(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
2021年11月18日(18.11.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/229350 A1

(51) 国際特許分類:
G09G 3/20 (2006.01)　*H01L 27/32* (2006.01)
G09G 3/3233 (2016.01)　*G06F 3/041* (2006.01)
G09F 9/00 (2006.01)　*G06F 3/042* (2006.01)
G09F 9/30 (2006.01)　*H01L 51/50* (2006.01)
G09F 9/302 (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/IB2021/053604

(22) 国際出願日：　2021年4月30日(30.04.2021)

(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 2020-085200　2020年5月14日(14.05.2020)　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: 川島 進 **(KAWASHIMA, Susumu)**; 〒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). 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). 渡邉一徳 **(WATANABE, Kazunori)**; 〒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). 吉住健輔 **(YOSHIZUMI, Kensuke)**; 〒2430036 神奈川県厚木市長谷398株式会社半導体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP).

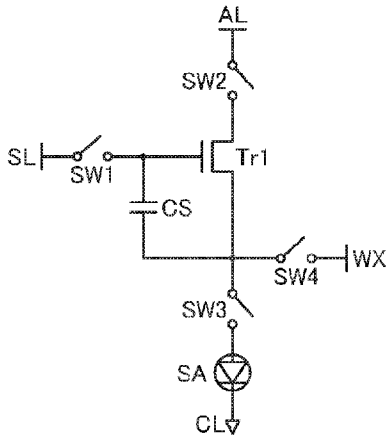
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, 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, 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,

(54) **Title:** DISPLAY DEVICE, DISPLAY MODULE, AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 発明の名称： 表示装置、表示モジュール、及び電子機器

図1



(57) **Abstract:** Provided is a display device having an imaging function. Further provided is a high-resolution imaging device or display device. The display device comprises first to fourth switches, a first transistor, a capacitor, and a light-receiving/emitting element. The first switch is connected to the gate of the first transistor. The second switch is connected to one of the source and drain of the first transistor. The light-receiving/emitting element has an anode that is connected to the other of the source and drain of the first transistor via a third switch. The fourth switch is connected to the other of the source and drain of the first transistor. The capacitor has one electrode connected to the gate of the first transistor, and another electrode connected to the other of the source and drain of the first transistor. The light-receiving/emitting element emits light of a first color and receives light of a second color, and converts the light to an electrical signal.

WO 2021/229350 A1

[続葉有]

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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

— 国際調査報告（条約第21条(3)）

— 白黒。出願原本にはカラー又はグレースケールの情報が含まれており、PATENTSCOPE からのダウンロードが可能。

(57) 要約：撮像機能を有する表示装置を提供する。高精細な撮像装置または表示装置を提供する。表示装置は、第１乃至第４のスイッチ、第１のトランジスタ、容量、受発光素子を有する。第１のスイッチは第１のトランジスタのゲートと接続される。第２のスイッチは第１のトランジスタのソース及びドレインの一方と接続される。受発光素子は、アノードが第３のスイッチを介して第１のトランジスタのソース及びドレインの他方と接続される。第４のスイッチは第１のトランジスタのソース及びドレインの他方と接続される。容量は、一方の電極が第１のトランジスタのゲートと接続され、他方の電極が第１のトランジスタのソース及びドレインの他方と接続される。受発光素子は第１の色の光を発し、第２の色の光を受光し、電気信号に変換する。

明細書

発明の名称

表示装置、表示モジュール、及び電子機器

技術分野

［０００１］

本発明の一態様は、表示装置に関する。本発明の一態様は、撮像装置に関する。本発明の一態様は、撮像機能を有する表示装置に関する。

［０００２］

なお、本発明の一態様は、上記の技術分野に限定されない。本明細書等で開示する本発明の一態様の技術分野としては、半導体装置、表示装置、発光装置、蓄電装置、記憶装置、電子機器、照明装置、入力装置、入出力装置、それらの駆動方法、又はそれらの製造方法、を一例として挙げることができる。半導体装置は、半導体特性を利用することで機能しうる装置全般を指す。

背景技術

［０００３］

近年、表示装置は高解像度の画像を表示するために高精細化が求められている。また、スマートフォン、タブレット型端末、ノート型ＰＣ（パーソナルコンピュータ）などの情報端末機器においては、表示装置は、高精細化に加えて、低消費電力化が求められている。さらに、タッチパネルとしての機能、認証のために指紋を撮像する機能など、画像を表示するだけでなく、様々な機能が付加された表示装置が求められている。

［０００４］

表示装置としては、例えば、発光素子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素子（ＥＬ素子とも記す）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。例えば、特許文献１に、有機ＥＬ素子が適用された、可撓性を有する発光装置が開示されている。

［先行技術文献］

［特許文献］

［０００５］

［特許文献１］特開２０１４－１９７５２２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

［０００６］

本発明の一態様は、撮像機能を有する表示装置を提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、高精細な表示部または撮像部を有する撮像装置または表示装置を提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、高精細な画像を撮像することのできる撮像装置、または表示装置を提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、高感度な撮像を行うことのできる撮像装置、または表示装置を提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、指紋などの生体情報を取得できる表示装置を提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、タッチパネルとして機能する表示装置を提供することを課題の一とする。

［０００７］

また、本発明の一態様は、電子機器の部品点数を削減することを課題の一とする。本発明の一態様は、新規な構成を有する表示装置、撮像装置、または電子機器等を提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、先行技術の問題点の少なくとも一つを少なくとも軽減することを課題の一とする。

［０００８］

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

課題を解決するための手段

［０００９］

本発明の一態様は、第１乃至第３のスイッチと、第１のトランジスタと、容量と、受発光素子と、第１乃至第３の配線と、を有する表示装置である。第１の配線は、第１のスイッチを介して第１のトランジスタのゲートと電気的に接続される。第２の配線は、第２のスイッチを介して第１のトランジスタのソース及びドレインの一方と電気的に接続される。受発光素子は、アノードが第３のスイッチを介して第１のトランジスタのソース及びドレインの他方と電気的に接続され、カソードが第３の配線と電気的に接続される。容量は、一方の電極が第１のトランジスタのゲートと電気的に接続され、他方の電極が第１のトランジスタのソース及びドレインの他方と電気的に接続される。第２の配線には、第１の電位が与えられ、第３の配線には、第１の電位よりも低い第２の電位が与えられ、受発光素子は、第１の色の光を発する機能と、第２の色の光を受光し、電気信号に変換する機能と、を有する。

［００１０］

本発明の一態様は、第１乃至第４のスイッチと、第１のトランジスタと、容量と、受発光素子と、第１乃至第４の配線と、を有する表示装置である。第１の配線は、第１のスイッチを介して第１のトランジスタのゲートと電気的に接続される。第２の配線は、第２のスイッチを介して第１のトランジスタのソース及びドレインの一方と電気的に接続される。受発光素子は、アノードが第３のスイッチを介して第１のトランジスタのソース及びドレインの他方と電気的に接続され、カソードが第３の配線と電気的に接続される。第４の配線は、第４のスイッチを介して第１のトランジスタのソース及びドレインの他方と電気的に接続される。容量は、一方の電極が第１のトランジスタのゲートと電気的に接続され、他方の電極が第１のトランジスタのソース及びドレインの他方と電気的に接続される。第２の配線には、第１の電位が与えられ、第３の配線には、第１の電位よりも低い第２の電位が与えられる。受発光素子は、第１の色の光を発する機能と、第２の色の光を受光し、電気信号に変換する機能と、を有する。

［００１１］

また、上記において、第１の期間では、第１乃至第４のスイッチは導通状態であり、第１の配線にはデータ電位が与えられ、第４の配線には、第３の電位が与えられることが好ましい。さらに第２の期間では、第１乃至第４のスイッチは、非導通状態であることが好ましい。

［００１２］

また、上記いずれかにおいて、第３の期間では、第１のスイッチ、第３のスイッチ、及び第４のスイッチは導通状態であり、第２のスイッチは非導通状態であり、第１の配線には、第１の電位よりも低い第４の電位が与えられ、第４の配線には、第２の電位よりも低い第５の電位が与えられる

ことが好ましい。さらに第４の期間では、第１のスイッチ及び第３のスイッチは導通状態であり、第２のスイッチ及び第４のスイッチは非導通状態であり、第１の配線には、第２の電位よりも高い第６の電位が与えられることが好ましい。さらに第５の期間では、第１のスイッチおよび第３のスイッチは非導通状態であり、第２のスイッチ及び第４のスイッチは導通状態であることが好ましい。

［００１３］

また、本発明の他の一態様は、第１乃至第５のトランジスタと、容量と、受発光素子と、第１乃至第４の配線と、を有する表示装置である。第２のトランジスタは、ソース及びドレインの一方が第１の配線と電気的に接続され、ソース及びドレインの他方が第１のトランジスタのゲートと電気的に接続される。第３のトランジスタは、ソース及びドレインの一方が第２の配線と電気的に接続され、ソース及びドレインの他方が第１のトランジスタのソース及びドレインの一方と電気的に接続される。第４のトランジスタは、ソース及びドレインの一方が第１のトランジスタのソース及びドレインの他方と電気的に接続され、ソース及びドレインの他方が受発光素子のアノードと電気的に接続される。受発光素子は、カソードが第３の配線と電気的に接続される。第５のトランジスタは、ソース及びドレインの一方が第１のトランジスタのソース及びドレインの他方と電気的に接続され、ソース及びドレインの他方が第４の配線と電気的に接続される。容量は、一方の電極が第１のトランジスタのゲートと電気的に接続され、他方の電極が第１のトランジスタのソース及びドレインの他方と電気的に接続される。第２の配線には、第１の電位が与えられ、第３の配線には、第１の電位よりも低い第２の電位が与えられる。受発光素子は、第１の色の光を発する機能と、第２の色の光を受光し、電気信号に変換する機能と、を有する。

［００１４］

また、上記において、第１乃至第５のトランジスタのうちの一以上は、ゲートとバックゲートとを有し、ゲートとバックゲートには、同じ電位が与えられることが好ましい。

［００１５］

また、上記において、第２の色の光を発する機能を有する発光素子を有することが好ましい。このとき、受発光素子と発光素子とは、同一面上に設けられることがさらに好ましい。

［００１６］

また、上記において、受発光素子は、第１の画素電極、第１の発光層、活性層、第１の電極を有することが好ましい。また発光素子は、第２の画素電極、第２の発光層、第１の電極を有することが好ましい。このとき、第１の画素電極と、第２の画素電極とは、同一の導電膜を加工して形成されることが好ましい。

［００１７］

また、本発明の他の一態様は、上記いずれかの表示装置と、コネクターまたは集積回路と、を有する、表示モジュールである。

［００１８］

また、本発明の他の一態様は、上記表示モジュールと、アンテナ、バッテリ、筐体、カメラ、スピーカ、マイク、タッチセンサ、及び操作ボタンのうち、少なくとも一つと、を有する、電子機器である。

発明の効果

［００１９］

本発明の一態様によれば、撮像機能を有する表示装置を提供できる。または、表示部または撮像

部を有する撮像装置または表示装置を提供できる。または、高精細な画像を撮像することのできる撮像装置、または表示装置を提供できる。または、高感度な撮像を行うことのできる撮像装置、または表示装置を提供できる。または、指紋などの生体情報を取得できる表示装置を提供できる。または、タッチパネルとして機能する表示装置を提供できる。

［００２０］

また、本発明の一態様によれば、電子機器の部品点数を削減できる。または、新規な構成を有する表示装置、撮像装置、または電子機器等を提供できる。または、先行技術の問題点の少なくとも一つを少なくとも軽減できる。

［００２１］

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

図面の簡単な説明

［００２２］

図１は、画素の一例を示す回路図である。

図２Ａ、図２Ｂは、画素回路の動作方法例を説明する図である。

図３Ａ～図３Ｄは、画素回路の動作方法例を説明する図である。

図４Ａは、画素の一例を示す回路図である。図４Ｂ、図４Ｃは、画素回路の動作方法例を説明する図である。

図５Ａ～図５Ｅは、画素回路の動作方法例を説明する図である。

図６は、表示装置の一例を示す図である。

図７は、画素の一例を示す回路図である。

図８Ａは、画素の一例を示す回路図、図８Ｂは、トランジスタの回路図である。

図９は、画素の一例を示す回路図である。

図１０Ａ、図１０Ｂは、表示装置の一例を示す図である。

図１１は、画素の一例を示す回路図である。

図１２は、表示装置の動作方法の一例を説明する図である。

図１３は、表示装置の動作方法の一例を説明する図である。

図１４Ａ～図１４Ｄは、表示装置の一例を示す断面図である。図１４Ｅ～図１４Ｇは、画素の一例を示す上面図である。

図１５Ａ～図１５Ｄは、画素の一例を示す上面図である。

図１６Ａ～図１６Ｅは、受発光素子の一例を示す断面図である。

図１７Ａ、図１７Ｂは、表示装置の一例を示す断面図である。

図１８Ａ、図１８Ｂは、表示装置の一例を示す断面図である。

図１９Ａ、図１９Ｂは、表示装置の一例を示す断面図である。

図２０Ａ、図２０Ｂは、表示装置の一例を示す断面図である。

図２１Ａ、図２１Ｂは、表示装置の一例を示す断面図である。

図２２は、表示装置の一例を示す斜視図である。

図２３は、表示装置の一例を示す断面図である。

図２４は、表示装置の一例を示す断面図である。

図２５Ａは、表示装置の一例を示す断面図である。図２５Ｂは、トランジスタの一例を示す断面図である。

図２６Ａ、図２６Ｂは、電子機器の一例を示す図である。

図２７Ａ～図２７Ｄは、電子機器の一例を示す図である。

図２８Ａ～図２８Ｆは、電子機器の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

［００２３］

以下、実施の形態について図面を参照しながら説明する。ただし、実施の形態は多くの異なる態様で実施することが可能であり、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、以下の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。

［００２４］

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。

［００２５］

なお、本明細書で説明する各図において、各構成要素の大きさ、層の厚さ、または領域は、明瞭化のために誇張されている場合がある。よって、必ずしもそのスケールに限定されない。

［００２６］

なお、本明細書等における「第１」、「第２」等の序数詞は、構成要素の混同を避けるために付すものであり、数的に限定するものではない。

［００２７］

トランジスタは半導体素子の一種であり、電流または電圧の増幅、導通または非導通を制御するスイッチング動作などを実現することができる。本明細書におけるトランジスタは、ＩＧＦＥＴ（Ｉｎｓｕｌａｔｅｄ　Ｇａｔｅ　Ｆｉｅｌｄ　Ｅｆｆｅｃｔ　Ｔｒａｎｓｉｓｔｏｒ）、薄膜トランジスタ（ＴＦＴ：Ｔｈｉｎ　Ｆｉｌｍ　Ｔｒａｎｓｉｓｔｏｒ）を含む。

［００２８］

また、「ソース」と「ドレイン」の機能は、異なる極性のトランジスタを採用する場合、または回路動作において電流の方向が変化する場合などには入れ替わることがある。このため、本明細書においては、「ソース」と「ドレイン」の用語は、入れ替えて用いることができるものとする。

［００２９］

また、本明細書等において、「電気的に接続」には、「何らかの電気的作用を有するもの」を介して接続されている場合が含まれる。ここで、「何らかの電気的作用を有するもの」は、接続対象間での電気信号の授受を可能とするものであれば、特に制限を受けない。例えば、「何らかの電気的作用を有するもの」には、電極、配線をはじめ、トランジスタなどのスイッチング素子、抵抗素子、コイル、容量素子、その他の各種機能を有する素子などが含まれる。

［００３０］

なお、本明細書等においてノードとは、回路を構成する素子の電気的な接続を可能とする素子（例えば、配線など）のことをいう。したがって、”Ａが接続されたノード”とは、Ａと電気的に接続され、且つＡと同電位と見なせる配線のことをいう。なお、配線の途中に電気的な接続を可能

とする素子（例えば、スイッチ、トランジスタ、容量素子、インダクタ、抵抗素子、ダイオードなど）が１個以上配置されていても、Ａと同電位と見なせれば、その配線はＡが接続されたノードであるとする。

［００３１］

なお、本明細書において、ＥＬ層とは発光素子の一対の電極間に設けられ、少なくとも発光性の物質を含む層（発光層とも呼ぶ）、または発光層を含む積層体を示すものとする。

［００３２］

本明細書等において、表示装置の一態様である表示パネルは表示面に画像等を表示（出力）する機能を有するものである。したがって表示パネルは出力装置の一態様である。

［００３３］

また、本明細書等では、表示パネルの基板に、例えばＦＰＣ（Ｆｌｅｘｉｂｌｅ　Ｐｒｉｎｔｅｄ　Ｃｉｒｃｕｉｔ）もしくはＴＣＰ（Ｔａｐｅ　Ｃａｒｒｉｅｒ　Ｐａｃｋａｇｅ）などのコネクターが取り付けられたもの、または基板にＣＯＧ（Ｃｈｉｐ　Ｏｎ　Ｇｌａｓｓ）方式等によりＩＣが実装されたものを、表示パネルモジュール、表示モジュール、または単に表示パネルなどと呼ぶ場合がある。

［００３４］

なお、本明細書等において、表示装置の一態様であるタッチパネルは表示面に画像等を表示する機能と、表示面に指、スタイラスなどの被検知体が触れる、押圧する、または近づくことなどを検出するタッチセンサとしての機能と、を有する。したがってタッチパネルは入出力装置の一態様である。

［００３５］

タッチパネルは、例えばタッチセンサ付き表示パネル（または表示装置）、タッチセンサ機能つき表示パネル（または表示装置）とも呼ぶことができる。タッチパネルは、表示パネルとタッチセンサパネルとを有する構成とすることもできる。または、表示パネルの内部または表面にタッチセンサとしての機能を有する構成とすることもできる。

［００３６］

また、本明細書等では、タッチパネルの基板に、コネクター、ＩＣなどが実装されたものを、タッチパネルモジュール、表示モジュール、または単にタッチパネルなどと呼ぶ場合がある。

［００３７］

（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の構成例、及び駆動方法例について説明する。

［００３８］

本発明の一態様は、マトリクス状に配置された複数の画素を有する表示装置である。画素は、１つ以上の副画素を有する。副画素は、１つ以上の受発光素子を有している。

［００３９］

受発光素子（受発光デバイス）は、第１の色の光を発する、発光素子（発光デバイスともいう）としての機能と、第２の色の光を受光し、電気信号に変換する、光電変換素子（光電変換デバイスともいう）としての機能を併せ持つ素子である。受発光素子は、多機能素子（Ｍｕｌｔｉｆｕｎｃｔｉｏｎａｌ　Ｅｌｅｍｅｎｔ）、多機能ダイオード（Ｍｕｌｔｉｆｕｎｃｔｉｏｎａｌ　Ｄｉｏｄｅ）、発光フォトダイオード（Ｌｉｇｈｔ　Ｅｍｉｔｔｉｎｇ　Ｐｈｏｔｏｄｉｏｄｅ）、また

は双方向フォトダイオード（Ｂｉｄｉｒｅｃｔｉｏｎａｌ　Ｐｈｏｔｏｄｉｏｄｅ）等とも呼ぶことができる。

［００４０］

受発光素子を有する副画素がマトリクス状に複数配置されることで、表示装置は、画像を表示する機能と、撮像する機能と、を併せ持つことができる。そのため、表示装置は、複合デバイス、または多機能デバイスとも呼ぶことができる。

［００４１］

［構成例１］

図１に、受発光素子を有する副画素に適用することのできる、画素回路の一部を示している。画素回路は、スイッチＳＷ１、スイッチＳＷ２、スイッチＳＷ３、スイッチＳＷ４、トランジスタＴｒ１、及び受発光素子ＳＡを有する。また画素回路は、電荷を保持するための容量として、容量ＣＳを有することが好ましい。また、画素回路には、配線ＳＬ、配線ＡＬ、配線ＣＬ、及び配線ＷＸが接続されている。

［００４２］

スイッチＳＷ１、スイッチＳＷ２、スイッチＳＷ３、及びスイッチＳＷ４は、それぞれ２つの端子（電極）を有し、当該端子間の導通、非導通を制御することのできる素子である。

［００４３］

配線ＳＬは、スイッチＳＷ１を介して、トランジスタＴｒ１のゲートと電気的に接続されている。配線ＡＬは、スイッチＳＷ２を介してトランジスタＴｒ１のソース及びドレインの一方と電気的に接続されている。受発光素子ＳＡは、アノードが、スイッチＳＷ３を介してトランジスタＴｒ１のソース及びドレインの他方と電気的に接続されている。受発光素子ＳＡのカソードは、配線ＣＬと電気的に接続されている。配線ＷＸは、スイッチＳＷ４を介して、トランジスタＴｒ１のソース及びドレインの他方と電気的に接続されている。容量ＣＳは、一対の電極の一方がトランジスタＴｒ１のゲートと電気的に接続され、他方がトランジスタＴｒ１のソース及びドレインの他方と電気的に接続されている。

［００４４］

図１では、受発光素子ＳＡのアノードが、トランジスタＴｒ１側に位置する構成としている。このとき、配線ＣＬに与えられる電位は、配線ＡＬに与えられる電位よりも低い電位とすることができる。なお、受発光素子ＳＡのカソードがトランジスタＴｒ１側に位置する構成としてもよく、その場合には配線ＣＬに、配線ＡＬよりも高い電位を与える構成とすることができる。

［００４５］

また、図１等では、トランジスタとしてｎチャネル型のトランジスタを用いる例を示すが、一部または全部に、ｐチャネル型のトランジスタを適用することもできる。このとき、各種電位、信号などを、トランジスタの種類に合わせて適宜変更すればよい。

［００４６］

トランジスタＴｒ１は、受発光素子ＳＡに流れる電流を制御する機能を有する。すなわち、トランジスタＴｒ１は、駆動トランジスタとしての機能を有する。トランジスタＴｒ１は、スイッチＳＷ１を介して配線ＳＬから与えられる電位（データ電位）に応じて、受発光素子ＳＡに流れる電流を制御することができる。受発光素子ＳＡは、当該電流に応じた輝度で発光することができる。

［００４７］

また、トランジスタＴｒ１は、受発光素子ＳＡの露光状態に基づいた信号を出力する、読み出しトランジスタとしての機能を有する。具体的には、トランジスタＴｒ１のゲートに所定の電位が与えられ、ソースに受発光素子ＳＡで受光し発生した電荷に基づく電位が与えられることで、ゲートーソース間の電圧に応じてトランジスタＴｒ１の導電状態が変化する。配線ＡＬから配線ＷＸに、トランジスタＴｒ１を介して流れる電流により、受発光素子ＳＡの露光状態の情報を取得することができる。配線ＷＸは、読み出し配線としても機能する。

［００４８］

このように、受発光素子ＳＡを発光素子としたときの駆動トランジスタと、受光素子としたときの読み出しトランジスタとを、一つのトランジスタＴｒ１で兼ねることにより、画素回路の回路構成を簡略化することができる。また一つのトランジスタを削減することに付随して、トランジスタに信号を供給する配線等も削減できる。

［００４９］

さらに、容量ＣＳは、受発光素子ＳＡを発光素子としたときの保持容量として機能するだけでなく、受光素子としたときの保持容量としても機能する。

［００５０］

このように、トランジスタ及び容量が、複数の機能を兼ねる構成とすることで、画素の占有面積を小さくすることが可能となり、精細度の高い表示装置を実現することができる。そのため、表示品位の高い画像を表示できるだけでなく、高精細な画像を撮像することができる。

［００５１］

以下、図１で例示した画素回路の動作方法について説明する。

［００５２］

まず、図２Ａ及び図２Ｂを用いて、受発光素子ＳＡを発光素子として用いる場合の動作方法の一例について説明する。

［００５３］

図２Ａは、トランジスタＴｒ１のゲートにデータ電位V_{data}を書き込む期間（データ書き込み期間）の動作を模式的に示している。データ書き込み期間において、スイッチＳＷ１、スイッチＳＷ２、スイッチＳＷ３、スイッチＳＷ４を全て導通状態とする。

［００５４］

データ書き込み期間において、一方の破線矢印で示すように、トランジスタＴｒ１のゲートには、スイッチＳＷ１を介して配線ＳＬからデータ電位V_{data}が与えられる。また他方の破線矢印で示すように、トランジスタＴｒ１のソース及びドレインの他方には、スイッチＳＷ４を介して、配線ＷＸから電位V_0が与えられる。またこのとき、容量ＣＳ１には、データ電位V_{data}と電位V_0の電位差に相当する電圧が充電される。

［００５５］

図２Ｂは、トランジスタＴｒ１のゲート電位が保持され、トランジスタＴｒ１に流れる電流に応じて、受発光素子ＳＡが発光する期間（保持、発光期間）の動作を模式的に示している。保持、発光期間において、スイッチＳＷ１及びスイッチＳＷ４を非導通状態とし、スイッチＳＷ２及びスイッチＳＷ３を導通状態とする。これにより、トランジスタＴｒ１を流れる電流のほぼ全てが受発光素子ＳＡに流れる。図２Ｂでは、電流の経路を破線矢印で示している。

［００５６］

続いて、図３Ａ乃至図３Ｄを用いて、受発光素子ＳＡを受光素子として用いる場合の動作方法の一例について説明する。

［００５７］

図３Ａは、受発光素子ＳＡのアノードの電位を初期化する期間（リセット期間）における動作を模式的に示している。リセット期間において、スイッチＳＷ１、スイッチＳＷ３、及びスイッチＳＷ４を導通状態とし、スイッチＳＷ２を非導通状態とする。

［００５８］

リセット期間において、一方の破線矢印で示すように、受発光素子ＳＡのアノードには、スイッチＳＷ４及びスイッチＳＷ３を介して配線ＷＸから電位V_{RS}が与えられる。また容量ＣＳの他方の電極にも、スイッチＳＷ４を介して電位V_{RS}が与えられる。電位V_{RS}は、少なくとも配線ＣＬに与えられる電位よりも低い電位とする。電位V_{RS}は、電位V_0よりも低い電位とすることが好ましい。

［００５９］

なお、受発光素子ＳＡのカソードがトランジスタＴｒ１側に接続される構成の場合、電位V_{RS}は、配線ＣＬに与えられる電位（受発光素子ＳＡのアノードに与えられる電位）よりも高い電位とすればよい。また、電位V_{RS}は、電位V_0よりも高い電位とすればよい。

［００６０］

また、リセット期間において、トランジスタＴｒ１のゲートが接続されるノードを浮遊状態とせず、所定の電位を与えた状態とすることが好ましい。例えば図３Ａでは、トランジスタＴｒ１のゲート及び容量ＣＳの一方の電極には、スイッチＳＷ１を介して配線ＳＬから電位V_{off}が与えられる。電位V_{off}は、配線ＡＬに与えられる電位よりも低い電位とすればよい。

［００６１］

また電位V_{off}は、トランジスタＴｒ１を非導通状態とする電位とすることが好ましい。例えば、電位V_{RS}にトランジスタＴｒ１のしきい値電圧を足した電位よりも低い電位とすることができる。特に、電位V_{off}は、電位V_{RS}よりも低い電位とすることが好ましい。

［００６２］

図３Ｂは、受発光素子ＳＡで受光し、受発光素子に電荷が蓄積される期間（露光期間）における動作を模式的に示している。露光期間において、受発光素子ＳＡに電荷が蓄積されることで、受発光素子ＳＡのアノードーカソード間の電位差Ｖｃが変化する。

［００６３］

露光期間において、スイッチＳＷ１、スイッチＳＷ２、スイッチＳＷ３、スイッチＳＷ４の全てを非導通状態とする。スイッチＳＷ２が非導通状態であり、さらにトランジスタＴｒ１のゲートには、電位V_{off}が与えられた状態が保持されるため、トランジスタＴｒ１もまた非導通状態となる。さらに、スイッチＳＷ３が非導通状態であるため、配線ＡＬと受発光素子ＳＡの間には２つの非導通状態のスイッチと、１つの非導通状態のトランジスタとがあることになる。さらに、配線ＷＸと受発光素子ＳＡとの間にも、２つの非導通状態のスイッチ（スイッチＳＷ３及びスイッチＳＷ４）があることになる。これにより、受発光素子ＳＡのアノード側に蓄積される電荷が、配線ＡＬ、配線ＷＸなどに流出することを好適に防ぐことができる。その結果、受発光素子ＳＡにより、精度の高い撮像を実行することができる。

［００６４］

図３Ｃは、受発光素子ＳＡに蓄積された電荷を、トランジスタＴｒ１のソースが接続されるノー

ドに転送する期間（転送期間）における動作を模式的に示している。転送期間において、スイッチＳＷ１及びスイッチＳＷ３を導通状態とし、スイッチＳＷ２及びスイッチＳＷ４を非導通状態とする。

［００６５］

転送期間において、一方の破線矢印で示すように、受発光素子ＳＡに蓄積された電荷は、スイッチＳＷ３を介して、トランジスタＴｒ１のソース及び容量ＣＳの他方の電極が接続されるノードに転送される。転送が完了した際の当該ノードの電位をV_{sig}とする。

［００６６］

また、転送期間において、もう一方の破線矢印で示すように、トランジスタＴｒ１のゲート、及び容量ＣＳの一方の電極が接続されるノードには、スイッチＳＷ１を介して配線ＳＬから電位V_{gp}が与えられる。

［００６７］

容量ＣＳの充電が完了したのち、スイッチＳＷ１及びスイッチＳＷ３を非導通状態とすることで、トランジスタＴｒ１のゲートの電位、及びソースの電位が保持される。

［００６８］

図３Ｄは、画素回路から配線ＷＸにデータを出力する期間（読出期間）における動作を模式的に示している。読出期間において、スイッチＳＷ１、スイッチＳＷ３を非導通状態とし、スイッチＳＷ２、スイッチＳＷ４を導通状態とする。

［００６９］

読出期間において、トランジスタＴｒ１のゲートーソース間電圧V_{gs}（点線矢印で示す。）は、電位V_{gp}及び電位V_{sig}を用いて、$V_{gs}=V_{gp}-V_{sig}$となる。トランジスタＴｒ１のゲートーソース間電圧V_{gs}が決まるため、トランジスタＴｒ１に流れる電流も決まることになる。例えば、飽和領域では、当該電圧V_{gs}からトランジスタＴｒ１のしきい値電圧V_{th}を引いた電圧の２乗に比例する電流I_Sが、トランジスタＴｒ１のソースードレイン間に流れることになる。

［００７０］

電位V_{gp}は、電位V_{sig}の値によらず、トランジスタＴｒ１が導通状態となるような電位とすることができる。すなわち、電位V_{sig}の値によらず、$V_{gs}-V_{th}$が正の値となるように、電位V_{gp}の値を設定することができる。

［００７１］

このように、表示のための駆動トランジスタと、撮像のための読み出しトランジスタとを、一つのトランジスタで兼ねる構成とすることで、画素回路が有するトランジスタの数だけでなく、画素回路に接続する配線などについても削減することができ、画素回路を簡略化できる。そのため、表示装置の高精細化、高解像度化が容易となる。また、配線数が減ることで、表示装置の消費電力も低減できる。

［００７２］

［変形例］

以下では、上記で例示した構成よりもさらに素子の数を削減した画素回路の構成例について説明する。

［００７３］

図４Ａに、画素回路の一部を示している。図４Ａに示す画素回路は、スイッチＳＷ１、スイッチ

ＳＷ２、スイッチＳＷ３、トランジスタＴｒ１、容量ＣＳ、及び受発光素子ＳＡを有する。図４Ａに示す画素回路は、図１で例示した構成と比較して、スイッチＳＷ４を有さない点、及び配線ＷＸを有さない点で、主に相違している。

［００７４］

配線ＡＬは、上記配線ＷＸの機能を兼ねる配線である。すなわち、配線ＡＬは、アノード電位と、電位V_{RS}と、が異なる期間に与えられる。また、配線ＡＬは、読み出し配線としても機能する。

［００７５］

以下、図４Ａで示した画素回路の動作方法について説明する。

［００７６］

まず、受発光素子ＳＡを発光素子として用いるときについて説明する。

［００７７］

データ書き込み期間では、図４Ｂに示すように、スイッチＳＷ１、スイッチＳＷ２、及びスイッチＳＷ３を全て導通状態とする。これにより、トランジスタＴｒ１のゲートにスイッチＳＷ１を介して配線ＳＬからデータ電位V_{data}が与えられる。

［００７８］

続いて、保持、発光期間では、図４Ｃに示すように、スイッチＳＷ１を非導通状態とする。これにより、受発光素子ＳＡには、トランジスタＴｒ１のゲート電位に応じた電流が流れ、受発光素子ＳＡは当該電流の大きさに応じた輝度で発光する。

［００７９］

続いて、受発光素子ＳＡを受光素子として用いるときについて説明する。

［００８０］

リセット期間において、図５Ａに示すように、スイッチＳＷ１、スイッチＳＷ２、及びスイッチＳＷ３を全て導通状態とする。またトランジスタＴｒ１のゲートには、スイッチＳＷ１を介して配線ＳＬから電位V_{H}が与えられる。また配線ＡＬには、電位V_{RS}が与えられる。

［００８１］

電位V_{H}は、トランジスタＴｒ１を導通状態とする電位である。電位V_{H}は、例えば、電位V_{RS}よりも高い電位、または配線ＣＬに与えられる電位（カソード電位）より高い電位とすればよい。

［００８２］

トランジスタＴｒ１が導通状態となることで、受発光素子ＳＡのアノードには、スイッチＳＷ２、トランジスタＴｒ１、及びスイッチＳＷ３を介して配線ＡＬから電位V_{RS}が与えられる。

［００８３］

リセット期間ののちに、図５Ｂに示すような動作期間を設けてもよい。

［００８４］

具体的に図５Ｂでは、上記リセット期間ののちに、スイッチＳＷ３を非導通状態とし、配線ＳＬと配線ＡＬに、それぞれ電位V_{H}を与える。これにより、容量ＣＳの一対の電極には、同じ電位V_{H}が与えられ、電位差が生じない状態となる。同様に、トランジスタＴｒ１のソースーゲート間にも電位差が生じない状態となる。トランジスタＴｒ１のしきい値電圧が正である場合には、トランジスタＴｒ１が非導通状態となる。

［００８５］

このように、リセット期間ののちに容量ＣＳを放電し、電荷を蓄積させない状態としておくこと

で、撮像データのノイズを低減することができる。

［００８６］

続いて、図５Ｃに示す露光期間では、スイッチＳＷ１、スイッチＳＷ２、及びスイッチＳＷ３を非導通状態とする。

［００８７］

続いて、図５Ｄに示す転送期間では、スイッチＳＷ２を非導通状態としたまま、スイッチＳＷ１とスイッチＳＷ３をそれぞれ導通状態とする。これにより、トランジスタＴｒ１のゲート及び容量ＣＳの一方の電極には、スイッチＳＷ１を介して配線ＳＬから電位V_{gp}が与えられる。また転送後のトランジスタＴｒ１のソース及びドレインの他方及び容量ＣＳの他方の電極の電位は、上記と同様に電位V_{sig}となる。

［００８８］

転送期間ののちに、読出期間までの間、スイッチＳＷ１及びスイッチＳＷ３を非導通状態としてもよい。

［００８９］

最後に、図５Ｅに示す読出し期間では、スイッチＳＷ１を非導通状態として、スイッチＳＷ２及びスイッチＳＷ３を導通状態とする。ここで、容量ＣＳには、電圧V_{gs}が充電されているため、トランジスタＴｒ１には、当該電圧V_{gs}に応じた電流I_Sが流れる。この電流I_Sを、配線ＡＬに接続された読み出し回路で検出することで、画素のデータの読出しを行うことができる。

［００９０］

以上が、変形例についての説明である。

［００９１］

［構成例２］

〔表示装置の構成例１〕

以下では、本発明の一態様の表示装置のより具体的な構成例について説明する。

［００９２］

図６に、表示装置１０の構成を説明するためのブロック図を示す。表示装置１０は、表示部１１、駆動回路部１２、駆動回路部１３、駆動回路部１４、及び回路部１５等を有する。

［００９３］

表示部１１は、マトリクス状に配置された複数の画素３０を有する。画素３０は、副画素２０Ｒ、副画素２０Ｇ、及び副画素２０Ｂを有する。副画素２０Ｒは受発光素子を有し、副画素２０Ｇと副画素２０Ｂは、それぞれ発光素子を有する。

［００９４］

副画素２０Ｒには、配線ＳＬ１、配線ＧＬ、配線ＳＥ、及び配線ＷＸ等が電気的に接続されている。副画素２０Ｇには、配線ＳＬ２及び配線ＧＬ等が電気的に接続されている。副画素２０Ｂには、配線ＳＬ３及び配線ＧＬ等が電気的に接続されている。

［００９５］

配線ＳＬ１、配線ＳＬ２、及び配線ＳＬ３は、それぞれ駆動回路部１２に電気的に接続されている。配線ＧＬは、駆動回路部１３に電気的に接続されている。駆動回路部１２は、ソース線駆動回路（ソースドライバともいう）として機能し、配線ＳＬ１、配線ＳＬ２、及び配線ＳＬ３を介して、各副画素にデータ信号（データ電位）を供給する。駆動回路部１３は、ゲート線駆動回路（ゲート

ドライバともいう）として機能し、配線ＧＬに選択信号を供給する。

［００９６］

配線ＳＥは、駆動回路部１４に電気的に接続されている。駆動回路部１４は、副画素２０Ｒに供給するための信号を生成し、配線ＳＥ等に出力する機能を有する。また駆動回路部１４は、後述する配線ＡＥＮ、配線ＲＥＮ等に供給する信号を生成し、出力する機能を有する。なお、駆動回路部１３または駆動回路部１２が、配線ＡＥＮ、配線ＲＥＮ等に供給する信号を生成する機能を有していてもよい。

［００９７］

配線ＷＸは、回路部１５に電気的に接続されている。回路部１５は、副画素２０Ｒから配線ＷＸを介して出力される信号を受信し、撮像データとして外部に出力する機能を有する。回路部１５は、読み出し回路として機能する。また回路部１５は、配線ＷＸに供給する信号を生成し、出力する機能を有する。そのため、回路部１５は、駆動回路としての機能も有する。なお、駆動回路部１３または駆動回路部１２が、配線ＷＸに供給する信号を生成し、出力する機能を有していてもよい。

［００９８］

〔画素の構成例〕

図７に、画素３０の回路図の一例を示す。画素３０は、副画素２０Ｒ、副画素２０Ｇ、及び副画素２０Ｂを有する。副画素２０Ｒは、回路２１Ｒと、受発光素子ＳＲを有する。副画素２０Ｇは、回路２１Ｇと、発光素子ＥＬＧを有する。副画素２０Ｂは、回路２１Ｂと、発光素子ＥＬＢを有する。

［００９９］

回路２１Ｒは、トランジスタＭ１、トランジスタＭ２、トランジスタＭ４、トランジスタＭ５、トランジスタＭ６、容量Ｃ１等を有する。

［０１００］

回路２１Ｒは、受発光素子ＳＲを発光素子として用いた場合に、受発光素子ＳＲの発光を制御するための回路として機能する。回路２１Ｒは、配線ＳＬ１から与えられるデータ電位に応じて、受発光素子ＳＲに流れる電流を制御する機能を有する。

［０１０１］

また、回路２１Ｒは、受発光素子ＳＲを受光素子として用いた場合に、受発光素子ＳＲの動作を制御するためのセンサ回路として機能する。回路２１Ｒは、受発光素子ＳＲに逆バイアス電圧を与える機能、受発光素子ＳＲの露光期間を制御する機能、受発光素子ＳＲから転送された電荷に基づく電位を保持する機能、及び当該電位に基づいた信号を配線ＷＸに出力する機能などを有する。

［０１０２］

図７に示す副画素２０Ｒは、図１で例示した構成に対応する。トランジスタＭ２は、図１におけるトランジスタＴｒ１に対応する。同様に、トランジスタＭ１はスイッチＳＷ１に、トランジスタＭ４はスイッチＳＷ２に、トランジスタＭ５はスイッチＳＷ３に、トランジスタＭ６はスイッチＳＷ４に、それぞれ対応する。

［０１０３］

トランジスタＭ１は、ゲートが配線ＧＬと電気的に接続され、ソース及びドレインの一方が配線ＳＬ１と電気的に接続され、他方がトランジスタＭ２のゲート、容量Ｃ１の一方の電極と電気的に接続される。トランジスタＭ２は、ソース及びドレインの一方がトランジスタＭ４のソース及びド

レインの他方と電気的に接続され、他方がトランジスタＭ５のソース及びドレインの一方、トランジスタＭ６のソース及びドレインの一方、容量Ｃ１の他方の電極と電気的に接続される。トランジスタＭ４は、ゲートが配線ＡＥＮと電気的に接続され、ソース及びドレインの一方が配線ＡＬと電気的に接続される。トランジスタＭ５は、ゲートが配線ＲＥＮと電気的に接続され、ソース及びドレインの他方が受発光素子ＳＲのアノードと電気的に接続される。トランジスタＭ６は、ゲートが配線ＳＥと電気的に接続され、ソース及びドレインの他方が配線ＷＸと電気的に接続される。受発光素子ＳＲは、カソードが配線ＣＬと電気的に接続される。

［０１０４］

配線ＳＬ１には、データ電位V_{data}、電位V_{off}、電位V_{gp}などが異なる期間に与えられる。配線ＡＬにはアノード電位が与えられる。配線ＣＬにはカソード電位が与えられる。図７に示す構成では、アノード電位はカソード電位よりも高い電位とする。配線ＷＸには、電位V_0、電位V_{RS}などが異なる期間に与えられる。また配線ＷＸは、読み出し線としての機能を有する。配線ＡＥＮ、配線ＲＥＮ、配線ＧＬ、配線ＳＥにはそれぞれ、トランジスタＭ４、トランジスタＭ５、トランジスタＭ１、トランジスタＭ６の導通、非導通を制御する信号が与えられる。

［０１０５］

トランジスタＭ６は、読み出しのための選択トランジスタとして機能する。トランジスタＭ６は、配線ＳＥに与えられる信号により、導通、非導通が制御される。トランジスタＭ６とトランジスタＭ４を導通状態とすることで、トランジスタＭ２と配線ＷＸとが導通し、トランジスタＭ２のゲート－ソース間電圧V_{gs}に応じた電流（または電圧）を配線ＷＸに出力することができる。

［０１０６］

副画素２０Ｇは、回路２１Ｇと、発光素子ＥＬＧとを有する。副画素２０Ｂは、回路２１Ｂと発光素子ＥＬＢとを有する。回路２１Ｇと回路２１Ｂは同様の構成を有する。

［０１０７］

回路２１Ｇ及び回路２１Ｂは、トランジスタＭ１、トランジスタＭ２、トランジスタＭ３、容量Ｃ１を有する。トランジスタＭ３は、ゲートが配線ＧＬと電気的に接続され、ソース及びドレインの一方が、容量Ｃ１の他方の電極、トランジスタＭ２のソース及びドレインの他方、及び発光素子ＥＬＧまたは発光素子ＥＬＢのアノードと電気的に接続され、他方が配線Ｖ０Ｌと電気的に接続されている。

［０１０８］

配線Ｖ０Ｌは、定電位が与えられる。例えば配線Ｖ０Ｌには、上記配線ＷＸに与えられる電位V_0と同じ電位が与えられてもよい。また、配線Ｖ０Ｌの代わりに配線ＷＸを用いてもよい。

［０１０９］

ここで、回路２１Ｒと、回路２１Ｇまたは回路２１Ｂとで、トランジスタの数を比べると、その差は僅か２つである。このように本発明の一態様は、発光素子を駆動する回路に、僅か２つのトランジスタを追加するのみで、受発光素子を発光素子としても、受光素子としても機能させることのできる回路を構成することができる。そのため、回路２１Ｒの占有面積の増大を抑制でき、画素密度の高い表示装置を実現することができる。

［０１１０］

スイッチとして機能するトランジスタＭ１、トランジスタＭ３、トランジスタＭ４、トランジスタＭ５、及びトランジスタＭ６には、非導通状態におけるリーク電流が極めて小さいトランジスタ

を適用することが好ましい。特に、チャネルが形成される半導体層に酸化物半導体を用いたトランジスタを好適に用いることができる。また、トランジスタＭ２にも酸化物半導体を用いたトランジスタを適用することで、共通の作製工程を経て全てのトランジスタを形成できるため好ましい。なお、トランジスタＭ２には、チャネルが形成される半導体層にシリコン（アモルファスシリコン、多結晶シリコン、単結晶シリコンを含む）を適用してもよい。なお、これに限られず、一部または全てのトランジスタに、シリコンを適用したトランジスタを用いることもできる。また、一部または全てのトランジスタに、シリコン以外の無機半導体、化合物半導体、または有機半導体等を適用したトランジスタを用いてもよい。

［０１１１］

また、図８Ａに示すように、各トランジスタに、バックゲートを有するトランジスタを適用した構成としてもよい。図８Ａでは、一対のゲートが電気的に接続される構成を示している。

［０１１２］

なお、図８Ａでは、全てのトランジスタが、一対のゲートが電気的に接続される構成としたがこれに限られない。画素３０は、一方のゲートを、他の配線に接続するトランジスタを有していてもよい。例えば、一対のゲートのうち、一方のゲートを定電位が与えられる配線に接続することで、電気特性の安定性を向上させることができる。また、一対のゲートのうち、一方のゲートを、トランジスタのしきい値電圧を制御する電位が与えられる配線に接続してもよい。また、図８Ｂに示すように、一対のゲートのうち、一方のゲートを、ソース及びドレインの一方と接続したトランジスタを用いてもよい。このとき、一方のゲートを、ソースと接続することが好ましい。例えば、画素３０におけるトランジスタＭ２、トランジスタＭ４に、図８Ｂに示すトランジスタを好適に用いることができる。

［０１１３］

また、ここではトランジスタ全てが、バックゲートを有する例を示したが、これに限られず、バックゲートを有するトランジスタとバックゲートを有さないトランジスタを混在させてもよい。

［０１１４］

〔変形例〕

以下では、上記とは一部の構成が異なる画素の構成例について説明する。

［０１１５］

図９に、以下で例示する画素３０Ａの回路図を示す。図９で例示する構成例は、図７と比較して、回路２１Ｒ、回路２１Ｇ、及び回路２１Ｂの構成が相違している。

［０１１６］

回路２１Ｒは、図７で例示した回路２１Ｒから、トランジスタＭ６、配線ＷＸ、及び配線ＳＥが省略されている。回路２１Ｒは、上記図４Ａで例示した構成に対応する。

［０１１７］

また、回路２１Ｇは、図７で例示した回路２１Ｇから、トランジスタＭ３及び配線Ｖ０Ｌが省略されている。なお、回路２１Ｂも同様である。

［０１１８］

このような構成とすることで、トランジスタ及び配線の数を、さらに削減することができる。具体的には、図７で例示した構成と比較して、３つのトランジスタと、４本の配線が削減されている。このような構成とすることで、さらなる高精細化、高開口率化を実現できる。

［０１１９］

以上が変形例についての説明である。

［０１２０］

〔表示装置の構成例２〕

上記では、１つの画素が３つの副画素を有する例を示したが、以下では、１つの画素が２つの副画素を有する例について説明する。

［０１２１］

図１０Ａには、３×３個の画素について、配列方法の例を示している。図１０Ａでは、ｉ行ｊ列目（ｉ，ｊはそれぞれ独立に１以上の整数）から、ｉ＋２行ｊ＋２列目までの画素を示している。

［０１２２］

図１０Ａでは、画素３０Ｇと画素３０Ｂとが、行方向及び列方向に交互に配列している。画素３０Ｇは、副画素２０Ｒと副画素２０Ｇとを有する。画素３０Ｂは、副画素２０Ｒと、副画素２０Ｂとを有する。

［０１２３］

例えば、ｉ行ｊ列目に位置する画素３０Ｇには、行方向に延在する配線ＧＬ［ｉ］、及び配線ＳＥ［ｉ］と、列方向に延在する配線ＳＬ１［ｊ］、配線ＳＬ２［ｊ］、及び配線ＷＸ［ｊ］が接続されている。

［０１２４］

図１０Ｂに、受発光素子ＳＲ、発光素子ＥＬＧ、及び発光素子ＥＬＢの配列方法の例を示している。受発光素子ＳＲは、行方向及び列方向に等間隔に配列している。また、発光素子ＥＬＧと発光素子ＥＬＢとは、行方向及び列方向にそれぞれ交互に配列している。また、受発光素子ＳＲ、発光素子ＥＬＧ、及び発光素子ＥＬＢのそれぞれの形状は、正方形を配列方向に対して約４５度傾けた形状としている。これにより、隣接素子間距離を大きく取ることができ、発光素子及び受発光素子を作り分ける場合に、歩留まり良く作製することができる。

［０１２５］

［駆動方法例］

以下では、表示装置の駆動方法の一例について説明する。

［０１２６］

ここでは、図６で例示した、１つの画素に３つの副画素を有する構成を例に挙げて説明する。より具体的な構成を図１１に示す。図１１には、列方向に隣接する２つの画素３０の回路図を示している。ここでは、ｉ行ｊ列目と、ｉ＋１行ｊ列目の、２行分の画素３０の回路図を示している。

［０１２７］

なお以下では、表示装置として、表示部に複数の画素が、Ｍ行Ｎ列（Ｍ、Ｎはそれぞれ独立に２以上の整数）にマトリクス状に配列した構成を有する表示装置とする。

［０１２８］

図１２及び図１３に、表示装置の動作を模式的に示している。表示装置の動作は大きく分けて、発光素子及び受発光素子を用いて画像を表示する期間（表示期間）と、受発光素子（センサともいう）を用いて撮像を行う期間（撮像期間）と、に分けられる。表示期間は、画素に画像データを書き込み、当該画像データに基づいた表示が行われる期間である。撮像期間は、受発光素子による撮像と、撮像データの読み出しが行われる期間である。

［０１２９］

まず、図１２を用いて、表示期間における動作を説明する。

［０１３０］

表示期間では、画素へのデータの書き込み動作が繰り返し行われる。その期間中、センサの動作は行われない（ブランクと表記）とする。なお、表示期間中に撮像動作を行うこともできる。

［０１３１］

一度の書き込み動作で、１フレーム分の画像データの書き込みが行われる。図１２に示すように、一度の書き込み動作（書込と表記）で、１列目からM列目まで、画素へのデータの書き込みが順次行われる。

［０１３２］

図１２では、ｉ行目と、ｉ＋１行目のデータの書き込み動作にかかるタイミングチャートを示している。ここでは、配線ＧＬ［ｉ］、配線ＧＬ［ｉ＋１］、配線ＳＥ［ｉ］、配線ＳＥ［ｉ＋１］、配線ＡＥＮ、配線ＲＥＮ、配線WX、配線ＳＬ１［ｊ］、配線ＳＬ２［ｊ］、配線ＳＬ３［ｊ］における、電位の推移を示している。各配線と各画素との接続関係については、図６及び図１１を参酌できる。

［０１３３］

ｉ行目の書き込み期間において、配線ＧＬ［ｉ］、配線ＳＥ［ｉ］、配線ＡＥＮ、配線ＲＥＮにハイレベル電位が与えられる。また配線WXに、電位V_0を与える。また配線ＳＬ１［ｊ］にデータ電位D_R［ｉ，ｊ］が、配線ＳＬ２［ｊ］にデータ電位D_G［ｉ，ｊ］が、配線ＳＬ３［ｊ］にデータ電位D_B［ｉ，ｊ］が、それぞれ与えられる。

［０１３４］

ｉ＋１行目以降の書き込みも上記と同様に、該当する配線ＧＬ及び配線ＳＥにハイレベル電位を与え、配線ＳＬ１、配線ＳＬ２、及び配線ＳＬ３に、それぞれデータ電位を与えることで、１行ごとに書き込みを行うことができる。

［０１３５］

このような書き込み動作を、１行目からM行目まで行うことで、１フレームのデータ書き込みが完了する。表示期間においては、上記動作を繰り返し実行することにより、動画を表示することができる。

［０１３６］

続いて、図１３を用いて、撮像期間における動作を説明する。ここではグローバルシャッタ方式の撮像動作を行う場合について説明する。なお、グローバルシャッタ方式に限られず、ローリングシャッタ方式の駆動方法を適用することもできる。

［０１３７］

撮像期間は、各画素において一斉に撮像を行う期間（撮像と表記。以下、撮像期間と区別するために、撮像動作期間とも呼ぶ）と、順に撮像データを読み出す期間（読出と表記）に分けられる。撮像動作期間は、初期化期間、露光期間、及び転送期間に分けられる。また、読出期間では、１行目からM行目まで、１行ごとに撮像データの読み出しが実行される。

［０１３８］

図１３には、撮像動作期間及び読み出し期間におけるタイミングチャートを示している。ここでは、配線ＧＬ［１：M］、配線ＳＥ［ｉ］、配線ＳＥ［ｉ＋１］、配線ＡＥＮ、配線ＲＥＮ、配線

ＳＬ１［１：Ｎ］、配線ＳＬ２［１：Ｎ］、配線ＳＬ３［１：Ｎ］、配線ＷＸ［１：Ｎ］について、電位の推移を示している。ここで、配線ＧＬをまとめて配線ＧＬ［１：Ｍ］と表記し、配線ＷＸをまとめて配線ＷＸ［１：Ｎ］と表記している。同様に、配線ＳＬ１、配線ＳＬ２、配線ＳＬ３も、それぞれまとめて表記している。

［０１３９］

初期化期間において、配線ＡＥＮにローレベル電位を与える。これにより、全ての副画素２０Ｒにおいて、トランジスタＭ４が非導通状態となる。これにより、受発光素子ＳＲと配線ＡＬとを電気的に絶縁し、受発光素子ＳＲが意図せずに発光することを防ぐことができる。

［０１４０］

また、全ての配線ＧＬ、全ての配線ＳＥ、及び配線ＲＥＮに、ハイレベル電位を与える。これにより、副画素２０ＲにおけるトランジスタＭ１、トランジスタＭ５、及びトランジスタＭ６が導通状態となる。そして、全ての配線ＳＬ１に電位V_{off}を、全ての配線ＷＸに電位V_{RS}を与える。これにより、全ての副画素２０Ｒにおいて、リセット動作が行われる。

［０１４１］

ここで、配線ＳＬ２及び配線ＳＬ３には、データ電位D_Gまたはデータ電位D_Bが与えられてもよい。これにより、発光素子ＥＬＧ及び発光素子ＥＬＢの一方または双方を発光させ、撮像の際の光源に用いることができる。

［０１４２］

続いて、露光期間において、配線ＧＬ、配線ＳＥ、配線ＲＥＮにローレベル電位を与える。これにより、受発光素子ＳＲに、照射される光量に応じた電荷が蓄積される。

［０１４３］

続いて、転送期間において、配線ＧＬ及び配線ＲＥＮにハイレベル電位を与える。これにより、副画素２０Ｒにおいて、トランジスタＭ１及びトランジスタＭ５が導通状態となる。このとき、受発光素子ＳＲに蓄積された電荷を、トランジスタＭ２のソースが接続されるノードに転送することができる。さらに、トランジスタＭ２のゲートが接続されるノードには、トランジスタＭ１を介して配線ＳＬ１から電位V_{gp}が与えられる。その後、配線ＧＬ及び配線ＲＥＮにローレベル電位与えることで、上記２つのノードの電位が保持された状態となる。

［０１４４］

続いて、行ごとに撮像データの読み出しが行われる。読み出し期間では、配線ＡＥＮにハイレベル電位が与えられる。さらに、読み出し期間では、配線ＳＥ［１］から配線ＳＥ［Ｎ］まで、順にハイレベル電位が与えられることで、全ての画素について、データを読み出すことができる。例えば、ｉ行目の読み出しでは、配線ＳＥ［ｉ］にハイレベル電位を与えることで、配線ＷＸ［１：Ｎ］にｉ行目のデータD_W［ｉ］が出力される。具体的には一つの配線ＷＸ［ｊ］に、ｉ行ｊ列目のデータD_W［ｉ，ｊ］が出力される。

［０１４５］

ここで、露光期間中及び読み出し期間中において、全ての配線ＧＬにはローレベル電位が与えられ、トランジスタＭ１が非導通状態となっている。これにより、トランジスタＭ２のゲートには、電位V_{gp}が与えられた状態で保持される。そのため、ノイズが低減された撮像を実行することができる。なお、このときトランジスタＭ１が非導通状態であるため、配線ＳＬ１に与える電位は問わない（ｄｏｎ‘ｔ　ｃａｒｅと表記）。同様に、配線ＳＬ２及び配線ＳＬ３に与える電位は問わな

い。

［０１４６］

なお、ここでは一つの行の読み出しで、一つのデータが出力される例を示したが、２つのデータを出力し、この２つの出力データを用いて、相関二重サンプリング（ＣＤＳ：Ｃｏｒｒｅｌａｔｅｄ　Ｄｏｕｂｌｅ　Ｓａｍｐｌｉｎｇ）を行ってもよい。ＣＤＳを行うことで、画素毎の電気特性のばらつきの影響を低減することができる。

［０１４７］

例えば、一つの行の読み出し期間中に、配線ＧＬにハイレベル電位を与え、配線ＳＬ１から所定の電位を与えることで、２つ目のデータを配線ＷＸに出力することができる。

［０１４８］

以上が駆動方法例についての説明である。

［０１４９］

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

［０１５０］

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

［０１５１］

（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について説明する。

［０１５２］

本発明の一態様の表示装置は、発光素子及び受発光素子を有する。

［０１５３］

受発光素子は、発光素子である有機ＥＬ素子と、受光素子である有機フォトダイオードと、を組み合わせて作製することができる。例えば、有機ＥＬ素子の積層構造に、有機フォトダイオードの活性層を追加することで、受発光素子を作製することができる。さらに、有機ＥＬ素子と有機フォトダイオードを組み合わせて作製する受発光素子は、発光素子と共通の構成にできる層を一括で成膜することで、成膜工程の増加を抑制することができる。

［０１５４］

例えば、一対の電極のうち一方（共通電極）を、受発光素子及び発光素子で共通の層とすることができる。また、例えば、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、及び電子注入層の少なくとも１つを、受発光素子及び発光素子で共通の層とすることが好ましい。また、例えば、受光素子の活性層の有無以外は、受発光素子と発光素子とで同一の構成にすることもできる。つまり、発光素子に、受光素子の活性層を加えるのみで、受発光素子を作製することもできる。このように、受発光素子及び発光素子が共通の層を有することで、成膜回数及びマスクの数を減らすことができ、表示装置の作製工程及び作製コストを削減することができる。また、表示装置の既存の製造装置及び製造方法を用いて、受発光素子を有する表示装置を作製することができる。

［０１５５］

なお、受発光素子が有する層は、受発光素子が、受光素子として機能する場合と、発光素子として機能する場合と、で、機能が異なることがある。本明細書中では、受発光素子が発光素子として

機能する場合における機能に基づいて構成要素を呼称する。例えば、正孔注入層は、受発光素子が発光素子として機能する際には、正孔注入層として機能し、受発光素子が受光素子として機能する際には、正孔輸送層として機能する。同様に、電子注入層は、受発光素子が発光素子として機能する際には、電子注入層として機能し、受発光素子が受光素子として機能する際には、電子輸送層として機能する。

［０１５６］

このように、本実施の形態の表示装置は、表示部に、受発光素子と発光素子とを有する。具体的には、表示部には、受発光素子と発光素子がそれぞれマトリクス状に配置されている。そのため、表示部は、画像を表示する機能に加えて、撮像機能及びセンシング機能の一方または双方も有する。

［０１５７］

表示部は、イメージセンサ、タッチセンサ等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、対象物（指、ペンなど）の接近もしくは接触を検出すること、などができる。さらに、本実施の形態の表示装置は、発光素子をセンサの光源として利用することができる。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よく、電子機器の部品点数を削減することができる。

［０１５８］

本実施の形態の表示装置では、表示部が有する発光素子の発光を対象物が反射した際、受発光素子がその反射光を検出できるため、暗い場所でも、撮像、タッチ（接触または接近）検出などが可能である。

［０１５９］

本実施の形態の表示装置は、発光素子及び受発光素子を用いて、画像を表示する機能を有する。つまり、発光素子及び受発光素子は、表示素子として機能する。

［０１６０］

発光素子としては、ＯＬＥＤ（Ｏｒｇａｎｉｃ　Ｌｉｇｈｔ　Ｅｍｉｔｔｉｎｇ　Ｄｉｏｄｅ）、ＱＬＥＤ（Ｑｕａｎｔｕｍ－ｄｏｔ　Ｌｉｇｈｔ　Ｅｍｉｔｔｉｎｇ　Ｄｉｏｄｅ）などのＥＬ素子を用いることが好ましい。ＥＬ素子が有する発光物質としては、蛍光を発する物質（蛍光材料）、燐光を発する物質（燐光材料）、無機化合物（量子ドット材料など）、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）などが挙げられる。また、発光素子として、マイクロＬＥＤ（Ｌｉｇｈｔ　Ｅｍｉｔｔｉｎｇ　Ｄｉｏｄｅ）などのＬＥＤを用いることもできる。

［０１６１］

本実施の形態の表示装置は、受発光素子を用いて、光を検出する機能を有する。受発光素子は、受発光素子自身が発する光よりも短波長の光を検出することができる。

［０１６２］

受発光素子をイメージセンサに用いる場合、本実施の形態の表示装置は、受発光素子を用いて、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。

［０１６３］

例えば、イメージセンサを用いて、指紋、掌紋などのデータを取得することができる。つまり、本実施の形態の表示装置に、生体認証用センサを内蔵させることができる。表示装置が生体認証用

センサを内蔵することで、表示装置とは別に生体認証用センサを設ける場合に比べて、電子機器の部品点数を少なくでき、電子機器の小型化及び軽量化が可能である。

［０１６４］

また、イメージセンサを用いて、ユーザーの表情、目の動き、または瞳孔径の変化などのデータを取得することができる。当該データを解析することで、ユーザーの心身の情報を取得することができる。当該情報をもとに表示及び音声の一方又は双方の出力内容を変化させることで、例えば、ＶＲ（Ｖｉｒｔｕａｌ　Ｒｅａｌｉｔｙ）向け機器、ＡＲ（Ａｕｇｍｅｎｔｅｄ　Ｒｅａｌｉｔｙ）向け機器、またはＭＲ（Ｍｉｘｅｄ　Ｒｅａｌｉｔｙ）向け機器において、ユーザーが機器を安全に使用できるよう図ることができる。

［０１６５］

また、受発光素子をタッチセンサに用いる場合、本実施の形態の表示装置は、受発光素子を用いて、対象物の接近または接触を検出することができる。

［０１６６］

受発光素子は、受発光素子に入射する光を検出し電荷を発生させる光電変換素子として機能する。入射する光量に基づき、発生する電荷量が決まる。

［０１６７］

受発光素子は、上記発光素子の構成に、受光素子の活性層を追加することで作製することができる。

［０１６８］

受発光素子には、例えば、ｐｎ型またはｐｉｎ型のフォトダイオードの活性層を用いることができる。

［０１６９］

特に、受発光素子には、有機化合物を含む層を有する有機フォトダイオードの活性層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。

［０１７０］

図１４Ａ～図１４Ｄに、本発明の一態様の表示装置の断面図を示す。

［０１７１］

図１４Ａに示す表示装置３５０Ａは、基板３５１と基板３５９との間に、受発光素子を有する層３５３と、発光素子を有する層３５７と、を有する。

［０１７２］

図１４Ｂに示す表示装置３５０Ｂは、基板３５１と基板３５９との間に、受発光素子を有する層３５３、トランジスタを有する層３５５、及び、発光素子を有する層３５７を有する。

［０１７３］

表示装置３５０Ａ及び表示装置３５０Ｂは、発光素子を有する層３５７から、緑色（Ｇ）の光及び青色（Ｂ）の光が射出され、受発光素子を有する層３５３から赤色（Ｒ）の光が射出される構成である。なお、本発明の一態様の表示装置において、受発光素子を有する層３５３が発する光の色は、赤色に限定されない。

［０１７４］

受発光素子を有する層３５３に含まれる受発光素子は、表示装置３５０Ａまたは表示装置３５０

Ｂの外部から入射した光を検出することができる。当該受発光素子は、例えば、緑色（Ｇ）の光及び青色（Ｂ）の光のうち一方または双方を検出することができる。

［０１７５］

本発明の一態様の表示装置は、マトリクス状に配置された複数の画素を有する。１つの画素は、１つ以上の副画素を有する。１つの副画素は、１つの受発光素子または１つの発光素子を有する。例えば、画素には、副画素を３つ有する構成（Ｒ、Ｇ、Ｂの３色、または、黄色（Ｙ）、シアン（Ｃ）、及びマゼンタ（Ｍ）の３色など）、または、副画素を４つ有する構成（Ｒ、Ｇ、Ｂ、白色（Ｗ）の４色、または、Ｒ、Ｇ、Ｂ、Ｙの４色など）を適用できる。少なくとも１色の副画素は、受発光素子を有する。受発光素子は、全ての画素に設けられていてもよく、一部の画素に設けられていてもよい。また、１つの画素が複数の受発光素子を有していてもよい。

［０１７６］

トランジスタを有する層３５５は、例えば、受発光素子と電気的に接続されるトランジスタ、及び、発光素子と電気的に接続されるトランジスタを有する。トランジスタを有する層３５５は、さらに、配線、電極、端子、容量、抵抗などを有していてもよい。

［０１７７］

本発明の一態様の表示装置は、表示装置に接触している指などの対象物を検出する機能を有していてもよい（図１４Ｃ）。または、表示装置に接近している（接触していない）対象物を検出する機能を有していてもよい（図１４Ｄ）。例えば、図１４Ｃ及び図１４Ｄに示すように、発光素子を有する層３５７において発光素子が発した光を、表示装置３５０Ｂに接触または接近した指３５２が反射することで、受発光素子を有する層３５３における受発光素子がその反射光を検出する。これにより、表示装置３５０Ｂに指３５２が接触または接近したことを検出することができる。

［０１７８］

［画素］

図１４Ｅ～図１４Ｇ及び図１５Ａ～図１５Ｄに、画素の一例を示す。なお、副画素の配列は図示した順序に限定されない。例えば、副画素３１１Ｂと副画素３１１Ｇの位置を逆にしても構わない。

［０１７９］

図１４Ｅに示す画素は、ストライプ配列が適用されている。画素は、赤色の光を呈し、かつ、受光機能を有する副画素３１１ＳＲ、緑色の光を呈する副画素３１１Ｇ、及び、青色の光を呈する副画素３１１Ｂを有する。画素が、Ｒ、Ｇ、Ｂの３つの副画素からなる表示装置において、Ｒの副画素に用いる発光素子を、受発光素子に置き換えることで、画素に受光機能を有する表示装置を作製することができる。

［０１８０］

図１４Ｆに示す画素は、マトリクス配列が適用されている。画素は、赤色の光を呈し、かつ、受光機能を有する副画素３１１ＳＲ、緑色の光を呈する副画素３１１Ｇ、青色の光を呈する副画素３１１Ｂ、及び、白色の光を呈する副画素３１１Ｗを有する。画素が、Ｒ、Ｇ、Ｂ、Ｗの４つの副画素からなる表示装置においても、Ｒの副画素に用いる発光素子を、受発光素子に置き換えることで、画素に受光機能を有する表示装置を作製することができる。

［０１８１］

図１４Ｇに示す画素は、ペンタイル配列が適用されている。図１４Ｇでは、画素によって組み合わせの異なる２色の光を呈する副画素を有する。図１４Ｇに示す左上の画素と右下の画素は、赤色

の光を呈し、かつ、受光機能を有する副画素３１１ＳＲ、及び、緑色の光を呈する副画素３１１Ｇを有する。図１４Ｇに示す左下の画素と右上の画素は、緑色の光を呈する副画素３１１Ｇ、及び、青色の光を呈する副画素３１１Ｂを有する。なお、図１４Ｇに示す副画素の形状は、当該副画素が有する発光素子または受発光素子の上面形状を示している。

［０１８２］

図１５Ａに示す画素は、赤色の光を呈し、かつ、受光機能を有する副画素３１１ＳＲ、緑色の光を呈する副画素３１１Ｇ、及び、青色の光を呈する副画素３１１Ｂを有する。副画素３１１ＳＲは、副画素３１１Ｇと副画素３１１Ｂとは異なる列に配置される。副画素３１１Ｇと副画素３１１Ｂとは、同じ列に交互に配置され、一方が奇数行に設けられ、他方が偶数行に設けられる。なお、他の色の副画素と異なる列に配置される副画素は、赤色（Ｒ）に限られず、緑色（Ｇ）または青色（Ｂ）であってもよい。

［０１８３］

図１５Ｂには、２つの画素を示しており、点線で囲まれた３つの副画素により１つの画素が構成されている。図１５Ｂに示す画素は、赤色の光を呈し、かつ、受光機能を有する副画素３１１ＳＲ、緑色の光を呈する副画素３１１Ｇ、及び、青色の光を呈する副画素３１１Ｂを有する。図１５Ｂに示す左の画素では、副画素３１１ＳＲと同じ行に副画素３１１Ｇが配置され、副画素３１１ＳＲと同じ列に副画素３１１Ｂが配置されている。図１５Ｂに示す右の画素では、副画素３１１ＳＲと同じ行に副画素３１１Ｇが配置され、副画素３１１Ｇと同じ列に副画素３１１Ｂが配置されている。図１５Ｂに示す画素レイアウトでは、奇数行と偶数行のいずれにおいても、副画素３１１ＳＲ、副画素３１１Ｇ、及び副画素３１１Ｂが繰り返し配置されており、かつ、各列において、奇数行と偶数行では互いに異なる色の副画素が配置される。

［０１８４］

図１５Ｃは、図１４Ｇに示す画素配列の変形例である。図１５Ｃに示す左上の画素と右下の画素は、赤色の光を呈し、かつ、受光機能を有する副画素３１１ＳＲ、及び、緑色の光を呈する副画素３１１Ｇを有する。図１５Ｃに示す左下の画素と右上の画素は、赤色の光を呈し、かつ、受光機能を有する副画素３１１ＳＲ、及び、青色の光を呈する副画素３１１Ｂを有する。

［０１８５］

図１４Ｇでは、各画素に緑色の光を呈する副画素３１１Ｇが設けられている。一方、図１５Ｃでは、各画素に赤色の光を呈し、かつ、受光機能を有する副画素３１１ＳＲが設けられている。各画素に受光機能を有する副画素が設けられているため、図１５Ｃに示す構成では、図１４Ｇに示す構成に比べて、高い精細度で撮像を行うことができる。これにより、例えば、生体認証の精度を高めることができる。

［０１８６］

また、発光素子及び受発光素子の上面形状は特に限定されず、円、楕円、多角形、角の丸い多角形等とすることができる。副画素３１１Ｇが有する発光素子の上面形状について、図１４Ｇでは円形である例を示し、図１５Ｃでは正方形である例を示している。各色の発光素子及び受発光素子の上面形状は、互いに異なっていてもよく、一部または全ての色で同じであってもよい。

［０１８７］

また、各色の副画素の開口率は、互いに異なっていてもよく、一部または全ての色で同じであってもよい。例えば、各画素に設けられる副画素（図１４Ｇでは副画素３１１Ｇ、図１５Ｃでは副画

素３１１ＳＲ）の開口率を、他の色の副画素の開口率に比べて小さくしてもよい。

［０１８８］

図１５Ｄは、図１５Ｃに示す画素配列の変形例である。具体的には、図１５Ｄの構成は、図１５Ｃの構成を４５°回転させることで得られる。図１５Ｃでは、２つの副画素により１つの画素が構成されることとして説明したが、図１５Ｄに示すように、４つの副画素により１つの画素が構成されていると捉えることもできる。

［０１８９］

図１５Ｄでは、点線で囲まれた４つの副画素により１つの画素が構成されることとして説明を行う。１つの画素は、２つの副画素３１１ＳＲと、１つの副画素３１１Ｇと、１つの副画素３１１Ｂと、を有する。このように、１つの画素が、受光機能を有する副画素を複数有することで、高い精細度で撮像を行うことができる。したがって、生体認証の精度を高めることができる。例えば、撮像の精細度を、表示の精細度のルート２倍とすることができる。

［０１９０］

図１５Ｃまたは図１５Ｄに示す構成が適用された表示装置は、ｐ個（ｐは２以上の整数）の第１の発光素子と、ｑ個（ｑは２以上の整数）の第２の発光素子と、ｒ個（ｒはｐより大きく、ｑより大きい整数）の受発光素子と、を有する。ｐとｒはｒ＝２ｐを満たす。また、ｐ、ｑ、ｒはｒ＝ｐ＋ｑを満たす。第１の発光素子と第２の発光素子のうち一方が緑色の光を発し、他方が青色の光を発する。受発光素子は、赤色の光を発し、かつ、受光機能を有する。

［０１９１］

例えば、受発光素子を用いて、タッチ検出を行う場合、光源からの発光が使用者に視認されにくいことが好ましい。青色の光は、緑色の光よりも視認性が低いため、青色の光を発する発光素子を光源とすることが好ましい。したがって、受発光素子は、青色の光を受光し、電気信号に変換する機能を有することが好ましい。

［０１９２］

以上のように、本発明の一態様の表示装置には、様々な配列の画素を適用することができる。

［０１９３］

本実施の形態の表示装置は、画素に受光機能を組み込むために画素配列を変更する必要がないため、開口率及び精細度を低減させずに、表示部に撮像機能及びセンシング機能の一方または双方を付加することができる。

［０１９４］

[受発光素子]

図１６Ａ～図１６Ｅに、受発光素子の積層構造の例を示す。

［０１９５］

受発光素子は、一対の電極間に、少なくとも、活性層及び発光層を有する。

［０１９６］

受発光素子は、活性層及び発光層以外の層として、正孔注入性の高い物質、正孔輸送性の高い物質、正孔ブロック性の高い物質、電子輸送性の高い物質、電子注入性の高い物質、電子ブロック性の高い物質、またはバイポーラ性の物質（電子輸送性及び正孔輸送性が高い物質）等を含む層をさらに有していてもよい。

［０１９７］

図１６Ａ～図１６Ｃに示す受発光素子は、それぞれ、第１の電極１８０、正孔注入層１８１、正孔輸送層１８２、活性層１８３、発光層１９３、電子輸送層１８４、電子注入層１８５、及び第２の電極１８９を有する。

［０１９８］

なお、図１６Ａ～図１６Ｃに示す受発光素子は、それぞれ、発光素子に、活性層１８３を追加した構成ということができる。そのため、発光素子の作製工程に、活性層１８３を成膜する工程を追加するのみで、発光素子の形成と並行して受発光素子を形成することができる。また、発光素子と受発光素子とを同一基板上に形成することができる。したがって、作製工程を大幅に増やすことなく、表示部に撮像機能及びセンシング機能の一方または双方を付与することができる。

［０１９９］

発光層１９３と活性層１８３との積層順は限定されない。図１６Ａでは、正孔輸送層１８２上に活性層１８３が設けられ、活性層１８３上に発光層１９３が設けられている例を示す。また、図１６Ｂでは、正孔輸送層１８２上に発光層１９３が設けられ、発光層１９３上に活性層１８３が設けられている例を示す。また、活性層１８３と発光層１９３とは、図１６Ａ、図１６Ｂに示すように、互いに接していてもよい。

［０２００］

図１６Ｃに示すように、活性層１８３と発光層１９３との間にバッファ層が挟まれていることが好ましい。バッファ層としては、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層、正孔ブロック層、及び電子ブロック層等のうち少なくとも１層を用いることができる。図１６Ｃでは、バッファ層として正孔輸送層１８２を用いる例を示す。

［０２０１］

活性層１８３と発光層１９３との間にバッファ層を設けることで、発光層１９３から活性層１８３に励起エネルギーが移動することを抑制できる。また、バッファ層を用いて、微小共振（マイクロキャビティ）構造の光路長（キャビティ長）を調整することもできる。したがって、活性層１８３と発光層１９３との間にバッファ層を有する受発光素子からは、高い発光効率を得ることができる。

［０２０２］

図１６Ｄに示す受発光素子は、正孔輸送層１８２を有さない点で、図１６Ａ、図１６Ｃに示す受発光素子と異なる。受発光素子は、正孔注入層１８１、正孔輸送層１８２、電子輸送層１８４、及び電子注入層１８５のうち少なくとも１層を有していなくてもよい。また、受発光素子は、正孔ブロック層、電子ブロック層など、他の機能層を有していてもよい。

［０２０３］

図１６Ｅに示す受発光素子は、活性層１８３及び発光層１９３を有さず、発光層と活性層を兼ねる層１８６を有する点で、図１６Ａ～図１６Ｃに示す受発光素子と異なる。

［０２０４］

発光層と活性層を兼ねる層１８６としては、例えば、活性層１８３に用いることができるｎ型半導体と、活性層１８３に用いることができるｐ型半導体と、発光層１９３に用いることができる発光物質と、の３つの材料を含む層を用いることができる。

［０２０５］

なお、ｎ型半導体とｐ型半導体との混合材料の吸収スペクトルの最も低エネルギー側の吸収帯と、

発光物質の発光スペクトル（ＰＬスペクトル）の最大ピークと、は互いに重ならないことが好ましく、十分に離れていることがより好ましい。

［０２０６］

受発光素子において、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。

［０２０７］

受発光素子を発光素子として駆動する際、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る。正孔注入層は、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、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、または芳香族アミン化合物（芳香族アミン骨格を有する化合物）などを用いることができる。

［０２０８］

受発光素子を発光素子として駆動する際、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。受発光素子を受光素子として駆動する際、正孔輸送層は、活性層において入射した光に基づき発生した正孔を陽極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、1×10^{-6}ｃｍ^2／Ｖｓ以上の正孔移動度を有する物質が好ましい。なお、電子よりも正孔の輸送性の高い物質であれば、これら以外のもの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）、芳香族アミン化合物等の正孔輸送性の高い材料が好ましい。

［０２０９］

受発光素子を発光素子として駆動する際、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。受発光素子を受光素子として駆動する際、電子輸送層は、活性層において入射した光に基づき発生した電子を陰極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、1×10^{-6}ｃｍ^2／Ｖｓ以上の電子移動度を有する物質が好ましい。なお、正孔よりも電子の輸送性の高い物質であれば、これら以外のものも用いることができる。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。

［０２１０］

受発光素子を発光素子として駆動する際、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る。電子注入層は、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。

［０２１１］

発光層１９３は、発光物質を含む層である。発光層１９３は、１種または複数種の発光物質を有

することができる。発光物質としては、青色、紫色、青紫色、緑色、黄緑色、黄色、橙色、赤色などの発光色を呈する物質を適宜用いる。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。

［０２１２］

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

［０２１３］

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、ナフタレン誘導体などが挙げられる。

［０２１４］

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、希土類金属錯体等が挙げられる。

［０２１５］

発光層１９３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）を有していてもよい。１種または複数種の有機化合物としては、正孔輸送性材料及び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。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。

［０２１６］

発光層１９３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ＥｘＴＥＴ（Ｅｘｃｉｐｌｅｘ－Ｔｒｉｐｌｅｔ　Ｅｎｅｒｇｙ　Ｔｒａｎｓｆｅｒ）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、発光素子の高効率、低電圧駆動、長寿命を同時に実現できる。

［０２１７］

励起錯体を形成する材料の組み合わせとしては、正孔輸送性材料のＨＯＭＯ準位（最高被占有軌道準位）が電子輸送性材料のＨＯＭＯ準位以上の値であると好ましい。正孔輸送性材料のＬＵＭＯ準位（最低空軌道準位）が電子輸送性材料のＬＵＭＯ準位以上の値であると好ましい。材料のＬＵＭＯ準位及びＨＯＭＯ準位は、サイクリックボルタンメトリ（ＣＶ）測定によって測定される材料の電気化学特性（還元電位及び酸化電位）から導出することができる。

［０２１８］

励起錯体の形成は、例えば正孔輸送性材料の発光スペクトル、電子輸送性材料の発光スペクトル、及びこれら材料を混合した混合膜の発光スペクトルを比較し、混合膜の発光スペクトルが、各材料の発光スペクトルよりも長波長シフトする（または長波長側に新たなピークを持つ）現象を観測することにより確認することができる。または、正孔輸送性材料の過渡フォトルミネッセンス（ＰＬ）、電子輸送性材料の過渡ＰＬ、及びこれら材料を混合した混合膜の過渡ＰＬを比較し、混合膜

の過渡ＰＬ寿命が、各材料の過渡ＰＬ寿命よりも長寿命成分を有する、または遅延成分の割合が大きくなるなどの過渡応答の違いを観測することにより、確認することができる。また、上述の過渡ＰＬは過渡エレクトロルミネッセンス（ＥＬ）と読み替えても構わない。すなわち、正孔輸送性材料の過渡ＥＬ、電子輸送性を有する材料の過渡ＥＬ、及びこれらの混合膜の過渡ＥＬを比較し、過渡応答の違いを観測することによっても、励起錯体の形成を確認することができる。

［０２１９］

活性層１８３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１９３と、活性層１８３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。

［０２２０］

活性層１８３が有するｎ型半導体の材料としては、フラーレン（例えばC_{60}、C_{70}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。フラーレンは、サッカーボールのような形状を有し、当該形状はエネルギー的に安定である。フラーレンは、ＨＯＭＯ準位及びＬＵＭＯ準位の双方が深い（低い）。フラーレンは、ＬＵＭＯ準位が深いため、電子受容性（アクセプター性）が極めて高い。通常、ベンゼンのように、平面にπ電子共役（共鳴）が広がると、電子供与性（ドナー性）が高くなるが、フラーレンは球体形状であるため、π電子が大きく広がっているにも関わらず、電子受容性が高くなる。電子受容性が高いと、電荷分離を高速に効率よく起こすため、受光素子として有益である。C_{60}、C_{70}ともに可視光領域に広い吸収帯を有しており、特にC_{70}はC_{60}に比べてπ電子共役系が大きく、長波長領域にも広い吸収帯を有するため好ましい。

［０２２１］

また、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、キノン誘導体等が挙げられる。

［０２２２］

活性層１８３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）、キナクリドン等の電子供与性の有機半導体材料が挙げられる。

［０２２３］

また、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、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、ポリチオフェン誘導体等が挙げられる。

［０２２４］

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。

［０２２５］

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ため、キャリア輸送性を高めることができる。

［０２２６］

例えば、活性層１８３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。

［０２２７］

発光層と活性層を兼ねる層１８６は、上述の発光物質、ｎ型半導体、及びｐ型半導体を用いて形成することが好ましい。

［０２２８］

正孔注入層１８１、正孔輸送層１８２、活性層１８３、発光層１９３、電子輸送層１８４、電子注入層１８５、及び、発光層と活性層を兼ねる層１８６には低分子系化合物及び高分子系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。各層は、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。

［０２２９］

以下では、図１７～図１９を用いて、本発明の一態様の表示装置が有する受発光素子及び発光素子の詳細な構成について説明する。

［０２３０］

本発明の一態様の表示装置は、発光素子が形成されている基板とは反対方向に光を射出するトップエミッション型、発光素子が形成されている基板側に光を射出するボトムエミッション型、両面に光を射出するデュアルエミッション型のいずれであってもよい。

［０２３１］

図１７～図１９では、トップエミッション型の表示装置を例に挙げて説明する。

［０２３２］

［構成例１］

図１７Ａ、図１７Ｂに示す表示装置は、基板１５１上に、トランジスタを有する層３５５を介して、青色（Ｂ）の光を発する発光素子３４７Ｂ、緑色（Ｇ）の光を発する発光素子３４７Ｇ、赤色（Ｒ）の光を発し、かつ、受光機能を有する受発光素子３４７ＳＲを有する。

［０２３３］

図１７Ａでは、受発光素子３４７ＳＲが発光素子として機能する場合を示す。図１７Ａでは、発光素子３４７Ｂが青色の光を発し、発光素子３４７Ｇが緑色の光を発し、受発光素子３４７ＳＲが赤色の光を発している例を示す。

［０２３４］

図１７Ｂでは、受発光素子３４７ＳＲが受光素子として機能する場合を示す。図１７Ｂでは、発光素子３４７Ｂが発する青色の光と、発光素子３４７Ｇが発する緑色の光と、を、受発光素子３４７ＳＲが検出している例を示す。

［０２３５］

発光素子３４７Ｂ、発光素子３４７Ｇ、及び受発光素子３４７ＳＲは、それぞれ、画素電極１９１及び共通電極１１５を有する。本実施の形態では、画素電極１９１が陽極として機能し、共通電極１１５が陰極として機能する場合を例に挙げて説明する。

［０２３６］

本実施の形態では、発光素子と同様に、受発光素子３４７ＳＲにおいても、画素電極１９１が陽極として機能し、共通電極１１５が陰極として機能するものとして説明する。つまり、受発光素子３４７ＳＲは、画素電極１９１と共通電極１１５との間に逆バイアスをかけて駆動することで、受発光素子３４７ＳＲに入射する光を検出することができる。

［０２３７］

共通電極１１５は、発光素子３４７Ｂ、発光素子３４７Ｇ、及び受発光素子３４７ＳＲに共通で用いられる。

［０２３８］

発光素子３４７Ｂ、発光素子３４７Ｇ、及び受発光素子３４７ＳＲが有する一対の電極の材料及び膜厚等は等しくすることができる。これにより、表示装置の作製コストの削減及び作製工程の簡略化ができる。

［０２３９］

図１７Ａ、図１７Ｂに示す表示装置の構成について、具体的に説明する。

［０２４０］

発光素子３４７Ｂは、画素電極１９１上に、バッファ層１９２Ｂ、発光層１９３Ｂ、及びバッファ層１９４Ｂをこの順で有する。発光層１９３Ｂは、青色の光を発する発光物質を有する。発光素子３４７Ｂは、青色の光を発する機能を有する。

［０２４１］

発光素子３４７Ｇは、画素電極１９１上に、バッファ層１９２Ｇ、発光層１９３Ｇ、及びバッファ層１９４Ｇをこの順で有する。発光層１９３Ｇは、緑色の光を発する発光物質を有する。発光素子３４７Ｇは、緑色の光を発する機能を有する。

［０２４２］

受発光素子３４７ＳＲは、画素電極１９１上に、バッファ層１９２Ｒ、活性層１８３、発光層１９３Ｒ、及びバッファ層１９４Ｒをこの順で有する。発光層１９３Ｒは、赤色の光を発する発光物質を有する。活性層１８３は、赤色の光よりも短波長の光（例えば、緑色の光及び青色の光の一方または双方）を吸収する有機化合物を有する。なお、活性層１８３には、可視光だけでなく、紫外光を吸収する有機化合物を用いてもよい。受発光素子３４７ＳＲは、赤色の光を発する機能を有する。受発光素子３４７ＳＲは、発光素子３４７Ｇ及び発光素子３４７Ｂの少なくとも一方の発光を検出する機能を有し、双方の発光を検出する機能を有することが好ましい。

［０２４３］

活性層１８３は、赤色の光を吸収しにくく、かつ、赤色の光よりも短波長の光を吸収する有機化

合物を有することが好ましい。これにより、受発光素子３４７ＳＲは、赤色の光を効率よく発する機能と、赤色の光よりも短波長の光を精度よく検出する機能とを、備えることができる。

［０２４４］

画素電極１９１、バッファ層１９２Ｒ、バッファ層１９２Ｇ、バッファ層１９２Ｂ、活性層１８３、発光層１９３Ｒ、発光層１９３Ｇ、発光層１９３Ｂ、バッファ層１９４Ｒ、バッファ層１９４Ｇ、バッファ層１９４Ｂ、及び共通電極１１５は、それぞれ、単層構造であってもよく、積層構造であってもよい。

［０２４５］

図１７Ａ、図１７Ｂに示す表示装置において、バッファ層、活性層、及び発光層は、素子ごとに作り分けられる層である。

［０２４６］

バッファ層１９２Ｒ、１９２Ｇ、１９２Ｂ（以下、まとめてバッファ層１９２ともいう）は、それぞれ、正孔注入層及び正孔輸送層の一方または双方を有することができる。さらに、バッファ層１９２Ｒ、１９２Ｇ、１９２Ｂは、電子ブロック層を有していてもよい。バッファ層１９４Ｂ、１９４Ｇ、１９４Ｒ（以下、まとめてバッファ層１９４ともいう）は、それぞれ、電子注入層及び電子輸送層の一方または双方を有することができる。さらに、バッファ層１９４Ｒ、１９４Ｇ、１９４Ｂは、正孔ブロック層を有していてもよい。なお、発光素子を構成する各層の材料等については、上述の受発光素子を構成する各層の説明を参照できる。

［０２４７］

［構成例２］

図１８Ａ、図１８Ｂに示すように、発光素子３４７Ｂ、発光素子３４７Ｇ、及び受発光素子３４７ＳＲは、一対の電極間に、共通の層を有していてもよい。これにより、作製工程を大幅に増やすことなく、表示装置に受発光素子を内蔵することができる。

［０２４８］

図１８Ａに示す発光素子３４７Ｂ、発光素子３４７Ｇ、及び受発光素子３４７ＳＲは、図１７Ａ、図１７Ｂに示す構成に加えて、共通層１１２及び共通層１１４を有する。

［０２４９］

図１８Ｂに示す発光素子３４７Ｂ、発光素子３４７Ｇ、及び受発光素子３４７ＳＲは、バッファ層１９２Ｒ、１９２Ｇ、１９２Ｂ及びバッファ層１９４Ｒ、１９４Ｇ、１９４Ｂを有さず、共通層１１２及び共通層１１４を有する点で、図１７Ａ、図１７Ｂに示す構成と異なる。

［０２５０］

共通層１１２は、正孔注入層及び正孔輸送層の一方または双方を有することができる。共通層１１４は、電子注入層及び電子輸送層の一方または双方を有することができる。

［０２５１］

共通層１１２及び共通層１１４は、それぞれ、単層構造であってもよく、積層構造であってもよい。

［０２５２］

［構成例３］

図１９Ａに示す表示装置は、受発光素子３４７ＳＲに、図１６Ｃに示す積層構造を適用した例である。

［０２５３］

受発光素子３４７ＳＲは、画素電極１９１上に、正孔注入層１８１、活性層１８３、正孔輸送層１８２Ｒ、発光層１９３Ｒ、電子輸送層１８４、電子注入層１８５、及び共通電極１１５をこの順で有する。

［０２５４］

正孔注入層１８１、電子輸送層１８４、電子注入層１８５、及び共通電極１１５は、発光素子３４７Ｇ及び発光素子３４７Ｂと共通の層である。

［０２５５］

発光素子３４７Ｇは、画素電極１９１上に、正孔注入層１８１、正孔輸送層１８２Ｇ、発光層１９３Ｇ、電子輸送層１８４、電子注入層１８５、及び共通電極１１５をこの順で有する。

［０２５６］

発光素子３４７Ｂは、画素電極１９１上に、正孔注入層１８１、正孔輸送層１８２Ｂ、発光層１９３Ｂ、電子輸送層１８４、電子注入層１８５、及び共通電極１１５をこの順で有する。

［０２５７］

本実施の形態の表示装置が有する発光素子には、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、発光素子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。発光素子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、発光素子から射出される光を強めることができる。

［０２５８］

なお、半透過・半反射電極は、反射電極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）との積層構造とすることができる。本明細書等では、それぞれ、半透過・半反射電極の一部として機能する、反射電極を画素電極または共通電極と記し、透明電極を光学調整層と記すことがあるが、透明電極（光学調整層）も、画素電極または共通電極としての機能を有するといえることがある。

［０２５９］

透明電極の光の透過率は、４０％以上とする。例えば、発光素子には、可視光（波長４００ｎｍ以上７５０ｎｍ未満の光）及び近赤外光（波長７５０ｎｍ以上１３００ｎｍ以下の光）のそれぞれの透過率が４０％以上である電極を用いることが好ましい。また、半透過・半反射電極の可視光及び近赤外光それぞれの反射率は、１０％以上９５％以下、好ましくは３０％以上８０％以下とする。反射電極の可視光及び近赤外光のそれぞれの反射率は、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、$1\times10^{-2}\Omega$ｃｍ以下が好ましい。

［０２６０］

正孔輸送層１８２Ｂ、１８２Ｇ、１８２Ｒは、それぞれ、光学調整層としての機能を有していてもよい。具体的には、発光素子３４７Ｂは、一対の電極間の光学距離が青色の光を強める光学距離となるように、正孔輸送層１８２Ｂの膜厚を調整することが好ましい。同様に、発光素子３４７Ｇは、一対の電極間の光学距離が緑色の光を強める光学距離となるように、正孔輸送層１８２Ｇの膜厚を調整することが好ましい。そして、受発光素子３４７ＳＲは、一対の電極間の光学距離が赤色の光を強める光学距離となるように、正孔輸送層１８２Ｒの膜厚を調整することが好ましい。光学

調整層として用いる層は、正孔輸送層に限定されない。なお、半透過・半反射電極が、反射電極と透明電極との積層構造の場合、一対の電極間の光学距離とは、一対の反射電極間の光学距離を示す。

［０２６１］

［構成例４］

図１９Ｂに示す表示装置は、受発光素子３４７ＳＲに、図１６Ｄに示す積層構造を適用した例である。

［０２６２］

受発光素子３４７ＳＲは、画素電極１９１上に、正孔注入層１８１、活性層１８３、発光層１９３Ｒ、電子輸送層１８４、電子注入層１８５、及び共通電極１１５をこの順で有する。

［０２６３］

正孔注入層１８１、電子輸送層１８４、電子注入層１８５、及び共通電極１１５は、発光素子３４７Ｇ及び発光素子３４７Ｂと共通の層である。

［０２６４］

発光素子３４７Ｇは、画素電極１９１上に、正孔注入層１８１、正孔輸送層１８２Ｇ、発光層１９３Ｇ、電子輸送層１８４、電子注入層１８５、及び共通電極１１５をこの順で有する。

［０２６５］

発光素子３４７Ｂは、画素電極１９１上に、正孔注入層１８１、正孔輸送層１８２Ｂ、発光層１９３Ｂ、電子輸送層１８４、電子注入層１８５、及び共通電極１１５をこの順で有する。

［０２６６］

正孔輸送層は、発光素子３４７Ｇ及び発光素子３４７Ｂに設けられ、受発光素子３４７ＳＲには設けられていない。このように、活性層及び発光層以外にも、発光素子及び受発光素子のうち一方にのみ設けられている層があってもよい。

［０２６７］

以下では、図２０～図２５を用いて、本発明の一態様の表示装置の詳細な構成について説明する。

［０２６８］

［表示装置３１０Ａ］

図２０Ａ、図２０Ｂに表示装置３１０Ａの断面図を示す。

［０２６９］

表示装置３１０Ａは、発光素子１９０Ｂ、発光素子１９０Ｇ、及び受発光素子１９０ＳＲを有する。

［０２７０］

発光素子１９０Ｂは、画素電極１９１、バッファ層１９２Ｂ、発光層１９３Ｂ、バッファ層１９４Ｂ、及び共通電極１１５を有する。発光素子１９０Ｂは、青色の光３２１Ｂを発する機能を有する。

［０２７１］

発光素子１９０Ｇは、画素電極１９１、バッファ層１９２Ｇ、発光層１９３Ｇ、バッファ層１９４Ｇ、及び共通電極１１５を有する。発光素子１９０Ｇは、緑色の光３２１Ｇを発する機能を有する。

［０２７２］

受発光素子１９０ＳＲは、画素電極１９１、バッファ層１９２Ｒ、活性層１８３、発光層１９３

Ｒ、バッファ層１９４Ｒ、及び共通電極１１５を有する。受発光素子１９０ＳＲは、赤色の光３２１Ｒを発する機能と、光３２２を検出する機能と、を有する。

［０２７３］

図２０Ａでは、受発光素子１９０ＳＲが発光素子として機能する場合を示す。図２０Ａでは、発光素子１９０Ｂが青色の光を発し、発光素子１９０Ｇが緑色の光を発し、受発光素子１９０ＳＲが赤色の光を発している例を示す。

［０２７４］

図２０Ｂでは、受発光素子１９０ＳＲが受光素子として機能する場合を示す。図２０Ｂでは、発光素子１９０Ｂが発する青色の光と、発光素子１９０Ｇが発する緑色の光と、を、受発光素子１９０ＳＲが検出している例を示す。

［０２７５］

画素電極１９１は、絶縁層２１４上に位置する。画素電極１９１の端部は、隔壁２１６によって覆われている。互いに隣り合う２つの画素電極１９１は隔壁２１６によって互いに電気的に絶縁されている（電気的に分離されている、ともいう）。

［０２７６］

隔壁２１６としては、有機絶縁膜が好適である。有機絶縁膜に用いることができる材料としては、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、ポリアミド樹脂、ポリイミドアミド樹脂、シロキサン樹脂、ベンゾシクロブテン系樹脂、フェノール樹脂、及びこれら樹脂の前駆体等が挙げられる。隔壁２１６は、可視光を透過する層である。隔壁２１６の代わりに、可視光を遮る隔壁を設けてもよい。

［０２７７］

表示装置３１０Ａは、一対の基板（基板１５１及び基板１５２）間に、受発光素子１９０ＳＲ、発光素子１９０Ｇ、発光素子１９０Ｂ、及びトランジスタ３４２等を有する。

［０２７８］

受発光素子１９０ＳＲは、光を検出する機能を有する。具体的には、受発光素子１９０ＳＲは、表示装置３１０Ａの外部から入射される光３２２を受光し、電気信号に変換する、光電変換素子である。光３２２は、発光素子１９０Ｇ及び発光素子１９０Ｂの一方または双方の発光を対象物が反射した光ということもできる。また、光３２２は、レンズを介して受発光素子１９０ＳＲに入射してもよい。

［０２７９］

発光素子１９０Ｇ及び発光素子１９０Ｂは、可視光を発する機能を有する。具体的には、発光素子１９０Ｇ及び発光素子１９０Ｂは、画素電極１９１と共通電極１１５との間に電圧を印加することで、基板１５２側に光を射出する電界発光素子である（光３２１Ｇ、光３２１Ｂ参照）。

［０２８０］

バッファ層１９２、発光層１９３、及びバッファ層１９４は、有機層（有機化合物を含む層）またはＥＬ層ということもできる。画素電極１９１は可視光を反射する機能を有することが好ましい。共通電極１１５は可視光を透過する機能を有する。

［０２８１］

画素電極１９１は、絶縁層２１４に設けられた開口を介して、トランジスタ３４２が有するソースまたはドレインと電気的に接続される。トランジスタ３４２は、発光素子または受発光素子の駆

動を制御する機能を有する。

［０２８２］

受発光素子１９０ＳＲと電気的に接続される回路の少なくとも一部は、発光素子１９０Ｇ及び発光素子１９０Ｂと電気的に接続される回路と同一の材料及び同一の工程で形成されることが好ましい。これにより、２つの回路を別々に形成する場合に比べて、表示装置の厚さを薄くすることができ、また、作製工程を簡略化できる。

［０２８３］

受発光素子１９０ＳＲ、発光素子１９０Ｇ及び発光素子１９０Ｂは、それぞれ、保護層１９５に覆われていることが好ましい。図２０Ａ等では、保護層１９５が、共通電極１１５上に接して設けられている。保護層１９５を設けることで、受発光素子１９０ＳＲ及び各色の発光素子などに不純物が入り込むことが抑制され、受発光素子１９０ＳＲ及び各色の発光素子の信頼性を高めることができる。また、接着層１４２によって、保護層１９５と基板１５２とが貼り合わされている。

［０２８４］

基板１５２の基板１５１側の面には、遮光層ＢＭが設けられている。遮光層ＢＭは、発光素子１９０Ｇ及び発光素子１９０Ｂと重なる位置、並びに、受発光素子１９０ＳＲと重なる位置に開口を有する。なお、本明細書等において、発光素子１９０Ｇまたは発光素子１９０Ｂと重なる位置とは、具体的には、発光素子１９０Ｇまたは発光素子１９０Ｂの発光領域と重なる位置を指す。同様に、受発光素子１９０ＳＲと重なる位置とは、具体的には、受発光素子１９０ＳＲの発光領域及び受光領域と重なる位置を指す。

［０２８５］

図２０Ｂに示すように、発光素子１９０Ｇまたは発光素子１９０Ｂの発光が対象物によって反射された光を受発光素子１９０ＳＲは検出することができる。しかし、発光素子１９０Ｇまたは発光素子１９０Ｂの発光が、表示装置３１０Ａ内で反射され、対象物を介さずに、受発光素子１９０ＳＲに入射されてしまう場合がある。遮光層ＢＭは、このような迷光の影響を抑制することができる。例えば、遮光層ＢＭが設けられていない場合、発光素子１９０Ｇが発した光３２３は、基板１５２で反射され、反射光３２４が受発光素子１９０ＳＲに入射することがある。遮光層ＢＭを設けることで、反射光３２４が受発光素子１９０ＳＲに入射することを抑制できる。これにより、ノイズを低減し、受発光素子１９０ＳＲを用いたセンサの感度を高めることができる。

［０２８６］

遮光層ＢＭとしては、発光素子からの発光を遮る材料を用いることができる。遮光層ＢＭは、可視光を吸収することが好ましい。遮光層ＢＭとして、例えば、金属材料、又は、顔料（カーボンブラックなど）もしくは染料を含む樹脂材料等を用いてブラックマトリクスを形成することができる。遮光層ＢＭは、赤色のカラーフィルタ、緑色のカラーフィルタ、及び青色のカラーフィルタの積層構造であってもよい。

［０２８７］

［表示装置３１０Ｂ］

図２１Ａに示す表示装置３１０Ｂは、発光素子１９０Ｇ、発光素子１９０Ｂ及び受発光素子１９０ＳＲが、それぞれ、バッファ層１９２及びバッファ層１９４を有さず、共通層１１２及び共通層１１４を有する点で、表示装置３１０Ａと異なる。なお、以降の表示装置の説明において、先に説明した表示装置と同様の構成については、説明を省略することがある。

［０２８８］

なお、発光素子１９０Ｂ、発光素子１９０Ｇ、及び受発光素子１９０ＳＲの積層構造は、表示装置３１０Ａ、３１０Ｂに示す構成に限られない。各素子には、例えば、図１６～図１９に示す積層構造などを適宜適用することができる。

［０２８９］

［表示装置３１０Ｃ］

図２１Ｂに表示装置３１０Ｃは、基板１５１及び基板１５２を有さず、基板１５３、基板１５４、接着層１５５、及び絶縁層２１２を有する点で、表示装置３１０Ｂと異なる。

［０２９０］

基板１５３と絶縁層２１２とは接着層１５５によって貼り合わされている。基板１５４と保護層１９５とは接着層１４２によって貼り合わされている。

［０２９１］

表示装置３１０Ｃは、作製基板上に形成された絶縁層２１２、トランジスタ３４２、受発光素子１９０ＳＲ、発光素子１９０Ｇ、及び発光素子１９０Ｂ等を、基板１５３上に転置することで作製される構成である。基板１５３及び基板１５４は、それぞれ、可撓性を有することが好ましい。これにより、表示装置３１０Ｃの可撓性を高めることができる。例えば、基板１５３及び基板１５４には、それぞれ、樹脂を用いることが好ましい。

［０２９２］

基板１５３及び基板１５４としては、それぞれ、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１５３及び基板１５４の一方または双方に、可撓性を有する程度の厚さのガラスを用いてもよい。

［０２９３］

本実施の形態の表示装置が有する基板には、光学等方性が高いフィルムを用いてもよい。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。

［０２９４］

以下では、図２２～図２５を用いて、本発明の一態様の表示装置の、より詳細な構成について説明する。

［０２９５］

［表示装置１００Ａ］

図２２に表示装置１００Ａの斜視図を示し、図２３に、表示装置１００Ａの断面図を示す。

［０２９６］

表示装置１００Ａは、基板１５２と基板１５１とが貼り合わされた構成を有する。図２２では、基板１５２を破線で明示している。

［０２９７］

表示装置１００Ａは、表示部１６２、回路１６４、配線１６５等を有する。図２２では表示装置１００ＡにＩＣ（集積回路）１７３及びＦＰＣ１７２が実装されている例を示している。そのため、図２２に示す構成は、表示装置１００Ａ、ＩＣ、及びＦＰＣを有する表示モジュールということもできる。

［０２９８］

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。

［０２９９］

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、ＦＰＣ１７２を介して外部から配線１６５に入力されるか、またはＩＣ１７３から配線１６５に入力される。

［０３００］

図２２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ＩＣ１７３が設けられている例を示す。ＩＣ１７３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１００Ａ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。

［０３０１］

図２３に、図２２で示した表示装置１００Ａの、ＦＰＣ１７２を含む領域の一部、回路１６４を含む領域の一部、表示部１６２を含む領域の一部、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。

［０３０２］

図２３に示す表示装置１００Ａ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、トランジスタ２０６、トランジスタ２０７、発光素子１９０Ｂ、発光素子１９０Ｇ、受発光素子１９０ＳＲ等を有する。

［０３０３］

基板１５２と絶縁層２１４は接着層１４２を介して接着されている。発光素子１９０Ｂ、発光素子１９０Ｇ、受発光素子１９０ＳＲ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２３では、基板１５２、接着層１４２、及び絶縁層２１４に囲まれた空間１４３が、不活性ガス（窒素、アルゴンなど）で充填されており、中空封止構造が適用されている。接着層１４２は、発光素子１９０Ｂ、発光素子１９０Ｇ、受発光素子１９０ＳＲと重ねて設けられていてもよい。また、基板１５２、接着層１４２、及び絶縁層２１４に囲まれた空間１４３を、接着層１４２とは異なる樹脂で充填してもよい。

［０３０４］

発光素子１９０Ｂは、絶縁層２１４側から画素電極１９１、共通層１１２、発光層１９３Ｂ、共通層１１４、及び共通電極１１５の順に積層された積層構造を有する。画素電極１９１は、絶縁層２１４に設けられた開口を介して、トランジスタ２０７が有する導電層２２２ｂと接続されている。トランジスタ２０７は、発光素子１９０Ｂの駆動を制御する機能を有する。画素電極１９１の端部は、隔壁２１６によって覆われている。画素電極１９１は可視光を反射する材料を含み、共通電極１１５は可視光を透過する材料を含む。

［０３０５］

発光素子１９０Ｇは、絶縁層２１４側から画素電極１９１、共通層１１２、発光層１９３Ｇ、共通層１１４、及び共通電極１１５の順に積層された積層構造を有する。画素電極１９１は、絶縁層２１４に設けられた開口を介して、トランジスタ２０６が有する導電層２２２ｂと接続されている。トランジスタ２０６は、発光素子１９０Ｇの駆動を制御する機能を有する。

［０３０６］

受発光素子１９０ＳＲは、絶縁層２１４側から画素電極１９１、共通層１１２、活性層１８３、発光層１９３Ｒ、共通層１１４、及び共通電極１１５の順に積層された積層構造を有する。画素電極１９１は、絶縁層２１４に設けられた開口を介して、トランジスタ２０５が有する導電層２２２ｂと電気的に接続されている。トランジスタ２０５は、受発光素子１９０ＳＲの駆動を制御する機能を有する。

［０３０７］

発光素子１９０Ｂ、発光素子１９０Ｇ、受発光素子１９０ＳＲが発する光は、基板１５２側に射出される。また、受発光素子１９０ＳＲには、基板１５２及び空間１４３を介して、光が入射する。基板１５２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。

［０３０８］

画素電極１９１は同一の材料及び同一の工程で作製することができる。共通層１１２、共通層１１４、及び共通電極１１５は、発光素子１９０Ｂ、発光素子１９０Ｇ、受発光素子１９０ＳＲに共通して用いられる。受発光素子１９０ＳＲは、赤色の光を呈する発光素子の構成に活性層１８３を追加した構成である。また、発光素子１９０Ｂ、発光素子１９０Ｇ、受発光素子１９０ＳＲは、活性層１８３と各色の発光層１９３の構成が異なる以外は全て共通の構成とすることができる。これにより、作製工程を大幅に増やすことなく、表示装置１００Ａの表示部１６２に受光機能を付加することができる。

［０３０９］

基板１５２の基板１５１側の面には、遮光層ＢＭが設けられている。遮光層ＢＭは、発光素子１９０Ｂ、発光素子１９０Ｇ、受発光素子１９０ＳＲのそれぞれと重なる位置に開口を有する。遮光層ＢＭを設けることで、受発光素子１９０ＳＲが光を検出する範囲を制御することができる。また、遮光層ＢＭを有することで、対象物を介さずに、発光素子１９０Ｇまたは発光素子１９０Ｂから受発光素子１９０ＳＲに光が直接入射することを抑制できる。したがって、ノイズが少なく感度の高いセンサを実現できる。

［０３１０］

トランジスタ２０１、トランジスタ２０５、トランジスタ２０６、及びトランジスタ２０７は、いずれも基板１５１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。

［０３１１］

基板１５１上には、絶縁層２１１、絶縁層２１３、絶縁層２１５、及び絶縁層２１４がこの順で設けられている。絶縁層２１１は、その一部が各トランジスタのゲート絶縁層として機能する。絶縁層２１３は、その一部が各トランジスタのゲート絶縁層として機能する。絶縁層２１５は、トランジスタを覆って設けられる。絶縁層２１４は、トランジスタを覆って設けられ、平坦化層としての機能を有する。なお、ゲート絶縁層の数及びトランジスタを覆う絶縁層の数は限定されず、それ

ぞれ単層であっても２層以上であってもよい。

［０３１２］

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

［０３１３］

絶縁層２１１、絶縁層２１３、及び絶縁層２１５としては、それぞれ、無機絶縁膜を用いることが好ましい。無機絶縁膜としては、例えば、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、窒化アルミニウム膜などの無機絶縁膜を用いることができる。また、酸化ハフニウム膜、酸化窒化ハフニウム膜、窒化酸化ハフニウム膜、酸化イットリウム膜、酸化ジルコニウム膜、酸化ガリウム膜、酸化タンタル膜、酸化マグネシウム膜、酸化ランタン膜、酸化セリウム膜、及び酸化ネオジム膜等を用いてもよい。また、上述の絶縁膜を２以上積層して用いてもよい。なお、基板１５１とトランジスタとの間に下地膜を設けてもよい。当該下地膜にも上記の無機絶縁膜を用いることができる。

［０３１４］

ここで、有機絶縁膜は、無機絶縁膜に比べてバリア性が低いことが多い。そのため、有機絶縁膜は、表示装置１００Ａの端部近傍に開口を有することが好ましい。これにより、表示装置１００Ａの端部から有機絶縁膜を介して不純物が入り込むことを抑制することができる。または、有機絶縁膜の端部が表示装置１００Ａの端部よりも内側にくるように有機絶縁膜を形成し、表示装置１００Ａの端部に有機絶縁膜が露出しないようにしてもよい。

［０３１５］

平坦化層として機能する絶縁層２１４には、有機絶縁膜が好適である。有機絶縁膜に用いることができる材料としては、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、ポリアミド樹脂、ポリイミドアミド樹脂、シロキサン樹脂、ベンゾシクロブテン系樹脂、フェノール樹脂、及びこれら樹脂の前駆体等が挙げられる。

［０３１６］

図２３に示す領域２２８では、絶縁層２１４に開口が形成されている。これにより、絶縁層２１４に有機絶縁膜を用いる場合であっても、絶縁層２１４を介して外部から表示部１６２に不純物が入り込むことを抑制できる。したがって、表示装置１００Ａの信頼性を高めることができる。

［０３１７］

トランジスタ２０１、トランジスタ２０５、トランジスタ２０６、及びトランジスタ２０７は、ゲートとして機能する導電層２２１、ゲート絶縁層として機能する絶縁層２１１、ソース及びドレインとして機能する導電層２２２ａ及び導電層２２２ｂ、半導体層２３１、ゲート絶縁層として機能する絶縁層２１３、並びに、ゲートとして機能する導電層２２３を有する。ここでは、同一の導電膜を加工して得られる複数の層に、同じハッチングパターンを付している。絶縁層２１１は、導電層２２１と半導体層２３１との間に位置する。絶縁層２１３は、導電層２２３と半導体層２３１との間に位置する。

［０３１８］

本実施の形態の表示装置が有するトランジスタの構造は特に限定されない。例えば、プレーナ型

のトランジスタ、スタガ型のトランジスタ、逆スタガ型のトランジスタ等を用いることができる。また、トップゲート型またはボトムゲート型のいずれのトランジスタ構造としてもよい。または、チャネルが形成される半導体層の上下にゲートが設けられていてもよい。

［０３１９］

トランジスタ２０１、トランジスタ２０５、トランジスタ２０６、及びトランジスタ２０７には、チャネルが形成される半導体層を２つのゲートで挟持する構成が適用されている。２つのゲートを接続し、これらに同一の信号を供給することによりトランジスタを駆動してもよい。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供給し、他方に駆動のための電位を供給することで、トランジスタの閾値電圧を制御してもよい。

［０３２０］

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。

［０３２１］

トランジスタの半導体層は、金属酸化物（酸化物半導体ともいう）を有することが好ましい。または、トランジスタの半導体層は、シリコンを有していてもよい。シリコンとしては、アモルファスシリコン、結晶性のシリコン（低温ポリシリコン、単結晶シリコンなど）などが挙げられる。

［０３２２］

半導体層は、例えば、インジウムと、Ｍ（Ｍは、ガリウム、アルミニウム、シリコン、ホウ素、イットリウム、スズ、銅、バナジウム、ベリリウム、チタン、鉄、ニッケル、ゲルマニウム、ジルコニウム、モリブデン、ランタン、セリウム、ネオジム、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、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。

［０３２３］

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、ガリウム、亜鉛、及びスズを含む酸化物を用いることが好ましい。または、インジウム及び亜鉛を有する酸化物を用いることが好ましい。

［０３２４］

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＝２：１：３またはその近傍の組成、Ｉｎ：Ｍ：Ｚｎ＝３：１：２またはその近傍の組成、Ｉｎ：Ｍ：Ｚｎ＝４：２：３またはその近傍の組成、Ｉｎ：Ｍ：Ｚｎ＝４：２：４．１またはその近傍の組成、Ｉｎ：Ｍ：Ｚｎ＝５：１：３またはその近傍の組成、Ｉｎ：Ｍ：Ｚｎ＝５：１：６またはその近傍の組成、Ｉｎ：Ｍ：Ｚｎ＝５：１：７またはその近傍の組成、Ｉｎ：Ｍ：Ｚｎ＝５：１：８またはその近傍の組成、Ｉｎ：Ｍ：Ｚｎ＝１０：１：３またはその近傍の組成、Ｉｎ：Ｍ：Ｚｎ＝６：１：６またはその近傍の組成、Ｉｎ：Ｍ：Ｚｎ＝５：

２：５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±３０％の範囲を含む。

［０３２５］

例えば、原子数比がＩｎ：Ｇａ：Ｚｎ＝４：２：３またはその近傍の組成と記載する場合、Ｉｎの原子数比を４としたとき、Ｇａの原子数比が１以上３以下であり、Ｚｎの原子数比が２以上４以下である場合を含む。また、原子数比がＩｎ：Ｇａ：Ｚｎ＝５：１：６またはその近傍の組成と記載する場合、Ｉｎの原子数比を５としたときに、Ｇａの原子数比が０．１より大きく２以下であり、Ｚｎの原子数比が５以上７以下である場合を含む。また、原子数比がＩｎ：Ｇａ：Ｚｎ＝１：１：１またはその近傍の組成と記載する場合、Ｉｎの原子数比を１としたときに、Ｇａの原子数比が０．１より大きく２以下であり、Ｚｎの原子数比が０．１より大きく２以下である場合を含む。

［０３２６］

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種類以上あってもよい。

［０３２７］

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１６６及び接続層２４２を介してＦＰＣ１７２と電気的に接続されている。接続部２０４の上面は、画素電極１９１と同一の導電膜を加工して得られた導電層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を介して電気的に接続することができる。

［０３２８］

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。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１５２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、衝撃吸収層等を配置してもよい。

［０３２９］

基板１５１及び基板１５２には、それぞれ、ガラス、石英、セラミック、サファイア、樹脂などを用いることができる。基板１５１及び基板１５２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。

［０３３０］

接着層としては、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。

［０３３１］

接続層としては、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。

［０３３２］

トランジスタのゲート、ソース及びドレインのほか、表示装置を構成する各種配線及び電極などの導電層に用いることのできる材料としては、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、モリブデン、銀、タンタル、及びタングステンなどの金属、並びに、当該金属を主成分とする合金などが挙げられる。これらの材料を含む膜を単層で、または積層構造として用いることができる。

［０３３３］

また、透光性を有する導電材料としては、酸化インジウム、インジウム錫酸化物、インジウム亜鉛酸化物、酸化亜鉛、ガリウムを含む酸化亜鉛などの導電性酸化物またはグラフェンを用いることができる。または、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、及びチタンなどの金属材料、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。または、該金属材料の窒化物（例えば、窒化チタン）などを用いてもよい。なお、金属材料、合金材料（またはそれらの窒化物）を用いる場合には、透光性を有する程度に薄くすることが好ましい。また、上記材料の積層膜を導電層として用いることができる。例えば、銀とマグネシウムの合金とインジウムスズ酸化物の積層膜などを用いると、導電性を高めることができるため好ましい。これらは、表示装置を構成する各種配線及び電極などの導電層、発光素子及び受発光素子が有する導電層（画素電極、共通電極などとして機能する導電層）等にも用いることができる。

［０３３４］

各絶縁層に用いることのできる絶縁材料としては、例えば、アクリル樹脂、エポキシ樹脂などの樹脂、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン、窒化シリコン、酸化アルミニウムなどの無機絶縁材料が挙げられる。

［０３３５］

［表示装置１００Ｂ］

図２４に、表示装置１００Ｂの断面図を示す。

［０３３６］

表示装置１００Ｂは、保護層１９５を有する点で、主に表示装置１００Ａと異なる。表示装置１００Ａと同様の構成については、詳細な説明を省略する。

［０３３７］

発光素子１９０Ｂ、発光素子１９０Ｇ、及び受発光素子１９０ＳＲを覆う保護層１９５を設けることで、発光素子１９０Ｂ、発光素子１９０Ｇ、及び受発光素子１９０ＳＲに水などの不純物が入り込むことを抑制し、発光素子１９０Ｂ、発光素子１９０Ｇ、及び受発光素子１９０ＳＲの信頼性を高めることができる。

［０３３８］

表示装置１００Ｂの端部近傍の領域２２８において、絶縁層２１４の開口を介して、絶縁層２１５と保護層１９５とが互いに接することが好ましい。特に、絶縁層２１５が有する無機絶縁膜と保護層１９５が有する無機絶縁膜とが互いに接することが好ましい。これにより、有機絶縁膜を介して外部から表示部１６２に不純物が入り込むことを抑制することができる。したがって、表示装置１００Ｂの信頼性を高めることができる。

［０３３９］

保護層１９５は単層であっても積層構造であってもよく、例えば、保護層１９５は、共通電極１１５上の無機絶縁層と、無機絶縁層上の有機絶縁層と、有機絶縁層上の無機絶縁層と、を有する３層構造であってもよい。このとき、有機絶縁膜の端部よりも無機絶縁膜の端部を外側に延在させることが好ましい。

［０３４０］

さらに、受発光素子１９０ＳＲと重なる領域に、レンズが設けられていてもよい。これにより、受発光素子１９０ＳＲを用いたセンサの感度及び精度を高めることができる。

［０３４１］

レンズは、１．３以上２．５以下の屈折率を有することが好ましい。レンズは、無機材料及び有機材料の少なくとも一方を用いて形成することができる。例えば、樹脂を含む材料をレンズに用いることができる。また、酸化物及び硫化物の少なくとも一方を含む材料をレンズに用いることができる。

［０３４２］

具体的には、塩素、臭素、またはヨウ素を含む樹脂、重金属原子を含む樹脂、芳香環を含む樹脂、硫黄を含む樹脂などをレンズに用いることができる。または、樹脂と当該樹脂より屈折率の高い材料のナノ粒子を含む材料をレンズに用いることができる。酸化チタンまたは酸化ジルコニウムなどをナノ粒子に用いることができる。

［０３４３］

また、酸化セリウム、酸化ハフニウム、酸化ランタン、酸化マグネシウム、酸化ニオブ、酸化タンタル、酸化チタン、酸化イットリウム、酸化亜鉛、インジウムとスズを含む酸化物、またはインジウムとガリウムと亜鉛を含む酸化物などを、レンズに用いることができる。または、硫化亜鉛などを、レンズに用いることができる。

［０３４４］

また、表示装置１００Ｂでは、保護層１９５と基板１５２とが接着層１４２によって貼り合わされている。接着層１４２は、発光素子１９０Ｂ、発光素子１９０Ｇ、及び受発光素子１９０ＳＲとそれぞれ重ねて設けられており、表示装置１００Ｂには、固体封止構造が適用されている。

［０３４５］

［表示装置１００Ｃ］

図２５Ａに、表示装置１００Ｃの断面図を示す。

［０３４６］

表示装置１００Ｃは、トランジスタの構造が、表示装置１００Ｂと異なる。

［０３４７］

表示装置１００Ｃは、基板１５１上に、トランジスタ２０８、トランジスタ２０９、及びトランジスタ２１０を有する。

［０３４８］

トランジスタ２０８、トランジスタ２０９、及びトランジスタ２１０は、ゲートとして機能する導電層２２１、ゲート絶縁層として機能する絶縁層２１１、チャネル形成領域２３１ｉ及び一対の低抵抗領域２３１ｎを有する半導体層、一対の低抵抗領域２３１ｎの一方と接続する導電層２２２ａ、一対の低抵抗領域２３１ｎの他方と接続する導電層２２２ｂ、ゲート絶縁層として機能する絶

縁層２２５、ゲートとして機能する導電層２２３、並びに、導電層２２３を覆う絶縁層２１５を有する。絶縁層２１１は、導電層２２１とチャネル形成領域２３１ｉとの間に位置する。絶縁層２２５は、導電層２２３とチャネル形成領域２３１ｉとの間に位置する。

［０３４９］

導電層２２２ａ及び導電層２２２ｂは、それぞれ、絶縁層２２５及び絶縁層２１５に設けられた開口を介して低抵抗領域２３１ｎと接続される。導電層２２２ａ及び導電層２２２ｂのうち、一方はソースとして機能し、他方はドレインとして機能する。

［０３５０］

発光素子１９０Ｇの画素電極１９１は、導電層２２２ｂを介してトランジスタ２０８の一対の低抵抗領域２３１ｎの一方と電気的に接続される。

［０３５１］

受発光素子１９０ＳＲの画素電極１９１は、導電層２２２ｂを介してトランジスタ２０９の一対の低抵抗領域２３１ｎの他方と電気的に接続される。

［０３５２］

図２５Ａでは、絶縁層２２５が半導体層の上面及び側面を覆う例を示す。一方、図２５Ｂに示すトランジスタ２０２では、絶縁層２２５は、半導体層２３１のチャネル形成領域２３１ｉと重なり、低抵抗領域２３１ｎとは重ならない。例えば、導電層２２３をマスクに絶縁層２２５が加工することで、図２５Ｂに示す構造を作製できる。図２５Ｂでは、絶縁層２２５及び導電層２２３を覆って絶縁層２１５が設けられ、絶縁層２１５の開口を介して、導電層２２２ａ及び導電層２２２ｂがそれぞれ低抵抗領域２３１ｎと接続されている。さらに、トランジスタを覆う絶縁層２１８を設けてもよい。

［０３５３］

また、表示装置１００Ｃは、基板１５１及び基板１５２を有さず、基板１５３、基板１５４、接着層１５５、及び絶縁層２１２を有する点で、表示装置１００Ｂと異なる。

［０３５４］

基板１５３と絶縁層２１２とは接着層１５５によって貼り合わされている。基板１５４と保護層１９５とは接着層１４２によって貼り合わされている。

［０３５５］

表示装置１００Ｃは、作製基板上で形成された絶縁層２１２、トランジスタ２０８、トランジスタ２０９、トランジスタ２１０、受発光素子１９０ＳＲ、及び発光素子１９０Ｇ等を、基板１５３上に転置することで作製される構成である。基板１５３及び基板１５４は、それぞれ、可撓性を有することが好ましい。これにより、表示装置１００Ｃの可撓性を高めることができる。

［０３５６］

絶縁層２１２には、絶縁層２１１、絶縁層２１３、及び絶縁層２１５に用いることができる無機絶縁膜を用いることができる。

［０３５７］

以上のように、本実施の形態の表示装置は、いずれかの色を呈する副画素に、発光素子の代わりとして、受発光素子を設ける。受発光素子が、発光素子と受光素子とを兼ねることで、画素に含まれる副画素の数を増やさずに、画素に受光機能を付与することができる。また、表示装置の精細度、各副画素の開口率などを下げずに、画素に受光機能を付与することができる。

［０３５８］

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

［０３５９］

（実施の形態３）

本実施の形態では、上記の実施の形態で説明したＯＳトランジスタに用いることができる金属酸化物（酸化物半導体ともいう）について説明する。

［０３６０］

金属酸化物は、少なくともインジウムまたは亜鉛を含むことが好ましい。特にインジウム及び亜鉛を含むことが好ましい。また、それらに加えて、アルミニウム、ガリウム、イットリウム、スズなどが含まれていることが好ましい。また、ホウ素、シリコン、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、マグネシウム、コバルトなどから選ばれた一種、または複数種が含まれていてもよい。

［０３６１］

また、金属酸化物は、スパッタリング法、有機金属化学気相成長（ＭＯＣＶＤ：Ｍｅｔａｌ　Ｏｒｇａｎｉｃ　Ｃｈｅｍｉｃａｌ　Ｖａｐｏｒ　Ｄｅｐｏｓｉｔｉｏｎ）法などの化学気相成長（ＣＶＤ：Ｃｈｅｍｉｃａｌ　Ｖａｐｏｒ　Ｄｅｐｏｓｉｔｉｏｎ）法、原子層堆積（ＡＬＤ：Ａｔｏｍｉｃ　Ｌａｙｅｒ　Ｄｅｐｏｓｉｔｉｏｎ）法などにより形成することができる。

［０３６２］

＜結晶構造の分類＞

酸化物半導体の結晶構造としては、アモルファス（ｃｏｍｐｌｅｔｅｌｙ　ａｍｏｒｐｈｏｕｓを含む）、ＣＡＡＣ（ｃ－ａｘｉｓ－ａｌｉｇｎｅｄ　ｃｒｙｓｔａｌｌｉｎｅ）、ｎｃ（ｎａｎｏｃｒｙｓｔａｌｌｉｎｅ）、ＣＡＣ（ｃｌｏｕｄ－ａｌｉｇｎｅｄ　ｃｏｍｐｏｓｉｔｅ）、単結晶（ｓｉｎｇｌｅ　ｃｒｙｓｔａｌ）、及び多結晶（ｐｏｌｙ　ｃｒｙｓｔａｌ）等が挙げられる。

［０３６３］

なお、膜または基板の結晶構造は、Ｘ線回折（ＸＲＤ：Ｘ－Ｒａｙ　Ｄｉｆｆｒａｃｔｉｏｎ）スペクトルを用いて評価することができる。例えば、ＧＩＸＤ（Ｇｒａｚｉｎｇ－Ｉｎｃｉｄｅｎｃｅ　ＸＲＤ）測定で得られるＸＲＤスペクトルを用いて評価することができる。なお、ＧＩＸＤ法は、薄膜法またはＳｅｅｍａｎｎ－Ｂｏｈｌｉｎ法ともいう。

［０３６４］

例えば、石英ガラス基板では、ＸＲＤスペクトルのピークの形状がほぼ左右対称である。一方で、結晶構造を有するＩＧＺＯ膜では、ＸＲＤスペクトルのピークの形状が左右非対称である。ＸＲＤスペクトルのピークの形状が左右非対称であることは、膜中または基板中の結晶の存在を明示している。別言すると、ＸＲＤスペクトルのピークの形状で左右対称でないと、膜または基板は非晶質状態であるとは言えない。

［０３６５］

また、膜または基板の結晶構造は、極微電子線回折法（ＮＢＥＤ：Ｎａｎｏ　Ｂｅａｍ　Ｅｌｅｃｔｒｏｎ　Ｄｉｆｆｒａｃｔｉｏｎ）によって観察される回折パターン（極微電子線回折パターンともいう）にて評価することができる。例えば、石英ガラス基板の回折パターンでは、ハローが

観察され、石英ガラスは、非晶質状態であることが確認できる。また、室温成膜したＩＧＺＯ膜の回折パターンでは、ハローではなく、スポット状のパターンが観察される。このため、室温成膜したＩＧＺＯ膜は、結晶状態でもなく、非晶質状態でもない、中間状態であり、非晶質状態であると結論することはできないと推定される。

［０３６６］

＜＜酸化物半導体の構造＞＞

なお、酸化物半導体は、構造に着目した場合、上記とは異なる分類となる場合がある。例えば、酸化物半導体は、単結晶酸化物半導体と、それ以外の非単結晶酸化物半導体と、に分けられる。非単結晶酸化物半導体としては、例えば、上述のＣＡＡＣ－ＯＳ、及びｎｃ－ＯＳがある。また、非単結晶酸化物半導体には、多結晶酸化物半導体、擬似非晶質酸化物半導体（ａ－ｌｉｋｅ　ＯＳ：ａｍｏｒｐｈｏｕｓ－ｌｉｋｅ　ｏｘｉｄｅ　ｓｅｍｉｃｏｎｄｕｃｔｏｒ）、非晶質酸化物半導体、などが含まれる。

［０３６７］

ここで、上述のＣＡＡＣ－ＯＳ、ｎｃ－ＯＳ、及びａ－ｌｉｋｅ　ＯＳの詳細について、説明を行う。

［０３６８］

［ＣＡＡＣ－ＯＳ］

ＣＡＡＣ－ＯＳは、複数の結晶領域を有し、当該複数の結晶領域はｃ軸が特定の方向に配向している酸化物半導体である。なお、特定の方向とは、ＣＡＡＣ－ＯＳ膜の厚さ方向、ＣＡＡＣ－ＯＳ膜の被形成面の法線方向、またはＣＡＡＣ－ＯＳ膜の表面の法線方向である。また、結晶領域とは、原子配列に周期性を有する領域である。なお、原子配列を格子配列とみなすと、結晶領域とは、格子配列の揃った領域でもある。さらに、ＣＡＡＣ－ＯＳは、ａ－ｂ面方向において複数の結晶領域が連結する領域を有し、当該領域は歪みを有する場合がある。なお、歪みとは、複数の結晶領域が連結する領域において、格子配列の揃った領域と、別の格子配列の揃った領域と、の間で格子配列の向きが変化している箇所を指す。つまり、ＣＡＡＣ－ＯＳは、ｃ軸配向し、ａ－ｂ面方向には明らかな配向をしていない酸化物半導体である。

［０３６９］

なお、上記複数の結晶領域のそれぞれは、１つまたは複数の微小な結晶（最大径が１０ｎｍ未満である結晶）で構成される。結晶領域が１つの微小な結晶で構成されている場合、当該結晶領域の最大径は１０ｎｍ未満となる。また、結晶領域が多数の微小な結晶で構成されている場合、当該結晶領域の大きさは、数十ｎｍ程度となる場合がある。

［０３７０］

また、Ｉｎ－Ｍ－Ｚｎ酸化物（元素Ｍは、アルミニウム、ガリウム、イットリウム、スズ、チタンなどから選ばれた一種、または複数種）において、ＣＡＡＣ－ＯＳは、インジウム（Ｉｎ）、及び酸素を有する層（以下、Ｉｎ層）と、元素Ｍ、亜鉛（Ｚｎ）、及び酸素を有する層（以下、（Ｍ，Ｚｎ）層）とが積層した、層状の結晶構造（層状構造ともいう）を有する傾向がある。なお、インジウムと元素Ｍは、互いに置換可能である。よって、（Ｍ，Ｚｎ）層にはインジウムが含まれる場合がある。また、Ｉｎ層には元素Ｍが含まれる場合がある。なお、Ｉｎ層にはＺｎが含まれる場合もある。当該層状構造は、例えば、高分解能ＴＥＭ（Ｔｒａｎｓｍｉｓｓｉｏｎ　Ｅｌｅｃｔｒｏｎ　Ｍｉｃｒｏｓｃｏｐｅ）像において、格子像として観察される。

［０３７１］

ＣＡＡＣ－ＯＳ膜に対し、例えば、ＸＲＤ装置を用いて構造解析を行うと、θ／２θ スキャンを用いたＯｕｔ－ｏｆ－ｐｌａｎｅ　ＸＲＤ測定では、ｃ軸配向を示すピークが２θ＝３１°またはその近傍に検出される。なお、ｃ軸配向を示すピークの位置（２θ の値）は、ＣＡＡＣ－ＯＳを構成する金属元素の種類、組成などにより変動する場合がある。

［０３７２］

また、例えば、ＣＡＡＣ－ＯＳ膜の電子線回折パターンにおいて、複数の輝点（スポット）が観測される。なお、あるスポットと別のスポットとは、試料を透過した入射電子線のスポット（ダイレクトスポットともいう）を対称中心として、点対称の位置に観測される。

［０３７３］

上記特定の方向から結晶領域を観察した場合、当該結晶領域内の格子配列は、六方格子を基本とするが、単位格子は正六角形とは限らず、非正六角形である場合がある。また、上記歪みにおいて、五角形、七角形などの格子配列を有する場合がある。なお、ＣＡＡＣ－ＯＳにおいて、歪み近傍においても、明確な結晶粒界（グレインバウンダリー）を確認することはできない。即ち、格子配列の歪みによって、結晶粒界の形成が抑制されていることがわかる。これは、ＣＡＡＣ－ＯＳが、ａ－ｂ面方向において酸素原子の配列が稠密でないこと、金属原子が置換することなどで原子間の結合距離が変化することなどによって、歪みを許容することができるためと考えられる。

［０３７４］

なお、明確な結晶粒界が確認される結晶構造は、いわゆる多結晶（ｐｏｌｙｃｒｙｓｔａｌ）と呼ばれる。結晶粒界は、再結合中心となり、キャリアが捕獲されトランジスタのオン電流の低下、電界効果移動度の低下などを引き起こす可能性が高い。よって、明確な結晶粒界が確認されないＣＡＡＣ－ＯＳは、トランジスタの半導体層に好適な結晶構造を有する結晶性の酸化物の一つである。なお、ＣＡＡＣ－ＯＳを構成するには、Ｚｎを有する構成が好ましい。例えば、Ｉｎ－Ｚｎ酸化物、及びＩｎ－Ｇａ－Ｚｎ酸化物は、Ｉｎ酸化物よりも結晶粒界の発生を抑制できるため好適である。

［０３７５］

ＣＡＡＣ－ＯＳは、結晶性が高く、明確な結晶粒界が確認されない酸化物半導体である。よって、ＣＡＡＣ－ＯＳは、結晶粒界に起因する電子移動度の低下が起こりにくいといえる。また、酸化物半導体の結晶性は不純物の混入、欠陥の生成などによって低下する場合があるため、ＣＡＡＣ－ＯＳは不純物、欠陥（酸素欠損など）の少ない酸化物半導体ともいえる。従って、ＣＡＡＣ－ＯＳを有する酸化物半導体は、物理的性質が安定する。そのため、ＣＡＡＣ－ＯＳを有する酸化物半導体は熱に強く、信頼性が高い。また、ＣＡＡＣ－ＯＳは、製造工程における高い温度（所謂サーマルバジェット）に対しても安定である。従って、ＯＳトランジスタにＣＡＡＣ－ＯＳを用いると、製造工程の自由度を広げることが可能となる。

［０３７６］

［ｎｃ－ＯＳ］

ｎｃ－ＯＳは、微小な領域（例えば、１ｎｍ以上１０ｎｍ以下の領域、特に１ｎｍ以上３ｎｍ以下の領域）において原子配列に周期性を有する。別言すると、ｎｃ－ＯＳは、微小な結晶を有する。なお、当該微小な結晶の大きさは、例えば、１ｎｍ以上１０ｎｍ以下、特に１ｎｍ以上３ｎｍ以下であることから、当該微小な結晶をナノ結晶ともいう。また、ｎｃ－ＯＳは、異なるナノ結晶間で結晶方位に規則性が見られない。そのため、膜全体で配向性が見られない。従って、ｎｃ－ＯＳは、

分析方法によっては、ａ－ｌｉｋｅ　ＯＳまたは非晶質酸化物半導体と区別が付かない場合がある。例えば、ｎｃ－ＯＳ膜に対し、ＸＲＤ装置を用いて構造解析を行うと、θ／２θ スキャンを用いたＯｕｔ－ｏｆ－ｐｌａｎｅ　ＸＲＤ測定では、結晶性を示すピークが検出されない。また、ｎｃ－ＯＳ膜に対し、ナノ結晶よりも大きいプローブ径（例えば５０ｎｍ以上）の電子線を用いる電子線回折（制限視野電子線回折ともいう。）を行うと、ハローパターンのような回折パターンが観測される。一方、ｎｃ－ＯＳ膜に対し、ナノ結晶の大きさと近いかナノ結晶より小さいプローブ径（例えば１ｎｍ以上３０ｎｍ以下）の電子線を用いる電子線回折（ナノビーム電子線回折ともいう。）を行うと、ダイレクトスポットを中心とするリング状の領域内に複数のスポットが観測される電子線回折パターンが取得される場合がある。

［０３７７］

［ａ－ｌｉｋｅ　ＯＳ］

ａ－ｌｉｋｅ　ＯＳは、ｎｃ－ＯＳと非晶質酸化物半導体との間の構造を有する酸化物半導体である。ａ－ｌｉｋｅ　ＯＳは、鬆または低密度領域を有する。即ち、ａ－ｌｉｋｅ　ＯＳは、ｎｃ－ＯＳ及びＣＡＡＣ－ＯＳと比べて、結晶性が低い。また、ａ－ｌｉｋｅ　ＯＳは、ｎｃ－ＯＳ及びＣＡＡＣ－ＯＳと比べて、膜中の水素濃度が高い。

［０３７８］

＜＜酸化物半導体の構成＞＞

次に、上述のＣＡＣ－ＯＳの詳細について、説明を行う。なお、ＣＡＣ－ＯＳは材料構成に関する。

［０３７９］

［ＣＡＣ－ＯＳ］

ＣＡＣ－ＯＳとは、例えば、金属酸化物を構成する元素が、０．５ｎｍ以上１０ｎｍ以下、好ましくは、１ｎｍ以上３ｎｍ以下、またはその近傍のサイズで偏在した材料の一構成である。なお、以下では、金属酸化物において、一つまたは複数の金属元素が偏在し、該金属元素を有する領域が、０．５ｎｍ以上１０ｎｍ以下、好ましくは、１ｎｍ以上３ｎｍ以下、またはその近傍のサイズで混合した状態をモザイク状、またはパッチ状ともいう。

［０３８０］

さらに、ＣＡＣ－ＯＳとは、第１の領域と、第２の領域と、に材料が分離することでモザイク状となり、当該第１の領域が、膜中に分布した構成（以下、クラウド状ともいう。）である。つまり、ＣＡＣ－ＯＳは、当該第１の領域と、当該第２の領域とが、混合している構成を有する複合金属酸化物である。

［０３８１］

ここで、Ｉｎ－Ｇａ－Ｚｎ酸化物におけるＣＡＣ－ＯＳを構成する金属元素に対するＩｎ、Ｇａ、及びＺｎの原子数比のそれぞれを、［Ｉｎ］、［Ｇａ］、及び［Ｚｎ］と表記する。例えば、Ｉｎ－Ｇａ－Ｚｎ酸化物におけるＣＡＣ－ＯＳにおいて、第１の領域は、［Ｉｎ］が、ＣＡＣ－ＯＳ膜の組成における［Ｉｎ］よりも大きい領域である。また、第２の領域は、［Ｇａ］が、ＣＡＣ－ＯＳ膜の組成における［Ｇａ］よりも大きい領域である。または、例えば、第１の領域は、［Ｉｎ］が、第２の領域における［Ｉｎ］よりも大きく、且つ、［Ｇａ］が、第２の領域における［Ｇａ］よりも小さい領域である。また、第２の領域は、［Ｇａ］が、第１の領域における［Ｇａ］よりも大きく、且つ、［Ｉｎ］が、第１の領域における［Ｉｎ］よりも小さい領域である。

［０３８２］

具体的には、上記第１の領域は、インジウム酸化物、インジウム亜鉛酸化物などが主成分である領域である。また、上記第２の領域は、ガリウム酸化物、ガリウム亜鉛酸化物などが主成分である領域である。つまり、上記第１の領域を、Ｉｎを主成分とする領域と言い換えることができる。また、上記第２の領域を、Ｇａを主成分とする領域と言い換えることができる。

［０３８３］

なお、上記第１の領域と、上記第２の領域とは、明確な境界が観察できない場合がある。

［０３８４］

また、Ｉｎ－Ｇａ－Ｚｎ酸化物におけるＣＡＣ－ＯＳとは、Ｉｎ、Ｇａ、Ｚｎ、及びＯを含む材料構成において、一部にＧａを主成分とする領域と、一部にＩｎを主成分とする領域とが、それぞれモザイク状であり、これらの領域がランダムに存在している構成をいう。よって、ＣＡＣ－ＯＳは、金属元素が不均一に分布した構造を有していると推測される。

［０３８５］

ＣＡＣ－ＯＳは、例えば基板を意図的に加熱しない条件で、スパッタリング法により形成することができる。また、ＣＡＣ－ＯＳをスパッタリング法で形成する場合、成膜ガスとして、不活性ガス（代表的にはアルゴン）、酸素ガス、及び窒素ガスの中から選ばれたいずれか一つまたは複数を用いればよい。また、成膜時の成膜ガスの総流量に対する酸素ガスの流量比は低いほど好ましく、例えば、成膜時の成膜ガスの総流量に対する酸素ガスの流量比を０％以上３０％未満、好ましくは０％以上１０％以下とすることが好ましい。

［０３８６］

また、例えば、Ｉｎ－Ｇａ－Ｚｎ酸化物におけるＣＡＣ－ＯＳでは、エネルギー分散型Ｘ線分光法（ＥＤＸ：Ｅｎｅｒｇｙ　Ｄｉｓｐｅｒｓｉｖｅ　Ｘ－ｒａｙ　ｓｐｅｃｔｒｏｓｃｏｐｙ）を用いて取得したＥＤＸマッピングにより、Ｉｎを主成分とする領域（第１の領域）と、Ｇａを主成分とする領域（第２の領域）とが、偏在し、混合している構造を有することが確認できる。

［０３８７］

ここで、第１の領域は、第２の領域と比較して、導電性が高い領域である。つまり、第１の領域を、キャリアが流れることにより、金属酸化物としての導電性が発現する。従って、第１の領域が、金属酸化物中にクラウド状に分布することで、高い電界効果移動度（μ）が実現できる。

［０３８８］

一方、第２の領域は、第１の領域と比較して、絶縁性が高い領域である。つまり、第２の領域が、金属酸化物中に分布することで、リーク電流を抑制することができる。

［０３８９］

従って、ＣＡＣ－ＯＳをトランジスタに用いる場合、第１の領域に起因する導電性と、第２の領域に起因する絶縁性とが、相補的に作用することにより、スイッチングさせる機能（Ｏｎ／Ｏｆｆさせる機能）をＣＡＣ－ＯＳに付与することができる。つまり、ＣＡＣ－ＯＳとは、材料の一部では導電性の機能と、材料の一部では絶縁性の機能とを有し、材料の全体では半導体としての機能を有する。導電性の機能と絶縁性の機能とを分離させることで、双方の機能を最大限に高めることができる。よって、ＣＡＣ－ＯＳをトランジスタに用いることで、高いオン電流（I_{on}）、高い電界効果移動度（μ）、及び良好なスイッチング動作を実現することができる。

［０３９０］

また、ＣＡＣ－ＯＳを用いたトランジスタは、信頼性が高い。従って、ＣＡＣ－ＯＳは、表示装置をはじめとするさまざまな半導体装置に最適である。

［０３９１］

酸化物半導体は、多様な構造をとり、それぞれが異なる特性を有する。本発明の一態様の酸化物半導体は、非晶質酸化物半導体、多結晶酸化物半導体、ａ－ｌｉｋｅ　ＯＳ、ＣＡＣ－ＯＳ、ｎｃ－ＯＳ、ＣＡＡＣ－ＯＳのうち、二種以上を有していてもよい。

［０３９２］

＜酸化物半導体を有するトランジスタ＞

続いて、上記酸化物半導体をトランジスタに用いる場合について説明する。

［０３９３］

上記酸化物半導体をトランジスタに用いることで、高い電界効果移動度のトランジスタを実現することができる。また、信頼性の高いトランジスタを実現することができる。

［０３９４］

トランジスタには、キャリア濃度の低い酸化物半導体を用いることが好ましい。例えば、酸化物半導体のキャリア濃度は$1\times10^{17}cm^{-3}$以下、好ましくは$1\times10^{15}cm^{-3}$以下、さらに好ましくは$1\times10^{13}cm^{-3}$以下、より好ましくは$1\times10^{11}cm^{-3}$以下、さらに好ましくは$1\times10^{10}cm^{-3}$未満であり、$1\times10^{-9}cm^{-3}$以上である。なお、酸化物半導体膜のキャリア濃度を低くする場合においては、酸化物半導体膜中の不純物濃度を低くし、欠陥準位密度を低くすればよい。本明細書等において、不純物濃度が低く、欠陥準位密度の低いことを高純度真性または実質的に高純度真性と言う。なお、キャリア濃度の低い酸化物半導体を、高純度真性または実質的に高純度真性な酸化物半導体と呼ぶ場合がある。

［０３９５］

また、高純度真性または実質的に高純度真性である酸化物半導体膜は、欠陥準位密度が低いため、トラップ準位密度も低くなる場合がある。

［０３９６］

また、酸化物半導体のトラップ準位に捕獲された電荷は、消失するまでに要する時間が長く、あたかも固定電荷のように振る舞うことがある。そのため、トラップ準位密度の高い酸化物半導体にチャネル形成領域が形成されるトランジスタは、電気特性が不安定となる場合がある。

［０３９７］

従って、トランジスタの電気特性を安定にするためには、酸化物半導体中の不純物濃度を低減することが有効である。また、酸化物半導体中の不純物濃度を低減するためには、近接する膜中の不純物濃度も低減することが好ましい。不純物としては、水素、窒素、アルカリ金属、アルカリ土類金属、鉄、ニッケル、シリコン等がある。

［０３９８］

＜不純物＞

ここで、酸化物半導体中における各不純物の影響について説明する。

［０３９９］

酸化物半導体において、第１４族元素の一つであるシリコン、炭素などが含まれると、酸化物半導体において欠陥準位が形成される。このため、酸化物半導体におけるシリコンまたは炭素の濃度と、酸化物半導体との界面近傍のシリコンまたは炭素の濃度（二次イオン質量分析法（ＳＩＭＳ：

Ｓｅｃｏｎｄａｒｙ Ｉｏｎ Ｍａｓｓ Ｓｐｅｃｔｒｏｍｅｔｒｙ）により得られる濃度）を、２×１０^{18}ａｔｏｍｓ／ｃｍ^{3}以下、好ましくは２×１０^{17}ａｔｏｍｓ／ｃｍ^{3}以下とする。

［０４００］

また、酸化物半導体にアルカリ金属またはアルカリ土類金属が含まれると、欠陥準位を形成し、キャリアを生成する場合がある。従って、アルカリ金属またはアルカリ土類金属が含まれている酸化物半導体を用いたトランジスタはノーマリーオン特性となりやすい。このため、ＳＩＭＳにより得られる酸化物半導体中のアルカリ金属またはアルカリ土類金属の濃度を、１×１０^{18}ａｔｏｍｓ／ｃｍ^{3}以下、好ましくは２×１０^{16}ａｔｏｍｓ／ｃｍ^{3}以下にする。

［０４０１］

また、酸化物半導体において、窒素が含まれると、キャリアである電子が生じ、キャリア濃度が増加し、ｎ型化しやすい。この結果、窒素が含まれている酸化物半導体を半導体に用いたトランジスタはノーマリーオン特性となりやすい。または、酸化物半導体において、窒素が含まれると、トラップ準位が形成される場合がある。この結果、トランジスタの電気特性が不安定となる場合がある。このため、ＳＩＭＳにより得られる酸化物半導体中の窒素濃度を、５×１０^{19}ａｔｏｍｓ／ｃｍ^{3}未満、好ましくは５×１０^{18}ａｔｏｍｓ／ｃｍ^{3}以下、より好ましくは１×１０^{18}ａｔｏｍｓ／ｃｍ^{3}以下、さらに好ましくは５×１０^{17}ａｔｏｍｓ／ｃｍ^{3}以下にする。

［０４０２］

また、酸化物半導体に含まれる水素は、金属原子と結合する酸素と反応して水になるため、酸素欠損を形成する場合がある。該酸素欠損に水素が入ることで、キャリアである電子が生成される場合がある。また、水素の一部が金属原子と結合する酸素と結合して、キャリアである電子を生成することがある。従って、水素が含まれている酸化物半導体を用いたトランジスタはノーマリーオン特性となりやすい。このため、酸化物半導体中の水素はできる限り低減されていることが好ましい。具体的には、酸化物半導体において、ＳＩＭＳにより得られる水素濃度を、１×１０^{20}ａｔｏｍｓ／ｃｍ^{3}未満、好ましくは１×１０^{19}ａｔｏｍｓ／ｃｍ^{3}未満、より好ましくは５×１０^{18}ａｔｏｍｓ／ｃｍ^{3}未満、さらに好ましくは１×１０^{18}ａｔｏｍｓ／ｃｍ^{3}未満にする。

［０４０３］

不純物が十分に低減された酸化物半導体をトランジスタのチャネル形成領域に用いることで、安定した電気特性を付与することができる。

［０４０４］

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

［０４０５］

（実施の形態４）

本実施の形態では、本発明の一態様の電子機器について、図２６～図２８を用いて説明する。

［０４０６］

本実施の形態の電子機器は、本発明の一態様の表示装置を有する。例えば、電子機器の表示部に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。本発明の一態様の表示装置は、光を検出する機能を有するため、表示部で生体認証を行うこと、タッチ動作（接触または接近）を検出すること、などができる。これにより、電子機器の機能性、及び利便性などを高めることができる。

［０４０７］

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。

［０４０８］

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測定する機能を含むもの）を有していてもよい。

［０４０９］

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。

［０４１０］

図２６Ａ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。

［０４１１］

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。

［０４１２］

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。

［０４１３］

図２６Ｂは、筐体６５０１のマイク６５０６側の端部を含む断面概略図である。

［０４１４］

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６５１８等が配置されている。

［０４１５］

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。

［０４１６］

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。

［０４１７］

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、極めて軽量な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。

［０４１８］

表示パネル６５１１に、本発明の一態様の表示装置を用いることで、表示部６５０２で撮像を行うことができる。例えば、表示パネル６５１１で指紋を撮像し、指紋認証を行うことができる。

［０４１９］

表示部６５０２が、さらに、タッチセンサパネル６５１３を有することで、表示部６５０２に、タッチパネル機能を付与することができる。タッチセンサパネル６５１３としては、静電容量方式、抵抗膜方式、表面弾性波方式、赤外線方式、光学方式、感圧方式など様々な方式を用いることができる。または、表示パネル６５１１を、タッチセンサとして機能させてもよく、その場合、タッチセンサパネル６５１３を設けなくてもよい。

［０４２０］

図２７Ａ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。

［０４２１］

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。

［０４２２］

図２７Ａ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、別体のリモコン操作機７１１１など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いてもよい。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。

［０４２３］

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、あるいは受信者間同士など）の情報通信を行うことも可能である。

［０４２４］

図２７Ｂ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。

［０４２５］

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。

［０４２６］

図２７Ｃ、図２７Ｄに、デジタルサイネージの一例を示す。

［０４２７］

図２７Ｃ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。

［０４２８］

図２７Ｄ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。

［０４２９］

図２７Ｃ、図２７Ｄ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。

［０４３０］

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。

［０４３１］

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、ユーザー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。

［０４３２］

また、図２７Ｃ、図２７Ｄ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、ユーザー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７３１１または情報端末機７４１１の画面に表示させることができる。また、情報端末機７３１１または情報端末機７４１１を操作することで、表示部７０００の表示を切り替えることができる。

［０４３３］

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

［０４３４］

図２８Ａ～図２８Ｆに示す電子機器は、筐体９０００、表示部９００１、スピーカ９００３、操作キー９００５（電源スイッチ、または操作スイッチを含む）、接続端子９００６、センサ９００７（力、変位、位置、速度、加速度、角速度、回転数、距離、光、液、磁気、温度、化学物質、音声、時間、硬度、電場、電流、電圧、電力、放射線、流量、湿度、傾度、振動、においまたは赤外線を測定する機能を含むもの）、マイクロフォン９００８、等を有する。

［０４３５］

図２８Ａ～図２８Ｆ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いてもよい。また、電子機器にカメラ等を設け、静止画、動画

などを撮影し、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、等を有していてもよい。

［０４３６］

図２８Ａ～図２８Ｆに示す電子機器の詳細について、以下説明を行う。

［０４３７］

図２８Ａは、携帯情報端末９１０１を示す斜視図である。携帯情報端末９１０１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９１０１は、スピーカ９００３、接続端子９００６、センサ９００７等を設けてもよい。また、携帯情報端末９１０１は、文字、画像情報などをその複数の面に表示することができる。図２８Ａでは３つのアイコン９０５０を表示した例を示している。また、破線の矩形で示す情報９０５１を表示部９００１の他の面に表示することもできる。情報９０５１の一例としては、電子メール、ＳＮＳ、電話などの着信の通知、電子メール、ＳＮＳなどの題名、送信者名、日時、時刻、バッテリの残量、アンテナ受信の強度などがある。または、情報９０５１が表示されている位置にはアイコン９０５０などを表示してもよい。

［０４３８］

図２８Ｂは、携帯情報端末９１０２を示す斜視図である。携帯情報端末９１０２は、表示部９００１の３面以上に情報を表示する機能を有する。ここでは、情報９０５２、情報９０５３、情報９０５４がそれぞれ異なる面に表示されている例を示す。例えばユーザーは、洋服の胸ポケットに携帯情報端末９１０２を収納した状態で、携帯情報端末９１０２の上方から観察できる位置に表示された情報９０５３を確認することもできる。ユーザーは、携帯情報端末９１０２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。

［０４３９］

図２８Ｃは、腕時計型の携帯情報端末９２００を示す斜視図である。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、充電を行うことなどもできる。なお、充電動作は無線給電により行ってもよい。

［０４４０］

図２８Ｄ～図２８Ｆ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２８Ｄは携帯情報端末９２０１を展開した状態、図２８Ｆは折り畳んだ状態、図２８Ｅは図２８Ｄと図２８Ｆ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。

［０４４１］

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

［符号の説明］

［０４４２］

Ｔｒ１：トランジスタ：ＳＷ１：スイッチ：ＳＷ２：スイッチ：ＳＷ３：スイッチ：ＳＷ４：スイッチ：ＳＡ：受発光素子：ＣＳ：容量：ＡＬ：配線：ＣＬ：配線：ＷＸ：配線：ＳＬ：配線：V_{data}：データ電位：V_{gp}：電位：V_{gs}：電圧：V_{off}：電位：V_{RS}：電位：V_{sig}：電位：ＳＬ１：配線：ＳＬ２：配線：ＳＬ３：配線：ＧＬ：配線：ＳＥ：配線：ＡＥＮ：配線：ＲＥＮ：配線：ＳＲ：受発光素子：ＥＬＢ：発光素子：ＥＬＧ：発光素子：Ｍ１：トランジスタ：Ｍ２：トランジスタ：Ｍ３：トランジスタ：Ｍ４：トランジスタ：Ｍ５：トランジスタ：Ｍ６：トランジスタ：１０：表示装置：１１：表示部：１２：駆動回路部：１３：駆動回路部：１４：駆動回路部：１５：回路部：２０Ｒ：画素：２０Ｂ：画素：２０Ｇ：画素：２１Ｒ：回路：２１Ｂ：回路：２１Ｇ：回路：３０：画素：３０Ａ：画素：３０Ｂ：画素：３０Ｇ：画素

請求の範囲

［請求項１］

第１乃至第３のスイッチと、第１のトランジスタと、容量と、受発光素子と、第１乃至第３の配線と、を有し、

前記第１の配線は、前記第１のスイッチを介して前記第１のトランジスタのゲートと電気的に接続され、

前記第２の配線は、前記第２のスイッチを介して前記第１のトランジスタのソース及びドレインの一方と電気的に接続され、

前記受発光素子は、アノードが前記第３のスイッチを介して前記第１のトランジスタのソース及びドレインの他方と電気的に接続され、カソードが前記第３の配線と電気的に接続され、

前記容量は、一方の電極が前記第１のトランジスタのゲートと電気的に接続され、他方の電極が前記第１のトランジスタのソース及びドレインの他方と電気的に接続され、

前記第２の配線には、第１の電位が与えられ、

前記第３の配線には、前記第１の電位よりも低い第２の電位が与えられ、

前記受発光素子は、第１の色の光を発する機能と、第２の色の光を受光し、電気信号に変換する機能と、を有する、

表示装置。

［請求項２］

第１乃至第４のスイッチと、第１のトランジスタと、容量と、受発光素子と、第１乃至第４の配線と、を有し、

前記第１の配線は、前記第１のスイッチを介して前記第１のトランジスタのゲートと電気的に接続され、

前記第２の配線は、前記第２のスイッチを介して前記第１のトランジスタのソース及びドレインの一方と電気的に接続され、

前記受発光素子は、アノードが前記第３のスイッチを介して前記第１のトランジスタのソース及びドレインの他方と電気的に接続され、カソードが前記第３の配線と電気的に接続され、

前記第４の配線は、前記第４のスイッチを介して前記第１のトランジスタのソース及びドレインの他方と電気的に接続され、

前記容量は、一方の電極が前記第１のトランジスタのゲートと電気的に接続され、他方の電極が前記第１のトランジスタのソース及びドレインの他方と電気的に接続され、

前記第２の配線には、第１の電位が与えられ、

前記第３の配線には、前記第１の電位よりも低い第２の電位が与えられ、

前記受発光素子は、第１の色の光を発する機能と、第２の色の光を受光し、電気信号に変換する機能と、を有する、

表示装置。

［請求項３］

請求項２において、

第１の期間において、前記第１乃至前記第４のスイッチは導通状態であり、前記第１の配線にはデータ電位が与えられ、前記第４の配線には、第３の電位が与えられ、

第２の期間において、前記第１乃至前記第４のスイッチは、非導通状態である、

表示装置。

［請求項４］

請求項２または請求項３において、

第３の期間において、前記第１のスイッチ、前記第３のスイッチ、及び前記第４のスイッチは導通状態であり、前記第２のスイッチは非導通状態であり、前記第１の配線には、前記第１の電位よりも低い第４の電位が与えられ、前記第４の配線には、前記第２の電位よりも低い第５の電位が与えられ、

第４の期間において、前記第１のスイッチ及び前記第３のスイッチは導通状態であり、前記第２のスイッチ及び前記第４のスイッチは非導通状態であり、前記第１の配線には、前記第２の電位よりも高い第６の電位が与えられ、

第５の期間において、前記第１のスイッチおよび前記第３のスイッチは非導通状態であり、前記第２のスイッチ及び前記第４のスイッチは導通状態である、

表示装置。

［請求項５］

第１乃至第５のトランジスタと、容量と、受発光素子と、第１乃至第４の配線と、を有し、

前記第２のトランジスタは、ソース及びドレインの一方が前記第１の配線と電気的に接続され、ソース及びドレインの他方が前記第１のトランジスタのゲートと電気的に接続され、

前記第３のトランジスタは、ソース及びドレインの一方が前記第２の配線と電気的に接続され、ソース及びドレインの他方が前記第１のトランジスタのソース及びドレインの一方と電気的に接続され、

前記第４のトランジスタは、ソース及びドレインの一方が前記第１のトランジスタのソース及びドレインの他方と電気的に接続され、ソース及びドレインの他方が前記受発光素子のアノードと電気的に接続され、

前記受発光素子は、カソードが前記第３の配線と電気的に接続され、

前記第５のトランジスタは、ソース及びドレインの一方が前記第１のトランジスタのソース及びドレインの他方と電気的に接続され、ソース及びドレインの他方が前記第４の配線と電気的に接続され、

前記容量は、一方の電極が前記第１のトランジスタのゲートと電気的に接続され、他方の電極が前記第１のトランジスタのソース及びドレインの他方と電気的に接続され、

前記第２の配線には、第１の電位が与えられ、

前記第３の配線には、前記第１の電位よりも低い第２の電位が与えられ、

前記受発光素子は、第１の色の光を発する機能と、第２の色の光を受光し、電気信号に変換する機能と、を有する、

表示装置。

［請求項６］

請求項５において、

前記第１乃至第５のトランジスタのうちの一以上は、ゲートとバックゲートとを有し、

前記ゲートと前記バックゲートには、同じ電位が与えられる、

表示装置。

［請求項７］

請求項１乃至請求項６のいずれか一において、

発光素子を有し、

前記発光素子は、前記第２の色の光を発する機能を有し、

前記受発光素子と前記発光素子とは、同一面上に設けられる、

表示装置。

［請求項８］

請求項７において、

前記受発光素子は、第１の画素電極、第１の発光層、活性層、第１の電極を有し、

前記発光素子は、第２の画素電極、第２の発光層、前記第１の電極を有し、

前記第１の画素電極と、前記第２の画素電極とは、同一の導電膜を加工して形成される、

表示装置。

［請求項９］

請求項１乃至請求項８のいずれか一に記載の表示装置と、コネクターまたは集積回路と、を有する、

表示モジュール。

［請求項１０］

請求項９に記載の表示モジュールと、

アンテナ、バッテリ、筐体、カメラ、スピーカ、マイク、タッチセンサ、及び操作ボタンのうち、少なくとも一つと、を有する、

電子機器。

図1

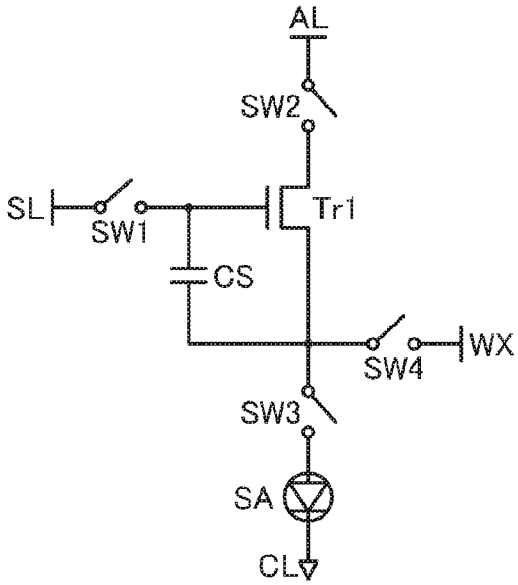


図2A

データ書き込み期間

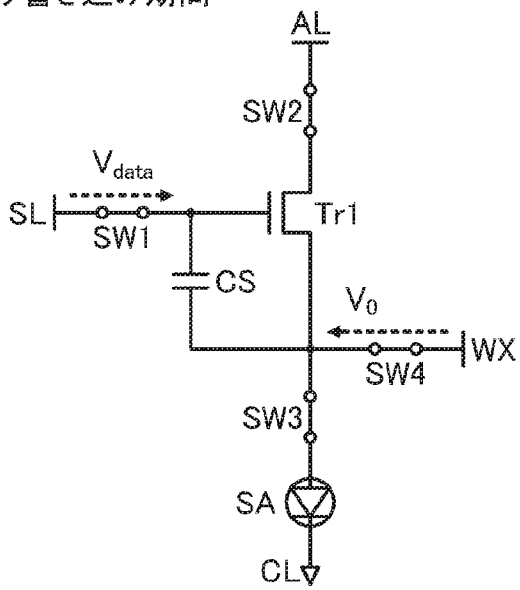


図2B

保持、発光期間

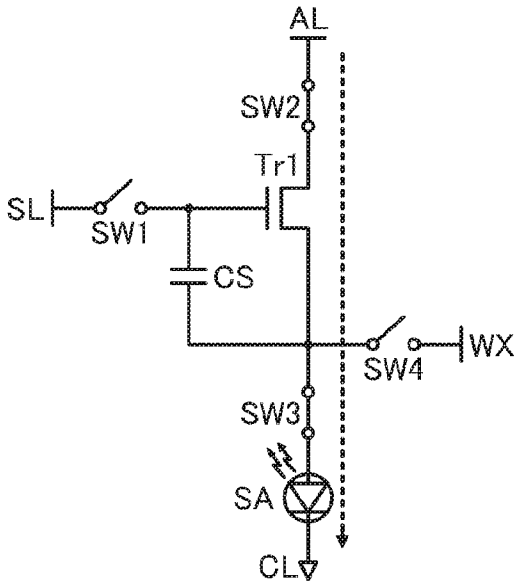


図3A

リセット期間

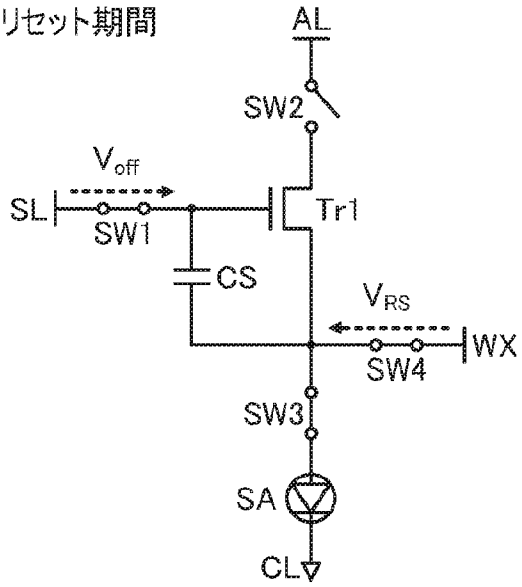


図3B

露光期間

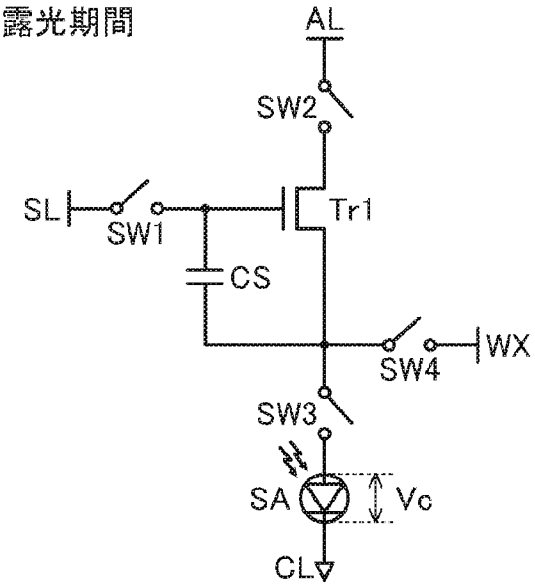


図3C

転送期間

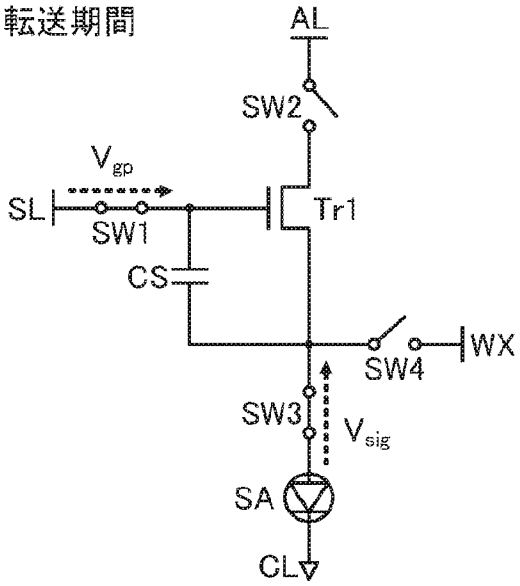


図3D

読出期間

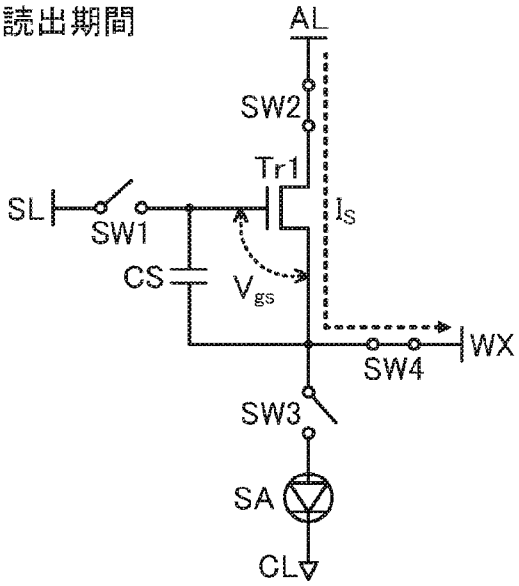


図4A

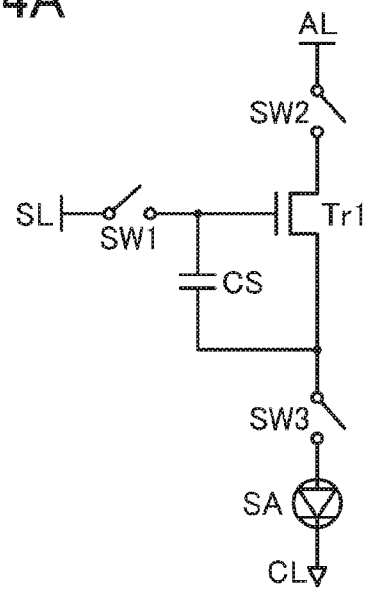


図4B

データ書き込み期間

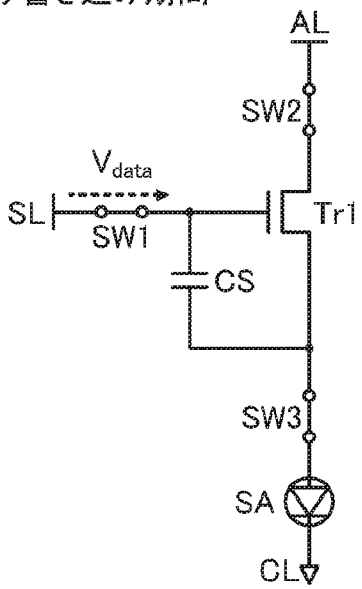


図4C

保持、発光期間

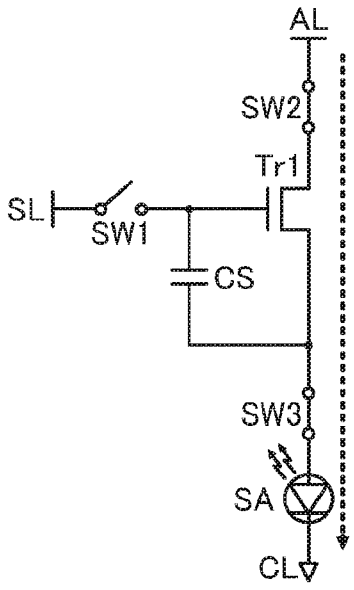


図5A

リセット期間

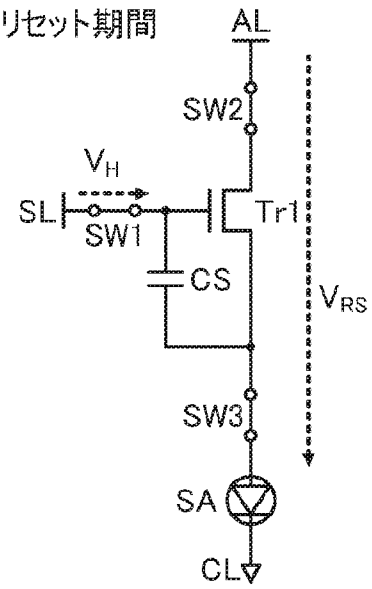


図5B

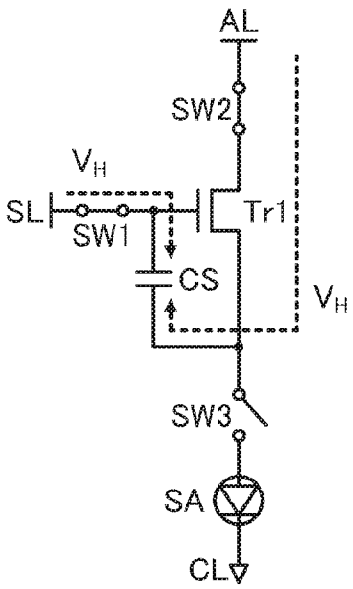


図5C

露光期間

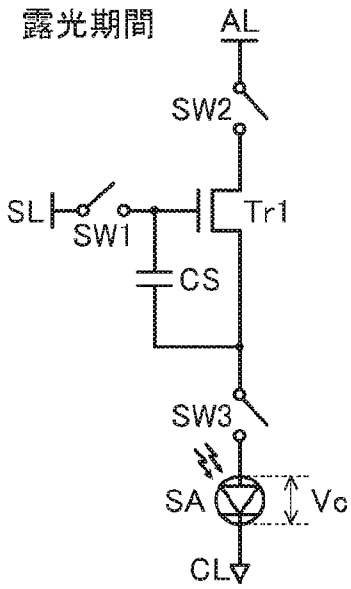


図5D

転送期間

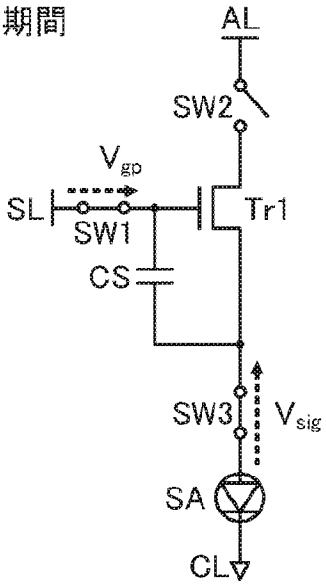


図5E

読出期間

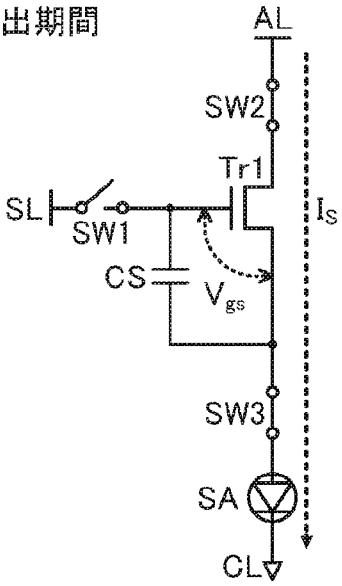
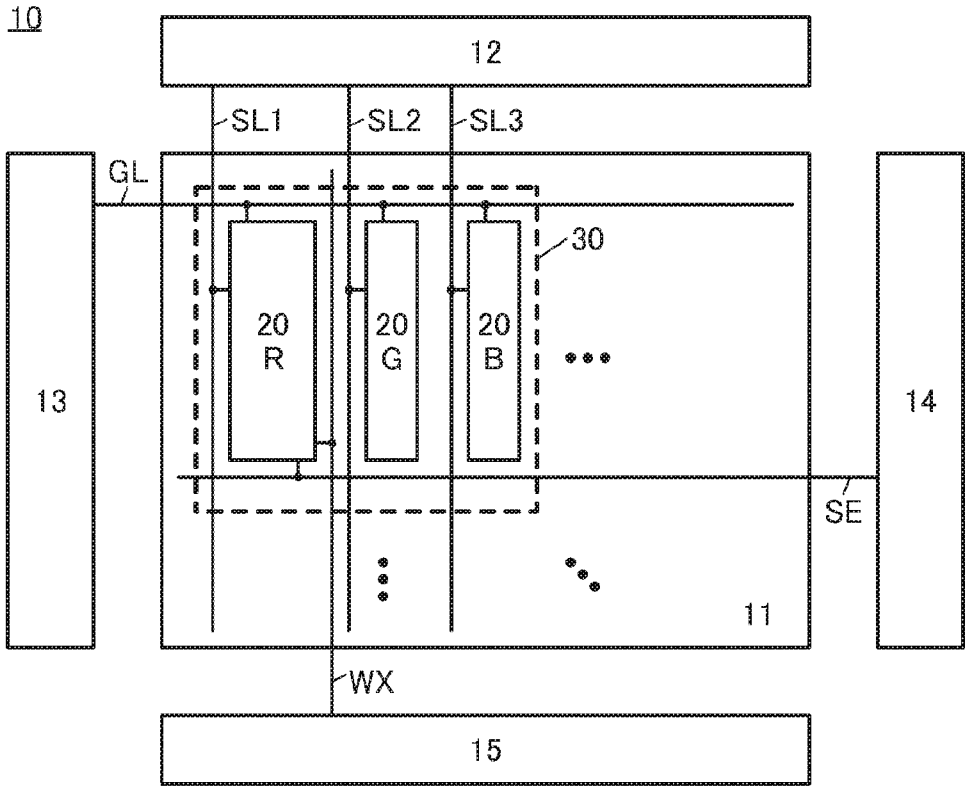


図6



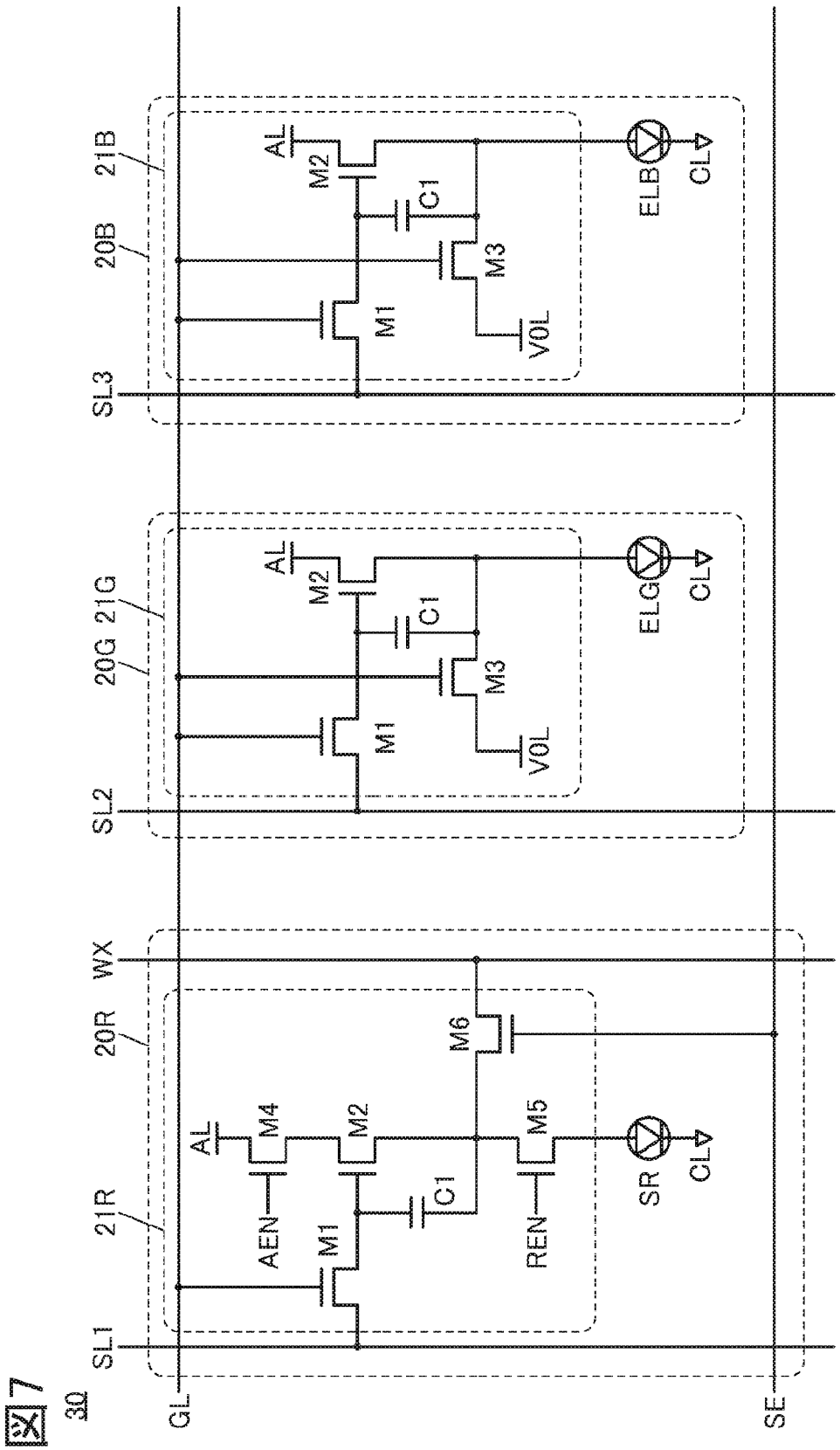

30
GL
SE
SL1
21R
20R
WX
SL2
20G
21G
SL3
20B
21B
AL
AEN
M1
M2
M3
M4
M5
M6
C1
REN
V0L
SR
ELG
ELB
CL

図7

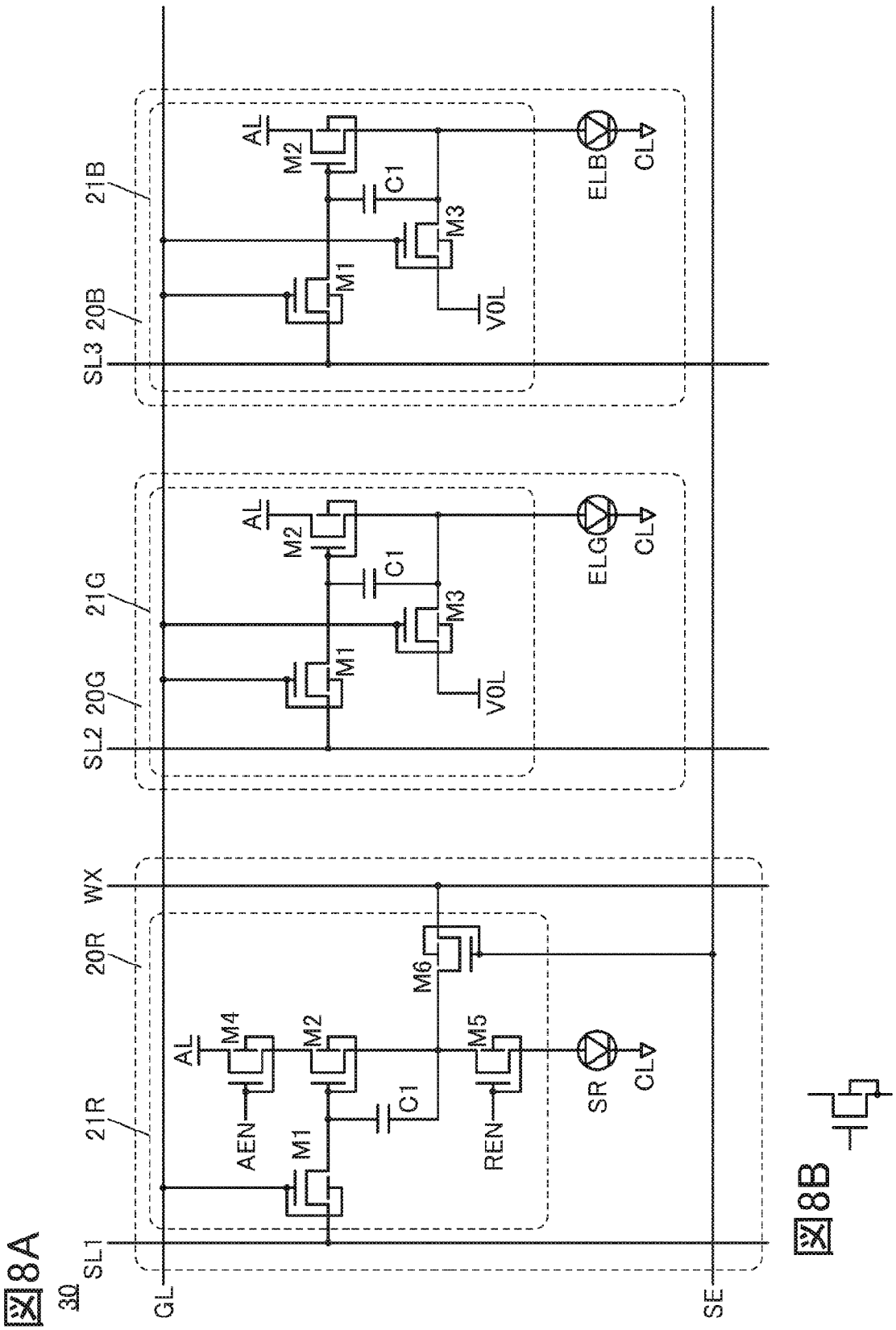

30
SL1
GL
SE
21R
20R
WX
21G
SL2
20G
21B
SL3
20B
AL
M4
M2
M1
M5
M6
C1
AEN
REN
SR
CL
ELG
ELB
M3
V0L

図8A

図8B

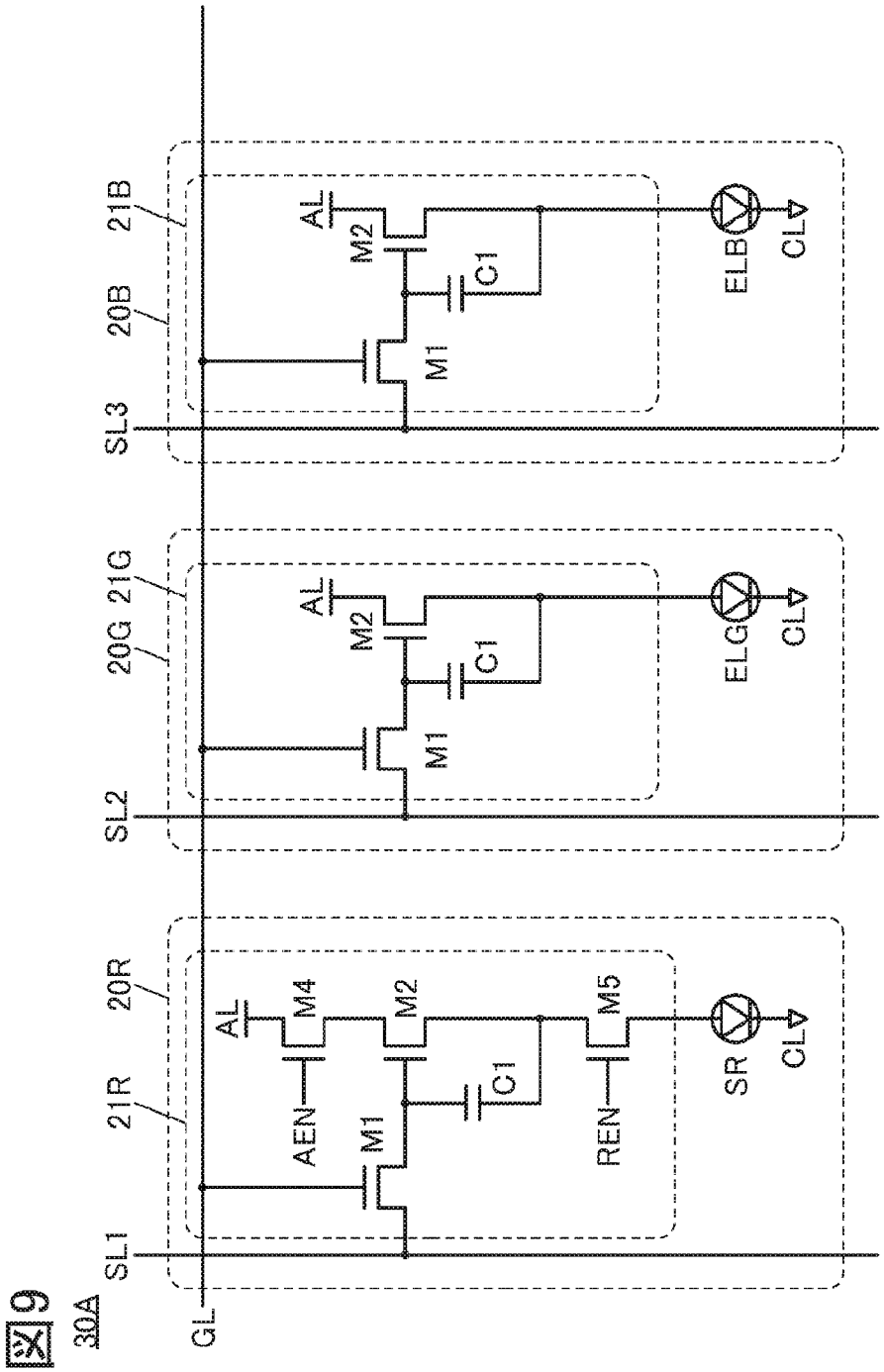

30A
GL
SL1
21R
20R
AL
M4
AEN
M1
M2
C1
M5
REN
SR
CL
SL2
20G
21G
AL
M2
M1
C1
ELG
CL
SL3
20B
21B
AL
M2
M1
C1
ELB
CL

Fig. 9

図10A

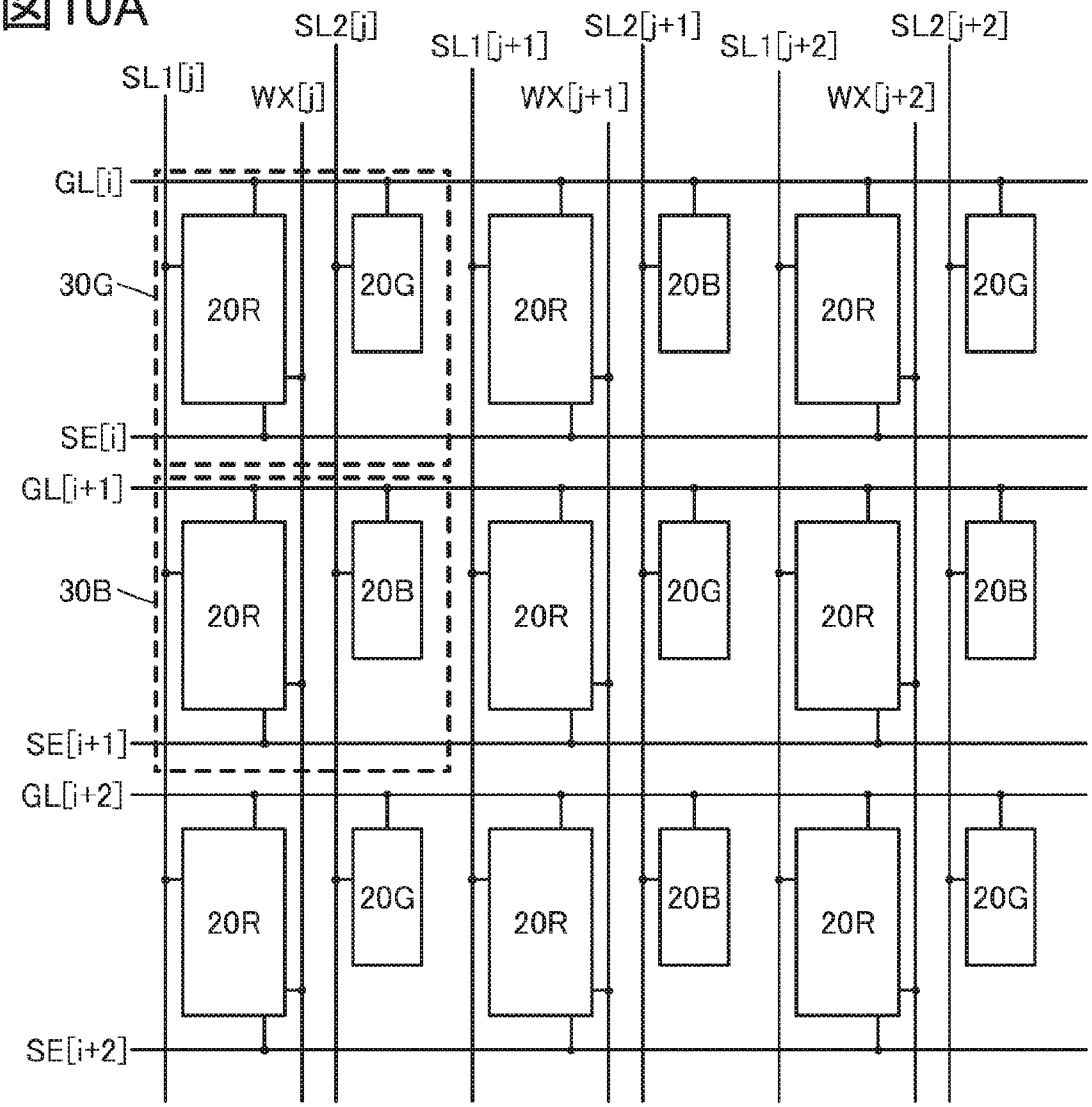

SL1[j]
SL2[j]
SL1[j+1]
SL2[j+1]
SL1[j+2]
SL2[j+2]
WX[j]
WX[j+1]
WX[j+2]
GL[i]
GL[i+1]
GL[i+2]
30G
30B
SE[i]
SE[i+1]
SE[i+2]
20R
20G
20B

図10B

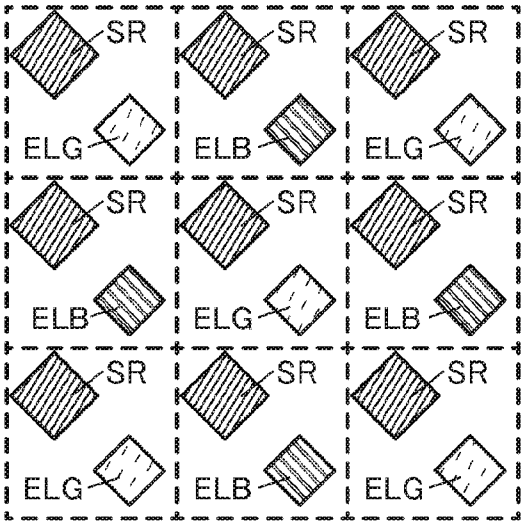

SR
ELG
ELB

図11

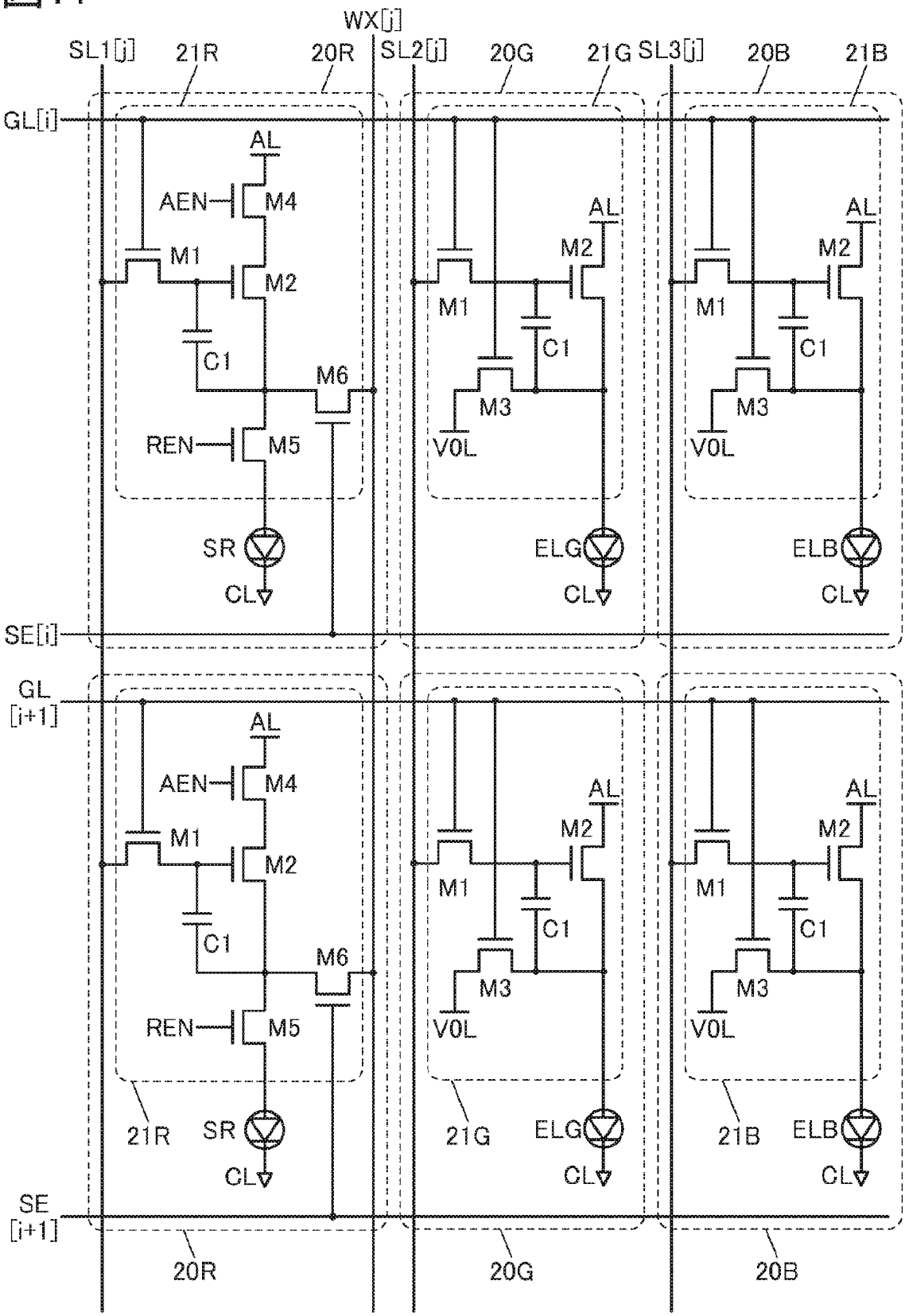

WX[j]
SL1[j]
21R
20R
SL2[j]
20G
21G
SL3[j]
20B
21B
GL[i]
AL
AEN
M4
M1
M2
C1
M6
REN
M5
SR
CL
M3
V0L
ELG
ELB
SE[i]
GL
[i+1]
SE
[i+1]

図12

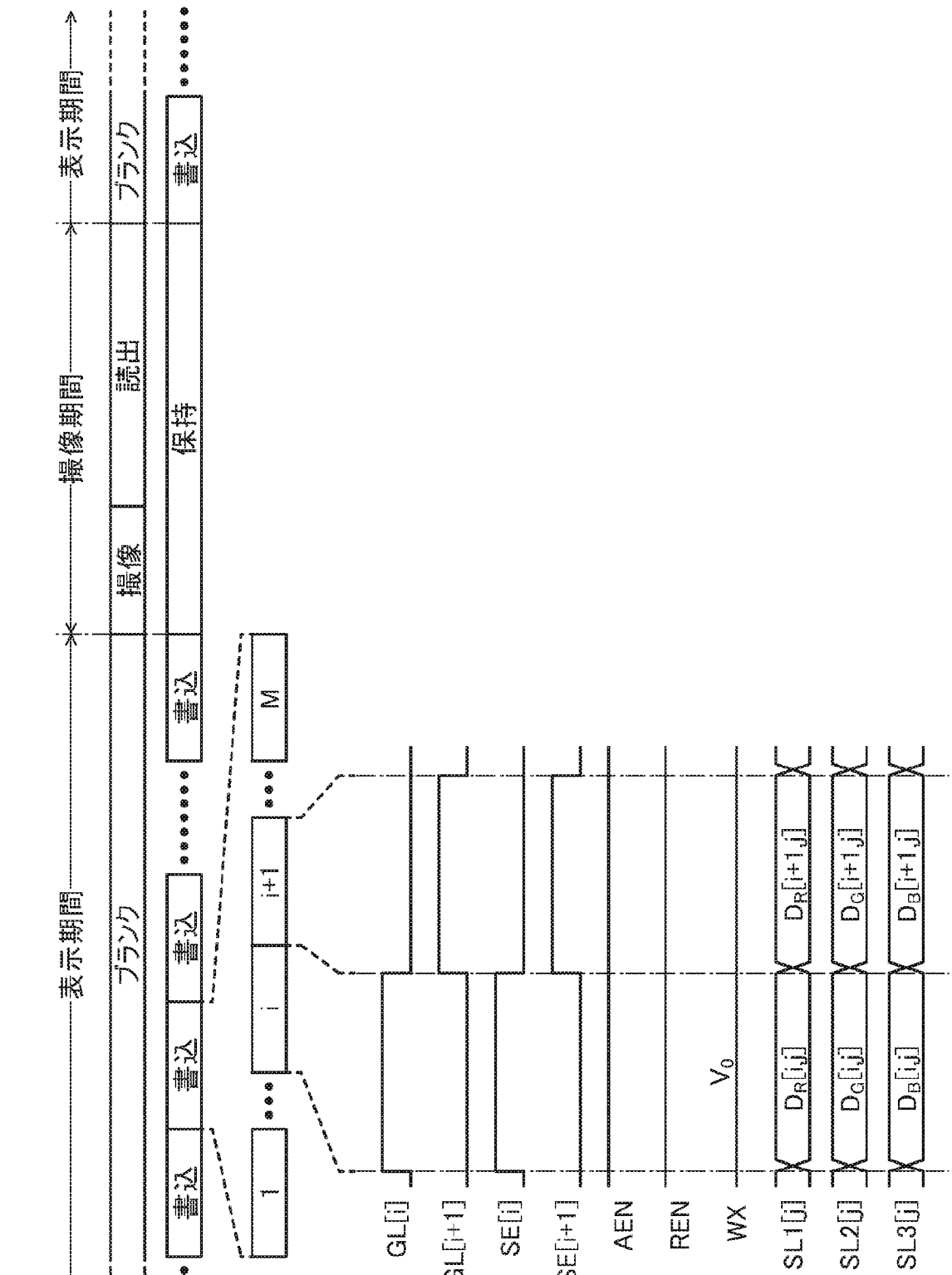

表示期間
撮像期間
表示期間
センサ
表示
ブランク
書込
書込
書込
撮像
読出
保持
ブランク
書込
1
i
i+1
M
GL[i]
GL[i+1]
SE[i]
SE[i+1]
AEN
REN
WX
V0
SL1[j]
SL2[j]
SL3[j]
DR[i,j]
DG[i,j]
DB[i,j]
DR[i+1,j]
DG[i+1,j]
DB[i+1,j]

図13

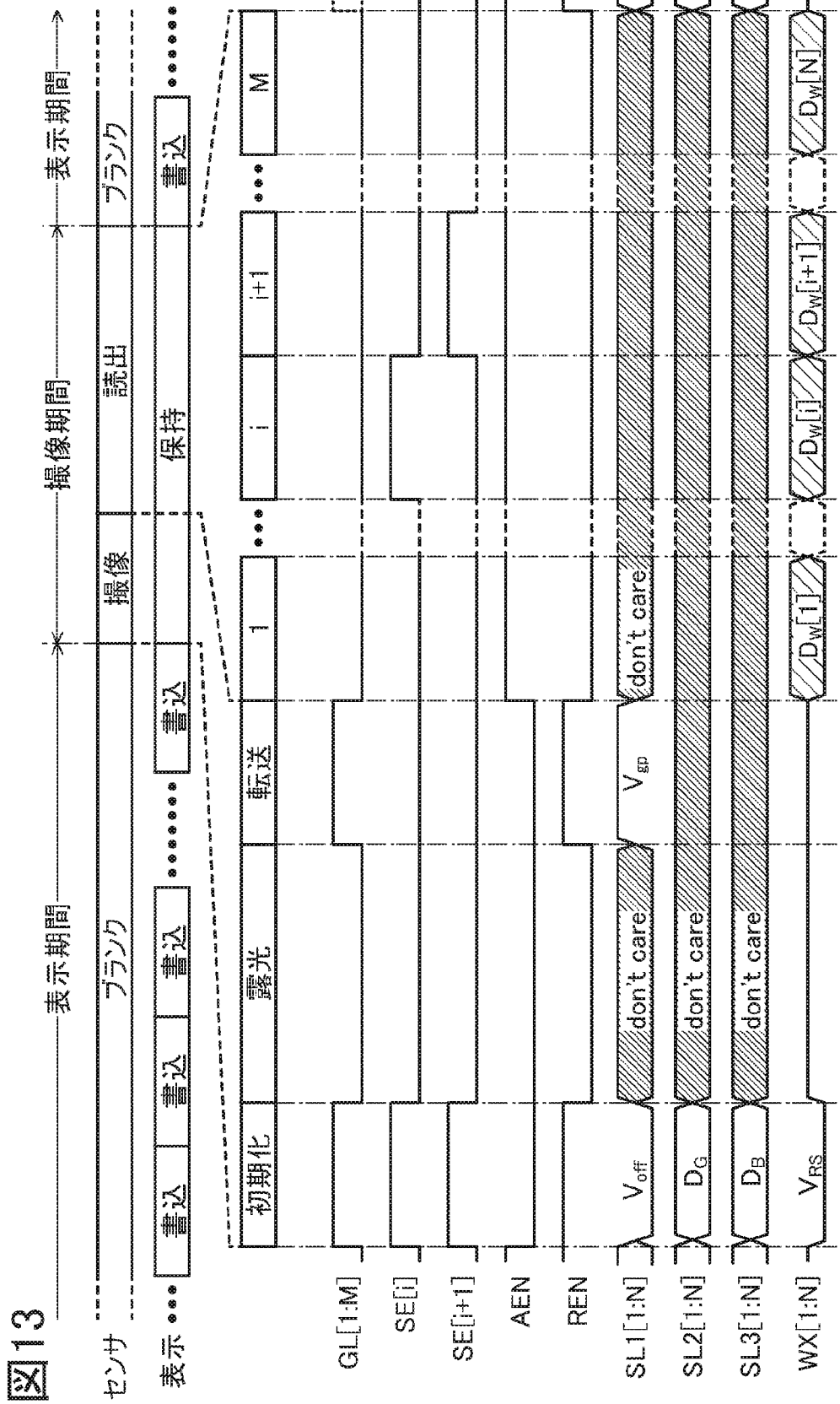

表示期間
撮像期間
表示期間
センサ
表示
ブランク
書込
書込
書込
書込
撮像
読出
保持
ブランク
書込
初期化
露光
転送
1
i
i+1
M
GL[1:M]
SE[i]
SE[i+1]
AEN
REN
SL1[1:N]
SL2[1:N]
SL3[1:N]
WX[1:N]
don't care
don't care
don't care
don't care
V_{off}
V_{gp}
D_G
D_B
V_{RS}
$D_W[1]$
$D_W[i]$
$D_W[i+1]$
$D_W[N]$

図14A

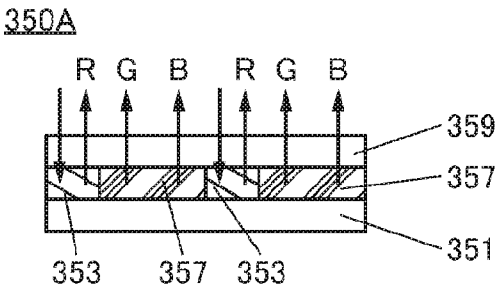


図14B

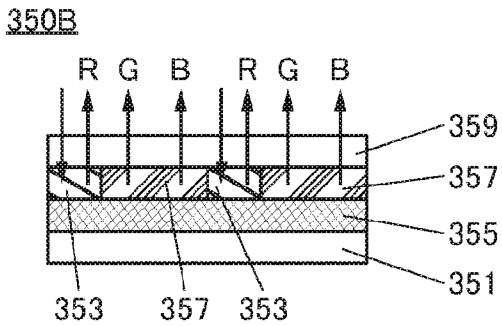


図14C

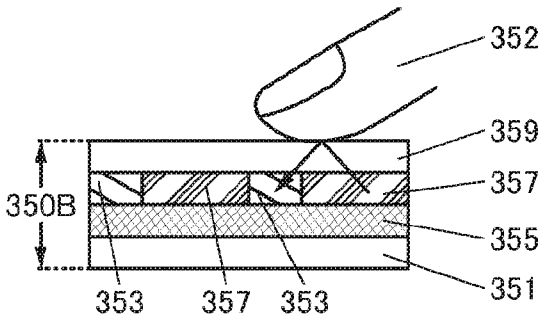


図14D

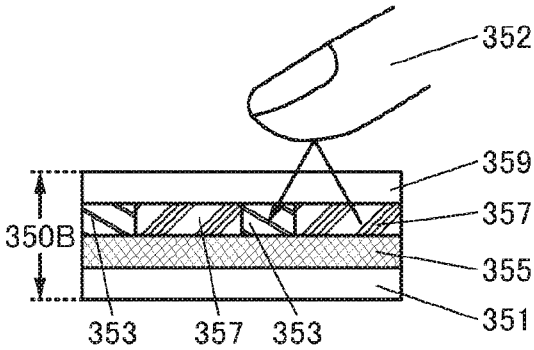


図14E

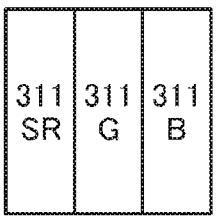


図14F

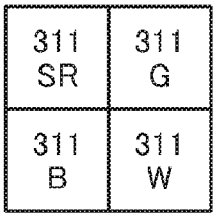


図14G

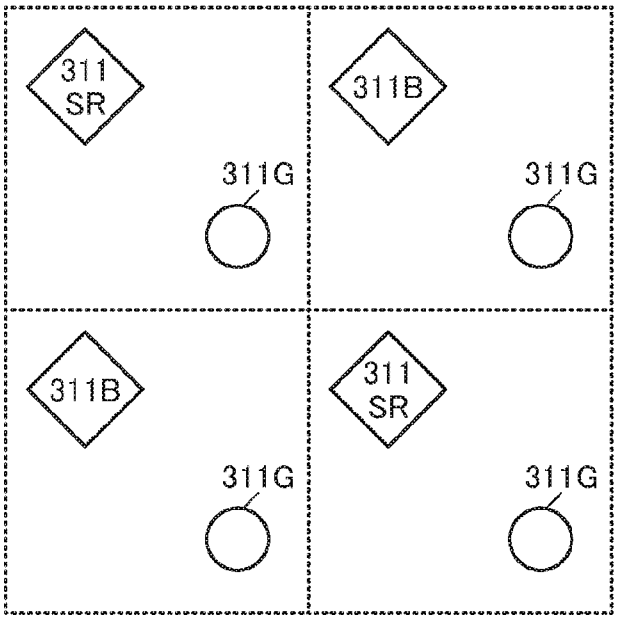


図15A

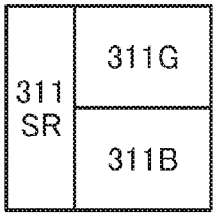


図15B

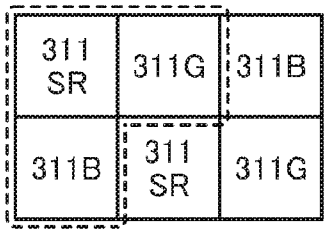


図15C

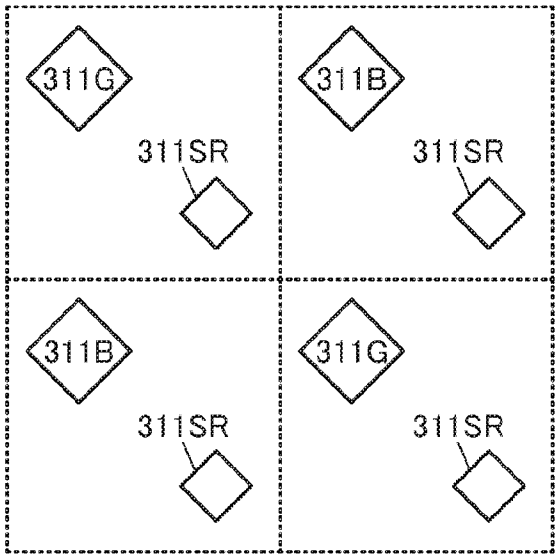


図15D

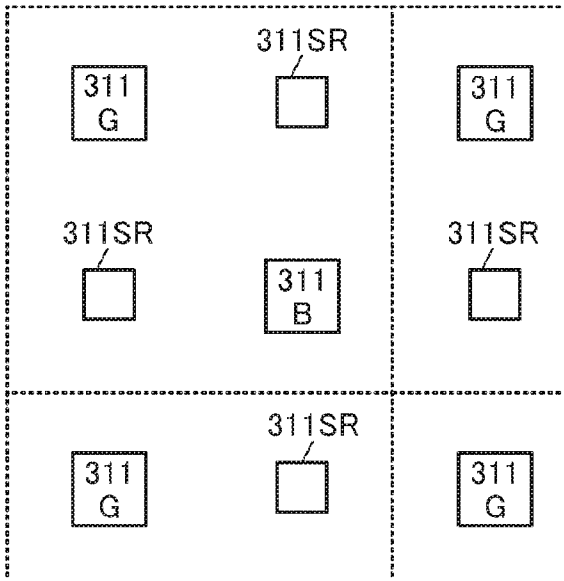


図16A

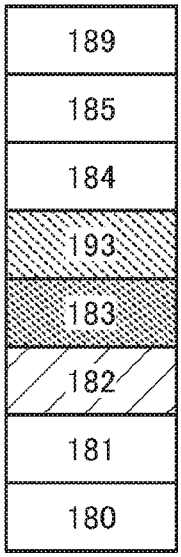


図16B

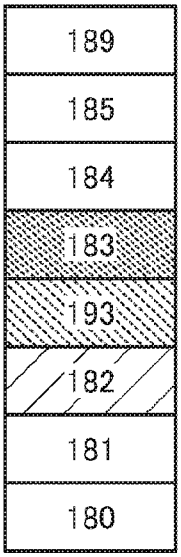


図16C

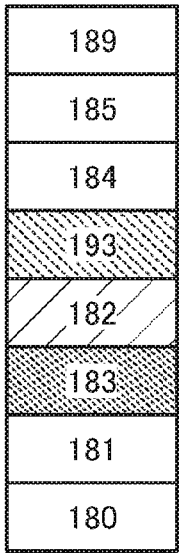


図16D

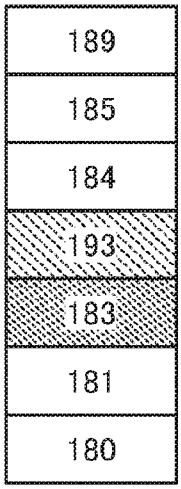


図16E

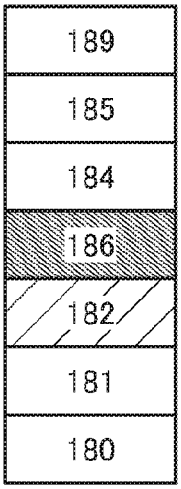


図17A

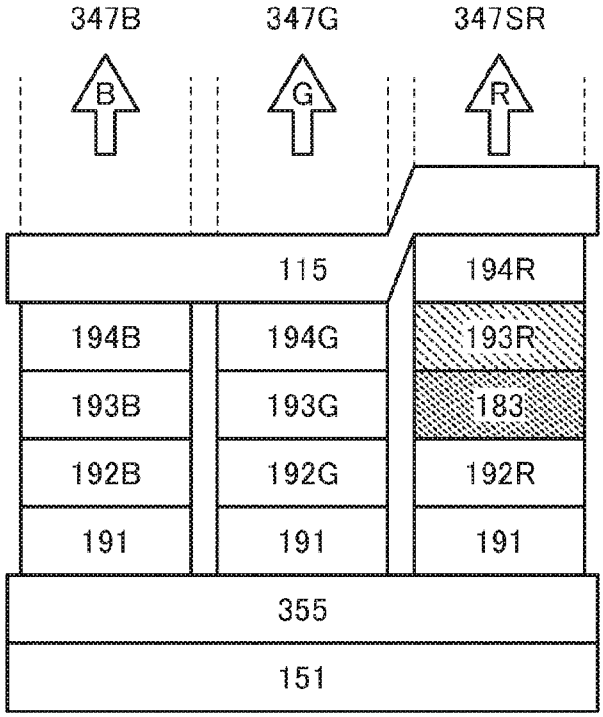

347B
347G
347SR
B
G
R
115
194R
194B
194G
193R
193B
193G
183
192B
192G
192R
191
191
191
355
151

図17B

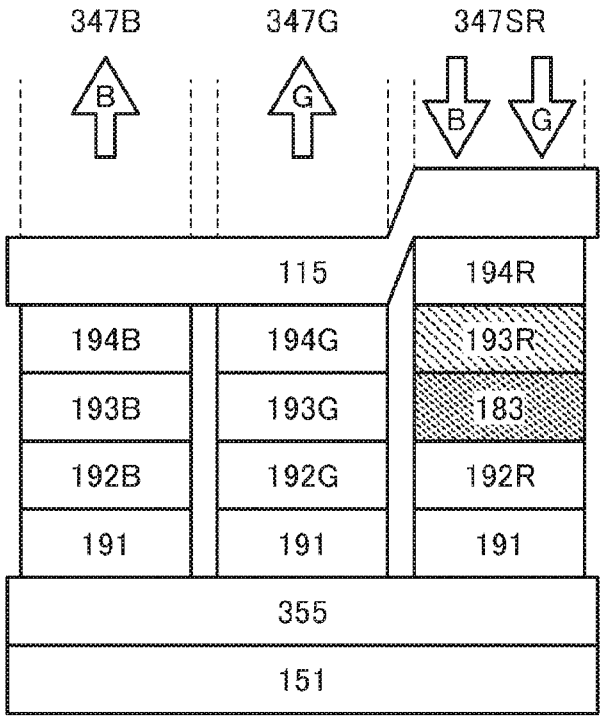

347B
347G
347SR
B
G
B
G
115
194R
194B
194G
193R
193B
193G
183
192B
192G
192R
191
191
191
355
151

図18A

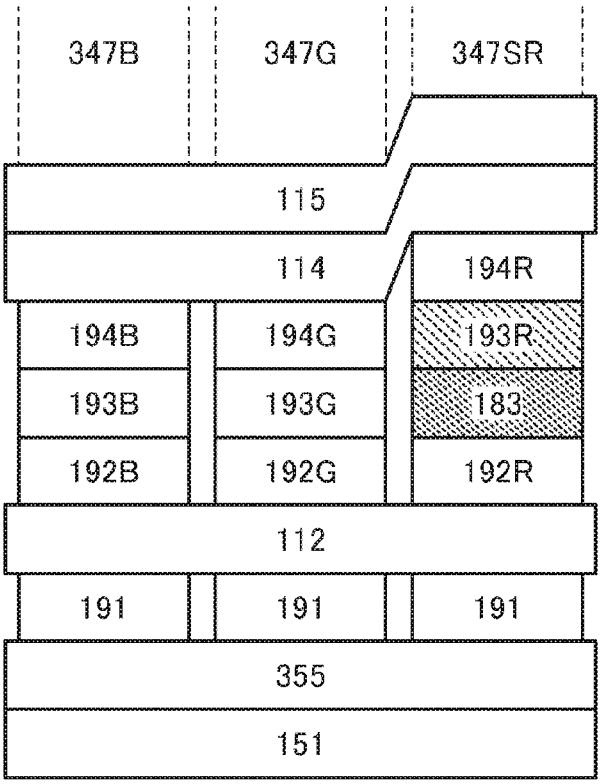

347B
347G
347SR
115
114
194R
194B
194G
193R
193B
193G
183
192B
192G
192R
112
191
191
191
355
151

図18B

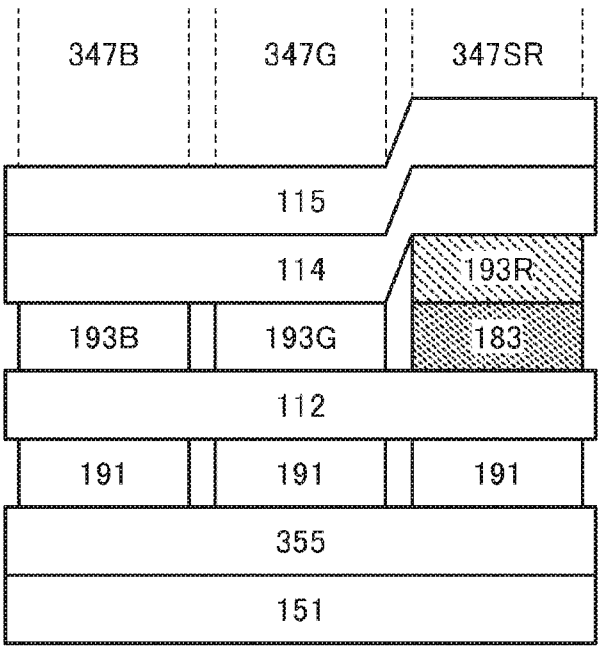

347B
347G
347SR
115
114
193R
193B
193G
183
112
191
191
191
355
151

図19A

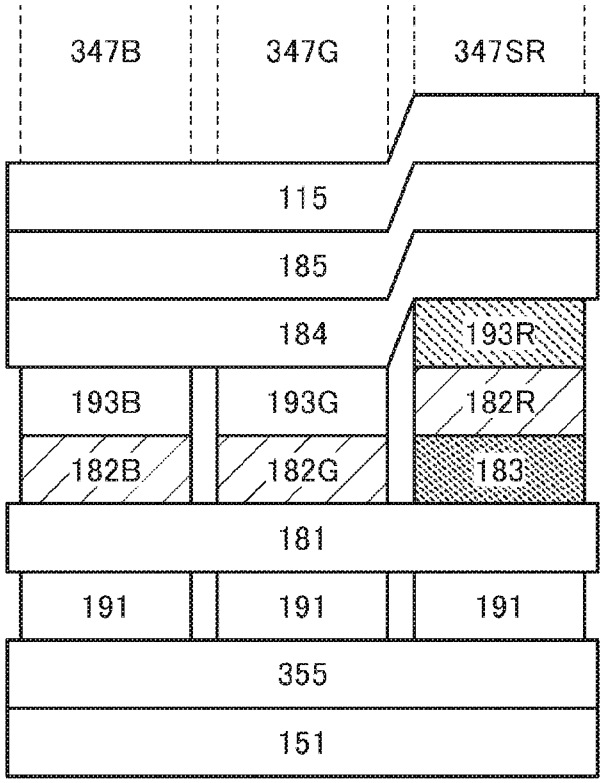

347B
347G
347SR
115
185
184
193R
193B
193G
182R
182B
182G
183
181
191
191
191
355
151

図19B

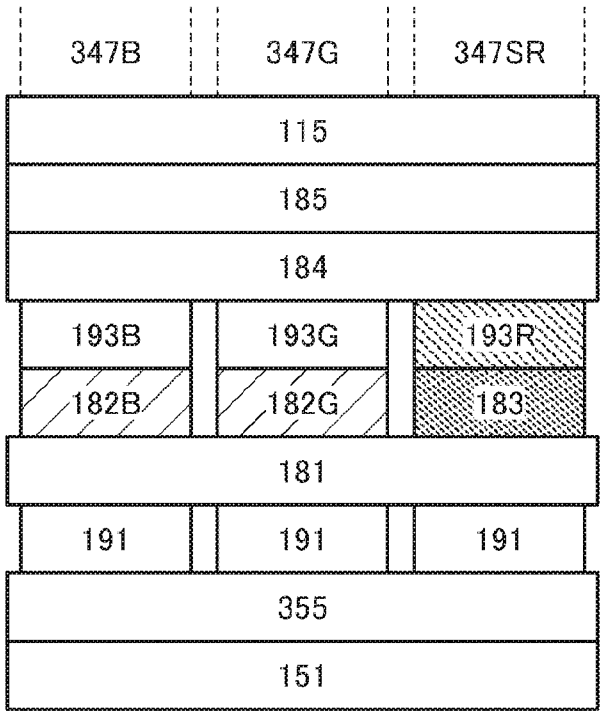

347B
347G
347SR
115
185
184
193B
193G
193R
182B
182G
183
181
191
191
191
355
151

図20A

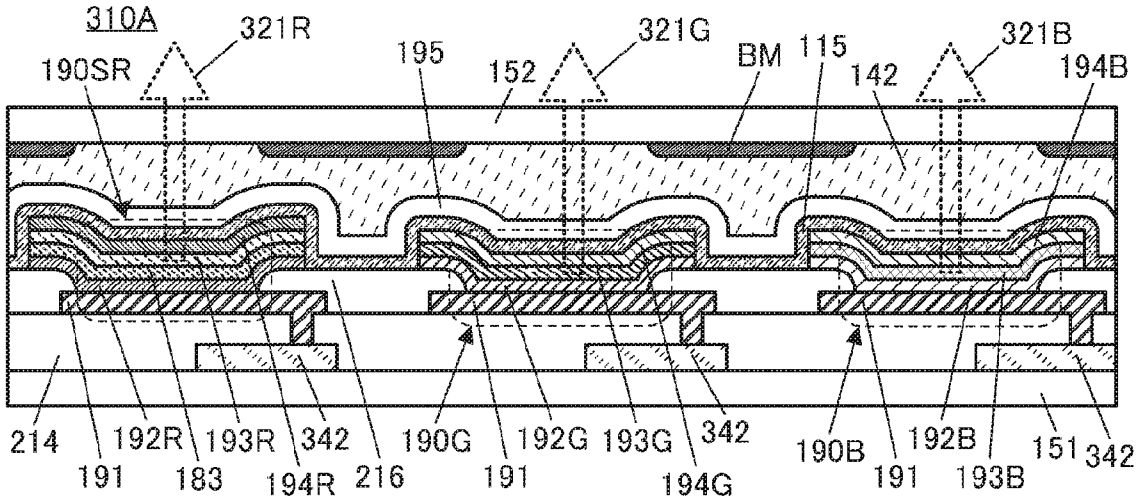

310A
321R
321G
321B
190SR
195
152
BM
115
142
194B
214
191
192R
183
193R
194R
342
216
190G
191
192G
193G
194G
342
190B
191
192B
193B
151
342

図20B

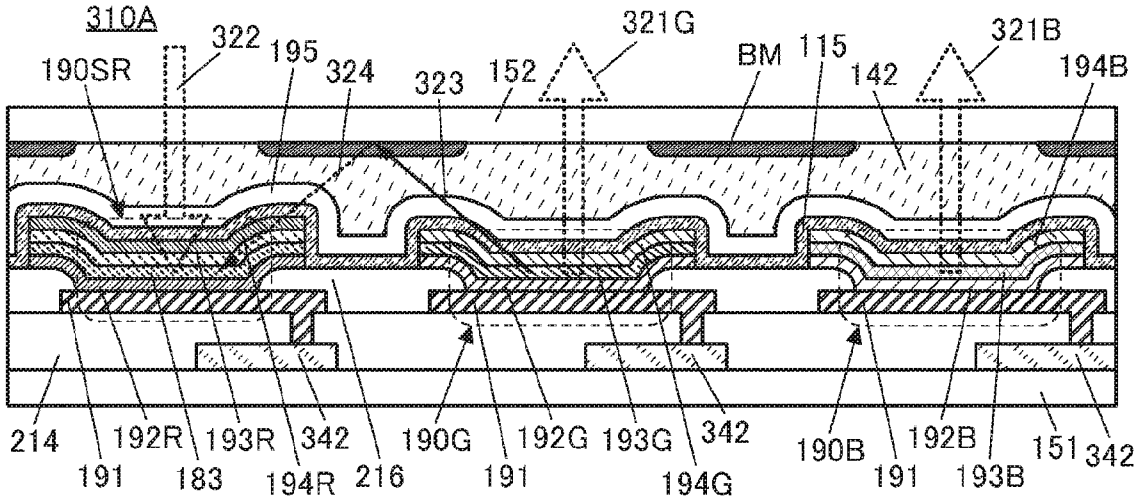

310A
322
195
324
323
321G
152
BM
115
142
321B
194B
190SR
214
191
192R
183
193R
194R
342
216
190G
191
192G
193G
194G
342
190B
191
192B
193B
151
342

図21A

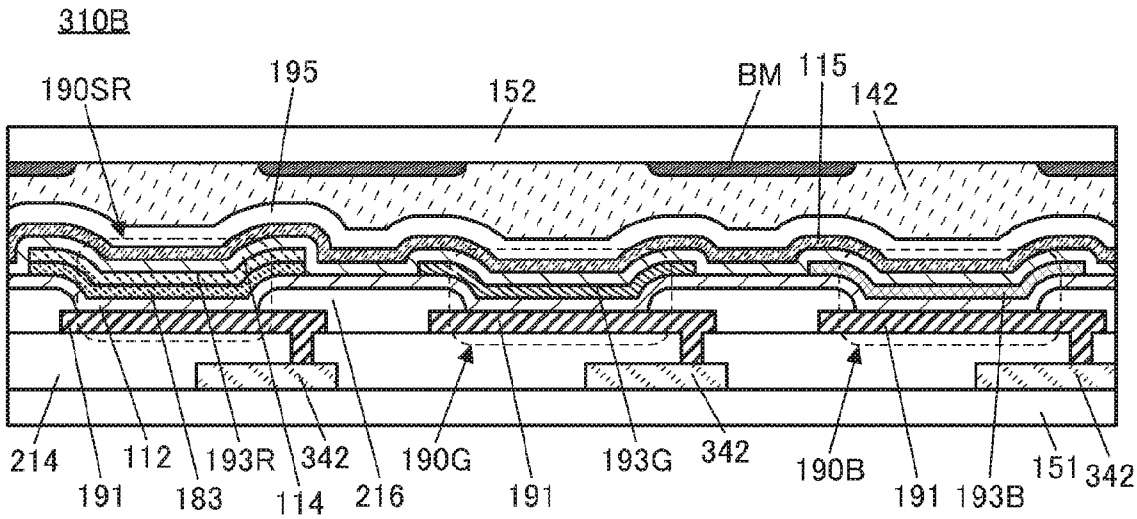

310B
190SR
195
152
BM
115
142
214
191
112
183
193R
114
342
216
190G
191
193G
342
190B
191
193B
151
342

図21B

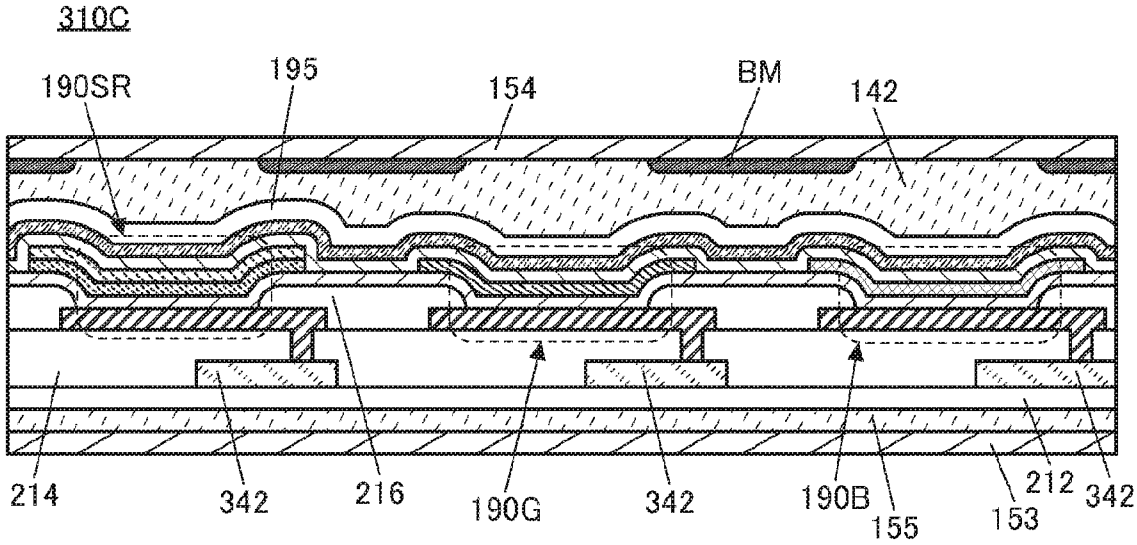
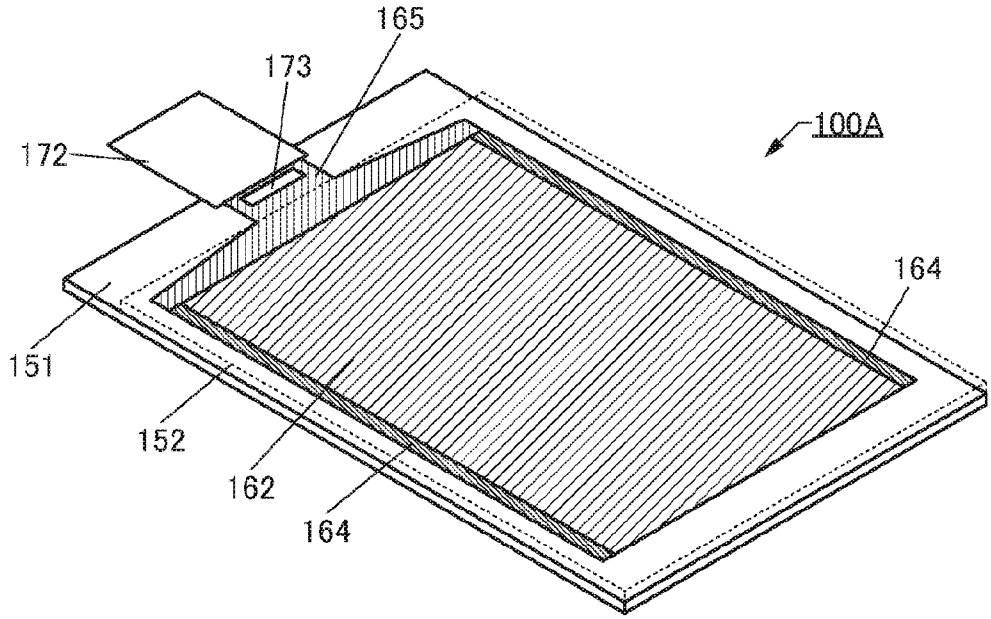

310C
190SR
195
154
BM
142
214
342
216
190G
342
190B
155
153
212
342

図22



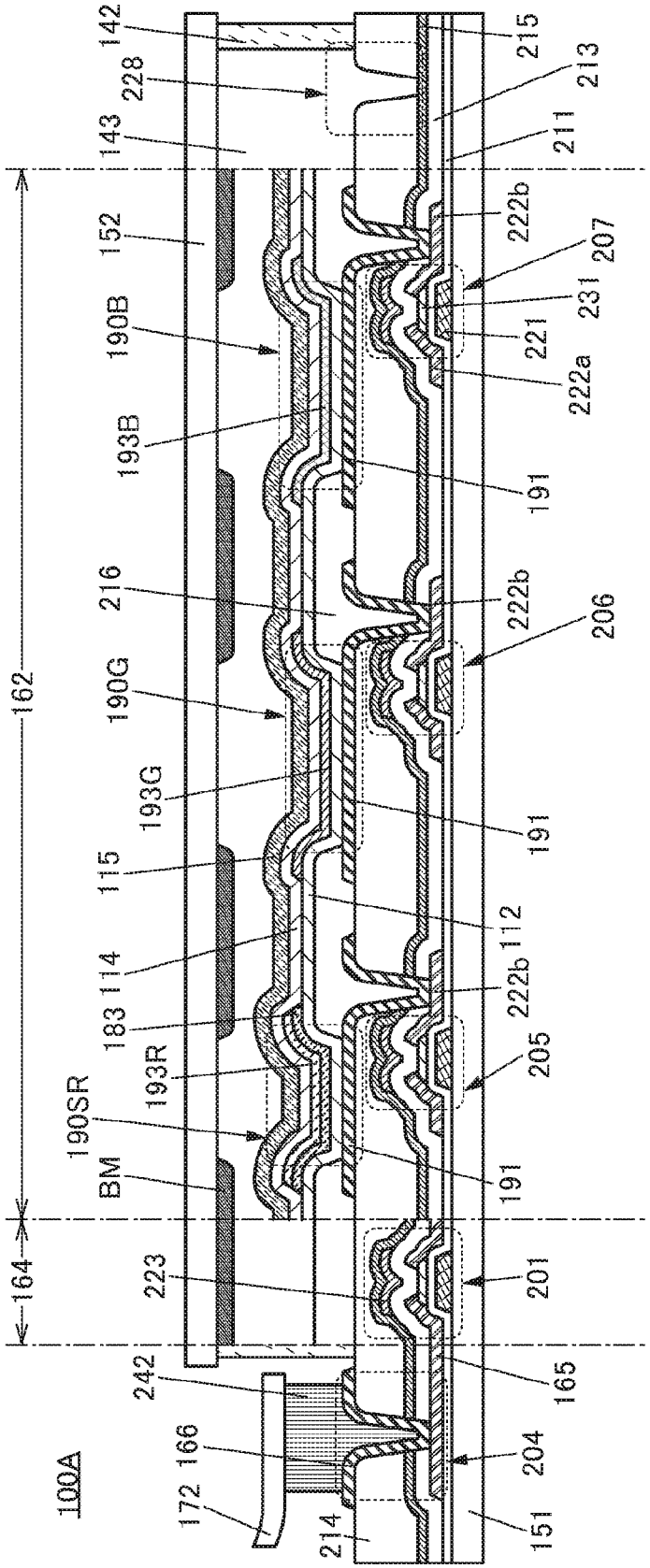
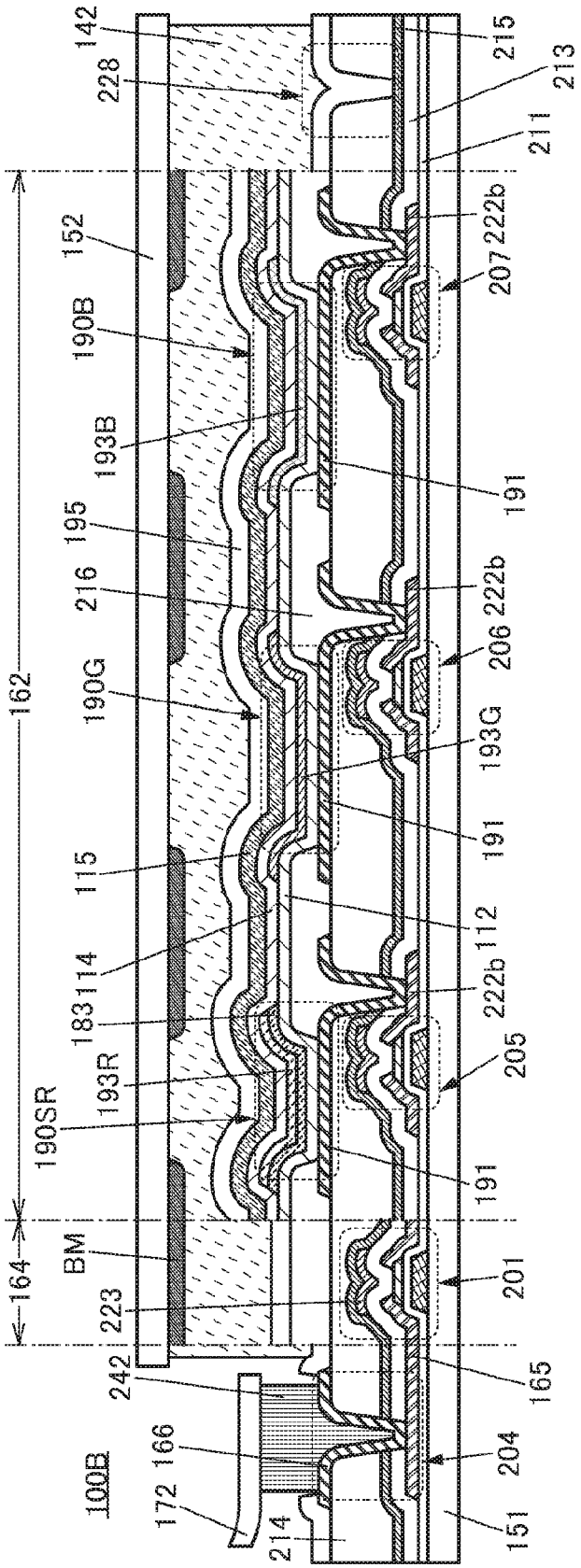

142
228
143
152
190B
193B
216
190G
193G
115
114
183
193R
190SR
BM
223
242
166
172
214
100A
162
164
215
213
211
222b
207
231
221
222a
191
206
205
201
165
204
151

図23

図24


142
228
215
213
211
222b
207
152
190B
193B
191
195
216
222b
206
190G
193G
191
115
112
183
114
222b
205
193R
190SR
191
164
BM
223
201
242
165
100B
166
204
172
214
151

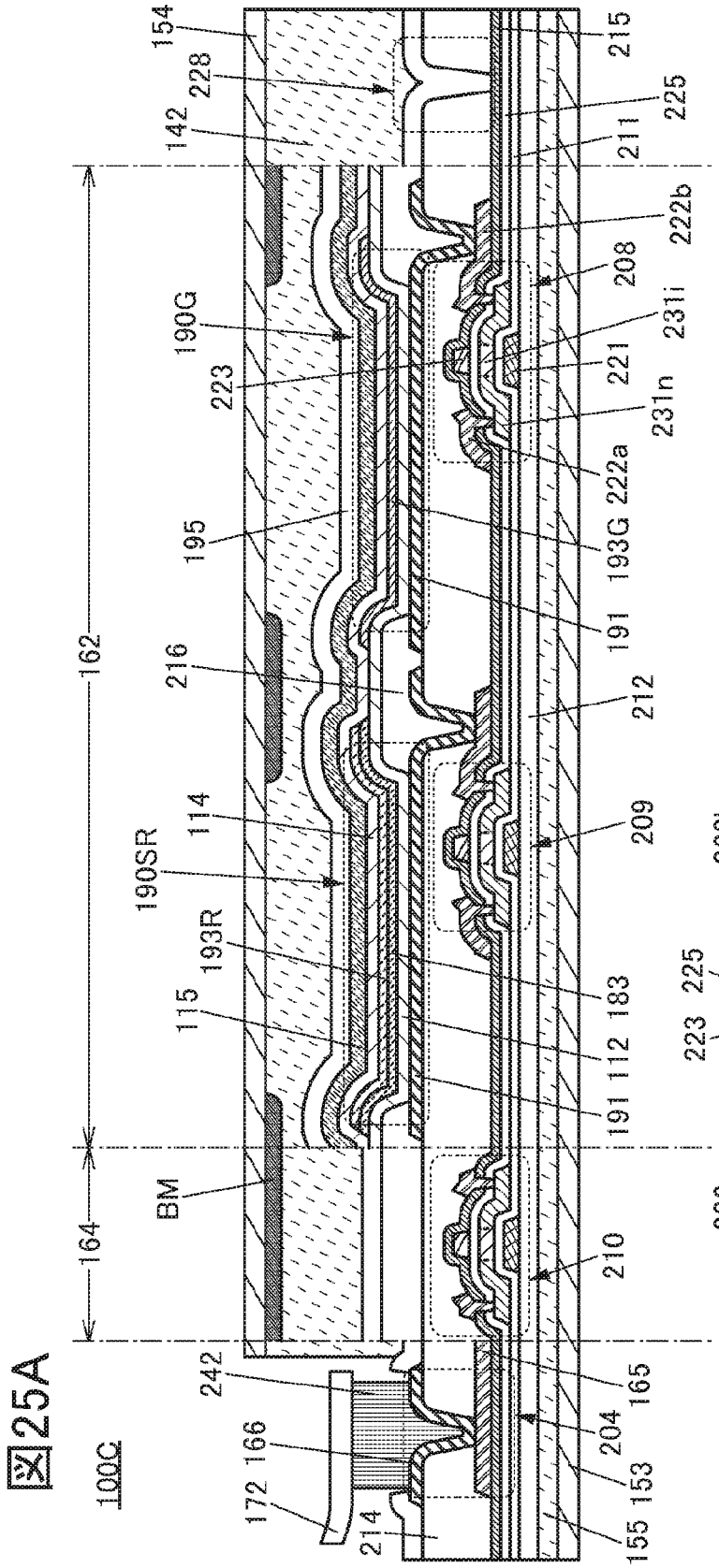

154
228
142
215
225
211
222b
208
231i
190G
223
221
231n
222a
193G
195
191
216
212
218
215
222b
231n
231
231i
209
190SR
114
193R
183
225
223
221
115
112
191
BM
210
222a
202
242
165
204
166
172
153
214
155
162
164
100c

図25A

図25B

図26A

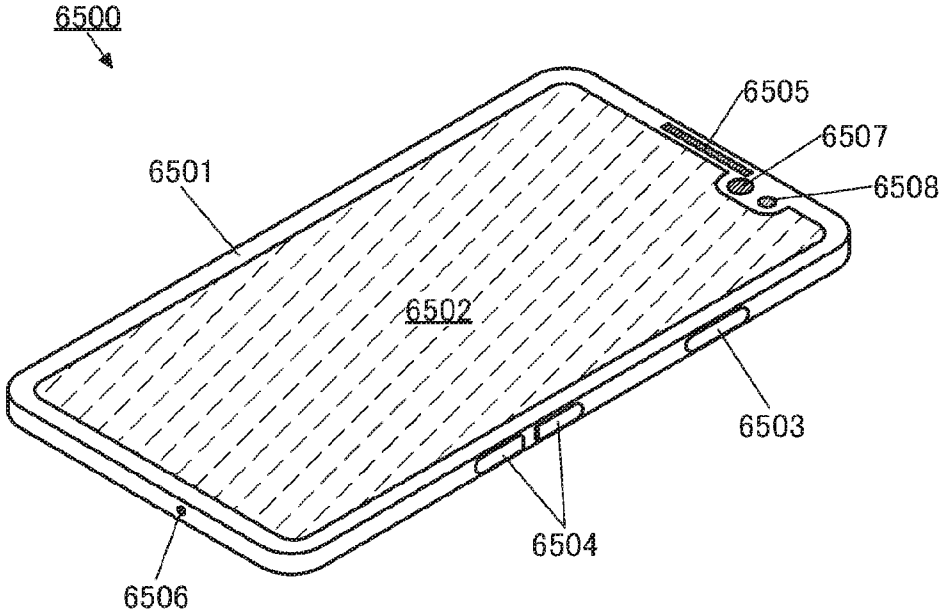

6500
6505
6507
6501
6508
6502
6503
6504
6506

図26B

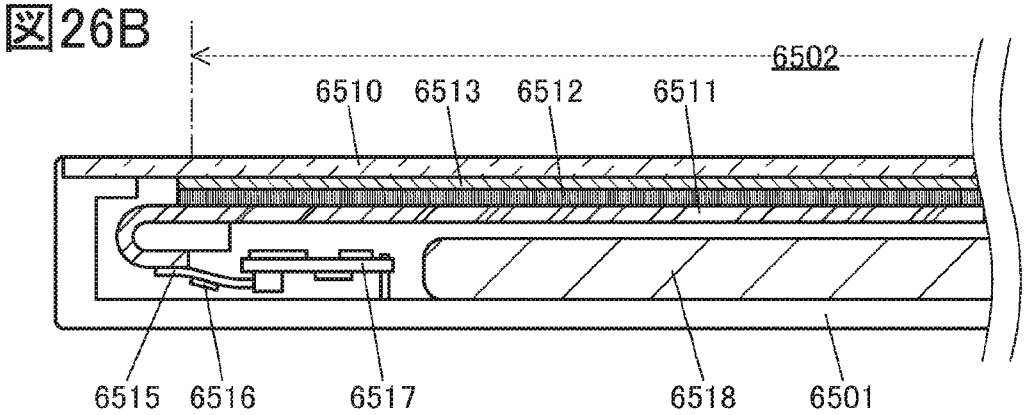

6502
6510
6513
6512
6511
6515
6516
6517
6518
6501

図27A

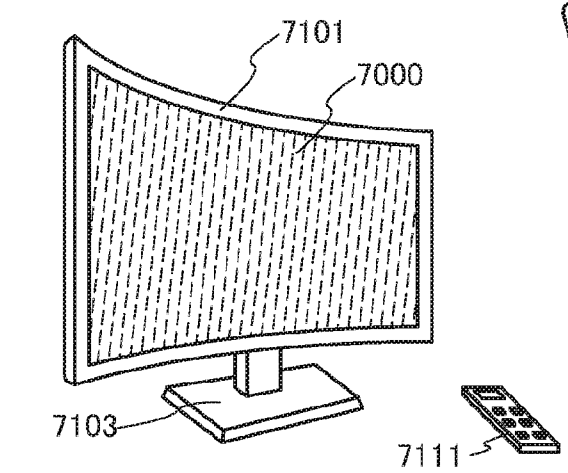


図27B

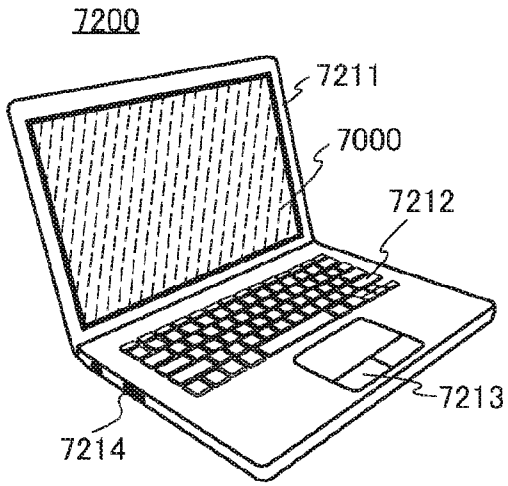


図27C

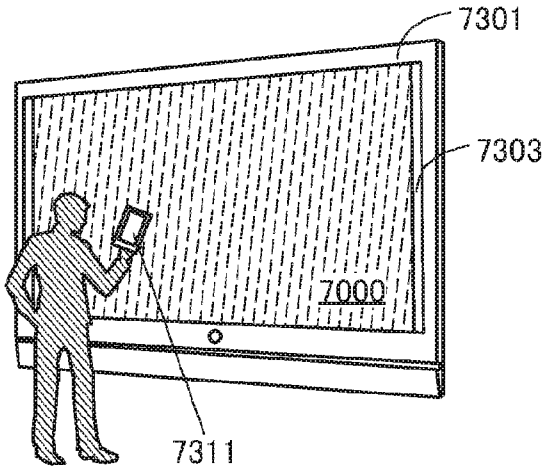


図27D

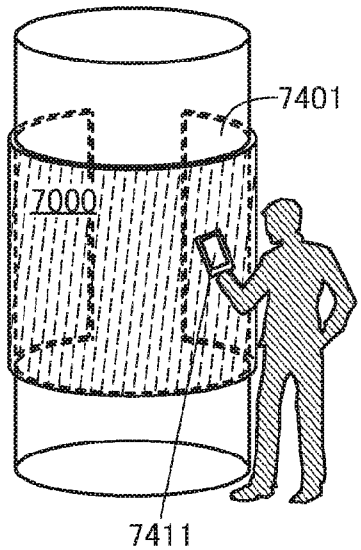


図28A

9101

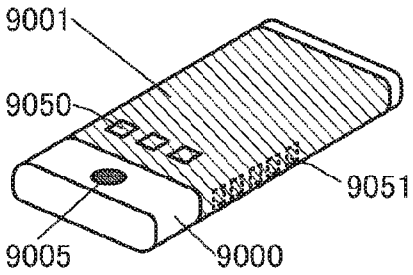


図28B

9102

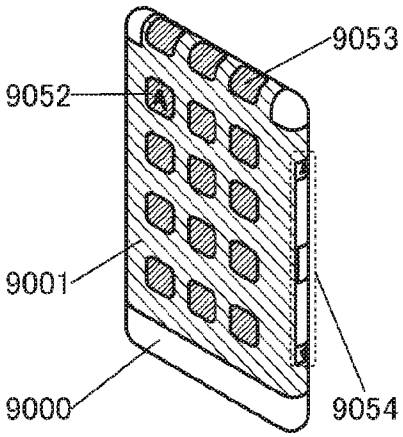


図28C

9200

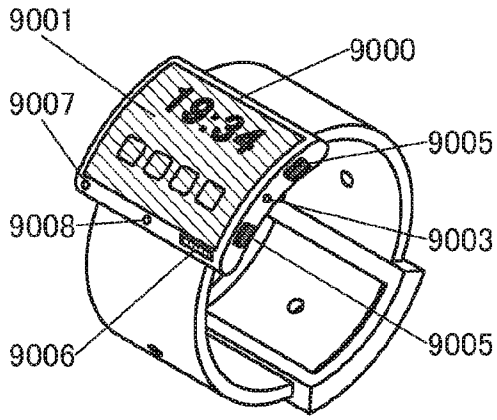


図28D

9201

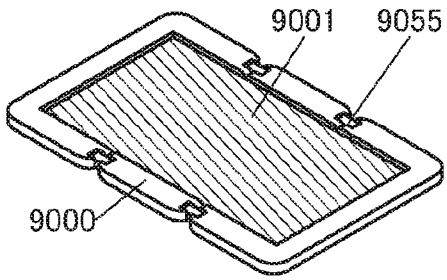


図28E

9201

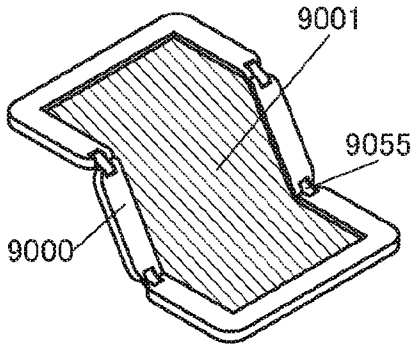
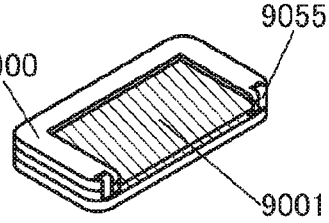


図28F

9201



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/IB2021/053604

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G09F 3/20(2006.01)i; G09G 3/3233(2016.01)i; G09F 9/00(2006.01)i; G09F 9/30(2006.01)i; G09F 9/302(2006.01)i; H01L 27/32(2006.01)i; G06F 3/041(2006.01)i; G06F 3/042(2006.01)i; H01L 51/50(2006.01)i

FI: G09G3/3233; G09F9/30 338; G09F9/00 366Z; G09F9/302 C: G09F9/00 346A; G09F9/00 348Z; G09F9/00 366A; G09G3/20 624B; G09G3/20 691E; G09G3/20 691D; H05B33/14 A; H01L27/32; G06F3/041 412; G09F9/30 365; G06F3/042 472

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)

G09G3/20; G09G3/3233; G09F9/00; G09F9/30; G09F9/302; H01L27/32; G06F3/041; G06F3/042; H01L51/50

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	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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.
Y A	JP 2006-267696 A (SONY CORP.) 05 October 2006 (2006-10-05) paragraphs [0016]-[0039], fig. 1-10	1-2, 5-7, 9-10 3-4, 8
Y	JP 2005-9972 A (SEIKO INSTRUMENTS INC.) 13 January 2005 (2005-01-13) paragraphs [0032]-[0034], fig. 2	1-2, 5-7, 9-10
Y	CN 110634432 A (BOE TECHNOLOGY GROUP CO., LTD.) 31 December 2019 (2019-12-31) paragraphs [0096]-[0101], fig. 4-5	1-2, 5-7, 9-10

☒ 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	Date of mailing of the international search report
02 July 2021 (02.07.2021)	20 July 2021 (20.07.2021)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/IB2021/053604

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2018-159912 A (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.) 11 October 2018 (2018-10-11) paragraphs [0056]-[0068], fig. 2	6-7, 9-10
Y	JP 2006-260927 A (SONY CORP.) 28 September 2006 (2006-09-28) paragraphs [0017]-[0060], fig. 1-6	7, 9-10
A	JP 2005-148285 A (SONY CORP.) 09 June 2005 (2005-06-09) entire text, all drawings	1-10
A	JP 2013-57726 A (SONY CORP.) 28 March 2013 (2013-03-28) entire text, all drawings	1-10
A	JP 2005-338428 A (SONY CORP.) 08 December 2005 (2005-12-08) entire text, all drawings	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2021/053604

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2006-267696	05 Oct. 2006	(Family: none)	
JP 2005-9972 A	13 Jan. 2005	(Family: none)	
CN 110634432 A	31 Dec. 2019	(Family: none)	
JP 2018-159912 A	11 Oct. 2018	US 2018/0233089 A1 paragraphs [0103]-[0115], fig. 2A-2B KR 10-2018-0092840 A	
JP 2006-260927 A	28 Sep. 2006	(Family: none)	
JP 2005-148285 A	09 Jun. 2005	(Family: none)	
JP 2013-57726 A	28 Mar. 2013	(Family: none)	
JP 2005-338428 A	08 Dec. 2005	US 2005/0264227 A1 entire text, all drawings	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/IB2021/053604

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G09G 3/20(2006.01)i; G09G 3/3233(2016.01)i; G09F 9/00(2006.01)i; G09F 9/30(2006.01)i; G09F 9/302(2006.01)i; H01L 27/32(2006.01)i; G06F 3/041(2006.01)i; G06F 3/042(2006.01)i; H01L 51/50(2006.01)i

FI: G09G3/3233; G09F9/30 338; G09F9/00 366Z; G09F9/302 C; G09F9/00 346A; G09F9/00 348Z; G09F9/00 366A; G09G3/20 624B; G09G3/20 691E; G09G3/20 691D; H05B33/14 A; H01L27/32; G06F3/041 412; G09F9/30 365; G06F3/042 472

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））

G09G3/20; G09G3/3233; G09F9/00; G09F9/30; G09F9/302; H01L27/32; G06F3/041; G06F3/042; H01L51/50

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	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１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
Y	JP 2006-267696 A (ソニー株式会社) 05.10.2006 (2006-10-05) [0016]-[0039], [図1]-[図10]	1-2,5-7,9-10
A		3-4,8
Y	JP 2005-9972 A (セイコーインスツル株式会社) 13.01.2005 (2005-01-13) [0032]-[0034], [図2]	1-2,5-7,9-10
Y	CN 110634432 A (BOE TECHNOLOGY GROUP CO., LTD.) 31.12.2019 (2019-12-31) [0096]-[0101], [図4]-[図5]	1-2,5-7,9-10
Y	JP 2018-159912 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 11.10.2018 (2018-10-11) [0056]-[0068], [図2]	6-7,9-10
Y	JP 2006-260927 A (ソニー株式会社) 28.09.2006 (2006-09-28) [0017]-[0060], [図1]-[図6]	7,9-10

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“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	国際調査報告の発送日
02.07.2021	20.07.2021

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）
西島　篤宏 2I 9308
電話番号 03-3581-1101 内線 3273

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
A	JP 2005-148285 A (ソニー株式会社) 09.06.2005 (2005-06-09) 全文, 全図	1-10
A	JP 2013-57726 A (ソニー株式会社) 28.03.2013 (2013-03-28) 全文, 全図	1-10
A	JP 2005-338428 A (ソニー株式会社) 08.12.2005 (2005-12-08) 全文, 全図	1-10

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/IB2021/053604

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2006-267696 A	05.10.2006	（ファミリーなし）	
JP 2005-9972 A	13.01.2005	（ファミリーなし）	
CN 110634432 A	31.12.2019	（ファミリーなし）	
JP 2018-159912 A	11.10.2018	US 2018/0233089 A1 [0103]-[0115], 図2A-図2B KR 10-2018-0092840 A	
JP 2006-260927 A	28.09.2006	（ファミリーなし）	
JP 2005-148285 A	09.06.2005	（ファミリーなし）	
JP 2013-57726 A	28.03.2013	（ファミリーなし）	
JP 2005-338428 A	08.12.2005	US 2005/0264227 A1 全文，全図	