

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2023年7月27日(27.07.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/139444 A1

(51) 国際特許分類:

H10K 50/19 (2023.01) H10K 59/35 (2023.01)
H10K 50/16 (2023.01) H10K 59/90 (2023.01)
H10K 50/81 (2023.01) H10K 85/30 (2023.01)
H10K 50/82 (2023.01) H10K 85/60 (2023.01)

(21) 国際出願番号: PCT/IB2023/050181

(22) 国際出願日: 2023年1月10日(10.01.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2022-008092 2022年1月21日(21.01.2022) JP

(71) 出願人: 株式会社半導体エネルギー研究所
(SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY
CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2430036 神奈川県厚木
市長谷398 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 山崎 舜平 (YAMAZAKI, Shunpei);
〒2430036 神奈川県厚木市長谷398株式会社半導
体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP). 大澤信晴

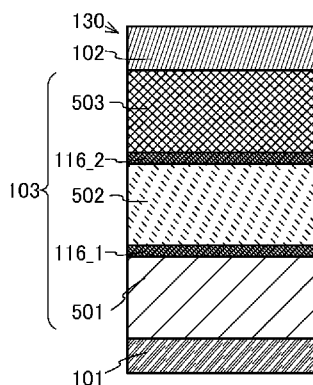
(OHSAWA, Nobuharu); 〒2430036 神奈川県厚
木市長谷398株式会社半導体エネルギー研究所内
Kanagawa (JP). 佐々木俊毅(SASAKI, Toshiki);
〒2430036 神奈川県厚木市長谷398株式会社半導
体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP). 渡部剛
吉(WATABE, Takeyoshi); 〒2430036 神奈川県
厚木市長谷398株式会社半導体エネルギー研究所
内 Kanagawa (JP). 木戸裕允(KIDO, Hiromitsu);
〒2430036 神奈川県厚木市長谷398株式会社半
導体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP). 石本
拓矢(ISHIMOTO, Takuya); 〒2430036 神奈川
県厚木市長谷398株式会社半導体エネルギー研
究所内 Kanagawa (JP). 川上祥子(KAWAKAMI,
Sachiko); 〒2430036 神奈川県厚木市長谷398株
式会社半導体エネルギー研究所内 Kanagawa
(JP). 高畑正利(TAKABATAKE, Masatoshi);
〒2430036 神奈川県厚木市長谷398株式会社半
導体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

(54) Title: LIGHT-EMITTING DEVICE

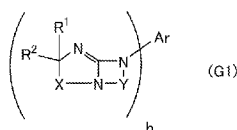
(54) 発明の名称: 発光デバイス

図1B



(57) Abstract: Provided is a high-definition, highly efficient light-emitting device. This light-emitting device comprises a first electrode, a second electrode, a first EL layer, an intermediate layer, and a second EL layer, wherein: the first electrode is disposed so as to face the second electrode with the intermediate layer therebetween; the first EL layer is disposed between the first electrode and the intermediate layer; the second EL layer is disposed between the intermediate layer and the second electrode; and the intermediate layer includes an organic compound represented by general formula (G1).

(57) 要約: 高精細且つ高効率な発光デバイスを提供する。第1の電極と、第2の電極と、第1のEL層と、中間層と、第2のEL層と、を有し、第1の電極は、中間層を介して、第2の電極と対向するように位置し、第1のEL層は、第1の電極と中間層との間に位置し、第2のEL層は、中間層と第2の電極との間に位置し、中間層は、下記一般式(G1)で表される有機化合物を有する発光デバイスである。



BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))
- 白黒。出願原本にはカラー又はグレースケールの情報が含まれており、PATENTSCOPE からのダウンロードが可能。

明細書

発明の名称

発光デバイス

技術分野

[0001]

本発明の一態様は、発光デバイス、表示モジュール、及び、電子機器に関する。

[0002]

なお、本発明の一態様は、上記の技術分野に限定されない。本発明の一態様の技術分野としては、半導体装置、発光装置、蓄電装置、記憶装置、電子機器、照明装置、入力装置（例えば、タッチセンサ）、入出力装置（例えば、タッチパネル）、それらの駆動方法、またはそれらの製造方法を一例として挙げることができる。

背景技術

[0003]

有機化合物を用いたエレクトロルミネッセンス（EL：Electroluminescence）を利用する発光デバイス（発光素子ともいう）の実用化が進んでいる。これら有機ELデバイスの基本的な構成は、一対の電極間に発光材料を含む有機化合物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。

[0004]

例えば、発光デバイスを有する発光装置が開発されている。エレクトロルミネッセンス現象を利用した発光デバイス（ELデバイス、EL素子ともいう）は、薄型軽量化が容易である、入力信号に対し高速に応答可能である、直流定電圧電源を用いて駆動可能である等の特徴を有し、発光装置に応用されている。

[0005]

また、近年、発光装置は様々な用途への応用が期待されている。例えば、大型の発光装置の用途としては、家庭用のテレビジョン装置（テレビまたはテレビジョン受信機ともいう）、デジタルサイネージ（Digital Signage：電子看板）、及び、PID（Public Information Display）等が挙げられる。また、携帯情報端末として、タッチパネルを備えるスマートフォン及びタブレット端末などの開発が進められている。

[0006]

また、発光装置の高精細化が求められている。高精細な発光装置が要求される機器として、例えば、仮想現実（VR：Virtual Reality）、拡張現実（AR：Augmented Reality）、代替現実（SR：Substitutional Reality）、及び、複合現実（MR：Mixed Reality）向けの機器が、盛んに開発されている。

[0007]

特許文献1には、有機ELデバイス（有機EL素子ともいう）を用いた、VR向けの発光装置が開示されている。また、特許文献2には、遷移金属と非共有電子対を有する有機化合物の混合膜を電子注入層に用いた、駆動電圧が低く信頼が良好な発光デバイスが開示されている。

[先行技術文献]

[特許文献]

[0008]

[特許文献1] 国際公開第2018/087625号

[特許文献2] 特開2018-201012号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009]

本発明の一態様は、表示品位の高い発光装置を提供することを課題の一つとする。または、本発明の一態様は、高精細な発光装置を提供することを課題の一つとする。または、本発明の一態様は、高解像度の発光装置を提供することを課題の一つとする。または、本発明の一態様は、信頼性の高い発光装置を提供することを課題の一つとする。または、本発明の一態様は、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光装置を提供することを課題の一とする。または、本発明の一態様は、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な表示モジュールを提供することを課題の一とする。または、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な電子機器を提供することを課題の一とする。または、新規な発光装置、新規な表示モジュール、新規な電子機器または新規な半導体装置を提供することを課題の一とする。

[0010]

なお、これらの課題の記載は、他の課題の存在を妨げるものではない。本発明の一態様は、必ずしも、これらの課題の全てを解決する必要はないものとする。明細書、図面、請求項の記載から、これら以外の課題を抽出することが可能である。

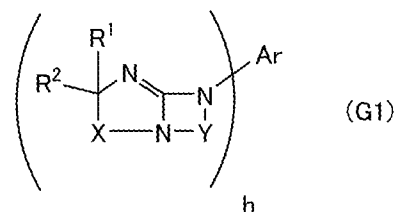
課題を解決するための手段

[0011]

本発明の一態様は、第1の電極と、第2の電極と、第1のEL層と、中間層と、第2のEL層と、を有し、第1の電極は、中間層を介して、第2の電極と対向するように位置し、第1のEL層は、第1の電極と中間層との間に位置し、第2のEL層は、中間層と第2の電極との間に位置し、中間層は、下記一般式(G1)で表される有機化合物を有する発光デバイスである。

[0012]

[化1]

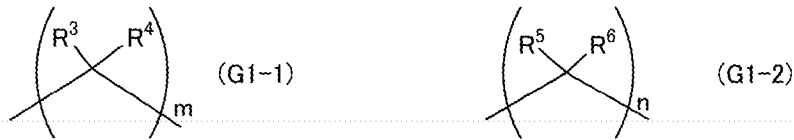


[0013]

ただし、上記一般式(G1)で表される有機化合物において、Xは下記一般式(G1-1)で表される基、Yは下記一般式(G1-2)で表される基である。また、R¹およびR²はそれぞれ独立に水素または重水素を表し、hは1乃至6の整数を表し、Arは置換または無置換の環を構成する炭素が6乃至30のヘテロアリール、もしくは置換または無置換の環を構成する炭素が6乃至30のアリールを表す。

[0014]

[化 2]



[0015]

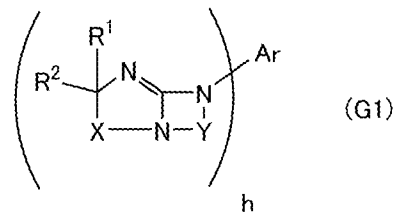
ただし、上記一般式 (G1-1) および (G1-2) において、 R^3 乃至 R^6 はそれぞれ独立に水素または重水素を表し、 m は 0 乃至 4 の整数を表し、 n は 1 乃至 5 の整数を表し、且つ $m+1 \geq n$ である。なお、 m または n が 2 以上の場合複数となる R^3 乃至 R^6 はそれぞれ同じであっても異なってもよい。

[0016]

または、本発明の他の一態様は、第 1 の電極と、第 2 の電極と、第 1 の EL 層と、中間層と、第 2 の EL 層と、有機化合物層と、を有し、第 1 の電極は、中間層を介して、第 2 の電極と対向するように位置し、第 1 の EL 層は、第 1 の電極と中間層との間に位置し、第 2 の EL 層は、中間層と第 2 の電極との間に位置し、有機化合物層は、第 2 の EL 層と第 2 の電極との間に位置し、中間層は、および有機化合物層は、下記一般式 (G1) で表される有機化合物を有する発光デバイスである。

[0017]

[化 3]



[0018]

ただし、上記一般式 (G1) で表される有機化合物において、 X は下記一般式 (G1-1) で表される基、 Y は下記一般式 (G1-2) で表される基である。また、 R^1 および R^2 はそれぞれ独立に水素または重水素を表し、 h は 1 乃至 6 の整数を表し、 Ar は置換または無置換の環を構成する炭素が 6 乃至 30 のヘテロアリアル、もしくは置換または無置換の環を構成する炭素が 6 乃至 30 のアリアルを表す。

[0019]

[化 4]



[0020]

ただし、上記一般式 (G1-1) および (G1-2) において、 R^3 乃至 R^6 はそれぞれ独立に水素または重水素を表し、 m は 0 乃至 4 の整数を表し、 n は 1 乃至 5 の整数を表し、且つ $m+1 \geq n$ である。なお、 m または n が 2 以上の場合複数となる R^3 乃至 R^6 はそれぞれ同じであっても異なってもよい。

[0021]

または、本発明の他の一態様は、上記構成において、有機化合物層が有する有機化合物は、第2のEL層と接する領域に含まれる発光デバイスである。

[0022]

または、本発明の他の一態様は、上記構成において、有機化合物層は、金属、金属化合物および金属錯体のいずれかまたは複数を有する発光デバイスである。

[0023]

または、本発明の他の一態様は、上記構成において、有機化合物層が、有機化合物を含む層と、金属、金属化合物および金属錯体のいずれかまたは複数を含む層との積層構造を有する発光デバイスである。

[0024]

または、本発明の他の一態様は、上記構成において、金属、金属化合物および金属錯体のいずれかがアルミニウムである発光デバイスである。

[0025]

または、本発明の他の一態様は、上記構成において、有機化合物が、塩基性骨格を有する有機化合物であって、当該塩基性骨格の酸解離定数 pK_a が1以上の有機化合物である発光デバイスである。

[0026]

または、本発明の他の一態様は、上記構成において、有機化合物が、塩基性骨格を有する有機化合物であって、当該塩基性骨格の酸解離定数 pK_a が10以上の有機化合物である発光デバイスである。

[0027]

または、本発明の他の一態様は、上記構成において、有機化合物が、塩基性骨格を有する有機化合物であって、当該塩基性骨格の酸解離定数 pK_a が14以上の有機化合物である発光デバイスである。

[0028]

または、本発明の他の一態様は、上記構成において、第1の電極と、第1のEL層と、中間層と、第2のEL層は、その輪郭が概略一致している発光デバイスである。

[0029]

または、本発明の他の一態様は、第1の電極と、第2の電極と、第1のEL層と、中間層と、第2のEL層と、を有し、第1の電極は、中間層を介して、第2の電極と対向するように位置し、第1のEL層は、第1の電極と中間層との間に位置し、第2のEL層は、中間層と第2の電極との間に位置し、中間層は、塩基性骨格を有する有機化合物であって、当該塩基性骨格の酸解離定数 pK_a が12以上の有機化合物を有する発光デバイスである。

[0030]

または、本発明の他の一態様は、第1の電極と、第2の電極と、第1のEL層と、中間層と、第2のEL層と、を有し、第1の電極は、中間層を介して、第2の電極と対向するように位置し、第1のEL層は、第1の電極と中間層との間に位置し、第2のEL層は、中間層と第2の電極との間に位置し、第1の電極と、第1のEL層と、中間層と、第2のEL層は、その輪郭が概略一致しており、中間層は、塩基性骨格を有する有機化合物であって、当該塩基性骨格の酸解離定数 pK_a が1以上の有機化合物を有する発光デバイスである。

[0031]

または、本発明の他の一態様は、第1の電極と、第2の電極と、第1のEL層と、中間層と、第2のEL層と、有機化合物層と、を有し、第1の電極は、中間層を介して、第2の電極と対向するように位置し、第1のEL層は、第1の電極と中間層との間に位置し、第2のEL層は、中間層と第2の電極との間に位置し、有機化合物層は、第2のEL層と第2の電極との間に位置し、中間層は、および有機化合物層は、塩基性骨格を有する有機化合物であって、当該塩基性骨格の酸解離定数 pK_a が1.2以上の有機化合物を有する発光デバイスである。

[0032]

または、本発明の他の一態様は、第1の電極と、第2の電極と、第1のEL層と、中間層と、第2のEL層と、有機化合物層と、を有し、第1の電極は、中間層を介して、第2の電極と対向するように位置し、第1のEL層は、第1の電極と中間層との間に位置し、第2のEL層は、中間層と第2の電極との間に位置し、第1の電極と、第1のEL層と、中間層と、第2のEL層は、その輪郭が概略一致しており、有機化合物層は、第2のEL層と第2の電極との間に位置し、中間層は、および有機化合物層は、塩基性骨格を有する有機化合物であって、当該塩基性骨格の酸解離定数 pK_a が1以上の有機化合物を有する発光デバイスである。

[0033]

または、本発明の他の一態様は、上記構成において、有機化合物層が有する有機化合物は、第2のEL層と接する領域に含まれる発光デバイスである。

[0034]

または、本発明の他の一態様は、上記構成において、有機化合物層は、金属、金属化合物および金属錯体のいずれかまたは複数を有する発光デバイスである。

[0035]

または、本発明の他の一態様は、上記構成において、有機化合物層が、有機化合物を含む層と、金属、金属化合物および金属錯体のいずれかまたは複数を含む層との積層構造を有する発光デバイスである。

[0036]

または、本発明の他の一態様は、上記構成において、金属、金属化合物および金属錯体のいずれかがアルミニウムである発光デバイスである。

[0037]

または、本発明の他の一態様は、上記構成において、中間層は、金属、金属化合物および金属錯体のいずれかまたは複数を有する発光デバイスである。

[0038]

または、本発明の他の一態様は、上記構成において、中間層が、有機化合物を含む層と、金属、金属化合物および金属錯体のいずれかまたは複数を含む層との積層構造を有する発光デバイスである。

[0039]

または、本発明の他の一態様は、上記構成において、金属、金属化合物および金属錯体のいずれかがアルミニウムである発光デバイスである。

[0040]

または、本発明の他の一態様は、上記構成において、中間層が有する有機化合物は、第1のEL層と接する領域に含まれる発光デバイスである。

[0041]

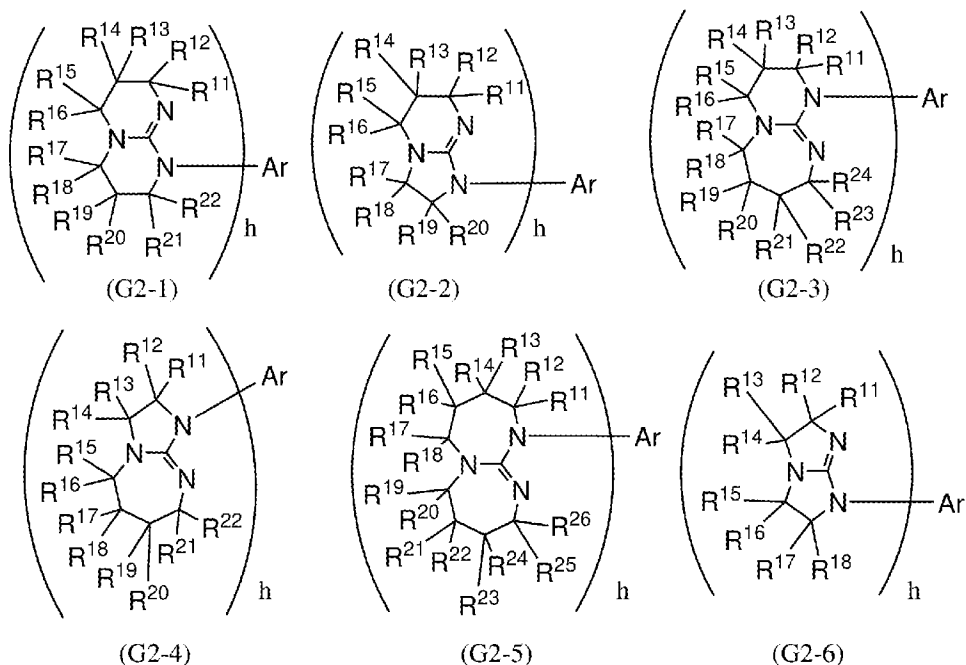
または、本発明の他の一態様は、上記構成において、有機化合物は、1, 3, 4, 6, 7, 8-ヘキサヒドロ-2H-ピリミド [1, 2-a] ピリジン骨格と、環を構成する炭素が2乃至30のヘテロアリールを有する有機化合物である発光デバイスである。

[0042]

または、本発明の他の一態様は、上記構成において、有機化合物が、下記一般式 (G2-1) 乃至 (G2-6) のいずれかで表される有機化合物である発光デバイスである。

[0043]

[化5]



[0044]

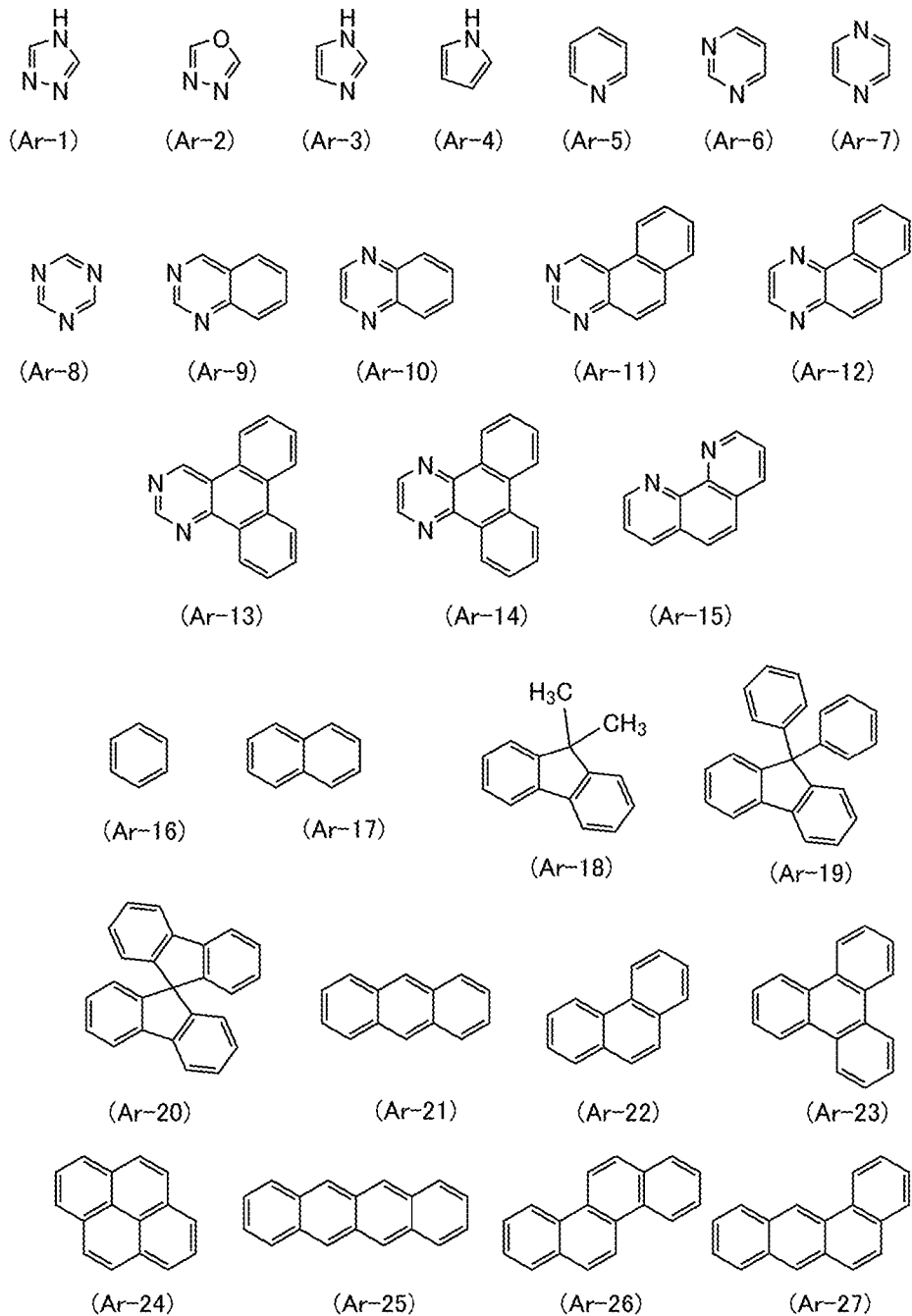
ただし、 R^{11} 乃至 R^{26} はそれぞれ独立に水素または重水素を表し、 h は1乃至6の整数を表し、 Ar は置換または無置換の環を構成する炭素が6乃至30のヘテロアリール、もしくは置換または無置換の環を構成する炭素が6乃至30のアリールである有機化合物である。

[0045]

または、本発明の他の一態様は、上記構成において、 Ar で表される置換または無置換の環を構成する炭素が6乃至30のヘテロアリール、もしくは置換または無置換の環を構成する炭素が6乃至30のアリールが、下記構造式 ($Ar-1$) 乃至 ($Ar-27$) のいずれかである発光デバイスである。

[0046]

[化6]



[0047]

または、本発明の他の一態様は、上記構成において、Arは、環を構成する元素として窒素を含み、Arが、窒素または窒素に隣接する炭素の結合手によって一般式(G1)におけるカッコ内の骨格に結合する発光デバイスである。

[0048]

または、本発明の他の一態様は、上記構成において、有機化合物が、環を構成する元素に2以上の窒素を有するビシクロ環構造と、環を構成する炭素が6乃至30のヘテロアリアルまたは6乃至30のアリアルと、を有する有機化合物である発光デバイスである。

[0049]

または、本発明の他の一態様は、上記構成において、中間層の膜厚が1nm以下である発光デバイスである。

[0050]

または、本発明の他の一態様は、上記構成において、中間層の膜厚が0.5 nm以下である発光デバイスである。

[0051]

または、本発明の他の一態様は、上記構成における第1の電極と第2の電極との間に、第2の中間層、および第3のEL層を有する発光デバイスである。

発明の効果

[0052]

本発明の一態様は、表示品位の高い発光装置を提供することができる。または、本発明の一態様は、高精細な発光装置を提供することができる。または、本発明の一態様は、高解像度の発光装置を提供することができる。または、本発明の一態様は、信頼性の高い発光装置を提供することができる。または、本発明の一態様は、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光装置を提供することができる。または、本発明の一態様は、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な表示モジュールを提供することができる。または、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な電子機器を提供することができる。または、新規な発光装置、新規な表示モジュール、新規な電子機器または新規な半導体装置を提供することができる。

[0053]

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。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。明細書、図面、請求項の記載から、これら以外の効果を抽出することが可能である。

図面の簡単な説明

[0054]

図1A乃至図1Cは、発光デバイスについて表す図である。

図2は、一般式(G1)で表される有機化合物とアルミニウムとの相互作用を説明する図である。

図3Aおよび図3Bは、発光装置の上面図および断面図である。

図4A乃至図4Dは、発光デバイスについて表す図である。

図5A乃至図5Eは、発光装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図6A乃至図6Dは、発光装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図7A乃至図7Dは、発光装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図8A乃至図8Cは、発光装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図9A乃至図9Cは、発光装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図10A乃至図10Cは、発光装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図11A乃至図11Gは、画素の構成例を示す上面図である。

図12A乃至図12Iは、画素の構成例を示す上面図である。

図13A、及び図13Bは、表示モジュールの構成例を示す斜視図である。

図14A、及び図14Bは、発光装置の構成例を示す断面図である。

図15は、発光装置の構成例を示す斜視図である。

図16Aは、発光装置の構成例を示す断面図である。図16B、及び図16Cは、トランジスタの構成例を示す断面図である。

図17は、発光装置の構成例を示す断面図である。

図 1 8 A 乃至図 1 8 D は、発光装置の構成例を示す断面図である。
図 1 9 A 乃至図 1 9 D は、電子機器の一例を示す図である。
図 2 0 A 乃至図 2 0 F は、電子機器の一例を示す図である。
図 2 1 A 乃至図 2 1 G は、電子機器の一例を示す図である。
図 2 2 は、本実施例にかかる試料の構造を説明する図である。
図 2 3 は、本実施例にかかる試料の輝度－電流密度特性を表す図である。
図 2 4 は、本実施例にかかる試料の電流効率－輝度特性を表す図である。
図 2 5 は、本実施例にかかる試料の輝度－電圧特性を表す図である。
図 2 6 は、本実施例にかかる試料の電流密度－電圧特性を表す図である。
図 2 7 は、本実施例にかかる試料の電流効率－電流密度特性を表す図である。
図 2 8 は、本実施例にかかる試料の電界発光スペクトルを表す図である。
図 2 9 は、本実施例にかかる試料の輝度－電流密度特性を表す図である。
図 3 0 は、本実施例にかかる試料の電流効率－輝度特性を表す図である。
図 3 1 は、本実施例にかかる試料の輝度－電圧特性を表す図である。
図 3 2 は、本実施例にかかる試料の電流密度－電圧特性を表す図である。
図 3 3 は、本実施例にかかる試料の電流効率－電流密度特性を表す図である。
図 3 4 は、本実施例にかかる試料の電界発光スペクトルを表す図である。

発明を実施するための形態

[0055]

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

[0056]

なお、以下に説明する発明の構成において、同一部分又は同様な機能を有する部分には同一の符号を異なる図面間で共通して用い、その繰り返しの説明は省略する。また、同様の機能を指す場合には、ハッチパターンを同じくし、特に符号を付さない場合がある。

[0057]

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

[0058]

なお、「膜」という言葉と、「層」という言葉とは、場合によっては、または、状況に応じて、互いに入れ替えることが可能である。例えば、「導電層」という用語を、「導電膜」という用語に変更することが可能である。または、例えば、「絶縁膜」という用語を、「絶縁層」という用語に変更することが可能である。

[0059]

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、高精細なメタルマスク）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。

〔0060〕

本明細書等において、正孔または電子を、「キャリア」といって示す場合がある。具体的には、正孔注入層または電子注入層を「キャリア注入層」といい、正孔輸送層または電子輸送層を「キャリア輸送層」といい、正孔ブロック層または電子ブロック層を「キャリアブロック層」という場合がある。なお、上述のキャリア注入層、キャリア輸送層、及びキャリアブロック層は、それぞれ、断面形状、または特性などによって明確に区別できない場合がある。また、1つの層が、キャリア注入層、キャリア輸送層、及びキャリアブロック層のうち2つまたは3つの機能を兼ねる場合がある。

〔0061〕

本明細書等において、発光デバイス（発光素子ともいう）は、一对の電極間にEL層を有する。EL層は、少なくとも発光層を有する。本明細書等において、受光デバイス（受光素子ともいう）は、一对の電極間に少なくとも光電変換層として機能する活性層を有する。本明細書等では、一对の電極の一方を画素電極と記し、他方を共通電極と記すことがある。

〔0062〕

なお、本明細書等において、テーパ形状とは、構造の側面の少なくとも一部が、基板面に対して傾斜して設けられている形状のことを指す。例えば、傾斜した側面と基板面とがなす角（テーパ角ともいう）が90°未満である領域を有すると好ましい。なお、構造の側面及び基板面は、必ずしも完全に平坦である必要はなく、微細な曲率を有する略平面状、または微細な凹凸を有する略平面状であってもよい。

〔0063〕

なお、本明細書中における発光装置とは、有機ELデバイスを用いた画像表示デバイスを含む。また、有機ELデバイスにコネクタ、例えば異方導電性フィルム又はTCP（Tape Carrier Package）が取り付けられたモジュール、TCPの先にプリント配線板が設けられたモジュール、又は有機ELデバイスにCOG（Chip On Glass）方式によりIC（集積回路）が直接実装されたモジュールも発光装置に含む場合がある。さらに、照明器具等は、発光装置を有する場合がある。

〔0064〕

（実施の形態1）

有機EL素子（以下発光デバイスともいう）は、電極間（第1の電極と第2の電極との間）に発光物質を含む有機化合物層（上記有機半導体膜に相当）を有しており、電極から当該有機化合物層に注入層されたキャリア（正孔および電子）を再結合させることによって生じたエネルギーによって、発光を得る構成を有している。

〔0065〕

図1Aに、本発明の一態様の発光デバイス130を示した。本発明の一態様の発光デバイスは、陽極を含む第1の電極101と、陰極を含む第2の電極102との間に、第1の発光層113_1を含む第1の発光ユニット501と、第2の発光層113_2を含む第2の発光ユニット502と、中間層116とを有する有機化合物層103を有している、タンデム型の発光デバイスである（なお、発光ユニットはEL層ともいう）。

〔0066〕

なお、本実施の形態では、一つの間層116と、二つの発光ユニットを有する発光デバイスを例

に説明するが、 n (n は1以上の整数)層の電荷発生層と、 $n+1$ 層の発光ユニットを有する発光デバイスであってもよい。

[0067]

例えば、図1Bに示す発光デバイス130は、第1の発光ユニット501、第1の中間層116__1、第2の発光ユニット502、第2の中間層116__2および第3の発光ユニット503を有する n が2のタンデム型の発光デバイスの例である。また、図1Aに示すように、中間層116は少なくともP型層117（以下電荷発生領域ともいう）、およびN型層119（以下電子注入バッファ領域ともいう）を有している。また、N型層119とP型層117との間には、この2層間における電子の授受を円滑に行うための電子リレー層118（以下電子リレー領域ともいう）が設けられていてもよい。

[0068]

なお、各発光ユニットにおける発光層が呈する光の色域は、同じであっても異なってもよい。また、当該発光層は、単層であっても積層構造であってもよい。例えば、第1の発光ユニットおよび第3の発光ユニットにおいて青色領域の発光、第2の発光ユニットにおいて積層構造の発光層から赤色領域の発光および緑色領域の発光を呈するような構成により、白色発光を得ることができる。

[0069]

また、本発明の一態様の発光デバイスは、例えば、フォトリソグラフィ法等のリソグラフィ法により作製された発光デバイスであってもよい。フォトリソグラフィ法により作成した場合、少なくとも第2の発光層113__2およびそれよりも第1の電極101側の有機化合物層は同時に加工されることからその端部は垂直方向に概略揃っている。

[0070]

ここで、発光デバイスにおいて、基本的に電気の流れにくい有機化合物層にキャリアを注入すること、特に電子を注入することは、エネルギー障壁が大きいために高い電圧が必要であった。そのため、現状、中間層のN型層、または電子注入層には、例えばリチウム(Li)等のアルカリ金属または当該アルカリ金属の化合物が用いられ、低電圧化が実現されている。

[0071]

しかし、発光デバイスを作製する工程中に、上記アルカリ金属またはその化合物が、水または酸素等の大気成分と反応することで、発光デバイスの駆動電圧の大幅な上昇または、発光効率の著しい低下を引き起こしてしまうという問題があった。

[0072]

特に、タンデム型の発光デバイスは、中間層を挟んで複数の発光層が直列に積層された構造を有しており、当該中間層には、陽極側に接する発光ユニットに電子を注入するために、アルカリ金属または当該アルカリ金属の化合物の層が含まれる構造を有する。つまり、シングル型の発光デバイスと比較して、タンデム型の発光デバイスは、アルカリ金属または当該アルカリ金属の化合物の層が水または酸素等の大気成分と反応する蓋然性が高い。

[0073]

また、近年、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、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、これ以上の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。この方法はさらに、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。

[0074]

しかし、タンデム型の発光デバイスをフォトリソグラフィ法により作成する場合、中間層が加工工程中に大気、レジスト樹脂、水、薬液等に暴露されるため、アルカリ金属または当該アルカリ金属の化合物の層に起因する大幅な特性の悪化が避けられなかった。つまり、中間層におけるアルカリ金属または当該アルカリ金属の化合物の層がフォトリソグラフィ工程に曝されることによって、電子注入層をフォトリソグラフィ工程に曝した場合と同様に、駆動電圧の大幅な上昇、および発光効率の著しい低下が引き起こされてしまっていた。

[0075]

ここで、少なくとも中間層のN型層において、アルカリ金属または当該アルカリ金属の化合物の代わりに、塩基性骨格を有する下記一般式（G1）で表される有機化合物を用いることで、本発明者らは、上記アルカリ金属または当該アルカリ金属の化合物に起因する問題の発生を低減することができることを見出した。

[0076]

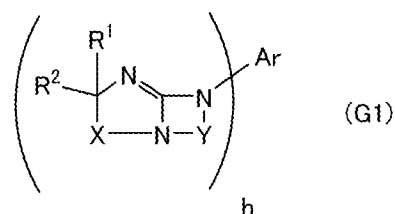
また、n（nは1以上の整数）層の中間層と、n+1層の発光ユニットを有する発光デバイスにおいて、n層の中間層のうち、少なくとも1層は塩基性骨格を有する下記一般式（G1）で表される有機化合物を含む構造とする。

[0077]

特に、中間層を加工する際に、フォトリソグラフィ工程を採用したとしても、アルカリ金属または当該アルカリ金属の化合物に起因した特性の低下を抑制することができる。また、電子注入層においても、塩基性骨格を有する下記一般式（G1）で表される有機化合物を用いることで、アルカリ金属または当該アルカリ金属の化合物に起因した特性の低下を抑制することができる。

[0078]

[化7]

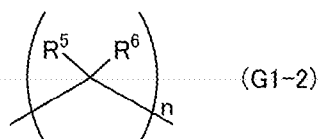
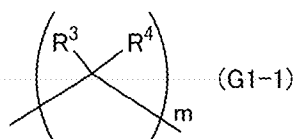


[0079]

ただし、上記一般式（G1）で表される有機化合物において、Xは下記一般式（G1-1）で表される基、Yは下記一般式（G1-2）で表される基である。また、 R^1 および R^2 はそれぞれ独立に水素または重水素を表し、hは1乃至6の整数を表し、Arは置換または無置換の環を構成する炭素が6乃至30のヘテロアリール、もしくは置換または無置換の環を構成する炭素が6乃至30のアリールを表す。

[0080]

[化8]



[0081]

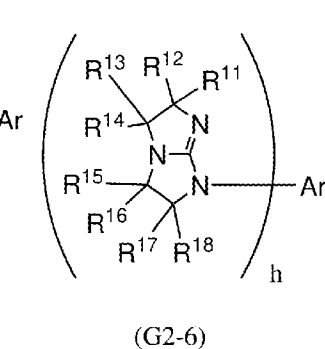
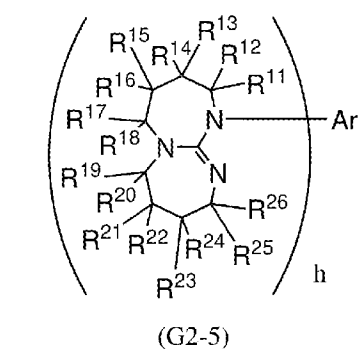
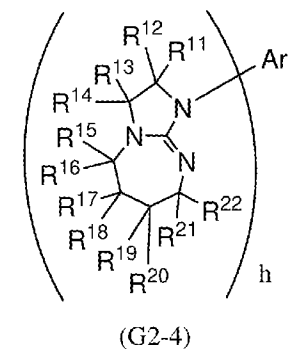
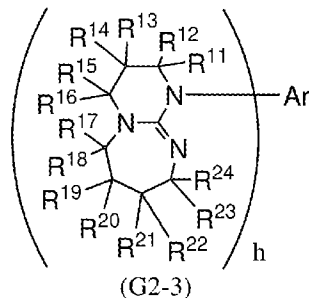
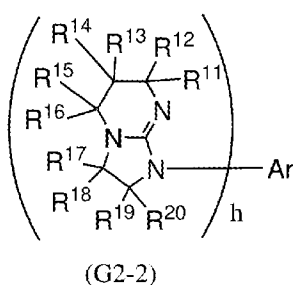
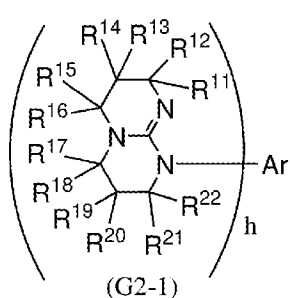
ただし、上記一般式 (G 1-1) および (G 1-2) において、 R^3 乃至 R^6 はそれぞれ独立に水素または重水素を表し、 m は 0 乃至 4 の整数を表し、 n は 1 乃至 5 の整数を表し、且つ $m+1 \geq n$ である。なお、 m または n が 2 以上の場合複数となる R^3 乃至 R^6 はそれぞれ同じであっても異なってもよい。

[0082]

また、上記一般式 (G 1) で表される有機化合物は、下記一般式 (G 2-1) 乃至 (G 2-6) のいずれかであることが好ましい。

[0083]

[化9]



[0084]

ただし、 R^{11} 乃至 R^{26} はそれぞれ独立に水素または重水素を表し、 h は 1 乃至 6 の整数を表し、 Ar は置換または無置換の環を構成する炭素が 6 乃至 30 のヘテロアリール、もしくは置換または無置換の環を構成する炭素が 6 乃至 30 のアリールである有機化合物である。

[0085]

なお、上記一般式 (G 1) および一般式 (G 2-1) 乃至 (G 2-6) において、 Ar で表される置換または無置換の環を構成する炭素が 6 乃至 30 のヘテロアリール骨格としては、具体的には、ピリジン、ビピリジン、ピリミジン、ビピリミジン、ピラジン、ビピラジン、トリアジン、キノリン、イソキノリン、ベンゾキノリン、フェナントロリン、キノキサリン、ベンゾキノキサリン、ジベンゾキノキサリン、アゾフルオレン、ジアゾフルオレン、カルバゾール、ベンゾカルバゾール、ジベンゾカルバゾール、ジベンゾフラン、ベンゾナフトフラン、ジナフトフラン、ジベンゾチオフ

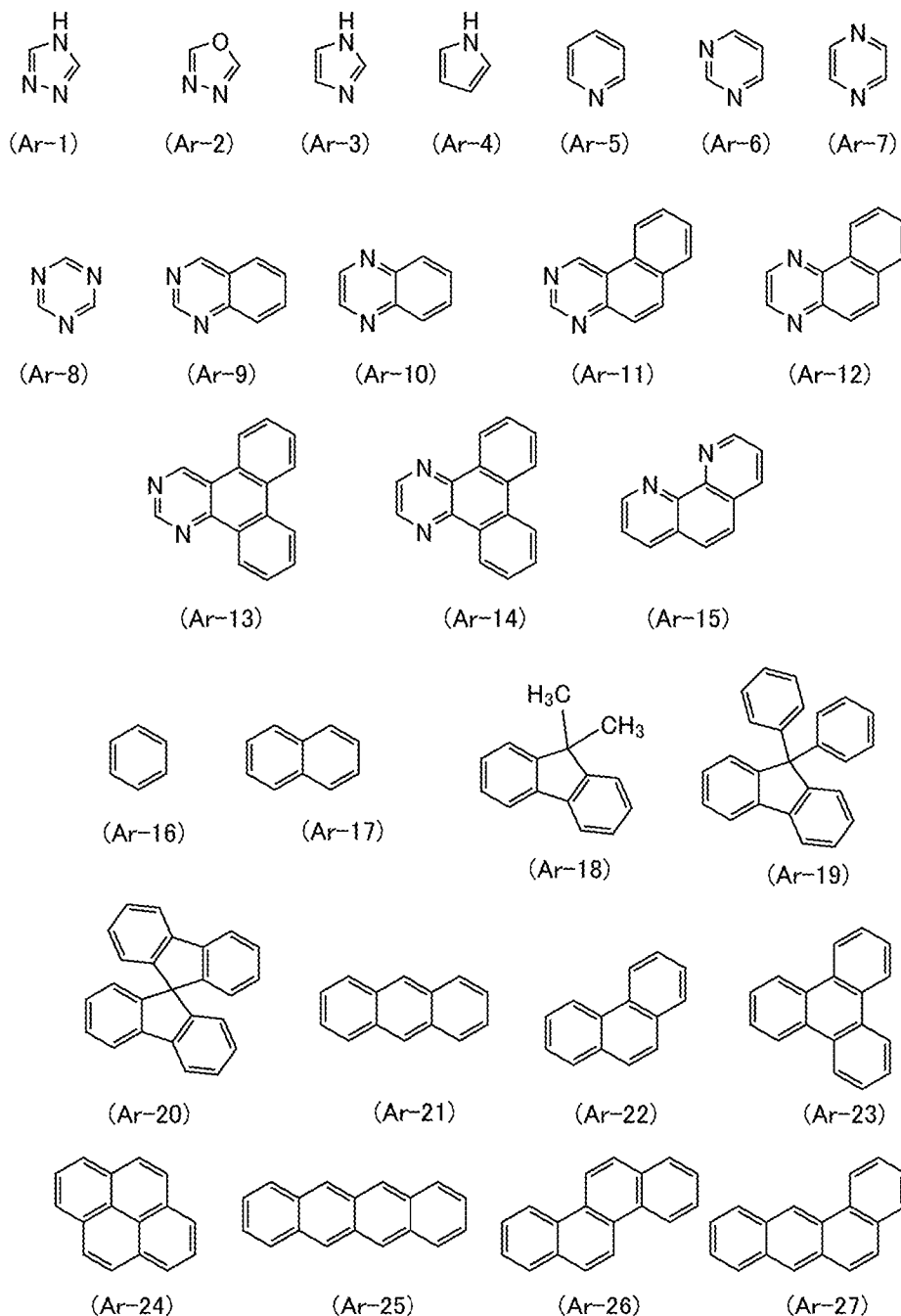
エン、ベンゾナフトチオフェン、ジナフトチオフェン、ベンゾフロピリジン、ベンゾフロピリミジン、ベンゾチオピリジン、ベンゾチオピリミジン、ナフトフロピリジン、ナフトフロピリミジン、ナフトチオピリジン、ナフトチオピリミジン、ジベンゾキノキサリン、アクリジン、キサントエン、フェノチアジン、フェノキサジン、フェナジン、トリアゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、チアゾール、チアジアゾール、イミダゾール、ベンゾイミダゾール、ピラゾール、ピロールなどを挙げることができる。

[0 0 8 6]

また、中でも、下記構造式 (A r - 1) 乃至 (A r - 27) のいずれか一であることが好ましい。

[0 0 8 7]

[化 1 0]



[0 0 8 8]

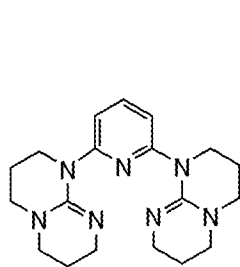
なお、上記Arが環を構成する元素として窒素を含み、当該Arは、前記窒素または前記窒素に隣接する炭素の結合手によって前記一般式（G1）におけるカッコ内の骨格に結合することが好ましい。

[0089]

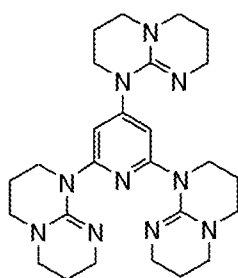
上記一般式（G1）および一般式（G2-1）乃至（G2-6）で表される有機金属化合物としては、具体的には、下記構造式（100）乃至（109）で表される有機化合物を例として挙げるることができる。

[0090]

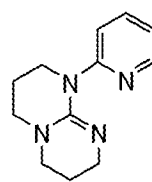
[化11]



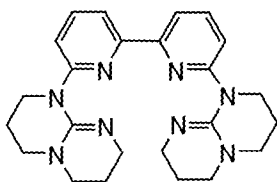
(100)



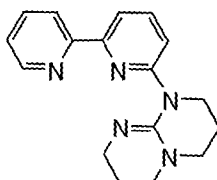
(101)



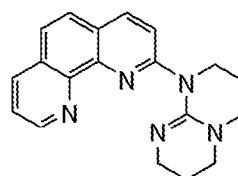
(102)



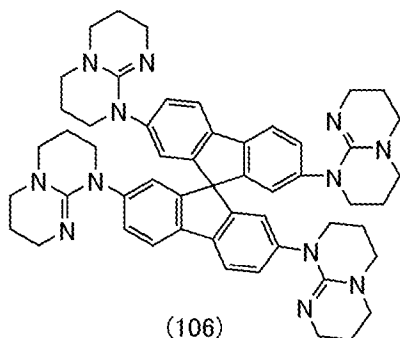
(103)



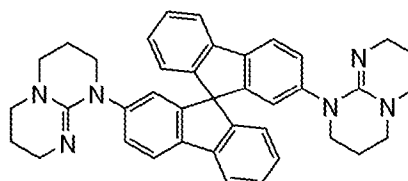
(104)



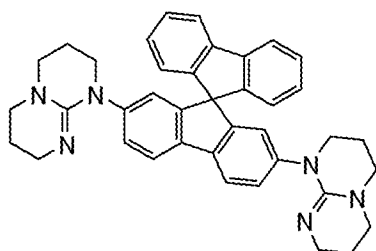
(105)



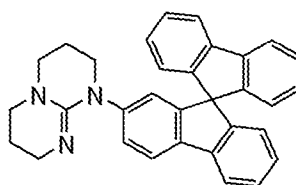
(106)



(107)



(108)



(109)

[0091]

上述の塩基性骨格を有する有機化合物を中間層のN型層、または電子注入層に用いることで、アルカリ金属または当該アルカリ金属の化合物を含まずとも電極から有機化合物層への電子注入を、駆

動電圧の大幅な上昇無く実現することが可能となる。これにより、電子注入層を形成後にフォトリソグラフィ工程を行っても、特性のより良好な発光デバイスを得ることができる。

[0092]

また、塩基性骨格を有する上記一般式 (G1) で表される有機化合物は、当該塩基性骨格の酸解離定数 pK_a が 7 以上、好ましくは 10 以上の有機化合物であることが好ましい。また、当該塩基性骨格の酸解離定数 pK_a が 12 以上の有機化合物であることがより好ましく、当該塩基性骨格の酸解離定数 pK_a が 13 以上の有機化合物であることがより好ましく、当該塩基性骨格の酸解離定数 pK_a が 14 以上の有機化合物であることがさらに好ましい。

[0093]

なお、塩基性骨格の酸解離定数 pK_a には、当該骨格の一部を水素で置換した有機化合物の値を用いることができる。また、塩基性骨格を有する有機化合物の酸解離定数 pK_a として、当該塩基性骨格の酸解離定数 pK_a を用いることができる。また、複数の塩基性骨格を有する有機化合物は、酸解離定数 pK_a の最も高い塩基性骨格の酸解離定数 pK_a を当該有機化合物の酸解離定数 pK_a として用いることができる。

[0094]

酸解離定数 pK_a は水を溶媒として採用し、測定した値を採用する事が好ましい。

[0095]

まず、計算モデルとなる各分子における分子構造の初期構造は、第一原理計算から得られた最安定構造（一重項基底状態）とする。

[0096]

上記第一原理計算としては、シュレディンガー社製量子化学計算ソフトウェアの *Jaguar* を使用し、一重項基底状態における最安定構造を密度汎関数法 (DFT) で計算する。基底関数としては 6-31G** を用い、汎関数は B3LYP-D3 を用いる。量子化学計算を行う構造は、シュレディンガー社製 *Maestro GUI* を用い、Mixed torsional/Low-mode sampling にて立体配座解析を行いサンプリングを行う。

[0097]

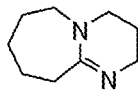
pK_a 計算では各分子の 1 つ以上の原子を塩基性サイトとして指定し、プロトン化した分子の水中の安定構造探索のため *Macro Model* を使用し、OPLS2005 力場を用いた配座探索を行い、最も低エネルギーの配座異性体を使用する。*Jaguar* の pK_a 計算モジュールを使用し、B3LYP/6-31G* で構造最適化した後、cc-pVTZ (+) で一点計算し、官能基に対する経験的補正を用いて pK_a 値を算出する。1 つ以上の原子を塩基性サイトとして指定している分子では、得られた結果のうち最も大きい値を pK_a 値として採用する。

[0098]

酸解離定数 pK_a の高い有機化合物としては、具体的には、下記構造式 (120) 乃至 (123) で表される塩基性骨格を有する有機化合物を例として挙げることができる。

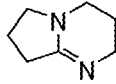
[0099]

[化12]



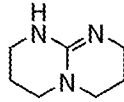
DBU

(120)



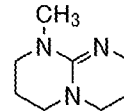
DBN

(121)



TBD

(122)



MTBD

(123)

[0100]

構造式(120)で表されるDBUの酸解離定数 pK_a は11.9、構造式(121)で表されるDBNの酸解離定数 pK_a は12.7、構造式(122)で表されるTBDの酸解離定数 pK_a は14.5、構造式(123)で表されるMTBDの酸解離定数 pK_a は13.0である。いずれも水を溶媒として採用し、測定した値である。

[0101]

また、1,10-フェナントロリンの酸解離定数 pK_a は4.8、ベンゾイミダゾールの酸解離定数 pK_a は5.5、イミダゾールの酸解離定数 pK_a は6.9、ピリジンの酸解離定数 pK_a は5.3、ピリミジンの酸解離定数 pK_a は1.1であり、これらの塩基性骨格を有する有機化合物を例として挙げるができる。

[0102]

酸解離定数 pK_a が高い塩基性骨格を有する化合物は、他分子の水素と水素結合する事が知られている。この水素結合によって材料の物性が変化し、N型層、または電子注入層としての性能が確保される場合がある。

[0103]

また、電子注入層、および中間層のN型層のいずれか一、または双方は、上記塩基性骨格を有する有機化合物に加えて、金属、金属化合物および金属錯体のいずれかまたは複数と、を有していてもよい。

[0104]

上記金属、金属化合物および金属錯体は、塩基性骨格を有する有機化合物に配位しうる金属、例えば金属酸化物などの金属化合物、または金属錯体であればよい。具体的には、金属としては、アルミニウム(Al)、およびモリブデン(Mo)を用いることができる。金属化合物としては、アルミニウム亜鉛酸化物、アルミニウムを含むインジウム亜鉛酸化物、モリブデン酸化物、バナジウム酸化物、ルテニウム酸化物、タングステン酸化物、およびマンガン酸化物を用いることができる。また、金属錯体としては、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(略称:Alq₃)、トリス(4-メチルー8-キノリノラト)アルミニウム(略称:Almq₃)、ビス(10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリナト)ベリリウム(II)(略称:BeBq₂)、ビス(2-メチルー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:BAIq)を用いることができる。なお、複数の上述した金属、金属化合物および金属錯体を組み合わせて用いてもよい。

[0105]

なお、電子注入層、または中間層のN型層は、金属、金属化合物および金属錯体のいずれかまたは複数とを有することによって、図2のように塩基性骨格を有する有機化合物と、金属、金属化合物および金属錯体のいずれかまたは複数と、の相互作用(Coordination)により、電子の注入性が向上し、アルカリ金属などを用いずとも駆動電圧の上昇を抑制した発光デバイスを得るこ

とができる。

[0106]

上記塩基性骨格を有する有機化合物と、金属、金属化合物および金属錯体のいずれかまたは複数と、の混合層であってもよいし、上記有機化合物を含む層と金属、金属化合物および金属錯体のいずれかまたは複数を含む層との積層構造であってもよい。なお、電子注入層として用いる場合、金属、金属化合物および金属錯体のいずれかまたは複数を含む層は、最も第2の電極102側に存在することが好ましい。

[0107]

以下では、発光デバイス130について、上述した構成以外の具体的な構成について説明する。

[0108]

第1の発光ユニット501と第2の発光ユニットには、発光層以外に他の機能層が含まれていてもよい。図1Aでは、第1の発光ユニット501には、第1の発光層113__1の他に、正孔注入層111、第1の正孔輸送層112__1、および第1の電子輸送層114__1が、第2の発光ユニット502には、第2の発光層113__2の他に、第2の正孔輸送層112__2、第2の電子輸送層114__2および電子注入層115が設けられている構成を図示したが、本発明における有機化合物層103の構成は、これに限られず、いずれかの層が設けられていなくともよいし、他の層が設けられていてもよい。なお、他の層としては、代表的には、キャリアブロック層、励起子ブロック層などがある。

[0109]

また、中間層116がN型層119を有していることから、当該N型層119が陽極側の発光ユニットにおける電子注入層の役割を担うため、陽極側の発光ユニット（図1Aにおいては第1の発光ユニット501）に電子注入層は、必要に応じて設けるとよい。また、同様に、中間層116がP型層117を有していることから、当該P型層117が陰極側の発光ユニットにおける正孔注入層の役割を担うため、陰極側の発光ユニット（図1Aにおいては第2の発光ユニット502）に正孔注入層は必要に応じて設けるとよい。

[0110]

ここで、N型層119は上述したように、塩基性骨格を有する上記一般式(G1)で表される有機化合物を有する層であるが、当該層は、金属、金属化合物および金属錯体のいずれかまたは複数が混合していてもよい。

[0111]

また、電荷発生層であるP型層117は、アクセプタ性を有する材料と、正孔輸送性を有する有機化合物とを含む複合材料により形成することが好ましい。複合材料に用いる正孔輸送性を有する有機化合物としては、芳香族アミン化合物、複素芳香族化合物、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有機化合物としては、 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有する有機化合物であることが好ましい。複合材料に用いられる正孔輸送性を有する有機化合物は、縮合芳香族炭化水素環、または、 π 電子過剰型複素芳香環を有する化合物であることが好ましい。縮合芳香族炭化水素環としては、アントラセン環、ナフタレン環等が好ましい。また、 π 電子過剰型複素芳香環としては、ピロール骨格、フラン骨格、チオフェン骨格の少なくともいずれか1を環に含む縮合芳香環が好ましく、具体的にはカルバゾール環、ジベンゾチオフェン環あるいは

それらにさらに芳香環または複素芳香環が縮合した環が好ましい。

[0112]

このような正孔輸送性を有する有機化合物としては、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よい。なお、これら正孔輸送性を有する有機化合物が、N, N-ビス(4-ビフェニル)アミノ基を有する物質であると、寿命の良好な発光デバイスを作製することができるため好ましい。

[0113]

以上のような正孔輸送性を有する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: BnfABP)、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: BBABnf)、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: BnfBB1BP)、N, N-ビス(4-ビフェニル)ベンゾ[b]ナフト[1, 2-d]フラン-6-アミン(略称: BBABnf(6))、N, N-ビス(4-ビフェニル)ベンゾ[b]ナフト[1, 2-d]フラン-8-アミン(略称: BBABnf(8))、N, N-ビス(4-ビフェニル)ベンゾ[b]ナフト[2, 3-d]フラン-4-アミン(略称: BBABnf(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-ビフェニルアミン(略称: ThBA1BP)、4-(2-ナフチル)-4', 4''-ジフェニルトリフェニルアミン(略称: BBAβNB)、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: BBAβNBi)、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: BBAαNβNB)、4, 4'-ジフェニル-4''-(7; 1'-ビナフチル-2-イル)トリフェニルアミン(略称: BBAαNβNB-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: BBAPβNB-03)、4, 4'-ジフェニル-4''-(6; 2'-ビナフチル-2-イル)トリフェニルアミン(略称: BBA(βN2)B)、4, 4'-ジフェニル-4''-(7; 2'-ビナフチル-2-イル)トリフェニルアミン(略称: BBA(βN2)B-03)、4, 4'-ジフェニル-4''-(4; 2'-ビナフチル-1-イル)トリフェニルアミン(略称: BBAβNαNB)、4, 4'-ジフェニル-4''-(5; 2'-ビナフチル-1-イル)トリフェニルアミン(略称: BBAβNαNB-02)、4-(4-ビフェニル)-4'- (2-ナフチル)-4''-フェニルトリフェニルアミン(略称: TPBiAβNB)、4-(3-ビフェニル)-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: mTPBiAβNBi)、4-(4-ビフェニル)-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: TPBiAβNBi)、4-フェニル-4'- (1-ナフチル)トリフェニルアミン(略称: αNBA1BP)、4, 4'-ビス(1-ナフチル)トリフェニルアミン(略称: αNBB1BP)、4, 4'-ジフェニル-4''-[4'-(カルバゾール-9-イル)ビフェニル-4-イル]トリフェニルアミン(略称: YG

TB i 1 BP)、4' - [4 - (3-フェニル-9H-カルバゾール-9-イル) フェニル] トリス (ビフェニル-4-イル) アミン (略称: YGTB i 1 BP-02)、4 - [4' - (カルバゾール-9-イル) ビフェニル-4-イル] - 4' - (2-ナフチル) - 4' - フェニルトリフェニルアミン (略称: YGTB i β NB)、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: PCBNBSF)、N, N-ビス (ビフェニル-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 (ビフェニル-4-イル) - 9, 9' - スピロビ [9H-フルオレン] - 4-アミン (略称: BBASF (4))、N - (ビフェニル-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: oFB i SF)、N - (4-ビフェニル) - 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: FrB i F)、N - [4 - (1-ナフチル) フェニル] - N - [3 - (6-フェニルジベンゾフラン-4-イル) フェニル] - 1-ナフチルアミン (略称: mPDB fBNBN)、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: BP A FL P)、4-フェニル-3' - (9-フェニルフルオレン-9-イル) トリフェニルアミン (略称: mBP A FL P)、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: BP A FL B i)、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: PCBA 1 BP)、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: PCBB i 1 BP)、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)、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: PCBAS F)、N - (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: PCBB i 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。

[0114]

また、正孔輸送性を有する材料としては、その他芳香族アミン化合物として、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: DPA B)、4, 4' - ビス (N - {4 - [N' - (3-メチルフェニル) - N' - フェニルアミノ] フェニル} - N-フェニルアミノ) ビフェニル (略称: 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) 等を用いることもできる。

[0115]

また、P型層117に含まれる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、シアノ基など）を有する有機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、シアノ基など）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 α , α' , α'' -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〕、 α , α' , α'' -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〕、 α , α' , α'' -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、マンガン酸化物等の遷移金属酸化物を用いることができる。

〔0116〕

電子リレー層118としては、電子輸送性を有する物質を含み、N型層119とP型層117との相互作用を防いで電子をスムーズに受け渡す機能を有する。電子リレー層118に含まれる電子輸送性を有する物質のLUMO準位は、P型層117におけるアクセプタ性物質のLUMO準位と、第1の電極101側の発光ユニットにおける中間層116に接する層（図1Aでは第1の発光ユニット501における第1の電子輸送層114-1）に含まれる有機化合物のLUMO準位との間であることが好ましい。電子リレー層118に用いられる電子輸送性を有する物質におけるLUMO準位の具体的なエネルギー準位は-5.0 eV以上、好ましくは-5.0 eV以上-3.0 eV以下とするとよい。なお、電子リレー層118に用いられる電子輸送性を有する物質としてはフタロシアニン系の材料又は金属-酸素結合と芳香族配位子を有する金属錯体を用いることが好ましい。

〔0117〕

このような中間層116を有するタンデム型の発光デバイスは、有機化合物層103をフォトリソグラフィ法によって加工しても、大幅な駆動電圧の上昇および発光効率の著しい低下が起こらず、良好な特性を有する発光デバイスとすることができる。

〔0118〕

続いて、上記発光デバイス130の中間層116以外の構成について説明する。

〔0119〕

第1の電極101は、陽極を含む電極である。第1の電極101は、積層構造を有していてもよく、その場合、有機化合物層103に触れる層が陽極として機能する。陽極は、仕事関数の大きい（具体的には4.0 eV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、上記中間層116におけるP型層117を構成する複合材料を陽極と接する層（代表的には正孔注入層）として用いることで、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。

[0120]

有機化合物層103は、積層構造を有している。図1Aでは当該積層構造として、第1の発光層113__1を含む第1の発光ユニット501、中間層116および第2の発光層113__2を含む第2の発光ユニット502を有する構造を示した。なお、ここでは、中間層を挟んで二つの発光ユニットが積層された構成を示したが、3つ以上の発光ユニットが積層した構成であってもよい。この際も、発光ユニットと発光ユニットの間には中間層が設けられる。なお、各発光ユニットも積層構造を有している。発光ユニットは、図1Aで示す構成に限らず、正孔注入層、正孔輸送層、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）、励起子ブロック層など、様々な機能層を適宜用いて構成することができる。

[0121]

正孔注入層111は、陽極に接して設けられ、正孔を有機化合物層103（第1の発光ユニット501）に注入しやすくする機能を有する。正孔注入層111は、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）、4,4'-ビス（N-〔4-〔N'-（3-メチルフェニル）-N'-フェニルアミノ〕フェニル〕-N-フェニルアミノ）ビフェニル（略称：DNTPD）等の芳香族アミン化合物、またはポリ（3,4-エチレンジオキシチオフェン）／（ポリスチレンスルホン酸）（略称：PEDOT/PSS）等の高分子等によって形成することができる。

[0122]

また、正孔注入層111は電子のアクセプタ性を有する物質により形成してもよい。アクセプタ性を有する物質としては、上記中間層116におけるP型層117を構成する複合材料に用いられるアクセプタ性物質として挙げた物質を同様に用いることができる。

[0123]

また、正孔注入層111は上記中間層116におけるP型層117を構成する複合材料を同様に用いて形成してもよい。

[0124]

なお、正孔注入層111においては、複合材料に用いられる正孔輸送性を有する有機化合物はそのHOMO準位が-5.7eV以上-5.4eV以下の比較的深いHOMO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有機化合物が比較的深いHOMO準位を有することによって、正孔輸送層への正孔の注入が容易となり、また、寿命の良好な発光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有機化合物が比較的深い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発光デバイスとすることができる。

[0125]

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、駆動電圧の小さい発光デバイスを得ることができる。

[0126]

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、用いやすい材料である。

[0127]

また、中間層116におけるP型層117が正孔注入層の機能を担うため、第2の発光ユニット502には正孔注入層を設けていないが、第2の発光ユニットに正孔注入層を設けてもよい。

[0128]

正孔輸送層112（第1の正孔輸送層112__1、第2の正孔輸送層112__2）は、正孔輸送性を有する有機化合物を含んで形成される。正孔輸送性を有する有機化合物としては、 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有していることが好ましい。

[0129]

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）、4, 4'-ビス(9, 9'-ス피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：BPAPLP）、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：mBPAPLP）、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-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：PCBAF）、N-フェニル-N-[4-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)フェニル]-9, 9'-ス피ロビ[9H-フルオレン]-2-アミン（略称：PCBASF）などの芳香族アミン骨格を有する化合物、1, 3-ビス(N-カルバズリル)ベンゼン（略称：mCP）、4, 4'-ジ(N-カルバズリル)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-9H-カルバゾール)（略称：PCCP）、9, 9'-ビス(ビフェニル-4-イル)-3, 3'-ビ-9H-カルバゾール（略称：BisBPcz）、9, 9'-ビス(ビフェニル-3-イル)-3, 3'-ビ-9H-カルバゾール（略称：BismBPcz）、

9- (ビフェニル-3-イル) -9'- (ビフェニル-4-イル) -9H, 9'-H-3, 3'-ビカルバゾール (略称: mBPCCBP)、9- (2-ナフチル) -9'-フェニル-9H, 9'-H-3, 3'-ビカルバゾール (略称: β NCCP)、9- (3-ビフェニル) -9'- (2-ナフチル) -3, 3'-ビ-9H-カルバゾール (略称: β NCCmBP)、9- (4-ビフェニル) -9'- (2-ナフチル) -3, 3'-ビ-9H-カルバゾール (略称: β NCCBP)、9, 9'-ジ-2-ナフチル-3, 3'-9H, 9'-H-ビカルバゾール (略称: Bis β NCz)、9- (2-ナフチル) -9'- [1, 1': 4', 1''-ターフェニル] -3-イル-3, 3'-9H, 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'-9H, 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'-9H, 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'-9H, 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'-9H, 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'-9H, 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'-9H, 9'-H-ビカルバゾール (略称: PCCzTp)、9, 9'-ビス (トリフェニレン-2-イル) -3, 3'-9H, 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'-9H, 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'-9H, 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、または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: DBT3P-I I)、2, 8-ジフェニル-4- [4- (9-フェニル-9H-フルオレン-9-イル) フェニル] ジベンゾチオフエン (略称: DBTFLP-I I I)、4- [4- (9-フェニル-9H-フルオレン-9-イル) フェニル] -6-フェニルジベンゾチオフエン (略称: DBTFLP-I V) などのチオフエン骨格を有する化合物、または4, 4', 4''- (ベンゼン-1, 3, 5-トリイル) トリ (ジベンゾフラン) (略称: DBF3P-I I)、4- {3- [3- (9-フェニル-9H-フルオレン-9-イル) フェニル] フェニル} ジベンゾフラン (略称: mmDBFFLBi-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、または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111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112を構成する材料として好適に用いることができる。

[0130]

発光層113 (第1の発光層113__1、第2の発光層113__2) は発光物質とホスト材料を有していることが好ましい。なお、発光層は、その他の材料を同時に含んでも構わない。また、組成の異なる2層の積層であってもよい。

[0131]

発光物質は蛍光発光物質であっても、りん光発光物質であっても、熱活性化遅延蛍光 (TADF) を示す物質であっても、その他の発光物質であっても構わない。

[0132]

発光層において、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。

[0133]

5, 6-ビス [4- (10-フェニル-9-アントリル) フェニル] -2, 2'-ビピリジン (略称: PAP2BP_y)、5, 6-ビス [4'- (10-フェニル-9-アントリル) ビフェニル-4-イル] -2, 2'-ビピリジン (略称: PAPP2BP_y)、N, N'-ジフェニル-N, N'-ビス [4- (9-フェニル-9H-フルオレン-9-イル) フェニル] ピレン-1, 6-ジアミン (略称: 1, 6FLPAP_{r n})、N, N'-ビス (3-メチルフェニル) -N, N'-ビス [3- (9-フェニル-9H-フルオレン-9-イル) フェニル] ピレン-1, 6-ジアミン (略称: 1, 6mMemFLPAP_{r n})、N, N'-ビス [4- (9H-カルバゾール-9-イル) フェニル] -N, N'-ジフェニルスチルベン-4, 4'-ジアミン (略称: YGA2S)、4- (9H-カルバゾール-9-イル) -4'- (10-フェニル-9-アントリル) トリフェニルアミン (略称: YGAPA)、4- (9H-カルバゾール-9-イル) -4'- (9, 10-ジフェニル-2-アントリル) トリフェニルアミン (略称: 2YGAPPA)、N, 9-ジフェニル-N- [4- (10-フェニル-9-アントリル) フェニル] -9H-カルバゾール-3-アミン (略称: PCAPA)、ペリレン、2, 5, 8, 11-テトラ-*tert*-ブチルペリレン (略称: TBP)、4- (10-フェニル-9-アントリル) -4'- (9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル) トリフェニルアミン (略称: PCBAPA)、N, N', N'- (2-*tert*-ブチルアントラセン-9, 10-ジイルジ-4, 1-フェニレン) ビス [N, N', N'-トリフェニル-1, 4-フェニレンジアミン] (略称: DPABPA)、N, 9-ジフェニル-N- [4- (9, 10-ジフェニル-2-アントリル) フェニル] -9H-カルバゾール-3-アミン (略称: 2PCAPPA)、N- [4- (9, 10-ジフェニル-2-アントリル) フェニル] -N, N', N'-トリフェニル-1, 4-フェニレンジアミン (略称: 2DPAPPA)、N, N, N', N', N', N', N'-オクタフェニルジベンゾ [g, p] クリセン-2, 7, 10, 15-テトラアミン (略称: DBC1)、クマリン30、N- (9, 10-ジフェニル-2-アントリル) -N, 9-ジフェニル-9H-カルバゾール-3-アミン (略称: 2PCAPA)、N- [9, 10-ビス (ビフェニル-2-イル) -2-アントリル] -N, 9-ジフェニル-9H-カルバゾール-3-アミン (略称: 2PCABPhA)、N- (9, 10-ジフェニル-2-アントリル) -N, N', N'-トリフェニル-1, 4-フェニレンジアミン (略称: 2DPAPA)、N- [9, 10-ビス (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: 2DPABPhA)、9, 10-ビス (ビフェニル-2-イル) -N- [4- (9H-カルバゾール-9-イル) フェニル] -N-フェニルアントラセン-2-アミン (略称: 2YGABPhA)、N, N, 9-トリフェニルアントラセン-9-アミン (略称: DPhAPhA)、クマリン545T、N, N'-ジフェニルキナクリドン (略称: DPQd)、ルブレン、5, 12-ビス (ビフェニル-4-イル) -6, 11-ジフェニルテトラセン (略称: BPT)、2- (2- {2- [4- (ジメチルアミノ) フェニル] エチル} -6-メチル-4H-ピラン-4-イリデン) プロパンジニトリル (略称: DCM1)、2- {2-メチル-6- [2- (2, 3, 6, 7-テトラヒドロ-1H, 5H-ベンゾ [i j] キノリジン-9-イル) エチル] -4H-ピラン-4-イリデン} プロパンジニトリル (略称: DCM2)、N, N, N', N'-テトラキス (4-メチルフェニル) テトラセン-5, 11-ジアミン (略称: p-mPhTD)、7, 14-ジフェニル-N, N, N', N'-テトラキス (4-メチルフェニル)

エニル) アセナフト [1, 2-a] フルオランテン-3, 10-ジアミン (略称: p-mPhAFD)、2- {2-イソプロピル-6- [2- (1, 1, 7, 7-テトラメチル-2, 3, 6, 7-テトラヒドロ-1H, 5H-ベンゾ [i j] キノリジン-9-イル) エテニル] -4H-ピラン-4-イリデン} プロパンジニトリル (略称: DCJT I)、2- {2-tert-ブチル-6- [2- (1, 1, 7, 7-テトラメチル-2, 3, 6, 7-テトラヒドロ-1H, 5H-ベンゾ [i j] キノリジン-9-イル) エテニル] -4H-ピラン-4-イリデン} プロパンジニトリル (略称: DCJT B)、2- (2, 6-ビス {2- [4- (ジメチルアミノ) フェニル] エテニル} -4H-ピラン-4-イリデン) プロパンジニトリル (略称: BisDCM)、2- {2, 6-ビス [2- (8-メトキシ-1, 1, 7, 7-テトラメチル-2, 3, 6, 7-テトラヒドロ-1H, 5H-ベンゾ [i j] キノリジン-9-イル) エテニル] -4H-ピラン-4-イリデン} プロパンジニトリル (略称: BisDCJTM)、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, 6BnfAPrn-03)、3, 10-ビス [N- (9-フェニル-9H-カルバゾール-2-イル) -N-フェニルアミノ] ナフト [2, 3-b; 6, 7-b'] ビスベンゾフラン (略称: 3, 10PCA2Nbf (IV) -02)、3, 10-ビス [N- (ジベンゾフラン-3-イル) -N-フェニルアミノ] ナフト [2, 3-b; 6, 7-b'] ビスベンゾフラン (略称: 3, 10FrA2Nbf (IV) -02) などが挙げられる。特に、1, 6FLPAPrnおよび1, 6mMemFLPAPrn、1, 6BnfAPrn-03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、発光効率または信頼性に優れているため好ましい。

[0134]

発光層において、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。

[0135]

トリス {2- [5- (2-メチルフェニル) -4- (2, 6-ジメチルフェニル) -4H-1, 2, 4-トリアゾール-3-イル- κ N2] フェニル- κ C} イリジウム (III) (略称: [Ir (mpptz-dmp)₃])、トリス (5-メチル-3, 4-ジフェニル-4H-1, 2, 4-トリアゾラト) イリジウム (III) (略称: [Ir (Mptz)₃])、トリス [4- (3-ビフェニル) -5-イソプロピル-3-フェニル-4H-1, 2, 4-トリアゾラト] イリジウム (III) (略称: [Ir (iPrptz-3b)₃]) のような4H-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-1H-1, 2, 4-トリアゾラト] イリジウム (III) (略称: [Ir (Mptz1-mp)₃])、トリス (1-メチル-5-フェニル-3-プロピル-1H-1, 2, 4-トリアゾラト) イリジウム (III) (略称: [Ir (Prptz1-Me)₃]) のような1H-トリアゾール骨格を有する有機金属イリジウム錯体、fac-トリス [1- (2, 6-ジイソプロピルフェニル) -2-フェニル-1H-イミダゾール] イリジウム (III) (略称: [Ir (iPrpim)₃])、トリス [3- (2, 6-ジメチルフェニル) -7-メチルイミダゾ [1, 2-f] フェナントリジナト] イリジウム (III) (略称: [Ir (dmpimp1-Me)₃]) 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、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 (III) テトラキス (1-ピラゾリル) ボラート (略称: F

Ir 6)、ビス [2-(4', 6'-ジフルオロフェニル) ピリジナト-N, C^{2'}] イリジウム (III) ピコリナート (略称: FIrpic)、ビス {2-[3', 5'-ビス (トリフルオロメチル) フェニル] ピリジナト-N, C^{2'}} イリジウム (III) ピコリナート (略称: [Ir (CF₃ppy)₂ (pic)])、ビス [2-(4', 6'-ジフルオロフェニル) ピリジナト-N, C^{2'}] イリジウム (III) アセチルアセトナート (略称: FIracc) 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、450 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。

[0136]

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 (III) (略称: [Ir (mppm)₃])、トリス (4-tert-ブチル-6-フェニルピリミジナト) イリジウム (III) (略称: [Ir (tBuppm)₃])、(アセチルアセトナト) ビス (6-メチル-4-フェニルピリミジナト) イリジウム (III) (略称: [Ir (mppm)₂ (acc)])、(アセチルアセトナト) ビス (6-tert-ブチル-4-フェニルピリミジナト) イリジウム (III) (略称: [Ir (tBuppm)₂ (acc)])、(アセチルアセトナト) ビス [6-(2-ノルボルニル)-4-フェニルピリミジナト] イリジウム (III) (略称: [Ir (nbppm)₂ (acc)])、(アセチルアセトナト) ビス [5-メチル-6-(2-メチルフェニル)-4-フェニルピリミジナト] イリジウム (III) (略称: [Ir (mpmpm)₂ (acc)])、(アセチルアセトナト) ビス (4, 6-ジフェニルピリミジナト) イリジウム (III) (略称: [Ir (dppm)₂ (acc)]) 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 (III) (略称: [Ir (mppr-Me)₂ (acc)])、(アセチルアセトナト) ビス (5-イソプロピル-3-メチル-2-フェニルピラジナト) イリジウム (III) (略称: [Ir (mppr-iPr)₂ (acc)]) のようなピラジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体、トリス (2-フェニルピリジナト-N, C^{2'}) イリジウム (III) (略称: [Ir (ppy)₃])、ビス (2-フェニルピリジナト-N, C^{2'}) イリジウム (III) アセチルアセトナート (略称: [Ir (ppy)₂ (acc)])、ビス (ベンゾ [h] キノリナト) イリジウム (III) アセチルアセトナート (略称: [Ir (bzq)₂ (acc)])、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 (acc)])、[2-d3-メチル-8-(2-ピリジニル-κN) ベンゾフロ [2, 3-b] ピリジン-κC] ビス [2-(5-d3-メチル-2-ピリジニル-κN2) フェニル-κC] 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-κN] ベンゾフロ [2, 3-b] ピリジン-7-イル-κC] ビス [5-(メチル-d3)-2-[5-(メチル-d3)-2-ピリジニル-κN] フェニル-κC] イリジウム (III) (略称: Ir (5mtppy-d6)₂ (mbfppy-iPr-d4))、[2-d3-メチル-(2-ピリジニル-κN) ベンゾフロ [2, 3-b] ピリジン-κC] ビス [2-(2-ピリジニル-κN) フェニル-κC] イリジウム (III) (略称: Ir (ppy)₂ (mbfppy-d3))、[2-

(4-メチル-5-フェニル-2-ピリジニル- κ N) フェニル- κ C] ビス [2-(2-ピリジニル- κ N) フェニル- κ 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、500 nm から 600 nm 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、信頼性または発光効率にも際だって優れるため、特に好ましい。

[0137]

また、(ジイソブチルメタナト) ビス [4, 6-ビス (3-メチルフェニル) ピリミジナト] イリジウム (III) (略称: [Ir (5mdppm)₂ (dibm)])、ビス [4, 6-ビス (3-メチルフェニル) ピリミジナト] (ジピバロイルメタナト) イリジウム (III) (略称: [Ir (5mdppm)₂ (dpm)])、ビス [4, 6-ジ (ナフタレン-1-イル) ピリミジナト] (ジピバロイルメタナト) イリジウム (III) (略称: [Ir (dlnpm)₂ (dpm)]) 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 (III) (略称: [Ir (tppr)₂ (acac)])、ビス (2, 3, 5-トリフェニルピラジナト) (ジピバロイルメタナト) イリジウム (III) (略称: [Ir (tppr)₂ (dpm)])、(アセチルアセトナト) ビス [2, 3-ビス (4-フルオロフェニル) キノキサリナト] イリジウム (III) (略称: [Ir (Fdpq)₂ (acac)]) 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 (III) (略称: [Ir (piq)₃])、ビス (1-フェニルイソキノリナト-N, C^{2'}) イリジウム (III) アセチルアセトナト (略称: [Ir (piq)₂ (acac)]) のようなピリジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体の他、2, 3, 7, 8, 12, 13, 17, 18-オクタエチル-21H, 23H-ポルフィリン白金 (II) (略称: PtOEP) のような白金錯体、トリス (1, 3-ジフェニル-1, 3-プロパンジオナト) (モノフェナントロリン) ユーロピウム (III) (略称: [Eu (DBM)₃ (Phen)])、トリス [1-(2-テノイル)-3, 3, 3-トリフルオロアセトナト] (モノフェナントロリン) ユーロピウム (III) (略称: [Eu (TTA)₃ (Phen)]) のような希土類金属錯体が挙げられる。これらは、赤色のりん光発光を示す化合物であり、600 nm から 700 nm 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。

[0138]

また、以上で述べたりん光性化合物の他、公知のりん光性化合物を選択し、用いてもよい。

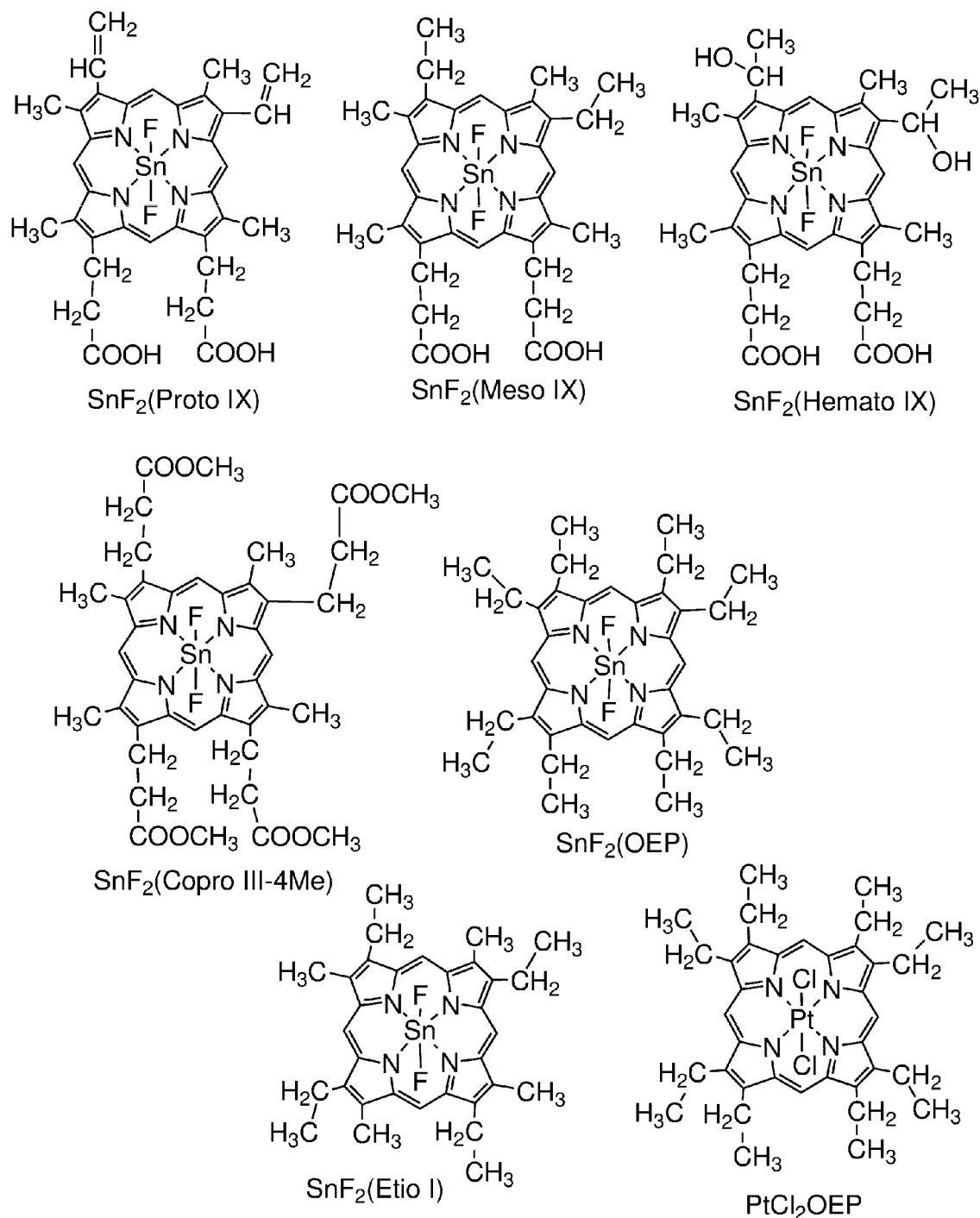
[0139]

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 (SnF₂ (Proto IX))、メソポルフィリン-フッ化スズ錯体 (SnF₂ (Meso IX))、ヘマトポルフィリン-フッ化スズ錯体 (SnF₂ (Hemat IX))、コプロポルフィリンテトラメチルエステル-フッ化スズ錯体 (SnF₂

(Copro III-4Me))、オクタエチルポルフィリンフッ化スズ錯体 (SnF_2 (OEP))、エチオポルフィリンフッ化スズ錯体 (SnF_2 (Etio I))、オクタエチルポルフィリン塩化白金錯体 (PtCl_2OEP) 等も挙げられる。

[0140]

[化13]



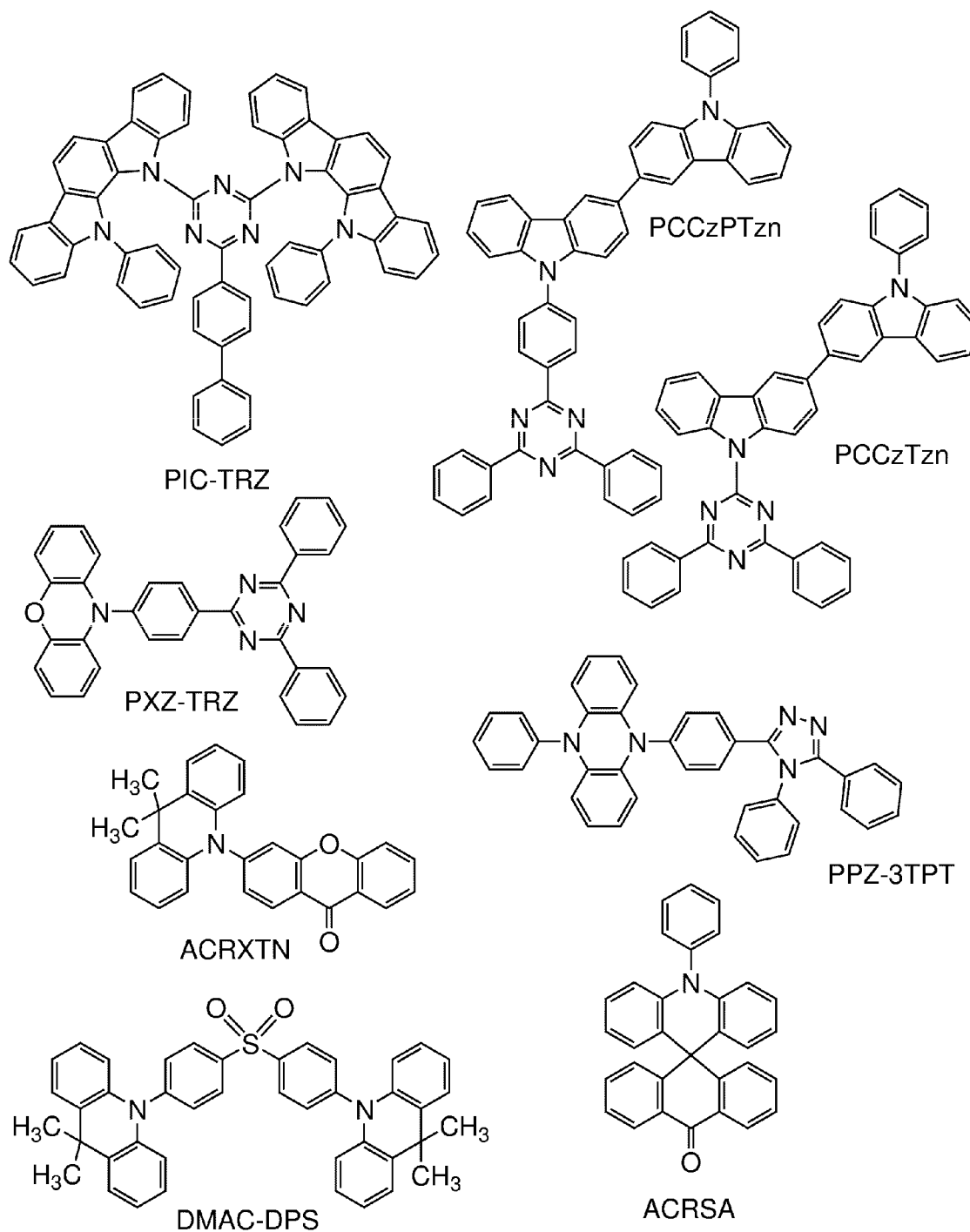
[0141]

また、以下の構造式に示される 2-(ビフェニル-4-イル)-4,6-ビス(12-フェニルインドロ[2,3-a]カルバゾール-11-イル)-1,3,5-トリアジン (略称: PICTRZ)、9-(4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン-2-イル)-9'-フェニル-9H,9'-H-3,3'-ビカルバゾール (略称: PCCzTzn)、2-{4-[3-(N-フェ

ニル-9H-カルバゾール-3-イル)-9H-カルバゾール-9-イル]フェニル}-4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン(略称:PCCzPTzn)、2-[4-(10H-フェノキサジン-10-イル)フェニル]-4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン(略称:PXZ-TRZ)、3-[4-(5-フェニル-5,10-ジヒドロフェナジン-10-イル)フェニル]-4,5-ジフェニル-1,2,4-トリアゾール(略称:PPZ-3TPT)、3-(9,9-ジメチル-9H-アクリジン-10-イル)-9H-キサンテン-9-オン(略称:ACRXTN)、ビス[4-(9,9-ジメチル-9,10-ジヒドロアクリジン)フェニル]スルホン(略称:DMAC-DPS)、10-フェニル-10H,10'-H-スピロ[アクリジン-9,9'-アントラセン]-10'-オン(略称:ACRSA)、等の π 電子過剰型複素芳香環と π 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、 π 電子過剰型複素芳香環及び π 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、 π 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、 π 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、ビカルバゾール骨格、3-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)-9H-カルバゾール骨格が特に好ましい。なお、 π 電子過剰型複素芳香環と π 電子不足型複素芳香環とが直接結合した物質は、 π 電子過剰型複素芳香環の電子供与性と π 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、 π 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よい。また、 π 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、 π 電子不足型骨格として、キサンテン骨格、チオキサンテンジオキサイド骨格、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、 π 電子不足型複素芳香環および π 電子過剰型複素芳香環の少なくとも一方の代わりに π 電子不足型骨格および π 電子過剰型骨格を用いることができる。

[0142]

[化14]

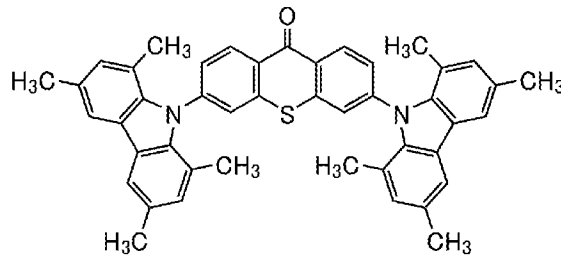


[0 1 4 3]

また、TADF材料として、一重項励起状態と三重項励起状態間が熱平衡状態にあるTADF材料を用いてもよい。このようなTADF材料は発光寿命（励起寿命）が短くなるため、発光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 1 4 4]

[化15]



[0145]

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。

[0146]

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。

[0147]

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。

[0148]

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。

[0149]

発光層のホスト材料としては、電子輸送性を有する材料および／または正孔輸送性を有する材料、上記TADF材料など様々なキャリア輸送材料を用いることができる。

[0150]

正孔輸送性を有する材料としては、アミン骨格、 π 電子過剰型複素芳香環骨格などを有する有機化合物が好ましい。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）、4,4'-ビス(9,9'-スプロビ[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：BPAPFP）、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：mBPAPFP）、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-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：PCBAF）、N-フェニル-N-[4-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)フェニル]-9, 9'-スピロビ[9H-フルオレン]-2-アミン（略称：PCBASF）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-9H-カルバゾール)（略称：PCCP）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：DBT3P-I I）、2, 8-ジフェニル-4-[4-(9-フェニル-9H-フルオレン-9-イル)フェニル]ジベンゾチオフエン（略称：DBTFLP-I I I）、4-[4-(9-フェニル-9H-フルオレン-9-イル)フェニル]-6-フェニルジベンゾチオフエン（略称：DBTFLP-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：DBF3P-I I）、4-{3-[3-(9-フェニル-9H-フルオレン-9-イル)フェニル]フェニル}ジベンゾフラン（略称：mmDBFFLBi-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または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用いることができる。

[0151]

電子輸送性を有する材料としては、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(I I)（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(I I I)（略称：BAIq）、ビス(8-キノリノラト)亜鉛(I I)（略称：Znq）、ビス[2-(2-ベンゾオキサゾリル)フェノラト]亜鉛(I I)（略称：ZnPBO）、ビス[2-(2-ベンゾチアゾリル)フェノラト]亜鉛(I I)（略称：ZnBTZ）などの金属錯体、 π 電子不足型複素芳香環を有する有機化合物が好ましい。 π 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-ビフェニリル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1, 3, 4-オキサジアゾール（略称：PBD）、3-(4-ビフェニリル)-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-1H-ベンゾイミダゾール)（略称：TPBI）、2-[3-(ジベンゾチオフエン-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-I I）、4, 4'-ビス(5-メチルベンゾオキサゾール-2-イル)スチルベン（略称：BzOs）などのアゾール骨格を有する有機化合物、3, 5

ービス [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)、バソフェナントロリン (略称: Bphen)、バソキュプロイン (略称: BCP)、2, 9-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)、2, 2'- [ビフェニル] -4, 4'-ジイルビス [1, 10-フェナントロリン] (略称: Phen2BP) 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-III)、2- [3- (3'-ジベンゾチオフェン-4-イル) ビフェニル] ジベンゾ [f, h] キノキサリン (略称: 2mDBTBPDq-III)、2- [3'- (9H-カルバゾール-9-イル) ビフェニル-3-イル] ジベンゾ [f, h] キノキサリン (略称: 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- [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)、9- [3'- (ジベンゾチオフェン-4-イル) ビフェニル-3-イル] ナフト [1', 2' : 4, 5] フロ [2, 3-b] ピラジン (略称: 9mDBtBPnfpr)、9- [(3'-ジベンゾチオフェン-4-イル) ビフェニル-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-III)、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 (ビフェニル-3, 3'-ジイル)] ビス (9H-カルバゾール) (略称: 4, 6mCzBP2Pm)、8- (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) (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: 8mDBtBPnfpm)、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 (βN2) -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-フェニルピリミジン} (略称: 2, 6 (NP-PPm) 2Py)、6- (ビフェニル-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)、2, 6-ビス (4-ナフタレン-1-イルフェニル) -4- [4- (3-

ピリジル) フェニル] ピリミジン (略称: 2, 4NP-6PyPPm)、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-(ビフェニル-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) などのジアジン骨格を有する有機化合物、2-[ビフェニル-4-イル]-4-フェニル-6-[9, 9'-スビロビ(9H-フルオレン)-2-イル]-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: mBnfBP Tzn)、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: mBnfBP Tzn-02)、2-{4-[3-(N-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)-9H-カルバゾール-9-イル] フェニル}-4, 6-ジフェニル-1, 3, 5-トリアジン (略称: PCCzPTzn)、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-9H-カルバゾール (略称: mPCCzPTzn-02)、2-[3'-(9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)-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: mFBPTzn)、5-[3-(4, 6-ジフェニル-1, 3, 5-トリアジン-2-イル) フェニル]-7, 7-ジメチル-5H, 7H-インデノ[2, 1-b]カルバゾール (略称: mINc(II)PTzn)、2-{3-[3-(ジベンゾチオフェン-4-イル) フェニル] フェニル}-4, 6-ジフェニル-1, 3, 5-トリアジン (略称: mDBtBP Tzn)、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: TmPPPyTz)、2-[3-(2, 6-ジメチル-3-ピリジニル)-5-(9-フェナントレニル) フェニル]-4, 6-ジフェニル-1, 3, 5-トリアジン (略称: mPn-mDMePyPTzn)、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: BP-Icz(II)Tzn)、2-[3'-(トリフェニレン-2-イル)-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: mTpBP Tzn)、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-9H-カルバゾール (略称: PCDBfTzn)、2-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または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(ピリミジンまたはピラジン)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。

[0152]

ホスト材料として用いることが可能なTADF材料としては、先にTADF材料として挙げたものを同様に用いることができる。TADF材料をホスト材料として用いると、TADF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、発光デバイスの発光効率を高めることができる。このとき、TADF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。

[0153]

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、TADF材料のS1準位は、蛍光発光物質のS1準位より高いことが好ましい。また、TADF材料のT1準位は、蛍光発光物質のS1準位より高いことが好ましい。したがって、TADF材料のT1準位は、蛍光発光物質のT1準位より高いことが好ましい。

[0154]

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TADF材料を用いることが好ましい。そうすることで、TADF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。

[0155]

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、 π 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。 π 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、キャリア輸送または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、 π 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。

[0156]

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0.1 eV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0.1 eV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または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または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)ビフェニル-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： α N- β NPA nth）、9-(1-ナフチル)-10-(2-ナフチル)アントラセン（略称： α , β 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： β N-m β NPA nth）、1-[4-(10-ビフェニル-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：EtBI mPBPhA）、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。

[0157]

なお、ホスト材料は複数種の物質を混合した材料であっても良く、混合したホスト材料を用いる場合は、電子輸送性を有する材料と、正孔輸送性を有する材料とを混合することが好ましい。電子輸送性を有する材料と、正孔輸送性を有する材料を混合することによって、発光層113の輸送性を容易に調整することができ、再結合領域の制御も簡便に行うことができる。正孔輸送性を有する材料と電子輸送性を有する材料の含有量の重量比は、正孔輸送性を有する材料：電子輸送性を有する材料＝1：19～19：1とすればよい。

[0158]

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。

[0159]

また、これら混合された材料同士で励起錯体を形成してもよい。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。

[0160]

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。

[0161]

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ンメトリ（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。

[0162]

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。

[0163]

電子輸送層（第1の電子輸送層114__1、第2の電子輸送層114__2）は、電子輸送性を有する物質を含む層である。電子輸送性を有する材料としては、電界強度 $[V/cm]$ の平方根が600における電子移動度が、 $1 \times 10^{-7} cm^2/Vs$ 以上好ましくは $1 \times 10^{-6} cm^2/Vs$ 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が高い物質であれば、これら以外のものも用いることができる。なお、上記有機化合物としては π 電子不足型複素芳香環を有する有機化合物が好ましい。 π 電子不足型複素芳香環を有する有機化合物としては、例えばボ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ひとつまたは複数であることが好ましい。

[0164]

上記電子輸送層に用いることが可能な電子輸送性を有する有機化合物としては、上記中間層116におけるN型層の電子輸送性を有する有機化合物として用いることが可能な有機化合物を同様に用いることができる。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または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（ピリミジンまたはピラジン）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。

[0165]

また、電子輸送層は電界強度 $[V/cm]$ の平方根が600における電子移動度が $1 \times 10^{-7} cm^2/Vs$ 以上 $5 \times 10^{-5} cm^2/Vs$ 以下であることが好ましい。電子輸送層114における電子の輸送性を落とすことにより発光層への電子の注入量を制御することができ、発光層が電子過多の状

態になることを防ぐことができる。この構成は、特に正孔注入層を複合材料として形成し、当該複合材料における正孔輸送性を有する材料のHOMO準位が -5.7 eV 以上 -5.4 eV 以下の比較的深いHOMO準位を有する物質である場合に、寿命が良好となるため特に好ましい。なお、この際、電子輸送性を有する材料は、そのHOMO準位が -6.0 eV 以上であることが好ましい。

[0166]

電子注入層115としては、上述した塩基性骨格を有する有機化合物の他に、フッ化リチウム(LiF)、フッ化セシウム(CsF)、フッ化カルシウム(CaF_2)、8-ヒドロキシキノリナト-リチウム(略称: Liq)、イッテルビウム(Yb)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用いることができる。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または、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。

[0167]

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微結晶状態となる濃度以上(50wt%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発光デバイスを提供することが可能となる。

[0168]

第2の電極102は、陰極を含む電極である。第2の電極102は、積層構造を有していてもよく、その場合、有機化合物層103と接する層が陰極として機能する。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)またはセシウム(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、第2の電極102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。

[0169]

なお、第2の電極102を可視光に対し透過性を有する材料で形成した場合、第2の電極102側から光を発する発光デバイスとすることができる。

[0170]

これら導電性材料は、真空蒸着法またはスパッタリング法などの乾式法、インクジェット法、スピ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よいし、金属材料のペーストを用いて湿式法で形成してもよい。

[0171]

また、有機化合物層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コート法など用いても構わない。

[0172]

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。

[0173]

図1Cには、本発明の一態様の発光装置に含まれる、隣り合う二つの発光デバイス（発光デバイス130a、発光デバイス130b）の図を示した。

[0174]

発光デバイス130aは、絶縁層175上の第1の電極101aと第2の電極102との間に有機化合物層103aを有している。有機化合物層103aは第1の発光ユニット501aと、第2の発光ユニット502aとが、中間層116aを挟んで積層した構成を有する。なお、図1Cでは2つの発光ユニットが積層する例を示したが、3つ以上の発光ユニットが積層する構成であってもよい。第1の発光ユニット501aは、正孔注入層111a、第1の正孔輸送層112a__1、第1の発光層113a__1、第1の電子輸送層114a__1を有する。中間層116aは、P型層117a、電子リレー層118a、N型層119aを有する。電子リレー層118aはあっても無くても構わない。第2の発光ユニット502aは、第2の正孔輸送層112a__2、第2の発光層113a__2、第2の電子輸送層114a__2、電子注入層115を有する。

[0175]

発光デバイス130bは、絶縁層175上に第1の電極101bと第2の電極102との間に有機化合物層103bを有している。有機化合物層103bは第1の発光ユニット501bと、第2の発光ユニット502bとが、中間層116bを挟んで積層した構成を有する。なお、図1Cでは2つの発光ユニットが積層する例を示したが、3つ以上の発光ユニットが積層する構成であってもよい。第1の発光ユニット501bは、正孔注入層111b、第1の正孔輸送層112b__1、第1の発光層113b__1、第1の電子輸送層114b__1を有する。中間層116bは、P型層117b、電子リレー層118b、N型層119bを有する。電子リレー層118bはあっても無くても構わない。第2の発光ユニット502bは、第2の正孔輸送層112b__2、第2の発光層113b__2、第2の電子輸送層114b__2、電子注入層115を有する。

[0176]

なお、電子注入層115および第2の電極102は発光デバイス130aおよび発光デバイス130bで一続きの共有された層であることが好ましい。また、電子注入層115以外の有機化合物層103aと有機化合物層103bは、第2の電子輸送層114a__2が形成された後と、第2の電子輸送層114b__2が形成された後に各々フォトリソグラフィ法により加工されているため互いに独立している。また、電子注入層115以外の有機化合物層103aの端部（輪郭）は、フォトリソグラフィ法により加工されているため基板に対して垂直方向に概略一致している。また、電子注入層115以外の有機化合物層103bの端部（輪郭）は、フォトリソグラフィ法により加工されているため基板に対して垂直方向に概略一致している。

[0177]

また、第1の電極101aと第1の電極101bとの間の距離dは、有機化合物層をフォトリソグラフィ法により加工することからマスク蒸着を行う際よりも小さくすることができ、2μm以上5μm以下とすることができる。

[0178]

本実施の形態の構成は、他の構成と適宜組み合わせ用いることができる。

[0179]

(実施の形態2)

図3Aおよび図3Bに例示するように、先の実施の形態で説明した発光デバイス130は、絶縁層175上に複数形成することで、発光装置を構成する。本実施の形態では、本発明の一態様の発光装置について詳しく説明する。

[0180]

発光装置100は、複数の画素178がマトリクス状に配列された画素部177を有する。画素178は、副画素110R、副画素110G、及び副画素110Bを有する。

[0181]

本明細書等において、例えば副画素110R、副画素110G、及び副画素110Bに共通する事項は、副画素110と呼称して説明する場合がある。また、アルファベットで区別する構成要素について、該当する構造に共通する事項は、アルファベットを省略した符号を用いて説明する場合がある。

[0182]

副画素110Rは赤色の光を呈し、副画素110Gは緑色の光を呈し、副画素110Bは青色の光を呈する。これにより、画素部177に画像を表示することができる。なお、本実施の形態では、赤色(R)、緑色(G)、青色(B)の3色の副画素を例に挙げて説明するが、本発明は当該構成に限らない。つまり、その他の色の副画素の組み合わせを用いてもよい。例えば、副画素は3に限られず、4つ以上としてもよい。4つの副画素としては、例えば、R、G、B、白色(W)の4色の副画素、R、G、B、Yの4色の副画素、及び、R、G、B、赤外光(IR)の4つの副画素、等が挙げられる。

[0183]

本明細書等において、行方向をX方向、列方向をY方向という場合がある。X方向とY方向は交差し、例えば垂直に交差する。

[0184]

図3Aでは、異なる色の副画素がX方向に並べて配置されており、同じ色の副画素が、Y方向に並べて配置されている例を示す。なお、異なる色の副画素がY方向に並べて配置され、同じ色の副画素が、X方向に並べて配置されていてもよい。

[0185]

画素部177の外側には、接続部140および領域141を設けてもよい。例えば、領域141は画素部177と接続部140の間に設けるとよい。領域141には、有機化合物層103を設ける。また、接続部140には、導電層151Cを設ける。

[0186]

図3では、領域141、及び接続部140が画素部177の右側に位置する例を示すが、領域141、及び接続部140の位置は特に限定されない。また、領域141、及び接続部140は、単数であっても複数であってもよい。

[0187]

図3Bは、図3Aにおける一点鎖線A1-A2間の断面図の例である。図3Aに示すように、発光装置100は、絶縁層171と、絶縁層171上の導電層172と、絶縁層171上、及び導電層172上の絶縁層173と、絶縁層173上の絶縁層174と、絶縁層174上の絶縁層175と、

を有する。絶縁層 171 は、基板（図示せず）上に設けるとよい。絶縁層 175、絶縁層 174、及び絶縁層 173 には、導電層 172 に達する開口が設けられ、当該開口を埋め込むようにプラグ 176 を設ける。

[0188]

画素部 177 において、絶縁層 175 及びプラグ 176 上に、発光デバイス 130 が設けられる。また、発光デバイス 130 を覆うように、保護層 131 が設けられている。保護層 131 上には、樹脂層 122 によって基板 120 が貼り合わされている。また、隣り合う発光デバイス 130 の間には、無機絶縁層 125 と、無機絶縁層 125 上の絶縁層 127 と、を設けてもよい。

[0189]

図 3B では、無機絶縁層 125 及び絶縁層 127 の断面が複数示されているが、発光装置 100 を上面から見た場合、無機絶縁層 125 及び絶縁層 127 は、それぞれ 1 つに繋がっていることが好ましい。つまり、絶縁層 127 は、第 1 の電極上に開口部を有する絶縁層とするとよい。

[0190]

図 3B では、発光デバイス 130 として、発光デバイス 130R、発光デバイス 130G、及び発光デバイス 130B を示している。発光デバイス 130R、発光デバイス 130G、及び発光デバイス 130B は、互いに異なる色の光を発するものとする。例えば、発光デバイス 130R は赤色の光を発することができ、発光デバイス 130G は緑色の光を発することができ、発光デバイス 130B は青色の光を発することができる。また、発光デバイス 130R、発光デバイス 130G、又は発光デバイス 130B は、他の可視光又は赤外光を発してもよい。

[0191]

なお、有機化合物層 103 は、少なくとも発光層を有し、その他の機能層（正孔注入層、正孔輸送層、正孔ブロック層、電子ブロック層、電子輸送層、及び電子注入層等）を有することができる。また、有機化合物層 103 と共通層 104 とを合わせて、発光を呈する EL 層が備える機能層（正孔注入層、正孔輸送層、正孔ブロック層、発光層、電子ブロック層、電子輸送層、及び電子注入層等）を形成してもよい。

[0192]

本発明の一態様の発光装置は、例えば発光デバイスが形成されている基板とは反対方向に光を射出する上面射出型（トップエミッション型）とすることができる。なお、本発明の一態様の発光装置は、下面射出型（ボトムエミッション型）であってもよい。

[0193]

発光デバイス 130R は、実施の形態 1 に示したような構成を有する。導電層 151R と導電層 152R とからなる第 1 の電極（画素電極）と、第 1 の電極上の有機化合物層 103R と、有機化合物層 103R 上の共通層 104 と、共通層上の第 2 の電極（共通電極）102 と、を有する。

[0194]

なお、共通層 104 は、必ずしも設けなくてもよい。共通層 104 を設けることで、後工程による有機化合物層 103R へのダメージを低減できる。また、共通層 104 が設けられている場合、共通層 104 は、電子注入層としての機能を有していてもよい。共通層 104 が電子注入層として機能する場合、有機化合物層 103R と共通層 104 との積層構造は、実施の形態 1 における有機化合物層 103 に相当する。

[0195]

ここで、発光デバイス130は、実施の形態1に示したような構成を有する。導電層151と導電層152とからなる第1の電極（画素電極）と、第1の電極上の有機化合物層103と、有機化合物層103G上の共通層104と、共通層上の第2の電極（共通電極）102と、を有する。

[0196]

発光デバイスが有する画素電極と共通電極のうち、一方は陽極として機能し、他方は陰極として機能する。以下では、特に断りが無い場合は、画素電極が陽極として機能し、共通電極が陰極として機能するものとして説明する。

[0197]

有機化合物層103R、有機化合物層103G、及び有機化合物層103Bは、各々または、発光色毎に、島状に独立している。有機化合物層103を発光デバイス130毎に島状に設けることで、高精細な発光装置においても隣接する発光デバイス130間のリーク電流を抑制できる。これにより、クロストークを防ぐことができ、コントラストの極めて高い発光装置を実現できる。特に、低輝度における電流効率の高い発光装置を実現できる。

[0198]

有機化合物層103は、発光デバイス130の第1の電極（画素電極）の上面及び側面を覆うように設けてもよい。これにより、有機化合物層103の端部が画素電極の端部よりも内側に位置する構成に比べて、発光装置100の開口率を高めることが容易となる。また、発光デバイス130の画素電極の側面を有機化合物層103で覆うことで、画素電極と第2の電極102とが接することを抑制できるため、発光デバイス130のショートを抑制できる。また、有機化合物層103の発光領域（すなわち、画素電極と重なる領域）と、有機化合物層103の端部との距離を大きくできる。さらに、有機化合物層103の端部は、加工によりダメージを受けている可能性があるため、有機化合物層103の端部から離れた領域を発光領域として用いることで、発光デバイス130の信頼性を高められる。

[0199]

また、本発明の一態様の発光装置では、発光デバイスの第1の電極（画素電極）を、積層構成としてもよい。例えば、図3Bに示す例では、発光デバイス130の第1の電極を、導電層151と、導電層152と、の積層構成としている。

[0200]

例えば、発光装置100がトップエミッション型である場合、発光デバイス130の画素電極は、導電層151は可視光に対する反射率が高い層とし、導電層152は可視光の透過性を有し、かつ仕事関数が高い層とすることが好ましい。画素電極の可視光に対する反射率が高いほど、有機化合物層103が発する光の取り出し効率を高くすることができる。また、画素電極が陽極として機能する場合、画素電極の仕事関数が高いほど、有機化合物層103への正孔の注入が容易となる。従って、発光デバイス130の画素電極を、可視光に対する反射率が高い導電層151と、仕事関数が高い導電層152と、の積層構成とすることにより、発光デバイス130を、光取り出し効率が高く、且つ駆動電圧の低い発光デバイスとすることができる。

[0201]

具体的には、導電層151の可視光に対する反射率は、例えば40%以上100%以下、70%以上100%以下とすることが好ましい。また、導電層152は、可視光の透過性を有する電極とする場合、可視光に対する透過率を例えば40%以上とすることが好ましい。

[0202]

また、積層構造を有する画素電極の形成後に成膜した膜を、ウェットエッチング法などにより除去する際にエッチングに用いる薬液が構造体に含浸する場合がある。含浸した薬液が画素電極に接触すると、画素電極を構成する複数の層間においてガルバニック腐食などが発生し、画素電極が変質することがある。

[0203]

そこで、導電層151の上面及び側面を覆うように、導電層152を形成することが好ましい。導電層152で導電層151を覆うことで、含浸した薬液が導電層151に接触することなく、画素電極へのガルバニック腐食の発生を抑制できる。従って、発光装置100は、歩留まりが高い方法で作製できるため、低価格の発光装置とすることができる。また、発光装置100に不良が発生することを抑制できるため、発光装置100は信頼性が高い発光装置とすることができる。

[0204]

導電層151として、例えば金属材料を用いることができる。具体的には、例えばアルミニウム(A l)、チタン(T i)、クロム(C r)、マンガン(M n)、鉄(F e)、コバルト(C o)、ニッケル(N i)、銅(C u)、ガリウム(G a)、亜鉛(Z n)、インジウム(I n)、スズ(S n)、モリブデン(M o)、タンタル(T a)、タングステン(W)、パラジウム(P d)、金(A u)、白金(P t)、銀(A g)、イットリウム(Y)、ネオジム(N d)等の金属、及びこれらを適宜組み合わせて含む合金を用いることもできる。

[0205]

導電層152として、インジウム、錫、亜鉛、ガリウム、チタン、アルミニウム、及びシリコンの中から選ばれるいずれか一又は複数を有する酸化物を用いることができる。例えば、酸化インジウム、インジウム錫酸化物、インジウム亜鉛酸化物、酸化亜鉛、ガリウムを含む酸化亜鉛、酸化チタン、ガリウムを含むインジウム亜鉛酸化物、アルミニウムを含むインジウム亜鉛酸化物、シリコンを含むインジウム錫酸化物、及びシリコンを含むインジウム亜鉛酸化物等のいずれか一又は複数を有する導電性酸化物を用いることが好ましい。特に、シリコンを含むインジウム錫酸化物は仕事関数が高い、例えば仕事関数が4.0 e V以上であるため、導電層152として好適に用いることができる。

[0206]

また、導電層151、および導電層152は、異なる材料を有する複数の層の積層構成であってもよい。この場合、導電層151が、導電性酸化物等の導電層152に用いることができる材料を用いた層を有してもよく、また、導電層152が、金属材料等の導電層151に用いることができる材料を用いた層を有してもよい。例えば、導電層151が2層以上の積層構成である場合は、導電層152と接する層は、導電層152の導電層151と接する層に用いる材料と同じ材料を含む層とすることができる。

[0207]

なお、導電層151の端部は、テーパ形状を有することが好ましい。具体的には、導電層151の端部は、テーパ角90°未満のテーパ形状を有することが好ましい。この場合、導電層151の側面に沿って設けられる導電層152もテーパ形状を有する。導電層152の側面をテーパ形状とすることで、導電層152の側面に沿って設けられる有機化合物層103の被覆性を高めることができる。

[0208]

また、導電層151、または導電層152が積層構造を有する場合、少なくとも1つの側面がテーパ形状を有していることが好ましい。また、各導電層を構成する積層構造において、層毎に異なるテーパ形状であってもよい。

[0209]

図4Aにおいては、導電層151が異なる材料を含む複数の層の積層構造である場合の図を示している。図4Aに示すように、導電層151は、導電層151__1と、導電層151__1上の導電層151__2と、導電層151__2上の導電層151__3と、を有する構成である。つまり、図4Aに示す導電層151は、3層積層構成である。このように、導電層151が複数の層の積層構成である場合は、導電層151を構成する層のうち少なくとも1つの層の可視光に対する反射率を、導電層152の可視光に対する反射率より高くすればよい。

[0210]

図4Aに示す例では、導電層151__2が、導電層151__1と導電層151__3により挟まれる構成である。導電層151__1、及び導電層151__3には、導電層151__2より変質しにくい材料を用いることが好ましい。例えば、導電層151__1には、絶縁層175と接することによるマイグレーションの発生が、導電層151__2より起こりにくい材料を用いることができる。また、導電層151__3には、導電層151__2より酸化しにくく、さらに酸化物の電気抵抗率が、導電層151__3に用いる材料の酸化物より低い材料を用いることができる。

[0211]

以上より、導電層151__2を、導電層151__1と導電層151__3で挟む構成とすることで、導電層151__2の材料選択の幅を広げることができる。これにより、例えば導電層151__2を、導電層151__1及び導電層151__3のうち少なくとも一方より、可視光に対する反射率が高い層とすることができる。例えば、導電層151__2としてアルミニウムを用いることができる。なお、導電層151__2には、アルミニウムを含む合金を用いてもよい。また、導電層151__1として、可視光に対する反射率がアルミニウムと比較すると低い、絶縁層175と接してもアルミニウムよりマイグレーションが発生しにくい材料であるチタンを用いることができる。さらに、導電層151__3として、可視光に対する反射率がアルミニウムと比較すると低い、アルミニウムより酸化しにくく、また酸化物の電気抵抗率が酸化アルミニウムの電気抵抗率より低い材料であるチタンを用いることができる。

[0212]

また、導電層151__3として、銀、又は銀を含む合金を用いてもよい。銀は、可視光に対する反射率がチタンより高いという特性を有する。さらに、銀は、アルミニウムより酸化しにくく、また酸化銀の電気抵抗率は酸化アルミニウムの電気抵抗率より低いという特性を有する。以上により、導電層151__3として銀、又は銀を含む合金を用いると、導電層151の可視光に対する反射率を好適に高くしつつ、導電層151__2の酸化による画素電極の電気抵抗の上昇を抑制できる。ここで、銀を含む合金として、例えば銀とパラジウムと銅の合金（Ag-Pd-Cu、APCとも記す）を適用できる。なお、導電層151__3として銀、又は銀を含む合金を用い、導電層151__2としてアルミニウムを用いると、導電層151__3の可視光に対する反射率を、導電層151__2の可視光に対する反射率より高くすることができる。ここで、導電層151__2として銀、又は銀を含む合金を用いてもよい。また、導電層151__1に銀、又は銀を含む合金を用いてもよい。

[0213]

一方、チタンを用いた膜は、銀を用いた膜よりエッチングによる加工性に優れる。よって、導電層151__3としてチタンを用いることにより、導電層151__3を容易に形成できる。なお、アルミニウムを用いた膜も、銀を用いた膜よりエッチングによる加工性に優れる。

[0214]

以上のように、導電層151を複数の層の積層構造とすることにより、発光装置の特性を向上させることができる。例えば、発光装置100を、光取り出し効率が高く、且つ信頼性が高い発光装置とすることができる。

[0215]

ここで、発光デバイス130にマイクロキャビティ構造が適用されている場合は、導電層151__3として、可視光に対する反射率が高い材料である銀、又は銀を含む合金を用いると、発光装置100の光取り出し効率を好適に高めることができる。

[0216]

また、導電層151の材料選択、または加工方法により、図4Aに示すように、導電層151__2の側面が、導電層151__1、及び導電層151__3の側面より内側に位置し、突出部を形成する場合がある。これにより、導電層152の導電層151に対する被覆性が低下し、導電層152の段切れが発生する恐れがある。

[0217]

そこで、図4Aのように絶縁層156を設けることが好ましい。図4Aでは、導電層151__2の側面と重なる領域を有するように、導電層151__1上に絶縁層156が設けられる例を示している。これにより、突出部に起因した導電層152の段切れまたは薄膜化の発生を抑制できるため、接続不良または駆動電圧の上昇を抑制することができる。

[0218]

なお、図4Aにおいては、導電層151__2の側面が絶縁層156に全て覆われる構造を図示したが、導電層151__2の側面の一部が絶縁層156に覆われなくてもよい。以降に示す構成の画素電極においても、同様に導電層151__2の側面の一部が絶縁層156に覆われなくてもよい。

[0219]

また、図4Aに示すように、絶縁層156は、湾曲面を有することが好ましい。これにより、例えば絶縁層156の側面が垂直（Z方向に平行）である場合より、絶縁層156を覆う導電層152における段切れの発生を抑制できる。また、絶縁層156が、側面にテーパ形状、具体的にはテーパ角が90°未満のテーパ形状を有する場合であっても、例えば絶縁層156の側面が垂直である場合より、絶縁層156を覆う導電層152における段切れの発生を抑制できる。以上より、発光装置100を、歩留まりが高い方法で作製できる。また、不良の発生を抑制し、発光装置100は信頼性が高い発光装置とすることができる。

[0220]

なお、本発明の一態様はこれに限らない。例えば、図4B乃至図4Dに、第1の電極101のその他の構成を示す。

[0221]

図4Bは、図1の第1の電極101において、絶縁層156が導電層151__2の側面だけでなく、導電層151__1、導電層151__2および導電層151__3の側面を覆っている構成である。

[0222]

図4Cは図1の第1の電極101において、絶縁層156が設けられていない構成である。

[0223]

図4Dは図1の第1の電極101において、導電層151が積層構造を有しておらず、導電層152が積層構造を有している構成である。

[0224]

導電層152__1は、導電層152__2に対する密着性が、例えば絶縁層175より高い層とする。導電層152__1として、例えばインジウム、スズ、亜鉛、ガリウム、チタン、アルミニウム、及びシリコンの中から選ばれるいずれか一又は複数を有する酸化物を用いることができる。例えば、酸化インジウム、インジウムスズ酸化物、インジウム亜鉛酸化物、酸化亜鉛、ガリウムを含む酸化亜鉛、酸化チタン、インジウムチタン酸化物、チタン酸亜鉛、アルミニウム亜鉛酸化物、ガリウムを含むインジウム亜鉛酸化物、アルミニウムを含むインジウム亜鉛酸化物、シリコンを含むインジウムスズ酸化物、及びシリコンを含むインジウム亜鉛酸化物等のいずれか一又は複数を含む導電性酸化物を用いることが好ましい。以上により、導電層152__2の膜剥がれを抑制することができる。また、導電層152__2を絶縁層175と接しない構成とすることができる。

[0225]

導電層152__2は、可視光に対する反射率（例えば400nm以上750nm未満の範囲内の所定の波長の光に対する反射率）が、導電層151、導電層152__1、及び導電層152__2より高い層とする。導電層152__2の可視光に対する反射率は、例えば70%以上100%以下とすることができ、好ましくは80%以上100%以下であり、より好ましくは90%以上100%以下である。また、導電層152__2としては、導電層152__2として、例えば銀、又は銀を含む合金を用いることができる。銀を含む合金として、例えば銀、パラジウム、及び銅の合金（APC）が挙げられる。以上により、発光装置100を、光取り出し効率が高い発光装置とすることができる。なお、導電層152__2として、銀以外の金属を用いてもよい。

[0226]

導電層152__1は、導電層151及び導電層152を陽極として機能させる場合、仕事関数が高い層とすることが好ましい。導電層152__3は、例えば、導電層152__2より仕事関数が高い層とする。導電層152__3として、例えば導電層152__1に用いることができる材料と同様の材料を用いることができる。例えば、導電層152__1と導電層152__3に同一種の材料を用いる構成とすることができる。

[0227]

なお、導電層151及び導電層152を陰極として機能させる場合、仕事関数が小さい層とすることが好ましい。導電層152__3は、例えば、導電層152__2より仕事関数が小さい層とする。

[0228]

また、導電層152__3は、可視光に対する透過率（例えば400nm以上750nm未満の範囲内の所定の波長の光に対する透過率）が高い層とすることが好ましい。例えば、導電層152__3の可視光に対する透過率は、導電層151、及び導電層152__2の可視光に対する透過率より高いことが好ましい。例えば、導電層152__3の可視光に対する透過率は、60%以上100%以下とすることができ、好ましくは70%以上100%以下であり、より好ましくは80%以上100%以下である。以上により、有機化合物層103が発する光のうち、導電層152__3に吸収さ

れる光を少なくすることができる。また、前述のように、導電層 152__3 下の導電層 152__2 は、可視光に対する反射率が高い層とすることができる。よって、発光装置 100 を、光取り出し効率が高い発光装置とすることができる。

[0229]

続いて図 3 に示す構成を有する発光装置 100 の作製方法例を図 8 乃至図 19 を用いて説明する。

[0230]

[作製方法例 1]

発光装置を構成する薄膜（絶縁膜、半導体膜、及び、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、又は ALD 法等を用いて形成できる。CVD 法としては、プラズマ化学気相堆積（PECVD: Plasma Enhanced CVD）法、及び、熱 CVD 法等がある。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。

[0231]

また、発光装置を構成する薄膜（絶縁膜、半導体膜、及び、導電膜等）は、スピコート、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、又はナイフコート等の湿式の成膜方法により形成できる。

[0232]

特に、発光デバイスの作製には、蒸着法等の真空プロセス、及び、スピコート法、インクジェット法等の溶液プロセスを用いることができる。蒸着法としては、スパッタ法、イオンプレーティング法、イオンビーム蒸着法、分子線蒸着法、真空蒸着法等の物理蒸着法（PVD 法）、及び、化学蒸着法（CVD 法）等が挙げられる。特に有機化合物層に含まれる機能層（正孔注入層、正孔輸送層、正孔ブロック層、発光層、電子ブロック層、電子輸送層、及び電子注入層等）については、蒸着法（真空蒸着法等）、塗布法（ディップコート法、ダイコート法、バーコート法、スピコート法、スプレーコート法等）、印刷法（インクジェット法、スクリーン（孔版印刷）法、オフセット（平版印刷）法、フレキソ（凸版印刷）法、グラビア法、又は、マイクロコンタクト法等）等の方法により形成できる。

[0233]

また、発光装置を構成する薄膜を加工する際には、例えばフォトリソグラフィ法を用いて加工できる。又は、ナノインプリント法、サンドブラスト法、リフトオフ法等により薄膜を加工してもよい。また、メタルマスク等の遮蔽マスクを用いた成膜方法により、島状の薄膜を直接形成してもよい。

[0234]

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。1 つは、加工したい薄膜上にレジストマスクを形成して、例えばエッチング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 1 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。

[0235]

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、又はサンドブラスト法等を用いることができる。

[0236]

まず、図5Aに示すように、基板（図示せず）上に絶縁層171を形成する。続いて、絶縁層171上に導電層172、及び導電層179を形成し、導電層172、及び導電層179を覆うように絶縁層171上に絶縁層173を形成する。続いて、絶縁層173上に絶縁層174を形成し、絶縁層174上に絶縁層175を形成する。

[0237]

基板としては、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、又は有機樹脂基板等を用いることができる。また、シリコン又は炭化シリコン等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基板等の半導体基板を用いることができる。

[0238]

続いて、図5Aに示すように、絶縁層175、絶縁層174、及び絶縁層173に、導電層172に達する開口を形成する。続いて、当該開口を埋め込むように、プラグ176を形成する。

[0239]

続いて、図5Aに示すように、プラグ176上、及び絶縁層175上に、後に導電層151R、導電層151G、導電層151B、及び導電層151Cとなる導電膜151fを形成する。導電膜151fの形成には、例えば、スパッタリング法又は真空蒸着法を用いることができる。また、導電膜151fとして、例えば金属材料を用いることができる。

[0240]

続いて、図5Aに示すように、例えば導電膜151f上にレジストマスク191を形成する。レジストマスク191は、感光性材料（フォトリソ）を塗布し、露光及び現像を行うことで形成できる。

[0241]

続いて、図5Bに示すように、例えばレジストマスク191と重ならない領域の導電膜151fを、例えばエッチング法、具体的には例えばドライエッチング法を用いて除去する。なお、導電膜151fが、例えばインジウム錫酸化物等の導電性酸化物を用いた層を含む場合は、当該層はウェットエッチング法を用いて除去してもよい。これにより、導電層151が形成される。なお、例えば導電膜151fの一部をドライエッチング法により除去する場合、絶縁層175の導電層151と重ならない領域に凹部（ザグリともいう）が形成される場合がある。

[0242]

続いて、図5Cに示すように、レジストマスク191を除去する。レジストマスク191は、例えば、酸素プラズマを用いたアッシングにより除去できる。又は、酸素ガスと、 CF_4 、 C_4F_8 、 SF_6 、 CHF_3 、 Cl_2 、 H_2O 、 BCl_3 、又はHe等の第18族元素と、を用いてもよい。又は、ウェットエッチングにより、レジストマスク191を除去してもよい。

[0243]

続いて、図5Dに示すように、導電層151R上、導電層151G上、導電層151B上、導電層151C上、及び絶縁層175上に、後に絶縁層156R、絶縁層156G、絶縁層156B、及び絶縁層156Cとなる絶縁膜156fを形成する。絶縁膜156fの形成には、例えばCVD法、ALD法、スパッタリング法、又は真空蒸着法を用いることができる。

[0244]

絶縁膜156fには、無機材料を用いることができる。絶縁膜156fには、例えば、酸化絶縁膜、窒化絶縁膜、酸化窒化絶縁膜、又は窒化酸化絶縁膜等の無機絶縁膜を用いることができる。例えば、絶縁膜156fとして、シリコンを含む酸化絶縁膜、窒化絶縁膜、酸化窒化絶縁膜、又は窒化酸化絶縁膜等を用いることができる。例えば、絶縁膜156fとして、酸化窒化シリコンを用いることができる。

[0245]

続いて、図5Eに示すように、絶縁膜156fを加工することにより、絶縁層156R、絶縁層156G、絶縁層156B、及び絶縁層156Cを形成する。例えば、絶縁膜156fの上面に対し、略均一にエッチングを施すことにより、絶縁層156を形成できる。このように均一にエッチングして平坦化することをエッチバック処理ともいう。なお、絶縁層156を、フォトリソグラフィ法を用いて形成してもよい。

[0246]

続いて、図6Aに示すように、導電層151R上、導電層151G上、導電層151B上、導電層151C上、絶縁層156R上、絶縁層156G上、絶縁層156B上、絶縁層156C上、及び絶縁層175上に、後に導電層152R、導電層152G、導電層152B、及び導電層152Cとなる導電膜152fを形成する。具体的には、例えば導電層151R、導電層151G、導電層151B、導電層151C、絶縁層156R、絶縁層156G、絶縁層156B、及び絶縁層156Cを覆うように、導電膜152fを形成する。

[0247]

導電膜152fの形成には、例えば、スパッタリング法又は真空蒸着法を用いることができる。また、導電膜152fの形成には、ALD法を用いることができる。また、導電膜152fとして、例えば導電性酸化物を用いることができる。又は、導電膜152fとして、金属材料を用いる膜と、当該膜上の導電性酸化物を用いる膜と、の積層構成を適用できる。例えば、導電膜152fとして、チタン、銀、又は銀を含む合金を用いる膜と、当該膜上の導電性酸化物を用いる膜と、の積層構成を適用できる。

[0248]

続いて、図6Bに示すように、例えばフォトリソグラフィ法を用いて導電膜152fを加工し、導電層152R、導電層152G、導電層152B、及び導電層152Cを形成する。具体的には、例えばレジストマスクの形成後、エッチング法により導電膜152fの一部を除去する。導電膜152fは、例えばウェットエッチング法により除去できる。なお、導電膜152fを、ドライエッチング法により除去してもよい。以上により、導電層151と、導電層152と、を有する画素電極が形成される。

[0249]

続いて、導電層152の疎水化処理を行うことが好ましい。疎水化処理では、処理対象となる表面を親水性から疎水性にすること、又は、処理対象となる表面の疎水性を高めることができる。導電層152の疎水化処理を行うことで、導電層152と、後の工程で形成される有機化合物層103と、の密着性を高め、膜剥がれを抑制できる。なお、疎水化処理は行わなくてもよい。

[0250]

続いて、図6Cに示すように、後に有機化合物層103Rとなる有機化合物膜103Rfを、導電

層 1 5 2 R 上、導電層 1 5 2 G 上、導電層 1 5 2 B 上、及び絶縁層 1 7 5 上に形成する。

[0 2 5 1]

なお、本発明において、有機化合物膜 1 0 3 R f は、少なくとも 1 以上の発光層を有する複数の有機化合物層が、中間層を介して積層された構造を有する。具体的には、実施の形態 1 で説明した発光デバイス 1 3 0 の構造を参照することができる。

[0 2 5 2]

図 6 C に示すように、導電層 1 5 2 C 上には、有機化合物膜 1 0 3 R f を形成していない。例えば、成膜エリアを規定するためのマスク（ファインメタルマスクと区別して、エリアマスク、又はラフメタルマスク等ともいう）を用いることで、有機化合物膜 1 0 3 R f を所望の領域にのみ成膜できる。エリアマスクを用いた成膜工程と、レジストマスクを用いた加工工程と、を採用することで、比較的簡単なプロセスにて発光デバイスを作製できる。

[0 2 5 3]

有機化合物膜 1 0 3 R f は、例えば、蒸着法、具体的には真空蒸着法により形成できる。また、有機化合物膜 1 0 3 R f は、転写法、印刷法、インクジェット法、又は塗布法等の方法で形成してもよい。

[0 2 5 4]

続いて、図 6 C に示すように、有機化合物膜 1 0 3 R f 上、導電層 1 5 2 C 上、及び絶縁層 1 7 5 上に、後に犠牲層 1 5 8 R となる犠牲膜 1 5 8 R f と、後にマスク層 1 5 9 R となるマスク膜 1 5 9 R f と、を順に形成する。

[0 2 5 5]

犠牲膜 1 5 8 R f 及びマスク膜 1 5 9 R f の形成には、例えば、スパッタリング法、ALD 法（熱 ALD 法、PEALD 法）、CVD 法、真空蒸着法を用いることができる。また、前述の湿式の成膜方法を用いて形成してもよい。

[0 2 5 6]

また、犠牲膜 1 5 8 R f 及びマスク膜 1 5 9 R f は、有機化合物膜 1 0 3 R f の耐熱温度よりも低い温度で形成する。犠牲膜 1 5 8 R f 及びマスク膜 1 5 9 R f を形成する際の基板温度としては、それぞれ、代表的には、200℃以下、好ましくは150℃以下、より好ましくは120℃以下、より好ましくは100℃以下、さらに好ましくは80℃以下である。

[0 2 5 7]

なお、本実施の形態では、犠牲膜 1 5 8 R f とマスク膜 1 5 9 R f の 2 層構造でマスク膜を形成する例を示すが、マスク膜は単層構造であってもよく、3 層以上の積層構造であってもよい。

[0 2 5 8]

有機化合物膜 1 0 3 R f 上に犠牲層を設けることで、発光装置の作製工程中に有機化合物膜 1 0 3 R f が受けるダメージを低減し、発光デバイスの信頼性を高めることができる。

[0 2 5 9]

犠牲膜 1 5 8 R f には、有機化合物膜 1 0 3 R f の加工条件に対する耐性の高い膜、具体的には、有機化合物膜 1 0 3 R f とのエッチングの選択比が大きい膜を用いる。マスク膜 1 5 9 R f には、犠牲膜 1 5 8 R f とのエッチングの選択比が大きい膜を用いる。

[0 2 6 0]

犠牲膜 1 5 8 R f 及びマスク膜 1 5 9 R f には、ウェットエッチング法により除去できる膜を用い

ることが好ましい。ウェットエッチング法を用いることで、ドライエッチング法を用いる場合に比べて、犠牲膜 158 R f 及びマスク膜 159 R f の加工時に、有機化合物膜 103 R f に加わるダメージを低減できる。

[0261]

ウェットエッチング法を用いる場合、特に酸性の薬液を用いることが好ましい。酸性の薬液としては、リン酸、フッ化水素酸、硝酸、酢酸、シュウ酸、および硫酸などのいずれかーを含む薬液、または、2種以上の酸の混合薬液（混酸ともいう）を用いるとよい。

[0262]

犠牲膜 158 R f 及びマスク膜 159 R f としては、それぞれ、例えば、金属膜、合金膜、金属酸化物膜、半導体膜、有機絶縁膜、及び、無機絶縁膜等のうち一種又は複数種を用いることができる。

[0263]

また、犠牲膜およびマスク膜に、紫外線に対して遮光性を有する材料を含む膜を用いることで、例えば露光工程で有機化合物層に紫外線が照射されることを抑制できる。有機化合物層が紫外線によってダメージを受けることを抑制することで、発光デバイスの信頼性を高めることができる。

[0264]

なお、紫外線に対して遮光性を有する材料を含む膜は、後述する無機絶縁膜 125 f の材料として用いても、同様の効果を奏する。

[0265]

犠牲膜 158 R f 及びマスク膜 159 R f には、それぞれ、例えば、金、銀、白金、マグネシウム、ニッケル、タングステン、クロム、モリブデン、鉄、コバルト、銅、パラジウム、チタン、アルミニウム、イットリウム、ジルコニウム、及びタンタル等の金属材料、又は該金属材料を含む合金材料を用いることができる。特に、アルミニウム又は銀等の低融点材料を用いることが好ましい。

[0266]

また、犠牲膜 158 R f 及びマスク膜 159 R f には、それぞれ、In-Ga-Zn 酸化物、酸化インジウム、In-Zn 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）、シリコンを含むインジウムスズ酸化物等の金属酸化物を用いることができる。

[0267]

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、ネオジム、ハフニウム、タンタル、タングステン、又はマグネシウムから選ばれた一種又は複数種）を用いてもよい。

[0268]

また、犠牲膜 158 R f 及びマスク膜 159 R f として、例えば、シリコン又はゲルマニウム等の半導体材料を用いることは、半導体の製造プロセスと親和性の高いため好ましい。又、上記半導体材料の酸化物又は窒化物を用いることができる。又は、炭素等の非金属材料、又はその化合物を用いることができる。又は、チタン、タンタル、タングステン、クロム、アルミニウム等の金属、又はこれらの一以上を含む合金が挙げられる。又は、酸化チタンもしくは酸化クロム等の上記金属を含む酸化物、又は窒化チタン、窒化クロム、もしくは窒化タンタル等の窒化物を用いることができ

る。

[0269]

また、犠牲膜158Rf及びマスク膜159Rfとしては、それぞれ、各種無機絶縁膜を用いることができる。特に、酸化絶縁膜は、窒化絶縁膜に比べて有機化合物膜103Rfとの密着性が高く好ましい。例えば、犠牲膜158Rf及びマスク膜159Rfには、それぞれ、酸化アルミニウム、酸化ハフニウム、酸化シリコン等の無機絶縁材料を用いることができる。犠牲膜158Rf及びマスク膜159Rfとして、例えば、ALD法を用いて、酸化アルミニウム膜を形成できる。ALD法を用いることで、下地（特に有機化合物層）へのダメージを低減できるため好ましい。

[0270]

また、犠牲膜158Rf及びマスク膜159Rfの一方又は双方に、有機材料を用いてもよい。例えば、有機材料として、少なくとも有機化合物膜103Rfの最上部に位置する膜に対して、化学的に安定な溶媒に溶解しうる材料を用いてもよい。特に、水又はアルコールに溶解する材料を好適に用いることができる。このような材料の成膜の際には、水又はアルコール等の溶媒に溶解させた状態で、湿式の成膜方法で塗布した後に、溶媒を蒸発させるための加熱処理を行うことが好ましい。このとき、減圧雰囲気下での加熱処理を行うことで、低温且つ短時間で溶媒を除去できるため、有機化合物膜103Rfへの熱的なダメージを低減でき、好ましい。

[0271]

犠牲膜158Rf及びマスク膜159Rfには、それぞれ、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、アルコール可溶性のポリアミド樹脂、又は、パーフルオロポリマー等のフッ素樹脂等の有機樹脂を用いてもよい。

[0272]

例えば、犠牲膜158Rfとして、蒸着法又は上記湿式の成膜方法のいずれかを用いて形成した有機膜（例えば、PVA膜）を用い、マスク膜159Rfとして、スパッタリング法を用いて形成した無機膜（例えば、窒化シリコン膜）を用いることができる。

[0273]

続いて、図6Cに示すように、マスク膜159Rf上にレジストマスク190Rを形成する。レジストマスク190Rは、感光性材料（フォトリソグ）を塗布し、露光及び現像を行うことで形成できる。

[0274]

レジストマスク190Rは、ポジ型のレジスト材料及びネガ型のレジスト材料のどちらを用いて作製してもよい。

[0275]

レジストマスク190Rは、導電層152Rと重なる位置に設ける。レジストマスク190Rは、導電層152Cと重なる位置にも設けることが好ましい。これにより、導電層152Cが発光装置の作製工程中にダメージを受けることを抑制できる。なお、導電層152C上にレジストマスク190Rを設けなくてもよい。また、レジストマスク190Rは、図6CのB1-B2間の断面図に示すように、有機化合物膜103Rfの端部から導電層152Cの端部（有機化合物膜103Rf側の端部）までを覆うように設けることが好ましい。

[0276]

続いて、図6Dに示すように、レジストマスク190Rを用いて、マスク膜159Rfの一部を除去し、マスク層159Rを形成する。マスク層159Rは、導電層152R上と、導電層152C上と、に残存する。その後、レジストマスク190Rを除去する。続いて、マスク層159Rをマスク（ハードマスクともいう）に用いて、犠牲膜158Rfの一部を除去し、犠牲層158Rを形成する。

[0277]

犠牲膜158Rf及びマスク膜159Rfは、それぞれ、ウェットエッチング法又はドライエッチング法により加工できる。犠牲膜158Rf及びマスク膜159Rfの加工は、ウェットエッチング法により行うことが好ましい。

[0278]

ウェットエッチング法を用いることで、ドライエッチング法を用いる場合に比べて、犠牲膜158Rf及びマスク膜159Rfの加工時に、有機化合物膜103Rfに加わるダメージを低減できる。ウェットエッチング法を用いる場合、例えば、現像液、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、又はこれらの混合液体を用いた薬液等を用いることが好ましい。

[0279]

マスク膜159Rfの加工においては、有機化合物膜103Rfが露出しないため、犠牲膜158Rfの加工よりも、加工方法の選択の幅は広い。具体的には、マスク膜159Rfの加工の際に、エッチングガスに酸素を含むガスを用いた場合でも、有機化合物膜103Rfの劣化をより抑制できる。

[0280]

ウェットエッチング法を用いる場合、特に酸性の薬液を用いることが好ましい。酸性の薬液としては、リン酸、フッ化水素酸、硝酸、酢酸、シュウ酸、および硫酸などのいずれかーを含む薬液、または、2種以上の酸の混合薬液（混酸ともいう）を用いるとよい。

[0281]

また、犠牲膜158Rfの加工においてドライエッチング法を用いる場合は、エッチングガスに酸素を含むガスを用いないことで、有機化合物膜103Rfの劣化を抑制できる。ドライエッチング法を用いる場合、例えば、 CF_4 、 C_4F_8 、 SF_6 、 CHF_3 、 Cl_2 、 H_2O 、 BCl_3 、又はHe等の第18族元素を含むガスをエッチングガスに用いることが好ましい。

[0282]

レジストマスク190Rは、レジストマスク191と同様の方法で除去できる。このとき、犠牲膜158Rfが最表面に位置し、有機化合物膜103Rfは露出していないため、レジストマスク190Rの除去工程において、有機化合物膜103Rfにダメージが入ることを抑制できる。また、レジストマスク190Rの除去方法の選択の幅を広げることができる。

[0283]

続いて、図6Dに示すように、有機化合物膜103Rfを加工して、有機化合物層103Rを形成する。例えば、マスク層159R及び犠牲層158Rをハードマスクに用いて、有機化合物膜103Rfの一部を除去し、有機化合物層103Rを形成する。

[0284]

これにより、図6Dに示すように、導電層152R上に、有機化合物層103R、犠牲層158R、

及び、マスク層 159R の積層構造が残存する。また、導電層 152G 及び導電層 152B は露出する。

[0285]

有機化合物膜 103Rf の加工は、ドライエッチング又は、ウェットエッチングを用いることができる。例えば、ドライエッチング法により加工する場合は、酸素を含むエッチングガスを用いることができる。エッチングガスが酸素を含むことで、エッチングの速度を速めることができる。したがって、エッチング速度を十分な速さに維持しつつ、低パワーの条件でエッチングを行うことができる。このため、有機化合物膜 103Rf に与えるダメージを抑制できる。さらに、エッチング時に生じる反応生成物の付着等の不具合を抑制できる。

[0286]

また、酸素を含まないエッチングガスを用いてもよい。例えば、酸素を含まないエッチングガスを用いることで、有機化合物膜 103Rf の劣化を抑制できる。

[0287]

以上のように、本発明の一態様では、マスク膜 159Rf 上にレジストマスク 190R を形成し、レジストマスク 190R を用いて、マスク膜 159Rf の一部を除去することにより、マスク層 159R を形成する。その後、マスク層 159R をハードマスクに用いて、有機化合物膜 103Rf の一部を除去することにより、有機化合物層 103R を形成する。よって、フォトリソグラフィ法を用いて有機化合物膜 103Rf を加工することにより、有機化合物層 103R が形成されるということができる。なお、レジストマスク 190R を用いて、有機化合物膜 103Rf の一部を除去してもよい。その後、レジストマスク 190R を除去してもよい。

[0288]

ここで、導電層 152G の疎水化処理を必要に応じて行ってもよい。有機化合物膜 103Rf の加工時に、例えば導電層 152G の表面状態が親水性に変化する場合がある。例えば導電層 152G の疎水化処理を行うことで、例えば導電層 152G と後の工程で形成される層（ここでは有機化合物層 103G）との密着性を高め、膜剥がれを抑制できる。

[0289]

続いて、図 7A に示すように、後に有機化合物層 103G となる有機化合物膜 103Gf を、導電層 152G 上、導電層 152B 上、マスク層 159R 上、及び絶縁層 175 上に形成する。

[0290]

有機化合物膜 103Gf は、有機化合物膜 103Rf の形成に用いることができる方法と同様の方法で形成できる。また、有機化合物膜 103Gf は、有機化合物膜 103Rf と同様の構成とすることができる。

[0291]

続いて、図 7A に示すように、有機化合物膜 103Gf 上、及びマスク層 159R 上に、後に犠牲層 158G となる犠牲膜 158Gf と、後にマスク層 159G となるマスク膜 159Gf と、を順に形成する。その後、レジストマスク 190G を形成する。犠牲膜 158Gf 及びマスク膜 159Gf の材料及び形成方法は、犠牲膜 158Rf 及びマスク膜 159Rf に適用できる条件と同様である。レジストマスク 190G の材料及び形成方法は、レジストマスク 190R に適用できる条件と同様である。

[0292]

レジストマスク 190Gは、導電層 152Gと重なる位置に設ける。

[0293]

続いて、図7Bに示すように、レジストマスク 190Gを用いて、マスク膜 159Gfの一部を除去し、マスク層 159Gを形成する。マスク層 159Gは、導電層 152G上に残存する。その後、レジストマスク 190Gを除去する。続いて、マスク層 159Gをマスクに用いて、犠牲膜 158Gfの一部を除去し、犠牲層 158Gを形成する。続いて、有機化合物膜 103Gfを加工して、有機化合物層 103Gを形成する。例えば、マスク層 159G及び犠牲層 158Gをハードマスクに用いて、有機化合物膜 103Gfの一部を除去し、有機化合物層 103Gを形成する。

[0294]

これにより、図7Bに示すように、導電層 152G上に、有機化合物層 103G、犠牲層 158G、及び、マスク層 159Gの積層構造が残存する。また、マスク層 159R及び導電層 152Bは露出する。

[0295]

また、例えば導電層 152Bの疎水化処理を行ってもよい。

[0296]

続いて、図7Cおよび図7Dに示すように、レジストマスク 190Bを用いて犠牲膜 158Bfから犠牲層 158、マスク膜 159Bfからマスク層 159B、または有機化合物膜 103Bfから有機化合物層 103Bを形成する。犠牲層 158B、マスク層 159B、有機化合物層 103Bの形成方法は、有機化合物層 103Gの記載を参酌することができる。

[0297]

なお、有機化合物層 103R、有機化合物層 103G、有機化合物層 103Bの側面は、それぞれ、被形成面に対して垂直又は概略垂直であることが好ましい。例えば、被形成面と、これらの側面との成す角度を、60度以上90度以下とすることが好ましい。

[0298]

上記のように、フォトリソグラフィ法を用いて形成した有機化合物層 103R、有機化合物層 103G、及び有機化合物層 103Bのうち隣接する2つの間の距離は、8 μm 以下、5 μm 以下、3 μm 以下、2 μm 以下、又は、1 μm 以下にまで狭めることができる。ここで、当該距離とは、例えば、有機化合物層 103R、有機化合物層 103G、及び有機化合物層 103Bのうち、隣接する2つの対向する端部の間の距離で規定できる。このように、島状の有機化合物層の間の距離を狭めることで、高い精細度と、大きな開口率を有する発光装置を提供できる。また、隣り合う発光デバイス間における第1の電極同士の距離も、狭めることができ、例えば10 μm 以下、8 μm 以下、5 μm 以下、3 μm 以下、2 μm 以下とすることができ、なお、隣り合う発光デバイス間における第1の電極同士の距離は2 μm 以上5 μm 以下であることが好ましい。

[0299]

次に、図8Aに示すように、マスク層 159R、マスク層 159G、及びマスク層 159Bを除去する。

[0300]

なお、本実施の形態では、マスク層 159R、マスク層 159G、及びマスク層 159Bを除去する場合を例に挙げて説明するが、マスク層 159R、マスク層 159G、及びマスク層 159Bは除去しなくてもよい。例えば、マスク層 159R、マスク層 159G、及びマスク層 159Bが、

前述の、紫外線に対して遮光性を有する材料を含む場合は、除去せずに次の工程に進むことで、有機化合物層を紫外線から保護できる。

[0301]

マスク層の除去工程には、マスク層の加工工程と同様の方法を用いることができる。特に、ウェットエッチング法を用いることで、ドライエッチング法を用いる場合に比べて、マスク層を除去する際に、有機化合物層103R、有機化合物層103G、及び有機化合物層103Bに加わるダメージを低減できる。

[0302]

また、マスク層を、水又はアルコール等の溶媒に溶解させることで除去してもよい。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）、又はグリセリン等が挙げられる。

[0303]

マスク層を除去した後に、有機化合物層103R、有機化合物層103G、及び有機化合物層103Bに含まれる水、並びに有機化合物層103R、有機化合物層103G、及び有機化合物層103B表面に吸着する水を除去するため、乾燥処理を行ってもよい。例えば、不活性ガス雰囲気又は減圧雰囲気下における加熱処理を行うことができる。加熱処理は、基板温度として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。

[0304]

続いて、図8Bに示すように、有機化合物層103R、有機化合物層103G、有機化合物層103B、犠牲層158R、犠牲層158G、及び犠牲層158Bを覆うように、後に無機絶縁層125となる無機絶縁膜125fを形成する。

[0305]

後述するように、無機絶縁膜125fの上面に接して、後に絶縁層127となる絶縁膜が形成される。このため、無機絶縁膜125fの上面は、絶縁層127となる絶縁膜に用いる材料（例えば、アクリル樹脂を含む感光性の樹脂組成物）に対して親和性が高いことが好ましい。当該親和性を向上させるため、無機絶縁膜125fの上面に表面処理を行ってもよい。具体的には、無機絶縁膜125fの表面を疎水化すること（又は疎水性を高めること）が好ましい。例えば、ヘキサメチルジシラザン（HMDS）等のシリル化剤を用いて処理を行うことが好ましい。このように無機絶縁膜125fの上面を疎水化することにより、絶縁膜127fを密着性良く形成できる。

[0306]

続いて、図8Cに示すように、無機絶縁膜125f上に、後に絶縁層127となる絶縁膜127fを形成する。

[0307]

無機絶縁膜125f及び絶縁膜127fは、有機化合物層103R、有機化合物層103G、及び有機化合物層103Bへのダメージが少ない形成方法で成膜することが好ましい。特に、無機絶縁膜125fは、有機化合物層103R、有機化合物層103G、及び有機化合物層103Bの側面に接して形成されるため、絶縁膜127fよりも、有機化合物層103R、有機化合物層103G、及び有機化合物層103Bへのダメージが少ない形成方法で成膜することが好ましい。

[0308]

また、無機絶縁膜 1 2 5 f 及び絶縁膜 1 2 7 f は、それぞれ、有機化合物層 1 0 3 R、有機化合物層 1 0 3 G、及び有機化合物層 1 0 3 B の耐熱温度よりも低い温度で形成する。また、無機絶縁膜 1 2 5 f は成膜する際の基板温度を高くすることで、膜厚が薄くても、不純物濃度が低く、水及び酸素の少なくとも一方に対するバリア性の高い膜とすることができる。

[0309]

無機絶縁膜 1 2 5 f 及び絶縁膜 1 2 7 f を形成する際の基板温度としては、それぞれ、6 0 °C 以上、8 0 °C 以上、1 0 0 °C 以上、又は、1 2 0 °C 以上、かつ、2 0 0 °C 以下、1 8 0 °C 以下、1 6 0 °C 以下、1 5 0 °C 以下、又は 1 4 0 °C 以下であることが好ましい。

[0310]

無機絶縁膜 1 2 5 f としては、上記の基板温度の範囲で、3 nm 以上、5 nm 以上、又は、1 0 nm 以上、かつ、2 0 0 nm 以下、1 5 0 nm 以下、1 0 0 nm 以下、又は、5 0 nm 以下の厚さの絶縁膜を形成することが好ましい。

[0311]

無機絶縁膜 1 2 5 f は、例えば、ALD 法を用いて形成することが好ましい。ALD 法を用いることで、成膜ダメージを小さくすることができ、また、被覆性の高い膜を成膜可能なため好ましい。無機絶縁膜 1 2 5 f としては、例えば、ALD 法を用いて、酸化アルミニウム膜を形成することが好ましい。

[0312]

そのほか、無機絶縁膜 1 2 5 f は、ALD 法よりも成膜速度が速いスパッタリング法、CVD 法、又は、PECVD 法を用いて形成してもよい。これにより、信頼性の高い発光装置を生産性高く作製できる。

[0313]

絶縁膜 1 2 7 f は、前述の湿式の成膜方法を用いて形成することが好ましい。絶縁膜 1 2 7 f は、例えば、スピコートにより、感光性材料を用いて形成することが好ましく、より具体的には、アクリル樹脂を含む感光性の樹脂組成物を用いて形成することが好ましい。

[0314]

絶縁膜 1 2 7 f は、例えば、重合体、酸発生剤、及び溶媒を有する樹脂組成物を用いて形成することが好ましい。重合体は、1 種又は複数種の単量体を用いて形成され、1 種又は複数種の構造単位（構成単位ともいう）が規則的又は不規則に繰り返された構造を有する。酸発生剤としては、光の照射により酸を発生する化合物、及び、加熱により酸を発生する化合物の一方又は双方を用いることができる。樹脂組成物は、さらに、感光剤、増感剤、触媒、接着助剤、界面活性剤、酸化防止剤のうち一つ又は複数を有していてもよい。

[0315]

また、絶縁膜 1 2 7 f の形成後に加熱処理（プリバークともいう）を行うことが好ましい。当該加熱処理は、有機化合物層 1 0 3 R、有機化合物層 1 0 3 G、及び、有機化合物層 1 0 3 B 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、5 0 °C 以上 2 0 0 °C 以下が好ましく、6 0 °C 以上 1 5 0 °C 以下がより好ましく、7 0 °C 以上 1 2 0 °C 以下がさらに好ましい。これにより、絶縁膜 1 2 7 f 中に含まれる溶媒を除去できる。

[0316]

続いて、露光を行って、絶縁膜 1 2 7 f の一部に、可視光線又は紫外線を感光させる。ここで、絶

絶縁膜 1 2 7 f にアクリル樹脂を含むポジ型の感光性の樹脂組成物を用いる場合、後の工程で絶縁層 1 2 7 を形成しない領域に可視光線又は紫外線を照射する。絶縁層 1 2 7 は、導電層 1 5 2 R、導電層 1 5 2 G、及び導電層 1 5 2 B のいずれか 2 つに挟まれる領域、及び、導電層 1 5 2 C の周囲に形成される。このため、導電層 1 5 2 R 上、導電層 1 5 2 G 上、導電層 1 5 2 B 上、及び、導電層 1 5 2 C 上に、可視光線又は紫外線を照射する。なお、絶縁膜 1 2 7 f にネガ型の感光性材料を用いる場合、絶縁層 1 2 7 が形成される領域に可視光線又は紫外線を照射する。

[0317]

絶縁膜 1 2 7 f への露光領域によって、後に形成する絶縁層 1 2 7 の幅を制御できる。本実施の形態では、絶縁層 1 2 7 が導電層 1 5 1 の上面と重なる部分を有するように加工する。

[0318]

ここで、犠牲層 1 5 8（犠牲層 1 5 8 R、犠牲層 1 5 8 G、及び犠牲層 1 5 8 B）、及び無機絶縁膜 1 2 5 f の一方又は双方として、酸素に対するバリア絶縁層（例えば、酸化アルミニウム膜等）を設けることで、有機化合物層 1 0 3 R、有機化合物層 1 0 3 G、及び有機化合物層 1 0 3 B に酸素が拡散することを低減できる。有機化合物層は、光（可視光線又は紫外線）が照射されると、当該有機化合物層に含まれる有機化合物が励起状態となり、雰囲気中に含まれる酸素との反応が促進される場合がある。より具体的には、酸素を有する雰囲気下において、光（可視光線又は紫外線）が有機化合物層に照射されると当該有機化合物層が有する有機化合物に酸素が結合する可能性がある。犠牲層 1 5 8 及び無機絶縁膜 1 2 5 f を島状の有機化合物層上に設けることによって、当該有機化合物層に含まれる有機化合物に雰囲気中の酸素が結合することを低減できる。

[0319]

続いて、図 9 A に示すように、現像を行って、絶縁膜 1 2 7 f の露光させた領域を除去し、絶縁層 1 2 7 a を形成する。絶縁層 1 2 7 a は、導電層 1 5 2 R、導電層 1 5 2 G、及び導電層 1 5 2 B のいずれか 2 つに挟まれる領域と、導電層 1 5 2 C を囲う領域に形成される。ここで、絶縁膜 1 2 7 f 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でき、例えば、TMAH を用いることができる。

[0320]

続いて、図 9 B に示すように、絶縁層 1 2 7 a をマスクとして、エッチング処理を行って、無機絶縁膜 1 2 5 f の一部を除去し、犠牲層 1 5 8 R、犠牲層 1 5 8 G、及び犠牲層 1 5 8 B の一部の膜厚を薄くする。これにより、絶縁層 1 2 7 a の下に、無機絶縁層 1 2 5 が形成される。なお、以下では、絶縁層 1 2 7 a をマスクに用いた無機絶縁膜 1 2 5 f を加工するエッチング処理を、第 1 のエッチング処理ということがある。

[0321]

つまり、第 1 のエッチング処理では、犠牲層 1 5 8 R、犠牲層 1 5 8 G、及び犠牲層 1 5 8 B を完全に除去せず、膜厚が薄くなった状態でエッチング処理を停止する。このように、有機化合物層 1 0 3 R、有機化合物層 1 0 3 G、及び有機化合物層 1 0 3 B 上に、対応する犠牲層 1 5 8 R、犠牲層 1 5 8 G、及び犠牲層 1 5 8 B を残存させておくことで、後の工程の処理で、有機化合物層 1 0 3 R、有機化合物層 1 0 3 G、及び有機化合物層 1 0 3 B が損傷することを防ぐことができる。

[0322]

第 1 のエッチング処理は、ドライエッチング又はウェットエッチングによって行うことができる。なお、無機絶縁膜 1 2 5 f を、犠牲層 1 5 8 R、犠牲層 1 5 8 G、及び犠牲層 1 5 8 B と同様の材

料を用いて成膜していた場合、無機絶縁膜 1 2 5 f の加工、および露出した犠牲層 1 5 8 の薄膜化を第 1 のエッチング処理を一括で行うことができるため、好ましい。

[0323]

側面がテーパ形状である絶縁層 1 2 7 a をマスクとしてエッチングを行うことで、無機絶縁層 1 2 5 の側面、及び犠牲層 1 5 8 R、犠牲層 1 5 8 G、及び犠牲層 1 5 8 B の側面上端部を比較的容易にテーパ形状にすることができる。

[0324]

例えば、第 1 のエッチング処理をドライエッチングで行う場合、塩素系のガスを用いることができる。塩素系ガスとしては、 Cl_2 、 BCl_3 、 SiCl_4 、及び CCl_4 等を、単独又は 2 以上のガスを混合して用いることができる。また、上記塩素系ガスに、酸素ガス、水素ガス、ヘリウムガス、及びアルゴンガス等を、単独又は 2 以上のガスを混合して、適宜添加できる。ドライエッチングを用いることにより、犠牲層 1 5 8 R、犠牲層 1 5 8 G、及び犠牲層 1 5 8 B の膜厚が薄い領域を、良好な面内均一性で形成できる。

[0325]

また、例えば、第 1 のエッチング処理をウェットエッチングで行うことができる。ウェットエッチング法を用いることで、ドライエッチング法を用いる場合に比べて、有機化合物層 1 0 3 R、有機化合物層 1 0 3 G、及び有機化合物層 1 0 3 B に加わるダメージを低減できる。

[0326]

ウェットエッチングは、酸性の薬液を用いることが好ましい。酸性の薬液としては、リン酸、フッ化水素酸、硝酸、酢酸、シュウ酸、および硫酸などのいずれか一を含む薬液、または、2 種以上の酸の混合薬液（混酸ともいう）を用いるとよい。

[0327]

また、アルカリ溶液を用いて行うことができる。例えば、酸化アルミニウム膜のウェットエッチングには、アルカリ溶液である TMAH を用いることができる。この場合、パドル方式でウェットエッチングを行うことができる。

[0328]

続いて、加熱処理（ポストバークともいう）を行う。加熱処理を行うことで、絶縁層 1 2 7 a を、側面にテーパ形状を有する絶縁層 1 2 7 に変形させることができる（図 9 C）。当該加熱処理は、有機化合物層の耐熱温度よりも低い温度で行う。加熱処理は、基板温度として 50°C 以上 200°C 以下、好ましくは 60°C 以上 150°C 以下、より好ましくは 70°C 以上 130°C 以下の温度で行うことができる。加熱雰囲気は、大気雰囲気であってもよく、不活性ガス雰囲気であってもよい。また、加熱雰囲気は、大気圧雰囲気であってもよく、減圧雰囲気であってもよい。本工程の加熱処理は、絶縁膜 1 2 7 f の形成後の加熱処理（プリバーク）よりも、基板温度を高くすることが好ましい。

[0329]

加熱処理により、絶縁層 1 2 7 と無機絶縁層 1 2 5 との密着性を向上させ、絶縁層 1 2 7 の耐食性も向上させることができる。また、絶縁層 1 2 7 a が変形することにより、無機絶縁層 1 2 5 の端部を絶縁層 1 2 7 で覆う形状にすることができる。

[0330]

第 1 のエッチング処理にて、犠牲層 1 5 8 R、犠牲層 1 5 8 G、及び犠牲層 1 5 8 B を完全に除去

せず、膜厚が薄くなった状態の犠牲層 158R、犠牲層 158G、及び犠牲層 158Bを残存させておくことで、当該加熱処理において、有機化合物層 103R、有機化合物層 103G、及び有機化合物層 103Bがダメージを受けて劣化することを防ぐことができる。したがって、発光デバイスの信頼性を高めることができる。

[0331]

続いて、図 10A に示すように、絶縁層 127 をマスクとして、エッチング処理を行って、犠牲層 158R、犠牲層 158G、及び犠牲層 158Bの一部を除去する。なお、この際に、無機絶縁層 125の一部も除去される場合がある。当該エッチング処理により、犠牲層 158R、犠牲層 158G、及び犠牲層 158Bに開口が形成され、当該開口から有機化合物層 103R、有機化合物層 103G、有機化合物層 103B、及び導電層 152Cの上面が露出する。なお、以下では、絶縁層 127 をマスクに用い、有機化合物層 103R、有機化合物層 103G、及び有機化合物層 103Bを露出するエッチング処理を、第 2 のエッチング処理ということがある。

[0332]

第 2 のエッチング処理はウェットエッチングで行う。ウェットエッチング法を用いることで、ドライエッチング法を用いる場合に比べて、有機化合物層 103R、有機化合物層 103G、及び有機化合物層 103Bに加わるダメージを低減できる。ウェットエッチングは、第 1 のエッチング処理と同様に酸性の薬液、またはアルカリ溶液を用いて行うことができる。

[0333]

また、有機化合物層 103R、有機化合物層 103G、及び有機化合物層 103Bの一部を露出した後、さらに加熱処理を行ってもよい。当該加熱処理により、有機化合物層に含まれる水、及び有機化合物層表面に吸着する水等を除去できる。また、当該加熱処理により、絶縁層 127 の形状が変化することがある。具体的には、絶縁層 127 が、無機絶縁層 125 の端部、犠牲層 158R、犠牲層 158G、及び犠牲層 158Bの端部、及び、有機化合物層 103R、有機化合物層 103G、及び有機化合物層 103Bの上面のうち、少なくとも一つを覆うように広がることがある。

[0334]

なお、図 10A では、犠牲層 158Gの端部の一部（具体的には、第 1 のエッチング処理により形成されたテーパ形状の部分）を絶縁層 127 が覆い、第 2 のエッチング処理により形成されたテーパ形状の部分は露出している例を示す（図 4A 参照）。

[0335]

また、絶縁層 127 は、犠牲層 158Gの端部全体を覆っていてもよい。例えば、絶縁層 127 の端部が垂れて、犠牲層 158Gの端部を覆う場合がある。また、例えば、絶縁層 127 の端部が、有機化合物層 103R、有機化合物層 103G、及び有機化合物層 103Bの少なくとも一つの上面に接する場合がある。

[0336]

続いて、図 10B に示すように、有機化合物層 103R上、有機化合物層 103G上、有機化合物層 103B上、導電層 152C上、及び絶縁層 127 上に共通電極 155を形成する。共通電極 155は、スパッタリング法、又は真空蒸着法等の方法で形成できる。又は、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、共通電極 155を形成してもよい。

[0337]

続いて、図 10C に示すように、共通電極 155上に保護層 131を形成する。保護層 131は、

真空蒸着法、スパッタリング法、CVD法、又はALD法等の方法で形成できる。

[0338]

続いて、樹脂層122を用いて、保護層131上に、基板120を貼り合わせることで、発光装置を作製できる。前述のように、本発明の一態様の発光装置の作製方法では、導電層151の側面と重なる領域を有するように絶縁層156を設け、且つ導電層151及び絶縁層156を覆うように導電層152を形成する。これにより、発光装置の歩留まりを高め、また不良の発生を抑制できる。

[0339]

以上のように、本発明の一態様の発光装置の作製方法では、島状の有機化合物層103R、島状の有機化合物層103G、及び有機化合物層103Bは、ファインメタルマスクを用いて形成されるのではなく、膜を一面に成膜した後に加工することで形成されるため、島状の層を均一の厚さで形成できる。そして、高精細な発光装置又は高開口率の発光装置を実現できる。また、精細度又は開口率が高く、副画素間の距離が極めて短くても、隣接する副画素において、有機化合物層103R、有機化合物層103G、及び、有機化合物層103Bが互いに接することを抑制できる。したがって、副画素間にリーク電流が発生することを抑制できる。これにより、クロストークを防ぐことができ、コントラストの極めて高い発光装置を実現できる。また、フォトリソグラフィ法を用いて作製されたタンデム型の発光デバイスを有する発光装置であっても、良好な特性の発光装置を提供することができる。

[0340]

(実施の形態3)

本実施の形態では、本発明の一態様の発光装置について図11A乃至図11G、及び図12A乃至図12Iを用いて説明する。

[0341]

[画素のレイアウト]

本実施の形態では、主に、図3とは異なる画素レイアウトについて説明する。副画素の配列に特に限定はなく、様々な方法を適用できる。副画素の配列としては、例えば、ストライプ配列、Sストライプ配列、マトリクス配列、デルタ配列、ベイヤー配列、及びペンタイル配列が挙げられる。

[0342]

本実施の形態で図に示す副画素の上面形状は、発光領域の上面形状に相当する。

[0343]

なお、副画素の上面形状としては、例えば、三角形、四角形（長方形、正方形を含む）、五角形等の多角形、これら多角形の角が丸い形状、楕円形、又は円形等が挙げられる。

[0344]

また、副画素を構成する回路レイアウトは、図に示す副画素の範囲に限定されず、その外側に配置されていてもよい。

[0345]

図11Aに示す画素178には、Sストライプ配列が適用されている。図11Aに示す画素178は、副画素110R、副画素110G、及び副画素110Bの、3つの副画素から構成される。

[0346]

図11Bに示す画素178は、角が丸い略台形の上面形状を有する副画素110Rと、角が丸い略三角形の上面形状を有する副画素110Gと、角が丸い略四角形又は略六角形の上面形状を有する

副画素 110B と、を有する。また、副画素 110R は、副画素 110G よりも発光面積が広い。このように、各副画素の形状及びサイズはそれぞれ独立に決定できる。例えば、信頼性の高い発光デバイスを有する副画素ほど、サイズを小さくすることができる。

[0347]

図 11C に示す画素 124a、及び画素 124b には、ペントイル配列が適用されている。図 11C では、副画素 110R 及び副画素 110G を有する画素 124a と、副画素 110G 及び副画素 110B を有する画素 124b と、が交互に配置されている例を示す。

[0348]

図 11D 乃至図 11F に示す画素 124a、及び画素 124b は、デルタ配列が適用されている。画素 124a は上の行（1行目）に、2つの副画素（副画素 110R、及び副画素 110G）を有し、下の行（2行目）に、1つの副画素（副画素 110B）を有する。画素 124b は上の行（1行目）に、1つの副画素（副画素 110B）を有し、下の行（2行目）に、2つの副画素（副画素 110R、及び副画素 110G）を有する。

[0349]

図 11D は、各副画素が、角が丸い略四角形の上面形状を有する例であり、図 11E は、各副画素が、円形の上面形状を有する例であり、図 11F は、各副画素が、角が丸い略六角形の上面形状を有する例である。

[0350]

図 11F では、各副画素が、最密に配列した六角形の領域の内側に配置されている。各副画素は、その1つの副画素に着目したとき、6つの副画素に囲まれるように、配置されている。また、同じ色の光を呈する副画素が隣り合わないよう設けられている。例えば、副画素 110R に着目したとき、これを囲むように3つの副画素 110G と3つの副画素 110B が、交互に配置されるように、それぞれの副画素が設けられている。

[0351]

図 11G は、各色の副画素がジグザグに配置されている例である。具体的には、上面視において、列方向に並ぶ2つの副画素（例えば、副画素 110R と副画素 110G、又は、副画素 110G と副画素 110B）の上辺の位置がずれている。

[0352]

図 11A 乃至図 11G に示す各画素において、例えば、副画素 110R を赤色の光を呈する副画素 R とし、副画素 110G を緑色の光を呈する副画素 G とし、副画素 110B を青色の光を呈する副画素 B とすることが好ましい。なお、副画素の構成はこれに限定されず、副画素が呈する色とその並び順は適宜決定できる。例えば、副画素 110G を赤色の光を呈する副画素 R とし、副画素 110R を緑色の光を呈する副画素 G としてもよい。

[0353]

フォトリソグラフィ法では、加工するパターンが微細になるほど、光の回折の影響を無視できなくなるため、露光によりフォトマスクのパターンを転写する際に忠実性が損なわれ、レジストマスクを所望の形状に加工することが困難になる。そのため、フォトマスクのパターンが矩形であっても、角が丸まったパターンが形成されやすい。したがって、副画素の上面形状が、多角形の角が丸い形状、楕円形、又は円形等になることがある。

[0354]

さらに、本発明の一態様の発光装置の作製方法では、レジストマスクを用いて有機化合物層を島状に加工する。有機化合物層上に形成したレジスト膜は、有機化合物層の耐熱温度よりも低い温度で硬化する必要がある。そのため、有機化合物層の材料の耐熱温度及びレジスト材料の硬化温度によっては、レジスト膜の硬化が不十分になる場合がある。硬化が不十分なレジスト膜は、加工時に所望の形状から離れた形状をとることがある。その結果、有機化合物層の上面形状が、多角形の角が丸い形状、楕円形、又は円形等になることがある。例えば、上面形状が正方形のレジストマスクを形成しようとした場合に、円形の上面形状のレジストマスクが形成され、有機化合物層の上面形状が円形になることがある。

[0355]

なお、有機化合物層の上面形状を所望の形状とするために、設計パターンと、転写パターンとが、一致するように、あらかじめマスクパターンを補正する技術（OPC（Optical Proximity Correction：光近接効果補正）技術）を用いてもよい。具体的には、OPC技術では、例えばマスクパターン上の図形コーナー部に補正用のパターンを追加する。

[0356]

図12A乃至図12Iに示すように、画素は副画素を4種類有する構成とすることができる。

[0357]

図12A乃至図12Cに示す画素178は、ストライプ配列が適用されている。

[0358]

図12Aは、各副画素が、長方形の上面形状を有する例であり、図12Bは、各副画素が、2つの半円と長方形をつなげた上面形状を有する例であり、図12Cは、各副画素が、楕円形の上面形状を有する例である。

[0359]

図12D乃至図12Fに示す画素178は、マトリクス配列が適用されている。

[0360]

図12Dは、各副画素が、正方形の上面形状を有する例であり、図12Eは、各副画素が、角が丸い略正方形の上面形状を有する例であり、図12Fは、各副画素が、円形の上面形状を有する例である。

[0361]

図12G及び図12Hでは、1つの画素178が、2行3列で構成されている例を示す。

[0362]

図12Gに示す画素178は、上の行（1行目）に、3つの副画素（副画素110R、副画素110G、及び副画素110B）を有し、下の行（2行目）に、1つの副画素（副画素110W）を有する。言い換えると、画素178は、左の列（1列目）に、副画素110Rを有し、中央の列（2列目）に副画素110Gを有し、右の列（3列目）に副画素110Bを有し、さらに、この3列にわたって、副画素110Wを有する。

[0363]

図12Hに示す画素178は、上の行（1行目）に、3つの副画素（副画素110R、副画素110G、及び副画素110B）を有し、下の行（2行目）に、3つの副画素110Wを有する。言い換えると、画素178は、左の列（1列目）に、副画素110R及び副画素110Wを有し、中央の列（2列目）に副画素110G及び副画素110Wを有し、右の列（3列目）に副画素110B

及び副画素 110W を有する。図 12H に示すように、上の行と下の行との副画素の配置を揃える構成とすることで、例えば製造プロセスで生じるゴミを効率よく除去することが可能となる。したがって、表示品位の高い発光装置を提供できる。

[0364]

図 12G 及び図 12H に示す画素 178 では、副画素 110R、副画素 110G、及び副画素 110B のレイアウトがストライプ配列となるため、表示品位を高めることができる。

[0365]

図 12I では、1つの画素 178 が、3行2列で構成されている例を示す。

[0366]

図 12I に示す画素 178 は、上の行（1行目）に、副画素 110R を有し、中央の行（2行目）に、副画素 110G を有し、1行目から2行目にわたって副画素 110B を有し、下の行（3行目）に、1つの副画素（副画素 110W）を有する。言い換えると、画素 178 は、左の列（1列目）に、副画素 110R、及び副画素 110G を有し、右の列（2列目）に副画素 110B を有し、さらに、この2列にわたって、副画素 110W を有する。

[0367]

図 12I に示す画素 178 では、副画素 110R、副画素 110G、及び副画素 110B のレイアウトがいわゆる S ストライプ配列となるため、表示品位を高めることができる。

[0368]

図 12A 乃至図 12I に示す画素 178 は、副画素 110R、副画素 110G、副画素 110B、及び副画素 110W の、4つの副画素から構成される。例えば、副画素 110R を赤色の光を呈する副画素とし、副画素 110G を緑色の光を呈する副画素とし、副画素 110B を青色の光を呈する副画素とし、副画素 110W を白色の光を呈する副画素とすることができる。なお、副画素 110R、副画素 110G、副画素 110B、及び副画素 110W のうち少なくとも1つを、シアンの光を呈する副画素、マゼンタの光を呈する副画素、黄色の光を呈する副画素、又は近赤外光を呈する副画素としてもよい。

[0369]

以上のように、本発明の一態様の発光装置は、発光デバイスを有する副画素からなる構成の画素について、様々なレイアウトを適用できる。

[0370]

本実施の形態は、他の実施の形態、又は実施例と適宜組み合わせることができる。また、本明細書において、1つの実施の形態の中に、複数の構成例が示される場合は、構成例を適宜組み合わせることが可能である。

[0371]

（実施の形態 4）

本実施の形態では、本発明の一態様の発光装置について説明する。

[0372]

本実施の形態の発光装置は、高精細な発光装置とすることができる。したがって、本実施の形態の発光装置は、例えば、腕時計型、及び、ブレスレット型等の情報端末機（ウェアラブル機器）の表示部、並びに、ヘッドマウントディスプレイ（HMD）等の VR 向け機器、及び、メガネ型の AR 向け機器等の頭部に装着可能なウェアラブル機器の表示部に用いることができる。

[0373]

また、本実施の形態の発光装置は、高解像度な発光装置又は大型な発光装置とすることができる。したがって、本実施の形態の発光装置は、例えば、テレビジョン装置、デスクトップ型もしくはノート型のパーソナルコンピュータ、コンピュータ用等のモニタ、デジタルサイネージ、及び、パチンコ機等の大型ゲーム機等の比較的大きな画面を備える電子機器の他、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、携帯型ゲーム機、携帯情報端末、及び、音響再生装置の表示部に用いることができる。

[0374]

[表示モジュール]

図13Aに、表示モジュール280の斜視図を示す。表示モジュール280は、発光装置100Aと、FPC290と、を有する。なお、表示モジュール280が有する発光装置は発光装置100Aに限られず、後述する発光装置100Bおよび発光装置100Cのいずれかであってもよい。

[0375]

表示モジュール280は、基板291及び基板292を有する。表示モジュール280は、表示部281を有する。表示部281は、表示モジュール280における画像を表示する領域であり、後述する画素部284に設けられる各画素からの光を視認できる領域である。

[0376]

図13Bに、基板291側の構成を模式的に示した斜視図を示している。基板291上には、回路部282と、回路部282上の画素回路部283と、画素回路部283上の画素部284と、が積層されている。また、基板291上の画素部284と重ならない部分に、FPC290と接続するための端子部285が設けられている。端子部285と回路部282とは、複数の配線により構成される配線部286により電氣的に接続されている。

[0377]

画素部284は、周期的に配列した複数の画素284aを有する。図13Bの右側に、1つの画素284aの拡大図を示している。画素284aには、先の実施の形態で説明した各種構成を適用できる。図13Bでは、画素284aが図3に示す画素178と同様の構成を有する場合を例に示す。

[0378]

画素回路部283は、周期的に配列した複数の画素回路283aを有する。

[0379]

1つの画素回路283aは、1つの画素284aが有する複数の素子の駆動を制御する回路である。1つの画素回路283aは、1つの発光デバイスの発光を制御する回路が3つ設けられる構成とすることができる。例えば、画素回路283aは、1つの発光デバイスにつき、1つの選択トランジスタと、1つの電流制御用トランジスタ（駆動トランジスタ）と、容量と、を少なくとも有する構成とすることができる。このとき、選択トランジスタのゲートにはゲート信号が、ソース又はドレインにはビデオ信号が、それぞれ入力される。これにより、アクティブマトリクス型の発光装置が実現されている。

[0380]

回路部282は、画素回路部283の各画素回路283aを駆動する回路を有する。例えば、ゲート線駆動回路、及び、ソース線駆動回路の一方又は双方を有することが好ましい。このほか、演算回路、メモリ回路、及び電源回路等の少なくとも一つを有していてもよい。

[0381]

FPC290は、外部から回路部282にビデオ信号又は電源電位等を供給するための配線として機能する。また、FPC290上にICが実装されていてもよい。

[0382]

表示モジュール280は、画素部284の下側に画素回路部283及び回路部282の一方又は双方が積層された構成とすることができるため、表示部281の開口率（有効表示面積比）を極めて高くすることができる。例えば表示部281の開口率は、40%以上100%未満、好ましくは50%以上95%以下、より好ましくは60%以上95%以下とすることができる。また、画素284aを極めて高密度に配置することが可能で、表示部281の精細度を極めて高くすることができる。例えば、表示部281には、2000ppi以上、好ましくは3000ppi以上、より好ましくは5000ppi以上、さらに好ましくは6000ppi以上であって、20000ppi以下、又は30000ppi以下の精細度で、画素284aが配置されることが好ましい。

[0383]

このような表示モジュール280は、極めて高精細であることから、HMD等のVR向け機器又はメガネ型のAR向け機器に好適に用いることができる。例えば、レンズを通して表示モジュール280の表示部を視認する構成の場合であっても、表示モジュール280は極めて高精細な表示部281を有するためにレンズで表示部を拡大しても画素が視認されず、没入感の高い表示を行うことができる。また、表示モジュール280はこれに限られず、比較的小型の表示部を有する電子機器に好適に用いることができる。例えば腕時計等の装着型の電子機器の表示部に好適に用いることができる。

[0384]

[発光装置100A]

図14Aに示す発光装置100Aは、基板301、発光デバイス130R、発光デバイス130G、発光デバイス130B、容量240、及び、トランジスタ310を有する。

[0385]

基板301は、図13A及び図13Bにおける基板291に相当する。トランジスタ310は、基板301にチャンネル形成領域を有するトランジスタである。基板301としては、例えば単結晶シリコン基板等の半導体基板を用いることができる。トランジスタ310は、基板301の一部、導電層311、低抵抗領域312、絶縁層313、及び、絶縁層314を有する。導電層311は、ゲート電極として機能する。絶縁層313は、基板301と導電層311の間に位置し、ゲート絶縁層として機能する。低抵抗領域312は、基板301に不純物がドーパされた領域であり、ソース又はドレインとして機能する。絶縁層314は、導電層311の側面を覆って設けられる。

[0386]

また、基板301に埋め込まれるように、隣接する2つのトランジスタ310の間に素子分離層315が設けられている。

[0387]

また、トランジスタ310を覆って絶縁層261が設けられ、絶縁層261上に容量240が設けられている。

[0388]

容量240は、導電層241と、導電層245と、これらの間に位置する絶縁層243を有する。

導電層 241 は、容量 240 の一方の電極として機能し、導電層 245 は、容量 240 の他方の電極として機能し、絶縁層 243 は、容量 240 の誘電体として機能する。

[0389]

導電層 241 は絶縁層 261 上に設けられ、絶縁層 254 に埋め込まれている。導電層 241 は、絶縁層 261 に埋め込まれたプラグ 271 によってトランジスタ 310 のソース又はドレインの一方と電氣的に接続されている。絶縁層 243 は導電層 241 を覆って設けられる。導電層 245 は、絶縁層 243 を介して導電層 241 と重なる領域に設けられている。

[0390]

容量 240 を覆って、絶縁層 255 が設けられ、絶縁層 255 上に絶縁層 174 が設けられ、絶縁層 174 上に絶縁層 175 が設けられている。絶縁層 175 上に発光デバイス 130R、発光デバイス 130G、及び、発光デバイス 130B が設けられている。図 14A では、発光デバイス 130R、発光デバイス 130G、及び、発光デバイス 130B が図 6A に示す積層構造を有する例を示す。隣り合う発光デバイスの間の領域には、絶縁物が設けられる。例えば図 14A では、当該領域に無機絶縁層 125 と、無機絶縁層 125 上の絶縁層 127 と、が設けられている。

[0391]

発光デバイス 130R が有する導電層 151R の側面と重なる領域を有するように絶縁層 156R が設けられ、発光デバイス 130G が有する導電層 151G の側面と重なる領域を有するように絶縁層 156G が設けられ、発光デバイス 130B が有する導電層 151B の側面と重なる領域を有するように絶縁層 156B が設けられる。また、導電層 151R 及び絶縁層 156R を覆うように導電層 152R が設けられ、導電層 151G 及び絶縁層 156G を覆うように導電層 152G が設けられ、導電層 151B 及び絶縁層 156B を覆うように導電層 152B が設けられる。さらに、発光デバイス 130R が有する有機化合物層 103R 上には、犠牲層 158R が位置し、発光デバイス 130G が有する有機化合物層 103G 上には、犠牲層 158G が位置し、発光デバイス 130B が有する有機化合物層 103B 上には、犠牲層 158B が位置する。

[0392]

導電層 151R、導電層 151G、及び導電層 151B は、絶縁層 243、絶縁層 255、絶縁層 174、及び絶縁層 175 に埋め込まれたプラグ 256、絶縁層 254 に埋め込まれた導電層 241、及び、絶縁層 261 に埋め込まれたプラグ 271 によってトランジスタ 310 のソース又はドレインの一方と電氣的に接続されている。絶縁層 175 の上面の高さと、プラグ 256 の上面の高さは、一致又は概略一致している。プラグには各種導電材料を用いることができる。

[0393]

また、発光デバイス 130R、発光デバイス 130G、及び、発光デバイス 130B 上には保護層 131 が設けられている。保護層 131 上には、樹脂層 122 によって基板 120 が貼り合わされている。発光デバイス 130 から基板 120 までの構成要素についての詳細は、実施の形態 2 を参照できる。基板 120 は、図 13A における基板 292 に相当する。

[0394]

図 14B は、図 14A に示す発光装置 100A の変形例である。図 14B に示す発光装置は、着色層 132R、着色層 132G、及び着色層 132B を有し、発光デバイス 130 が着色層 132R、着色層 132G、及び着色層 132B のうち一つと重なる領域を有する。図 14B に示す発光装置において、発光デバイス 130 は、例えば白色光を発することができる。また、例えば着色層 13

2 Rは赤色の光を透過し、着色層 1 3 2 Gは緑色の光を透過し、着色層 1 3 2 Bは青色の光を透過できる。

[0395]

[発光装置 1 0 0 B]

図 1 5 に、発光装置 1 0 0 B の斜視図を示し、図 1 6 A に、発光装置 1 0 0 B の断面図を示す。

[0396]

発光装置 1 0 0 B は、基板 3 5 2 と基板 3 5 1 とが貼り合わされた構成を有する。図 1 5 では、基板 3 5 2 を破線で明示している。

[0397]

発光装置 1 0 0 B は、画素部 1 7 7、接続部 1 4 0、回路 3 5 6、及び配線 3 5 5 等を有する。図 1 5 では発光装置 1 0 0 B に IC 3 5 4 及び FPC 3 5 3 が実装されている例を示している。このため、図 1 5 に示す構成は、発光装置 1 0 0 B と、IC（集積回路）と、FPC と、を有する表示モジュールということもできる。ここで、発光装置の基板に、FPC 等のコネクタが取り付けられたもの、又は当該基板に IC が実装されたものを、表示モジュールと呼ぶ。

[0398]

接続部 1 4 0 は、画素部 1 7 7 の外側に設けられる。接続部 1 4 0 は、画素部 1 7 7 の一辺又は複数の辺に沿って設けることができる。接続部 1 4 0 は、単数であっても複数であってもよい。図 1 5 では、表示部の四辺を囲むように接続部 1 4 0 が設けられている例を示す。接続部 1 4 0 では、発光デバイスの共通電極と、導電層とが電氣的に接続されており、共通電極に電位を供給できる。

[0399]

回路 3 5 6 としては、例えば走査線駆動回路を用いることができる。

[0400]

配線 3 5 5 は、画素部 1 7 7 及び回路 3 5 6 に信号及び電力を供給する機能を有する。当該信号及び電力は、FPC 3 5 3 を介して外部から、又は IC 3 5 4 から配線 3 5 5 に入力される。

[0401]

図 1 5 では、COG（Chip On Glass）方式又はCOF（Chip on Film）方式等により、基板 3 5 1 に IC 3 5 4 が設けられている例を示す。IC 3 5 4 は、例えば走査線駆動回路又は信号線駆動回路等を有する IC を適用できる。なお、発光装置 1 0 0 B 及び表示モジュールは、IC を設けない構成としてもよい。また、IC を、例えばCOF方式により、FPC に実装してもよい。

[0402]

図 1 6 A に、発光装置 1 0 0 B の、FPC 3 5 3 を含む領域の一部、回路 3 5 6 の一部、画素部 1 7 7 の一部、接続部 1 4 0 の一部、及び、端部を含む領域の一部をそれぞれ切断したときの断面の一例を示す。

[0403]

図 1 6 A に示す発光装置 1 0 0 B は、基板 3 5 1 と基板 3 5 2 の間に、トランジスタ 2 0 1、トランジスタ 2 0 5、赤色の光を発する発光デバイス 1 3 0 R、緑色の光を発する発光デバイス 1 3 0 G、及び、発光デバイス 1 3 0 B 等を有する。

[0404]

発光デバイス 1 3 0 R、発光デバイス 1 3 0 G、及び発光デバイス 1 3 0 B は、画素電極の構成が

異なる点以外は、それぞれ、図 6 A に示す積層構造を有する。発光デバイスの詳細は実施の形態 1 および実施の形態 2 を参照できる。

[0405]

発光デバイス 130R は、導電層 224R と、導電層 224R 上の導電層 151R と、導電層 151R 上の導電層 152R と、を有する。発光デバイス 130G は、導電層 224G と、導電層 224G 上の導電層 151G と、導電層 151G 上の導電層 152G と、を有する。発光デバイス 130B は、導電層 224B と、導電層 224B 上の導電層 151B と、導電層 151B 上の導電層 152B と、を有する。ここで、導電層 224R、導電層 151R、及び導電層 152R の全てをまとめて、発光デバイス 130R の画素電極と呼ぶこともでき、導電層 224R を除いた導電層 151R 及び導電層 152R を、発光デバイス 130R の画素電極と呼ぶこともできる。同様に、導電層 224G、導電層 151G、及び導電層 152G の全てをまとめて、発光デバイス 130G の画素電極と呼ぶこともでき、導電層 224G を除いた導電層 151G 及び導電層 152G を、発光デバイス 130G の画素電極と呼ぶこともできる。また、導電層 224B、導電層 151B、及び導電層 152B の全てをまとめて、発光デバイス 130B の画素電極と呼ぶこともでき、導電層 224B を除いた導電層 151B 及び導電層 152B を、発光デバイス 130B の画素電極と呼ぶこともできる。

[0406]

導電層 224R は、絶縁層 214 に設けられた開口を介して、トランジスタ 205 が有する導電層 222b と接続されている。導電層 224R の端部よりも外側に導電層 151R の端部が位置している。導電層 151R の側面と接する領域を有するように絶縁層 156R が設けられ、導電層 151R 及び絶縁層 156R を覆うように導電層 152R が設けられる。

[0407]

発光デバイス 130G における導電層 224G、導電層 151G、導電層 152G、絶縁層 156G、及び発光デバイス 130B における導電層 224B、導電層 151B、導電層 152B、絶縁層 156B については、発光デバイス 130R における導電層 224R、導電層 151R、導電層 152R、絶縁層 156R と同様であるため詳細な説明は省略する。

[0408]

導電層 224R、導電層 224G、及び導電層 224B には、絶縁層 214 に設けられた開口を覆うように凹部が形成される。当該凹部には、層 128 が埋め込まれている。

[0409]

層 128 は、導電層 224R、導電層 224G、及び導電層 224B の凹部を平坦化する機能を有する。導電層 224R、導電層 224G、及び導電層 224B 及び層 128 上には、導電層 224R、導電層 224G、及び導電層 224B と電氣的に接続される導電層 151R、導電層 151G、及び導電層 151B が設けられている。したがって、導電層 224R、導電層 224G、及び導電層 224B の凹部と重なる領域も発光領域として使用でき、画素の開口率を高めることができる。

[0410]

層 128 は、絶縁層であってもよく、導電層であってもよい。層 128 には、各種無機絶縁材料、有機絶縁材料、及び導電材料を適宜用いることができる。特に、層 128 は、絶縁材料を用いて形成されることが好ましく、有機絶縁材料を用いて形成されることが特に好ましい。層 128 には、例えば前述の絶縁層 127 に用いることができる有機絶縁材料を適用できる。

[0411]

発光デバイス130R、発光デバイス130G、及び発光デバイス130B上には保護層131が設けられている。保護層131と基板352は接着層142を介して接着されている。基板352には、遮光層157が設けられている。発光デバイス130の封止には、固体封止構造又は中空封止構造等が適用できる。図16Aでは、基板352と基板351との間の空間が、接着層142で充填されており、固体封止構造が適用されている。又は、当該空間を不活性ガス（窒素又はアルゴン等）で充填し、中空封止構造を適用してもよい。このとき、接着層142は、発光デバイスと重ならないように設けられていてもよい。また、当該空間を、枠状に設けられた接着層142とは異なる樹脂で充填してもよい。

[0412]

図16Aでは、接続部140が、導電層224R、導電層224G、及び導電層224Bと同一の導電膜を加工して得られた導電層224Cと、導電層151R、導電層151G、及び導電層151Bと同一の導電膜を加工して得られた導電層151Cと、導電層152R、導電層152G、及び導電層152Bと同一の導電膜を加工して得られた導電層152Cと、を有する例を示している。また、図16Aでは、導電層151Cの側面と重なる領域を有するように絶縁層156Cが設けられる例を示している。

[0413]

発光装置100Bは、トップエミッション型である。発光デバイスが発する光は、基板352側に射出される。基板352には、可視光に対する透過性が高い材料を用いることが好ましい。画素電極は可視光を反射する材料を含み、対向電極（共通電極155）は可視光を透過する材料を含む。

[0414]

トランジスタ201及びトランジスタ205は、いずれも基板351上に形成されている。これらのトランジスタは、同一の材料及び同一の工程により作製できる。

[0415]

基板351上には、絶縁層211、絶縁層213、絶縁層215、及び絶縁層214がこの順で設けられている。絶縁層211は、その一部が各トランジスタのゲート絶縁層として機能する。絶縁層213は、その一部が各トランジスタのゲート絶縁層として機能する。絶縁層215は、トランジスタを覆って設けられる。絶縁層214は、トランジスタを覆って設けられ、平坦化層としての機能を有する。なお、ゲート絶縁層の数及びトランジスタを覆う絶縁層の数は限定されず、それぞれ単層であっても2層以上であってもよい。

[0416]

トランジスタを覆う絶縁層の少なくとも一層に、水及び水素等の不純物が拡散しにくい材料を用いることが好ましい。これにより、絶縁層をバリア層として機能させることができる。このような構成とすることで、トランジスタに外部から不純物が拡散することを効果的に抑制でき、発光装置の信頼性を高めることができる。

[0417]

絶縁層211、絶縁層213、及び絶縁層215としては、それぞれ、無機絶縁膜を用いることが好ましい。無機絶縁膜としては、例えば、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、又は窒化アルミニウム膜等を用いることができる。また、酸化ハフニウム膜、酸化イットリウム膜、酸化ジルコニウム膜、酸化ガリウム膜、酸化タンタ

ル膜、酸化マグネシウム膜、酸化ランタン膜、酸化セリウム膜、及び酸化ネオジム膜等を用いてもよい。また、上述の絶縁膜を2以上積層して用いてもよい。

[0418]

平坦化層として機能する絶縁層214には、有機絶縁層が好適である。有機絶縁層に用いることができる材料としては、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、ポリアミド樹脂、ポリイミドアミド樹脂、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が挙げられる。また、絶縁層214を、有機絶縁層と、無機絶縁層との積層構造にしてもよい。絶縁層214の最表層は、エッチング保護層としての機能を有することが好ましい。これにより、導電層224R、導電層151R、又は導電層152R等の加工時に、絶縁層214に凹部が形成されることを抑制できる。又は、絶縁層214には、導電層224R、導電層151R、又は導電層152R等の加工時に、凹部が設けられてもよい。

[0419]

トランジスタ201及びトランジスタ205は、ゲートとして機能する導電層221、ゲート絶縁層として機能する絶縁層211、ソース及びドレインとして機能する導電層222a及び導電層222b、半導体層231、ゲート絶縁層として機能する絶縁層213、並びに、ゲートとして機能する導電層223を有する。ここでは、同一の導電膜を加工して得られる複数の層に、同じハッチングパターンを付している。絶縁層211は、導電層221と半導体層231との間に位置する。絶縁層213は、導電層223と半導体層231との間に位置する。

[0420]

本実施の形態の発光装置が有するトランジスタの構造は特に限定されない。例えば、プレーナ型のトランジスタ、スタガ型のトランジスタ、又は逆スタガ型のトランジスタ等を用いることができる。また、トップゲート型又はボトムゲート型のいずれのトランジスタ構造としてもよい。又は、チャネルが形成される半導体層の上下にゲートが設けられていてもよい。

[0421]

トランジスタ201及びトランジスタ205には、チャネルが形成される半導体層を2つのゲートで挟持する構成が適用されている。2つのゲートを接続し、これらに同一の信号を供給することによりトランジスタを駆動してもよい。又は、2つのゲートのうち、一方に閾値電圧を制御するための電位を与え、他方に駆動のための電位を与えることで、トランジスタの閾値電圧を制御してもよい。

[0422]

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するため好ましい。

[0423]

トランジスタの半導体層は、金属酸化物を有することが好ましい。つまり、本実施の形態の発光装置は、金属酸化物をチャネル形成領域に用いたトランジスタ（以下、OSトランジスタ）を用いることが好ましい。

[0424]

結晶性を有する酸化物半導体としては、CAAC（c-axis-aligned crystal）

l l i n e) - O S、又は n c (n a n o c r y s t a l l i n e) - O S等が挙げられる。

[0425]

又は、シリコンをチャネル形成領域に用いたトランジスタ (S i トランジスタ) を用いてもよい。シリコンとしては、単結晶シリコン、多結晶シリコン、又は非晶質シリコン等が挙げられる。特に、半導体層に低温ポリシリコン (L T P S (L o w T e m p e r a t u r e P o l y S i l i c o n)) を有するトランジスタ (以下、L T P S トランジスタともいう) を用いることができる。L T P S トランジスタは、電界効果移動度が高く、周波数特性が良好である。

[0426]

L T P S トランジスタ等の S i トランジスタを適用することで、高周波数で駆動する必要のある回路 (例えばソースドライバ回路) を表示部と同一基板上に作り込むことができる。これにより、発光装置に実装される外部回路を簡略化でき、部品コスト及び実装コストを削減できる。

[0427]

O S トランジスタは、非晶質シリコンを用いたトランジスタと比較して電界効果移動度が極めて高い。また、O S トランジスタは、オフ状態におけるソースドレイン間のリーク電流 (以下、オフ電流ともいう) が著しく小さく、当該トランジスタと直列に接続された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。また、O S トランジスタを適用することで、発光装置の消費電力を低減できる。

[0428]

また、画素回路に含まれる発光デバイスの発光輝度を高くする場合、発光デバイスに流す電流量を大きくする必要がある。このためには、画素回路に含まれている駆動トランジスタのソースドレイン間電圧を高くする必要がある。O S トランジスタは、S i トランジスタと比較して、ソースドレイン間において耐圧が高いため、O S トランジスタのソースドレイン間には高い電圧を印加できる。したがって、画素回路に含まれる駆動トランジスタをO S トランジスタとすることで、発光デバイスに流れる電流量を大きくし、発光デバイスの発光輝度を高くすることができる。

[0429]

また、トランジスタが飽和領域で動作する場合において、O S トランジスタは、S i トランジスタよりも、ゲートソース間電圧の変化に対して、ソースドレイン間電流の変化を小さくすることができる。このため、画素回路に含まれる駆動トランジスタとしてO S トランジスタを適用することによって、ゲートソース間電圧の変化によって、ソースドレイン間に流れる電流を細かく定めることができるため、発光デバイスに流れる電流量を制御できる。このため、画素回路における階調を大きくすることができる。

[0430]

また、トランジスタが飽和領域で動作するときに流れる電流の飽和特性において、O S トランジスタは、ソースドレイン間電圧が徐々に高くなった場合においても、S i トランジスタよりも安定した電流 (飽和電流) を流すことができる。このため、O S トランジスタを駆動トランジスタとして用いることで、例えば、発光デバイスの電流-電圧特性にばらつきが生じた場合においても、発光デバイスに安定した電流を流すことができる。つまり、O S トランジスタは、飽和領域で動作する場合において、ソースドレイン間電圧を高くしても、ソースドレイン間電流がほぼ変化しないため、発光デバイスの発光輝度を安定させることができる。

[0431]

上記のとおり、画素回路に含まれる駆動トランジスタにOSトランジスタを用いることで、「黒浮きの抑制」、「発光輝度の上昇」、「多階調化」、及び「発光デバイスのばらつきの抑制」等を図ることができる。

[0432]

半導体層は、例えば、インジウムと、M（Mは、ガリウム、アルミニウム、シリコン、ホウ素、イットリウム、スズ、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、及びマグネシウムから選ばれた一種又は複数種）と、亜鉛と、を有することが好ましい。特に、Mは、アルミニウム、ガリウム、イットリウム、及びスズから選ばれた一種又は複数種であることが好ましい。

[0433]

特に、半導体層として、インジウム（In）、ガリウム（Ga）、及び亜鉛（Zn）を含む酸化物（IGZOとも記す）を用いることが好ましい。又は、インジウム、スズ、及び亜鉛を含む酸化物を用いることが好ましい。又は、インジウム、ガリウム、スズ、及び亜鉛を含む酸化物を用いることが好ましい。又は、インジウム（In）、アルミニウム（Al）、及び亜鉛（Zn）を含む酸化物（IAZOとも記す）を用いることが好ましい。又は、インジウム（In）、アルミニウム（Al）、ガリウム（Ga）、及び亜鉛（Zn）を含む酸化物（IAGZOとも記す）を用いることが好ましい。

[0434]

半導体層がIn-M-Zn酸化物の場合、当該In-M-Zn酸化物におけるInの原子数比はMの原子数比以上であることが好ましい。このようなIn-M-Zn酸化物の金属元素の原子数比として、In:M:Zn=1:1:1又はその近傍の組成、In:M:Zn=1:1:1.2又はその近傍の組成、In:M:Zn=2:1:3又はその近傍の組成、In:M:Zn=3:1:2又はその近傍の組成、In:M:Zn=4:2:3又はその近傍の組成、In:M:Zn=4:2:4.1又はその近傍の組成、In:M:Zn=5:1:3又はその近傍の組成、In:M:Zn=5:1:6又はその近傍の組成、In:M:Zn=5:1:7又はその近傍の組成、In:M:Zn=5:1:8又はその近傍の組成、In:M:Zn=6:1:6又はその近傍の組成、In:M:Zn=5:2:5又はその近傍の組成、等が挙げられる。なお、近傍の組成とは、所望の原子数比の±30%の範囲を含む。

[0435]

例えば、原子数比がIn:Ga:Zn=4:2:3又はその近傍の組成と記載する場合、Inの原子数比を4としたとき、Gaの原子数比が1以上3以下であり、Znの原子数比が2以上4以下である場合を含む。また、原子数比がIn:Ga:Zn=5:1:6又はその近傍の組成と記載する場合、Inの原子数比を5としたときに、Gaの原子数比が0.1より大きく2以下であり、Znの原子数比が5以上7以下である場合を含む。また、原子数比がIn:Ga:Zn=1:1:1又はその近傍の組成と記載する場合、Inの原子数比を1としたときに、Gaの原子数比が0.1より大きく2以下であり、Znの原子数比が0.1より大きく2以下である場合を含む。

[0436]

回路356が有するトランジスタと、画素部177が有するトランジスタは、同じ構造であってもよく、異なる構造であってもよい。回路356が有する複数のトランジスタの構造は、全て同じで

あってもよく、２種類以上あってもよい。同様に、画素部１７７が有する複数のトランジスタの構造は、全て同じであってもよく、２種類以上あってもよい。

[０４３７]

画素部１７７が有するトランジスタの全てをＯＳトランジスタとしてもよく、画素部１７７が有するトランジスタの全てをＳｉトランジスタとしてもよく、画素部１７７が有するトランジスタの一部をＯＳトランジスタとし、残りをＳｉトランジスタとしてもよい。

[０４３８]

例えば、画素部１７７にＬＴＰＳトランジスタとＯＳトランジスタとの双方を用いることで、消費電力が低く、駆動能力の高い発光装置を実現できる。また、ＬＴＰＳトランジスタと、ＯＳトランジスタとを、組み合わせる構成をＬＴＰＯと呼称する場合がある。なお、例えば配線の導通、非導通を制御するためのスイッチとして機能するトランジスタにＯＳトランジスタを適用し、電流を制御するトランジスタにＬＴＰＳトランジスタを適用することが好ましい。

[０４３９]

例えば、画素部１７７が有するトランジスタの一は、発光デバイスに流れる電流を制御するためのトランジスタとして機能し、駆動トランジスタと呼ぶことができる。駆動トランジスタのソース及びドレインの一方は、発光デバイスの画素電極と電氣的に接続される。当該駆動トランジスタには、ＬＴＰＳトランジスタを用いることが好ましい。これにより、画素回路において発光デバイスに流れる電流を大きくできる。

[０４４０]

一方、画素部１７７が有するトランジスタの他の一は、画素の選択、非選択を制御するためのスイッチとして機能し、選択トランジスタとも呼ぶことができる。選択トランジスタのゲートはゲート線と電氣的に接続され、ソース及びドレインの一方は、ソース線（信号線）と電氣的に接続される。選択トランジスタには、ＯＳトランジスタを適用することが好ましい。これにより、フレーム周波数を著しく小さく（例えば１ｆｐｓ以下）しても、画素の階調を維持できるため、静止画を表示する際にドライバを停止することで、消費電力を低減できる。

[０４４１]

このように本発明の一態様の発光装置は、高い開口率と、高い精細度と、高い表示品位と、低い消費電力と、を兼ね備えることができる。

[０４４２]

なお、本発明の一態様の発光装置は、ＯＳトランジスタを有し、且つＭＭＬ（メタルマスクレス）構造の発光デバイスを有する構成である。当該構成とすることで、トランジスタに流れうるリーク電流、及び隣接する発光デバイス間に流れうるリーク電流（横方向リーク電流、横リーク電流、又はラテラルリーク電流と呼称する場合がある）を、極めて低くすることができる。また、上記構成とすることで、発光装置に画像を表示した場合に、観察者が画像のきれ、画像のするどさ、高い彩度、及び高いコントラスト比のいずれか一又は複数を観測できる。なお、トランジスタに流れうるリーク電流、及び発光デバイス間の横リーク電流が極めて低い構成とすることで、黒表示時に生じる光漏れ（いわゆる黒浮き）等が限りなく少ない表示とすることができる。

[０４４３]

特に、ＭＭＬ構造の発光デバイスの中でも、先に示すＳＢＳ構造を適用することで、発光デバイスの間に設けられる層（例えば、発光デバイス間で共通して用いる有機層、共通層ともいう）が分

断された構成となるため、サイドリークをなくす、又はサイドリークを極めて少なくすることができる。

[0444]

図16B及び図16Cに、トランジスタの他の構成例を示す。

[0445]

トランジスタ209及びトランジスタ210は、ゲートとして機能する導電層221、ゲート絶縁層として機能する絶縁層211、チャネル形成領域231i及び一对の低抵抗領域231nを有する半導体層231、一对の低抵抗領域231nの一方と接続する導電層222a、一对の低抵抗領域231nの他方と接続する導電層222b、ゲート絶縁層として機能する絶縁層225、ゲートとして機能する導電層223、並びに、導電層223を覆う絶縁層215を有する。絶縁層211は、導電層221とチャネル形成領域231iとの間に位置する。絶縁層225は、少なくとも導電層223とチャネル形成領域231iとの間に位置する。さらに、トランジスタを覆う絶縁層218を設けてもよい。

[0446]

図16Bに示すトランジスタ209では、絶縁層225が半導体層231の上面及び側面を覆う例を示す。導電層222a及び導電層222bは、それぞれ、絶縁層225及び絶縁層215に設けられた開口を介して低抵抗領域231nと接続される。導電層222a及び導電層222bのうち、一方はソースとして機能し、他方はドレインとして機能する。

[0447]

一方、図16Cに示すトランジスタ210では、絶縁層225は、半導体層231のチャネル形成領域231iと重なり、低抵抗領域231nとは重ならない。例えば、導電層223をマスクとして絶縁層225を加工することで、図16Cに示す構造を作製できる。図16Cでは、絶縁層225及び導電層223を覆って絶縁層215が設けられ、絶縁層215の開口を介して、導電層222a及び導電層222bがそれぞれ低抵抗領域231nと接続されている。

[0448]

基板351の、基板352が重ならない領域には、接続部204が設けられている。接続部204では、配線355が導電層166及び接続層242を介してFPC353と電氣的に接続されている。導電層166は、導電層224R、導電層224G、及び導電層224Bと同一の導電膜を加工して得られた導電膜と、導電層151R、導電層151G、及び導電層151Bと同一の導電膜を加工して得られた導電膜と、導電層152R、導電層152G、及び導電層152Bと同一の導電膜を加工して得られた導電膜と、の積層構造である例を示す。接続部204の上面では、導電層166が露出している。これにより、接続部204とFPC353とを接続層242を介して電氣的に接続できる。

[0449]

基板352の基板351側の面には、遮光層157を設けることが好ましい。遮光層157は、隣り合う発光デバイスの間、接続部140、及び、回路356等に設けることができる。また、基板352の外側には各種光学部材を配置できる。

[0450]

基板351及び基板352としては、それぞれ、基板120に用いることができる材料を適用できる。

[0451]

接着層142としては、樹脂層122に用いることができる材料を適用できる。

[0452]

接続層242としては、異方性導電フィルム（ACF：Anisotropic Conductive Film）、又は異方性導電ペースト（ACP：Anisotropic Conductive Paste）等を用いることができる。

[0453]

[発光装置100H]

図17に示す発光装置100Hは、ボトムエミッション型の発光装置である点で、図16に示す発光装置100Aと主に相違する。

[0454]

発光デバイスが発する光は、基板351側に射出される。基板351には、可視光に対する透過性が高い材料を用いることが好ましい。一方、基板352に用いる材料の透光性は問わない。

[0455]

基板351とトランジスタ201との間、基板351とトランジスタ205との間には、遮光層157を形成することが好ましい。図17では、基板351上に遮光層157が設けられ、遮光層157上に絶縁層153が設けられ、絶縁層153上にトランジスタ201、205などが設けられている例を示す。

[0456]

発光デバイス130Rは、導電層112Rと、導電層112R上の導電層126Rと、導電層126R上の導電層129Rと、を有する。

[0457]

発光デバイス130Bは、導電層112Bと、導電層112B上の導電層126Bと、導電層126B上の導電層129Bと、を有する。

[0458]

導電層112R、112B、126R、126B、129R、129Bには、それぞれ、可視光に対する透過性が高い材料を用いる。共通電極155には可視光を反射する材料を用いることが好ましい。

[0459]

なお、図17では、発光デバイス130Gを図示していないが、発光デバイス130Gも設けられている。

[0460]

また、図17などでは、層128の上面が平坦部を有する例を示すが、層128の形状は、特に限定されない。

[0461]

[発光装置100C]

図18Aに示す発光装置100Cは、図16Aに示す発光装置100Bの変形例であり、着色層132R、着色層132G、及び着色層132Bを有する点で、発光装置100Bと主に相違する。

[0462]

発光装置100Cにおいて、発光デバイス130は、着色層132R、着色層132G、及び着色

層 1 3 2 B のうち一つと重なる領域を有する。着色層 1 3 2 R、着色層 1 3 2 G、及び着色層 1 3 2 B は、基板 3 5 2 の基板 3 5 1 側の面に設けることができる。着色層 1 3 2 R の端部、着色層 1 3 2 G の端部、及び着色層 1 3 2 B の端部は、遮光層 1 5 7 と重ねることができる。

[0 4 6 3]

発光装置 1 0 0 C において、発光デバイス 1 3 0 は、例えば白色光を発することができる。また、例えば着色層 1 3 2 R は赤色の光を透過し、着色層 1 3 2 G は緑色の光を透過し、着色層 1 3 2 B は青色の光を透過できる。なお、発光装置 1 0 0 C は、保護層 1 3 1 と接着層 1 4 2 の間に着色層 1 3 2 R、着色層 1 3 2 G、及び着色層 1 3 2 B を設ける構成としてもよい。

[0 4 6 4]

図 1 6 A 及び図 1 8 A 等では、層 1 2 8 の上面が平坦部を有する例を示すが、層 1 2 8 の形状は、特に限定されない。図 1 8 B 乃至図 1 8 D に、層 1 2 8 の変形例を示す。

[0 4 6 5]

図 1 8 B 及び図 1 8 D に示すように、層 1 2 8 の上面は、断面視において、中央及びその近傍が窪んだ形状、つまり、凹曲面を有する形状を有する構成とすることができる。

[0 4 6 6]

また、図 1 8 C に示すように、層 1 2 8 の上面は、断面視において、中央及びその近傍が膨らんだ形状、つまり、凸曲面を有する形状を有する構成とすることができる。

[0 4 6 7]

また、層 1 2 8 の上面は、凸曲面及び凹曲面の一方又は双方を有していてもよい。また、層 1 2 8 の上面が有する凸曲面及び凹曲面の数はそれぞれ限定されず、一つ又は複数とすることができる。

[0 4 6 8]

また、層 1 2 8 の上面の高さと、導電層 2 2 4 R の上面の高さと、は、一致又は概略一致していてもよく、互いに異なってもよい。例えば、層 1 2 8 の上面の高さは、導電層 2 2 4 R の上面の高さより低くてもよく、高くてもよい。

[0 4 6 9]

また、図 1 8 B は、導電層 2 2 4 R に形成された凹部の内部に層 1 2 8 が収まっている例ともいえる。一方、図 1 8 D のように、導電層 2 2 4 R に形成された凹部の外側に層 1 2 8 が存在する、つまり、当該凹部よりも層 1 2 8 の上面の幅が広がって形成されていてもよい。

[0 4 7 0]

本実施の形態は、他の実施の形態、又は実施例と適宜組み合わせることができる。また、本明細書において、1 つの実施の形態の中に、複数の構成例が示される場合は、構成例を適宜組み合わせることが可能である。

[0 4 7 1]

(実施の形態 5)

本実施の形態では、本発明の一態様の電子機器について説明する。

[0 4 7 2]

本実施の形態の電子機器は、表示部に本発明の一態様の発光装置を有する。本発明の一態様の発光装置は信頼性が高く、また高精細化及び高解像度化が容易である。したがって、様々な電子機器の表示部に用いることができる。

[0 4 7 3]

電子機器としては、例えば、テレビジョン装置、デスクトップ型もしくはノート型のパーソナルコンピュータ、コンピュータ用等のモニタ、デジタルサイネージ、パチンコ機等の大型ゲーム機等の比較的大きな画面を備える電子機器の他、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、携帯型ゲーム機、携帯情報端末、音響再生装置、等が挙げられる。

[0474]

特に、本発明の一態様の発光装置は、精細度を高めることが可能なため、比較的小さな表示部を有する電子機器に好適に用いることができる。このような電子機器としては、例えば、腕時計型及びブレスレット型の情報端末機（ウェアラブル機器）、並びに、ヘッドマウントディスプレイ等のVR向け機器、メガネ型のAR向け機器、及び、MR向け機器等、頭部に装着可能なウェアラブル機器等が挙げられる。

[0475]

本発明の一態様の発光装置は、HD（画素数1280×720）、FHD（画素数1920×1080）、WQHD（画素数2560×1440）、WQXGA（画素数2560×1600）、4K（画素数3840×2160）、8K（画素数7680×4320）といった極めて高い解像度を有していることが好ましい。特に4K、8K、又はそれ以上の解像度とすることが好ましい。また、本発明の一態様の発光装置における画素密度（精細度）は、100ppi以上が好ましく、300ppi以上が好ましく、500ppi以上がより好ましく、1000ppi以上がより好ましく、2000ppi以上がより好ましく、3000ppi以上がより好ましく、5000ppi以上がより好ましく、7000ppi以上がさらに好ましい。このように高い解像度及び高い精細度の一方又は双方を有する発光装置を用いることで、携帯型又は家庭用途等のパーソナルユースの電子機器において、臨場感及び奥行き感等をより高めることが可能となる。また、本発明の一態様の発光装置の画面比率（アスペクト比）については、特に限定はない。例えば、発光装置は、1:1（正方形）、4:3、16:9、及び16:10等様々な画面比率に対応できる。

[0476]

本実施の形態の電子機器は、センサ（力、変位、位置、速度、加速度、角速度、回転数、距離、光、液、磁気、温度、化学物質、音声、時間、硬度、電場、電流、電圧、電力、放射線、流量、湿度、傾度、振動、におい又は赤外線を測定する機能を含むもの）を有していてもよい。

[0477]

本実施の形態の電子機器は、様々な機能を有することができる。例えば、様々な情報（静止画、動画、テキスト画像等）を表示部に表示する機能、タッチパネル機能、カレンダー、日付又は時刻等を表示する機能、様々なソフトウェア（プログラム）を実行する機能、無線通信機能、記録媒体に記録されているプログラム又はデータを読み出す機能等を有することができる。

[0478]

図19A乃至図19Dを用いて、頭部に装着可能なウェアラブル機器の一例を説明する。これらウェアラブル機器は、ARのコンテンツを表示する機能、VRのコンテンツを表示する機能、SRのコンテンツを表示する機能、MRのコンテンツを表示する機能のうち少なくとも一つを有する。電子機器が、AR、VR、SR、及びMR等の少なくとも一つのコンテンツを表示する機能を有することで、使用者の没入感を高めることが可能となる。

[0479]

図19Aに示す電子機器700A、及び、図19Bに示す電子機器700Bは、それぞれ、一对の

表示パネル 751 と、一対の筐体 721 と、通信部（図示しない）と、一対の装着部 723 と、制御部（図示しない）と、撮像部（図示しない）と、一対の光学部材 753 と、フレーム 757 と、一対の鼻パッド 758 と、を有する。

[0480]

表示パネル 751 には、本発明の一態様の発光装置を適用できる。したがって信頼性が高い電子機器とすることができる。

[0481]

電子機器 700A、及び、電子機器 700B は、それぞれ、光学部材 753 の表示領域 756 に、表示パネル 751 で表示した画像を投影できる。光学部材 753 は透光性を有するため、使用者は光学部材 753 を通して視認される透過像に重ねて、表示領域に表示された画像を見ることができる。したがって、電子機器 700A、及び、電子機器 700B は、それぞれ、AR 表示が可能な電子機器である。

[0482]

電子機器 700A、及び、電子機器 700B には、撮像部として、前方を撮像することのできるカメラが設けられていてもよい。また、電子機器 700A、及び、電子機器 700B は、それぞれ、ジャイロセンサ等の加速度センサを備えることで、使用者の頭部の向きを検知して、その向きに応じた画像を表示領域 756 に表示することもできる。

[0483]

通信部は無線通信機を有し、当該無線通信機により例えば映像信号を供給できる。なお、無線通信機に代えて、又は無線通信機に加えて、映像信号及び電源電位が供給されるケーブルを接続可能なコネクタを備えていてもよい。

[0484]

また、電子機器 700A、及び、電子機器 700B には、バッテリーが設けられており、無線及び有線的一方又は双方によって充電できる。

[0485]

筐体 721 には、タッチセンサモジュールが設けられていてもよい。タッチセンサモジュールは、筐体 721 の外側の面がタッチされることを検出する機能を有する。タッチセンサモジュールにより、使用者のタップ操作又はスライド操作等を検出し、様々な処理を実行できる。例えば、タップ操作によって動画の一時停止又は再開等の処理を実行することが可能となり、スライド操作により、早送り又は早戻しの処理を実行すること等が可能となる。また、2つの筐体 721 のそれぞれにタッチセンサモジュールを設けることで、操作の幅を広げることができる。

[0486]

タッチセンサモジュールとしては、様々なタッチセンサを適用できる。例えば、静電容量方式、抵抗膜方式、赤外線方式、電磁誘導方式、表面弾性波方式、又は光学方式等、種々の方式を採用できる。特に、静電容量方式又は光学方式のセンサを、タッチセンサモジュールに適用することが好ましい。

[0487]

光学方式のタッチセンサを用いる場合には、受光素子として、光電変換デバイス（光電変換素子ともいう）を用いることができる。光電変換デバイスの活性層には、無機半導体及び有機半導体の一方又は双方を用いることができる。

[0488]

図19Cに示す電子機器800A、及び、図19Dに示す電子機器800Bは、それぞれ、一对の表示部820と、筐体821と、通信部822と、一对の装着部823と、制御部824と、一对の撮像部825と、一对のレンズ832と、を有する。

[0489]

表示部820には、本発明の一態様の発光装置を適用できる。したがって信頼性が高い電子機器とすることができる。

[0490]

表示部820は、筐体821の内部の、レンズ832を通して視認できる位置に設けられる。また、一对の表示部820に異なる画像を表示させることで、視差を用いた3次元表示を行うこともできる。

[0491]

電子機器800A、及び、電子機器800Bは、それぞれ、VR向けの電子機器ということが出来る。電子機器800A又は電子機器800Bを装着した使用者は、レンズ832を通して、表示部820に表示される画像を視認できる。

[0492]

電子機器800A、及び、電子機器800Bは、それぞれ、レンズ832及び表示部820が、使用者の目の位置に応じて最適な位置となるように、これらの左右の位置を調整可能な機構を有していることが好ましい。また、レンズ832と表示部820との距離を変えることで、ピントを調整する機構を有していることが好ましい。

[0493]

装着部823により、使用者は電子機器800A又は電子機器800Bを頭部に装着できる。なお、例えば図19Cにおいては、メガネのつる（ジョイント、又はテンプル等ともいう）のような形状として例示しているがこれに限定されない。装着部823は、使用者が装着できればよく、例えば、ヘルメット型又はバンド型の形状としてもよい。

[0494]

撮像部825は、外部の情報を取得する機能を有する。撮像部825が取得したデータは、表示部820に出力できる。撮像部825には、イメージセンサを用いることができる。また、望遠、及び広角等の複数の画角に対応可能なように複数のカメラを設けてもよい。

[0495]

なお、ここでは撮像部825を有する例を示したが、対象物の距離を測定することのできる測距センサ（以下、検知部ともよぶ）を設ければよい。すなわち、撮像部825は、検知部の一態様である。検知部としては、例えばイメージセンサ、又は、ライダー（L I D A R : L i g h t D e t e c t i o n a n d R a n g i n g）等の距離画像センサを用いることができる。カメラによって得られた画像と、距離画像センサによって得られた画像とを用いることにより、より多くの情報を取得し、より高精度なジェスチャー操作を可能とすることができる。

[0496]

電子機器800Aは、骨伝導イヤフォンとして機能する振動機構を有していてもよい。例えば、表示部820、筐体821、及び装着部823のいずれかー又は複数に、当該振動機構を有する構成を適用できる。これにより、別途、ヘッドフォン、イヤフォン、又はスピーカ等の音響機器を必要

とせず、電子機器 800A を装着しただけで映像と音声を楽しむことができる。

[0497]

電子機器 800A、及び、電子機器 800B は、それぞれ、入力端子を有していてもよい。入力端子には映像出力機器等からの映像信号、及び、電子機器内に設けられるバッテリーを充電するための電力等を供給するケーブルを接続できる。

[0498]

本発明の一態様の電子機器は、イヤフォン 750 と無線通信を行う機能を有していてもよい。イヤフォン 750 は、通信部（図示しない）を有し、無線通信機能を有する。イヤフォン 750 は、無線通信機能により、電子機器から情報（例えば音声データ）を受信できる。例えば、図 19A に示す電子機器 700A は、無線通信機能によって、イヤフォン 750 に情報を送信する機能を有する。また、例えば、図 19C に示す電子機器 800A は、無線通信機能によって、イヤフォン 750 に情報を送信する機能を有する。

[0499]

また、電子機器がイヤフォン部を有していてもよい。図 19B に示す電子機器 700B は、イヤフォン部 727 を有する。例えば、イヤフォン部 727 と制御部とは、互いに有線接続されている構成とすることができる。イヤフォン部 727 と制御部とをつなぐ配線の一部は、筐体 721 又は装着部 723 の内部に配置されていてもよい。

[0500]

同様に、図 19D に示す電子機器 800B は、イヤフォン部 827 を有する。例えば、イヤフォン部 827 と制御部 824 とは、互いに有線接続されている構成とすることができる。イヤフォン部 827 と制御部 824 とをつなぐ配線の一部は、筐体 821 又は装着部 823 の内部に配置されていてもよい。また、イヤフォン部 827 と装着部 823 とがマグネットを有していてもよい。これにより、イヤフォン部 827 を装着部 823 に磁力によって固定でき、収納が容易となり好ましい。

[0501]

なお、電子機器は、イヤフォン又はヘッドフォン等を接続できる音声出力端子を有していてもよい。また、電子機器は、音声入力端子及び音声入力機構の一方又は双方を有していてもよい。音声入力機構としては、例えば、マイク等の集音装置を用いることができる。電子機器が音声入力機構を有することで、電子機器に、いわゆるヘッドセットとしての機能を付与してもよい。

[0502]

このように、本発明の一態様の電子機器としては、メガネ型（電子機器 700A、及び、電子機器 700B 等）と、ゴーグル型（電子機器 800A、及び、電子機器 800B 等）と、のどちらも好適である。

[0503]

また、本発明の一態様の電子機器は、有線又は無線によって、イヤフォンに情報を送信できる。

[0504]

図 20A に示す電子機器 6500 は、スマートフォンとして用いることのできる携帯情報端末機である。

[0505]

電子機器 6500 は、筐体 6501、表示部 6502、電源ボタン 6503、ボタン 6504、スピーカ 6505、マイク 6506、カメラ 6507、及び光源 6508 等を有する。表示部 650

2はタッチパネル機能を備える。

[0506]

表示部6502に、本発明の一態様の発光装置を適用できる。したがって信頼性が高い電子機器とすることができる。

[0507]

図20Bは、筐体6501のマイク6506側の端部を含む断面概略図である。

[0508]

筐体6501の表示面側には透光性を有する保護部材6510が設けられ、筐体6501と保護部材6510に囲まれた空間内に、表示パネル6511、光学部材6512、タッチセンサパネル6513、プリント基板6517、及びバッテリー6518等が配置されている。

[0509]

保護部材6510には、表示パネル6511、光学部材6512、及びタッチセンサパネル6513が接着層（図示しない）により固定されている。

[0510]

表示部6502よりも外側の領域において、表示パネル6511の一部が折り返されており、当該折り返された部分にFPC6515が接続されている。FPC6515には、IC6516が実装されている。FPC6515は、プリント基板6517に設けられた端子に接続されている。

[0511]

表示パネル6511には本発明の一態様のフレキシブルディスプレイを適用できる。このため、極めて軽量の電子機器を実現できる。また、表示パネル6511が極めて薄いため、電子機器の厚さを抑えつつ、大容量のバッテリー6518を搭載することもできる。また、表示パネル6511の一部を折り返して、画素部の裏側にFPC6515との接続部を配置することにより、狭額縁の電子機器を実現できる。

[0512]

図20Cにテレビジョン装置の一例を示す。テレビジョン装置7100は、筐体7171に表示部7000が組み込まれている。ここでは、スタンド7173により筐体7171を支持した構成を示している。

[0513]

表示部7000に、本発明の一態様の発光装置を適用できる。したがって信頼性が高い電子機器とすることができる。

[0514]

図20Cに示すテレビジョン装置7100の操作は、筐体7171が備える操作スイッチ、及び、別体のリモコン操作機7151により行うことができる。又は、表示部7000にタッチセンサを備えていてもよく、指等で表示部7000に触れることでテレビジョン装置7100を操作してもよい。リモコン操作機7151は、当該リモコン操作機7151から出力する情報を表示する表示部を有していてもよい。リモコン操作機7151が備える操作キー又はタッチパネルにより、チャンネル及び音量の操作を行うことができ、表示部7000に表示される映像を操作できる。

[0515]

なお、テレビジョン装置7100は、受信機及びモデム等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る。また、モデムを介して有線又は無線による通信ネットワ

ークに接続することにより、一方向（送信者から受信者）又は双方向（送信者と受信者間、あるいは受信者間等）の情報通信を行うことも可能である。

[0516]

図20Dに、ノート型パーソナルコンピュータの一例を示す。ノート型パーソナルコンピュータ7200は、筐体7211、キーボード7212、ポインティングデバイス7213、及び外部接続ポート7214等を有する。筐体7211に、表示部7000が組み込まれている。

[0517]

表示部7000に、本発明の一態様の発光装置を適用できる。したがって信頼性が高い電子機器とすることができる。

[0518]

図20E及び図20Fに、デジタルサイネージの一例を示す。

[0519]

図20Eに示すデジタルサイネージ7300は、筐体7301、表示部7000、及びスピーカ7303等を有する。さらに、LEDランプ、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、各種センサ、マイクロフォン等を有することができる。

[0520]

図20Fは円柱状の柱7401に取り付けられたデジタルサイネージ7400である。デジタルサイネージ7400は、柱7401の曲面に沿って設けられた表示部7000を有する。

[0521]

図20E及び図20Fにおいて、表示部7000に、本発明の一態様の発光装置を適用できる。したがって信頼性が高い電子機器とすることができる。

[0522]

表示部7000が広いほど、一度に提供できる情報量を増やすことができる。また、表示部7000が広いほど、人の目につきやすく、例えば、広告の宣伝効果を高めることができる。

[0523]

表示部7000にタッチパネルを適用することで、表示部7000に画像又は動画を表示するだけでなく、使用者が直感的に操作でき、好ましい。また、路線情報もしくは交通情報等の情報を提供するための用途に用いる場合には、直感的な操作によりユーザビリティを高めることができる。

[0524]

また、図20E及び図20Fに示すように、デジタルサイネージ7300又はデジタルサイネージ7400は、使用者が所持するスマートフォン等の情報端末機7311又は情報端末機7411と無線通信により連携可能であることが好ましい。例えば、表示部7000に表示される広告の情報を、情報端末機7311又は情報端末機7411の画面に表示させることができる。また、情報端末機7311又は情報端末機7411を操作することで、表示部7000の表示を切り替えることができる。

[0525]

また、デジタルサイネージ7300又はデジタルサイネージ7400に、情報端末機7311又は情報端末機7411の画面を操作手段（コントローラ）としたゲームを実行させることもできる。これにより、不特定多数の使用者が同時にゲームに参加し、楽しむことができる。

[0526]

図21A乃至図21Gに示す電子機器は、筐体9000、表示部9001、スピーカ9003、操作キー9005（電源スイッチ、又は操作スイッチを含む）、接続端子9006、センサ9007（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9008、等を有する。

[0527]

図21A乃至図21Gに示す電子機器は、様々な機能を有する。例えば、様々な情報（静止画、動画、テキスト画像等）を表示部に表示する機能、タッチパネル機能、カレンダー、日付又は時刻等を表示する機能、様々なソフトウェア（プログラム）によって処理を制御する機能、無線通信機能、記録媒体に記録されているプログラム又はデータを読み出して処理する機能、等を有することができる。なお、電子機器の機能はこれらに限られず、様々な機能を有することができる。電子機器は、複数の表示部を有していてもよい。また、電子機器にカメラ等を設け、静止画又は動画を撮影し、記録媒体（外部又はカメラに内蔵）に保存する機能、撮影した画像を表示部に表示する機能、等を有していてもよい。

[0528]

図21A乃至図21Gに示す電子機器の詳細について、以下説明を行う。

[0529]

図21Aは、携帯情報端末9171を示す斜視図である。携帯情報端末9171は、例えばスマートフォンとして用いることができる。なお、携帯情報端末9171は、スピーカ9003、接続端子9006、又はセンサ9007等を設けてもよい。また、携帯情報端末9171は、文字及び画像情報をその複数の面に表示できる。図21Aでは3つのアイコン9050を表示した例を示している。また、破線の矩形で示す情報9051を表示部9001の他の面に表示することもできる。情報9051の一例としては、電子メール、SNS、電話等の着信の通知、電子メール又はSNS等の題名、送信者名、日時、時刻、バッテリーの残量、電波強度等がある。又は、情報9051が表示されている位置にはアイコン9050等を表示してもよい。

[0530]

図21Bは、携帯情報端末9172を示す斜視図である。携帯情報端末9172は、表示部9001の3面以上に情報を表示する機能を有する。ここでは、情報9052、情報9053、情報9054がそれぞれ異なる面に表示されている例を示す。例えば使用者は、洋服の胸ポケットに携帯情報端末9172を収納した状態で、携帯情報端末9172の上方から観察できる位置に表示された情報9053を確認することもできる。使用者は、携帯情報端末9172をポケットから取り出すことなく表示を確認し、例えば電話を受けるか否かを判断できる。

[0531]

図21Cは、タブレット端末9173を示す斜視図である。タブレット端末9173は、一例として、移動電話、電子メール、文章閲覧及び作成、音楽再生、インターネット通信、コンピュータゲーム等の種々のアプリケーションの実行が可能である。タブレット端末9173は、筐体9000の正面に表示部9001、カメラ9002、マイクロフォン9008、スピーカ9003を有し、筐体9000の左側面には操作用のボタンとしての操作キー9005、底面には接続端子9006を有する。

[0532]

図 2 1 D は、腕時計型の携帯情報端末 9 2 0 0 を示す斜視図である。携帯情報端末 9 2 0 0 は、例えばスマートウォッチ（登録商標）として用いることができる。また、表示部 9 0 0 1 はその表示面が湾曲して設けられ、湾曲した表示面に沿って表示を行うことができる。また、携帯情報端末 9 2 0 0 は、例えば無線通信可能なヘッドセットと相互通信することによって、ハンズフリーで通話することもできる。また、携帯情報端末 9 2 0 0 は、接続端子 9 0 0 6 により、他の情報端末と相互にデータ伝送を行うこと、及び、充電を行うこともできる。なお、充電動作は無線給電により行ってもよい。

[0 5 3 3]

図 2 1 E 乃至図 2 1 G は、折り畳み可能な携帯情報端末 9 2 0 1 を示す斜視図である。また、図 2 1 E は携帯情報端末 9 2 0 1 を展開した状態、図 2 1 G は折り畳んだ状態、図 2 1 F は図 2 1 E と図 2 1 G の一方から他方に変化する途中の状態の斜視図である。携帯情報端末 9 2 0 1 は、折り畳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。携帯情報端末 9 2 0 1 が有する表示部 9 0 0 1 は、ヒンジ 9 0 5 5 によって連結された 3 つの筐体 9 0 0 0 に支持されている。例えば、表示部 9 0 0 1 は、曲率半径 0.1 mm 以上 1 5 0 mm 以下で曲げることができる。

[0 5 3 4]

本実施の形態は、他の実施の形態、又は実施例と適宜組み合わせることができる。また、本明細書において、1 つの実施の形態の中に、複数の構成例が示される場合は、構成例を適宜組み合わせることが可能である。

[実施例 1]

[0 5 3 5]

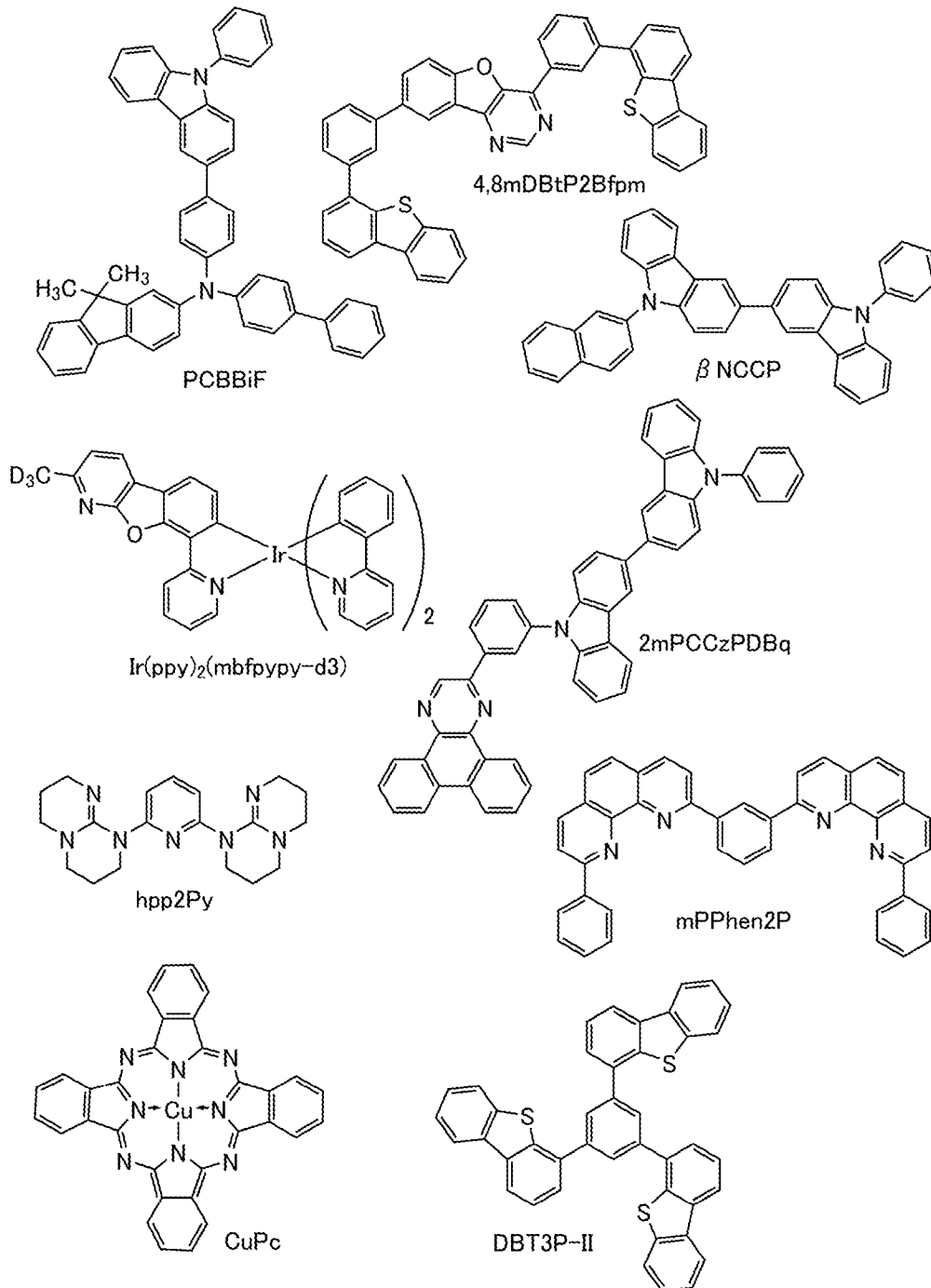
本実施例では、実施の形態で説明した本発明の一態様のデバイス 1 A、デバイス 1 B、およびデバイス 1 C を、真空一貫プロセスにて作製し、その特性を評価した結果について説明する。

[0 5 3 6]

デバイス 1 A、デバイス 1 B、およびデバイス 1 C に用いた有機化合物の構造式を以下に示す。

[0 5 3 7]

[化 1 6]



[0538]

なお、デバイス1Aは、図22に示すように、ガラス基板900上に形成された第1の電極901上に、第1のEL層903、中間層905、第2のEL層904、第2の電極902が積層されたタンデム構造を有する。

[0539]

第1のEL層903は、正孔注入層910、第1の正孔輸送層911、第1の発光層912、及び第1の電子輸送層913、が順次積層された構造を有する。中間層905は、電子注入バッファ領域914と、電子リレー領域および電荷発生領域を含む層915を有する。また、第2のEL層904は、第2の正孔輸送層916、第2の発光層917、第2の電子輸送層918、および電子注入層919が順次積層された構造を有する。

[0540]

<デバイス1Aの作製方法>

はじめに、ガラス基板900上に、反射電極として、銀 (Ag)、パラジウム (Pd)、銅 (Cu) を含む合金 (略称: APC) をスパッタリング法により、100nmの膜厚で成膜した後、透明電極として酸化珪素を含むインジウム錫酸化物 (ITO) をスパッタリング法により、100nmの膜厚で成膜して第1の電極901を形成した。なお、その電極面積は 4mm^2 ($2\text{mm} \times 2\text{mm}$) とした。なお、第1の電極は透明電極であり、上記反射電極と合わせて第1の電極901とみなすことができる。

[0541]

次に、第1のEL層903を設けた。まず、基板の上にデバイス1Aを形成するための前処理として、基板表面を水で洗浄し、 200°C で1時間焼成した。その後、 $1 \times 10^{-4}\text{Pa}$ 程度まで内部が減圧された真空蒸着装置に基板を導入し、真空蒸着装置内の加熱室において、 170°C で30分間の真空焼成を行った。その後、30分程度自然冷却させた。

[0542]

次に、第1の電極901が形成された面が下方となるように、第1の電極901が形成された基板を真空蒸着装置内に設けられた基板ホルダーに固定し、第1の電極901上に、抵抗加熱を用いた蒸着法によりN- (ビフェニル-4-イル) -N- [4- (9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル) フェニル] -9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: PCBBiF) 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PCBBiF : OCHD-003 = 1 : 0.03 (重量比) となるように10nm共蒸着し、正孔注入層910を形成した。

[0543]

次に、正孔注入層910上に、PCBBiFを膜厚70nmとなるように蒸着して、第1の正孔輸送層911を形成した。

[0544]

次に、第1の正孔輸送層911上に第1の発光層912を形成した。抵抗加熱を用いた蒸着法により、4, 8-ビス [3- (ジベンゾチオフェン-4-イル) フェニル] - [1] ベンゾフロ [3, 2-d] ピリミジン (略称: 4, 8mDBtP2Bfp) と、9- (2-ナフチル) -9'-フェニル-9H, 9'-H-3, 3'-ビカルバゾール (略称: β NCCP) と、[2-d 3-メチル- (2-ピリジニル- κ N) ベンゾフロ [2, 3-b] ピリジン- κ C] ビス [2- (2-ピリジニル- κ N) フェニル- κ C] イリジウム (III) (略称: Ir (ppy)₂ (mbfppy)₂ (d3)) と、を4, 8mDBtP2Bfp : β NCCP : Ir (ppy)₂ (mbfppy)₂ (d3) = 5 : 5 : 1 (重量比) となるように、40nm共蒸着し、第1の発光層912を形成した。

[0545]

次に、第1の発光層912上に、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) を膜厚10nmとなるように蒸着した後、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) を膜厚20nmとなるように蒸着し、第1の電子輸送層913を形成した。

[0546]

次に、中間層905を設けた。まず、第1の電子輸送層913上に、抵抗加熱を用いた蒸着法により、1, 1'-ピリジン-2, 6-ジイル-ビス(1, 3, 4, 6, 7, 8-ヘキサヒドロ-2H-ピリミド[1, 2-a]ピリミジン) (略称: hpp2Py) を膜厚1nmとなるように蒸着して、電子注入バッファ領域914となる層を形成した。なお、hpp2Pyは塩基性骨格を有する有機化合物であって、当該塩基性骨格はTBDに対応し、TBDの酸解離定数pKaは14以上である。

[0547]

続いて、電子リレー領域として銅フタロシアニン (略称: CuPc) を2nmの膜厚となるように成膜した。次に、電荷発生領域として、抵抗加熱を用いた蒸着法によりN-(ビフェニル-4-イル)-N-[4-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)フェニル]-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: PCBBiF) 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PCBBiF: OCHD-003=1: 0.15 (重量比) となるように10nm共蒸着し、電荷発生領域を含む層915を形成した。

[0548]

次に、第2のEL層を設けた。まず、PCBBiFを膜厚40nmとなるように蒸着し、第2の正孔輸送層916を形成した。

[0549]

次に、抵抗加熱を用いた蒸着法により、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) と、9-(2-ナフチル)-9'-フェニル-9H, 9'H-3, 3'-ビカルバゾール (略称: β NCCP) と、[2-d3-メチル-(2-ピリジニル- κ N)ベンゾフロ[2, 3-b]ピリジン- κ C]ビス[2-(2-ピリジニル- κ N)フェニル- κ C]イリジウム (III) (略称: Ir(ppy)₂(mbfppy-d3)) と、を4, 8mDBtP2Bfpm: β NCCP: Ir(ppy)₂(mbfppy-d3)=5: 5: 1 (重量比) となるように、40nm共蒸着し、第2の発光層917を形成した。

[0550]

次に、第2の発光層917上に、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) を膜厚20nmとなるように蒸着した後、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) を膜厚20nmとなるように蒸着し、第2の電子輸送層918を形成した。

[0551]

次に、第2の電子輸送層918上に、フッ化リチウム (LiF) とイッテルビウム (Yb) を、LiF: Yb=1: 1 (体積比) で膜厚2nmとなるように共蒸着して、電子注入層919を形成した。

[0552]

次に、電子注入層919上に、Agと、Mgと、をAg: Mg=1: 0.1 (体積比) となるように、15nm共蒸着し、第2の電極902を形成した。なお、第2の電極902は光を反射する機能と光を透過する機能とを有する半透過・半反射電極である。

[0553]

その後、キャップ層として、4, 4', 4'' - (ベンゼン-1, 3, 5-トリイル) トリ (ジベンゾチオフェン) (略称: DBT3P-I I) を70 nmの厚さで蒸着した。

[0554]

以上の工程により、デバイス1 Aを作製した。なお、上記工程、および各工程間は、一度も大気開放することなく、真空一貫プロセスにて行った。

[0555]

<デバイス1 Bの作製方法>

続いて、デバイス1 Bの作製方法を説明する。

[0556]

デバイス1 Bは、中間層905の電子注入バッファ領域914の構成がデバイス1 Aと異なる。つまり、デバイス1 Bは、第1のEL層903上に、抵抗加熱を用いた蒸着法により、1, 1'-ピリジン-2, 6-ジイル-ビス(1, 3, 4, 6, 7, 8-ヘキサヒドロ-2H-ピリミド[1, 2-a]ピリミジン) (略称: hpp2Py) を膜厚1 nmとなるように蒸着した後、アルミニウム(A1)を膜厚0.5 nmとなるように蒸着して、電子注入バッファ領域914となる層を形成した。

[0557]

なお、他の構成はデバイス1 Aと同様にして作製した。

[0558]

<デバイス1 Cの作製方法>

続いて、デバイス1 Cの作製方法を説明する。

[0559]

デバイス1 Cは、中間層905の電子注入バッファ領域914の構成がデバイス1 Aと異なる。つまり、デバイス1 Cは、第1のEL層903上に、酸化リチウム(Li₂O)を0.2 nmの膜厚で蒸着し、電子注入バッファ領域914を形成した。

[0560]

なお、他の構成はデバイス1 Aと同様にして作製した。

[0561]

上記デバイス1 A、デバイス1 B、およびデバイス1 Cの素子構造を以下の表にまとめる。

[0562]

[表1]

	膜厚 [nm]	デバイス1A	デバイス1B	デバイス1C
キャップ層	70	DBT3P-II		
第2の電極	15	Ag:Mg (1:0.1)		
電子注入層	2	LiF:Yb (1:1)		
第2の電子輸送層	20	mPPhen2P		
	20	2mPCCzPDBq		
第2の発光層	40	4,8mDBtP2Bfpm: β NCCP:Ir(ppy) ₂ (mbfpypy-d3) (0.5:0.5:0.1)		
第2の正孔輸送層	40	PCBBiF		
中間層	10	PCBBiF:OCHD-003 (1:0.15)		
	2	CuPc		
	-	Hpp2Py (1nm)	Al (0.5nm)	Li ₂ O (0.2nm)
			Hpp2Py (1nm)	
第1の電子輸送層	20	mPPhen2P		
	10	2mPCCzPDBq		
第1の発光層	40	4,8mDBtP2Bfpm: β NCCP:Ir(ppy) ₂ (mbfpypy-d3) (0.5:0.5:0.1)		
第1の正孔輸送層	70	PCBBiF		
正孔注入層	10	PCBBiF:OCHD-003 (1:0.03)		
第1の電極	100\100	APC\ITO		

[0563]

以上により、デバイス1A、デバイス1B、およびデバイス1Cを作製した。

[0564]

＜デバイスの特性＞

上記デバイス1A、デバイス1B、およびデバイス1Cを、窒素雰囲気グローブボックス内において、各デバイスが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、デバイス1A、デバイス1B、およびデバイス1Cの発光特性について測定を行った。

[0565]

デバイス1A、デバイス1B、およびデバイス1Cの輝度－電流密度特性を図23に、電流効率－輝度特性を図24に、輝度－電圧特性を図25に、電流密度－電圧特性を図26に、電流効率－電流密度特性を図27に、電界発光スペクトルを図28に示す。また、デバイス1A、デバイス1B、およびデバイス1Cの電流密度が50mA/cm²における主要な特性を下表に示す。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。

[0566]

[表2]

	電圧 (V)	電流密度 (mA/cm ²)	色度 _x	色度 _y	電流効率 (cd/A)
デバイス1A	11.17	50.0	0.267	0.705	144.47
デバイス1B	10.09	50.0	0.322	0.662	167.36
デバイス1C	9.78	50.0	0.304	0.677	168.46

[0567]

図23および表2より、デバイス1A乃至デバイス1Cは素子特性において、高い電流効率を示しており、第1の発光層と第2の発光層から発光を呈するタンデムとして機能していると言える。また、デバイス1Aとデバイス1Bは、中間層にリチウム(Li)を含む材料を電子注入バッファ領域914に用いたデバイス1Cと同等の駆動電圧特性を有することがわかった。特に、図23乃至図27に示すように、デバイス1Bは、リチウムを含む材料を用いたデバイス1Cと同等の優れたデバイス特性を有することが分かった。

[0568]

また、図28に示すように、デバイス1A、デバイス1B、およびデバイス1Cの電界発光スペクトルのピーク波長がそれぞれ550nm付近である緑色の発光を示した。

[0569]

以上のことから、本発明の一態様を用いることで、高効率で発光する発光デバイスを提供できることが分かった。

[実施例2]

[0570]

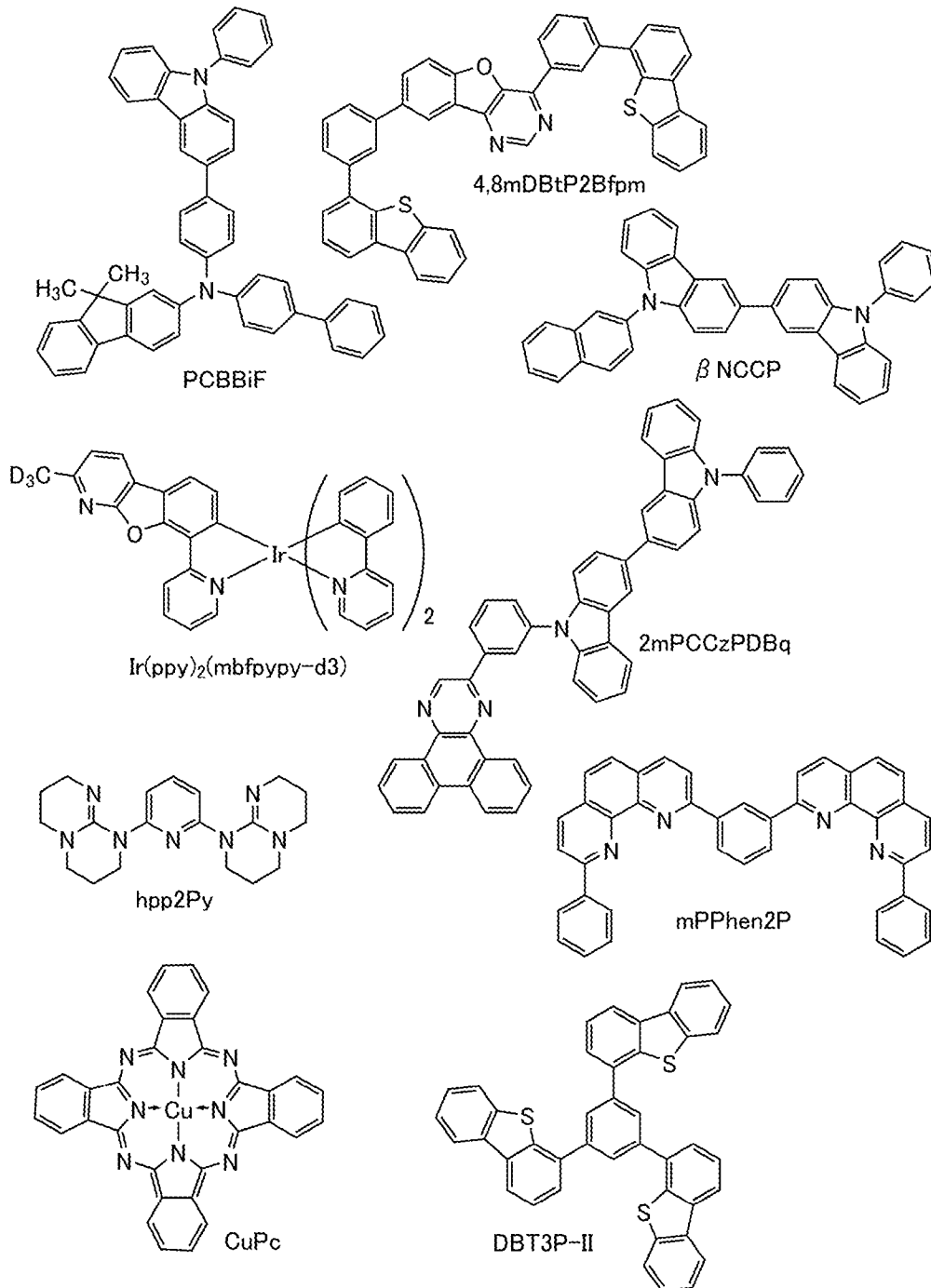
本実施例では、実施の形態で説明した本発明の一態様のデバイス2A、およびデバイス2BをMM Lプロセスにて作製し、作製し、その特性を評価した結果について説明する。

[0571]

デバイス2A、およびデバイス2Bに用いた有機化合物の構造式を以下に示す。

[0572]

[化17]



[0573]

なお、デバイス2Aは、図22に示すように、ガラス基板900上に形成された第1の電極901上に、第1のEL層903、中間層905、第2のEL層904、第2の電極が積層されたタンデム構造を有する。

[0574]

第1のEL層903は、正孔注入層910、第1の正孔輸送層911、第1の発光層912、及び第1の電子輸送層913、が順次積層された構造を有する。中間層905は、電子注入バッファ領域914と、電子リレー領域および電荷発生領域を含む層915を有する。また、また、第2のEL層904は、第2の正孔輸送層916、第2の発光層917、および第2の電子輸送層918、および電子注入層919が順次積層された構造を有する。

[0575]

<デバイス2Aの作製方法>

はじめに、ガラス基板900上に、反射電極として、銀 (Ag)、パラジウム (Pd)、銅 (Cu) を含む合金 (略称: APC) をスパッタリング法により、100nmの膜厚で成膜した後、透明電極として酸化珪素を含むインジウム錫酸化物 (ITO) をスパッタリング法により、100nmの膜厚で成膜して第1の電極901を形成した。なお、その電極面積は4mm² (2mm×2mm) とした。なお、第1の電極は透明電極であり、上記反射電極と合わせて第1の電極901とみなすことができる。

[0576]

次に、第1のEL層903を設けた。まず、基板の上にデバイス2Aを形成するための前処理として、基板表面を水で洗浄し、200℃で1時間焼成した。その後、 1×10^{-4} Pa程度まで内部が減圧された真空蒸着装置に基板を導入し、真空蒸着装置内の加熱室において、170℃で30分間の真空焼成を行った。その後、30分程度自然冷却させた。

[0577]

次に、第1の電極901が形成された面が下方となるように、第1の電極901が形成された基板を真空蒸着装置内に設けられた基板ホルダーに固定し、第1の電極901上に、抵抗加熱を用いた蒸着法によりN- (ビフェニル-4-イル) -N- [4- (9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル) フェニル] -9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: PCBBiF) 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PCBBiF: OCHD-003=1:0.03 (重量比) となるように10nm共蒸着し、正孔注入層910を形成した。

[0578]

次に、正孔注入層910上に、PCBBiFを膜厚70nmとなるように蒸着して、第1の正孔輸送層911を形成した。

[0579]

次に、第1の正孔輸送層911上に第1の発光層912を形成した。抵抗加熱を用いた蒸着法により、4, 8-ビス [3- (ジベンゾチオフェン-4-イル) フェニル] - [1] ベンゾフロ [3, 2-d] ピリミジン (略称: 4, 8mDBtP2Bfp) と、9- (2-ナフチル) -9'-フェニル-9H, 9'-H-3, 3'-ビカルバゾール (略称: β NCCP) と、[2-d 3-メチル- (2-ピリジニル- κ N) ベンゾフロ [2, 3-b] ピリジン- κ C] ビス [2- (2-ピリジニル- κ N) フェニル- κ C] イリジウム (III) (略称: Ir (ppy)₂ (mbfppy)₂ (d3)) と、を4, 8mDBtP2Bfp: β NCCP: Ir (ppy)₂ (mbfppy)₂ (d3)) = 5:5:1 (重量比) となるように、40nm共蒸着し、第1の発光層912を形成した。

[0580]

次に、第1の発光層912上に、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) を膜厚10nmとなるように蒸着した後、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) を膜厚20nmとなるように蒸着し、第1の電子輸送層913を形成した。

[0581]

次に、中間層905を設けた。まず、第1の電子輸送層913上に、抵抗加熱を用いた蒸着法により、1, 1'-ピリジン-2, 6-ジイル-ビス(1, 3, 4, 6, 7, 8-ヘキサヒドロ-2H-ピリミド[1, 2-a]ピリミジン) (略称: hpp2Py) を膜厚1nmとなるように蒸着して、電子注入バッファ領域914となる層を形成した。

[0582]

続いて、電子リレー領域として銅フタロシアニン (略称: CuPc) を2nmの膜厚となるように成膜した。次に、電荷発生領域として、抵抗加熱を用いた蒸着法によりN-(ビフェニル-4-イル)-N-[4-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)フェニル]-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: PCBBiF) 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PCBBiF: OCHD-003=1: 0.15 (重量比) となるように10nm共蒸着し、電荷発生領域を含む層915を形成した。

[0583]

次に、第2のEL層を設けた。まず、PCBBiFを膜厚40nmとなるように蒸着し、第2の正孔輸送層916を形成した。

[0584]

次に、抵抗加熱を用いた蒸着法により、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) と、9-(2-ナフチル)-9'-フェニル-9H, 9'-H-3, 3'-ビカルバゾール (略称: β NCCP) と、[2-d3-メチル-(2-ピリジニル- κ N)ベンゾフロ[2, 3-b]ピリジン- κ C]ビス[2-(2-ピリジニル- κ N)フェニル- κ C]イリジウム (III) (略称: Ir(ppy)₂(mbfppy-d3)) と、を4, 8mDBtP2Bfpm: β NCCP: Ir(ppy)₂(mbfppy-d3)=5: 5: 1 (重量比) となるように、40nm共蒸着し、第2の発光層917を形成した。

[0585]

次に、第2の発光層917上に、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) を膜厚20nmとなるように蒸着した後、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) を膜厚20nmとなるように蒸着し、第2の電子輸送層918を形成した。

[0586]

ここで、大気開放した後、膜厚30nmの酸化アルミニウム (略称: AlOx) 膜を、ALD法を用いて成膜した後、インジウム、ガリウム、亜鉛、酸素を含む酸化物 (略称: IGZO) を膜厚50nmになるようスパッタリング法にて製膜した。その後、フォトリソグレイドを用いて、レジストを形成し、リソグラフィ法を用いて、当該IGZOを所定の形状に加工した。

[0587]

次に、上記IGZOをマスクとして、酸化アルミニウム、第1の電極901、第1のEL層903、中間層905、第2の発光層917、および第2の電子輸送層918からなる積層構造を所定の形状に加工した後、IGZO、および酸化アルミニウム膜を除去した。当該IGZO、及び酸化アルミニウム膜は、酸性の薬液を用いたウェットエッチングにより、除去した。なお、所定の形状とし

ては、第1の電極901の端部から3.5 μm 離れた位置に3 μm の幅を備えるスリットを形成した。

[0588]

続いて、真空下にて、110℃で1時間の加熱処理を行った。当該加熱処理により、上述の加工処理、または大気暴露などにより付着した水分などを除去することができる。

[0589]

次に、第2の電子輸送層918上に、フッ化リチウム(LiF)とイッテルビウム(Yb)を、LiF:Yb=1:1(体積比)で膜厚2nmとなるように共蒸着して、電子注入層919を形成した。

[0590]

次に、電子注入層919上に、Agと、Mgと、をAg:Mg=1:0.1(体積比)となるように、15nm共蒸着し、第2の電極902を形成した。なお、第2の電極902は光を反射する機能と光を透過する機能とを有する半透過・半反射電極である。

[0591]

その後、キャップ層として、4, 4', 4''- (ベンゼン-1, 3, 5-トリイル)トリ(ジベンゾチオフェン)(略称: DBT3P-I I)を70nmの厚さで蒸着した。

[0592]

以上の工程を経てデバイス2Aを作製した。

[0593]

<デバイス2Bの作製方法>

続いて、デバイス2Bの作製方法を説明する。

[0594]

デバイス2Bは、中間層905の電子注入バッファ領域914の構成がデバイス2Aと異なる。つまり、デバイス2Bは、第1のEL層903上に、抵抗加熱を用いた蒸着法により、1, 1'-ピリジン-2, 6-ジイル-ビス(1, 3, 4, 6, 7, 8-ヘキサヒドロ-2H-ピリミド[1, 2-a]ピリミジン)(略称: hpp2Py)を膜厚1nmとなるように蒸着した後、アルミニウム(Al)を膜厚0.5nmとなるように蒸着して、電子注入バッファ領域914となる層を形成した。

[0595]

なお、他の構成はデバイス2Aと同様にして作製した。

[0596]

上記デバイス2A、およびデバイス2Bの素子構造を以下の表にまとめる。

[0597]

[表3]

	膜厚 [nm]	デバイス2A	デバイス2B
キャップ層	70	DBT3P-II	
第2の電極	15	Ag:Mg (1:0.1)	
電子注入層	2	LiF:Yb (1:1)	
第2の電子輸送層	20	mPPhen2P	
	20	2mPCCzPDBq	
第2の発光層	40	4,8mDBtP2Bfpm: β NCCP:Ir(ppy) ₂ (mbfpy-py-d3) (0.5:0.5:0.1)	
第2の正孔輸送層	40	PCBBiF	
中間層	10	PCBBiF:OCHD-003 (1:0.15)	
	2	CuPc	
	-	Hpp2Py (1nm)	Al (0.5nm)
			Hpp2Py (1nm)
第1の電子輸送層	20	mPPhen2P	
	10	2mPCCzPDBq	
第1の発光層	40	4,8mDBtP2Bfpm: β NCCP:Ir(ppy) ₂ (mbfpy-py-d3) (0.5:0.5:0.1)	
第1の正孔輸送層	70	PCBBiF	
正孔注入層	10	PCBBiF:OCHD-003 (1:0.03)	
第1の電極	100\100	APC\ITO	

[0598]

以上により、デバイス2A、およびデバイス2Bを作製した。

[0599]

<デバイスの特性>

上記デバイス2A、およびデバイス2Bを、窒素雰囲気グローブボックス内において、各デバイスが大气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、デバイス2Aおよびデバイス2Bの発光特性について測定を行った。

[0600]

デバイス2A、およびデバイス2Bの輝度－電流密度特性を図29に、電流効率－輝度特性を図30に、輝度－電圧特性を図31に、電流密度－電圧特性を図32に、電流効率－電流密度特性を図33に、電界発光スペクトルを図34に示す。また、デバイス2A、およびデバイス2Bの電流50mA/cm²における主要な特性を下表に示す。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。

[0601]

[表4]

	電圧 (V)	電流密度 (mA/cm ²)	色度 _x	色度 _y	電流効率 (cd/A)
発光デバイス2A	16.48	50.0	0.303	0.671	85.58
発光デバイス2B	15.95	50.0	0.328	0.653	132.99

[0602]

図29乃至図33および表4より、デバイス2A、およびデバイス2Bは、発光デバイスの作製中

に大気および薬液に曝されるプロセス、並びにエッチングプロセスを経ても、素子特性において、良好なデバイス特性を示すことが分かった。また、発光デバイス 2 B は、良好な電流効率および駆動電圧特性を示しており、大気および薬液に曝されるプロセス、並びにエッチングプロセスに対する高い耐性があることが分かった。

[0603]

また、図 34 に示すように、デバイス 2 A、およびデバイス 2 B の電界発光スペクトルのピーク波長がそれぞれ 550 nm 付近である緑色の発光を示した。

[0604]

以上のことから、本発明の一態様を用いることで、大気および薬液に曝されるプロセス、並びにエッチングプロセスに対する高い耐性があり、良好なデバイス特性を示す発光デバイスを提供できることが分かった。

[0605]

[符号の説明]

100A 発光装置
 100B：発光装置、100C：発光装置、100H：発光装置、100：発光装置、101a：第1の電極、101b：第1の電極、101：第1の電極、102：第2の電極、103a：有機化合物層、103B：有機化合物層、103b：有機化合物層、103Bf：有機化合物膜、103G：有機化合物層、103Gf：有機化合物膜、103R：有機化合物層、103Rf：有機化合物膜、103：有機化合物層、104：共通層、110B：副画素、110G：副画素、110R：副画素、110W：副画素、110：副画素、111a：正孔注入層、111b：正孔注入層、111：正孔注入層、112__1：第1の正孔輸送層、112__2：第2の正孔輸送層、112a__1：第1の正孔輸送層、112a__2：第2の正孔輸送層、112B：導電層、112b__1：第1の正孔輸送層、112b__2：第2の正孔輸送層、112R：導電層、112：正孔輸送層、113__1：第1の発光層、113__2：第2の発光層、113a__1：第1の発光層、113a__2：第2の発光層、113b__1：第1の発光層、113b__2：第2の発光層、113：発光層、114__1：第1の電子輸送層、114__2：第2の電子輸送層、114a__1：第1の電子輸送層、114a__2：第2の電子輸送層、114b__1：第1の電子輸送層、114b__2：第2の電子輸送層、114：電子輸送層、115：電子注入層、116__1：第1の中間層、116__2：第2の中間層、116a：中間層、116b：中間層、116：中間層、117a：P型層、117b：P型層、117：P型層、118a：電子リレー層、118b：電子リレー層、118：電子リレー層、119a：N型層、119b：N型層、119：N型層、120：基板、122：樹脂層、124a：画素、124b：画素、125f：無機絶縁膜、125：無機絶縁層、126B：導電層、126R：導電層、127a：絶縁層、127f：絶縁膜、127：絶縁層、128：層、129B：導電層、129R：導電層、130a：発光デバイス、130B：発光デバイス、130b：発光デバイス、130G：発光デバイス、130R：発光デバイス、130：発光デバイス、131：保護層、132B：着色層、132G：着色層、132R：着色層、140：接続部、141：領域、142：接着層、151__1：導電層、151__2：導電層、151__3：導電層、151B：導電層、151C：導電層、151f：導電膜、151G：導電層、151R：導電層、151：導電層、152__1：導電層、152__2：導電層、152__3：導電層、152B：導電層、152C：導電層、152f：導電膜、152G：導電層、152R：導

電層、152：導電層、153：絶縁層、155：共通電極、156B：絶縁層、156C：絶縁層、156f：絶縁膜、156G：絶縁層、156R：絶縁層、156：絶縁層、157：遮光層、158B：犠牲層、158Bf：犠牲膜、158G：犠牲層、158Gf：犠牲膜、158R：犠牲層、158Rf：犠牲膜、158：犠牲層、159B：マスク層、159Bf：マスク膜、159G：マスク層、159Gf：マスク膜、159R：マスク層、159Rf：マスク膜、166：導電層、171：絶縁層、172：導電層、173：絶縁層、174：絶縁層、175：絶縁層、176：プラグ、177：画素部、178：画素、179：導電層、190G：レジストマスク、190R：レジストマスク、191：レジストマスク、201：トランジスタ、204：接続部、205：トランジスタ、209：トランジスタ、210：トランジスタ、211：絶縁層、213：絶縁層、214：絶縁層、215：絶縁層、218：絶縁層、221：導電層、222a：導電層、222b：導電層、223：導電層、224B：導電層、224C：導電層、224G：導電層、224R：導電層、225：絶縁層、231i：チャネル形成領域、231n：低抵抗領域、231：半導体層、240：容量、241：導電層、242：接続層、243：絶縁層、245：導電層、254：絶縁層、255：絶縁層、256：プラグ、261：絶縁層、271：プラグ、280：表示モジュール、281：表示部、282：回路部、283a：画素回路、283：画素回路部、284a：画素、284：画素部、285：端子部、286：配線部、290：FPC、291：基板、292：基板、301：基板、310：トランジスタ、311：導電層、312：低抵抗領域、313：絶縁層、314：絶縁層、315：素子分離層、351：基板、352：基板、353：FPC、354：IC、355：配線、356：回路、501a：第1の発光ユニット、501b：第1の発光ユニット、501：第1の発光ユニット、502a：第2の発光ユニット、502b：第2の発光ユニット、502：第2の発光ユニット、503：第3の発光ユニット、700A：電子機器、700B：電子機器、721：筐体、723：装着部、727：イヤフォン部、750：イヤフォン、751：表示パネル、753：光学部材、756：表示領域、757：フレーム、758：鼻パッド、800A：電子機器、800B：電子機器、820：表示部、821：筐体、822：通信部、823：装着部、824：制御部、825：撮像部、827：イヤフォン部、832：レンズ、900：ガラス基板、901：第1の電極、902：第2の電極、903：第1のEL層、904：第2のEL層、905：中間層、910：正孔注入層、911：第1の正孔輸送層、912：第1の発光層、913：第1の電子輸送層、914：電子注入バッファ領域、915：層、916：第2の正孔輸送層、917：第2の発光層、918：第2の電子輸送層、919：電子注入層、6500：電子機器、6501：筐体、6502：表示部、6503：電源ボタン、6504：ボタン、6505：スピーカ、6506：マイク、6507：カメラ、6508：光源、6510：保護部材、6511：表示パネル、6512：光学部材、6513：タッチセンサパネル、6515：FPC、6516：IC、6517：プリント基板、6518：バッテリー、7000：表示部、7100：テレビジョン装置、7151：リモコン操作機、7171：筐体、7173：スタンド、7200：ノート型パーソナルコンピュータ、7211：筐体、7212：キーボード、7213：ポインティングデバイス、7214：外部接続ポート、7300：デジタルサイネージ、7301：筐体、7303：スピーカ、7311：情報端末機、7400：デジタルサイネージ、7401：柱、7411：情報端末機、9000：筐体、9001：表示部、9002：カメラ、9003：スピーカ、9005：操作キー、9006：接続端子、9007：センサ、9008：マイクロフォン、9050：アイコン、9051：情報、9052：情報、9

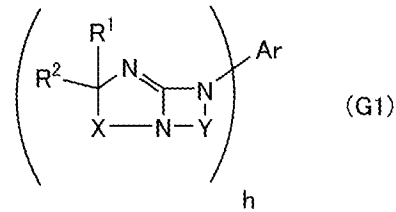
０５３：情報、９０５４：情報、９０５５：ヒンジ、９１７１：携帯情報端末、９１７２：携帯情報端末、９１７３：タブレット端末、９２００：携帯情報端末、９２０１：携帯情報端末

請求の範囲

[請求項 1]

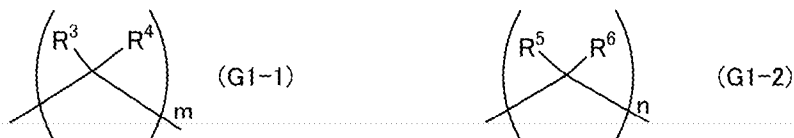
第 1 の電極と、第 2 の電極と、第 1 の E L 層と、中間層と、第 2 の E L 層と、を有し、
 前記第 1 の電極は、前記中間層を介して、第 2 の電極と対向するように位置し、
 前記第 1 の E L 層は、前記第 1 の電極と前記中間層との間に位置し、
 前記第 2 の E L 層は、前記中間層と前記第 2 の電極との間に位置し、
 前記中間層は、下記一般式 (G 1) で表される有機化合物を有する発光デバイス。

[化 1]



(ただし、上記一般式 (G 1) で表される有機化合物において、X は下記一般式 (G 1-1) で表される基、Y は下記一般式 (G 1-2) で表される基である。また、 R^1 および R^2 はそれぞれ独立に水素または重水素を表し、 h は 1 乃至 6 の整数を表し、Ar は置換または無置換の環を構成する炭素が 6 乃至 30 のヘテロアリール、もしくは置換または無置換の環を構成する炭素が 6 乃至 30 のアリールを表す。)

[化 2]



(ただし、上記一般式 (G 1-1) および (G 1-2) において、 R^3 乃至 R^6 はそれぞれ独立に水素または重水素を表し、 m は 0 乃至 4 の整数を表し、 n は 1 乃至 5 の整数を表し、且つ $m+1 \geq n$ である。なお、 m または n が 2 以上の場合複数となる R^3 乃至 R^6 はそれぞれ同じであっても異なってもよい。)

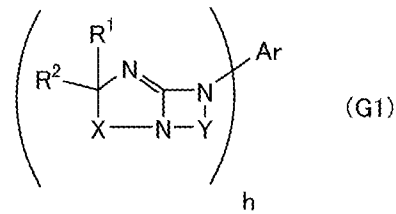
[請求項 2]

第 1 の電極と、第 2 の電極と、第 1 の E L 層と、中間層と、第 2 の E L 層と、有機化合物層と、を有し、

前記第 1 の電極は、前記中間層を介して、第 2 の電極と対向するように位置し、
 前記第 1 の E L 層は、前記第 1 の電極と前記中間層との間に位置し、
 前記第 2 の E L 層は、前記中間層と前記第 2 の電極との間に位置し、
 前記有機化合物層は、前記第 2 の E L 層と前記第 2 の電極との間に位置し、

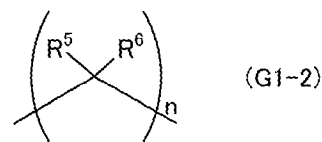
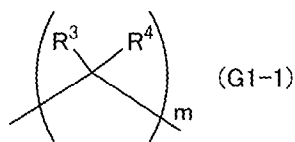
前記中間層は、および前記有機化合物層は、下記一般式 (G 1) で表される有機化合物を有する発光デバイス。

[化 3]



(ただし、上記一般式 (G1) で表される有機化合物において、Xは下記一般式 (G1-1) で表される基、Yは下記一般式 (G1-2) で表される基である。また、 R^1 および R^2 はそれぞれ独立に水素または重水素を表し、 h は1乃至6の整数を表し、Arは置換または無置換の環を構成する炭素が6乃至30のヘテロアリール、もしくは置換または無置換の環を構成する炭素が6乃至30のアリールを表す。)

[化4]



(ただし、上記一般式 (G1-1) および (G1-2) において、 R^3 乃至 R^6 はそれぞれ独立に水素または重水素を表し、 m は0乃至4の整数を表し、 n は1乃至5の整数を表し、且つ $m+1 \geq n$ である。なお、 m または n が2以上の場合複数となる R^3 乃至 R^6 はそれぞれ同じであっても異なってもよい。)

[請求項3]

請求項2において、

前記有機化合物層が有する前記有機化合物は、前記第2のEL層と接する領域に含まれる発光デバイス。

[請求項4]

請求項2または請求項3において、

前記有機化合物層は、金属、金属化合物および金属錯体のいずれかまたは複数を有する発光デバイス。

[請求項5]

請求項2乃至請求項4のいずれか一において、

前記有機化合物層が、前記有機化合物を含む層と、金属、金属化合物および金属錯体のいずれかまたは複数を有する層との積層構造を有する発光デバイス。

[請求項6]

請求項4または請求項5において、

前記金属、金属化合物および金属錯体のいずれかがアルミニウムである発光デバイス。

[請求項7]

請求項1乃至請求項6のいずれか一において、

前記有機化合物が、塩基性骨格を有する有機化合物であって、当該塩基性骨格の酸解離定数 pK_a が1以上の有機化合物である発光デバイス。

[請求項8]

請求項1乃至請求項6のいずれか一において、

前記有機化合物が、塩基性骨格を有する有機化合物であって、当該塩基性骨格の酸解離定数 pK_a が 10 以上の有機化合物である発光デバイス。

[請求項 9]

請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか一において、

前記有機化合物が、塩基性骨格を有する有機化合物であって、当該塩基性骨格の酸解離定数 pK_a が 14 以上の有機化合物である発光デバイス。

[請求項 10]

請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか一において、

第 1 の電極と、第 1 の EL 層と、中間層と、第 2 の EL 層は、その輪郭が概略一致している発光デバイス。

[請求項 11]

第 1 の電極と、第 2 の電極と、第 1 の EL 層と、中間層と、第 2 の EL 層と、を有し、

前記第 1 の電極は、前記中間層を介して、第 2 の電極と対向するように位置し、

前記第 1 の EL 層は、前記第 1 の電極と前記中間層との間に位置し、

前記第 2 の EL 層は、前記中間層と前記第 2 の電極との間に位置し、

前記中間層は、塩基性骨格を有する有機化合物であって、当該塩基性骨格の酸解離定数 pK_a が 12 以上の有機化合物を有する発光デバイス。

[請求項 12]

第 1 の電極と、第 2 の電極と、第 1 の EL 層と、中間層と、第 2 の EL 層と、を有し、

前記第 1 の電極は、前記中間層を介して、第 2 の電極と対向するように位置し、

前記第 1 の EL 層は、前記第 1 の電極と前記中間層との間に位置し、

前記第 2 の EL 層は、前記中間層と前記第 2 の電極との間に位置し、

第 1 の電極と、第 1 の EL 層と、中間層と、第 2 の EL 層は、その輪郭が概略一致しており、

前記中間層は、塩基性骨格を有する有機化合物であって、当該塩基性骨格の酸解離定数 pK_a が 1 以上の有機化合物を有する発光デバイス。

[請求項 13]

第 1 の電極と、第 2 の電極と、第 1 の EL 層と、中間層と、第 2 の EL 層と、有機化合物層と、を有し、

前記第 1 の電極は、前記中間層を介して、第 2 の電極と対向するように位置し、

前記第 1 の EL 層は、前記第 1 の電極と前記中間層との間に位置し、

前記第 2 の EL 層は、前記中間層と前記第 2 の電極との間に位置し、

前記有機化合物層は、前記第 2 の EL 層と前記第 2 の電極との間に位置し、

前記中間層は、および前記有機化合物層は、塩基性骨格を有する有機化合物であって、当該塩基性骨格の酸解離定数 pK_a が 12 以上の有機化合物を有する発光デバイス。

[請求項 14]

第 1 の電極と、第 2 の電極と、第 1 の EL 層と、中間層と、第 2 の EL 層と、有機化合物層と、を有し、

前記第 1 の電極は、前記中間層を介して、第 2 の電極と対向するように位置し、

前記第 1 の EL 層は、前記第 1 の電極と前記中間層との間に位置し、

前記第 2 の EL 層は、前記中間層と前記第 2 の電極との間に位置し、

第1の電極と、第1のEL層と、中間層と、第2のEL層は、その輪郭が概略一致しており、前記有機化合物層は、前記第2のEL層と前記第2の電極との間に位置し、前記中間層は、および前記有機化合物層は、塩基性骨格を有する有機化合物であって、当該塩基性骨格の酸解離定数 pK_a が1以上の有機化合物を有する発光デバイス。

[請求項15]

請求項13または請求項14において、前記有機化合物層が有する前記有機化合物は、前記第2のEL層と接する領域に含まれる発光デバイス。

[請求項16]

請求項13乃至請求項15のいずれかにおいて、前記有機化合物層は、金属、金属化合物および金属錯体のいずれかまたは複数を有する発光デバイス。

[請求項17]

請求項13乃至請求項16のいずれかにおいて、前記有機化合物層が、前記有機化合物を含む層と、金属、金属化合物および金属錯体のいずれかまたは複数を含む層との積層構造を有する発光デバイス。

[請求項18]

請求項16または請求項17において、前記金属、金属化合物および金属錯体のいずれかがアルミニウムである発光デバイス。

[請求項19]

請求項1乃至請求項18のいずれかにおいて、前記中間層は、金属、金属化合物および金属錯体のいずれかまたは複数を有する発光デバイス。

[請求項20]

請求項1乃至請求項19のいずれかにおいて、前記中間層が、前記有機化合物を含む層と、金属、金属化合物および金属錯体のいずれかまたは複数を含む層との積層構造を有する発光デバイス。

[請求項21]

請求項19または請求項20において、前記金属、金属化合物および金属錯体のいずれかがアルミニウムである発光デバイス。

[請求項22]

請求項1乃至請求項21のいずれかにおいて、前記中間層が有する前記有機化合物は、前記第1のEL層と接する領域に含まれる発光デバイス。

[請求項23]

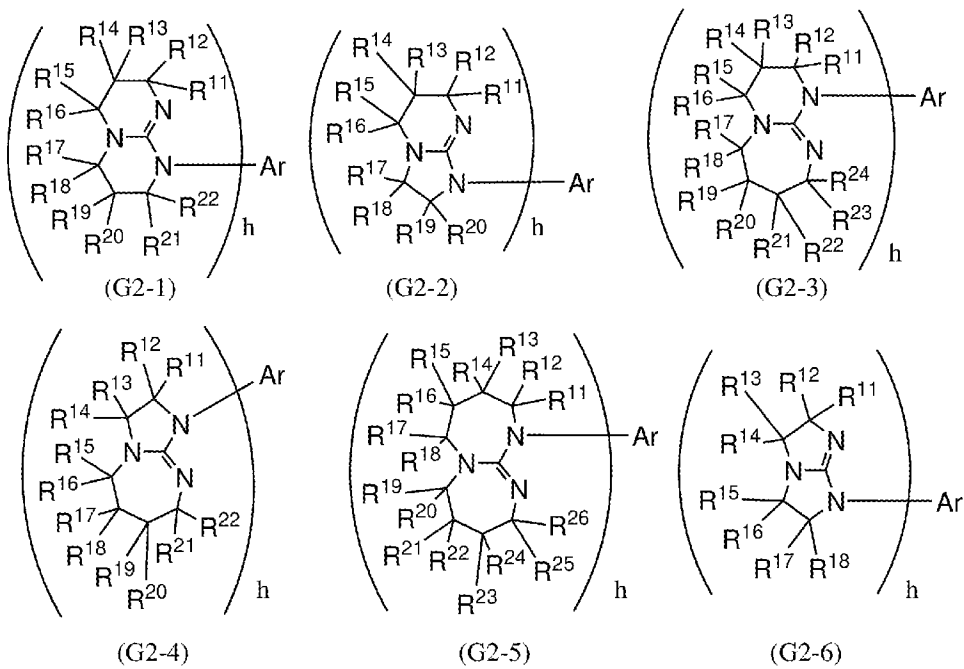
請求項1乃至請求項22のいずれかにおいて、前記有機化合物は、1, 3, 4, 6, 7, 8-ヘキサヒドロ-2H-ピリミド[1, 2-a]ピリジン骨格と、環を構成する炭素が2乃至30のヘテロアリアルを有する有機化合物である発光デバイス。

[請求項24]

請求項1乃至請求項23のいずれかにおいて、前記有機化合物が、下記一般式 (G2-1) 乃至 (G2-6) のいずれかで表される有機化合

物である発光デバイス。

[化5]



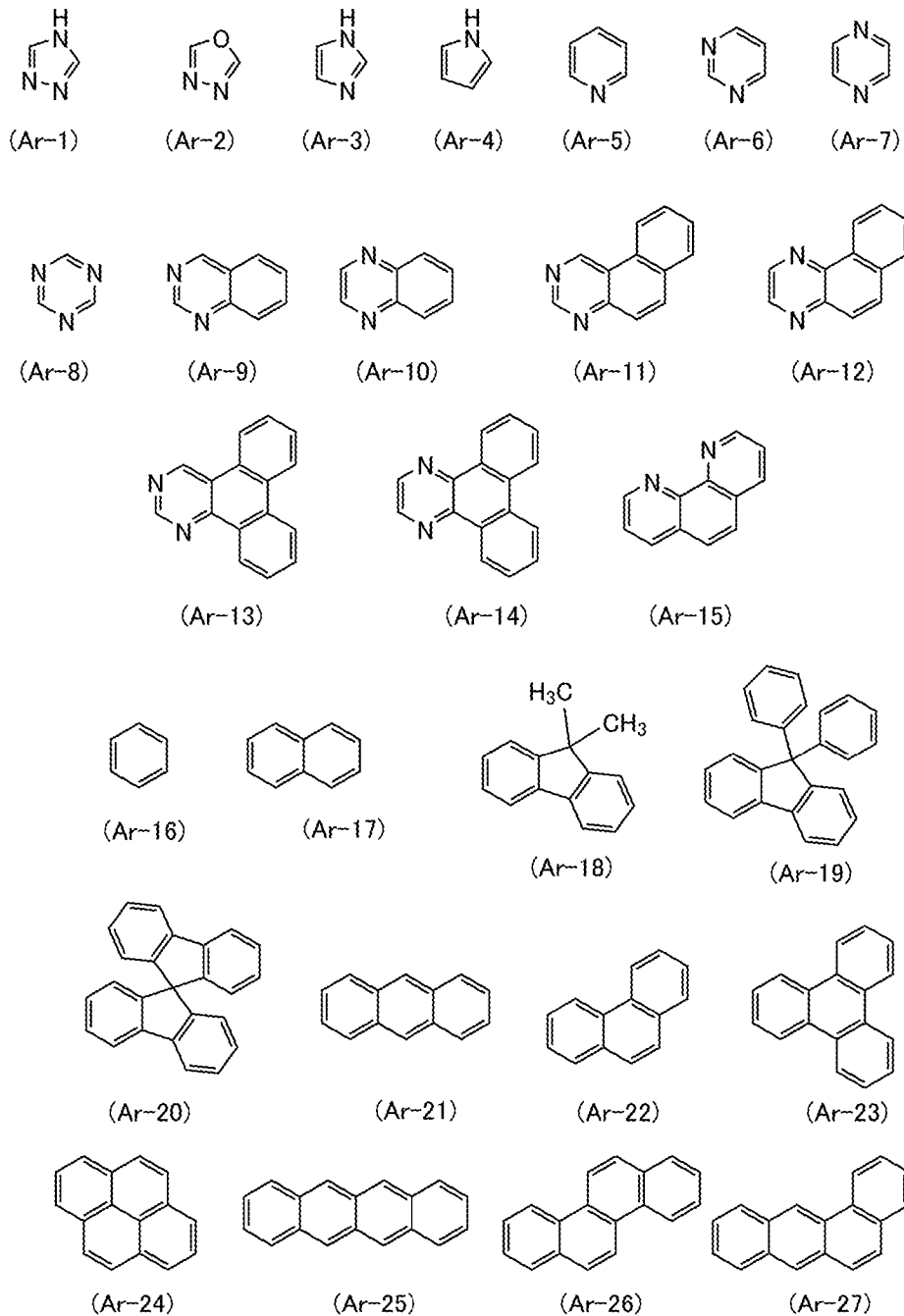
(ただし、 R^{11} 乃至 R^{26} はそれぞれ独立に水素または重水素を表し、 h は1乃至6の整数を表し、 Ar は置換または無置換の環を構成する炭素が6乃至30のヘテロアリール、もしくは置換または無置換の環を構成する炭素が6乃至30のアリールである有機化合物である。)

[請求項25]

請求項24において、

前記 Ar で表される置換または無置換の環を構成する炭素が6乃至30のヘテロアリール、もしくは置換または無置換の環を構成する炭素が6乃至30のアリールが、下記構造式($Ar-1$)乃至($Ar-27$)のいずれかである発光デバイス。

[化6]



[請求項 2 6]

請求項 2 4 または請求項 2 5 において、
 前記 A r は、前記環を構成する元素として窒素を含み、
 前記 A r が、前記窒素または前記窒素に隣接する炭素の結合手によって前記一般式 (G 1) におけるカッコ内の骨格に結合する発光デバイス。

[請求項 2 7]

請求項 1 乃至 2 6 のいずれかにおいて、
 前記有機化合物が、環を構成する元素に 2 以上の窒素有するビシクロ環構造と、環を構成する炭素が 6 乃至 3 0 のヘテロアリールまたは 6 乃至 3 0 のアリールと、を有する有機化合物である発光デバイス。

[請求項 2 8]

請求項 1 乃至請求項 27 のいずれか一において、
前記中間層の膜厚が 1 nm 以下である発光デバイス。

[請求項 29]

請求項 1 乃至請求項 28 のいずれか一において、
前記中間層の膜厚が 0.5 nm 以下である発光デバイス。

[請求項 30]

請求項 1 乃至請求項 29 のいずれか一において、第 1 の電極と第 2 の電極との間に、第 2 の中間層、および第 3 の EL 層を有する発光デバイス。

図1A

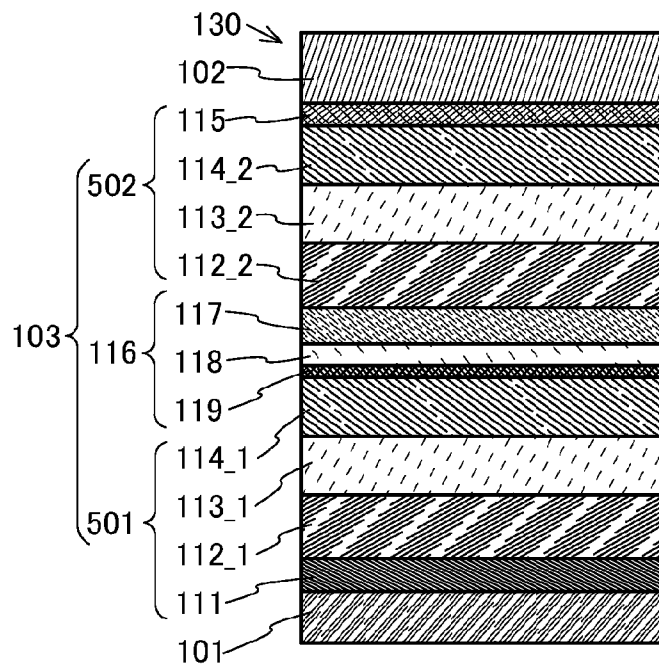


図1B

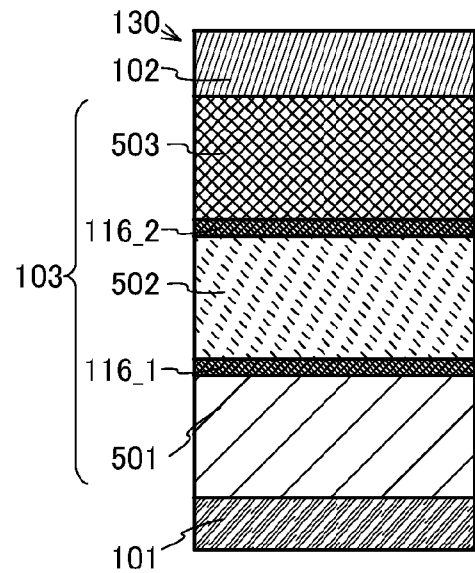


図1C

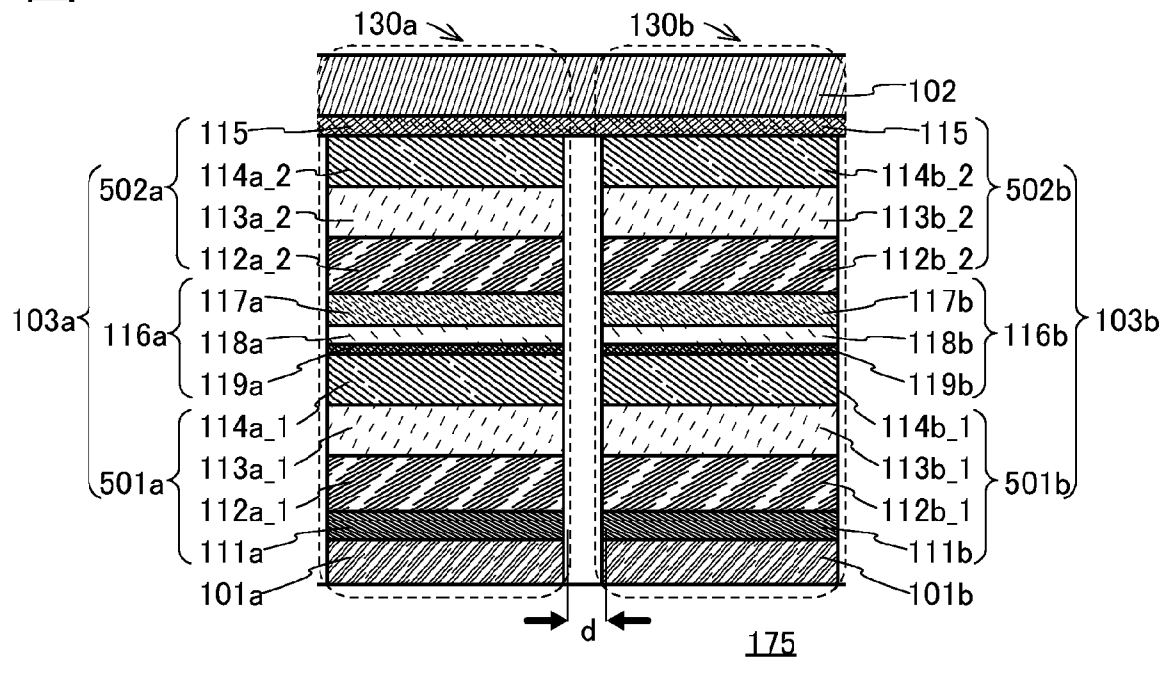


図2

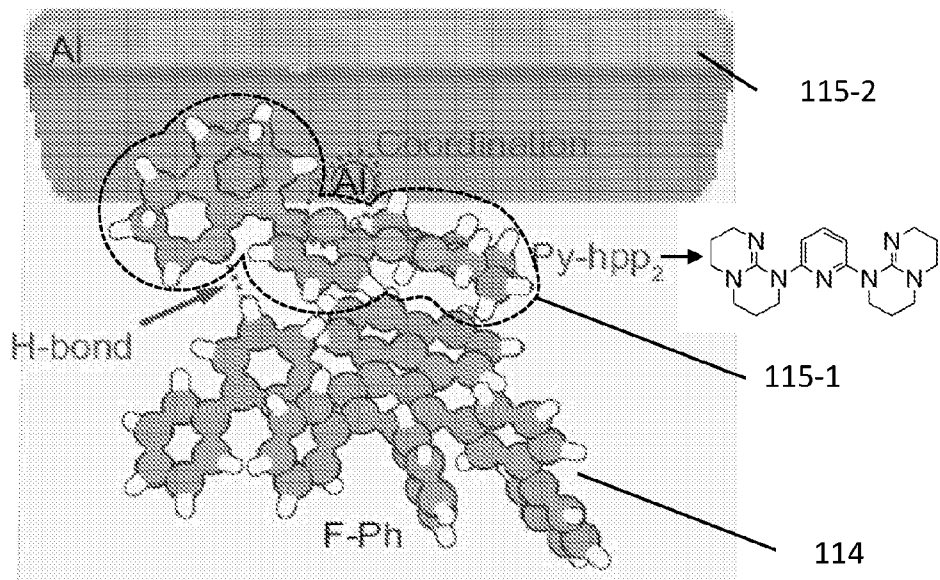


図 3A

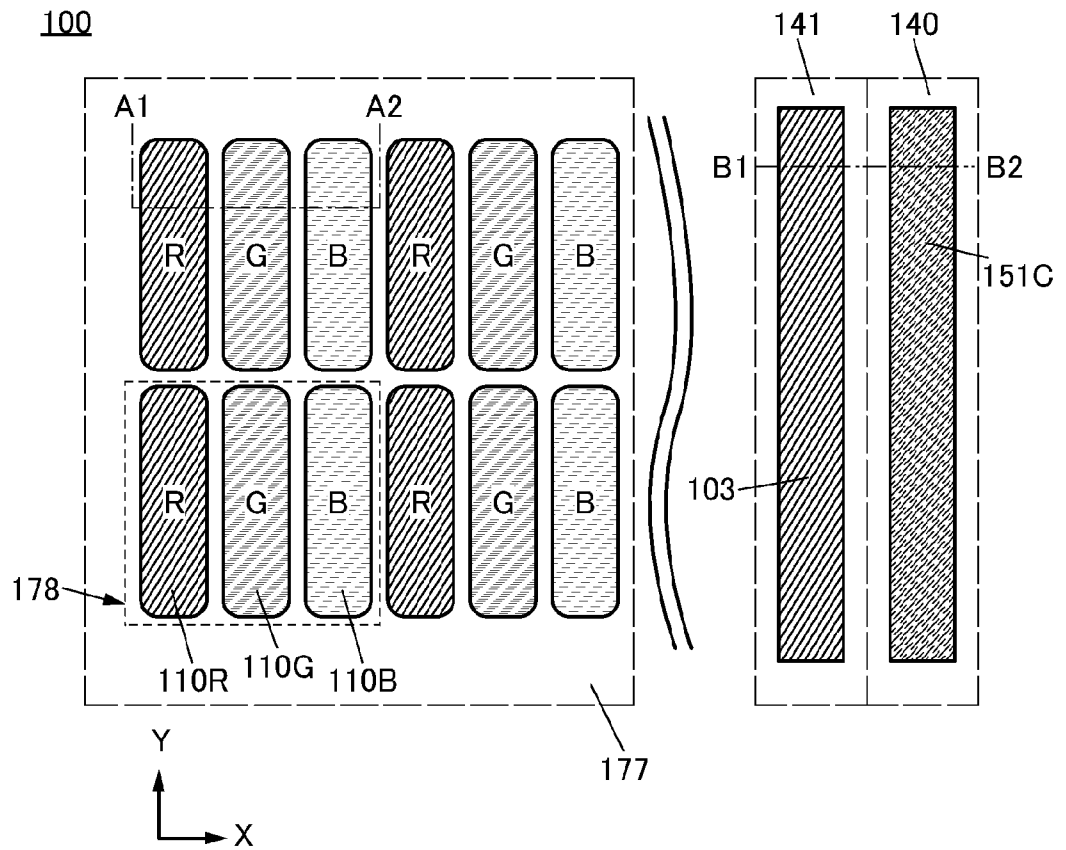


図 3B

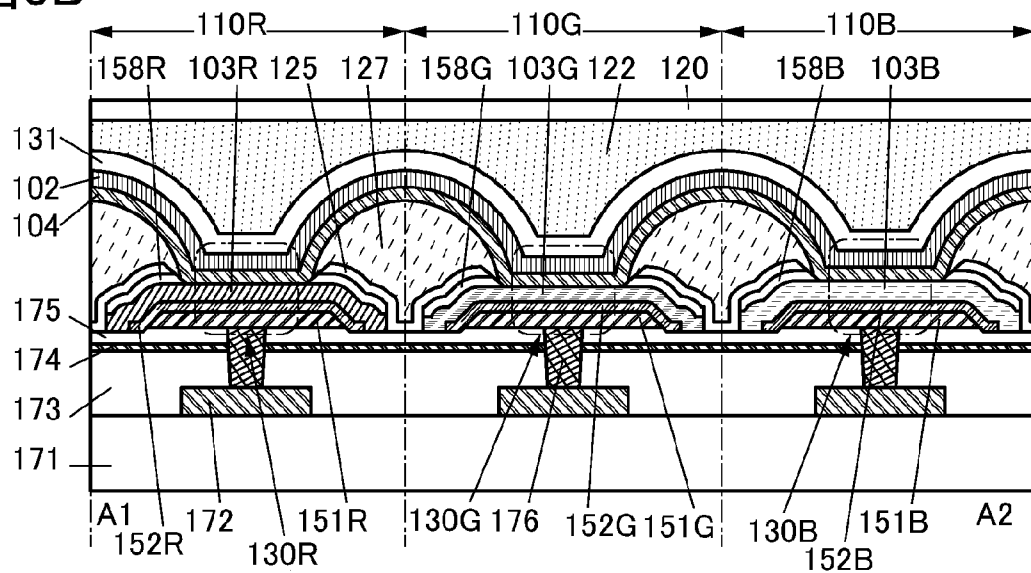


図4A

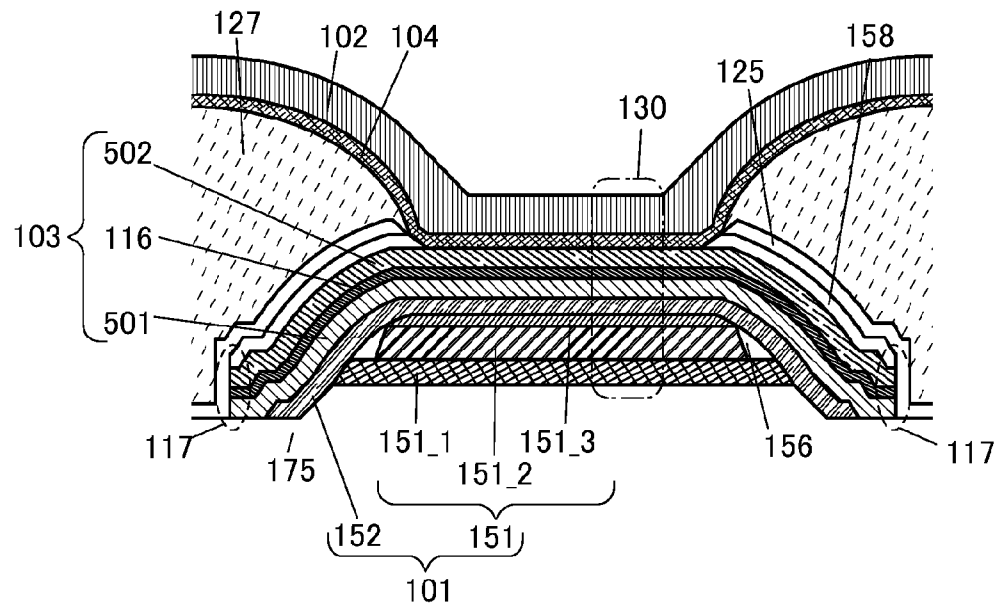


図4B

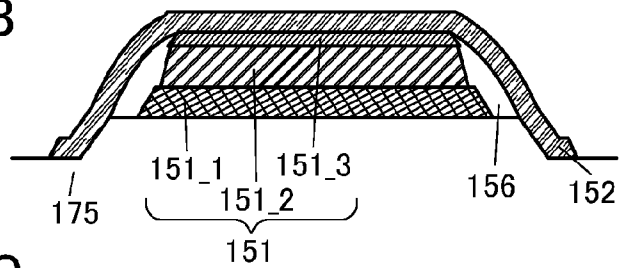


図4C

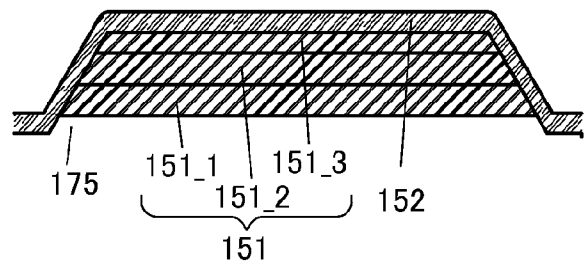
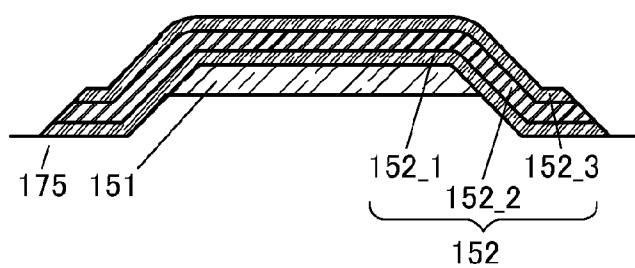


図4D



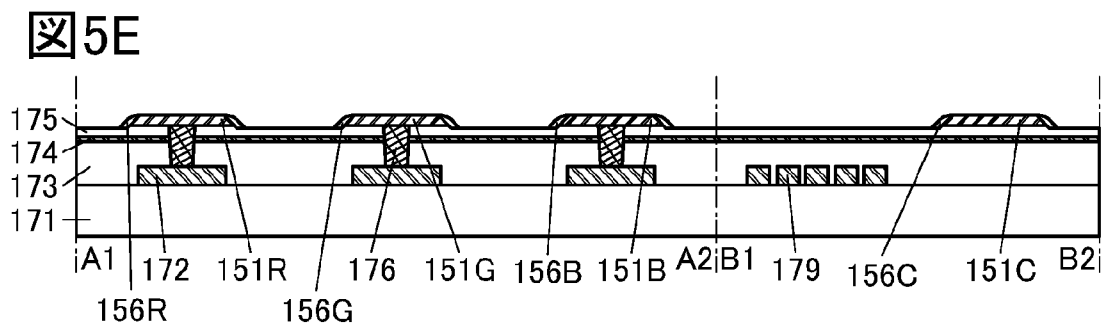
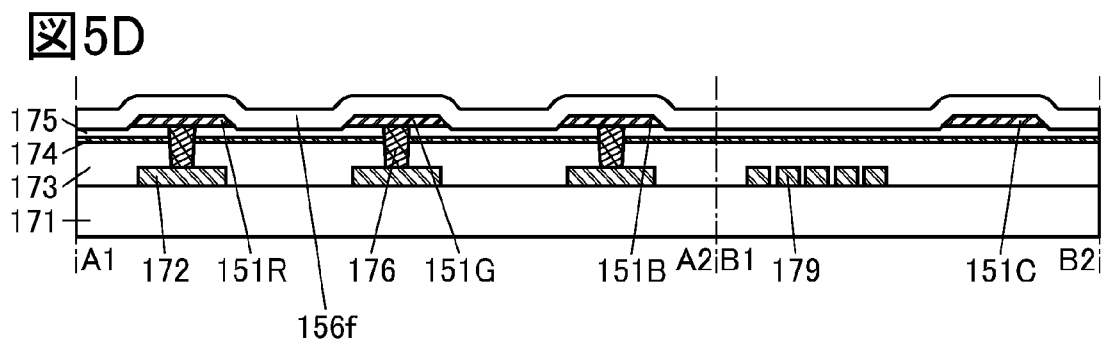
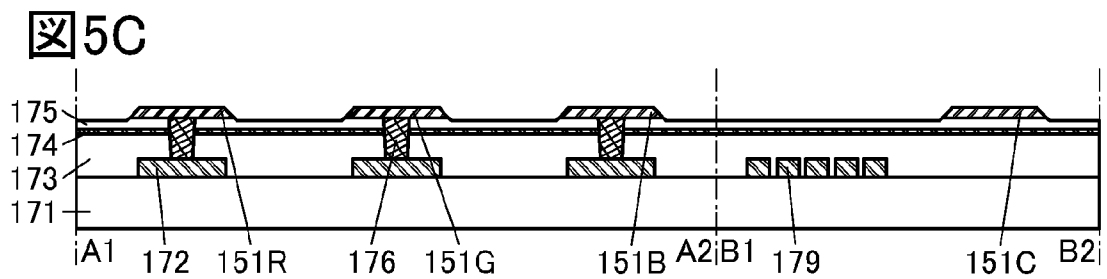
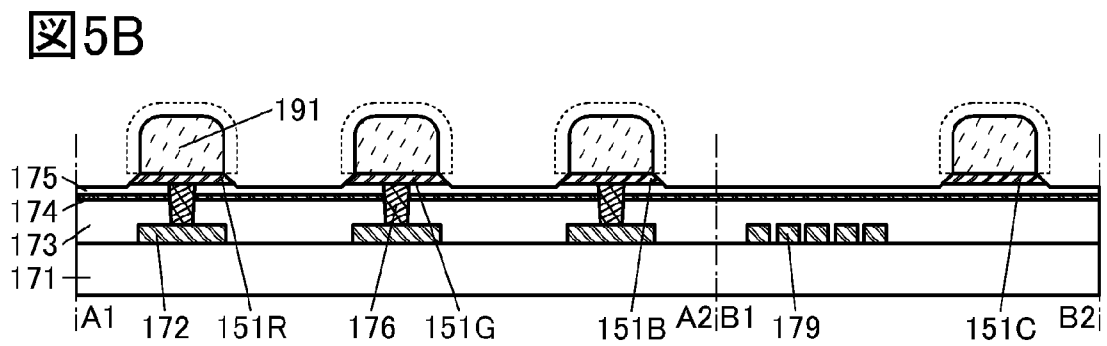
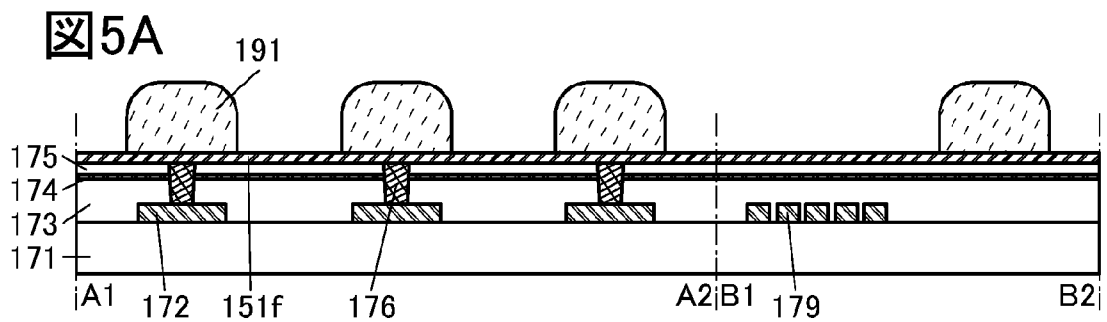


図6A

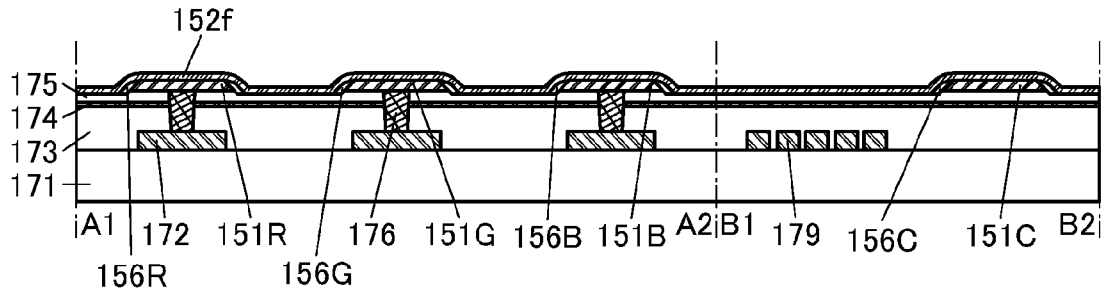


図6B

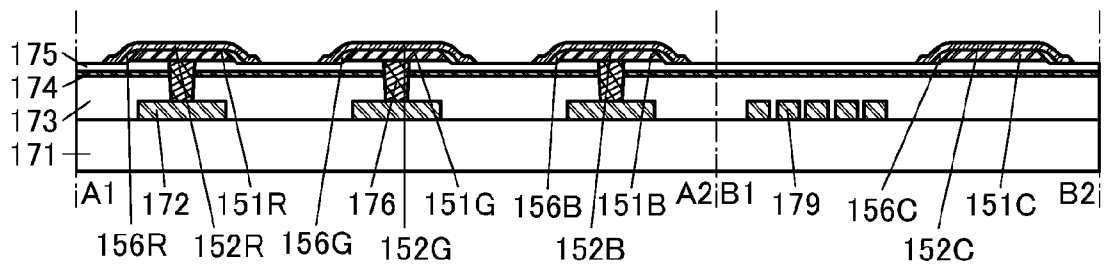


図6C

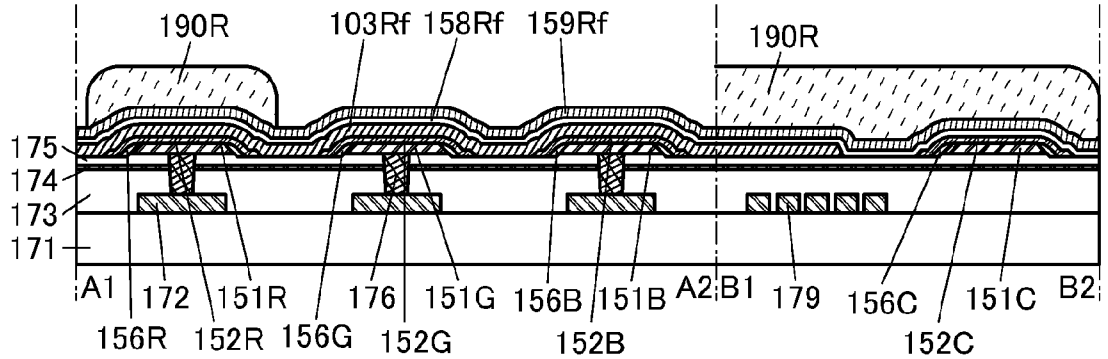
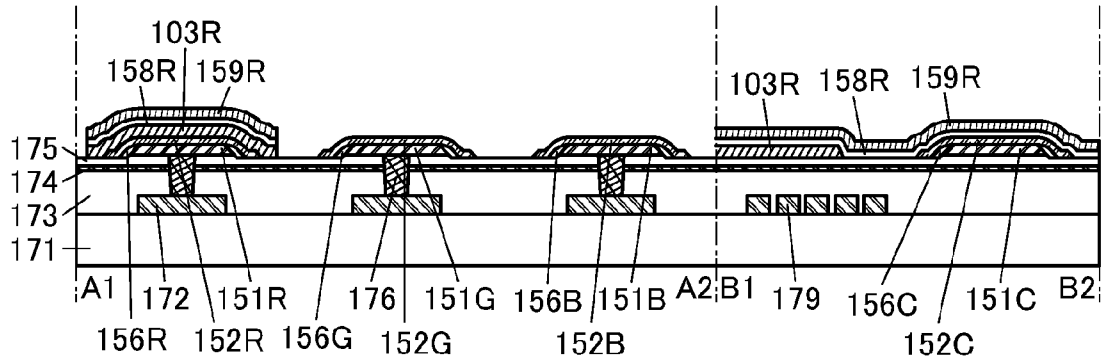
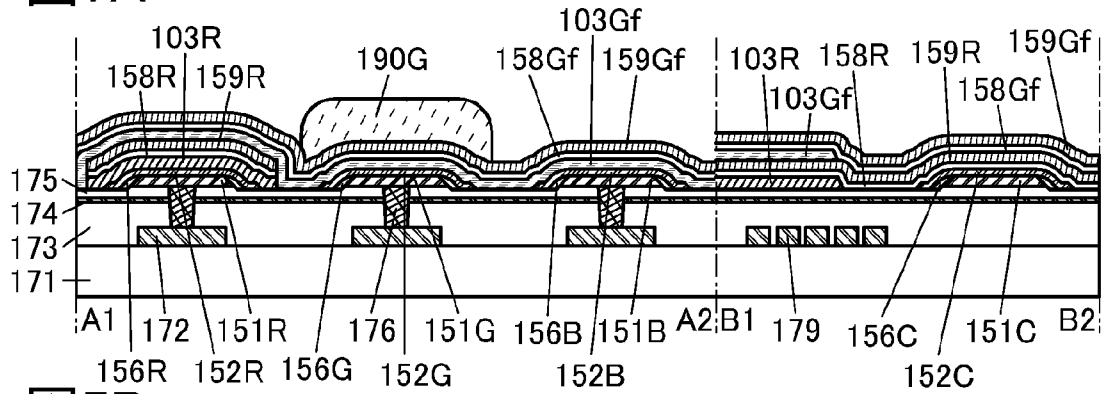


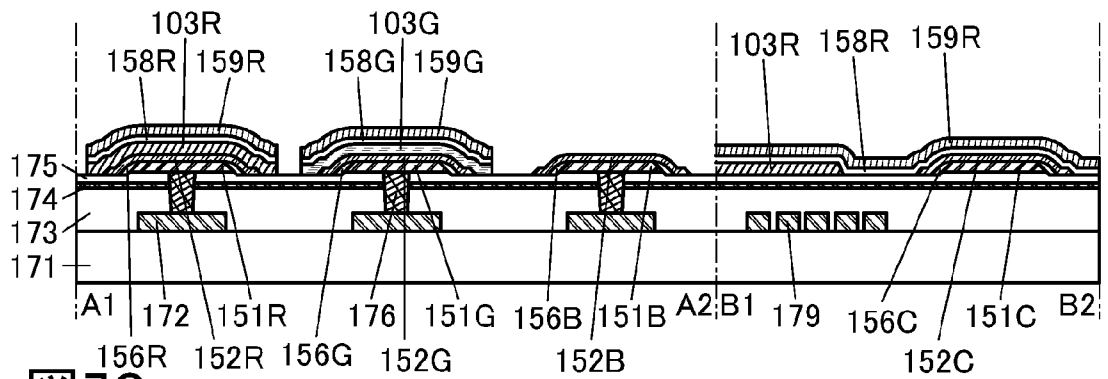
図6D



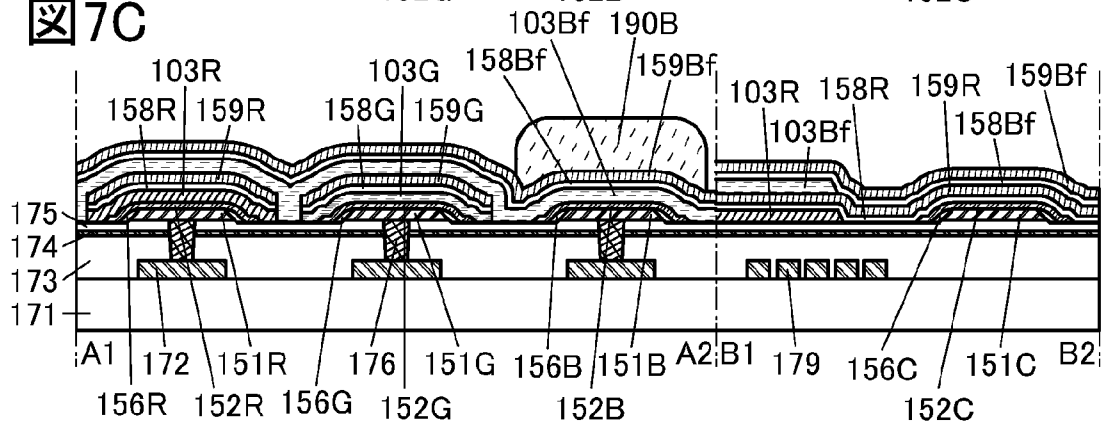
7A



7B



7C



7D

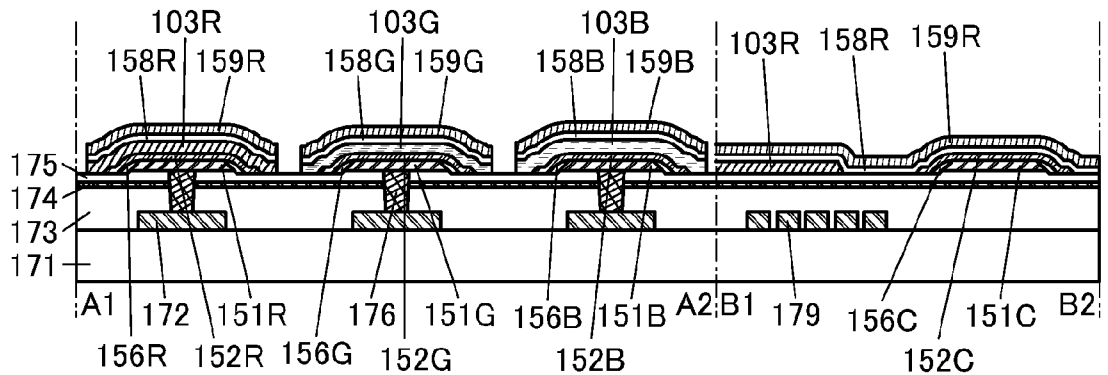


図8A

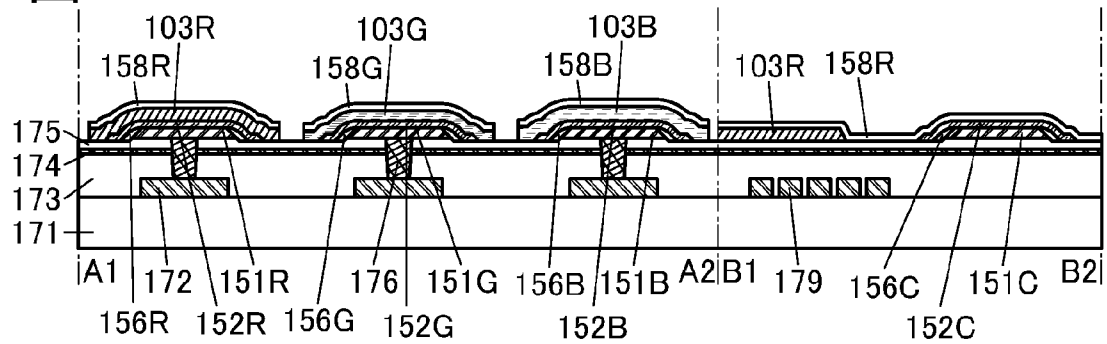


図8B

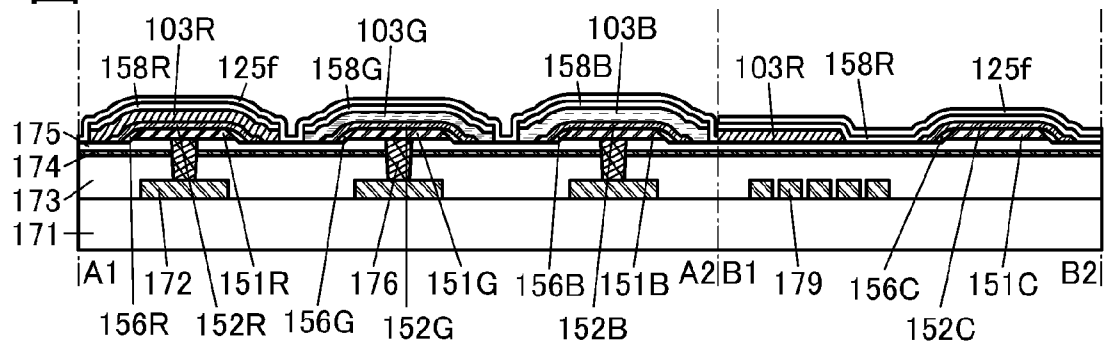


図8C

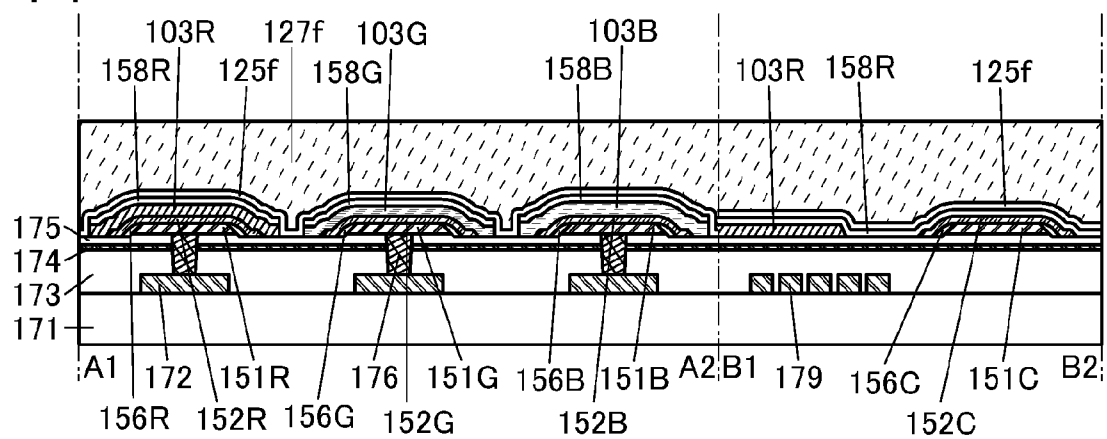


図9A

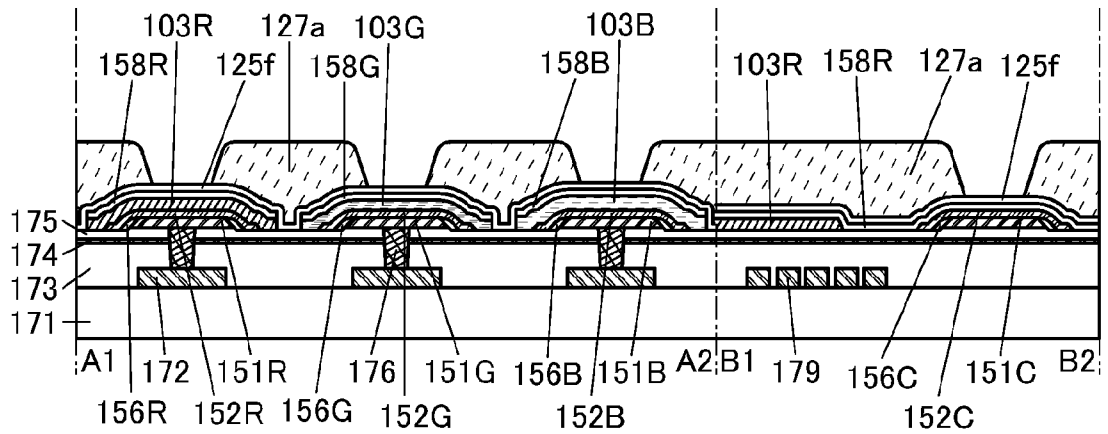


図9B

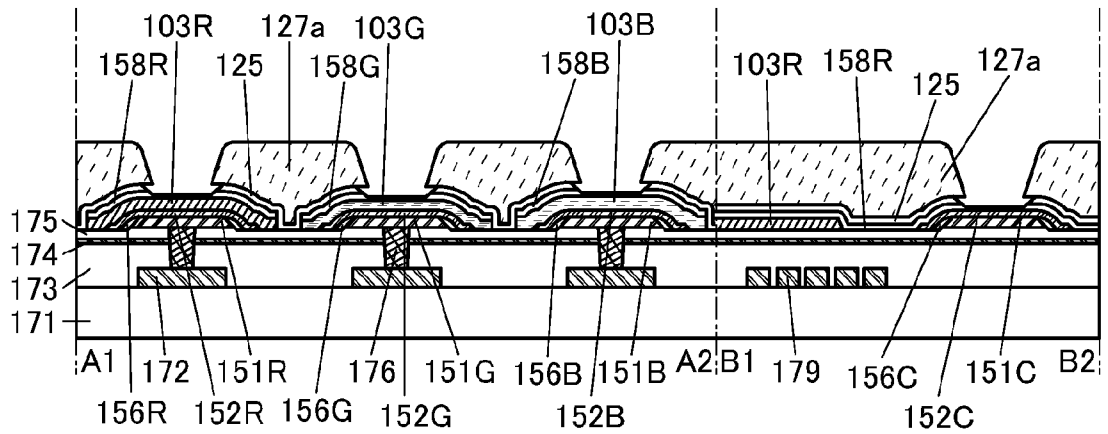
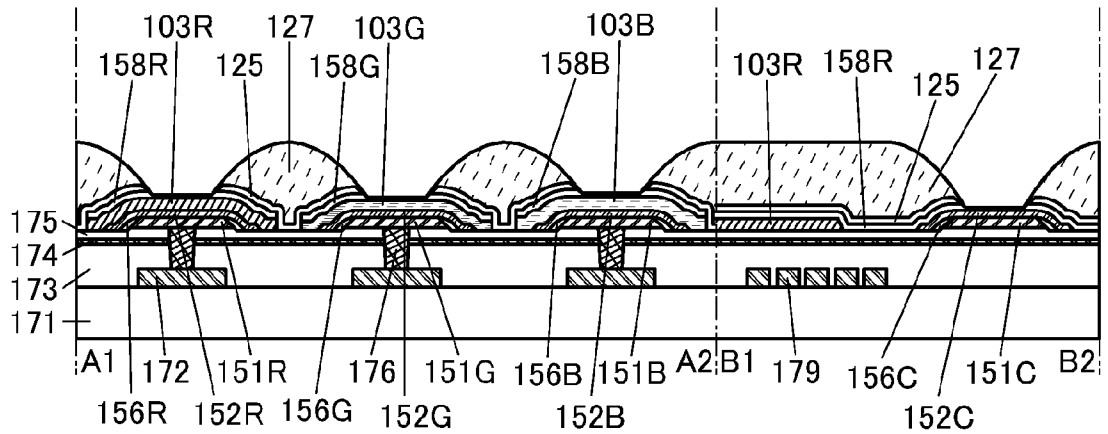


図9C



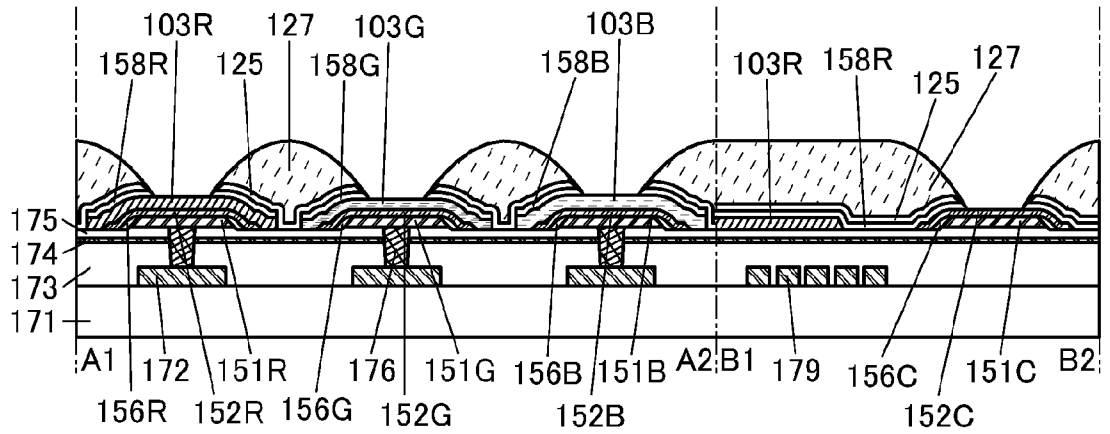
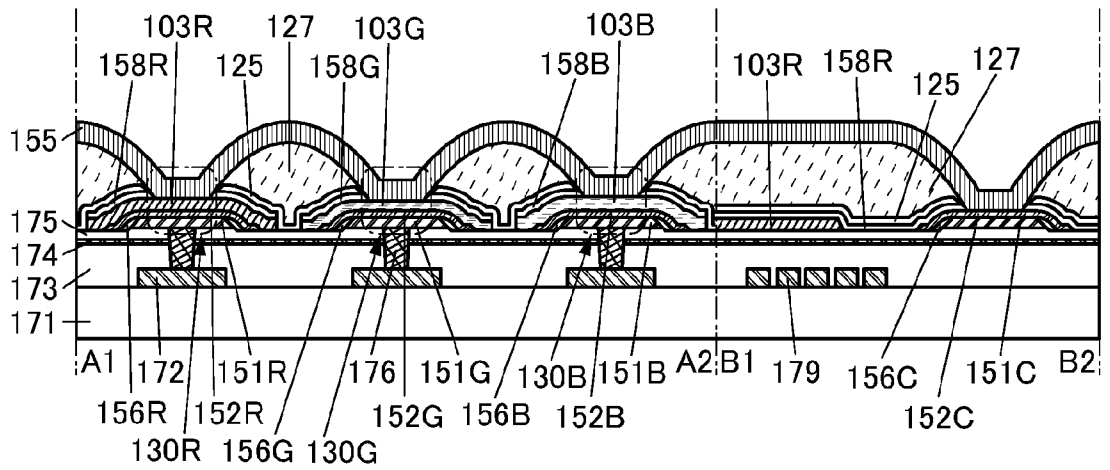
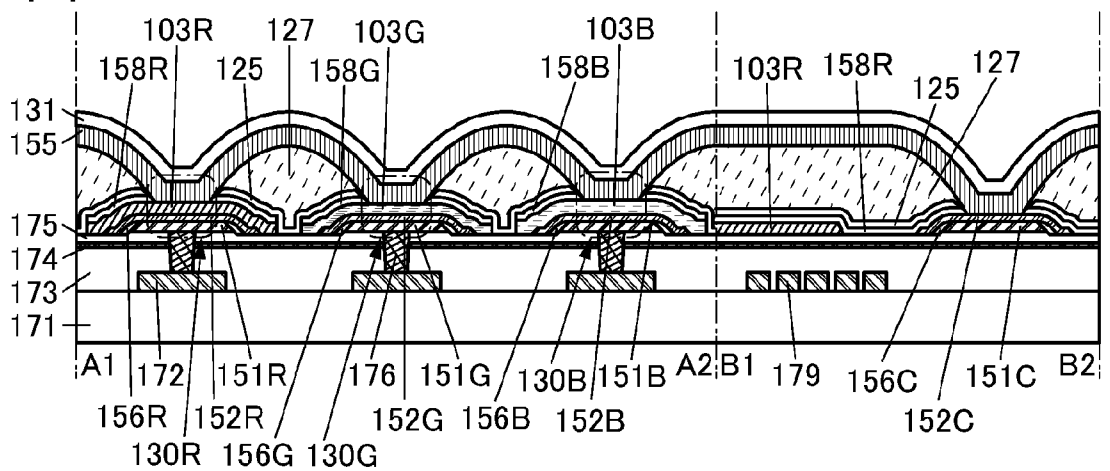
10A

10B

10C


図11A

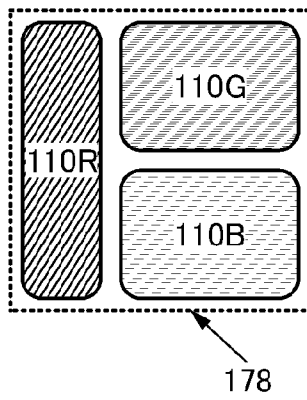


図11B

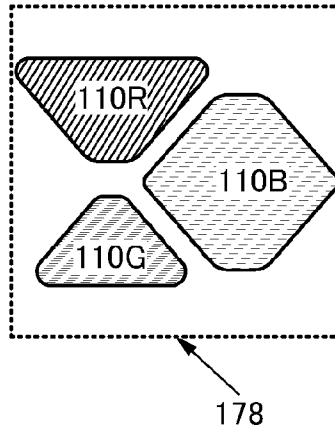


図11C

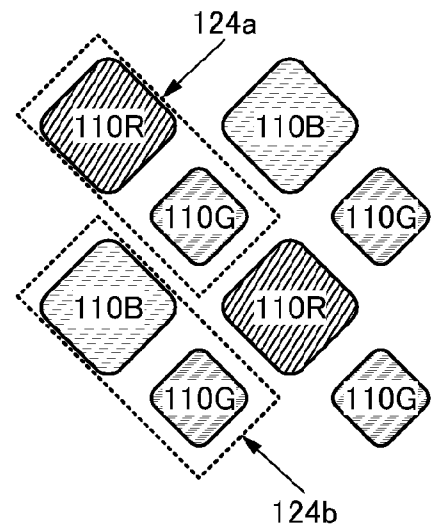


図11D

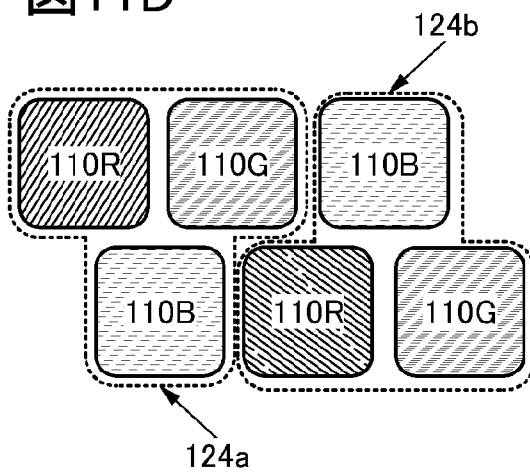


図11E

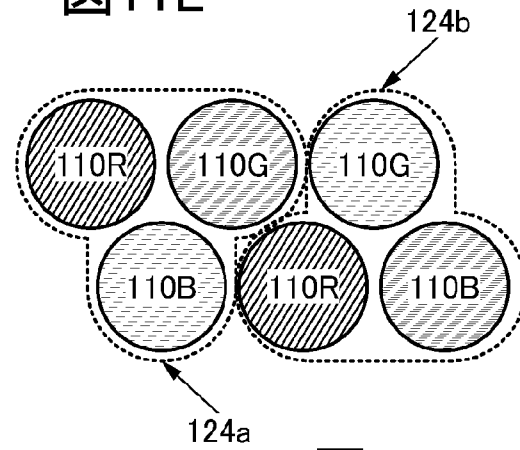


図11F

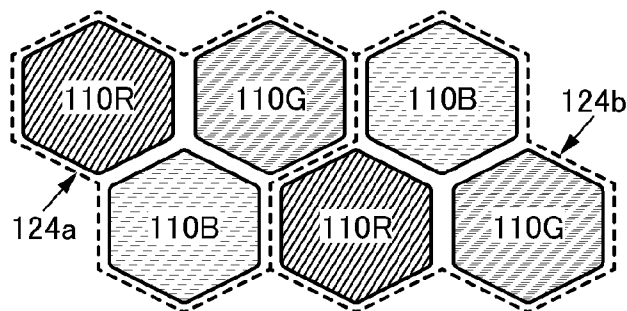


図11G

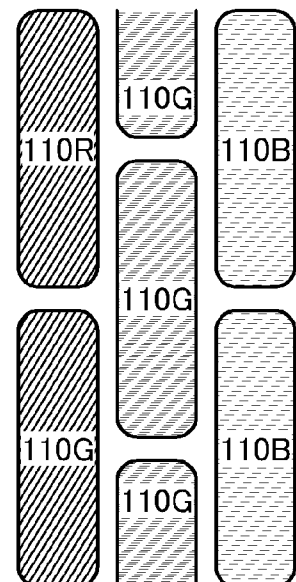


図12A

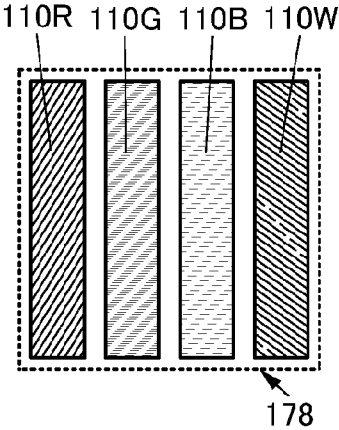


図12B

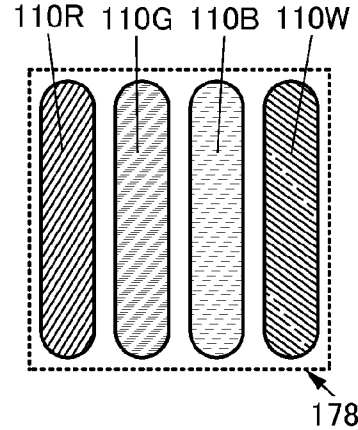


図12C

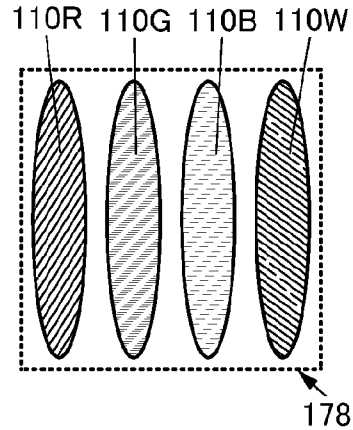


図12D

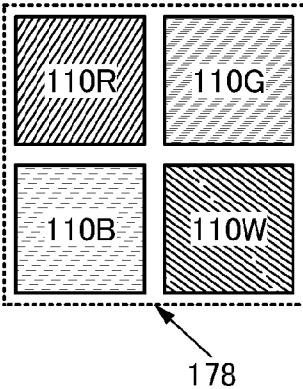


図12E

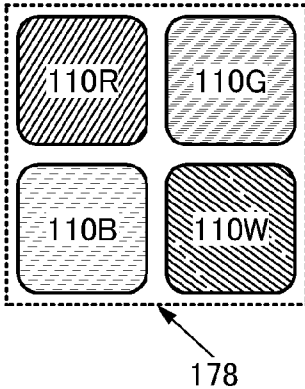


図12F

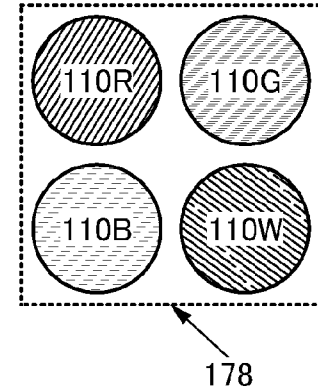


図12G

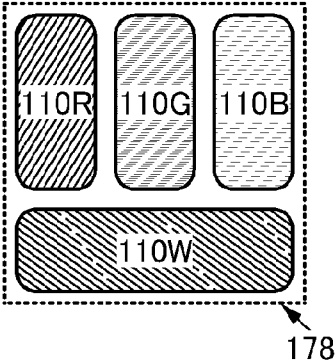


図12H

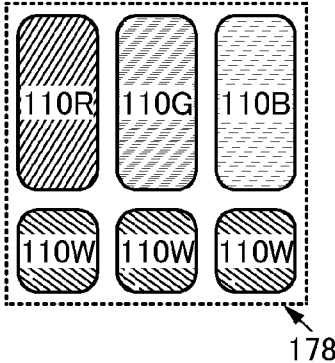


図12I

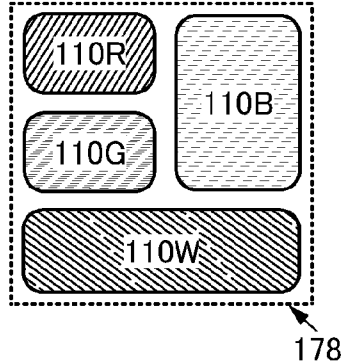


図13A

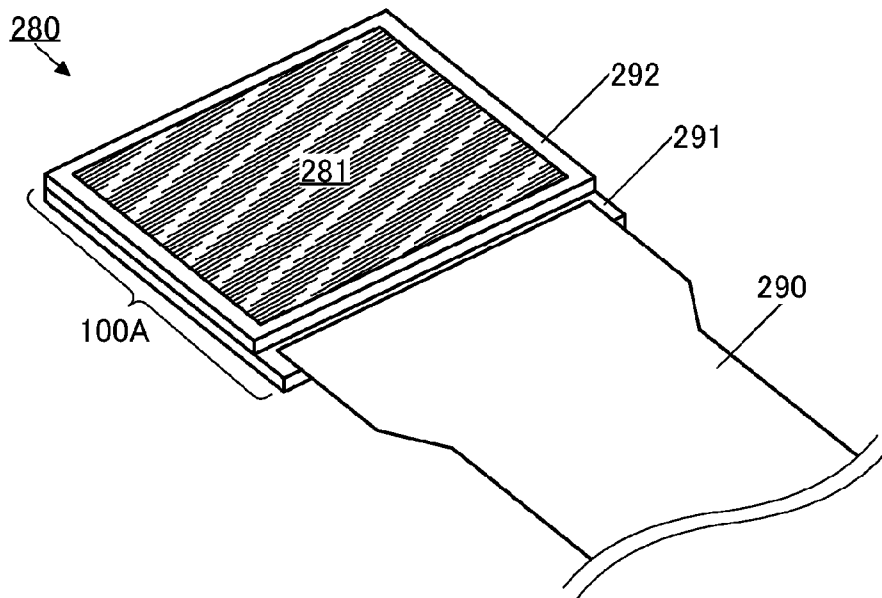
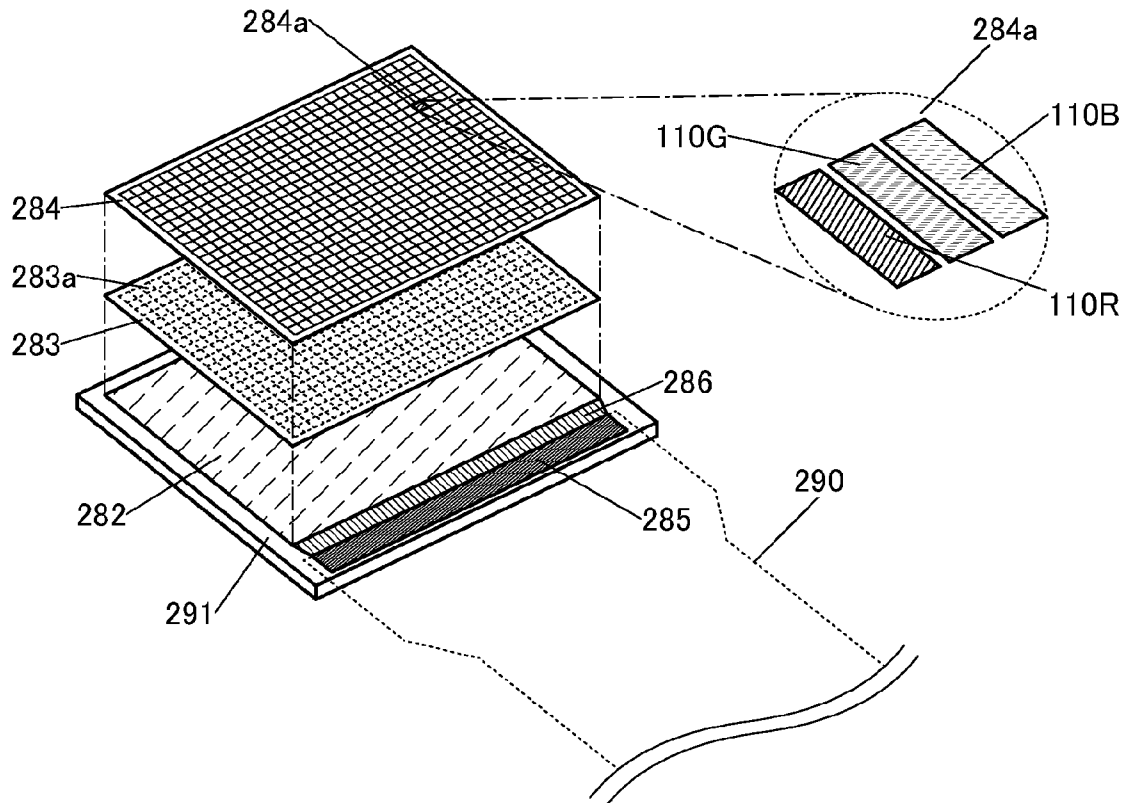


図13B



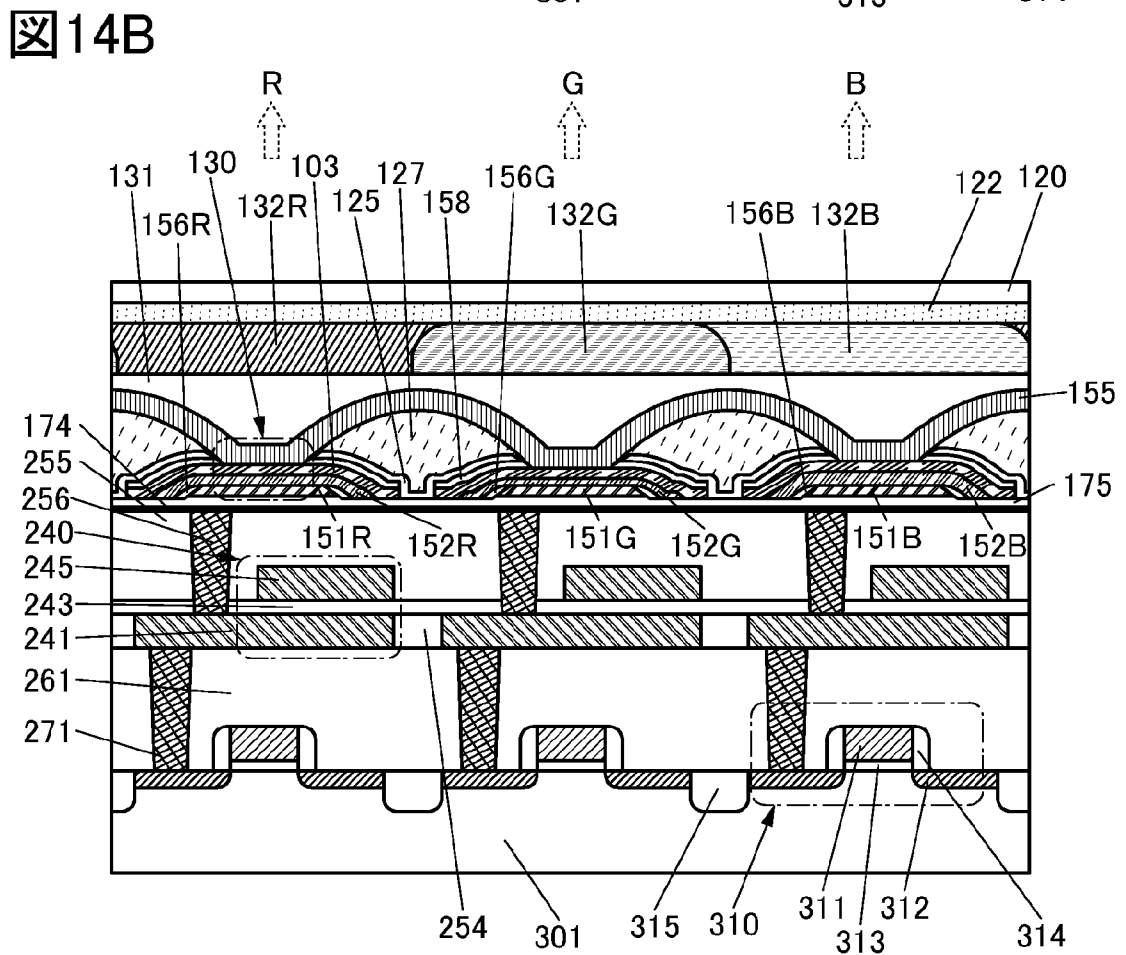
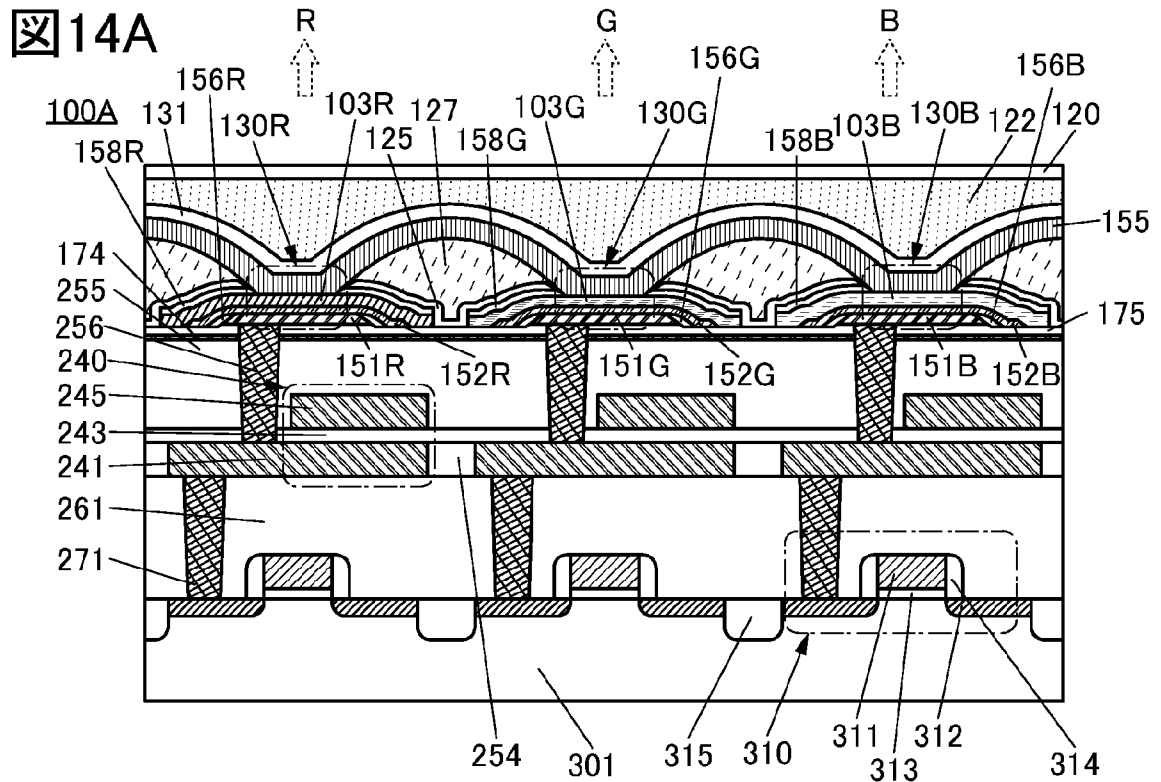
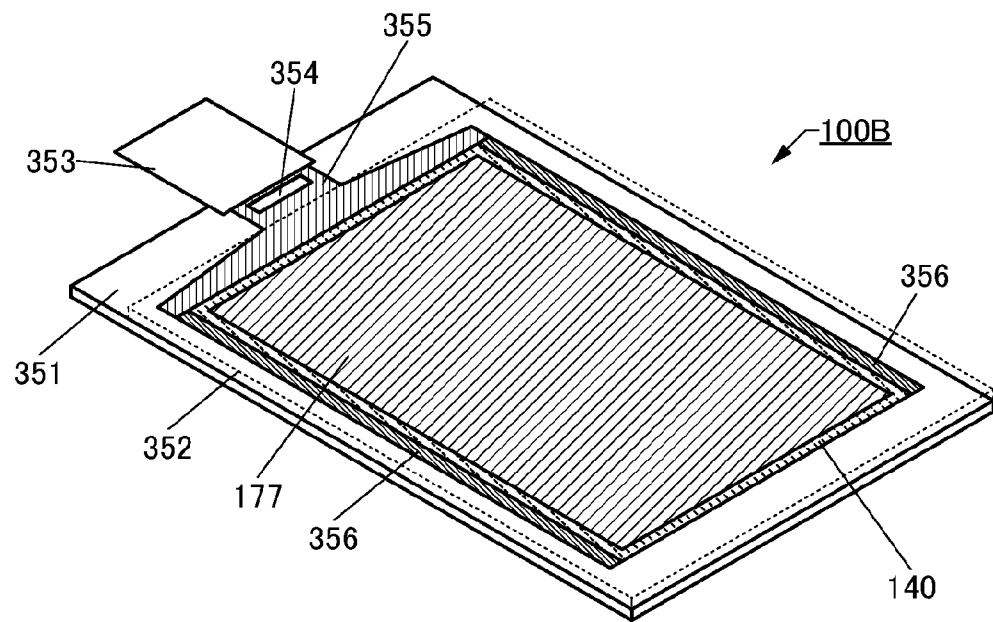


図15



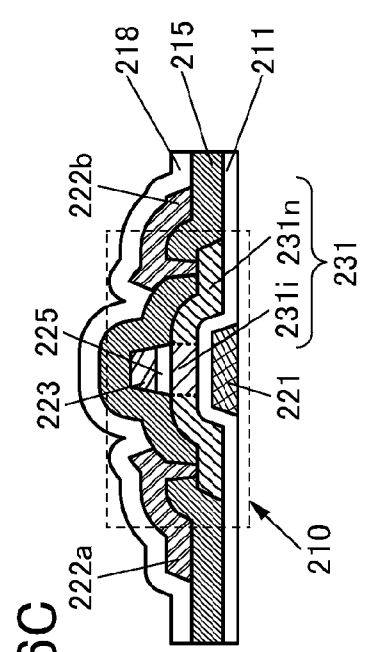
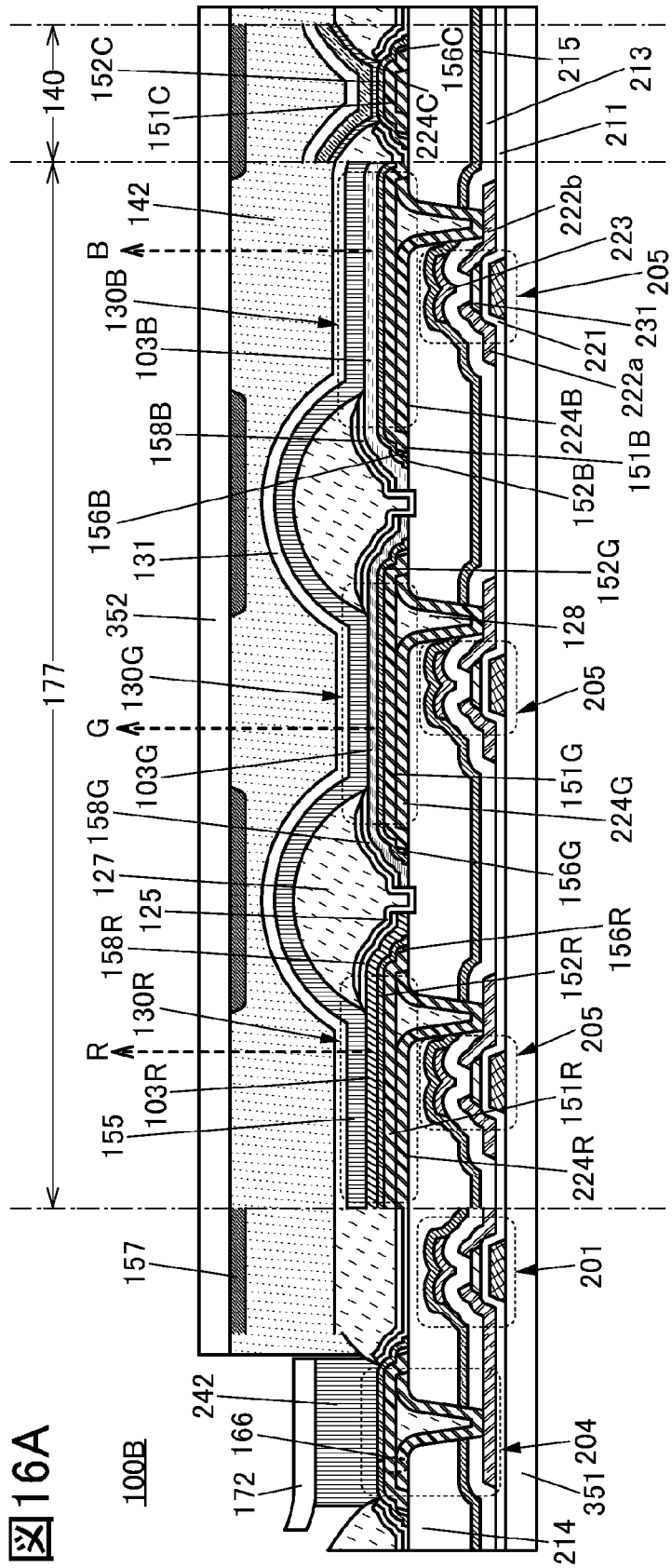


图16C

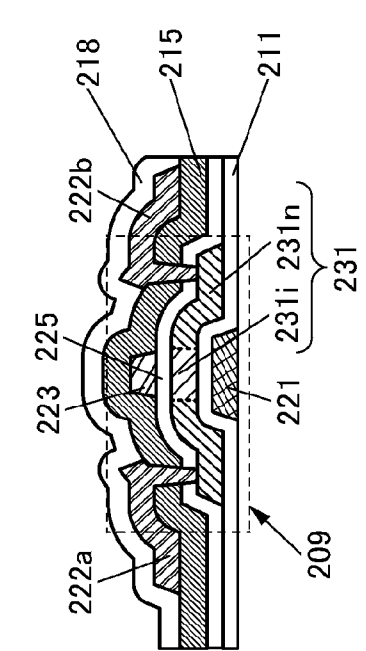


图17

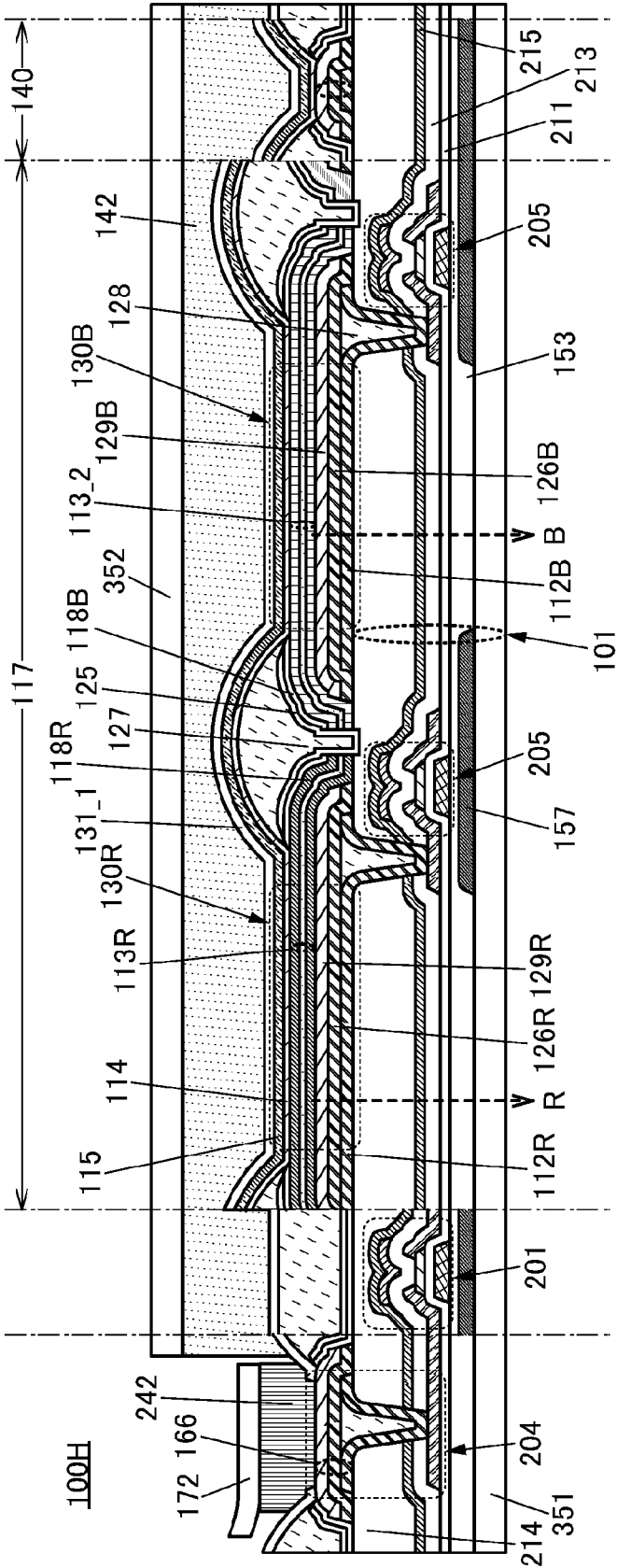


図19A

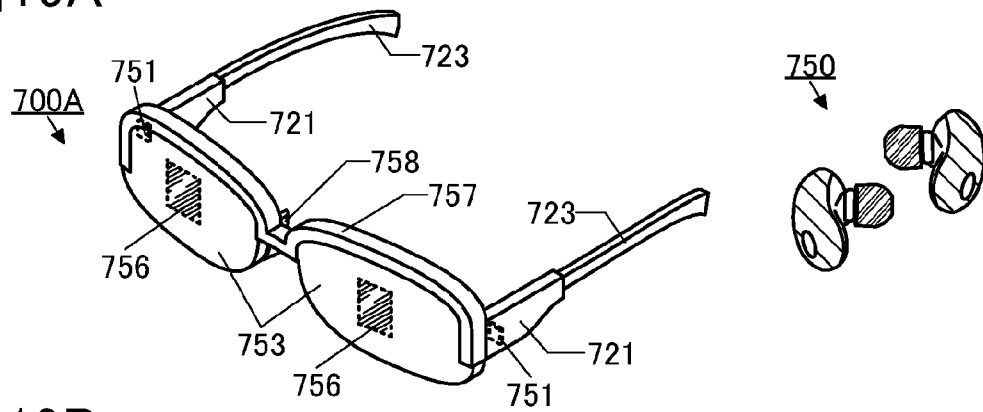


図19B

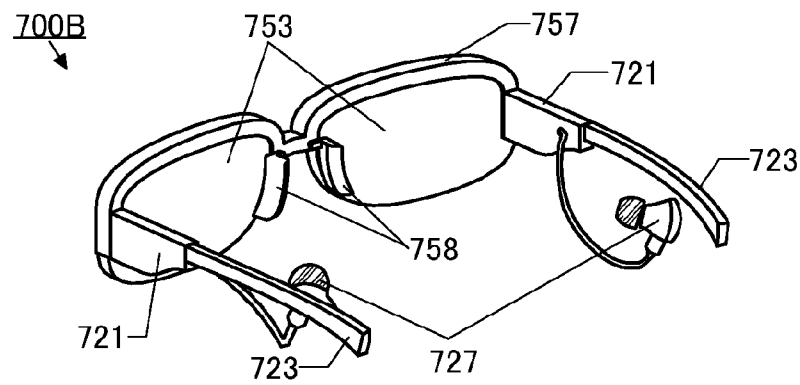


図19C

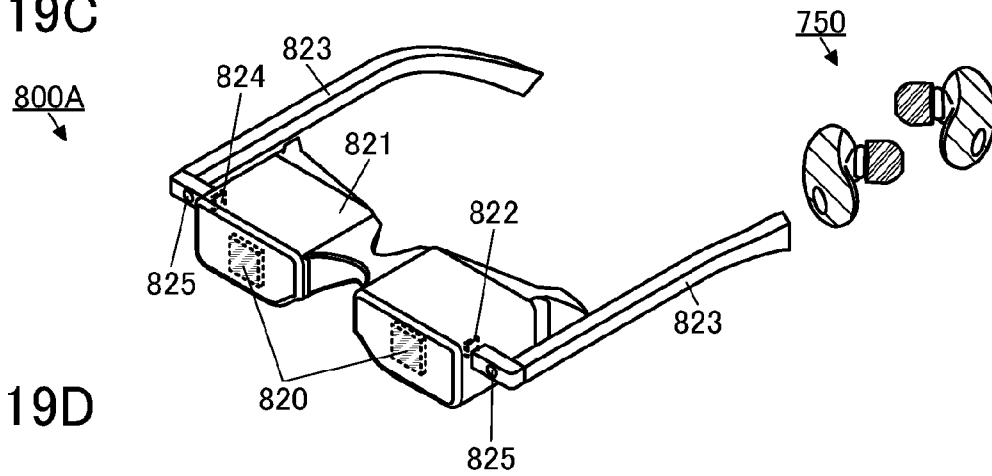


図19D

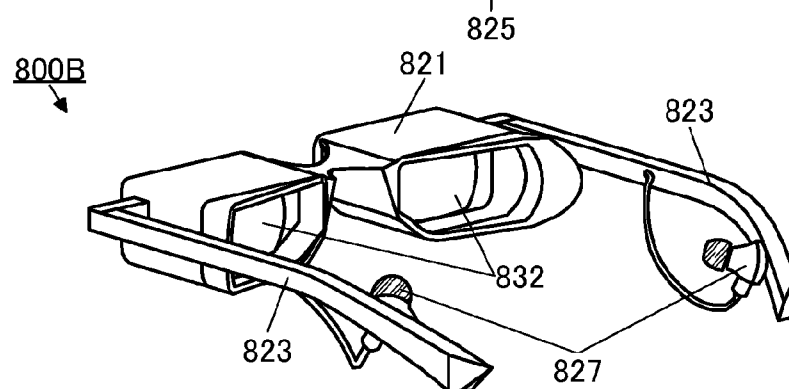


図20A

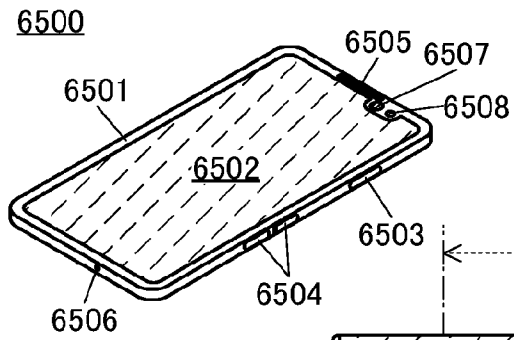


図20B

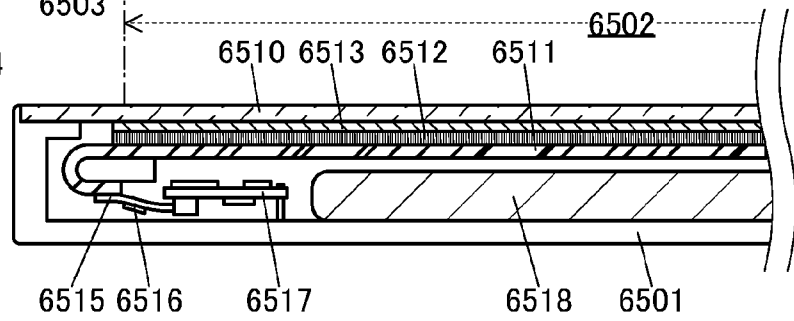


図20C

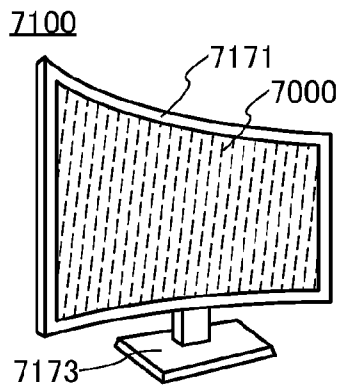


図20D

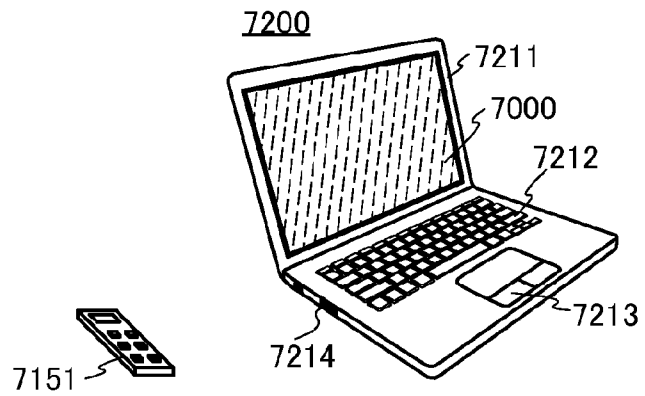


図20E

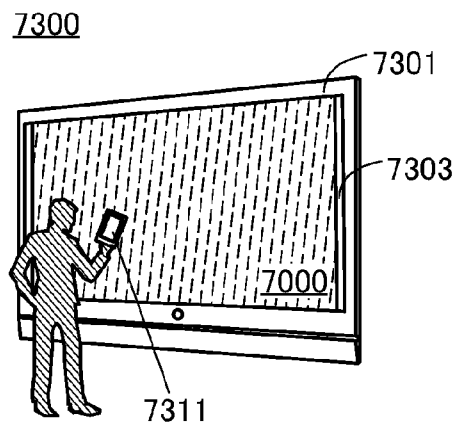


図20F

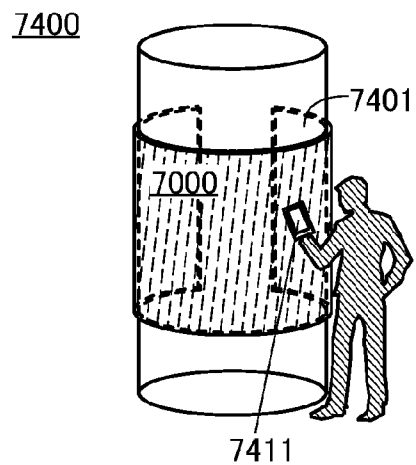


図21A

9171

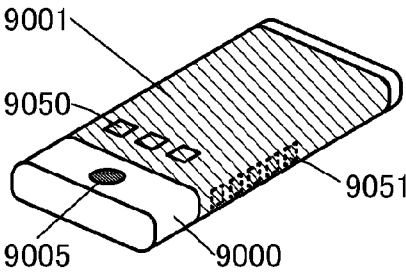


図21D

9200

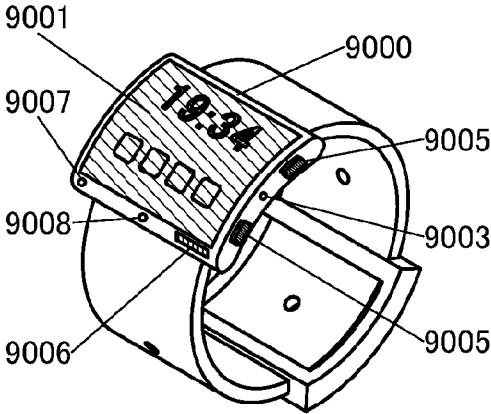


図21B

9172

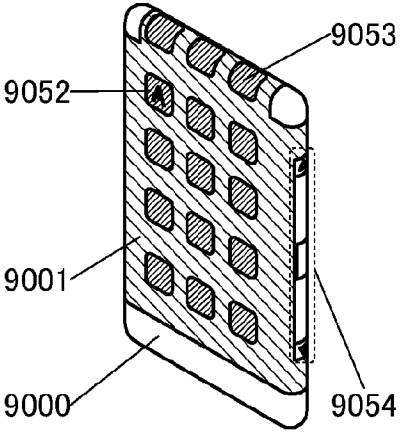


図21E

9201

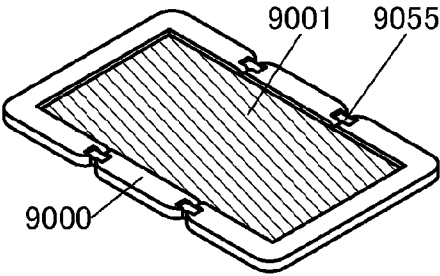


図21F

9201

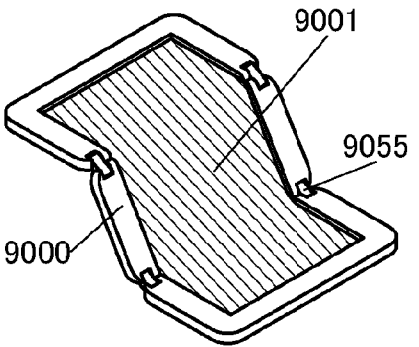


図21C

9173

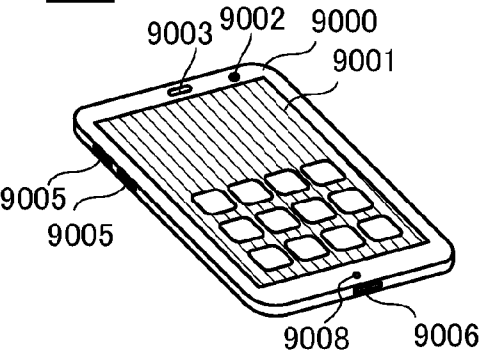


図21G

9201

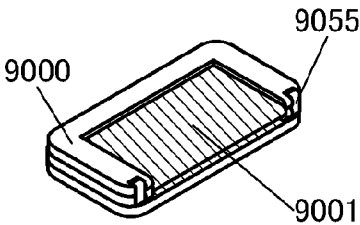


図22

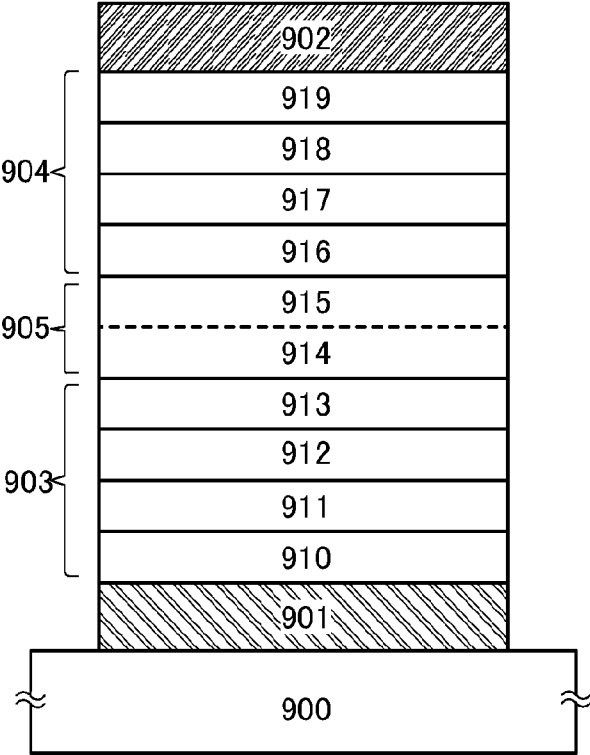


図23

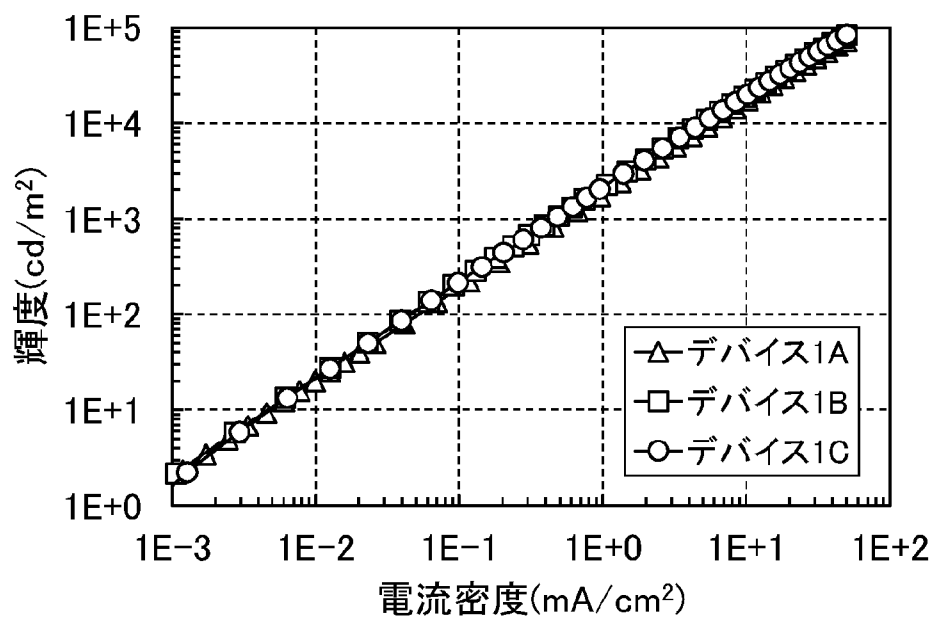


図24

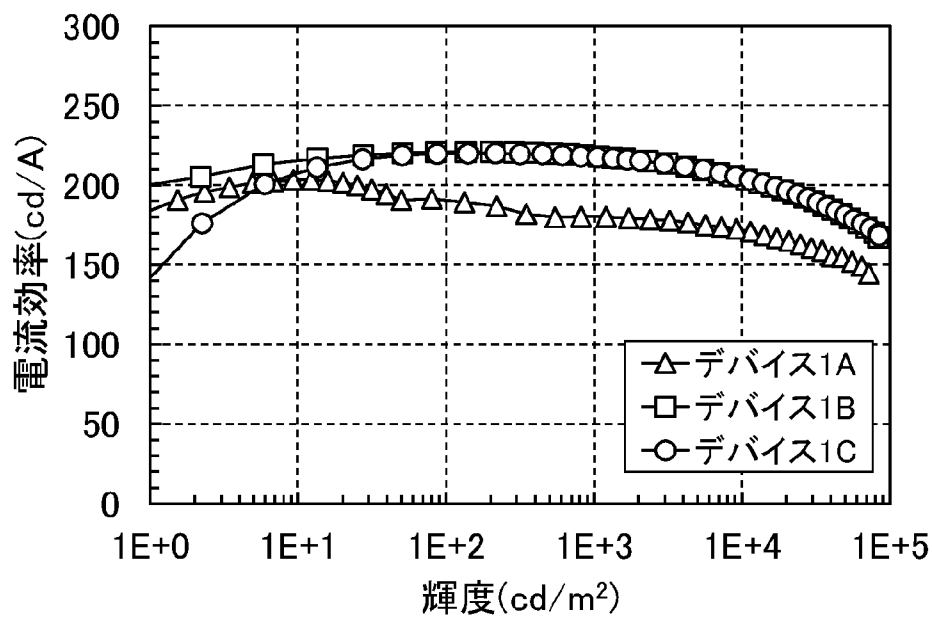


図25

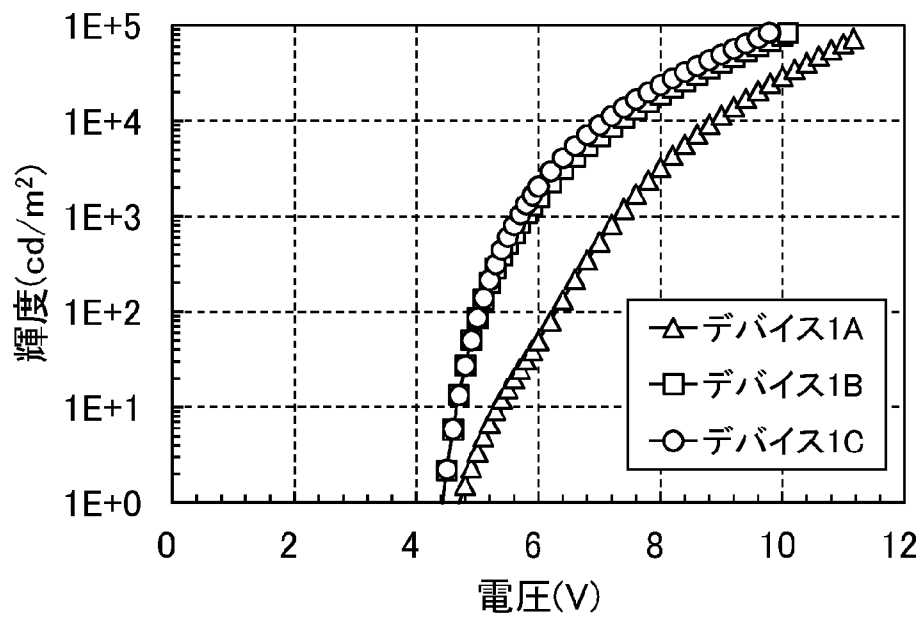


図26

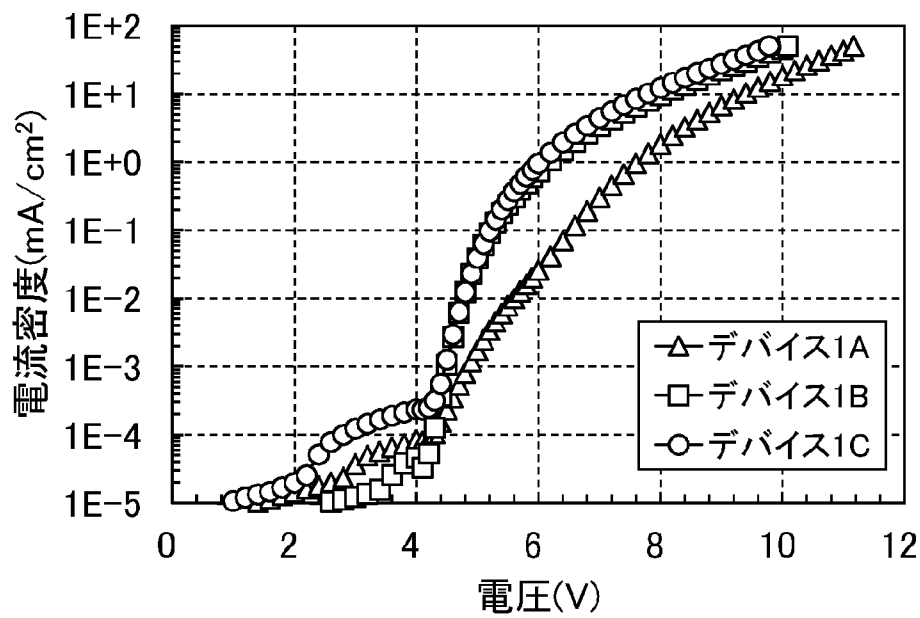


図27

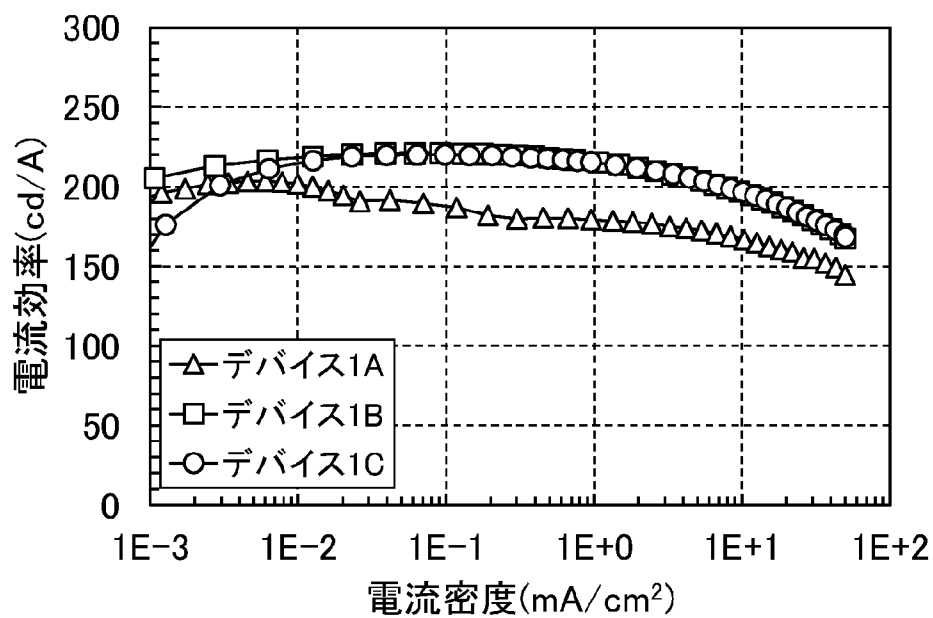


図28

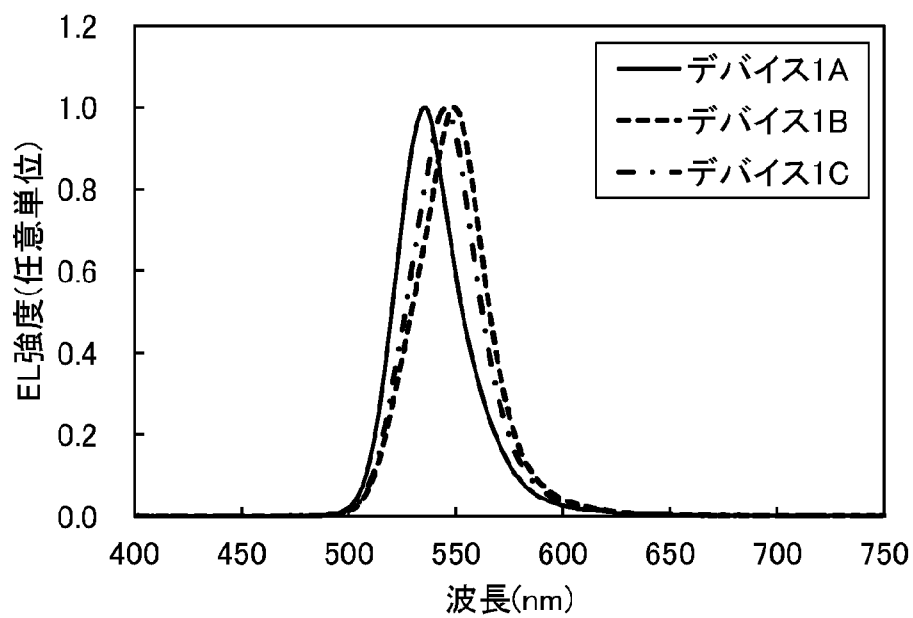


図29

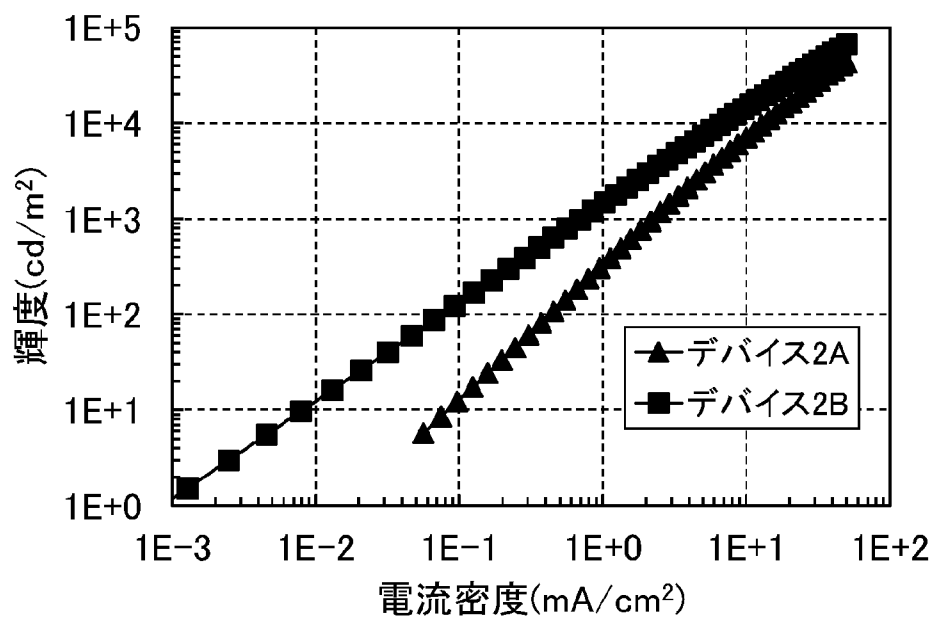


図30

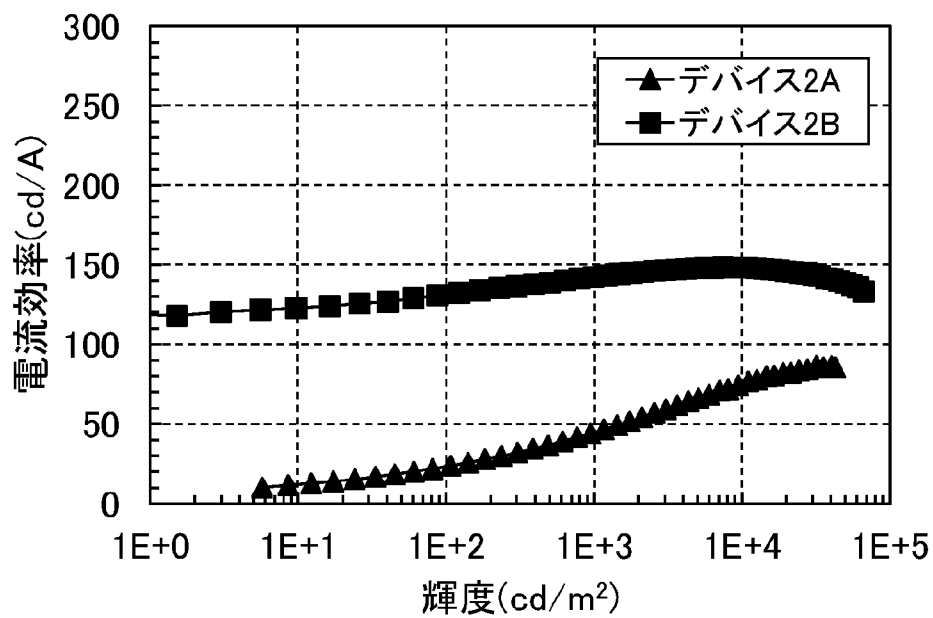


図31

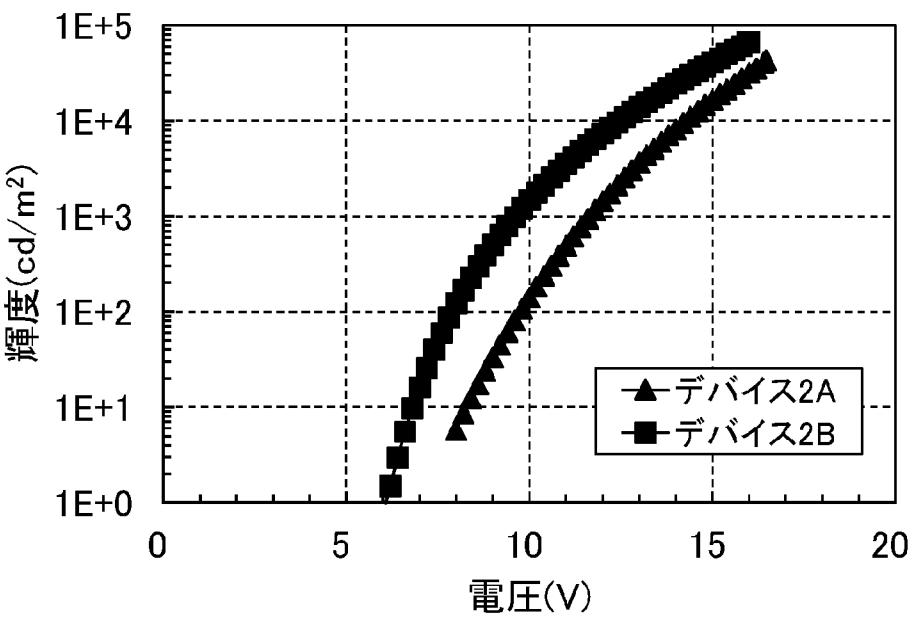


図32

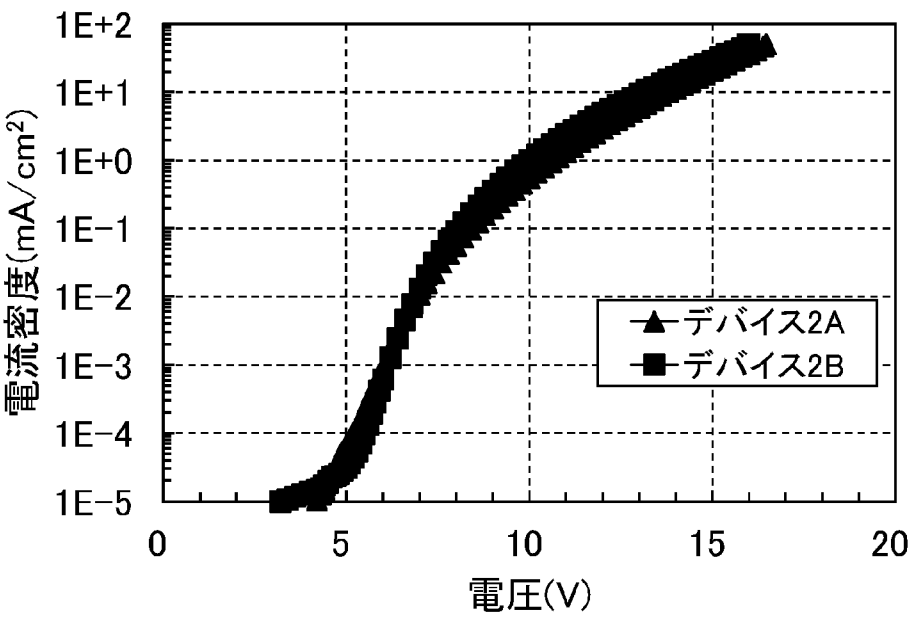


図33

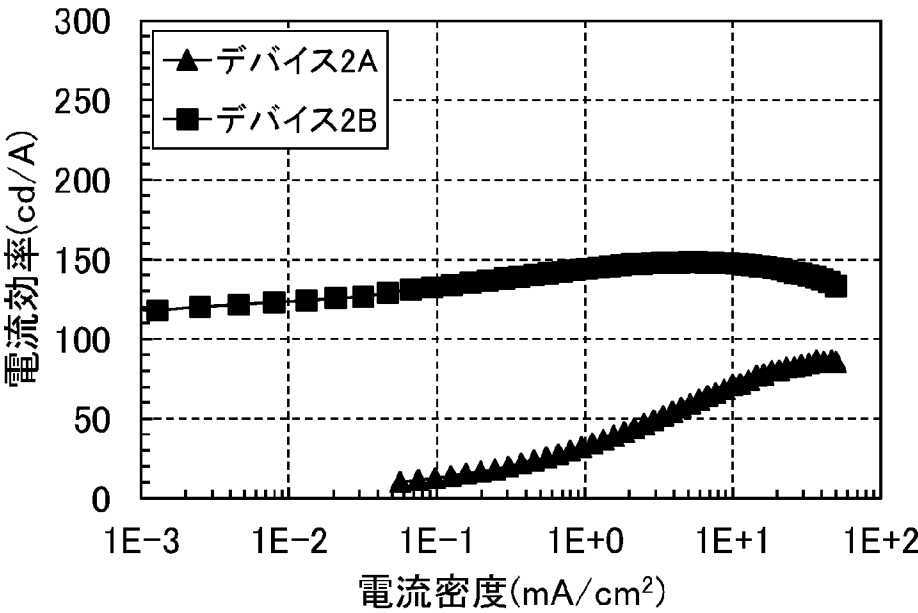
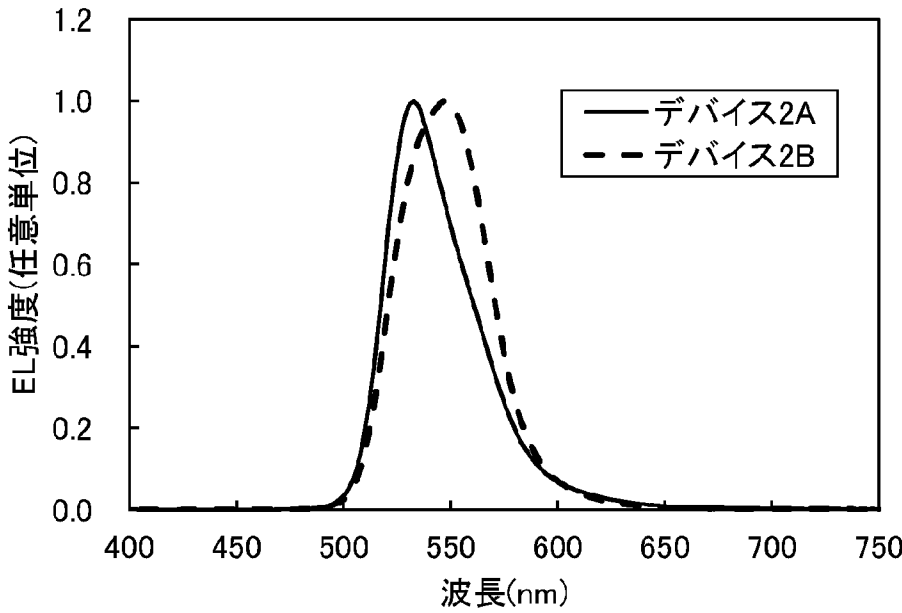


図34



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2023/050181

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H10K 50/19(2023.01)i; **H10K 50/16**(2023.01)i; **H10K 50/81**(2023.01)i; **H10K 50/82**(2023.01)i; **H10K 59/35**(2023.01)i;
H10K 59/90(2023.01)i; **H10K 85/30**(2023.01)i; **H10K 85/60**(2023.01)i
 FI: H10K50/19; H10K50/16; H10K50/81; H10K50/82; H10K59/35; H10K59/90; H10K85/30; H10K85/60

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H10K50/19; H10K50/16; H10K50/81; H10K50/82; H10K59/35; H10K59/90; H10K85/30; H10K85/60

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CAplus/REGISTRY (STN)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2021/045020 A1 (JAPAN BROADCASTING CORP) 11 March 2021 (2021-03-11) claims, paragraphs [0054], [0080]-[0081], [0125], fig. 9, 10	1, 7-12, 19-30
Y		2-6, 13-18
Y	WO 2021/045178 A1 (JAPAN BROADCASTING CORP) 11 March 2021 (2021-03-11) claims (in particular, claims 1-16), paragraphs [0045], [0056], [0059]	2-6, 13-18
A	JP 2021-166280 A (JAPAN BROADCASTING CORP) 14 October 2021 (2021-10-14) entire text, all drawings	1-30
P, A	CN 114057775 A (PEKING UNIVERSITY SHENZHEN GRADUATE SCHOOL) 18 February 2022 (2022-02-18) entire text, all drawings	1-30



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 February 2023

Date of mailing of the international search report

07 March 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/IB2023/050181

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2021/045020	A1	11 March 2021	TW 202113033 A	
WO	2021/045178	A1	11 March 2021	US 2022/0310937 A1 claims (in particular, claims 1-16), paragraphs [0045], [0056], [0059] EP 4026881 A1 KR 10-2022-0035956 A CN 114375506 A TW 202116776 A	
JP	2021-166280	A	14 October 2021	(Family: none)	
CN	114057775	A	18 February 2022	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H10K 50/19(2023.01)i; H10K 50/16(2023.01)i; H10K 50/81(2023.01)i; H10K 50/82(2023.01)i; H10K 59/35(2023.01)i; H10K 59/90(2023.01)i; H10K 85/30(2023.01)i; H10K 85/60(2023.01)i FI: H10K50/19; H10K50/16; H10K50/81; H10K50/82; H10K59/35; H10K59/90; H10K85/30; H10K85/60		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H10K50/19; H10K50/16; H10K50/81; H10K50/82; H10K59/35; H10K59/90; H10K85/30; H10K85/60		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023年		
国際調査で利用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語） CAplus/REGISTRY (STN)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	WO 2021/045020 A1（日本放送協会）11.03.2021（2021-03-11） 請求の範囲, [0054][0080]-[0081][0125], 図9, 図10	1, 7-12, 19-30
Y		2-6, 13-18
Y	WO 2021/045178 A1（日本放送協会）11.03.2021（2021-03-11） 請求の範囲(特に請求項1-16), [0045][0056][0059]	2-6, 13-18
A	JP 2021-166280 A（日本放送協会）14.10.2021（2021-10-14） 全文全図	1-30
P, A	CN 114057775 A（PEKING UNIVERSITY SHENZHEN GRADUATE SCHOOL）18.02.2022 （2022-02-18） 全文全図	1-30
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 21.02.2023		国際調査報告の発送日 07.03.2023
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 岩井 好子 20 4160 電話番号 03-3581-1101 内線 3271

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/IB2023/050181

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2021/045020	A1	11.03.2021	TW	202113033	A	
WO	2021/045178	A1	11.03.2021	US	2022/0310937	A1	
				請求の範囲(特に請求項			
				1-16), [0045][0056][0059]			
				EP	4026881	A1	
				KR	10-2022-0035956	A	
				CN	114375506	A	
				TW	202116776	A	
JP	2021-166280	A	14.10.2021	(ファミリーなし)			
CN	114057775	A	18.02.2022	(ファミリーなし)			