

(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
2022年6月16日(16.06.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/123383 A1

(51) 国際特許分類:

H01L 27/32 (2006.01) H01L 51/50 (2006.01)
H05B 33/02 (2006.01) H05B 33/22 (2006.01)
H05B 33/10 (2006.01) H05B 33/28 (2006.01)
H05B 33/12 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/IB2021/060953

(22) 国際出願日: 2021年11月25日(25.11.2021)

(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 2020-202409 2020年12月7日(07.12.2020) JP

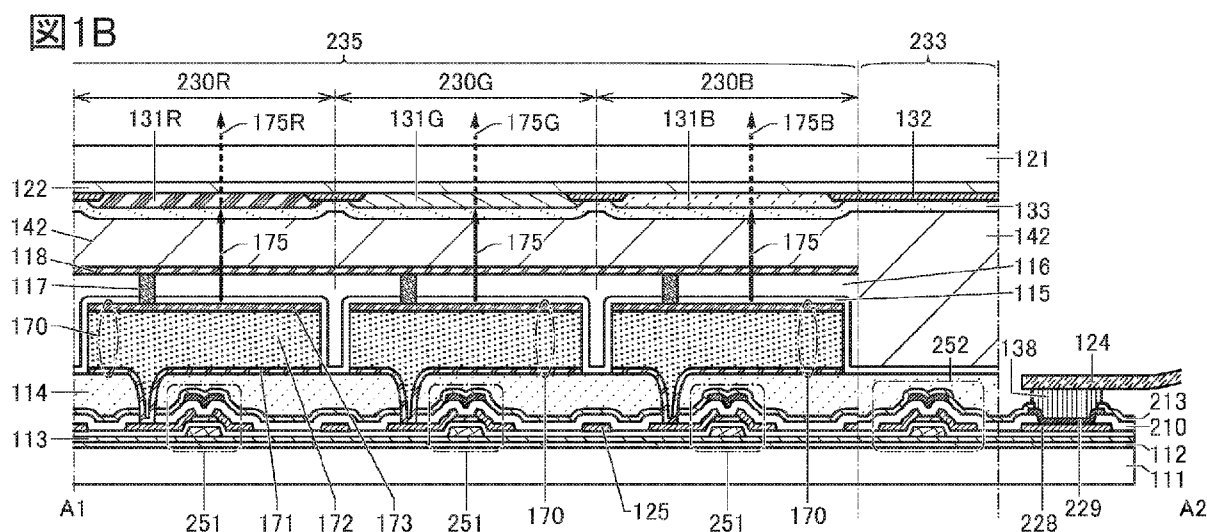
(71) 出願人: 株式会社半導体エネルギー研究所
(SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY

CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2430036 神奈川県厚木市長谷398 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 山崎 舜平 (YAMAZAKI, Shunpei); 〒2430036 神奈川県厚木市長谷398株式会社半導体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP). 江口 晋吾 (EGUCHI, Shingo); 〒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). 岡崎 健一 (OKAZAKI, Kenichi); 〒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). 吉住 健 輔 (YOSHIZUMI, Kensuke); 〒2430036 神

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: 表示装置の作製方法



(57) Abstract: Provided is a novel method for producing a display device. A positive electrode is formed on an insulation layer, an EL layer is formed on the positive electrode, and a negative electrode is formed on the EL layer. Without providing a partition wall, a plurality of light-emitting elements are formed by selectively removing part of each of the positive electrode, the EL layer, and the negative electrode. A translucent electrically conductive layer is formed so as to cover the plurality of light-emitting elements. The negative electrode of each of the plurality of light-emitting elements is electrically connected to the electrically conductive layer.

(57) 要約: 新規な表示装置の作製方法を提供する。絶縁層上に陽極を形成し、陽極上にEL層を形成し、EL層上に陰極を形成する。隔壁を設けずに、陽極、EL層、および陰極それぞれの一部を選択的に除去することで複数の発光素子を形成する。複数の発光素子を覆って透光性を有する導電層を形成する。複数の発光素子それぞれの陰極は導電層と電氣的に接続される。

WO 2022/123383 A1

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, 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 :

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

明細書

発明の名称

表示装置の作製方法

技術分野

[0001]

本発明の一態様は、表示装置の作製方法に関する。

[0002]

なお、本発明の一態様は、上記の技術分野に限定されない。本明細書等で開示する発明の一態様の技術分野は、物、方法、または、製造方法に関するものである。または、本発明の一態様は、プロセス、マシン、マニュファクチャ、または、組成物（コンポジション・オブ・マター）に関するものである。そのため、より具体的に本明細書で開示する本発明の一態様の技術分野としては、半導体装置、表示装置、発光装置、蓄電装置、記憶装置、それらの駆動方法、または、それらの製造方法、を一例として挙げることができる。

背景技術

[0003]

表示装置として、各画素に表示素子を駆動するためのトランジスタを有するアクティブマトリクス型の表示装置が知られている。例えば、表示素子として液晶素子を用いたアクティブマトリクス型の液晶表示装置（「液晶ディスプレイ」ともいう。）、表示素子として有機EL素子などの発光素子を用いたアクティブマトリクス型の発光表示装置（「有機ELディスプレイ」ともいう。）などが知られている。

[0004]

有機ELディスプレイは、自発光型の表示装置であるため、液晶ディスプレイよりも視野角が広く、かつ、高い応答性を備えている。加えて、有機ELディスプレイは、バックライトが不要であることから、表示装置の軽量化、薄型化、低消費電力化などの実現が容易であり、近年盛んに研究されている。画素として機能する有機EL素子は、陽極と陰極が発光層を介して重なる構成を備える。また、有機ELディスプレイでは、隣接する発光層の電氣的な干渉を防ぐため、隣接する画素間に隔壁が設けられる（特許文献1）。

[0005]

また、発光層などの有機EL層を低分子材料で形成する場合は、メタルマスクを用いた真空蒸着法で行なう方法が知られている（特許文献2）。

[先行技術文献]

[特許文献]

[0006]

[特許文献1] 特開2014-123527号公報

[特許文献2] 特開2003-157973号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007]

画素間に設ける隔壁（「土手」または「バンク」ともいう。）は、表示装置の表示品位の向上および消費電力の低減などの効果を奏する。その一方で、十分な効果を得るためには一定量の隔壁が必

要であるため、隔壁の占有面積低減が難しく、画素開口率の向上、高精細化、および小型化などの実現が困難であった。

[0008]

また、メタルマスクはレジストマスクよりも寸法精度が劣るため、メタルマスクを用いた発光層の形成では、画素開口率の向上、高精細化などの実現が困難であった。また、メタルマスクは、蒸着源で生じる熱の影響により変形しやすいという問題があった。

[0009]

本発明の一態様は、表示品位が良好な表示装置または半導体装置などを提供することを課題の一つとする。または、信頼性が高い表示装置または半導体装置などを提供することを課題の一つとする。または、消費電力が低い表示装置または半導体装置などを提供することを課題の一つとする。または、軽量な表示装置または半導体装置などを提供することを課題の一つとする。または、生産性が高い表示装置または半導体装置などを提供することを課題の一つとする。または、新規な表示装置または半導体装置などを提供することを課題の一つとする。

[0010]

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

課題を解決するための手段

[0011]

(1) 本発明の一態様は、絶縁層上に陽極を形成する工程と、陽極上にEL層を形成する工程と、EL層上に陰極を形成する工程と、陽極、EL層、および陰極それぞれの一部を選択的に除去して、複数の発光素子を形成する工程と、複数の発光素子を覆う導電層を形成する工程と、を含み、複数の発光素子それぞれの陰極は導電層と電氣的に接続され、導電層が透光性を有する表示装置の作製方法である。

[0012]

(2) 本発明の別の態様は、絶縁層上に陽極を形成する工程と、陽極上にEL層を形成する工程と、EL層上に陰極を形成する工程と、陽極、EL層、および陰極それぞれの一部を選択的に除去して、複数の発光素子を形成する工程と、複数の発光素子上に導電層を形成する工程と、を含み、複数の発光素子の少なくとも一部において、隣接する発光素子それぞれの陰極が導電層と電氣的に接続される表示装置の作製方法である。

[0013]

本発明の別の態様は、(1)または(2)において、基板上に複数のトランジスタを形成する工程と、複数のトランジスタ上に絶縁層を形成する工程と、を含み、該絶縁層は、該絶縁層の被形成面の凹凸が低減された表面を有する表示装置の作製方法である。

[0014]

トランジスタは、チャンネルが形成される半導体層に酸化物半導体を含むことが好ましい。酸化物半導体は、インジウムまたは亜鉛の少なくとも一方を含むことが好ましい。

発明の効果

[0015]

本発明の一態様によれば、表示品位が良好な表示装置または半導体装置などを提供できる。または、信頼性が高い表示装置または半導体装置などを提供できる。または、消費電力が低い表示装置または半導体装置などを提供できる。または、軽量な表示装置または半導体装置などを提供できる。または、生産性が高い表示装置または半導体装置などを提供できる。または、新規な表示装置または半導体装置などを提供できる。

[0016]

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、これらの効果の全てを有する必要はない。なお、これら以外の効果は、明細書、図面、請求項などの記載から、自ずと明らかとなるものであり、明細書、図面、請求項などの記載から、これら以外の効果を抽出することが可能である。

図面の簡単な説明

[0017]

図1A乃至図1Cは、表示装置の構成例を説明する図である。
図2A乃至図2Cは、第1素子基板の作製方法例を説明する図である。
図3Aおよび図3Bは、第1素子基板の作製方法例を説明する図である。
図4Aおよび図4Bは、第1素子基板の作製方法例を説明する図である。
図5Aおよび図5Bは、第1素子基板の作製方法例を説明する図である。
図6Aおよび図6Bは、第1素子基板の作製方法例を説明する図である。
図7A1、図7A2および図7Bは、第1素子基板の作製方法例を説明する図である。
図8Aおよび図8Bは、第1素子基板の作製方法例を説明する図である。
図9Aおよび図9Bは、第1素子基板の変形例を説明する図である。
図10は、第1素子基板の変形例を説明する図である。
図11A乃至図11Cは、第2素子基板の作製方法例を説明する図である。
図12は、表示装置の作製方法例を説明する図である。
図13は、表示装置の変形例を説明する図である。
図14Aは結晶構造の分類を説明する図である。図14BはCAAC-IGZO膜のXRDスペクトルを説明する図である。図14CはCAAC-IGZO膜の極微電子線回折パターンを説明する図である。
図15Aおよび図15B1乃至図15B5は、表示装置の構成例を説明する図である。
図16は、画素回路の構成例を説明する図である。
図17A乃至図17Cは、発光素子の構成例を説明する図である。
図18A乃至図18F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

[0018]

本明細書等において、半導体装置とは、半導体特性を利用した装置であり、半導体素子（トランジスタ、ダイオード、フォトダイオード等）を含む回路、同回路を有する装置等をいう。また、半導体特性を利用することで機能しうる装置全般をいう。例えば、集積回路、集積回路を備えたチップ、パッケージにチップを収納した電子部品は半導体装置の一例である。また、記憶装置、表示装置、発光装置、照明装置および電子機器等は、それ自体が半導体装置であり、半導体装置を有している場合がある。

[0019]

また、本明細書等において、XとYとが接続されていると記載されている場合は、XとYとが電氣的に接続されている場合と、XとYとが機能的に接続されている場合と、XとYとが直接接続されている場合とが、本明細書等に開示されているものとする。したがって、所定の接続関係、例えば、図または文章に示された接続関係に限定されず、図または文章に示された接続関係以外のものも、図または文章に開示されているものとする。X、Yは、対象物（例えば、装置、素子、回路、配線、電極、端子、導電膜、層など）であるとする。

[0020]

XとYとが電氣的に接続されている場合の一例としては、XとYとの電氣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、表示デバイス、発光デバイス、負荷など）が、XとYとの間に1個以上接続されることが可能である。なお、スイッチは、オン状態とオフ状態が制御される。つまり、スイッチは、導通状態（オン状態）、または、非導通状態（オフ状態）になり、電流を流すか流さないかを制御する機能を有している。

[0021]

XとYとが機能的に接続されている場合の一例としては、XとYとの機能的な接続を可能とする回路（例えば、論理回路（インバータ、NAND回路、NOR回路など）、信号変換回路（デジタルアナログ変換回路、アナログデジタル変換回路、ガンマ補正回路など）、電位レベル変換回路（電源回路（昇圧回路、降圧回路など）、信号の電位レベルを変えるレベルシフタ回路など）、電圧源、電流源、切り替え回路、増幅回路（信号振幅または電流量などを大きく出来る回路、オペアンプ、差動増幅回路、ソースフォロワ回路、バッファ回路など）、信号生成回路、記憶回路、制御回路など）が、XとYとの間に1個以上接続されることが可能である。なお、一例として、XとYとの間に別の回路を挟んでいても、Xから出力された信号がYへ伝達される場合は、XとYとは機能的に接続されているものとする。

[0022]

なお、XとYとが電氣的に接続されている、と明示的に記載する場合は、XとYとが電氣的に接続されている場合（つまり、XとYとの間に別の素子または別の回路を挟んで接続されている場合）と、XとYとが直接接続されている場合（つまり、XとYとの間に別の素子または別の回路を挟まずに接続されている場合）とを含むものとする。

[0023]

また、例えば、「XとYとトランジスタのソース（または第1の端子など）とドレイン（または第2の端子など）とは、互いに電氣的に接続されており、X、トランジスタのソース（または第1の端子など）、トランジスタのドレイン（または第2の端子など）、Yの順序で電氣的に接続されている。」と表現できる。または、「トランジスタのソース（または第1の端子など）は、Xと電氣的に接続され、トランジスタのドレイン（または第2の端子など）はYと電氣的に接続され、X、トランジスタのソース（または第1の端子など）、トランジスタのドレイン（または第2の端子など）、Yは、この順序で電氣的に接続されている」と表現できる。または、「Xは、トランジスタのソース（または第1の端子など）とドレイン（または第2の端子など）とを介して、Yと電氣的に接続され、X、トランジスタのソース（または第1の端子など）、トランジスタのドレイン（または第2の端子など）、Yは、この接続順序で設けられている」と表現できる。これらの例と同様な表現方法を用いて、回路構成における接続の順序について規定することにより、トランジスタの

ソース（または第1の端子など）と、ドレイン（または第2の端子など）とを、区別して、技術的範囲を決定できる。なお、これらの表現方法は、一例であり、これらの表現方法に限定されない。ここで、X、Yは、対象物（例えば、装置、素子、回路、配線、電極、端子、導電膜、層、など）であるとする。

[0024]

なお、回路図上は独立している構成要素同士が電氣的に接続しているように図示されている場合であっても、1つの構成要素が、複数の構成要素の機能を併せ持っている場合もある。例えば配線の一部が電極としても機能する場合は、一の導電膜が、配線の機能、および電極の機能の両方の構成要素の機能を併せ持っている。したがって、本明細書における電氣的に接続とは、このような、一の導電膜が、複数の構成要素の機能を併せ持っている場合も、その範疇に含める。

[0025]

また、本明細書等において、「抵抗素子」とは、例えば、 $0\ \Omega$ よりも高い抵抗値を有する回路素子、配線などを用いることができる。そのため、本明細書等において、「抵抗素子」は、抵抗値を有する配線、ソースドレイン間に電流が流れるトランジスタ、ダイオード、コイルなどを含むものとする。そのため、「抵抗素子」という用語は、「抵抗」「負荷」「抵抗値を有する領域」などの用語に言い換えることができ、逆に「抵抗」「負荷」「抵抗値を有する領域」という用語は、「抵抗素子」などの用語に言い換えることができる。抵抗値としては、例えば、好ましくは $1\text{ m}\Omega$ 以上 $10\ \Omega$ 以下、より好ましくは $5\text{ m}\Omega$ 以上 $5\ \Omega$ 以下、更に好ましくは $10\text{ m}\Omega$ 以上 $1\ \Omega$ 以下とすることができる。また、例えば、 $1\ \Omega$ 以上 $1 \times 10^9\ \Omega$ 以下としてもよい。

[0026]

また、配線を抵抗素子として用いる場合、当該配線の長さによって抵抗値決める場合がある。または、配線として用いる導電体とは異なる抵抗率を有する導電体を抵抗素子として用いる場合がある。または、半導体に不純物をドーピングすることで抵抗値を決める場合がある。

[0027]

また、本明細書等において、「容量素子」とは、例えば、 0 F よりも高い静電容量の値を有する回路素子、 0 F よりも高い静電容量の値を有する配線の領域、寄生容量、トランジスタのゲート容量などを示す。そのため、本明細書等において、「容量素子」は、1対の電極と、当該電極の間に含まれている誘電体と、を含む回路素子だけでなく、配線と配線との間に生じる寄生容量、トランジスタのソースまたはドレインの一方とゲートとの間に生じるゲート容量などを含むものとする。また、「容量素子」「寄生容量」「ゲート容量」などという用語は、「容量」などの用語に言い換えることができ、逆に、「容量」という用語は、「容量素子」「寄生容量」「ゲート容量」などの用語に言い換えることができる。また、「容量」の「1対の電極」という用語は、「1対の導電体」「1対の導電領域」「1対の領域」などに言い換えることができる。なお、静電容量の値としては、例えば、 0.05 fF 以上 10 pF 以下とすることができる。また、例えば、 1 pF 以上 $10\ \mu\text{F}$ 以下としてもよい。

[0028]

また、本明細書等において、トランジスタは、ゲート、ソース、およびドレインと呼ばれる3つの端子を有する。ゲートは、トランジスタの導通状態を制御する制御端子である。ソースまたはドレインとして機能する二つの端子は、トランジスタの入出力端子である。二つの入出力端子は、トランジスタの導電型（nチャネル型、pチャネル型）およびトランジスタの3つの端子に与えられる

電位の高低によって、一方がソースとなり他方がドレインとなる。このため、本明細書等においては、ソースおよびドレインの用語は、言い換えることができるものとする。また、本明細書等では、トランジスタの接続関係を説明する際、「ソースまたはドレインの一方」（または第1電極、または第1端子）、「ソースまたはドレインの他方」（または第2電極、または第2端子）という表記を用いる。なお、トランジスタの構造によっては、上述した3つの端子に加えて、バックゲートを有する場合がある。この場合、本明細書等において、トランジスタのゲートまたはバックゲートの一方を第1ゲートと呼称し、トランジスタのゲートまたはバックゲートの他方を第2ゲートと呼称することがある。更に、同じトランジスタにおいて、「ゲート」と「バックゲート」の用語は互いに入れ換えることができる場合がある。また、トランジスタが、3以上のゲートを有する場合は、本明細書等においては、それぞれのゲートを第1ゲート、第2ゲート、第3ゲートなどと呼称することがある。

[0029]

また、本明細書等において、「ノード」は、回路構成、デバイス構造等に応じて、端子、配線、電極、導電層、導電体、不純物領域等と言い換えることが可能である。また、端子、配線等を「ノード」と言い換えることが可能である。

[0030]

また、本明細書等において、「電圧」と「電位」は、適宜言い換えることができる。「電圧」は、基準となる電位からの電位差のことであり、例えば基準となる電位をグラウンド電位（接地電位）とすると、「電圧」を「電位」に言い換えることができる。なお、グラウンド電位は必ずしも0Vを意味するとは限らない。また、電位は相対的なものであり、基準となる電位が変わることによって、配線に与えられる電位、回路などに印加される電位、回路などから出力される電位なども変化する。

[0031]

また、本明細書等において、「高レベル電位（「ハイレベル電位」、「H電位」、または「H」ともいう）」「低レベル電位（「ローレベル電位」、「L電位」、または「L」ともいう）」という用語は、特定の電位を意味するものではない。例えば、2本の配線において、両方とも「高レベル電位を供給する配線として機能する」と記載されていた場合、両方の配線が与えるそれぞれの高レベル電位は、互いに等しくなくてもよい。また、同様に、2本の配線において、両方とも「低レベル電位を供給する配線として機能する」と記載されていた場合、両方の配線が与えるそれぞれの低レベル電位は、互いに等しくなくてもよい。

[0032]

「電流」とは、電荷の移動現象（電気伝導）のことであり、例えば、「正の荷電体の電気伝導が起きている」という記載は、「その逆向きに負の荷電体の電気伝導が起きている」と換言できる。そのため、本明細書等において、「電流」とは、特に断らない限り、キャリアの移動に伴う電荷の移動現象（電気伝導）をいうものとする。ここでいうキャリアとは、電子、正孔、アニオン、カチオン、錯イオン等が挙げられ、電流の流れる系（例えば、半導体、金属、電解液、真空中など）によってキャリアが異なる。また、配線等における「電流の向き」は、正のキャリアが移動する方向とし、正の電流量で記載する。換言すると、負のキャリアが移動する方向は、電流の向きと逆の方向となり、負の電流量で表現される。そのため、本明細書等において、電流の正負（または電流の向き）について断りが無い場合、「素子Aから素子Bに電流が流れる」等の記載は「素子Bから素子

Aに電流が流れる」等に言い換えることができるものとする。また、「素子Aに電流が入力される」等の記載は「素子Aから電流が出力される」等に言い換えることができるものとする。

[0033]

また、本明細書等において、「第1」、「第2」、「第3」という序数詞は、構成要素の混同を避けるために付したものである。従って、構成要素の数を限定するものではない。また、構成要素の順序を限定するものではない。例えば、本明細書などの実施の形態の一において「第1」に言及された構成要素が、他の実施の形態、あるいは特許請求の範囲などにおいて「第2」に言及された構成要素とすることもありうる。また例えば、本明細書等の実施の形態の一において「第1」に言及された構成要素を、他の実施の形態、あるいは特許請求の範囲などにおいて省略することもありうる。

[0034]

また、本明細書等において、「上に」、「下に」、「上方に」、または「下方に」などの配置を示す語句は、構成要素同士の位置関係を、図面を参照して説明するために、便宜上用いている場合がある。また、構成要素同士の位置関係は、各構成を描写する方向に応じて適宜変化するものである。従って、明細書等で説明した語句に限定されず、状況に応じて適切に言い換えることができる。例えば、「導電体の上面に位置する絶縁体」の表現では、示している図面の向きを180度回転することによって、「導電体の下面に位置する絶縁体」と言い換えることができる。

[0035]

また、「上」および「下」の用語は、構成要素の位置関係が直上または直下で、かつ、直接接していることを限定するものではない。例えば、「絶縁層A上の電極B」の表現であれば、絶縁層Aの上に電極Bが直接接して形成されている必要はなく、絶縁層Aと電極Bとの間に他の構成要素を含むものを除外しない。

[0036]

また、本明細書等において、「膜」、「層」などの語句は、状況に応じて、互いに入れ替えることが可能である。例えば、「導電層」という用語を、「導電膜」という用語に変更可能な場合がある。または、例えば、「絶縁膜」という用語を、「絶縁層」という用語に変更可能な場合がある。または、場合によっては、または、状況に応じて、「膜」、「層」などの語句を使わずに、別の用語に入れ替えることが可能である。例えば、「導電層」または「導電膜」という用語を、「導電体」という用語に変更可能な場合がある。または、例えば、「絶縁層」「絶縁膜」という用語を、「絶縁体」という用語に変更可能な場合がある。

[0037]

また、本明細書等において「電極」「配線」「端子」などの用語は、これらの構成要素を機能的に限定するものではない。例えば、「電極」は「配線」の一部として用いられることがあり、その逆もまた同様である。さらに、「電極」または「配線」の用語は、複数の「電極」または「配線」が一体となって形成されている場合なども含む。また、例えば、「端子」は「配線」または「電極」の一部として用いられることがあり、その逆もまた同様である。更に、「端子」の用語は、複数の「電極」「配線」「端子」などが一体となって形成されている場合なども含む。そのため、例えば、「電極」は「配線」または「端子」の一部とすることができ、また、例えば、「端子」は「配線」または「電極」の一部とすることができる。また、「電極」「配線」「端子」などの用語は、場合によって、「領域」などの用語に置き換える場合がある。

[0038]

また、本明細書等において、「配線」、「信号線」、「電源線」などの用語は、場合によっては、または、状況に応じて、互いに入れ替えることが可能である。例えば、「配線」という用語を、「信号線」という用語に変更可能な場合がある。また、例えば、「配線」という用語を、「電源線」などの用語に変更可能な場合がある。また、その逆も同様で、「信号線」「電源線」などの用語を、「配線」という用語に変更可能な場合がある。「電源線」などの用語は、「信号線」などの用語に変更可能な場合がある。また、その逆も同様で「信号線」などの用語は、「電源線」などの用語に変更可能な場合がある。また、配線に印加されている「電位」という用語を、場合によっては、または、状況に応じて、「信号」などという用語に変更可能な場合がある。また、その逆も同様で、「信号」などの用語は、「電位」という用語に変更可能な場合がある。

[0039]

本明細書等において、半導体の不純物とは、例えば、半導体層を構成する主成分以外をいう。例えば、濃度が0.1原子%未満の元素は不純物である。不純物が含まれることにより、例えば、半導体の欠陥準位密度が高くなること、キャリア移動度が低下すること、結晶性が低下することなどが起こる場合がある。半導体が酸化物半導体である場合、半導体の特性を変化させる不純物としては、例えば、第1族元素、第2族元素、第13族元素、第14族元素、第15族元素、主成分以外の遷移金属などがあり、特に、例えば、水素（水にも含まれる）、リチウム、ナトリウム、シリコン、ホウ素、リン、炭素、窒素などがある。具体的には、半導体がシリコン層である場合、半導体の特性を変化させる不純物としては、例えば、酸素、水素を除く第1族元素、第2族元素、第13族元素、第15族元素などがある。

[0040]

本明細書等において、スイッチとは、導通状態（オン状態）、または、非導通状態（オフ状態）になり、電流を流すか流さないかを制御する機能を有するものをいう。または、スイッチとは、電流を流す経路を選択して切り替える機能を有するものをいう。一例としては、電氣的なスイッチ、機械的なスイッチなどを用いることができる。つまり、スイッチは、電流を制御できるものであればよく、特定のものに限定されない。

[0041]

電氣的なスイッチの一例としては、トランジスタ（例えば、バイポーラトランジスタ、MOSトランジスタなど）、ダイオード（例えば、PNダイオード、PINダイオード、ショットキーダイオード、MIM (Metal Insulator Metal) ダイオード、MIS (Metal Insulator Semiconductor) ダイオード、ダイオード接続のトランジスタなど）、またはこれらを組み合わせた論理回路などがある。なお、スイッチとしてトランジスタを用いる場合、トランジスタの「導通状態」とは、トランジスタのソース電極とドレイン電極が電氣的に短絡されているとみなせる状態をいう。また、トランジスタの「非導通状態」とは、トランジスタのソース電極とドレイン電極が電氣的に遮断されているとみなせる状態をいう。なおトランジスタを単なるスイッチとして動作させる場合には、トランジスタの極性（導電型）は特に限定されない。

[0042]

機械的なスイッチの一例としては、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 技術を用いたスイッチがある。そのスイッチは、機械的に動かすことが可能

な電極を有し、その電極が動くことによって、導通と非導通とを制御して動作する。

[0043]

本明細書において、「平行」とは、二つの直線が -10° 以上 10° 以下の角度で配置されている状態をいう。したがって、 -5° 以上 5° 以下の場合も含まれる。また、「略平行」または「概略平行」とは、二つの直線が -30° 以上 30° 以下の角度で配置されている状態をいう。また、「垂直」とは、二つの直線が 80° 以上 100° 以下の角度で配置されている状態をいう。したがって、 85° 以上 95° 以下の場合も含まれる。また、「略垂直」または「概略垂直」とは、二つの直線が 60° 以上 120° 以下の角度で配置されている状態をいう。

[0044]

本明細書等において、金属酸化物 (metal oxide) とは、広い意味での金属の酸化物である。金属酸化物は、酸化物絶縁体、酸化物導電体 (透明酸化物導電体を含む)、酸化物半導体 (Oxide Semiconductor または単に OS ともいう) などに分類される。例えば、トランジスタのチャンネルが形成される半導体層に金属酸化物を用いた場合、当該金属酸化物を酸化物半導体と呼称する場合がある。つまり、増幅作用、整流作用、およびスイッチング作用の少なくとも1つを有するトランジスタの、チャンネルが形成される半導体層として金属酸化物が用いられている場合、当該金属酸化物を、金属酸化物半導体 (metal oxide semiconductor) と呼称できる。また、本明細書等において、チャンネルが形成される半導体層に金属酸化物または酸化物半導体を含むトランジスタを「OS トランジスタ」と換言できる。

[0045]

また、本明細書等において、各実施の形態に示す構成は、他の実施の形態に示す構成と適宜組み合わせ、本発明の一態様とすることができる。また、1つの実施の形態の中に、複数の構成例が示される場合は、互いに構成例を適宜組み合わせることが可能である。

[0046]

本明細書に記載の実施の形態については、図面を参照しながら説明する。但し、実施の形態は多くの異なる態様で実施可能であり、趣旨およびその範囲から逸脱することなく、その形態およ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、実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。なお、実施の形態の発明の構成において、同一部分また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場合がある。また、図面を理解しやすくするため、斜視図または上面図などにおいて、一部の構成要素の記載を省略している場合がある。

[0047]

また、本明細書の図面において、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、必ずしもその大きさもしくは縦横比などに限定されない。なお図面は、理想的な例を模式的に示したものであり、図面に示す形状または値などに限定されない。例えば、ノイズによる信号、電圧、若しくは電流のばらつき、または、タイミングのずれによる信号、電圧、若しくは電流のばらつきなどを含むことが可能である。

[0048]

本明細書等において、複数の要素に同じ符号を用いる場合、特に、それらを区別する必要があるときには、符号の末尾に“A”、“a”、“_1”、“[i]”、“[m, n]”等の識別用の文字を付記して記載する場合がある。例えば、複数ある着色層131の1つを着色層131Rと記載し、

他の1つを着色層131Gと記載する場合がある。

[0049]

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

[0050]

（実施の形態1）

本発明の一態様の表示装置100について、図面を用いて説明する。

[0051]

<<構成例>>

図1Aは、表示装置100の斜視概略図である。表示装置100は、基板111と基板121とが貼り合わされた構成を有する。表示装置100は、表示領域235、周辺回路領域232、周辺回路領域233等を有する。図1では表示装置100にFPC124が実装されている例を示している。そのため、図1Aに示す構成は、表示装置100およびFPC124を有する表示モジュールということもできる。

[0052]

周辺回路領域232および周辺回路領域233には、表示領域235に信号を供給するための回路が含まれる。周辺回路領域232および周辺回路領域233に含まれる回路の総称を、「周辺駆動回路」という場合がある。周辺駆動回路に含まれる回路としては、例えば、走査線駆動回路、および信号線駆動回路などがある。

[0053]

周辺駆動回路の一部または全部を、IC（集積回路）で実装してもよい。例えば、周辺駆動回路の一部または全部が含まれるICを、COG（Chip On Glass）方式またはCOF（Chip on Film）方式等により、基板111に設けてもよい。また、ICを、COF方式等により、FPC124に実装してもよい。

[0054]

表示領域235、周辺回路領域232、および周辺回路領域233に供給される信号および電力は、FPC124を介して外部から入力される。

[0055]

また、図1Aでは、表示領域235の一部の拡大図を付記している。表示領域235には、複数の画素240がマトリクス状に配置されている。画素240は、画素230R、画素230G、および画素230Bを有する。なお、本明細書などにおいて、画素230R、画素230G、および画素230Bに共通の事柄を説明する場合、または三者を区別する必要が無い場合、単に「画素230」と示す場合がある。

[0056]

〔断面構成例〕

図1Bは、図1AにA1-A2の一点鎖線で示す部位の断面図である。図1Bでは、表示領域235の一部、周辺回路領域233の一部、およびFPC124を含む領域の一部の断面を示している。

[0057]

画素230R、画素230G、および画素230Bは、それぞれが表示素子として発光素子170を有する。発光素子170は、陽極として機能する電極171、EL層172、陰極として機能する電極173を有する。

[0058]

また、画素230R、画素230G、および画素230Bは、それぞれが表示素子を駆動するためのトランジスタ251を有する。また、周辺回路領域232、および周辺回路領域233は、複数のトランジスタを有する。図1Bでは、周辺回路領域233に含まれるトランジスタの一例として、トランジスタ252を示している。

[0059]

表示装置100は、基板111と基板121の間に、トランジスタ251、トランジスタ252、発光素子170、着色層131（着色層131R、着色層131G、および着色層131B）、遮光層132等を有する。基板111と基板121は、接着層142を介して接着されている。

[0060]

接着層142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。

[0061]

基板121には、絶縁層122、着色層131、遮光層132、および絶縁層133などが設けられている。絶縁層133は、平坦化層としての機能を有していてもよい。なお、「平坦化層」とは、被形成面の凹凸が低減された表面を有する層のことをいう。

[0062]

図1Cに、トランジスタ252の拡大図を示す。なお、トランジスタ251もトランジスタ252と同様の構造とすることができる。

[0063]

トランジスタ252は、電極221、半導体層231、電極224a、電極224b、および電極226を有する。電極221は絶縁層113上に設けられ、電極221を覆って絶縁層211が設けられている。絶縁層211上に半導体層231が設けられている。絶縁層211上に電極224aおよび電極224bが設けられ、電極224aは半導体層231の一部と接する領域を有し、電極224bは半導体層231の他の一部と接する領域を有する。電極224aまたは電極224bの一方はソース電極として機能できる。電極224aまたは電極224bの他方はドレイン電極として機能できる。

[0064]

また、電極224a、電極224b、半導体層231を覆って絶縁層210が設けられている。絶縁層210上に電極226が設けられている。電極226は半導体層231と重なる領域を有する。電極226を覆って絶縁層213が設けられている。

[0065]

図1Bでは、トランジスタ251、およびトランジスタ252としてボトムゲート型のトランジスタ

タを図示している。トランジスタ 251 は、発光素子 170 に流れる電流を制御するトランジスタ（駆動トランジスタともいう）である。

[0066]

また、絶縁層 213 上に絶縁層 114 が設けられている。絶縁層 114 は、平坦化層としての機能を有する。トランジスタ 251、およびトランジスタ 252 は、絶縁層 213 および絶縁層 114 に覆われている。トランジスタを覆う絶縁層の数は限定されず、単層であっても 2 層以上であってもよい。

[0067]

各トランジスタを覆う絶縁層の少なくとも一層に、水および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、絶縁層をバリア膜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、トランジスタに対して外部から不純物が拡散することを効果的に抑制可能となり、信頼性の高い表示装置を実現できる。

[0068]

画素 230 において、電極 171 は絶縁層 114 上に設けられている。電極 171 は、絶縁層 114 に設けられた開口部で、トランジスタ 251 のソースまたはドレインの一方と電氣的に接続されている。

[0069]

また、電極 171 上に EL 層 172 が設けられ、EL 層 172 上に電極 173 が設けられている。電極 173 は、EL 層 172 を介して電極 171 と互いに重なる領域を有する。

[0070]

発光素子 170 は絶縁層 115 および絶縁層 116 に覆われている。絶縁層 116 は、平坦化層としての機能を有する。

[0071]

絶縁層 116 上に導電層 118 が設けられている。導電層 118 は、絶縁層 115 および絶縁層 116 に埋め込むように設けられた電極 117 を介して電極 173 と電氣的に接続される。導電層 118 は複数の電極 173 と電氣的に接続され、共通電極として機能する。

[0072]

また、図 1B に示す表示装置 100 では、配線 125、電極 228、および電極 229 が設けられている。配線 125 および電極 228 は絶縁層 211 上に設けられている。また、電極 229 は、絶縁層 210 に設けられた、電極 228 と重なる開口部において、電極 228 と電氣的に接続されている。配線 125 および電極 228 は、電極 224a および電極 224b と同じ工程で同時に形成できる。電極 229 は、電極 226 と同じ工程で同時に形成できる。

[0073]

また、FPC 124 は、接続層 138 を介して電極 229 と電氣的に接続されている。電極 229 は周辺駆動回路と電氣的に接続される。

[0074]

接続層 138 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。

[0075]

発光素子170は、例えば、トップエミッション型の発光素子である。発光素子170は、絶縁層114側から陽極として機能する電極171、EL層172、および陰極として機能する電極173の順に積層された積層構造を有する。

[0076]

発光素子170がトップエミッション型の発光素子である場合、電極171は可視光を反射する機能を有し、電極173は可視光を透過する機能を有する。また、導電層118も可視光を透過する機能を有する。

[0077]

EL層172は少なくとも発光層を有する。また、EL層172は、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、正孔ブロック材料、電子注入性の高い物質、電子輸送性の高い物質、電子ブロック材料、またはバイポーラ性の物質（電子輸送性および正孔輸送性が高い物質）等を含む層を有していてもよい。

[0078]

発光素子170の発光色は、EL層172を構成する材料によって、白、赤、緑、青、シアン、マゼンタ、または黄などとすることができる。

[0079]

カラー表示を実現する方法としては、発光色が白色の発光素子170と着色層を組み合わせる方法と、画素毎に発光色の異なる発光素子170を設ける方法がある。前者の方法は後者の方法よりも生産性が高い。一方、後者の方法では画素毎にEL層172を作り分ける必要があるため、前者の方法よりも生産性が劣る。ただし、後者の方法では、前者の方法よりも色純度の高い発光色を得ることができる。後者の方法に加えて、発光素子170にマイクロキャビティ構造を付与することにより色純度をさらに高めることができる。

[0080]

EL層172には低分子系化合物およ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。EL層172を構成する層は、それぞれ、蒸着法（真空蒸着法を含む）、転写法、印刷法、インクジェット法、塗布法等の方法で形成できる。

[0081]

EL層172は、量子ドットなどの無機化合物を有していてもよい。例えば、量子ドットを発光層に用いることで、発光材料として機能させることもできる。

[0082]

本実施の形態では、発光色が白色の発光素子170を用いる。発光素子170が発する光175は、着色層131を介して、基板121側に射出される。着色層131を構成する材料によって、着色層131を透過した光175の波長域が変化する。すなわち、着色層131を透過させることによって、光175を、赤、緑、青、シアン、マゼンタまたは黄などの色相に変化させることができる。

[0083]

本実施の形態では、画素230Rから、着色層131Rを透過して色相が変化した光175Rが射出される。また、画素230Gから、着色層131Gを透過して色相が変化した光175Gが射出される。また、画素230Bにおいて、着色層131Bを透過して色相が変化した光175Bが射出される。

[0084]

画素によって制御する光の色相を変えることによって、カラー表示を実現できる。カラー表示を実現するために、発光素子170の発光色と組み合わせる着色層の色は、赤、緑、青の組み合わせだけでなく、黄、シアン、マゼンタの組み合わせであってもよい。組み合わせる着色層の色は、目的または用途などに応じて適宜設定すればよい。

[0085]

[基板]

基板111および基板121に用いる材料に大きな制限はない。目的に応じて、透光性の有無および加熱処理に耐えうる程度の耐熱性などを勘案して決定すればよい。例えばバリウムホウケイ酸ガラスおよびアルミノホウケイ酸ガラスなどのガラス基板、セラミックス基板、石英基板、サファイア基板などを用いることができる。また、半導体基板、可撓性基板（フレキシブル基板）、貼り合わせフィルム、基材フィルムなどを用いてもよい。

[0086]

半導体基板としては、例えば、シリコン、もしくはゲルマニウムなどを材料とした半導体基板、または炭化シリコン、シリコンゲルマニウム、ヒ化ガリウム、リン化インジウム、酸化亜鉛、もしくは酸化ガリウムを材料とした化合物半導体基板などがある。また、半導体基板は、単結晶半導体であってもよいし、多結晶半導体であってもよい。

[0087]

なお、表示装置100の可撓性を高めるため、基板111および基板121には可撓性基板（フレキシブル基板）、貼り合わせフィルム、基材フィルムなどを用いてもよい。

[0088]

可撓性基板、貼り合わせフィルム、基材フィルムなどの材料としては、例えば、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などを用いることができる。

[0089]

基板として上記材料を用いることにより、軽量の表示装置を提供できる。また、基板として上記材料を用いることにより、衝撃に強い表示装置を提供できる。また、基板として上記材料を用いることにより、破損しにくい表示装置を提供できる。

[0090]

基板111および基板121に用いる可撓性基板は、線膨張率が低いほど環境による変形が抑制されて好ましい。基板111および基板121に用いる可撓性基板は、例えば、線膨張率が $1 \times 10^{-3}/K$ 以下、 $5 \times 10^{-5}/K$ 以下、または $1 \times 10^{-5}/K$ 以下である材質を用いればよい。特に、アラミドは、線膨張率が低いため、可撓性基板として好適である。

[0091]

[導電層]

トランジスタのゲート、ソースおよびドレインのほか、表示装置を構成する各種配線および電極な

どの導電層に用いることのできる導電性材料としては、アルミニウム、クロム、銅、銀、金、白金、タンタル、ニッケル、チタン、モリブデン、タングステン、ハフニウム（Hf）、バナジウム（V）、ニオブ（Nb）、マンガン、マグネシウム、ジルコニウム、ベリリウム等から選ばれた金属元素、上述した金属元素を成分とする合金、または上述した金属元素を組み合わせた合金などを用いることができる。また、リン等の不純物元素を含有させた多結晶シリコンに代表される半導体、ニッケルシリサイドなどのシリサイドを用いてもよい。導電性材料の形成方法は特に限定されず、蒸着法、CVD法、スパッタリング法、スピコート法などの各種形成方法を用いることができる。

[0092]

また、導電層に用いることのできる導電性材料として、インジウム錫酸化物、酸化タングステンを含むインジウム酸化物、酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、酸化チタンを含むインジウム錫酸化物、インジウム亜鉛酸化物、酸化ケイ素を添加したインジウム錫酸化物などの酸素を有する導電性材料を用いることもできる。また、窒化チタン、窒化タンタル、窒化タングステンなどの窒素を含む導電性材料を用いることもできる。また、酸素を有する導電性材料、窒素を含む導電性材料、前述した金属元素を含む材料を適宜組み合わせた積層構造とすることもできる。

[0093]

導電層に用いることのできる導電性材料は、単層構造でも、二層以上の積層構造としてもよい。例えば、シリコンを含むアルミニウム層の単層構造、アルミニウム層上にチタン層を積層する二層構造、窒化チタン層上にチタン層を積層する二層構造、窒化チタン層上にタングステン層を積層する二層構造、窒化タンタル層上にタングステン層を積層する二層構造、チタン層と、そのチタン層上にアルミニウム層を積層し、さらにその上にチタン層を形成する三層構造などがある。また、導電性材料として、チタン、タンタル、タングステン、モリブデン、クロム、ネオジム、スカンジウムから選ばれた一または複数の元素を含むアルミニウム合金を用いてもよい。

[0094]

発光素子170がトップエミッション型の発光素子である場合、電極171は、EL層172が発する光を効率よく反射する導電性材料を用いて形成することが好ましい。なお、電極171の構成は単層に限らず、複数層の積層構造としてもよい。例えば、電極171を陽極として用いる場合、EL層172と接する層を、インジウム錫酸化物などの透光性を有する層とし、その層に接して反射率の高い層（アルミニウム、アルミニウムを含む合金、または銀など）を設けてもよい。

[0095]

可視光を反射する導電性材料としては、例えば、アルミニウム、金、白金、銀、ニッケル、タングステン、クロム、モリブデン、鉄、コバルト、銅、もしくはパラジウム等の金属材料、またはこれら金属材料を含む合金を用いることができる。また、上記金属材料および／または合金に、ランタン、ネオジム、またはゲルマニウム等が添加されていてもよい。また、アルミニウムとチタンの合金、アルミニウムとニッケルの合金、アルミニウムとネオジムの合金等のアルミニウムを含む合金（アルミニウム合金）、銀と銅の合金、銀とパラジウムと銅の合金、銀とマグネシウムの合金等の銀を含む合金を用いて形成できる。銀と銅を含む合金は、耐熱性が高いため好ましい。さらに、金属膜または合金膜と金属酸化物膜を積層してもよい。例えばアルミニウム合金膜に接するように金属膜あるいは金属酸化物膜を積層することで、アルミニウム合金膜の酸化を抑制できる。金属膜、金属酸化物膜の他の例としては、チタン、酸化チタンなどが挙げられる。また、上述したように、

透光性を有する導電膜と金属材料からなる膜とを積層してもよい。例えば、銀とインジウム錫酸化物の積層膜、銀とマグネシウムの合金とインジウム錫酸化物（ITO：Indium Tin Oxide）の積層膜などを用いることができる。

[0096]

なお、発光素子170をボトムエミッション構造（下面射出構造）の発光素子とする場合においては、電極171に可視光を透過する導電性材料を用い、電極173に可視光を反射する導電性材料を用いればよい。または、発光素子170をデュアルエミッション構造（両面射出構造）の表示装置とする場合においては、電極171および電極173ともに、可視光を透過する導電性材料を用いればよい。

[0097]

また、透光性を有する導電性材料としては、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、ガリウムを添加した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、透光性を有する導電性材料としては、酸化物導電体を適用することもできる。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、またはチタンなどの金属材料、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ればよい。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および電極などの導電層、および表示素子が有する導電層（画素電極または共通電極として機能する導電層）にも用いることができる。

[0098]

ここで、金属酸化物の一種である酸化物導電体について説明しておく。本明細書等において、酸化物導電体をOC（Oxide Conductor）と呼称してもよい。酸化物導電体としては、例えば、金属酸化物に酸素欠損を形成し、該酸素欠損に水素を添加すると、伝導帯近傍にドナー準位が形成される。この結果、金属酸化物は、導電性が高くなり導電体化する。導電体化された金属酸化物を、酸化物導電体とすることができる。一般に、酸化物半導体はエネルギーギャップが大きいため、可視光に対して透光性を有する。一方、酸化物導電体は、伝導帯近傍にドナー準位を有する金属酸化物である。したがって、酸化物導電体は、ドナー準位による吸収の影響は小さく、可視光に対して酸化物半導体と同程度の透光性を有する。

[0099]

[絶縁層]

各絶縁層は、窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、窒化酸化アルミニウム、酸化窒化アルミニウム、酸化マグネシウム、窒化シリコン、酸化シリコン、窒化酸化シリコン、酸化窒化シリコン、酸化ガリウム、酸化ゲルマニウム、酸化イットリウム、酸化ジルコニウム、酸化ランタン、酸化ネオジム、酸化ハフニウム、酸化タンタル、アルミニウムシリケートなどから選ばれた材料を、単層でまたは積層して用いる。また、酸化物材料、窒化物材料、酸化窒化物材料、窒化酸化物材料のうち、複数の材料を混合した材料を用いてもよい。

[0100]

なお、本明細書中において、窒化酸化物とは、酸素よりも窒素の含有量が多い化合物をいう。また、

酸化窒化物とは、窒素よりも酸素の含有量が多い化合物をいう。なお、各元素の含有量は、例えば、ラザフォード後方散乱法（RBS：Rutherford Backscattering Spectrometry）等を用いて測定できる。

[0101]

特に絶縁層113および絶縁層213は、不純物が透過しにくい絶縁性材料を用いて形成することが好ましい。例えば、ホウ素、炭素、窒素、酸素、フッ素、マグネシウム、アルミニウム、シリコン、リン、塩素、アルゴン、ガリウム、ゲルマニウム、イットリウム、ジルコニウム、ランタン、ネオジム、ハフニウムまたはタンタルを含む絶縁材料を、単層で、または積層で用いればよい。不純物が透過しにくい絶縁性材料の一例として、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、酸化窒化アルミニウム、窒化酸化アルミニウム、酸化ガリウム、酸化ゲルマニウム、酸化イットリウム、酸化ジルコニウム、酸化ランタン、酸化ネオジム、酸化ハフニウム、酸化タンタル、窒化シリコンなどを挙げることができる。

[0102]

絶縁層113に不純物が透過しにくい絶縁性材料を用いることで、基板111側からの不純物の拡散を抑制し、トランジスタの信頼性を高めることができる。絶縁層213に不純物が透過しにくい絶縁性材料を用いることで、絶縁層114側からの不純物の拡散を抑制し、トランジスタの信頼性を高めることができる。

[0103]

また、平坦化層として機能できる絶縁層としては、ポリイミド、アクリル樹脂、ベンゾシクロブテン系樹脂、ポリアミド、エポキシ樹脂等の、耐熱性を有する有機材料を用いることができる。また上記有機材料の他に、低誘電率材料（low-k材料）、シロキサン系樹脂、PSG（リンガラス）、BPSG（リンボロンガラス）等を用いることができる。なお、これらの材料で形成される絶縁層を複数積層してもよい。

[0104]

なお、シロキサン系樹脂とは、シロキサン系材料を出発材料として形成されたSi-O-Si結合を含む樹脂に相当する。シロキサン系樹脂は置換基としては有機基（例えばアルキル基またはアリール基）またはフルオロ基を用いても良い。また、有機基はフルオロ基を有していても良い。

[0105]

また、絶縁層などの表面に化学機械研磨（CMP：Chemical Mechanical Polishing）処理を行なってもよい。CMP処理を行うことにより、試料表面の凹凸を低減し、この後形成される絶縁層および導電層の被覆性を高めることができる。

[0106]

[着色層]

着色層に用いることのできる材料としては、金属材料、樹脂材料、顔料または染料が含まれた樹脂材料などが挙げられる。

[0107]

[遮光層]

遮光層として用いることのできる材料としては、カーボンブラック、チタンブラック、金属、金属酸化物、複数の金属酸化物の固溶体を含む複合酸化物等が挙げられる。遮光層は、樹脂材料を含む膜であってもよいし、金属などの無機材料の薄膜であってもよい。また、遮光層に、着色層の材料

を含む膜の積層膜を用いることもできる。例えば、ある色の光を透過する着色層に用いる材料を含む膜と、他の色の光を透過する着色層に用いる材料を含む膜との積層構造を用いることができる。着色層と遮光層の材料を共通化することで、装置を共通化できるほか工程を簡略化できるため好ましい。

[0108]

[トランジスタについて]

本発明の一態様において、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としてもよいし、スタガ型のトランジスタとしてもよい。また、トップゲート構造またはボトムゲート構造のいずれのトランジスタ構造としてもよい。または、チャンネルの上下にゲート電極が設けられていてもよい。

[0109]

周辺駆動回路が有するトランジスタと、画素回路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。周辺駆動回路が有するトランジスタは、全て同じ構造であってもよく、2種類以上の構造が組み合わせて用いられていてもよい。同様に、画素回路が有するトランジスタは、全て同じ構造であってもよく、2種類以上の構造が組み合わせて用いられていてもよい。

[0110]

なお、チャンネルの上下に設けられたゲート電極の一方を、「ゲート電極」という場合、他方を「バックゲート電極」という。また、チャンネルの上下に設けられたゲート電極の一方を、「ゲート」という場合、他方を「バックゲート」という。なお、ゲート電極のことを「フロントゲート電極」という場合がある。同様に、ゲートのことを「フロントゲート」という場合がある。

[0111]

例えば、トランジスタ252が有する電極221はゲート電極として機能できる。また、トランジスタ252が有する電極226はバックゲート電極として機能できる。よって、絶縁層210および絶縁層211は、どちらもゲート絶縁層として機能できる。

[0112]

ゲート電極とバックゲート電極を設けることで、トランジスタの半導体層を、ゲート電極から生じる電界とバックゲート電極から生じる電界によって電気的に取り囲むことができる。ゲート電極およびバックゲート電極から生じる電界によって、チャンネルが形成される半導体層を電気的に取り囲むトランジスタの構造を *Surrounded channel* (*S-channel*) 構造と呼ぶことができる。

[0113]

バックゲート電極はゲート電極と同様に機能させることができる。バックゲート電極の電位は、ゲート電極と同電位としてもよいし、接地電位または任意の電位としてもよい。また、バックゲート電極の電位をゲート電極と連動させず独立して変化させることで、トランジスタのしきい値電圧を変化させることができる。

[0114]

ゲート電極とバックゲート電極を設けることで、更には、両者を同電位とすることで、半導体層においてキャリアの流れる領域が膜厚方向においてより大きくなるため、キャリアの移動量が増加する。この結果、トランジスタのオン電流が大きくなると共に、電界効果移動度が高くなる。

[0115]

したがって、トランジスタを占有面積に対して大きいオン電流を有するトランジスタとすることができる。すなわち、求められるオン電流に対して、トランジスタの占有面積を小さくすることができる。よって、集積度の高い半導体装置を実現できる。

[0116]

また、表示装置にオン電流の大きなトランジスタを用いることで、表示装置を大型化、または高精細化したときに配線数が増大したとしても、各配線における信号遅延を低減することが可能であり、表示品位の低下を抑制できる。

[0117]

また、ゲート電極とバックゲート電極は導電層で形成されるため、トランジスタの外部で生じる電界が、チャンネルが形成される半導体層に作用しないようにする機能（特に静電気などに対する電界遮蔽機能）を有する。なお、平面視において、バックゲート電極を半導体層よりも大きく形成し、バックゲート電極で半導体層を覆うことで、電界遮蔽機能を高めることができる。

[0118]

ゲート電極とバックゲート電極は、それぞれが外部からの電界を遮蔽する機能を有するため、トランジスタの上方および下方に生じる荷電粒子等の電荷が半導体層のチャンネル形成領域に影響しない。この結果、ストレス試験（例えば、ゲートに負の電圧を印加するNGBT（Negative Gate Bias-Temperature）ストレス試験（「NBT」または「NBTS」ともいう。）の劣化が抑制される。また、ゲート電極とバックゲート電極は、ドレイン電極から生じる電界が半導体層に作用しないように遮断できる。よって、ドレイン電圧の変動に起因する、オン電流の立ち上がり電圧の変動を抑制できる。なお、この効果は、ゲート電極およびバックゲート電極に電位が供給されている場合において顕著に生じる。

[0119]

また、バックゲート電極を有するトランジスタは、ゲートに正の電圧を印加するPGBT（Positive Gate Bias-Temperature）ストレス試験（「PBT」または「PBTS」ともいう。）前後におけるしきい値電圧の変動も、バックゲート電極を有さないトランジスタより小さい。

[0120]

なお、NGBTおよびPGBTなどのBTストレス試験は加速試験の一種であり、長期間の使用によって起こるトランジスタの特性変化（経年変化）を短時間で評価できる。特に、BTストレス試験前後におけるトランジスタのしきい値電圧の変動量は、信頼性を調べるための重要な指標となる。BTストレス試験前後において、しきい値電圧の変動量が少ないほど、信頼性が高いトランジスタであるといえる。

[0121]

また、ゲート電極およびバックゲート電極を有し、且つ両者を同電位とすることで、しきい値電圧の変動量が低減される。このため、複数のトランジスタ間における電気特性のばらつきも同時に低減される。

[0122]

また、バックゲート電極側から光が入射する場合に、バックゲート電極を、遮光性を有する導電膜で形成することで、バックゲート電極側から半導体層に光が入射することを防ぐことができる。よって、半導体層の光劣化を防ぎ、トランジスタのしきい値電圧がシフトするなどの電気特性の劣化

を防ぐことができる。

[0123]

[半導体材料]

トランジスタの半導体層に用いる半導体材料の結晶性について大きな制限はない。非晶質半導体、結晶性を有する半導体（微結晶半導体、多結晶半導体、単結晶半導体、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。なお、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。

[0124]

また、例えば、トランジスタの半導体層に用いる半導体材料として、シリコン、ゲルマニウムなどを用いることができる。また、炭化シリコン、ガリウム砒素、金属酸化物、窒化物半導体などの化合物半導体、有機半導体などを用いることができる。

[0125]

例えば、トランジスタに用いる半導体材料として、多結晶シリコン（ポリシリコン）、非晶質シリコン（アモルファスシリコン）などを用いることができる。また、トランジスタに用いる半導体材料として、金属酸化物の一種である酸化物半導体を用いることができる。

[0126]

<金属酸化物>

ここで、酸化物半導体として用いることが可能な金属酸化物について説明しておく。

[0127]

酸化物半導体として用いる金属酸化物は、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、インジウムおよ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、錫などが含まれていることが好ましい。また、ホウ素、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。

[0128]

ここでは、金属酸化物が、インジウム、元素Mおよび亜鉛を有する $In-M-Zn$ 酸化物である場合を考える。なお、元素Mは、アルミニウム、ガリウム、イットリウム、または錫とする。そのほかの元素Mに適用可能な元素としては、ホウ素、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、コバルトなどがある。ただし、元素Mとして、前述の元素を複数組み合わせても構わない場合がある。

[0129]

なお、本明細書等において、窒素を有する金属酸化物も金属酸化物 (metal oxide) と総称する場合がある。また、窒素を有する金属酸化物を、金属酸窒化物 (metal oxynitride) と呼称してもよい。

[0130]

<結晶構造の分類>

まず、酸化物半導体における、結晶構造の分類について、図14Aを用いて説明を行う。図14Aは、酸化物半導体、代表的にはIGZO (Inと、Gaと、Znと、を含む金属酸化物) の結晶構

造の分類を説明する図である。

[0131]

図14Aに示すように、酸化物半導体は、大きく分けて「Amorphous（無定形）」と、「Crystalline（結晶性）」と、「Crystal（結晶）」と、に分類される。また、「Amorphous」の中には、completely amorphousが含まれる。また、「Crystalline」の中には、CAAC（c-axis-aligned crystalline）、nc（nanocrystalline）、およびCAC（cloud-aligned composite）が含まれる。なお、「Crystalline」の分類には、single crystal、poly crystal、およびcompletely amorphousは除かれる（excluding single crystal and poly crystal）。また、「Crystal」の中には、single crystal、およびpoly crystalが含まれる。

[0132]

なお、図14Aに示す太枠内の構造は、「Amorphous（無定形）」と、「Crystal（結晶）」との間の中間状態であり、新しい境界領域（New crystalline phase）に属する構造である。すなわち、当該構造は、エネルギー的に不安定な「Amorphous（無定形）」および、「Crystal（結晶）」とは全く異なる構造と言い換えることができる。

[0133]

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できる。ここで、「Crystalline」に分類されるCAAC-IGZO膜のGIXD（Grazing-Incidence XRD）測定で得られるXRDスペクトルを図14Bに示す。なお、GIXD法は、薄膜法またはSeemann-Bohlin法ともいう。以降、図14Bに示すGIXD測定で得られるXRDスペクトルを、本明細書中において、単にXRDスペクトルと記す場合がある。なお、図14Bに示すCAAC-IGZO膜の組成は、In：Ga：Zn=4：2：3 [原子数比] 近傍である。また、図14Bに示すCAAC-IGZO膜の厚さは、500nmである。

[0134]

図14（B）では、横軸は 2θ [deg.] であり、縦軸は強度（Intensity） [a.u.] である。図14Bに示すように、CAAC-IGZO膜のXRDスペクトルでは、明確な結晶性を示すピークが検出される。具体的には、CAAC-IGZO膜のXRDスペクトルでは、 $2\theta = 31^\circ$ 近傍に、c軸配向を示すピークが検出される。なお、図14Bに示すように、 $2\theta = 31^\circ$ 近傍のピークは、ピーク強度が検出された角度を軸に左右非対称である。

[0135]

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。）にて評価できる。CAAC-IGZO膜の回折パターンを、図14Cに示す。図14Cは、電子線を基板に対して平行に入射するNBEDによって観察される回折パターンである。なお、図14Cに示すCAAC-IGZO膜の組成は、In：Ga：Zn=4：2：3 [原子数比] 近傍である。また、極微電子線回折法では、プローブ径を1nmとして電子線回折が行われる。

[0136]

図14Cに示すように、CAAC-IGZO膜の回折パターンでは、c軸配向を示す複数のスポットが観察される。

[0137]

<酸化物半導体の構造>

なお、酸化物半導体は、結晶構造に着目した場合、図14A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、および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。

[0138]

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

[0139]

[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。

[0140]

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。

[0141]

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）、および酸素を有する層（以下、In層）と、元素M、亜鉛（Zn）、および酸素を有する層（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像において、格子像として観察される。

[0142]

CAAC-OS膜に対し、例えば、XRD装置を用いて構造解析を行うと、 $\theta/2\theta$ 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 $2\theta = 31^\circ$ 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。

[0143]

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、点对称の位置に観測される。

[0144]

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、歪みを許容できるためと考えられる。

[0145]

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、および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。

[0146]

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は不純物および欠陥 (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。したがって、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。

[0147]

[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。したがって、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、 $\theta/2\theta$ 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50 nm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ナノ結晶より小さいプローブ径（例えば1 nm以上30 nm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。

[0148]

[*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*および*CAAC-OS*と比べて、結晶性が低い。また、*a-like OS*は、*nc-OS*および*CAAC-OS*と比べて、膜中の水素濃度が高い。

[0149]

<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。

[0150]

[*CAC-OS*]

*CAC-OS*とは、例えば、金属酸化物を構成する元素が、0.5 nm以上10 nm以下、好ましくは、1 nm以上3 nm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、0.5 nm以上10 nm以下、好ましくは、1 nm以上3 nm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。

[0151]

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。

[0152]

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*、および *Zn*の原子数比のそれぞれを、[*In*]、[*Ga*]、および [*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。

[0153]

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。

[0154]

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。

[0155]

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。

[0156]

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 ）、および良好なスイッチング動作を実現できる。

[0157]

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。

[0158]

<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。

[0159]

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できる。また、信頼性の高いトランジスタを実現できる。

[0160]

トランジスタのチャネル形成領域には、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、酸化物半導体のチャネル形成領域のキャリア濃度は $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以下、好ましくは $1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ 以下、さらに好ましくは $1 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ 以下、より好ましくは $1 \times 10^{11} \text{ cm}^{-3}$ 以下、さらに好ましくは $1 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ 未満であり、 $1 \times 10^{-9} \text{ cm}^{-3}$ 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。

[0161]

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。

[0162]

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。

[0163]

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。

[0164]

<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。

[0165]

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または炭素が含まれると、酸化物半導体において欠陥準位が形成される。このため、酸化物半導体のチャネル形成領域におけるシリコンおよび炭素の濃度と、酸化物半導体のチャネル形成領域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、 $2 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以下、好ましくは $2 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ 以下とする。

[0166]

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のチャネル形成領域中のアルカリ金属またはアルカリ土類金属の濃度を、 $1 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以下、好ましくは $2 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^3$ 以下にする。

[0167]

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型化しやすくなる。この結果、窒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。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のチャネル形成領域中の窒素濃度を、 $5 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 未満、好ましくは $5 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以下、より好ましくは $1 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以下、さらに好ましくは $5 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ 以下にする。

[0168]

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、酸化物半導体のチャネル形成領域における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、酸化物半導体のチャネル形成領域において、SIMSにより得られる水素濃度を、 $1 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 未満、好ましくは $5 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 以下とする。

／ cm^3 未満、より好ましくは $1 \times 10^{19} \text{ atoms} / \text{cm}^3$ 未満、さらに好ましくは $5 \times 10^{18} \text{ atoms} / \text{cm}^3$ 未満、さらに好ましくは $1 \times 10^{18} \text{ atoms} / \text{cm}^3$ 未満にする。

[0169]

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

[0170]

<その他の半導体材料>

トランジスタの半導体層に用いることができる半導体材料は、上述の金属酸化物に限られない。半導体層として、バンドギャップを有する半導体材料（ゼロギャップ半導体ではない半導体材料）を用いてもよい。例えば、シリコンなどの単体元素の半導体、ヒ化ガリウムなどの化合物半導体、半導体として機能する層状物質（原子層物質、2次元材料などともいう。）などを半導体材料に用いることが好ましい。特に、半導体として機能する層状物質を半導体材料に用いると好適である。

[0171]

ここで、本明細書等において、層状物質とは、層状の結晶構造を有する材料群の総称である。層状の結晶構造は、共有結合またはイオン結合によって形成される層が、ファンデルワールス力のような、共有結合またはイオン結合よりも弱い結合を介して積層している構造である。層状物質は、単位層内における電気伝導性が高く、つまり、2次元電気伝導性が高い。半導体として機能し、かつ、2次元電気伝導性の高い材料をチャンネル形成領域に用いることで、オン電流の大きいトランジスタを提供できる。

[0172]

層状物質として、グラフェン、シリセン、カルコゲン化物などがある。カルコゲン化物は、カルコゲンを含む化合物である。また、カルコゲンは、第16族に属する元素の総称であり、酸素、硫黄、セレン、テルル、ポロニウム、リバモリウムが含まれる。また、カルコゲン化物として、遷移金属カルコゲナイド、13族カルコゲナイドなどが挙げられる。

[0173]

トランジスタの半導体層として、例えば、半導体として機能する遷移金属カルコゲナイドを用いることが好ましい。半導体層として適用可能な遷移金属カルコゲナイドとして、具体的には、硫化モリブデン（代表的には MoS_2 ）、セレン化モリブデン（代表的には MoSe_2 ）、モリブデンテルル（代表的には MoTe_2 ）、硫化タングステン（代表的には WS_2 ）、セレン化タングステン（代表的には WSe_2 ）、タングステンテルル（代表的には WTe_2 ）、硫化ハフニウム（代表的には HfS_2 ）、セレン化ハフニウム（代表的には HfSe_2 ）、硫化ジルコニウム（代表的には ZrS_2 ）、セレン化ジルコニウム（代表的には ZrSe_2 ）などが挙げられる。

[0174]

<作製方法例>

表示装置100の作製方法の一例について、図面を用いて説明する。本実施の形態では、表示領域235に着目して作製方法を説明する。

[0175]

なお、表示装置を構成する絶縁層、半導体層、ならびに、電極、配線を形成するための導電層などは、スパッタリング法、化学気相堆積（CVD: Chemical Vapor Deposition）法、真空蒸着法、パルスレーザー堆積（PLD: Pulsed Laser Depos

ition) 法、原子層堆積 (ALD: Atomic Layer Deposition) 法、プラズマALD (PEALD: Plasma Enhanced ALD) 法などを用いて形成できる。CVD法としては、プラズマ化学気相堆積 (PECVD) 法または熱CVD法でもよい。熱CVD法の例として、有機金属化学気相堆積 (MOCVD: Metal Organic CVD) 法を用いてもよい。

[0176]

また、表示装置を構成する絶縁層、半導体層、ならびに、電極、配線を形成するための導電層などは、スピコート、ディップ、スプレー塗布、インクジェット、ディスペンス、スクリーン印刷、オフセット印刷、スリットコート、ロールコート、カーテンコート、ナイフコート等の方法により形成してもよい。

[0177]

PECVD法は、比較的低温で高品質の膜が得られる。MOCVD法、ALD法、または熱CVD法などの、成膜時にプラズマを用いない成膜方法を用いると、被形成面にダメージが生じにくい。例えば、半導体装置に含まれる配線、電極、素子 (トランジスタ、容量素子など) などは、プラズマから電荷を受け取ることでチャージアップする場合がある。このとき、蓄積した電荷によって、半導体装置に含まれる配線、電極、素子などが破壊される場合がある。一方、プラズマを用いない成膜方法の場合、こういったプラズマダメージが生じないため、半導体装置の歩留まりを高くすることができる。また、成膜中のプラズマダメージが生じないため、欠陥の少ない膜が得られる。

[0178]

CVD法およびALD法は、ターゲットなどから放出される粒子が堆積する成膜方法とは異なり、被処理物の表面における反応により膜が形成される成膜方法である。したがって、被処理物の形状の影響を受けにくく、良好な段差被覆性を有する成膜方法である。特に、ALD法は、優れた段差被覆性と、優れた厚さの均一性を有するため、アスペクト比の高い開口部の表面を被覆する場合などに好適である。ただし、ALD法は、比較的成膜速度が遅いため、成膜速度の速いCVD法などの他の成膜方法と組み合わせて用いることが好ましい場合もある。

[0179]

CVD法およびALD法は、原料ガスの流量比によって、得られる膜の組成を制御できる。例えば、CVD法およびALD法では、原料ガスの流量比によって、任意の組成の膜を成膜できる。また、例えば、CVD法およびALD法では、成膜しながら原料ガスの流量比を変化させることによって、組成が連続的に変化した膜を成膜できる。原料ガスの流量比を変化させながら成膜する場合、複数の成膜室を用いて成膜する場合と比べて、搬送および圧力調整に掛かる時間の分、成膜に掛かる時間を短くすることができる。したがって、半導体装置の生産性を高めることができる場合がある。

[0180]

なお、ALD法により成膜する場合は、材料ガスとして塩素を含まないガスを用いることが好ましい。

[0181]

また、スパッタリング法で酸化物半導体を形成する場合、スパッタリング装置におけるチャンバーは、酸化物半導体にとって不純物となる水等を可能な限り除去すべくクライオポンプのような吸着式の真空排気ポンプを用いて、高真空 (5×10^{-7} Pa から 1×10^{-4} Pa 程度まで) に排気することが好ましい。特に、スパッタリング装置の待機時における、チャンバー内の H_2O に相当する

ガス分子 ($m/z = 18$ に相当するガス分子) の分圧を 1×10^{-4} Pa 以下とすることが好ましく、 5×10^{-5} Pa 以下とすることがより好ましい。成膜温度は RT 以上 500°C 以下が好ましく、RT 以上 300°C 以下がより好ましく、RT 以上 200°C 以下がさらに好ましい。

[0182]

また、スパッタリングガスの高純度化も必要である。例えば、スパッタリングガスとして用いる酸素ガスおよびアルゴンガスは、露点が -40°C 以下、好ましくは -80°C 以下、より好ましくは -100°C 以下、より好ましくは -120°C 以下にまで高純度化したガスを用いることで酸化物半導体膜に水分等が取り込まれることを可能な限り防ぐことができる。

[0183]

また、スパッタリング法で絶縁層、導電層、または半導体層などを形成する場合、酸素を含むスパッタリングガスを用いることで、被形成層に酸素を供給できる。スパッタリングガスに含まれる酸素が多いほど、被形成層に供給される酸素が多くなりやすい。

[0184]

表示装置を構成する層 (薄膜) を加工する際には、フォトリソグラフィ法等を用いて加工できる。または、遮蔽マスクを用いた成膜方法により、島状の層を形成してもよい。または、ナノインプリント法、サンドブラスト法、リフトオフ法などにより層を加工してもよい。フォトリソグラフィ法としては、加工したい層 (薄膜) 上にレジストマスクを形成して、レジストマスクをマスクとして用いて、当該層 (薄膜) の一部を選択的に除去し、その後レジストマスクを除去する方法と、感光性を有する層を成膜した後に、露光、現像を行って、当該層を所望の形状に加工する方法と、がある。

[0185]

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

[0186]

層 (薄膜) の除去 (エッチング) には、ドライエッチング法、ウエットエッチング法などを用いることができる。また、これらのエッチング方法を組み合わせて用いてもよい。

[0187]

本実施の形態に示す表示装置 100 は、第 1 素子基板 151 (図 8 (B) 参照。) と第 2 素子基板 152 (図 11 (C) 参照。) を組み合わせて作製する。

[0188]

[第 1 素子基板 151]

第 1 素子基板 151 の作製方法について説明する。

[0189]

[工程 A1]

基板 1 1 1 上に絶縁層 1 1 2 および絶縁層 1 1 3 を形成する（図 2 A 参照。）。絶縁層 1 1 2 および絶縁層 1 1 3 の少なくとも一方は、水素、水などの不純物が透過しにくい材料を用いることが好ましい。

[0190]

[工程 A 2]

次に、絶縁層 1 1 3 上に電極 2 2 1 を形成する。電極 2 2 1 は、導電膜を成膜した後、レジストマスクを形成し、当該導電膜をエッチングした後にレジストマスクを除去することで形成できる。

[0191]

[工程 A 3]

次に、絶縁層 1 1 3 および電極 2 2 1 上に、絶縁層 2 1 1 を形成する。絶縁層 2 1 1 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、酸化イットリウム膜、酸化ジルコニウム膜、酸化ガリウム膜、酸化タンタル膜、酸化マグネシウム膜、酸化ランタン膜、酸化セリウム膜、および酸化ネオジム膜等を用いてもよい。また、上述の絶縁膜を 2 以上積層して用いてもよい。

[0192]

無機絶縁膜は、成膜温度が高いほど緻密でバリア性の高い膜となるため、高温で形成することが好ましい。無機絶縁膜の成膜時の基板温度は、室温（25℃）以上 350℃以下が好ましく、100℃以上 300℃以下がさらに好ましい。

[0193]

また、半導体層 2 3 1 に酸化物半導体を用いる場合は、半導体層 2 3 1 と接する領域を有する絶縁層は、加熱により酸素が放出される絶縁層（以下、「過剰酸素を含む絶縁層」ともいう。）であることが好ましい。よって、半導体層 2 3 1 に酸化物半導体を用いる場合は、絶縁層 2 1 1 は過剰酸素を含む絶縁層であることが好ましい。

[0194]

なお、本明細書などにおいて、加熱により層中から放出される酸素を「過剰酸素」という。過剰酸素を含む絶縁層は、絶縁層の表面温度が 100℃以上 700℃以下、好ましくは 100℃以上 500℃以下の加熱処理で行われる TDS 分析にて、酸素原子に換算した酸素の脱離量が、 $1.0 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以上、 $1.0 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 以上、または $1.0 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以上となる場合もある。

[0195]

[工程 A 4]

次に、半導体層 2 3 1 を形成する。本実施の形態では、半導体層 2 3 1 として、酸化物半導体層を形成する。酸化物半導体層は、酸化物半導体膜を成膜した後、レジストマスクを形成し、当該酸化物半導体膜をエッチングした後にレジストマスクを除去することで形成できる。

[0196]

酸化物半導体膜の成膜時の基板温度は、350℃以下が好ましく、室温以上 200℃以下がより好ましく、室温以上 130℃以下がさらに好ましい。

[0197]

酸化物半導体膜は、例えば、スパッタリングガスとして不活性ガスおよび酸素ガスのいずれか一方

または双方を用いて、スパッタリング法で成膜できる。なお、酸化物半導体膜の成膜時における酸素ガスの流量比（酸素分圧）に、特に限定はない。ただし、電界効果移動度が高いトランジスタを得る場合においては、酸化物半導体膜の成膜時における酸素の流量比（酸素分圧）は、0%以上30%以下が好ましく、5%以上30%以下がより好ましく、7%以上15%以下がさらに好ましい。

[0198]

酸化物半導体膜は、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。特にインジウムおよび亜鉛を含むことが好ましい。

[0199]

酸化物半導体は、エネルギーギャップが2 eV以上であることが好ましく、2.5 eV以上であることがより好ましく。3 eV以上であることがさらに好ましい。このように、エネルギーギャップの広い酸化物半導体を用いることで、トランジスタのオフ電流を低減できる。

[0200]

特に、エネルギーギャップが2.5 eV以上の半導体材料は、可視光の透過率が高いため好ましい。

[0201]

酸化物半導体膜は、スパッタリング法により形成できる。そのほか、例えばPLD法、PECVD法、熱CVD法、ALD法、真空蒸着法などを用いてもよい。

[0202]

[工程A5]

続いて、電極224a、電極224b、および配線125を形成する（図2B参照。）。電極224a、電極224b、および配線125は、導電膜を成膜した後、レジストマスクを形成し、当該導電膜をエッチングした後にレジストマスクを除去することにより形成できる。電極224aおよび電極224bは、それぞれ、半導体層231と電氣的に接続される。

[0203]

なお、電極224aおよび電極224bを形成する際に、レジストマスクに覆われていない半導体層231の一部がエッチングにより薄膜化する場合がある。

[0204]

[工程A6]

次に、絶縁層210を形成する。絶縁層210として、酸素を含む雰囲気下で成膜した酸化シリコン層または酸化窒化シリコン層等の酸化物絶縁層を用いることが好ましい。酸化物絶縁層を、酸素を含む雰囲気下で形成することで、過剰酸素を含む絶縁層とすることができる。

[0205]

[工程A7]

次に、絶縁層210上に電極226を形成する。電極226は、半導体層231と重なる領域を有する。このようにしてトランジスタ251を形成できる。なお、図示していないが、トランジスタ252も同様に形成される。

[0206]

[工程A8]

次に、絶縁層213を形成する（図2C参照。）。絶縁層213は、窒化シリコンなどの酸素を拡散、透過しにくい絶縁材料で形成することが好ましい。

[0207]

絶縁層 210 が過剰酸素を含む絶縁層である場合、酸素を拡散、透過しにくい絶縁膜を積層した状態で、加熱処理を行うことにより、酸化物半導体層に酸素を効率よく供給できる。その結果、酸化物半導体層中の酸素欠損、および酸化物半導体層と絶縁層 210 の界面の欠陥を修復し、欠陥準位を低減できる。これにより、極めて信頼性の高いトランジスタを実現できる。また、表示装置に当該トランジスタを用いることで、表示装置の信頼性を高めることができる。

[0208]

[工程A9]

次に、絶縁層 114 を形成する。絶縁層 114 は、後に形成する表示素子の被形成面となる層であるため、平坦化層として機能することが好ましい。

[0209]

[工程A10]

次に、絶縁層 114、絶縁層 213、および絶縁層 210 に、電極 224a に達する開口 161 を形成する。

[0210]

[工程A11]

次に、絶縁層 114 上に、電極 171 を形成する（図 3A および図 3B 参照。）。図 3A は、絶縁層 114 より上層に設けられる構造物を示す斜視模式図である。本実施の形態に開示する説明を理解しやすくするため、図 3A では一部の構成要素の記載を省略している。例えば、電極 171 より下層に位置する構成要素の記載を省略している。後述する図 4A、図 5A、図 6A、図 7A1、図 7A2、図 8A、および図 9A も同様である。

[0211]

また、図面などにおいて、X 方向、Y 方向、および Z 方向を示す矢印を付す場合がある。なお、本明細書等において、「X 方向」とは X 軸に沿う方向であり、明示する場合を除き順方向と逆方向を区別しない。「Y 方向」および「Z 方向」についても同様である。また、X 方向、Y 方向、および Z 方向は、それぞれが互いに交差する方向である。より具体的には、X 方向、Y 方向、および Z 方向は、それぞれが互いに直交する方向である。本明細書などでは、X 方向、Y 方向、または Z 方向の 1 つを「第 1 方向」または「第 1 の方向」と呼ぶ場合がある。また、他の 1 つを「第 2 方向」または「第 2 の方向」と呼ぶ場合がある。また、残りの 1 つを「第 3 方向」または「第 3 の方向」と呼ぶ場合がある。図 3 などでは、基板 111 の表面に垂直な方向を Z 方向としている。

[0212]

図 3B は、図 3A に一点鎖線で示す部位 F1 および部位 F2 と重なる XZ 面を、Y 方向に見た断面模式図である。電極 171 は電極 224a と電氣的に接続する。

[0213]

電極 171 は、可視光を反射する導電材料を用いて形成する。また、電極 171 を陽極として用いる場合は、電極 171 を、例えば ITO と銀の積層構造とすればよい。または、例えば 2 層の ITO の間に銀を挟む積層構造とすればよい。

[0214]

[工程A12]

次に、EL 層 172 を形成する。本実施の形態では、EL 層 172 を有機 EL で形成する。EL 層 172 は、蒸着法、塗布法、印刷法、吐出法などの方法で形成できる。EL 層 172 の形成後に行

う工程は、EL層172に加わる温度が、EL層172の耐熱温度以下となるように行うことが好ましい。

[0215]

[工程A13]

次に、電極173を形成する。電極173は、可視光を透過する導電材料を用いて形成する。また、電極173を陰極として用いる場合は、電極173を、例えば、フッ化リチウムとITOの積層構造とすればよい。

[0216]

[工程A14]

次に、電極173上にレジストマスク179を形成する（図4Aおよび図4B参照。）。図4Aは、電極173上にレジストマスク179を形成した状態を示す斜視模式図である。図4Bは、図4Aに一点鎖線で示す部位F1および部位F2と重なるXZ面を、Y方向に見た断面模式図である。

[0217]

[工程A15]

次に、レジストマスクをマスクとして用いて、電極171、EL層172、および電極173の一部を選択的に除去する（図5Aおよび図5B参照。）。図5Aは、エッチング処理が行われた状態を示す斜視模式図である。図5Bは、図5Aに一点鎖線で示す部位F1および部位F2と重なるXZ面を、Y方向に見た断面模式図である。

[0218]

電極171、EL層172、および電極173の除去（エッチング）は、ドライエッチング法、ウエットエッチング法などを用いることができる。また、異なるエッチング方法を組み合わせて用いてもよい。電極171、EL層172、および電極173のエッチングは、連続して（一括で）行うことが好ましい。電極171、EL層172、および電極173のエッチングを連続して行うことにより、層毎のレジストマスクの形成が不要になり、生産性を高めることができる。

[0219]

また、エッチング条件によっては、電極171、EL層172、および電極173それぞれの側面を略一致させることができる。電極171、EL層172、および電極173それぞれの側面を略一致させることによって、後の工程で行なう絶縁層などの被覆性が高められるため、好ましい。

[0220]

[工程A16]

次に、レジストマスク179を除去する（図6Aおよび図6B参照。）。このようにして、発光素子170が形成される。図6Aは、エッチング処理により形成された発光素子170を示す斜視模式図である。図6Bは、図6Aに一点鎖線で示す部位F1および部位F2と重なるXZ面を、Y方向に見た断面模式図である。

[0221]

レジストマスクを用いたエッチング処理により発光素子170を形成することで、隔壁を用いることなく隣接する発光層の電氣的な干渉を防ぐことができる。よって、隔壁の形成が不要であり、表示装置の生産性を高めることができる。また、隔壁の形成が不要であるため、画素開口率の向上、高精細化、および小型化などが実現できる。

[0222]

また、本発明の一態様によれば、陽極として機能する電極171、EL層172、および陰極として機能する電極173それぞれの一部を選択的かつ一括で除去することで、画素として機能する発光素子を作り分けることができる。よって、メタルマスクを用いずに、または、メタルマスクの使用量を低減して発光素子の作製が可能であり、表示装置の生産性を高めることができる。

[0223]

例えば、メタルマスクを用いて発光素子170の形成を行なうと、寸法精度の制約により、隣接する2つの発光素子170の間隔（距離）を20 μ m以下にすることが難しい。本発明の一態様によれば、隣接する2つの発光素子170の間隔を20 μ m以下にできる。具体的には、隣接する2つの発光素子170の間隔を0.5 μ m以上15 μ m以下、好ましくは0.5 μ m以上10 μ m以下、より好ましくは0.5 μ m以上5 μ m以下にできる。よって、画素開口率の向上、高精細化、および小型化などが実現できる。

[0224]

[工程A17]

次に、発光素子170を覆う絶縁層115を形成する（図7B参照。）。絶縁層115としては、水および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115をバリア膜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、発光素子170およびトランジスタに対して外部から不純物が拡散することを効果的に抑制可能となり、信頼性の高い表示装置を実現できる。

[0225]

絶縁層115としては、例えば、酸化アルミニウム（AlO_x）膜と、当該酸化アルミニウム膜上の窒化シリコン（SiNy）膜との積層構造、または酸化物半導体（例えば、IGZO）と、当該IGZO膜上の酸化アルミニウム（AlO_x）膜との積層構造などを用いることができる。なお、酸化アルミニウム膜、窒化シリコン膜、および酸化物半導体膜としては、それぞれ、ALD法、CVD法、またはスパッタリング法を用いて形成すればよい。

[0226]

なお、図7A1および図7A2は、後述する電極117が発光素子170上に設けられた状態を示す斜視模式図である。図7Bは、図7A1に一点鎖線で示す部位F1および部位F2と重なるXZ面を、Y方向に見た断面模式図である。

[0227]

[工程A18]

次に、絶縁層115上に絶縁層116を形成する。絶縁層116は、平坦化層としての機能を有することが好ましい。

[0228]

また、絶縁層116の表面にCMP処理を行なってもよい。絶縁層116の表面にCMP処理を行うことにより、表面の凹凸を低減し、この後形成される絶縁層および導電層の被覆性を高めることができる。

[0229]

[工程A19]

次に、絶縁層115および絶縁層116に埋め込むように電極117を形成する。電極117は、発光素子170毎に設けられ、電極173と電氣的に接続される。発光素子170毎に設けられる

電極 1 1 7 の数は 1 つに限定されない。図 7 A 2 に示すように、1 つの発光素子 1 7 0 に複数の電極 1 1 7 を設けてもよい。

[0 2 3 0]

[工程 A 2 0]

次に、絶縁層 1 1 6 および電極 1 1 7 の上に導電層 1 1 8 を形成する（図 8 A および図 8 B 参照。）。図 8 A は、発光素子 1 7 0 の上に導電層 1 1 8 を設けた状態を示す斜視模式図である。図 8 B は、図 8 A に一点鎖線で示す部位 F 1 および部位 F 2 と重なる X Z 面を、Y 方向に見た断面模式図である。

[0 2 3 1]

導電層 1 1 8 は、複数の発光素子 1 7 0 が有する電極 1 7 3 と電氣的に接続され、共通電極として機能する。また、導電層 1 1 8 を、透光性を有する導電性材料で形成することにより、発光素子 1 7 0 が発する光 1 7 5 を遮ることなく取り出すことができる。よって、発光素子 1 7 0 を覆って導電層 1 1 8 を設けることができる。すなわち、表示領域 2 3 5 全体を覆って導電層 1 1 8 を設けることができる。

[0 2 3 2]

また、導電層 1 1 8 は陰極補助導電層として機能する。導電層 1 1 8 を設けることにより、表示領域 2 3 5 全体の陰極（電極 1 7 3）の電位ばらつきが低減され、均一な発光強度が得られる。よって、表示装置の表示品位を高めることができる。

[0 2 3 3]

以上のようにして、第 1 素子基板 1 5 1 を作製できる。

[0 2 3 4]

[変形例 1]

図 9 に第 1 素子基板 1 5 1 の変形例を示す。第 1 素子基板 1 5 1 において、導電層 1 1 8 に代えて、絶縁層 1 1 6 および電極 1 1 7 の上に配線 1 1 9 を設けてもよい。図 9 A は、発光素子 1 7 0 の上に配線 1 1 9 を設けた状態を示す斜視模式図である。図 9 B は、図 9 A に一点鎖線で示す部位 F 1 および部位 F 2 と重なる X Z 面を、Y 方向に見た断面模式図である。

[0 2 3 5]

配線 1 1 9 は、透光性または遮光性を有する導電材料を用いて形成できる。配線 1 1 9 を、遮光性を有する材料で形成する場合は、配線 1 1 9 を発光素子 1 7 0 と重なる面積がなるべく少なくなるように配置することが好ましい。配線 1 1 9 は、陰極補助配線として機能する。隣接する前記発光素子それぞれの陰極を配線 1 1 9 と電氣的に接続することにより、陰極の電位ばらつきを低減できる。よって、表示装置の表示品位を高めることができる。

[0 2 3 6]

また、図 9 では配線 1 1 9 が X 方向に延在し、X 方向に隣接する電極 1 1 7 と電氣的に接続しているが、配線 1 1 9 は Y 方向に延在して Y 方向に隣接する電極 1 1 7 と電氣的に接続してもよい。また、配線 1 1 9 を網目状に配置してもよい。

[0 2 3 7]

[変形例 2]

図 1 0 に示すように、絶縁層 1 1 4 と電極 1 7 1 の間に、絶縁層 1 3 9 を設けてもよい。絶縁層 1 3 9 は、工程 A 1 5 で陽極として機能する電極 1 7 1、E L 層 1 7 2、および陰極として機能する

電極 1 7 3 それぞれの一部をエッチングする際のエッチングストップとして機能する。

[0 2 3 8]

絶縁層 1 3 9 には工程 A 1 5 でエッチングされにくい材料を用いる。特に、工程 A 1 5 をドライエッチング法で行なう、またはドライエッチング法主体で行なう場合は、絶縁層 1 3 9 を設けることが好ましい。絶縁層 1 3 9 を設けることにより、工程 A 1 5 のプロセス設計自由度が高まり、生産性および信頼性を高めることができる。

[0 2 3 9]

[第 2 素子基板 1 5 2]

続いて、第 2 素子基板 1 5 2 の作製方法について説明する。

[0 2 4 0]

[工程 B 1]

基板 1 2 1 上に絶縁層 1 2 2 を形成する（図 1 1 A 参照。）。基板 1 2 1 としては、基板 1 1 1 と同様の材料を用いることができる。

[0 2 4 1]

[工程 B 2]

次に、絶縁層 1 2 2 の上に遮光層 1 3 2 を設ける（図 1 1 B 参照。）。

[0 2 4 2]

[工程 B 3]

次に、絶縁層 1 2 2 および遮光層 1 3 2 の上に着色層 1 3 1 を設ける。

[0 2 4 3]

着色層 1 3 1 は、感光性の材料を用いて形成することで、フォトリソグラフィ法等により島状に加工できる。着色層 1 3 1 と遮光層 1 3 2 は、必要に応じて設ければよい。よって、着色層 1 3 1 と遮光層 1 3 2 の少なくとも一方を設けない場合もありうる。なお、表示装置 1 0 0 では、周辺回路領域 2 3 2 および周辺回路領域 2 3 3 等と重ねて遮光層 1 3 2 を設けている。

[0 2 4 4]

本実施の形態では、赤の色域を透過する着色層 1 3 1 R、緑の色域を透過する着色層 1 3 1 G、および青の色域を透過する着色層 1 3 1 B を設ける。なお、着色層 1 3 1 と遮光層 1 3 2 を設ける場合は、着色層 1 3 1 周辺部において着色層 1 3 1 と遮光層 1 3 2 が互いに重なる領域が形成される。

[0 2 4 5]

[工程 B 4]

次に、着色層 1 3 1 および遮光層 1 3 2 上に、絶縁層 1 3 3 を形成する（図 1 1 C 参照。）。

[0 2 4 6]

絶縁層 1 3 3 は、平坦化層として機能することが好ましい。絶縁層 1 3 3 には、アクリル樹脂、エポキシ樹脂などの樹脂を好適に用いることができる。絶縁層 1 3 3 として無機絶縁層を用いてもよい。

[0 2 4 7]

以上のようにして、第 2 素子基板 1 5 2 を作製できる。

[0 2 4 8]

[表示装置 1 0 0]

次に、第 1 素子基板 1 5 1 と第 2 素子基板 1 5 2 を用いた表示装置 1 0 0 の作製方法について説明

する。

[0249]

第1素子基板151と第2素子基板152を、着色層131と発光素子170が向かい合うように、接着層142を挟んで貼り合わせる（図12参照。）。この時、発光素子170の発光領域が、着色層131と重なるように貼りあわせる。

[0250]

接着層142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、嫌気型接着剤等の各種硬化型接着剤を用いることができる。また、接着シート等を用いてもよい。

[0251]

以上のようにして、表示装置100を作製できる。

[0252]

[変形例]

表示装置100の変形例である表示装置100Aの断面を図13に示す。表示装置100Aは、第1素子基板151および第2素子基板152Aを有する。第2素子基板152Aは第2素子基板152の変形例であり、基板121と着色層131の間にタッチセンサ370を備える点が異なる。本実施の形態では、タッチセンサ370は導電層374、絶縁層375、導電層376a、導電層376b、導電層377、および絶縁層378を含む。

[0253]

導電層376a、導電層376b、および導電層377は、透光性を有する導電性材料で形成することが好ましい。ただし、一般に、透光性を有する導電性材料は、透光性を有さない導電性材料（遮光性を有する導電性材料）よりも抵抗率が高い。よって、タッチセンサの大型化、高精細化を実現するため、導電層376a、導電層376b、および導電層377を抵抗率が低い金属材料で形成する場合がある。

[0254]

また、導電層376a、導電層376b、および導電層377を金属材料で形成する場合、外光反射を低減することが好ましい。一般的に金属材料は反射率が大きい材料であるが、酸化処理などを施すことにより反射率を小さくして、暗色にすることができる。

[0255]

また、導電層376a、導電層376b、および導電層377を、金属層と反射率の小さい層（「暗色層」ともいう。）の積層としてもよい。暗色層は抵抗率が高いため、金属層と暗色層の積層とすることが好ましい。暗色層の一例としては、酸化銅を含む層、塩化銅または塩化テルルを含む層などがある。また、暗色層を、Ag粒子、Agファイバー、Cu粒子等の金属微粒子、カーボンナノチューブ（CNT）、またはグラフェン等のナノ炭素粒子、ならびに、PEDOT、ポリアニリン、またはポリピロールなどの導電性高分子などを用いて形成してもよい。

[0256]

また、タッチセンサ370として、抵抗膜方式または静電容量方式のタッチセンサのほか、光電変換素子を用いた光学式のタッチセンサなどを用いてもよい。静電容量方式としては、表面型静電容量方式、投影型静電容量方式等がある。投影型静電容量方式としては、主に駆動方式の違いから、自己容量方式、相互容量方式などがある。相互容量方式を用いると同時多点検出が可能となるため好ましい。

[0257]

なお、その他の構成については、表示装置100と同様のため、詳細な説明を省略する。

[0258]

また、タッチセンサは、基板121の外側に設けてもよい。例えば、シート状のタッチセンサを表示領域235に重ねて設けてもよい。

[0259]

本実施の形態に示す構成は、他の実施の形態などに示した構成と適宜組み合わせる用いることができる。

[0260]

(実施の形態2)

本実施の形態では、表示装置100のより具体的な構成例について説明する。図15Aは、表示装置100を説明するブロック図である。実施の形態1で説明したように、表示装置100は、表示領域235、周辺回路領域232、および周辺回路領域233を有する。

[0261]

周辺回路領域232に含まれる回路は、例えば走査線駆動回路として機能する。周辺回路領域232に含まれる回路は、例えば信号線駆動回路として機能する。なお、表示領域235をはさんで周辺回路領域232と向き合う位置に、何らかの回路を設けてもよい。表示領域235をはさんで周辺回路領域233と向き合う位置に、何らかの回路を設けてもよい。なお、前述したとおり、周辺回路領域232および周辺回路領域233に含まれる回路の総称を、「周辺駆動回路」という場合がある。

[0262]

周辺駆動回路には、シフトレジスタ、レベルシフタ、インバータ、ラッチ、アナログスイッチ、論理回路等の様々な回路を用いることができる。周辺駆動回路には、トランジスタおよび容量素子等を用いることができる。周辺駆動回路が有するトランジスタは、画素230に含まれるトランジスタと同じ工程で形成できる。

[0263]

また、表示装置100は、各々が略平行に配設され、且つ、周辺回路領域232に含まれる回路によって電位が制御される m 本(m は1以上の整数。)の配線236と、各々が略平行に配設され、且つ、周辺回路領域233に含まれる回路によって電位が制御される n 本(n は1以上の整数。)の配線237と、を有する。

[0264]

表示領域235はマトリクス状に配設された複数の画素230を有する。赤色光を制御する画素230、緑色光を制御する画素230、および青色光を制御する画素230をまとめて1つの画素240として機能させ、それぞれの画素230の発光量(発光輝度)を制御することで、フルカラー表示を実現できる。よって、当該3つの画素230はそれぞれが副画素として機能する。すなわち、3つの副画素は、それぞれが赤色光、緑色光、または青色光の、発光量などを制御する(図15B1参照。)。なお、3つの副画素それぞれが制御する光の色は、赤(R)、緑(G)、青(B)の組み合わせに限らず、シアン(C)、マゼンタ(M)、黄(Y)であってもよい(図15B2参照。)

[0265]

また、4つの副画素をまとめて1つの画素として機能させてもよい。例えば、赤色光、緑色光、青色光をそれぞれ制御する3つの副画素に、白色光(W)を制御する副画素を加えてもよい(図15B3参照。)。白色光を制御する副画素を加えることで、表示領域の輝度を高めることができる。また、赤色光、緑色光、青色光をそれぞれ制御する3つの副画素に、黄色光を制御する副画素を加えてもよい(図15B4参照。)。また、シアン色光、マゼンタ色光、黄色光をそれぞれ制御する3つの副画素に、白色光を制御する副画素を加えてもよい(図15B5参照。))。

[0266]

1つの画素として機能させる副画素の数を増やし、赤、緑、青、シアン、マゼンタ、および黄などの光を制御する副画素を適宜組み合わせることで、中間調の再現性を高めることができる。よって、表示品位を高めることができる。

[0267]

また、本発明の一態様の表示装置は、さまざまな規格の色域を再現できる。例えば、テレビ放送で使われるPAL(Phase Alternating Line)規格およびNTSC(National Television System Committee)規格、パーソナルコンピュータ、デジタルカメラ、プリンタなどの電子機器に用いる表示装置で広く使われているsRGB(standard RGB)規格およびAdobe RGB規格、HDTV(High Definition Television、ハイビジョンともいう)で使われるITU-R BT.709(International Telecommunication Union Radiocommunication Sector Broadcasting Service(Television)709)規格、デジタルシネマ映写で使われるDCI-P3(Digital Cinema Initiatives P3)規格、UHDTV(Ultra High Definition Television、スーパーハイビジョンともいう)で使われるITU-R BT.2020(REC.2020(Recommendation 2020))規格などの色域を再現できる。

[0268]

また、画素240を1920×1080のマトリクス状に配置すると、いわゆるフルハイビジョン(「2K解像度」、「2K1K」、または「2K」などとも言われる。)の解像度でフルカラー表示可能な表示装置100を実現できる。また、例えば、画素240を3840×2160のマトリクス状に配置すると、いわゆるウルトラハイビジョン(「4K解像度」、「4K2K」、または「4K」などとも言われる。)の解像度でフルカラー表示可能な表示装置100を実現できる。また、例えば、画素240を7680×4320のマトリクス状に配置すると、いわゆるスーパーハイビジョン(「8K解像度」、「8K4K」、または「8K」などとも言われる。)の解像度でフルカラー表示可能な表示装置100を実現できる。画素240を増やすことで、16Kまたは32Kの解像度でフルカラー表示可能な表示装置100を実現することも可能である。

[0269]

<画素230の回路構成例>

図16は、画素230の回路構成例を示す図である。画素230は、画素回路431および表示素子432を有する。

[0270]

各配線236は、表示領域235においてm行n列に配設された画素回路431のうち、いずれか

の行に配設された n 個の画素回路431と電氣的に接続される。また、各配線237は、 m 行 n 列に配設された画素回路431のうち、いずれかの列に配設された m 個の画素回路431に電氣的に接続される。

[0271]

画素回路431は、トランジスタ436と、容量素子433と、トランジスタ251と、トランジスタ434と、を有する。また、画素回路431は、表示素子432として機能する発光素子170と電氣的に接続されている。

[0272]

トランジスタ436のソース電極およびドレイン電極の一方は、データ信号（「ビデオ信号」ともいう。）が与えられる配線（以下、信号線DL $_{n}$ という）に電氣的に接続される。さらに、トランジスタ436のゲート電極は、ゲート信号が与えられる配線（以下、走査線GL $_{m}$ という）に電氣的に接続される。信号線DL $_{n}$ と走査線GL $_{m}$ はそれぞれ配線237と配線236に相当する。

[0273]

トランジスタ436は、データ信号のノード435への書き込みを制御する機能を有する。

[0274]

容量素子433の一对の電極の一方は、ノード435に電氣的に接続され、他方は、ノード437に電氣的に接続される。また、トランジスタ436のソース電極およびドレイン電極の他方は、ノード435に電氣的に接続される。

[0275]

容量素子433は、ノード435に書き込まれたデータを保持する保持容量としての機能を有する。

[0276]

トランジスタ251のソース電極およびドレイン電極の一方は、電位供給線VL $_{a}$ に電氣的に接続され、他方はノード437に電氣的に接続される。さらに、トランジスタ251のゲート電極は、ノード435に電氣的に接続される。

[0277]

トランジスタ434のソース電極およびドレイン電極の一方は、電位供給線V0に電氣的に接続され、他方はノード437に電氣的に接続される。さらに、トランジスタ434のゲート電極は、走査線GL $_{m}$ に電氣的に接続される。

[0278]

発光素子170のアノードまたはカソードの一方は、電位供給線VL $_{b}$ に電氣的に接続され、他方は、ノード437に電氣的に接続される。

[0279]

発光素子170としては、例えば有機エレクトロルミネセンス素子（有機EL素子ともいう）などを用いることができる。ただし、発光素子170は、これに限定されず、例えば無機材料からなる無機EL素子を用いても良い。

[0280]

なお、電源電位としては、例えば相対的に高電位側の電位または低電位側の電位を用いることができる。高電位側の電源電位を高電源電位（「VDD」ともいう）といい、低電位側の電源電位を低電源電位（「VSS」ともいう）という。また、接地電位を高電源電位または低電源電位として用

いることもできる。例えば高電源電位が接地電位の場合には、低電源電位は接地電位より低い電位であり、低電源電位が接地電位の場合には、高電源電位は接地電位より高い電位である。

[0281]

例えば、電位供給線VL_aまたは電位供給線VL_bの一方には、高電源電位VDDが与えられ、他方には、低電源電位VSSが与えられる。

[0282]

画素回路431を有する表示装置では、周辺回路領域232に含まれる回路によって各行の画素回路431を順次選択し、トランジスタ436、およびトランジスタ434をオン状態にしてデータ信号をノード435に書き込む。

[0283]

ノード435にデータが書き込まれた画素回路431は、トランジスタ436、およびトランジスタ434がオフ状態になることで保持状態になる。さらに、ノード435に書き込まれたデータの電位に応じてトランジスタ251のソース電極とドレイン電極の間に流れる電流量が制御され、発光素子170は、流れる電流量に応じた輝度で発光する。これを行毎に順次行うことにより、画像を表示できる。

[0284]

本実施の形態に示す構成は、他の実施の形態などに示した構成と適宜組み合わせる用いることができる。

[0285]

(実施の形態3)

本実施の形態では、発光素子170に用いることができる発光デバイスについて説明する。

[0286]

図17Aに、発光デバイスを表す図を示す。図17Aに示す発光デバイスは、第1の電極181と、第2の電極182、EL層183を有する。第1の電極181が上記実施の形態に示した電極171に相当し、第2の電極182が電極173に相当し、EL層183がEL層172に相当する。

[0287]

EL層183は発光層193を有しており、発光層193には発光材料が含まれている。発光層193と第1の電極181との間には、正孔注入層191および正孔輸送層192が設けられる。

[0288]

また、発光層193において発光材料とともに、ホスト材料が含まれる構成であっても良い。ホスト材料はキャリア輸送性を有する有機化合物である。また、ホスト材料は、一種類だけではなく、複数種含まれていても構わない。その際、複数の有機化合物が、電子輸送性を有する有機化合物と、正孔輸送性を有する有機化合物であると発光層193内におけるキャリアバランスを整えることが可能となるため好ましい。また、複数の有機化合物が、共に電子輸送性を有する有機化合物であっても良いが、その電子輸送性が異なることによって発光層193における電子輸送性を調節することも可能となる。キャリアバランスを適切に調整することによって、寿命の良好な発光デバイスを提供可能となる。また、ホスト材料である複数の有機化合物間、または、ホスト材料と発光材料との間で、励起錯体を形成する構成であっても良い。適切な発光波長を有する励起錯体を形成することによって、発光材料への有効なエネルギー移動を実現し、高い効率、良好な寿命を有する発光デバイスを提供可能となる。

[0289]

なお、図17Aには、EL層183として、発光層193、正孔注入層191および正孔輸送層192の他、電子輸送層194、電子輸送層195が図示されているが、発光デバイスの構成はこれらに限られることはない。これらいずれかの層を形成しなくても良いし、他の機能を有する層を有していても良い。

[0290]

続いて、上述の発光デバイスの詳細な構造と材料の例について説明する。第1の電極181は、仕事関数の大きい（具体的には4.0eV以上）金属、合金、導電性化合物、およびこれらの混合物などを用いて形成することが好ましい。具体的には、例えば、酸化インジウム-酸化スズ（ITO: Indium Tin Oxide）、ケイ素もしくは酸化ケイ素を含有した酸化インジウム-酸化スズ、酸化インジウム-酸化亜鉛、酸化タングステンおよび酸化亜鉛を含有した酸化インジウム（IWZO）等が挙げられる。これらの導電性金属酸化物膜は、通常スパッタリング法により成膜されるが、ゾルーゲル法などを応用して作製しても構わない。なお、後述する複合材料をEL層183における第1の電極181と接する層に用いることで、仕事関数に関わらず、電極材料を選択できるようになる。

[0291]

EL層183は積層構造を有することが好ましいが、当該積層構造については特に限定はなく、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、電子注入層、キャリアブロック層、励起子ブロック層、電荷発生層など、様々な層構造を適用できる。本実施の形態では、図17Aに示すように、正孔注入層191、正孔輸送層192、発光層193に加えて、電子輸送層194および電子輸送層195を有する構成、および図17Bに示すように、正孔注入層191、正孔輸送層192、発光層193に加えて、電子輸送層194および電荷発生層196を有する構成の2種類の構成について説明する。各層を構成する材料について以下に具体的に示す。

[0292]

正孔注入層191は、アクセプタ性を有する物質を含む層である。アクセプタ性を有する物質としては、有機化合物と無機化合物のいずれも用いることが可能である。

[0293]

アクセプタ性を有する物質としては、電子吸引基（ハロゲン基またはシアノ基）を有する化合物を用いることができ、7,7,8,8-テトラシアノ-2,3,5,6-テトラフルオロキノジメタン（略称：F4-TCNQ）、クロラニル、2,3,6,7,10,11-ヘキサシアノ-1,4,5,8,9,12-ヘキサアザトリフェニレン（略称：HAT-CN）、1,3,4,5,7,8-ヘキサフルオロテトラシアノ-ナフトキノジメタン（略称：F6-TCNNQ）、2-(7-ジシアノメチレン-1,3,4,5,6,8,9,10-オクタフルオロ-7H-ピレン-2-イリデン) マロノニトリルなどを挙げるができる。

[0294]

アクセプタ性を有する物質としては以上で述べた有機化合物以外にも、モリブデン酸化物、バナジウム酸化物、ルテニウム酸化物、タングステン酸化物、マンガン酸化物等を用いることができる。この他、フタロシアニン（略称：H2Pc）、銅フタロシアニン（略称：CuPc）等のフタロシアニン系の錯体化合物、芳香族アミン化合物、或いはポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン) / (ポリスチレンスルホン酸)（略称：PEDOT/PSS）等の高分子等によっても正孔注入層

191を形成できる。アクセプタ性を有する物質は、隣接する正孔輸送層（あるいは正孔輸送材料）から、電界の印加により電子を引き抜くことができる。

[0295]

また、正孔注入層191として、正孔輸送性を有する材料に上記アクセプタ性物質を含有させた複合材料を用いることもできる。なお、正孔輸送性を有する材料にアクセプタ性物質を含有させた複合材料を用いることにより、仕事関数に依らず電極を形成する材料を選ぶことができる。つまり、第1の電極181として仕事関数の大きい材料だけでなく、仕事関数の小さい材料も用いることができるようになる。

[0296]

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

[0297]

なお、複合材料に用いられる正孔輸送性を有する材料はそのHOMO準位が -5.7 eV 以上 -5.4 eV 以下の比較的深いHOMO準位を有する物質であることがさらに好ましい。複合材料に用いられる正孔輸送性を有する材料が比較的深いHOMO準位を有することによって、正孔輸送層192への正孔の注入が容易となり、また、寿命の良好な発光デバイスを得ることが容易となる。

[0298]

正孔注入層191を形成することによって、正孔の注入性が良好となり、駆動電圧の小さい発光デバイスを得ることができる。また、アクセプタ性を有する有機化合物は蒸着が容易で成膜がしやすいため、使いやすい材料である。

[0299]

正孔輸送層192は、正孔輸送性を有する材料を含んで形成される。正孔輸送性を有する材料としては、 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有することが好ましい。上記正孔輸送性を有する材料としては、4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル（略称：NPB）、N,N'-ビス(3-メチルフェニル)-N,N'-ジフェニル[1,1'-ビフェニル]-4,4'-ジアミン（略称：TPD）、4,4'-ビス[N-(スピロ-9,9'-ビフルオレン-2-イル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル（略称：BSPB）などが挙げられる。なお、正孔注入層191の複合材料に用いられる正孔輸送性を有する材料として挙げた物質も正孔輸送層192を構成する材料として好適に用いることができる。

[0300]

発光層193は発光物質とホスト材料を有する。なお、発光層193は、その他の材料を同時に含んでも構わない。また、組成の異なる2層の積層であっても良い。

[0301]

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

[0302]

発光層193において、蛍光発光物質として用いることが可能な材料としては、例えば、5,6-ビス[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-2,2'-ビピリジン（略称：PA

P 2 B P y)、5, 6-ビス [4' - (10-フェニル-9-アントリル) ビフェニル-4-イル] -2, 2'-ビピリジン (略称: P A P P 2 B P y)、N, N'-ジフェニル-N, N'-ビス [4 - (9-フェニル-9H-フルオレン-9-イル) フェニル] ピレン-1, 6-ジアミン (略称: 1, 6 F L P A P r n) などがある。また、これ以外の蛍光発光物質も用いることができる。

[0303]

発光層193において、発光物質として燐光発光物質を用いる場合、用いることが可能な材料としては、例えば、4H-トリアゾール骨格を有する有機金属イリジウム錯体、1H-トリアゾール骨格を有する有機金属イリジウム錯体、イミダゾール骨格を有する有機金属イリジウム錯体、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イリジウム錯体などが挙げられる。これらは青色の燐光発光を示す化合物であり、440nmから520nmに発光波長のピークを有する化合物である。

[0304]

また、ピリミジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体、ピラジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体、ピリジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体、トリス (アセチルアセトナト) (モノフェナントロリン) テルビウム (I I I) (略称: [T b (a c a c)₃ (P h e n)]) などの希土類金属錯体などが挙げられる。これらは主に緑色の燐光発光を示す化合物であり、500nmから600nmに発光波長のピークを有する。なお、ピリミジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体は、信頼性および発光効率にも際だって優れるため、特に好ましい。

[0305]

また、ピリミジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体、ピラジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体、ピリジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体、白金錯体、希土類金属錯体などが挙げられる。これらは、赤色の燐光発光を示す化合物であり、600nmから700nmに発光のピークを有する。また、ピラジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体は、色度の良い赤色発光が得られる。

[0306]

また、以上で述べた燐光性化合物の他、公知の燐光性発光物質を選択し、用いてもよい。

[0307]

TADF材料としてはフラーレンおよびその誘導体、アクリジンおよびその誘導体、エオシン誘導体等を用いることができる。またマグネシウム (Mg)、亜鉛 (Zn)、カドミウム (Cd)、スズ (Sn)、白金 (Pt)、インジウム (In)、もしくはパラジウム (Pd) 等を含む金属含有ポルフィリンが挙げられる。

[0308]

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

[0309]

また、2種類の物質で励起状態を形成する励起錯体 (エキサイプレックス、エキシプレックスまたはE x c i p l e xともいう) は、S1準位とT1準位との差が極めて小さく、三重項励起エネルギー

ギーを一重項励起エネルギーに変換可能なTADF材料としての機能を有する。

[0310]

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

[0311]

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

[0312]

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

[0313]

正孔輸送性を有する材料としては、アミン骨格または π 電子過剰型複素芳香環骨格を有する有機化合物が好ましい。例えば、芳香族アミン骨格を有する化合物、カルバゾール骨格を有する化合物、チオフェン骨格を有する化合物、フラン骨格を有する化合物などが挙げられる。上述した中でも、芳香族アミン骨格を有する化合物およびカルバゾール骨格を有する化合物は、信頼性が良好であり、また、正孔輸送性が高く、駆動電圧低減にも寄与するため好ましい。

[0314]

電子輸送性を有する材料としては、例えば、金属錯体または π 電子不足型複素芳香環骨格を有する有機化合物が好ましい。 π 電子不足型複素芳香環骨格を有する有機化合物としては、例えば、ポリアゾール骨格を有する複素環化合物、ジアジン骨格を有する複素環化合物、トリアジン骨格を有する複素環化合物、ピリジン骨格を有する複素環化合物などが挙げられる。上述した中でも、ジアジン骨格を有する複素環化合物、トリアジン骨格を有する複素環化合物、およびピリジン骨格を有する複素環化合物は、信頼性が良好であり好ましい。特に、ジアジン（ピリミジンまたはピラジン）骨格を有する複素環化合物は、電子輸送性が高く、駆動電圧低減にも寄与する。

[0315]

ホスト材料として用いることが可能なTADF材料としては、先にTADF材料として挙げたものを同様に用いることができる。TADF材料をホスト材料として用いると、TADF材料で生成した三重項励起エネルギーが、逆項間交差によって一重項励起エネルギーに変換され、さらに発光物質へエネルギー移動することで、発光デバイスの発光効率を高めることができる。

[0316]

蛍光発光物質を発光物質として用いる場合、ホスト材料としては、アントラセン骨格を有する材料が好適である。アントラセン骨格を有する物質を蛍光発光物質のホスト材料として用いると、発光効率、耐久性共に良好な発光層を実現できる。

[0317]

電子輸送層194は、電子輸送性を有する物質を含む層である。電子輸送性を有する物質としては、上記ホスト材料に用いることが可能な電子輸送性を有する物質として挙げたものを用いることがで

きる。

[0318]

なお、電子輸送層194は電界強度 $[V/cm]$ の平方根が600である場合における電子移動度が $1 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/Vs$ 以上 $5 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/Vs$ 以下であることが好ましい。電子輸送層194における電子の輸送性を落とすことにより発光層への電子の注入量を制御することができ、発光層が電子過多の状態になることを防ぐことができる。また、電子輸送層は電子輸送性を有する材料と、アルカリ金属またはアルカリ金属の単体、化合物もしくは錯体を含むことが好ましい。これらの構成は、特に正孔注入層を複合材料として形成し、当該複合材料における正孔輸送性を有する材料のHOMO準位が -5.7 eV 以上 -5.4 eV 以下の比較的深いHOMO準位を有する物質である場合に、寿命が良好となるため特に好ましい。なお、この際、電子輸送性を有する材料は、そのHOMO準位が -6.0 eV 以上であることが好ましい。

[0319]

電子輸送層194と第2の電極182との間に、電子輸送層195として、フッ化リチウム (LiF)、フッ化セシウム (CsF)、フッ化カルシウム (CaF₂)、8-ヒドロキシキノリナトリウム (略称: Liq) 等のようなアルカリ金属またはアルカリ土類金属またはそれらの化合物を含む層を設けても良い。電子輸送層195は、電子輸送性を有する物質からなる層中にアルカリ金属またはアルカリ土類金属またはそれらの化合物を含有させたもの、またはエレクトライドを用いてもよい。エレクトライドとしては、例えば、カルシウムとアルミニウムの混合酸化物に電子を高濃度添加した物質等が挙げられる。

[0320]

なお、電子輸送層195として、電子輸送性を有する物質（好ましくはピペリジン骨格を有する有機化合物）に上記アルカリ金属またはアルカリ土類金属のフッ化物を微結晶状態となる濃度以上（50wt%以上）含ませた層を用いることも可能である。当該層は、屈折率の低い層であることから、より外部量子効率の良好な発光デバイスを提供可能となる。

[0321]

また、電子輸送層195の代わりに電荷発生層196を設けても良い（図17B）。電荷発生層196は、電位をかけることによって当該層の陰極側に接する層に正孔を、陽極側に接する層に電子を注入できる層のことである。電荷発生層196には、少なくともP型層197が含まれる。P型層197は、上述の正孔注入層191を構成可能な材料として挙げた複合材料を用いて形成することが好ましい。またP型層197は、複合材料を構成する材料として上述したアクセプタ材料を含む膜と正孔輸送材料を含む膜とを積層して構成しても良い。P型層197に電位をかけることによって、電子輸送層194に電子が、陰極である第2の電極182に正孔が注入され、発光デバイスが動作する。また、本発明の一態様の有機化合物は屈折率が低い有機化合物であることから、P型層197に用いることによって、外部量子効率の良好な発光デバイスを得ることができる。

[0322]

なお、電荷発生層196はP型層197の他に電子リレー層198および電子注入バッファ層199のいずれか一または両方がもうけられていることが好ましい。

[0323]

電子リレー層198は少なくとも電子輸送性を有する物質を含み、電子注入バッファ層199とP型層197との相互作用を防いで電子をスムーズに受け渡す機能を有する。電子リレー層198に

含まれる電子輸送性を有する物質のLUMO準位は、P型層197におけるアクセプタ性物質のLUMO準位と、電子輸送層194における電荷発生層196に接する層に含まれる物質のLUMO準位との間であることが好ましい。電子リレー層198に用いられる電子輸送性を有する物質におけるLUMO準位の具体的なエネルギー準位は -5.0 eV 以上、好ましくは -5.0 eV 以上 -3.0 eV 以下とするとよい。なお、電子リレー層198に用いられる電子輸送性を有する物質としてはフタロシアニン系の材料または金属-酸素結合と芳香族配位子を有する金属錯体を用いることが好ましい。

[0324]

電子注入バッファ層199には、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、およびこれらの化合物（アルカリ金属化合物（酸化リチウム等の酸化物、ハロゲン化物、炭酸リチウム、炭酸セシウム等の炭酸塩を含む）、アルカリ土類金属化合物（酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む）、または希土類金属の化合物（酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む））等の電子注入性の高い物質を用いることが可能である。

[0325]

また、電子注入バッファ層199が、電子輸送性を有する物質とドナー性物質を含んで形成される場合には、ドナー性物質として、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、およびこれらの化合物（アルカリ金属化合物（酸化リチウム等の酸化物、ハロゲン化物、炭酸リチウム、炭酸セシウム等の炭酸塩を含む）、アルカリ土類金属化合物（酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む）、または希土類金属の化合物（酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む））の他、テトラチアナフタセン（略称：TTN）、ニッケロセン、デカメチルニッケロセン等の有機化合物を用いることもできる。なお、電子輸送性を有する物質としては、先に説明した電子輸送層194を構成する材料と同様の材料を用いて形成できる。

[0326]

第2の電極182を形成する物質としては、仕事関数の小さい（具体的には 3.8 eV 以下）金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物などを用いることができる。このような陰極材料の具体例としては、リチウム(Li)またはセシウム(Cs)等のアルカリ金属、およびマグネシウム(Mg)、カルシウム(Ca)、ストロンチウム(Sr)等の元素周期表の第1族または第2族に属する元素、およびこれらを含む合金(MgAg, AlLi)、ユウロピウム(Eu)、イッテルビウム(Yb)等の希土類金属およびこれらを含む合金等が挙げられる。しかしながら、第2の電極182と電子輸送層との間に、電子注入層を設けることにより、仕事関数の大小に関わらず、Al、Ag、ITO、ケイ素もしくは酸化ケイ素を含有した酸化インジウム-酸化スズ等様々な導電性材料を第2の電極182として用いることができる。これら導電性材料は、真空蒸着法またはスパッタリング法などの乾式法、インクジェット法、スピコート法などを用いて成膜可能である。また、ゾルゲル法を用いて湿式法で形成しても良いし、金属材料のペーストを用いて湿式法で形成してもよい。

[0327]

また、EL層183の形成方法としては、乾式法、湿式法を問わず、種々の方法を用いることができる。例えば、真空蒸着法、グラビア印刷法、オフセット印刷法、スクリーン印刷法、インクジェット法またはスピコート法など用いても構わない。

[0328]

また上述した各電極または各層を異なる成膜方法を用いて形成しても構わない。

[0329]

なお、第1の電極181と第2の電極182との間に設けられる層の構成は、上記のものには限定されない。しかし、発光領域と、電極またはキャリア注入層に用いられる金属とが近接することによって生じる消光が抑制されるように、第1の電極181および第2の電極182から離れた部位に正孔と電子とが再結合する発光領域を設けた構成が好ましい。

[0330]

また、発光層193に接する正孔輸送層および電子輸送層、特に発光層193における再結合領域に近いキャリア輸送層は、発光層で生成した励起子からのエネルギー移動を抑制するため、そのバンドギャップが発光層を構成する発光材料もしくは、発光層に含まれる発光材料が有するバンドギャップより大きいバンドギャップを有する物質で構成することが好ましい。

[0331]

続いて、複数の発光ユニットを積層した構成の発光デバイス（積層型素子、タンデム型素子ともいう）の態様について、図17Cを参照して説明する。この発光デバイスは、陽極と陰極との間に、複数の発光ユニットを有する発光デバイスである。一つの発光ユニットは、図17Aで示したEL層183とほぼ同様な構成を有する。つまり、図17Cで示す発光デバイスは複数の発光ユニットを有する発光デバイスであり、図17Aまたは図17Bで示した発光デバイスは、1つの発光ユニットを有する発光デバイスであるといえることができる。

[0332]

図17Cにおいて、陽極501と陰極502との間には、第1の発光ユニット511と第2の発光ユニット512が積層されており、第1の発光ユニット511と第2の発光ユニット512の間には電荷発生層513が設けられている。陽極501と陰極502はそれぞれ図17Aにおける第1の電極181と第2の電極182に相当し、図17Aの説明で述べたものと同じものを適用できる。また、第1の発光ユニット511と第2の発光ユニット512は同じ構成であっても異なる構成であってもよい。

[0333]

電荷発生層513は、陽極501と陰極502に電圧を印加したときに、一方の発光ユニットに電子を注入し、他方の発光ユニットに正孔を注入する機能を有する。すなわち、図17Cにおいて、陽極の電位の方が陰極の電位よりも高くなるように電圧を印加した場合、電荷発生層513は、第1の発光ユニット511に電子を注入し、第2の発光ユニット512に正孔を注入するものであればよい。

[0334]

電荷発生層513は、図17Bにて説明した電荷発生層196と同様な構成で形成することが好ましい。有機化合物と金属酸化物の複合材料は、キャリア注入性、キャリア輸送性に優れているため、低電圧駆動、低電流駆動を実現できる。なお、発光ユニットの陽極側の面が電荷発生層513に接している場合は、電荷発生層513が発光ユニットの正孔注入層の役割も担うことができるため、発光ユニットは正孔注入層を設けなくとも良い。

[0335]

また、電荷発生層513に電子注入バッファ層199を設ける場合、当該電子注入バッファ層199が陽極側の発光ユニットにおける電子注入層の役割を担うため、陽極側の発光ユニットには必ず

しも電子注入層を形成する必要はない。

[0336]

図17Cでは、2つの発光ユニットを有する発光デバイスについて説明したが、3つ以上の発光ユニットを積層した発光デバイスについても、同様に適用可能である。本実施の形態に係る発光デバイスのように、一对の電極間に複数の発光ユニットを電荷発生層513で仕切って配置することで、電流密度を低く保ったまま、高輝度発光を可能とし、さらに長寿命な素子を実現できる。また、低電圧駆動が可能で消費電力が低い発光装置を実現できる。

[0337]

また、それぞれの発光ユニットの発光色を異なるものにするすることで、発光デバイス全体として、所望の色の発光を得ることができる。例えば、2つの発光ユニットを有する発光デバイスにおいて、第1の発光ユニットで赤と緑の発光色、第2の発光ユニットで青の発光色を得ることで、発光デバイス全体として白色発光する発光デバイスを得ることも可能である。

[0338]

また、上述のEL層183、第1の発光ユニット511、第2の発光ユニット512および電荷発生層などの各層ならびに電極は、例えば、蒸着法（真空蒸着法を含む）、液滴吐出法（インクジェット法ともいう）、塗布法、グラビア印刷法等の方法を用いて形成できる。また、それらは低分子材料、中分子材料（オリゴマー、 dendroliマーを含む）、または高分子材料を含んでも良い。

[0339]

本実施の形態に示す構成は、他の実施の形態などに示した構成と適宜組み合わせる用いることができる。

[0340]

（実施の形態4）

本実施の形態では、本発明の一態様に係る表示装置を適用可能な電子機器について説明する。

[0341]

本発明の一態様の表示装置を、電子機器の表示部に適用できる。したがって、表示品位の高い電子機器を実現できる。または、極めて高精細な電子機器を実現できる。または、信頼性の高い電子機器を実現できる。

[0342]

本発明の一態様に係る表示装置などを用いた電子機器として、テレビ、モニタ等の表示装置、照明装置、デスクトップ型或いはノート型のパーソナルコンピュータ、ワードプロセッサ、DVD（Digital Versatile Disc）などの記録媒体に記憶された静止画または動画を再生する画像再生装置、ポータブルCDプレーヤ、ラジオ、テープレコーダ、ヘッドホンステレオ、ステレオ、置き時計、壁掛け時計、コードレス電話子機、トランシーバ、自動車電話、携帯電話、携帯情報端末、タブレット型端末、携帯型ゲーム機、パチンコ機などの固定式ゲーム機、電卓、電子手帳、電子書籍端末、電子翻訳機、音声入力機器、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、電気シェーバ、電子レンジ等の高周波加熱装置、電気炊飯器、電気洗濯機、電気掃除機、温水器、扇風機、毛髪乾燥機、エアコンディショナー、加湿器、除湿器などの空調設備、食器洗い器、食器乾燥器、衣類乾燥器、布団乾燥器、電気冷蔵庫、電気冷凍庫、電気冷凍冷蔵庫、DNA保存用冷凍庫、懐中電灯、チェーンソー等の工具、煙感知器、透析装置等の医療機器などが挙げられる。さらに、誘導灯、信号機、ベルトコンベア、エレベータ、エスカレータ、産業用ロボット、電力貯蔵システ

ム、電力の平準化とスマートグリッドのための蓄電装置等の産業機器が挙げられる。また、燃料を用いたエンジン、または蓄電体からの電力を用いた電動機により推進する移動体なども、電子機器の範疇に含まれる場合がある。上記移動体として、例えば、電気自動車（EV）、内燃機関と電動機を併せ持ったハイブリッド車（HV）、プラグインハイブリッド車（PHV）、これらのタイヤ車輪を無限軌道に変えた装軌車両、電動アシスト自転車を含む原動機付自転車、自動二輪車、電動車椅子、ゴルフ用カート、小型または大型船舶、潜水艦、ヘリコプター、航空機、ロケット、人工衛星、宇宙探査機、惑星探査機、宇宙船などが挙げられる。

[0343]

本発明の一態様に係る電子機器は、家屋もしくはビルの内壁もしくは外壁、または、自動車の内装もしくは外装の曲面に沿って組み込むことができる。

[0344]

本発明の一態様に係る電子機器は、二次電池（バッテリー）を有していてもよく、非接触電力伝送を用いて、二次電池を充電できると好ましい。

[0345]

二次電池としては、例えば、リチウムイオン二次電池、ニッケル水素電池、ニカド電池、有機ラジカル電池、鉛蓄電池、空気二次電池、ニッケル亜鉛電池、銀亜鉛電池などが挙げられる。

[0346]

本発明の一態様に係る電子機器は、アンテナを有していてもよい。アンテナで信号を受信することで、表示部で映像および情報等の表示を行うことができる。また、電子機器がアンテナおよび二次電池を有する場合、アンテナを、非接触電力伝送に用いてもよい。

[0347]

本発明の一態様に係る電子機器は、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、にのみ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。

[0348]

本発明の一態様に係る電子機器は、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。

[0349]

さらに、複数の表示部を有する電子機器においては、一つの表示部を主として画像情報を表示し、別の一つの表示部を主として文字情報を表示する機能、または複数の表示部に視差を考慮した画像を表示することで立体的な画像を表示する機能等を有することができる。さらに、受像部を有する電子機器においては、静止画または動画を撮影する機能、撮影した画像を自動または手動で補正する機能、撮影した画像を記録媒体（外部または電子機器に内蔵）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することができる。なお、本発明の一態様の電子機器が有する機能はこれらに限定されず、様々な機能を有することができる。

[0350]

本発明の一態様に係る表示装置は、極めて高精細な画像を表示できる。そのため、特に携帯型の電子機器、装着型の電子機器（ウェアラブル機器）、および電子書籍端末などに好適に用いることが

できる。また、VR (Virtual Reality) 機器、AR (Augmented Reality) 機器などにも好適に用いることができる。

[0351]

図18Aに、ヘッドマウントディスプレイ810の外観を示す。ヘッドマウントディスプレイ810は、装着部811、レンズ812、本体813、表示部814、ケーブル815等を有している。また装着部811には、バッテリー816が内蔵されている。表示部814に、本発明の一態様に係る表示装置を適用できる。

[0352]

ケーブル815は、バッテリー816から本体813に電力を供給する。本体813は無線受信機等を備え、受信した画像データ等の映像情報を表示部814に表示させることができる。また、本体813に設けられたカメラで使用者の眼球、および／または、まぶたの動きを捉え、その情報をもとに使用者の視線を算出することにより、使用者の視線を入力手段として用いることができる。

[0353]

また、装着部811には、使用者に触れる位置に複数の電極が設けられていてもよい。本体813は使用者の眼球の動きに伴って電極に流れる電流を検知することにより、使用者の視線を認識する機能を有していてもよい。また、当該電極に流れる電流を検知することにより、使用者の脈拍をモニタする機能を有していてもよい。また、装着部811には、温度センサ、圧力センサ、加速度センサ等の各種センサを有していてもよく、使用者の生体情報を表示部814に表示する機能を有していてもよい。また、使用者の頭部の動きなどを検出し、表示部814に表示する映像をその動きに合わせて変化させてもよい。

[0354]

図18Bに、ヘッドマウントディスプレイ820の外観を示す。ヘッドマウントディスプレイ820はゴーグル型の情報処理装置である。

[0355]

ヘッドマウントディスプレイ820は、筐体821、2つの表示部822、操作ボタン823、およびバンド状の固定具824を有する。2つの表示部822を有することで、使用者は片方の目につき1つの表示部を見ることができる。これにより、視差を用いた3次元表示等を行う際であっても、高い解像度の映像を表示できる。また、表示部822は使用者の目を概略中心とした円弧状に湾曲している。これにより、使用者の目から表示部の表示面までの距離が一定となるため、使用者はより自然な映像を見ることができる。また、表示部からの光の輝度および／または色度が見る角度によって変化してしまうような場合であっても、表示部の表示面の法線方向に使用者の目が位置するため、実質的にその影響を無視できるため、より現実感のある映像を表示できる。

[0356]

操作ボタン823は、電源ボタンなどの機能を有する。また操作ボタン823の他にボタンを有していてもよい。

[0357]

表示部822に、本発明の一態様に係る表示装置を適用できる。本発明の一態様に係る表示装置は、極めて精細度が高いため、使用者に画素が視認されにくく、より現実感の高い映像を表示できる。

[0358]

図18Cに、ファインダー840を取り付けた状態の、カメラ830の外観を示す。

[0359]

カメラ830は、筐体831、表示部832、操作ボタン833、シャッターボタン834等を有する。またカメラ830には、着脱可能なレンズ836が取り付けられている。

[0360]

ここではカメラ830として、レンズ836を筐体831から取り外して交換可能な構成としたが、レンズ836と筐体が一体となってもよい。

[0361]

カメラ830は、シャッターボタン834を押すことにより、撮像できる。また、表示部832はタッチパネルとしての機能を有し、表示部832をタッチすることにより撮像することも可能である。

[0362]

カメラ830の筐体831は、電極を有するマウントを有し、ファインダー840のほか、ストロボ装置等を接続できる。

[0363]

ファインダー840は、筐体841、表示部842、ボタン843等を有する。

[0364]

筐体841は、カメラ830のマウントと係合するマウントを有しており、ファインダー840をカメラ830に取り付けることができる。また当該マウントには電極を有し、当該電極を介してカメラ830から受信した映像等を表示部842に表示させることができる。

[0365]

ボタン843は、電源ボタンとしての機能を有する。ボタン843により、表示部842の表示のオン・オフを切り替えることができる。

[0366]

カメラ830の表示部832、およびファインダー840の表示部842に、本発明の一態様に係る表示装置を適用できる。

[0367]

なお、図18Cでは、カメラ830とファインダー840とを別の電子機器とし、これらを脱着可能な構成としたが、カメラ830の筐体831に、本発明の一態様に係る表示装置を備えるファインダーが内蔵されていてもよい。

[0368]

図18Dに示す情報端末850は、筐体851、表示部852、マイク857、スピーカ部854、カメラ853、および操作スイッチ855などを有する。表示部852に、本発明の一態様に係る表示装置を適用できる。また、表示部852は、タッチパネルとしての機能を有する。また、情報端末850は、筐体851の内側にアンテナ、バッテリーなどを備える。情報端末850は、例えば、スマートフォン、携帯電話、タブレット型情報端末、タブレット型パーソナルコンピュータ、電子書籍端末等として用いることができる。

[0369]

図18Eに腕時計型の情報端末の一例を示す。情報端末860は、筐体861、表示部862、バンド863、バックル864、操作スイッチ865、入出力端子866などを備える。また、情報端末860は、筐体861の内側にアンテナおよびバッテリーなどを備える。情報端末860は、移

動電話、電子メール、文章閲覧および作成、音楽再生、インターネット通信、コンピュータゲームなどの種々のアプリケーションを実行できる。

[0370]

また、表示部862はタッチセンサを備え、指またはスタイラスなどで画面に触れることで操作できる。例えば、表示部862に表示されたアイコン867に触れることで、アプリケーションを起動できる。操作スイッチ865は、時刻設定のほか、電源のオン、オフ動作、無線通信のオン、オフ動作、マナーモードの実行および解除、省電力モードの実行および解除など、様々な機能を持たせることができる。例えば、情報端末860に組み込まれたオペレーティングシステムにより、操作スイッチ865の機能を設定することもできる。

[0371]

また、情報端末860は、通信規格された近距離無線通信を実行可能である。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、情報端末860は入出力端子866を備え、入出力端子866を介して他の情報端末とデータの送受信を行うことができる。また入出力端子866を介して充電を行うこともできる。なお、充電動作は入出力端子866を介さずに無線給電により行ってもよい。

[0372]

図18Fは、テレビジョン装置870を示す斜視図である。テレビジョン装置870は、筐体871、表示部872、スピーカ873、操作キー874（電源スイッチ、または操作スイッチを含む）、接続端子875、センサ876（距離、光、温度などを測定する機能を含むもの）、などを有する。表示部872に、本発明の一態様に係る表示装置を適用できる。テレビジョン装置870は、表示部872に、例えば、50インチ以上、または100インチ以上の表示装置を組み込むことが可能である。

[0373]

本実施の形態に示す構成は、他の実施の形態などに示した構成と適宜組み合わせて用いることができる。

[符号の説明]

[0374]

100：表示装置、111：基板、112：絶縁層、113：絶縁層、114：絶縁層、115：絶縁層、116：絶縁層、117：電極、118：導電層、119：配線、121：基板、122：絶縁層、124：FPC、125：配線、131：着色層、132：遮光層、133：絶縁層、138：接続層、139：絶縁層、142：接着層、151：素子基板、152：素子基板

請求の範囲

[請求項 1]

絶縁層上に陽極を形成する工程と、
前記陽極上にE L層を形成する工程と、
前記E L層上に陰極を形成する工程と、
前記陽極、前記E L層、および前記陰極それぞれの一部を選択的に除去して、複数の発光素子を形成する工程と、
前記複数の発光素子を覆う導電層を形成する工程と、を含み、
前記複数の発光素子それぞれの前記陰極は前記導電層と電氣的に接続され、
前記導電層が透光性を有する表示装置の作製方法。

[請求項 2]

絶縁層上に陽極を形成する工程と、
前記陽極上にE L層を形成する工程と、
前記E L層上に陰極を形成する工程と、
前記陽極、前記E L層、および前記陰極それぞれの一部を選択的に除去して、複数の発光素子を形成する工程と、
前記複数の発光素子上に導電層を形成する工程と、を含み、
前記複数の発光素子の少なくとも一部において、隣接する前記発光素子それぞれの前記陰極が前記導電層と電氣的に接続される表示装置の作製方法。

[請求項 3]

請求項 1 または請求項 2 において、
基板上に複数のトランジスタを形成する工程と、
前記複数のトランジスタ上に前記絶縁層を形成する工程と、を含み、
前記絶縁層は、前記絶縁層の被形成面の凹凸が低減された表面を有する表示装置の作製方法。

[請求項 4]

請求項 3 において、
前記トランジスタは、酸化物半導体を含む表示装置の作製方法。

[請求項 5]

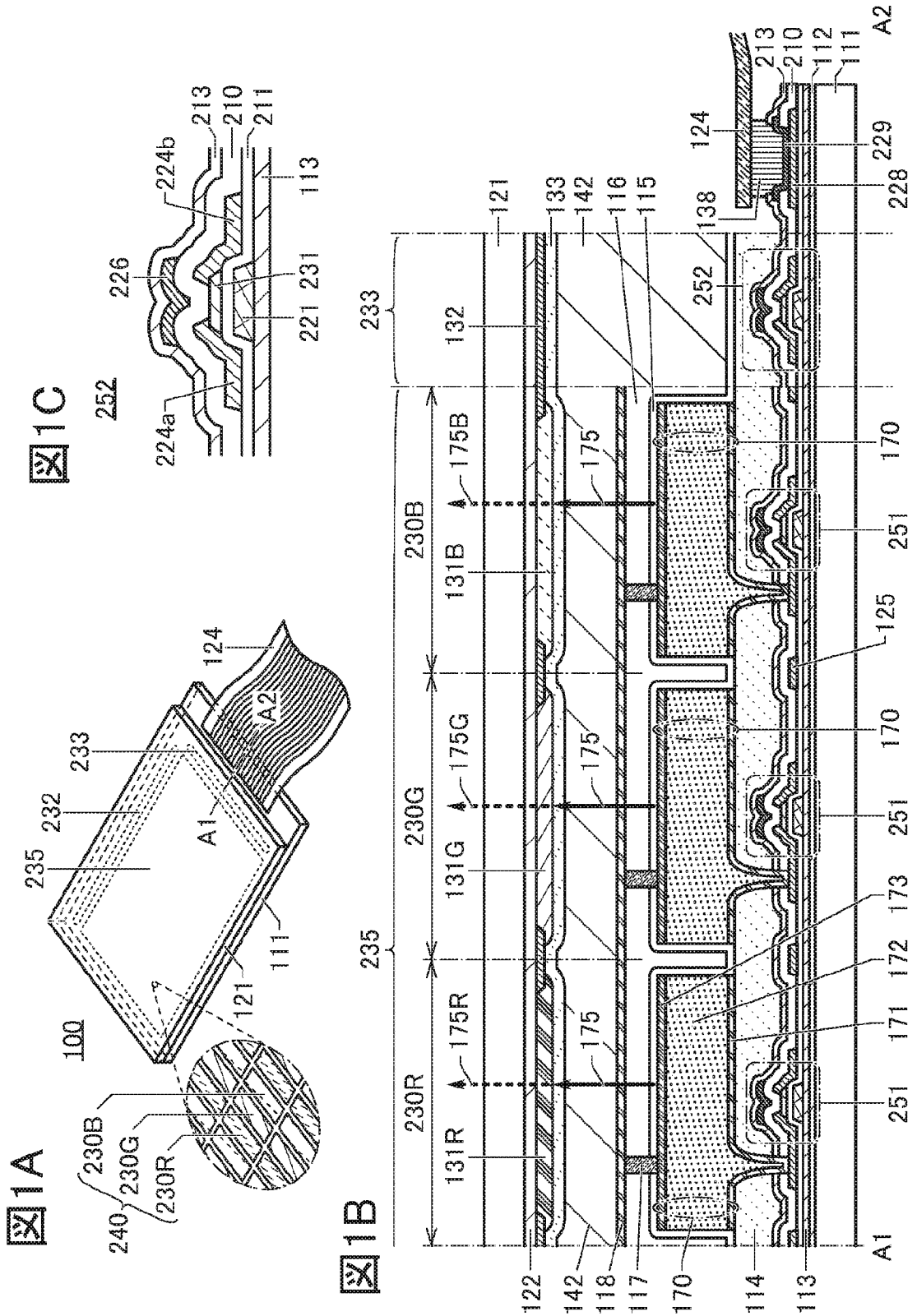
請求項 4 において、
前記酸化物半導体は、インジウムまたは亜鉛の少なくとも一方を含む表示装置の作製方法。

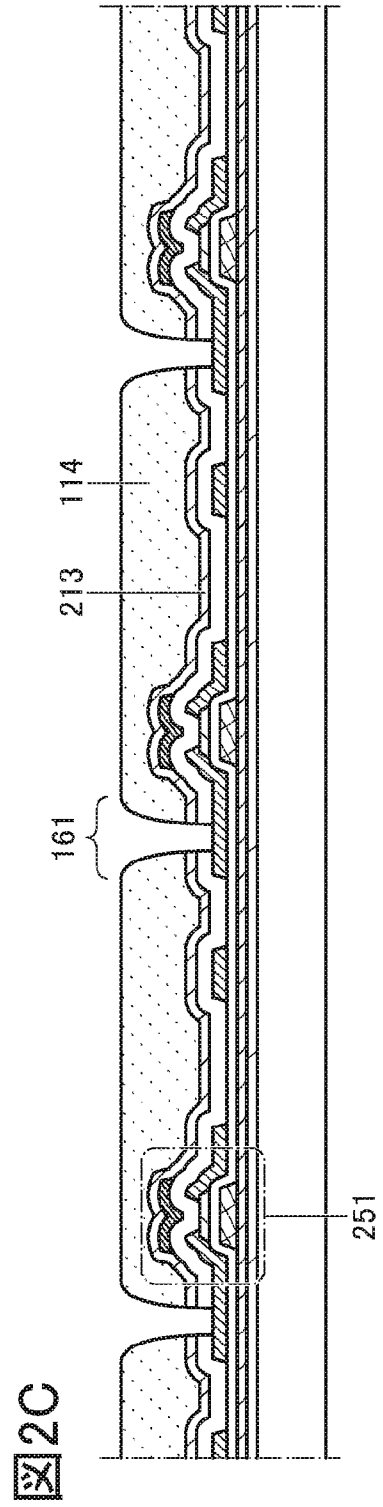
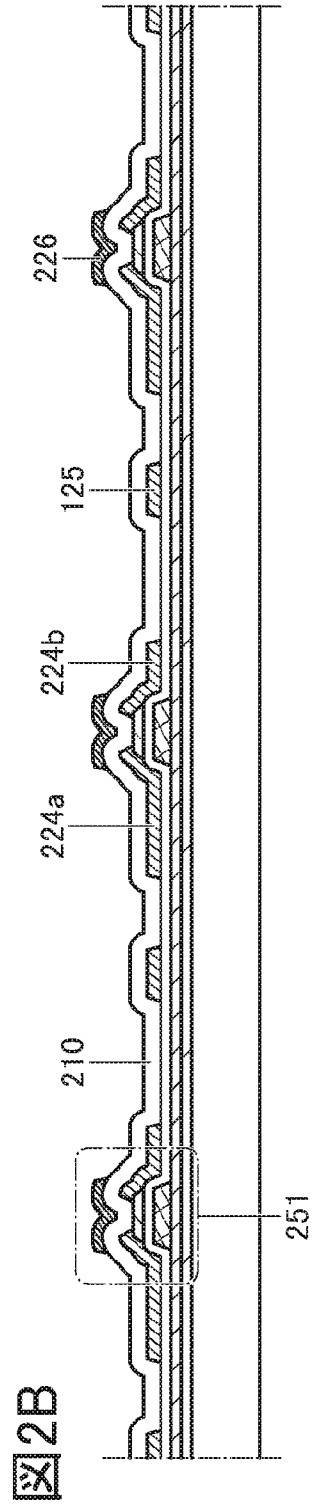
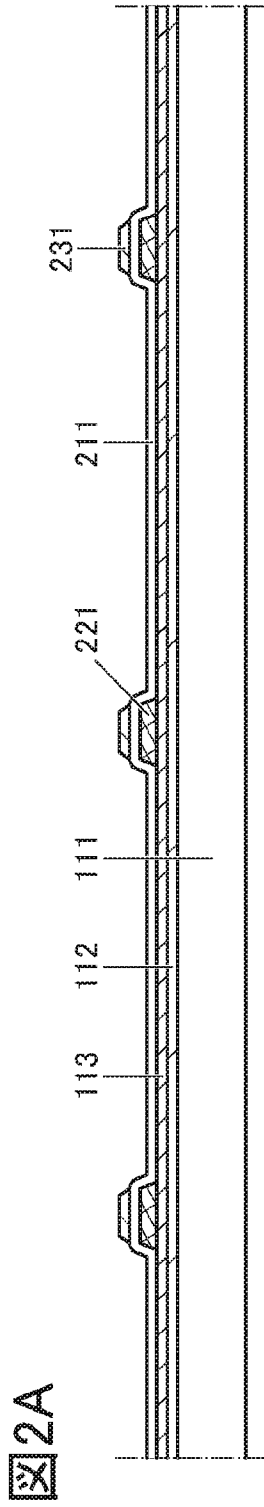
[請求項 6]

請求項 1 乃至 5 のいずれか一項において、
隣接する 2 つの前記発光素子の間隔が $10 \mu\text{m}$ 以下である表示装置の作製方法。

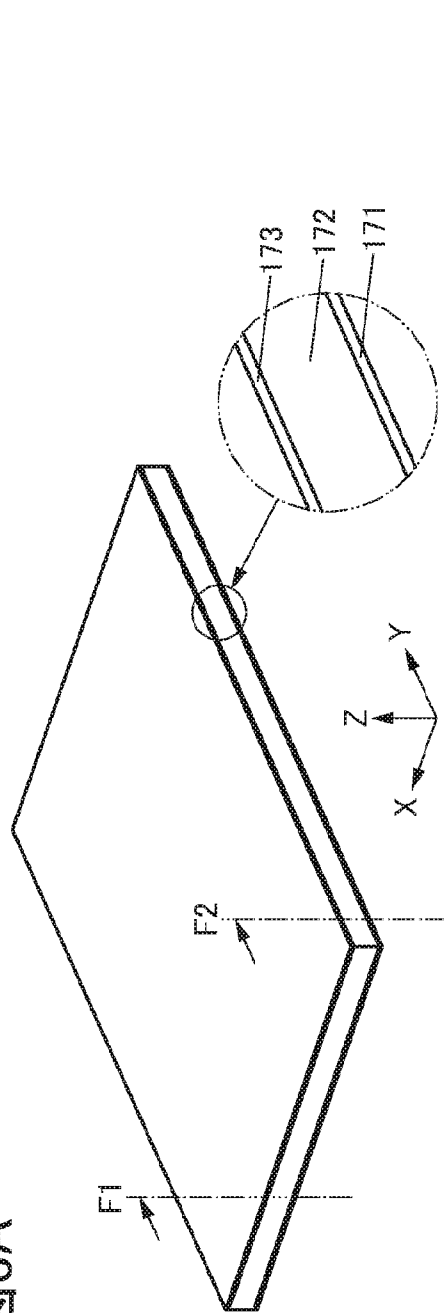
[請求項 7]

請求項 1 乃至 6 のいずれか一項において、
前記発光素子は、トップエミッション型である表示装置の作製方法。

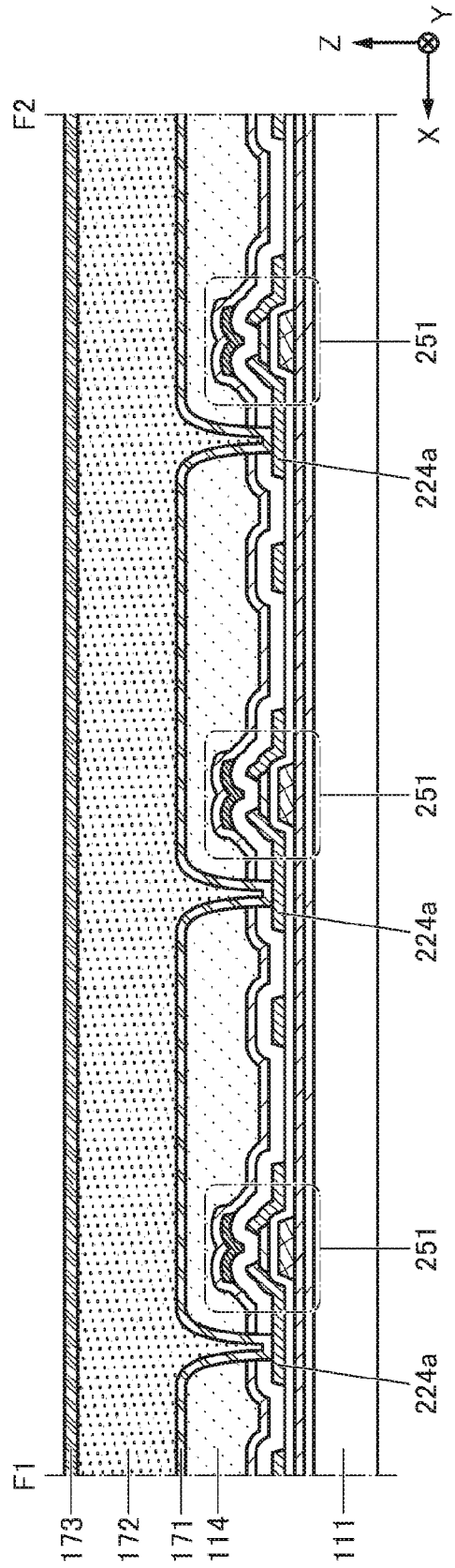




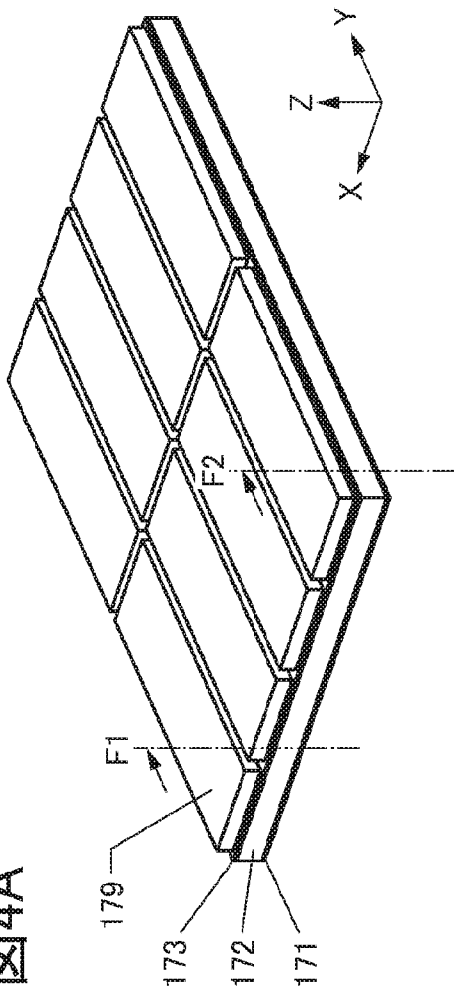
3A



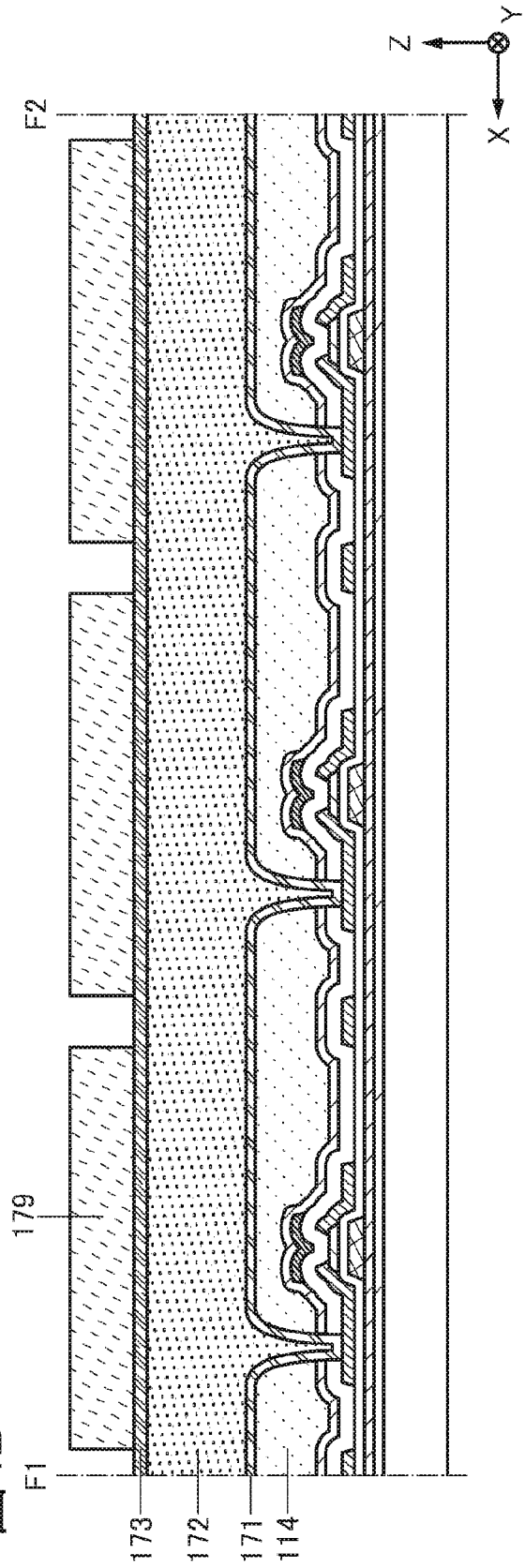
3B



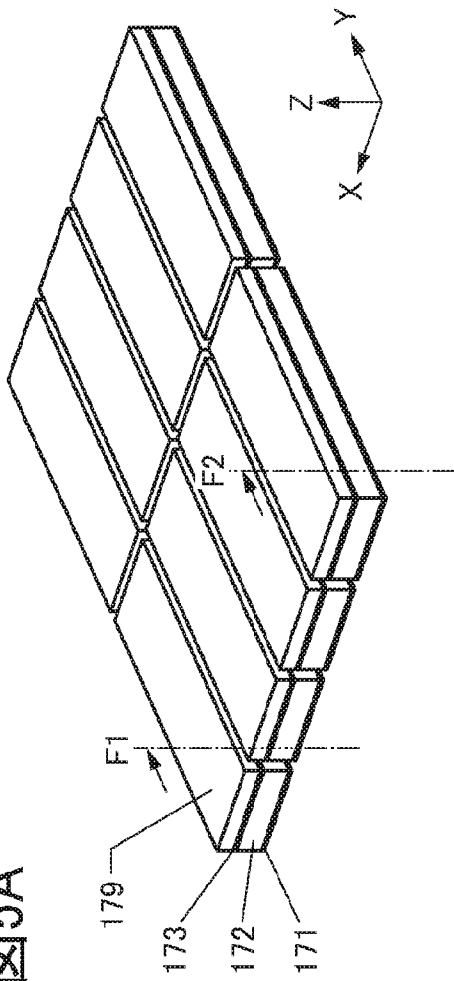
4A



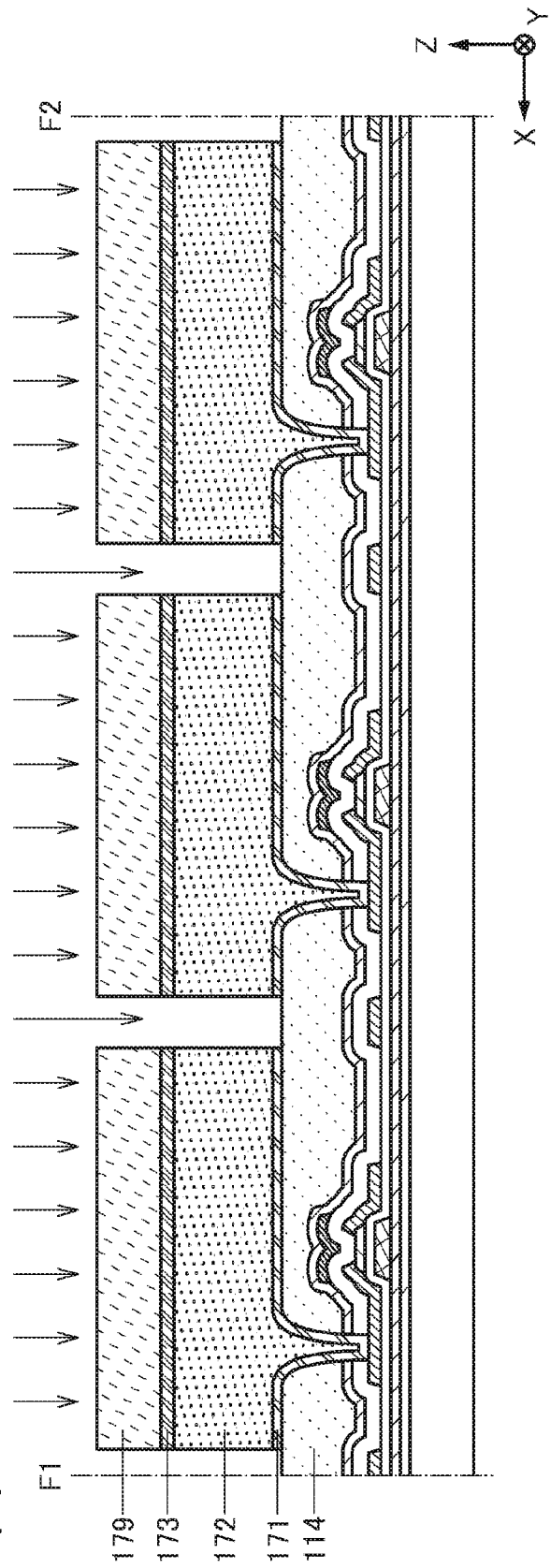
4B



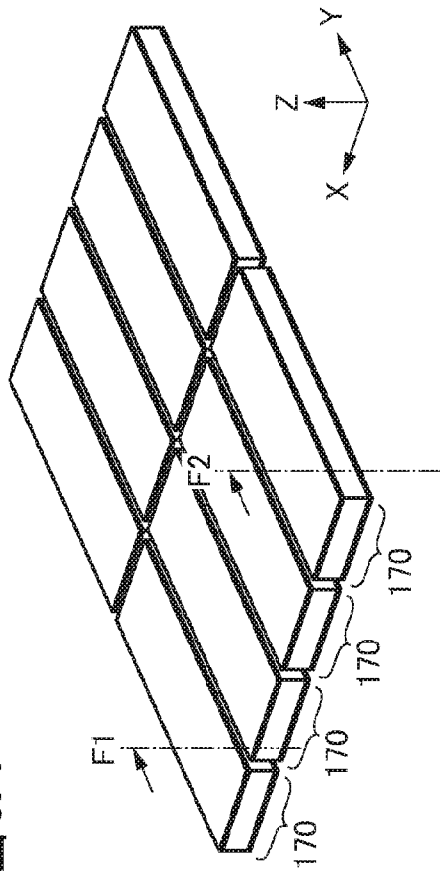
5A



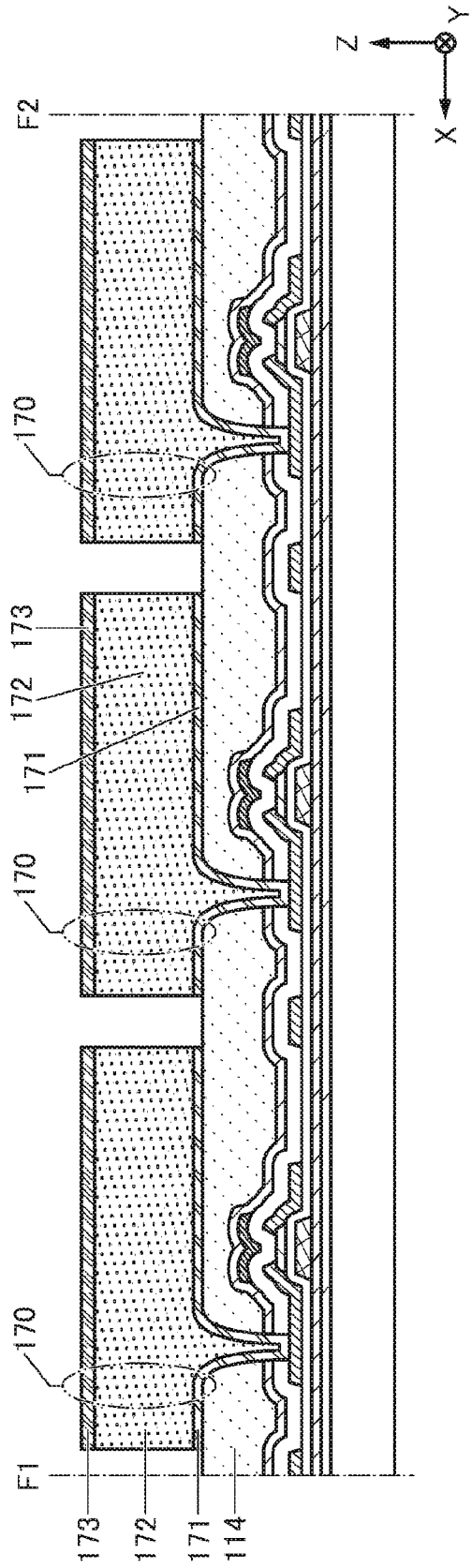
5B

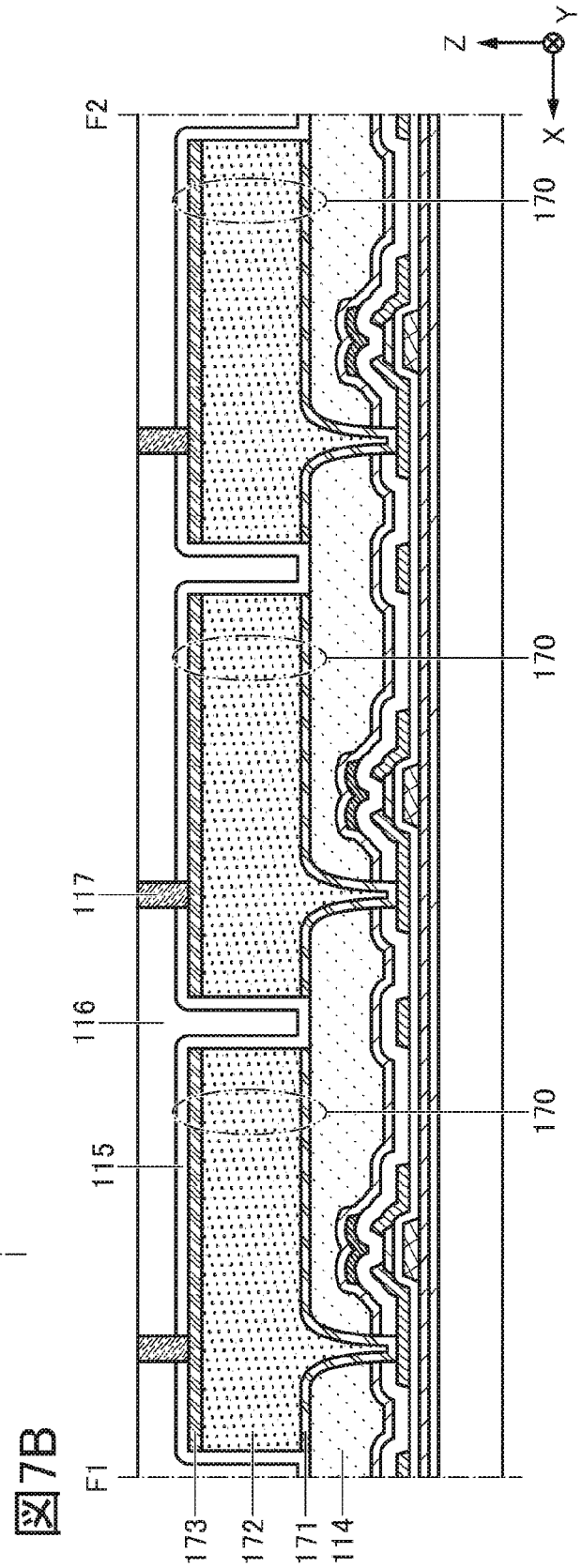
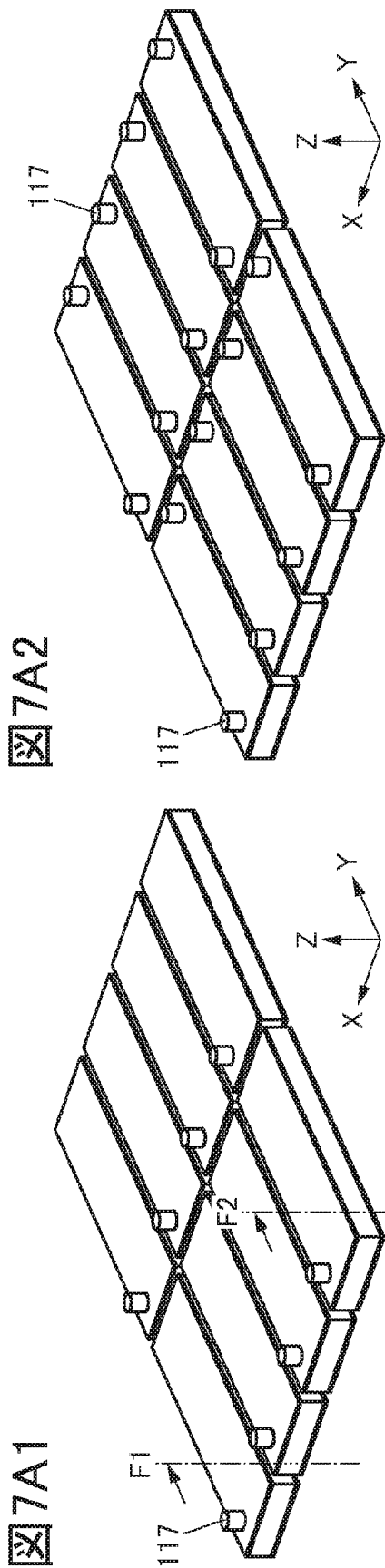


6A

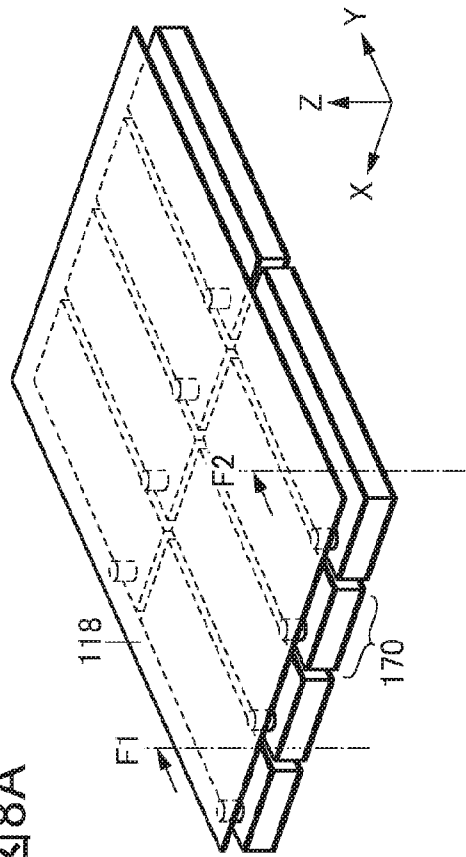


6B

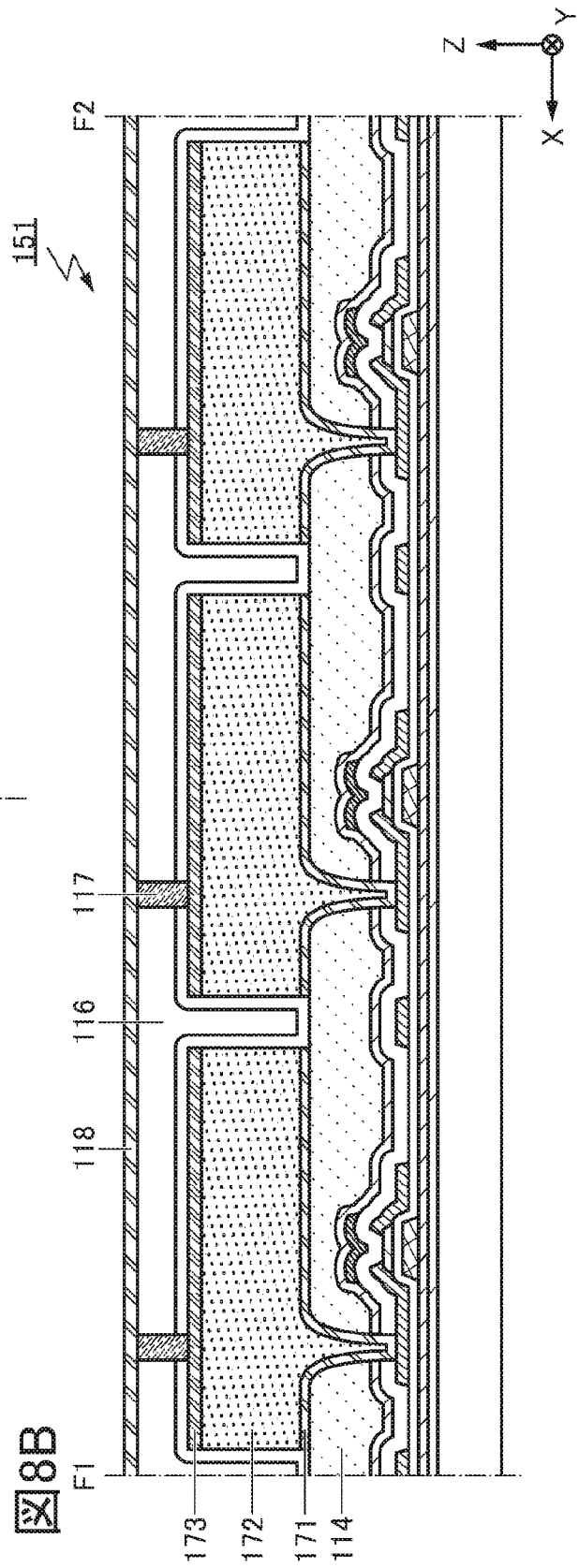




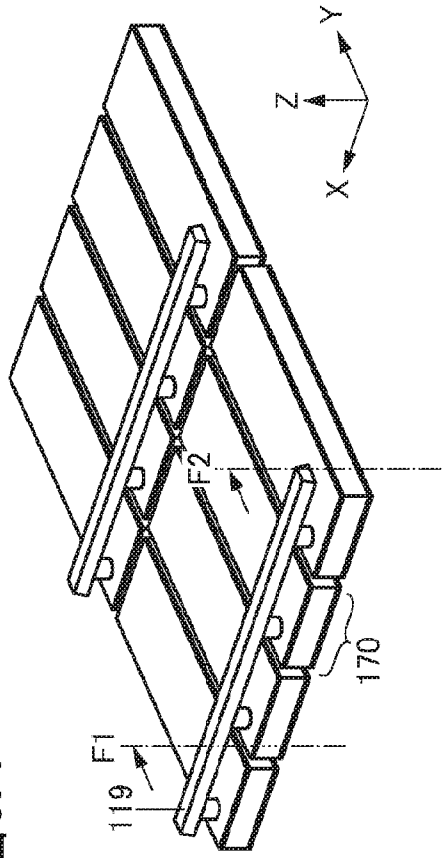
8A



8B



9A



9B

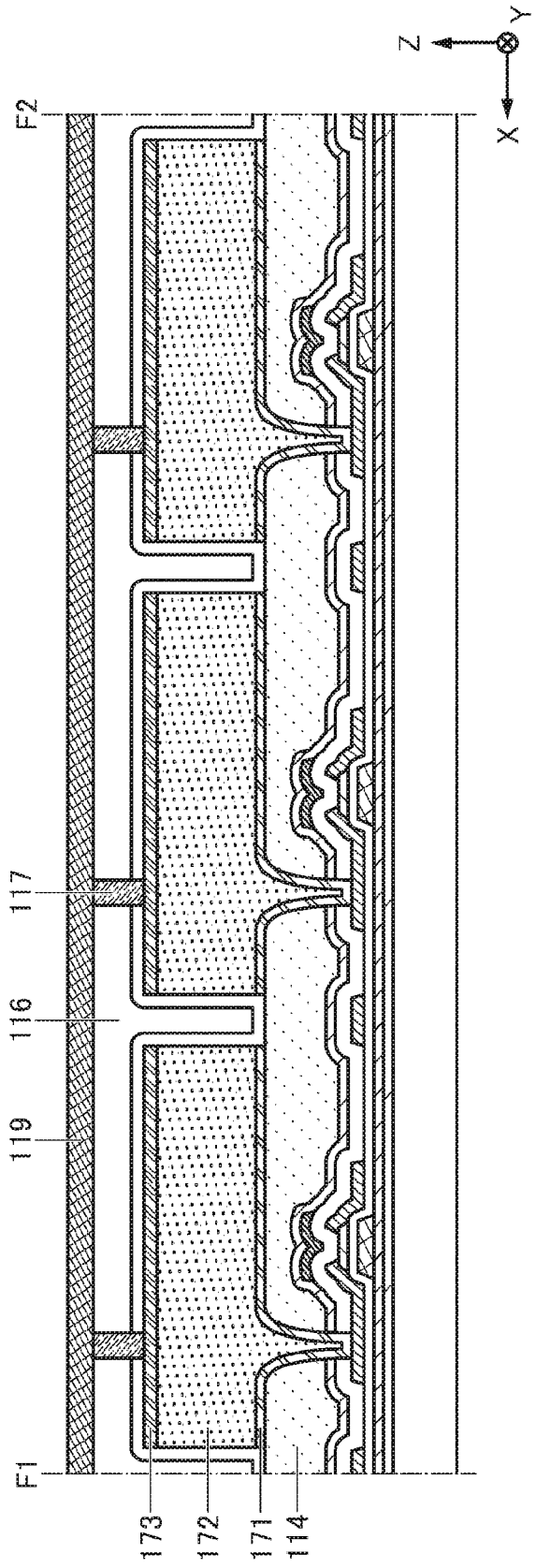
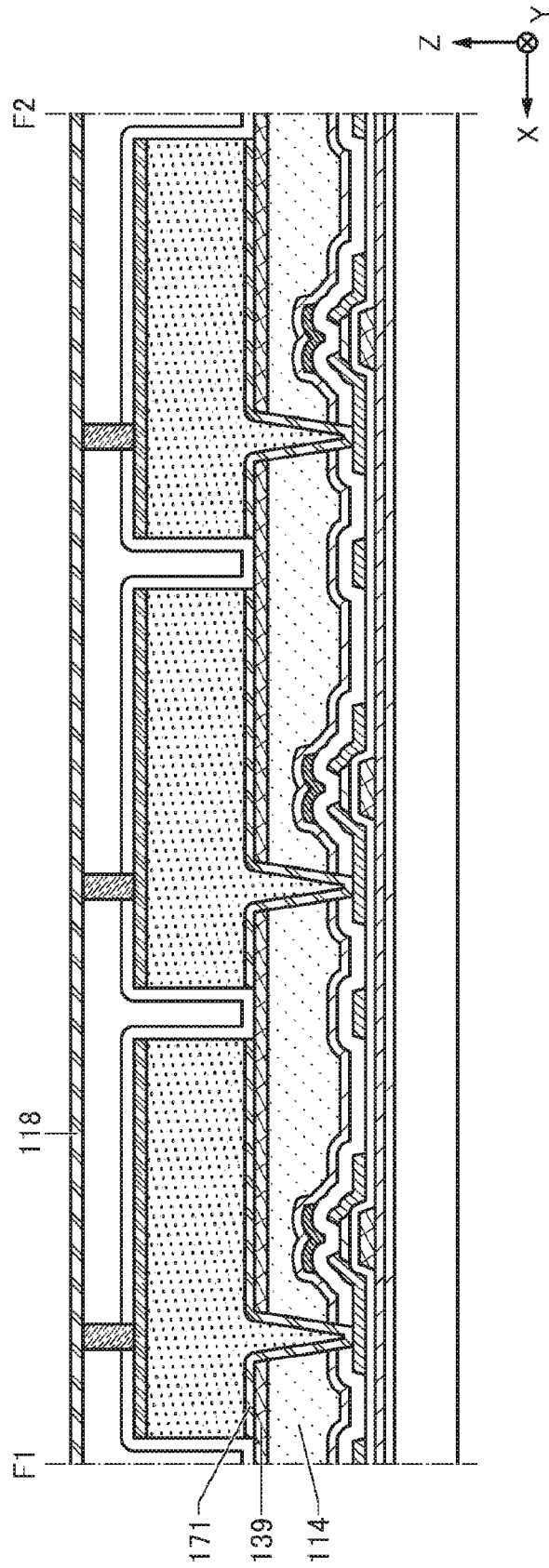
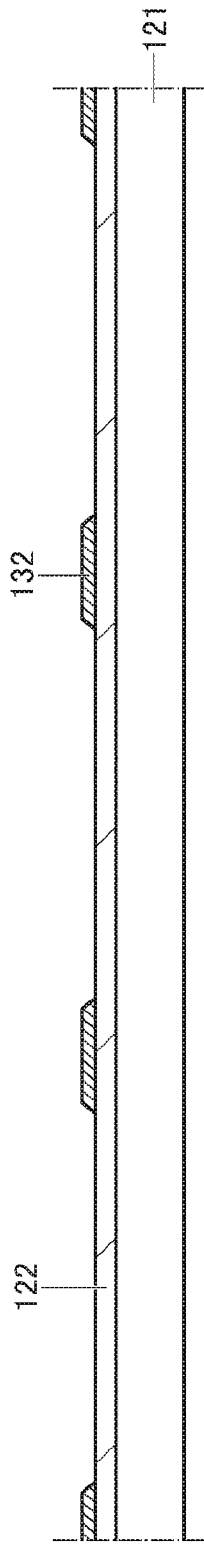


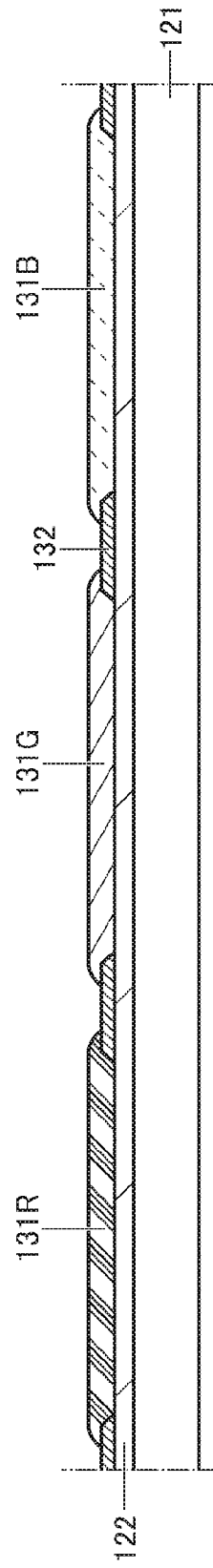
图10



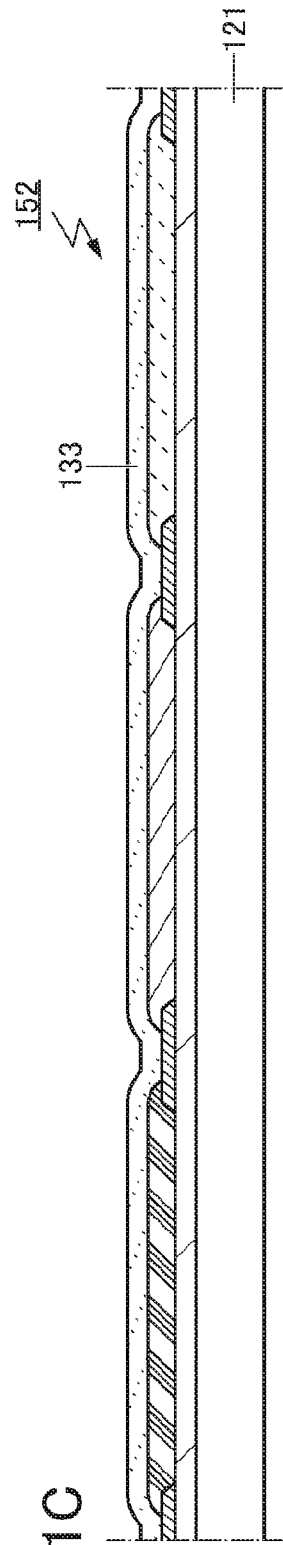
11A



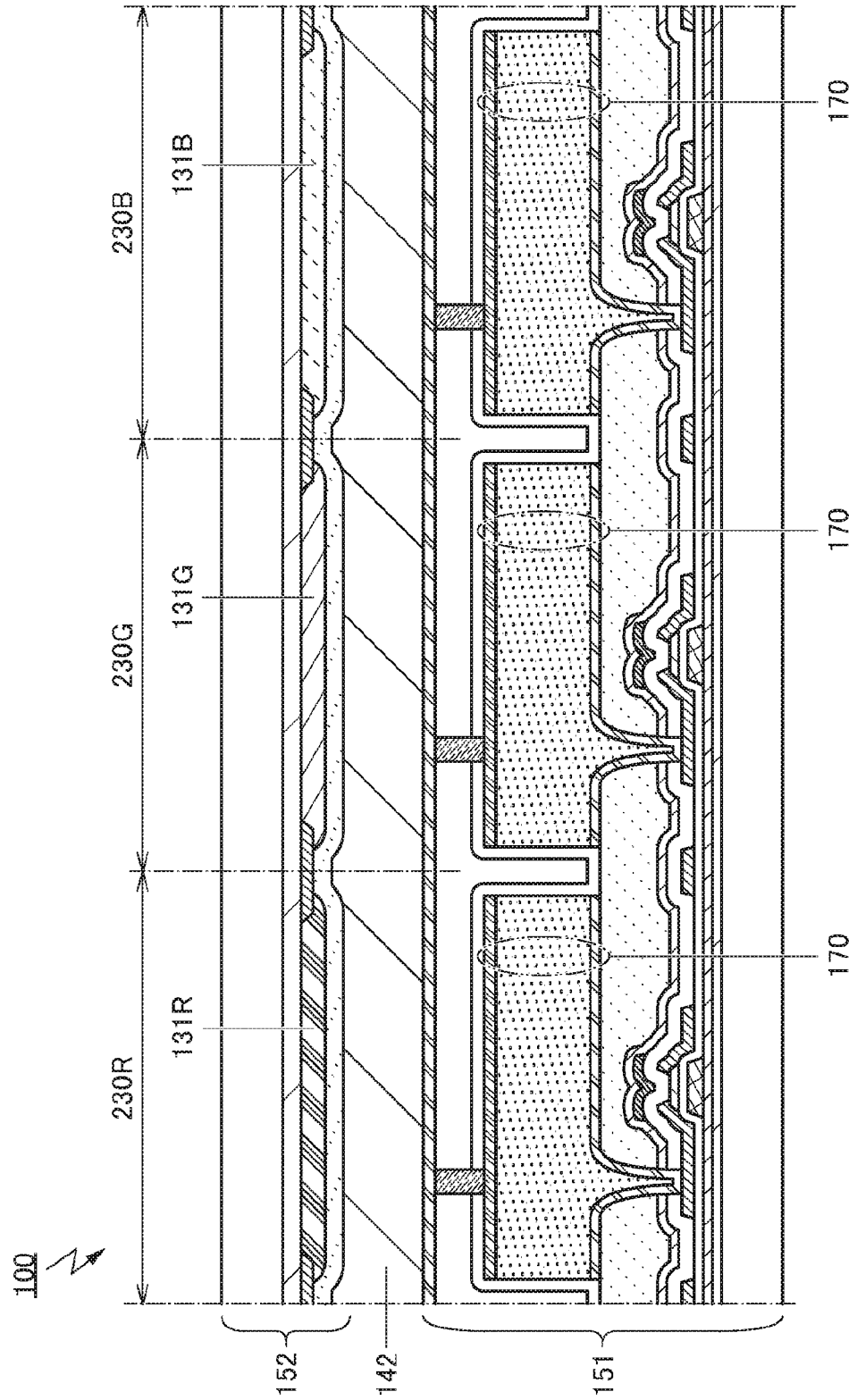
11B



11C



12



13

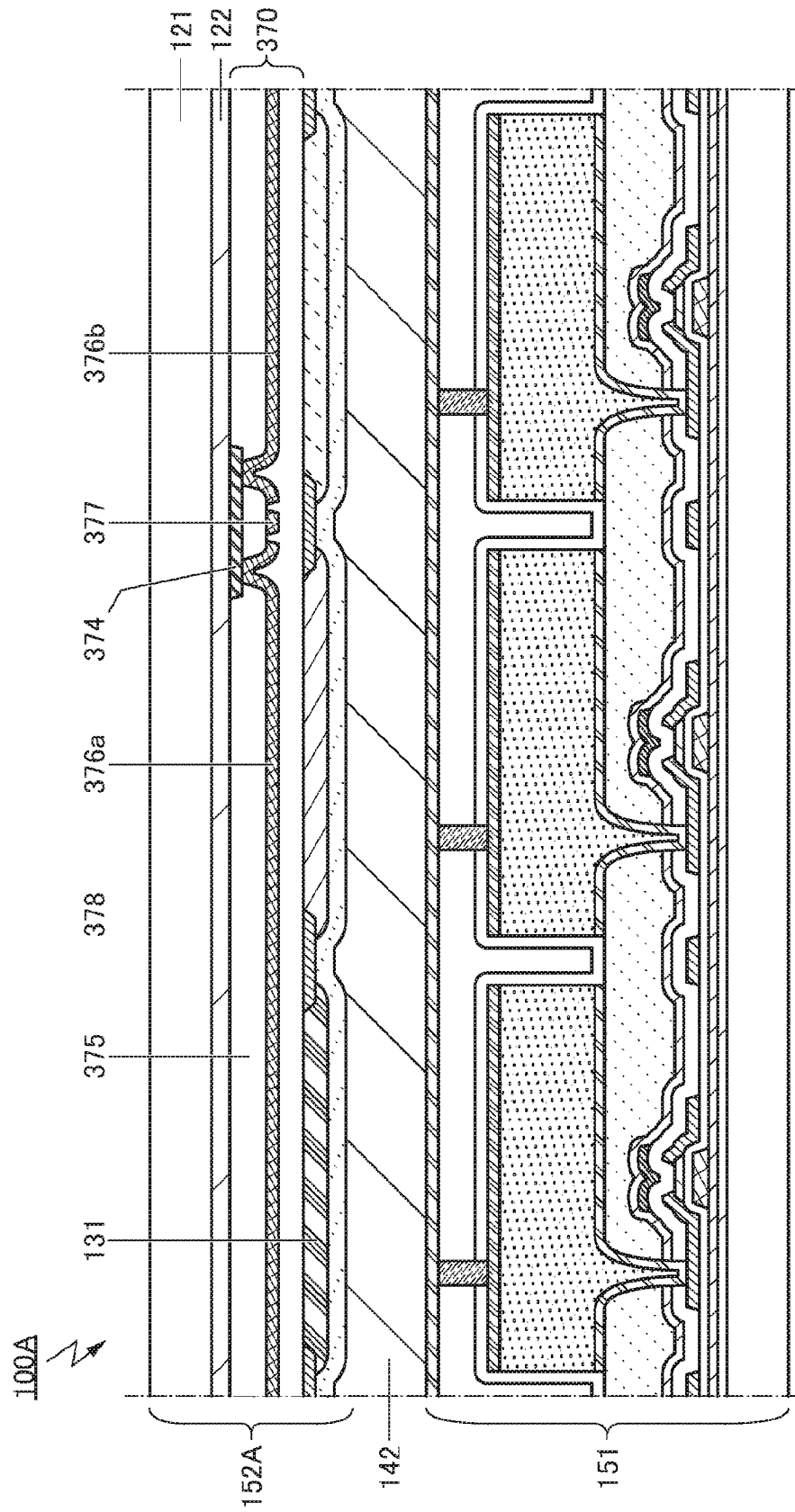


図14A

中間状態
新しい境界領域

Amorphous (無定形)	Crystalline (結晶性)	Crystal (結晶)
<ul style="list-style-type: none"> • completely amorphous 	<ul style="list-style-type: none"> • CAAC • nc • CAC <p>excluding single crystal and poly crystal</p>	<ul style="list-style-type: none"> • single crystal • poly crystal

図14B

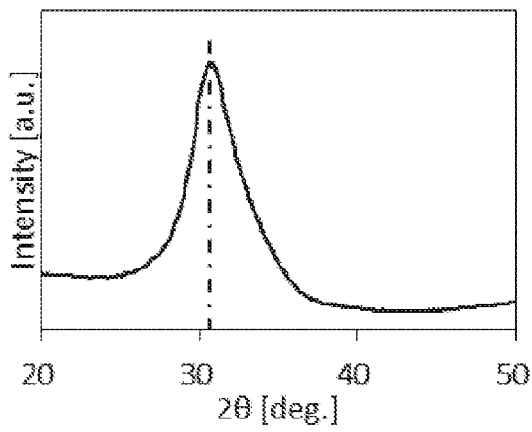


図14C

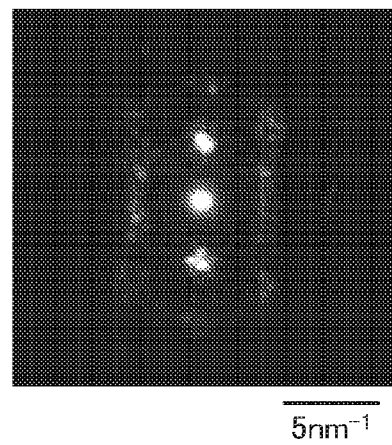


図15A

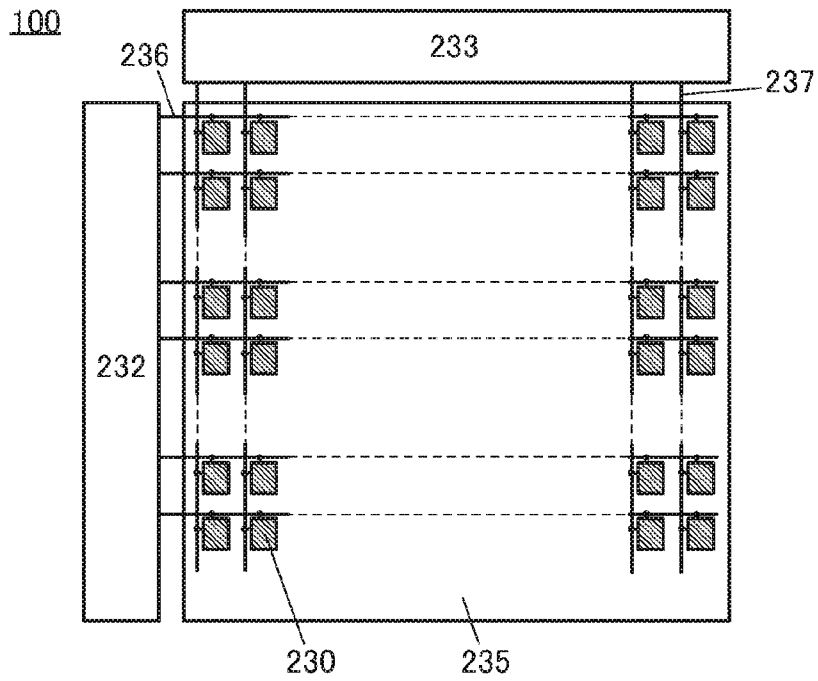


図15B1

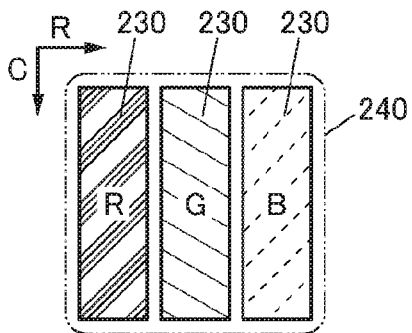


図15B2

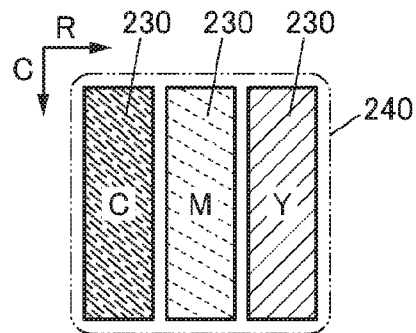


図15B3

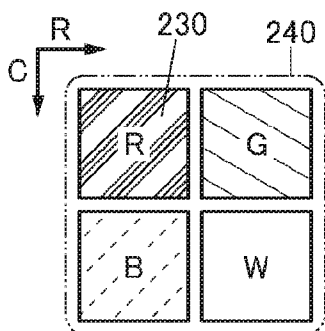


図15B4

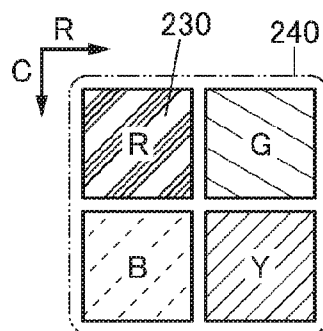


図15B5

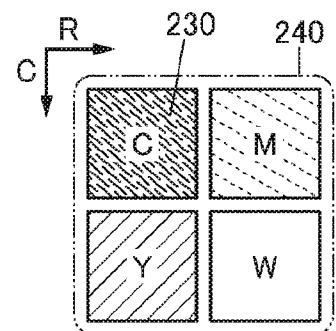


図17A

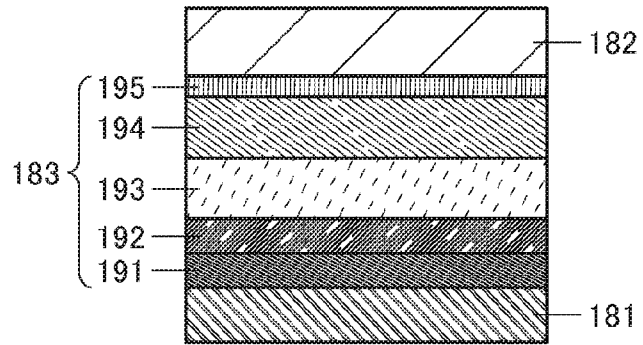


図17B

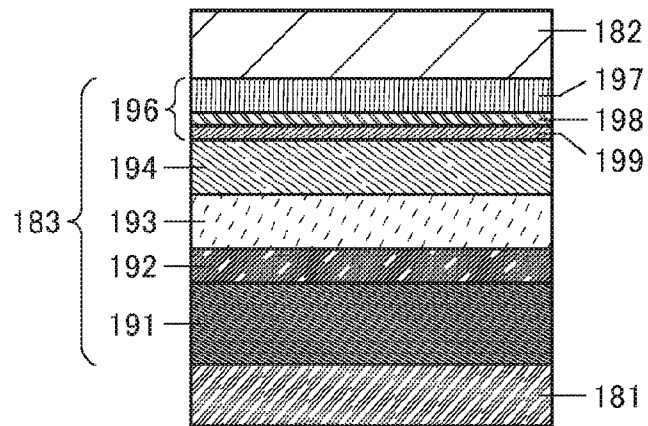


図17C

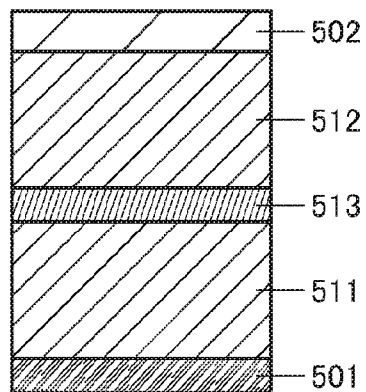


図 18A

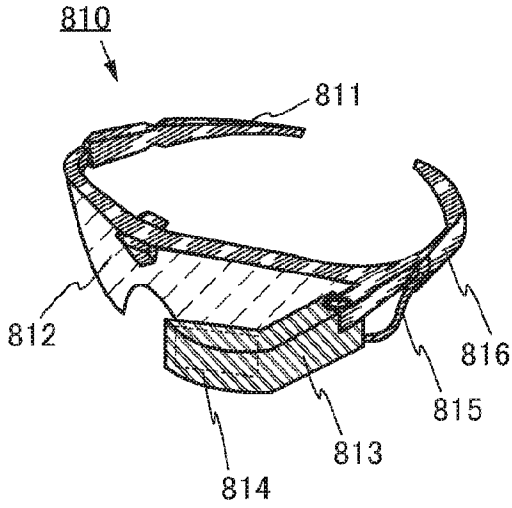


図 18B

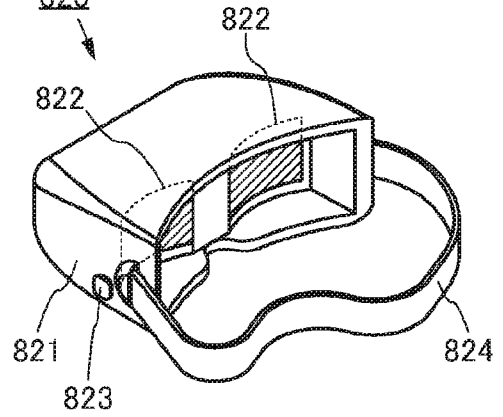


図 18C

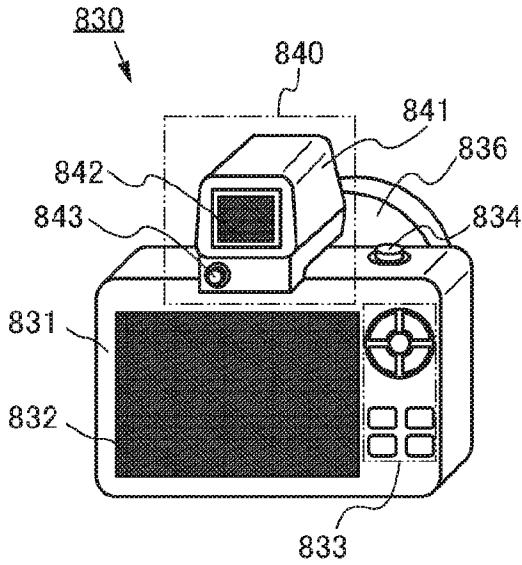


図 18D

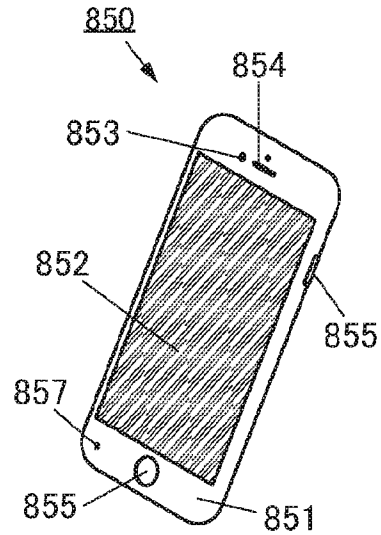


図 18E

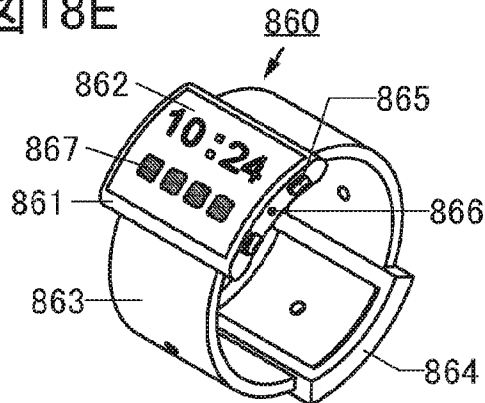
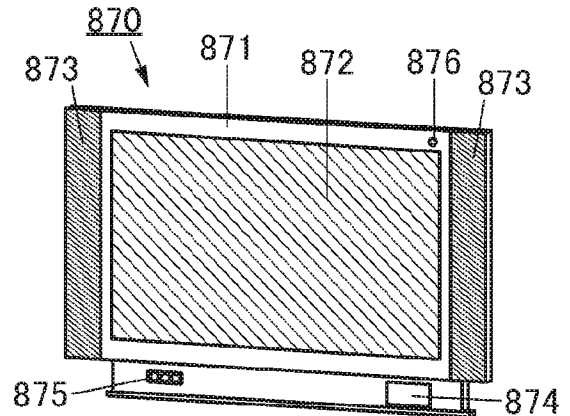


図 18F



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2021/060953

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H01L 27/32</i> (2006.01)i; <i>H05B 33/02</i> (2006.01)i; <i>H05B 33/10</i> (2006.01)i; <i>H05B 33/12</i> (2006.01)i; <i>H01L 51/50</i> (2006.01)i; <i>H05B 33/22</i> (2006.01)i; <i>H05B 33/28</i> (2006.01)i FI: H05B33/10; H05B33/14 A; H05B33/28; H05B33/22 Z; H05B33/02; H05B33/12 B; H01L27/32		
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) H01L27/32; H05B33/02; H05B33/10; H05B33/12; H01L51/50; H05B33/22; H05B33/28		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-347053 A (SEIKO INSTRUMENTS INC.) 05 December 2003 (2003-12-05) paragraphs [0006], [0034]-[0035], [0038]-[0039], [0041], fig. 2	1-7
Y	CN 109509765 A (BLACK CATTLE FOOD CO., LTD.) 22 March 2019 (2019-03-22) paragraphs [0064]-[0065], fig. 11	1-7
Y	JP 2003-051599 A (SEMICONDUCTOR ENERGY LAB. CO., LTD.) 21 February 2003 (2003-02-21) paragraphs [0096]-[0099]	3-5
A	US 2018/0261792 A1 (SAMSUNG DISPLAY CO., LTD.) 13 September 2018 (2018-09-13) paragraphs [0082]-[0083], fig. 4	1-7
A	JP 10-208883 A (HOKURIKU ELECTRIC IND. CO., LTD.) 07 August 1998 (1998-08-07) paragraphs [0057]-[0060], fig. 8	1-7
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 10 March 2022		Date of mailing of the international search report 22 March 2022
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/IB2021/060953

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2003-347053	A	05 December 2003	(Family: none)	
CN	109509765	A	22 March 2019	(Family: none)	
JP	2003-051599	A	21 February 2003	US 2003/0015703 A1	
				paragraphs [0130]-[0133]	
US	2018/0261792	A1	13 September 2018	KR 10-2018-0104227 A	
				CN 108574057 A	
JP	10-208883	A	07 August 1998	US 2001/0049030 A1	
				paragraphs [0050]-[0053], fig. 2A-2D	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>H01L 27/32(2006.01)i; H05B 33/02(2006.01)i; H05B 33/10(2006.01)i; H05B 33/12(2006.01)i; H01L 51/50(2006.01)i; H05B 33/22(2006.01)i; H05B 33/28(2006.01)i FI: H05B33/10; H05B33/14 A; H05B33/28; H05B33/22 Z; H05B33/02; H05B33/12 B; H01L27/32</p>																				
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））</p> <p>H01L27/32; H05B33/02; H05B33/10; H05B33/12; H01L51/50; H05B33/22; H05B33/28</p> <p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table> <p>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）</p>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年										
日本国実用新案公報	1922 - 1996年																			
日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年																			
日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年																			
日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年																			
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2003-347053 A (セイコーインスツルメンツ株式会社) 05.12.2003 (2003 - 12 - 05) 段落 [0006], [0034]-[0035], [0038]-[0039], [0041], 図2</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 109509765 A (BLACK CATTLE FOOD CO., LTD.) 22.03.2019 (2019 - 03 - 22) 段落 [0064]-[0065], 図11</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2003-051599 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 21.02.2003 (2003 - 02 - 21) 段落 [0096]-[0099]</td> <td>3-5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2018/0261792 A1 (SAMSUNG DISPLAY CO., LTD.) 13.09.2018 (2018 - 09 - 13) 段落 [0082]-[0083], 図4</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 10-208883 A (北陸電気工業株式会社) 07.08.1998 (1998 - 08 - 07) 段落 [0057]-[0060], 図8</td> <td>1-7</td> </tr> </tbody> </table>			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 2003-347053 A (セイコーインスツルメンツ株式会社) 05.12.2003 (2003 - 12 - 05) 段落 [0006], [0034]-[0035], [0038]-[0039], [0041], 図2	1-7	Y	CN 109509765 A (BLACK CATTLE FOOD CO., LTD.) 22.03.2019 (2019 - 03 - 22) 段落 [0064]-[0065], 図11	1-7	Y	JP 2003-051599 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 21.02.2003 (2003 - 02 - 21) 段落 [0096]-[0099]	3-5	A	US 2018/0261792 A1 (SAMSUNG DISPLAY CO., LTD.) 13.09.2018 (2018 - 09 - 13) 段落 [0082]-[0083], 図4	1-7	A	JP 10-208883 A (北陸電気工業株式会社) 07.08.1998 (1998 - 08 - 07) 段落 [0057]-[0060], 図8	1-7
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 2003-347053 A (セイコーインスツルメンツ株式会社) 05.12.2003 (2003 - 12 - 05) 段落 [0006], [0034]-[0035], [0038]-[0039], [0041], 図2	1-7																		
Y	CN 109509765 A (BLACK CATTLE FOOD CO., LTD.) 22.03.2019 (2019 - 03 - 22) 段落 [0064]-[0065], 図11	1-7																		
Y	JP 2003-051599 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 21.02.2003 (2003 - 02 - 21) 段落 [0096]-[0099]	3-5																		
A	US 2018/0261792 A1 (SAMSUNG DISPLAY CO., LTD.) 13.09.2018 (2018 - 09 - 13) 段落 [0082]-[0083], 図4	1-7																		
A	JP 10-208883 A (北陸電気工業株式会社) 07.08.1998 (1998 - 08 - 07) 段落 [0057]-[0060], 図8	1-7																		
<p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>																				
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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							
* 引用文献のカテゴリー	“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																			
“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	“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																			
“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	“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																			
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献																			
“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																				
<p>国際調査を完了した日</p> <p>10.03.2022</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p>22.03.2022</p>																			
<p>名称及びあて先</p> <p>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</p>	<p>権限のある職員（特許庁審査官）</p> <p>辻本 寛司 20 3908</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3271</p>																			

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/IB2021/060953

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2003-347053 A	05.12.2003	(ファミリーなし)	
CN 109509765 A	22.03.2019	(ファミリーなし)	
JP 2003-051599 A	21.02.2003	US 2003/0015703 A1 段落 [0130]-[0133]	
US 2018/0261792 A1	13.09.2018	KR 10-2018-0104227 A CN 108574057 A	
JP 10-208883 A	07.08.1998	US 2001/0049030 A1 段落 [0050]-[0053], 図2A-2D	