

(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6月8日(08.06.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/100014 A1

(51) 国際特許分類:
G09F 9/30 (2006.01) H01L 29/786 (2006.01)
H01L 27/146 (2006.01) H01L 21/336 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/IB2022/061057

(22) 国際出願日: 2022年11月17日(17.11.2022)

(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 2021-194831 2021年11月30日(30.11.2021) JP

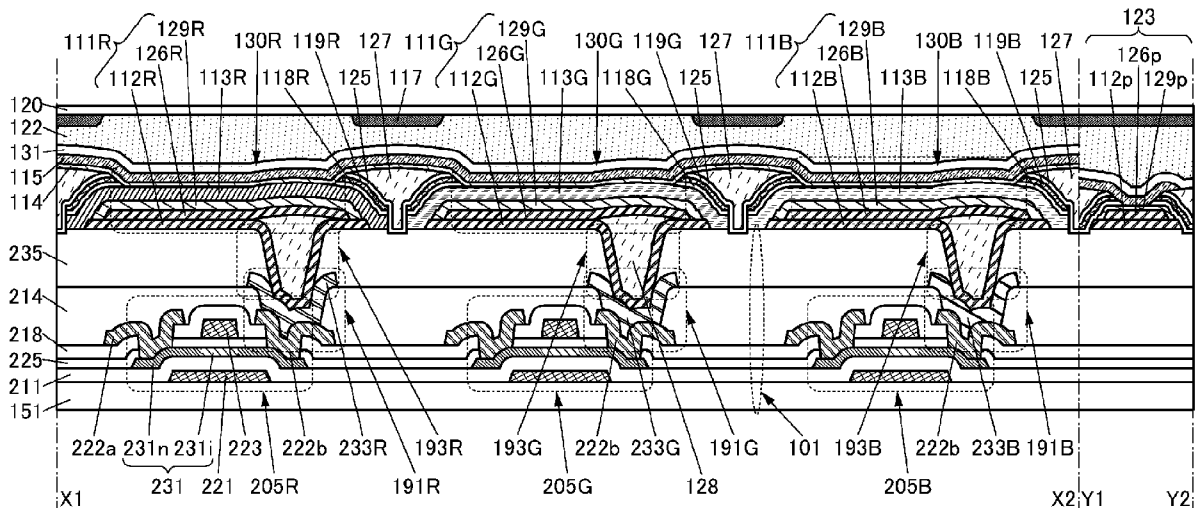
(71) 出願人: 株式会社半導体エネルギー研究所
(SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY
CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2430036 神奈川県厚木
市長谷398 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 中田昌孝(NAKADA, Masataka). 片山雅
博(KATAYAMA, Masahiro); 〒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). 佐藤来(SATO, Rai);
〒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). 保坂
泰靖(HOSAKA, Yasuharu). 生内俊光(OBONAI,
Toshimitsu). 土橋正佳(DOBASHI, Masayoshi).
楠紘慈(KUSUNOKI, Koji); 〒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). 中山智則
(NAKAYAMA, Tomonori); 〒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).

(54) Title: DISPLAY APPARATUS

(54) 発明の名称: 表示装置

図2



(57) Abstract: The present invention provides a high-definition display apparatus. Provided is a display apparatus comprising a transistor, a light-emitting device, a first insulation layer, a second insulation layer, and a first conductive layer. The transistor has a semiconductor layer and a second conductive layer which is electrically connected to the semiconductor layer. The light-emitting device has a pixel electrode. The first insulation layer is provided on the transistor and has a first opening which reaches the second conductive layer. The first conductive layer covers the first opening. The second insulation layer is provided on the first insulation layer and has a second opening in a region overlapping the first opening. The pixel electrode covers the upper surface of the second insulation layer and the second opening. The pixel

(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, 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:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))
- 一 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。

electrode is electrically connected to the second conductive layer via the first conductive layer. An end part of the first insulation layer is positioned above the second conductive layer. An end part of the second insulation layer is positioned above the first conductive layer. The end part of the second insulation layer is positioned further outward than the end part of the first insulation layer.

(57) 要約: 精細度が高い表示装置を提供する。トランジスタと、発光デバイスと、第1の絶縁層と、第2の絶縁層と、第1の導電層と、を有する表示装置とする。トランジスタは、半導体層と、半導体層と電気的に接続される第2の導電層と、を有する。発光デバイスは、画素電極を有する。第1の絶縁層は、トランジスタ上に設けられ、第2の導電層に達する第1の開口を有する。第1の導電層は、第1の開口を覆う。第2の絶縁層は、第1の絶縁層上に設けられ、第1の開口と重なる領域に第2の開口を有する。画素電極は、第2の絶縁層の上面及び第2の開口を覆う。画素電極は、第1の導電層を介して第2の導電層と電気的に接続される。第1の絶縁層の端部は、第2の導電層上に位置する。第2の絶縁層の端部は、第1の導電層上に位置する。第2の絶縁層の端部は、第1の絶縁層の端部より外側に位置する。

明細書

発明の名称

表示装置

技術分野

[0001]

本発明の一態様は、表示装置、表示モジュール、及び、電子機器に関する。本発明の一態様は、表示装置の作製方法に関する。

[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、半導体装置、表示装置、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]

近年、表示装置は様々な用途への応用が期待されている。例えば、大型の表示装置の用途として、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。

[0004]

また、表示装置の高精細化が求められている。高精細な表示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。

[0005]

表示装置として、例えば、発光デバイス（発光素子ともいう）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（Electroluminescence、以下ELと記す）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、表示装置に応用されている。

[0006]

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向けの表示装置が開示されている。

[先行技術文献]

[特許文献]

[0007]

[特許文献1] 国際公開第2018/087625号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008]

本発明の一態様は、精細度の高い表示装置を提供することを課題の一つとする。本発明の一態様は、解像度の高い表示装置を提供することを課題の一つとする。本発明の一態様は、表示品質の高い表示装置を提供することを課題の一つとする。本発明の一態様は、信頼性の高い表示装置を提供することを課題の一つとする。本発明の一態様は、新規の表示装置を提供することを課題の一つとする。

[0009]

本発明の一態様は、精細度の高い表示装置の作製方法を提供することを課題の一つとする。本発明の一態様は、解像度の高い表示装置の作製方法を提供することを課題の一つとする。本発明の一態様は、表示品質の高い表示装置の作製方法を提供することを課題の一つとする。本発明の一態様は、信頼性の高い表示装置の作製方法を提供することを課題の一つとする。本発明の一態様は、歩留まりの高い表示装置の作製方法を提供することを課題の一つとする。本発明の一態様は、新規の表示装置の作製方法を提供することを課題の一つとする。

[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、トランジスタと、発光デバイスと、第1の絶縁層と、第2の絶縁層と、第1の導電層と、を有する表示装置である。トランジスタは、半導体層と、半導体層と電氣的に接続される第2の導電層と、を有する。発光デバイスは、画素電極を有する。第1の絶縁層は、トランジスタ上に設けられ、第2の導電層に達する第1の開口を有する。第1の導電層は、第1の開口を覆う。第2の絶縁層は、第1の絶縁層上に設けられ、第1の開口と重なる領域に第2の開口を有する。画素電極は、第2の絶縁層の上面及び第2の開口を覆う。画素電極は、第1の導電層を介して第2の導電層と電氣的に接続される。第1の絶縁層の端部は、第2の導電層上に位置する。第2の絶縁層の端部は、第1の導電層上に位置する。第2の絶縁層の端部は、第1の絶縁層の端部より外側に位置する。

[0012]

前述の表示装置において、第1の絶縁層及び第2の絶縁層はそれぞれ、有機材料を有することが好ましい。

[0013]

前述の表示装置において、層を有することが好ましい。画素電極は、第3の導電層と、第3の導電層上の第4の導電層と、と有することが好ましい。第3の導電層は、第2の絶縁層の上面及び第2の開口を覆うことが好ましい。第3の導電層は、第2の絶縁層の側面及び第2の導電層の上面の形状に沿った凹部を有することが好ましい。層は、凹部を埋め込まれるように設けられることが好ましい。第4の導電層は、第3の導電層の上面及び層の上面を覆うことが好ましい。第4の導電層は、可視光に対して反射性を有する材料を含むことが好ましい。

[0014]

前述の表示装置において、層は、絶縁層であることが好ましい。または、前述の表示装置において、層は、導電層であることが好ましい。

[0015]

前述の表示装置において、第3の絶縁層を有することが好ましい。第3の絶縁層は、第2の絶縁層の上面に接して設けられることが好ましい。第3の絶縁層は、無機材料を有することが好ましい。画素電極は、第3の絶縁層の上面と接する領域を有することが好ましい。

[0016]

前述の表示装置において、第4の絶縁層を有することが好ましい。第4の絶縁層は、第1の絶縁層の上面に接して設けられることが好ましい。第4の絶縁層は、無機材料を有することが好ましい。第1の導電層は、第4の絶縁層の上面と接する領域を有することが好ましい。

[0017]

前述の表示装置において、第5の絶縁層と、第6の絶縁層と、を有することが好ましい。発光デバイスは、画素電極と、共通電極と、画素電極と共通電極に挟持されるEL層と、を有することが好ましい。第5の絶縁層は、EL層の上面の一部及び側面を覆うことが好ましい。第6の絶縁層は、第5の絶縁層を介して、EL層の上面の一部及び側面を覆うことが好ましい。共通電極は、第6の絶縁層を覆うことが好ましい。

[0018]

前述の表示装置において、第5の絶縁層は、無機材料を有することが好ましい。第6の絶縁層は、有機材料を有することが好ましい。

[0019]

前述の表示装置において、第5の絶縁層を有することが好ましい。発光デバイスは、画素電極と、共通電極と、画素電極と共通電極に挟持されるEL層と、を有することが好ましい。第5の絶縁層は、画素電極の上面の一部及び側面を覆うことが好ましい。EL層は、第5の絶縁層の上面と接する領域を有することが好ましい。共通電極は、第5の絶縁層を覆うことが好ましい。

[0020]

前述の表示装置において、トランジスタは、半導体層とゲート電極とに挟持されるゲート絶縁層を有する。半導体層は、金属酸化物を有することが好ましい。ゲート絶縁層中の金属酸化物が有する金属元素の濃度は、 $2 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 以下であることが好ましい。

発明の効果

[0021]

本発明の一態様により、精細度の高い表示装置を提供できる。また、解像度の高い表示装置を提供できる。また、表示品質の高い表示装置を提供できる。また、信頼性の高い表示装置を提供できる。また、新規の表示装置を提供できる。

[0022]

本発明の一態様により、精細度の高い表示装置の作製方法を提供できる。また、解像度の高い表示装置の作製方法を提供できる。また、表示品質の高い表示装置の作製方法を提供できる。また、信頼性の高い表示装置の作製方法を提供できる。また、歩留まりの高い表示装置の作製方法を提供できる。また、新規の表示装置の作製方法を提供できる。

[0023]

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

[0 0 2 4]

図 1 は、表示装置の一例を示す上面図である。

図 2 は、表示装置の一例を示す断面図である。

図 3 A は、表示装置の一例を示す断面図である。図 3 B 及び図 3 C は開口の一例を示す上面図である。

図 4 A 及び図 4 B は、バンドダイヤグラムを示す図である。

図 5 A は、表示装置の一例を示す断面図である。図 5 B は発光デバイスの一例を示す上面図である。

図 6 A 及び図 6 B は、表示装置の一例を示す断面図である。

図 7 A 及び図 7 B は、表示装置の一例を示す断面図である。

図 8 A 及び図 8 B は、表示装置の一例を示す断面図である。

図 9 A 及び図 9 B は表示装置の一例を示す断面図である。

図 1 0 A 及び図 1 0 B は、表示装置の一例を示す断面図である。

図 1 1 A 及び図 1 1 B は、表示装置の一例を示す断面図である。

図 1 2 A 及び図 1 2 B は、表示装置の一例を示す断面図である。

図 1 3 は、表示装置の一例を示す断面図である。

図 1 4 は、表示装置の一例を示す断面図である。

図 1 5 は、表示装置の一例を示す断面図である。

図 1 6 は、表示装置の一例を示す断面図である。

図 1 7 は、表示装置の一例を示す断面図である。

図 1 8 は、表示装置の一例を示す断面図である。

図 1 9 は、表示装置の一例を示す上面図である。

図 2 0 は、表示装置の一例を示す断面図である。

図 2 1 A 乃至図 2 1 D は、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図 2 2 A 乃至図 2 2 C は、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図 2 3 A 及び図 2 3 B は、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図 2 4 A 及び図 2 4 B は、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図 2 5 A 及び図 2 5 B は、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図 2 6 A 及び図 2 6 B は、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図 2 7 A 及び図 2 7 B は、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図 2 8 は、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図 2 9 A 及び図 2 9 B は、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図 3 0 A 及び図 3 0 B は、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図 3 1 A 及び図 3 1 B は、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図 3 2 A 及び図 3 2 B は、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図 3 3 A 及び図 3 3 B は、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図 3 4 A 及び図 3 4 B は、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図 3 5 A 及び図 3 5 B は、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図 3 6 は、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図 3 7 A 及び図 3 7 B は、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図 3 8 は、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図 3 9 A 及び図 3 9 B は、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図 4 0 は、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図 4 1 は、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図 4 2 は、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図 4 3 A 乃至図 4 3 G は、画素の一例を示す図である。

図 4 4 A 乃至図 4 4 K は、画素の一例を示す図である。

図 4 5 は、表示装置の一例を示す斜視図である。

図 4 6 は、表示装置の一例を示す断面図である。

図 4 7 は、表示装置の一例を示す断面図である。

図 4 8 は、表示装置の一例を示す断面図である。

図 4 9 A 乃至図 4 9 F は、発光デバイスの構成例を示す図である。

図 5 0 A 乃至図 5 0 C は、発光デバイスの構成例を示す図である。

図 5 1 A 及び図 5 1 B は、受光デバイスの構成例を示す図である。図 5 1 C 乃至図 5 1 E は、表示装置の構成例を示す図である。

図 5 2 A 乃至図 5 2 D は、電子機器の一例を示す図である。

図 5 3 A 乃至図 5 3 F は、電子機器の一例を示す図である。

図 5 4 A 乃至図 5 4 G は、電子機器の一例を示す図である。

図 5 5 は、NBTIS 試験によるトランジスタの電気特性の変動量を示す図である。

図 5 6 A 及び図 5 6 C は、トランジスタの $I_d - V_g$ 特性を示す図である。図 5 6 B 及び図 5 6 D は、NBTIS 試験によるトランジスタの電気特性の変動量を示す図である。

図 5 7 A 乃至図 5 7 C は、絶縁層中の金属濃度を示す図である。

図 5 8 A 及び図 5 8 C は、計算モデルを示す図である。図 5 8 B 及び図 5 8 D は、計算により得られた状態密度図である。

図 5 9 A 乃至図 5 9 D は、NBTIS 試験によるトランジスタの電気特性の変動量を示す図である。

図 6 0 は、実施例に係る試料の断面 STEM 像である。

発明を実施するための形態

[0025]

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。

[0026]

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。

[0027]

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。

[0028]

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。

[0029]

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。

[0030]

本明細書等では、発光波長が異なる発光デバイスで少なくとも発光層を作り分ける構造をSBS（Side By Side）構造と呼ぶ場合がある。SBS構造は、発光デバイスごとに材料及び構成を最適化することができるため、材料及び構成の選択の自由度が高まり、輝度の向上及び信頼性の向上を図ることが容易となる。

[0031]

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。

[0032]

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。ここで、EL層が有する層（機能層ともいう）として、発光層、キャリア注入層（正孔注入層及び電子注入層）、キャリア輸送層（正孔輸送層及び電子輸送層）、及び、キャリアブロック層（正孔ブロック層及び電子ブロック層）などが挙げられる。

[0033]

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。

[0034]

本明細書等において、島状とは、同一工程で形成された同一材料を用いた2以上の層が、物理的に分離されている状態であることを示す。例えば、島状の発光層とは、当該発光層と、隣接する発光層とが、物理的に分離されている状態であることを示す。

[0035]

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、微小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。

[0036]

本明細書等において、マスク層とは、少なくとも発光層（より具体的には、EL層を構成する層のうち、島状に加工される層）の上方に位置し、製造工程中において、当該発光層を保護する機能を有する。

[0037]

本明細書等において、段切れとは、層、膜、または電極が、被形成面の形状（例えば段差など）に起因して分断されてしまう現象を示す。

[0038]

（実施の形態1）

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置について、図1乃至図20を用いて説明する。

[0039]

本発明の一態様は、トランジスタと、発光デバイスと、第1の絶縁層と、第2の絶縁層と、第1の導電層と、を有する表示装置である。トランジスタ上に第1の絶縁層が設けられ、第1の絶縁層上に第2の絶縁層が設けられ、第2の絶縁層上に発光デバイスが設けられる。トランジスタは、半導体層と、半導体層と電氣的に接続される第2の導電層と、を有する。第2の導電層は、トランジスタのソースまたはドレインとして機能する。第1の絶縁層は、第2の導電層に達する第1の開口を有する。第1の導電層は、第1の開口を覆うように設けられる。第2の絶縁層は、第1の開口と重なる領域に第2の開口を有する。発光デバイスが有する画素電極は、第2の絶縁層の上面及び第2の開口を覆うように設けられる。画素電極は、第1の導電層を介して第2の導電層と電氣的に接続される。

[0040]

第1の絶縁層及び第2の絶縁層はそれぞれ、平坦化層として機能する。第1の絶縁層及び第2の絶縁層はそれぞれ、有機材料を有することが好ましい。トランジスタ上に平坦化層として機能する2以上の絶縁層を積層して設けることにより、トランジスタに起因する凹凸が小さくなり、発光デバイスの被形成面をより平坦にすることができる。したがって、発光デバイスの加工精度を高めることができ、精細度の高い表示装置とすることができる。

[0041]

トランジスタは、発光デバイスを制御する画素回路を構成する。トランジスタは、第1の開口を覆うように設けられた第1の導電層を介して、第2の開口を覆うように設けられた画素電極と電氣的に接続される。第2の開口を第1の開口と重なる領域に設けることにより、画素回路の占有面積を小さくすることができる。したがって、精細度の高い表示装置とすることができる。また、第1の絶縁層の第1の開口側の端部は、第2の導電層上に位置し、第2の絶縁層の第2の開口側の端部は、第1の導電層上に位置する。さらに、第2の絶縁層の端部は、第1の絶縁層の端部より外側に位置する。言い換えると、第2の絶縁層は、第1の絶縁層の端部より突出した部分を有する。つまり、上面視（平面視ともいう）において、第2の開口は、第1の開口の内側に設けられる。第1の開口は、第2の開口を包含するともいえる。このような構成とすることにより、画素電極の被形成面の形状をなだらかにすることができ、画素電極の接続不良、及び電気抵抗の上昇を防止することができる。したがって、表示品位の高い表示装置とすることができる。

[0042]

本発明の一態様である表示装置 100 の上面図（平面図ともいう）を、図 1 に示す。表示装置 100 は、複数の画素 110 がマトリクス状に配置された表示部と、表示部の外側の接続部 140 と、を有する。画素 110 はそれぞれ、複数の副画素を有する。図 1 は、2 行 2 列の画素 110 を示している。また、それぞれの画素 110 が 3 つの副画素（副画素 11R、副画素 11G、及び副画素 11B）を有する構成として、2 行 6 列分の副画素を示している。接続部 140 は、カソードコンタクト部と呼ぶこともできる。

[0043]

副画素はそれぞれ、表示デバイス（表示素子ともいう）を有する。表示デバイスとして、例えば、液晶デバイス（液晶素子ともいう）及び発光デバイス（発光素子ともいう）が挙げられる。発光デバイスとして、例えば、OLED（Organic Light Emitting Diode）、または QLED（Quantum-dot Light Emitting Diode）を用いることが好ましい。発光デバイスが有する発光物質として、例えば、蛍光を発する物質（蛍光材料）、燐光を発する物質（燐光材料）、熱活性化遅延蛍光を示す物質（熱活性化遅延蛍光（Thermally activated delayed fluorescence: TADF）材料）、及び、無機化合物（量子ドット材料等）が挙げられる。また、発光デバイスとして、マイクロLED（Light Emitting Diode）などの LED を用いることもできる。

[0044]

発光デバイスの発光色は、赤外、赤、緑、青、シアン、マゼンタ、黄、または白などとすることができる。また、発光デバイスにマイクロキャビティ構造を付与することにより色純度を高めることができる。

[0045]

以降では、表示デバイスとして発光デバイスを用いる構成を例に挙げて、説明する。

[0046]

本発明の一態様の表示装置は、発光色ごとに作り分けられた発光デバイスを有し、フルカラー表示が可能である。

[0047]

図 1 に示す副画素の上面形状は、発光デバイスの発光領域の上面形状に相当する。副画素の上面形状は、例えば、三角形、四角形（長方形、正方形を含む）、五角形などの多角形、これら多角形の角が丸い形状、楕円形、または円形とすることができる。

[0048]

副画素はそれぞれ、発光デバイスを制御する画素回路を有する。画素回路は、図 1 に示す副画素の範囲に限定されず、回路の構成要素は、その外側に配置されてもよい。例えば、副画素 11R の画素回路が有するトランジスタは、図 1 に示す副画素 11G の範囲内に位置してもよく、一部または全てが副画素 11R の範囲外に位置してもよい。

[0049]

図 1 では、副画素 11R、副画素 11G、及び副画素 11B の開口率を等しくまたは概略等しく（発光領域のサイズを等しくまたは概略等しく、ともいえる）示すが、本発明の一態様はこれに限定されない。副画素 11R、副画素 11G、及び副画素 11B の開口率は、それぞれ適宜決定することができる。副画素 11R、副画素 11G、及び副画素 11B の開口率は、それぞれ異なってもよく、2 つ以上が等しいまたは概略等しくてもよい。

[0050]

図1に示す画素110には、ストライプ配列が適用されている。図1に示す画素110は、副画素11R、副画素11G、及び副画素11Bの3つの副画素で構成される。副画素11R、副画素11G、及び副画素11Bは、それぞれ異なる色の光を呈する。副画素11R、副画素11G、及び副画素11Bとして、赤色(R)、緑色(G)、青色(B)の3色の副画素、黄色(Y)、シアレン(C)、及びマゼンタ(M)の3色の副画素などが挙げられる。また、副画素の色の種類は3つに限られず、4つ以上としてもよい。4色の副画素として、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色の副画素が挙げられる。

[0051]

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(図1参照)。図1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。

[0052]

図1では、上面視で、接続部140が表示部の片側に位置する例を示すが、接続部140の位置は特に限定されない。接続部140は、上面視で、表示部の上側、右側、左側、下側の少なくとも一箇所に設けられていればよく、表示部の四辺を囲むように設けられていてもよい。接続部140の上面形状は特に限定されず、帯状、L字状、U字状、または枠状等とすることができる。また、接続部140は、単数であっても複数であってもよい。

[0053]

<表示装置の構成例1>

図1における一点鎖線X1-X2間、及び一点鎖線Y1-Y2間の断面図を、図2に示す。

[0054]

図2に示すように、表示装置100は、層101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、これらの発光デバイス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。

[0055]

層101は、トランジスタ205R、トランジスタ205G、及びトランジスタ205Bを有する。トランジスタ205R、トランジスタ205G、及びトランジスタ205Bを覆うように、絶縁層214と、絶縁層214上の絶縁層235が設けられる。絶縁層214は開口191R、開口191G、及び開口191Bを有し、当該開口を覆うように導電層233R、導電層233G、及び導電層233Bが設けられる。絶縁層235は開口193R、開口193G、及び開口193Bを有し、当該開口を覆うように発光デバイス130R、発光デバイス130G、及び発光デバイス130Bの電極が設けられる。発光デバイス130Rは、導電層233Rを介してトランジスタ205Rと電氣的に接続される。発光デバイス130Gは、導電層233Gを介してトランジスタ205Gと電氣的に接続される。発光デバイス130Bは、導電層233Bを介してトランジスタ205Bと電氣的に接続される。

[0056]

なお、発光デバイス130R、発光デバイス130G、及び発光デバイス130Bに共通する事項を説明する場合には、これらを区別するアルファベットを省略し、発光デバイス130と記す場

合がある。同様に、トランジスタ 205 R、トランジスタ 205 G、及びトランジスタ 205 B など、アルファベットで区別する構成要素についても、これらに共通する事項を説明する場合には、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。

[0057]

発光デバイス 130 R、発光デバイス 130 G、及び発光デバイス 130 B はそれぞれ、一对の電極と、一对の電極に挟持される層を有する。層は少なくとも発光層を有する。発光デバイスが有する一对の電極のうち、一方の電極は陽極として機能し、他方の電極は陰極として機能する。以下では、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場合を例に挙げて説明する場合がある。

[0058]

発光デバイス 130 R は、絶縁層 235 上の画素電極 111 R と、画素電極 111 R 上の島状の層 113 R と、島状の層 113 R 上の共通層 114 と、共通層 114 上の共通電極 115 と、を有する。発光デバイス 130 R において、層 113 R、及び共通層 114 をまとめて EL 層と呼ぶことができる。

[0059]

発光デバイス 130 G は、絶縁層 235 上の画素電極 111 G と、画素電極 111 G 上の島状の層 113 G と、島状の層 113 G 上の共通層 114 と、共通層 114 上の共通電極 115 と、を有する。発光デバイス 130 G において、層 113 G、及び共通層 114 をまとめて EL 層と呼ぶことができる。

[0060]

発光デバイス 130 B は、絶縁層 235 上の画素電極 111 B と、画素電極 111 B 上の島状の層 113 B と、島状の層 113 B 上の共通層 114 と、共通層 114 上の共通電極 115 と、を有する。発光デバイス 130 B において、層 113 B、及び共通層 114 をまとめて EL 層と呼ぶことができる。

[0061]

本明細書等では、発光デバイスが有する EL 層のうち、発光デバイスごとに島状に設けられた層を層 113 R、層 113 G、または層 113 B と示し、複数の発光デバイスが共有して有する層を共通層 114 と示す。なお、本明細書等において、共通層 114 を含めず、層 113 R、層 113 G、及び層 113 B を指して、島状の EL 層、島状に形成された EL 層などと呼ぶ場合もある。

[0062]

層 113 R、層 113 G、及び層 113 B はそれぞれ島状であり、互いに分離されている。EL 層を発光デバイスごとに島状に設けることで、隣接する発光デバイス間のリーク電流を抑制することができる。これにより、意図しない発光に起因した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表示装置を実現できる。特に、低輝度における電流効率の高い表示装置を実現できる。

[0063]

本発明の一態様の表示装置は、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）、発光デバイスが形成されている基板側に光を射出する下面射出型（ボトムエミッション型）、両面に光を射出する両面射出型（デュアルエミッション型）のいずれであってもよい。

[0064]

層101は、発光デバイス130を制御する機能を有する画素回路を含むことが好ましい。画素回路は、例えば、トランジスタ、容量素子、及び配線を有する構成とすることができる。なお、層101は画素回路に加えて、ゲート線駆動回路（ゲートドライバ）、及びソース線駆動回路（ソースドライバ）の一方または双方を有してもよい。層101は、さらに演算回路、及び記憶回路の一方または双方を有してもよい。

[0065]

層101は、半導体基板または絶縁性基板上に画素回路が設けられた構成とすることができる。半導体基板として、シリコンまたは炭化シリコン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、またはSOI基板などを用いることができる。絶縁性基板として、ガラス基板、石英基板、サファイア基板、セラミック基板、または有機樹脂基板を用いることができる。なお、半導体基板、及び絶縁性基板の形状は円形であってもよく、角形であってもよい。半導体基板、及び絶縁性基板は、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。

[0066]

層101は、例えば、基板151上に複数のトランジスタが設けられ、これらのトランジスタを覆うように絶縁層が設けられた積層構造を適用することができる。図2は、層101が有するトランジスタとして、トランジスタ205R、トランジスタ205G、及びトランジスタ205Bを示している。なお、図2はトランジスタ205R、トランジスタ205G、及びトランジスタ205Bのチャネル長方向の断面図を示している。

[0067]

本発明の一態様である表示装置に適用できるトランジスタについて、トランジスタ205Rを例に挙げて説明する。図2に示すトランジスタ205R、発光デバイス130R、及びその近傍の拡大図を、図3Aに示す。

[0068]

トランジスタ205Rは、半導体層231と、絶縁層218と、導電層223と、をこの順に積層して有する。絶縁層225の一部は、トランジスタ205Rのゲート絶縁層として機能する。導電層223は、トランジスタ205Rのゲート電極として機能する。トランジスタ205Rは、半導体層231上にゲート電極が設けられる、いわゆるトップゲート型のトランジスタである。半導体層231は、チャネル形成領域231i、及び一対の低抵抗領域231nを有する。チャネル形成領域231iは、絶縁層218を介して導電層223と重なる領域を有する。

[0069]

トランジスタ205Rは、さらに絶縁層218と、導電層222a及び導電層222bを有する。絶縁層218は、絶縁層225及び導電層223上に設けられる。絶縁層218及び絶縁層225は、低抵抗領域231nに達する開口を有する。当該開口を覆うように導電層222a及び導電層222bが設けられる。導電層222aは一対の低抵抗領域231nの一方と電氣的に接続され、導電層222bは一対の低抵抗領域231nの他方と電氣的に接続される。導電層222a及び導電層222bの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。トランジスタ205Rは、TGSA (Top Gate Self Align) 型のトランジスタとすることができる。

[0070]

絶縁層218は、トランジスタ205Rの保護層として機能する。絶縁層218は、不純物が拡散しにくい材料を用いることが好ましい。絶縁層218を設けることにより、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、表示装置の信頼性を高めることができる。不純物として、例えば、水及び水素が挙げられる。絶縁層218は、無機材料を有する絶縁層、または有機材料を有する絶縁層とすることができる。絶縁層218は、例えば、酸化物または窒化物の無機材料を好適に用いることができる。より具体的には、窒化シリコン、窒化酸化シリコン、酸化窒化シリコン、酸化アルミニウム、酸化窒化アルミニウム、窒化アルミニウム、酸化ハフニウム、及びハフニウムアルミネートの一または複数を用いることができる。有機材料として、例えば、アクリル樹脂、及びポリイミド樹脂の一または複数を用いることができる。有機材料は感光性の材料を用いてもよい。また、上述の絶縁膜を2以上積層して用いてもよい。絶縁層218は、無機材料を有する絶縁層と、有機材料を有する絶縁層との積層構造としてもよい。

[0071]

半導体層231の上下にゲートを設け、半導体層231を2つのゲートで挟持する構成としてもよい。図2及び図3Aに示すように、トランジスタ205Rは、基板151と半導体層231との間に、導電層221及び絶縁層211を有する。導電層221は、絶縁層211を介して半導体層231と重なる領域を有し、半導体層231を介して導電層223と重なる領域を有する。

[0072]

トランジスタ205Rにおいて、導電層223は、第1のゲート電極（トップゲート電極ともいう）としての機能を有し、導電層221は、第2のゲート電極（ボトムゲート電極ともいう）としての機能を有する。トランジスタ205Rにおいて、絶縁層225の一部は、第1のゲート絶縁層としての機能を有し、絶縁層211の一部は、第2のゲート絶縁層としての機能を有する。半導体層231の、導電層223及び導電層221の少なくとも一方と重なる部分は、トランジスタ205Rのチャネル形成領域として機能する。なお、以下では説明を容易にするため、半導体層231の導電層223と重なる部分をチャネル形成領域と呼ぶ場合があるが、実際には導電層223と重ならず、導電層221と重なる部分（低抵抗領域231nを含む部分）にもチャネルが形成する。

[0073]

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。または、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。

[0074]

トランジスタ205G及びトランジスタ205Bは、トランジスタ205Rと同じ構成とすることができる。トランジスタ205G及びトランジスタ205Bは、トランジスタ205Rの記載を参照できるため、詳細な説明を省略する。なお、トランジスタ205R、トランジスタ205G及びトランジスタ205Bで異なる構成を適用してもよい。

[0075]

本発明の一態様の表示装置が有するトランジスタ205の半導体層231は、半導体特性を示す金属酸化物（酸化物半導体、OSともいう）を有することが好ましい。つまり、本実施の形態の表示装置は、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トランジスタともい

う)を用いることが好ましい。OS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、OS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、OSトランジスタを適用することで、表示装置の消費電力を低減することができる。

[0076]

ここで、表示装置は高温の環境、または外光の強い環境で使用される場合がある。また、表示装置内において、発光デバイス130から発せられる光の一部が、トランジスタ205に到達する場合がある。高温、または光によってトランジスタの電気特性が変動すると、表示装置の表示品位が低下してしまう恐れがある。したがって、表示装置に適用するトランジスタ205は、高温及び光に対する電気特性の変動が小さい、つまり信頼性が高いことが好ましい。高温及び光に対する信頼性の高いトランジスタを表示装置に適用することにより、表示品位が高く、かつ信頼性の高い表示装置とすることができる。

[0077]

光によるOSトランジスタの電気特性の変動のメカニズムについて、図4Aを用いて説明する。図4Aにおいて、左側に半導体層231が有する金属酸化物(OS)のバンドダイヤグラムを示し、右側にゲート絶縁層(GI)として機能する絶縁層225が有するシリコンを含む酸化物のバンドダイヤグラムを示す。なお、図4Aにおいて、ホールを“h⁺”と記した丸印で示し、電子を黒色の丸印で示している。

[0078]

光によるOSトランジスタの電気特性の変動のメカニズムは、以下のように推定される。はじめに、金属酸化物に光(hν)が照射されると、金属酸化物の価電子帯(E_v)または深い準位(dDOS: deep Density of States)に存在する電子(キャリア)が、伝導帯(E_c)に励起される。金属酸化物の深い準位は、金属酸化物中の酸素欠損(V_O)に由来する準位と推定される。次に、金属酸化物の伝導帯(E_c)への電子励起により、金属酸化物の価電子帯(E_v)または深い準位にホールが生成される。ここで、ゲートソース間に負バイアスが印加されると、金属酸化物とゲート絶縁層との界面及びその近傍にホールが蓄積される。このとき、当該界面およびその近傍に欠陥準位(図4Aの“GI defects”)が存在すると、ホールが当該欠陥準位にトラップされる(図4Aの“Hole Injection”)。このため、OSトランジスタのしきい値電圧がマイナス方向へシフトする。

[0079]

ゲート絶縁層として機能する絶縁層225は、欠陥準位が少ないことが好ましい。絶縁層225として、例えば、シリコンを含む酸化物を用いることができる。具体的には、絶縁層225として、酸化シリコンまたは酸化窒化シリコンを用いることができる。この場合、ゲート絶縁層の欠陥準位として、1つのシリコン原子と結合した酸素原子、及び2つのシリコン原子と結合した窒素原子が挙げられる。なお、1つのシリコン原子と結合した酸素原子を、非架橋酸素正孔捕獲中心(NBOHC: Non Bridging Oxygen Hole Center)と表記し、2つのシリコン原子と結合した窒素原子をN_Oと表記する場合がある。NBOHC及びN_Oはダングリングボンドを有し、ダングリングボンドにホールがトラップされることにより、しきい値電圧が変動する場合がある。したがって、絶縁層225は、NBOHC及びN_Oが少ないことが好ましい。

[0080]

絶縁層225の欠陥準位として、金属酸化物に含まれる原子が絶縁層225に拡散することで形成される欠陥に由来する準位が挙げられる。例えば、絶縁層225が有するシリコン原子が、金属酸化物に含まれる金属原子に置き換わった欠陥が挙げられる。当該金属酸化物がIn-Ga-Zn酸化物である場合、当該欠陥として、シリコン原子がインジウム原子、ガリウム原子、または亜鉛原子に置き換わった欠陥が挙げられる。本明細書等では、シリコン原子がインジウム原子に置き換わった欠陥を Ins_i と表記し、シリコン原子がガリウム原子に置き換わった欠陥を Ga_{Si} と表記し、シリコン原子が亜鉛原子に置き換わった欠陥を Zn_{Si} と表記することができる。なお、第一原理計算から、 Zn_{Si} の生成エネルギーは、 Ins_i 、及び Ga_{Si} の生成エネルギーよりも高いことが分かった。したがって、 Zn_{Si} は、 Ins_i 、及び Ga_{Si} よりも生成されにくいと推測される。なお、本明細書等において、絶縁層225が有するシリコン原子が、金属酸化物に含まれる金属原子に置き換わった欠陥を総称して、 M_{Si} と記す場合がある（図4Bの“ M_{Si} defects”）。例えば、半導体層231にIn-Ga-Zn酸化物を用いる場合、 Ins_i 、 Ga_{Si} 、及び Zn_{Si} を総称して、 M_{Si} と記す場合がある。

[0081]

NBTIS試験におけるしきい値電圧の変動量の時間依存性から、NBTIS劣化には時定数が異なる2以上の劣化要因があると考えられる。時定数の大きい劣化要因が M_{Si} に起因し、時定数の小さい劣化要因が M_{Si} 以外（例えば、NBOHC及び N_O ）に起因する。図4Bは、 M_{Si} に起因する準位と、 M_{Si} 以外（例えば、NBOHC及び N_O ）に起因する準位を示している。また、時定数の小さい劣化、つまり速度が速い劣化（図4Bの“Fast degradation”）と、時定数の大きい劣化、つまり速度が遅い劣化（図4Bの“Slow degradation”）を矢印で模式的に示している。

[0082]

半導体層231が有する金属酸化物は結晶性が高いことが好ましい。金属酸化物の結晶性を高くすることで、金属酸化物に含まれる金属元素が絶縁層225へ拡散することを抑制できる。したがって、 Ins_i 、 Ga_{Si} 、及び Zn_{Si} の形成を抑制することができる。

[0083]

絶縁層225において、金属酸化物が有する金属元素の濃度は低いことが好ましい。絶縁層225中の当該金属元素の濃度は、 $2 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 以下が好ましく、さらには $1 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 以下が好ましく、さらには $8 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以下が好ましく、さらには $5 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以下が好ましい。絶縁層225中の当該金属元素の濃度は、例えば、二次イオン質量分析法（SIMS: Secondary Ion Mass Spectrometry）を用いて評価することができる。例えば、半導体層231にIn-Ga-Zn酸化物を用いる場合、絶縁層225においてインジウム濃度、ガリウム濃度、及び亜鉛濃度はそれぞれ、前述の範囲であることが好ましい。なお、絶縁層225中の当該金属元素の濃度は低いほど好ましいため、濃度の下限値を特に設ける必要はない。

[0084]

なお、図2等に応示するように第2のゲート電極（ボトムゲート電極ともいう）として導電層221を設ける場合も同様に、第1のゲート絶縁層として機能する絶縁層225において、金属酸化物が有する金属元素の濃度は前述の範囲であることが好ましい。さらに、第2のゲート絶縁層として機

能する絶縁層 2 1 1 において、金属酸化物が有する金属元素の濃度は前述の範囲であることが好ましい。

[0085]

トランジスタの信頼性を評価する指標の 1 つとして、ゲートに電界を印加した状態で保持する、GBT (Gate Bias Temperature) ストレス試験がある。その中でも、ソース電位及びドレイン電位に対して、ゲートに正の電位 (正バイアス) を与えた状態で、高温下で保持する試験を PBTS (Positive Bias Temperature Stress) 試験、ゲートに負の電位 (負バイアス) を与えた状態で、高温下で保持する試験を NBTS (Negative Bias Temperature Stress) 試験と呼ぶ。また、光を照射した状態で行う PBTS 試験及び NBTS 試験をそれぞれ、PB TIS (Positive Bias Temperature Illumination Stress) 試験、NB TIS (Negative Bias Temperature Illumination Stress) 試験と呼ぶ。

[0086]

本発明の一態様の表示装置に適用するトランジスタは、特に NB TIS 試験での電気特性の変動 (以下、NB TIS 劣化とも記す) が小さいことが好ましい。

[0087]

なお、ここでは TGS A 型のトランジスタを例に挙げて説明したが、本発明の一態様の表示装置に適用できるトランジスタの構造は特に限定されない。

[0088]

トランジスタ 2 0 5 R、トランジスタ 2 0 5 G、及びトランジスタ 2 0 5 B 上に、絶縁層 2 1 4 と、絶縁層 2 1 4 上の絶縁層 2 3 5 と、が設けられる。絶縁層 2 1 4 及び絶縁層 2 3 5 はそれぞれ、トランジスタ 2 0 5 R、トランジスタ 2 0 5 G、及びトランジスタ 2 0 5 B に起因する凹凸を小さくし、層 1 0 1 の上面をより平坦にする機能を有する。なお、本明細書等において、絶縁層 2 1 4 及び絶縁層 2 3 5 をそれぞれ、平坦化層と記す場合がある。

[0089]

絶縁層 2 1 4 及び絶縁層 2 3 5 はそれぞれ、有機材料を有する絶縁層を好適に用いることができる。有機材料として、感光性の有機樹脂を用いることが好ましく、例えば、アクリル樹脂を含む感光性の樹脂組成物を用いることが好ましい。なお、本明細書などにおいて、アクリル樹脂とは、ポリメタクリル酸エステル、またはメタクリル樹脂だけを指すものではなく、広義のアクリル系ポリマー全体を指す場合がある。

[0090]

絶縁層 2 1 4 及び絶縁層 2 3 5 はそれぞれ、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、イミド樹脂、ポリアミド樹脂、ポリイミドアミド樹脂、シリコーン樹脂、シロキサン樹脂、ベンゾシクロブテン系樹脂、フェノール樹脂、及びこれら樹脂の前駆体等を用いてもよい。また、絶縁層 2 1 4 及び絶縁層 2 3 5 はそれぞれ、ポリビニルアルコール (PVA)、ポリビニルブチラール、ポリビニルピロリドン、ポリエチレングリコール、ポリグリセリン、プルラン、水溶性のセルロース、またはアルコール可溶性のポリアミド樹脂等の有機材料を用いてもよい。また、感光性の樹脂としてフォトレジストを用いてもよい。感光性の有機樹脂として、ポジ型の材料及びネガ型の材料のどちらを用いてもよい。絶縁層 2 1 4 と絶縁層 2 3 5 で同じ有機材料を用いてもよく、異なる有機材

料を用いてもよい。

[0091]

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。例えば、絶縁層214を、有機絶縁層と、当該有機絶縁層上の無機絶縁層との積層構造とすることができる。絶縁層214の最表面に無機絶縁層を設けることにより、エッチング保護層としての機能させることができる。これにより、導電層233の形成時に絶縁層214の一部がエッチングされ、絶縁層214の平坦性が低くなってしまうことを抑制できる。同様に、絶縁層235も有機絶縁層と、無機絶縁層との積層構造にしてもよい。これにより、画素電極111の形成時、及び層113の形成時に絶縁層235の一部がエッチングされ、絶縁層235の平坦性が低くなってしまうことを抑制できる。または、絶縁層214を、無機絶縁層と、当該無機絶縁層上の有機絶縁層との積層構造としてもよい。絶縁層235も同様である。

[0092]

トランジスタ205R、トランジスタ205G、及びトランジスタ205B上に、平坦化層として機能する絶縁層を2以上設けることにより、発光デバイス130の被形成面（ここでは、絶縁層235）をより平坦にすることができる。

[0093]

ここで、発光デバイス130の被形成面である絶縁層235の上面の平坦性が低い場合、例えば、共通電極の段切れによる接続不良、または共通電極115の膜厚が局所的に薄くなり、電気抵抗が上昇する場合がある。また、絶縁層235の上面の平坦性が低い場合、絶縁層235上に形成される層の加工精度が低くなる場合がある。

[0094]

本発明の一態様である表示装置はトランジスタ205R、トランジスタ205G、及びトランジスタ205B上に、平坦化層として機能する絶縁層を2以上設けることにより、発光デバイス130の被形成面をより平坦にすることができる。したがって、絶縁層235の上面を平坦にすることにより、絶縁層235上に設けられる発光デバイス130等の加工精度が高まり、精細度の高い表示装置とすることができる。また、共通電極の段切れによる接続不良、及び共通電極115の膜厚が局所的に薄くなり、電気抵抗が上昇することを防止でき、表示品質の高い表示装置とすることができる。

[0095]

なお、ここでは平坦化層として機能する絶縁層を2層の積層構造（絶縁層214及び絶縁層235）とする構成を示しているが、本発明の一態様はこれに限られない。平坦化層として機能する絶縁層を、3層以上の積層構造としてもよい。なお、図2等では絶縁層214及び絶縁層235をそれぞれ単層構造で示しているが、本発明の一態様はこれに限られない。絶縁層214及び絶縁層235はそれぞれ、積層構造であってもよい。

[0096]

絶縁層214は、開口191R、開口191G、及び開口191Bを有する。

[0097]

開口191Rはトランジスタ205Rの導電層222bと重なる領域を有し、開口191Rにおいてトランジスタ205Rの導電層222bが露出する。開口191Rを覆うように導電層233Rが設けられる。導電層233Rは、絶縁層214の側面及びトランジスタ205Rの導電層22

2 b の上面と接する領域を有する。導電層 2 3 3 R は、絶縁層 2 1 4 の上面と接する領域を有してもよい。

[0098]

開口 1 9 1 G はトランジスタ 2 0 5 G の導電層 2 2 2 b と重なる領域を有し、開口 1 9 1 G においてトランジスタ 2 0 5 G の導電層 2 2 2 b が露出する。開口 1 9 1 G を覆うように導電層 2 3 3 G が設けられる。導電層 2 3 3 G は、絶縁層 2 1 4 の側面及びトランジスタ 2 0 5 G の導電層 2 2 2 b の上面と接する領域を有する。導電層 2 3 3 G は、絶縁層 2 1 4 の上面と接する領域を有してもよい。

[0099]

開口 1 9 1 B はトランジスタ 2 0 5 B の導電層 2 2 2 b と重なる領域を有し、開口 1 9 1 B においてトランジスタ 2 0 5 B の導電層 2 2 2 b が露出する。開口 1 9 1 B を覆うように導電層 2 3 3 B が設けられる。導電層 2 3 3 B は、絶縁層 2 1 4 の側面及びトランジスタ 2 0 5 B の導電層 2 2 2 b の上面と接する領域を有する。導電層 2 3 3 B は、絶縁層 2 1 4 の上面と接する領域を有してもよい。

[0100]

絶縁層 2 3 5 は、開口 1 9 3 R、開口 1 9 3 G、及び開口 1 9 3 B を有する。

[0101]

開口 1 9 3 R は導電層 2 3 3 R と重なる領域を有し、開口 1 9 3 R において、導電層 2 3 3 R が露出する。開口 1 9 3 R を覆うように画素電極 1 1 1 R が設けられる。画素電極 1 1 1 R は、絶縁層 2 3 5 の側面及び導電層 2 3 3 R の上面と接する領域を有する。つまり、発光デバイス 1 3 0 R は、導電層 2 3 3 R を介してトランジスタ 2 0 5 R と電氣的に接続される。

[0102]

開口 1 9 3 G は導電層 2 3 3 G と重なる領域を有し、開口 1 9 3 G において、導電層 2 3 3 G が露出する。開口 1 9 3 G を覆うように画素電極 1 1 1 G が設けられる。画素電極 1 1 1 G は、絶縁層 2 3 5 の側面及び導電層 2 3 3 G の上面と接する領域を有する。つまり、発光デバイス 1 3 0 G は、導電層 2 3 3 G を介してトランジスタ 2 0 5 G と電氣的に接続される。

[0103]

開口 1 9 3 B は導電層 2 3 3 B と重なる領域を有し、開口 1 9 3 B において、導電層 2 3 3 B が露出する。開口 1 9 3 B を覆うように画素電極 1 1 1 B が設けられる。画素電極 1 1 1 B は、絶縁層 2 3 5 の側面及び導電層 2 3 3 B の上面と接する領域を有する。つまり、発光デバイス 1 3 0 B は、導電層 2 3 3 B を介してトランジスタ 2 0 5 B と電氣的に接続される。

[0104]

開口 1 9 1 R はトランジスタ 2 0 5 R の導電層 2 2 2 b 上に設けられる。同様に、開口 1 9 1 G はトランジスタ 2 0 5 G の導電層 2 2 2 b 上に設けられる。開口 1 9 1 B はトランジスタ 2 0 5 B の導電層 2 2 2 b 上に設けられる。つまり、絶縁層 2 1 4 の端部は、トランジスタ 2 0 5 R の導電層 2 2 2 b 上、トランジスタ 2 0 5 G の導電層 2 2 2 b 上、及びトランジスタ 2 0 5 B の導電層 2 2 2 b 上に位置することが好ましい。図 3 A では、断面視における開口 1 9 1 R の幅 1 9 1 d を両矢印で示している。幅 1 9 1 d は、トランジスタ 2 0 5 R の導電層 2 2 2 b 上で対向する絶縁層 2 1 4 の端部間の距離ということもできる。

[0105]

開口 1 9 3 R は導電層 2 3 3 R 上に設けられる。同様に、開口 1 9 3 G は導電層 2 3 3 G 上に設けられる。開口 1 9 3 B は導電層 2 3 3 B 上に設けられる。つまり、絶縁層 2 3 5 の端部は、導電層 2 3 3 R 上、導電層 2 3 3 G 上、及び導電層 2 3 3 B 上に位置することが好ましい。図 3 A では、断面視における開口 1 9 3 R の幅 1 9 3 d を両矢印で示している。幅 1 9 3 d は、導電層 2 3 3 R 上で対向する絶縁層 2 3 5 の端部間の距離ということもできる。

[0 1 0 6]

トランジスタ 2 0 5 R の導電層 2 2 2 b、導電層 2 3 3 R、及び画素電極 1 1 1 R は互いに重なる領域を有することが好ましい。同様に、トランジスタ 2 0 5 G の導電層 2 2 2 b、導電層 2 3 3 G、及び画素電極 1 1 1 G は互いに重なる領域を有することが好ましい。トランジスタ 2 0 5 B の導電層 2 2 2 b、導電層 2 3 3 B、及び画素電極 1 1 1 B は互いに重なる領域を有することが好ましい。また、開口 1 9 3 R は、開口 1 9 1 R と重なる領域を有することが好ましい。開口 1 9 3 G は、開口 1 9 1 G と重なる領域を有することが好ましい。開口 1 9 3 B は、開口 1 9 1 B と重なる領域を有することが好ましい。開口 1 9 3 R、開口 1 9 3 G、及び開口 1 9 3 B を、開口 1 9 1 R、開口 1 9 1 G 及び開口 1 9 1 B と重なる領域に設けることにより、画素回路の占有面積を小さくすることができる。したがって、高精細の表示装置とすることができる。

[0 1 0 7]

開口 1 9 1 R、開口 1 9 1 G、開口 1 9 1 B、開口 1 9 3 R、開口 1 9 3 G 及び開口 1 9 3 B の上面形状は、例えば、三角形、四角形（長方形、正方形を含む）、多角形、これらの角が丸い形状、楕円形、または円形とすることができる。開口 1 9 1 R 及び開口 1 9 3 R の上面形状の例を、図 3 B 及び図 3 C に示す。図 3 B 及び図 3 C はそれぞれ、上面視において、開口 1 9 1 R、開口 1 9 1 G、開口 1 9 1 B、開口 1 9 3 R、開口 1 9 3 G 及び開口 1 9 3 B が、角が丸い形状である例を示している。なお、開口 1 9 1 R、開口 1 9 1 G、及び開口 1 9 1 B の上面形状は同じであってもよく、異なってもよい。開口 1 9 3 R、開口 1 9 3 G 及び開口 1 9 3 B の上面形状は同じであってもよく、異なってもよい。また、開口 1 9 1 R、開口 1 9 1 G、及び開口 1 9 1 B と、開口 1 9 3 R、開口 1 9 3 G 及び開口 1 9 3 B の上面形状は同じであってもよく、異なってもよい。例えば、上面視において、開口 1 9 1 R、開口 1 9 1 G、及び開口 1 9 1 B は角が丸い形状であり、開口 1 9 3 R、開口 1 9 3 G 及び開口 1 9 3 B は円形であってもよい。

[0 1 0 8]

図 3 B 及び図 3 C に示すように、開口 1 9 3 R は、開口 1 9 1 R の内側に位置することが好ましい。同様に、開口 1 9 3 G は開口 1 9 1 G の内側に位置することが好ましい。開口 1 9 3 G は開口 1 9 1 G の内側に位置することが好ましい。つまり、絶縁層 2 1 4 の端部は絶縁層 2 3 5 の端部より外側に位置することが好ましい。開口 1 9 1 R の外側に開口 1 9 3 R を設ける場合と比較して、開口 1 9 1 R の内側に開口 1 9 3 R を設ける場合は、画素電極 1 1 1 R の被形成面の凹凸が少なく、なだらかな形状にすることができ、画素電極 1 1 1 R の段切れによる接続不良を抑制することができる。また、画素電極 1 1 1 R の膜厚が局所的に薄くなることで電気抵抗が上昇することを抑制することができる。同様に、開口 1 9 1 G の内側に開口 1 9 3 G を設けることで、画素電極 1 1 1 G の被形成面の形状をなだらかにすることができ、画素電極 1 1 1 G の接続不良、及び電気抵抗の上昇を防止することができる。開口 1 9 1 B の内側に開口 1 9 3 B を設けることで、画素電極 1 1 1 B の被形成面の形状をなだらかにすることができ、画素電極 1 1 1 B の接続不良、及び電気抵抗の上昇を防止することができる。したがって、表示品位の高い表示装置とすることができる。また、

開口193R、開口193G、開口193G、開口191R、開口191G及び開口191Bの占有面積が小さくなるため、画素回路の占有面積が小さくなり、高精細の表示装置とすることができる。

[0109]

幅191d及び幅193dはそれぞれ小さいことが好ましい。幅191d及び幅193dを小さくすることで、画素回路の占有面積を小さくなり、表示装置とすることができる。幅191dは、例えば、6 μ m以下が好ましく、さらには4 μ m以下が好ましく、さらには3 μ m以下が好ましく、さらには2 μ m以下が好ましい。幅193dは、6 μ m以下が好ましく、さらには4 μ m以下が好ましく、さらには3 μ m以下が好ましく、さらには2 μ m以下が好ましい。幅191d、及び幅193dをそれぞれ小さくすることで、高精細の表示装置とすることができる。

[0110]

さらに、幅193dは、幅191dより小さいことが好ましい。幅193dを幅191dより小さくすることで、画素電極111の被形成面の形状をなだらかにすることができ、画素電極111の段切れによる接続不良を抑制することができる。また、画素電極111の膜厚が局所的に薄くなることで電気抵抗が上昇することを抑制することができる。

[0111]

なお、開口191の上面形状は、上面視における絶縁層214の端部の形状に相当する。開口191の幅191dは、上面視において、開口191に外接する最小の矩形の短辺を指す。同様に、開口193の上面形状は、上面視における絶縁層235の端部の形状に相当する。開口193の幅193dは、上面視において、開口193に外接する最小の矩形の短辺を指す。

[0112]

発光デバイス130R、発光デバイス130G、及び発光デバイス130Bが有する画素電極111R、画素電極111G、及び画素電極111Bについて、説明する。

[0113]

発光デバイス130Rが有する画素電極111R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、の積層構造を有する。同様に、発光デバイス130Gが有する画素電極111Gは、導電層112Gと、導電層112G上の導電層126Gと、導電層126G上の導電層129Gと、の積層構造を有する。発光デバイス130Bが有する画素電極111B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、の積層構造を有する。

[0114]

導電層112Rは、絶縁層235に設けられた開口193Rを介して、導電層233Rと電氣的に接続される。導電層112Rは、導電層233Rを介して、トランジスタ205が有する導電層222bと電氣的に接続される。導電層112Rの端部は、導電層126Rの端部より外側に位置している。導電層126Rの端部は、導電層129Rの端部より内側に位置している。導電層112Rの端部は、導電層129Rの端部より内側に位置している。つまり、導電層126Rの端部は、導電層112R上に位置する。また、導電層129Rの端部は、導電層112R上に位置する。導電層126Rの上面及び側面は、導電層129Rで覆われる。

[0115]

導電層112Rは、可視光に対する透過性、及び反射性は特に限定されない。導電層112Rは、

可視光に対して透過性を有する導電層、または可視光に対して反射性を有する導電層を用いることができる。可視光に対して透過性を有する導電層として、例えば、酸化物導電層を用いることができる。具体的には、導電層 112R として、 In-Si-Sn 酸化物（ITSO ともいう）を好適に用いることができる。可視光に対して反射性を有する導電層として、例えば、アルミニウム、チタン、クロム、ニッケル、銅、イットリウム、ジルコニウム、銀、スズ、亜鉛、白金、金、モリブデン、タンタル、またはタングステンなどの金属、またはこれを主成分とする合金（例えば、銀とパラジウムと銅の合金（APC： Ag-Pd-Cu ））を用いることができる。導電層 112R は、可視光に対して透過性を有する導電層と、当該導電層上の反射性を有する導電層との積層構造としてもよい。導電層 112R は、導電層 112R の被形成面（ここでは、絶縁層 235）との密着性が高い材料を適用することが好ましい。これにより、導電層 112R の膜剥がれを抑制することができる。

[0116]

導電層 126R は可視光に対して反射性を有する導電層を用いることができる。導電層 126R は、可視光に対して透過性を有する導電層と、当該導電層上の反射性を有する導電層との積層構造としてもよい。導電層 126R は、導電層 112R に適用できる材料を適用することができる。具体的には、導電層 126R として In-Si-Sn 酸化物（ITSO）と、 In-Si-Sn 酸化物（ITSO）上の銀とパラジウムと銅の合金（APC）の積層構造を好適に用いることができる。

[0117]

導電層 129R は、導電層 112R に適用できる材料を適用することができる。導電層 129R は、例えば、可視光に対して透過性を有する導電層を用いることができる。具体的には、導電層 129R として In-Si-Sn 酸化物（ITSO）を用いることができる。

[0118]

導電層 126R に酸化されやすい材料を用いる場合、導電層 129R は酸化されにくい材料を適用し、導電層 129R で導電層 126R を覆うことにより、導電層 129R が酸化されてしまうことを抑制できる。また、導電層 126R に含まれる金属成分が析出してしまうことを抑制できる。例えば、導電層 126R に銀を含む材料を適用する場合、導電層 126R は In-Si-Sn 酸化物（ITSO）を好適に用いることができる。これにより、導電層 126R が酸化されることを抑制でき、銀の析出を抑制することができる。

[0119]

本発明の一態様である表示装置に適用できる画素電極 111 の構成は、図 2 等に示す画素電極 111 の構成に限定されない。

[0120]

発光デバイス 130G における導電層 112G、導電層 126G、導電層 129G、並びに発光デバイス 130B における導電層 112B、導電層 126B、及び導電層 129B については、発光デバイス 130R における導電層 112R、導電層 126R、及び導電層 129R と同様であるため詳細な説明は省略する。

[0121]

導電層 112R、導電層 112G、及び導電層 112B は、絶縁層 235 に設けられた開口 193R、開口 193G、及び開口 193B を覆うように形成される。導電層 112R、導電層 112G、及び導電層 112B の凹部には、層 128 が埋め込まれている。

[0122]

層128は、導電層112R、導電層112G、及び導電層112Bの凹部を平坦にする機能を有する。導電層112R、導電層112G、導電層112B及び層128上には、導電層112R、導電層112G、及び導電層112Bと電氣的に接続される導電層126R、導電層126G、及び導電層126Bが設けられている。したがって、導電層112R、導電層112G、及び導電層112Bの凹部と重なる領域も発光領域として機能し、画素の開口率を高めることができる。

[0123]

層128の導電性は特に限定されず、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することができる。

[0124]

なお、層128を導電層とする場合、層128は画素電極の一部として機能することができる。

[0125]

導電層112Rの上面、並びに導電層129Rの上面及び側面は、層113Rによって覆われている。同様に、導電層112Gの上面、並びに導電層129Gの上面及び側面は、層113Gによって覆われており、導電層126Bの上面、並びに導電層129Bの上面及び側面は、層113Bによって覆われている。したがって、導電層126R、導電層126G、及び導電層126Bが設けられている領域全体を、発光デバイス130R、発光デバイス130G、及び発光デバイス130Bの発光領域として用いることができるため、画素の開口率を高めることができる。

[0126]

画素電極111R、画素電極111G、及び画素電極111Bのそれぞれ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、画素電極111R、画素電極111G、及び画素電極111Bのそれぞれの端部はテーパ角90°未満のテーパ形状を有することが好ましい。画素電極111R、画素電極111G、及び画素電極111Bの側面をテーパ形状とすることで、画素電極111R、画素電極111G、及び画素電極111Bの上面及び側面に沿って設けられるEL層の被覆性を高めることができる。

[0127]

なお、画素電極111R、画素電極111G、及び画素電極111Bを形成する際に絶縁層235の一部が除去される場合がある。絶縁層235は、画素電極111R、画素電極111G、及び画素電極111Bのいずれとも重ならない領域に凹部を有してもよい。

[0128]

層113R、層113G、及び層113Bを形成する際に絶縁層235の一部が除去される場合がある。図2は、絶縁層235は、層113R、層113G、及び層113Bのいずれとも重ならない領域に凹部を有する例を示している。

[0129]

図2において、画素電極111Rと層113Rとの間には、画素電極111Rの上面端部を覆う絶縁層（隔壁、バンク、スペーサともいう）が設けられていない。また、画素電極111Gと層113Gとの間には、画素電極111Gの上面端部を覆う絶縁層が設けられていない。そのため、隣

り合う発光デバイスの間隔を小さくすることができる。したがって、高精細、または、高解像度の表示装置とすることができる。また、当該絶縁層を形成するためのマスクも不要となり、表示装置の製造コストを削減することができる。

[0130]

画素電極とEL層との間に、画素電極の端部を覆う絶縁層を設けない構成、別言すると、画素電極とEL層との間に絶縁層が設けられない構成とすることで、EL層からの発光を効率よく取り出すことができる。したがって、本発明の一態様の表示装置は、視野角依存性を小さくすることができる。視野角依存性を小さくすることで、表示装置における画像の視認性を高めることができる。例えば、本発明の一態様の表示装置においては、視野角（斜め方向から画面を見たときの、一定のコントラスト比が維持される最大の角度）を 100° 以上 180° 未満、好ましくは 150° 以上 170° 以下の範囲とすることができる。なお、上記の視野角については、上下、及び左右のそれぞれに適用することができる。

[0131]

本実施の形態の発光デバイスには、シングル構造（発光ユニットを1つだけ有する構造）を適用してもよく、タンデム構造（発光ユニットを複数有する構造）を適用してもよい。発光ユニットは、少なくとも1層の発光層を有する。

[0132]

発光デバイス130Rは、赤色（R）の光を発し、発光デバイス130Gは、緑色（G）の光を発し、発光デバイス130Bは、青色（B）の光を発する。層113R、層113G、及び層113Bは、少なくとも発光層を有する。層113Rは、赤色の光を発する発光層を有し、層113Gは、緑色の光を発する発光層を有し、層113Bは、青色の光を発する発光層を有する。言い換えると、層113Rは、赤色の光を発する発光材料を有し、層113Gは、緑色の光を発する発光材料を有し、層113Bは、青色の光を発する発光材料を有する。

[0133]

タンデム構造の発光デバイスを用いる場合、層113Rは、赤色の光を発する発光ユニットを複数有する構造であり、層113Gは、緑色の光を発する発光ユニットを複数有する構造であり、層113Bは、青色の光を発する発光ユニットを複数有する構造であると好ましい。各発光ユニットの間には、電荷発生層を設けることが好ましい。

[0134]

層113R、層113G、及び層113Bは、それぞれ、正孔注入層、正孔輸送層、正孔ブロック層、電荷発生層、電子ブロック層、電子輸送層、及び電子注入層のうち1つ以上を有してもよい。

[0135]

例えば、層113R、層113G、及び層113Bは、それぞれ、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、及び、電子輸送層をこの順で有してもよい。また、正孔輸送層と発光層との間に電子ブロック層を有してもよい。また、電子輸送層と発光層との間に正孔ブロック層を有してもよい。また、電子輸送層上に電子注入層を有してもよい。

[0136]

例えば、層113R、層113G、及び層113Bは、それぞれ、電子注入層、電子輸送層、発光層、及び、正孔輸送層をこの順で有してもよい。また、電子輸送層と発光層との間に正孔ブロック層を有してもよい。また、正孔輸送層と発光層との間に電子ブロック層を有してもよい。また、

正孔輸送層上に正孔注入層を有してもよい。

[0137]

このように、層113R、層113G、及び層113Bは、それぞれ、発光層と、発光層上のキャリア輸送層（電子輸送層または正孔輸送層）と、を有することが好ましい。または、層113R、層113G、及び層113Bは、それぞれ、発光層と、発光層上のキャリアブロック層（正孔ブロック層または電子ブロック層）と、を有することが好ましい。または、層113R、層113G、及び層113Bは、それぞれ、発光層と、発光層上のキャリアブロック層と、キャリアブロック層上のキャリア輸送層と、を有することが好ましい。層113R、層113G、及び層113Bの表面は、表示装置の作製工程中に露出するため、キャリア輸送層及びキャリアブロック層の一方または双方を発光層上に設けることで、発光層が最表面に露出することを抑制し、発光層が受けるダメージを低減することができる。これにより、発光デバイスの信頼性を高めることができる。

[0138]

層113R、層113G、及び層113Bに含まれる化合物の耐熱温度は、それぞれ、100℃以上180℃以下であることが好ましく、120℃以上180℃以下が好ましく、140℃以上180℃以下がより好ましい。例えば、これらの化合物のガラス転移点（ T_g ）は、それぞれ、100℃以上180℃以下であることが好ましく、120℃以上180℃以下が好ましく、140℃以上180℃以下がより好ましい。

[0139]

特に、発光層上に設けられる機能層の耐熱温度は高いことが好ましい。また、発光層上に接して設けられる機能層の耐熱温度は高いことがより好ましい。当該機能層の耐熱性が高いことで、発光層を効果的に保護することが可能となり、発光層が受けるダメージを低減することができる。

[0140]

発光層の耐熱温度は高いことが好ましい。これにより、加熱により発光層がダメージを受けて発光効率が低下すること、及び、寿命が短くなることを抑制できる。

[0141]

発光層は、発光物質（発光材料、発光性の有機化合物、ゲスト材料ともいう）と、有機化合物（ホスト材料ともいう）と、を有する。発光層の構成として、発光物質に比べて、有機化合物が多く含まれるため、当該有機化合物の T_g を発光層の耐熱温度の指標に用いることができる。

[0142]

層113R、層113G、及び層113Bは、例えば、第1の発光ユニットと、第1の発光ユニット上の電荷発生層と、電荷発生層上の第2の発光ユニットと、を有してもよい。

[0143]

第2の発光ユニットは、発光層と、発光層上のキャリア輸送層（電子輸送層または正孔輸送層）と、を有することが好ましい。または、第2の発光ユニットは、発光層と、発光層上のキャリアブロック層（正孔ブロック層または電子ブロック層）と、を有することが好ましい。または、第2の発光ユニットは、発光層と、発光層上のキャリアブロック層と、キャリアブロック層上のキャリア輸送層と、を有することが好ましい。第2の発光ユニットの表面は、表示装置の作製工程中に露出するため、キャリア輸送層及びキャリアブロック層の一方または双方を発光層上に設けることで、発光層が最表面に露出することを抑制し、発光層が受けるダメージを低減することができる。これにより、発光デバイスの信頼性を高めることができる。なお、発光ユニットを3つ以上有する場合

は、最も上層に設けられる発光ユニットにおいて、発光層と、発光層上のキャリア輸送層及びキャリアブロック層の一方または双方と、を有することが好ましい。

[0144]

共通層114は、例えば電子注入層、または正孔注入層を有する。または、共通層114は、電子輸送層と電子注入層とを積層して有していてもよく、正孔輸送層と正孔注入層とを積層して有してもよい。共通層114は、発光デバイス130R、発光デバイス130G、及び発光デバイス130Bで共有されている。

[0145]

隣り合う発光デバイス130の間の領域には、絶縁層125と、絶縁層125上の絶縁層127と、が設けられている。図2等では、絶縁層125及び絶縁層127の断面が複数示されているが、表示装置100を上面から見た場合、絶縁層125及び絶縁層127は、それぞれ1つに繋がっている。つまり、表示装置100は、例えば絶縁層125及び絶縁層127を1つずつ有する構成とすることができる。なお、表示装置100は、互いに分離された複数の絶縁層125を有してもよく、また互いに分離された複数の絶縁層127を有してもよい。

[0146]

図2等では、画素電極111Rの端部よりも層113Rの端部が外側に位置する例を示している。なお、画素電極111Rと層113Rを例に挙げて説明するが、画素電極111Gと層113G、及び、画素電極111Bと層113Bにおいても同様のことがいえる。

[0147]

図2に示す発光デバイス130R、トランジスタ205R及びその近傍の拡大図を、図5Aに示す。層113Rの上面図を、図5Bに示す。層113Rは、画素電極111Rの端部を覆うように形成されている。このような構成とすることで、画素電極の上面全体を発光領域とすることも可能となり、島状のEL層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、開口率を高めることが容易となる。

[0148]

画素電極111の側面をEL層で覆うことにより、画素電極111と共通電極115とが接することを抑制できるため、発光デバイス130のショートを抑制することができる。また、EL層の発光領域（すなわち、画素電極111と重なる領域）と、EL層の端部との距離を大きくすることができる。EL層の端部は、加工によりダメージを受けている可能性があるため、EL層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場合がある。

[0149]

層113R、層113G、及び層113Bはそれぞれ、図5Bに示すように、発光領域である第1の領域113__1と、第1の領域113__1の外側の第2の領域113__2と、を有することが好ましい。第1の領域113__1は、図5Aでは画素電極111Rと共通電極115との間に位置する。第1の領域113__1は、層113Rにおいて、画素電極111Rと接し、かつ共通層114を介して共通電極115と重なる部分である。第1の領域113__1は、表示装置の作製工程中にマスク層に覆われ、受けるダメージが低減されている。したがって、発光効率が高く、長寿命の発光デバイスを実現することができる。一方、第2の領域113__2は、EL層の端部とその近傍を含み、表示装置の作製工程中に、プラズマに曝されるなどによって、ダメージを受けている可能

性がある部分を含む。第2の領域を発光領域として用いないことで、発光デバイスの特性のばらつきを抑制することができる。第2の領域はダミー領域とすることができる。

[0150]

図5A及び図5Bに、層113Rにおける発光領域である第1の領域113__1の幅L1を矢印で示している。層113Rにおけるダミー領域である第2の領域113__2の幅L2及び幅L3を矢印で示している。図5Bに示すように、第1の領域113__1を囲うように第2の領域113__2が設けられるため、図5Aなどの断面図において、第2の領域113__2は第1の領域113__1を挟んだ2箇所を確認することができる。幅L1乃至幅L3は、断面観察像などで確認することができる。

[0151]

第2の領域113__2は、層113Rにおいて、マスク層118R、マスク層119R、絶縁層125、及び絶縁層127の少なくとも一つが重なる部分である。

[0152]

第2の領域113__2の幅L2及び幅L3はそれぞれ、1nm以上が好ましく、さらには5nm以上が好ましく、さらには50nm以上が好ましく、さらには100nm以上が好ましい。ダミー領域である第2の領域113__2の幅が広いほど、発光領域の品質を均一にでき、発光デバイスの特性のばらつきを抑制でき、好ましい。

[0153]

一方で、第2の領域113__2の幅が狭いほど、発光領域が広くなり、画素の開口率を高めることができる。したがって、第2の領域113__2の幅L2及び幅L3はそれぞれ、第1の領域113__1の幅L1の50%以下が好ましく、さらには40%以下が好ましく、さらには30%以下が好ましく、さらには20%以下が好ましく、さらには10%以下が好ましい。例えば、ウェアラブル機器向け表示装置のような小型かつ高精細な表示装置においては、第2の領域113__2の幅L2及び幅L3はそれぞれ、500nm以下が好ましく、さらには300nm以下が好ましく、さらには200nm以下が好ましく、さらには150nm以下が好ましい。

[0154]

なお、島状のEL層において、第1の領域（発光領域）は、EL（Electroluminescence）発光が得られる領域である。また、島状のEL層において、第1の領域（発光領域）及び第2の領域（ダミー領域）ともに、PL（Photoluminescence）発光が得られる領域である。これらのことから、EL発光及びPL発光を確認することで、第1の領域と第2の領域を区別できるといえる。

[0155]

共通電極115は、発光デバイス130R、発光デバイス130G、及び発光デバイス130Bで共有されている。複数の発光デバイスが共通して有する共通電極115は、接続部140に設けられた導電層123と電気的に接続される（図2参照）。導電層123には、画素電極111R、画素電極111G、及び画素電極111Bと同じ材料及び同じ工程で形成された導電層を用いることが好ましい。例えば、導電層123は、導電層112pと、導電層112p上の導電層126pと、導電層126p上の導電層129pとの積層構造とすることができる。導電層112pは、導電層112R、導電層112G、及び導電層112Bと同じ工程で形成することができる。導電層126pは、導電層126R、導電層126G、及び導電層126Bと同じ工程で形成することが

できる。導電層 1 2 9 p は、導電層 1 2 9 R、導電層 1 2 9 G、及び導電層 1 2 9 B と同じ工程で形成することができる。

[0 1 5 6]

なお、図 2 は、導電層 1 2 9 p の膜厚が、導電層 1 2 9 R、導電層 1 2 9 G、及び導電層 1 2 9 B の膜厚と異なる構成を示している。導電層 1 2 9 p、導電層 1 2 9 R、導電層 1 2 9 G、及び導電層 1 2 9 B に用いる材料の抵抗率に応じて、これらの膜厚を異ならせてもよい。膜厚を異ならせる場合、導電層 1 2 9 p は、導電層 1 2 9 R、導電層 1 2 9 G、及び導電層 1 2 9 B と異なる工程で形成してもよい。または、導電層 1 2 9 p を形成する工程と、導電層 1 2 9 R、導電層 1 2 9 G、及び導電層 1 2 9 B を形成する工程の一部を共通にしてもよい。

[0 1 5 7]

接続部 1 4 0 には共通層 1 1 4 を設けなくてもよい。図 2 では、導電層 1 2 3 上に共通電極 1 1 5 が設けられる構成を示している。なお、導電層 1 2 3 上に共通層 1 1 4 が設けられ、共通層 1 1 4 を介して、導電層 1 2 3 と共通電極 1 1 5 とが電氣的に接続される構成としてもよい。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、またはラフメタルマスクともいう）を用いることで、共通層 1 1 4 と、共通電極 1 1 5 とで成膜される領域を変えることができる。

[0 1 5 8]

図 2 に示すように、発光デバイス 1 3 0 R が有する層 1 1 3 R 上に、マスク層 1 1 8 R 及びマスク層 1 1 9 R が位置し、発光デバイス 1 3 0 G が有する層 1 1 3 G 上に、マスク層 1 1 8 G 及びマスク層 1 1 9 G が位置し、発光デバイス 1 3 0 B が有する層 1 1 3 B 上に、マスク層 1 1 8 B 及びマスク層 1 1 9 B が位置する。マスク層 1 1 8 及びマスク層 1 1 9 は、第 1 の領域 1 1 3 __1（発光領域）を囲むように設けられる。言い換えると、マスク層は、発光領域と重なる部分に開口を有する。マスク層の上面形状は、第 2 の領域 1 1 3 __2 と一致、概略一致、または類似する。マスク層 1 1 8 R 及びマスク層 1 1 9 R は、層 1 1 3 R を形成する際に層 1 1 3 R 上に設けたマスク層の一部が残存しているものである。同様に、マスク層 1 1 8 G 及びマスク層 1 1 9 G は層 1 1 3 G を形成する際、マスク層 1 1 8 B 及びマスク層 1 1 9 B は層 1 1 3 B を形成する際に、それぞれ設けたマスク層の一部が残存しているものである。このように、本発明の一態様の表示装置は、その作製時に E L 層を保護するために用いるマスク層が一部残存していてもよい。

[0 1 5 9]

マスク層 1 1 8 R、マスク層 1 1 8 G、及びマスク層 1 1 8 B のいずれか 2 つ、または全てに同じ材料を用いてもよく、互いに異なる材料を用いてもよい。同様に、マスク層 1 1 9 R、マスク層 1 1 9 G、及びマスク層 1 1 9 B のいずれか 2 つ、または全てに同じ材料を用いてもよく、互いに異なる材料を用いてもよい。なお、マスク層 1 1 8 R、マスク層 1 1 8 G、及びマスク層 1 1 8 B をまとめて、マスク層 1 1 8 と呼ぶ場合がある。マスク層 1 1 9 R、マスク層 1 1 9 G、及びマスク層 1 1 9 B をまとめて、マスク層 1 1 9 と呼ぶ場合がある。

[0 1 6 0]

図 2 に示すように、マスク層 1 1 8 R の一方の端部、及びマスク層 1 1 9 R の一方の端部（発光領域側とは反対側の端部、外側の端部）は、層 1 1 3 R の端部と揃っている、または概略揃っており、マスク層 1 1 8 R の他方の端部及びマスク層 1 1 9 R の他方の端部（発光領域側の端部、内側の端部）は、層 1 1 3 R 上に位置する。ここで、マスク層 1 1 8 R の他方の端部、及びマスク層 1

1 9 Rの他方の端部は、層 1 1 3 R及び画素電極 1 1 1 Rと重なることが好ましい。この場合、マスク層 1 1 8 Rの他方の端部、及びマスク層 1 1 9 Rの他方の端部が層 1 1 3 Rの平坦または概略平坦な面に形成されやすくなる。なお、マスク層 1 1 8 G、マスク層 1 1 9 G、マスク層 1 1 8 B及びマスク層 1 1 9 Bについても同様である。また、マスク層 1 1 8 及びマスク層 1 1 9 は、例えば、島状に加工されたEL層（層 1 1 3 R、層 1 1 3 G、または層 1 1 3 B）の上面と、絶縁層 1 2 5との間に残存する。

[0 1 6 1]

なお、端部が揃っている、または概略揃っている場合、及び、上面形状が一致または概略一致している場合、上面視において、積層した層と層との間で少なくとも輪郭の一部が重なっているといえる。例えば、上層と下層とが、同一のマスクパターン、または一部が同一のマスクパターンにより加工された場合を含む。ただし、厳密には輪郭が重なり合わず、上層が下層の内側に位置すること、または、上層が下層の外側に位置することもあり、この場合も端部が概略揃っている、または、上面形状が概略一致している、という。

[0 1 6 2]

層 1 1 3 R、層 1 1 3 G、及び層 1 1 3 Bのそれぞれの側面は、絶縁層 1 2 5によって覆われている。絶縁層 1 2 7は、絶縁層 1 2 5を介して、層 1 1 3 R、層 1 1 3 G、及び層 1 1 3 Bのそれぞれの側面と重なる。

[0 1 6 3]

層 1 1 3 R、層 1 1 3 G、及び層 1 1 3 Bのそれぞれの上面の一部は、マスク層 1 1 8によって覆われている。マスク層 1 1 8上に、マスク層 1 1 9が設けられる。絶縁層 1 2 5及び絶縁層 1 2 7は、マスク層 1 1 8及びマスク層 1 1 9を介して、層 1 1 3 R、層 1 1 3 G、及び層 1 1 3 Bのそれぞれの上面の一部と重なる。

[0 1 6 4]

層 1 1 3 R、層 1 1 3 G、及び層 1 1 3 Bの上面の一部及び側面が、絶縁層 1 2 5、絶縁層 1 2 7、マスク層 1 1 8及びマスク層 1 1 9の少なくとも一つによって覆われていることにより、共通層 1 1 4（または共通電極 1 1 5）が、画素電極 1 1 1 R、画素電極 1 1 1 G、画素電極 1 1 1 B、層 1 1 3 R、層 1 1 3 G、及び層 1 1 3 Bの側面と接することを抑制し、発光デバイスのショートを抑制することができる。これにより、発光デバイスの信頼性を高めることができる。

[0 1 6 5]

なお、図2では、層 1 1 3 R、層 1 1 3 G、及び層 1 1 3 Bを全て同じ膜厚で示すが、本発明はこれに限られない。層 1 1 3 R、層 1 1 3 G、及び層 1 1 3 Bのそれぞれの膜厚は異なってもよい。例えば、層 1 1 3 R、層 1 1 3 G、及び層 1 1 3 Bそれぞれの発する光が強まる光路長になるように、膜厚を設定することが好ましい。これにより、マイクロキャビティ構造を実現し、それぞれの発光デバイス 1 3 0から射出される光の色純度を高めることができる。

[0 1 6 6]

絶縁層 1 2 5は、層 1 1 3 R、層 1 1 3 G、及び層 1 1 3 Bのそれぞれの側面と接することが好ましい。絶縁層 1 2 5が層 1 1 3 R、層 1 1 3 G、及び層 1 1 3 Bと接する構成とすることで、層 1 1 3 R、層 1 1 3 G、及び層 1 1 3 Bの膜剥がれを防止することができる。絶縁層 1 2 5と層 1 1 3 B、層 1 1 3 G、または層 1 1 3 Rとが密着することで、隣り合う層 1 1 3 Bなどが絶縁層 1 2 5によって固定される、または、接着される効果を奏する。これにより、発光デバイスの信頼性

を高めることができる。また、発光デバイスの作製歩留まりを高めることができる。

[0167]

図2に示すように、絶縁層125及び絶縁層127が、層113R、層113G、及び層113Bの上面の一部及び側面の双方を覆うことで、EL層の膜剥がれをより防ぐことができ、発光デバイスの信頼性を高めることができる。また、発光デバイスの作製歩留まりをより高めることができる。

[0168]

図2では、画素電極111Rの端部上に、層113R、マスク層118R、マスク層119R、絶縁層125、及び絶縁層127の積層構造が設けられる例を示す。同様に、画素電極111Gの端部上に、層113G、マスク層118G、マスク層119G、絶縁層125、及び絶縁層127の積層構造が設けられ、画素電極111Bの端部上に、層113B、マスク層118B、マスク層119B、絶縁層125、及び絶縁層127の積層構造が設けられる。

[0169]

図2では、画素電極111Rの端部を層113Rが覆っており、絶縁層125が層113Rの側面と接する構成を示す。同様に、画素電極111Gの端部は層113Gで覆われており、画素電極111Bの端部は層113Bで覆われており、絶縁層125が層113Gの側面及び層113Bの側面と接している。

[0170]

絶縁層127は、絶縁層125に形成された凹部を充填するように、絶縁層125上に設けられる。絶縁層127は、絶縁層125を介して、層113R、層113G、及び層113Bのそれぞれの上面の一部及び側面と重なる構成とすることができる。絶縁層127は、絶縁層125の側面の少なくとも一部を覆うことが好ましい。

[0171]

絶縁層125及び絶縁層127を設けることで、隣り合う島状の層の間を埋めることができるため、島状の層上に設ける層（例えばキャリア注入層、及び共通電極など）の被形成面の高低差の大きな凹凸を低減し、より平坦にすることができる。したがって、キャリア注入層及び共通電極などの被覆性を高めることができる。

[0172]

共通層114及び共通電極115は、層113R、層113G、層113B、マスク層118、マスク層119、絶縁層125、及び絶縁層127上に設けられる。絶縁層125及び絶縁層127を設ける前の段階では、画素電極及び島状のEL層が設けられる領域と、画素電極及び島状のEL層が設けられない領域（発光デバイス間の領域）と、に起因する段差が生じている。本発明の一態様の表示装置は、絶縁層125及び絶縁層127を有することで当該段差を小さくすることができる。したがって、段切れによる接続不良を抑制することができる。また、段差によって共通電極115の膜厚が局所的に薄くなり、電気抵抗が上昇することを抑制することができる。

[0173]

絶縁層127の上面はより平坦性の高い形状を有することが好ましいが、凸部、凸曲面、凹曲面、または凹部を有してもよい。例えば、絶縁層127の上面は、平坦性の高い凸曲面形状を有することが好ましい。

[0174]

次に、絶縁層125及び絶縁層127に適用できる材料の例について説明する。

[0175]

絶縁層125は、無機材料を有する絶縁層とすることができる。絶縁層125には、例えば、酸化絶縁膜、窒化絶縁膜、酸化窒化絶縁膜、及び窒化酸化絶縁膜等の無機絶縁膜を用いることができる。絶縁層125は単層構造であってもよく積層構造であってもよい。酸化絶縁膜としては、酸化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、酸化マグネシウム膜、インジウムガリウム亜鉛酸化物膜、酸化ガリウム膜、酸化ゲルマニウム膜、酸化イットリウム膜、酸化ジルコニウム膜、酸化ランタン膜、酸化ネオジム膜、酸化ハフニウム膜、及び酸化タンタル膜等が挙げられる。窒化絶縁膜としては、窒化シリコン膜及び窒化アルミニウム膜等が挙げられる。酸化窒化絶縁膜としては、酸化窒化シリコン膜、及び酸化窒化アルミニウム膜等が挙げられる。窒化酸化絶縁膜としては、窒化酸化シリコン膜、及び窒化酸化アルミニウム膜等が挙げられる。特に、酸化アルミニウムは、エッチングにおいて、EL層との選択比が高く、後述する絶縁層127の形成において、EL層を保護する機能を有するため、好ましい。特に原子層堆積（ALD: Atomic Layer Deposition）法により形成した酸化アルミニウム膜、酸化ハフニウム膜、または酸化シリコン膜等の無機絶縁膜を絶縁層125に適用することで、ピンホールが少なく、EL層を保護する機能に優れた絶縁層125を形成することができる。また、絶縁層125は、ALD法により形成した膜と、スパッタリング法により形成した膜と、の積層構造としてもよい。絶縁層125は、例えば、ALD法によって形成された酸化アルミニウム膜と、スパッタリング法によって形成された窒化シリコン膜と、の積層構造であってもよい。

[0176]

なお、本明細書等において、酸化窒化物とは、その組成として、窒素よりも酸素の含有量が多い材料を指し、窒化酸化物とは、その組成として、酸素よりも窒素の含有量が多い材料を指す。例えば、酸化窒化シリコンと記載した場合は、その組成として窒素よりも酸素の含有量が多い材料を指し、窒化酸化シリコンと記載した場合は、その組成として、酸素よりも窒素の含有量が多い材料を示す。

[0177]

絶縁層125は、水及び酸素の少なくとも一方に対するバリア絶縁層としての機能を有することが好ましい。また、絶縁層125は、水及び酸素の少なくとも一方の拡散を抑制する機能を有することが好ましい。また、絶縁層125は、水及び酸素の少なくとも一方を捕獲、または固着する（ゲッタリングともいう）機能を有することが好ましい。

[0178]

なお、本明細書等において、バリア絶縁層とは、バリア性を有する絶縁層のことを示す。また、本明細書等において、バリア性とは、対応する物質の拡散を抑制する機能（透過性が低いともいう）とする。または、対応する物質を、捕獲、または固着する（ゲッタリングともいう）機能とする。

[0179]

絶縁層125が、バリア絶縁層としての機能、またはゲッタリング機能を有することで、外部から各発光デバイスに拡散しうる不純物（代表的には、水及び酸素の少なくとも一方）の侵入を抑制することが可能な構成となる。当該構成とすることで、信頼性の高い発光デバイス、さらには、信頼性の高い表示装置を提供することができる。

[0180]

絶縁層125は、不純物濃度が低いことが好ましい。これにより、絶縁層125からEL層に不純物が混入し、EL層が劣化することを抑制することができる。また、絶縁層125において、不純物濃度を低くすることで、水及び酸素の少なくとも一方に対するバリア性を高めることができる。例えば、絶縁層125は、水素濃度及び炭素濃度の一方、好ましくは双方が十分に低いことが望ましい。

[0181]

なお、絶縁層125とマスク層118B、マスク層118G、及びマスク層118Rには同じ材料を用いることができる。この場合、マスク層118B、マスク層118G、及びマスク層118Rのいずれかと、絶縁層125との境界が不明瞭となり区別できない場合がある。

[0182]

絶縁層125上に設けられる絶縁層127は、隣接する発光デバイス間に形成された絶縁層125の高低差の大きな凹凸を平坦化する機能を有する。換言すると、絶縁層127を有することで共通電極115を形成する面の平坦性を向上させる効果を奏する。

[0183]

絶縁層127として、有機材料を有する絶縁層を好適に用いることができる。有機材料として、感光性の有機樹脂を用いることが好ましく、例えば、アクリル樹脂を含む感光性の樹脂組成物を用いることが好ましい。なお、本明細書などにおいて、アクリル樹脂とは、ポリメタクリル酸エステル、またはメタクリル樹脂だけを指すものではなく、広義のアクリル系ポリマー全体を指す場合がある。

[0184]

絶縁層127として、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、イミド樹脂、ポリアミド樹脂、ポリイミドアミド樹脂、シリコーン樹脂、シロキサン樹脂、ベンゾシクロブテン系樹脂、フェノール樹脂、及びこれら樹脂の前駆体等を用いてもよい。また、絶縁層127として、ポリビニルアルコール（PVA）、ポリビニルブチラール、ポリビニルピロリドン、ポリエチレングリコール、ポリグリセリン、プルラン、水溶性のセルロース、またはアルコール可溶性のポリアミド樹脂等の有機材料を用いてもよい。また、感光性の樹脂としてはフォトレジストを用いてもよい。感光性の有機樹脂として、ポジ型の材料及びネガ型の材料のどちらを用いてもよい。

[0185]

絶縁層127には可視光を吸収する材料を用いてもよい。絶縁層127が発光デバイスからの発光を吸収することで、発光デバイスから絶縁層127を介して隣接する発光デバイスに光が漏れること（迷光）を抑制することができる。これにより、表示装置の表示品位を高めることができる。また、表示装置に偏光板を用いなくても、表示品位を高めることができるため、表示装置の軽量化及び薄型化を図ることができる。

[0186]

可視光を吸収する材料としては、黒色などの顔料を含む材料、染料を含む材料、光吸収性を有する樹脂材料（例えばポリイミドなど）、及び、カラーフィルタに用いることのできる樹脂材料（カラーフィルタ材料）が挙げられる。特に、2色、または3色以上のカラーフィルタ材料を積層または混合した樹脂材料を用いると、可視光の遮蔽効果を高めることができるため好ましい。特に3色以上のカラーフィルタ材料を混合させることで、黒色または黒色近傍の樹脂層とすることが可能と

なる。

[0187]

次に、絶縁層127とその近傍の構造について、説明する。発光デバイス130Rと発光デバイス130Gの間の絶縁層127とその周辺を含む領域の断面拡大図を、図6Aに示す。以下では、発光デバイス130Rと発光デバイス130Gの間の絶縁層127を例に挙げて説明するが、発光デバイス130Gと発光デバイス130Bの間の絶縁層127、及び発光デバイス130Bと発光デバイス130Rの間の絶縁層127などについても同様のことがいえる。

[0188]

図6Aに示すように、画素電極111Rを覆って層113Rが設けられ、画素電極111Gを覆って層113Gが設けられる。層113Rの上面の一部に接してマスク層118Rが設けられ、層113Gの上面の一部に接してマスク層118Gが設けられる。マスク層118Rの上面及び側面、層113Rの側面、絶縁層235の上面、マスク層118Gの上面及び側面、並びに層113Gの側面に接して、絶縁層125が設けられる。また、絶縁層125は、層113Rの上面の一部及び層113Gの上面の一部を覆う。絶縁層125の上面に接して絶縁層127が設けられる。また、絶縁層127は、絶縁層125を介して、層113Rの上面の一部及び側面、並びに、層113Gの上面の一部及び側面と重なり、絶縁層125の側面の少なくとも一部に接する。層113R、マスク層118R、層113G、マスク層118G、絶縁層125、及び絶縁層127を覆って共通層114が設けられ、共通層114の上に共通電極115が設けられる。

[0189]

絶縁層127は、2つの島状のEL層の間の領域（例えば、図6Aでは、層113Rと層113Gとの間の領域）に形成される。このとき、絶縁層127の少なくとも一部が、一方のEL層（例えば、図6Aでは、層113R）の側面端部と、もう一方のEL層（例えば、図6Aでは、層113G）の側面端部に挟まれる位置に配置されることになる。このような絶縁層127を設けることで、島状のEL層及び絶縁層127上に形成される共通層114及び共通電極115に、分断箇所、及び局所的に膜厚が薄い箇所が形成されることを防ぐことができる。

[0190]

表示装置の断面視において、絶縁層127の端部はテーパ形状であることが好ましい。絶縁層127の側面と絶縁層127の被形成面とのなす角は90°未満が好ましく、さらには60°以下が好ましく、さらには45°以下がより好ましく、さらには20°以下が好ましい。絶縁層127の端部をこのようなテーパ形状にすることで、絶縁層127上に設けられる共通層114及び共通電極115の被覆性を高めることができ、段切れ、または局所的な薄膜化などが生じることを抑制できる。これにより、共通層114及び共通電極115の面内均一性を向上させることができ、表示装置の表示品位を向上させることができる。

[0191]

図6Aに示すように、表示装置の断面視において、絶縁層127の上面は凸曲面形状を有することが好ましい。絶縁層127の上面の凸曲面形状は、中心に向かってなだらかに膨らんだ形状であることが好ましい。また、絶縁層127上面の中央部の凸曲面部が、端部のテーパ部に連続的に接続される形状であることが好ましい。絶縁層127をこのような形状にすることで、絶縁層127上全体で、共通層114及び共通電極115を被覆性良く成膜することができる。

[0192]

表示装置の断面視において、絶縁層 125 の端部はテーパ形状であることが好ましい。絶縁層 125 の側面と絶縁層 125 の被形成面とのなす角は 90° 未満が好ましく、さらには 60° 以下が好ましく、さらには 45° 以下がより好ましく、さらには 20° 以下が好ましい。

[0193]

表示装置の断面視において、マスク層 118R の端部はテーパ形状であることが好ましい。マスク層 118R の側面とマスク層 118R の被形成面とのなす角は 90° 未満が好ましく、さらには 60° 以下が好ましく、さらには 45° 以下が好ましく、さらには 20° 以下が好ましい。マスク層 118G、及びマスク層 118B も同様に端部がテーパ形状であることが好ましく、これらの側面と被形成面とのなす角は前述の範囲であることが好ましい。

[0194]

表示装置の断面視において、マスク層 119R の端部はテーパ形状であることが好ましい。マスク層 119R の側面とマスク層 119R の被形成面とのなす角は 90° 未満が好ましく、さらには 60° 以下が好ましく、さらには 45° 以下が好ましく、さらには 20° 以下が好ましい。マスク層 119G、及びマスク層 119B も同様に端部がテーパ形状であることが好ましく、これらの側面と被形成面とのなす角は前述の範囲であることが好ましい。

[0195]

マスク層 118R の端部、及びマスク層 119R の端部をこのようなテーパ形状にすることで、マスク層 118G 上及びマスク層 119R 上に設けられる共通層 114 及び共通電極 115 の被覆性を高めることができる。

[0196]

マスク層 118R の端部及びマスク層 119R の端部はそれぞれ、絶縁層 125 の端部よりも外側に位置することが好ましい。これにより、共通層 114 及び共通電極 115 を形成する面の凹凸を低減し、共通層 114 及び共通電極 115 の被覆性を高めることができる。

[0197]

絶縁層 127 は、絶縁層 125 の側面、マスク層 118R の側面、マスク層 119R、マスク層 118G の側面、及びマスク層 119G の側面の少なくとも一部を覆うことがある。図 6B は、絶縁層 127 が、絶縁層 125 の側面、マスク層 118R の側面の一部、マスク層 119R、マスク層 118G の側面の一部、及びマスク層 119G の側面を覆う構成を示している。絶縁層 127 の端部は、絶縁層 125 の端部よりも外側に位置することが好ましい。これにより、共通層 114 及び共通電極 115 を形成する面の凹凸を低減し、共通層 114 及び共通電極 115 の被覆性を高めることができる。

[0198]

図 7A には、絶縁層 127 が、絶縁層 125 の側面全体、マスク層 118R の側面全体、マスク層 119R の側面全体、マスク層 118G、及びマスク層 119G の側面全体を覆う例を示す。これにより、共通層 114 及び共通電極 115 を形成する面の凹凸をより低減することができ好ましい。また、図 7A に示すように、絶縁層 127 は、層 113R、及び層 113G と接してもよい。

[0199]

図 7B には、絶縁層 127 が側面に凹曲面形状（くびれた部分、凹部、へこみ、くぼみともいう）を有する例を示す。絶縁層 127 の材料及び形成条件（加熱温度、加熱時間、及び加熱雰囲気など）によっては、絶縁層 127 の側面に凹曲面形状が形成される場合がある。

[0200]

絶縁層127の一方の端部が画素電極111Rの上面と重なり、絶縁層127の他方の端部が画素電極111Gの上面と重なることが好ましい。このような構造にすることで、絶縁層127の端部を層113R及び層113Gの平坦または概略平坦な領域の上に形成することができる。

[0201]

なお、絶縁層127は、画素電極111の上面と重ならなくてもよい。、画素電極111の上面と絶縁層127とが重なる部分が小さいほど発光デバイスの発光領域が広くなり、開口率を高めることができ、好ましい。

[0202]

図8Aに示すように、表示装置の断面視において、絶縁層127の上面は平坦部を有してもよい。

[0203]

図8Bに示すように、表示装置の断面視において、絶縁層127の上面は凹曲面形状を有してもよい。図8Bにおいて、絶縁層127の上面は、中心に向かってなだらかに膨らんだ形状、つまり凸曲面を有し、かつ、中央及びその近傍が窪んだ形状、つまり、凹曲面を有する。また、図8Bにおいて、絶縁層127上面の凸曲面部は、端部のテーパ部に連続的に接続される形状である。絶縁層127をこのような形状であっても、絶縁層127上全体で、共通層114及び共通電極115を被覆性良く成膜することができる。

[0204]

図8Bに示すような絶縁層127の中央部に凹曲面を有する構成とするには、多階調マスク（代表的にはハーフトーンマスク、またはグレートーンマスク）を用いて露光する方法を適用できる。なお、多階調マスクとは、露光部分、中間露光部分、及び未露光部分の3つの露光レベルで露光を行うことが可能なマスクであり、透過した光が複数の強度となる露光マスクである。1枚のフォトマスク（一度の露光及び現像工程）により、複数（代表的には二種類）の厚さの領域を有する絶縁層127を形成することが可能である。

[0205]

なお、絶縁層127の中央部に凹曲面を形成する方法としては、上記に限定されない。例えば、2枚のフォトマスクを用いて、露光部分と、中間露光部分と、を分けて作製してもよい。または、絶縁層127に用いる樹脂材料の粘度を調整してもよく、具体的には、絶縁層127に用いる材料の粘度を10cP以下、好ましくは1cP以上5cP以下としてもよい。

[0206]

なお、図示していないが、絶縁層127の中央部の凹曲面は、必ずしも連続している必要はなく、隣接する発光デバイス間で途切れていてもよい。この場合、図8Bに示す絶縁層127の中央部において、絶縁層127の一部が消失し、絶縁層125の表面が露出する構成となる。当該構成とする場合においては、共通層114及び共通電極115が被覆できるような形状とすればよい。

[0207]

上記のように、絶縁層127、絶縁層125、マスク層118R、マスク層118G、マスク層119R、及びマスク層119Gを設けることにより、層113Rの平坦または概略平坦な領域から層113Gの平坦または概略平坦な領域まで、共通層114及び共通電極115を被覆性高く形成することができる。そして、共通層114及び共通電極115に分断された箇所、及び局所的に膜厚が薄い箇所が形成されることを防ぐことができる。よって、各発光デバイス間において、共通

層 1 1 4 及び共通電極 1 1 5 に、分断された箇所起因する接続不良、及び局所的に膜厚が薄い箇所起因する電気抵抗の上昇が発生することを抑制できる。これにより、本発明の一態様に係る表示装置は、表示品位を向上させることができる。

[0208]

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 上に保護層 1 3 1 を設けることが好ましい。保護層 1 3 1 を設けることで、発光デバイス 1 3 0 の信頼性を高めることができる。保護層 1 3 1 は単層構造でもよく、2 層以上の積層構造であってもよい。

[0209]

保護層 1 3 1 の導電性は問わない。保護層 1 3 1 としては、絶縁膜、半導体膜、及び、導電膜の少なくとも一種を用いることができる。

[0210]

保護層 1 3 1 が無機膜を有することで、共通電極 1 1 5 が酸化されること、及び発光デバイスに不純物（水分及び酸素等）が入り込むことを抑制することができる。したがって、発光デバイスの劣化が抑制され、表示装置の信頼性を高めることができる。

[0211]

保護層 1 3 1 には、例えば、酸化絶縁膜、窒化絶縁膜、酸化窒化絶縁膜、及び窒化酸化絶縁膜等の無機絶縁膜を用いることができる。これらの無機絶縁膜の具体例は、絶縁層 1 2 5 の説明で挙げた通りである。特に、保護層 1 3 1 は、窒化絶縁膜または窒化酸化絶縁膜を有することが好ましく、窒化絶縁膜を有することがより好ましい。

[0212]

保護層 1 3 1 には、In-Sn 酸化物（ITO とともいう）、In-Zn 酸化物、Ga-Zn 酸化物、Al-Zn 酸化物、またはインジウムガリウム亜鉛酸化物（In-Ga-Zn 酸化物、IGZO とともいう）等を含む無機膜を用いることもできる。当該無機膜は、高抵抗であることが好ましく、具体的には、共通電極 1 1 5 よりも高抵抗であることが好ましい。当該無機膜は、さらに窒素を含んでいてもよい。

[0213]

発光デバイスの発光を、保護層 1 3 1 を介して取り出す場合、保護層 1 3 1 は、可視光に対する透過性が高いことが好ましい。例えば、ITO、IGZO、及び、酸化アルミニウムは、それぞれ、可視光に対する透過性が高い無機材料であるため、好ましい。

[0214]

保護層 1 3 1 としては、例えば、酸化アルミニウム膜と、酸化アルミニウム膜上の窒化シリコン膜と、の積層構造、または、酸化アルミニウム膜と、酸化アルミニウム膜上の IGZO 膜と、の積層構造等を用いることができる。当該積層構造を用いることで、不純物（水及び酸素等）が EL 層側に入り込むことを抑制できる。

[0215]

さらに、保護層 1 3 1 は、有機膜を有してもよい。例えば、保護層 1 3 1 は、有機膜と無機膜の双方を有してもよい。保護層 1 3 1 に用いることができる有機材料としては、例えば、絶縁層 1 2 7 に用いることができる有機絶縁材料などが挙げられる。

[0216]

保護層 1 3 1 は、異なる成膜方法を用いて形成された 2 層構造であってもよい。具体的には、A

LD法を用いて保護層131の第1層目を形成し、スパッタリング法を用いて保護層131の第2層目を形成してもよい。

[0217]

基板120の樹脂層122側の面には、遮光層117を設けてもよい。遮光層117は、隣り合う発光デバイス130の間、及び接続部140に設けることができる。遮光層117を設けることで、隣り合う副画素から発せられる光が遮られ、混色を防ぐことができる。また、外光がトランジスタ205に到達することを抑制でき、トランジスタ205の劣化を抑制することができる。なお、遮光層117を設けない構成としてもよい。

[0218]

基板120の外側には各種光学部材を配置することができる。光学部材としては、偏光板、位相差板、光拡散層（拡散フィルムなど）、反射防止層、及び集光フィルム等が挙げられる。また、基板120の外側には、ゴミの付着を抑制する帯電防止膜、汚れを付着しにくくする撥水性の膜、使用に伴う傷の発生を抑制するハードコート膜、衝撃吸収層等の表面保護層を配置してもよい。例えば、表面保護層として、ガラス層またはシリカ層（ SiO_x 層）を設けることで、表面汚染及び傷の発生を抑制することができ、好ましい。また、表面保護層としては、DLC（ダイヤモンドライクカーボン）、酸化アルミニウム（ AlO_x ）、ポリエステル系材料、またはポリカーボネート系材料などを用いてもよい。なお、表面保護層には、可視光に対する透過率が高い材料を用いることが好ましい。また、表面保護層には、硬度が高い材料を用いることが好ましい。

[0219]

基板120には、ガラス、石英、セラムックス、サファイア、樹脂、金属、合金、半導体などを用いることができる。発光デバイスからの光を取り出す側の基板には、該光を透過する材料を用いる。基板120に可撓性を有する材料を用いると、表示装置の可撓性を高めることができる。また、基板120として偏光板を用いてもよい。

[0220]

基板120として、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）等のポリエステル樹脂、ポリアクリロニトリル樹脂、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、ポリメチルメタクリレート樹脂、ポリカーボネート（PC）樹脂、ポリエーテルスルホン（PES）樹脂、ポリアミド樹脂（ナイロン、アラミド等）、ポリシロキサン樹脂、シクロオレフィン樹脂、ポリスチレン樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂、ポリ塩化ビニリデン樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）樹脂、ABS樹脂、セルロースナノファイバー等を用いることができる。基板120に、可撓性を有する程度の厚さのガラスを用いてもよい。

[0221]

なお、表示装置に円偏光板を重ねる場合、表示装置が有する基板には、光学等方性の高い基板を用いることが好ましい。光学等方性が高い基板は、複屈折が小さい（複屈折量が小さい、ともいえる）。

[0222]

光学等方性が高い基板のリタデーション（位相差）値の絶対値は、30nm以下が好ましく、20nm以下がより好ましく、10nm以下がさらに好ましい。

[0223]

光学等方性が高いフィルムとしては、トリアセチルセルロース（TAC、セルローストリアセテートともいう）フィルム、シクロオレフィンポリマー（COP）フィルム、シクロオレフィンコポリマー（COC）フィルム、及びアクリルフィルム等が挙げられる。

[0224]

基板としてフィルムを用いる場合、フィルムが吸水することで、表示装置にしわが発生するなどの形状変化が生じる恐れがある。そのため、基板には、吸水率の低いフィルムを用いることが好ましい。例えば、吸水率が1%以下のフィルムを用いることが好ましく、0.1%以下のフィルムを用いることがより好ましく、0.01%以下のフィルムを用いることがさらに好ましい。

[0225]

樹脂層122としては、紫外線硬化型等の光硬化型接着剤、反応硬化型接着剤、熱硬化型接着剤、嫌気型接着剤などの各種硬化型接着剤を用いることができる。これら接着剤としてはエポキシ樹脂、アクリル樹脂、シリコーン樹脂、フェノール樹脂、ポリイミド樹脂、イミド樹脂、PVC（ポリビニルクロライド）樹脂、PVB（ポリビニルブチラル）樹脂、EVA（エチレンビニルアセテート）樹脂等が挙げられる。特に、エポキシ樹脂等の透湿性が低い材料が好ましい。また、二液混合型の樹脂を用いてもよい。また、接着シート等を用いてもよい。

[0226]

図2等に示す画素電極111Rと異なる構成例を、図9A及び図9Bに示す。

[0227]

図9Aに示す画素電極111Rは、導電層129R、導電層126R及び導電層112Rの端部が互いに揃っている、または概略揃っている。層113Rは、導電層129Rの側面、導電層126Rの側面及び導電層112Rの側面と接する。

[0228]

例えば、導電層129Rとなる第1の導電膜、層128、導電層126Rとなる第2の導電膜、及び導電層112Rとなる第3の導電膜を成膜した後、第3の導電膜上にレジストマスク形成し、当該レジストマスクを用いて第1の導電膜、第2の導電膜、及び第3の導電膜を加工することにより、導電層129R、導電層126R及び導電層112Rを形成することができる。同じ工程で第1の導電膜、第2の導電膜、及び第3の導電膜を加工し、導電層129R、導電層126R及び導電層112Rを形成することにより、工程を簡略にすることができる。

[0229]

図9Bに示す画素電極111Rは、導電層129R、及び導電層126Rが導電層112Rに覆われている。導電層129Rの端部は、導電層126Rの端部が互いに揃っている、または概略揃っている。導電層112Rは、導電層129Rの側面、並びに導電層126Rの上面及び側面と接する。層113Rは、導電層129Rの側面、導電層112Rの上面及び側面と接する。

[0230]

例えば、導電層129Rとなる第1の導電膜、層128、導電層126Rとなる第2の導電膜を成膜した後、第2の導電膜上にレジストマスク形成し、当該レジストマスクを用いて第1の導電膜、及び第2の導電膜を加工することにより、導電層129R、及び導電層126Rを形成する。その後、導電層129R、及び導電層126Rを覆うように導電層112Rとなる第3の導電膜を成膜し、第3の導電膜を加工することにより、導電層112Rを形成することができる。同じ工程で第1の導電膜、及び第2の導電膜を加工し、導電層129R、及び導電層126Rを形成すること

により、工程を簡略にすることができる。また、銀などの拡散しやすい材料を導電層 1 1 2 R または導電層 1 2 6 R に適用した場合でも、導電層 1 1 2 R 及び導電層 1 2 6 R の上面及び側面を導電層 1 2 9 R で覆うことにより、拡散を抑制することができる。

[0 2 3 1]

なお、図 9 A 等では、層 1 2 8 の上面が、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を示しているが、層 1 2 8 の形状は特に限定されない。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。また、層 1 2 8 の上面は、凸曲面及び凹曲面の一方または双方を有してもよい。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、一つまたは複数とすることができる。

[0 2 3 2]

層 1 2 8 の上面の高さと、導電層 1 1 2 R の上面の高さとは、一致また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 1 1 2 R の上面の高さより低くてもよく、高くてもよい。

[0 2 3 3]

本発明の一態様の表示装置に適用できるトランジスタの構造は、特に限定されない。図 2 等に示すトランジスタ 2 0 5 と異なる例を、図 1 0 A 乃至図 1 3 に示す。

[0 2 3 4]

図 1 0 A 乃至図 1 1 A に示すトランジスタ 2 0 5 R はそれぞれ、絶縁層 2 2 5 の構成が異なる点で、図 2 等に示すトランジスタ 2 0 5 と主に異なる。

[0 2 3 5]

図 1 0 A において、絶縁層 2 2 5 の端部は、導電層 2 2 3 の端部と一致、または概略一致するように形成されている。絶縁層 2 2 5 の上面形状が、導電層 2 2 3 と一致、または概略一致するともいえる。絶縁層 2 2 5 は、半導体層 2 3 1 のチャネル形成領域 2 3 1 i と重なり、低抵抗領域 2 3 1 n とは重ならない。絶縁層 2 2 5 は、例えば、導電層 2 2 3 を加工するためのレジストマスクを用いて加工することにより形成することができる。

[0 2 3 6]

絶縁層 2 1 8 は、半導体層 2 3 1 の上面及び側面、絶縁層 2 2 5 の側面、並びに導電層 2 2 3 の上面及び側面と接する。絶縁層 2 1 8 の開口を介して、導電層 2 2 2 a 及び導電層 2 2 2 b がそれぞれ低抵抗領域 2 3 1 n と電氣的に接続される。

[0 2 3 7]

図 1 0 B において、絶縁層 2 2 5 の端部は、半導体層 2 3 1 上に位置する。絶縁層 2 2 5 の端部は、導電層 2 2 3 の端部より外側に位置する。言い換えると、絶縁層 2 2 5 は、半導体層 2 3 1 上において、導電層 2 2 3 の端部よりも外側に突出した部分を有する。

[0 2 3 8]

半導体層 2 3 1 は、チャネル形成領域 2 3 1 i を挟む一対の領域 2 3 1 l と、その外側に一対の低抵抗領域 2 3 1 n を有する。領域 2 3 1 l は、半導体層 2 3 1 のうち、絶縁層 2 2 5 と重なり、且つ導電層 2 2 3 とは重ならない領域である。

[0 2 3 9]

領域 2 3 1 l は、ドレイン電界を緩和するためのバッファ領域としての機能を有する。領域 2 3

11は、導電層223とは重ならない領域であるため、導電層223にゲート電圧が与えられた場合にもチャネルはほとんど形成されない領域である。領域2311は、キャリア濃度がチャネル形成領域231iよりも高いことが好ましい。これにより、領域2311をLDD (Lightly Doped Drain) 領域として機能させることができる。

[0240]

領域2311は、チャネル形成領域231iと比較して、抵抗が同程度または低い領域、キャリア濃度が同程度または高い領域、酸素欠陥密度が同程度または高い領域、不純物濃度が同程度または高い領域ともいうことができる。

[0241]

領域2311は、低抵抗領域231nと比較して、抵抗が同程度または高い領域、キャリア濃度が同程度または低い領域、酸素欠陥密度が同程度または低い領域、不純物濃度が同程度または低い領域ともいうことができる。

[0242]

絶縁層218は、半導体層231の上面及び側面、絶縁層225の上面及び側面、並びに導電層223の上面及び側面と接する。

[0243]

図11Aは、導電層222a及び導電層222bが、導電層223と同じ工程で形成された構成を示している。つまり、導電層222a及び導電層222bが、導電層223と同じ材料を有する。導電層222a及び導電層222bを、導電層223と同じ工程で形成することにより、工程を簡略にすることができる。

[0244]

トランジスタ205R上に、絶縁層218を設けてもよい。絶縁層218上に絶縁層214が設けられる。導電層233Rは、絶縁層218及び絶縁層214に設けられた開口191Rを覆うように設けられる。トランジスタ205Rの導電層222bは、導電層233Rを介して、画素電極111Rと電気的に接続される。幅191dは、絶縁層218上で対向する絶縁層214の端部間の距離ということができる。なお、絶縁層218を設けない構成としてもよい。

[0245]

図11Bに示すトランジスタ205Rは、絶縁層225と導電層223との間に、金属酸化物層227を有する。導電層223、及び金属酸化物層227は、上面形状が互いに概略一致するように加工されている。金属酸化物層227は、例えば、導電層223を加工するためのレジストマスクを用いて加工することにより形成することができる。

[0246]

金属酸化物層227は、絶縁層225中に酸素を供給する機能を有する。また、導電層223として酸化されやすい金属または合金を含む導電膜を用いた場合には、金属酸化物層227は、絶縁層225中の酸素により導電層223が酸化されることを防ぐバリア層として機能させることもできる。なお、金属酸化物層227を導電層223の形成前に除去することで、導電層223と絶縁層225とが接する構成としてもよい。なお、金属酸化物層227は、不要であれば設けない構成としてもよい。

[0247]

絶縁層225と導電層223との間に位置する金属酸化物層227は、絶縁層225に含まれる

酸素が導電層 223 側に拡散することを防ぐバリア膜として機能する。さらに金属酸化物層 227 は、導電層 223 に含まれる水素元素を含む不純物が絶縁層 225 側に拡散することを防ぐバリア膜としても機能する。なお、水素元素を不純物として、例えば、水素、または水などがある。金属酸化物層 227 は、例えば、少なくとも絶縁層 225 よりも酸素及び水素を透過しにくい材料を用いることが好ましい。

[0248]

金属酸化物層 227 により、導電層 223 に酸素を吸引しやすい金属材料を用いた場合であっても、絶縁層 225 から導電層 223 へ酸素が拡散することを防ぐことができる。また、導電層 223 が水素を含む場合であっても、導電層 223 から絶縁層 225 を介して半導体層 231 へ水素が拡散することを防ぐことができる。その結果、半導体層 231 のチャネル形成領域におけるキャリア濃度を極めて低いものとすることができる。なお、酸素を吸引しやすい金属材料として、例えば、アルミニウム、または銅などがある。

[0249]

金属酸化物層 227 は、絶縁性材料または導電性材料を用いることができる。金属酸化物層 227 が絶縁性を有する場合には、金属酸化物層 227 はゲート絶縁層の一部として機能する。一方、金属酸化物層 227 が導電性を有する場合には、金属酸化物層 227 はゲート電極の一部として機能する。

[0250]

金属酸化物層 227 として、酸化シリコンよりも誘電率の高い絶縁性材料を用いることが好ましい。特に、酸化アルミニウム膜、酸化ハフニウム膜、またはハフニウムアルミネート膜等を用いると、駆動電圧を低減できるため好ましい。

[0251]

金属酸化物層 227 として、例えば酸化インジウム、インジウムスズ酸化物 (ITO)、またはシリコンを含有したインジウムスズ酸化物 (ITSO) などの、導電性酸化物を用いることもできる。特にインジウムを含む導電性酸化物は、導電性が高いため好ましい。

[0252]

金属酸化物層 227 として、半導体層 231 と同一の元素を一以上含む酸化物材料を用いることが好ましい。特に、上記半導体層 231 に適用可能な酸化物半導体材料を用いることが好ましい。このとき、金属酸化物層 227 として、半導体層 231 と同じスパッタリングターゲットを用いて形成した金属酸化物膜を適用することで、装置を共通化できるため好ましい。

[0253]

金属酸化物層 227 は、スパッタリング装置を用いて形成すると好ましい。例えば、スパッタリング装置を用いて酸化物膜を形成する場合、酸素ガスを含む雰囲気中で形成することで、絶縁層 225 または半導体層 231 の一方または双方に好適に酸素を添加することができる。

[0254]

なお、金属酸化物層 227 に用いることのできる金属酸化物膜を成膜し、絶縁層 225 に対して酸素を供給したのちに、当該金属酸化物膜を除去してもよい。また、金属酸化物層 227 または金属酸化物層 227 に用いることのできる金属酸化物膜は、不要であれば設けなくてもよい。

[0255]

なお、金属酸化物層 227 は他の構成例にも適用できる。

[0256]

図12Aに示すトランジスタ205Rは、導電層221と、絶縁層211と、半導体層231と、をこの順に積層して有する。トランジスタ205Rは、半導体層231の下にゲート電極が設けられる、いわゆるボトムゲート型のトランジスタである。絶縁層211の一部は、トランジスタ205Rのゲート絶縁層として機能する。導電層221は、トランジスタ205Rのゲート電極として機能する。

[0257]

半導体層231上に、ソースまたはドレインとして機能する導電層222a及び導電層222bが設けられる。トランジスタ205Rは、BGTC (Bottom Gate Top Contact) 型のトランジスタということができる。

[0258]

トランジスタ205R上に、絶縁層218を設けてもよい。絶縁層218上に絶縁層214が設けられる。導電層233Rは、絶縁層218及び絶縁層214に設けられた開口191Rを覆うように設けられる。トランジスタ205Rの導電層222bは、導電層233Rを介して、画素電極111Rと電氣的に接続される。なお、絶縁層218を設けない構成としてもよい。

[0259]

図12Bに示すトランジスタ205Rは、バックゲートとして機能する導電層230を有する。導電層230は、絶縁層218を介して、半導体層231と重なる領域を有する。導電層230は、半導体層231を介して、ゲートとして機能する導電層221と重なる領域を有する。導電層230及び絶縁層218を覆うように、絶縁層215を設けてもよい。絶縁層215上に絶縁層214が設けられる。導電層233Rは、絶縁層218、絶縁層215及び絶縁層214に設けられた開口191Rを覆うように設けられる。トランジスタ205Rの導電層222bは、導電層233Rを介して、画素電極111Rと電氣的に接続される。なお、絶縁層215を設けない構成としてもよい。

[0260]

絶縁層215は、トランジスタ205Rの保護層として機能する。絶縁層215は、不純物が拡散しにくい材料を用いることが好ましい。絶縁層215を設けることにより、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、表示装置の信頼性を高めることができる。絶縁層215は、絶縁層218に用いることができる材料を用いることができる。幅191dは、絶縁層215上で対向する絶縁層214の端部間の距離ということができる。

[0261]

図13に示すトランジスタ205Rは、半導体層231と、絶縁層211と、導電層221と、をこの順に積層して有する。トランジスタ205Rは、半導体層231の上にゲート電極が設けられる、いわゆるトップゲート型のトランジスタである。絶縁層211の一部は、トランジスタ205Rのゲート絶縁層として機能する。導電層221は、トランジスタ205Rのゲート電極として機能する。

[0262]

半導体層231上に、ソースまたはドレインとして機能する導電層222a及び導電層222bが設けられる。トランジスタ205Rは、TGTC (Top Gate Top Contact) 型のトランジスタということができる。

[0263]

トランジスタ205R上に、絶縁層215を設けてもよい。絶縁層215上に絶縁層214が設けられる。導電層233Rは、絶縁層211、絶縁層215及び絶縁層214に設けられた開口191Rを覆うように設けられる。トランジスタ205Rの導電層222bは、導電層233Rを介して、画素電極111Rと電氣的に接続される。なお、絶縁層215を設けない構成としてもよい。

[0264]

以下では、前述の表示装置と異なる構成例について、説明する。なお、前述の表示装置と重複する部分は説明を省略する場合がある。また、以下で示す図面において、前述の表示装置と同様の機能を有する部分についてはハッチングパターンを同じくし、符号を付さない場合もある。

[0265]

<表示装置の構成例2>

本発明の一態様である表示装置の断面図を、図14に示す。図14は、図1Aにおける一点鎖線X1-X2間、及び一点鎖線Y1-Y2間の断面図である。

[0266]

図14に示す表示装置は、発光デバイス130R、発光デバイス130G、及び発光デバイス130Bと、絶縁層235との間に絶縁層239を有する点で、図2に示す表示装置と主に異なる。

[0267]

絶縁層239は、絶縁層235上に設けられ、絶縁層235の開口193と重なる領域に開口を有する。画素電極111は、絶縁層235上に設けられる。画素電極111は、絶縁層235の開口及び絶縁層235の開口193Rを覆うように設けられる。画素電極111は、絶縁層235の開口及び絶縁層235の開口193Rを介して、導電層233と電氣的に接続される。

[0268]

絶縁層239は、層113、マスク層118及びマスク層119を形成する際にエッチング保護膜して機能することができる。絶縁層239を設けることにより、層113、マスク層118及びマスク層119を形成する際に絶縁層235の一部がエッチングされ、絶縁層235に凹凸が生じることを防止することができる。つまり、絶縁層125の被形成面の段差が小さくなり、絶縁層125の被覆性を高めることができる。したがって、層113の側面が絶縁層125で覆われ、層113の膜剥がれを防止することができる。

[0269]

絶縁層239は、無機材料を有する絶縁層とすることができる。絶縁層239には、例えば、酸化絶縁膜、窒化絶縁膜、酸化窒化絶縁膜、及び窒化酸化絶縁膜等の無機絶縁膜を用いることができる。絶縁層239は単層構造であってもよく積層構造であってもよい。酸化絶縁膜としては、酸化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、酸化マグネシウム膜、インジウムガリウム亜鉛酸化物膜、酸化ガリウム膜、酸化ゲルマニウム膜、酸化イットリウム膜、酸化ジルコニウム膜、酸化ランタン膜、酸化ネオジム膜、酸化ハフニウム膜、及び酸化タンタル膜等が挙げられる。窒化絶縁膜としては、窒化シリコン膜及び窒化アルミニウム膜等が挙げられる。酸化窒化絶縁膜としては、酸化窒化シリコン膜、及び酸化窒化アルミニウム膜等が挙げられる。窒化酸化絶縁膜としては、窒化酸化シリコン膜、及び窒化酸化アルミニウム膜等が挙げられる。絶縁層239は、例えば、酸化シリコン膜または酸化窒化シリコン膜を好適に用いることができる。

[0270]

絶縁層 239 は、層 113、マスク層 118 及びマスク層 119 となる膜をエッチングする際に、当該膜とエッチングレートの比が大きい（選択比が大きいともいう）材料を選択することが好ましい。

[0271]

層 113R、層 113G、及び層 113B のいずれとも重ならない領域において、絶縁層 239 の一部が除去されてもよい。層 113R、層 113G、及び層 113B のいずれとも重ならない領域の絶縁層 239 の膜厚が、層 113R、層 113G、または層 113B と重なる領域の絶縁層 239 の膜厚より薄くなってもよい。

[0272]

なお、絶縁層 239 は他の構成例にも適用できる。

[0273]

<表示装置の構成例 3>

本発明の一態様である表示装置の断面図を、図 15 に示す。図 15 は、図 1A における一点鎖線 X1-X2 間、及び一点鎖線 Y1-Y2 間の断面図である。

[0274]

図 15 に示す表示装置は、発光デバイス 130R、発光デバイス 130G、及び発光デバイス 130B と、絶縁層 235 との間に絶縁層 239 を有する点、絶縁層 235 と絶縁層 214 との間に絶縁層 238 を有する点で、図 2 に示す表示装置と主に異なる。

[0275]

絶縁層 239 については前述の記載を参照できるため、詳細な説明は省略する。

[0276]

絶縁層 238 は、絶縁層 214 上に設けられ、絶縁層 214 の開口 191 と重なる領域に開口を有する。導電層 233 は、絶縁層 238 上に設けられる。導電層 233 は、絶縁層 238 の開口及び絶縁層 214 の開口 191R を覆うように設けられる。導電層 233 は、絶縁層 238 の開口及び絶縁層 214 の開口 191R を介して、トランジスタ 205 の導電層 222b と電氣的に接続される。

[0277]

絶縁層 238 は、導電層 233 を形成する際にエッチング保護膜として機能することができる。絶縁層 238 を設けることにより、導電層 233 を形成する際に絶縁層 214 の一部がエッチングされ、絶縁層 214 に凹凸が生じることを防止することができる。これにより、絶縁層 235 の被形成面の段差が小さくすることができ、絶縁層 235 の平坦性を高めることができる。したがって、発光デバイス 130 の被形成面の平坦性が高くなり、共通電極の段切れによる接続不良、及び共通電極 115 の膜厚が局所的に薄くなり、電気抵抗が上昇することを防止でき、表示品質の高い表示装置とすることができる。

[0278]

絶縁層 238 は、絶縁層 239 に用いることができる材料を用いることができる。絶縁層 238 は、例えば、酸化シリコン膜または酸化窒化シリコン膜を好適に用いることができる。

[0279]

絶縁層 238 は、導電層 233 となる膜をエッチングする際に、当該膜とのエッチングレートの比が大きい（選択比が大きい）材料を選択することが好ましい。

[0280]

導電層233R、導電層233G、及び導電層233Bのいずれとも重ならない領域において、絶縁層235の一部が除去されてもよい。導電層233R、導電層233G、及び導電層233Bのいずれとも重ならない領域の絶縁層235の膜厚が、導電層233R、導電層233G、または導電層233Bと重なる領域の絶縁層235の膜厚より薄くなってもよい。

[0281]

図15は、絶縁層214と絶縁層235の間に絶縁層238が設けられる構成を示しているが、本発明の一態様はこれに限られない。図16に示すように、導電層233R、導電層233G、及び導電層233Bのいずれかと重なる領域に絶縁層238が設けられ、導電層233R、導電層233G、及び導電層233Bのいずれとも重ならない領域に絶縁層238が設けられない構成としてもよい。絶縁層238は、導電層233Rと絶縁層214に挟持される領域、導電層233Gと絶縁層214に挟持される領域、及び導電層233Bと絶縁層214に挟持される領域に設けられる。例えば、導電層233R、導電層233G、及び導電層233Bを形成する際に、導電層233R、導電層233G、及び導電層233Bのいずれとも重ならない領域の絶縁層238が除去されてもよい。または、導電層233R、導電層233G、及び導電層233Bのいずれとも重ならない領域において、絶縁層238が島状に残存してもよい。これにより、絶縁層214の上面の一部に接して絶縁層235が設けられる。

[0282]

なお、絶縁層238は他の構成例にも適用できる。

[0283]

<表示装置の構成例4>

本発明の一態様である表示装置の断面図を、図17に示す。図17は、図1Aにおける一点鎖線X1-X2間、及び一点鎖線Y1-Y2間の断面図である。

[0284]

図17に示す表示装置は、発光デバイス130R、発光デバイス130G、及び発光デバイス130Bの構成が異なる点で図2に示す表示装置と主に異なる。

[0285]

発光デバイス130Rは、層113Rに代わり、層113Wを有する。発光デバイス130Gは、層113Gに代わり、層113Wを有する。発光デバイス130Bは、層113Bに代わり、層113Wを有する。層113Wは、例えば、白色の光を発する構成とすることができる。

[0286]

導電層129R、導電層129G、及び導電層129Bに可視光に対して透過性を有する導電層を用い、それぞれの膜厚を異ならせてもよい。導電層129R、導電層129G、及び導電層129Bは光学調整層として機能することができる。導電層129R、導電層129G、及び導電層129Bの膜厚をそれぞれ、最適な光路長となるように調整することで、白色の光を発する層113Wを用いた場合であっても発光デバイス130から所望の波長の光が強められた光を得ることができる。

[0287]

基板120の樹脂層122側の面には、赤色の光を透過する着色層132R、緑色の光を透過する着色層132G、及び青色の光を透過する着色層132Bを設けてもよい。着色層132Rは、

発光デバイス 130R と重なる領域に設けられる。着色層 132G は、発光デバイス 130G と重なる領域に設けられる。着色層 132B は、発光デバイス 130B と重なる領域に設けられる。例えば、赤色の発光デバイス 130R から射出される不要な波長の光を、着色層 132R で遮光することができる。このような構成とすることで、各発光デバイスから射出される光の色純度を高めることができる。なお、発光デバイス 130G と着色層 132G の組み合わせ、及び発光デバイス 130B と着色層 132B の組み合わせにおいても同様の効果を奏する。

[0288]

なお、着色層 132R、着色層 132G、及び着色層 132B は他の構成例にも適用できる。

[0289]

<表示装置の構成例 5>

本発明の一態様である表示装置の断面図を、図 18 に示す。図 18 は、図 1A における一点鎖線 X1-X2 間、及び一点鎖線 Y1-Y2 間の断面図である。

[0290]

図 18 に示す表示装置は、マスク層 118、マスク層 119、絶縁層 125、及び絶縁層 127 に代わり、絶縁層 237 を有する点で図 16 に示す表示装置と主に異なる。

[0291]

絶縁層 237 は、画素電極 111R、画素電極 111G、及び画素電極 111B の上面端部を覆う。絶縁層 237 は、隔壁（バンク、スペーサともいう）として機能する。

[0292]

絶縁層 237 を設けることにより、画素電極 111 と、共通層 114 及び共通電極 115 が接し、発光デバイス 130 がショートしてしまうことを抑制できる。

[0293]

例えば、画素電極 111 の上面端部を覆う絶縁層 237 を形成した後に、ファインメタルマスク（FMM）を用いて層 113R、層 113G、及び層 113B をそれぞれ形成することができる。ファインメタルマスク（FMM）を用いて島状の層 113R、層 113G、及び層 113B を形成することにより、工程を簡略にすることができる。

[0294]

絶縁層 237 上に、層 113R、層 113G、及び層 113B が設けられてもよい。なお、図 18 は、隣り合う層 113 が接しない構成を示しているが、本発明の一態様はこれに限られない。絶縁層 237 上において、隣り合う層 113 が接してもよい。また、絶縁層 237 上において、隣り合う層 113 が重なってもよい。例えば、絶縁層 237 上において、層 113R と層 113G が接してもよく、また層 113R と層 113G が重なってもよい。

[0295]

なお、絶縁層 237 は他の構成例にも適用できる。

[0296]

<表示装置の構成例 6>

図 19 に、図 1A とは異なる表示装置 100 の上面図を示す。図 19 に示す画素 110 は、副画素 11R、副画素 11G、副画素 11B、及び副画素 11S の 4 種類の副画素で構成される。

[0297]

副画素 11R、11G、11B、11S は、それぞれ発光色の異なる発光デバイスを有する構成

とすることができる。例えば、副画素 1 1 R、副画素 1 1 G、副画素 1 1 B、及び副画素 1 1 S として、R、G、B、W の 4 色の副画素、R、G、B、Y の 4 色の副画素、及び、R、G、B、I R の 4 つの副画素などが挙げられる。

[0298]

本発明の一態様の表示装置は、画素に、受光デバイスを有してもよい。

[0299]

図 19 に示す画素 1 1 0 が有する 4 つの副画素のうち、3 つを、発光デバイスを有する構成とし、残りの 1 つを、受光デバイスを有する構成としてもよい。

[0300]

受光デバイスとしては、例えば、p n 型または p i n 型のフォトダイオードを用いることができる。受光デバイスは、受光デバイスに入射する光を検出し電荷を発生させる光電変換デバイス（光電変換素子ともいう）として機能する。受光デバイスに入射する光量に基づき、受光デバイスから発生する電荷量が決まる。

[0301]

受光デバイスは、可視光及び赤外光の一方または双方を検出することができる。可視光を検出する場合、例えば、青色、紫色、青紫色、緑色、黄緑色、黄色、橙色、赤色などの色のうち一つまたは複数を検出することができる。赤外光を検出する場合、暗い場所でも対象物の検出が可能となり、好ましい。

[0302]

特に、受光デバイスとして、有機化合物を含む層を有する有機フォトダイオードを用いることが好ましい。有機フォトダイオードは、薄型化、軽量化、及び大面積化が容易であり、また、形状及びデザインの自由度が高いため、様々な表示装置に適用できる。

[0303]

本発明の一態様では、発光デバイスとして有機 E L デバイスを用い、受光デバイスとして有機フォトダイオードを用いる。有機 E L デバイス及び有機フォトダイオードは、同一基板上に形成することができる。したがって、有機 E L デバイスを用いた表示装置に有機フォトダイオードを内蔵することができる。

[0304]

受光デバイスは、画素電極と共通電極との間に逆バイアスをかけて駆動することで、受光デバイスに入射する光を検出し、電荷を発生させ、電流として取り出すことができる。

[0305]

受光デバイスについても、発光デバイスと同様の作製方法を適用することができる。受光デバイスが有する島状の活性層（光電変換層ともいう）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、活性層となる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、島状の活性層を均一の厚さで形成することができる。また、活性層上にマスク層を設けることで、表示装置の作製工程中に活性層が受けるダメージを低減し、受光デバイスの信頼性を高めることができる。

[0306]

受光デバイスの構成及び材料については、実施の形態 6 を参照することができる。

[0307]

図 19 における一点鎖線 X 3 - X 4 間の断面図を、図 20 に示す。なお、図 19 における一点鎖

線 X 1－X 2 間、及び一点鎖線 Y 1－Y 2 間の断面図は、図 2 を参照できる。

[0308]

図 20 に示すように、表示装置 100 は、トランジスタを含む層 101 上に、絶縁層が設けられ、絶縁層上に発光デバイス 130R 及び受光デバイス 150 が設けられ、発光デバイス及び受光デバイスを覆うように保護層 131 が設けられ、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と受光デバイスの間の領域には、絶縁層 125 と、絶縁層 125 上の絶縁層 127 と、が設けられている。

[0309]

図 20 では、発光デバイス 130R が、基板 120 側に発光し、受光デバイス 150 には、基板 120 側から光が入射する例を示す（光 L_{em} 及び光 L_{in} 参照）。

[0310]

発光デバイス 130R の構成は、前述の通りである。

[0311]

受光デバイス 150 は、絶縁層 235 上の画素電極 111S と、画素電極 111S 上の層 113S と、層 113S 上の共通層 114 と、共通層 114 上の共通電極 115 と、を有する。層 113S は少なくとも活性層を含む。

[0312]

ここで、層 113S は、少なくとも活性層を含み、好ましくは複数の機能層を有する。例えば、機能層として、キャリア輸送層（正孔輸送層及び電子輸送層）、及び、キャリアブロック層（正孔ブロック層及び電子ブロック層）などが挙げられる。また、活性層上に 1 層以上の層を有することが好ましい。活性層とマスク層との間に他の層を有することで、表示装置の作製工程中に活性層が最表面に露出することを抑制し、活性層が受けるダメージを低減することができる。これにより、受光デバイス 150 の信頼性を高めることができる。したがって、層 113S は、活性層と、活性層上のキャリアブロック層（正孔ブロック層または電子ブロック層）、もしくはキャリア輸送層（電子輸送層または正孔輸送層）と、を有することが好ましい。

[0313]

層 113S は、受光デバイス 150 に設けられ、発光デバイスには設けられない層である。ただし、層 113S に含まれる活性層以外の機能層は、層 113B 乃至層 113R に含まれる発光層以外の機能層と同じ材料を有する場合がある。一方、共通層 114 は、発光デバイスと受光デバイスが共有する一続きの層である。

[0314]

ここで、受光デバイスと発光デバイスが共通で有する層は、発光デバイスにおける機能と受光デバイスにおける機能とが異なる場合がある。本明細書中では、発光デバイスにおける機能に基づいて構成要素を呼称することがある。例えば、正孔注入層は、発光デバイスにおいて正孔注入層として機能し、受光デバイスにおいて正孔輸送層として機能する。同様に、電子注入層は、発光デバイスにおいて電子注入層として機能し、受光デバイスにおいて電子輸送層として機能する。また、受光デバイスと発光デバイスが共通で有する層は、発光デバイスにおける機能と受光デバイスにおける機能とが同一である場合もある。例えば、正孔輸送層は、発光デバイス及び受光デバイスのいずれにおいても、正孔輸送層として機能し、電子輸送層は、発光デバイス及び受光デバイスのいずれにおいても、電子輸送層として機能する。

[0315]

層113Rと絶縁層125との間にはマスク層118R及びマスク層119Rが位置し、層113Sと絶縁層125との間にはマスク層118S及びマスク層119Sが位置する。マスク層118R及びマスク層119Rは、層113Rを加工する際に層113R上に設けたマスク層の一部が残存しているものである。また、マスク層118S及びマスク層119Sは、活性層を含む層である層113Sを加工する際に層113Sの上面に接して設けたマスク層の一部が残存しているものである。マスク層118Rとマスク層118Sは同じ材料を有していてもよく、異なる材料を有してもよい。マスク層119Rとマスク層119Sは同じ材料を有していてもよく、異なる材料を有してもよい。

[0316]

受光デバイス150は、導電層233Sを介して、トランジスタ205Sと電氣的に接続される。導電層233Sは、導電層233R、導電層233G、及び導電層233Bと同じ工程で形成することができる。トランジスタ205Sは、トランジスタ205R、トランジスタ205G、及びトランジスタ205Bと同じ工程で形成することができる。トランジスタ205Sのソースまたはドレインとして機能する導電層222bは、絶縁層214の開口191Sと重なる領域を有する。開口191Sは、開口191R、開口191G、及び開口191Bと同じ工程で形成することができる。開口191Sを覆うように、導電層233Sが設けられる。導電層222bは、開口191Sにおいて、導電層233Sと電氣的に接続される。導電層233Sは、絶縁層235の開口193Sと重なる領域を有する。開口193Sは、開口193R、開口193G、及び開口193Bと同じ工程で形成することができる。開口193Sは、開口191Sの内側に位置することが好ましい。開口193Sを覆うように、受光デバイス150の画素電極111Sが設けられる。画素電極111Sは、画素電極111R、画素電極111G、及び画素電極111Bと同じ工程で形成することができる。

[0317]

図19では、副画素11R、11G、11Bに比べて副画素11Sの開口率（サイズ、発光領域または受光領域のサイズともいえる）が大きい例を示すが、本発明の一態様はこれに限定されない。副画素11R、11G、11B、11Sの開口率は、それぞれ適宜決定することができる。副画素11R、11G、11B、11Sの開口率は、それぞれ、異なってもよく、2つ以上が等しいまたは概略等しくてもよい。

[0318]

副画素11Sは、副画素11R、11G、11Bの少なくとも一つよりも開口率が高くてもよい。副画素11Sの受光面積が広いことで、対象物の検出をより容易にできる場合がある。例えば、表示装置の精細度、及び、副画素の回路構成等によっては、副画素11Sの開口率が、他の副画素の開口率に比べて高くなる場合がある。

[0319]

副画素11Sは、副画素11R、11G、11Bの少なくとも一つよりも開口率が低くてもよい。副画素11Sの受光面積が狭いと、撮像範囲が狭くなり、撮像結果のボケの抑制、及び、解像度の向上が可能となる。そのため、高精細または高解像度の撮像を行うことができ、好ましい。

[0320]

このように、副画素11Sは、用途に合った検出波長、精細度、及び、開口率とすることができ

る。

[0321]

本発明の一態様の表示装置は、発光デバイスごとにEL層が島状に設けられていることで、副画素間にリーク電流が発生することを抑制することができる。これにより、意図しない発光に起因したクロストークを防ぐことができ、コントラストの高い表示装置を実現できる。また、島状のEL層は、表示装置の作製工程中にダメージを受けている可能性のある端部とその近傍はダミー領域とし、発光領域としては用いないことで、発光デバイスの特性のばらつきを抑制することができる。また、隣り合う島状のEL層の間に、端部にテーパ形状を有する絶縁層を設けることで、共通電極の形成時に段切れが生じることを抑制し、また、共通電極に局所的に膜厚が薄い箇所が形成されることを防ぐことができる。これにより、共通層及び共通電極において、分断された箇所に起因する接続不良、及び局所的に膜厚が薄い箇所に起因する電気抵抗の上昇が発生することを抑制できる。これにより、本発明の一態様の表示装置は、高精細化と高い表示品位の両立が可能となる。

[0322]

本実施の形態は、他の実施の形態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。

[0323]

(実施の形態2)

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置の作製方法例について、図21乃至図42を用いて説明する。なお、各要素の材料及び形成方法について、先に実施の形態1で説明した部分と同様の部分については説明を省略することがある。また、発光デバイスの構成の詳細については実施の形態5で説明する。

[0324]

表示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、原子層堆積（ALD: Atomic Layer Deposition）法等を用いて形成することができる。CVD法としては、プラズマ化学気相堆積（PECVD: Plasma Enhanced CVD）法、及び、熱CVD法などがある。また、熱CVD法のひとつに、有機金属化学気相堆積（MOCVD: Metal Organic CVD）法がある。

[0325]

表示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、またはナイフコート等の湿式の成膜方法により形成することができる。

[0326]

特に、発光デバイスの作製には、蒸着法などの真空プロセス、及び、スピコート法、インクジェット法などの溶液プロセスを用いることができる。蒸着法としては、スパッタリング法、イオンプレーティング法、イオンビーム蒸着法、分子線蒸着法、真空蒸着法などの物理蒸着法（PVD法）、及び、化学蒸着法（CVD法）等が挙げられる。特にEL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、電子注入層、電荷発生層など)については、蒸着法(真空蒸着法等)、塗布法(ディップコート法、ダイコート法、バーコート法、スピンコート法、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、または、マイクロコンタクト法等)などの方法により形成することができる。

[0327]

表示装置を構成する薄膜を加工する際には、フォトリソグラフィ法等を用いて加工することができる。または、ナノインプリント法、サンドブラスト法、リフトオフ法などにより薄膜を加工してもよい。また、メタルマスクなどの遮蔽マスクを用いた成膜方法により、島状の薄膜を直接形成してもよい。

[0328]

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、エッチング等により当該薄膜を加工し、レジストマスクを除去する方法である。もう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。

[0329]

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

[0330]

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

[0331]

<作製方法例1>

ここでは、図16に示した表示装置の作製方法について、説明する。

[0332]

まず、基板151上にトランジスタ205R、トランジスタ205G、及びトランジスタ205Bを作製する。ここでは、トランジスタ205Rを例に挙げて、図21A乃至図22Cを用いて説明する。なお、図21A乃至図22Cでは、トランジスタ205Rの作製工程の各段階におけるチャンネル長方向及びチャンネル幅方向の断面を並べて示している。

[0333]

基板151上に導電層221となる導電膜を成膜し、これをエッチングにより加工して導電層221を形成する。導電層221の端部がテーパ形状となるように加工することが好ましい。これにより、次に形成する絶縁層211の段差被覆性を高めることができる。

[0334]

導電層 2 2 1 となる導電膜として、銅を含む導電膜を用いることで、配線抵抗を小さくすることができる。例えば、大型の表示装置に適用する場合、または解像度の高い表示装置とする場合には、銅を含む導電膜を用いることが好ましい。また、導電層 2 2 1 に銅を含む導電膜を用いた場合であっても、絶縁層 2 1 1 により銅が半導体層 2 3 1 側に拡散することが抑制されるため、信頼性の高いトランジスタを実現できる。

[0 3 3 5]

続いて、基板 1 5 1 及び導電層 2 2 1 を覆って、絶縁層 2 1 1 を形成する（図 2 1 A）。絶縁層 2 1 1 は、PECVD 法、ALD 法、スパッタリング法などを用いて形成することができる。ここでは、絶縁層 2 1 1 として、絶縁膜 2 1 1 a と絶縁膜 2 1 1 b とを積層して形成する。特に、絶縁層 2 1 1 を構成する各絶縁膜は、PECVD 法により形成することが好ましい。

[0 3 3 6]

絶縁膜 2 1 1 a は、例えば、窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、窒化アルミニウム膜、窒化ハフニウム膜などの窒素を含む絶縁膜を用いることができる。特に、絶縁膜 2 1 1 a として、PECVD 装置を用いて成膜した、緻密な窒化シリコン膜を用いることが好ましい。このような窒素を含む絶縁膜を用いることで、厚さが薄い場合であっても、被形成面側から不純物が拡散することを好適に抑制することができる。

[0 3 3 7]

絶縁膜 2 1 1 a として、窒素を含む絶縁膜を用いることで、絶縁膜 2 1 1 b 中の酸素が導電層 2 2 1 等に拡散し、絶縁膜 2 1 1 b 中に含まれる酸素が減少すること、及び、導電層 2 2 1 等が酸化されてしまうことを抑制することができる。

[0 3 3 8]

半導体層 2 3 1 と接する絶縁膜 2 1 1 b は、酸化物を含む絶縁膜により形成されていることが好ましい。特に、絶縁膜 2 1 1 b には、酸化物膜を用いることが好ましい。絶縁膜 2 1 1 b は、その表面に水などの不純物が吸着しにくい、緻密な絶縁膜を用いることが好ましい。また、絶縁膜 2 1 1 b は、可能な限り欠陥が少なく、水素元素を含む不純物が低減された絶縁膜を用いることが好ましい。

[0 3 3 9]

絶縁膜 2 1 1 b は、例えば、酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、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、酸化セリウム膜および酸化ネオジム膜を一種以上含む絶縁膜を用いることができる。特に、絶縁膜 2 1 1 b として、酸化シリコン膜または酸化窒化シリコン膜を用いることが好ましい。

[0 3 4 0]

絶縁膜 2 1 1 b は、化学量論的組成よりも過剰に酸素を含有する領域を有することがより好ましい。別言すると、絶縁膜 2 1 1 b は、加熱により酸素を放出することが可能な絶縁膜とすることが好ましい。例えば、酸素を含む雰囲気中で絶縁膜 2 1 1 b を形成すること、成膜後の絶縁膜 2 1 1 b に対して酸素を含む雰囲気中で熱処理を行うこと、絶縁膜 2 1 1 b の成膜後に酸素を含む雰囲気中でプラズマ処理等を行うこと、または、絶縁膜 2 1 1 b 上に酸素を含む雰囲気中で酸化物膜を成膜することなどにより、絶縁膜 2 1 1 b 中に酸素を供給することもできる。なお、上記酸素を供給する各処理において、酸素に代えて、または酸素に加えて、酸化性ガスを用いてもよい。または、絶縁膜 2

1 1 b 上に加熱により酸素を放出することが可能な絶縁膜を成膜した後に加熱処理を行うことで、当該絶縁膜から絶縁膜 2 1 1 b 中に酸素を供給してもよい。または、プラズマイオンドーピング法またはイオン注入法により、絶縁膜 2 1 1 b に酸素を供給してもよい。

[0 3 4 1]

ここで、絶縁膜 2 1 1 b は、絶縁膜 2 1 1 a よりも厚く形成することが好ましい。これにより、加熱により絶縁膜 2 1 1 b から放出しうる酸素の量が増大し、絶縁膜 2 1 1 a から放出される水素の量が低減される。これにより、後の半導体層 2 3 1 に、水素が供給されることを抑制しつつ、多くの酸素を供給することができ、信頼性の高いトランジスタを実現できる。絶縁膜 2 1 1 b の厚さは、絶縁膜 2 1 1 a の 2 倍以上 5 0 倍以下、好ましくは 3 倍以上 3 0 倍以下、より好ましくは 5 倍以上 2 0 倍以下、さらに好ましくは 7 倍以上 1 5 倍以下、代表的には、1 0 倍程度の厚さとするのが好ましい。

[0 3 4 2]

半導体層 2 3 1 となる金属酸化物膜を、酸素を含む雰囲気でスパッタリング法により形成する際に、絶縁膜 2 1 1 b 中に酸素を供給することができる。そして、半導体層となる金属酸化物膜を形成した後に、加熱処理を行ってもよい。加熱処理により、より効果的に絶縁膜 2 1 1 b 中の酸素を当該金属酸化物膜に供給でき、金属酸化物膜中の酸素欠損を低減することができる。

[0 3 4 3]

P E C V D 装置を用いて絶縁層 2 1 1 を形成する場合、絶縁層 2 1 1 を形成した後に、処理室内で絶縁層 2 1 1 の形成よりも低い電力によるプラズマ処理を行い、基板 1 5 1 に蓄積した静電気を除去してもよい。当該プラズマ処理は、除電処理と呼ぶことができる。除電処理は、窒素、一酸化二窒素、二酸化窒素、水素、アンモニアまたは貴ガスの一以上を有する雰囲気を用いることができる。例えば、除電処理は、アルゴンガス雰囲気を好適に用いることができる。また、除電処理は、前述の複数のガスを含む混合ガスを用いてもよい。

[0 3 4 4]

絶縁層 2 1 1 を形成した後に、絶縁層 2 1 1 の表面を除去してもよい。前述の除電処理により、絶縁層 2 1 1 の表面に欠陥が生じる場合がある。トランジスタ 2 0 5 の第 1 のゲート絶縁層として機能する絶縁層 2 1 1 に欠陥が存在すると、キャリアのトラップサイトとなり、トランジスタ 2 0 5 の信頼性が悪化してしまう場合がある。そこで、欠陥を有する絶縁層 2 1 1 の表面を除去することにより、トランジスタ 2 0 5 の信頼性を高めることができる。絶縁層 2 1 1 の表面の除去には、例えば、フッ酸を含む洗浄液を用いた洗浄を用いることができる。

[0 3 4 5]

絶縁層 2 1 1 を形成した後に、加熱処理を行ってもよい。加熱処理により、絶縁層 2 1 1 に含まれる欠陥を低減できる。また、絶縁層 2 1 1 に含まれる水素元素を含む不純物である。水素元素を含む不純物は、例えば、水素、および水がある。

[0 3 4 6]

加熱処理の温度は、1 5 0 °C 以上基板の歪み点未満が好ましく、さらには 2 5 0 °C 以上 4 5 0 °C 以下が好ましく、さらには 3 0 0 °C 以上 4 5 0 °C 以下が好ましい。加熱処理は、貴ガス、窒素または酸素の一以上を含む雰囲気で行うことができる。窒素を含む雰囲気、又は酸素を含む雰囲気として、乾燥空気 (C D A : C l e a n D r y A i r) を用いてもよい。なお、当該雰囲気に水素、水などの含有量が極力少ないことが好ましい。当該雰囲気として、露点が一 6 0 °C 以下、好ましく

は -100°C 以下の高純度ガスを用いることが好ましい。水素、水などの含有量が極力少ない雰囲気を用いることで、絶縁層211に水素、水などが取り込まれることを抑制できる。加熱処理は、オープン、急速加熱(RTA: Rapid Thermal Annealing)装置等を用いることができる。RTA装置を用いることで、加熱処理時間を短縮できる。

[0347]

当該加熱処理は、前述の絶縁層211の表面を除去した後に行ってもよい。

[0348]

続いて、絶縁層211に対して酸素を供給する処理を行ってもよい。酸素の供給処理は、絶縁層211に対してイオンドーピング法、イオン注入法、プラズマ処理等により、酸素ラジカル、酸素原子、酸素原子イオン、酸素分子イオン等を供給する。また、絶縁層211上に酸素の脱離を抑制する膜を形成した後、該膜を介して絶縁層211に酸素を添加してもよい。該膜は、酸素を添加した後に除去することが好ましい。上述の酸素の脱離を抑制する膜として、インジウム、亜鉛、ガリウム、錫、アルミニウム、クロム、タンタル、チタン、モリブデン、ニッケル、鉄、コバルト、またはタングステンの1以上を有する導電膜あるいは半導体膜を用いることができる。

[0349]

続いて、絶縁層211上に金属酸化物膜231fを成膜する(図21B)。金属酸化物膜231fは、金属酸化物ターゲットを用いたスパッタリング法により形成することが好ましい。

[0350]

金属酸化物膜231fは、可能な限り欠陥の少ない緻密な膜とすることが好ましい。また、金属酸化物膜231fは、可能な限り水素元素を含む不純物が低減され、高純度な膜であることが好ましい。特に、金属酸化物膜231fとして、結晶性を有する金属酸化物膜を用いることが好ましい。

[0351]

金属酸化物膜231fを形成する際に、酸素ガスを用いることが好ましい。金属酸化物膜231fの形成時に酸素ガスを用いることで、絶縁層211中に好適に酸素を供給することができる。例えば、絶縁膜211aに酸化物を用いる場合、絶縁膜211a中に好適に酸素を供給することができる。絶縁層211に酸素を供給することにより、後の工程で半導体層231に酸素が供給され、半導体層231中の酸素欠損(V_O)、及び酸素欠損(V_O)に水素が入った状態(以下、 V_OH と記す)を低減できる。

[0352]

金属酸化物膜を成膜する際に、酸素ガスと、不活性ガス(例えば、ヘリウムガス、アルゴンガス、キセノンガスなど)とを混合させてもよい。なお、金属酸化物膜を成膜する際の成膜ガス全体に占める酸素ガスの割合(以下、酸素流量比ともいう)が高いほど、金属酸化物膜の結晶性を高めることができ、信頼性の高いトランジスタを実現できる。一方、酸素流量比が低いほど、金属酸化物膜の結晶性が低くなり、オン電流の大きいトランジスタとすることができる。

[0353]

金属酸化物膜を成膜する際、基板温度が高いほど、結晶性が高く、緻密な金属酸化物膜とすることができる。一方、基板温度が低いほど、結晶性が低く、電気伝導性の高い金属酸化物膜とすることができる。

[0354]

金属酸化物膜の成膜条件は、基板温度を室温以上 250°C 以下、好ましくは室温以上 200°C 以

下、より好ましくは基板温度を室温以上140℃以下とすればよい。例えば基板温度を、室温以上140℃未満とすると、生産性が高くなり好ましい。また、基板温度を室温とする、または基板を加熱しない状態で、金属酸化物膜を成膜することにより、結晶性を低くすることができる。

[0355]

金属酸化物膜231fを成膜する前に、絶縁層211の表面に吸着した水、水素、及び有機物等を脱離させるための処理、及び絶縁層211中に酸素を供給する処理のうち、少なくとも一方を行うことが好ましい。例えば、減圧雰囲気にて70℃以上200℃以下の温度で加熱処理を行うことができる。または、酸素を含む雰囲気におけるプラズマ処理を行ってもよい。または、一酸化二窒素(N₂O)などの酸化性気体を含む雰囲気におけるプラズマ処理により、絶縁層211に酸素を供給してもよい。一酸化二窒素ガスを含むプラズマ処理を行うと、絶縁層211の表面の有機物を好適に除去しつつ、酸素を供給することができる。このような処理の後、絶縁層211の表面を大気に暴露することなく、連続して金属酸化物膜231fを成膜することが好ましい。

[0356]

なお、半導体層231として、複数の半導体層を積層した積層構造とする場合には、先に形成する金属酸化物膜を成膜した後に、その表面を大気に曝すことなく連続して、次の金属酸化物膜を成膜することが好ましい。

[0357]

続いて、金属酸化物膜231fの一部をエッチングすることにより、島状の半導体層231を形成する。金属酸化物膜231fの加工には、ウェットエッチング法及びドライエッチング法的一方または双方を用いればよい。このとき、半導体層231と重ならない絶縁層211の一部がエッチングされ、薄くなる場合がある。例えば、絶縁層211のうち、絶縁膜211bがエッチングにより消失し、絶縁膜211aの表面が露出する場合もある。

[0358]

ここで、金属酸化物膜231fの成膜後、または金属酸化物膜231fを半導体層231に加工した後に、加熱処理を行うことが好ましい。加熱処理により、金属酸化物膜231fまたは半導体層231中に含まれる、または表面に吸着した水素または水を除去することができる。また、加熱処理により、金属酸化物膜231fまたは半導体層231の膜質が向上する（例えば欠陥の低減、結晶性の向上など）場合がある。

[0359]

加熱処理により、絶縁層211から金属酸化物膜231f、または半導体層231に酸素を供給することもできる。このとき、半導体層231に加工する前に加熱処理を行うことがより好ましい。

[0360]

加熱処理の温度は、代表的には150℃以上基板の歪み点未満、または200℃以上500℃以下、または250℃以上450℃以下、または300℃以上450℃以下とすることができる。加熱処理は、貴ガス、または窒素を含む雰囲気で行うことができる。または、当該雰囲気で加熱した後、酸素を含む雰囲気で加熱してもよい。または、乾燥空気雰囲気で加熱してもよい。なお、上記加熱処理の雰囲気に水素、水などができるだけ含まれないことが好ましい。該加熱処理は、電気炉、またはRTA装置等を用いることができる。RTA装置を用いることで、加熱処理時間を短縮することができる。

[0361]

なお、当該加熱処理は不要であれば行わなくてもよい。また、ここでは加熱処理は行わず、後の工程で行われる加熱処理と兼ねてもよい。また、後の工程での高温下の処理（例えば成膜工程など）などで、当該加熱処理と兼ねることができる場合もある。

[0362]

続いて、絶縁層211及び半導体層231を覆って、絶縁層225を形成する（図21C）。絶縁層225は、PECVD法により形成することが好ましい。絶縁層225は積層構造としてもよい。

[0363]

絶縁層225の成膜前に、半導体層231の表面に対してプラズマ処理を行なうことが好ましい。当該プラズマ処理により、半導体層231の表面に吸着する水などの不純物を低減することができる。そのため、半導体層231と絶縁層225との界面における不純物を低減できるため、信頼性の高いトランジスタを実現できる。特に、半導体層231の形成から、絶縁層225の成膜までの間に半導体層231の表面が大気に曝される場合には好適である。プラズマ処理は、例えば、酸素、オゾン、窒素、一酸化二窒素、アルゴンなどの雰囲気で行うことができる。また、プラズマ処理と絶縁層225の成膜とは、大気に曝すことなく連続して行われることが好ましい。

[0364]

ここで、絶縁層225の成膜時の基板温度は、高いことが好ましい。絶縁層225の成膜時の基板温度を高くすることで、欠陥の少ない絶縁層225とすることができる。一方で、絶縁層225の成膜時の基板温度が高いと、半導体層231が有する金属原子が絶縁層225に拡散し、絶縁層225に欠陥が生成される場合がある。例えば、半導体層231にIn-Ga-Zn酸化物を用い、絶縁層225にシリコンを含む酸化物を用いる場合、絶縁層225が有するシリコン原子が、半導体層231に含まれる金属原子に置き換わった欠陥である In_{Si} 、 Ga_{Si} 、及び Zn_{Si} が生成され、NBTIS劣化が大きくなる恐れがある。絶縁層225の成膜時の基板温度は、 180°C 以上 450°C 以下が好ましく、さらには 200°C 以上 450°C 以下が好ましく、さらには 200°C 以上 400°C 以下が好ましく、さらには 250°C 以上 400°C 以下が好ましく、さらには 250°C 以上 350°C 以下が好ましく、さらには 300°C 以上 350°C 以下が好ましく、さらにはが好ましい。絶縁層225の成膜時の基板温度を前述の範囲とすることで、信頼性の高いトランジスタとすることができる。

[0365]

絶縁層225を成膜した後に、加熱処理を行うことが好ましい。加熱処理により、絶縁層225中に含まれる、または表面に吸着した水素または水を除去することができる。また、絶縁層225中の欠陥を低減することができる。加熱処理の条件は、上記記載を参照することができる。なお、当該加熱処理は不要であれば行わなくてもよい。また、ここでは加熱処理は行わず、後の工程で行われる加熱処理と兼ねてもよい。また、後の工程での高温下の処理（例えば成膜工程など）などで、当該加熱処理と兼ねることができる場合もある。

[0366]

続いて、絶縁層225、及び絶縁層211の一部をエッチングすることで、導電層221に達する開口147を形成する。これにより、導電層221と、後に形成する導電層223とを、開口147を介して電氣的に接続することができる。

[0367]

続いて、絶縁層 2 2 5 上に導電層 2 2 3 となる導電膜を成膜し、これをエッチングにより加工して導電層 2 2 3 を形成する（図 2 1 D）。

[0 3 6 8]

導電層 2 2 3 となる導電膜は、例えば、金属または合金を含むスパッタリングターゲットを用いたスパッタリング法により成膜することが好ましい。当該導電膜は、低抵抗な金属または合金材料を用いることが好ましい。

[0 3 6 9]

導電層 2 2 3 となる導電膜として、水素の放出量が少なく、かつ水素が拡散しにくい材料を用いることが好ましい。当該導電膜として、酸化されにくい材料を用いることが好ましい。当該導電膜として、例えば、酸化されにくく、水素が拡散しにくい導電膜と、低抵抗な導電膜とを積層した積層膜とすることが好ましい。

[0 3 7 0]

導電層 2 2 3 となる導電膜の加工には、ウェットエッチング法及びドライエッチング法的一方または双方を用いればよい。

[0 3 7 1]

このように、絶縁層 2 2 5 をエッチングせずに、半導体層 2 3 1 の上面及び側面、並びに絶縁層 2 1 1 を覆った構造とすることで、導電層 2 2 3 の形成の際に、半導体層 2 3 1 及び絶縁層 2 1 1 の一部がエッチングされ、膜厚が薄くなることを防ぐことができる。

[0 3 7 2]

続いて、導電層 2 2 3 をマスクとして、絶縁層 2 2 5 を介して半導体層 2 3 1 に不純物元素 1 4 5 を供給（添加、または注入ともいう）する（図 2 2 A）。これにより、半導体層 2 3 1 の導電層 2 2 3 に覆われない領域に、低抵抗領域 2 3 1 n を形成することができる。このとき、半導体層 2 3 1 の導電層 2 2 3 と重なる領域に、不純物元素 1 4 5 ができるだけ供給されないように、マスクとなる導電層 2 2 3 等の材料及び厚さを考慮して、不純物元素 1 4 5 の供給処理の条件を決定することが好ましい。これにより、半導体層 2 3 1 の導電層 2 2 3 と重なる領域に、不純物濃度が十分に低減されたチャネル形成領域を形成することができる。

[0 3 7 3]

不純物元素 1 4 5 の供給は、プラズマイオンドーピング法、またはイオン注入法を好適に用いることができる。これらの方法は、深さ方向の濃度プロファイルを、イオンの加速電圧とドーズ量等により、高い精度で制御することができる。プラズマイオンドーピング法を用いることで、生産性を高めることができる。また質量分離を用いたイオン注入法を用いることで、供給される不純物元素の純度を高めることができる。

[0 3 7 4]

不純物元素 1 4 5 の供給処理において、半導体層 2 3 1 と絶縁層 2 2 5 との界面、または半導体層 2 3 1 中の当該界面に近い部分、または絶縁層 2 2 5 中の当該界面に近い部分が、最も高い濃度となるように、処理条件を制御することが好ましい。これにより、一度の処理で半導体層 2 3 1 と絶縁層 2 2 5 の両方に、最適な濃度の不純物元素 1 4 5 を供給することができる。

[0 3 7 5]

不純物元素 1 4 5 として、水素、ホウ素、炭素、窒素、フッ素、リン、硫黄、ヒ素、アルミニウム、マグネシウム、シリコン、または貴ガスなどが挙げられる。なお、貴ガスの代表例として、ヘ

リウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、及びキセノン等がある。特に、ホウ素、リン、アルミニウム、マグネシウム、またはシリコンを用いることが好ましい。

[0376]

不純物元素145の原料ガスは、上記不純物元素を含むガスを用いることができる。ホウ素を供給する場合、代表的には B_2H_6 ガス、または BF_3 ガスの一以上を用いることができる。またリンを供給する場合には、代表的には PH_3 ガスを用いることができる。また、これらの原料ガスを貴ガスで希釈した混合ガスを用いてもよい。

[0377]

その他、原料ガスとして、 CH_4 、 N_2 、 NH_3 、 AlH_3 、 $AlCl_3$ 、 SiH_4 、 Si_2H_6 、 F_2 、 HF 、 H_2 、 $(C_5H_5)_2Mg$ 、及び貴ガス等を用いることができる。また、イオン源は気体に限られず、固体または液体を加熱して気化させたものを用いてもよい。

[0378]

不純物元素145の添加は、絶縁層225及び半導体層231の組成、密度、及び厚さなどを考慮して、加速電圧及びドーズ量などの条件を設定することで制御することができる。

[0379]

例えば、イオン注入法またはプラズマイオンドーピング法でホウ素の添加を行う場合、加速電圧は例えば5kV以上100kV以下、好ましくは7kV以上70kV以下、より好ましくは10kV以上50kV以下の範囲とすることができる。またドーズ量は、例えば $1 \times 10^{13} \text{ ions/cm}^2$ 以上 $1 \times 10^{17} \text{ ions/cm}^2$ 以下、好ましくは $1 \times 10^{14} \text{ ions/cm}^2$ 以上 $5 \times 10^{16} \text{ ions/cm}^2$ 以下、より好ましくは $1 \times 10^{15} \text{ ions/cm}^2$ 以上、 $3 \times 10^{16} \text{ ions/cm}^2$ 以下の範囲とすることができる。

[0380]

イオン注入法またはプラズマイオンドーピング法でリンイオンの添加を行う場合、加速電圧は、例えば10kV以上100kV以下、好ましくは30kV以上90kV以下、より好ましくは40kV以上80kV以下の範囲とすることができる。またドーズ量は、例えば $1 \times 10^{13} \text{ ions/cm}^2$ 以上 $1 \times 10^{17} \text{ ions/cm}^2$ 以下、好ましくは $1 \times 10^{14} \text{ ions/cm}^2$ 以上 $5 \times 10^{16} \text{ ions/cm}^2$ 以下、より好ましくは $1 \times 10^{15} \text{ ions/cm}^2$ 以上 $3 \times 10^{16} \text{ ions/cm}^2$ 以下の範囲とすることができる。

[0381]

なお、不純物元素145の供給方法はこれに限られず、例えば、プラズマ処理、または加熱による熱拡散を利用した処理などを用いてもよい。プラズマ処理法の場合、添加する不純物元素を含むガス雰囲気にてプラズマを発生させて、プラズマ処理を行うことによって、不純物元素を添加することができる。上記プラズマを発生させる装置として、ドライエッチング装置、アッシング装置、プラズマCVD装置、高密度プラズマCVD装置等を用いることができる。

[0382]

例えば、プラズマCVD装置を用いて、水素ガスを含む雰囲気中でプラズマ処理を行うことにより、導電層223と重ならない領域の半導体層231に、不純物元素145として水素を供給することができる。また、不純物元素145の供給処理、及び絶縁層218の形成にプラズマCVD装置を用いることで、不純物元素145の供給処理と絶縁層218の形成を装置内で連続して行うことができ、生産性を高めることができる。

[0383]

本発明の一態様では、絶縁層225を介して不純物元素145を半導体層231に供給することができる。そのため、半導体層231が結晶性を有する場合であっても、不純物元素145の供給の際に半導体層231が受けるダメージが軽減され、結晶性が損なわれてしまうことを抑制できる。そのため、結晶性の低下により電気抵抗が増大してしまうような場合には好適である。

[0384]

続いて、絶縁層225、及び導電層223を覆って、絶縁層218を形成する（図22B）。

[0385]

絶縁層218の成膜温度が高すぎると、低抵抗領域231n等に含まれる不純物が、半導体層231のチャネル形成領域を含む周辺部に拡散する恐れがあり、また、低抵抗領域231nの電気抵抗が上昇してしまう恐れがある。そのため、絶縁層218の成膜温度は、これらのことを考慮して決定すればよい。

[0386]

例えば、絶縁層218の成膜温度は、例えば150℃以上400℃以下、好ましくは180℃以上360℃以下、より好ましくは200℃以上250℃以下とすることが好ましい。絶縁層218を低温で成膜することにより、チャネル長の短いトランジスタであっても、良好な電気特性を付与することができる。

[0387]

絶縁層218の形成後、加熱処理を行ってもよい。当該加熱処理により、低抵抗領域231nを、より安定して低抵抗なものとすることができる場合がある。例えば、加熱処理を行うことにより、不純物元素145が適度に拡散して局所的に均一化され、理想的な不純物元素の濃度勾配を有する低抵抗領域231nが形成されうる。なお、加熱処理の温度が高すぎる（例えば500℃以上）と、不純物元素145がチャネル形成領域にまで拡散し、トランジスタの電気特性及び信頼性の悪化を招く恐れがある。

[0388]

加熱処理の条件は、上記記載を参照することができる。

[0389]

なお、当該加熱処理は不要であれば行わなくてもよい。また、ここでは加熱処理は行わず、後の工程で行われる加熱処理と兼ねてもよい。また、後の工程での高温下の処理（例えば成膜工程など）がある場合には、当該加熱処理と兼ねることができる場合もある。

[0390]

続いて、絶縁層218及び絶縁層225の一部をエッチングすることで、低抵抗領域231nに達する開口141a及び開口141bを形成する。

[0391]

続いて、開口141a及び開口141bを覆うように、絶縁層218上に導電膜を成膜し、当該導電膜を加工することで、導電層222a及び導電層222bを形成する（図22C）。

[0392]

以上の工程により、トランジスタ205Rを作製することができる。トランジスタ205G、及びトランジスタBは、トランジスタ205Rと同じ工程を経て同一基板上に形成することができる。

[0393]

以降は、図 2 3 A 乃至図 3 8 を用いて説明する。図 2 3 A 乃至図 3 8 では、トランジスタ 2 0 5 R、トランジスタ 2 0 5 G、及びトランジスタ 2 0 5 B を示している。図 2 3 A 乃至図 3 8 には、図 1 6 に示す一点鎖線 X 1－X 2 間の断面図と、一点鎖線 Y 1－Y 2 間の断面図を並べて示す。

[0 3 9 4]

続いて、トランジスタ 2 0 5 R、トランジスタ 2 0 5 G、及びトランジスタ 2 0 5 B を覆うように、絶縁層 2 1 4 となる絶縁膜 2 1 4 f を形成する。

[0 3 9 5]

例えば、絶縁膜 2 1 4 f に感光性の有機材料を用いる場合、有機材料を含む組成物をスピンコート法により塗布した後、選択的に露光、現像を行うことにより、絶縁層 2 1 4 を形成することができる。この他の形成方法として、スパッタリング法、蒸着法、液滴吐出法（インクジェット法）、スクリーン印刷、またはオフセット印刷の一または複数を用いてもよい。

[0 3 9 6]

図 2 3 A は、絶縁膜 2 1 4 f に感光性の有機材料を用い、トランジスタ 2 0 5 R が有する導電層 2 2 2 b と重なる領域、トランジスタ 2 0 5 G が有する導電層 2 2 2 b と重なる領域、及びトランジスタ 2 0 5 B が有する導電層 2 2 2 b と重なる領域を露光する様子を模式的に示している。

[0 3 9 7]

露光に用いる光は、i 線を含むことが好ましい。また、露光に用いる光は、g 線、及び h 線の少なくとも一方を含んでいてもよい。図 2 3 A では光を矢印で示しており、絶縁層 2 1 4 を形成しない領域は露光し、絶縁層 2 1 4 を形成する領域はマスク 1 3 2 a を用いて遮光する。

[0 3 9 8]

露光量を調整することにより、開口 1 9 1 R、開口 1 9 1 G、及び開口 1 9 1 B の幅 1 9 1 d を制御することができる。

[0 3 9 9]

続いて、現像を行い、絶縁膜 2 1 4 f の露光させた領域を除去し、開口 1 9 1 R、開口 1 9 1 G、及び開口 1 9 1 B を有する絶縁層 2 1 4 を形成する（図 2 3 B）。開口 1 9 1 R、開口 1 9 1 G、及び開口 1 9 1 B において、トランジスタ 2 0 5 R、トランジスタ 2 0 5 G、及びトランジスタ 2 0 5 B の導電層 2 2 2 b が露出する。

[0 4 0 0]

ここでは、絶縁膜 2 1 4 f にポジ型の感光性の樹脂を用いる例を示したが、本発明はこれに限られない。例えば、絶縁膜 2 1 4 f にネガ型の感光性の樹脂を用いてもよい。この場合、絶縁層 2 1 4 を形成する領域は露光し、絶縁層 2 1 4 を形成しない領域はマスクを用いて遮光すればよい。現像において、絶縁膜 2 1 4 f の露光させた領域に絶縁層 2 1 4 が形成される。

[0 4 0 1]

絶縁層 2 1 4 の形成後に、加熱処理を行うことが好ましい。絶縁層 2 1 4 に有機材料を用いる場合、加熱処理により有機材料を硬化させることができる。

[0 4 0 2]

加熱処理の温度は、有機材料の耐熱温度未満が好ましい。例えば、加熱処理の温度は 1 5 0 °C 以上 3 5 0 °C 以下が好ましく、さらには 1 8 0 °C 以上 3 0 0 °C 以下が好ましく、さらには 2 0 0 °C 以上 2 7 0 °C 以下が好ましく、さらには 2 0 0 °C 以上 2 5 0 °C 以下が好ましく、さらには 2 2 0 °C 以上 2 5 0 °C 以下が好ましい。

[0403]

加熱処理は、貴ガス、または窒素を含む雰囲気で行うことができる。または、乾燥空気雰囲気でもよい。なお、上記加熱処理の雰囲気に水素、水などができるだけ含まれないことが好ましい。該加熱処理は、電気炉、またはRTA装置等を用いることができる。

[0404]

続いて、絶縁層214、開口191R、開口191G及び開口191Bを覆うように、絶縁層238となる絶縁膜238fを成膜する。

[0405]

続いて、絶縁膜238f上にレジストマスク195aを形成する（図24A）。レジストマスク195aは、ポジ型のレジスト及びネガ型のレジストのどちらを用いてもよい。レジストマスク195aは、開口191R、開口191G及び開口191Bには設けない。

[0406]

続いて、レジストマスク195aをマスクに用いて絶縁膜238fを加工し、絶縁層238を形成する。これにより、トランジスタ205R、トランジスタ205G、トランジスタ205Bの導電層222bが露出する。絶縁膜238fの加工には、ウェットエッチング法及びドライエッチング法的一方または双方を用いればよい。

[0407]

続いて、レジストマスク195aを除去する。

[0408]

続いて、絶縁層238、絶縁層214及び導電層222bを覆うように、導電層233となる導電膜233fを成膜する。

[0409]

続いて、導電膜233f上にレジストマスク195bを形成する（図24B）。レジストマスク195bは、ポジ型のレジスト及びネガ型のレジストのどちらを用いてもよい。レジストマスク195bは、トランジスタ205R、トランジスタ205G、トランジスタ205Bの導電層222bと重なる領域を有する。

[0410]

続いて、レジストマスク195bをマスクに用いて導電膜233fを加工し、導電層233を形成する。これにより、トランジスタ205R、トランジスタ205G、トランジスタ205Bの導電層222bと接する導電層233が形成される。導電膜233fの加工には、ウェットエッチング法及びドライエッチング法的一方または双方を用いればよい。

[0411]

導電膜233fの加工の際に、レジストマスク195bと重ならない領域の絶縁層238が除去されてもよい（図25A）。絶縁層238は導電層233と絶縁層214の間に残存する。なお、レジストマスク195bと重ならない領域の絶縁層238が残存してもよい。この場合、図15に示す構成とすることができる。

[0412]

続いて、レジストマスク195bを除去する。

[0413]

続いて、絶縁層214、絶縁層238、及び導電層233を覆うように、絶縁層235となる絶

絶縁膜 2 3 5 f を形成する。絶縁膜 2 3 5 f の形成については、絶縁膜 2 1 4 f と同様の方法を用いることができる。

[0 4 1 4]

図 2 5 B は、絶縁膜 2 3 5 f に感光性の有機材料を用い、導電層 2 3 3 と重なる領域を露光する様子を模式的に示している。図 2 5 B では光を矢印で示しており、絶縁層 2 3 5 を形成しない領域は露光し、絶縁層 2 3 5 を形成する領域はマスク 1 3 2 b を用いて遮光する。

[0 4 1 5]

露光量を調整することにより、開口 1 9 3 R、開口 1 9 3 G、及び開口 1 9 3 B の幅 1 9 3 d を制御することができる。ここで、開口 1 9 3 R の幅 1 9 3 d は、開口 1 9 1 R の幅 1 9 1 d より小さいことが好ましい。同様に、開口 1 9 3 G の幅 1 9 3 d は、開口 1 9 1 G の幅 1 9 1 d より小さいことが好ましい。開口 1 9 3 B の幅 1 9 3 d は、開口 1 9 1 B の幅 1 9 1 d より小さいことが好ましい。開口 1 9 3 R、開口 1 9 3 G、及び開口 1 9 3 B の幅 1 9 3 d が、開口 1 9 1 R、開口 1 9 1 G、及び開口 1 9 1 B の幅 1 9 1 d より小さくなるように、露光量を調整することが好ましい。例えば、絶縁膜 2 1 4 f と絶縁膜 2 3 5 f に同じ材料を用い、同程度の膜厚とする場合、絶縁膜 2 3 5 f の露光量は絶縁膜 2 1 4 f の露光量より少ないことが好ましい。例えば、絶縁膜 2 3 5 f の露光時間を、絶縁膜 2 1 4 f の露光時間より短くすればよい。

[0 4 1 6]

続いて、現像を行い、絶縁膜 2 3 5 f の露光させた領域を除去し、開口 1 9 3 R、開口 1 9 3 G、及び開口 1 9 3 B を有する絶縁層 2 3 5 を形成する（図 2 6 A）。開口 1 9 3 R、開口 1 9 3 G、及び開口 1 9 3 B において、導電層 2 3 3 が露出する。

[0 4 1 7]

ここでは、絶縁膜 2 3 5 f にポジ型の感光性の樹脂を用いる例を示したが、本発明はこれに限られない。例えば、絶縁膜 2 3 5 f にネガ型の感光性の樹脂を用いてもよい。

[0 4 1 8]

絶縁層 2 3 5 の形成後に、加熱処理を行うことが好ましい。加熱処理については、絶縁層 2 1 4 形成後の加熱処理に係る記載を参照できるため、詳細な説明は省略する。

[0 4 1 9]

続いて、絶縁層 2 3 5、及び導電層 2 3 3 を覆うように、絶縁層 2 3 9 となる絶縁膜 2 3 9 f を成膜する。

[0 4 2 0]

続いて、絶縁膜 2 3 9 f 上にレジストマスク 1 9 5 c を形成する（図 2 6 B）。レジストマスク 1 9 5 c は、ポジ型のレジスト及びネガ型のレジストのどちらを用いてもよい。レジストマスク 1 9 5 c は、開口 1 9 3 R、開口 1 9 3 G 及び開口 1 9 3 B には設けない。

[0 4 2 1]

続いて、レジストマスク 1 9 5 c をマスクに用いて絶縁膜 2 3 9 f を加工し、絶縁層 2 3 9 を形成する。これにより、導電層 2 3 3 が露出する。絶縁膜 2 3 9 f の加工には、ウエットエッチング法及びドライエッチング法的一方または双方を用いればよい。

[0 4 2 2]

続いて、レジストマスク 1 9 5 c を除去する。

[0 4 2 3]

続いて、絶縁層 2 3 9、絶縁層 2 3 5 及び導電層 2 3 3 を覆うように、導電層 1 1 2 R、導電層 1 1 2 G、導電層 1 1 2 B 及び導電層 1 1 2 p となる導電膜 1 1 2 f を成膜する。

[0 4 2 4]

続いて、導電膜 1 1 2 f 上にレジストマスク 1 9 5 d を形成する（図 2 7 A）。レジストマスク 1 9 5 d は、ポジ型のレジスト及びネガ型のレジストのどちらを用いてもよい。レジストマスク 1 9 5 d は、導電層 2 2 3 と重なる領域を有する。

[0 4 2 5]

続いて、レジストマスク 1 9 5 d をマスクに用いて導電膜 1 1 2 f を加工し、導電層 1 1 2 R、導電層 1 1 2 G、導電層 1 1 2 B 及び導電層 1 1 2 p を形成する。これにより、導電層 2 2 3 と接する導電層 1 1 2 R、導電層 1 1 2 G、及び導電層 1 1 2 B が形成される。ま導電膜 1 1 2 f の加工には、ウェットエッチング法及びドライエッチング法の一方または双方を用いればよい。

[0 4 2 6]

導電膜 2 3 3 f の加工の際に、絶縁層 2 3 8 の一部が除去される場合がある。例えば、導電層 1 1 2 R、導電層 1 1 2 G、及び導電層 1 1 2 B のいずれかと重なる領域の絶縁層 2 3 8 の膜厚が、導電層 1 1 2 R、導電層 1 1 2 G、及び導電層 1 1 2 B のいずれとも重ならない領域の絶縁層 2 3 8 の膜厚より薄くなってもよい。

[0 4 2 7]

続いて、レジストマスク 1 9 5 d を除去する（図 2 7 B）。

[0 4 2 8]

続いて、絶縁層 2 3 9、導電層 1 1 2 R、導電層 1 1 2 R、導電層 1 1 2 G、導電層 1 1 2 B 及び導電層 1 1 2 p を覆うように、層 1 2 8 となる膜 1 2 8 f を形成する。膜 1 2 8 f の形成については、絶縁膜 2 1 4 f と同様の方法を用いることができる。

[0 4 2 9]

図 2 8 は、膜 1 2 8 f に感光性の有機材料を用い、導電層 2 3 3 と重なる領域を露光する様子を模式的に示している。図 2 8 では光を矢印で示しており、層 1 2 8 を形成しない領域は露光し、層 1 2 8 を形成する領域はマスク 1 3 2 c を用いて遮光する。このとき、露光量を調整することにより、層 1 2 8 の形状を制御することができる。

[0 4 3 0]

続いて、現像を行い、膜 1 2 8 f の露光させた領域を除去し、層 1 2 8 を形成する（図 2 9 A）。

[0 4 3 1]

ここでは、膜 1 2 8 f にポジ型の感光性の樹脂を用いる例を示したが、本発明はこれに限られない。例えば、膜 1 2 8 f にネガ型の感光性の樹脂を用いてもよい。

[0 4 3 2]

層 1 2 8 の形成後に、加熱処理を行うことが好ましい。加熱処理については、絶縁層 2 1 4 形成後の加熱処理に係る記載を参照できるため、詳細な説明は省略する。

[0 4 3 3]

続いて、絶縁層 2 3 9、導電層 1 1 2 R、導電層 1 1 2 G、導電層 1 1 2 B、導電層 1 1 2 p 及び層 1 2 8 を覆うように、導電層 1 2 6 R、導電層 1 2 6 G、導電層 1 2 6 B 及び導電層 1 2 6 p となる導電膜 1 2 6 f を成膜する。

[0 4 3 4]

ここで、導電膜126fは、絶縁層239、導電層112R、導電層112G、導電層112B、導電層112p及び層128上に設けられる。導電膜126fとこれらの膜との密着性が低い場合、膜剥がれが発生してしまう場合がある。導電膜126fに適用する材料は、被形成面との密着性が高い材料を適用することが好ましい。例えば、銀とパラジウムと銅の合金（APC）は無機材料を有する絶縁層との密着性が低く、当該絶縁層上に設けると膜剥がれが発生してしまう恐れがある。そこで、絶縁層239に無機材料を用いる場合は、導電膜126fの絶縁層239と接する側に絶縁層239との密着性が高い材料を適用することが好ましい。例えば、導電膜126fとして、In-Si-Sn酸化物（ITSO）と、In-Si-Sn酸化物（ITSO）上の銀とパラジウムと銅の合金（APC）の積層構造を好適に用いることができる。導電膜126fの絶縁層239と接する側の層をIn-Si-Sn酸化物（ITSO）とすることにより、絶縁層239に無機材料を用いる場合であっても導電膜126fの膜剥がれを抑制することができる。

[0435]

なお、絶縁層239を設けず、導電膜126fが絶縁層235、導電層112R、導電層112G、導電層112B、導電層112p及び層128上に設けられる構成としてもよい（図2参照）。絶縁層235に有機材料を用いる場合、導電膜126fとして銀とパラジウムと銅の合金（APC）の単層構造を用いることができる。

[0436]

続いて、導電膜126f上にレジストマスク195eを形成する（図29B）。レジストマスク195eは、ポジ型のレジスト及びネガ型のレジストのどちらを用いてもよい。レジストマスク195eは、導電層112Rと重なる領域、導電層112Gと重なる領域、導電層112Bと重なる領域、及び導電層112pと重なる領域に設けられる。

[0437]

続いて、レジストマスク195eをマスクに用いて導電膜126fを加工し、導電層126R、導電層126G、導電層126B及び導電層126pを形成する。導電膜126fの加工には、ウェットエッチング法及びドライエッチング法的一方または双方を用いればよい。

[0438]

続いて、レジストマスク195eを除去する。

[0439]

続いて、導電層129R、導電層129G、導電層129B、及び導電層129pを形成する。ここでは、導電層129R、導電層129G、及び導電層129Bを積層構造とし、導電層129pを単層構造とする作製方法を示す。なお、本発明の一態様はこれに限られない。導電層129R、導電層129G、及び導電層129Bを単層構造としてもよく、積層構造としてもよい。また、導電層129pを単層構造としてもよく、積層構造としてもよい。

[0440]

絶縁層239、導電層112R、導電層112G、導電層112B、導電層112p、導電層126R、導電層126G、導電層126B、及び導電層126pを覆うように、導電層129R、導電層129G、及び導電層129Bの一部となる導電膜129afを成膜する。

[0441]

続いて、導電膜129af上にレジストマスク195fを形成する（図30A）。レジストマスク195gは、ポジ型のレジスト及びネガ型のレジストのどちらを用いてもよい。レジストマスク

1 9 5 f は、導電層 1 1 2 R と重なる領域、導電層 1 1 2 G と重なる領域、及び導電層 1 1 2 B と重なる領域に設けられる。ここでは、導電層 1 1 2 p と重なる領域にはレジストマスクを設けない例を示している。

[0 4 4 2]

続いて、レジストマスク 1 9 5 f をマスクに用いて導電膜 1 2 9 a f を加工し、導電層 1 2 9 a R、導電層 1 2 9 a G、及び導電層 1 2 9 a B を形成する。導電膜 1 2 9 a f の加工には、ウェットエッチング法及びドライエッチング法的一方または双方を用いればよい。

[0 4 4 3]

続いて、レジストマスク 1 9 5 f を除去する。

[0 4 4 4]

続いて、絶縁層 2 3 9、導電層 1 1 2 R、導電層 1 1 2 G、導電層 1 1 2 B、導電層 1 1 2 p、導電層 1 2 6 R、導電層 1 2 6 G、導電層 1 2 6 B、導電層 1 2 9 a R、導電層 1 2 9 a G、導電層 1 2 9 a B、及び導電層 1 2 6 p を覆うように、導電層 1 2 9 R、導電層 1 2 9 G、及び導電層 1 2 9 B の一部、並びに導電層 1 2 9 p となる導電膜 1 2 9 b f を成膜する。

[0 4 4 5]

続いて、導電膜 1 2 9 b f 上にレジストマスク 1 9 5 g を形成する（図 3 0 B）。レジストマスク 1 9 5 g は、ポジ型のレジスト及びネガ型のレジストのどちらを用いてもよい。レジストマスク 1 9 5 g は、導電層 1 1 2 R と重なる領域、導電層 1 1 2 G と重なる領域、導電層 1 1 2 B、及び導電層 1 1 2 p と重なる領域に設けられる。

[0 4 4 6]

続いて、レジストマスク 1 9 5 g をマスクに用いて導電膜 1 2 9 b f を加工し、導電層 1 2 9 b R、導電層 1 2 9 b G、導電層 1 2 9 b B、及び導電層 1 2 9 p を形成する。導電膜 1 2 9 b f の加工には、ウェットエッチング法及びドライエッチング法的一方または双方を用いればよい。

[0 4 4 7]

続いて、レジストマスク 1 9 5 g を除去する（図 3 1 A）。

[0 4 4 8]

これにより、導電層 1 2 9 a R と導電層 1 2 9 b R の積層構造を有する導電層 1 2 9 R、導電層 1 2 9 a G と導電層 1 2 9 b G の積層構造を有する導電層 1 2 9 G、導電層 1 2 9 a B と導電層 1 2 9 b B の積層構造を有する導電層 1 2 9 B を形成することができる。また、導電層 1 2 9 p の膜厚を、導電層 1 2 9 R、導電層 1 2 9 G、及び導電層 1 2 9 B の膜厚より薄くすることができる。これらの導電膜の形成には、例えば、スパッタリング法または真空蒸着法を用いることができる。

[0 4 4 9]

続いて、画素電極の疎水化処理を行うことが好ましい。疎水化処理では、処理対象の表面を親水性から疎水性にすること、または、処理対象の表面の疎水性を高めることができる。画素電極の疎水化処理を行うことで、画素電極と、後の工程で形成される膜（ここでは膜 1 1 3 R f）と、の密着性を高め、膜剥がれを抑制することができる。なお、疎水化処理は行わなくてもよい。

[0 4 5 0]

疎水化処理は、例えば画素電極へのフッ素修飾により行うことができる。フッ素修飾は例えば、フッ素を含むガスによる処理または加熱処理、フッ素を含むガス雰囲気中におけるプラズマ処理等により行うことができる。フッ素を含むガスとして、例えばフッ素ガスを用いることができ、例え

ばフルオロカーボンガスを用いることができる。フルオロカーボンガスとして、例えば四フッ化炭素 (CF_4) ガス、 C_4F_6 ガス、 C_2F_6 ガス、 C_4F_8 ガス、 C_5F_8 等の低級フッ化炭素ガスを用いることができる。また、フッ素を含むガスとして、例えば SF_6 ガス、 NF_3 ガス、 CHF_3 ガス等を用いることができる。また、これらのガスに、ヘリウムガス、アルゴンガス、または水素ガス等を適宜添加することができる。

[0451]

画素電極の表面に対して、アルゴン等の第18族元素を含むガス雰囲気中におけるプラズマ処理を行った後、シリル化剤を用いた処理を行うことで、画素電極の表面を疎水化することができる。シリル化剤として、ヘキサメチルジシラザン (HMD S)、トリメチルシリルイミダゾール (TMS I) 等を用いることができる。さらに、画素電極の表面に対して、アルゴン等の第18族元素を含むガス雰囲気中におけるプラズマ処理を行った後、シランカップリング剤を用いた処理を行うことでも、画素電極の表面を疎水化することができる。

[0452]

画素電極の表面に対して、アルゴン等の第18族元素を含むガス雰囲気中におけるプラズマ処理を行うことにより、画素電極の表面に対してダメージを与えることができる。これにより、HMD S等のシリル化剤に含まれるメチル基が、画素電極の表面に結合しやすくなる。また、シランカップリング剤によるシランカップリングが発生しやすくなる。以上により、画素電極の表面に対して、アルゴン等の第18族元素を含むガス雰囲気中におけるプラズマ処理を行った後、シリル化剤、またはシランカップリング剤を用いた処理を行うことで、画素電極の表面を疎水化することができる。

[0453]

シリル化剤、またはシランカップリング剤等を用いた処理は、例えばスピンコート法、またはディップ法等を用いてシリル化剤、またはシランカップリング剤等を塗布することにより行うことができる。また、シリル化剤、またはシランカップリング剤等を用いた処理は、例えば気相法を用いて、画素電極上等にシリル化剤を有する膜、またはシランカップリング剤を有する膜等を形成することにより行うことができる。気相法では、まず、シリル化剤を有する材料、またはシランカップリング剤を有する材料等を揮発させることにより、シリル化剤、またはシランカップリング剤等を雰囲気中に含ませる。続いて、当該雰囲気中に、画素電極等が形成されている基板をおく。これにより、画素電極上に、シリル化剤、またはシランカップリング剤等を有する膜を形成することができる。画素電極の表面を疎水化することができる。

[0454]

続いて、層113R、層113G、及び層113Bを形成する。ここでは、層113R、層113G、層113Bの順に形成する方法を示すが、本発明の一態様はこれに限られない。例えば、層113R、層113G、及び層113Bが有する材料の耐熱性が高い順に形成することができる。最初に形成される層は、他の層が形成される工程も経るため、耐熱性が高いことが好ましい。耐熱性が低い材料を有する層を最後に形成することにより、工程中のダメージを少なくすることができる。

[0455]

層113Rとなる膜113Rfを、画素電極111上に形成する(図31B)。

[0456]

図31Bに示すように、一点鎖線Y1-Y2間の断面図において、導電層123上には、膜111

3 R f を形成していない。例えば、エリアマスクを用いることで、膜 1 1 3 R f を所望の領域にのみ成膜することができる。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することができる。

[0457]

実施の形態 1 で説明した通り、本発明の一態様の表示装置では、発光デバイスに耐熱性の高い材料を用いる。具体的には、膜 1 1 3 R f に含まれる化合物の耐熱温度は、それぞれ、100℃以上180℃以下であることが好ましく、120℃以上180℃以下が好ましく、140℃以上180℃以下がより好ましい。これにより、発光デバイスの信頼性を高めることができる。また、表示装置の作製工程においてかけられる温度の上限を高めることができる。したがって、表示装置に用いる材料及び形成方法の選択の幅を広げることができ、製造歩留まりの向上及び信頼性の向上が可能となる。

[0458]

膜 1 1 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することができる。また、膜 1 1 3 R f は、転写法、印刷法、インクジェット法、または塗布法等の方法で形成してもよい。

[0459]

続いて、膜 1 1 3 R f 上、及び導電層 1 2 3 上に、マスク層 1 1 8 R となるマスク膜 1 1 8 R f と、マスク層 1 1 9 R となるマスク膜 1 1 9 R f と、を順に形成する（図 3 1 B）。

[0460]

なお、本実施の形態では、マスク膜 1 1 8 R f とマスク膜 1 1 9 R f の 2 層構造でマスク膜を形成する例を示すが、マスク膜はマスク膜 1 1 8 R f またはマスク膜 1 1 9 R f の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。

[0461]

膜 1 1 3 R f 上にマスク層を設けることで、表示装置の作製工程中に膜 1 1 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。

[0462]

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

[0463]

マスク膜 1 1 8 R f 及びマスク膜 1 1 9 R f は、膜 1 1 3 R f の耐熱温度よりも低い温度で形成する。マスク膜 1 1 8 R f 及びマスク膜 1 1 9 R f を形成する際の基板温度はそれぞれ、200℃以下が好ましく、さらには150℃以下が好ましく、さらには120℃以下が好ましく、さらには100℃以下が好ましく、さらには80℃以下が好ましい。

[0464]

耐熱温度の指標としては、例えば、ガラス転移点、軟化点、融点、熱分解温度、及び、5%重量減少温度等が挙げられる。層 1 1 3 R、層 1 1 3 G、及び層 1 1 3 B の耐熱温度は、これら耐熱温度の指標となるいずれかの温度、好ましくはこれらのうち最も低い温度とすることができる。

[0465]

上述の通り、本発明の一態様の表示装置では、発光デバイスに耐熱性の高い材料を用いる。したがって、マスク膜を形成する際の基板温度を100℃以上、120℃以上、または140℃以上と

することもできる。例えば、無機絶縁膜は、成膜温度が高いほど緻密でバリア性の高い膜とすることができる。したがって、このような温度でマスク膜を成膜することで、膜113Rfが受けるダメージをより低減でき、発光デバイスの信頼性を高めることができる。

[0466]

マスク膜118Rf及びマスク膜119Rf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、マスク膜118Rf及びマスク膜119Rfの加工時に、膜113Rfに加わるダメージを低減することができる。

[0467]

マスク膜118Rf及びマスク膜119Rf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。

[0468]

なお、膜113Rf上に接して形成されるマスク膜118Rfは、マスク膜119Rfよりも、膜113Rfへのダメージが少ない形成方法を用いて形成されることが好ましい。例えば、スパッタリング法よりも、ALD法または真空蒸着法を用いて、マスク膜118Rfを形成することが好ましい。

[0469]

マスク膜118Rf及びマスク膜119Rfとしては、それぞれ、例えば、金属膜、合金膜、金属氧化物膜、半導体膜、有機絶縁膜、及び、無機絶縁膜等のうち一種または複数種を用いることができる。

[0470]

マスク膜118Rf及びマスク膜119Rf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、また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、アルミニウムまたは銀等の低融点材料を用いることが好ましい。マスク膜118Rf及びマスク膜119Rfの一方または双方に紫外線を遮蔽することが可能な金属材料を用いることで、膜113Rfに紫外線が照射されることを抑制でき、膜113Rfの劣化を抑制できるため、好ましい。

[0471]

マスク膜118Rf及びマスク膜119Rfの一方または双方に、金属膜または合金膜を用いることで、プラズマによるダメージが膜113Rfに加わることを抑制でき、膜113Rfの劣化を抑制できるため、好ましい。具体的には、ドライエッチング法を用いる工程、及び、アッシングを行う工程などで、プラズマによるダメージが膜113Rfに加わることを抑制できる。特に、マスク膜119Rfとして、タングステン膜などの金属膜または合金膜を用いることが好ましい。

[0472]

マスク膜118Rf及びマスク膜119Rf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。

[0473]

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、またはマグネシウムから選ばれた一種または複数種）を用いてもよい。特に、Mは、ガリウム、アルミニウム、またはイットリウムから選ばれた一種または複数種とすることが好ましい。

[0474]

マスク膜として、光、特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ができる。例えば、紫外線に対して反射性を有する膜、または紫外線を吸収する膜を用いることができる。遮光性を有する材料としては、紫外線に対して遮光性のある金属、絶縁体、半導体、及び半金属など、様々な材料を用いることができるが、当該マスク膜の一部または全部は、後の工程で除去するため、エッチングによる加工が可能である膜であることが好ましく、特に加工性が良好であることが好ましい。

[0475]

例えば、半導体の製造プロセスと親和性の高い材料として、シリコンまたはゲルマニウムなどの半導体材料を用いることができる。または、上記半導体材料の酸化物または窒化物を用いることができる。または、炭素などの非金属材料、またはその化合物を用いることができる。または、チタン、タンタル、タングステン、クロム、アルミニウムなどの金属、またはこれらの一以上を含む合金が挙げられる。または、酸化チタンもしくは酸化クロムなどの上記金属を含む酸化物、または窒化チタン、窒化クロム、もしくは窒化タンタルなどの窒化物を用いることができる。

[0476]

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、露光工程などでEL層に紫外線が照射されることを抑制できる。EL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。

[0477]

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

[0478]

マスク膜118Rf及びマスク膜119Rfとしては、それぞれ、保護層131に用いることができる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膜113Rfとの密着性が高く好ましい。例えば、マスク膜118Rf及びマスク膜119Rf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。マスク膜118Rf及びマスク膜119Rfとして、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できる。ALD法を用いることで、下地（特にEL層）へのダメージを低減できるため好ましい。

[0479]

例えば、マスク膜118Rfとして、ALD法を用いて形成した無機絶縁膜（例えば、酸化アルミニウム膜）を用い、マスク膜119Rf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、In-Ga-Zn酸化物膜、シリコン膜、またはタングステン膜）を用いることができる。

[0480]

なお、マスク膜118Rfと、後に形成する絶縁層125との双方に、同じ無機絶縁膜を用いることができる。例えば、マスク膜118Rfと絶縁層125との双方に、ALD法を用いて形成した酸化アルミニウム膜を用いることができる。ここで、マスク膜118Rfと、絶縁層125とで、同じ成膜条件を適用してもよく、互いに異なる成膜条件を適用してもよい。例えば、マスク膜118Rfを、絶縁層125と同様の条件で成膜することで、マスク膜118Rfを、水及び酸素の少なくとも一方に対するバリア性の高い絶縁層とすることができる。一方で、マスク膜118Rfは後の工程で大部分または全部を除去する層であるため、加工が容易であることが好ましい。そのため、マスク膜118Rfは、絶縁層125と比べて、成膜時の基板温度が低い条件で成膜することが好ましい。

[0481]

マスク膜118Rf及びマスク膜119Rfの一方または双方に、有機材料を用いてもよい。例えば、有機材料として、少なくとも膜113Rf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、水また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、水また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、膜113Rfへの熱的なダメージを低減することができ、好ましい。

[0482]

マスク膜118Rf及びマスク膜119Rfには、それぞれ、ポリビニルアルコール（PVA）、ポリビニルブチラール、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、または、パーフルオロポリマーなどのフッ素樹脂等の有機樹脂を用いてもよい。

[0483]

例えば、マスク膜118Rfとして、蒸着法また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119Rf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。

[0484]

なお、実施の形態1で説明した通り、本発明の一態様の表示装置には、マスク膜の一部がマスク層として残存する場合がある。

[0485]

続いて、マスク膜119Rf上にレジストマスク190aを形成する（図31B）。レジストマスク190aは、ポジ型のレジスト及びネガ型のレジストのどちらを用いてもよい。

[0486]

レジストマスク190aは、画素電極111Rと重なる位置に設ける。レジストマスク190aは、導電層123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123が表示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123上にレジストマスク190aを設けなくてもよい。

[0487]

続いて、レジストマスク190aをマスクに用いて、マスク膜119Rfの一部を除去し、マス

ク層 119R を形成する (図 32A)。マスク層 119R は、画素電極 111R 上と、導電層 123 上と、に残存する。その後、レジストマスク 190a を除去する (図 32B)。続いて、マスク層 119R をマスク (ハードマスクともいう) に用いて、マスク膜 118Rf の一部を除去し、マスク層 118R を形成する。

[0488]

マスク膜 118Rf 及びマスク膜 119Rf は、それぞれ、ウェットエッチング法またはドライエッチング法により加工することができる。マスク膜 118Rf 及びマスク膜 119Rf の加工は、異方性エッチングにより行うことが好ましい。

[0489]

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、マスク膜 118Rf 及びマスク膜 119Rf の加工時に、膜 113Rf に加わるダメージを低減することができる。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 (TMAH: Tetramethylammonium hydroxide) 水溶液、希フッ酸、シュウ酸、リン酸、酢酸、硝酸、またはこれらの 2 以上を含む混合溶液等を用いることが好ましい。

[0490]

マスク膜 119Rf の加工においては、膜 113Rf が露出しないため、マスク膜 118Rf 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 119Rf 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、膜 113Rf の劣化をより抑制することができる。

[0491]

マスク膜 118Rf 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、膜 113Rf の劣化を抑制することができる。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 、または He 等の貴ガスを含むガスをエッチングガスに用いることが好ましい。

[0492]

例えば、マスク膜 118Rf として、ALD 法を用いて形成した酸化アルミニウム膜を用いる場合、 CHF_3 と He、または、 CHF_3 と He と CH_4 を用いて、ドライエッチング法によりマスク膜 118Rf を加工することができる。また、マスク膜 119Rf として、スパッタリング法を用いて形成した In-Ga-Zn 酸化物膜を用いる場合、希釈リン酸を用いて、ウェットエッチング法によりマスク膜 119Rf を加工することができる。または、 CH_4 と Ar を用いて、ドライエッチング法により加工してもよい。または、希釈リン酸を用いて、ウェットエッチング法によりマスク膜 119Rf を加工することができる。また、マスク膜 119Rf として、スパッタリング法を用いて形成したタングステン膜を用いる場合、 SF_6 、 CF_4 と O_2 、または CF_4 と Cl_2 と O_2 を用いて、ドライエッチング法によりマスク膜 119Rf を加工することができる。

[0493]

レジストマスク 190a は、例えば、酸素プラズマを用いたアッシング等により除去することができる。または、酸素ガスと、 CF_4 、 C_4F_8 、 SF_6 、 CHF_3 、 Cl_2 、 H_2O 、 BCl_3 、または He 等の貴ガスと、を用いてもよい。または、ウェットエッチングにより、レジストマスク 190a を除去してもよい。このとき、マスク膜 118Rf が最表面に位置し、膜 113Rf は露出していないため、レジストマスク 190a の除去工程において、膜 113Rf にダメージが入ることを抑制することができる。また、レジストマスク 190a の除去方法の選択の幅を広げることがで

きる。

[0494]

続いて、膜113Rfを加工して、層113Rを形成する。例えば、マスク層119R及びマスク層118Rをハードマスクに用いて、膜113Rfの一部を除去し、層113Rを形成する（図33A）。

[0495]

これにより、図33Aに示すように、画素電極111R上に、層113R、マスク層118R、及びマスク層119Rの積層構造が残存する。また、画素電極111G及び画素電極111Bは露出する。

[0496]

ここで、膜113Rfを加工する際、画素電極111Gの表面及び画素電極111Bの表面は、エッチングガスまたはエッチング液に曝される。一方、画素電極111Rの表面はエッチングガスまたはエッチング液等に曝されない。このように、最初に形成する色の発光デバイスでは、画素電極の表面がエッチング工程によるダメージを受けず、画素電極とEL層との界面の状態を良好に保つことができる。

[0497]

膜113Rfの加工は、異方性エッチングにより行うことが好ましい。特に、異方性のドライエッチングが好ましい。または、ウェットエッチングを用いてもよい。

[0498]

ドライエッチング法により膜113Rfを加工する際、露出している面はプラズマに曝される。マスク層118R及びマスク層119Rの一方または双方に、金属膜または合金膜を用いることで、膜113Rfの層113Rとなる領域にプラズマによるダメージが加わることを抑制でき、層113Rの劣化を抑制できるため、好ましい。特に、マスク層119Rとして、タングステン膜などの金属膜または合金膜を用いることが好ましい。

[0499]

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、膜113Rfの劣化を抑制することができる。

[0500]

エッチングガスに酸素を含むガスを用いてもよい。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。そのため、膜113Rfに与えるダメージを抑制することができる。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することができる。

[0501]

ドライエッチング法を用いる場合、例えば、 H_2 、 CF_4 、 C_4F_8 、 SF_6 、 CHF_3 、 Cl_2 、 H_2O 、 BCl_3 、またはHe、Ar等の貴ガスのうち、一種以上を含むガスをエッチングガスに用いることが好ましい。または、これらの一種以上と、酸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。または、酸素ガスをエッチングガスに用いてもよい。具体的には、例えば、 H_2 とArを含むガス、または、 CF_4 とHeを含むガスをエッチングガスに用いることができる。また、例えば、 CF_4 、He、及び酸素を含むガスをエッチングガスに用いることができる。また、例え

ば、 H_2 とArを含むガス、及び酸素を含むガスをエッチングガスに用いることができる。

[0502]

ドライエッチング装置としては、高密度プラズマ源を有するドライエッチング装置を用いることができる。高密度プラズマ源を有するドライエッチング装置は、例えば、誘導結合型プラズマ（ICP：Inductively Coupled Plasma）エッチング装置などを用いることができる。または、平行平板型電極を有する容量結合型プラズマ（CCP：Capacitively Coupled Plasma）エッチング装置を用いることができる。平行平板型電極を有する容量結合型プラズマエッチング装置は、平行平板型電極の一方の電極に高周波電圧を印加する構成でもよい。または平行平板型電極の一方の電極に複数の異なった高周波電圧を印加する構成でもよい。または平行平板型電極それぞれに同じ周波数の高周波電圧を印加する構成でもよい。または平行平板型電極それぞれに周波数の異なる高周波電圧を印加する構成でもよい。

[0503]

図33Aは、層113Rの端部が画素電極111Rの端部よりも外側に位置する例を示す。このような構成とすることで、画素の開口率を高くすることができる。また、絶縁層239は、層113、マスク層118及びマスク層119を形成する際にエッチング保護膜して機能することができる。絶縁層235上に絶縁層239を設けることで、層113、マスク層118及びマスク層119を形成する際に絶縁層235の一部が除去されることを抑制できる。

[0504]

層113Rが画素電極111Rの上面及び側面を覆うことにより、画素電極111Rを露出させずに、以降の工程を行うことができる。画素電極111Rの端部が露出していると、エッチング工程などにおいて腐食が生じる場合がある。画素電極111Rの腐食により生じた生成物は不安定な場合があり、例えばウェットエッチングの場合には溶液中に溶解し、ドライエッチングの場合には、雰囲気中に飛散する懸念がある。生成物の溶液中への溶解、または、雰囲気中への飛散により、例えば、被処理面、及び、層113Bの側面などに生成物が付着し、発光デバイスの特性に悪影響を及ぼす、または、複数の発光デバイスの間にリークパスを形成する可能性がある。また、画素電極111Rの端部が露出している領域では、互いに接する層同士の密着性が低下し、層113Rまたは画素電極111Rの膜剥がれが生じやすくなる恐れがある。

[0505]

したがって、層113Rが画素電極111Rの上面及び側面を覆う構成とすることにより、例えば、発光デバイスの歩留まり及び特性を向上させることができる。

[0506]

層113Rが画素電極111Rの上面及び側面を覆うことにより、層113Rには、発光領域（画素電極111Rと共通電極115との間に位置する領域）の外側にダミー領域が設けられる。ここで、層113Rの端部は、膜113Rfの加工時にダメージが加わることがある。また、層113Rの端部は、後の工程でもプラズマに曝されてダメージが加わることがある。層113Rの端部及びその近傍は、ダミー領域となり発光に用いられないため、ダメージが加わっても、発光デバイスの特性に悪影響を及ぼしにくい。一方で、層113Rの発光領域はマスク層によって覆われているため、プラズマに曝されず、プラズマによるダメージが十分に低減されている。マスク層は、層113Rの、画素電極111Rの上面と重なる平坦部の上面のみに限られず、画素電極111Rの上面の外側に位置する傾斜部及び平坦部の上面までを覆うように設けることが好ましい。このよ

うに、層 1 1 3 R のうち、作製工程中のダメージが抑制された部分を発光領域として用いるため、発光効率が高く、長寿命の発光デバイスを実現することができる。

[0507]

接続部 1 4 0 に相当する領域では、導電層 1 2 3 上にマスク層 1 1 8 R とマスク層 1 1 9 R との積層構造が残存する。

[0508]

以上のように、本発明の一態様では、マスク膜 1 1 9 R f 上にレジストマスク 1 9 0 a を形成し、レジストマスク 1 9 0 a を用いて、マスク膜 1 1 9 R f の一部を除去することにより、マスク層 1 1 9 R を形成する。その後、マスク層 1 1 9 R をハードマスクに用いて、膜 1 1 3 R f の一部を除去することにより、層 1 1 3 R を形成する。よって、フォトリソグラフィ法を用いて膜 1 1 3 R f を加工することにより、層 1 1 3 R が形成されるということができる。なお、レジストマスク 1 9 0 a を用いて、膜 1 1 3 R f の一部を除去してもよい。その後、レジストマスク 1 9 0 a を除去してもよい。

[0509]

次に、画素電極の疎水化処理を行うことが好ましい。膜 1 1 3 R f の加工時に、画素電極の表面状態が親水性に変化する場合がある。画素電極の疎水化処理を行うことで、画素電極と後の工程で形成される膜（ここでは膜 1 1 3 G f）との密着性を高め、膜剥がれを抑制することができる。なお、疎水化処理は行わなくてもよい。

[0510]

続いて、層 1 1 3 G となる膜 1 1 3 G f を、画素電極 1 1 1 G、画素電極 1 1 1 B 上、及びマスク層 1 1 9 R 上に形成する（図 3 3 B）。

[0511]

膜 1 1 3 G f は、膜 1 1 3 R f の形成に用いることができる方法と同様の方法で形成することができる。

[0512]

続いて、膜 1 1 3 G f 上に、マスク層 1 1 8 G となるマスク膜 1 1 8 G f と、後にマスク層 1 1 9 G となるマスク膜 1 1 9 G f と、を順に形成し、その後、レジストマスク 1 9 0 b を形成する（図 1 5 C）。マスク膜 1 1 8 G f 及びマスク膜 1 1 9 G f の材料及び形成方法は、マスク膜 1 1 8 R f 及びマスク膜 1 1 9 R f に適用できる条件と同様である。レジストマスク 1 9 0 b の材料及び形成方法は、レジストマスク 1 9 0 a に適用できる条件と同様である。

[0513]

レジストマスク 1 9 0 b は、画素電極 1 1 1 G と重なる位置に設ける。

[0514]

続いて、レジストマスク 1 9 0 b を用いて、マスク膜 1 1 9 G f の一部を除去し、マスク層 1 1 9 G を形成する。マスク層 1 1 9 G は、画素電極 1 1 1 G 上に残存する。その後、レジストマスク 1 9 0 b を除去する。続いて、マスク層 1 1 9 G をマスクに用いて、マスク膜 1 1 8 G f の一部を除去し、マスク層 1 1 8 G を形成する。続いて、膜 1 1 3 G f を加工して、層 1 1 3 G を形成する。例えば、マスク層 1 1 9 G 及びマスク層 1 1 8 G をハードマスクに用いて、膜 1 1 3 G f の一部を除去し、層 1 1 3 G を形成する（図 3 4 A）。

[0515]

ここで、膜 1 1 3 G f を加工する際、画素電極 1 1 1 B の表面は、エッチングガスまたはエッチング液等に曝される。一方、画素電極 1 1 1 R の表面及び画素電極 1 1 1 G の表面はエッチングガスまたはエッチング液等に曝されない。つまり、2 番目に形成する色の発光デバイスでは、画素電極の表面が 1 回のエッチング工程で曝され、3 番目に形成する色の発光デバイスでは、画素電極の表面が 2 回のエッチング工程で曝されることとなる。そのため、島状の E L 層は、画素電極の表面状態が特性に影響しやすい発光デバイスほど先に形成することが好ましい。これにより、各色の発光デバイスの特性を良好にすることができる。

[0 5 1 6]

これにより、図 1 7 A に示すように、画素電極 1 1 1 G 上に、層 1 1 3 G、マスク層 1 1 8 G、及びマスク層 1 1 9 G の積層構造が残存する。また、マスク層 1 1 9 R 及び画素電極 1 1 1 B は露出する。

[0 5 1 7]

次に、画素電極の疎水化処理を行うことが好ましい。膜 1 1 3 G f の加工時に、画素電極の表面状態が親水性に変化する場合がある。画素電極の疎水化処理を行うことで、画素電極と後の工程で形成される膜（ここでは膜 1 1 3 B f）との密着性を高め、膜剥がれを抑制することができる。なお、疎水化処理は行わなくてもよい。

[0 5 1 8]

続いて、層 1 1 3 B となる膜 1 1 3 B f を、画素電極 1 1 1 B 上、マスク層 1 1 9 R、及びマスク層 1 1 9 G 上に形成する（図 3 4 B）。

[0 5 1 9]

膜 1 1 3 B f は、膜 1 1 3 R f の形成に用いることができる方法と同様の方法で形成することができる。

[0 5 2 0]

続いて、膜 1 1 3 B f 上に、マスク層 1 1 8 B となるマスク膜 1 1 8 B f と、マスク層 1 1 9 B となるマスク膜 1 1 9 B f と、を順に形成し、その後、レジストマスク 1 9 0 c を形成する（図 3 4 B）。マスク膜 1 1 8 B f 及びマスク膜 1 1 9 B f の材料及び形成方法は、マスク膜 1 1 8 R f 及びマスク膜 1 1 9 R f に適用できる条件と同様である。レジストマスク 1 9 0 c の材料及び形成方法は、レジストマスク 1 9 0 a に適用できる条件と同様である。

[0 5 2 1]

レジストマスク 1 9 0 c は、画素電極 1 1 1 B と重なる位置に設ける。

[0 5 2 2]

続いて、レジストマスク 1 9 0 c をマスクに用いて、マスク膜 1 1 9 B f の一部を除去し、マスク層 1 1 9 B を形成する。マスク層 1 1 9 B は、画素電極 1 1 1 B 上に残存する。その後、レジストマスク 1 9 0 c を除去する。続いて、マスク層 1 1 9 B をマスクに用いて、マスク膜 1 1 8 B f の一部を除去し、マスク層 1 1 8 B を形成する。続いて、膜 1 1 3 B f を加工して、層 1 1 3 B を形成する。例えば、マスク層 1 1 9 B 及びマスク層 1 1 8 B をハードマスクに用いて、膜 1 1 3 B f の一部を除去し、層 1 1 3 B を形成する（図 3 5 A）。

[0 5 2 3]

これにより、図 3 5 A に示すように、画素電極 1 1 1 B 上に、層 1 1 3 B、マスク層 1 1 8 B、及びマスク層 1 1 9 B の積層構造が残存する。また、マスク層 1 1 9 R、及びマスク層 1 1 9 G は

露出する。

[0524]

なお、層113R、層113G、層113Bの側面はそれぞれ、被形成面に対して垂直また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。

[0525]

上記のように、フォトリソグラフィ法を用いて形成した層113R、層113G、及び層113Bのうち隣接する2つの間の距離は、8 μ m以下、5 μ m以下、3 μ m以下、2 μ m以下、または、1 μ m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、層113B、層113G、及び層113Rのうち、隣接する2つの対向する端部の間の距離で規定することができる。このように、島状のEL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表示装置を提供することができる。

[0526]

続いて、マスク層119B、マスク層119G、及びマスク層119Rを除去してもよい。例えば、マスク層119R、マスク層119G、及びマスク層119Bが、紫外線に対して遮光性を有する材料を含む場合は、除去せずに残存させることで島状のEL層を紫外線から保護することができる、好ましい。

[0527]

マスク層を除去する場合は、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、層113R、層113G、及び層113Bに加わるダメージを低減することができる。

[0528]

マスク層119R、マスク層119G、及びマスク層119Bに金属膜または合金膜を用いることで、EL層にプラズマによるダメージが加わることを抑制できる。したがって、発光デバイスの作製工程においてドライエッチング法を用いることができる。マスク層119R、マスク層119G、及びマスク層119Bを除去する場合は、除去する程、及び除去した後の各工程では、EL層にプラズマによるダメージが加わることを抑制する膜が無くなってしまうため、ウェットエッチング法など、プラズマを用いない方法により膜の加工を行うことが好ましい。

[0529]

マスク層を、水またはアルコールなどの溶媒に溶解させることで除去してもよい。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）、またはグリセリンなどが挙げられる。

[0530]

マスク層を除去した後に、層113R、層113G、及び層113Bに含まれる水、及び層113R、層113G、及び層113B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、窒素雰囲気などの不活性ガス雰囲気または減圧雰囲気下における加熱処理を行うことができる。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。

[0531]

続いて、絶縁層 239、層 113R、層 113G、層 113B、マスク層 118R、マスク層 118G、マスク層 118B、マスク層 119R、マスク層 119G、マスク層 119B、及び導電層 123 を覆うように、絶縁層 125 となる絶縁膜 125f を形成する（図 35B）。

[0532]

この後、絶縁膜 125f の上面に接して、絶縁層 127 となる絶縁膜 127f が形成される。そのため、絶縁膜 125f の上面は、当該絶縁膜 127f に用いる樹脂組成物（例えば、アクリル樹脂を含む感光性の樹脂組成物）に対する密着性が高いことが好ましい。密着性を向上させるため、表面処理を行って絶縁膜 125f の上面を疎水化すること（また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）などのシリル化剤を用いて処理を行うことが好ましい。このように絶縁膜 125f の上面を疎水化することにより、絶縁層 127 となる絶縁膜 127f を密着性良く形成することができる。なお、表面処理としては、前述の疎水化処理を行ってもよい。

[0533]

続いて、絶縁膜 125f 上に絶縁層 127 となる絶縁膜 127f を形成する（図 36）。

[0534]

絶縁膜 125f 及び絶縁膜 127f は、層 113R、層 113G、及び層 113B へのダメージが少ない形成方法で成膜されることが好ましい。特に、絶縁膜 125f は、層 113R、層 113G、及び層 113B の側面に接して形成されるため、絶縁膜 127f よりも、層 113R、層 113G、及び層 113B へのダメージが少ない形成方法で成膜されることが好ましい。

[0535]

絶縁膜 125f 及び絶縁膜 127f はそれぞれ、層 113R、層 113G、及び層 113B の耐熱温度よりも低い温度で形成する。また、絶縁膜 125f 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。

[0536]

絶縁膜 125f 及び絶縁膜 127f を形成する際の基板温度としては、それぞれ、60℃以上、80℃以上、100℃以上、または、120℃以上、かつ、200℃以下、180℃以下、160℃以下、150℃以下、または140℃以下であることが好ましい。

[0537]

上述の通り、本発明の一態様の表示装置では、発光デバイスに耐熱性の高い材料を用いる。したがって、絶縁膜 125f 及び絶縁膜 127f を形成する際の基板温度を、それぞれ、100℃以上、120℃以上、または140℃以上とすることもできる。例えば、無機絶縁膜は、成膜温度が高いほど緻密でバリア性の高い膜とすることができる。したがって、このような温度で絶縁膜 125f を成膜することで、層 113B、層 113G、及び層 113R が受けるダメージをより低減でき、発光デバイスの信頼性を高めることができる。

[0538]

絶縁膜 125f として、上記の基板温度の範囲で、3nm以上、5nm以上、または、10nm以上、かつ、200nm以下、150nm以下、100nm以下、または、50nm以下の厚さの絶縁膜を形成することが好ましい。

[0539]

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。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。

[0540]

そのほか、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、または、PECVD法を用いて形成してもよい。これにより、信頼性の高い表示装置を生産性高く作製することができる。

[0541]

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、感光性の樹脂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。

[0542]

絶縁膜 1 2 7 f の形成後に加熱処理（プリベークともいう）を行うことが好ましい。当該加熱処理は、層 1 1 3 R、層 1 1 3 G、及び層 1 1 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、50℃以上200℃以下が好ましく、60℃以上150℃以下がより好ましく、70℃以上120℃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することができる。

[0543]

図 3 6 は、絶縁膜 1 2 7 f に感光性の有機材料を用い、画素電極 1 1 1 R と重なる領域、画素電極 1 1 1 G と重なる領域、画素電極 1 1 1 B と重なる領域、及び導電層 1 2 3 と重なる領域を露光する様子を模式的に示している。図 3 6 では光を矢印で示しており、絶縁層 1 2 7 を形成しない領域は露光し、絶縁層 1 2 7 を形成する領域はマスク 1 3 2 d を用いて遮光する。

[0544]

ここで、露光量を調整することにより、絶縁層 1 2 7 の形状を制御することができる。絶縁層 1 2 7 が画素電極の 1 1 1 の上面と重なる部分を有するように加工することが好ましい。

[0545]

続いて、現像を行い、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 を形成する（図 3 7 A）。絶縁層 1 2 7 は、隣り合う画素電極 1 1 1 の間の領域と、導電層 1 2 3 を囲う領域に設けられる。例えば、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好ましく、例えば、水酸化テトラメチルアンモニウム（TMAH）水溶液を用いることができる。

[0546]

ここでは、絶縁膜 1 2 7 f にポジ型の感光性の樹脂を用いる例を示したが、本発明はこれに限られない。例えば、絶縁膜 1 2 7 f にネガ型の感光性の樹脂を用いてもよい。

[0547]

現像後に、現像の際に生じた残渣（いわゆるスカム）を除去する工程を行ってもよい。例えば、酸素プラズマを用いたアッシングを行うことで、残渣を除去することができる。以降に示す各現像工程の後にも、それぞれ、残渣を除去する工程を行ってもよい。

[0548]

なお、絶縁層 127 の表面の高さを調整するために、エッチングを行ってもよい。絶縁層 127 は、例えば、酸素プラズマを用いたアッシングにより加工してもよい。

[0549]

なお、現像後、かつ、ポストバークの前に、基板全体に露光を行い、可視光線または紫外光線を絶縁層 127 に照射してもよい。当該露光のエネルギー密度は、 $0\text{ mJ}/\text{cm}^2$ より大きく、 $800\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以下とすることが好ましく、 $0\text{ mJ}/\text{cm}^2$ より大きく、 $500\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以下とすることがより好ましい。現像後にこのような露光を行うことで、絶縁層 127 の透明度を向上させることができる場合がある。また、絶縁層 127 を低い温度でテーパ形状に変形させることができる場合がある。

[0550]

一方、絶縁層 127 に対する露光を行わないことで、後の工程において、絶縁層 127 の形状を変化させること、または、絶縁層 127 をテーパ形状に変形させることが容易となる場合がある。したがって、現像後に絶縁層 127 に対して露光を行わないことが好ましい場合がある。

[0551]

続いて、加熱処理（ポストバークともいう）を行ってもよい。加熱処理を行うことで、絶縁層 127 の側面を変形させることができる。具体的には、絶縁層 127 のテーパ角を小さくすることができる。当該加熱処理は、EL 層の耐熱温度よりも低い温度で行う。加熱処理は、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。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。本工程の加熱処理は、絶縁膜 127f 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。これにより、絶縁層 127 と絶縁層 125 との密着性を向上させ、絶縁層 127 の耐食性も向上させることができる。

[0552]

なお、絶縁層 127 の材料、並びに、ポストバークの温度、時間、及び雰囲気によっては、図 6A 及び図 6B に示すように、絶縁層 127 の側面に凹曲面形状が形成される場合がある。例えば、ポストバークの条件で、温度が高い、または、時間が長いほど、絶縁層 127 の形状が変化しやすく、凹曲面形状が形成される場合がある。また、前述の通り、現像後の絶縁層 127 に露光を行わない場合には、ポストバーク時に、絶縁層 127 の形状が変化しやすいことがある。

[0553]

続いて、絶縁層 127 をマスクに用いて、絶縁膜 125f、マスク層 119R、マスク層 119G、マスク層 119B、マスク層 118R、マスク層 118G、及びマスク層 118B の一部を除去する。これにより絶縁層 125 が形成されるとともに、マスク層 119R、マスク層 119G、マスク層 119B、マスク層 118R、マスク層 118G、及びマスク層 118B それぞれに開口が形成され、層 113G、層 113G、層 113R、及び導電層 123 の上面の一部が露出する（図 37B）。

[0554]

絶縁膜 125f、マスク層 119R、マスク層 119G、マスク層 119B、マスク層 118R、マスク層 118G、及びマスク層 118B の加工には、ウェットエッチング法及びドライエッチン

グ法の一方または双方を用いればよい。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、層113B、層113G、及び層113Rに加わるダメージを低減することができる。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水酸化テトラメチルアンモニウム（TMAH）水溶液を用いることが好ましい。In-Ga-Zn酸化物膜のウェットエッチングには、リン酸、またはリン酸を含むエッチャントを用いることが好ましい。

[0555]

ドライエッチング法を用いる場合、塩素系のガスを用いることが好ましい。塩素系ガスとして、 Cl_2 、 BCl_3 、 SiCl_4 、及び CCl_4 などを、単独または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、及びアルゴンガスなどの1以上のガスを混合することができる。

[0556]

なお、ドライエッチング法を用いる場合、ドライエッチングで生じた副生成物などが、絶縁層127の上面及び側面などに堆積する場合がある。このため、エッチングガスに含まれる成分、絶縁膜125fに含まれる成分、マスク層118R、マスク層118G、マスク層118B、マスク層119R、マスク層119G、及びマスク層119Bに含まれる成分などが、絶縁層127に含まれる場合がある。

[0557]

上記のように、絶縁層127、絶縁層125、マスク層118R、マスク層118G、マスク層118B、マスク層119R、マスク層119G、及びマスク層119Bを設けることにより、各発光デバイス間において、共通層114及び共通電極115に、分断された箇所起因する接続不良、及び局所的に膜厚が薄い箇所起因する電気抵抗の上昇が発生することを抑制できる。これにより、本発明の一態様の表示装置は、表示品位を向上させることができる。

[0558]

層113B、層113G、及び層113R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、EL層に含まれる水、及びEL層表面に吸着する水などを除去することができる。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、絶縁層125、マスク層118R、マスク層118G、マスク層118B、マスク層119R、マスク層119G、及びマスク層119Bの端部のうち、少なくとも一つを覆うように広がる場合がある（図6B参照）。さらに、絶縁層127が、層113R、層113G、及び層113Bの上面のうち、少なくとも一つを覆うように広がる場合がある（図6B乃至図8B参照）。例えば、不活性ガス雰囲気または減圧雰囲気下における加熱処理を行うことができる。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、さらに好ましくは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、より低温で脱水が可能であるため好ましい。ただし、上記の加熱処理は、EL層の耐熱温度も考慮して温度範囲を適宜設定することが好ましい。なお、EL層の耐熱温度を考慮した場合、上記温度範囲のなかでも特に70℃以上120℃以下の温度が好適である。

[0559]

ここで、ポストバーク後に、一括で絶縁層125とマスク層のエッチング処理を行うと、サイドエッチングにより、絶縁層127の端部の下の絶縁層125及びマスク層が消失し、空洞が形成さ

れる場合がある。当該空洞によって、共通層 1 1 4 及び共通電極 1 1 5 を形成する面に凹凸が生じ、共通層 1 1 4 及び共通電極 1 1 5 に段切れが生じやすくなる。そこで、絶縁層 1 2 5 とマスク層のエッチング処理を、ポストベークの前と後に分けて行うことが好ましい。

[0 5 6 0]

続いて、絶縁層 1 2 7、層 1 1 3 R、層 1 1 3 G、及び層 1 1 3 B 上に、共通層 1 1 4、共通電極 1 1 5、及び保護層 1 3 1 を形成する（図 3 8）。

[0 5 6 1]

共通層 1 1 4 は、蒸着法（真空蒸着法を含む）、転写法、印刷法、インクジェット法、塗布法等の方法で形成することができる。

[0 5 6 2]

共通電極 1 1 5 の形成には、例えば、スパッタリング法または真空蒸着法を用いることができる。または、蒸着法で形成した膜と、スパッタリング法で形成した膜を積層させてもよい。

[0 5 6 3]

保護層 1 3 1 の成膜方法としては、真空蒸着法、スパッタリング法、CVD 法、及び、ALD 法等が挙げられる。

[0 5 6 4]

続いて、基板 1 2 0 を用意し、基板 1 2 0 上に遮光層 1 1 7 を形成する。次に、保護層 1 3 1 上に、樹脂層 1 2 2 を用いて、基板 1 2 0 及び遮光層 1 1 7 を貼り合わせることで、表示装置を作製することができる（図 1 6）。

[0 5 6 5]

平坦化層として機能する絶縁層 2 1 4 及び絶縁層 2 3 5 を設けることにより、発光デバイス 1 3 0 等の被形成面の凹凸が小さくなる。したがって、絶縁層 2 3 5 上に設けられる発光デバイス 1 3 0 等の加工精度が高まり、精細度の高い表示装置とすることができる。

[0 5 6 6]

層 1 1 3 R、層 1 1 3 G、及び層 1 1 3 B となる、膜を一面に成膜した後に加工することで、島状の層 1 1 3 R、島状の層 1 1 3 G、及び島状の層 1 1 3 B を形成するため、島状の層を均一の厚さで形成することができる。そして、高精細な表示装置または高開口率の表示装置を実現することができる。また、精細度または開口率が高く、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、層 1 1 3 R、層 1 1 3 G、及び層 1 1 3 B 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することができる。これにより、意図しない発光に起因したクロストークを防ぐことができ、コントラストの高い表示装置を実現できる。

[0 5 6 7]

隣り合う島状の EL 層の間に、端部にテーパ形状を有する絶縁層 1 2 7 を設けることで、共通電極 1 1 5 の形成時に段切れが生じることを抑制し、また、共通電極 1 1 5 に局所的に膜厚が薄い箇所が形成されることを防ぐことができる。これにより、共通層 1 1 4 及び共通電極 1 1 5 において、分断された箇所に起因する接続不良、及び局所的に膜厚が薄い箇所に起因する電気抵抗の上昇が発生することを抑制できる。したがって、本発明の一態様の表示装置は、高精細化と高い表示品位の両立が可能となる。

[0 5 6 8]

<作製方法例 2>

図 18 に示した表示装置の作製方法について、説明する。なお、前述と重複する部分については説明を省略し、相違する部分について説明する。

[0569]

まず、作製方法例 1 と同様に、画素電極 111R、画素電極 111G、画素電極 111B 及び導電層 123 まで形成する（図 31A）。画素電極 111R、画素電極 111G、画素電極 111B 及び導電層 123 の形成までは、前述の記載を参照できるため、詳細な説明は省略する。

[0570]

続いて、画素電極 111R、画素電極 111G、画素電極 111B 及び導電層 123 の端部を覆って、絶縁層 237 を形成する（図 39A）。絶縁層 237 は、有機絶縁膜又は無機絶縁膜を用いることができる。絶縁層 237 の端部はテーパ形状であることが好ましい。絶縁層 237 の端部をテーパ形状とすることにより、後に形成される膜の被覆性を高めることができる。特に、有機絶縁膜として感光性の材料を用いる場合は、露光及び現像の条件により端部の形状を制御しやすいため好ましい。なお、絶縁層 237 として、無機絶縁膜を用いてもよい。絶縁層 237 として無機絶縁膜を用いることにより、表示装置 100 を高精細な表示装置とすることができる。

[0571]

続いて、画素電極 111R の表面に、島状の層 113R を形成する（図 39B）。

[0572]

層 113R は、ファインメタルマスクを用いた真空蒸着法により形成することが好ましい。なお、ファインメタルマスクを用いたスパッタリング法、またはインクジェット法を用いて島状の層 113R を形成してもよい。

[0573]

図 39B は、ファインメタルマスク 151R を用いて層 113R を形成している様子を模式的に示している。図 39B では、層 113R の被形成面が下側になるように基板を反転した状態で成膜する、いわゆるフェイスダウン方式で層 113R を形成している様子を示している。

[0574]

ファインメタルマスクを用いた真空蒸着法では、ファインメタルマスクの開口よりも広い範囲に蒸着される場合が多い。図 39B 中の破線で示すように、ファインメタルマスク 151R の開口よりも広い範囲に層 113R が形成されうる。また、層 113R の端部は、テーパ形状となる。絶縁層 237 の表面にも層 113R が形成されてもよい。

[0575]

続いて、ファインメタルマスク 151G を用いて、画素電極 111G の表面に、層 113G を形成する（図 40）。層 113G の端部は、テーパ形状となる。絶縁層 237 の表面にも層 113G が形成されてもよい。

[0576]

続いて、ファインメタルマスク 151B を用いて、画素電極 111B の表面に、層 113B を形成する（図 41）。層 113B の端部は、テーパ形状となる。絶縁層 237 の表面にも層 113B が形成されてもよい。

[0577]

導電層 123 の表面には、層 113R、層 113G 及び層 113B を形成しないことが好ましい。

[0578]

なお、ここでは層 1 1 3 R、層 1 1 3 G、層 1 1 3 B の順で形成する例を示したが、本発明の一態様はこれに限られない。層 1 1 3 R、層 1 1 3 G、及び層 1 1 3 B の形成順は特に限定されない。また、図 4 1 等では層 1 1 3 R、層 1 1 3 G、及び層 1 1 3 B が互いに分離している、つまり隣り合う層 1 1 3 が接せず、分離している例を示しているが、本発明の一態様はこれに限られない。隣り合う層 1 1 3 が接してもよい。例えば、絶縁層 2 3 7 上において、層 1 1 3 R が層 1 1 3 G と重なる領域を有し、層 1 1 3 G が層 1 1 3 B と重なる領域を有し、層 1 1 3 R が層 1 1 3 B と重なる領域を有してもよい。

[0579]

続いて、絶縁層 1 2 7、層 1 1 3 R、層 1 1 3 G、及び層 1 1 3 B 上に、共通層 1 1 4、共通電極 1 1 5、及び保護層 1 3 1 を形成する（図 4 2）。共通層 1 1 4、共通電極 1 1 5、及び保護層 1 3 1 の形成については、前述の記載を参照できるため、詳細な説明は省略する。

[0580]

続いて、基板 1 2 0 を用意し、基板 1 2 0 上に遮光層 1 1 7 を形成する。次に、保護層 1 3 1 上に、樹脂層 1 2 2 を用いて、基板 1 2 0 及び遮光層 1 1 7 を貼り合わせることで、表示装置を作製することができる（図 1 8）。

[0581]

平坦化層として機能する絶縁層 2 1 4 及び絶縁層 2 3 5 を設けることにより、発光デバイス 1 3 0 等の被形成面の凹凸が小さくなる。したがって、共通電極の段切れによる接続不良、及び共通電極 1 1 5 の膜厚が局所的に薄くなり、電気抵抗が上昇することを防止でき、表示品質の高い表示装置とすることができる。

[0582]

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

[0583]

（実施の形態 3）

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置について図 4 3 及び図 4 4 を用いて説明する。

[0584]

〔画素のレイアウト〕

本実施の形態では、主に、図 1 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、様々な方法を適用することができる。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、ペンタイル配列などが挙げられる。

[0585]

本実施の形態で図に示す副画素の上面形状は、発光領域（または受光領域）の上面形状に相当する。なお、本明細書等において、上面形状とは、平面視における形状、つまり、上から見た形状を指す。

[0586]

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）、五角形などの多角形、これら多角形の角が丸い形状、楕円形、または円形などが挙げられる。

[0587]

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、回路の構成要素は、

その外側に配置されていてもよい。

[0588]

図43Aに示す画素110には、Sストライプ配列が適用されている。図43Aに示す画素110は、副画素110a、副画素110b、及び副画素110cの3種類の副画素で構成される。

[0589]

図43Bに示す画素110は、角が丸い略台形または略三角形の上面形状を有する副画素110a及び副画素110bと、角が丸い略四角形または略六角形の上面形状を有する副画素110cと、を有する。また、副画素110bは、副画素110a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することができる。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。

[0590]

図43Cに示す画素124a、124bには、ペンタイル配列が適用されている。図43Cでは、副画素110a及び副画素110bを有する画素124aと、副画素110b及び副画素110cを有する画素124bと、が交互に配置されている例を示す。

[0591]

図43D乃至図43Fに示す画素124a、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110a、110b）を有し、下の行（2行目）に、1つの副画素（副画素110c）を有する。画素124bは上の行（1行目）に、1つの副画素（副画素110c）を有し、下の行（2行目）に、2つの副画素（副画素110a、110b）を有する。

[0592]

図43D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43Eは、各副画素が、円形の上面形状を有する例であり、図43F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。

[0593]

図43F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110aに着目したとき、これを囲むように3つの副画素110bと3つの副画素110c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。

[0594]

図43G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、行方向に並ぶ2つの副画素（例えば、副画素110aと副画素110b、または、副画素110bと副画素110c）の上辺の位置がずれている。

[0595]

図43A乃至図43Gに示す各画素において、例えば、副画素110aを赤色の光を呈する副画素Rとし、副画素110bを緑色の光を呈する副画素Gとし、副画素110c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することができる。例えば、副画素110bを赤色の光を呈する副画素Rとし、副画素110aを緑色の光を呈する副画素Gとしてもよい。

[0596]

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、または円形などになることがある。

[0597]

さらに、本発明の一態様の表示装置の作製方法では、レジストマスクを用いてEL層を島状に加工する。EL層上に形成したレジスト膜は、EL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、EL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、EL層の上面形状が、多角形の角が丸い形状、楕円形、または円形などになることがある。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、EL層の上面形状が円形になることがある。

[0598]

なお、EL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、マスクパターン上の図形コーナー部などに補正用のパターンを追加する。

[0599]

図44A乃至図44I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。

[0600]

図44A乃至図44Cに示す画素110は、ストライプ配列が適用されている。

[0601]

図44Aは、各副画素が、長方形の上面形状を有する例であり、図44B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44Cは、各副画素が、楕円形の上面形状を有する例である。

[0602]

図44D乃至図44Fに示す画素110は、マトリクス配列が適用されている。

[0603]

図44Dは、各副画素が、正方形の上面形状を有する例であり、図44E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44Fは、各副画素が、円形の上面形状を有する例である。

[0604]

図44G及び図44Hでは、1つの画素110が、2行3列で構成されている例を示す。

[0605]

図44Gに示す画素110は、上の行（1行目）に、3つの副画素（副画素110a、110b、110c）を有し、下の行（2行目）に、1つの副画素（副画素110d）を有する。言い換えると、画素110は、左の列（1列目）に、副画素110aを有し、中央の列（2列目）に副画素110bを有し、右の列（3列目）に副画素110cを有し、さらに、この3列にわたって、副画素

1 1 0 dを有する。

[0 6 0 6]

図4 4 Hに示す画素1 1 0は、上の行（1行目）に、3つの副画素（副画素1 1 0 a、1 1 0 b、1 1 0 c）を有し、下の行（2行目）に、3つの副画素1 1 0 dを有する。言い換えると、画素1 1 0は、左の列（1列目）に、副画素1 1 0 a及び副画素1 1 0 dを有し、中央の列（2列目）に副画素1 1 0 b及び副画素1 1 0 dを有し、右の列（3列目）に副画素1 1 0 c及び副画素1 1 0 dを有する。図4 4 H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、製造プロセスで生じうるゴミなどを効率よく除去することが可能となる。したがって、表示品位の高い表示装置を提供することができる。

[0 6 0 7]

図4 4 Iでは、1つの画素1 1 0が、3行2列で構成されている例を示す。

[0 6 0 8]

図4 4 Iに示す画素1 1 0は、上の行（1行目）に、副画素1 1 0 aを有し、中央の行（2行目）に、副画素1 1 0 bを有し、1行目から2行目にわたって副画素1 1 0 cを有し、下の行（3行目）に、1つの副画素（副画素1 1 0 d）を有する。言い換えると、画素1 1 0は、左の列（1列目）に、副画素1 1 0 a、1 1 0 bを有し、右の列（2列目）に副画素1 1 0 cを有し、さらに、この2列にわたって、副画素1 1 0 dを有する。

[0 6 0 9]

図4 4 A乃至図4 4 Iに示す画素1 1 0は、副画素1 1 0 a、1 1 0 b、1 1 0 c、1 1 0 dの4つの副画素で構成される。

[0 6 1 0]

副画素1 1 0 a、1 1 0 b、1 1 0 c、1 1 0 dは、それぞれ発光色の異なる発光デバイスを有する構成とすることができる。副画素1 1 0 a、1 1 0 b、1 1 0 c、1 1 0 dとしては、R、G、B、白色（W）の4色の副画素、R、G、B、Yの4色の副画素、または、R、G、B、赤外光（IR）の副画素などが挙げられる。

[0 6 1 1]

図4 4 A乃至図4 4 Iに示す各画素1 1 0において、例えば、副画素1 1 0 aを赤色の光を呈する副画素Rとし、副画素1 1 0 bを緑色の光を呈する副画素Gとし、副画素1 1 0 cを青色の光を呈する副画素Bとし、副画素1 1 0 dを白色の光を呈する副画素W、黄色の光を呈する副画素Y、または近赤外光を呈する副画素IRのいずれかとするのが好ましい。このような構成とする場合、図4 4 G及び図4 4 Hに示す画素1 1 0では、R、G、B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。また、図4 4 Iに示す画素1 1 0では、R、G、B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。

[0 6 1 2]

画素1 1 0は、受光デバイスを有する副画素を有してもよい。

[0 6 1 3]

図4 4 A乃至図4 4 Iに示す各画素1 1 0において、副画素1 1 0 a乃至副画素1 1 0 dのいずれか一つを、受光デバイスを有する副画素としてもよい。

[0 6 1 4]

図4 4 A乃至図4 4 Iに示す各画素1 1 0において、例えば、副画素1 1 0 aを赤色の光を呈す

る副画素Rとし、副画素110bを緑色の光を呈する副画素Gとし、副画素110cを青色の光を呈する副画素Bとし、副画素110dを、受光デバイスを有する副画素Sとすることが好ましい。このような構成とする場合、図44G及び図44Hに示す画素110では、R、G、B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。また、図44Iに示す画素110では、R、G、B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。

[0615]

受光デバイスを有する副画素Sが検出する光の波長は特に限定されない。副画素Sは、可視光及び赤外光の一方または双方を検出する構成とすることが出来る。

[0616]

図44J及び図44Kに示すように、画素は副画素を5種類有する構成とすることが出来る。

[0617]

図44Jでは、1つの画素110が、2行3列で構成されている例を示す。

[0618]

図44Jに示す画素110は、上の行（1行目）に、3つの副画素（副画素110a、110b、110c）を有し、下の行（2行目）に、2つの副画素（副画素110d、110e）を有する。言い換えると、画素110は、左の列（1列目）に、副画素110a、110dを有し、中央の列（2列目）に副画素110bを有し、右の列（3列目）に副画素110cを有し、さらに、2列目から3列目にわたって、副画素110eを有する。

[0619]

図44Kでは、1つの画素110が、3行2列で構成されている例を示す。

[0620]

図44Kに示す画素110は、上の行（1行目）に、副画素110aを有し、中央の行（2行目）に、副画素110bを有し、1行目から2行目にわたって副画素110cを有し、下の行（3行目）に、2つの副画素（副画素110d、110e）を有する。言い換えると、画素110は、左の列（1列目）に、副画素110a、110b、110dを有し、右の列（2列目）に副画素110c、110eを有する。

[0621]

図44J及び図44Kに示す各画素110において、例えば、副画素110aを赤色の光を呈する副画素Rとし、副画素110bを緑色の光を呈する副画素Gとし、副画素110cを青色の光を呈する副画素Bとすることが好ましい。このような構成とする場合、図44Jに示す画素110では、R、G、B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。また、図44Kに示す画素110では、R、G、B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。

[0622]

図44J及び図44Kに示す各画素110において、例えば、副画素110dと副画素110eのうち、少なくとも一方に、受光デバイスを有する副画素Sを適用することが好ましい。副画素110dと副画素110eの両方に受光デバイスを用いる場合、受光デバイスの構成が互いに異なってもよい。例えば、互いに検出する光の波長域が少なくとも一部が異なってもよい。具体的には、副画素110dと副画素110eのうち、一方は主に可視光を検出する受光デバイスを有

し、他方は主に赤外光を検出する受光デバイスを有してもよい。

[0623]

図44J及び図44Kに示す各画素110において、例えば、副画素110dと副画素110eのうち、一方に、受光デバイスを有する副画素Sを適用し、他方に、光源として用いることが可能な発光デバイスを有する副画素を適用することが好ましい。例えば、副画素110dと副画素110eのうち、一方は赤外光を呈する副画素IRとし、他方は赤外光を検出する受光デバイスを有する副画素Sとすることが好ましい。

[0624]

副画素R、G、B、IR、Sを有する画素では、副画素R、G、Bを用いて画像を表示しながら、副画素IRを光源として用いて、副画素Sにて副画素IRが発する赤外光の反射光を検出することができる。

[0625]

以上のように、本発明の一態様の表示装置は、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することができる。また、本発明の一態様の表示装置は、画素に発光デバイスと受光デバイスとの双方を有する構成を適用することができる。この場合においても、様々なレイアウトを適用することができる。

[0626]

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

[0627]

(実施の形態4)

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置について、説明する。

[0628]

本実施の形態の表示装置は、高精細な表示装置とすることができる。したがって、本実施の形態の表示装置は、例えば、腕時計型、及び、ブレスレット型などの情報端末機（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）などのVR向け機器、及び、メガネ型のAR向け機器など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。

[0629]

本実施の形態の表示装置は、高解像度の表示装置または大型の表示装置とすることができる。したがって、本実施の形態の表示装置は、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、コンピュータ用などのモニタ、デジタルサイネージ、及び、パチンコ機などの大型ゲーム機など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。

[0630]

[表示装置100G]

図45に、表示装置100Gの斜視図を示し、図46に、表示装置100Gの断面図を示す。

[0631]

表示装置100Gは、基板152と基板151とが貼り合わされた構成を有する。図45では、基板152を破線で示している。

[0632]

表示装置 100G は、表示部 162、接続部 140、回路 164、配線 165 等を有する。図 45 では表示装置 100G に IC 173 及び FPC 172 が実装されている例を示している。そのため、図 45 に示す構成は、表示装置 100G 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。

[0633]

接続部 140 は、表示部 162 の外側に設けられる。接続部 140 は、表示部 162 の一辺または複数の辺に沿って設けることができる。接続部 140 は、単数であっても複数であってもよい。図 45 では、表示部の四辺を囲むように接続部 140 が設けられている例を示す。接続部 140 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することができる。

[0634]

回路 164 としては、例えば走査線駆動回路を用いることができる。

[0635]

配線 165 は、表示部 162 及び回路 164 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 172 を介して外部から配線 165 に入力される、または IC 173 から配線 165 に入力される。

[0636]

図 45 では、COG（Chip On Glass）方式または COF（Chip on Film）方式等により、基板 151 に IC 173 が設けられている例を示す。IC 173 は、例えば走査線駆動回路または信号線駆動回路などを有する IC を適用できる。なお、表示装置 100G 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、COF 方式等により、FPC に実装してもよい。

[0637]

図 46 に、表示装置 100G の、FPC 172 を含む領域の一部、回路 164 の一部、表示部 162 の一部、接続部 140 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。

[0638]

図 46 に示す表示装置 100G は、基板 151 と基板 152 の間に、トランジスタ 201、トランジスタ 205、発光デバイス 130R、発光デバイス 130G、及び、発光デバイス 130B 等を有する。

[0639]

層 113R、層 113G、及び層 113B それぞれの上面の一部及び側面は、絶縁層 125、及び絶縁層 127 によって覆われている。層 113R と絶縁層 125 との間にはマスク層 118R 及びマスク層 119R が位置する。また、層 113G と絶縁層 125 との間にはマスク層 118G 及びマスク層 119G が位置し、層 113B と絶縁層 125 との間にはマスク層 118B 及びマスク層 119B が位置する。層 113B、層 113G、層 113R、絶縁層 125、及び絶縁層 127 上に、共通層 114 が設けられ、共通層 114 上に共通電極 115 が設けられている。共通層 114 及び共通電極 115 は、それぞれ、複数の発光デバイスに共通して設けられるひと続きの膜である。

[0640]

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152は接着層142を介して接着されている。基板152には、遮光層117が設けられている。発光デバイスの封止には、固体封止構造または中空封止構造などが適用できる。図46では、基板152と基板151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。または、当該空間を不活性ガス（窒素またはアルゴンなど）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。

[0641]

保護層131は、少なくとも表示部162に設けられており、表示部162全体を覆うように設けられていることが好ましい。保護層131は、表示部162だけでなく、接続部140及び回路164を覆うように設けられていることが好ましい。また、保護層131は、表示装置100Gの端部にまで設けられていることが好ましい。一方で、接続部204には、FPC172と導電層166とを電氣的に接続させるため、保護層131が設けられていない部分が生じる。

[0642]

基板151の、基板152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165が導電層233t、導電層166及び接続層242を介してFPC172と電氣的に接続されている。導電層233tは、絶縁層214に設けられた開口を介して配線165と電氣的に接続される。導電層233tは、導電層233R、導電層233G、及び導電層233Bと同じ工程で形成することができる。導電層166は、画素電極111R、画素電極111G、及び画素電極111Bと同じ工程で形成することができる。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FPC172とを接続層242を介して電氣的に接続することができる。

[0643]

例えば、保護層131を表示装置100Gの一面全体に成膜した後、マスクを用いて保護層131の導電層166と重なる領域を除去することで、導電層166を露出させることができる。

[0644]

導電層166上に、少なくとも1層の有機層と導電層との積層構造を設け、当該積層構造上に、保護層131を設けてもよい。そして、当該積層構造に対して、レーザ、または、鋭利な刃物（例えば針またはカッター）を用いて、剥離の起点（剥離のきっかけとなる部分）を形成し、当該積層構造及びその上の保護層131を選択的に除去し、導電層166を露出させてもよい。例えば、粘着性のローラーを基板151に押し付け、ローラーを回転させながら相対的に移動させることで、保護層131を選択的に除去することができる。または、粘着性のテープを基板151に貼り付け、剥してもよい。有機層と導電層の密着性、または、有機層同士の密着性が低いため、有機層と導電層の界面、または、有機層中で分離が生じる。これにより、保護層131の導電層166と重なる領域を選択的に除去することができる。なお、導電層166上に有機層等が残存した場合は、有機溶剤等により除去することができる。

[0645]

有機層としては、例えば、層113B、層113G、及び層113Rのいずれかに用いる少なくとも1層の有機層（発光層、キャリアブロック層、キャリア輸送層、またはキャリア注入層として

機能する層）を用いることができる。有機層は、層 1 1 3 B、層 1 1 3 G、及び層 1 1 3 R のいずれかの成膜時に同時に形成してもよく、別途設けてもよい。導電層は、共通電極 1 1 5 と同一工程及び同一材料で形成することができる。例えば、共通電極 1 1 5 及び導電層として、ITO 膜を形成することが好ましい。なお、共通電極 1 1 5 に積層構造を用いる場合、導電層としては、共通電極 1 1 5 を構成する層のうち、少なくとも 1 層を設ける。

[0646]

導電層 1 6 6 上に保護層 1 3 1 が成膜されないように、導電層 1 6 6 の上面をマスクで覆ってもよい。マスクとしては、例えば、メタルマスク（エリアメタルマスク）を用いてもよく、粘着性または吸着性を有するテープまたはフィルムを用いてもよい。当該マスクを配置した状態で保護層 1 3 1 を形成し、その後、マスクを取り除くことで、保護層 1 3 1 を形成した後でも、導電層 1 6 6 が露出した状態を保つことができる。

[0647]

このような方法を用いて、接続部 2 0 4 に保護層 1 3 1 が設けられていない領域を形成し、当該領域において、導電層 1 6 6 と FPC 1 7 2 とを接続層 2 4 2 を介して電氣的に接続することができる。

[0648]

接続部 1 4 0 においては、絶縁層 2 3 5 上に導電層 1 2 3 が設けられている。図 4 6 は、導電層 1 2 3 は、導電層 1 1 2 R、導電層 1 1 2 G、及び導電層 1 1 2 B と同一の導電膜を加工して得られた導電膜と、導電層 1 2 6 R、導電層 1 2 6 G、及び導電層 1 2 6 B と同一の導電膜を加工して得られた導電膜と、導電層 1 2 9 R、導電層 1 2 9 G、及び導電層 1 2 9 B 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している。導電層 1 2 3 の端部は、マスク層 1 1 8 R、マスク層 1 1 9 R、絶縁層 1 2 5、及び絶縁層 1 2 7 によって覆われている。また、導電層 1 2 3 上には共通層 1 1 4 が設けられ、共通層 1 1 4 上には共通電極 1 1 5 が設けられている。導電層 1 2 3 と共通電極 1 1 5 は共通層 1 1 4 を介して電氣的に接続される。なお、接続部 1 4 0 には、共通層 1 1 4 が形成されていなくてもよい。この場合、導電層 1 2 3 と共通電極 1 1 5 とが直接接して電氣的に接続される。

[0649]

絶縁層 2 1 4 上に配線 2 3 3 q が設けられる。配線 2 3 3 q は、導電層 2 3 3 R、導電層 2 3 3 G、導電層 2 3 3 B、及び導電層 2 3 3 t と同じ工程で形成することができる。本発明の一態様で有る表示装置は、トランジスタを構成する導電層と同じ工程で形成することができる配線に加えて、絶縁層 2 1 4 上に配線を設けることができる。これにより、表示装置が有する回路（例えば、画素回路）において、トランジスタ、容量及び配線の配置の自由度が高まり、回路の占有面積を小さくすることができる。また、配線の配置の自由度が高まることから、配線間の寄生容量を低減することができる。

[0650]

なお、図 4 6 は、配線 2 3 3 q と絶縁層 2 1 4 との間に絶縁層 2 3 8 が設けられる構成を示しているが、図 2 等に示すように絶縁層 2 3 8 を設けない構成としてもよい。、絶縁層 2 3 8 を設けない場合は、配線 2 3 3 q は絶縁層 2 1 4 の上面に接して設けられる。

[0651]

表示装置 1 0 0 G 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 1 5 2 側

に射出される。基板 1 5 2 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 1 1 5）は可視光を透過する材料を含む。
[0 6 5 2]

トランジスタ 2 0 1 及びトランジスタ 2 0 5 は、いずれも基板 1 5 1 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することができる。なお、トランジスタ 2 0 1 及びトランジスタ 2 0 5 の構造は特に限定されない。

[0 6 5 3]

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、単結晶性半導体、または単結晶以外の結晶性を有する半導体（微結晶半導体、多結晶半導体、また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。単結晶半導体または結晶性を有する半導体を用いると、トランジスタ特性の劣化を抑制できるため好ましい。

[0 6 5 4]

トランジスタの半導体層は、半導体特性を示す金属酸化物（酸化物半導体）を有することが好ましい。つまり、本実施の形態の表示装置は、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。

[0 6 5 5]

結晶性を有する酸化物半導体としては、CAAC（c-axis-aligned crystalline）-OS、nc（nanocrystalline）-OS 等が挙げられる。

[0 6 5 6]

または、シリコンをチャネル形成領域に用いたトランジスタ（Si 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、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（LTPS: Low Temperature Poly Silicon）を有するトランジスタ（以下、LTPS トランジスタともいう）を用いることができる。LTPS 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。

[0 6 5 7]

LTPS トランジスタ等の Si 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がある回路（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、表示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することができる。

[0 6 5 8]

OS 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、OS 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、OS トランジスタを適用することで、表示装置の消費電力を低減することができる。

[0 6 5 9]

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。そのためには、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。OS トランジスタは、Si 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、OS トランジスタのソースドレイン間には高い電圧を印加することができる。したがって、画素回路に含まれる駆動トランジスタをOS 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。

[0660]

トランジスタが飽和領域で動作する場合において、OSトランジスタは、Si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OS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することができる。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。

[0661]

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、OS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、Si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。そのため、OS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、EL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、OS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。

[0662]

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」、「発光デバイスのばらつきの抑制」などを図ることができる。

[0663]

半導体層に用いる金属酸化物は、例えば、インジウムと、元素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または複数種）と、亜鉛と、を有することが好ましい。特に、元素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または複数種であることが好ましい。

[0664]

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。または、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。または、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。または、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。または、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。

[0665]

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またはその近傍の組成、In：M：Zn＝1：1：1.2またはその近傍の組成、In：M：Zn＝1：3：2またはその近傍の組成、In：M：Zn＝1：

3 : 4 またはその近傍の組成、 $I_n : M : Z_n = 2 : 1 : 3$ またはその近傍の組成、 $I_n : M : Z_n = 3 : 1 : 2$ またはその近傍の組成、 $I_n : M : Z_n = 4 : 2 : 3$ またはその近傍の組成、 $I_n : M : Z_n = 4 : 2 : 4$ 、1 またはその近傍の組成、 $I_n : M : Z_n = 5 : 1 : 3$ またはその近傍の組成、 $I_n : M : Z_n = 5 : 1 : 6$ またはその近傍の組成、 $I_n : M : Z_n = 5 : 1 : 7$ またはその近傍の組成、 $I_n : M : Z_n = 5 : 1 : 8$ またはその近傍の組成、 $I_n : M : Z_n = 6 : 1 : 6$ またはその近傍の組成、 $I_n : M : Z_n = 5 : 2 : 5$ またはその近傍の組成、 $I_n : M : Z_n = 10 : 1 : 3$ またはその近傍の組成、 $I_n : M : Z_n = 10 : 1 : 6$ またはその近傍の組成、 $I_n : M : Z_n = 10 : 1 : 8$ また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 $\pm 30\%$ の範囲を含む。なお、元素Mとして2種類以上の元素を含む場合、当該2以上の金属元素の原子数の和から上記原子数比における元素Mの割合を算出することができる。

[0666]

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

[0667]

回路164が有するトランジスタと、表示部162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164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種類以上であってもよい。同様に、表示部162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種類以上であってもよい。

[0668]

表示部162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、表示部162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、表示部162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。

[0669]

例えば、表示部162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、駆動能力の高い表示装置を実現することができる。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、より好適な例としては、配線間の導通、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等にOSトランジスタを適用し、電流を制御するトランジスタ等にLTPSトランジスタを適用することが好ましい。

[0670]

例えば、表示部162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も呼ぶことができる。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気的に接続される。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。

[0671]

一方、表示部162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、画素の階調を維持することができるため、静止画を表示する際にドライバを停止することで、消費電力を低減することができる。

[0672]

このように本発明の一態様の表示装置は、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。

[0673]

なお、本発明の一態様の表示装置は、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（横リーク電流、サイドリーク電流ともいう）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、表示装置に画像を表示した場合に、観察者が画像のきれ、画像のするとき、高い彩度、及び高いコントラスト比のいずれか一また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、黒表示時に生じうる光漏れ（いわゆる黒浮き）などが限りなく少ない表示とすることができる。

[0674]

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、発光デバイスの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、またはサイドリークを極めて少なくすることができる。

[0675]

基板152の基板151側の面には、遮光層117を設けることが好ましい。遮光層117は、隣り合う発光デバイスの間、接続部140、及び、回路164などに設けることができる。また、基板152の外側には各種光学部材を配置することができる。

[0676]

基板151及び基板152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することができる。

[0677]

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することができる。

[0678]

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

[0679]

[表示装置100H]

図47に示す表示装置100Hは、ボトムエミッション型の表示装置である点で、表示装置100Gと主に相違する。

[0680]

発光デバイスが発する光は、基板151側に射出される。基板151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152に用いる材料の透光性は問わない。

[0681]

基板151とトランジスタ201との間、基板151とトランジスタ205との間には、遮光層117を形成することが好ましい。図47では、基板151上に遮光層117が設けられ、遮光層117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。

[0682]

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。

[0683]

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

[0684]

導電層112R、112G、126R、126G、129R、129G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115には可視光を反射する材料を用いることが好ましい。

[0685]

[表示装置100J]

図48に示す表示装置100Jは、受光デバイス150を有する点で、表示装置100Gと主に相違する。

[0686]

受光デバイス150は、画素電極111Sと、層113Sと、共通層114と、共通電極115と、を有する。層113Sは、少なくとも活性層を有する。画素電極111Sは、画素電極111R、画素電極111G、及び画素電極111Bと同じ工程で形成することができる。

[0687]

画素電極111Sは、導電層233Sを介して、トランジスタ205Sが有する導電層222bと接続されている。

[0688]

画素電極111Sの上面及び側面は、層113Sによって覆われている。

[0689]

層113Sの上面の一部及び側面は、絶縁層125、及び絶縁層127によって覆われている。層113Sと絶縁層125との間にはマスク層118S及びマスク層119Sが位置する。層113S、絶縁層125、及び絶縁層127上に、共通層114が設けられ、共通層114上に共通電極115が設けられている。共通層114は、受光デバイスと発光デバイスに共通して設けられるひと続きの膜である。

[0690]

表示装置100Jは、例えば、実施の形態3で説明した、図44A乃至図44Kに示す画素レイアウトを適用することができる。また、受光デバイスを有する表示装置の詳細については、実施の

形態 1 及び実施の形態 6 を参照することができる。

[0691]

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

[0692]

(実施の形態 5)

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置に用いることができる発光デバイスについて説明する。

[0693]

図 49A に示すように、発光デバイスは、一对の電極（下部電極 761 及び上部電極 762）の間に、EL 層 763 を有する。EL 層 763 は、層 780、発光層 771、及び、層 790 などの複数の層で構成することができる。

[0694]

発光層 771 は、少なくとも発光物質（発光材料ともいう）を有する。

[0695]

下部電極 761 が陽極であり、上部電極 762 が陰極である場合、層 780 は、正孔注入性の高い材料を含む層（正孔注入層）、正孔輸送性の高い材料を含む層（正孔輸送層）、及び、電子ブロック性の高い材料を含む層（電子ブロック層）のうち一つまたは複数を有する。また、層 790 は、電子注入性の高い材料を含む層（電子注入層）、電子輸送性の高い材料を含む層（電子輸送層）、及び、正孔ブロック性の高い材料を含む層（正孔ブロック層）のうち一つまたは複数を有する。下部電極 761 が陰極であり、上部電極 762 が陽極である場合、層 780 と層 790 は互いに上記と逆の構成になる。

[0696]

一对の電極間に設けられた層 780、発光層 771、及び層 790 を有する構成は単一の発光ユニットとして機能することができ、本明細書では図 49A の構成をシングル構造と呼ぶ。

[0697]

図 49B は、図 49A に示す発光デバイスが有する EL 層 763 の変形例である。具体的には、図 49B に示す発光デバイスは、下部電極 761 上の層 781 と、層 781 上の層 782 と、層 782 上の発光層 771 と、発光層 771 上の層 791 と、層 791 上の層 792 と、層 792 上の上部電極 762 と、を有する。

[0698]

下部電極 761 が陽極であり、上部電極 762 が陰極である場合、例えば、層 781 を正孔注入層、層 782 を正孔輸送層、層 791 を電子輸送層、層 792 を電子注入層とすることができる。また、下部電極 761 が陰極であり、上部電極 762 が陽極である場合、層 781 を電子注入層、層 782 を電子輸送層、層 791 を正孔輸送層、層 792 を正孔注入層とすることができる。このような層構造とすることで、発光層 771 に効率よくキャリアを注入し、発光層 771 内におけるキャリアの再結合の効率を高めることができる。

[0699]

なお、図 49C 及び図 49D に示すように、層 780 と層 790 との間に複数の発光層（発光層 771、772、773）が設けられる構成もシングル構造のバリエーションである。なお、図 49C 及び図 49D では、発光層を 3 層有する例を示すが、シングル構造の発光デバイスにおける発

光層は、2層であってもよく、4層以上であってもよい。また、シングル構造の発光デバイスは、2つの発光層の間に、バッファ層を有してもよい。

[0700]

図49E及び図49Fに示すように、複数の発光ユニット（発光ユニット763a及び発光ユニット763b）が電荷発生層785（中間層ともいう）を介して直列に接続された構成を本明細書ではタンデム構造と呼ぶ。なお、タンデム構造をスタック構造と呼んでもよい。タンデム構造とすることで、高輝度発光が可能な発光デバイスとすることができる。また、タンデム構造は、シングル構造と比べて、同じ輝度を得るために必要な電流を低減できるため、信頼性を高めることができる。

[0701]

なお、図49D及び図49Fは、表示装置が、発光デバイスと重なる層764を有する例である。図49Dは、層764が、図49Cに示す発光デバイスと重なる例であり、図49Fは、層764が、図49Eに示す発光デバイスと重なる例である。図49D及び図49Fでは、上部電極762側に光を取り出すため、上部電極762には、可視光を透過する導電膜を用いる。

[0702]

層764としては、色変換層及びカラーフィルタ（着色層）の一方または双方を用いることができる。

[0703]

図49C及び図49Dにおいて、発光層771、発光層772、及び発光層773に、同じ色の光を発する発光物質、さらには、同じ発光物質を用いてもよい。例えば、発光層771、発光層772、及び発光層773に、青色の光を発する発光物質を用いてもよい。青色の光を呈する副画素においては、発光デバイスが発する青色の光を取り出すことができる。また、赤色の光を呈する副画素及び緑色の光を呈する副画素においては、図49Dに示す層764として色変換層を設けることで、発光デバイスが発する青色の光をより長波長の光に変換し、赤色または緑色の光を取り出すことができる。また、層764としては、色変換層と着色層との双方を用いることが好ましい。発光デバイスが発する光の一部は、色変換層で変換されずにそのまま透過してしまうことがある。色変換層を透過した光を、着色層を介して取り出すことで、所望の色の光以外を着色層で吸収し、副画素が呈する光の色純度を高めることができる。

[0704]

図49C及び図49Dにおいて、発光層771、発光層772、及び発光層773に、それぞれ発光色の異なる発光物質を用いてもよい。発光層771、発光層772、及び発光層773がそれぞれ発する光の混合により、白色発光が得られる構成とすることができる。例えば、シングル構造の発光デバイスは、青色の光を発する発光物質を有する発光層、及び、青色よりも長波長の可視光を発する発光物質を有する発光層を有することが好ましい。

[0705]

図49Dに示す層764として、カラーフィルタを設けてもよい。白色光がカラーフィルタを透過することで、所望の色の光を得ることができる。

[0706]

例えば、シングル構造の発光デバイスが3層の発光層を有する場合、赤色（R）の光を発する発光物質を有する発光層、緑色（G）の光を発する発光物質を有する発光層、及び、青色（B）の光

を発する発光物質を有する発光層を有することが好ましい。発光層の積層順としては、陽極側から、R、G、B、または、陽極側からR、B、Gなどとすることができる。このとき、RとGまたはBとの間にバッファ層が設けられていてもよい。

[0707]

例えば、シングル構造の発光デバイスが2層の発光層を有する場合、青色（B）の光を発する発光物質を有する発光層、及び、黄色（Y）の光を発する発光物質を有する発光層を有する構成が好ましい。当該構成をBYシングル構造と呼称する場合がある。

[0708]

白色の光を発する発光デバイスは、2種類以上の発光物質を含むことが好ましい。白色発光を得るには、2種類の発光物質の各々の発光が補色の関係となるような発光物質を選択すればよい。例えば、第1の発光層の発光色と第2の発光層の発光色を補色の関係になるようにすることで、発光デバイス全体として白色発光する発光デバイスを得ることができる。3種類以上の発光物質を含む構成とする場合は、各々が発する光の混合により、白色発光する構成とすることができる。

[0709]

なお、図49C、図49Dにおいても、図49Bに示すように、層780と、層790とを、それぞれ独立に、2層以上の層からなる積層構造としてもよい。

[0710]

図49E及び図49Fにおいて、発光層771と、発光層772とに、同じ色の光を発する発光物質、さらには、同じ発光物質を用いてもよい。例えば、各色の光を呈する副画素が有する発光デバイスにおいて、発光層771と、発光層772に、それぞれ青色の光を発する発光物質を用いてもよい。青色の光を呈する副画素においては、発光デバイスが発する青色の光を取り出すことができる。また、赤色の光を呈する副画素及び緑色の光を呈する副画素においては、図49Fに示す層764として色変換層を設けることで、発光デバイスが発する青色の光をより長波長の光に変換し、赤色または緑色の光を取り出すことができる。また、層764としては、色変換層と着色層との双方を用いることが好ましい。

[0711]

各色の光を呈する副画素に、図49Eまたは図49Fに示す構成の発光デバイスを用いる場合、副画素によって、異なる発光物質を用いてもよい。具体的には、赤色の光を呈する副画素が有する発光デバイスにおいて、発光層771と、発光層772に、それぞれ赤色の光を発する発光物質を用いてもよい。同様に、緑色の光を呈する副画素が有する発光デバイスにおいて、発光層771と、発光層772に、それぞれ緑色の光を発する発光物質を用いてもよい。青色の光を呈する副画素が有する発光デバイスにおいて、発光層771と、発光層772に、それぞれ青色の光を発する発光物質を用いてもよい。このような構成の表示装置は、タンデム構造の発光デバイスが適用されており、かつ、SBS構造であるといえる。そのため、タンデム構造のメリットと、SBS構造のメリットの両方を併せ持つことができる。これにより、高輝度発光が可能であり、信頼性の高い発光デバイスを実現することができる。

[0712]

図49E及び図49Fにおいて、発光層771と、発光層772とに、発光色の異なる発光物質を用いてもよい。発光層771が発する光と、発光層772が発する光が補色の関係である場合、白色発光が得られる。図49Fに示す層764として、カラーフィルタを設けてもよい。白色光が

カラーフィルタを透過することで、所望の色の光を得ることができる。

[0713]

なお、図49E及び図49Fにおいて、発光ユニット763aが1層の発光層771を有し、発光ユニット763bが1層の発光層772を有する例を示すが、これに限られない。発光ユニット763a及び発光ユニット763bは、それぞれ、2層以上の発光層を有してもよい。

[0714]

図49E及び図49Fでは、発光ユニットを2つ有する発光デバイスを例示したが、これに限られない。発光デバイスは、発光ユニットを3つ以上有してもよい。なお、発光ユニットを2つ有する構成を2段タンデム構造と、発光ユニットを3つ有する構成を3段タンデム構造と、それぞれ呼称してもよい。

[0715]

図49E及び図49Fにおいて、発光ユニット763aは、層780a、発光層771、及び、層790aを有し、発光ユニット763bは、層780b、発光層772、及び、層790bを有する。

[0716]

下部電極761が陽極であり、上部電極762が陰極である場合、層780a及び層780bは、それぞれ、正孔注入層、正孔輸送層、及び、電子ブロック層のうち一つまたは複数を有する。また、層790a及び層790bは、それぞれ、電子注入層、電子輸送層、及び、正孔ブロック層のうち一つまたは複数を有する。下部電極761が陰極であり、上部電極762が陽極である場合、層780aと層790aは互いに上記と逆の構成になり、層780bと層790bも互いに上記と逆の構成になる。

[0717]

下部電極761が陽極であり、上部電極762が陰極である場合、例えば、層780aは、正孔注入層と、正孔注入層上の正孔輸送層と、を有し、さらに、正孔輸送層上の電子ブロック層を有してもよい。また、層790aは、電子輸送層を有し、さらに、発光層771と電子輸送層との間の正孔ブロック層を有してもよい。また、層780bは、正孔輸送層を有し、さらに、正孔輸送層上の電子ブロック層を有してもよい。また、層790bは、電子輸送層と、電子輸送層上の電子注入層と、を有し、さらに、発光層772と電子輸送層との間の正孔ブロック層を有してもよい。下部電極761が陰極であり、上部電極762が陽極である場合、例えば、層780aは、電子注入層と、電子注入層上の電子輸送層と、を有し、さらに、電子輸送層上の正孔ブロック層を有してもよい。また、層790aは、正孔輸送層を有し、さらに、発光層771と正孔輸送層との間の電子ブロック層を有してもよい。また、層780bは、電子輸送層を有し、さらに、電子輸送層上の正孔ブロック層を有してもよい。また、層790bは、正孔輸送層と、正孔輸送層上の正孔注入層と、を有し、さらに、発光層772と正孔輸送層との間の電子ブロック層を有してもよい。

[0718]

タンデム構造の発光デバイスを作製する場合、2つの発光ユニットは、電荷発生層785を介して積層される。電荷発生層785は、少なくとも電荷発生領域を有する。電荷発生層785は、一対の電極間に電圧を印加したときに、2つの発光ユニットの一方に電子を注入し、他方に正孔を注入する機能を有する。

[0719]

タンデム構造の発光デバイスの一例として、図50A乃至図50Cに示す構成が挙げられる。

[0720]

図50Aは、発光ユニットを3つ有する構成である。図50Aでは、複数の発光ユニット（発光ユニット763a、発光ユニット763b、及び発光ユニット763c）がそれぞれ電荷発生層785を介して、直列に接続されている。また、発光ユニット763aは、層780aと、発光層771と、層790aと、を有し、発光ユニット763bは、層780bと、発光層772と、層790bと、を有し、発光ユニット763cは、層780cと、発光層773と、層790cと、を有する。なお、層780cは、層780a及び層780bに適用可能な構成を用いることができ、層790cは、層790a及び層790bに適用可能な構成を用いることができる。

[0721]

図50Aにおいて、発光層771、発光層772、及び発光層773は、同じ色の光を発する発光物質を有すると好ましい。具体的には、発光層771、発光層772、及び発光層773が、それぞれ赤色（R）の発光物質を有する構成（いわゆるR\R\Rの3段タンデム構造）、発光層771、発光層772、及び発光層773が、それぞれ緑色（G）の発光物質を有する構成（いわゆるG\G\Gの3段タンデム構造）、または発光層771、発光層772、及び発光層773が、それぞれ青色（B）の発光物質を有する構成（いわゆるB\B\Bの3段タンデム構造）とすることができる。なお、「a\b」は、aの光を発する発光物質を有する発光ユニット上に、電荷発生層を介して、bの光を発する発光物質を有する発光ユニットが設けられていることを意味し、a、bは、色を意味する。

[0722]

図50Aにおいて、発光層771、発光層772、及び発光層773のうち、一部または全てに発光色の異なる発光物質を用いてもよい。発光層771、発光層772、及び発光層773の発光色の組み合わせは、例えば、いずれか2つが青色（B）、残りの一つが黄色（Y）の構成、並びに、いずれか一つが赤色（R）、他の一つが緑色（G）、残りの一つが青色（B）の構成が挙げられる。

[0723]

なお、それぞれ同じ色の光を発する発光物質としては、上記の構成に限定されない。例えば、図50Bに示すように、複数の発光層を有する発光ユニットを積層したタンデム型の発光デバイスとしてもよい。図50Bは、2つの発光ユニット（発光ユニット763a、及び発光ユニット763b）が電荷発生層785を介して直列に接続された構成である。また、発光ユニット763aは、層780aと、発光層771a、発光層771b、及び発光層771cと、層790aと、を有し、発光ユニット763bは、層780bと、発光層772a、発光層772b、及び発光層772cと、層790bと、を有する。

[0724]

図50Bにおいては、発光層771a、発光層771b、及び発光層771cについて、各々の発する光の混合により白色となる発光物質を選択し、発光ユニット763aを白色発光（W）が可能な構成とする。また、発光層772a、発光層772b、及び発光層772cについても、各々の発する光の混合により白色となる発光物質を選択し、発光ユニット763bを白色発光（W）が可能な構成とする。すなわち、図50Bに示す構成は、W\Wの2段タンデム構造である。なお、それぞれの発光物質の積層順については、特に限定はない。実施者が適宜最適な積層順を選択することができる。また、図示しないが、W\W\Wの3段タンデム構造、または4段以上のタンデム

構造としてもよい。

[0725]

タンデム構造の発光デバイスを用いる場合、黄色（Y）の光を発する発光ユニットと、青色（B）の光を発する発光ユニットとを有する $B \setminus Y$ または $Y \setminus B$ の2段タンデム構造、赤色（R）と緑色（G）の光を発する発光ユニットと、青色（B）の光を発する発光ユニットとを有する $R \cdot G \setminus B$ または $B \setminus R \cdot G$ の2段タンデム構造、青色（B）の光を発する発光ユニットと、黄色（Y）の光を発する発光ユニットと、青色（B）の光を発する発光ユニットとをこの順で有する $B \setminus Y \setminus B$ の3段タンデム構造、青色（B）の光を発する発光ユニットと、黄緑色（YG）の光を発する発光ユニットと、青色（B）の光を発する発光ユニットとをこの順で有する $B \setminus YG \setminus B$ の3段タンデム構造、青色（B）の光を発する発光ユニットと、緑色（G）の光を発する発光ユニットと、青色（B）の光を発する発光ユニットとをこの順で有する $B \setminus G \setminus B$ の3段タンデム構造などが挙げられる。なお、「 $a \cdot b$ 」は、1つの発光ユニットにaの光を発する発光物質とbの光を発する発光物質とを有することを意味する。

[0726]

図50Cに示すように、1つの発光層を有する発光ユニットと、複数の発光層を有する発光ユニットと、を組み合わせてもよい。

[0727]

具体的には、図50Cに示す構成においては、複数の発光ユニット（発光ユニット763a、発光ユニット763b、及び発光ユニット763c）がそれぞれ電荷発生層785を介して直列に接続された構成である。また、発光ユニット763aは、層780aと、発光層771と、層790aと、を有し、発光ユニット763bは、層780bと、発光層772a、発光層772b、及び発光層772cと、層790bと、を有し、発光ユニット763cは、層780cと、発光層773と、層790cと、を有する。

[0728]

例えば、図50Cに示す構成において、発光ユニット763aが青色（B）の光を発する発光ユニットであり、発光ユニット763bが赤色（R）、緑色（G）、及び黄緑色（YG）の光を発する発光ユニットであり、発光ユニット763cが青色（B）の光を発する発光ユニットである、 $B \setminus R \cdot G \cdot YG \setminus B$ の3段タンデム構造などを適用することができる。

[0729]

例えば、発光ユニットの積層数と色の順番としては、陽極側から、B、Yの2段構造、Bと発光ユニットXとの2段構造、B、Y、Bの3段構造、B、X、Bの3段構造が挙げられ、発光ユニットXにおける発光層の積層数と色の順番としては、陽極側から、R、Yの2層構造、R、Gの2層構造、G、Rの2層構造、G、R、Gの3層構造、または、R、G、Rの3層構造などとすることができる。また、2つの発光層の間に他の層が設けられていてもよい。

[0730]

次に、発光デバイスに用いることができる材料について説明する。

[0731]

下部電極761と上部電極762のうち、光を取り出す側の電極には、可視光を透過する導電膜を用いる。また、光を取り出さない側の電極には、可視光を反射する導電膜を用いることが好ましい。また、表示装置が赤外光を発する発光デバイスを有する場合には、光を取り出す側の電極には、

可視光及び赤外光を透過する導電膜を用い、光を取り出さない側の電極には、可視光及び赤外光を反射する導電膜を用いることが好ましい。

[0732]

光を取り出さない側の電極にも可視光を透過する導電膜を用いてもよい。この場合、反射層と、EL層763との間に当該電極を配置することが好ましい。つまり、EL層763の発光は、当該反射層によって反射されて、表示装置から取り出されてもよい。

[0733]

発光デバイスの一対の電極を形成する材料としては、金属、合金、電気伝導性化合物、及びこれらの混合物などを適宜用いることができる。当該材料としては、具体的には、アルミニウム、マグネシウム、チタン、クロム、マンガン、鉄、コバルト、ニッケル、銅、ガリウム、亜鉛、インジウム、スズ、モリブデン、タンタル、タングステン、パラジウム、金、白金、銀、イットリウム、ネオジムなどの金属、及びこれらを適宜組み合わせて含む合金が挙げられる。また、当該材料としては、インジウムスズ酸化物（In-Sn酸化物、ITOともいう）、In-Si-Sn酸化物（ITSOともいう）、インジウム亜鉛酸化物（In-Zn酸化物）、及びIn-W-Zn酸化物などを挙げることができる。また、当該材料としては、アルミニウム、ニッケル、及びランタンの合金（Al-Ni-La）等のアルミニウムを含む合金（アルミニウム合金）、並びに、銀とマグネシウムの合金、及び、銀とパラジウムと銅の合金（Ag-Pd-Cu、APCとも記す）等の銀を含む合金が挙げられる。その他、当該材料としては、上記例示のない元素周期表の第1族または第2族に属する元素（例えば、リチウム、セシウム、カルシウム、ストロンチウム）、ユウロピウム、イッテルビウムなどの希土類金属及びこれらを適宜組み合わせて含む合金、グラフェン等が挙げられる。

[0734]

発光デバイスには、微小光共振器（マイクロキャビティ）構造が適用されていることが好ましい。したがって、発光デバイスが有する一対の電極の一方は、可視光に対する透過性及び反射性を有する電極（半透過・半反射電極）であることが好ましく、他方は、可視光に対する反射性を有する電極（反射電極）であることが好ましい。発光デバイスがマイクロキャビティ構造を有することで、発光層から得られる発光を両電極間で共振させ、発光デバイスから射出される光を強めることができる。

[0735]

なお、半透過・半反射電極は、反射電極として用いることができる導電層と、可視光に対する透過性を有する電極（透明電極ともいう）として用いることができる導電層と、の積層構造とすることができる。

[0736]

透明電極の光の透過率は、40%以上とする。例えば、発光デバイスの透明電極には、可視光（波長400nm以上750nm未満の光）の透過率が40%以上である電極を用いることが好ましい。半透過・半反射電極の可視光の反射率は、10%以上95%以下、好ましくは30%以上80%以下とする。反射電極の可視光の反射率は、40%以上100%以下、好ましくは70%以上100%以下とする。また、これらの電極の抵抗率は、 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{ cm}$ 以下が好ましい。

[0737]

発光デバイスは少なくとも発光層を有する。また、発光デバイスは、発光層以外の層として、正

孔注入性の高い材料、正孔輸送性の高い材料、正孔ブロック材料、電子輸送性の高い材料、電子ブロック材料、電子注入性の高い材料、またはバイポーラ性の材料（電子輸送性及び正孔輸送性が高い材料）等を含む層をさらに有してもよい。例えば、発光デバイスは、発光層の他に、正孔注入層、正孔輸送層、正孔ブロック層、電荷発生層、電子ブロック層、電子輸送層、及び電子注入層のうち1層以上を有する構成とすることができる。

[0738]

発光デバイスには低分子化合物及び高分子化合物のいずれを用いることもでき、無機化合物を含んでいてもよい。発光デバイスを構成する層は、それぞれ、蒸着法（真空蒸着法を含む）、転写法、印刷法、インクジェット法、塗布法等の方法で形成することができる。

[0739]

発光層は、1種または複数種の発光物質を有する。発光物質としては、青色、紫色、青紫色、緑色、黄緑色、黄色、橙色、または赤色などの発光色を呈する物質を適宜用いる。また、発光物質として、近赤外光を発する物質を用いることもできる。

[0740]

発光物質としては、蛍光材料、燐光材料、TADF材料、及び量子ドット材料などが挙げられる。

[0741]

蛍光材料としては、例えば、ピレン誘導体、アントラセン誘導体、トリフェニレン誘導体、フルオレン誘導体、カルバゾール誘導体、ジベンゾチオフェン誘導体、ジベンゾフラン誘導体、ジベンゾキノキサリン誘導体、キノキサリン誘導体、ピリジン誘導体、ピリミジン誘導体、フェナントレン誘導体、及びナフタレン誘導体などが挙げられる。

[0742]

燐光材料としては、例えば、4H-トリアゾール骨格、1H-トリアゾール骨格、イミダゾール骨格、ピリミジン骨格、ピラジン骨格、またはピリジン骨格を有する有機金属錯体（特にイリジウム錯体）、電子吸引基を有するフェニルピリジン誘導体を配位子とする有機金属錯体（特にイリジウム錯体）、白金錯体、及び希土類金属錯体等が挙げられる。

[0743]

発光層は、発光物質（ゲスト材料）に加えて、1種または複数種の有機化合物（ホスト材料、アシスト材料等）を有してもよい。1種または複数種の有機化合物としては、正孔輸送性の高い材料（正孔輸送性材料）及び電子輸送性の高い材料（電子輸送性材料）の一方または双方を用いることができる。正孔輸送性材料としては、後述の、正孔輸送層に用いることができる正孔輸送性の高い材料を用いることができる。電子輸送性材料としては、後述の、電子輸送層に用いることができる電子輸送性の高い材料を用いることができる。また、1種または複数種の有機化合物として、バイポーラ性材料、またはTADF材料を用いてもよい。

[0744]

発光層は、例えば、燐光材料と、励起錯体を形成しやすい組み合わせである正孔輸送性材料及び電子輸送性材料と、を有することが好ましい。このような構成とすることにより、励起錯体から発光物質（燐光材料）へのエネルギー移動であるE x T E T（E x c i p l e x - T r i p l e t E n e r g y T r a n s f e r）を用いた発光を効率よく得ることができる。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、効率よく発光を得ることができる。この構成

により、発光デバイスの高効率、低電圧駆動、長寿命を同時に実現できる。

[0745]

正孔注入層は、陽極から正孔輸送層に正孔を注入する層であり、正孔注入性の高い材料を含む層である。正孔注入性の高い材料としては、芳香族アミン化合物、及び、正孔輸送性材料とアクセプター性材料（電子受容性材料）とを含む複合材料などが挙げられる。

[0746]

正孔輸送性材料としては、後述の、正孔輸送層に用いることができる正孔輸送性の高い材料を用いることができる。

[0747]

アクセプター性材料としては、例えば、元素周期表における第4族乃至第8族に属する金属の酸化物を用いることができる。具体的には、酸化モリブデン、酸化バナジウム、酸化ニオブ、酸化タンタル、酸化クロム、酸化タングステン、酸化マンガン、及び、酸化レニウムが挙げられる。中でも特に、酸化モリブデンは大気中でも安定であり、吸湿性が低く、扱いやすいため好ましい。また、フッ素を含む有機アクセプター性材料を用いることもできる。また、キノジメタン誘導体、クロラニル誘導体、及び、ヘキサアザトリフェニレン誘導体などの有機アクセプター性材料を用いることもできる。

[0748]

例えば、正孔注入性の高い材料として、正孔輸送性材料と、上述の元素周期表における第4族乃至第8族に属する金属の酸化物（代表的には酸化モリブデン）とを含む材料を用いてもよい。

[0749]

正孔輸送層は、正孔注入層によって、陽極から注入された正孔を発光層に輸送する層である。正孔輸送層は、正孔輸送性材料を含む層である。正孔輸送性材料としては、 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有する材料が好ましい。なお、電子よりも正孔の輸送性の高い材料であれば、これら以外のものも用いることができる。正孔輸送性材料としては、 π 電子過剰型複素芳香族化合物（例えばカルバゾール誘導体、チオフェン誘導体、フラン誘導体など）、芳香族アミン（芳香族アミン骨格を有する化合物）等の正孔輸送性の高い材料が好ましい。

[0750]

電子ブロック層は、発光層に接して設けられる。電子ブロック層は、正孔輸送性を有し、かつ、電子をブロックすることが可能な材料を含む層である。電子ブロック層には、上記正孔輸送性材料のうち、電子ブロック性を有する材料を用いることができる。

[0751]

電子ブロック層は、正孔輸送性を有するため、正孔輸送層と呼ぶこともできる。また、正孔輸送層のうち、電子ブロック性を有する層を、電子ブロック層と呼ぶこともできる。

[0752]

電子輸送層は、電子注入層によって、陰極から注入された電子を発光層に輸送する層である。電子輸送層は、電子輸送性材料を含む層である。電子輸送性材料としては、 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の電子移動度を有する物質が好ましい。なお、正孔よりも電子の輸送性の高い材料であれば、これら以外のものも用いることができる。電子輸送性材料としては、キノリン骨格を有する金属錯体、ベンゾキノリン骨格を有する金属錯体、オキサゾール骨格を有する金属錯体、チアゾール骨格を有する金属錯体等の他、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、

オキサゾール誘導体、チアゾール誘導体、フェナントロリン誘導体、キノリン配位子を有するキノリン誘導体、ベンゾキノリン誘導体、キノキサリン誘導体、ジベンゾキノキサリン誘導体、ピリジン誘導体、ビピリジン誘導体、ピリミジン誘導体、その他含窒素複素芳香族化合物を含む π 電子不足型複素芳香族化合物等の電子輸送性の高い材料を用いることができる。

[0753]

正孔ブロック層は、発光層に接して設けられる。正孔ブロック層は、電子輸送性を有し、かつ、正孔をブロックすることが可能な材料を含む層である。正孔ブロック層には、上記電子輸送性材料のうち、正孔ブロック性を有する材料を用いることができる。

[0754]

正孔ブロック層は、電子輸送性を有するため、電子輸送層と呼ぶこともできる。また、電子輸送層のうち、正孔ブロック性を有する層を、正孔ブロック層と呼ぶこともできる。

[0755]

電子注入層は、陰極から電子輸送層に電子を注入する層であり、電子注入性の高い材料を含む層である。電子注入性の高い材料としては、アルカリ金属、アルカリ土類金属、またはそれらの化合物を用いることができる。電子注入性の高い材料としては、電子輸送性材料とドナー性材料（電子供与性材料）とを含む複合材料を用いることもできる。

[0756]

電子注入性の高い材料のLUMO準位は、陰極に用いる材料の仕事関数の値との差が小さい（具体的には0.5 eV以下である）ことが好ましい。

[0757]

電子注入層には、例えば、リチウム、セシウム、イッテルビウム、フッ化リチウム(LiF)、フッ化セシウム(CsF)、フッ化カルシウム(CaF_x、Xは任意数)、8-(キノリノラト)リチウム(略称: Liq)、2-(2-ピリジル)フェノラトリチウム(略称: LiPP)、2-(2-ピリジル)-3-ピリジノラトリチウム(略称: LiPPy)、4-フェニル-2-(2-ピリジル)フェノラトリチウム(略称: LiPPP)、リチウム酸化物(LiO_x)、炭酸セシウム等のようなアルカリ金属、アルカリ土類金属、またはこれらの化合物を用いることができる。また、電子注入層は、2以上の積層構造としてもよい。当該積層構造としては、例えば、1層目にフッ化リチウムを用い、2層目にイッテルビウムを設ける構成が挙げられる。

[0758]

電子注入層は、電子輸送性材料を有してもよい。例えば、非共有電子対を備え、電子不足型複素芳香環を有する化合物を、電子輸送性材料に用いることができる。具体的には、ピリジン環、ジアジン環（ピリミジン環、ピラジン環、ピリダジン環）、トリアジン環の少なくとも1つを有する化合物を用いることができる。

[0759]

なお、非共有電子対を備える有機化合物の最低空軌道(LUMO: Lowest Unoccupied Molecular Orbital)準位は、-3.6 eV以上-2.3 eV以下であると好ましい。また、一般にCV（サイクリックボルタンメトリ）、光電子分光法、光吸収分光法、逆光電子分光法等により、有機化合物の最高被占有軌道(HOMO: Highest Occupied Molecular Orbital)準位及びLUMO準位を見積もることができる。

[0760]

例えば、4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン（略称：BPhen）、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）、ジキノキサリノ〔2,3-a:2',3'-c〕フェナジン（略称：HATNA）、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）等を、非共有電子対を備える有機化合物に用いることができる。なお、NBPhenはBPhenと比較して、高いガラス転移点（T_g）を備え、耐熱性に優れる。

[0761]

電荷発生層は、上述の通り、少なくとも電荷発生領域を有する。電荷発生領域は、アクセプター性材料を含むことが好ましく、例えば、上述の正孔注入層に適用可能な、正孔輸送性材料とアクセプター性材料とを含むことが好ましい。

[0762]

電荷発生層は、電子注入性の高い材料を含む層を有することが好ましい。当該層は、電子注入バッファ層と呼ぶこともできる。電子注入バッファ層は、電荷発生領域と電子輸送層との間に設けられることが好ましい。電子注入バッファ層を設けることで、電荷発生領域と電子輸送層との間の注入障壁を緩和することができるため、電荷発生領域で生じた電子を電子輸送層に容易に注入することができる。

[0763]

電子注入バッファ層は、アルカリ金属またはアルカリ土類金属を含むことが好ましく、例えば、アルカリ金属の化合物またはアルカリ土類金属の化合物を含む構成とすることができる。具体的には、電子注入バッファ層は、アルカリ金属と酸素とを含む無機化合物、または、アルカリ土類金属と酸素とを含む無機化合物を有することが好ましく、リチウムと酸素とを含む無機化合物（酸化リチウム（Li₂O）など）を有することがより好ましい。その他、電子注入バッファ層には、上述の電子注入層に適用可能な材料を好適に用いることができる。

[0764]

電荷発生層は、電子輸送性の高い材料を含む層を有することが好ましい。当該層は、電子リレー層と呼ぶこともできる。電子リレー層は、電荷発生領域と電子注入バッファ層との間に設けられることが好ましい。電荷発生層が電子注入バッファ層を有さない場合、電子リレー層は、電荷発生領域と電子輸送層との間に設けられることが好ましい。電子リレー層は、電荷発生領域と電子注入バッファ層（または電子輸送層）との相互作用を防いで、電子をスムーズに受け渡す機能を有する。

[0765]

電子リレー層としては、銅（I）フタロシアニン（略称：CuPc）などのフタロシアニン系の材料、または、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。

[0766]

なお、上述の電荷発生領域、電子注入バッファ層、及び電子リレー層は、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。

[0767]

なお、電荷発生層は、アクセプター性材料の代わりに、ドナー性材料を有してもよい。例えば、電荷発生層としては、上述の電子注入層に適用可能な、電子輸送性材料とドナー性材料とを含む層を有してもよい。

[0768]

発光ユニットを積層する際、2つの発光ユニットの間に電荷発生層を設けることで、駆動電圧の上昇を抑制することができる。

[0769]

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

[0770]

(実施の形態6)

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置に用いることができる受光デバイスと、受発光機能を有する表示装置と、について説明する。

[0771]

[受光デバイス]

図51Aに示すように、受光デバイスは、一对の電極（下部電極761及び上部電極762）の間に層765を有する。層765は、少なくとも1層の活性層を有し、さらに他の層を有してもよい。

[0772]

図51Bは、図51Aに示す受光デバイスが有する層765の変形例である。具体的には、図51Bに示す受光デバイスは、下部電極761上の層766と、層766上の活性層767と、活性層767上の層768と、層768上の上部電極762と、を有する。

[0773]

活性層767は、光電変換層として機能する。

[0774]

下部電極761が陽極であり、上部電極762が陰極である場合、層766は、正孔輸送層、及び、電子ブロック層のうち一方または双方を有する。また、層768は、電子輸送層、及び、正孔ブロック層のうち一方または双方を有する。下部電極761が陰極であり、上部電極762が陽極である場合、層766と層768は互いに上記と逆の構成になる。

[0775]

次に、受光デバイスに用いることができる材料について説明する。

[0776]

受光デバイスには低分子化合物及び高分子化合物のいずれを用いることもでき、無機化合物を含んでいてもよい。受光デバイスを構成する層は、それぞれ、蒸着法（真空蒸着法を含む）、転写法、印刷法、インクジェット法、塗布法等の方法で形成することができる。

[0777]

受光デバイスが有する活性層は、半導体を含む。当該半導体としては、シリコンなどの無機半導体、及び、有機化合物を含む有機半導体が挙げられる。本実施の形態では、活性層が有する半導体として、有機半導体を用いる例を示す。有機半導体を用いることで、発光層と、活性層と、を同じ方法（例えば、真空蒸着法）で形成することができ、製造装置を共通化できるため好ましい。

[0778]

活性層が有するn型半導体の材料としては、フラーレン（例えばC₆₀、C₇₀等）、フラーレン誘導体等の電子受容性の有機半導体材料が挙げられる。フラーレン誘導体としては、例えば、[6, 6]-Phenyl-C₇₁-butyric acid methyl ester（略称：PC

70BM)、[6, 6]-Phenyl-C₆₁-butyric acid methyl ester (略称: PC60BM)、1', 1'', 4', 4''-Tetrahydro-di[1, 4]methanonaphthaleno[1, 2:2', 3', 56, 60:2'', 3''] [5, 6] fullerene-C₆₀ (略称: ICBA) などが挙げられる。

[0779]

n型半導体の材料としては、例えば、N, N'-ジメチル-3, 4, 9, 10-ペリレンテトラカルボン酸ジイミド (略称: Me-PTCDI) などのペリレンテトラカルボン酸誘導体、及び、2, 2'-(5, 5'-(チエノ[3, 2-b]チオフェン-2, 5-ジイル)ビス(チオフェン-5, 2-ジイル))ビス(メタン-1-イル-1-イリデン)ジマロノニトリル (略称: FT2TDMN) が挙げられる。

[0780]

n型半導体の材料としては、キノリン骨格を有する金属錯体、ベンゾキノリン骨格を有する金属錯体、オキサゾール骨格を有する金属錯体、チアゾール骨格を有する金属錯体、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、オキサゾール誘導体、チアゾール誘導体、フェナントロリン誘導体、キノリン誘導体、ベンゾキノリン誘導体、キノキサリン誘導体、ジベンゾキノキサリン誘導体、ピリジン誘導体、ビピリジン誘導体、ピリミジン誘導体、ナフタレン誘導体、アントラセン誘導体、クマリン誘導体、ローダミン誘導体、トリアジン誘導体、及び、キノン誘導体等が挙げられる。

[0781]

活性層が有するp型半導体の材料としては、銅(II)フタロシアニン(Copper(II)phthalocyanine; CuPc)、テトラフェニルジベンゾペリフランテン(Tetraphenyldibenzoperiflanthene; DBP)、亜鉛フタロシアニン(Zinc Phthalocyanine; ZnPc)、スズフタロシアニン(SnPc)、キナクリドン、及び、ルブレン等の電子供与性の有機半導体材料が挙げられる。

[0782]

p型半導体の材料としては、カルバゾール誘導体、チオフェン誘導体、フラン誘導体、芳香族アミン骨格を有する化合物等が挙げられる。さらに、p型半導体の材料としては、ナフタレン誘導体、アントラセン誘導体、ピレン誘導体、トリフェニレン誘導体、フルオレン誘導体、ピロール誘導体、ベンゾフラン誘導体、ベンゾチオフェン誘導体、インドール誘導体、ジベンゾフラン誘導体、ジベンゾチオフェン誘導体、インドロカルバゾール誘導体、ポルフィリン誘導体、フタロシアニン誘導体、ナフタロシアニン誘導体、キナクリドン誘導体、ルブレン誘導体、テトラセン誘導体、ポリフェニレンビニレン誘導体、ポリパラフェニレン誘導体、ポリフルオレン誘導体、ポリビニルカルバゾール誘導体、及び、ポリチオフェン誘導体等が挙げられる。

[0783]

電子供与性の有機半導体材料のHOMO準位は、電子受容性の有機半導体材料のHOMO準位よりも浅い(高い)ことが好ましい。電子供与性の有機半導体材料のLUMO準位は、電子受容性の有機半導体材料のLUMO準位よりも浅い(高い)ことが好ましい。

[0784]

電子受容性の有機半導体材料として、球状のフラーレンを用い、電子供与性の有機半導体材料として、平面に近い形状の有機半導体材料を用いることが好ましい。似た形状の分子同士は集まりや

すい傾向にあり、同種の分子が凝集すると、分子軌道のエネルギー準位が近いいため、キャリア輸送性を高めることができる。

[0785]

活性層に、ドナーとして機能する Poly [[4, 8-bis [5-(2-ethylhexyl)-2-thienyl]benzo [1, 2-b:4, 5-b'] dithiophene-2, 6-diyl]-2, 5-thiophenediyl [5, 7-bis (2-ethylhexyl)-4, 8-dioxo-4H, 8H-benzo [1, 2-c:4, 5-c'] dithiophene-1, 3-diyl]] polymer (略称: PBDB-T)、または、PBDB-T誘導体などの高分子化合物を用いることができる。例えば、PBDB-TまたはPBDB-T誘導体にアクセプター材料を分散させる方法などが使用できる。

[0786]

例えば、活性層は、n型半導体とp型半導体とを共蒸着して形成することが好ましい。または、活性層は、n型半導体とp型半導体とを積層して形成してもよい。

[0787]

活性層には3種類以上の材料を用いてもよい。例えば、波長域を拡大する目的で、n型半導体の材料と、p型半導体の材料と、に加えて、第3の材料を混合してもよい。このとき、第3の材料は、低分子化合物でも高分子化合物でもよい。

[0788]

受光デバイスは、活性層以外の層として、正孔輸送性の高い材料、電子輸送性の高い材料、またはバイポーラ性の材料（電子輸送性及び正孔輸送性の高い材料）等を含む層をさらに有してもよい。また、上記に限られず、正孔注入性の高い材料、正孔ブロック材料、電子注入性の高い材料、または電子ブロック材料などを含む層をさらに有してもよい。受光デバイスが有する活性層以外の層には、例えば、上述の発光デバイスに用いることができる材料を用いることができる。

[0789]

例えば、正孔輸送性材料または電子ブロック材料として、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)などの高分子化合物、及び、モリブデン酸化物、ヨウ化銅(CuI)などの無機化合物を用いることができる。また、電子輸送性材料または正孔ブロック材料として、酸化亜鉛(ZnO)などの無機化合物、ポリエチレンイミンエトキシレート(PEIE)などの有機化合物を用いることができる。受光デバイスは、例えば、PEIEとZnOとの混合膜を有してもよい。

[0790]

[光検出機能を有する表示装置]

本発明の一態様の表示装置は、表示部に、発光デバイスがマトリクス状に配置されており、当該表示部で画像を表示することができる。また、当該表示部には、受光デバイスがマトリクス状に配置されており、表示部は、画像表示機能に加えて、撮像機能及びセンシング機能の一方または双方を有する。表示部は、イメージセンサまたはタッチセンサに用いることができる。つまり、表示部で光を検出することで、画像を撮像すること、または、対象物(指、手、またはペンなど)の近接もしくは接触を検出することができる。

[0791]

さらに、本発明の一態様の表示装置は、発光デバイスをセンサの光源として利用することができ

る。本発明の一態様の表示装置では、表示部が有する発光デバイスが発した光を対象物が反射（または散乱）した際、受光デバイスがその反射光（または散乱光）を検出できるため、暗い場所でも、撮像またはタッチ検出が可能である。

[0792]

したがって、表示装置と別に受光部及び光源を設けなくてもよく、電子機器の部品点数を削減することができる。例えば、電子機器に設けられる生体認証装置、またはスクロールなどを行うための静電容量方式のタッチパネルなどを別途設ける必要がない。したがって、本発明の一態様の表示装置を用いることで、製造コストが低減された電子機器を提供することができる。

[0793]

具体的には、本発明の一態様の表示装置は、画素に、発光デバイスと受光デバイスを有する。本発明の一態様の表示装置では、発光デバイスとして有機ELデバイスを用い、受光デバイスとして有機フォトダイオードを用いる。有機ELデバイス及び有機フォトダイオードは、同一基板上に形成することができる。したがって、有機ELデバイスを用いた表示装置に有機フォトダイオードを内蔵することができる。

[0794]

画素に、発光デバイス及び受光デバイスを有する表示装置では、画素が受光機能を有するため、画像を表示しながら、対象物の接触または近接を検出することができる。例えば、表示装置が有する副画素全てで画像を表示するだけでなく、一部の副画素は、光源としての光を呈し、残りの副画素で画像を表示することもできる。

[0795]

受光デバイスをイメージセンサに用いる場合、表示装置は、受光デバイスを用いて、画像を撮像することができる。例えば、本実施の形態の表示装置は、スキャナとして用いることができる。

[0796]

例えば、イメージセンサを用いて、指紋、掌紋、虹彩、脈形状（静脈形状、動脈形状を含む）、または顔などを用いた個人認証のための撮像を行うことができる。

[0797]

例えば、イメージセンサを用いて、ウェアラブル機器の使用者の、目の周辺、目の表面、または目の内部（眼底など）の撮像を行うことができる。したがって、ウェアラブル機器は、使用者の瞬き、黒目の動き、及び瞼の動きの中から選ばれるいずれか一または複数を検出する機能を備えることができる。

[0798]

受光デバイスは、タッチセンサ（ダイレクトタッチセンサともいう）またはニアタッチセンサ（ホバーセンサ、ホバータッチセンサ、非接触センサ、タッチレスセンサともいう）などに用いることができる。

[0799]

ここで、タッチセンサまたはニアタッチセンサは、対象物（指、手、またはペンなど）の近接もしくは接触を検出することができる。

[0800]

タッチセンサは、表示装置と、対象物とが、直接接することで、対象物を検出できる。また、ニアタッチセンサは、対象物が表示装置に接触しなくても、当該対象物を検出することができる。例

例えば、表示装置と、対象物との間の距離が0.1 mm以上300 mm以下、好ましくは3 mm以上50 mm以下の範囲で表示装置が当該対象物を検出できる構成であると好ましい。当該構成とすることで、表示装置に対象物が直接接触せずに操作することが可能となる、別言すると非接触（タッチレス）で表示装置を操作することが可能となる。上記構成とすることで、表示装置に汚れ、または傷がつくリスクを低減することができる、または対象物が表示装置に付着した汚れ（例えば、ゴミ、またはウィルスなど）に直接接触せずに、表示装置を操作することが可能となる。

[0801]

本発明の一態様の表示装置は、リフレッシュレートを可変にすることができる。例えば、表示装置に表示されるコンテンツに応じてリフレッシュレートを調整（例えば、1 Hz以上240 Hz以下の範囲で調整）して消費電力を低減させることができる。また、当該リフレッシュレートに応じて、タッチセンサ、またはニアタッチセンサの駆動周波数を変化させてもよい。例えば、表示装置のリフレッシュレートが120 Hzの場合、タッチセンサ、またはニアタッチセンサの駆動周波数を120 Hzよりも高い周波数（代表的には240 Hz）とする構成とすることができる。当該構成とすることで、低消費電力が実現でき、かつタッチセンサ、またはニアタッチセンサの応答速度を高めることが可能となる。

[0802]

図51C乃至図51Eに示す表示装置100は、基板351と基板359との間に、受光デバイスを有する層353、機能層355、及び、発光デバイスを有する層357を有する。

[0803]

機能層355は、受光デバイスを駆動する回路、及び、発光デバイスを駆動する回路を有する。機能層355には、スイッチ、トランジスタ、容量、抵抗、配線、及び端子などのうち一つまたは複数を設けることができる。なお、発光デバイス及び受光デバイスをパッシブマトリクス方式で駆動させる場合には、スイッチ及びトランジスタを設けない構成としてもよい。

[0804]

例えば、図51Cに示すように、発光デバイスを有する層357において発光デバイスが発した光を、表示装置100に接触した指352が反射することで、受光デバイスを有する層353における受光デバイスがその反射光を検出する。これにより、表示装置100に指352が接触したことを検出することができる。

[0805]

図51D及び図51Eに示すように、表示装置に近接している（接触していない）対象物を検出または撮像する機能を有してもよい。図51Dでは、人の指を検出する例を示し、図51Eでは人の目の周辺、表面、または内部の情報（瞬きの回数、眼球の動き、瞼の動きなど）を検出する例を示す。

[0806]

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

[0807]

(実施の形態7)

本実施の形態では、本発明の一態様の電子機器について、図52乃至図54を用いて説明する。

[0808]

本実施の形態の電子機器は、表示部に本発明の一態様の表示装置を有する。本発明の一態様の表

示装置は、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。

[0809]

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、コンピュータ用などのモニタ、デジタルサイネージ、パチンコ機などの大型ゲーム機など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、などが挙げられる。

[0810]

特に、本発明の一態様の表示装置は、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などのVR向け機器、メガネ型のAR向け機器、及び、MR向け機器など、頭部に装着可能なウェアラブル機器等が挙げられる。

[0811]

本発明の一態様の表示装置は、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、またはそれ以上の解像度とすることが好ましい。また、本発明の一態様の表示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または双方を有する表示装置を用いることで、携帯型または家庭用途など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などをより高めることが可能となる。また、本発明の一態様の表示装置の画面比率（アスペクト比）については、特に限定はない。例えば、表示装置は、1:1（正方形）、4:3、16:9、16:10など様々な画面比率に対応することができる。

[0812]

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、においまたは赤外線を検知、検出、または測定する機能を含むもの）を有してもよい。

[0813]

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、テキスト画像など）を表示部に表示する機能、タッチパネル機能、カレンダー、日付または時刻などを表示する機能、様々なソフトウェア（プログラム）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またはデータを読み出す機能等を有することができる。

[0814]

図52A乃至図52D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など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。

[0815]

図52Aに示す電子機器700A、及び、図52Bに示す電子機器700Bは、それぞれ、一对の表示パネル751と、一对の筐体721と、通信部（図示しない）と、一对の装着部723と、制御部（図示しない）と、撮像部（図示しない）と、一对の光学部材753と、フレーム757と、一对の鼻パッド758と、を有する。

[0816]

表示パネル751には、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。したがって極めて精細度の高い表示が可能な電子機器とすることができる。

[0817]

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することができる。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。

[0818]

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、ジャイロセンサなど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。

[0819]

通信部は無線通信機を有し、当該無線通信機により映像信号等を供給することができる。なお、無線通信機に代えて、また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。

[0820]

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、無線及び有線の一方または双方によって充電することができる。

[0821]

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またはスライド操作などを検出し、様々な処理を実行することができる。例えば、タップ操作によって動画の一時停止または再開など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、早送りまたは早戻しの処理を実行することなどが可能となる。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。

[0822]

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することができる。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、光学方式等、種々の方式を

採用することができる。特に、静電容量方式また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。

[0823]

光学方式のタッチセンサを用いる場合には、受光デバイスとして、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または双方を用いることができる。

[0824]

図52Cに示す電子機器800A、及び、図52D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。

[0825]

表示部820には、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。したがって極めて精細度の高い表示が可能な電子機器とすることができる。これにより、使用者に高い没入感を感じさせることができる。

[0826]

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。

[0827]

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できる。電子機器800Aまたは電子機器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することができる。

[0828]

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。

[0829]

装着部823により、使用者は電子機器800Aまたは電子機器800Bを頭部に装着することができる。なお、図52Cなどにおいては、メガネのつる（テンプルともいう）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、ヘルメット型またはバンド型の形状としてもよい。

[0830]

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に出力することができる。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、広角など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。

[0831]

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、または、ライダー（L I D A R : L i g h t D

etection and Ranging)など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。

[0832]

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もよい。例えば、表示部820、筐体821、及び装着部823のいずれか一または複数に、当該振動機構を有する構成を適用することができる。これにより、別途、ヘッドフォン、イヤフォン、またはスピーカなど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。

[0833]

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することができる。

[0834]

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)を受信することができる。例えば、図52A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52C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。

[0835]

電子機器がイヤフォン部を有してもよい。図52B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または装着部723の内部に配置されていてもよい。

[0836]

同様に、図52D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または装着部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することができ、収納が容易となり好ましい。

[0837]

なお、電子機器は、イヤフォンまたはヘッドフォンなどを接続することができる音声出力端子を有してもよい。また、電子機器は、音声入力端子及び音声入力機構の一方または双方を有してもよい。音声入力機構としては、例えば、マイクなど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。

[0838]

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など)と、ゴーグル型(電子機器800A、及び、電子機器800Bなど)と、のどちらも好適である。

[0839]

本発明の一態様の電子機器は、有線または無線によって、イヤフォンに情報を送信することができる。

[0840]

図53A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。

[0841]

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6502はタッチパネル機能を備える。

[0842]

表示部6502に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。

[0843]

図53Bは、筐体6501のマイク6506側の端部を含む断面概略図である。

[0844]

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、バッテリー6518等が配置されている。

[0845]

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。

[0846]

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。

[0847]

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することができる。そのため、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。

[0848]

図53C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7101に表示部7000が組み込まれている。ここでは、スタンド7103により筐体7101を支持した構成を示している。

[0849]

表示部7000に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。

[0850]

図53Cに示すテレビジョン装置7100の操作は、筐体7101が備える操作スイッチ、及び、別体のリモコン操作機7111により行うことができる。または、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 7111 は、当該リモコン操作機 7111 から出力する情報を表示する表示部を有してもよい。リモコン操作機 7111 が備える操作キーまた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することができる。

[0851]

なお、テレビジョン装置 7100 は、受信機及びモデムなどを備えた構成とする。受信機により一般のテレビ放送の受信を行うことができる。また、モデムを介して有線または無線による通信ネットワークに接続することにより、一方向（送信者から受信者）または双方向（送信者と受信者間、あるいは受信者同士など）の情報通信を行うことも可能である。

[0852]

図 53D 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、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。

[0853]

表示部 7000 に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。

[0854]

図 53E 及び図 53F に、デジタルサイネージの一例を示す。

[0855]

図 53E 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、また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。

[0856]

図 53F 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。

[0857]

図 53E 及び図 53F において、表示部 7000 に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。

[0858]

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。

[0859]

表示部 7000 にタッチパネルを適用することで、表示部 7000 に画像または動画を表示するだけでなく、使用者が直感的に操作することができ、好ましい。また、路線情報もしくは交通情報など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。

[0860]

図 53E 及び図 53F に示すように、デジタルサイネージ 7300 また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 または情報端末機 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 7 3 1 1 または情報端末機 7 4 1 1 の画面に表示させることができる。また、情報端末機 7 3 1 1 または情報端末機 7 4 1 1 を操作することで、表示部 7 0 0 0 の表示を切り替えることができる。

[0 8 6 1]

デジタルサイネージ 7 3 0 0 またはデジタルサイネージ 7 4 0 0 に、情報端末機 7 3 1 1 または情報端末機 7 4 1 1 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、不特定多数の利用者が同時にゲームに参加し、楽しむことができる。

[0 8 6 2]

図 5 4 A 乃至図 5 4 G に示す電子機器は、筐体 9 0 0 0、表示部 9 0 0 1、スピーカ 9 0 0 3、操作キー 9 0 0 5（電源スイッチ、または操作スイッチを含む）、接続端子 9 0 0 6、センサ 9 0 0 7（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、においまたは赤外線を検知、検出、または測定する機能を含むもの）、マイクロフォン 9 0 0 8、等を有する。

[0 8 6 3]

図 5 4 A 乃至図 5 4 G 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、テキスト画像など）を表示部に表示する機能、タッチパネル機能、カレンダー、日付または時刻などを表示する機能、様々なソフトウェア（プログラム）によって処理を制御する機能、無線通信機能、記録媒体に記録されているプログラムまた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もよい。また、電子機器にカメラ等を設け、静止画または動画を撮影し、記録媒体（外部またはカメラに内蔵）に保存する機能、撮影した画像を表示部に表示する機能、等を有してもよい。

[0 8 6 4]

図 5 4 A 乃至図 5 4 G に示す電子機器の詳細について、以下説明を行う。

[0 8 6 5]

図 5 4 A は、携帯情報端末 9 1 0 1 を示す斜視図である。携帯情報端末 9 1 0 1 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 9 1 0 1 は、スピーカ 9 0 0 3、接続端子 9 0 0 6、センサ 9 0 0 7 等を設けてもよい。また、携帯情報端末 9 1 0 1 は、文字及び画像情報をその複数の面に表示することができる。図 5 4 A では 3 つのアイコン 9 0 5 0 を表示した例を示している。また、破線の矩形で示す情報 9 0 5 1 を表示部 9 0 0 1 の他の面に表示することもできる。情報 9 0 5 1 の一例としては、電子メール、SNS、電話などの着信の通知、電子メールまたは SNS などの題名、送信者名、日時、時刻、バッテリーの残量、電波強度などがある。または、情報 9 0 5 1 が表示されている位置にはアイコン 9 0 5 0 などを表示してもよい。

[0 8 6 6]

図 5 4 B は、携帯情報端末 9 1 0 2 を示す斜視図である。携帯情報端末 9 1 0 2 は、表示部 9 0 0 1 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 9 0 5 2、情報 9 0 5 3、情報 9 0 5 4 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 9 1 0 2 を収納した状態で、携帯情報端末 9 1 0 2 の上方から観察できる位置に表示された情報 9 0 5 3 を確認することもできる。使用者は、携帯情報端末 9 1 0 2 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。

[0867]

図54Cは、タブレット端末9103を示す斜視図である。タブレット端末9103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9103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。

[0868]

図54Dは、腕時計型の携帯情報端末9200を示す斜視図である。携帯情報端末9200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9001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9200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9200は、接続端子9006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。

[0869]

図54E乃至図54Gは、折り畳み可能な携帯情報端末9201を示す斜視図である。また、図54Eは携帯情報端末9201を展開した状態、図54Gは折り畳んだ状態、図54Fは図54Eと図54G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9201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9201が有する表示部9001は、ヒンジ9055によって連結された3つの筐体9000に支持されている。例えば、表示部9001は、曲率半径0.1mm以上150mm以下で曲げることができる。

[0870]

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

[実施例1]

[0871]

本実施例では、トランジスタを作製してNB T I S試験に対する電気特性の変動を評価し、NB T I S試験における劣化要因の解析を行った。

[0872]

本実施例で用いた試料の構成は、図11Bに示すトランジスタ205Rの記載を参照できる。ここでは、第1のゲート絶縁層として機能する絶縁層225成膜時の基板温度を異ならせた2種類の試料（試料A、及び試料B）を作製した。

[0873]

<試料の作製>

まず、基板151上に厚さ約100nmのタングステン膜をスパッタリング法により成膜し、これを加工して第2のゲート電極（ボトムゲート電極）として機能する導電層221を得た。基板151として、ガラス基板を用いた。

[0874]

続いて、第2のゲート絶縁層として機能する絶縁層211をプラズマCVD法により成膜した。

絶縁層 211 は、厚さ約 290 nm の第 1 の窒化シリコン膜と、厚さ約 60 nm の窒化シリコン膜と、厚さ約 3 nm の酸化窒化シリコン膜とをこの順に積層した構造を用いた。

[0875]

続いて、0.5% のフッ化水素酸を用いて第 2 のゲート絶縁層の表面を除去した。フッ化水素酸の処理は 60 秒とした。

[0876]

続いて、厚さ約 25 nm の第 1 の金属酸化物膜を成膜し、これを加工して半導体層 231 を得た。第 1 の金属酸化物膜は、In-Ga-Zn 酸化物ターゲット (In:Ga:Zn=1:1:1 [原子数比]) を用いたスパッタリング法により成膜した。

[0877]

続いて、乾燥空気雰囲気、350℃で 2 時間の加熱処理を行った。加熱処理にはオーブン装置を用いた。

[0878]

続いて、第 1 のゲート絶縁層として機能する絶縁層 225 として、厚さ約 100 nm の酸化窒化シリコン膜をプラズマ CVD 法により成膜した。ここで、絶縁層 225 の成膜時の基板温度を試料で異ならせた。試料 A は、絶縁層 225 の成膜時の基板温度を 300℃とし、試料 B は、400℃とした。

[0879]

続いて、乾燥空気雰囲気、350℃で 1 時間の加熱処理を行った。加熱処理にはオーブン装置を用いた。

[0880]

続いて、絶縁層 225 上に、厚さ 20 nm の第 2 の金属酸化物膜を成膜した。第 2 の金属酸化物膜は、In-Ga-Zn 酸化物ターゲット (In:Ga:Zn=1:1:1 [原子数比]) を用いたスパッタリング法により成膜した。

[0881]

続いて、乾燥空気雰囲気、350℃で 1 時間の加熱処理を行った。加熱処理にはオーブン装置を用いた。

[0882]

続いて、絶縁層 211、絶縁層 225、及び第 2 の金属酸化物膜の一部をエッチングすることにより、導電層 221 に達する開口を形成した。

[0883]

続いて、開口を覆うように、厚さ約 50 nm のモリブデン膜と、厚さ約 200 nm のアルミニウム膜と、厚さ約 50 nm のチタン膜とをこの順にスパッタリング法により成膜した。その後、第 2 の金属酸化物膜、モリブデン膜、アルミニウム膜、及びチタン膜を加工して、第 1 のゲート電極 (トップゲート電極) として機能する導電層 223 を得た。

[0884]

続いて、導電層 223 をマスクに用いて、不純物元素としてホウ素の添加処理を行った。添加処理は、プラズマイオンドーピング法を用いた。ホウ素を供給するためのガスは、B₂H₆ ガスを用いた。当該添加処理により、半導体層 231 の導電層 223 と重ならない領域に、低抵抗領域 231n を形成した。

[0885]

続いて、絶縁層218として、厚さ約300nmの窒化酸化シリコン膜をプラズマCVD法により成膜した。

[0886]

続いて、絶縁層218及び絶縁層225の一部をエッチングにより除去し、低抵抗領域231nに達する開口を形成した。

[0887]

続いて、開口を覆うように、厚さ約50nmのチタン膜と、厚さ約300nmのアルミニウム膜と、厚さ約50nmのチタン膜とをこの順にスパッタリング法により成膜した。その後、各導電膜を加工して、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を得た。

[0888]

以上の工程により、試料を得た。

[0889]

<NB T I S試験1>

続いて、上記で作製した試料について、NB T I S試験を行った。NB T I S試験には、チャンネル長が6 μ m、チャンネル幅が50 μ mのトランジスタを用いた。

[0890]

まず、トランジスタのI d -V g特性を測定した。I d -V g測定は、ゲート電極に印加する電圧（以下、ゲート電圧（V g）ともいう）を-15Vから+2Vまで0.1V刻みで印加して測定した。また、ソースに印加する電圧（以下、ソース電圧（V s）ともいう）を0V（c o m m）とし、ドレインに印加する電圧（以下、ドレイン電圧（V d）ともいう）を、10Vとした。なお、ドレイン電流（I d）の測定は、 1×10^{-3} Aを上限とした。

[0891]

ここでは、第2のゲート電極と、第1のゲート電極に同じゲート電圧を与えた場合のI d -V g特性を測定した。

[0892]

続いて、トランジスタにストレスを印加した。具体的には、トランジスタが形成されている基板を70℃に保持し、5000lxの白色LED光を照射した状態で、トランジスタのソースとドレインに0V、ゲートに-20Vの電圧を印加し、この状態を2時間保持した。白色LED光は、ガラス基板側から照射した。

[0893]

続いて、I d -V g特性の測定を行った。I d -V g特性の測定は、前述の記載を参照できるため、詳細な説明は省略する。

[0894]

NB T I S試験によるトランジスタのしきい値電圧の変動量を、図55に示す。図55において、横軸に絶縁層225の成膜時の基板温度を示し、縦軸に縦軸にしきい値電圧の変動量（ ΔV_{th} ）を示す。しきい値電圧の変動量（ ΔV_{th} ）は、ストレス印加後のしきい値電圧のNB T I S試験前のしきい値電圧との差を示す。図55に示すように、試料でしきい値電圧の変動量に大きな差は見られなかった。

[0895]

< NBTIS試験2 >

前述のNBTIS試験よりも高温、かつ高照度の条件で、電気特性の変動を評価した。

[0896]

まず、トランジスタの I_d-V_g 特性を測定した。 I_d-V_g 特性の測定は、前述の記載を参照できるため、詳細な説明は省略する。

[0897]

続いて、トランジスタにストレスを印加した。具体的には、トランジスタが形成されている基板を 150°C に保持し、 20000 lx の白色LED光を照射した状態で、トランジスタのソースとドレインに 0 V 、ゲートに -20 V の電圧を印加した。白色LED光は、ガラス基板側から照射した。

[0898]

続いて、 I_d-V_g 特性の測定を行った。 I_d-V_g 特性の測定は、前述の記載を参照できるため、詳細な説明は省略する。

[0899]

しきい値電圧の変動量がほぼ飽和するまで、前述のストレスの印加と I_d-V_g 特性の測定を繰り返した。

[0900]

試料Aの I_d-V_g 特性を、図56Aに示す。図56Aにおいて、横軸にゲート電圧(V_g)を示し、縦軸にドレイン電流(I_d)を示す。図56Aは、繰り返し測定を行った I_d-V_g 特性を重ねて示している。また、試料AのNBTIS試験によるトランジスタのしきい値電圧の変動量を、図56Bに示す。図56Bにおいて、横軸にストレス印加の累積時間(Time)を示し、縦軸にしきい値電圧の変動量(ΔV_{th})を示す。

[0901]

試料Bの I_d-V_g 特性を、図56Cに示す。図56Cにおいて、横軸にゲート電圧(V_g)を示し、縦軸にドレイン電流(I_d)を示す。図56Cは、繰り返し測定を行った I_d-V_g 特性を重ねて示している。また、試料BのNBTIS試験によるトランジスタのしきい値電圧の変動量を、図56Dに示す。図56Dにおいて、横軸にストレス印加の累積の時間(Time)を示し、縦軸にしきい値電圧の変動量(ΔV_{th})を示す。

[0902]

図56A乃至図56Dに示すように、絶縁層225の成膜時の基板温度を 300°C とした試料Aと比較して、絶縁層225の成膜時の基板温度を 400°C とした試料Bはしきい値電圧の変動量が大きいことを確認できた。

[0903]

< SIMS分析 >

試料A及び試料Bについて、二次イオン質量分析法(SIMS: Secondary Ion Mass Spectrometry)を用いて、絶縁層225中のインジウム濃度、ガリウム濃度、及び亜鉛濃度を評価した。

[0904]

試料A及び試料Bのインジウム濃度を、図57Aに示す。試料A及び試料Bのガリウム濃度を、図57Bに示す。試料A及び試料Bの亜鉛濃度を、図57Cに示す。図57A乃至図57Cは、横

軸に絶縁層 225 表面からの深さ (Depth) を示し、縦軸にインジウム濃度 (Indium concentration)、ガリウム濃度 (Gallium concentration)、及び亜鉛濃度 (Zinc concentration) を示す。

[0905]

図 57A に示すように、絶縁層 225 の成膜時の基板温度を 300℃ とした試料 A と比較して、絶縁層 225 の成膜時の基板温度を 400℃ とした試料 B は絶縁層 225 中のインジウム濃度が高いことを確認できた。具体的には、試料 A (300℃) の絶縁層 225 中のインジウム濃度 $2 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 以下、試料 B (400℃) の絶縁層 225 中のインジウム濃度は、 $4 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 以下であった。試料 A (300℃)、試料 B (400℃) とともに、絶縁層 225 中のガリウム濃度、及び亜鉛濃度は低いことを確認できた。絶縁層 225 の成膜時の基板温度が高いと、半導体層 231 中から絶縁層 225 に拡散するインジウムが増加すると推測される。

[0906]

< 欠陥準位の計算 >

第一原理計算を用いて、ゲート絶縁層の欠陥準位の計算を行った。計算に用いた NBOHC のモデルを図 58A に示し、 In_{Si} のモデルを図 58C に示す。図 58A 及び図 58C に示すモデルは 60 原子 (シリコン 20 原子、酸素 40 原子) のアモルファス SiO_2 をベースにした。計算には、ハイブリッド密度汎関数 (hybrid-DFT: hybrid density functional theory) 法を用いた。hybrid-DFT 法は、一般化勾配近似 (GGA: Generalized Gradient Approximation) より実測値に近いバンドギャップの値を得ることができる。

[0907]

図 58A に示す NBOHC のモデルで得られた状態密度図を、図 58B に示す。図 58C に示す In_{Si} のモデルで得られた状態密度図を、図 58D に示す。図 58B 及び図 58D において、横軸にエネルギー (Energy) を示し、縦軸に状態密度 (DOS) を示す。なお、図 58B 及び図 58D では、価電子帯上端 (VBM: Valence Band Maximum) が、0 eV とするよう調整した。

[0908]

図 58B に示すように、NBOHC のモデルにおいて、深い位置の欠陥準位 (図 58B の準位 1 (States due to O)) が存在することを確認できた。当該欠陥準位はホールをトラップする準位となる可能性が示唆された。

[0909]

図 58D に示すように、 In_{Si} のモデルにおいて、VBM 近くの欠陥準位 (図 58D の準位 2a)、及び深い位置の欠陥準位 (図 58D の準位 2b (States due to O near In)) が存在することを確認できた。当該欠陥準位はホールをトラップする準位となる可能性が示唆された。なお、伝導帯下端 (CBM: Conduction Band Minimum) 近くの欠陥準位 (図 58D の準位 2c) は、定常状態においては空の準位であると推定され、電子をトラップする準位となる可能性が考えられる。

[0910]

< NBTIS 劣化の要因解析 >

図 56B 及び図 56D に示したしきい値電圧の変動量の時間依存性に対するフィッティングを行

い、NBTIS試験における劣化要因を解析した。フィッティングは、下記に示す指数関数を用いた。

[0911]

[数1]

$$|\Delta V_{th}| = A_1 \left\{ 1 - \exp \left(-\frac{t}{\tau_1} \right) \right\} \quad (1)$$

$$|\Delta V_{th}| = A_1 \left\{ 1 - \exp \left(-\frac{t}{\tau_1} \right) \right\} + A_2 \left\{ 1 - \exp \left(-\frac{t}{\tau_2} \right) \right\} \quad (2)$$

[0912]

試料A（300℃）の実測値及びフィッティングで得られた指数関数を、図59Aに示す。図59Aにおいて、横軸にストレス印加の累積の時間（Time）を示し、縦軸にしきい値電圧の変動量の絶対値（ $|\Delta V_{th}|$ ）を示す。また、実測値（Actual measurement）をプロットで示し、フィッティングで得られた関数を実線で示している。図59Aに示すように、試料A（300℃）は、1つの指数関数（Function1）で実測値とほぼ一致した。つまり、試料A（300℃）において、NBTIS劣化に関与するホールトラップの過程が1つ存在することを確認できた。

[0913]

試料B（400℃）の実測値及びフィッティングで得られた指数関数を、図59Bに示す。図59Bにおいて、横軸にストレス印加の累積の時間（Time）を示し、縦軸にしきい値電圧の変動量の絶対値（ $|\Delta V_{th}|$ ）を示す。また、実測値（Actual measurement）をプロットで示し、フィッティングで得られた関数を実線、破線及び一点鎖線で示している。図59Bに示すように、試料B（400℃）は、1つの指数関数（Function1及びFunction2）で実測値と一致せず、2つの指数関数の和（Function1+2）で実測値とほぼ一致した。つまり、試料B（400℃）において、NBTIS劣化に関与するホールトラップの過程が2つ存在することを確認できた。

[0914]

なお、図59A及び図59Bでは横軸の時間を線形で示している。横軸の時間を対数としたグラフを図59C及び図59Dに示す。図59C及び図59Dに示すように、NBTIS試験の初期においても実測値とフィッティングで得られた関数がほぼ一致している。

[0915]

フィッティングで得られたしきい値電圧の飽和変動量（ A_1 及び A_2 ）、及び時定数（ τ_1 及び τ_2 ）を、表1に示す。表1は、試料B（400℃）で得られた2つの時定数のうち、小さい時定数を“ τ_1 ”、時定数 τ_1 に対応する指数関数を“Function1”と記し、大きい時定数を“ τ_2 ”、時定数 τ_2 に対応する指数関数を“Function2”と記している。試料A（300℃）で得られた時定数及び飽和変動量は、試料B（400℃）で得られた小さい時定数 τ_1 及び飽和変動量 A_1 と同程度であり、これらは同じ劣化要因であると推測される。なお、時定数の大きい劣化は“遅い劣化（Slow degradation）”、時定数の小さい劣化は“速い劣化（Fast degradation）”といえることができる。

[0916]

[表 1]

		300°C	400°C
Function1 (Fast degradation)	A_1	2.01	2.30
	τ_1	0.63	0.56
Function2 (Slow degradation)	A_2	~	3.15
	τ_2	~	3.43

[0917]

前述した絶縁層 225 中のインジウム濃度、及び第一原理計算から得られた状態密度図を考慮すると、試料 B (400°C) で確認された遅い劣化は I_{nsi} に起因し、試料 A (300°C) 及び試料 B (400°C) で確認された速い劣化は、 I_{nsi} 以外 (例えば、 $NBOHC$ 及び N_O) に起因すると推測される。

[0918]

ゲート絶縁層として機能する絶縁層 225 に、ホールトラップとなる欠陥準位が複数存在する場合、ホールは半導体層 231 の金属酸化物中の酸素欠損 (V_O) に起因する dDOS から、それぞれの欠陥準位に並行してトラップされると推測される (図 4B 参照)。

[0919]

本実施例に示す構成は、他の実施の形態、または実施例と適宜組み合わせ用いることができる。

[実施例 2]

[0920]

本実施例では、本発明の一態様である表示装置を作製し、断面形状を観察した。

[0921]

本実施例で用いた試料の構成は、図 9B に示すトランジスタ 205R 及び発光デバイス 130R 等の記載を参照できる。なお、絶縁層 235 上に、図 14 等 に示す絶縁層 239 を設けた。作製方法は、図 21A 乃至図 22C、及び図 23A 乃至図 38 に係る記載を参照できる。

[0922]

<試料の作製>

まず、トランジスタ 205R を形成した。導電層 221 として、厚さ約 30 nm の銅膜と、厚さ約 300 nm のタングステン膜とをこの順に積層した構造を用いた。絶縁層 211 として、厚さ約 50 nm の第 1 の窒化シリコン膜と、厚さ約 230 nm の窒化シリコン膜と、厚さ約 100 nm の酸化窒化シリコン膜とをこの順に積層した構造を用いた。半導体層 231 として、厚さ約 20 nm の金属酸化物膜を用いた。絶縁層 225 として、厚さ約 150 nm の酸化窒化シリコン膜を用いた。導電層 223 として、厚さ約 50 nm のモリブデン膜と、厚さ約 200 nm のアルミニウム膜と、厚さ約 50 nm のチタン膜とをこの順に積層した構造を用いた。絶縁層 218 として、厚さ約 300 nm の窒化酸化シリコン膜を用いた。導電層 222a 及び導電層 222b として、厚さ約 100 nm のチタン膜と、厚さ約 400 nm のアルミニウム膜と、厚さ約 100 nm のチタン膜とをこの順に積層した構造を用いた。

[0923]

続いて、絶縁層 218、導電層 222a 及び導電層 222b を覆うように、絶縁層 214 を形成

した。絶縁層 2 1 4 は、厚さ約 2 0 0 n m の酸化窒化シリコン膜と、厚さ約 2 . 0 μ m のアクリル膜とをこの順に積層した構造を用い、導電層 2 2 2 b に達する開口 1 9 1 R を設けた。

[0 9 2 4]

続いて、開口 1 9 1 R を覆うように導電層 2 3 3 R を形成した。導電層 2 3 3 R として、厚さ約 1 0 0 n m のチタン膜と、厚さ約 4 0 0 n m のアルミニウム膜と、厚さ約 1 0 0 n m のチタン膜とをこの順に積層した構造を用いた。

[0 9 2 5]

続いて、絶縁層 2 1 4 及び導電層 2 3 3 R を覆うように、絶縁層 2 3 5 を形成した。絶縁層 2 3 5 は、厚さ約 2 . 0 μ m のアクリル膜を用い、導電層 2 3 3 R に達する開口 1 9 3 R を設けた。

[0 9 2 6]

続いて、絶縁層 2 3 5 上に絶縁層 2 3 9 を形成した。絶縁層 2 3 9 は、厚さ約 1 0 n m の窒化シリコン膜と、厚さ約 2 0 0 n m の酸化窒化シリコン膜とをこの順に積層した構造を用い、開口 1 9 3 R と重なる領域に開口を設けた。

[0 9 2 7]

続いて、絶縁層 2 3 9 及び開口 1 9 3 R を覆うように、導電層 1 1 2 R を形成した。導電層 1 1 2 R として、厚さ約 5 0 n m の I T S O 膜を用いた。

[0 9 2 8]

続いて、導電層 1 1 2 R の凹部を埋め込むように、層 1 2 8 を形成した。層 1 2 8 として、ポリイミド膜を用いた。

[0 9 2 9]

続いて、導電層 1 1 2 R 及び層 1 2 8 を覆うように、導電層 1 2 6 R を形成した。導電層 1 2 6 R として、厚さ約 1 0 n m の I T S O 膜と、厚さ 1 0 0 n m の A P C 膜とをこの順に積層した構造を用いた。

[0 9 3 0]

続いて、導電層 1 2 6 R を覆うように、導電層 1 2 9 R を形成した。これにより、導電層 1 1 2 R、導電層 1 2 6 R 及び導電層 1 2 9 R を有する画素電極 1 1 1 R を形成した。導電層 1 2 9 R として、厚さ約 5 0 n m の I T S O 膜を用いた。

[0 9 3 1]

続いて、画素電極 1 1 1 R 及び絶縁層 2 3 9 を覆うように、層 1 1 3 R となる膜 1 1 3 R f を形成した。層 1 1 3 R は、発光層を含む。

[0 9 3 2]

続いて、マスク膜 1 1 8 R f 及びマスク膜 1 1 9 R f を形成した。マスク膜 1 1 8 R f として、厚さ 3 0 n m の酸化アルミニウム膜を用いた。マスク膜 1 1 9 R f として、厚さ 5 0 n m の I n - G a - Z n 酸化物膜を用いた。

[0 9 3 3]

続いて、マスク膜 1 1 9 R f 上にレジストマスク 1 9 0 a を形成し、レジストマスク 1 9 0 a をマスクに用いてマスク膜 1 1 9 R f を加工し、マスク層 1 1 9 R を形成した。

[0 9 3 4]

続いて、レジストマスク 1 9 0 a を除去した。

[0 9 3 5]

続いて、マスク層 119R をマスクに用いてマスク膜 118Rf 及び膜 113Rf を加工し、マスク層 118R 及び層 113R を形成した。

[0936]

続いて、絶縁膜 125f を形成した。絶縁膜 125f として、厚さ 15nm の酸化アルミニウム膜を用いた。

[0937]

続いて、絶縁膜 125f の凹部を埋め込むように、絶縁層 127 を形成した。絶縁層 127 として、ポジ型のレジスト膜を用いた。

[0938]

続いて、絶縁層 127 をマスクに用いて絶縁膜 125f、マスク層 119R 及びマスク層 118R の一部を除去し、層 113R を露出させた。

[0939]

続いて、層 113R 及び絶縁層 127 を覆うように、共通層 114、共通電極 115 及び保護層 131 を形成した。共通層 114 として、電子注入層を用いた。共通電極として、銀とマグネシウムの共蒸着膜を用いた。保護層 131 として、In-Ga-Zn 酸化物膜を用いた。

[0940]

以上の工程により、試料を得た。

[0941]

<試料の断面観察>

続いて、試料を集束イオンビーム (FIB: Focused Ion Beam) により薄片化し、走査透過電子顕微鏡 (STEM: Scanning Transmission Electron Microscopy) を用いて断面観察を行った。

[0942]

試料の断面 STEM 像を、図 60 に示す。図 60 は、倍率 20,000 倍の透過電子 (TE: Transmitted Electron) 像である。図 60 に示すように、導電層 112R の被形成面の形状がなだらかであることを確認できた。また、開口 191 の幅 191d は $3.15\mu\text{m}$ 、開口 193 の幅 193d は $2.54\mu\text{m}$ であった。なお、絶縁層 214 と絶縁層 235 に同じ材料を用いたため、図 60 では絶縁層 214 と絶縁層 235 の境界が不明瞭となっている。

[0943]

本実施例に示す構成は、他の実施の形態、または実施例と適宜組み合わせて用いることができる。

[符号の説明]

[0944]

11B: 副画素、11G: 副画素、11R: 副画素、11S: 副画素、100G: 表示装置、100H: 表示装置、100J: 表示装置、100: 表示装置、101: 層、110a: 副画素、110b: 副画素、110c: 副画素、110d: 副画素、110e: 副画素、110: 画素、111B: 画素電極、111G: 画素電極、111R: 画素電極、111S: 画素電極、111: 画素電極、112B: 導電層、112f: 導電膜、112G: 導電層、112p: 導電層、112R: 導電層、113__1: 第1の領域、113__2: 第2の領域、113B: 層、113Bf: 膜、113G: 層、113Gf: 膜、113R: 層、113Rf: 膜、113S: 層、113W: 層、113: 層、114: 共通層、115: 共通電極、117: 遮光層、118B: マスク層、118B

f : マスク膜、118G : マスク層、118Gf : マスク膜、118R : マスク層、118Rf : マスク膜、118S : マスク層、118 : マスク層、119B : マスク層、119Bf : マスク膜、119G : マスク層、119Gf : マスク膜、119R : マスク層、119Rf : マスク膜、119S : マスク層、119 : マスク層、120 : 基板、122 : 樹脂層、123 : 導電層、124a : 画素、124b : 画素、125f : 絶縁膜、125 : 絶縁層、126B : 導電層、126f : 導電膜、126G : 導電層、126p : 導電層、126R : 導電層、127f : 絶縁膜、127 : 絶縁層、128f : 膜、128 : 層、129aB : 導電層、129af : 導電膜、129aG : 導電層、129aR : 導電層、129B : 導電層、129bB : 導電層、129bf : 導電膜、129bG : 導電層、129bR : 導電層、129G : 導電層、129p : 導電層、129R : 導電層、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、132a : マスク、132b : マスク、132B : 着色層、132c : マスク、132d : マスク、132G : 着色層、132R : 着色層、140 : 接続部、141a : 開口、141b : 開口、142 : 接着層、145 : 不純物元素、147 : 開口、150 : 受光デバイス、151B : ファインメタルマスク、151G : ファインメタルマスク、151R : ファインメタルマスク、151 : 基板、152 : 基板、153 : 絶縁層、162 : 表示部、164 : 回路、165 : 配線、166 : 導電層、172 : FPC、173 : IC、190a : レジストマスク、190b : レジストマスク、190c : レジストマスク、191B : 開口、191d : 幅、191G : 開口、191R : 開口、191S : 開口、191 : 開口、193B : 開口、193d : 幅、193G : 開口、193R : 開口、193S : 開口、193 : 開口、195a : レジストマスク、195b : レジストマスク、195c : レジストマスク、195d : レジストマスク、195e : レジストマスク、195f : レジストマスク、195g : レジストマスク、201 : トランジスタ、204 : 接続部、205B : トランジスタ、205G : トランジスタ、205R : トランジスタ、205S : トランジスタ、205 : トランジスタ、211a : 絶縁膜、211b : 絶縁膜、211 : 絶縁層、214f : 絶縁膜、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、225 : 絶縁層、227 : 金属酸化物層、230 : 導電層、231f : 金属酸化物膜、231i : チャネル形成領域、231l : 領域、231n : 低抵抗領域、231 : 半導体層、233B : 導電層、233f : 導電膜、233G : 導電層、233R : 導電層、233q : 配線、233S : 導電層、233t : 導電層、233 : 導電層、235f : 絶縁膜、235 : 絶縁層、237 : 絶縁層、238f : 絶縁膜、238 : 絶縁層、239f : 絶縁膜、239 : 絶縁層、242 : 接続層、351 : 基板、352 : 指、353 : 層、355 : 機能層、357 : 層、359 : 基板、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、761 : 下部電極、762 : 上部電極、763a : 発光ユニット、763b : 発光ユニット、763c : 発光ユニット、763 : EL層、764 : 層、765 : 層、766 : 層、767 : 活性層、768 : 層、771a : 発光層、771b : 発光層、771c : 発光層、771 : 発光層、772a : 発光層、772b : 発光層、772c : 発光層、772 : 発光層、773 : 発光層、780a : 層、780b : 層、780c : 層、780 : 層、781 : 層、782 : 層、785 : 電荷発生層、790a : 層、790b : 層、790c : 層、790 : 層、791 : 層、792 : 層、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、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、7101：筐体、7103：スタンド、7111：リモコン操作機、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、9053：情報、9054：情報、9055：ヒンジ、9101：携帯情報端末、9102：携帯情報端末、9103：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]

トランジスタと、発光デバイスと、第 1 の絶縁層と、第 2 の絶縁層と、第 1 の導電層と、を有し、
前記トランジスタは、半導体層と、前記半導体層と電氣的に接続される第 2 の導電層と、を有し、
前記発光デバイスは、画素電極を有し、
前記第 1 の絶縁層は、前記トランジスタ上に設けられ、
前記第 1 の絶縁層は、前記第 2 の導電層に達する第 1 の開口を有し、
前記第 1 の導電層は、前記第 1 の開口を覆い
前記第 2 の絶縁層は、前記第 1 の絶縁層上に設けられ、
前記第 2 の絶縁層は、前記第 1 の開口と重なる領域に第 2 の開口を有し、
前記画素電極は、前記第 2 の絶縁層の上面及び前記第 2 の開口を覆い、
前記画素電極は、前記第 1 の導電層を介して前記第 2 の導電層と電氣的に接続され、
前記第 1 の絶縁層の端部は、前記第 2 の導電層上に位置し、
前記第 2 の絶縁層の端部は、前記第 1 の導電層上に位置し、
前記第 2 の絶縁層の端部は、前記第 1 の絶縁層の端部より外側に位置する表示装置。

[請求項 2]

請求項 1 において、
前記第 1 の絶縁層及び前記第 2 の絶縁層はそれぞれ、有機材料を有する表示装置。

[請求項 3]

請求項 1 において、
層を有し、
前記画素電極は、第 3 の導電層と、前記第 3 の導電層上の第 4 の導電層と、と有し、
前記第 3 の導電層は、前記第 2 の絶縁層の上面及び前記第 2 の開口を覆い、
前記第 3 の導電層は、前記第 2 の絶縁層の側面及び前記第 2 の導電層の上面の形状に沿った凹部
を有し、
前記層は、前記凹部を埋め込まれるように設けられ、
前記第 4 の導電層は、前記第 3 の導電層の上面及び前記層の上面を覆い、
前記第 4 の導電層は、可視光に対して反射性を有する材料を含む表示装置。

[請求項 4]

請求項 2 において、
層を有し、
前記画素電極は、第 3 の導電層と、前記第 3 の導電層上の第 4 の導電層と、と有し、
前記第 3 の導電層は、前記第 2 の絶縁層の上面及び前記第 2 の開口を覆い、
前記第 3 の導電層は、前記第 2 の絶縁層の側面及び前記第 2 の導電層の上面の形状に沿った凹部
を有し、
前記層は、前記凹部を埋め込まれるように設けられ、
前記第 4 の導電層は、前記第 3 の導電層の上面及び前記層の上面を覆い、
前記第 4 の導電層は、可視光に対して反射性を有する材料を含む表示装置。

[請求項 5]

請求項 3 または請求項 4 において、

前記層は、絶縁層である表示装置。

[請求項 6]

請求項 3 または請求項 4 において、
前記層は、導電層である表示装置。

[請求項 7]

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一において、
第 3 の絶縁層を有し、
前記第 3 の絶縁層は、前記第 2 の絶縁層の上面に接して設けられ、
前記第 3 の絶縁層は、無機材料を有し、
前記画素電極は、前記第 3 の絶縁層の上面と接する領域を有する表示装置。

[請求項 8]

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一において、
第 4 の絶縁層を有し、
前記第 4 の絶縁層は、前記第 1 の絶縁層の上面に接して設けられ、
前記第 4 の絶縁層は、無機材料を有し、
前記第 1 の導電層は、前記第 4 の絶縁層の上面と接する領域を有する表示装置。

[請求項 9]

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一において、
第 5 の絶縁層と、第 6 の絶縁層と、を有し、
前記発光デバイスは、前記画素電極と、共通電極と、前記画素電極と前記共通電極に挟持される
E L 層と、を有し、
前記第 5 の絶縁層は、前記 E L 層の上面の一部及び側面を覆い、
前記第 6 の絶縁層は、前記第 5 の絶縁層を介して、前記 E L 層の上面の一部及び側面を覆い、
前記共通電極は、前記第 6 の絶縁層を覆う表示装置。

[請求項 10]

請求項 9 において、
前記第 5 の絶縁層は、無機材料を有し、
前記第 6 の絶縁層は、有機材料を有する表示装置。

[請求項 11]

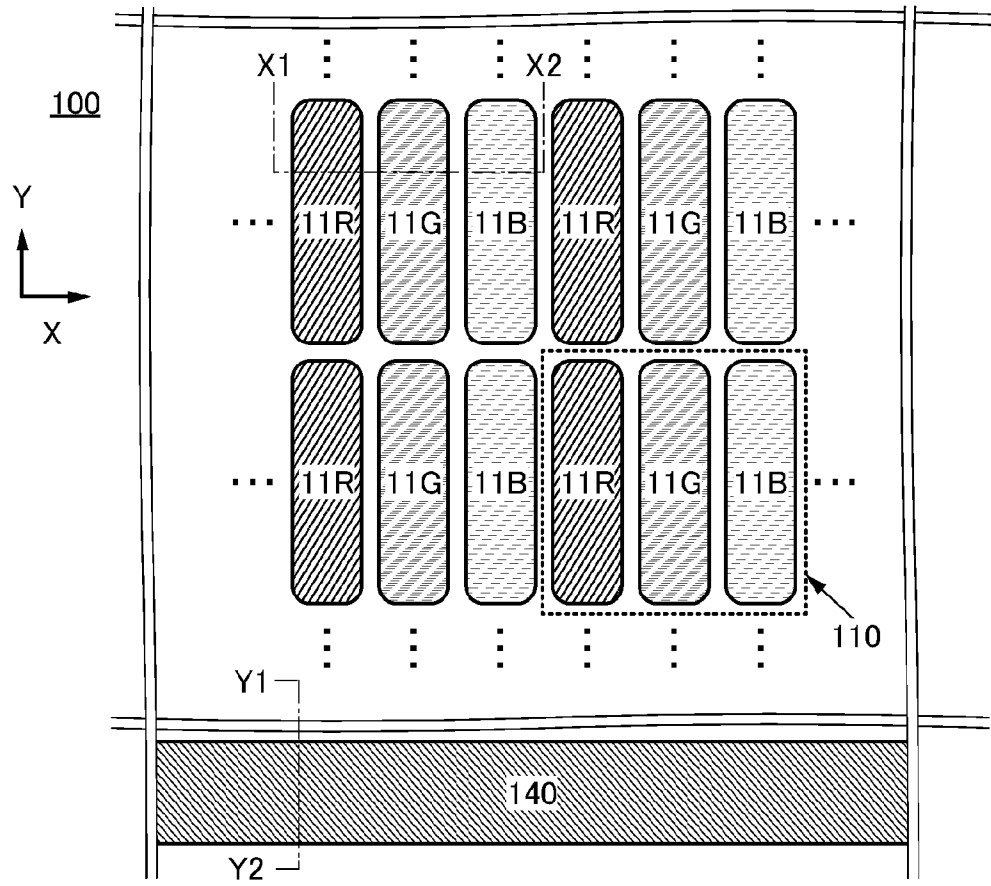
請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一において、
第 5 の絶縁層を有し、
前記発光デバイスは、前記画素電極と、共通電極と、前記画素電極と前記共通電極に挟持される
E L 層と、を有し、
前記第 5 の絶縁層は、前記画素電極の上面の一部及び側面を覆い、
前記 E L 層は、前記第 5 の絶縁層の上面と接する領域を有し、
前記共通電極は、前記第 5 の絶縁層を覆う表示装置。

[請求項 12]

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一において、
前記トランジスタは、前記半導体層とゲート電極とに挟持されるゲート絶縁層を有し、
前記半導体層は、金属酸化物を有し、

前記ゲート絶縁層中の前記金属酸化物が有する金属元素の濃度は、 $2 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 以下である表示装置。

図 1



2

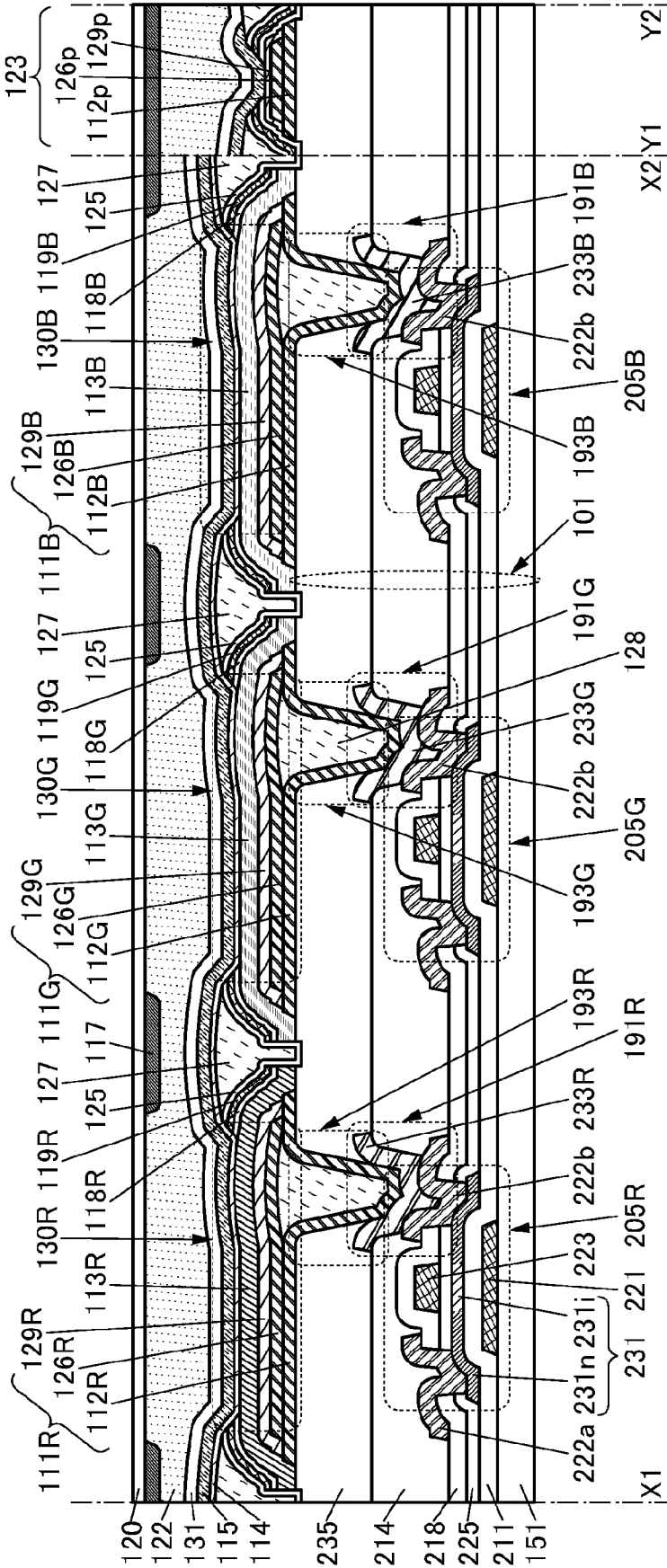


図4A

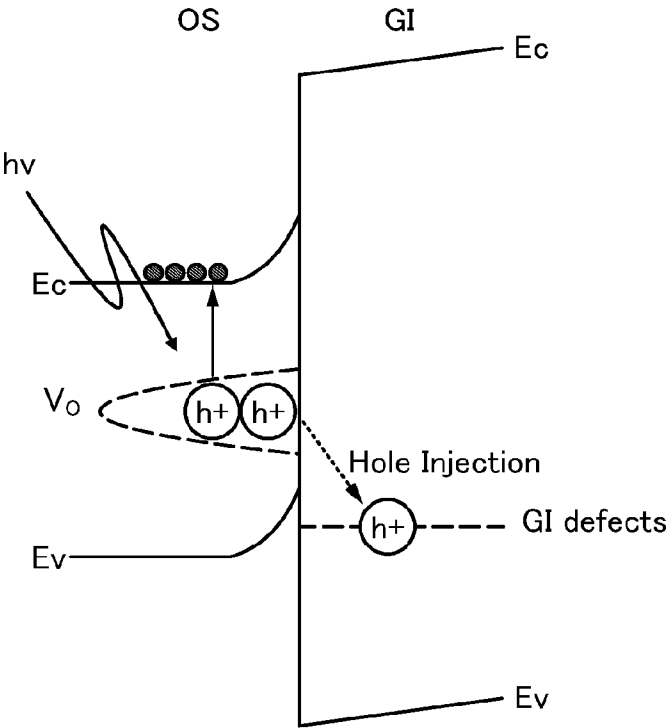


図4B

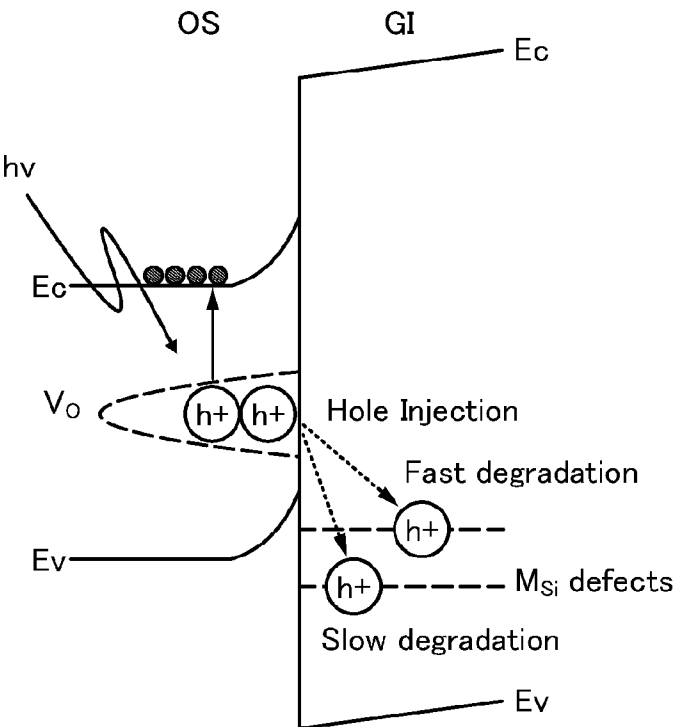


図5A

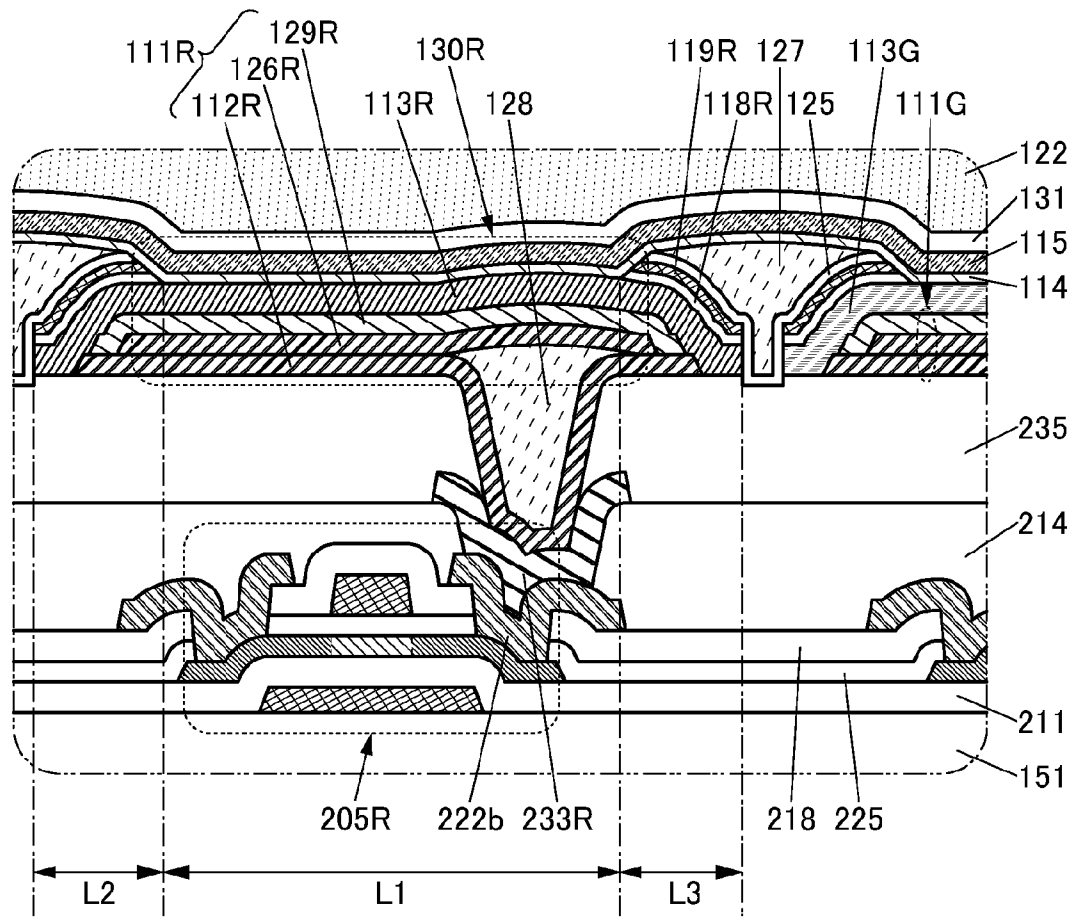


図5B

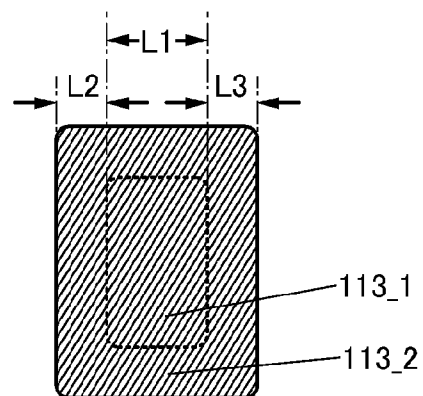


図 6A

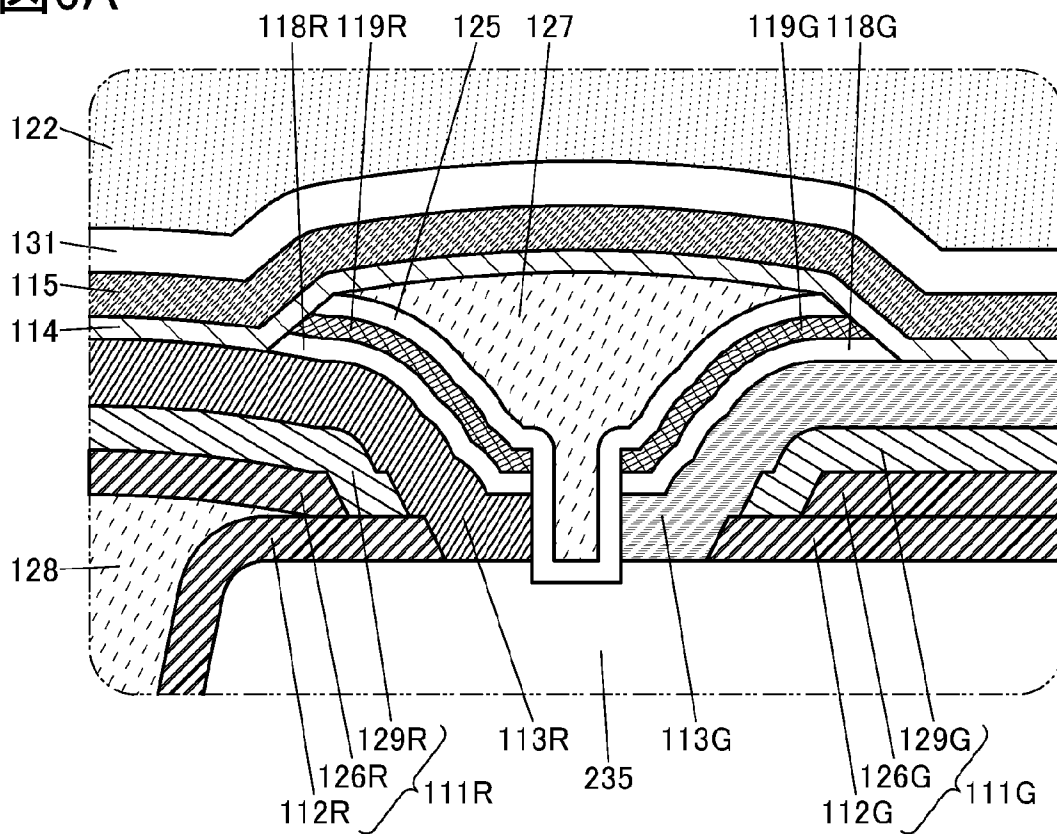


図 6B

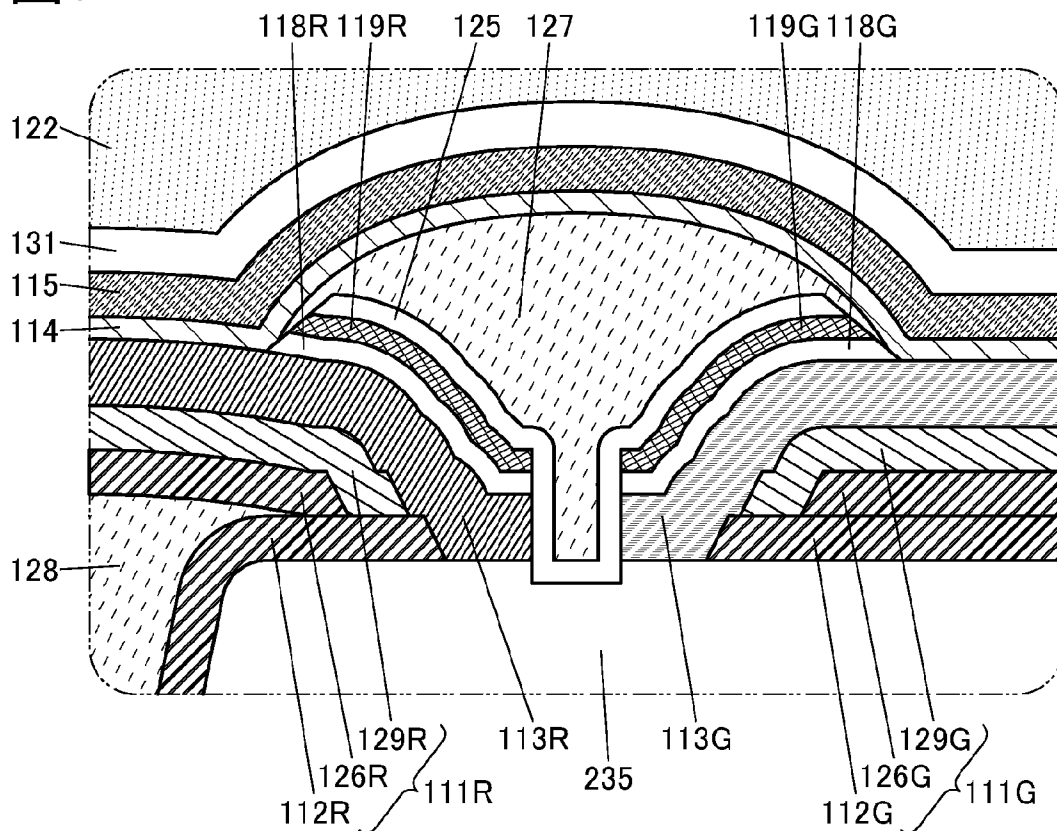


図7A

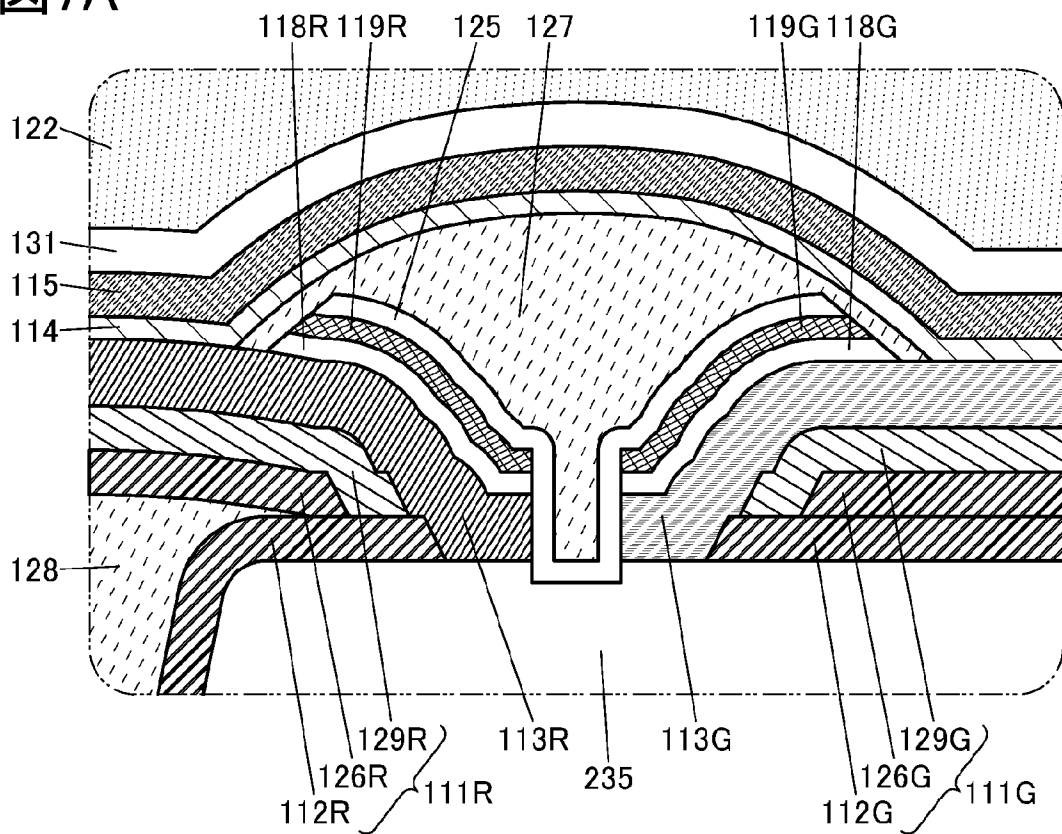


図 7B

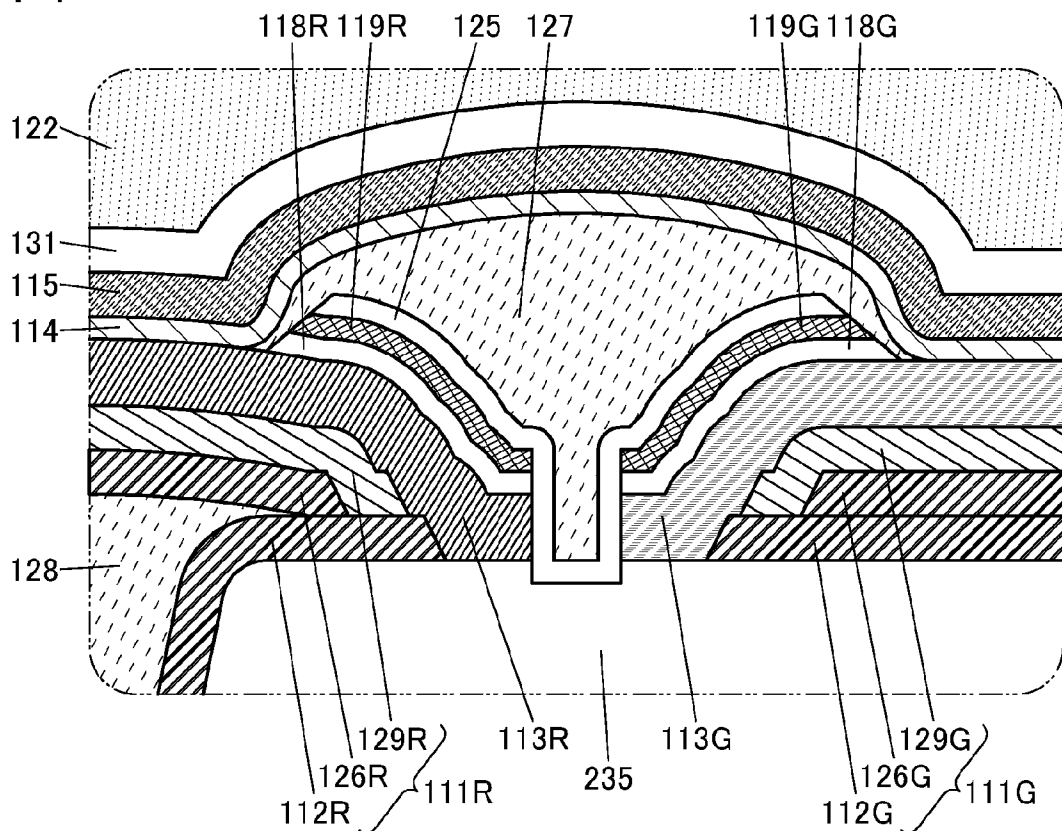


図8A

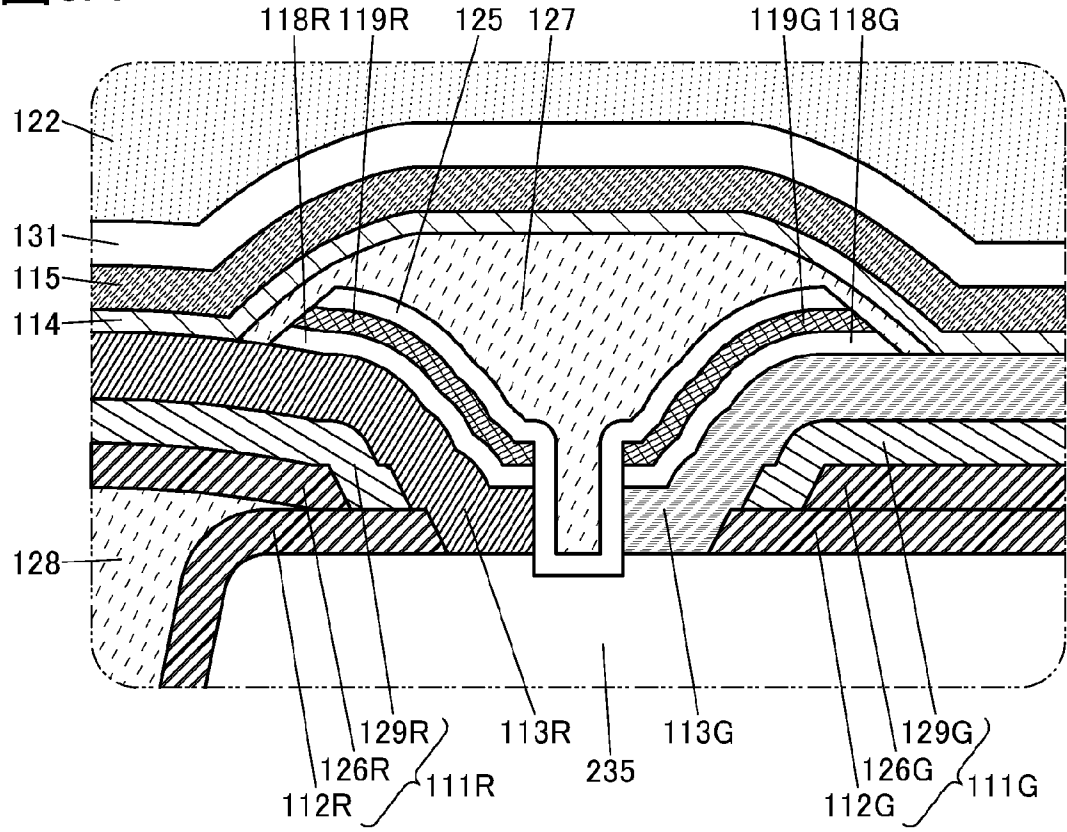


図8B

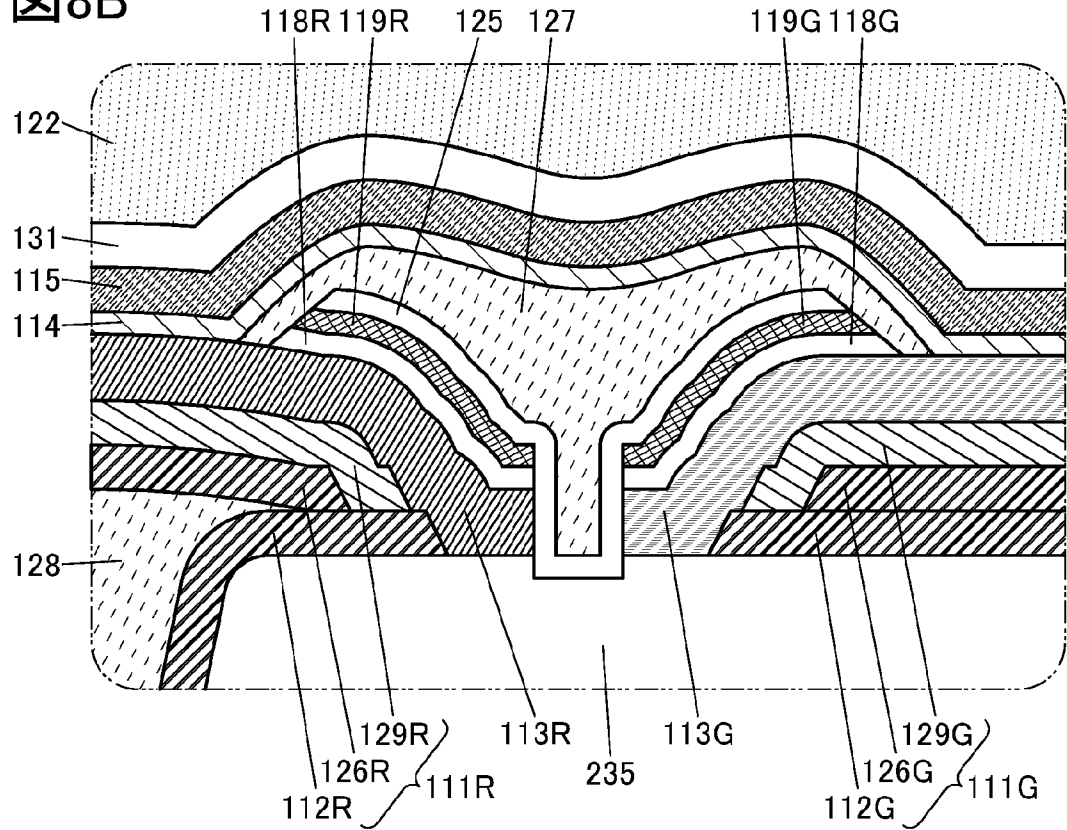


图 9A

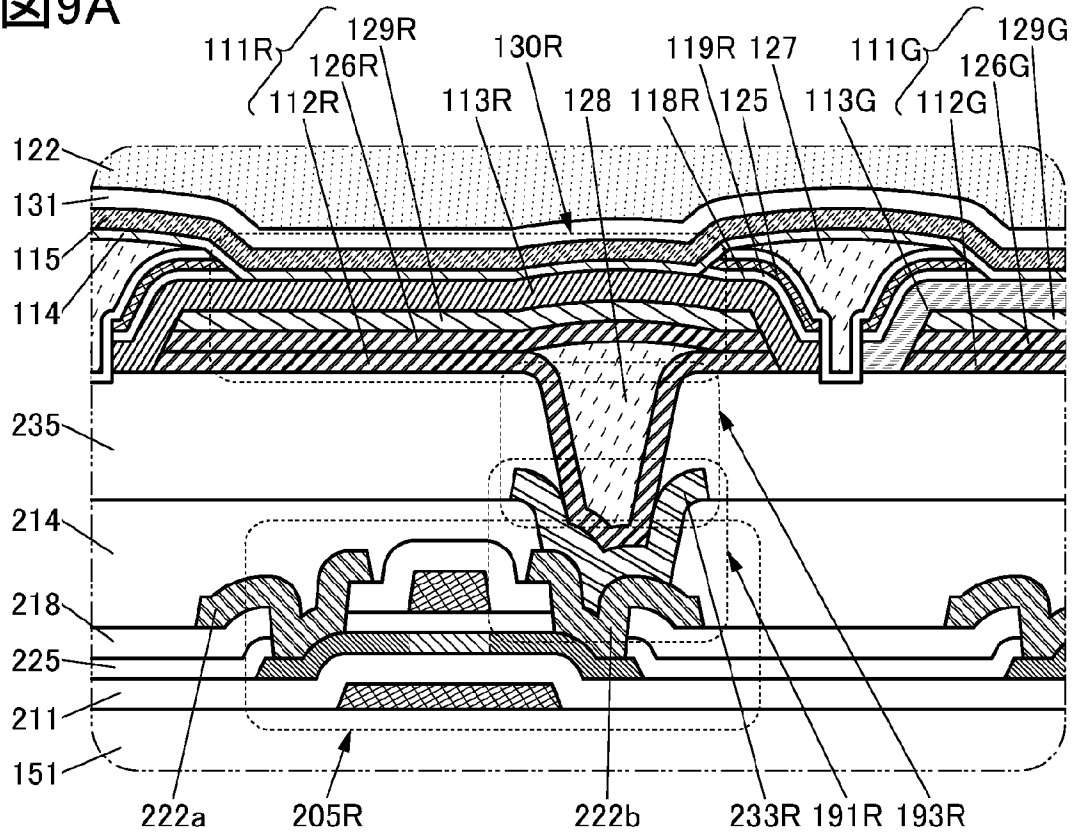


図9B

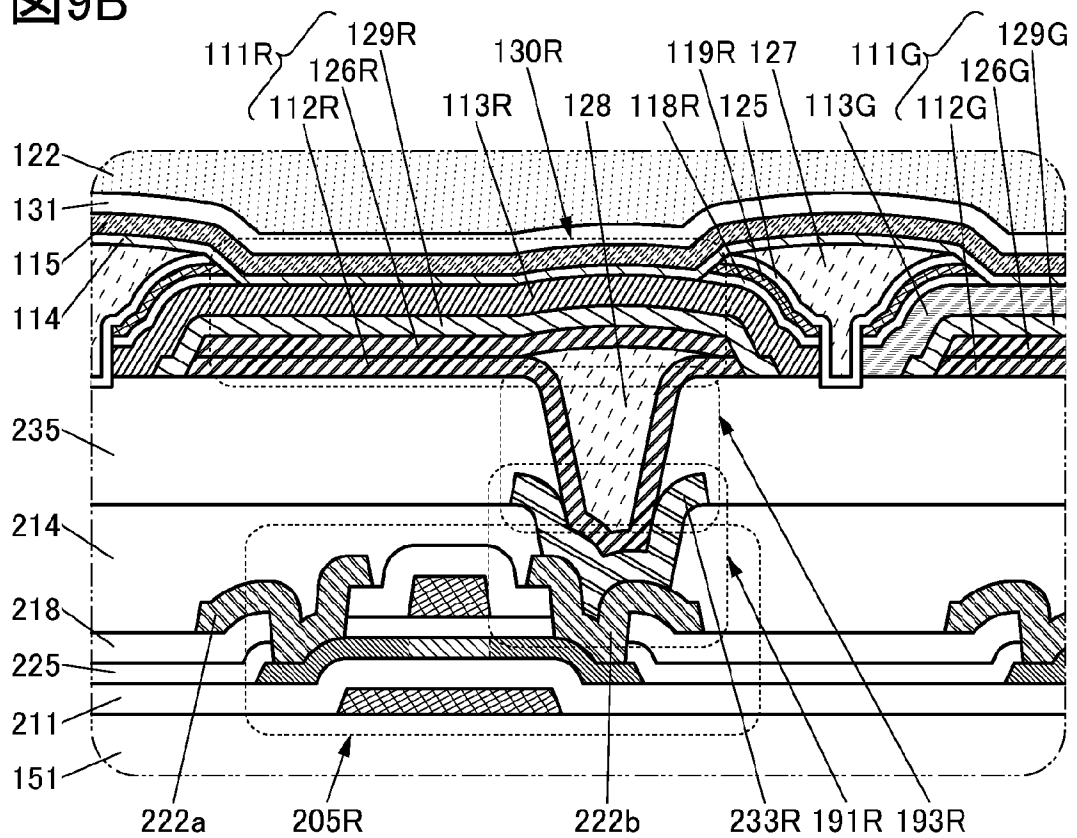


図10A

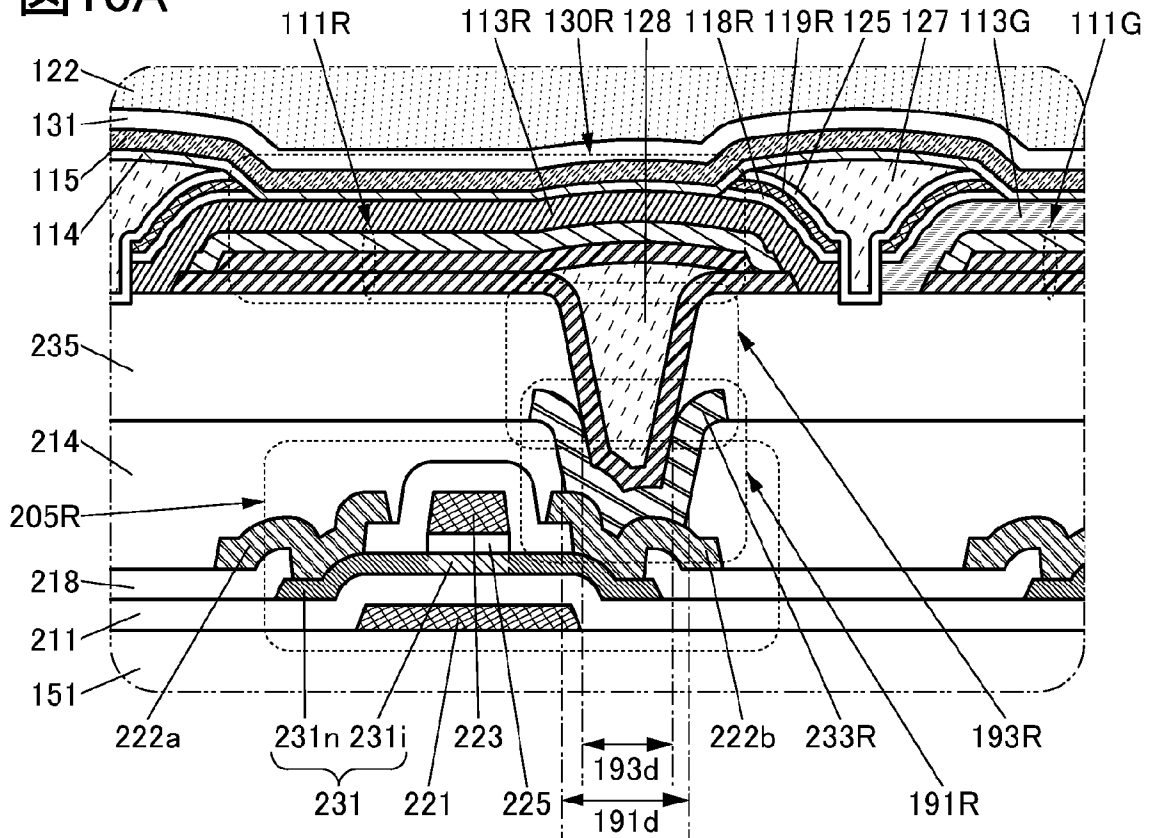


図10B

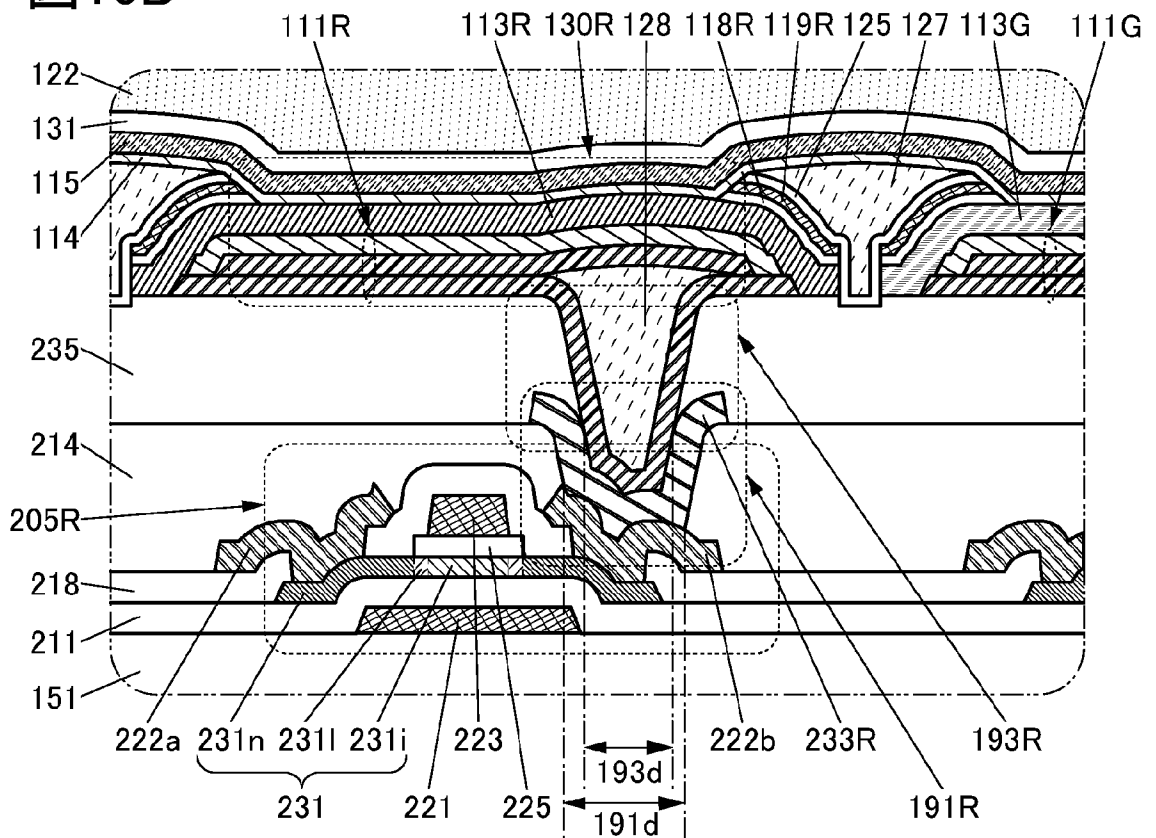


図11A

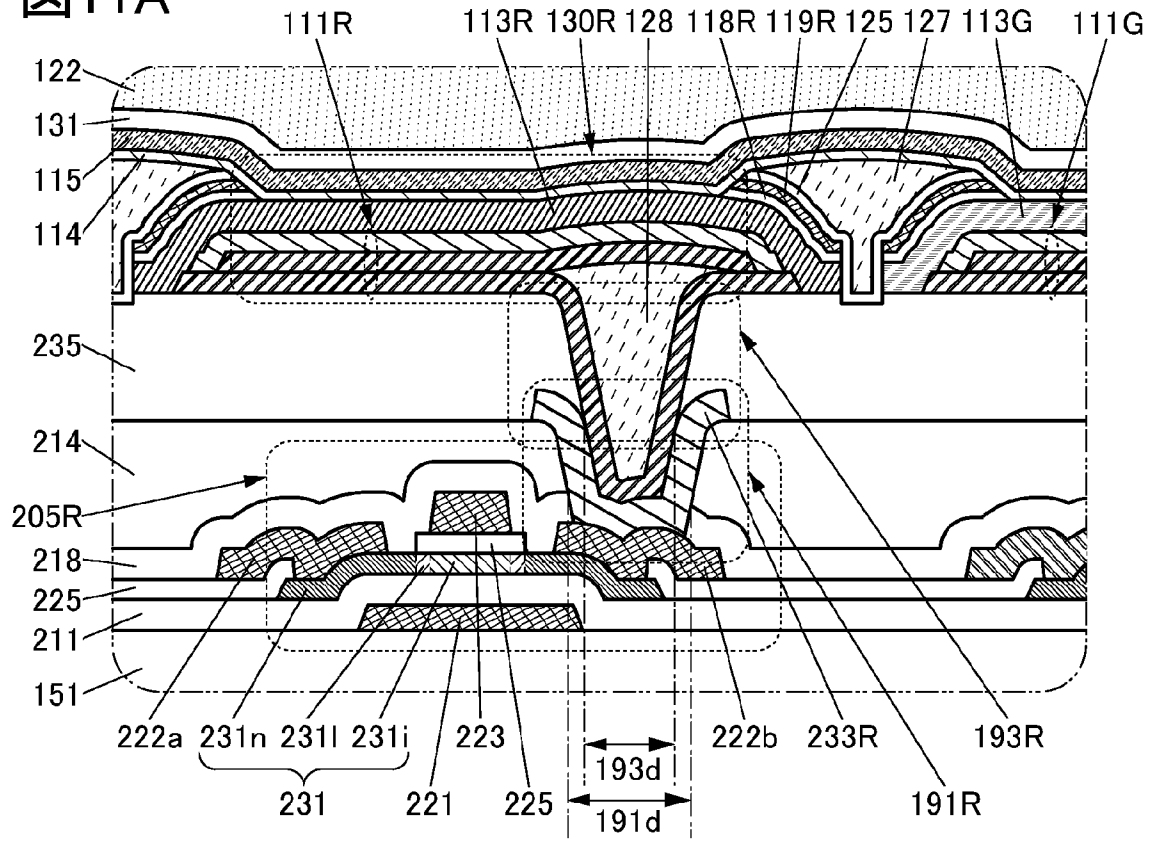


図11B

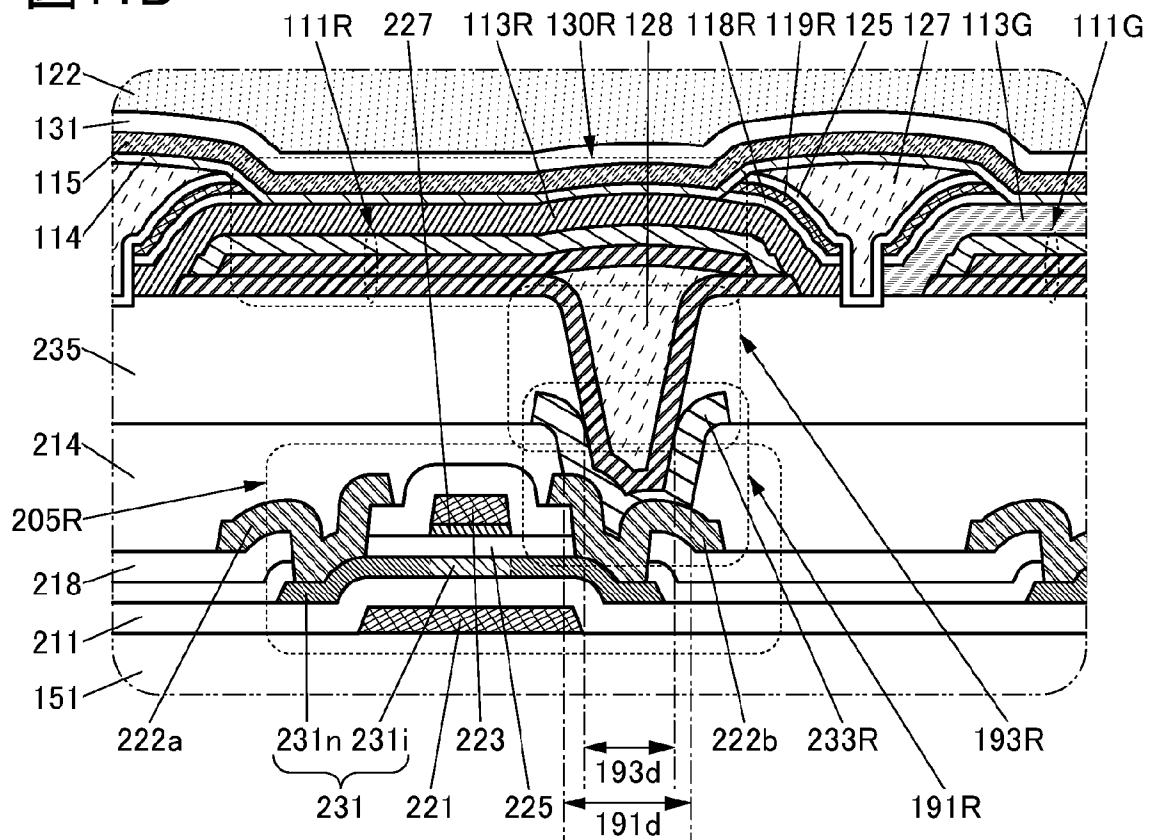


図12A

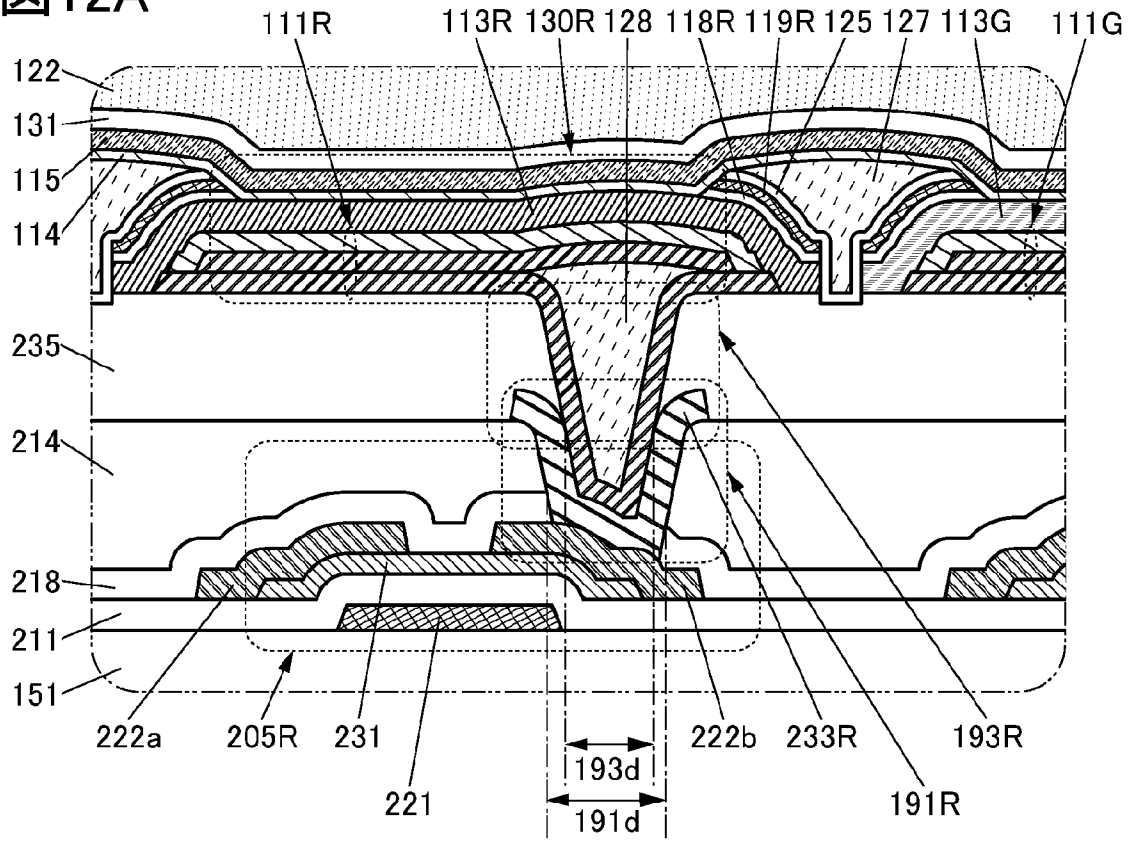


図12B

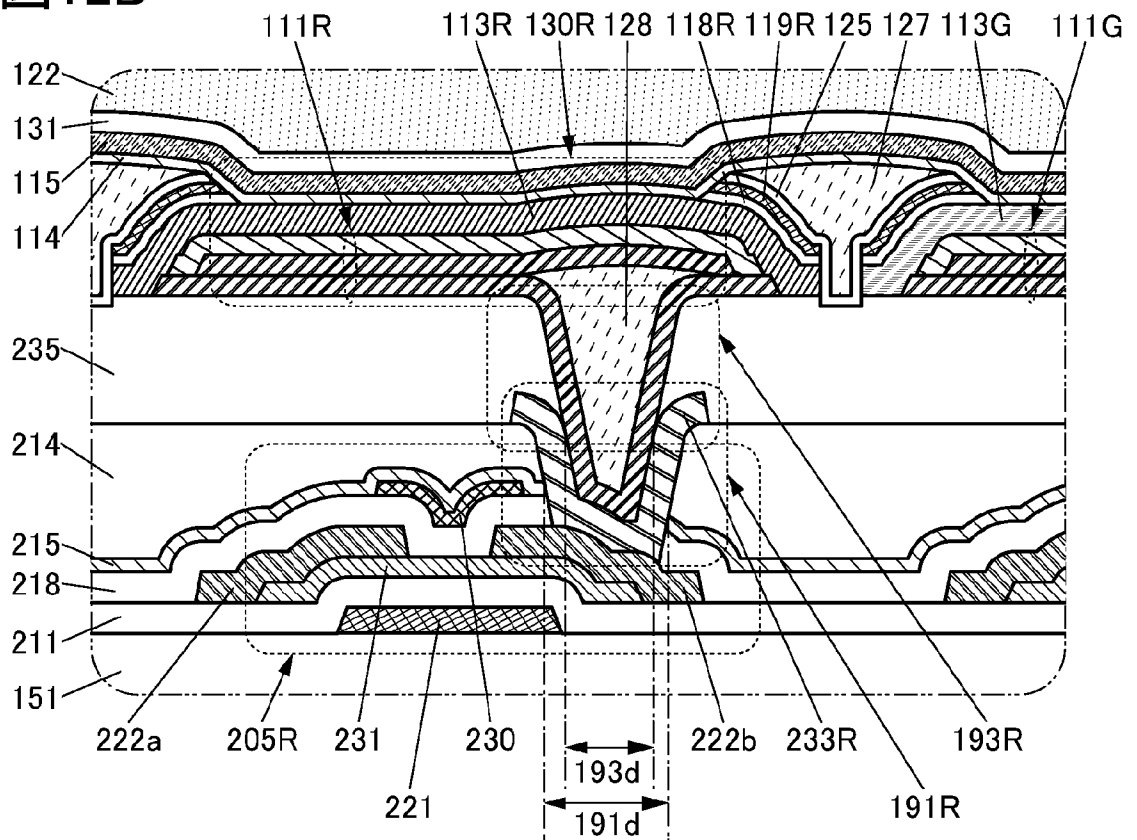
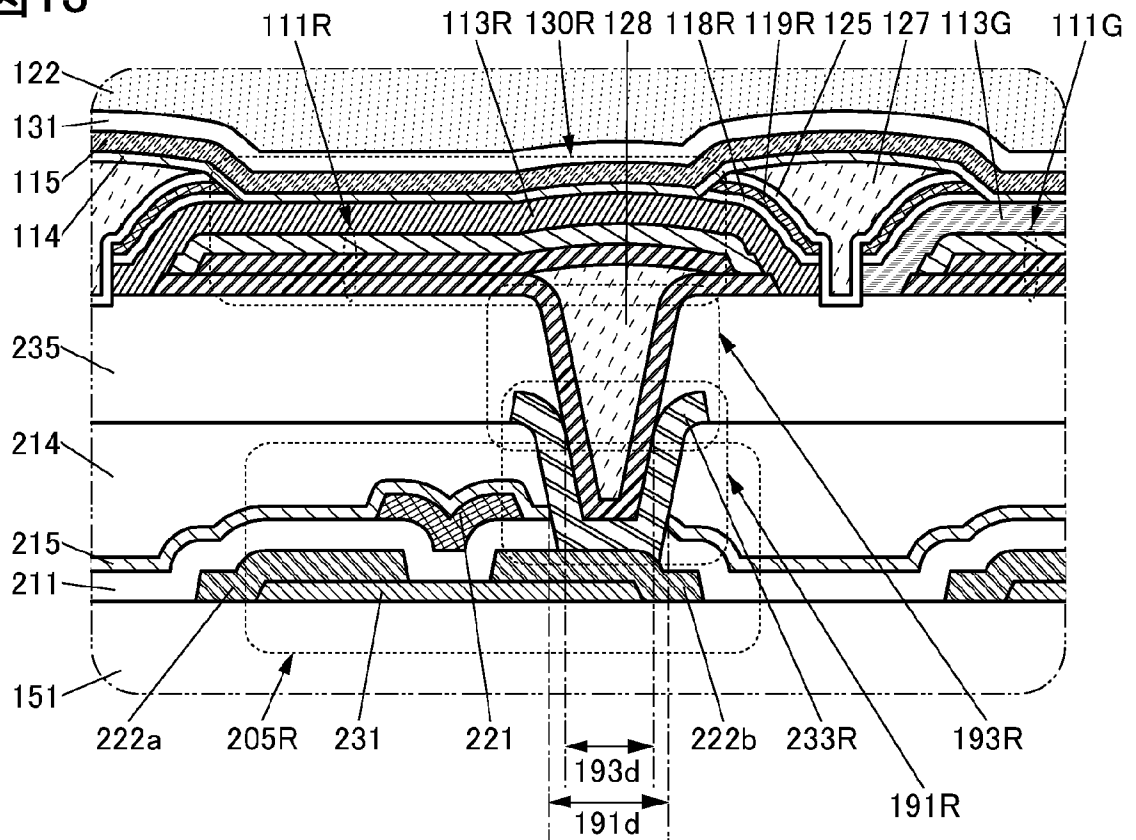
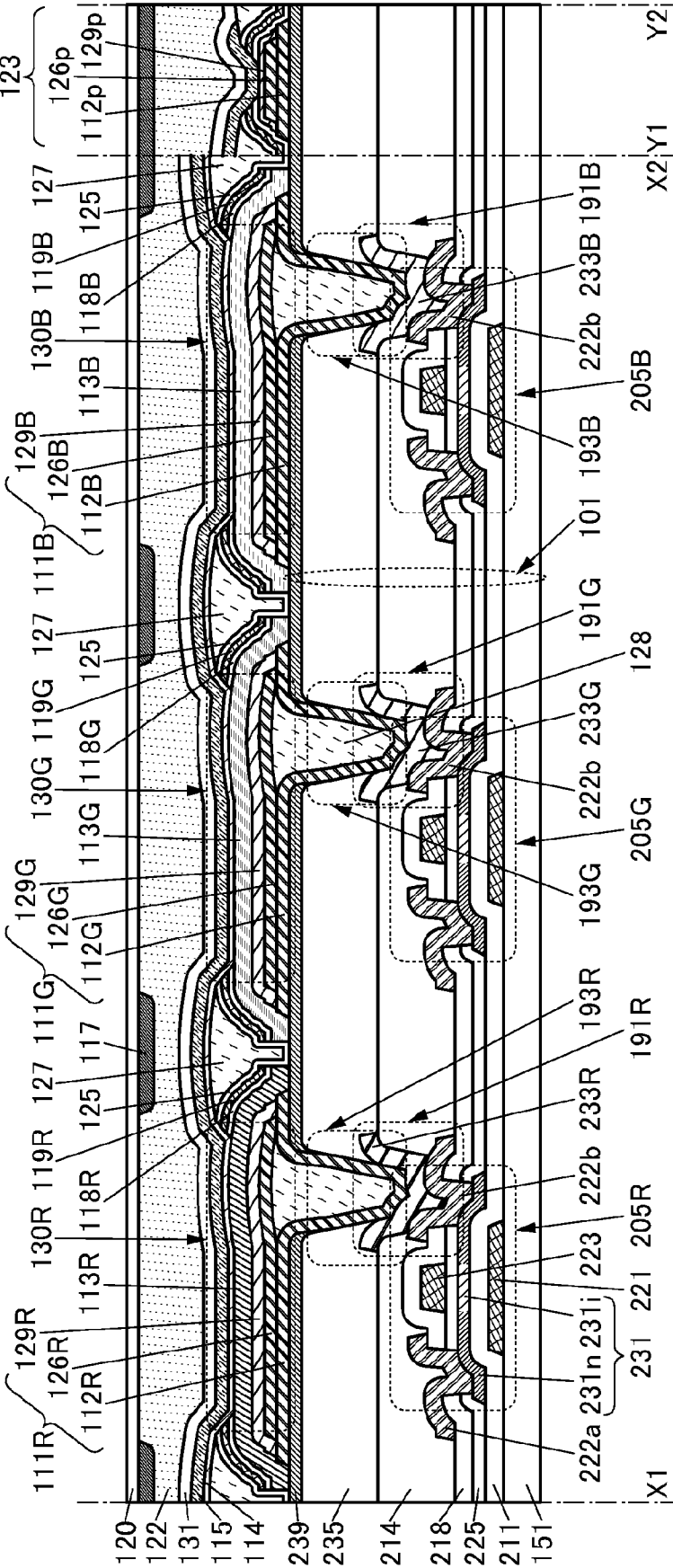
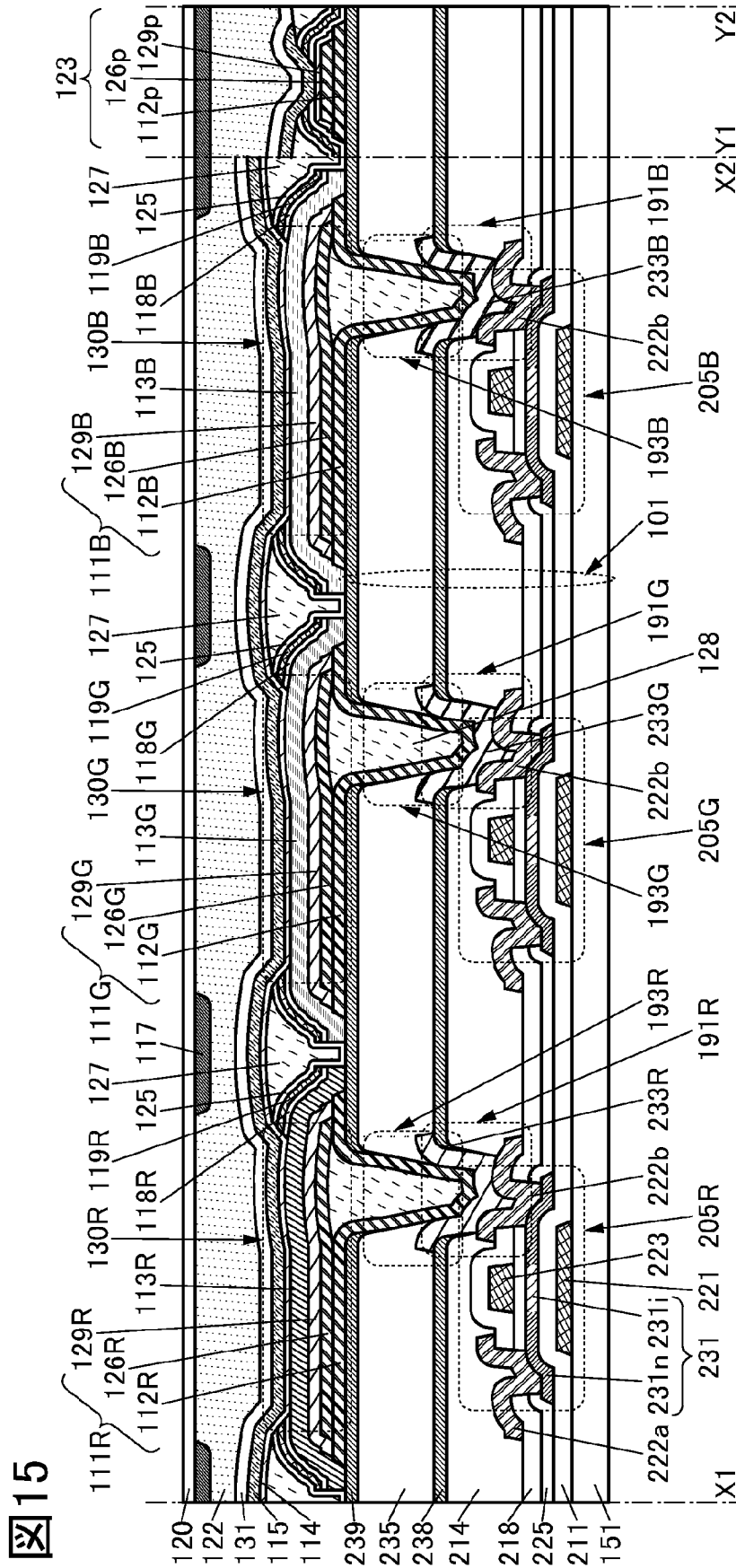


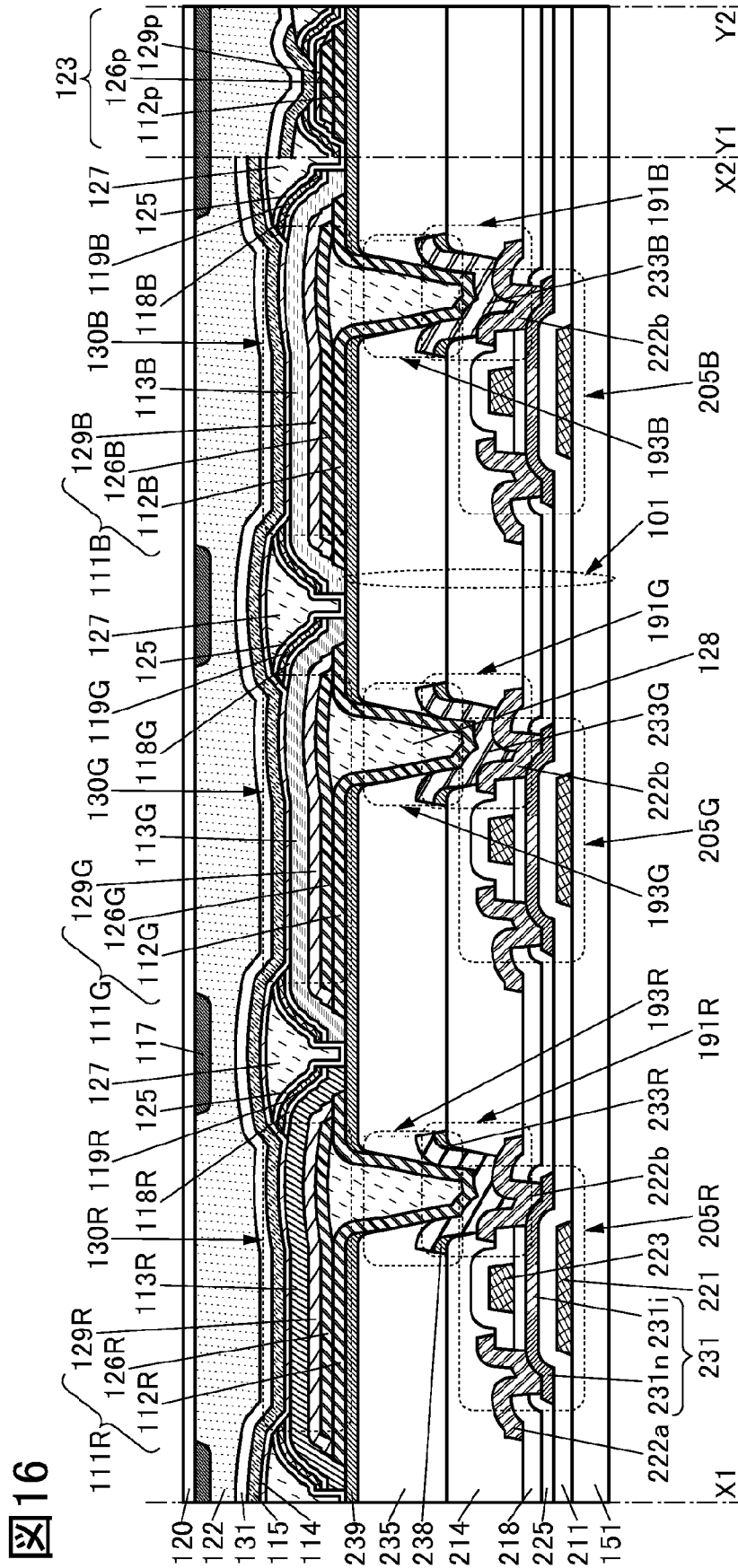
図13



14







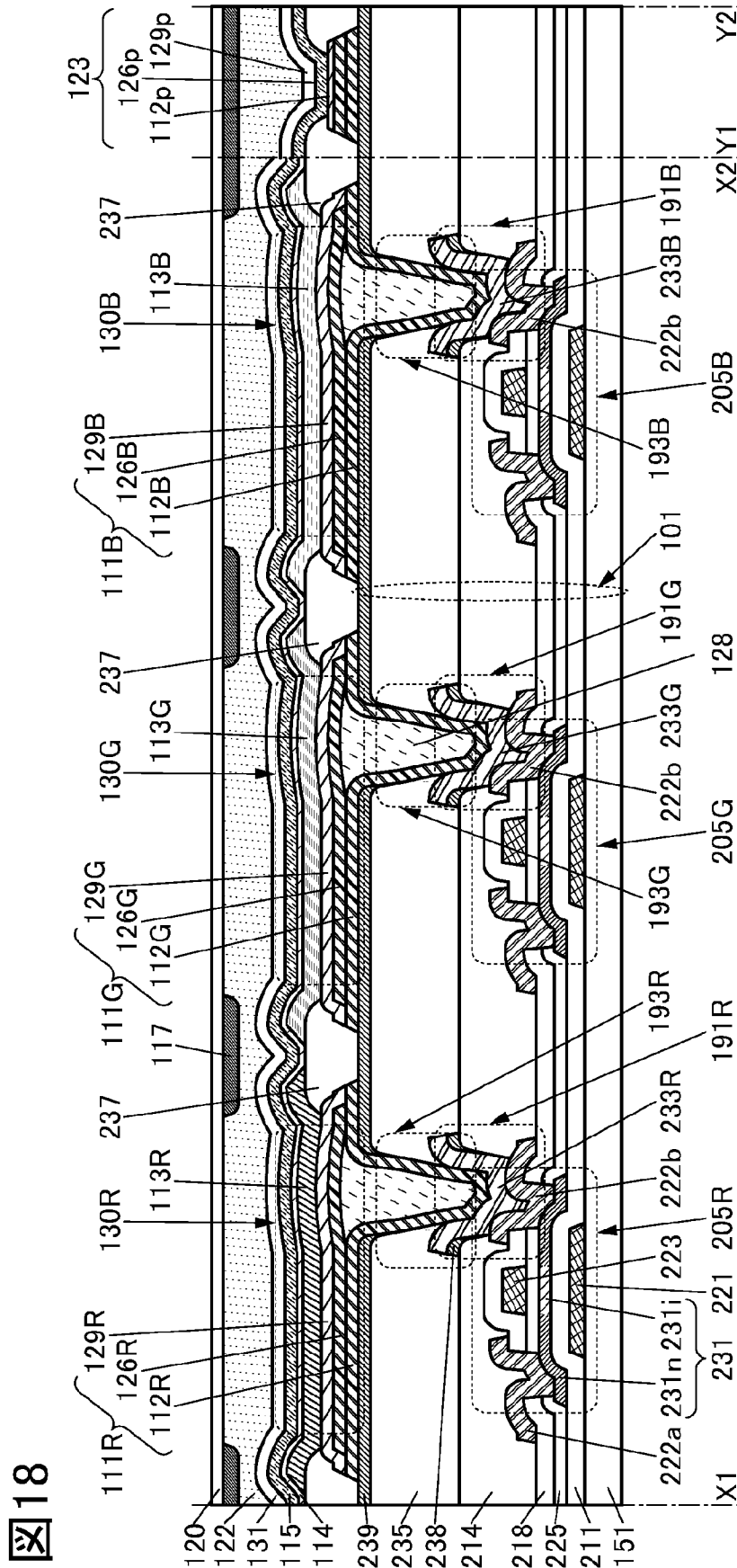
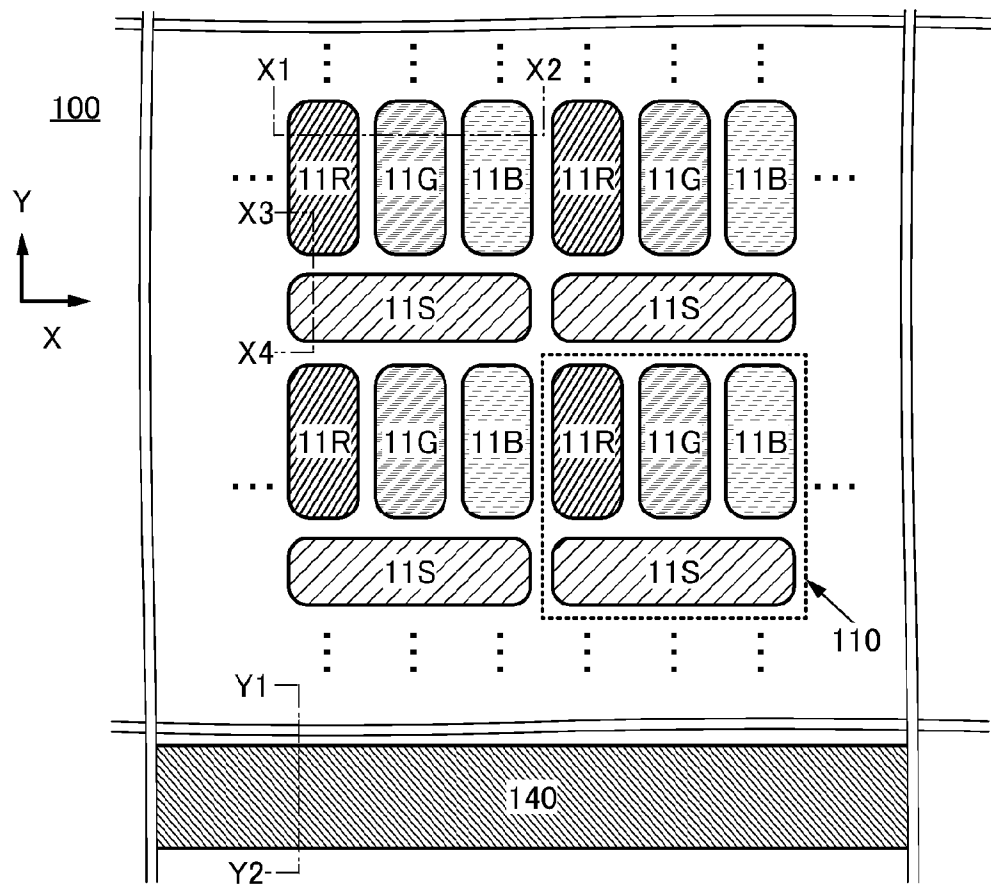


図 19



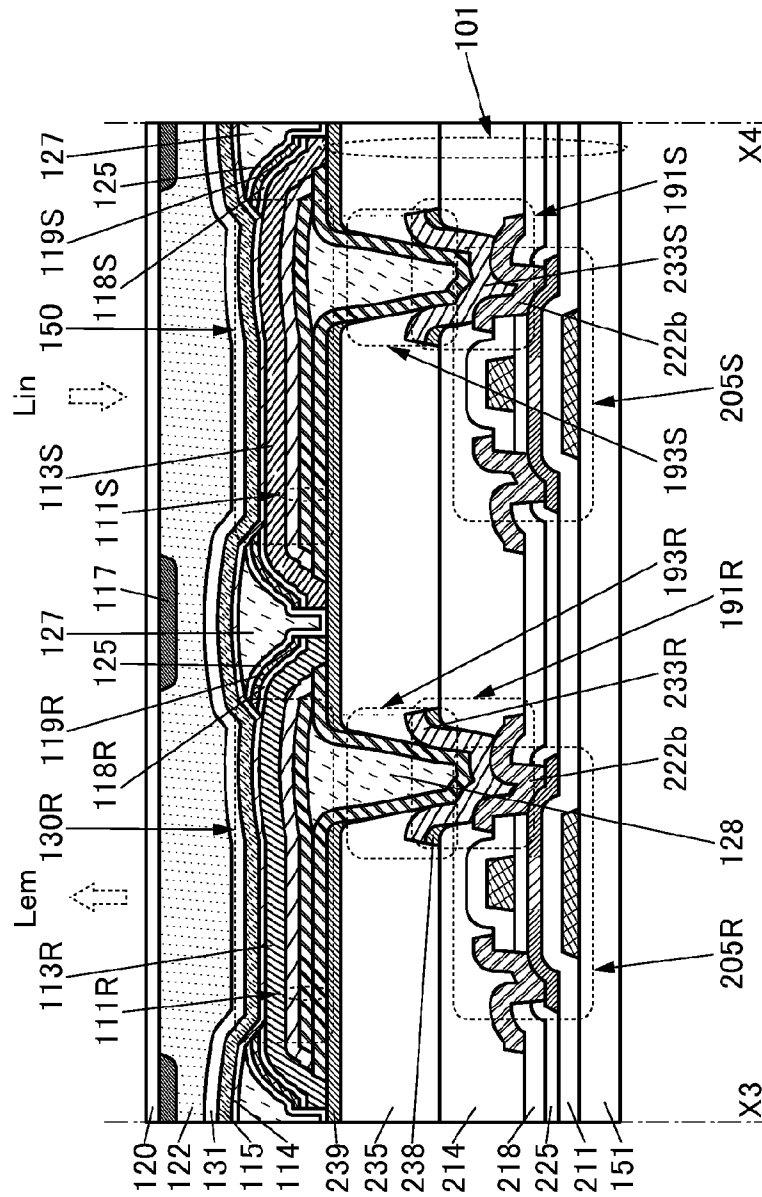


図21A

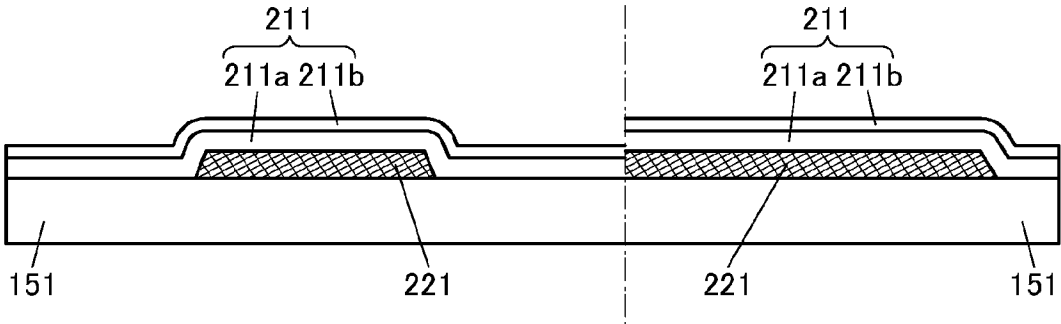


図21B

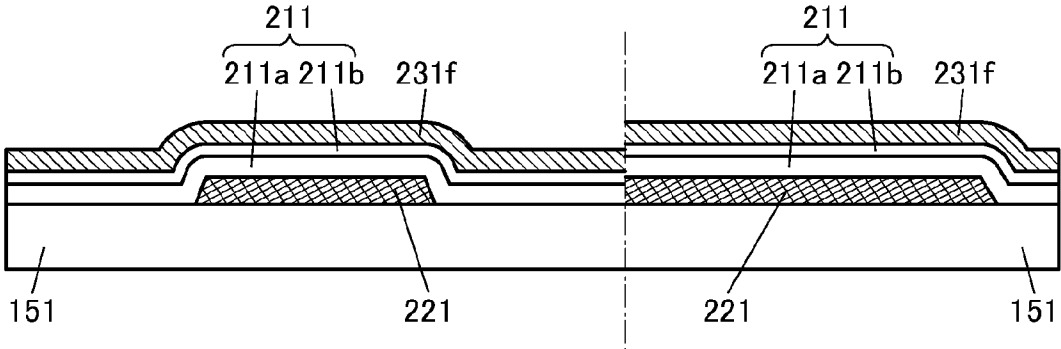


図21C

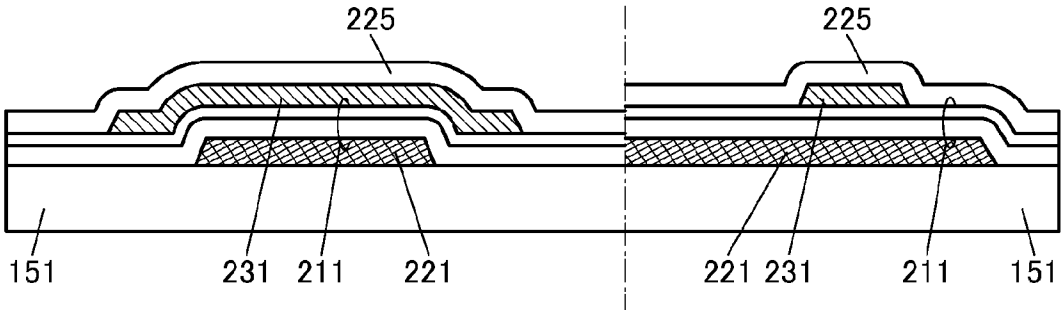


図21D

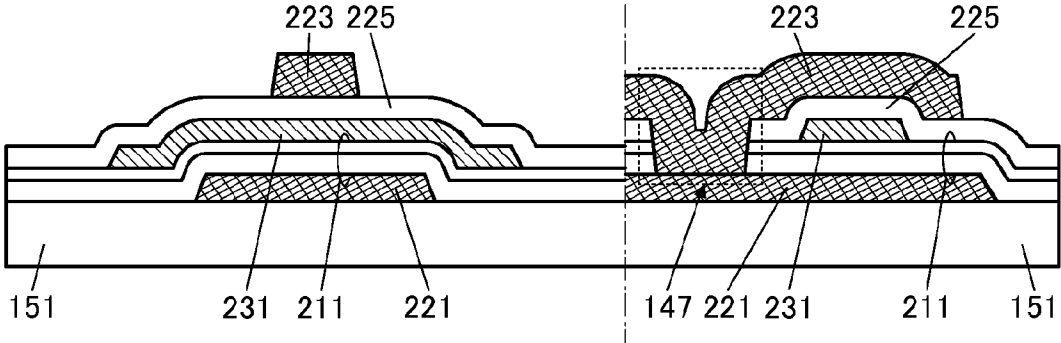


図22A

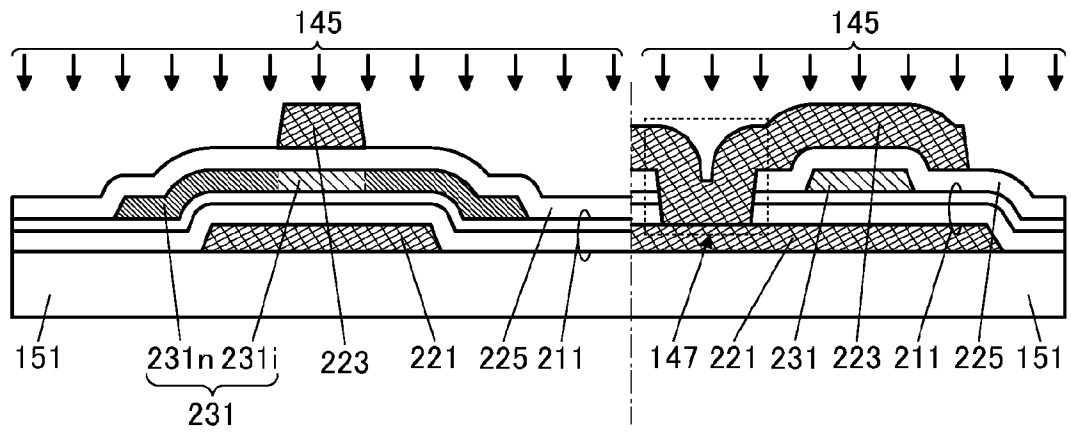


図22B

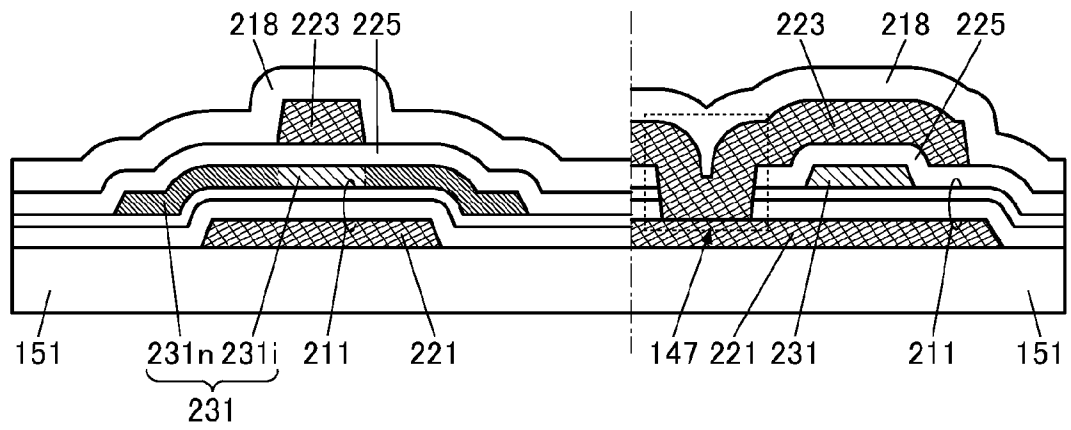
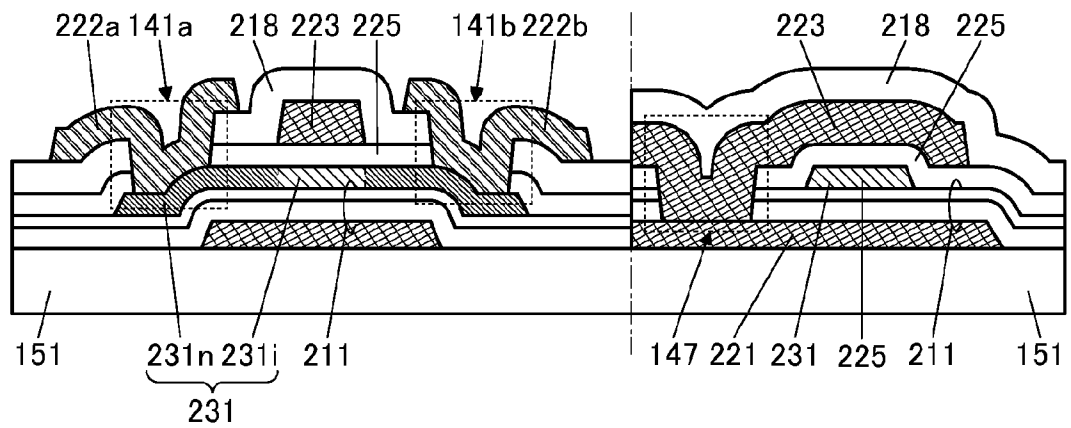
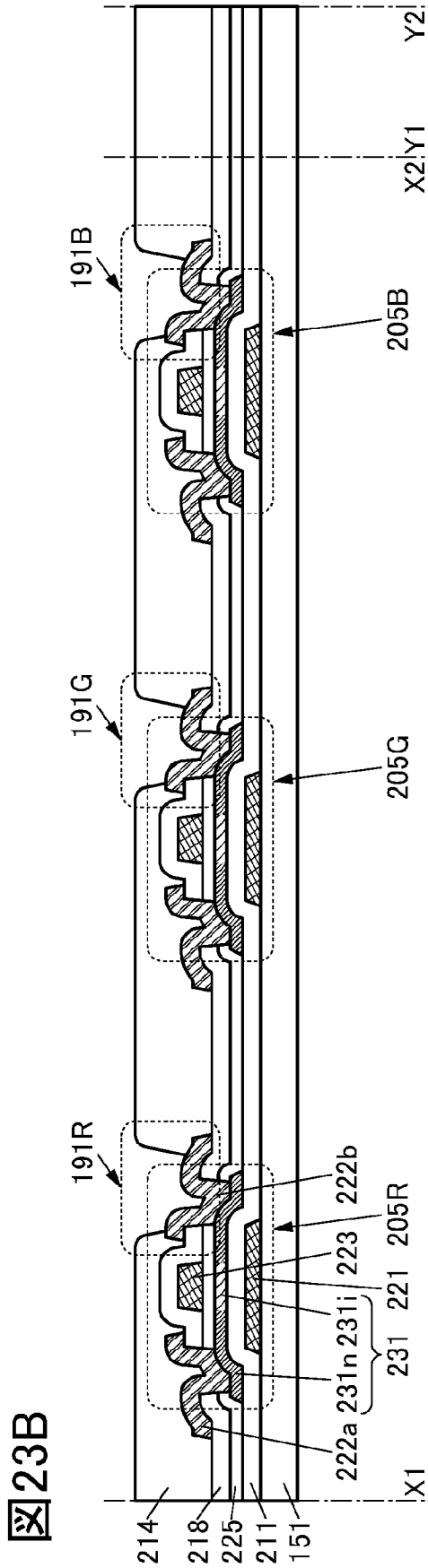
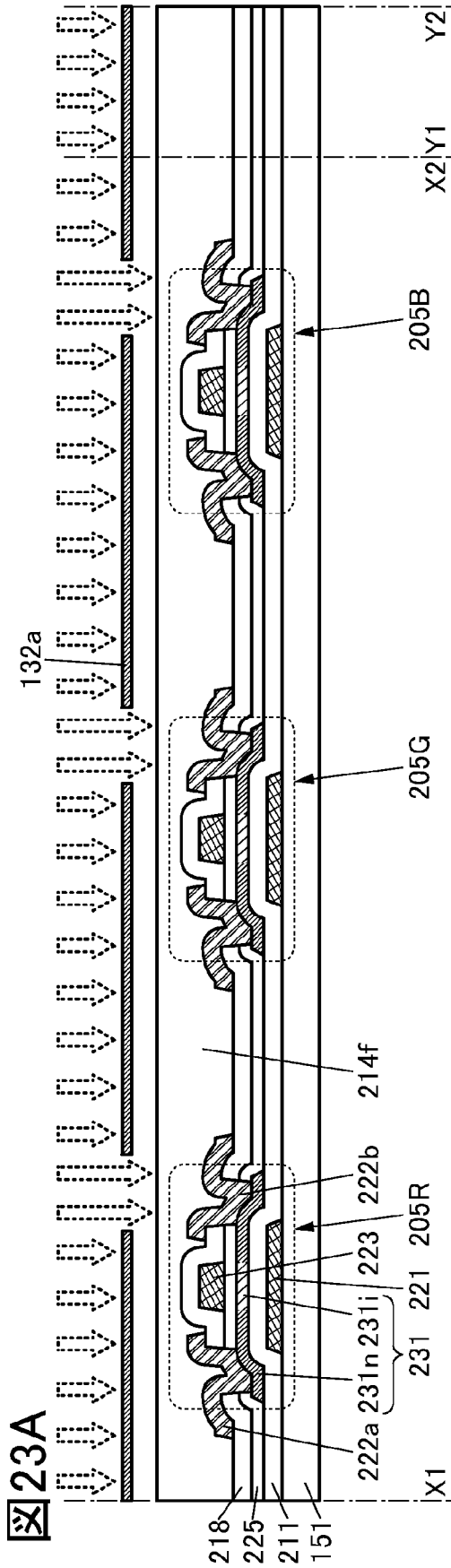
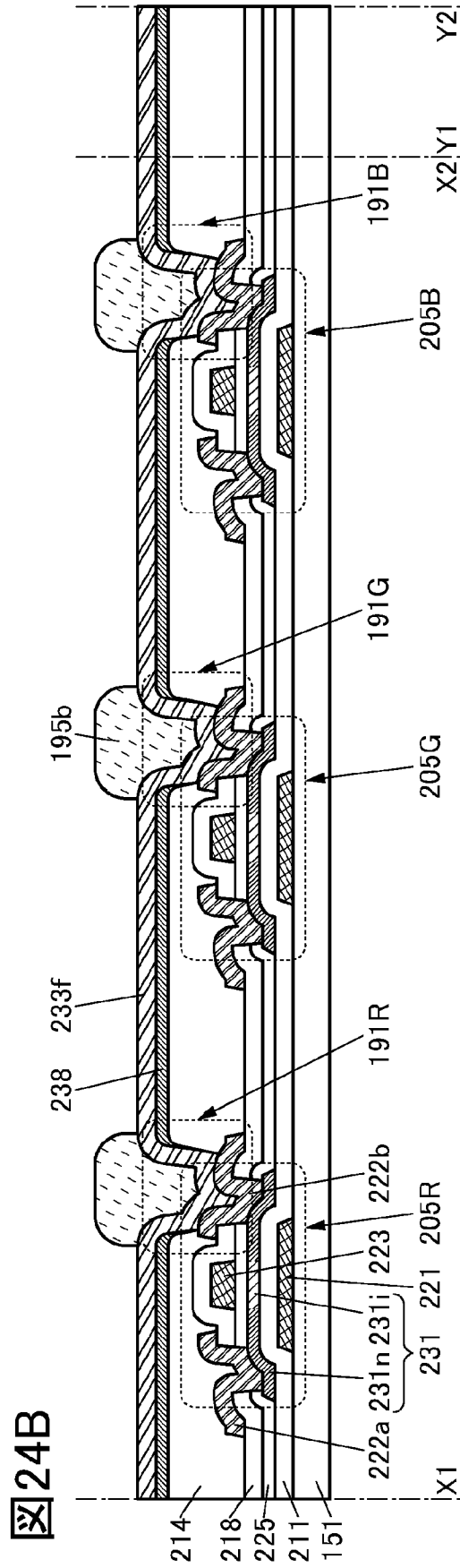
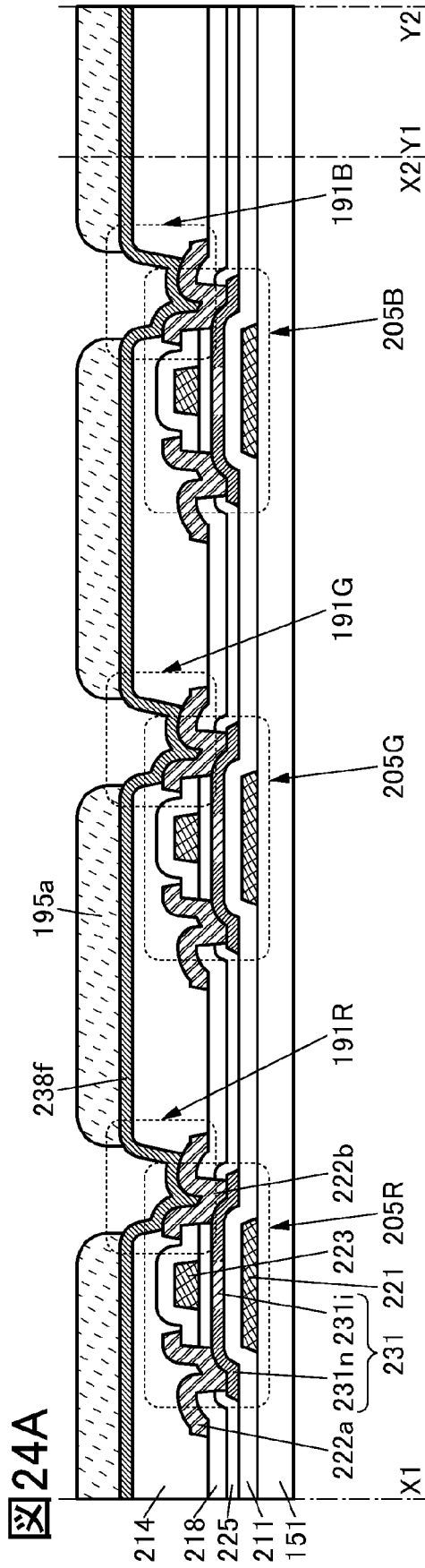


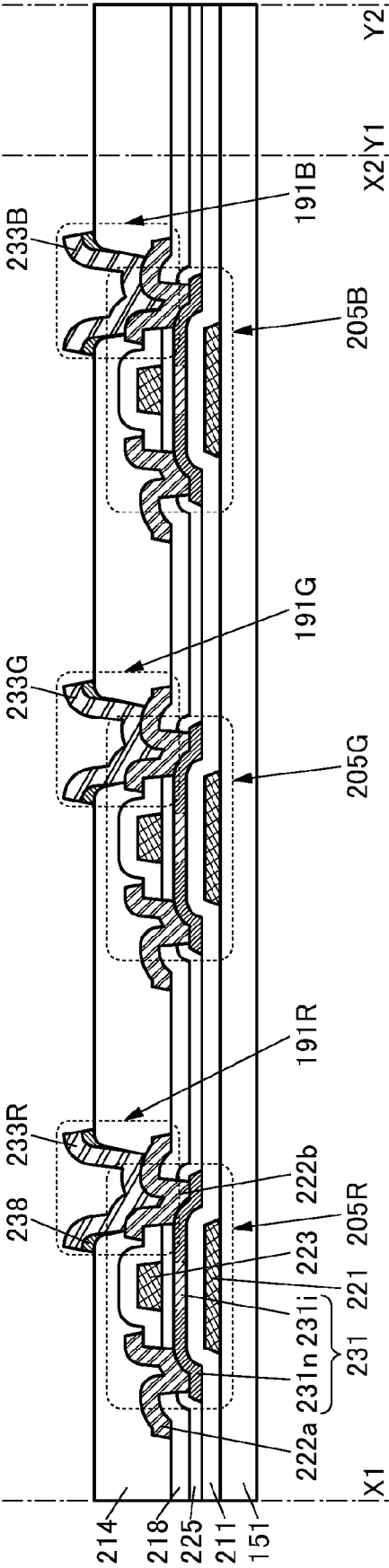
図22C



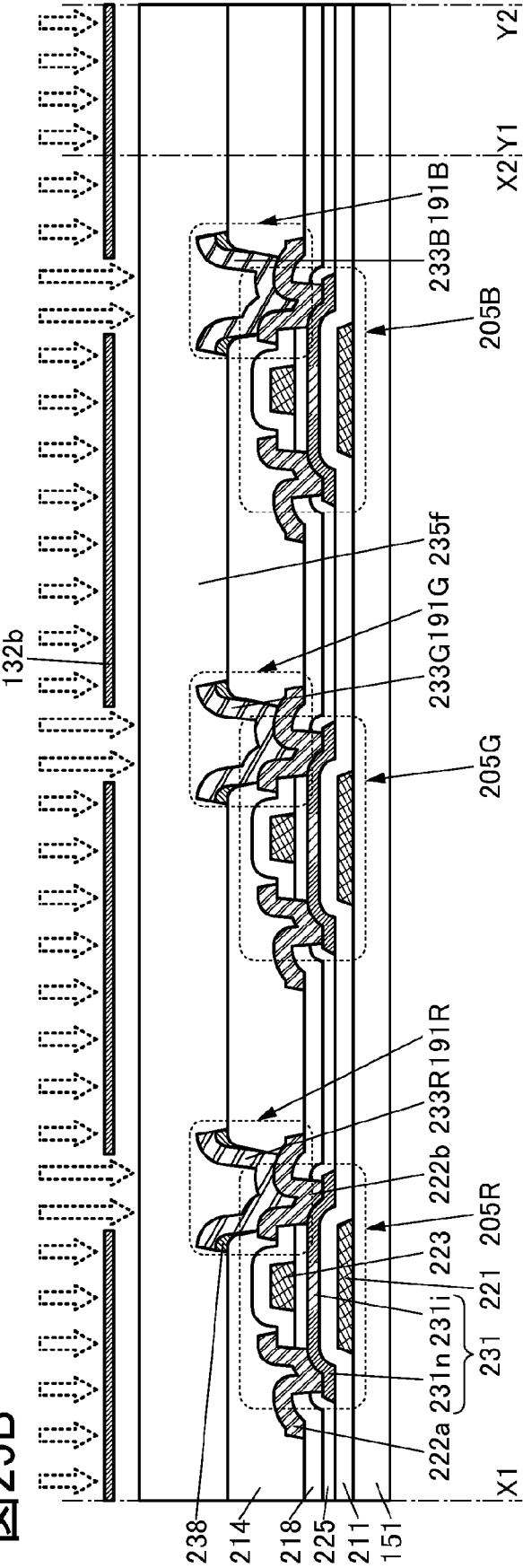


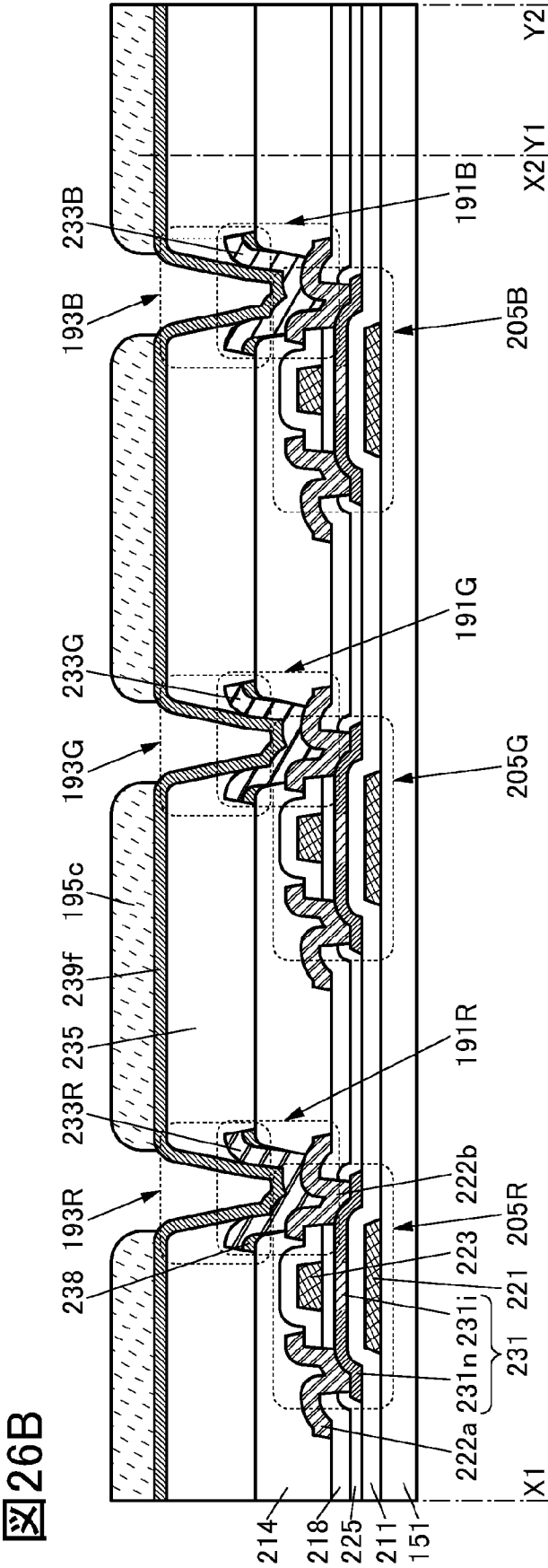
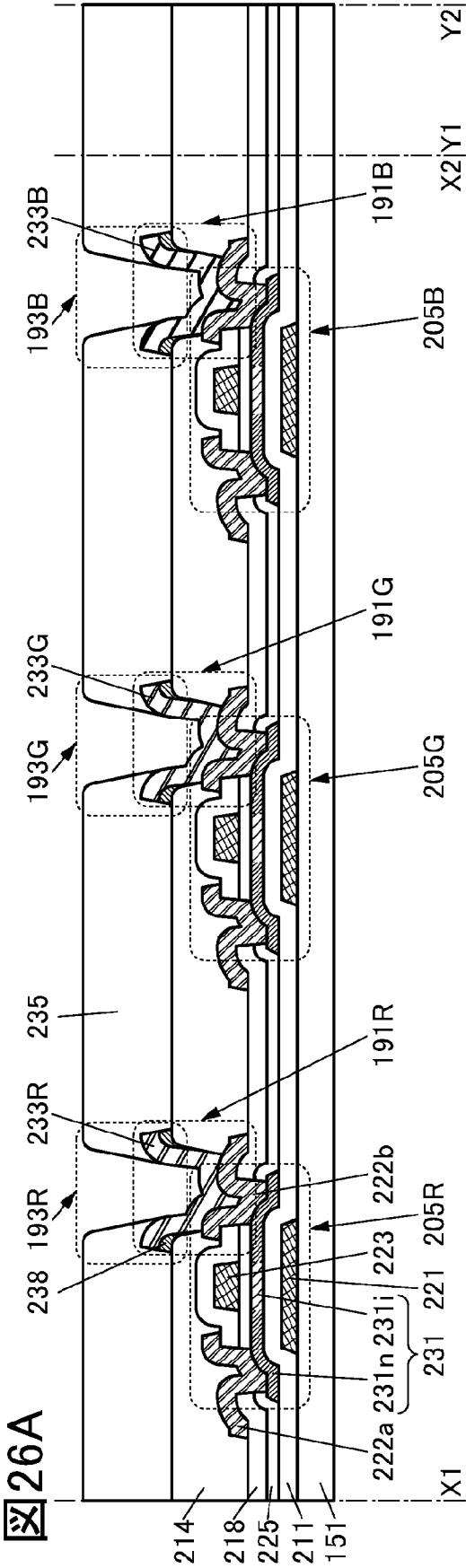


25A

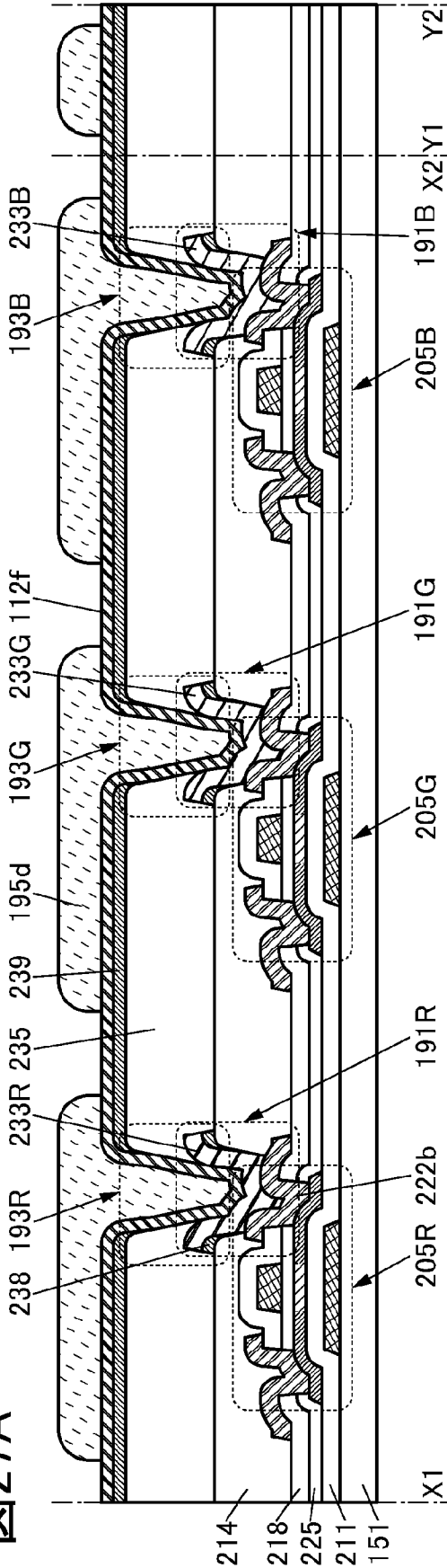


25B

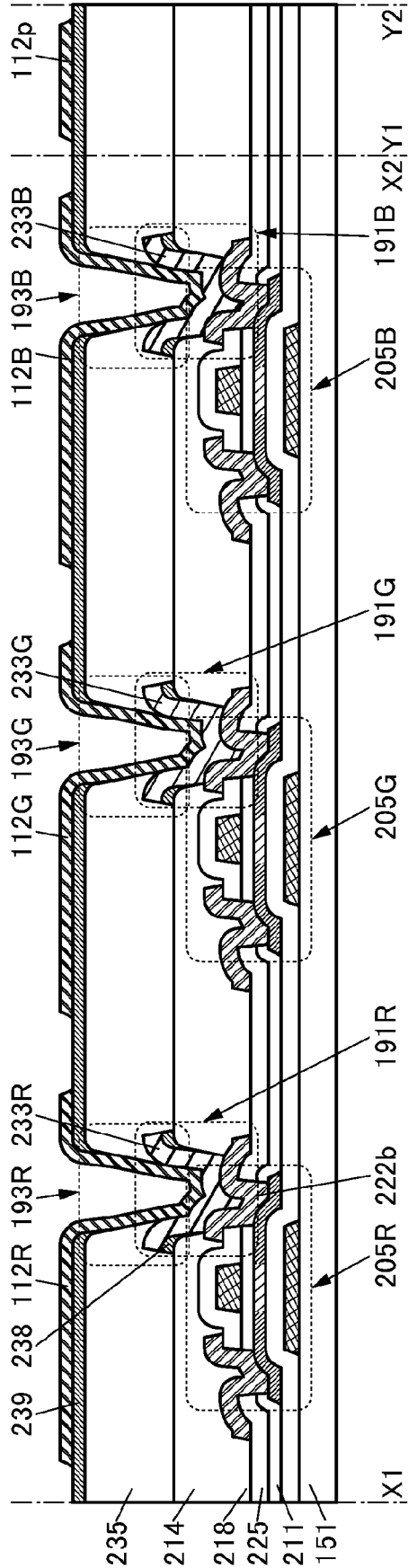


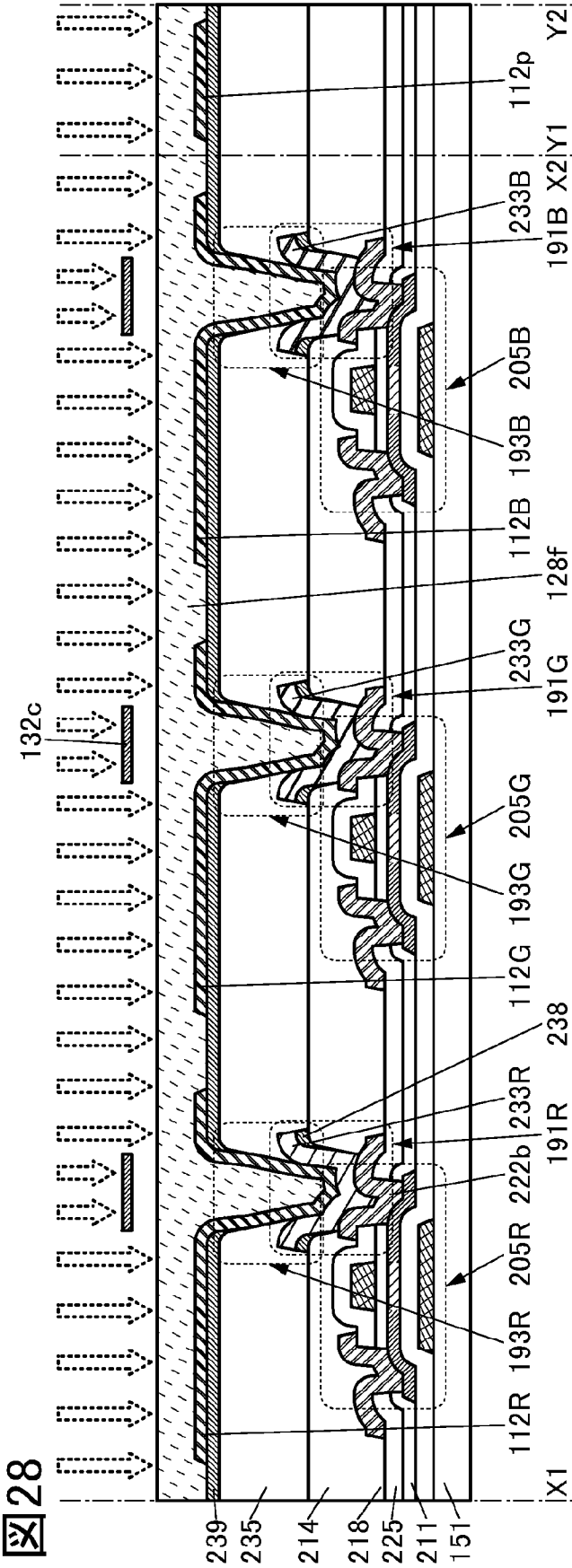


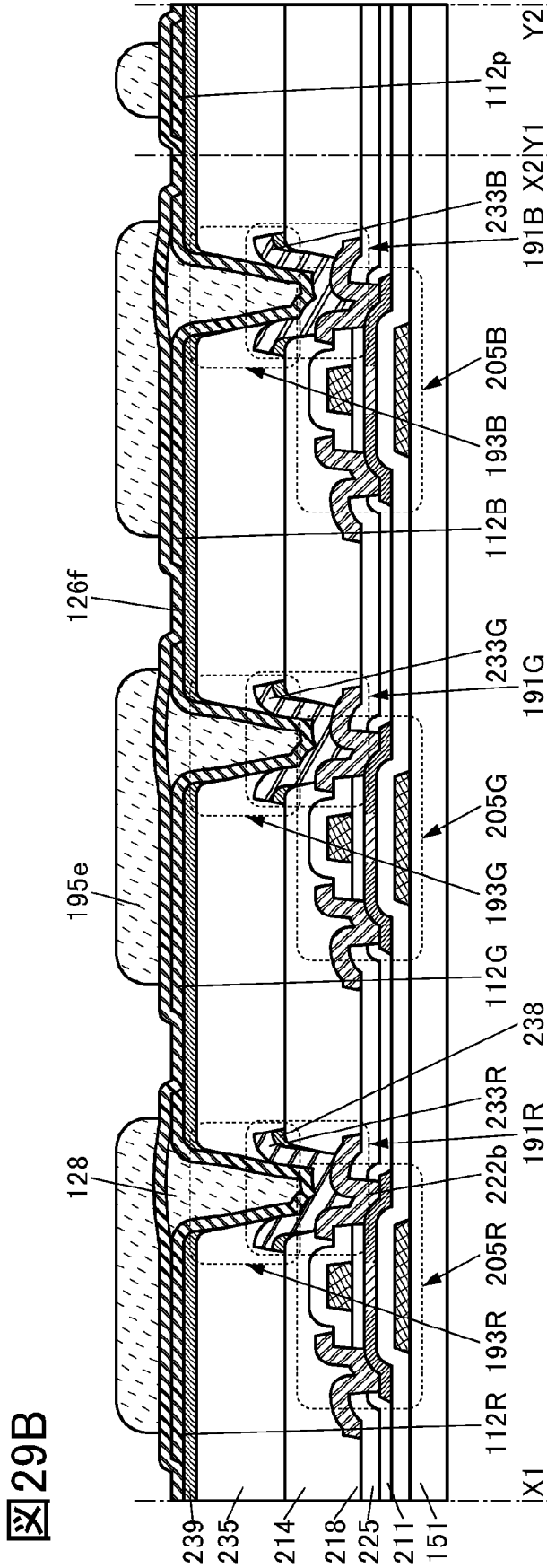
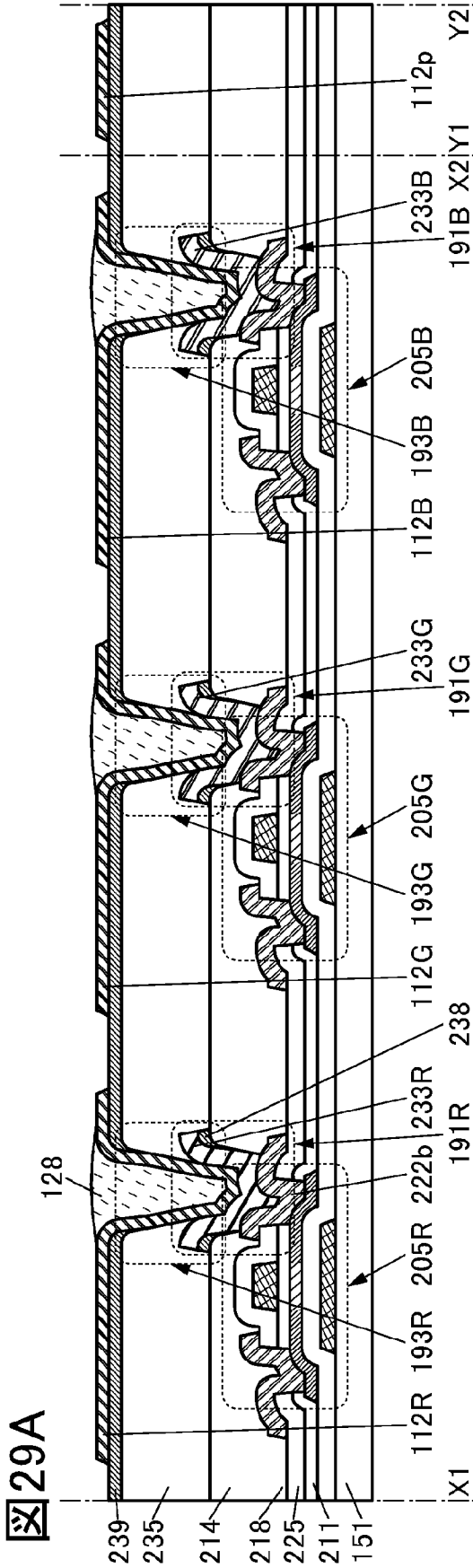
27A

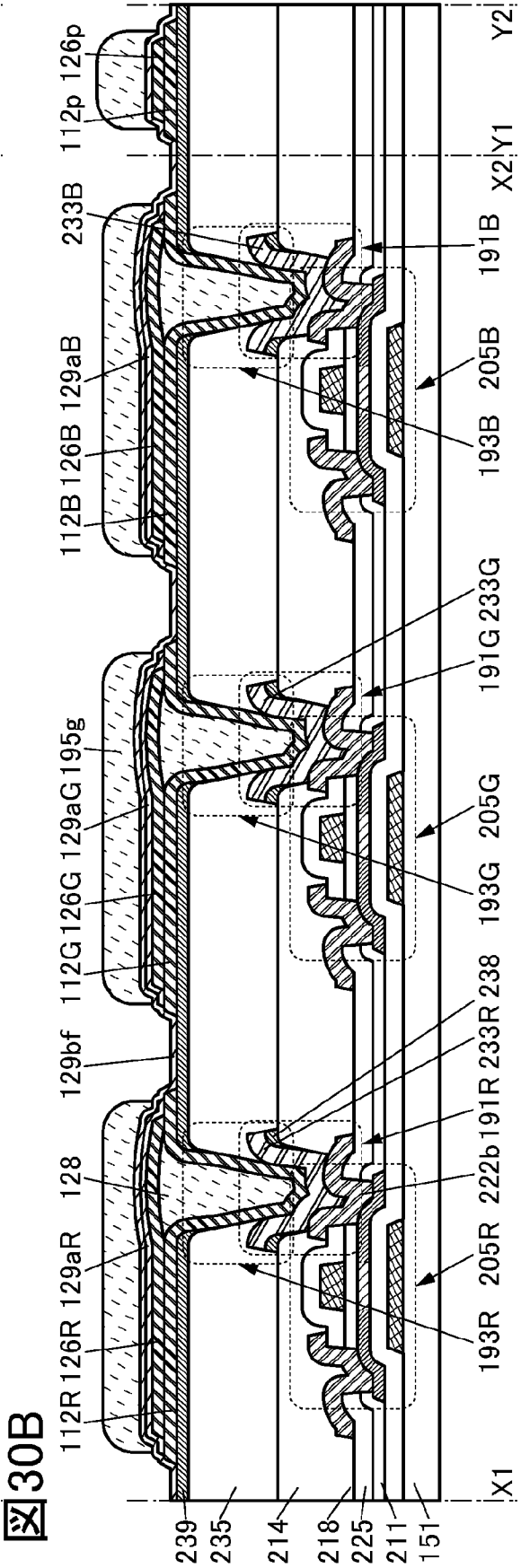
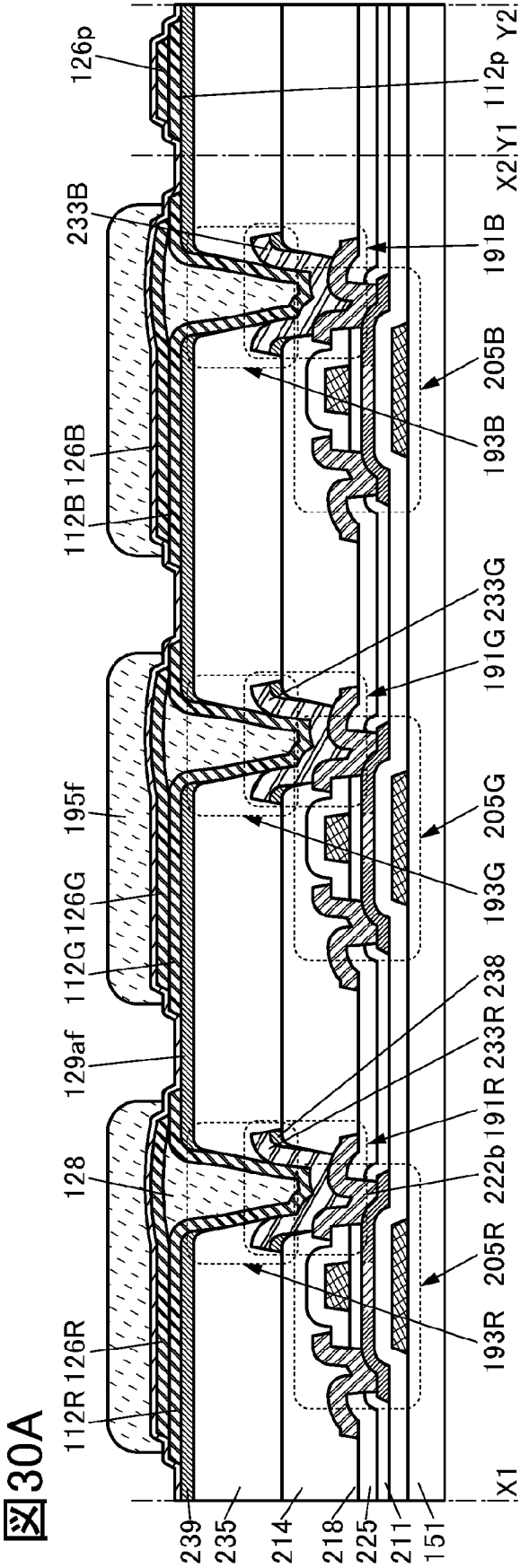


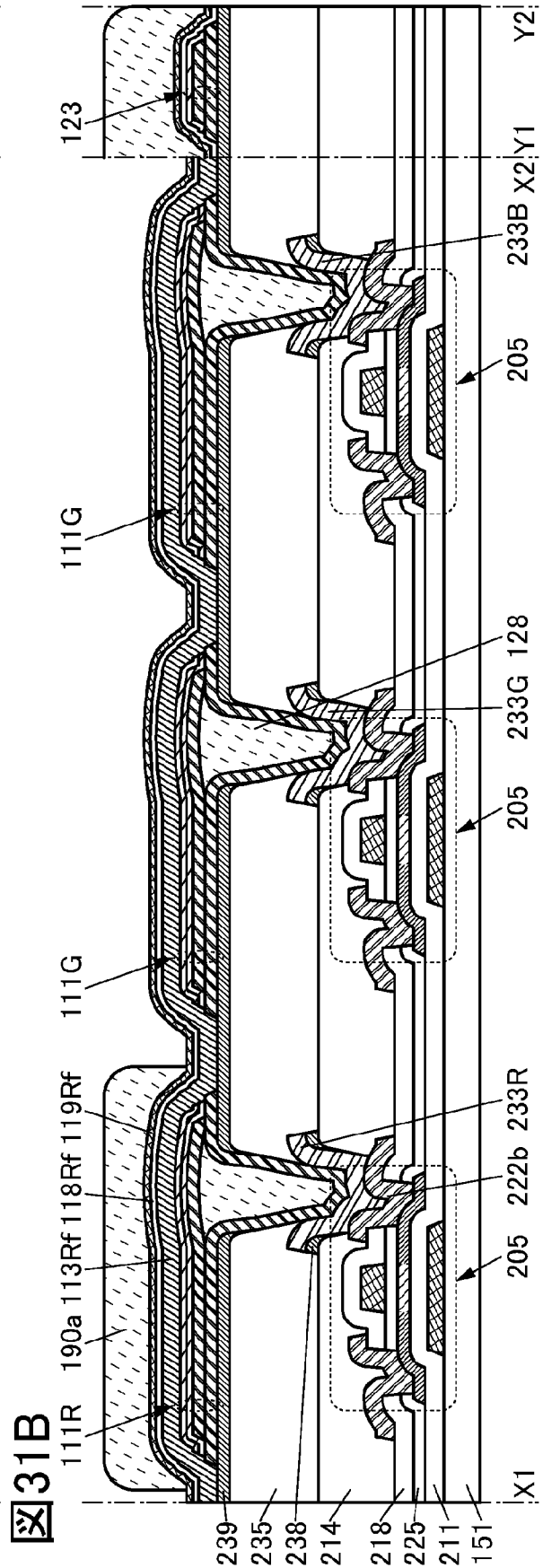
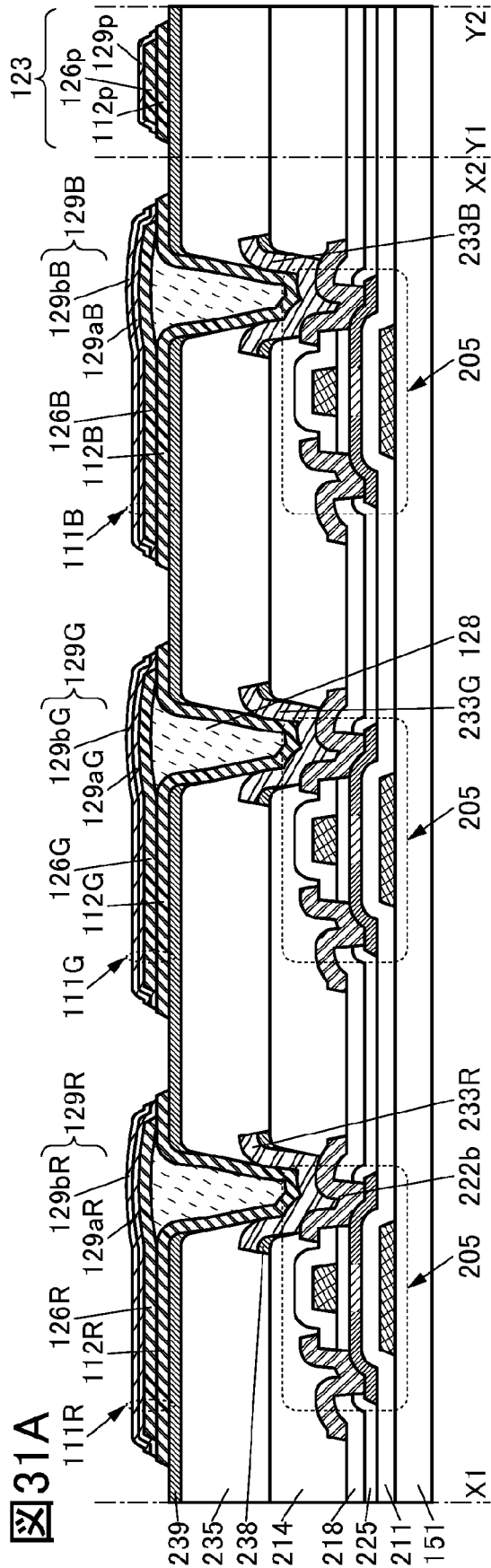
27B

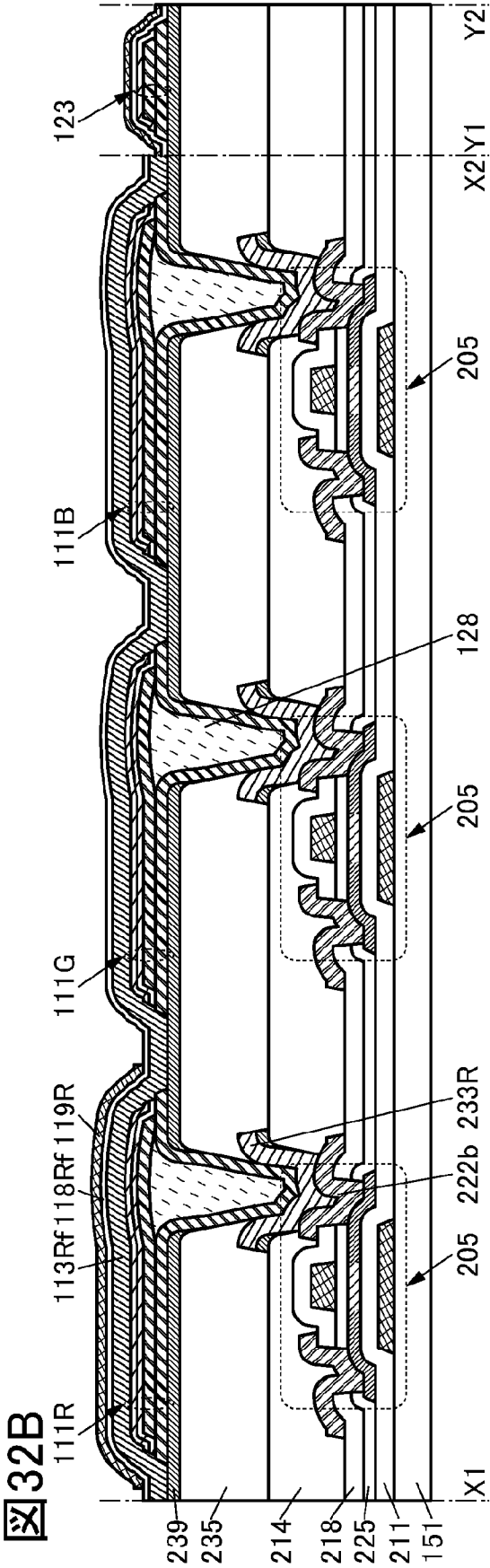
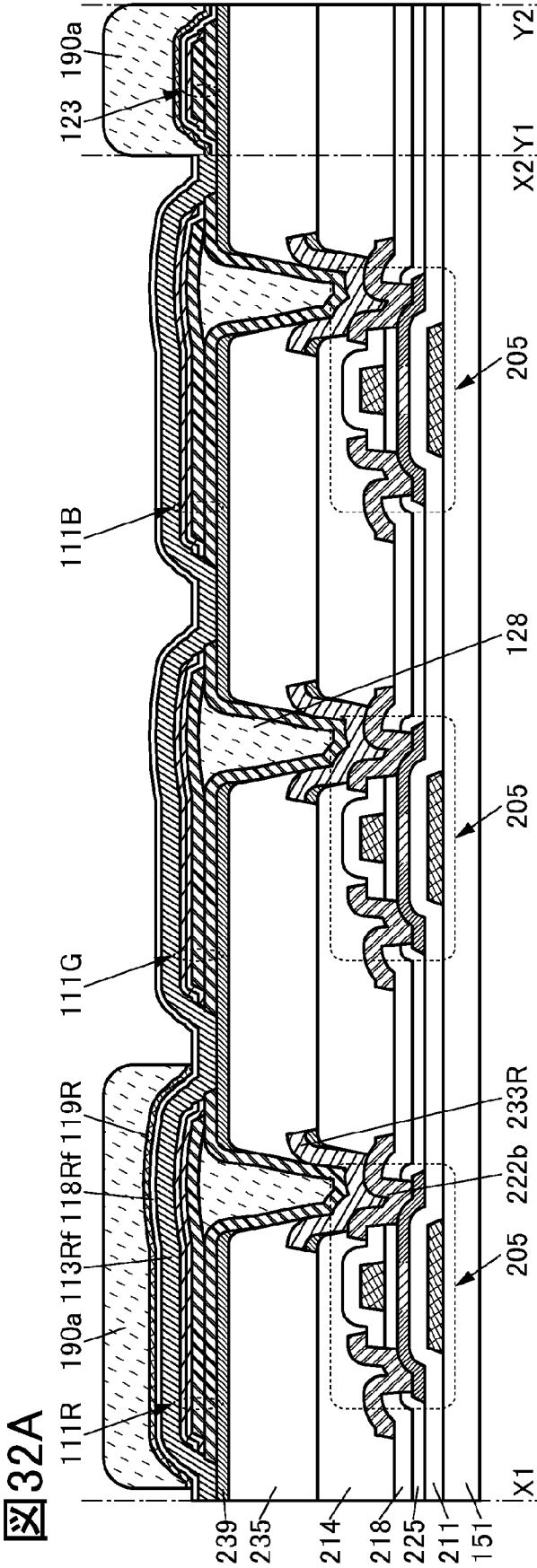


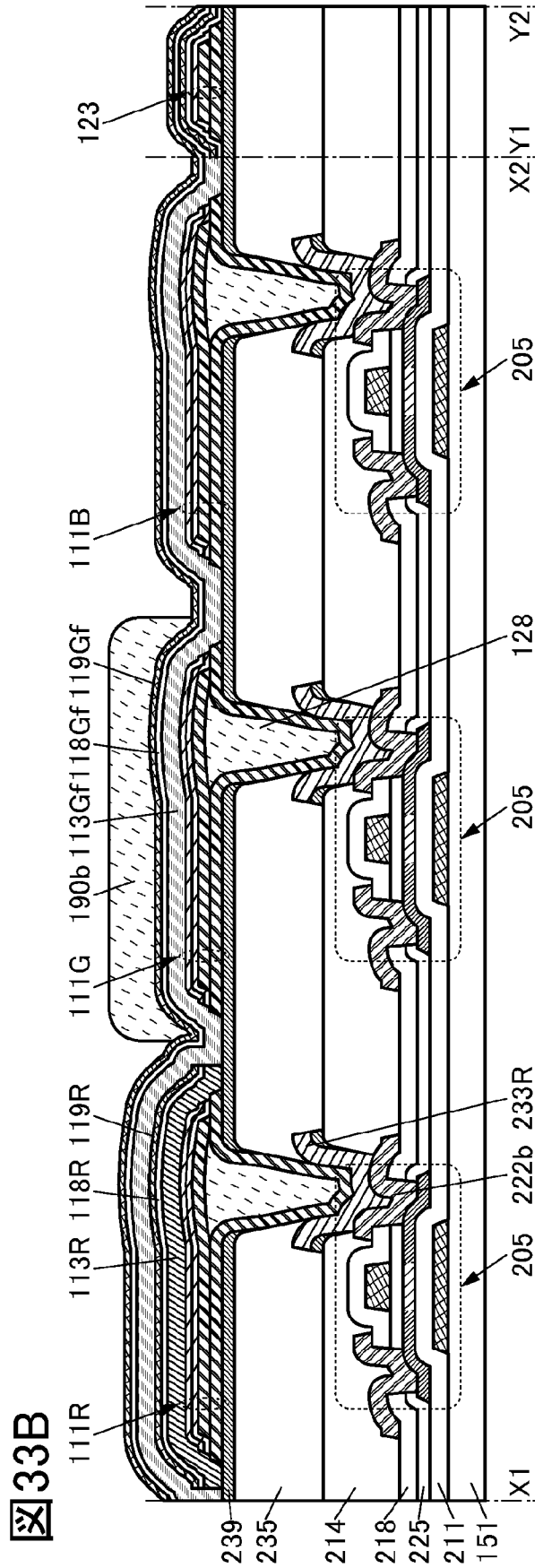
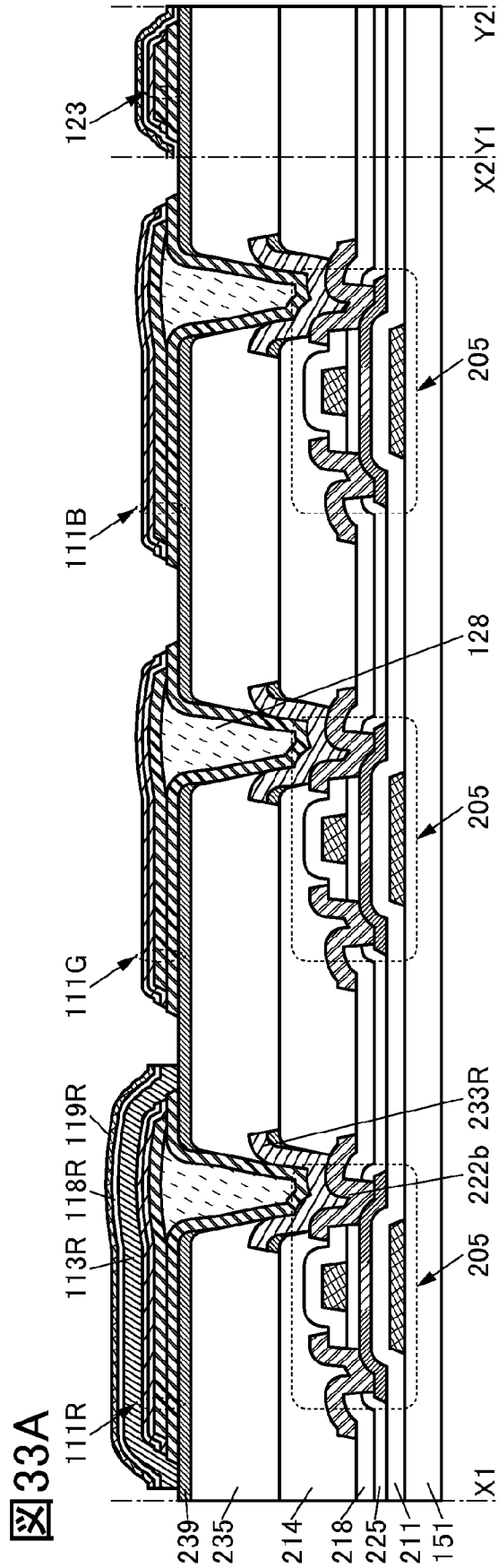


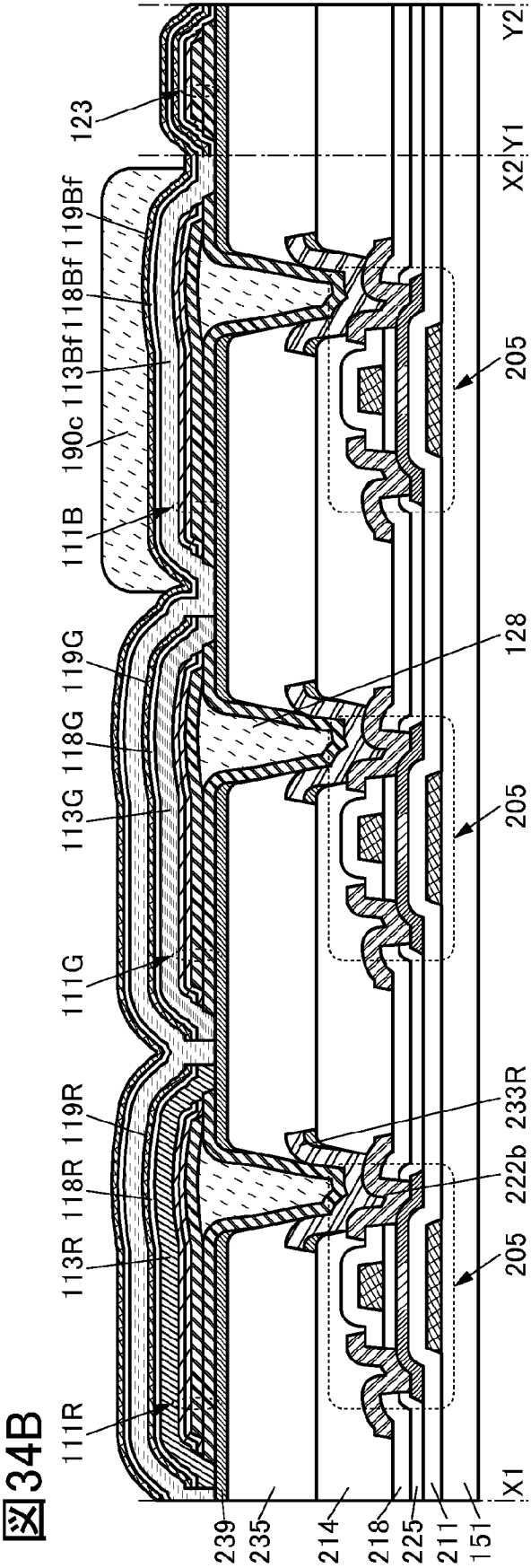
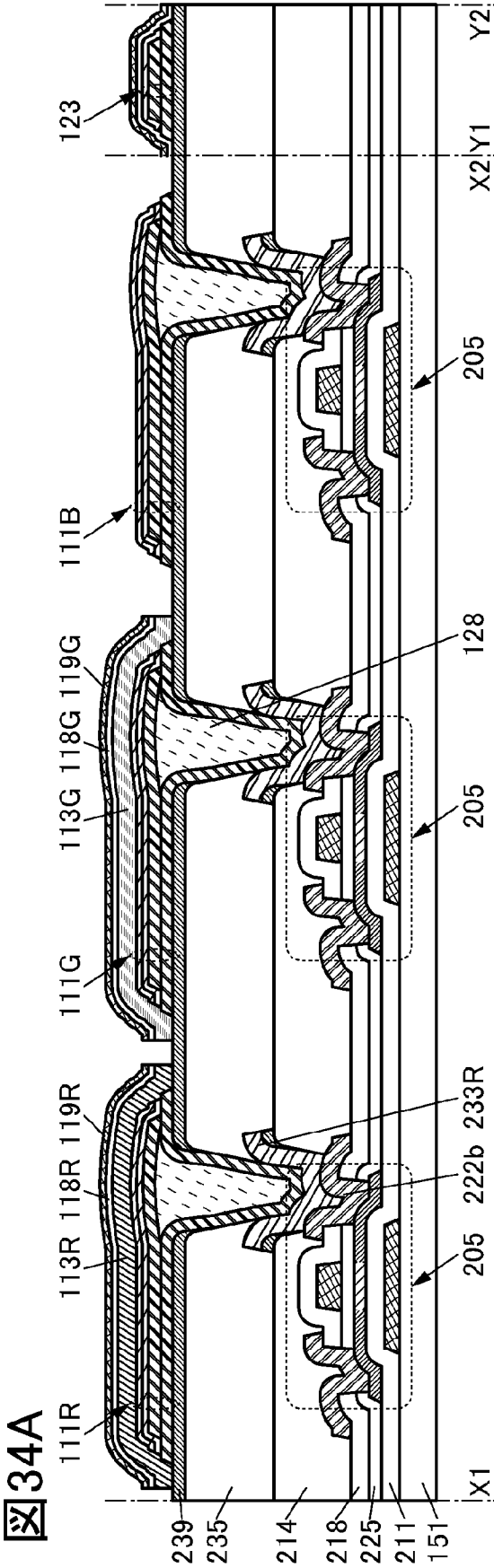


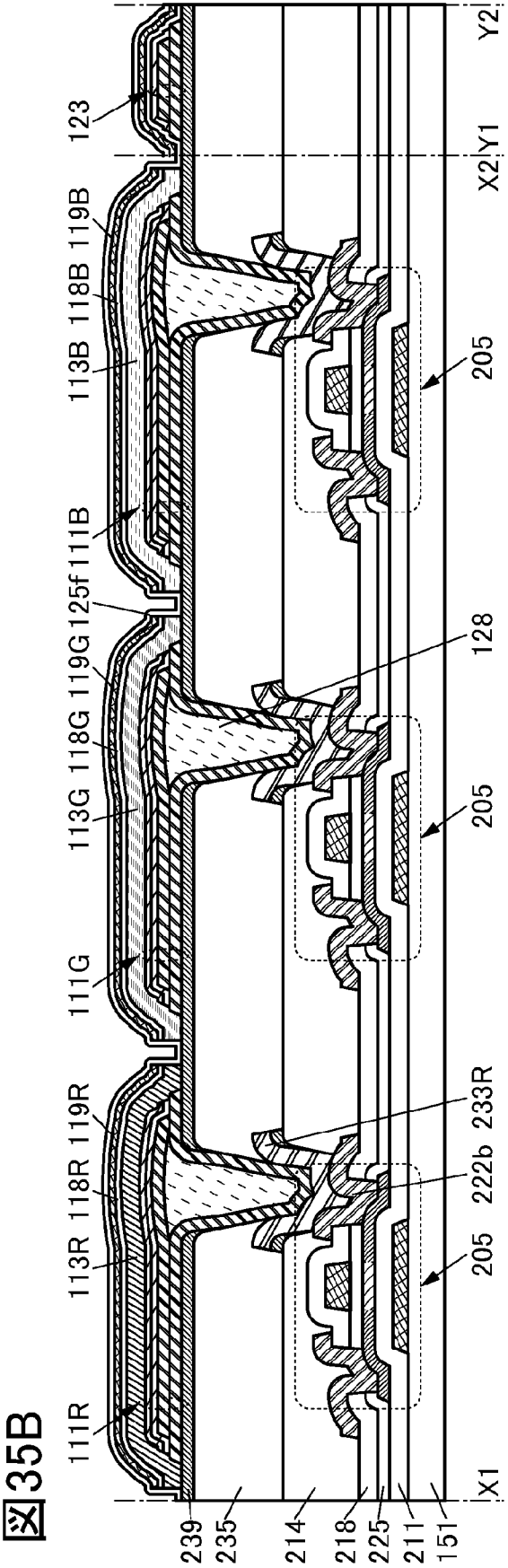
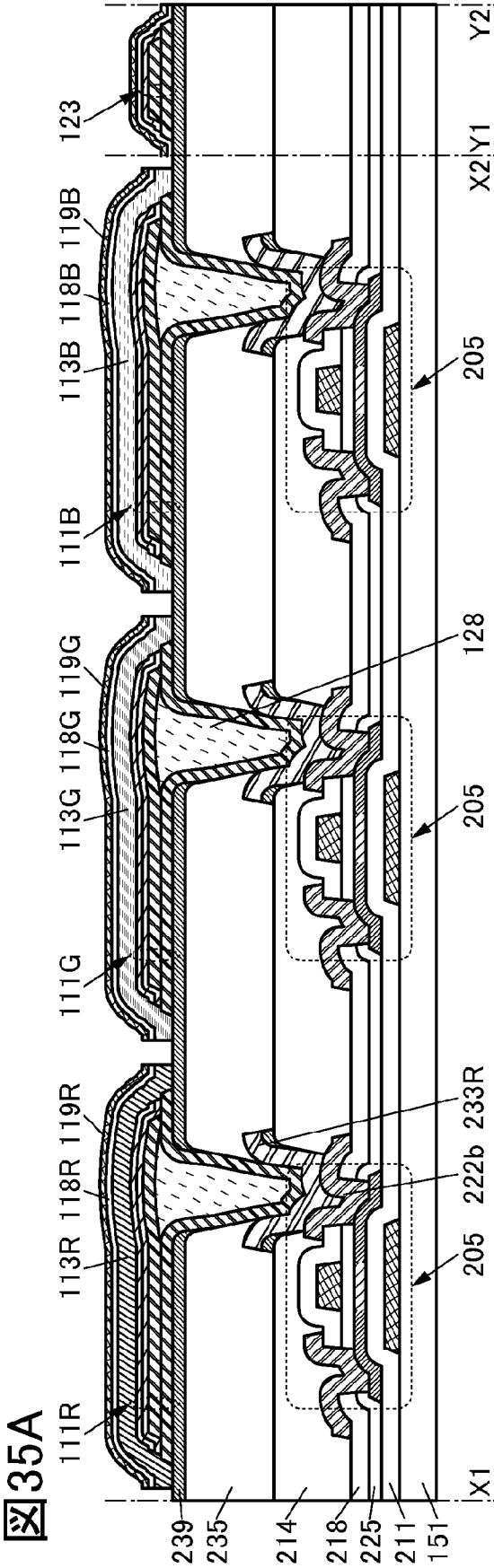


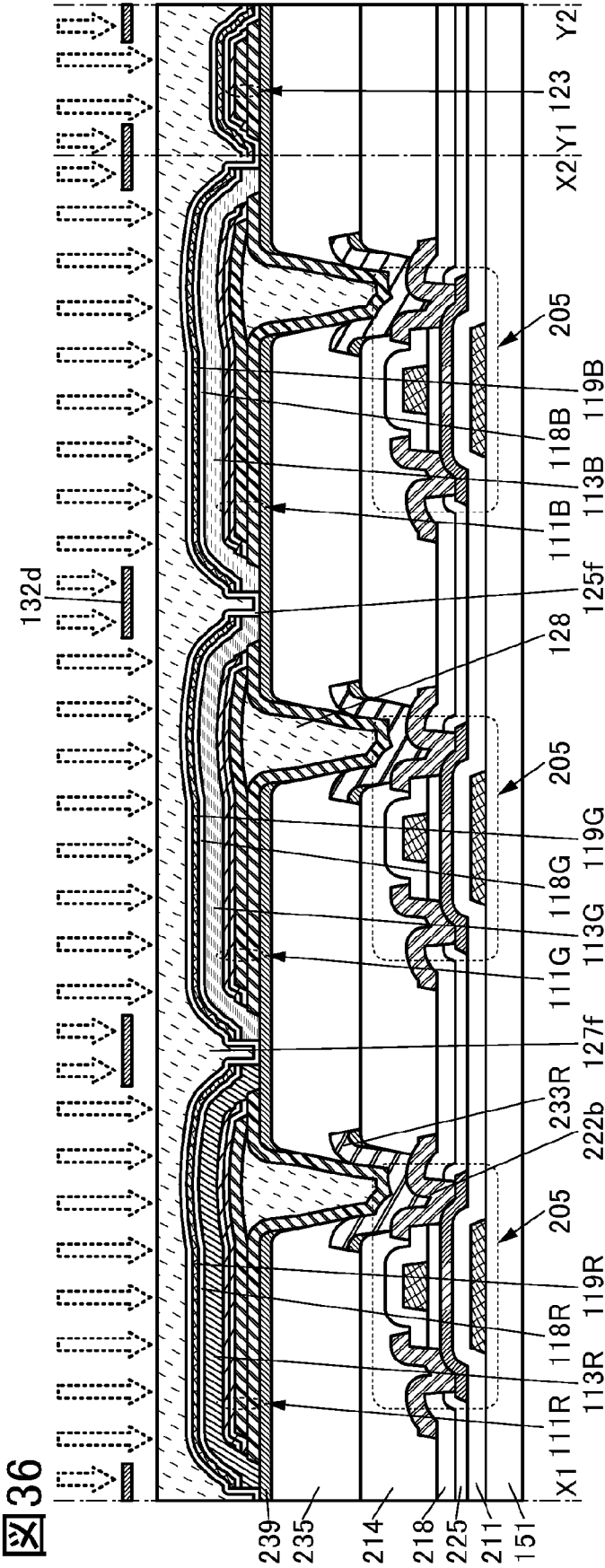


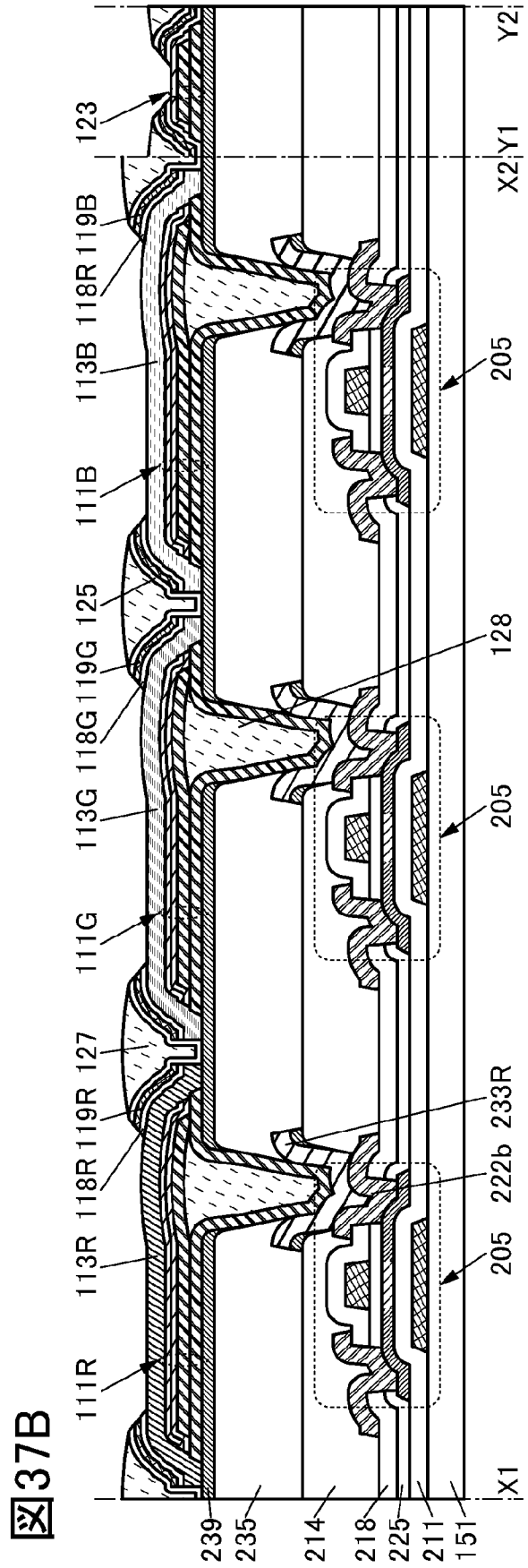
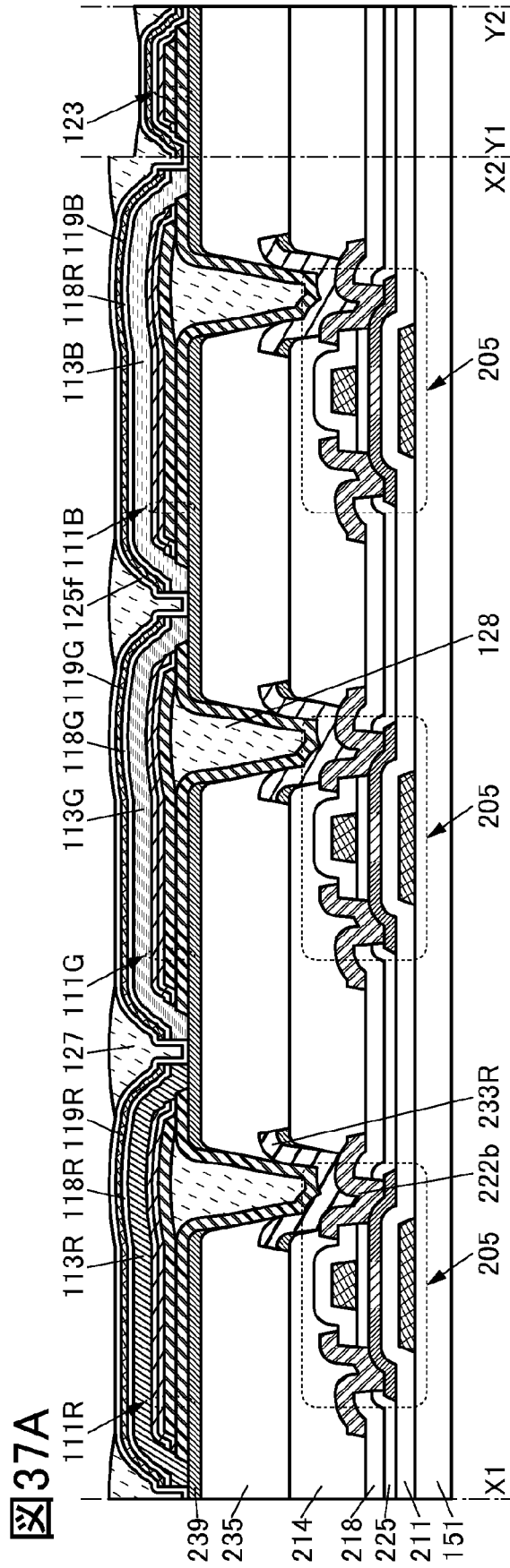


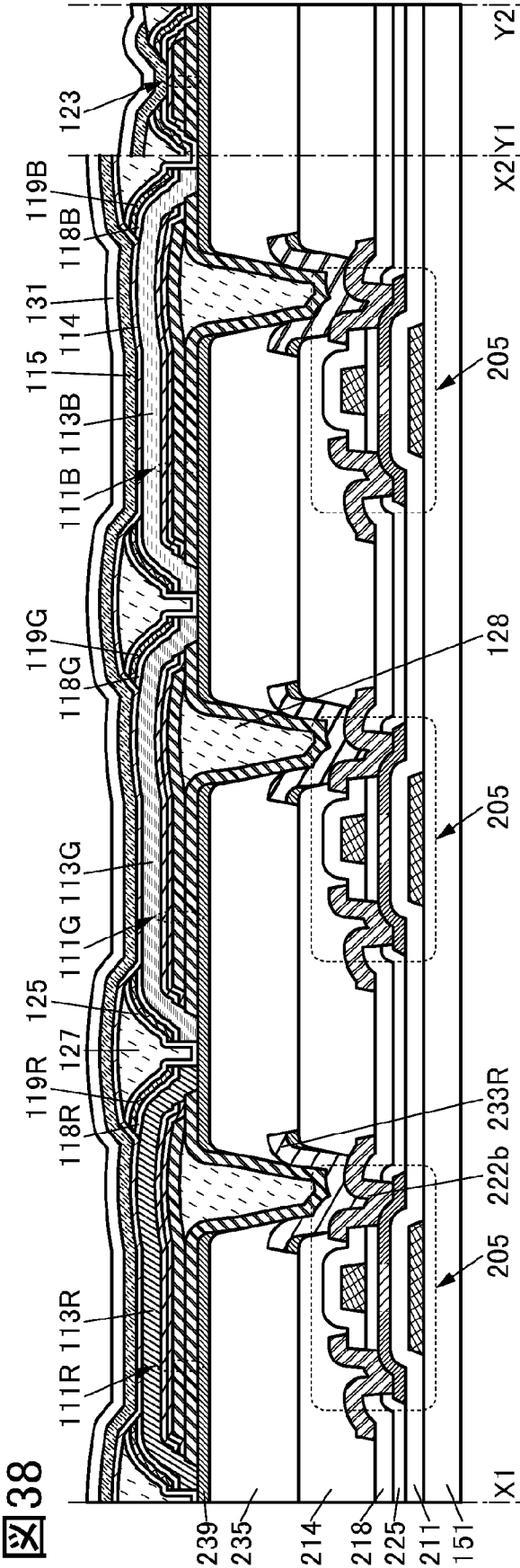


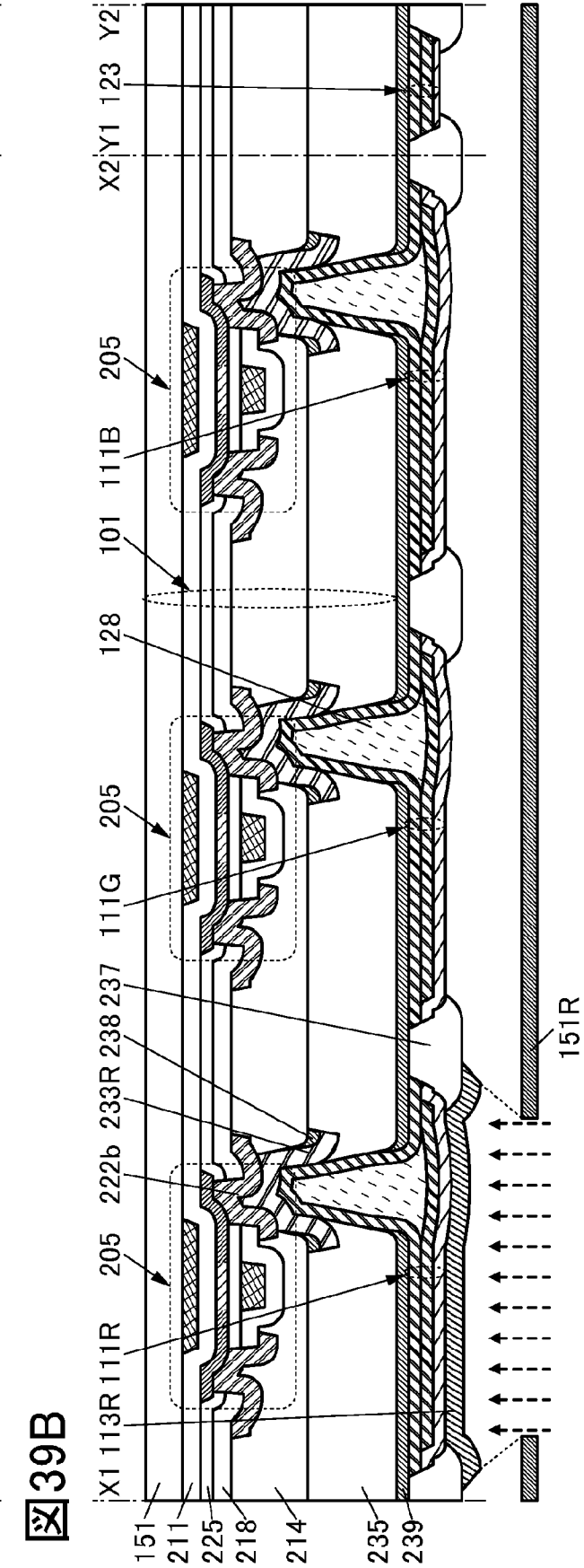
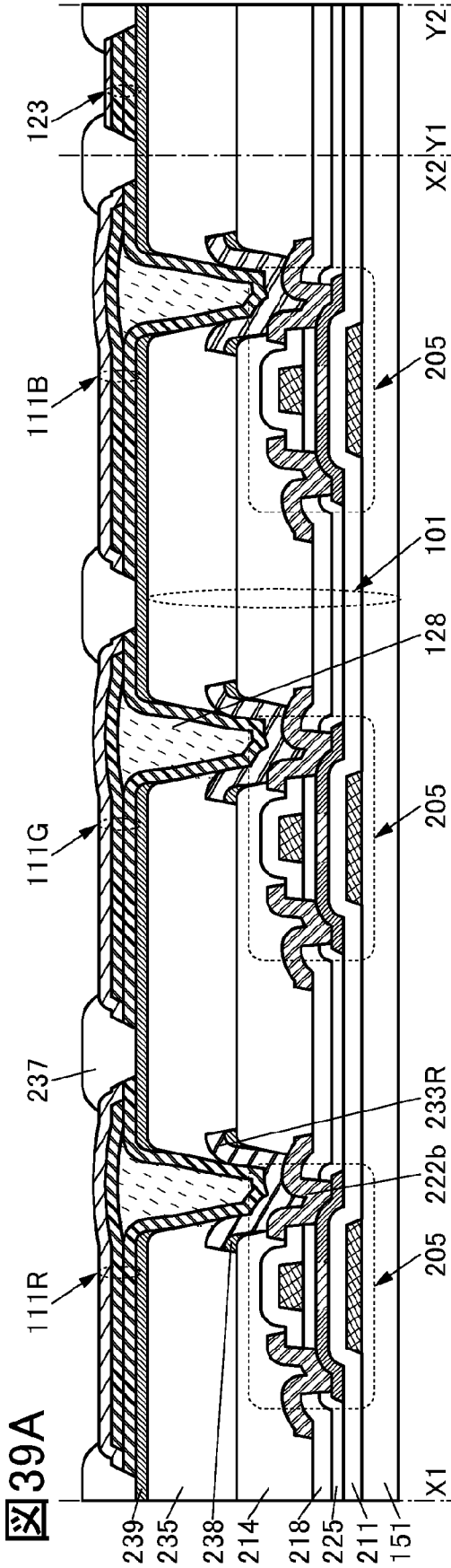




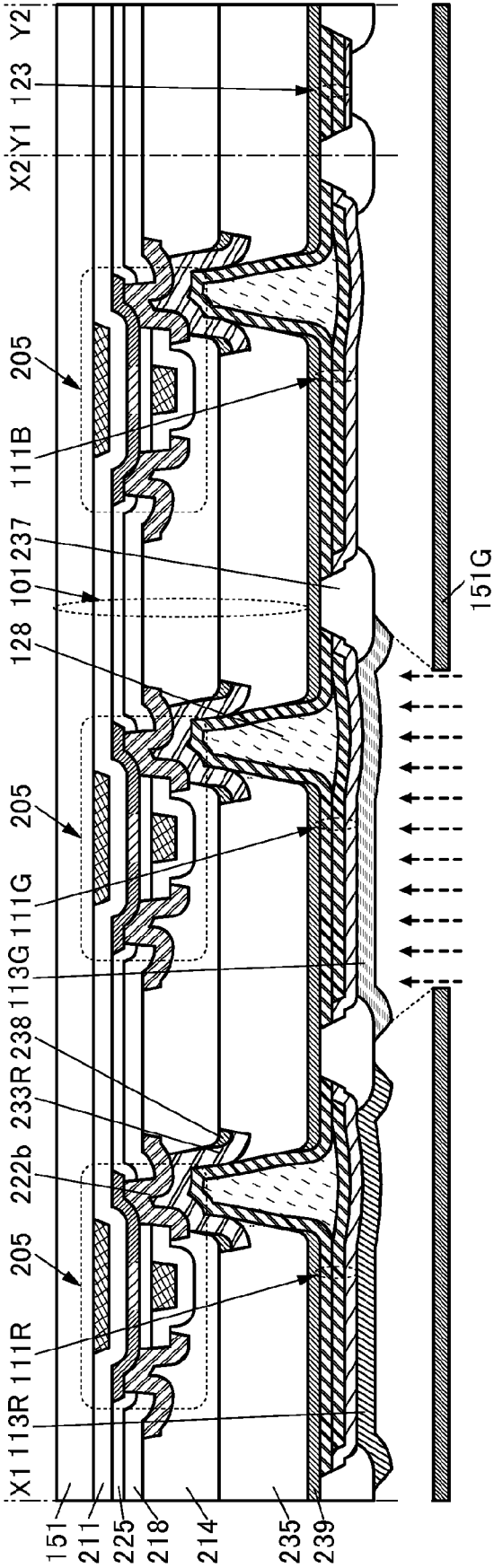


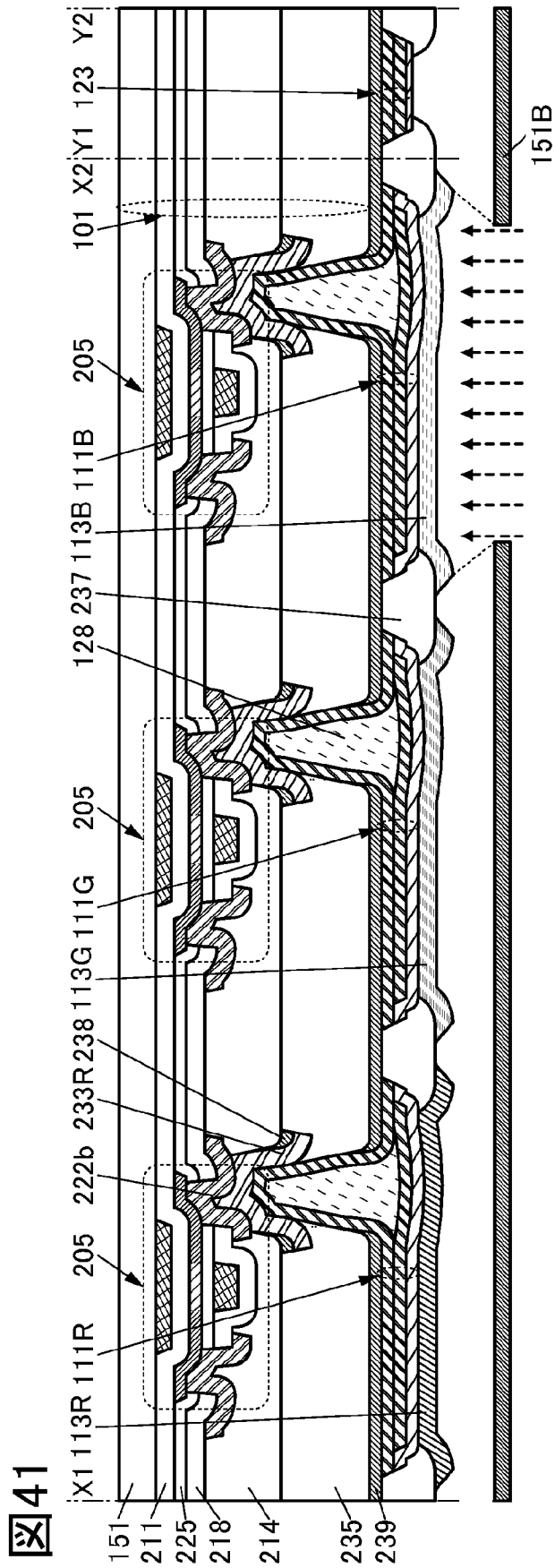






40





42

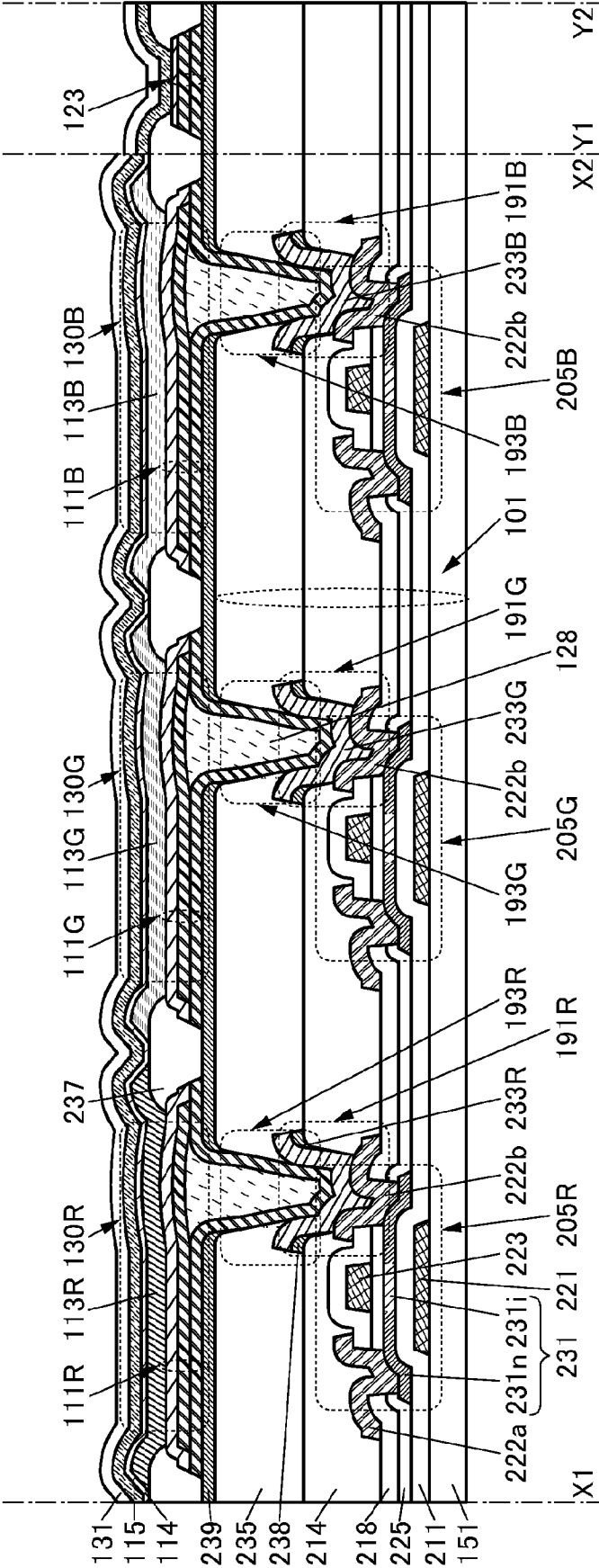


図43A

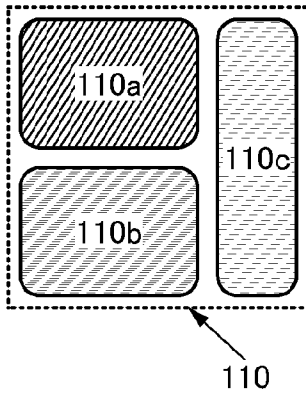


図43B

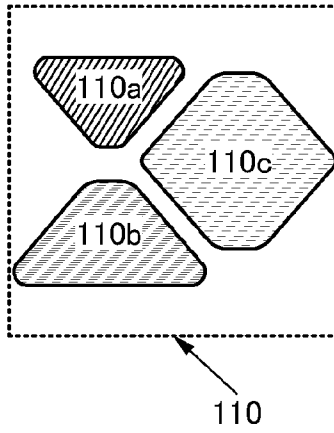


図43C

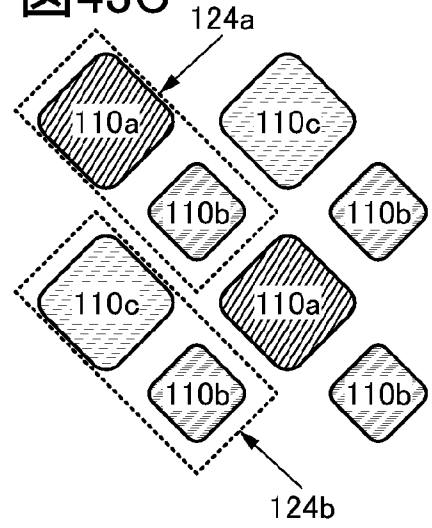


図43D

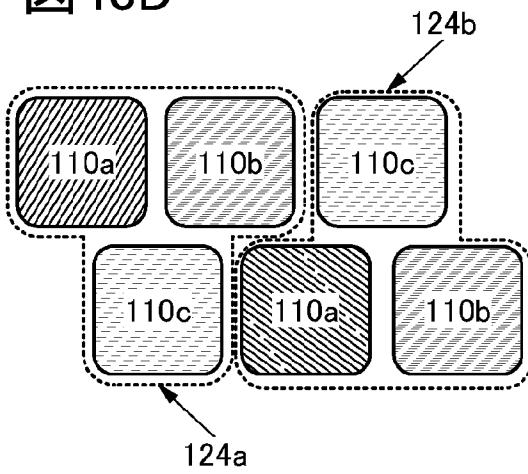


図43E

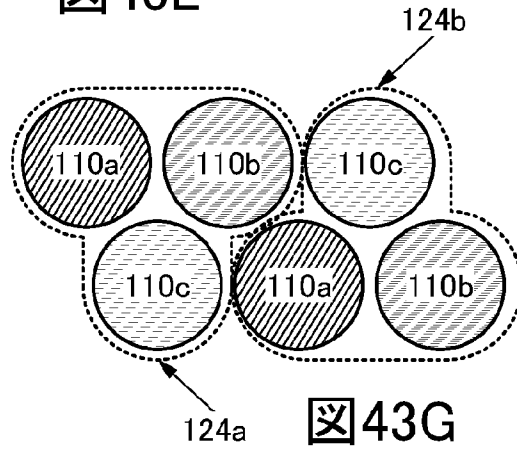


図43G

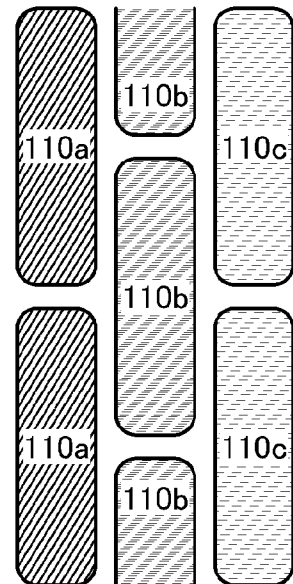


図43F

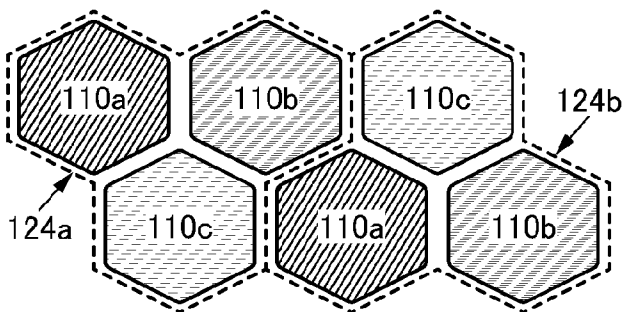


図 44A

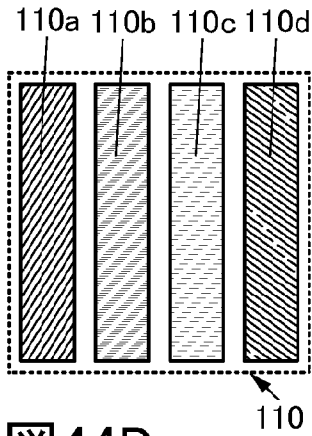


図 44B

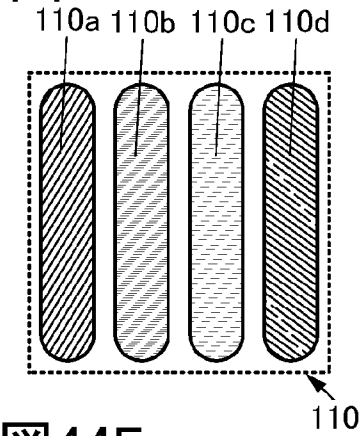


図 44C

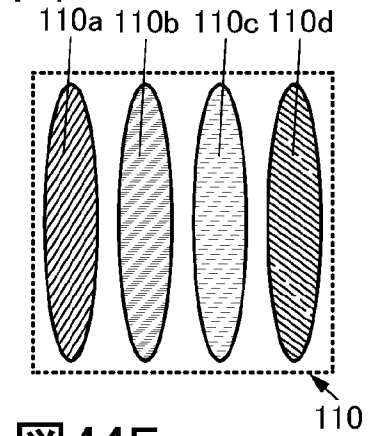


図 44D

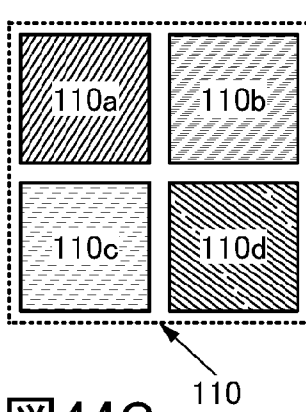


図 44E

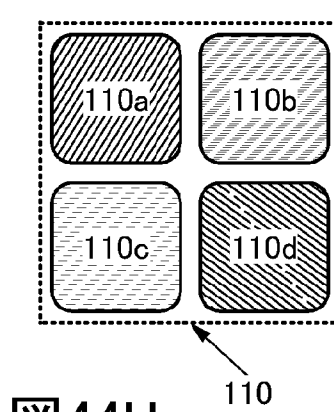


図 44F

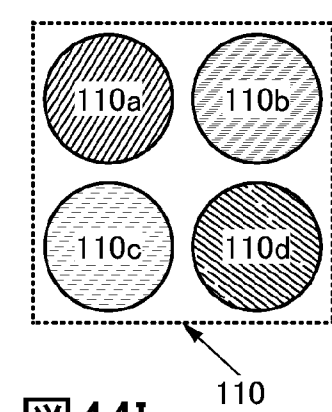


図 44G

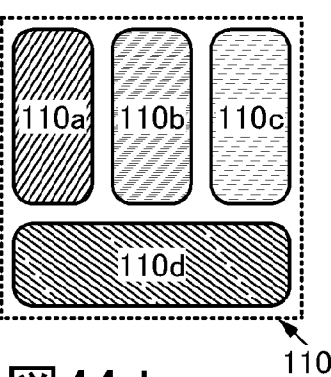


図 44H

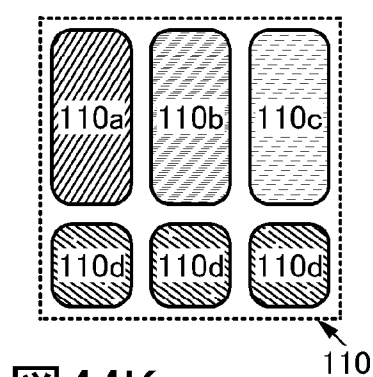


図 44I

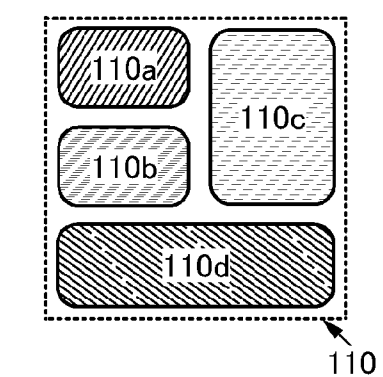


図 44J

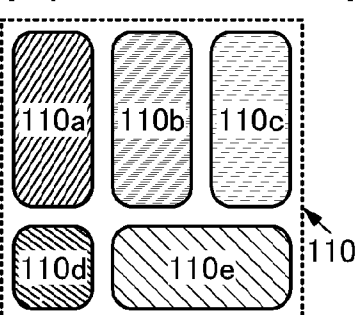


図 44K

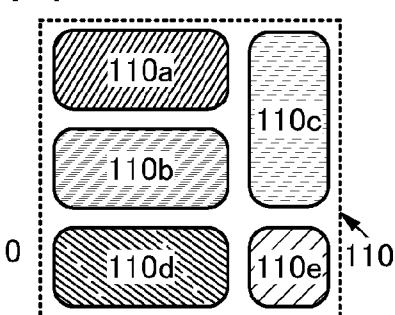
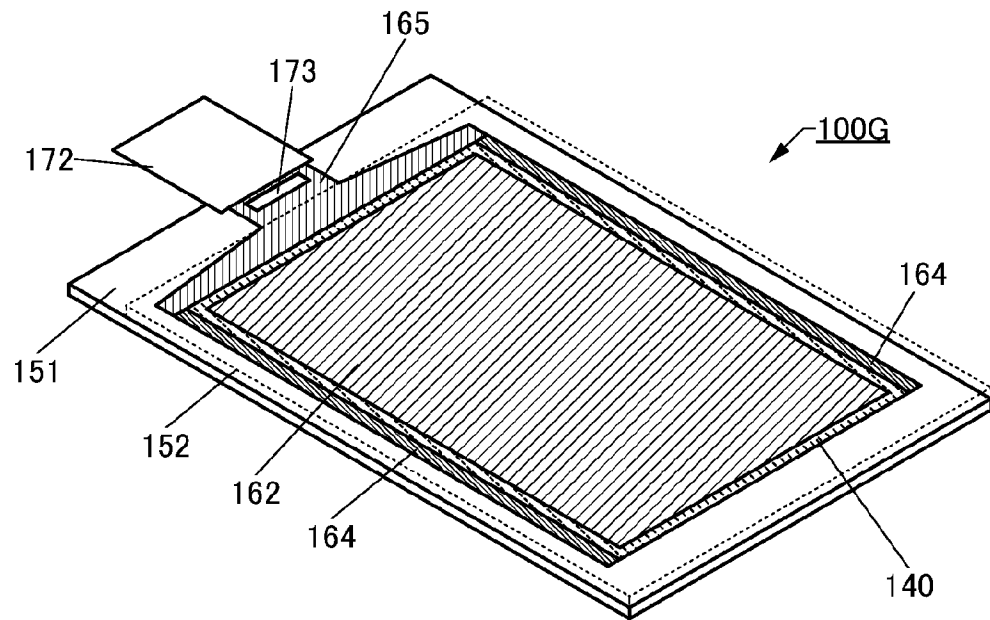
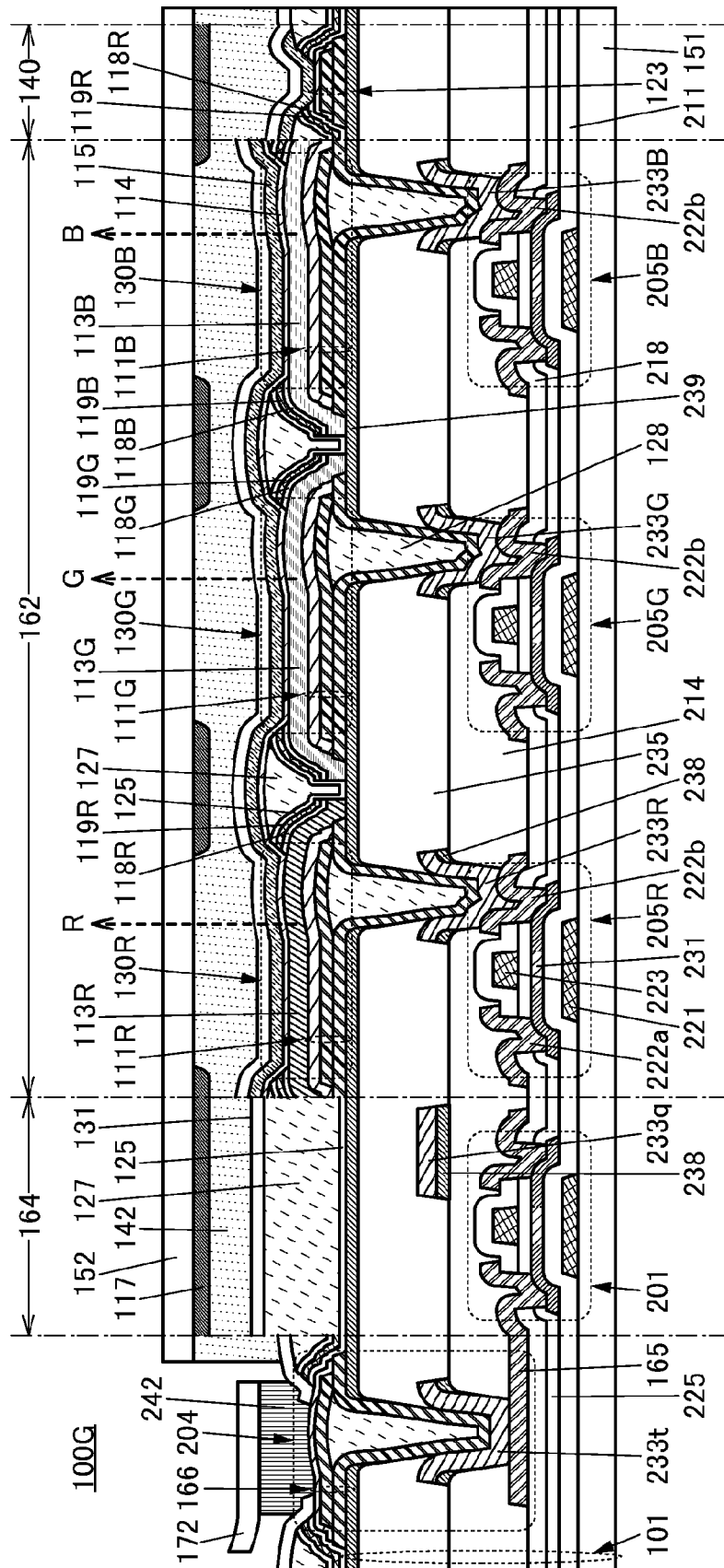
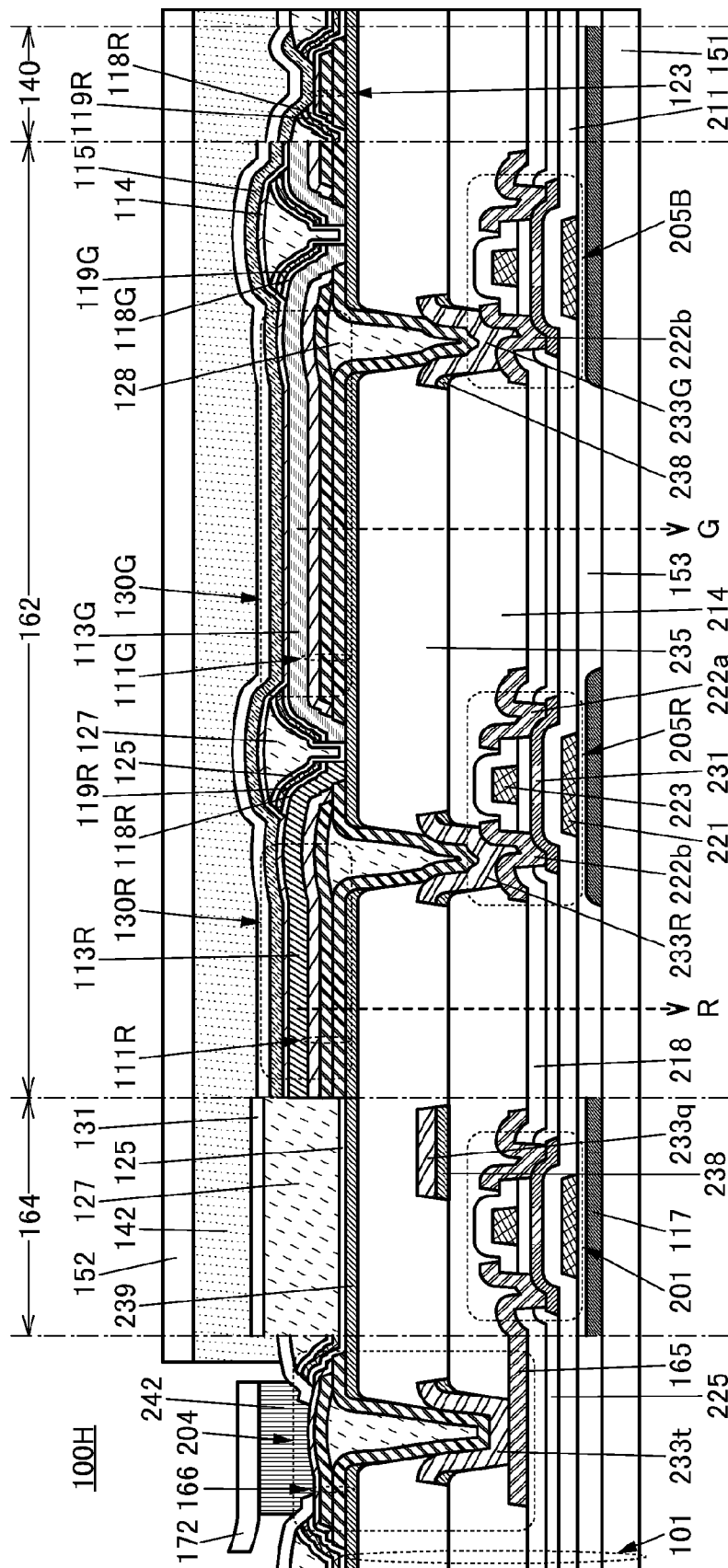


図45







48

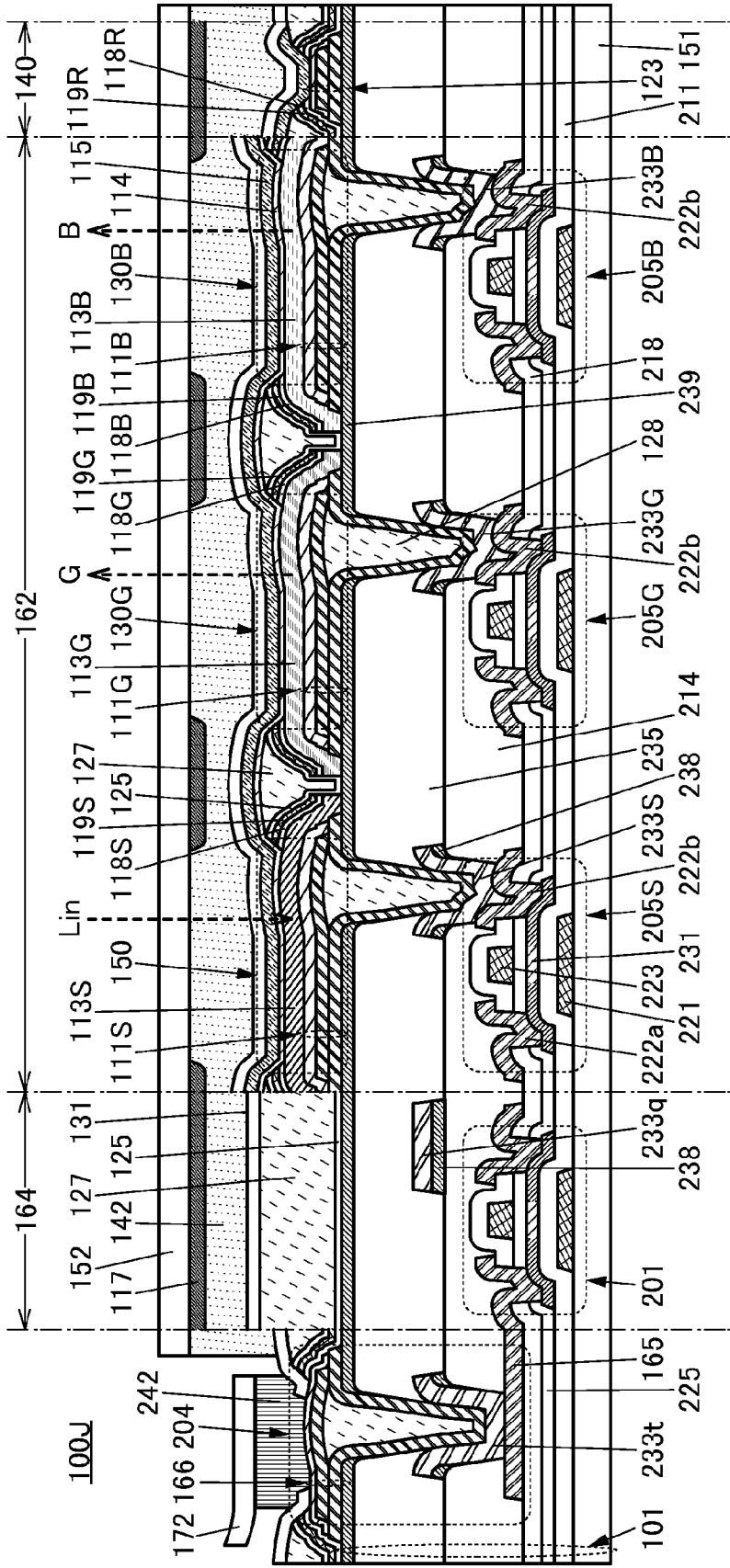


図49A

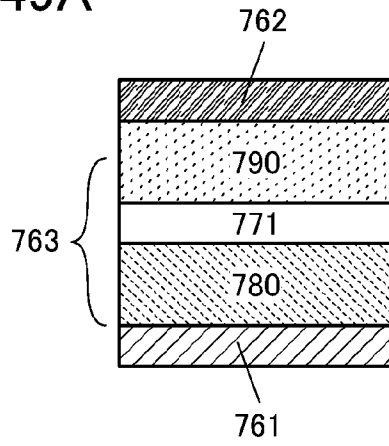


図49B

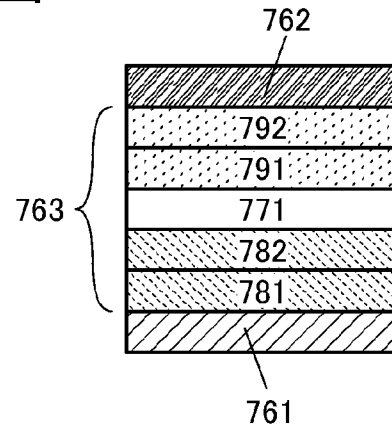


図49C

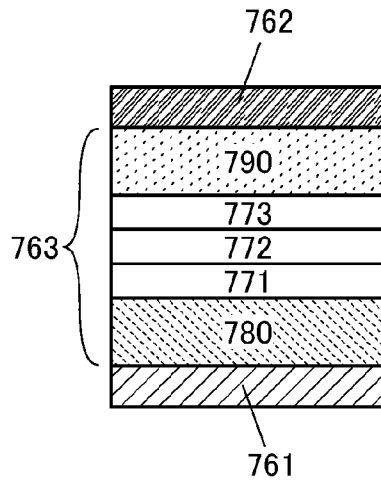


図49D

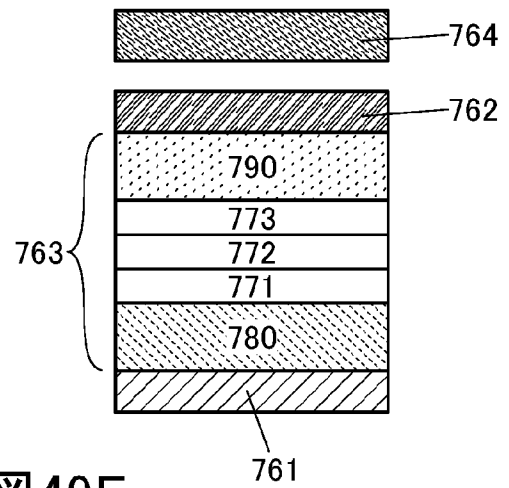


図49E

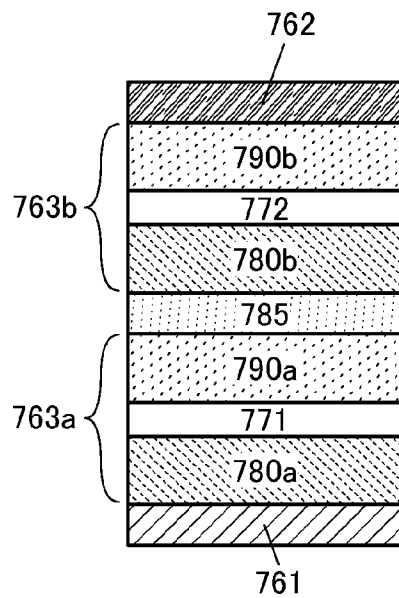


図49F

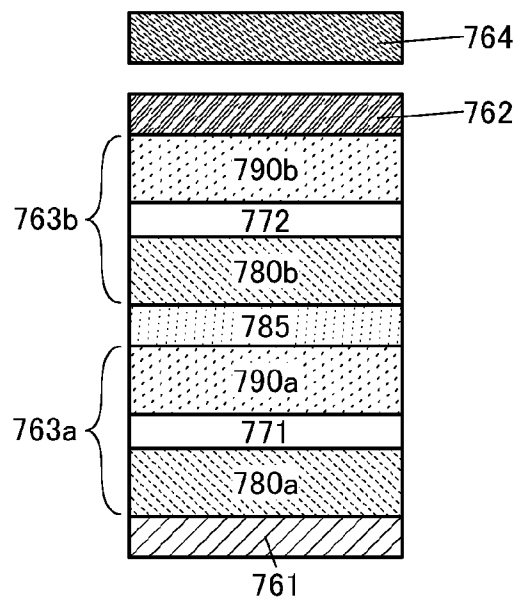


図50A

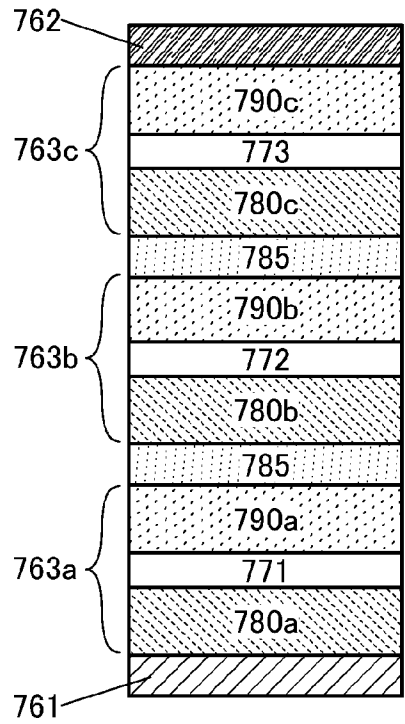


図50B

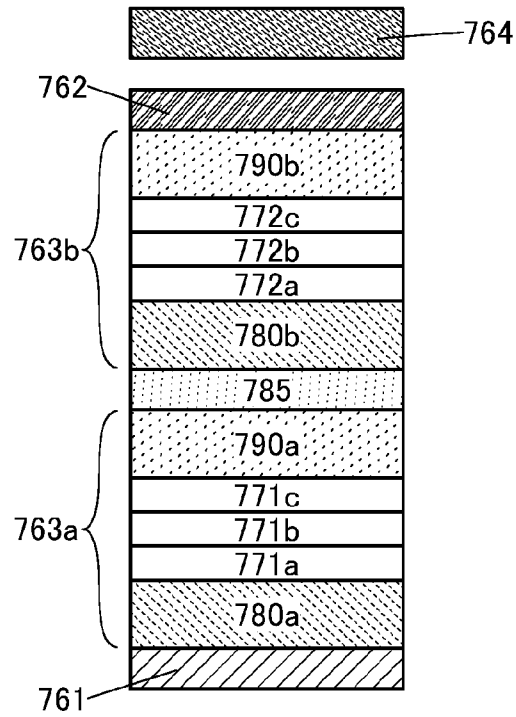


図50C

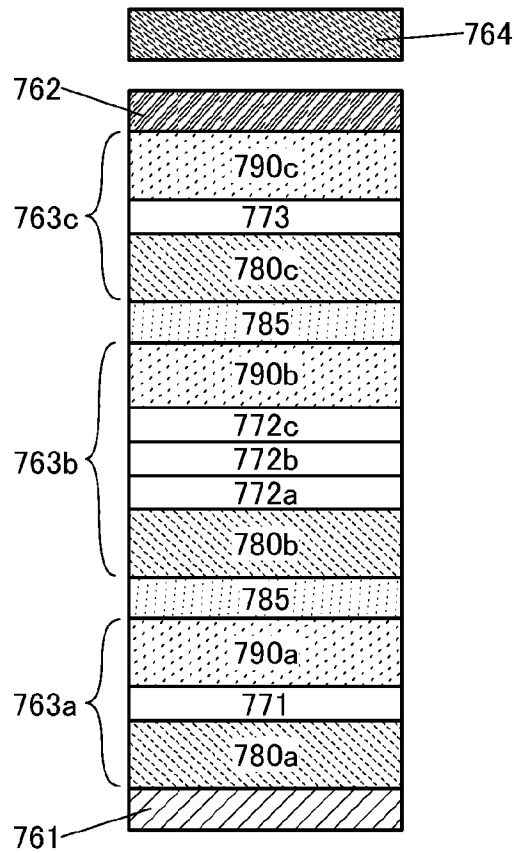


図51A

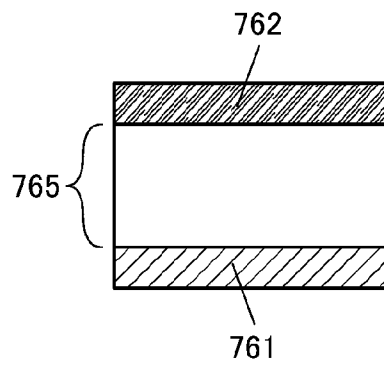


図51B

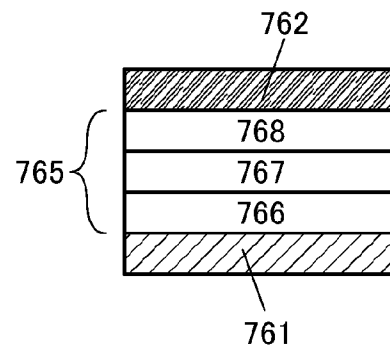


図51C

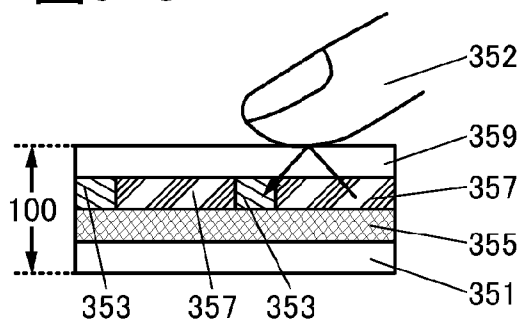


図51D

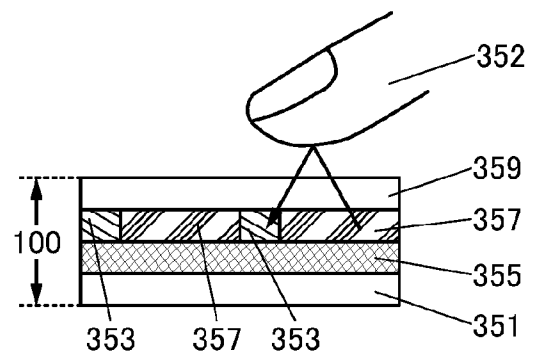


図51E

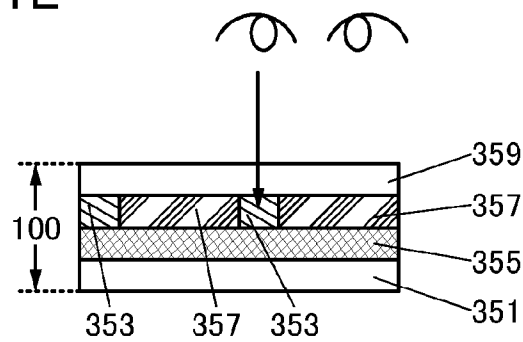


図52A

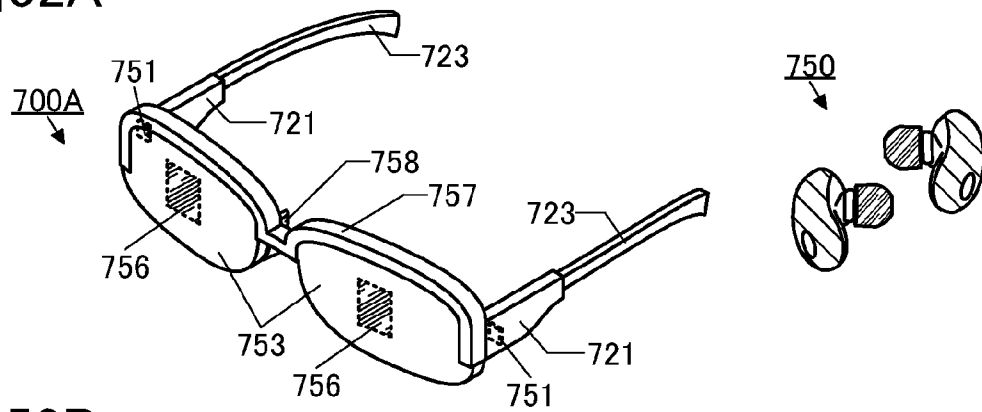


図52B

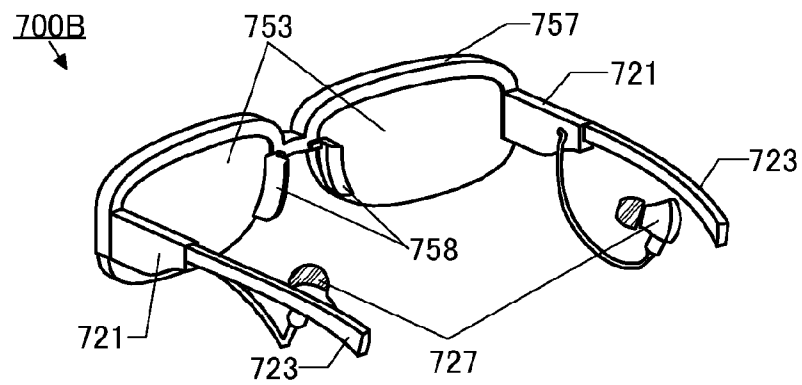


図52C

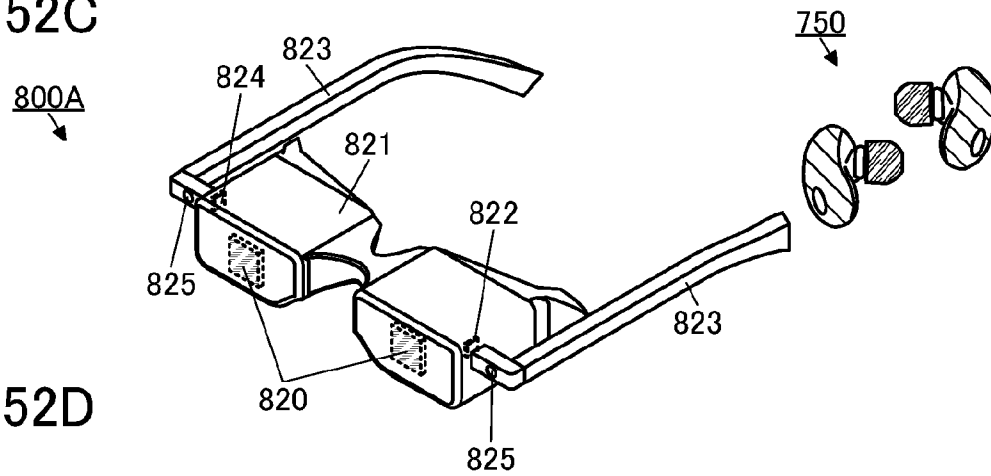


図52D

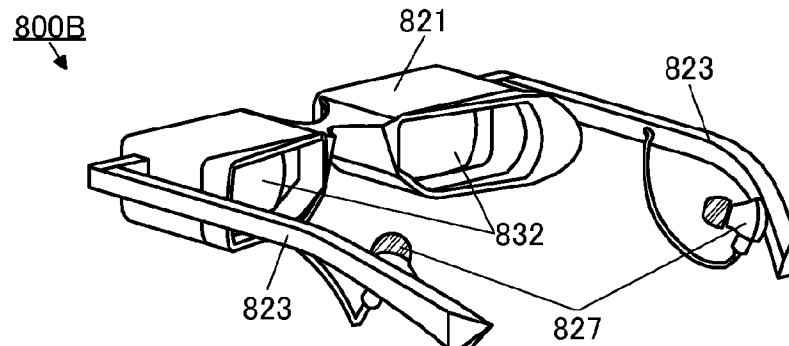


図53A

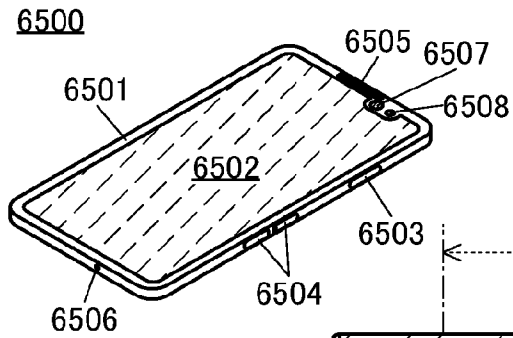


図53B

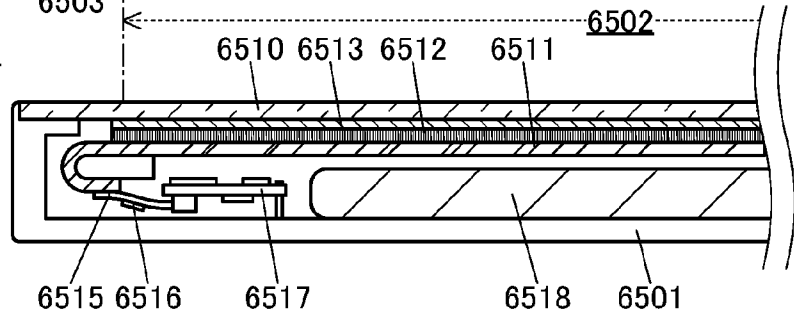


図53C

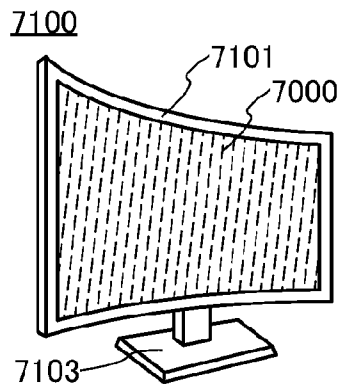


図53D

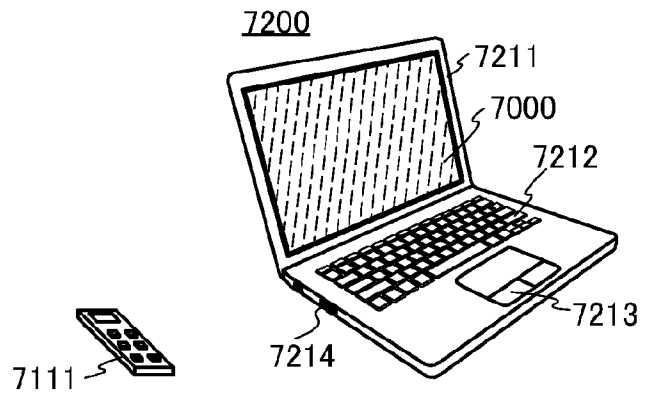


図53E

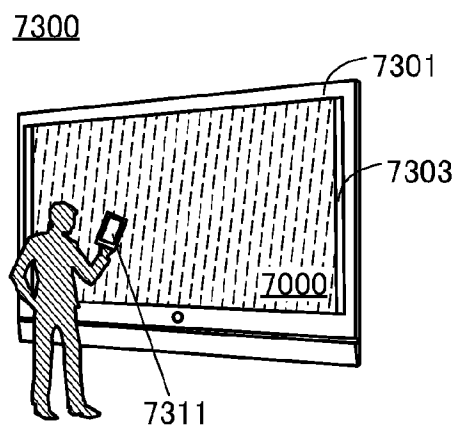


図53F

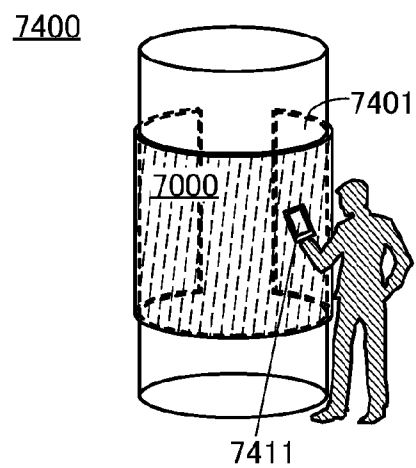


図54A

9101

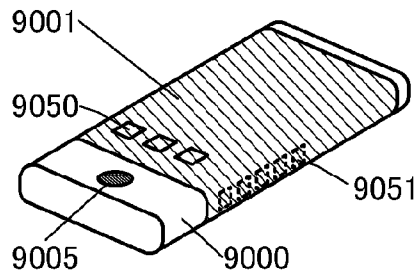


図54B

9102

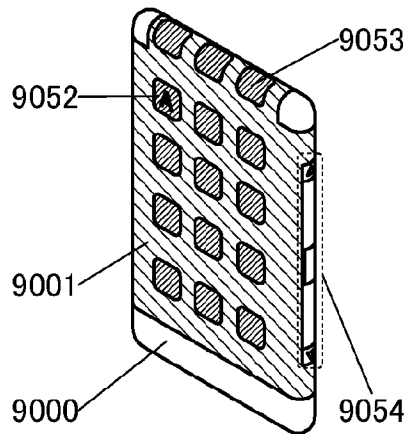


図54C

9103

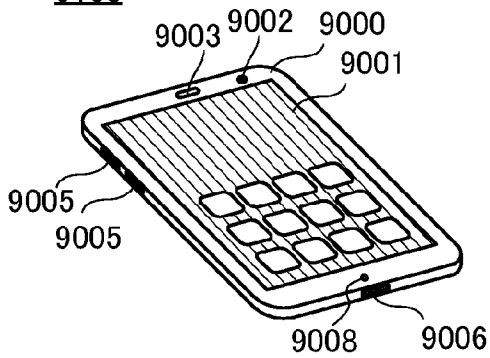


図54D

9200

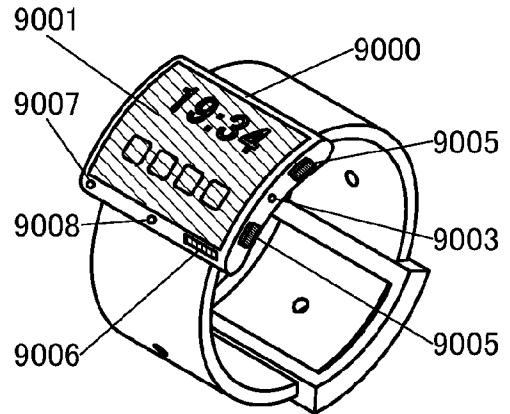


図54E

9201

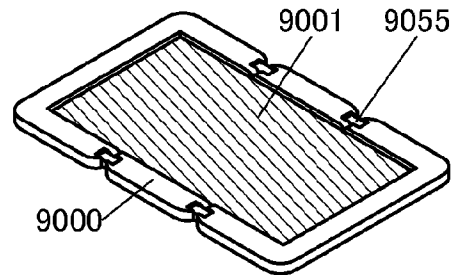


図54F

9201

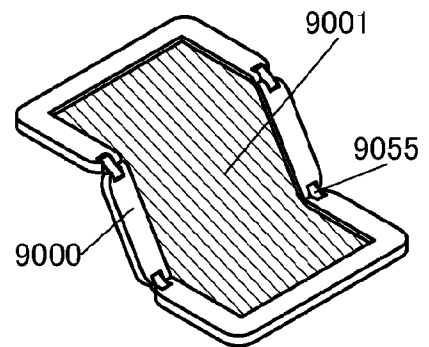


図54G

9201

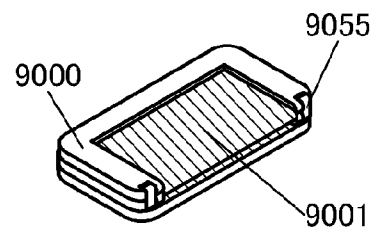


図55

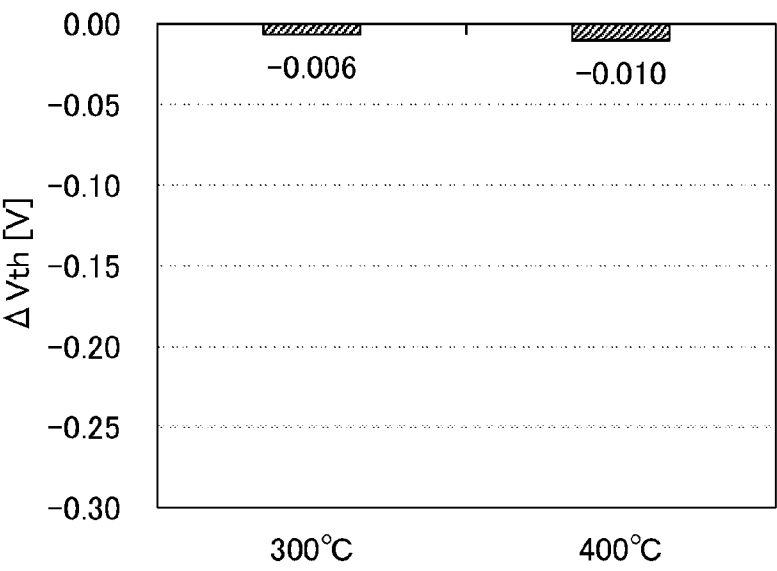


図56A

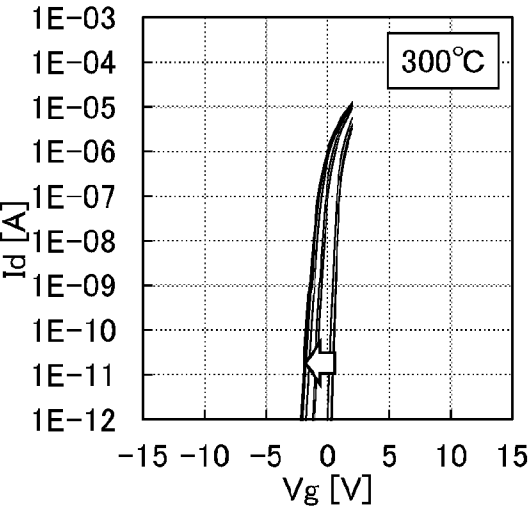


図56B

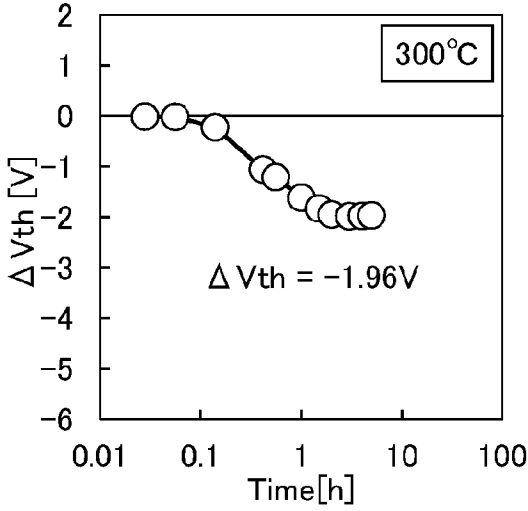


図56C

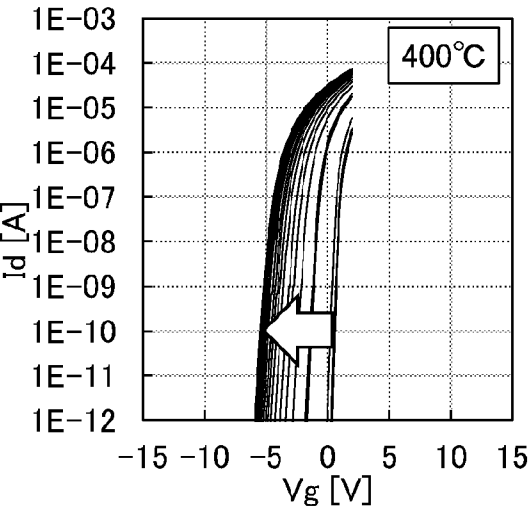


図56D

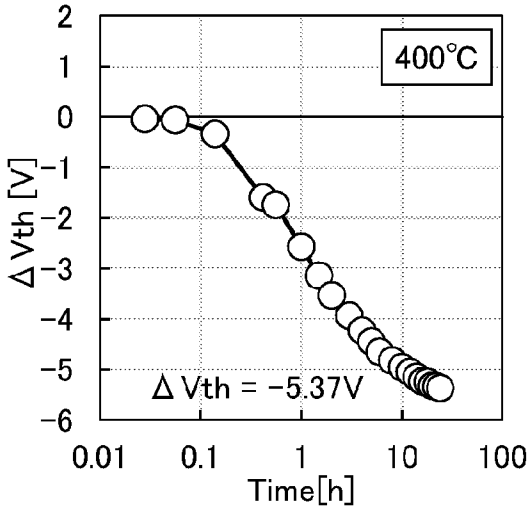


図57A

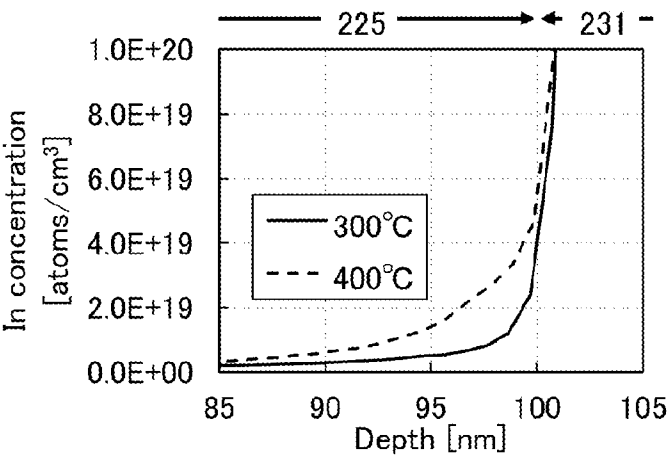


図57B

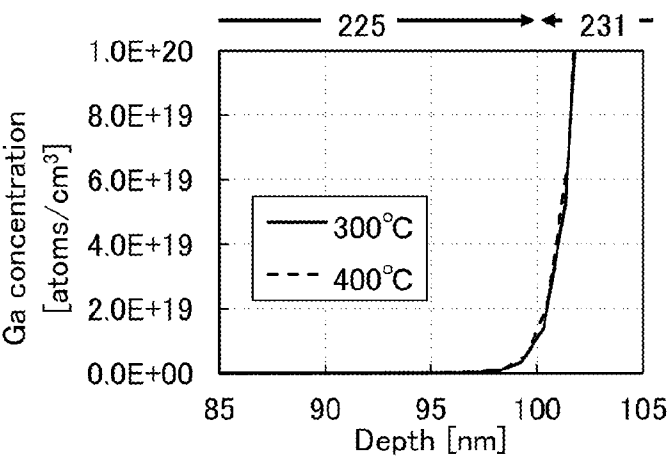


図57C

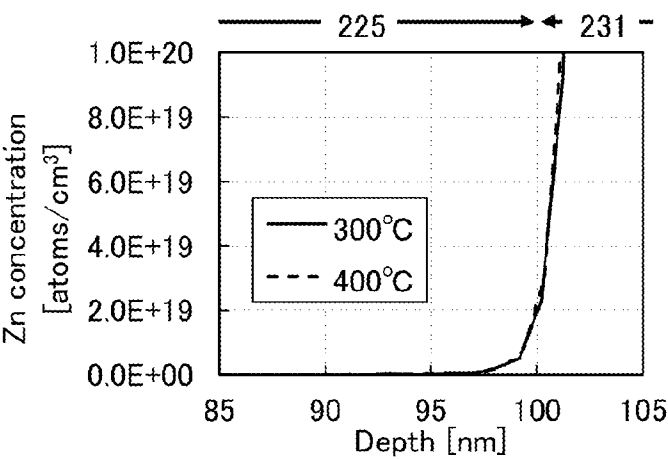


図58A

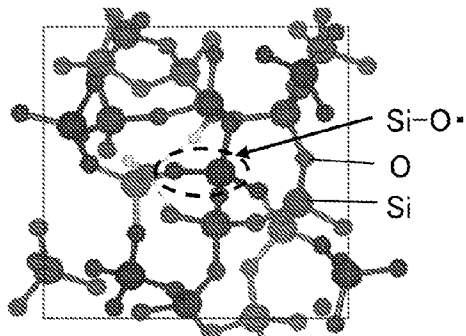


図58B

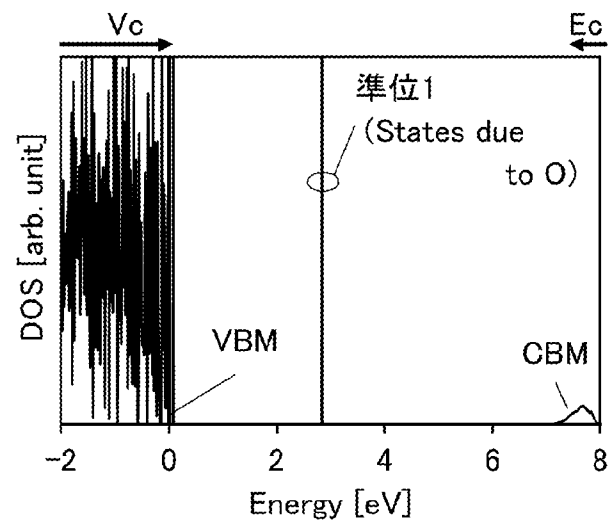


図58C

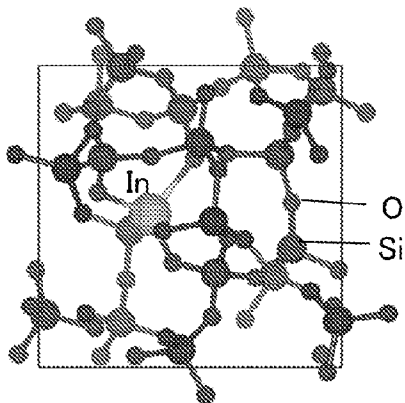


図58D

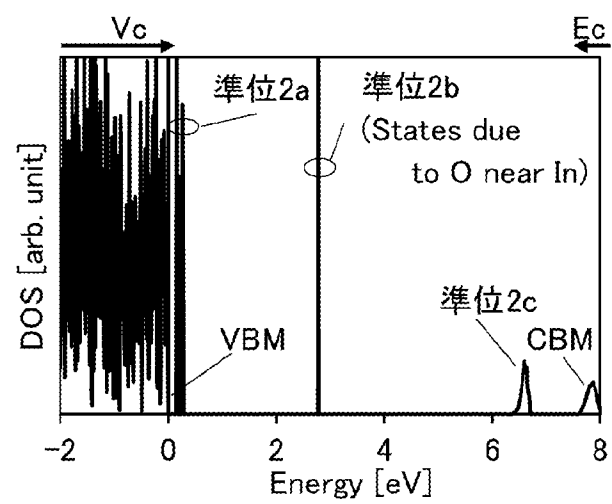
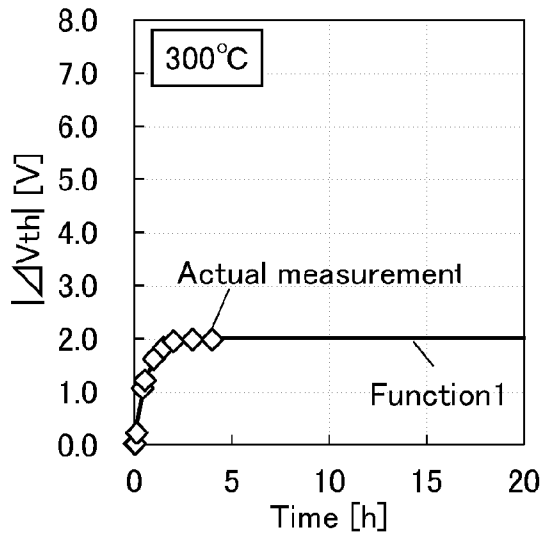
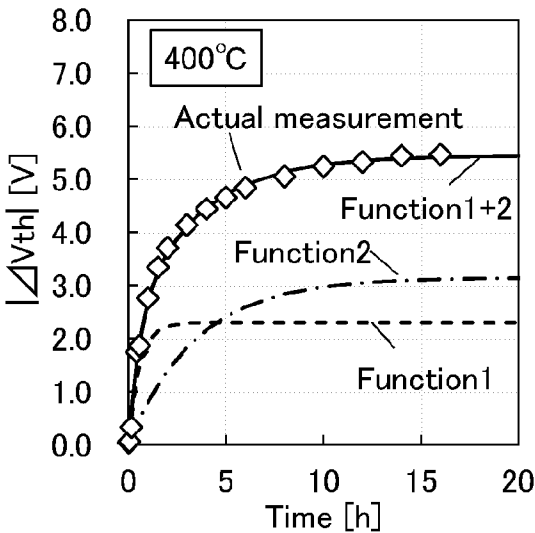


図59A



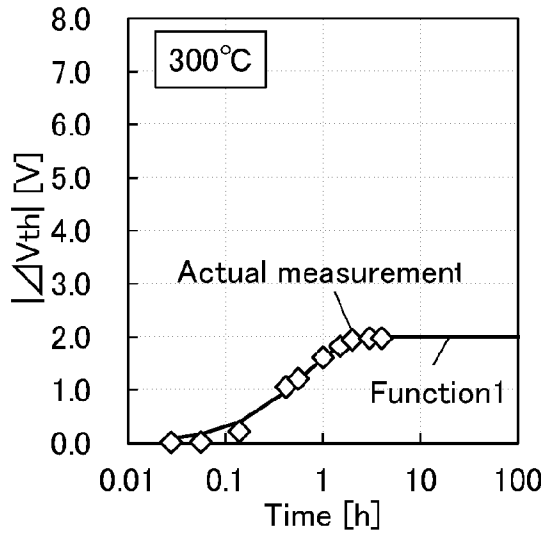
Function1 $A_1=2.01$ $\tau_1=0.63$

図59B



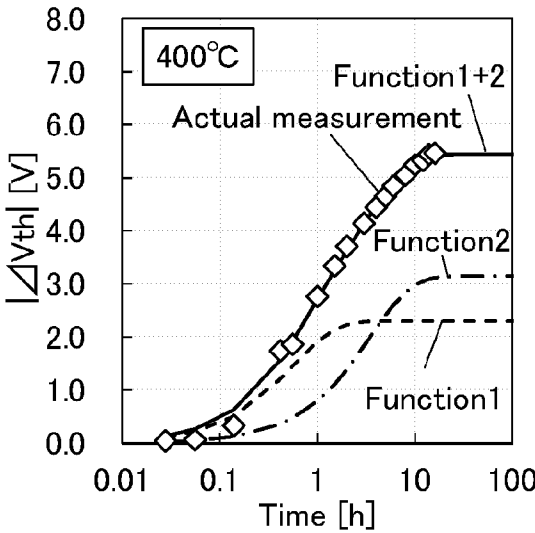
Function1 $A_1=2.30$ $\tau_1=0.56$
Function2 $A_2=3.15$ $\tau_2=3.43$

図59C



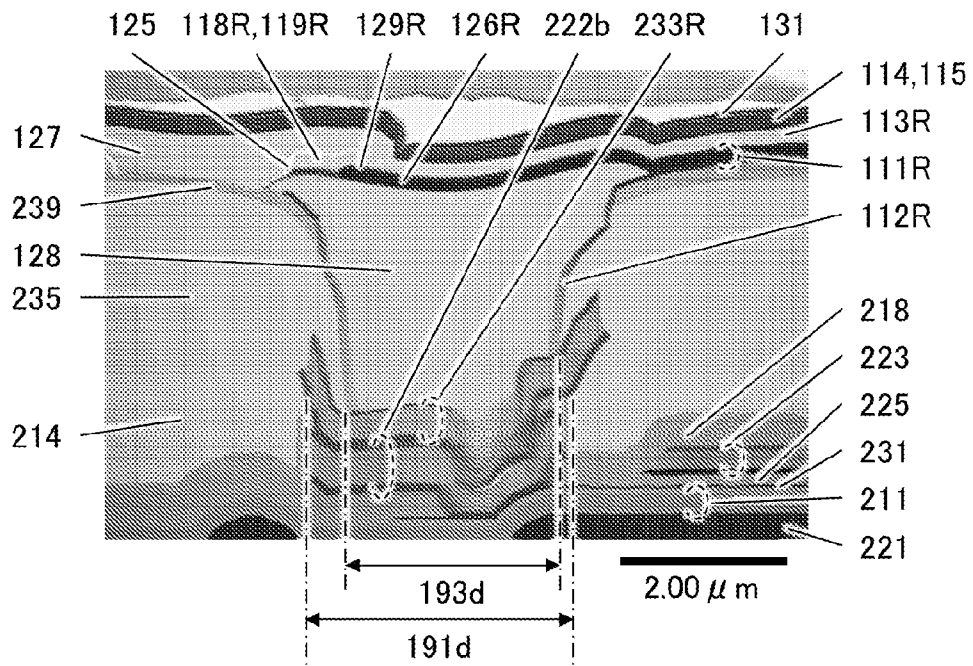
Function1 $A_1=2.01$ $\tau_1=0.63$

図59D



Function1 $A_1=2.30$ $\tau_1=0.56$
Function2 $A_2=3.15$ $\tau_2=3.43$

図60



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2022/061057

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G09F 9/30**(2006.01)i; **H01L 27/146**(2006.01)i; **H01L 29/786**(2006.01)i; **H01L 21/336**(2006.01)i

FI: G09F9/30 338; G09F9/30 365; H01L29/78 612; H01L29/78 619A; H01L29/78 618B; H01L29/78 617S; H01L27/146 C

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)

G09F9/30; H01L27/146; H01L29/786; H01L21/336

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 1971-2022

Registered utility model specifications of Japan 1996-2022

Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2020/0365677 A1 (SAMSUNG DISPLAY CO., LTD.) 19 November 2020 (2020-11-19) paragraphs [0058]-[0070], [0079]-[0116], fig. 2, 4A-4B	1-2, 11
Y	paragraphs [0058]-[0070], [0079]-[0116], fig. 2, 4A-4B	7-8, 12
Y	JP 2004-46110 A (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.) 12 February 2004 (2004-02-12) paragraphs [0030], [0031], [0054], [0056], [0092], [0093], [0113], fig. 4, 17, 23 (C)	7-8
Y	JP 2011-85918 A (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.) 28 April 2011 (2011-04-28) paragraphs [0048]-[0076], fig. 6	12
A	JP 2003-91246 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 28 March 2003 (2003-03-28) entire text, all drawings	1-12
A	JP 2001-312223 A (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.) 09 November 2001 (2001-11-09) entire text, all drawings	1-12



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

22 December 2022

Date of mailing of the international search report

10 January 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

International application No.

PCT/IB2022/061057

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2021/0066639 A1 (SAMSUNG DISPLAY CO., LTD.) 04 March 2021 (2021-03-04) entire text, all drawings	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/IB2022/061057

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US	2020/0365677	A1	19 November 2020	EP 3739566 A1 KR 10-2020-0133118 A CN 112037707 A	
JP	2004-46110	A	12 February 2004	US 2003/0230764 A1 paragraphs [0212], [0213], [0268]-[0271], [0317]-[0319], [0344], fig. 4, 17, 23 (C) CN 1458812 A TW 200306511 A KR 10-0979923 B1	
JP	2011-85918	A	28 April 2011	US 2011/0063262 A1 paragraphs [0080]-[0108], fig. 6	
JP	2003-91246	A	28 March 2003	(Family: none)	
JP	2001-312223	A	09 November 2001	US 2001/0019133 A1 entire text, all drawings EP 1128436 A1 KR 10-2001-0083213 A CN 1310480 A	
US	2021/0066639	A1	04 March 2021	KR 10-2021-0028780 A CN 112447799 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G09F 9/30(2006.01)i; H01L 27/146(2006.01)i; H01L 29/786(2006.01)i; H01L 21/336(2006.01)i FI: G09F9/30 338; G09F9/30 365; H01L29/78 612; H01L29/78 619A; H01L29/78 618B; H01L29/78 617S; H01L27/146 C		
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）） G09F9/30; H01L27/146; H01L29/786; H01L21/336 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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022年 国際調査で使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）		
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	US 2020/0365677 A1 (SAMSUNG DISPLAY CO., LTD.) 19.11.2020 (2020-11-19) 段落[0058]-[0070], [0079]-[0116], 図2, 4A-4B	1-2, 11
Y	段落[0058]-[0070], [0079]-[0116], 図2, 4A-4B	7-8, 12
Y	JP 2004-46110 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 12.02.2004 (2004-02-12) 段落[0030]-[0031], [0054]-[0056], [0092]-[0093], [0113], 図4, 17, 23(C)	7-8
Y	JP 2011-85918 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 28.04.2011 (2011-04-28) 段落[0048]-[0076], 図6	12
A	JP 2003-91246 A (松下電器産業株式会社) 28.03.2003 (2003-03-28) 全文, 全図	1-12
A	JP 2001-312223 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 09.11.2001 (2001-11-09) 全文, 全図	1-12
A	US 2021/0066639 A1 (SAMSUNG DISPLAY CO., LTD) 04.03.2021 (2021-03-04) 全文, 全図	1-12
☐ 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、一般的な技術水準を示すもの “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 22.12.2022		国際調査報告の発送日 10.01.2023
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） 川俣 郁子 2I 1167 電話番号 03-3581-1101 内線 3273

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/IB2022/061057

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
US	2020/0365677	A1	19.11.2020	EP	3739566	A1	
				KR	10-2020-0133118	A	
				CN	112037707	A	
JP	2004-46110	A	12.02.2004	US	2003/0230764	A1	
				段落[0212]-[0213], [0268]-[0271], [0317]-[0319], [0344], 図4, 17, 23(C)			
				CN	1458812	A	
				TW	200306511	A	
				KR	10-0979923	B1	
JP	2011-85918	A	28.04.2011	US	2011/0063262	A1	
				段落[0080]-[0108], 図6			
JP	2003-91246	A	28.03.2003	(ファミリーなし)			
JP	2001-312223	A	09.11.2001	US	2001/0019133	A1	
				全文, 全図			
				EP	1128436	A1	
				KR	10-2001-0083213	A	
				CN	1310480	A	
US	2021/0066639	A1	04.03.2021	KR	10-2021-0028780	A	
				CN	112447799	A	