

(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8月25日(25.08.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/175784 A1

(51) 国際特許分類:

H05B 33/22 (2006.01) H05B 33/06 (2006.01)
G09F 9/30 (2006.01) H05B 33/12 (2006.01)
H01L 27/32 (2006.01) H05B 33/26 (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01) H05B 33/28 (2006.01)

(72) 発明者: 瀬尾 哲史 (SEO, Satoshi); 〒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). 和田 理人 (WADA, Rihito); 〒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).

(21) 国際出願番号: PCT/IB2022/051140

(22) 国際出願日: 2022年2月9日(09.02.2022)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願 2021-024827 2021年2月19日(19.02.2021) JP
特願 2021-024828 2021年2月19日(19.02.2021) JP
特願 2021-081416 2021年5月13日(13.05.2021) JP

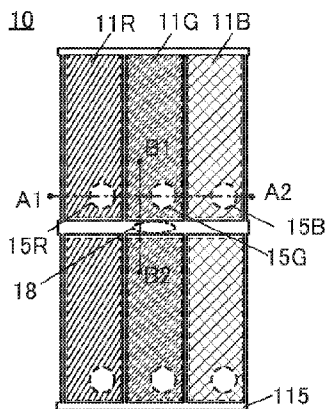
(71) 出願人: 株式会社半導体エネルギー研究所 (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2430036 神奈川県厚木市長谷398 Kanagawa (JP).

(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.

(54) Title: DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: 表示装置

図1A



(57) Abstract: Provided is a display device in which a voltage drop is suppressed. This display device has: a first lower electrode; a second lower electrode; a third lower electrode; auxiliary electrodes; banks having regions overlapping with an end part of the first lower electrode, an end part of the second lower electrode, an end part of the third lower electrode, and the auxiliary electrodes; a first light-emitting layer having a region overlapping with the first lower electrode and being positioned at a bank opening part; a first layer positioned between the first lower electrode and the first light-emitting layer; a second light-emitting layer having a region overlapping with the second lower electrode and being positioned at a bank opening part; a second layer positioned between the second lower electrode and the second light-emitting layer; a third light-emitting layer having a region overlapping with the third lower electrode and being positioned at a bank opening part; a third layer positioned between the third lower electrode and the third light-emitting layer; and an upper electrode disposed over a region from the first light-emitting layer to the third light-emitting layer, said upper electrode being electrically connected to the auxiliary electrodes.

(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:

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

(57) 要約: 電圧降下が抑制された表示装置を提供する。第1の下部電極と、第2の下部電極と、第3の下部電極と、補助電極と、第1の下部電極の端部、第2の下部電極の端部、第3の下部電極の端部、および補助電極と重なる領域を有する隔壁と、第1の下部電極と重なる領域を有し、かつ隔壁の開口部に位置する、第1の発光層と、第1の下部電極と第1の発光層との間に位置する第1の層と、第2の下部電極と重なる領域を有し、かつ隔壁の開口部に位置する、第2の発光層と、第2の下部電極と第2の発光層との間に位置する第2の層と、第3の下部電極と重なる領域を有し、かつ隔壁の開口部に位置する、第3の発光層と、第3の下部電極と第3の発光層との間に位置する第3の層と、第1の発光層乃至第3の発光層にわたって設けられた、上部電極と、を有し、上部電極は補助電極と電氣的に接続される、表示装置である。

明細書

発明の名称

表示装置

技術分野

[0001]

本発明の一態様は、表示装置に関する。

[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。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。本明細書等で開示する本発明の一態様のより具体的な技術分野としては、半導体装置、表示装置、発光装置、蓄電装置、記憶装置を一例として挙げることができ、これらの駆動方法、またはこれらの作製方法も一例として挙げることができる。

背景技術

[0003]

大型の有機EL装置を製造する際、対向電極における電圧降下を抑制するために補助電極を設ける構造が検討されている（特許文献1参照）。

[先行技術文献]

[特許文献]

[0004]

[特許文献1] 特開2005-158583号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005]

上記特許文献1では隔壁（バンクとも記される）の上面を覆ったアルミニウム金属を、パターニングして隔壁上に補助電極を形成している。また同文献1では、上記蒸着法以外にインクジェット法により補助電極を形成してもよいと開示されている。

[0006]

上記特許文献1によると上記補助電極は隔壁上面に形成されるため、当該隔壁の幅よりも小さくする必要があった。さらに隔壁は、表示装置の開口率向上に従って微細化される。これらより、開口率の高い表示装置では当該隔壁の上面に補助電極を形成することが難しくなる。

[0007]

上記を鑑み本発明の一態様は、開口率の高い表示装置において、補助電極に関する新たな構成を提供することを課題の一とする。さらに、当該補助電極を有する表示装置およびそれらの作製方法を提供することを課題の一とする。

[0008]

上記課題に関する記載は、他の課題の存在を妨げるものではない。上記以外の課題は、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課題を抽出することが可能である。さらに、本発明の一態様は、上記課題の全てを解決する必要はない。

課題を解決するための手段

[0009]

上記課題を鑑み本発明の一態様は、第1の下部電極と、上面視において、第1の下部電極とX方向に隣接した領域に位置する、第2の下部電極と、上面視において、第1の下部電極とY方向に隣接した領域に位置する、第3の下部電極と、上面視において、少なくとも第1の下部電極と第2の下部電極との間の領域に位置する、補助電極と、第1の下部電極の端部、第2の下部電極の端部、第3の下部電極の端部、および補助電極と重なる領域を有する隔壁と、第1の下部電極と重なる領域を有し、かつ隔壁の開口部に位置する、第1の発光層と、第1の下部電極と第1の発光層との間に位置する第1の層と、第2の下部電極と重なる領域を有し、かつ隔壁の開口部に位置する、第2の発光層と、第2の下部電極と第2の発光層との間に位置する第2の層と、第3の下部電極と重なる領域を有し、かつ隔壁の開口部に位置する、第3の発光層と、第3の下部電極と第3の発光層との間に位置する第3の層と、第1の発光層乃至第3の発光層にわたって設けられた、上部電極と、を有し、上部電極は補助電極と電氣的に接続され、第1の層乃至第3の層は、それぞれ正孔輸送層または正孔注入層を有し、隔壁は無機材料を有する第1の絶縁物と、有機材料を有する第2の絶縁物との積層構造を有する、表示装置である。

[0010]

本発明の別の態様は、第1の下部電極と、上面視において、第1の下部電極とX方向に隣接した領域に位置する、第2の下部電極と、上面視において、第1の下部電極とY方向に隣接した領域に位置する、第3の下部電極と、上面視において、少なくとも第1の下部電極と第2の下部電極との間に位置する、補助電極と、第1の下部電極の端部、第2の下部電極の端部、第3の下部電極の端部、および補助電極と重なる領域を有する隔壁と、第1の下部電極と重なる領域を有し、かつ隔壁の開口部に位置する、第1の発光層と、第1の下部電極と第1の発光層との間に位置する第1の層と、第2の下部電極と重なる領域を有し、かつ隔壁の開口部に位置する、第2の発光層と、第2の下部電極と第2の発光層との間に位置する第2の層と、第3の下部電極と重なる領域を有し、かつ隔壁の開口部に位置する、第3の発光層と、第3の下部電極と第3の発光層との間に位置する第3の層と、第1の発光層乃至第3の発光層にわたって設けられた、上部電極と、を有し、上部電極は少なくとも第1の下部電極と第2の下部電極との間に位置するコンタクトホールを介して、補助電極と電氣的に接続され、第1の層乃至第3の層は、それぞれ正孔輸送層または正孔注入層を有し、隔壁は無機材料を有する第1の絶縁物と、有機材料を有する第2の絶縁物との積層構造を有し、コンタクトホールは、第1の絶縁物が有する第1の開口部と、第2の絶縁物が有する第2の開口部とを有し、コンタクトホールの上面視において、第1の絶縁物は、第2の開口部より露出した端部を有する、表示装置である。

[0011]

本発明の別の態様は、第1の下部電極と、上面視において、第1の下部電極とX方向に隣接した領域に位置する、第2の下部電極と、上面視において、第1の下部電極とY方向に隣接した領域に位置する、第3の下部電極と、上面視において、少なくとも第1の下部電極と第2の下部電極との間に位置する、補助電極と、第1の下部電極の端部、第2の下部電極の端部、第3の下部電極の端部、および補助電極と重なる領域を有する隔壁と、第1の下部電極と重なる領域を有し、かつ隔壁の開口部に位置する、第1の発光層と、第1の下部電極と第1の発光層との間に位置する第1の層と、第2の下部電極と重なる領域を有し、かつ隔壁の開口部に位置する、第2の発光層と、第2の

下部電極と第2の発光層との間に位置する第2の層と、第3の下部電極と重なる領域を有し、かつ隔壁の開口部に位置する、第3の発光層と、第3の下部電極と第3の発光層との間に位置する第3の層と、第1の発光層乃至第3の発光層にわたって設けられた、上部電極と、を有し、上部電極は導電層を介して補助電極と電氣的に接続され、第1の層乃至第3の層は、それぞれ正孔輸送層または正孔注入層を有し、隔壁は無機材料を有する第1の絶縁物と、有機材料を有する第2の絶縁物との積層構造を有する、表示装置である。

[0012]

本発明の別の一態様は、第1の下部電極と、上面視において、第1の下部電極とX方向に隣接した領域に位置する、第2の下部電極と、上面視において、第1の下部電極とY方向に隣接した領域に位置する、第3の下部電極と、上面視において、少なくとも第1の下部電極と第2の下部電極との間に位置する、補助電極と、第1の下部電極の端部、第2の下部電極の端部、第3の下部電極の端部、および補助電極と重なる領域を有する隔壁と、第1の下部電極と重なる領域を有し、かつ隔壁の開口部に位置する、第1の発光層と、第1の下部電極と第1の発光層との間に位置する第1の層と、第2の下部電極と重なる領域を有し、かつ隔壁の開口部に位置する、第2の発光層と、第2の下部電極と第2の発光層との間に位置する第2の層と、第3の下部電極と重なる領域を有し、かつ隔壁の開口部に位置する、第3の発光層と、第3の下部電極と第3の発光層との間に位置する第3の層と、第1の発光層乃至第3の発光層にわたって設けられた、上部電極と、を有し、上部電極は少なくとも第1の下部電極と第2の下部電極との間に位置するコンタクトホールを介して、補助電極と電氣的に接続され、第1の層乃至第3の層は、それぞれ正孔輸送層または正孔注入層を有し、隔壁は無機材料を有する第1の絶縁物と、有機材料を有する第2の絶縁物との積層構造を有し、コンタクトホールは、第1の絶縁物が有する第1の開口部と、第2の絶縁物が有する第2の開口部とを有し、コンタクトホールの上面視において、第1の絶縁物は、第2の開口部より露出した端部を有し、第1の開口部から露出された導電層を介して、上部電極は補助電極と電氣的に接続される、表示装置である。

[0013]

本発明の別の一態様において、X方向に沿う隔壁の高さは、Y方向に沿う隔壁の高さより低いと好ましい。

発明の効果

[0014]

本発明の一態様によれば、補助電極を有する表示装置およびその作製方法を提供することができ、上部電極による電圧降下を抑制することができる。

[0015]

上記効果に関する記載は、他の効果の存在を妨げるものではない。上記以外の効果は、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効果を抽出することが可能である。さらに、本発明の一態様は、上記効果の全てを有する必要はない。

図面の簡単な説明

[0016]

図1Aは本発明の一態様の画素領域を示す上面図、図1B1、図1B2、図1Cは当該画素領域を示す断面図である。

図 2 A 乃至図 2 D はトランジスタの構成例を示す断面図である。

図 3 は本発明の一態様の画素領域を示す断面図である。

図 4 A および図 4 B は本発明の一態様のインクジェット法を用いた画素領域の作製方法を示す断面図である。

図 5 A および図 5 B は本発明の一態様の蒸着法を用いた画素領域の作製方法を示す断面図である。

図 6 は本発明の一態様の画素領域を示す斜視図である。

図 7 A は本発明の一態様のインクジェット法を用いた画素領域の作製方法を示す断面図、図 7 B は本発明の一態様の蒸着法を用いた画素領域の作製方法を示す断面図である。

図 8 A は本発明の一態様の画素領域を示す上面図、図 8 B および図 8 C は当該画素領域を示す断面図である。

図 9 は本発明の一態様の画素領域を示す断面図である。

図 10 A および図 10 B は本発明の一態様のインクジェット法を用いた画素領域の作製方法を示す断面図である。

図 11 A および図 11 B は本発明の一態様の蒸着法を用いた画素領域の作製方法を示す断面図である。

図 12 A は本発明の一態様のインクジェット法を用いた画素領域の作製方法を示す断面図、図 12 B は本発明の一態様の蒸着法を用いた画素領域の作製方法を示す断面図である。

図 13 A は本発明の一態様の画素領域を示す上面図、図 13 B および図 13 C は当該画素領域を示す断面図である。

図 14 は本発明の一態様の画素領域を示す断面図である。

図 15 A および図 15 B は本発明の一態様のインクジェット法を用いた画素領域の作製方法を示す断面図である。

図 16 A および図 16 B は本発明の一態様の蒸着法を用いた画素領域の作製方法を示す断面図である。

図 17 は本発明の一態様の画素領域を示す斜視図である。

図 18 A は本発明の一態様のインクジェット法を用いた画素領域の作製方法を示す断面図、図 18 B は本発明の一態様の蒸着法を用いた画素領域の作製方法を示す断面図である。

図 19 A は本発明の一態様の画素領域を示す上面図、図 19 B および図 19 C は当該画素領域を示す断面図である。

図 20 は本発明の一態様の画素領域を示す断面図である。

図 21 A および図 21 B は本発明の一態様のインクジェット法を用いた画素領域の作製方法を示す断面図である。

図 22 A および図 22 B は本発明の一態様の蒸着法を用いた画素領域の作製方法を示す断面図である。

図 23 A は本発明の一態様のインクジェット法を用いた画素領域の作製方法を示す断面図、図 23 B は本発明の一態様の蒸着法を用いた画素領域の作製方法を示す断面図である。

図 24 A 乃至図 24 D 2 は本発明の一態様の発光デバイスを説明する断面図である。

図 25 A 乃至図 25 D は本発明の一態様の画素回路を説明する回路図である。

図 26 A 乃至図 26 D は本発明の一態様の画素回路を説明する回路図である。

図 27 A および図 27 B は本発明の一態様の画素回路を説明する回路図である。

図 28 A および図 28 B は本発明の一態様の画素回路を説明する回路図である。

図 29 は本発明の一態様の画素回路の駆動方法を説明する図である。

図 30 は本発明の一態様の表示装置を示す斜視図である。

図 31 A は本発明の一態様の表示装置を示す断面図、図 31 B は本発明の一態様のトランジスタを示す断面図である。

図 32 は本発明の一態様の表示装置を示す断面図である。

図 33 は本発明の一態様の表示装置を示す断面図である。

図 34 A は本発明の一態様の表示装置を示す断面図、図 34 B は本発明の一態様のトランジスタを示す断面図である。

図 35 は本発明の一態様の表示装置を示す断面図である。

図 36 は本発明の一態様の表示装置を示す断面図である。

図 37 A および図 37 B は本発明の一態様の電子機器を示す図である。

図 38 A 乃至図 38 D は本発明の一態様の電子機器を示す図である。

図 39 A 乃至図 39 F は本発明の一態様の電子機器を示す図である。

図 40 A 乃至図 40 F は本発明の一態様の電子機器を示す図である。

発明を実施するための形態

[0017]

本明細書等において、構成を機能ごとに分類し、互いに独立したブロック図を用いて説明することがあるが、実際の構成は機能で切り分けることが難しく、一つの構成が複数の機能に係わることもある。

[0018]

本明細書等において、トランジスタが有するソースおよびドレインは、トランジスタの極性および各端子に与えられる電位の高低によって、その呼び方が入れ替わる。一般的に、 n チャネル型トランジスタでは、低い電位が与えられる端子がソースと呼ばれ、高い電位が与えられる端子がドレインと呼ばれる。また、 p チャネル型トランジスタでは、低い電位が与えられる端子がドレインと呼ばれ、高い電位が与えられる端子がソースと呼ばれる。実際には上記電位の関係に従ってソースとドレインの呼び方が入れ替わるがあるが、本明細書等において、トランジスタの接続関係を説明する場合、便宜上ソースとドレインとを固定して説明する。

[0019]

本明細書等において、トランジスタのソースとは、活性層として機能する半導体層のソース領域、または上記半導体層に接続されたソース電極を意味する。同様に、トランジスタのドレインとは、上記半導体層のドレイン領域、または上記半導体層に接続されたドレイン電極を意味する。またトランジスタのゲートは、ゲート電極を意味する。

[0020]

本明細書等において、トランジスタが直列に接続されている状態とは、たとえば、第1のトランジスタのソースまたはドレインの一方のみが、第2のトランジスタのソースまたはドレインの一方のみに接続されている状態を意味する。また、トランジスタが並列に接続されている状態とは、第1のトランジスタのソースまたはドレインの一方が第2のトランジスタのソースまたはドレインの一方に接続され、第1のトランジスタのソースまたはドレインの他方が第2のトランジスタのソースまたはドレインの他方に接続されている状態を意味する。

[0021]

本明細書等において、接続とは、電氣的な接続と記すことがあり、電流、電圧または電位が供給可能、或いは電流、電圧または電位が伝送可能な状態が含まれる。そのため、配線、抵抗、ダイオード、トランジスタなどの素子を介して、互いに接続している状態も含む。また電氣的な接続には、配線、抵抗、ダイオード、トランジスタなどの素子を介さずに、互いに直接接続している状態を含む。

[0022]

本明細書等において、導電層は、配線または電極といった複数の機能を有する場合がある。本明細書等において配線が電極と接続すると説明する場合、上記のような両機能を有する導電層が一つ存在しているときも含む。

[0023]

本明細書等において、トランジスタのソースおよびドレインについて第1の電極および第2の電極を用いて説明することがあるが、第1の電極および第2の電極の一方がソースの場合、他方はドレインを指す。

[0024]

本明細書等において、発光デバイスを発光素子と記すことがある。

[0025]

本明細書等において、メタルマスク（MM）を用いて発光層を形成した発光デバイスをメタルマスク（MM）構造を有する発光デバイスと記す場合がある。メタルマスクは開口部の微細化に従って、ファインメタルマスク（FMM、高精細なメタルマスク）と記すことがある。また、本明細書等において、メタルマスクまたはファインメタルマスクを用いずに発光層を作製した発光デバイスをメタルマスクレス（MML）構造を有する発光デバイスと記す場合がある。

[0026]

本明細書等において、各色の発光デバイス（たとえば赤（R）、緑（G）、および青（B））において、発光層を塗り分ける構造をSBS（Side By Side）構造と記す場合がある。また、本明細書等において、白色光を発することのできる発光デバイスを白色発光デバイスと記す場合がある。なお、白色発光デバイスは、着色層（たとえば、カラーフィルタ）と組み合わせることで、フルカラー表示の表示装置とすることができる。

[0027]

また、発光デバイスは、シングル構造と、タンデム構造とに大別することができる。シングル構造は、一対の電極間に1つの発光ユニットを有し、当該発光ユニットは1以上の発光層を含むと好ましい。そのため発光ユニットをEL層と記すことがある。シングル構造において、白色発光を得るには、2以上の発光層において互いの発光が補色の関係となればよい。たとえば、第1の発光層の発光色と第2の発光層の発光色を補色の関係になるようにすることで、発光デバイス全体として白色発光する構成を得ることができる。また、発光層を3つ以上有する発光デバイスの場合も、補色関係を満たすことで白色発光する構成を得られる。

[0028]

タンデム構造は、一対の電極間に2以上の発光ユニットを有し、各発光ユニットは、1以上の発光層を含む構成とすることが好ましい。タンデム構造において、複数の発光ユニットの間には、電荷発生層などの中間層を設けると好適である。タンデム構造において、白色発光を得るには、2以上

の発光ユニットの発光層からの光を合わせて白色発光が得られる構造とすればよい。なお、白色発光が得られる構造については、シングル構造と同様に、補色関係を満たせばよい。

[0029]

また、上述の白色発光デバイス（シングル構造またはタンデム構造）と、SBS構造の発光デバイスと、を比較した場合、SBS構造の発光デバイスは、白色発光デバイスよりも消費電力を低くすることができる。消費電力を低く抑えたい場合は、SBS構造の発光デバイスを用いると好適である。一方で、白色発光デバイスは、製造プロセスがSBS構造の発光デバイスよりも簡単であるため、製造コストを低くすることができる、または製造歩留まりを高くすることができるため、好適である。

[0030]

次に実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。但し、本発明は以下の説明に限定されず、本発明の趣旨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、本発明は以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。なお、以下に説明する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。

[0031]

（実施の形態1）

本実施の形態では、本発明の一態様である表示装置であって、補助電極を有する画素領域について説明する。

[0032]

図1Aの上面図（平面図とも記す）に示すように、表示装置が有する画素領域10は、複数の画素を有する。画素は少なくとも発光デバイスを有し、一つの発光色を呈することができる最小単位である。このような画素を副画素と記すことがある。

[0033]

発光デバイスは一对の電極と、その間に発光層等を含む有機材料を有する層（有機材料層または有機化合物層と記す）を有する。発光デバイスの積層順に従うと、一对の電極の一方は上部電極と記すことができ、他方は下部電極と記すことができる。有機材料層または有機化合物層は発光層等の機能層の積層体であって、一对の電極の間に位置できる発光ユニット、またはEL層と記すことがある。機能層として有機化合物が多く用いられるため有機材料層または有機化合物層と記すが、機能層の少なくとも一には無機材料を有する層（無機材料層または無機化合物層と記す）を用いてもよい。機能層には上記発光層以外に、キャリア注入層（正孔注入層及び電子注入層）、又はキャリア輸送層（正孔輸送層及び電子輸送層）等が挙げられる。正孔注入層は、正孔注入性の高い物質を含む層を指す。電子注入層は、電子注入性の高い物質を含む層を指す。正孔輸送層は、正孔輸送性の高い物質を含む層を指す。電子輸送層は、電子輸送性の高い物質を含む層を指す。

[0034]

図1Aでは、画素領域10が赤色を呈することのできる画素11R、緑色を呈する画素11G、および青色を呈することのできる画素11Bを有する場合を例示する。画素を区別するために序数を付すことがあり、たとえば序数を付して第1の赤色画素、第2の赤色画素と記すことがある。

[0035]

なお画素領域10を説明するにあたり、図1Aに示すようにX方向と、X方向と交差するY方向と

を用いる場合がある。たとえば画素領域 10 において画素 11R、画素 11G、および画素 11B は X 方向に順に並んで配置されており、画素 11R は Y 方向に複数配置される。画素 11B および画素 11G も同様に Y 方向に複数配置される。また画素領域 10 において、画素 11R と X 方向に隣接した領域には、画素 11G が位置し、画素 11R と Y 方向に隣接した領域には、別の画素 11R が位置すると説明できる。

[0036]

画素 11R は、少なくともコンタクトホール 15R を有する。コンタクトホール 15R は発光デバイスと、当該発光デバイスを駆動するトランジスタとの電気的な接続を確保するために、発光デバイスとトランジスタとの間に位置する絶縁層に設けられた開口部である。同様に、画素 11G は少なくともコンタクトホール 15G を有し、画素 11B は少なくともコンタクトホール 15B を有する。

[0037]

図 1A に示すように画素領域 10 は補助電極 115 を有する。なお、補助電極は主電極の補助機能を持つ層であり、補助機能には主電極の抵抗を下げるが含まれる。主電極の抵抗を下げるため、補助電極は少なくとも導電性材料を用いて形成される。さらに補助電極が有する導電性材料の抵抗率は、主電極が有する導電性材料よりも低いとより好ましい。補助電極が積層構造を有する場合、主電極が有する導電性材料よりも抵抗率の低い導電性材料を少なくとも一の層に用いるとよい。ただし補助電極の面積を主電極より広くすること、又は補助電極の厚みを主電源より厚くすることによっても、補助電極が主電極の抵抗を下げるのが可能となるため、上記抵抗率の関係は必須ではない。補助電極は、その形状に基づき補助配線と記すことがあるが、本明細書等では補助電極を用いて説明する。

[0038]

図 1A では、補助電極 115 が画素領域 10 において各画素の間に配置された場合を示す。補助電極 115 は、X 方向および Y 方向に延在された領域を有し、これを俯瞰的に見ると格子状となる。ただし補助電極の配置は、上記格子状に限定されるものではなく、主電極の抵抗を下げるように配置できればよい。

[0039]

画素領域 10 はコンタクトホール 18 を有する。コンタクトホール 18 は補助電極 115 と発光デバイスが有する上部電極 159 との電気的な接続を確保するために、補助電極 115 と上部電極 159 との間に位置する絶縁層に設けられた開口部である。上部電極 159 については後述する。コンタクトホール 18 の上面形状は、各画素が有するコンタクトホール 15R 等よりも大きくするとよく、たとえば円形であれば直径を長くするとよい。

[0040]

次に、図 1A のコンタクトホール 15R、コンタクトホール 15G およびコンタクトホール 15B を通る A1-A2 に相当する断面図を、図 1B1 に示す。また図 1A のコンタクトホール 18 を通る B1-B2 に相当する断面図を、図 1C に示す。

[0041]

<トランジスタ 101>

図 1B1 および図 1C では、基板 100 上にトランジスタ 101 を有する例を示す。トランジスタ 101 は発光デバイスを駆動するための素子（駆動素子と記す）である。当該駆動素子を各画素に

有する表示装置を、アクティブマトリクス型表示装置と記す。

[0042]

トランジスタ101は、少なくとも半導体層、ゲート102、ソースおよびドレイン103を有するものであり、図1B1ではトランジスタ101としてゲート102が半導体層上に位置するトップゲート型トランジスタを例示する。勿論、本発明においてゲートが半導体層の下に位置するボトムゲート型トランジスタを適用してもよいし、ゲートが半導体層の上下に位置するデュアルゲート型トランジスタを適用してもよい。

[0043]

ゲート102と半導体層との間にはゲート絶縁層が位置する。半導体層はシリコンまたは酸化物半導体を用いて形成することができ、結晶性を有していても非晶質を有していてもよい。またシリコンを用いて半導体層を形成する場合、ソースおよびドレイン103のそれぞれと接する領域は不純物領域と呼ばれ、リンまたはボロンなどのシリコン以外の元素（不純物元素と記す）が添加され、抵抗が下げられている（不純物領域を低抵抗領域とも記す）。

[0044]

ソースおよびドレイン103は導電層の単層構造、または導電層の積層構造を適用することができる。導電層は導電性材料を有し、当該導電性材料はアルミニウム、チタン、銅、タングステン、モリブデン、またはニッケルを有する。積層構造の場合、チタンを有する導電層、アルミニウムを有する導電層、およびチタンを有する導電層を用いるとよい。

[0045]

ゲート102は導電層の単層構造、または導電層の積層構造を適用することができる。導電層は導電性材料を有し、当該導電性材料はアルミニウム、チタン、銅、タングステン、モリブデン、またはニッケルを有する。積層構造の場合、モリブデンを有する導電層、およびタングステンを有する導電層を用いるとよい。

[0046]

ゲート102は少なくとも絶縁層105に覆われている。ゲート絶縁層に設けられた開口部および絶縁層105に設けられた開口部を介して、ソースおよびドレイン103はそれぞれ半導体層と接する領域を有することができる。なお図1Cでは、ソースおよびドレイン103の一方が、半導体層と接する様子を確認できる。

[0047]

ゲート絶縁層および絶縁層105は無機材料を有すると好ましい。絶縁層105が無機材料を有すると、半導体層に対する不純物元素の侵入を抑制することができる。

[0048]

無機材料として、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン、窒化シリコン、酸化ガリウム、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、酸化ハフニウムおよび酸化タンタルを一種以上用いるとよい。なお、上記材料にランタン（La）、窒素、ジルコニウム（Zr）などの不純物元素を添加した材料を用いてもよい。

[0049]

絶縁層105上には絶縁層106を有する。後に形成される発光デバイスの下部電極の被形成面に相当するため、絶縁層106の上面は平坦性を有すると好ましい。たとえば有機材料を用いて絶縁

層 106 を形成すると上記平坦性を与えることができる。

[0050]

有機材料としてポリイミド樹脂、ポリアミド樹脂、アクリル樹脂、シロキサン樹脂、シリコーン樹脂、エポキシ樹脂、またはフェノール樹脂等の有機樹脂を用いるとよい。なお、上記材料にランタン、窒素、ジルコニウムなどの不純物元素を添加した材料を用いてもよい。

[0051]

[トランジスタの応用例]

上記トランジスタ 101 に適用することのできるトランジスタの断面構成例について説明する。

[0052]

[構成例 1 : トップゲート型トランジスタ]

図 2A は、トランジスタ 101 を含む断面図である。トランジスタ 101 は、基板 100 上に設けられ、半導体層にシリコンであって結晶性を有する多結晶シリコンを適用したトランジスタを用いることができる。このとき、トランジスタ 101 は、LTPS トランジスタと呼ぶことができる。

[0053]

トランジスタ 101 は、半導体層 311、絶縁層 312、導電層 313 等を有する。半導体層 311 は、チャネル形成領域 311i および低抵抗領域 311n を有する。少なくともチャネル形成領域 311i がシリコンを有し、好ましくは多結晶シリコンを有する。絶縁層 312 の一部は、ゲート絶縁層として機能する。導電層 313 において半導体層 311 と重なる領域は、ゲートとして機能する。

[0054]

なお、半導体層 311 は、酸化物半導体（半導体特性を示す金属酸化物ともいう）を用いた構成とすることもできる。少なくともチャネル形成領域が酸化物半導体を有するトランジスタである。このとき、トランジスタ 101 は、OS トランジスタと呼ぶことができ、半導体層を酸化物半導体層と記すことがある。

[0055]

トランジスタ 101 は、導電層 314a、導電層 314b 等を有する。導電層 314a はソースおよびドレインの一方として機能し、導電層 314b はソースおよびドレインの一方として機能することができる。トランジスタ 101 のソースおよびドレインの一方は、発光デバイスの下部電極 116 と電気的に接続することができる。図 2A では、導電層 314a 及び導電層 314b の一方が、後述の下部電極 116 と電気的に接続ことができ、それらの間に位置する例えば絶縁層 323 にコンタクトホールを形成することができる。

[0056]

基板 100 とトランジスタ 101 との間には絶縁層 321 が設けられているとよく、図 2A では半導体層 311 が絶縁層 321 上に設けられている。その他の構成は、図 1 で説明した内容を適用することができる。

[0057]

[構成例 2 : デュアルゲート型トランジスタ]

図 2B には、一対のゲートを有するトランジスタ 101a を示す。図 2B に示すトランジスタ 101a は、導電層 315、および絶縁層 316 を有する点で、図 2A と主に相違している。

[0058]

導電層 315 は、絶縁層 321 上に設けられている。また、導電層 315 および絶縁層 321 を覆って、絶縁層 316 が設けられている。半導体層 311 は、少なくともチャネル形成領域 311i が、絶縁層 316 を介して導電層 315 と重なるように設けられている。

[0059]

図 2B に示すトランジスタ 101a において、導電層 313 の一部が第 1 のゲートとして機能し、導電層 315 の一部が第 2 のゲートとして機能する。またこのとき、絶縁層 312 の一部が第 1 のゲート絶縁層として機能し、絶縁層 316 の一部が第 2 のゲート絶縁層として機能する。

[0060]

ここで、第 1 のゲートと、第 2 のゲートとを電氣的に接続する場合、図示しない領域において、絶縁層 312 および絶縁層 316 に設けられた開口部を介して導電層 313 と導電層 315 とを電氣的に接続すればよい。また、第 2 のゲートと、ソースまたはドレインとを電氣的に接続する場合、図示しない領域において、絶縁層 322、絶縁層 312、および絶縁層 316 に設けられた開口部を介して、導電層 314a または導電層 314b と、導電層 315 とを電氣的に接続すればよい。

[0061]

トランジスタ 101a においても導電層 314a はソースおよびドレインの一方として機能し、導電層 314b はソースおよびドレインの一方として機能することができる。トランジスタ 101 のソースおよびドレインの一方は、発光デバイスの下部電極 116 と電氣的に接続することができる。図 2B では、導電層 314a 及び導電層 314b の一方が、後述の下部電極 116 と電氣的に接続することができ、それらの間に位置する例えば絶縁層 323 にコンタクトホールを形成することができる。

[0062]

図 1 に示した画素 11R 等のトランジスタに、LTPS トランジスタを適用する場合、図 2A で例示したトランジスタ 101、または図 2B で例示したトランジスタ 101a を適用することができる。また図 1 に示した画素 11R 等のトランジスタに、OS トランジスタを適用する場合、図 2A で例示したトランジスタ 101、または図 2B で例示したトランジスタ 101a を適用することができる。

[0063]

〔構成例 3〕

さらに図 1 に示した画素 11R 等にはトランジスタが複数設けられ、当該複数のトランジスタの一到トランジスタ 101 を適用し、当該複数のトランジスタの他にトランジスタ 101a を適用する等の、トランジスタ 101 及びトランジスタ 101a の組み合わせを画素に適用してもよい。例えばトランジスタ 101 に LTPS トランジスタを適用し、トランジスタ 101a に OS トランジスタを適用することができる。図 2C では、複数のトランジスタを含む断面図について説明する。

[0064]

図 2C に、トランジスタ 101a およびトランジスタ 350 を含む、断面図を示す。図 2C の右側にはトランジスタ 101a を示し、当該トランジスタ 101a には LTPS トランジスタを用いることができる。図 2C の左側にはトランジスタ 350 を示し、当該トランジスタ 350 には、OS トランジスタを用いることができる。トランジスタ 101a 及びトランジスタ 350 は共に一対のゲートを有するが、一部のゲートの位置が相違している。

[0065]

トランジスタ 101a は、図 2B で示さなかった絶縁層 326 を有するが、その他の構成は図 2B の説明を引用することができる。また図 2C に示すトランジスタ 101a においても、導電層 314a 及び導電層 314b の一方が、下部電極 116 と電氣的に接続することができ、それらの間に位置する例えば絶縁層 323 にコンタクトホールを形成することができる。

[0066]

トランジスタ 350 は、導電層 355、絶縁層 322、半導体層 351、絶縁層 352、導電層 353 等を有する。導電層 353 の一部は、トランジスタ 350 の第 1 のゲートとして機能し、導電層 355 の一部は、トランジスタ 350 の第 2 のゲートとして機能する。このとき、絶縁層 352 の一部はトランジスタ 350 の第 1 のゲート絶縁層として機能し、絶縁層 322 の一部は、トランジスタ 350 の第 2 のゲート絶縁層として機能する。

[0067]

導電層 355 は、絶縁層 312 上に設けられている。絶縁層 322 は、導電層 355 を覆って設けられている。半導体層 351 は、絶縁層 322 上に設けられている。絶縁層 352 は、半導体層 351 および絶縁層 322 を覆って設けられている。導電層 353 は、絶縁層 352 上に設けられ、半導体層 351 および導電層 355 と重なる領域を有する。

[0068]

また、絶縁層 326 が絶縁層 352 および導電層 353 を覆って設けられている。絶縁層 326 上には、導電層 354a および導電層 354b が設けられる。導電層 354a および導電層 354b は、絶縁層 326 および絶縁層 352 に設けられた開口部において、半導体層 351 と電氣的に接続されている。導電層 354a は、ソースおよびドレインの一方として機能し、導電層 354b は、ソースおよびドレインの他方として機能する。また、導電層 354a、導電層 354b、および絶縁層 326 を覆って、絶縁層 323 が設けられている。

[0069]

ここで、トランジスタ 101a の導電層 314a および導電層 314b は、導電層 354a および導電層 354b と、同一の導電膜を加工して形成することが好ましい。図 2C では、導電層 314a、導電層 314b、導電層 354a、および導電層 354b が、同じ被形成面（具体的には絶縁層 326 の上面）上に形成され、且つ、同一の金属元素を含む構成を示している。このとき、導電層 314a および導電層 314b は、絶縁層 326、絶縁層 352、絶縁層 322、および絶縁層 312 に設けられたコンタクトホールを介して、低抵抗領域 311n と電氣的に接続することができる。これにより、作製工程を簡略化できるため好ましい。

[0070]

また、トランジスタ 101a の第 1 のゲートとして機能する導電層 313 と、トランジスタ 350 の第 2 のゲートとして機能する導電層 355 とは、同一の導電膜を加工して形成することが好ましい。図 2C では、導電層 313 と導電層 355 とが、同じ被形成面（具体的には絶縁層 312 の上面）上に形成され、且つ、同一の金属元素を含む構成を示している。これにより、作製工程を簡略化できるため好ましい。

[0071]

図 2C では、トランジスタ 350 の第 1 のゲート絶縁層として機能する絶縁層 352 が、半導体層 351 を覆う構成としたが、図 2D に示すトランジスタ 350a のように、絶縁層 352 が、導電層 353 と上面形状が概略一致するように加工されていてもよい。

[0072]

<下部電極116>

図1B1等に示すが、絶縁層106上に、下部電極116を形成する。下部電極116は、発光デバイスが有する一对の電極のうち下方にある電極に相当し、たとえば陽極として機能する。下部電極116はトランジスタ101側に位置するものであり、下部電極116はトランジスタ101と電氣的に接続され、当該トランジスタ101から発光デバイスへ信号を与えることができる。信号は各画素で異なるため、下部電極116は各画素で独立するように加工されている。当該加工をパターンニングと記すことがある。画素11R、画素11Gおよび画素11Bはそれぞれ下部電極116を有し、各下部電極116を区別するため序数を付すことがあり、たとえば第1の下部電極、第2の下部電極を用いる。また下部電極116を画素電極と記すことがある。

[0073]

下部電極116の上面形状は限定されないが、図1Aでは矩形状を有する下部電極116とし、X方向に沿うように短辺を有し、Y方向に沿うように長辺を有するものとする。

[0074]

下部電極116の断面形状は限定されないが、端部はテーパ形状を有するとよい。本明細書等において、テーパ形状とは、構造の側面の少なくとも一部が、被形成面又は基板面に対して傾斜して設けられている形状のことを指す。例えば、傾斜した側面と基板面とがなす角をテーパ角といい、テーパ形状はテーパ角が90°未満である領域を指す。なお、構造の側面は微細な曲率を有する略平面状、または微細な凹凸を有する略平面状であってもよい。構造の側面の上端から下端に向かう線を設けることでテーパ角を測ることもできる。同様に、被形成面又は基板面は微細な曲率を有する略平面状、または微細な凹凸を有する略平面状であってもよい。下部電極116の端部のテーパ角は35度以上90度未満、好ましくは40度以上80度以下が好ましい。

[0075]

下部電極116は、トランジスタ101と電氣的に接続するため、それらの間にある絶縁層は開口部を有し、当該開口部はコンタクトホールとして機能する。たとえば図1B1では、絶縁層106に形成された開口部をそれぞれ、コンタクトホール15R、コンタクトホール15G、およびコンタクトホール15Bとして有する。各コンタクトホールでは、ソースおよびドレイン103の一方と下部電極116とが接触する領域を有する。ただしコンタクトホールを介して電氣的に接続することができればよく、たとえばソースおよびドレイン103の一方と下部電極116との間に別の導電層が介在してもよい。すなわちソースおよびドレイン103の一方と下部電極116とは互いに接触しない構造でもよい。

[0076]

下部電極116は陽極として機能するため、仕事関数の大きい材料を用いることが好ましい。そのため下部電極116は、ITO膜（インジウムと錫とを有する酸化物膜）、またはケイ素を含むインジウム錫酸化物膜、2wt%以上20wt%以下の酸化亜鉛を含む酸化インジウム膜、窒化チタン膜、クロム膜、タングステン膜、Zn膜、Pt膜、Cu膜、Al膜などの単層構造の他、窒化チタン膜とアルミニウムを主成分とする膜との積層構造、窒化チタン膜とアルミニウムを主成分とする膜と窒化チタン膜との積層構造等を用いることができる。アルミニウムを主成分とする膜としてアルミニウム以外にニッケル、タングステンまたは希土類元素（たとえばランタン）等を有してもよい。上記積層構造を用いる場合、一の層に低抵抗材料を用い、他の層にソースおよびドレイン1

03の一方との良好なオーミックコンタクトをとることのできる材料を用いて形成することができ、好ましい。下部電極116全体の膜厚は、100nm以上250nm以下となるようにすると好ましい。

[0077]

下部電極116側から発光デバイスの光を取り出す表示装置の場合、下部電極116は透光性を備える必要がある。透光性を有するためには、上述した材料から透光性を有する材料を選択する、または非透光性を有する材料を選択する場合は薄膜化する等の構造をとる。

[0078]

<補助電極115>

下部電極116と同じ材料を用いて、補助電極115を形成する。図1B1および図1Cでは、下部電極116が設けられた絶縁層106上に補助電極115を有する。補助電極115は下部電極116と同電位とならないように加工する、つまり互いに独立させる必要がある。互いに独立させて配置される例を図1Aに示す。補助電極115は画素11R、画素11Gおよび画素11Bの間を利用して、X方向およびY方向に延在された領域を有する形状、つまり格子状に配置される。Y方向に沿う領域における、下部電極116と補助電極115との距離は、X方向に沿う領域における、下部電極116と補助電極との距離よりも大きいとよい。

[0079]

補助電極115は後に形成される発光デバイスの上部電極159と電氣的な接続を可能とする。補助電極115により、上部電極159の抵抗を下げることができ、電圧降下を抑制することができる。

[0080]

<隔壁110>

有機材料層または有機化合物層の一たとえば発光層を、湿式法、たとえばインクジェット法で塗り分ける場合、溶液を滴下する区画が必要である。当該区画は絶縁物によって形成することが可能であり、このような絶縁物を隔壁、土手、又はバンクと記すことがある。各発光層を蒸着法で形成する場合では、上記絶縁物はメタルマスク、具体的にファインメタルマスクを保持する機能を有することがある。

[0081]

なお湿式法とは、所定の機能を有する材料を溶媒に溶解させる、または溶媒に分散させる処理により液化して液状組成物を得て、液状組成物を塗布する方法である。所定の機能を有する材料には正孔注入性材料、正孔輸送性材料、発光性材料、電子輸送性材料、または電子注入性材料が挙げられる。液状組成物を液滴またはインク材料と記すことがある。塗布した後は乾燥工程または硬化工程を経て、液状組成物を固体化または薄膜化させて上記有機材料層または有機化合物層を得ることができる。液状組成物を固体化または薄膜化させると各材料は、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、または電子注入層となる。

[0082]

インクジェット法またはスピコート法等は液状組成物を液滴と記すことが多いが、液状組成物をインク材料と記してもよい。また液滴を滴下すると記すことがあるが、インク材料を塗布すると記してもよい。

[0083]

湿式法には、インクジェット法、スピンコート法、塗布法、インクジェットノズルプリント法、またはグラビア印刷等が含まれる。

[0084]

これらの湿式で形成する場合に用いることができる溶媒としては、たとえば、ジクロロエタン、トリクロロエタン、クロロベンゼン、ジクロロベンゼン等の塩素系溶媒、テトラヒドロフラン、ジオキサン、アニソール、メチルアニソール等のエーテル系溶媒、トルエン、キシレン、メシチレン、エチルベンゼン、ヘキシルベンゼン、シクロヘキシルベンゼン等の芳香族炭化水素系溶媒、シクロヘキサン、メチルシクロヘキサン、ペンタン、ヘキサン、ヘプタン、オクタン、ノナン、デカン、ドデカン、ビスシクロヘキシル等の脂肪族炭化水素系溶媒、アセトン、メチルエチルケトン、ベンゾフェノン、アセトフェノン等のケトン系溶媒、酢酸エチル、酢酸ブチル、エチルセロソルブアセテート、安息香酸メチル、酢酸フェニル等のエステル系溶媒、エチレングリコール、グリセリン、ヘキサジオール等の多価アルコール系溶媒、イソプロピルアルコール、シクロヘキサノール等のアルコール系溶媒、ジメチルスルホキシド等のスルホキシド系溶媒、メチルピロリドン、ジメチルホルムアミド等のアミド系溶媒、等を挙げることができる。また溶媒は、上述した材料の一または複数を併用することができる。

[0085]

インクジェット法により形成される材料は、高分子材料（ポリマー系有機材料と記すこともある）を有するとよい。特に発光材料を含む高分子材料を、ポリマー系発光性有機材料と記すことがある。高分子材料は溶媒と混合しやすく好ましい。上述した溶媒のうち高分子材料と混合しやすいものは、トルエンまたはキシレンなどである。

[0086]

図1B1および図1Cでは下部電極116および補助電極115上に、隔壁110を形成する。なお図1Aでは隔壁は省略している。

[0087]

図1B1に示すように、隔壁110は下部電極116の端部を覆い、かつ下部電極116の中心部が露出するように開口部を有する。図1B1では隔壁110が補助電極115の全体を覆った様子が確認できる。また図1Cでは、補助電極115が上部電極と電氣的に接続するため、隔壁110に形成されたコンタクトホール18が確認できる。

[0088]

本発明の一態様において、隔壁110は第1の隔壁（第1の絶縁物と記す）120、および第2の隔壁（第2の絶縁物と記す）121を有し、これらの積層構造を有するとよい。第1の絶縁物120は無機材料を有し、第2の絶縁物121は有機材料を有するとよい。第2の絶縁物121に有機材料を用いると、隔壁110を高くすることができ好ましい。隔壁110を高くするために、第1の絶縁物120も有機材料を有してもよい。高い隔壁110に沿ってインクジェット装置を移動させることができる。また、インクジェット法により発光層を形成する際、当該高い隔壁110により異色材料との混色を抑制できる。

[0089]

隔壁110が有する無機材料は酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン、窒化シリコン、酸化ガリウム、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、酸化ハフニウムおよび酸化タンタルを一種以上

含むとよい。隔壁 110 が積層構造を有する場合、第 1 の絶縁物 120 または第 2 の絶縁物 121 が上記無機材料を有するとよい。

[0090]

隔壁 110 が有する有機材料はポリイミド樹脂、ポリアミド樹脂、アクリル樹脂、シロキサン樹脂、シリコーン樹脂、エポキシ樹脂、またはフェノール樹脂等の有機樹脂を有するとよい。隔壁 110 が積層構造を有する場合、第 2 の絶縁物 121 が上記有機材料を有するとよい。隔壁 110 を高くしたい場合、第 1 の絶縁物 120 が上記有機材料を有してもよい。

[0091]

なお上記無機材料または有機材料にランタン (La)、窒素、又はジルコニウム (Zr) などの不純物元素を添加した材料を用いてもよい。

[0092]

隔壁 110 は、画素領域 10 の上面視において、各画素を区画した構成、つまり X 方向および Y 方向に延在された領域を有する格子状となる。すなわち隔壁 110 は、補助電極 115 と重なる領域に設けられる。

[0093]

また有機材料で形成された隔壁は開口部を形成すると図 1B1 のように、隔壁 110 の上端部が丸みを帯びることがある。丸みを帯びるとは曲率を持つと記すことがある。なお隔壁 110 において、少なくとも第 2 の絶縁物 121 の上端部が曲率を有すればよい。開口部を形成した際、隔壁 110 の下端部に曲率を持たせることもできる。なお隔壁 110 において、少なくとも第 1 の絶縁物 120 の下端部が曲率を有すればよい。

[0094]

図 1B1 および図 1C のように、画素領域 10 の断面図において、隔壁 110 の端部はテーパ形状を有するとよい。たとえば、隔壁 110 は上面の径より下面の径が長い構造とし、端部をテーパ形状とした順テーパ形状とすることができる。さらに、隔壁 110 は上面の径より下面の径が短い構造とし、端部をテーパ形状とした、逆テーパ形状とすることができる。いずれのテーパ形状も隔壁 110 の端部が傾斜している点で共通であって、端部が傾斜するとインクジェットからの溶液を目的の画素内に滴下させることができるため、混色を抑制できる。なお隔壁 110 において、第 2 の絶縁物 121 の膜厚が第 1 の絶縁物 120 の膜厚より大きい場合、少なくとも第 2 の絶縁物 121 の端部が傾斜を有すればよい。隔壁 110 の端部のテーパ角は、下部電極 116 の端部のテーパ角よりも鈍角であってもよく、15 度以上 70 度以下、好ましくは 20 度以上 60 度以下が好ましい。

[0095]

<層 150>

図 1B1 および図 1C に示すように、下部電極 116 上に層 150 を形成する。層 150 は下部電極 116 と後述する発光層 153R、発光層 153G、および発光層 153B との間に位置し、下部電極 116 から発光層 153R、発光層 153G、および発光層 153B へ正孔を注入できる機能を有する。たとえば層 150 には正孔注入層を有する構造、正孔輸送層を有する構造、および下部電極 116 から順に位置する正孔注入層と正孔輸送層とが積層した構造を適用できる。層 150 を区別するために序数を付すことがあり、たとえば第 1 の層、第 2 の層を用いることがある。

[0096]

層 150 はたとえば湿式法等により形成すると好ましい。湿式法には、スピコート法、インクジェット法、キャスト法、印刷法、ディスペンス法、またはスプレー法などがある。少なくとも層 150 を湿式法で形成することにより、生産性が向上することができる。少なくとも層 150 を湿式法で形成した構造は、フレキシブル性を備えた表示装置に好適である。図 1B2 では、図 1B1 にて丸および矢印を付した領域、つまり隔壁 110 の端部の拡大図を用いて、湿式法で形成された層 150 の膜厚について説明する。図 1B2 には第 1 の絶縁物 120 および第 2 の絶縁物 121 を示す。

[0097]

まず第 1 の絶縁物 120 の端部を中心 (C) とする。当該中心 (C) から層 150 の端 (隔壁 110 の斜面と重なる側に位置した端) までの距離 L1 とする。中心 (C) から層 150 の端と対向する側に、同じ距離 L1 を付し、中心 (C) から距離 L1 の範囲を示す。距離 L1 の範囲を隔壁の近傍領域と記すことがある。層 150 の膜厚は、隔壁の近傍領域で、発光面積の中心部と比べて厚くなる。すなわち隔壁の近傍領域は厚膜化することがある。この厚くなった部分を液だまりと記すことがある。層 150 の膜厚は、中心 (C) と重なる領域が最も厚くなることが多い。このように隔壁の近傍領域で厚膜化された層 150 は、湿式法で作製されたものであると言える。

[0098]

層 150 は各画素で分けすることなく、画素領域 10 全体に形成してもよい。すなわち層 150 は複数の下部電極にわたって形成し、各画素で共通化できる。層 150 は湿式法または蒸着法により形成することができる。画素で共通化できる層 150 はスピコート法または蒸着法を用いて形成すると好ましい。

[0099]

図 1B1 および図 1C に示すように、層 150 は隔壁 110 により各画素で分けされてもよい。スピコート法を用いて層 150 を形成したとき、隔壁 110 の上面に撥液処理を施すと、隔壁 110 の上面に層 150 が位置しない構造を得ることができる。蒸着法を用いて層 150 を形成した時、メタルマスクを用いて蒸着すると、隔壁 110 の上面に層 150 が位置しない構造を得ることができる。

[0100]

<発光層 153R、発光層 153G、および発光層 153B>

層 150 上に発光層 153R、発光層 153G、および発光層 153B を塗り分けて形成する。当該塗り分けた構造は、SBS 構造に対応する。発光層 153R、発光層 153G、および発光層 153B の発光色はそれぞれ、赤色、緑色および青色に対応させ、フルカラー表示を可能にする。

[0101]

発光層 153R、発光層 153G、および発光層 153B はたとえば層 150 と同様な湿式法により形成すると好ましい。湿式法には、スピコート法、インクジェット法、キャスト法、印刷法、ディスペンス法、またはスプレー法などがある。少なくとも発光層を湿式法で形成することにより、生産性が向上することができる。少なくとも発光層を湿式法で形成した構造は、フレキシブル性を備えた表示装置に好適である。

[0102]

図 1B2 を用いて層 150 の膜厚を説明したように、発光層 153R、発光層 153G、および発光層 153B も、隔壁 110 の近傍領域で厚膜化される。すなわち発光層 153R、発光層 153

G、および発光層 1 5 3 B の膜厚は隔壁の発光面積の中心領域より隔壁の近傍領域の方が大きくなる。

[0103]

隔壁の近傍領域で厚膜化された発光層 1 5 3 R、発光層 1 5 3 G、および発光層 1 5 3 B は、湿式法で作製されたものであると言える。

[0104]

<インクジェット法>

上記インクジェット法に用いることのできるインクジェット装置を図 4 A および図 4 B に示す。図 4 A では、発光層 1 5 3 R、発光層 1 5 3 G、および発光層 1 5 3 B を形成する様子を示し、図 4 B では、発光層 1 5 3 G を形成する様子を示す。なお図 4 A および図 4 B に示すインクジェット装置を用いて層 1 5 0 を形成してもよく、同インクジェット装置を用いて、層 1 5 0 並びに発光層 1 5 3 R、発光層 1 5 3 G、および発光層 1 5 3 B を形成することもできる。層を湿式法で形成することにより、生産性が向上することができる。

[0105]

図 4 A および図 4 B ではインクジェット装置が有するインクジェットノズル 1 1 9 R、1 1 9 G、及び 1 1 9 B を示す。インクジェットノズル 1 1 9 R、1 1 9 G、及び 1 1 9 B の開口径（インクジェットノズル径とも称す）は数 μm 以上数十 μm 以下である。インクジェットノズルを有する部分をヘッドと記すことがある。溶液を滴下するためにヘッドには溶液噴射の制御部が設けられ、加えて圧電素子（ピエゾ素子）等を有する。圧力素子で、インクジェットノズルに接続したインクタンクの容積を変化させて溶液をヘッドから滴下することができる。一滴の量はインクジェットノズル径に従って、数 p l 以上数十 p l 以下となることが多い。材料にもよるが溶液 1 p l は一辺が 1 0 μm 程度の立方体を形成する量と考えることができる。

[0106]

溶液はインクジェットノズル 1 1 9 R、1 1 9 G、及び 1 1 9 B から間欠的に滴下してもよい。また溶液はインクジェットノズル 1 1 9 R、1 1 9 G、及び 1 1 9 B から線状に連続して滴下してもよい。

[0107]

インクジェット法を用いると、図 4 A に示すように、隔壁 1 1 0 の開口部に各発光色に対応した発光層 1 5 3 R、発光層 1 5 3 G、および発光層 1 5 3 B が同時に形成することができる。図 4 B では発光層 1 5 3 G の断面図を示すが、矢印方向へ移動することができるインクジェットノズル 1 1 9 R が、隔壁 1 1 0 を乗り越える手前の様子を示す。図 4 A および図 4 B において、その他の構成は図 1 等を参照することができる。

[0108]

インクジェット法により形成された層は、隔壁 1 1 0 の近傍に液だまりが確認される。液だまりとは上記図 1 B 2 を用いた説明を引用することができ、当該液だまりは隔壁 1 1 0 の近傍で発光層 1 5 3 R、発光層 1 5 3 G、発光層 1 5 3 B、または層 1 5 0 が厚くなった部分に相当する。

[0109]

当該液だまりは、溶媒を除去するために行われる、常圧雰囲気または減圧雰囲気での乾燥工程が要因で生じる。特に減圧雰囲気での乾燥工程で、溶液の表面張力を駆動力として、溶質が外に集まる現象により液だまりが生じてしまう。このような液だまりが確認されるとインクジェット法等の湿

式法により形成された層であるとわかる。

[0110]

インクジェット法等の湿式法により形成する場合、少なくとも発光層はメタルマスクを使用せずに塗り分けることができるため当該発光層を有する発光デバイスはMML構造を有する発光デバイスと言える。

[0111]

<蒸着法>

発光層163R、発光層163G、および発光層163Bは蒸着法により形成してもよい。図5Aおよび図5Bに、蒸着法を用いて発光層163R、発光層163G、および発光層163Bを形成する様子を示す。発光層163R、発光層163G、および発光層163Bの下方に位置する層160も蒸着法を用いて形成することができるが、図5Aでは、層160は湿式法で形成する。層160は各画素で共通化されているため、スピコート法で形成すると好ましい。図5Aおよび図5Bにおいて、その他の構成は図1等を参照することができる。

[0112]

図5Aおよび図5Bでは、メタルマスク161を示す。図5Aおよび図5Bでは、発同じ色の画素と重なるように開口部を有するメタルマスク161を用いて、発光層163G等を形成する様子を示す。このようなメタルマスク161は残りの色の分、たとえば2回以上ずらして、各発光層を形成することができる。メタルマスク161は具体的にはファインメタルマスクを用いることができる。

[0113]

蒸着法により形成する場合、少なくとも発光層はメタルマスク、具体的にはファインメタルマスクを使用して作製されるため当該発光層を有する発光デバイスはMM構造を有する発光デバイスと言える。

[0114]

蒸着法により形成された層は、隔壁110の近傍で液だまりは確認されない。

[0115]

発光層はインクジェット法等の湿式法により形成されると生産性が高く好ましいが、蒸着法を用いて形成してもよい。

[0116]

<層155>

次に図1B1および図1Cに示すように、層155を形成する。層155は上部電極159と発光層153R、発光層153G、および発光層153Bとの間に位置するものであり、上部電極159から発光層153R、発光層153G、および発光層153Bへ電子を注入できる機能を有する。たとえば層155には電子注入層を有する構造、電子輸送層を有する構造、および上部電極159から順に位置する電子注入層と電子輸送層とが積層した構造を適用できる。

[0117]

図1B1および図1Cに示すように、層155は各画素で分けすることなく、画素領域10全体に形成してもよい。層150は複数の発光層にわたって形成され、各画素で共通化できる。層155は湿式法または蒸着法により形成することができる。湿式法には、スピコート法、インクジェット法、キャスト法、印刷法、ディスペンス法、またはスプレー法などがある。画素で共通化でき

層 1 5 5 はスピコート法または蒸着法を用いて形成すると好ましい。

[0 1 1 8]

<上部電極 1 5 9>

層 1 5 5 上に上部電極 1 5 9 を形成する。上部電極 1 5 9 は、発光デバイスが有する一対の電極のうち上方にある電極に相当し、たとえば陰極として機能する。また上部電極 1 5 9 を対向電極と記すことがある。

[0 1 1 9]

図 1 B 1 および図 1 C に示すように、上部電極 1 5 9 は各画素で区分けすることなく、画素領域 1 0 全体に形成してもよい。上部電極 1 5 9 は複数の発光層にわたって形成され、各画素で共通化できる。上部電極 1 5 9 は湿式法または蒸着法により形成することができる。湿式法には、スピコート法、インクジェット法、キャスト法、印刷法、ディスペンス法、またはスプレー法などがある。画素で共通化できる上部電極 1 5 9 はスピコート法または蒸着法を用いて形成すると好ましい。

[0 1 2 0]

上部電極 1 5 9 は陰極として機能するため、仕事関数の小さい材料 (Al、Mg、Li、Ca、これらの合金 (Mg と Ag とを含む合金を Mg Ag と記し、Mg と In とを含む合金を Mg In と記し、Al と Li とを含む合金を Al Li と記す) 又はこれらの化合物等) を用いることが好ましい。なお、発光層で生じた光が上部電極 1 5 9 を透過する場合には、上部電極 1 5 9 として、膜厚を薄くした金属薄膜を用いることができる。また上部電極 1 5 9 として透明導電膜 (ITO、2 wt % 以上 20 wt % 以下の酸化亜鉛を含む酸化インジウム、ケイ素を含有したインジウム錫酸化物、酸化亜鉛 (ZnO) 等) を用いることができる。さらに上部電極 1 5 9 として金属薄膜と透明導電膜との積層を用いることができる。

[0 1 2 1]

上部電極 1 5 9 は補助電極 1 1 5 と電氣的に接続するため、図 1 C に示すが、上部電極 1 5 9 を形成するより前にコンタクトホール 1 8 を形成する。コンタクトホール 1 8 はたとえばフォトリソグラフィ法を用いて形成することができる。フォトリソグラフィ法としては、加工したい薄膜上にレジストマスクを形成して、エッチング等により当該薄膜を加工し、レジストマスクを除去する方法と、感光性を有する薄膜を成膜した後に、露光、現像を行って、当該薄膜を所望の形状に加工する方法と、がある。たとえば層 1 5 5 を形成したのち、コンタクトホール 1 8 を形成するためのマスクを用意し、マスクとしてレジストマスクを用いることができる。

[0 1 2 2]

図 1 B 1 および図 1 C に示すが、隔壁 1 1 0 上面に発光層が位置しない構造とすることができる。当該構造によれば、コンタクトホール 1 8 の形成時、発光層は上面を層 1 5 5 で保護され、側面を隔壁 1 1 0 で保護されるため、発光層がエッチング剤に曝されることがない。このような場合、レジストマスクのみを用いてコンタクトホール 1 8 を形成することができる。

[0 1 2 3]

発光層等の有機材料層または有機化合物層が加工中に受けるダメージを低減するために、レジストマスクと層 1 5 5 の間には犠牲層 (マスク層と記すことがある) を形成してもよい。本明細書等において、犠牲層は、作製工程中において、発光層等の機能層を保護する機能を有する。具体的には、発光デバイスを加工する際、加工によるダメージが発光層等に入らない位置に犠牲層を形成する。発光デバイスの作製工程中に、犠牲層をすべて除去してもよいし、一部を残存させてもよい。

[0124]

このように犠牲層を設けることで、発光デバイスの信頼性を高めることができる。再掲するが犠牲層とは、その下に形成された材料層（材料層は加工の対象であり被加工層と記すことがある）をエッチング等で加工する際に、被加工層を工程ダメージから保護するために設けられる層である。そのため犠牲層は被加工層よりも厚く形成してもよい。

[0125]

犠牲層としては、たとえば、金属膜、合金膜、金属酸化物膜、半導体膜、又は無機絶縁膜等を用いることができる。また、犠牲層は、スパッタリング法、蒸着法、CVD法、又はALD法等の各種成膜方法により形成することができる。なお、有機材料層または有機化合物層へのダメージが少ない形成方法が好ましく、ALD法または真空蒸着法を用いて犠牲層を形成することが好ましい。

[0126]

犠牲層としては、たとえば金、銀、白金、マグネシウム、ニッケル、タングステン、クロム、モリブデン、鉄、コバルト、銅、パラジウム、チタン、アルミニウム、イットリウム、ジルコニウム、およびタンタル等の金属材料、または該金属材料を含む合金材料を用いることができる。特に、アルミニウムまたは銀等の低融点材料を用いることが好ましい。

[0127]

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

[0128]

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

[0129]

犠牲層としては、酸化アルミニウム、酸化ハフニウム、又は酸化シリコン等の無機絶縁材料を用いることができる。

[0130]

なお、犠牲層を積層構造にする場合には、上述した材料で形成される層を第1の犠牲層とし、その上に第2の犠牲層を積層することができる。

[0131]

上記犠牲層を設けた場合は、当該犠牲層も加工されることがあり、この場合、犠牲層は、有機材料層または有機化合物層とのエッチングの選択比が大きい材料を用いるとよい。また犠牲層は隔壁110とのエッチングの選択比が大きい材料を用いるとよい。

[0132]

犠牲層を用いる場合、ウェットエッチング法により除去できる材料を犠牲層に用いるとよい。除去する際にも、有機材料層または有機化合物層等がダメージを受けることがあるが、ウェットエッチング法により犠牲層を除去した場合、ドライエッチング法と比較すると当該ダメージを低減することができる。

[0133]

このように形成されたコンタクトホール18を介して、上部電極159と補助電極115とを電氣的に接続させることができる。コンタクトホール18の断面視において、第1の絶縁物120が有する開口部は、第2の絶縁物121が有する開口部より小さく、第2の絶縁物121が有する開口部より第1の絶縁物120の端部が露出し、さらにコンタクトホール18の上面視において、第2の絶縁物121の開口部より、第1の絶縁物120の端部が露出する。第2の絶縁物121の開口部の形成が第1の絶縁物120よりも先に開始されるため、第2の絶縁物121の開口部が広がる。さらに層155は最も早く開口部が形成されるため、開口部が広がり、開口部を確定する層155の端部は隔壁110の上面と重なる位置にまで後退することがある。すなわち各層が有する開口部の直径は、下方の補助電極115に向かって段階的に小さくなる。

[0134]

コンタクトホール18において、各層が有する開口部の直径が補助電極115に向かって段階的に小さくなっていく構造は、コンタクトホール18にて上部電極159が切断（段切れと記すことがある）しづらく好ましい。また上部電極159が補助電極115と電氣的に接続するため、補助電極115の表面の一部がエッチングされる（オーバーエッチングと記す）とよい。表面の一部がエッチングされると補助電極115の表面に凹部が形成されるが、凹部を用いると、補助電極115と上部電極159との接触面積が増すため好ましい。

[0135]

図1Cではコンタクトホール18内に層155が位置しない構造を示したが、コンタクトホール18内に層155が位置してもよい。たとえば図3に示すが、コンタクトホール18において、補助電極115と上部電極159との間に、層155が位置しても、補助電極115と上部電極159とが電氣的に接続できればよい。この構造の場合、層155を形成する以前に、コンタクトホール18を形成することになる。当該コンタクトホール18を形成する際に犠牲層を配置すると好ましい。図3においてその他の構成は図1等を参照することができる。

[0136]

コンタクトホール18は任意の箇所に設けることができる。たとえば図1Aに示すように6つの画素に一つの割合でコンタクトホール18を形成すればよい。上部電極159は、画素領域10で共通化されているため、電圧降下が生じやすいが、補助電極115により上部電極159の抵抗を下げることであればよい。そのため、コンタクトホール18は、複数の画素に一つの割合で形成すればよく、一画素に一つの割合でコンタクトホール18を形成する必要がない。

[0137]

<隔壁110の高さ>

画素領域10において、格子状の隔壁110はX方向に沿う第1の領域110xとY方向に沿う第2の領域110yとを有する。本発明の一態様において、隔壁110の高さは異なってもよく、たとえば第1の領域110xと第2の領域110yとの高さが異なってもよい。図6に示す画素領域10の斜視図には、第2の領域110yが第1の領域110xより高さが高い場合、つまり各領域

の最上面の位置を比べて、第2の領域110yが第1の領域110xより高い場合を示す。

[0138]

隔壁110は無機材料を有する第1の絶縁物120上に有機材料を有する第2の絶縁物121が位置する積層構造を有すると好ましいが、隔壁110の高さを異ならせるには、第1の絶縁物120を第1の領域110xに対応させ、第1の絶縁物120と第2の絶縁物121との積層構造を第2の領域110yに対応させるとよい。たとえば第1の絶縁物120を格子状に形成した後、第2の領域110yに対応した部分のみに第2の絶縁物121を形成すればよい。

[0139]

有機材料のみで隔壁を形成しても、高い隔壁である第2の領域110yを得ることができる。まず第1の領域110xを含むX方向に、厚さHxの隔壁を有機材料で形成する。その後、第2の領域110yを含むY方向に、厚さHy (Hy > Hxとし、HyはHxの1.2倍以上2.5倍以下の厚みを有すると好ましい)の隔壁を有機材料で形成する。このように形成すると、図6の斜視図のように、X方向とY方向の交差部が最も高い隔壁110となる。

[0140]

図6に示す第2の領域110yに沿って、図4等にしたインクジェットノズル119R、119G、及び119Bを移動させることができる。さらに第2の領域110yは高い隔壁であり、混色を抑制できる。混色が抑制されることは画素11R、画素11G、および画素11Bに対して異色となる発光層を同時に形成する場合、特に好ましい。

[0141]

第1の領域110xは同色の画素の境界に位置する。第1の領域110xは第2の領域110yより低い隔壁である。そのため、混色を抑制する目的においては、第1の領域110xがなくとも、インクジェット法により発光層を形成することが可能である。しかしながら、第1の領域110xにより同色間での液むらを抑制でき好ましい。

[0142]

図7Aおよび図7Bに第1の領域110xに沿った断面図を示す。図7Aおよび図7Bでは第1の領域110xに単層構造の隔壁を用いる場合を示す。具体的には単層構造の隔壁として第1の絶縁物120を用いる。

[0143]

インクジェット法により発光層153Gを形成する場合、インクジェットノズル119Gを第2の領域110yに沿うように移動させる。すると、第1の絶縁物120上に発光層153Gが形成される。インクジェットノズル119Gから滴下された溶液は、量が少ない領域での蒸発が早く完了する。図7Aをみると、第1の絶縁物120上にある溶液は、その他の領域より溶液が少ないため、第1の絶縁物120上にある溶液の蒸発が早く完了する。第1の絶縁物120上にある溶液の蒸発が早く完了すると同じ発光を呈する画素、たとえば第1の緑画素11G1および第2の緑画素11G2の間で溶液が行き来することが低減されるため、液むらを抑制できる。

[0144]

図7Bには蒸着法により発光層163Gを形成する場合を示す。メタルマスク161で第1の絶縁物120を覆うため、第1の絶縁物120上には発光層163Gは形成されない。

[0145]

このような低い隔壁には、コンタクトホール18を形成してもよい。コンタクトホール18を形成

する際は発光層上に犠牲層を形成してもよい。

[0146]

図6の斜視図は隔壁110の高さの一例であり、第1の領域110_xが第2の領域110_yよりも高くてもよい。

[0147]

このようにして画素領域10は、各画素に発光デバイスを有し、発光デバイスの上部電極は補助電極と電氣的に接続することができる。補助電極により上部電極による電圧降下を低減できる。補助電極は隔壁と重なる領域に位置するため、開口率を下げることがない。このような補助電極は開口率の高い高精細な表示装置に適用すると好ましい。

[0148]

本実施の形態は、本明細書等に記載した他の実施の形態と適宜組み合わせて実施することができる。たとえば本実施の形態で示した構造の一部を本明細書等に記載した他の実施の形態と適宜組み合わせて実施してもよい。

[0149]

(実施の形態2)

本実施の形態では、本発明の一態様である表示装置であって、補助電極を有する画素領域について説明する。具体的には、上記実施の形態1と補助電極115および下部電極116等の配置が異なった表示装置について説明する。上記実施の形態1と同様の番号を付した構成等については、本実施の形態での説明を省略することがある。

[0150]

図8Bおよび図8Cに示すように、補助電極115を絶縁層106上に形成し、補助電極115上には新たに絶縁層107を形成し、絶縁層107上に下部電極116を形成する。この配置が上記実施の形態と異なる。

[0151]

図8Aに補助電極115を含む上面図（平面図とも記す）を示す。補助電極115の配置は、図1Aと同様に格子状でよいが、下部電極116と重なる領域まで延在してもよい。そのため本実施の形態の補助電極115は、図1Aよりも格子間隔を狭くできる。補助電極115は、画素11Rの中心部をX方向に沿って横切るような領域を有してもよい。本実施の形態は、上記実施の形態と比べて面積の広い補助電極115を得ることができ、さらに下部電極116の導電性材料と共有させる必要がないため、材料の選択性が高く、本実施の形態の補助電極115に関する構成より上部電極159の電圧降下の低減を効果的にし得る。

[0152]

補助電極115は下部電極116と被形成面を異ならせることで、補助電極115に用いられる導電性材料に自由度が付与されることは上述のとおりである。たとえば下部電極116より抵抗率の低い材料を補助電極115に用いることができる。

[0153]

さらに下部電極116と被形成面を異ならせることができることは上述のとおりであり、補助電極115の配置に自由度が付与される。下部電極116と被形成面を同じにする上記実施の形態では、補助電極115が下部電極116と接することができなかったが、本実施の形態では絶縁層107が介在するため、上面視において補助電極115は下部電極116と重なることができ、面積の広

い補助電極 115 を得ることができる。

[0154]

図 8 B および図 8 C に示すが、コンタクトホール 15 R、15 G、15 B を介して、下部電極 116 がソースおよびドレイン 103 と電氣的に接続する。下部電極 116 とソースおよびドレイン 103 との間には、導電層 114 が介在すると好ましい。導電層 114 は補助電極 115 と同一材料を用いて形成されたものである。導電層 114 を介在させると、絶縁層 106 および絶縁層 107 に対してそれぞれ開口部を形成することができる。断面視において絶縁層 106 の開口部は、絶縁層 107 の開口部と重ならない領域を有するように形成するとよい。このように形成された開口部をコンタクトホール 15 R、15 G、15 B に適用することで、歩留まりを高くすることができ好ましい。

[0155]

図 8 C に示すが、コンタクトホール 18 を介して、上部電極 159 が補助電極 115 と電氣的に接続する。上部電極 159 と補助電極 115 との間には、導電層 117 が介在すると好ましい。導電層 117 は下部電極 116 と同一材料を用いて形成されたものである。導電層 117 を介在させると、絶縁層 107 および隔壁 110 に対してそれぞれ開口部を形成することができる。絶縁層 107 および隔壁に対して一括で開口部を形成するより、絶縁層 107 および隔壁 110 に対してそれぞれ開口部を形成する方が歩留まりを高くすることができ好ましい。

[0156]

図 8 A 乃至図 8 C において、上述した構造以外は上記実施の形態と同様である。

[0157]

図 9 では、図 3 のようにコンタクトホール 18 において上部電極 159 と補助電極 115 との間に層 155 が位置する場合を示す。上部電極 159 と補助電極 115 との間に層 155 が介在する点以外は、上記実施の形態 1 と同様である。

[0158]

図 10 A および図 10 B では、図 4 A および図 4 B のようにインクジェット法を用いて、発光層 153 R、発光層 153 G、および発光層 153 B を形成する様子を示す。図 10 A では下部電極 116 とソースおよびドレイン 103 との間には導電層 114 が介在する。図 10 B では補助電極 115 と電氣的に接続された導電層 117 を有する。図 10 B は上部電極 159 が形成される以前の断面図であるが、同図に示した補助電極 115 は導電層 117 を介して上部電極 159 と電氣的に接続される。その他の構成は、上記実施の形態 1 と同様である。

[0159]

図 11 A および図 11 B では、図 5 A および図 5 B のように蒸着法を用いて、発光層 163 R、発光層 163 G、および発光層 163 B を形成する様子を示す。図 11 A では下部電極 116 とソースおよびドレイン 103 との間には導電層 114 が介在する。図 11 B では補助電極 115 と電氣的に接続された導電層 117 を有する。図 11 B は上部電極 159 が形成される以前の断面図であるが、同図に示した補助電極 115 は導電層 117 を介して上部電極 159 と電氣的に接続される。その他の構成は、上記実施の形態 1 と同様である。

[0160]

本実施の形態においても、図 6 の斜視図のように隔壁 110 の高さを異ならせてもよい。

[0161]

図12Aおよび図12Bでは、図7Aおよび図7Bのように第1の領域110xに沿った断面図を示す。たとえば第1の領域110xは、第1の絶縁物120を有する。

[0162]

図12Aにはインクジェット法により発光層153Gを形成する場合、インクジェットノズル119Gを第2の領域110yに沿うように移動させる。すると、第1の絶縁物120上に発光層153Gが形成される。また図12Aでは補助電極115と電氣的に接続された導電層117を有する。図12Aは上部電極159が形成される以前の断面図であるが、同図に示した補助電極115は導電層117を介して上部電極159と電氣的に接続される。その他の構成は、上記実施の形態1と同様である。

[0163]

図12Bには蒸着法により発光層163Gを形成する場合を示す。メタルマスク161で第1の絶縁物120を覆うため、第1の絶縁物120上に発光層163Gは形成されない。また図12Bでは補助電極115と電氣的に接続された導電層117を有する。図12Bは上部電極159が形成される以前の断面図であるが、同図に示した補助電極115は導電層117を介して上部電極159と電氣的に接続される。その他の構成は、上記実施の形態1と同様である。

[0164]

このようにして画素領域10は、各画素に発光デバイスを有し、発光デバイスの上部電極は補助電極と電氣的に接続することができる。補助電極により上部電極による電圧降下を低減できる。補助電極は隔壁の下方に位置するため、開口率の高い高精細な表示装置に適用すると好ましい。

[0165]

本実施の形態は、本明細書等に記載した他の実施の形態と適宜組み合わせて実施することができる。たとえば本実施の形態で示した構造の一部を本明細書等に記載した他の実施の形態と適宜組み合わせて実施してもよい。

[0166]

(実施の形態3)

本実施の形態では、本発明の一態様である表示装置であって、補助電極を有する画素領域について説明する。

[0167]

図13Aに示すように、表示装置が有する画素領域10は、複数の画素を有する。画素は少なくとも発光デバイスを有し、一発光色を呈することができる最小単位と考える。このような画素を副画素と記すことがある。

[0168]

発光デバイスの構成は、上記実施の形態1と同様である。図13Aの矢印で示す領域には、画素領域10が赤色を呈することのできる画素11R、緑色を呈する画素11G、および青色を呈することのできる画素11Bを有する。画素を区別するために序数を付すことがあり、たとえば序数を付して第1の赤色画素、第2の赤色画素と記すことがある。

[0169]

なお画素領域10を説明するにあたり、図13Aに示すようにX方向と、X方向と交差するY方向とを用いる場合がある。たとえば画素領域10において画素11R、画素11G、および画素11BはX方向に順に並んで配置されており、画素11RはY方向に複数配置される。画素11Bおよ

び画素 1 1 G も同様に Y 方向に複数配置される。また画素領域 1 0 において、画素 1 1 R と X 方向に隣接した領域には、画素 1 1 G が位置し、画素 1 1 R と Y 方向に隣接した領域には、別の画素 1 1 R が位置すると説明できる。同じ素子を区別する場合に序数を用いることがある。たとえば、上記別の画素 1 1 R を第 2 の画素 1 1 R と記すことがある。

[0 1 7 0]

画素 1 1 R は、少なくともコンタクトホール 1 5 R を有する。コンタクトホール 1 5 R は発光デバイスと、当該発光デバイスを駆動するトランジスタとの電気的な接続を確保するために、発光デバイスとトランジスタとの間に位置する絶縁層に設けられた開口部である。同様に、画素 1 1 G は少なくともコンタクトホール 1 5 G を有し、画素 1 1 B は少なくともコンタクトホール 1 5 B を有する。

[0 1 7 1]

図 1 3 A に示すように画素領域 1 0 は補助電極 1 1 5 を有する。

[0 1 7 2]

図 1 3 A では、補助電極 1 1 5 が画素領域 1 0 において各画素の間に配置された場合を示す。補助電極 1 1 5 は、X 方向および Y 方向に延在された領域を有し、これを俯瞰的に見ると格子状となる。ただし補助電極の配置は、上記格子状に限定されるものではなく、主電極の抵抗を下げるように配置できればよい。

[0 1 7 3]

画素領域 1 0 はコンタクトホール 1 8 を有する。コンタクトホール 1 8 は補助電極 1 1 5 と発光デバイスが有する上部電極 2 1 6 との電気的な接続を確保するために、補助電極 1 1 5 と上部電極 2 1 6 との間に位置する絶縁層に設けられた開口部である。上部電極 2 1 6 は後述する。各画素が有するコンタクトホール 1 5 R 等よりもコンタクトホール 1 8 は大きな直径を有するとよい。

[0 1 7 4]

図 1 3 B にコンタクトホール 1 5 R、コンタクトホール 1 5 G およびコンタクトホール 1 5 B を通る A 1－A 2 に相当する断面図を示す。また図 1 3 C にコンタクトホール 1 8 を通る B 1－B 2 に相当する断面図を示す。上記図 1 3 B および図 1 3 C を用いて画素領域 1 0 を説明する。

[0 1 7 5]

<トランジスタ 1 0 1>

図 1 3 B および図 1 3 C では、基板 1 0 0 上にトランジスタ 1 0 1 を有する例を示す。トランジスタ 1 0 1 は発光デバイスを駆動するための素子（駆動素子と記す）である。当該駆動素子を各画素に有する表示装置を、アクティブマトリクス型表示装置と記す。

[0 1 7 6]

トランジスタ 1 0 1 は、少なくとも半導体層、ゲート 1 0 2、ソースおよびドレイン 1 0 3 を有するものであり、図 1 3 B ではトランジスタ 1 0 1 としてゲート 1 0 2 が半導体層上に位置するトップゲート型トランジスタを例示する。勿論、本発明においてゲートが半導体層の下に位置するボトムゲート型トランジスタを適用してもよいし、ゲートが半導体層の上下に位置するデュアルゲート型トランジスタを適用してもよい。

[0 1 7 7]

ゲート 1 0 2 と半導体層との間にはゲート絶縁層が位置する。半導体層はシリコンまたは酸化物半導体を用いて形成することができ、結晶性を有していても非晶質を有していてもよい。またシリコ

ン用いて半導体層を形成する場合、ソースおよびドレイン103のそれぞれと接する領域は不純物領域と呼ばれ、リンまたはボロンなどのシリコン以外の元素（不純物元素と記す）が添加され、抵抗が下げられている（不純物領域を低抵抗領域とも記す）。

[0178]

ゲート102は少なくとも絶縁層105に覆われている。ゲート絶縁層に設けられた開口部および絶縁層105に設けられた開口部を介して、ソースおよびドレイン103はそれぞれ半導体層と接する領域を有することができる。図13Cでは、ソースおよびドレイン103の一方が、半導体層と接する様子を確認できる。

[0179]

ゲート絶縁層および絶縁層105は無機材料を有すると好ましい。絶縁層105が無機材料を有すると、半導体層に対する不純物元素の侵入を抑制することができる。

[0180]

無機材料として、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン、窒化シリコン、酸化ガリウム、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、酸化ハフニウムおよび酸化タンタルを一種以上用いるとよい。なお、上記材料にランタン（La）、窒素、ジルコニウム（Zr）などの不純物元素を添加した材料を用いてもよい。

[0181]

絶縁層105上には絶縁層106を有する。後に形成される発光デバイスの下部電極の被形成面に相当するため、絶縁層106の上面は平坦性を有すると好ましい。たとえば有機材料を用いて絶縁層106を形成すると上記平坦性を与えることができる。

[0182]

有機材料としてポリイミド樹脂、ポリアミド樹脂、アクリル樹脂、シロキサン樹脂、シリコーン樹脂、エポキシ樹脂、またはフェノール樹脂等の有機樹脂を用いるとよい。なお、上記材料にランタン、窒素、ジルコニウムなどの不純物元素を添加した材料を用いてもよい。

[0183]

[トランジスタの応用例]

上記トランジスタ101に適用することのできるトランジスタの断面構成例は、上記実施の形態1の[トランジスタの応用例]で述べた構成を用いることができる。

[0184]

<下部電極259>

絶縁層106上に、下部電極259を形成する。図13Aには下部電極259の上面図を示す。下部電極259は、発光デバイスが有する一対の電極のうち下方にある電極に相当し、たとえば陰極として機能する。下部電極259はトランジスタ101側に位置するものであり、下部電極259はトランジスタ101と電氣的に接続され、当該トランジスタ101から発光デバイスへ信号を与えることができる。信号は各画素で異なるため、下部電極259は各画素で独立するように加工されている。当該加工をパターンニングと記すことがある。画素11R、画素11Gおよび画素11Bはそれぞれ下部電極259を有し、このような下部電極259を画素電極と記すことがある。

[0185]

下部電極259の上面形状は限定されないが、図13Aでは矩形状を有する下部電極259とし、

X方向に沿うように短辺を有し、Y方向に沿うように長辺を有するものとする。

[0186]

下部電極259の断面形状は限定されないが、端部はテーパ状を有するとよい。

[0187]

下部電極259は、トランジスタ101と電氣的に接続するため、それらの間にある絶縁層106は開口部を有し、当該開口部はコンタクトホールとして機能する。たとえば図13Bでは、絶縁層106に形成された開口部をそれぞれ、コンタクトホール15R、コンタクトホール15G、およびコンタクトホール15Bとして有する。各コンタクトホールでは、ソースおよびドレイン103の一方と下部電極259とが接触する領域を有する。ただしコンタクトホールを介して電氣的に接続することができればよく、たとえばソースおよびドレイン103の一方と下部電極259との間に別の導電層が介在してもよい。すなわち、ソースおよびドレイン103の一方と下部電極259とは互いに接触しない構造でもよい。

[0188]

下部電極259は陰極として機能するため、仕事関数の小さい材料を用いることが好ましい。そのため下部電極259は、ITO膜（インジウムと錫とを有する酸化物膜）、またはケイ素を含有したインジウム錫酸化物膜、2wt%以上20wt%以下の酸化亜鉛を含む酸化インジウム膜、窒化チタン膜、クロム膜、タングステン膜、Zn膜、Pt膜、Cu膜、Al膜などの単層膜の他、窒化チタン膜とアルミニウムを主成分とする膜との積層構造、窒化チタン膜とアルミニウムを主成分とする膜と窒化チタン膜との積層構造等を用いることができる。アルミニウムを主成分とする膜としてアルミニウム以外にニッケル、タングステンまたは希土類元素（たとえばランタン）等を有してもよい。上記積層構造を用いる場合、一の層に低抵抗材料を用い、他の層にソースおよびドレイン103の一方との良好なオーミックコンタクトをとることのできる材料を用いて形成することができ、好ましい。下部電極259全体の膜厚は、100nm以上250nm以下となるようにすると好ましい。

[0189]

下部電極259側から発光デバイスの光を取り出す表示装置の場合、下部電極259は透光性を備える必要がある。透光性を有するには、上述した材料から透光性を有する材料を選択する、または非透光性を有する材料を選択する場合は薄膜化する等の構造とする。

[0190]

<補助電極115>

下部電極259と同じ材料を用いて、補助電極115を形成する。図13Aには、下部電極259および補助電極115の上面図を示す。図13Bおよび図13Cでは、絶縁層106上に下部電極259および補助電極115を有する断面図を示す。補助電極115は下部電極259と同電位とならないように加工する、つまり互いに独立させる必要がある。互いに独立させて配置される例を図13Aに示すが、補助電極115は下部電極259と接しないように、X方向およびY方向に延在された領域を有する形状、つまり格子状に配置される。Y方向に沿う領域における、下部電極259と補助電極115との距離は、X方向に沿う領域における、下部電極259と補助電極との距離よりも大きいとよい。

[0191]

補助電極115は後に形成される発光デバイスの上部電極216と電氣的な接続を可能とする。補

助電極 1 1 5 により、上部電極 2 1 6 の抵抗を下げることができ、電圧降下を抑制することができる。

[0192]

<隔壁 1 1 0>

図 1 3 B および図 1 3 C では下部電極 2 5 9 および補助電極 1 1 5 上に、隔壁 1 1 0 を形成する。

[0193]

図 1 3 B に示すように、隔壁 1 1 0 は下部電極 2 5 9 の端部を覆い、かつ下部電極 2 5 9 の中心部が露出するように開口部を有する。図 1 3 B では隔壁 1 1 0 が補助電極 1 1 5 の全体を覆った様子が確認できるが、図 1 3 C に示すように、補助電極 1 1 5 が上部電極と電氣的に接続されるため、隔壁 1 1 0 に開口部が形成され、コンタクトホール 1 8 となる。コンタクトホール 1 8 と重なる領域の補助電極 1 1 5 は、X 方向に沿うように延在している。当該重なる領域の補助電極は、コンタクトホール 1 8 と重ならない領域の補助電極の幅より広いと好ましい。

[0194]

本発明の一態様において、上記実施の形態 1 と同様に隔壁 1 1 0 は第 1 の絶縁物 1 2 0、および第 2 の絶縁物 1 2 1 を有すると好ましい。

[0195]

隔壁 1 1 0 は、画素領域 1 0 の上面視において、各画素を区画した構成、つまり X 方向および Y 方向に延在された領域を有する格子状となる。すなわち隔壁 1 1 0 は、補助電極 1 1 5 と重なる領域に設けられる。

[0196]

また有機材料で形成された隔壁は図 1 3 B および図 1 3 C のように、開口部を形成した隔壁 1 1 0 の上端部が丸みを帯びることがある。丸みを帯びるとは曲率を持つと記すことがある。なお隔壁 1 1 0 において、少なくとも第 2 の絶縁物 1 2 1 の上端部が曲率を有すればよい。開口部を形成した際、隔壁 1 1 0 の下端部に曲率を持たせることもできる。なお隔壁 1 1 0 において、少なくとも第 1 の絶縁物 1 2 0 の下端部が曲率を有すればよい。

[0197]

図 1 3 B および図 1 3 C のように、画素領域 1 0 の断面図において、隔壁 1 1 0 の端部はテーパ形状を有するとよい。たとえば、隔壁 1 1 0 は上面の径より下面の径が長い構造とし、端部をテーパ形状とした順テーパ形状とすることができる。さらに、隔壁 1 1 0 は上面の径より下面の径が短い構造とし、端部をテーパ形状とした、逆テーパ形状とすることができる。いずれのテーパ形状も隔壁 1 1 0 の端部が傾斜している点で共通であって、端部が傾斜するとインクジェットからの溶液が目的の画素内に滴下することができるため、混色を抑制できる。なお隔壁 1 1 0 において、第 2 の絶縁物 1 2 1 は第 1 の絶縁物 1 2 0 より膜厚が大きいので、少なくとも第 2 の絶縁物 1 2 1 の端部が傾斜を有すればよい。隔壁 1 1 0 の端部のテーパ角は、下部電極 2 5 9 の端部のテーパ角よりも鈍角であってもよく、15 度以上 70 度以下、好ましくは 20 度以上 60 度以下が好ましい。

[0198]

<層 1 5 5>

図 1 3 B および図 1 3 C に示すように、下部電極 2 5 9 上に層 1 5 5 を形成する。層 1 5 5 は下部電極 2 5 9 と発光層 1 5 3 R、発光層 1 5 3 G、および発光層 1 5 3 B との間に位置するものであ

り、下部電極 259 から発光層 153R、発光層 153G、および発光層 153B へ電子を注入できる機能を有する。たとえば層 155 には電子注入層を有する構造、電子輸送層を有する構造、および電子注入層と電子輸送層との積層構造を適用できる。

[0199]

層 155 は各画素で分けすることなく、画素領域 10 全体に形成してもよい。すなわち層 155 は複数の下部電極にわたって形成し、各画素で共通化できる。層 155 は蒸着法により形成することができる。

[0200]

図 13B および図 13C に示すように、層 155 は隔壁 110 により各画素で分けられてもよい。蒸着法を用いて層 155 を形成した時、メタルマスクを用いて蒸着すると、隔壁 110 の上面に層 155 が位置しない構造を得ることができる。

[0201]

<発光層 153R、発光層 153G、および発光層 153B>

層 155 上に発光層 153R、発光層 153G、および発光層 153B を塗り分けて形成する。当該塗り分けた構造は、SBS 構造に対応する。発光層 153R、発光層 153G、および発光層 153B の発光色はそれぞれ、赤色、緑色および青色に対応させ、フルカラー表示を可能にする。その他の構成は、上記実施の形態 1 と同様である。

[0202]

<インクジェット法>

インクジェット法に用いることのできるインクジェット装置を図 15A および図 15B に示す。図 15A では発光層 153R、発光層 153G、および発光層 153B を形成する様子を示し、図 15B では、発光層 153G を形成する様子を示す。

[0203]

図 15A および図 15B ではインクジェット装置が有するインクジェットノズル 119R、119G、及び 119B を示す。インクジェットノズル 119R、119G、及び 119B の開口径（インクジェットノズル径とも称す）は数 μm 以上数十 μm 以下である。インクジェットノズルを有する部分をヘッドと記すことがある。溶液を滴下するためにヘッドには溶液噴射の制御部が設けられ、加えて圧電素子（ピエゾ素子）等を有する。圧力素子で、インクジェットノズルに接続したインクタンクの容積を変化させて溶液をヘッドから滴下することができる。一滴の量はインクジェットノズル径に従って、数 p l 以上数十 p l 以下となることが多い。材料にもよるが溶液 1 p l は 10 μm 程度の立方体を形成する量と考えることができる。

[0204]

インクジェット法を用いると、図 15A に示すように、隔壁 110 の開口部に各発光色に対応した発光層 153R、発光層 153G、および発光層 153B が同時に形成される。図 15B では発光層 153G の断面図を示すが、矢印方向へ移動することができるインクジェットノズル 119R、119G、及び 119B が隔壁 110 を乗り越える手前の様子を示す。図 15A および図 15B において、その他の構成は図 13 等を参照することができる。

[0205]

インクジェット法により形成された層は、隔壁 110 の近傍に液だまりが確認される。液だまりとは隔壁 110 の近傍で発光層 153R、発光層 153G、および発光層 153B、が厚くなった部

分に相当する。液だまりが確認されるとインクジェット法等の湿式法により形成された層であるとわかる。

[0206]

インクジェット法等の湿式法により形成する場合、少なくとも発光層はメタルマスクを使用せずに作製されるため当該発光層を有する発光デバイスはMML構造を有するデバイスと言える。

[0207]

<蒸着法>

図16Aおよび図16Bに、蒸着法を用いて発光層163R、発光層163G、および発光層163Bを形成する様子を示す。これらはインクジェット法を用いて形成された発光層153R、発光層153G、および発光層153Gに対応する。層155に対応する層165も蒸着法を用いて形成することができる。図16Aでは、各画素で共通化されうる層165が、隔壁110で分けられた状態を示す。図16Aおよび図16Bにおいて、その他の構成は上記実施の形態1を参照することができる。

[0208]

図16Aおよび図16Bでは、メタルマスク161を示す。メタルマスク161は同じ色の画素と重なるように開口部を有する。図13Aに示す画素領域10であれば、メタルマスク161は画素11Rに対応したストライプ状の開口部を有する。このようなメタルマスク161を残りの画素11Bおよび画素11G分、たとえば2回以上ずらして、発光層163R、発光層163G、および発光層163Bを形成することができる。メタルマスク161として具体的にはファインメタルマスクを用いることができる。

[0209]

蒸着法により形成する場合、少なくとも発光層はメタルマスクまたはファインメタルマスクを使用して作製されるため当該発光層を有する発光デバイスはMM構造を有する発光デバイスと言える。

[0210]

蒸着法により形成された層は、隔壁110の近傍で液だまりは確認されない。

[0211]

発光層はインクジェット法等の湿式法により形成されると量産性が高く好ましいが、蒸着法を用いて形成してもよい。

[0212]

<層150>

図13Bおよび図13Cに示すように、層150を形成する。層150は上部電極216と発光層153R、発光層153G、および発光層153Bとの間に位置するものであり、上部電極216から発光層153R、発光層153G、および発光層153Bへ正孔を注入できる機能を有する。たとえば層150には正孔注入層を有する構造、正孔輸送層を有する構造、および正孔注入層と正孔輸送層との積層構造を適用できる。

[0213]

図13Bおよび図13Cに示すように、層150は各画素で分けすることなく、画素領域10全体に形成してもよい。層150は複数の発光層にわたって形成され、各画素で共通化できる。層150は湿式法または蒸着法により形成することができる。湿式法には、スピコート法、インクジェット法、キャスト法、印刷法、ディスペンス法、またはスプレー法などがある。画素で共通化で

きる層 1 5 0 はスピコート法または蒸着法を用いて形成すると好ましい。

[0 2 1 4]

<上部電極 2 1 6>

層 1 5 0 上に上部電極 2 1 6 を形成する。上部電極 2 1 6 は、発光デバイスが有する一対の電極のうち上方にある電極に相当し、たとえば陽極として機能する。また上部電極 2 1 6 を対向電極と記すことがある。

[0 2 1 5]

図 1 3 B および図 1 3 C に示すように、上部電極 2 1 6 は各画素で区分けすることなく、画素領域 1 0 全体に形成してもよい。上部電極 2 1 6 は複数の発光層にわたって形成され、各画素で共通化できる。上部電極 2 1 6 は湿式法または蒸着法により形成することができる。湿式法には、スピコート法、インクジェット法、キャスト法、印刷法、ディスペンス法、またはスプレイ法などがある。画素で共通化できる上部電極 2 1 6 はスピコート法または蒸着法を用いて形成すると好ましい。

[0 2 1 6]

上部電極 2 1 6 は陽極として機能するため、仕事関数の大きな材料 I T O 膜（インジウムと錫とを有する酸化物膜）、ケイ素を含むインジウムと錫とを有する酸化物膜、又は 2 w t % 以上 2 0 w t % 以下の酸化亜鉛を含む酸化インジウム膜等を用いることが好ましい。また I T O 膜、ケイ素を含むインジウムと錫とを有する酸化物膜、又は 2 w t % 以上 2 0 w t % 以下の酸化亜鉛を含む酸化インジウム膜等は透明導電膜であり、発光層で生じた光が上部電極 2 1 6 を透過することができる。さらに上部電極 2 1 6 として透明導電膜と金属薄膜との積層を用いることができる。金属薄膜として、クロム膜、タングステン膜、Z n 膜、P t 膜、C u 膜、又は A l 膜等を用いることができる。

[0 2 1 7]

上部電極 2 1 6 は補助電極 1 1 5 と電氣的に接続するため、図 1 3 C に示すが、上部電極 2 1 6 を形成する以前にコンタクトホール 1 8 を形成する。たとえば層 1 5 0 を形成したのち、コンタクトホール 1 8 を形成するためのマスクを用意する。たとえばマスクとしてレジストマスクを用いる。

[0 2 1 8]

図 1 3 B および図 1 3 C に示すが、隔壁 1 1 0 上面に発光層が位置しない構造とすることができる。当該構造によれば、コンタクトホール 1 8 の形成時、発光層は上面を層 1 5 0 で保護され、側面を隔壁 1 1 0 で保護されるため、発光層がエッチング剤に曝されることがない。このような場合、レジストマスクのみを用いてコンタクトホール 1 8 を形成することができる。

[0 2 1 9]

発光層等の有機材料層または有機化合物層がコンタクトホール等の加工中に受けるダメージを低減するために、層 1 5 0 とレジストマスクの間には犠牲層（マスク層と記すことがある）を形成してもよい。犠牲層を設けることで、発光デバイスの信頼性を高めることができる。犠牲層については上記実施の形態 1 を参照することができる。

[0 2 2 0]

このように形成されたコンタクトホール 1 8 を介して、上部電極 2 1 6 と補助電極 1 1 5 とを電氣的に接続させることができる。コンタクトホール 1 8 の断面視において、第 1 の絶縁物 1 2 0 が有する開口部は、第 2 の絶縁物 1 2 1 が有する開口部より小さく、第 2 の絶縁物 1 2 1 が有する開口部より第 1 の絶縁物 1 2 0 の端部が露出し、さらにコンタクトホール 1 8 の上面視において、第 2

の絶縁物 121 の開口部より、第 1 の絶縁物 120 の端部が露出する。第 2 の絶縁物 121 の開口形成が第 1 の絶縁物 120 よりも先に開始される、第 2 の絶縁物 121 の開口部が広がる。さらに層 150 は最も早く開口部が形成されるため、開口部が広がり、開口部を確定する層 150 の端部は隔壁 110 の上面と重なる位置にまで後退することがある。すなわち各層が有する開口部の直径は、下方の補助電極 115 に向かって段階的に小さくなる。

[0221]

コンタクトホール 18 において、各層が有する開口部の直径が補助電極 115 に向かって段階的に小さくなっていく構造は、コンタクトホール 18 にて上部電極 216 が切断（段切れ）しづらく好ましい。また上部電極 216 が補助電極 115 と電氣的に接続するため、補助電極 115 の表面の一部がエッチングされる（オーバーエッチングと記す）とよい。表面の一部がエッチングされると補助電極 115 の表面に凹部が形成されるが、凹部を用いると、補助電極 115 と上部電極 216 との接触面積が増すため好ましい。

[0222]

図 13C ではコンタクトホール 18 内に層 150 が位置させない構造を示したが、コンタクトホール 18 内に層 150 が位置してもよい。たとえば図 14 に示すが、コンタクトホール 18 において、補助電極 115 と上部電極 216 との間に、層 150 が位置しても、補助電極 115 と上部電極 216 とが電氣的に接続できればよい。この構造の場合、層 150 を形成する以前に、コンタクトホール 18 を形成することになる。当該コンタクトホール 18 を形成する際に犠牲層を配置すると好ましい。図 14 においてその他の構成は図 1 等を参照することができる。

[0223]

コンタクトホール 18 は任意の箇所に設けることができる。たとえば図 13A に示すように 6 つの画素に一つの割合でコンタクトホール 18 を形成すればよい。補助電極 115 は、画素領域 10 で共通化された上部電極 216 の抵抗を下げることであればよい。コンタクトホール 18 は、複数の画素に一つの割合で形成すればよく、一画素に一つの割合でコンタクトホール 18 を形成する必要がない。

[0224]

< 隔壁 110 の高さ >

画素領域 10 において、格子状の隔壁 110 は X 方向に沿う第 1 の領域 110x と Y 方向に沿う第 2 の領域 110y とを有する。本発明の一態様において、隔壁 110 の高さは異なってもよく、たとえば第 1 の領域 110x と第 2 の領域 110y との高さが異なってもよい。図 17 に示す画素領域 10 の斜視図には、第 2 の領域 110y が第 1 の領域 110x より高さが高い場合、つまり各領域の最上面の位置を比べて、第 2 の領域 110y が第 1 の領域 110x より高い場合を示す。

[0225]

隔壁 110 は無機材料を有する第 1 の絶縁物 120 上に有機材料を有する第 2 の絶縁物 121 が位置する積層構造を有すると好ましいが、隔壁 110 の高さを異ならせるには、第 1 の絶縁物 120 を第 1 の領域 110x に対応させ、第 1 の絶縁物 120 と第 2 の絶縁物 121 との積層構造を第 2 の領域 110y に対応させるとよい。たとえば第 1 の絶縁物 120 を格子状に形成した後、第 2 の領域 110y に対応した部分のみに第 2 の絶縁物 121 を形成すればよい。その他の構成は、上記実施の形態 1 を参照することができる。

[0226]

図17に示す第2の領域110yに沿って、図15等にしたインクジェットノズル119R、119G、及び119Bを移動させることができる。さらに第2の領域110yは高い隔壁であり、混色を抑制できる。混色が抑制されることは画素11R、画素11G、および画素11Bに対して異色となる発光層を同時に形成する場合、特に好ましい。

[0227]

第1の領域110xは同色の画素の境界に位置する。第1の領域110xは第2の領域110yより低い隔壁である。そのため、混色を抑制する目的においては、第1の領域110xがなくとも、インクジェット法により発光層を形成することが可能である。しかしながら、第1の領域110xにより同色間での液むらを抑制でき好ましい。

[0228]

図18Aおよび図18Bに第1の領域110xに沿った断面図を示す。図18Aおよび図18Bでは第1の領域110xに単層構造の隔壁を用いる場合を示す。具体的には単層構造の隔壁として第1の絶縁物120を用いる。

[0229]

インクジェット法により発光層153Gを形成する場合、インクジェットノズル119Gを第2の領域110yに沿うように移動させる。すると、第1の絶縁物120上に発光層153Gが形成される。インクジェットノズル119Gから滴下された溶液は、量が少ない領域での蒸発が早く完了する。図18Aをみると、第1の絶縁物120上にある溶液は、その他の領域より溶液が少ないため、第1の絶縁物120上にある溶液の蒸発が早く完了する。第1の絶縁物120上にある溶液の蒸発が早く完了すると同じ発光を呈する画素、たとえば第1の画素11Gおよび第2の画素11Gの間で溶液が行き来することが低減されるため、液むらを抑制できる。

[0230]

図18Bには蒸着法により発光層163Gを形成する場合を示す。メタルマスク161で第1の絶縁物120を覆うため、第1の絶縁物120上には発光層163Gは形成されない。

[0231]

このような低い隔壁には、コンタクトホール18を形成してもよい。コンタクトホール18を形成する際は発光層上に犠牲層を形成してもよい。

[0232]

図17の斜視図は隔壁110の高さの一例であり、第1の領域110xが第2の領域110yよりも高くてもよい。

[0233]

このようにして画素領域10は、各画素に発光デバイスを有し、発光デバイスの上部電極は補助電極と電気的に接続することができる。補助電極により上部電極による電圧降下を低減できる。補助電極は隔壁と重なる領域に位置するため、開口率を下げることがない。このような補助電極は開口率の高い高精細な表示装置に適用すると好ましい。

[0234]

本実施の形態は、本明細書等に記載した他の実施の形態と適宜組み合わせて実施することができる。たとえば本実施の形態で示した構造の一部を本明細書等に記載した他の実施の形態と適宜組み合わせて実施してもよい。

[0235]

(実施の形態 4)

本実施の形態では、本発明の一態様である表示装置であって、補助電極を有する画素領域について説明する。具体的には、上記実施の形態 1 と補助電極 1 1 5 および上部電極 1 5 9 等の配置が異なった表示装置について説明する。上記実施の形態 1 と同様の番号を付した構成は本実施の形態での説明を省略することがある。

[0236]

図 1 9 B および図 1 9 C に示すように、補助電極 1 1 5 を絶縁層 1 0 6 上に形成し、補助電極 1 1 5 上には新たに絶縁層 1 0 7 を形成し、絶縁層 1 0 7 上に下部電極 2 5 9 を形成する。この配置が上記実施の形態と異なる。

[0237]

図 1 9 A に補助電極 1 1 5 の上面図を示す。補助電極 1 1 5 の配置は、図 1 3 A と同様に格子状でよいが、下部電極 2 5 9 と重なる領域まで延在してもよい。そのため図 1 9 A の補助電極 1 1 5 は、図 1 3 A よりも格子間隔を狭くできる。補助電極 1 1 5 は、画素 1 1 R の中心部を X 方向に沿って横切るような領域を有する。本実施の形態は、上記実施の形態と比べて面積の広い補助電極 1 1 5 を得ることができ、さらに下部電極 2 5 9 の導電性材料と共有させる必要がないため、材料の選択性が高く、本実施の形態の補助電極 1 1 5 に関する構成により上部電極 2 1 6 の電圧降下の低減を効果的になし得る。

[0238]

補助電極 1 1 5 は下部電極 2 5 9 と被形成面を異ならせることで、補助電極 1 1 5 に用いられる導電性材料に自由度が付与されることは上述のとおりである。たとえば下部電極 2 5 9 より抵抗率の低い材料を補助電極 1 1 5 に用いることができ好ましい。

[0239]

さらに下部電極 2 5 9 と被形成面を異ならせることができることは上述のとおりであり、補助電極 1 1 5 の配置に自由度が付与される。下部電極 2 5 9 と被形成面を同じにする上記実施の形態では、補助電極 1 1 5 が下部電極 2 5 9 と接することができなかったが、本実施の形態では絶縁層 1 0 7 が介在するため、上面視において補助電極 1 1 5 は下部電極 2 5 9 と重なることができ、面積の広い補助電極 1 1 5 を得ることができる。

[0240]

図 1 9 B および図 1 9 C に示すが、コンタクトホール 1 5 R、1 5 G、1 5 B を介して、下部電極 2 5 9 がソースおよびドレイン 1 0 3 と電氣的に接続する。下部電極 2 5 9 とソースおよびドレイン 1 0 3 との間には、導電層 1 1 4 が介在すると好ましい。図 1 9 A には、補助電極 1 1 5 に加えて導電層 1 1 4 の上面図を示す。導電層 1 1 4 は補助電極 1 1 5 と同一材料を用いて形成されたものである。導電層 1 1 4 を介在させると、絶縁層 1 0 6 および絶縁層 1 0 7 に対してそれぞれ開口部を形成することができる。断面視において絶縁層 1 0 6 の開口部は、絶縁層 1 0 7 の開口部と重ならない領域を有するように形成するとよい。このように形成された開口部をコンタクトホール 1 5 R、1 5 G、1 5 B に適用することで、歩留まりを高くすることができ好ましい。

[0241]

図 1 9 C に示すが、コンタクトホール 1 8 を介して、上部電極 2 1 6 が補助電極 1 1 5 と電氣的に接続する。上部電極 2 1 6 と補助電極 1 1 5 との間には、導電層 1 1 7 が介在すると好ましい。導電層 1 1 7 は下部電極 2 5 9 と同一材料を用いて形成されたものである。導電層 1 1 7 を介在させ

ると、絶縁層 107 および隔壁 110 に対してそれぞれ開口部を形成することができる。絶縁層 107 および隔壁に対して一括で開口部を形成するより、絶縁層 107 および隔壁 110 に対してそれぞれ開口部を形成する方が歩留まりを高くすることができ好ましい。

[0242]

図 19A 乃至図 19C において、上述した構造以外は上記実施の形態と同様である。

[0243]

図 20 では、図 14 のようにコンタクトホール 18 において上部電極 216 と補助電極 115 との間に層 150 が位置する場合を示す。上部電極 216 と補助電極 115 との間に層 150 が介在する点以外は、上記実施の形態 1 と同様である。

[0244]

図 21A および図 21B では、図 15A および図 15B のようにインクジェット法を用いて、発光層 153R、発光層 153G、および発光層 153B を形成する様子を示す。図 21A では下部電極 259 とソースおよびドレイン 103 との間には導電層 114 が介在する。図 21B では補助電極 115 と電氣的に接続された導電層 117 を有する。図 21B は上部電極 216 が形成される以前の断面図であるが、同図に示した補助電極 115 は導電層 117 を介して上部電極 216 と電氣的に接続される。その他の構成は、上記実施の形態 1 と同様である。

[0245]

図 22A および図 22B では、図 16A および図 16B のように蒸着法を用いて、発光層 163R、発光層 163G、および発光層 163B を形成する様子を示す。図 22A では下部電極 259 とソースおよびドレイン 103 との間には導電層 114 が介在する。図 22B では補助電極 115 と電氣的に接続された導電層 117 を有する。図 22B は上部電極 216 が形成される以前の断面図であるが、同図に示した補助電極 115 は導電層 117 を介して上部電極 216 と電氣的に接続される。その他の構成は、上記実施の形態 1 と同様である。

[0246]

本実施の形態においても、図 17 の斜視図のように隔壁 110 の高さを異ならせてもよい。

[0247]

図 23A および図 23B では、図 18A および図 18B のように第 1 の領域 110x に沿った断面図を示す。たとえば第 1 の領域 110x は、第 1 の絶縁物 120 を有する。

[0248]

図 23A にはインクジェット法により発光層 153G を形成する場合、インクジェットノズル 119G を第 2 の領域 110y に沿うように移動させる。すると、第 1 の絶縁物 120 上に発光層 153G が形成される。また図 23A では補助電極 115 と電氣的に接続された導電層 117 を有する。図 23A は上部電極 216 が形成される以前の断面図であるが、同図に示した補助電極 115 は導電層 117 を介して上部電極 216 と電氣的に接続される。その他の構成は、上記実施の形態 1 と同様である。

[0249]

図 23B には蒸着法により発光層 163G を形成する場合を示す。メタルマスク 161 で第 1 の絶縁物 120 を覆うため、第 1 の絶縁物 120 上に発光層 163G は形成されない。また図 23B では補助電極 115 と電氣的に接続された導電層 117 を有する。図 23B は上部電極 216 が形成される以前の断面図であるが、同図に示した補助電極 115 は導電層 117 を介して上部電極 21

6と電氣的に接続される。その他の構成は、上記実施の形態1と同様である。

[0250]

このようにして画素領域10は、各画素に発光デバイスを有し、発光デバイスの上部電極は補助電極と電氣的に接続することができる。補助電極により上部電極による電圧降下を低減できる。補助電極は隔壁の下方に位置するため、開口率の高い高精細な表示装置に適用すると好ましい。

[0251]

本実施の形態は、本明細書等に記載した他の実施の形態と適宜組み合わせて実施することができる。たとえば本実施の形態で示した構造の一部を本明細書等に記載した他の実施の形態と適宜組み合わせて実施してもよい。

[0252]

(実施の形態5)

本実施の形態では、本発明の一態様である発光デバイスについて説明する。

[0253]

<発光デバイスの例>

図24Aに示すように、発光デバイス20は、一対の電極（下部電極672、上部電極688）の間に、発光ユニット686を有する。発光ユニット686は、層4420、発光層4411、層4430などの複数の機能層で構成することができ、湿式法で形成する層に対して隔壁110を位置させる。たとえば発光層4411を湿式法で形成する場合、発光層4411の区画のために隔壁110を設ける。図示しないが隔壁110は上記実施の形態のように高さの異なる第1の領域および第2の領域を有してもよい。

[0254]

発光層4411は、たとえば発光材料を有する機能層を用いればよい。

[0255]

層4420および層4430について説明する。たとえば、下部電極672を陽極とし、上部電極688を陰極とした場合、層4430は、上記実施の形態1等の層150に相当する。層4430は、たとえば正孔注入層および正孔輸送層等を用いればよい。正孔注入層はHIL (Hole Injection Layerの略称)と記すことがある。正孔輸送層はHTL (Hole Transport Layerの略称)と記すことがある。層4430において正孔注入層および正孔輸送層のいずれか一を有する場合もある。また、層4420は、上記実施の形態1等の層155に相当する。層4420は、たとえば電子注入層および電子輸送層等を用いればよい。電子注入層はEIL (Electron Injection Layerの略称)と記すことがある。電子輸送層はETL (Electron Transport Layerの略称)と記すことがある。層4420において電子注入層および電子輸送層のいずれか一を有する場合もある。

[0256]

図24Aにおいて、隔壁110内にある層4430上に発光層4411をインクジェット法等の湿式法または蒸着法で形成する。発光層4411は、上記実施の形態1等の発光層153R、発光層153G、および発光層153Bに相当する。または発光層4411は、上記実施の形態1等の発光層163R、発光層163G、および発光層163Bに相当する。下部電極672および上部電極688は蒸着法、CVD法、またはスパッタリング法で形成することができる。層4430および層4420は湿式法または蒸着法で形成することができる。このうち層4420および上部電極

688は複数の発光デバイス間で共通化できる。共通化できる層は画素領域全体に形成する。共通化できる層は隔壁110を乗り越えて形成されるが、隔壁110で段切れさせたくない場合は、共通化できる層を厚膜化するとよい。厚膜化に制限が生じる場合は、下に形成された発光層4411を隔壁110に対して、2/3倍以上1未満の高さまで充填するようにインクジェット時の溶液等を調整するとよい。

[0257]

次に図24Aをより具体化した構成を図24Bに示す。図24Bに示す発光デバイス20は、下部電極672上の層4430-1と、層4430-1上の層4430-2と、層4430-2上の発光層4411と、発光層4411上の層4420-1と、層4420-1上の層4420-2と、層4420-2上の上部電極688と、を有し、湿式法で形成する層に対して隔壁110を位置させる。たとえば発光層4411を湿式法で形成する場合、発光層4411の区画のために隔壁110を設ける。図示しないが隔壁110は高さの異なる第1の領域および第2の領域を有してもよい。

[0258]

たとえば、下部電極672を陽極とし、上部電極688を陰極とした場合、層4430-1が正孔注入層として機能し、層4430-2が正孔輸送層として機能し、層4420-1が電子輸送層として機能し、層4420-2が電子注入層として機能する。

[0259]

このような発光デバイスとすることで、発光層4411に効率よくキャリア（正孔および電子）を注入し、発光層4411内におけるキャリアの再結合の効率を高めることが可能となる。なお、発光層4411と下部電極672の間に含まれる層および発光層4411と上部電極688の間に含まれる層はこれらに限られず、適宜キャリアブロック層、励起子ブロック層などを備えていてもよい。また、キャリアに対する輸送機能とキャリアに対する注入機能の両方を備えた層を用いてもよい。

[0260]

図24Bにおいて、隔壁110内の層4430-2上に発光層4411をインクジェット法等の湿式法または蒸着法で形成する。下部電極672および上部電極688は蒸着法、CVD法、またはスパッタリング法で形成することができる。層4430-1、層4430-2、層4420-1、および層4420-2は湿式法または蒸着法で形成することができる。このうち層4420-1、層4420-2および上部電極688は複数の発光デバイス間で共通化できることがある。共通化できる層は画素領域全体に形成する。共通化できる層は隔壁110を乗り越えて形成されるが、隔壁110で段切れさせたくない場合は、共通化できる層を厚膜化するとよい。厚膜化に制限が生じる場合は、下に形成された発光層4411を隔壁110に対して、2/3倍以上1未満の高さまで充填するようにインクジェット時の溶液を調整するとよい。

[0261]

次に、図24Aおよび図24Bの変形例を図24C1および図24C2に示す。図24C1では層4420と層4430との間に複数の発光層（第1の発光層4412、第2の発光層4413、および第3の発光層4414）が設けられている。図24C2では層4420と層4430との間に複数の発光層（第1の発光層4412、および第2の発光層4413）が設けられている。なお発光層は下から序数を付して互いに区別している。また湿式法で形成する層に対して隔壁110を位置させる。たとえば複数の発光層をすべて湿式法で形成する場合、これらの区画のために隔壁11

0を設ける。図示しないが隔壁110は高さの異なる第1の領域および第2の領域を有してもよい。

[0262]

これら複数の発光層に含まれる発光材料は、同じ色の発光物質または異なる色の発光物質を選択することができる。同じ色の発光物質を選択する場合、駆動電圧が高くなる代わりに、駆動電流を低減することが可能となるため、高輝度化および長寿命化の面で有利である。異なる色の発光物質を選択する場合、補色の関係となるように発光物質を選択すると白色発光を呈する発光デバイスを得ることができる。たとえば図24C2において、第1の発光層4412の発光色と第2の発光層4413が補色の関係となるような発光物質を用いることで、発光デバイス20から白色発光を得ることができる。

[0263]

図24C1および図24C2ではそれぞれ発光層が3層および2層積層した構造を示したが、4層以上であっても構わない。

[0264]

白色発光を呈する場合であって、フルカラー表示を行いたいとき、カラーフィルタまたは色変換層を用いて赤(R)、青(B)、および緑(G)などの所望の色を得る方法がある。

[0265]

図24C1および図24C2において、発光デバイスごとに、発光色を塗り分けることにより、フルカラー表示を可能にする。

[0266]

図24C1および図24C2において、隔壁110内の層4430上に発光層4411等の複数の発光層をインクジェット法等の湿式法で形成する。下部電極672および上部電極688は蒸着法、CVD法、またはスパッタリング法で形成することができる。層4430、および層4420は湿式法または蒸着法で形成することができる。このうち層4420および上部電極688は複数の発光デバイス間で共通化できることがある。共通化できる層は画素領域全体に形成する。共通化できる層は隔壁110を乗り越えて形成されるが、隔壁110で段切れさせたくない場合は、共通化できる層を厚膜化するとよい。厚膜化に制限が生じる場合は、下に形成された第1の発光層4412を隔壁110に対して、2/3倍以上1未満の高さまで充填するようにインクジェット時の溶液を調整するとよい。

[0267]

なお、図24C1および図24C2においても、図24Bに示すように、層4420と、層4430とは2層以上の層からなる積層構造としてもよい。

[0268]

次に、図24C2の変形例を図24D1および図24D2に示す。図24D1および図24D2ともに発光ユニットを積層した例である。図24D1および図24D2では第1の発光ユニット686aおよび第2の発光ユニット686bを有し、その間に中間層(電荷発生層と記すことがある)690を有する。第1の発光ユニット686aは層4430-1、第1の発光層4412、および層4420-1を有する。また第2の発光ユニット686bは層4430-2、第2の発光層4413、および層4420-2を有する。各層のうち湿式法で形成する層に対して隔壁110を位置させる。たとえば第1の発光層4412および第2の発光層4413を湿式法で形成する場合、各発光層の区画のために隔壁110を設ける。図示しないが隔壁110は高さの異なる第1の領域お

よび第2の領域を有する。なお発光層は下から序数を付して互いに区別している。

[0269]

層4420-1および層4430-1はそれぞれ、層4420および層4430と同様な機能層である。層4420-2および層4430-2はそれぞれ、層4420および層4430と同様な機能層である。

[0270]

図24D1に示す中間層690はドーパント材料を有する。たとえば、層4420-1と同様なドナー材料を有し、かつ層4430-2と同様なアクセプタ材料を有する。中間層690においてドナー材料を有する層は層4420-1側に位置し、アクセプタ材料を有する層は層4430-2側に位置する。

[0271]

図24D2に示す中間層690aは、層4420-1と同様なドナー材料を有する層であり、中間層690bは層4430-2と同様なアクセプタ材料を有する層であり、これらが区別できる場合を示す。

[0272]

図24D1および図24D2において、図24C2と同様に、複数の発光層に含まれる発光材料は、同じ色の発光物質または異なる色の発光物質を選択することができる。同じ色の発光物質を選択する場合、駆動電圧が高くなる代わりに、駆動電流を低減することが可能となるため、高輝度化および長寿命化の面で有利である。異なる色の発光物質を選択する場合、補色の関係となるように発光物質を選択すると白色発光を呈する発光デバイスを得ることができる。

[0273]

図24D1および図24D2において、白色発光を呈する場合であって、フルカラー表示を行いたいとき、図24C2等と同様に、カラーフィルタまたは色変換層を用いればよい。

[0274]

図24D1および図24D2において、図24C2等と同様に、発光デバイスごとに、発光色（赤（R）、青（B）、緑（G））を塗り分けることにより、フルカラー表示を可能にする。

[0275]

図24に示したいずれの発光デバイス20においても、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。マイクロキャビティ構造は発光色ごとに下部電極672の膜厚を異ならせる構造または発光層の膜厚を異ならせる構造を有する。下部電極672が、第1の導電膜と第1の導電膜上の第2の導電膜との積層構造を有する場合、第2の導電膜の膜厚を異ならせる方がマイクロキャビティ構造を付与しやすい。

[0276]

ここで、発光デバイスの具体的な構成例について説明する。

[0277]

発光デバイス20は少なくとも発光層を有する。そして発光デバイス20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、電子輸送性の高い物質、電子ブロック材料、電子注入性の高い物質、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）等を含む層をさらに有していてもよい。

[0278]

<正孔注入層>

正孔注入層は、正孔注入性の高い物質を含む層であり、陽極から正孔輸送層に正孔を注入することができる層である。

[0279]

具体的な正孔注入性の高い物質は、フタロシアニン系の錯体化合物、芳香族アミン化合物、またはポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)/ポリ(スチレンスルホン酸)(PEDOT/PS)等の高分子等によって形成することができる。

[0280]

上記とは異なる正孔注入層として、アクセプタ性を有する物質により形成してもよい。アクセプタ性を有する物質は、隣接する正孔輸送層(あるいは正孔輸送材料)から、電極間に電圧を印加することにより電子を引き抜くことができる。

[0281]

アクセプタ性を有する物質として有機化合物を示すと、たとえば電子吸引基(ハロゲン基、シアノ基など)を有する有機化合物を用いることができる。特に、2,3,6,7,10,11-ヘキサシアノー1,4,5,8,9,12-ヘキサアザトリフェニレン(略称:HAT-CN)のように複素原子を複数有する縮合芳香環に電子吸引基が結合している化合物が、熱的に安定であり好ましい。また、電子吸引基(特にフルオロ基のようなハロゲン基、シアノ基など)を有する[3]ラジアレン誘導体は、電子受容性が非常に高いため好ましい。

[0282]

アクセプタ性を有する物質としては以上で述べた有機化合物以外にも、モリブデン酸化物、バナジウム酸化物、ルテニウム酸化物、タングステン酸化物、マンガン酸化物等の無機化合物を用いることができる。

[0283]

また、正孔注入層は、上記アクセプタ性を有する材料と、正孔輸送性を有する材料とを含む複合材料により形成してもよい。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。

[0284]

複合材料に用いられる正孔輸送性を有する材料としては、芳香族アミン化合物、複素芳香族化合物、芳香族炭化水素、高分子化合物(オリゴマー、 dendroliマー、ポリマー等)などの有機化合物を用いることができる。すなわち複合材料に用いられる正孔輸送性を有する材料は、縮合芳香族炭化水素環、または π 電子過剰型複素芳香環を有する有機化合物であることが好ましい。縮合芳香族炭化水素環としては、アントラセン環、ナフタレン環等が好ましい。また、 π 電子過剰型複素芳香環としては、ピロール骨格、フラン骨格、チオフェン骨格の少なくともいずれか1を環に含む縮合芳香環が好ましく、具体的にはカルバゾール環、ジベンゾチオフェン環、またはこれらにさらに芳香環または複素芳香環が縮合した環が好ましい。また、正孔輸送性を有する材料としては、その他芳香族アミン化合物を用いてもよい。

[0285]

<正孔輸送層>

正孔輸送層は、正孔注入層によって、陽極から注入された正孔を発光層に輸送する層である。正孔輸送層は、正孔輸送性材料を含む層である。正孔輸送性材料としては、 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以

上の正孔移動度を有する物質が好ましい。正孔輸送性材料としては、 π 電子過剰型複素芳香族化合物、または芳香族アミン等の正孔輸送性の高い材料が好ましい。なお、電子よりも正孔の輸送性の高い物質であれば、正孔輸送性材料に用いることができる。

[0286]

π 電子過剰型複素芳香環としては、ピロール骨格、フラン骨格、チオフェン骨格の少なくともいずれか1を環に含む縮合芳香環が好ましく、具体的にはカルバゾール環、ジベンゾチオフェン環、またはこれらにさらに芳香環または複素芳香環が縮合した環が好ましい。

[0287]

<電子輸送層>

電子輸送層は、電子注入層によって、陰極から注入された電子を発光層に輸送する層である。電子輸送層は、電子輸送性材料を含む層である。電子輸送性材料としては、 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の電子移動度を有する物質が好ましい。このような電子輸送性材料としては、金属錯体および π 電子不足型複素芳香環骨格を有する有機化合物などが好ましい。なお、正孔よりも電子の輸送性の高い物質であれば、これら以外のものも電子輸送性材料に用いることができる。

[0288]

具体的には、キノリン骨格を有する金属錯体、ベンゾキノリン骨格を有する金属錯体、オキサゾール骨格を有する金属錯体、チアゾール骨格を有する金属錯体等の他、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、オキサゾール誘導体、チアゾール誘導体、フェナントロリン誘導体、キノリン配位子を有するキノリン誘導体、ベンゾキノリン誘導体、キノキサリン誘導体、ジベンゾキノキサリン誘導体、ピリジン誘導体、ビピリジン誘導体、ピリミジン誘導体、その他含窒素複素芳香族化合物を含む π 電子不足型複素芳香族化合物等の電子輸送性の高い材料を用いることができる。特に、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は、信頼性が良好であり好ましい。中でも、ジアジン（ピリミジン、ピラジンなど）骨格またはトリア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。

[0289]

<電子注入層>

電子注入層は、陰極から電子輸送層に電子を注入する層であり、電子注入性の高い材料を含む層である。電子注入性の高い材料としては、アルカリ金属、アルカリ土類金属、またはこれらの化合物もしくは錯体を用いることができる。電子注入層の材料としては、エレクトライドまた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もしくはこれらの化合物を含有させたものを用いることもできる。

[0290]

また、上述の電子注入層としては、電子輸送性を有する材料を用いてもよい。たとえば、非共通電子対を備え、電子不足型複素芳香環を有する化合物を、電子輸送性を有する材料に用いることができる。具体的には、ピリジン環、ジアジン環（ピリミジン環、ピラジン環、ピリダジン環）、トリアジン環の少なくとも一つを有する化合物、たとえば4, 7-ジフェニルー1, 10-フェナントロリン（略称：BPhen）、2, 9-ビス（ナフタレン-2-イル）-4, 7-ジフェニルー1, 10-フェナントロリン（略称：NBPhen）などを用いることができる。

[0291]

＜発光層＞

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

[0292]

発光物質としては、蛍光材料、燐光材料、熱活性化遅延蛍光を示す物質（熱活性化遅延蛍光（Thermally activated delayed fluorescence: TADF）材料）、または量子ドット材料などを用いることができる。

[0293]

蛍光材料としては、公知の材料を用いることができるが、青色蛍光材料としては、特に複素芳香族ジアミン化合物または縮合芳香族ジアミン化合物が好ましい。このような化合物としては、たとえば、ピレン誘導体、アントラセン誘導体、トリフェニレン誘導体、フルオレン誘導体、カルバゾール誘導体、ジベンゾチオフェン誘導体、ジベンゾフラン誘導体、ジベンゾキノキサリン誘導体、キノキサリン誘導体、ピリジン誘導体、ピリミジン誘導体、フェナントレン誘導体、またはナフタレン誘導体などが挙げられる。特にピレンジアミン化合物に代表される縮合芳香族ジアミン化合物は、ホールトラップ性が高く、発光効率、信頼性に優れているため好ましい。

[0294]

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

[0295]

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、またはマグネシウム（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、 π 電子過剰型複素芳香環と π 電子不足型複素芳香環の一方または両方を有する複素環化合物等を用いることができる。

[0296]

π 電子不足型複素芳香環を有する骨格のうち、ピリジン骨格、ジアジン骨格（ピリミジン骨格、ピラジン骨格、ピリダジン骨格）、およびトリアジン骨格は、安定で信頼性が良好なため好ましい。特に、ベンゾフロピリミジン骨格、ベンゾチエノピリミジン骨格、ベンゾフロピラジン骨格、およびベンゾチエノピラジン骨格はアクセプタ性が高く、信頼性が良好なため好ましい。また、 π 電子過剰型複素芳香環を有する骨格の中でも、アクリジン骨格、フェノキサジン骨格、フェノチアジン骨格、フラン骨格、チオフェン骨格、およびピロール骨格は、安定で信頼性が良好なため、当該骨格の少なくとも一を有することが好ましい。なお、フラン骨格としてはジベンゾフラン骨格が、チオフェン骨格としてはジベンゾチオフェン骨格が、それぞれ好ましい。また、ピロール骨格としては、インドール骨格、カルバゾール骨格、インドロカルバゾール骨格、ビカルバゾール骨格、または3-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)-9H-カルバゾール骨格が特に好ましい。

[0297]

なお、 π 電子不足型複素芳香環および π 電子過剰型複素芳香環の少なくとも一方の代わりに π 電子不足型骨格および π 電子過剰型骨格を用いることができる。 π 電子過剰型骨格としては、芳香族アミン骨格、またはフェナジン骨格等を用いることができる。また、 π 電子不足型骨格として、キサンテン骨格、チオキサンテンジオキサイド骨格、オキサジアゾール骨格、トリアゾール骨格、イミダゾール骨格、アントラキノン骨格、フェニルボラン、もしくはボラントレン等の含ホウ素骨格、ベンズニトリルまたはシアノベンゼン等のニトリル基またはシアノ基を有する芳香環、複素芳香環、ベンゾフェノン等のカルボニル骨格、ホスフィンオキシド骨格、またはスルホン骨格等を用いることができる。

[0298]

発光層は、発光物質（ゲスト材料）に加えて、1種または複数種の有機化合物（ホスト材料、アシスト材料等）を有していてもよい。1種または複数種の有機化合物としては、上述の正孔輸送性材料および電子輸送性材料の一方または双方を用いることができる。また、1種または複数種の有機化合物として、バイポーラ性材料、またはTADF材料を用いてもよい。

[0299]

発光層は、たとえば、燐光材料と、励起錯体を形成しやすい組み合わせである正孔輸送性材料および電子輸送性材料と、を有することが好ましい。このような構成とすることにより、励起錯体から発光物質（燐光材料）へのエネルギー移動であるExTET（Exciplex-Triplet Energy Transfer）を用いた発光を効率よく得ることができる。発光物質の最も低エネルギー側の吸収帯の波長と重なるような発光を呈する励起錯体を形成するような組み合わせを選択することで、エネルギー移動がスムーズとなり、効率よく発光を得ることができる。この構成により、発光デバイスの高効率、低電圧駆動、長寿命を同時に実現できる。

[0300]

本発明の一態様では、発光層はインクジェット法等の湿式法により作製されるが、上述の各種材料を溶媒に溶解または分散させた塗布用組成物を用いることができる。この場合、種々の有機溶剤を用いることが出来る。また、所望の機能を有するポリマー材料、低分子材料、または dendrimer などの材料を混合し、または溶剤に分散もしくは溶解したものをインク材料として用いることができる。ポリマー材料は高分子材料と記すことがある。

[0301]

なお、発光層をポリマーで構成したい場合、成膜したいポリマー材料のモノマーを一種または複数種混合した組成物を成膜面に吐出し、加熱、またはエネルギー光照射等により架橋または縮合、重合、配位、塩などの結合を形成することで所望の膜を形成してもよい。

[0302]

なお、上記組成物には、界面活性剤または粘度調整用の物質など、その他の機能を有する有機化合物が含まれていてもよい。

[0303]

ポリマー材料としては、共役ポリマー、非共役ポリマー、ペンダントタイプポリマー、染料ブレンドタイプポリマーなどを用いることができる。共役ポリマーとしては、ポリパラフェニレンビニレン誘導体（（poly（p-phenylenevinylene）；PPV）ポリアルキルチオフェン誘導体（（poly（3-alkylthiophene）；PAT））、ポリパラフェニレン誘導体（poly（1,4-phenylene）；PPP系）、ポリフルオレン誘導体（p o

ly (9, 9-dialkylfluorene) ; PDAF)、あるいはこれらの共重合体などが挙げられる。ペンダントタイプのポリマーとしては、ビニルポリマーが挙げられ、たとえばポリビニルカルバゾール誘導体 (polyvinylcarbazole ; PVK) などがある。

[0304]

また、上記組成物に用いることが出来る有機溶剤としては、ベンゼン、トルエン、キシレン、メシチレン、テトラヒドロフラン、ジオキサン、エタノール、メタノール、*n*-プロパノール、イソプロパノール、*n*-ブタノール、*t*-ブタノール、アセトニトリル、ジメチルスルホキシド、ジメチルホルムアミド、クロロホルム、メチレンクロライド、四塩化炭素、酢酸エチル、ヘキサン、またはシクロヘキサン等種々の有機溶剤を用いることが出来る。特に、ベンゼン、トルエン、キシレン、メシチレン等の低極性なベンゼン誘導体を用いることで、好適な濃度の溶液を作ることができ、また、組成物中に含まれる材料が酸化などにより劣化することを防止できるため好ましい。また、作製後の膜の均一性または膜厚の均一性などを考慮すると沸点が100℃以上であることが好ましく、トルエン、キシレン、メシチレンが更に好ましい。

[0305]

<層4430の材料>

なお、本発明の一態様では、発光層以外に、層4430を湿式法により形成しても良い。層4430は各画素で共有化できるため、隔壁110を形成したのち、スピコート法などにより層4430を形成することができる。

[0306]

下部電極672が陽極である場合、層4430には上記正孔輸送性の高い骨格とアクセプタ性を示す材料が同時に含まれていることが好ましい。層4430を湿式法により作製する場合、当該アクセプタ性を示す材料としては、スルホン酸化合物、フッ素化合物、トリフルオロ酢酸化合物、プロピオン酸化合物、または金属酸化物などを挙げることができる。

[0307]

層4430を湿式法により作製する際、モノマーを混合した溶液を塗布する場合は、当該モノマーとして、二級アミンとアリールスルホン酸とを用いることが好ましい。

[0308]

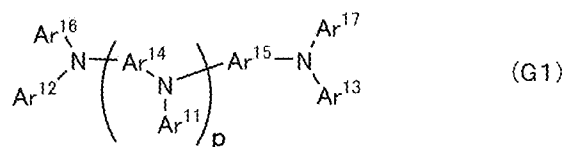
二級アミンとしては、置換または無置換の炭素数6以上14以下のアリール基、置換または無置換の炭素数6以上12以下の π 電子過剰型ヘテロアリール基を用いることができる。アリール基としてたとえば、フェニル基、ビフェニル基、ナフチル基、フルオレニル基、フェナントレニル基、またはアントリル基などを用いることができ、フェニル基であると溶解性が良好で安価になるため好ましい。ヘテロアリール基としてはカルバゾール骨格、ピロール骨格、チオフェン骨格、フラン骨格、またはイミダゾール骨格などを用いることができる。またアリールアミンまたはヘテロアリールアミンを介する結合は複数有していると膜質が向上し好ましく、オリゴマーまたはポリマーとなってもよい。また複数アミンを有する場合、そのアミンの一部が三級アミンであってもよく、二級アミンの割合が三級アミンの割合よりも多い方が好ましい。アミンの数は1000以下、より好ましくは10以下、分子量は10万以下が好ましい。またフッ素が置換されていると、フッ素が置換された化合物との相溶性が向上し、好ましい。

[0309]

二級アミンとしてはたとえば下記一般式(G1)で表される有機化合物などが好ましい。

[0310]

[化1]



[0311]

ただし、上記一般式 (G1) において、 Ar^{11} 乃至 Ar^{13} の 1 以上は水素を表し、 Ar^{14} 乃至 Ar^{17} は置換または無置換の炭素数 6 以上 14 以下の芳香族環を表し、 Ar^{14} 乃至 Ar^{17} は置換または無置換の炭素数 6 以上 14 以下の芳香族環を表す。なお、 Ar^{12} と Ar^{16} 、 Ar^{14} と Ar^{16} 、 Ar^{11} と Ar^{14} 、 Ar^{14} と Ar^{15} 、 Ar^{15} と Ar^{17} 、 Ar^{13} と Ar^{17} は互いに結合して環を形成していてもよい。炭素数 6 以上 14 以下の芳香族環としてはベンゼン環、ビスベンゼン環、ナフタレン環、フルオレン環、フェナントレン環、又はアントラセン環などを用いることができる。また、 p は 0 以上 1000 以下の整数を表し、好ましくは 0 以上 3 以下である。なお、上記一般式 (G1) で表される有機化合物の分子量は 10 万以下であることが好ましい。

[0312]

三級アミンンとしてはたとえば下記一般式 (G2) で表される有機化合物などが好ましい。

[0313]

[化2]



[0314]

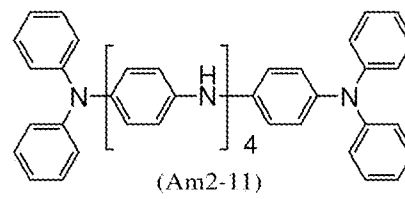
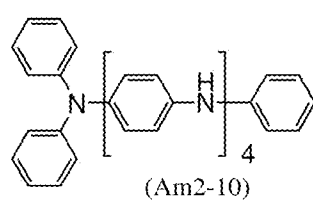
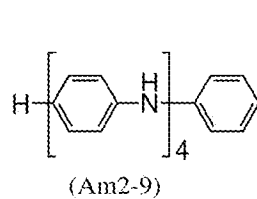
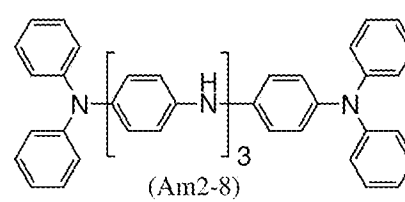
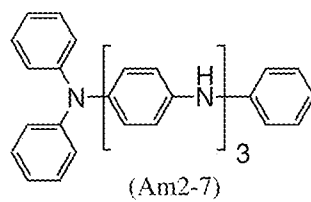
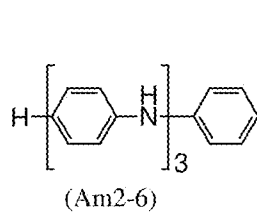
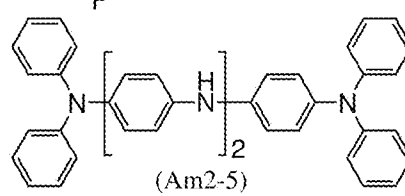
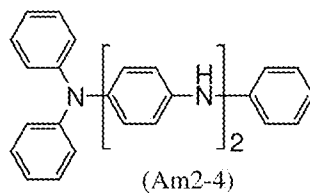
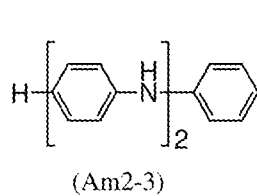
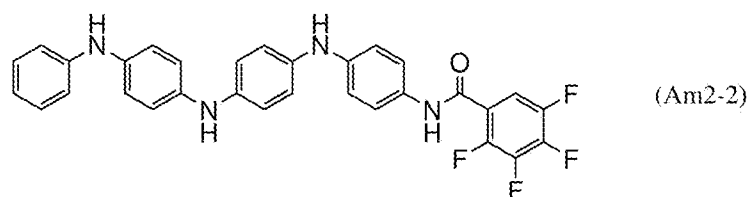
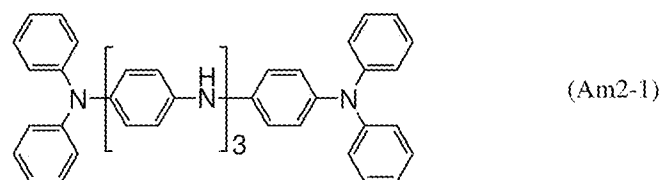
ただし、上記一般式 (G2) において、 Ar^{21} 乃至 Ar^{23} は置換または無置換の炭素数 6 以上 14 以下のアリール基を表し、これらは互いに結合し、環を形成していてもよい。また、 Ar^{21} 乃至 Ar^{23} が置換基を有する場合、当該置換基はジアリールアミノ基またはカルバゾリル基が複数連結した基であってもよい。またエーテル結合、スルフィド結合、アミンを介する結合を有していてもよく、複数のアリール基を有する場合にこれらの結合を介すると、有機溶剤への溶解性が向上し、好ましい。また置換基としてアルキル基を有する場合も、エーテル結合、スルフィド結合、アミンを介して結合しても良い。

[0315]

二級アミンの具体的な例としては、下記構造式 (Am2-1) 乃至構造式 (Am2-32) で表される有機化合物を用いることが好ましい。下記構造式 (Am2-1) 乃至構造式 (Am2-32) で表される有機化合物は NH 基を有する。

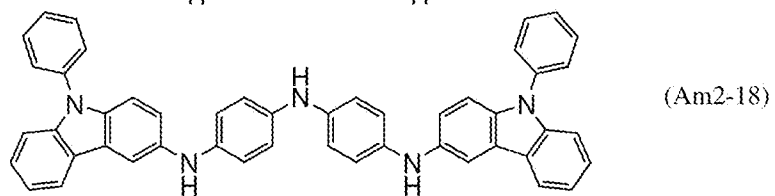
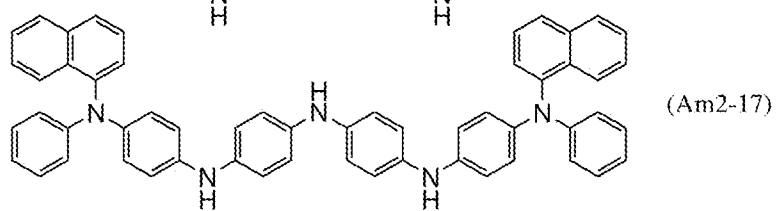
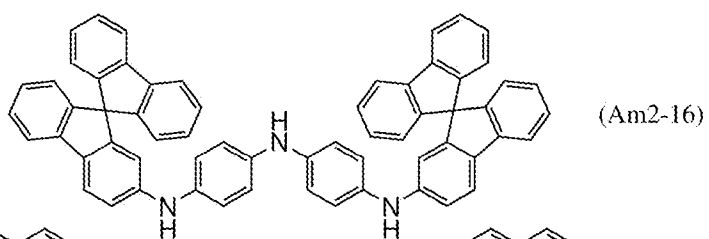
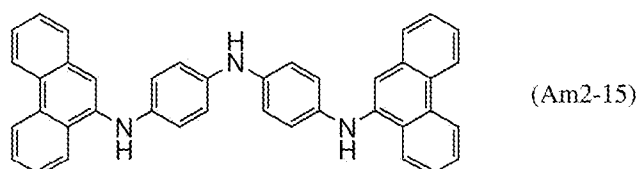
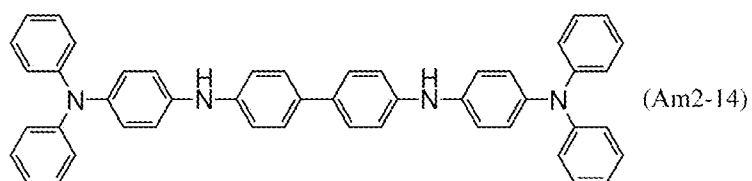
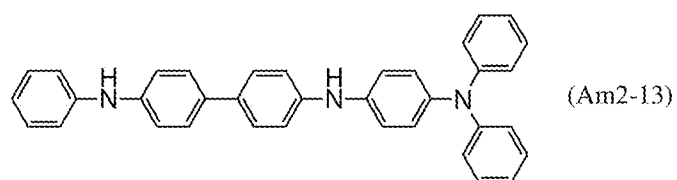
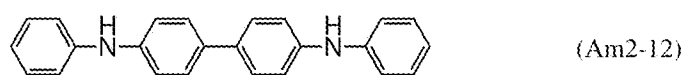
[0316]

[化3]



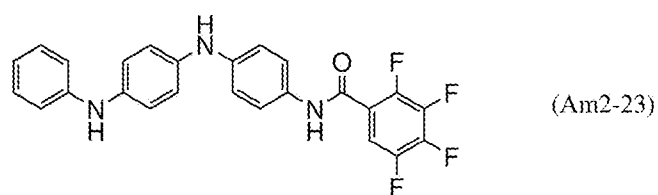
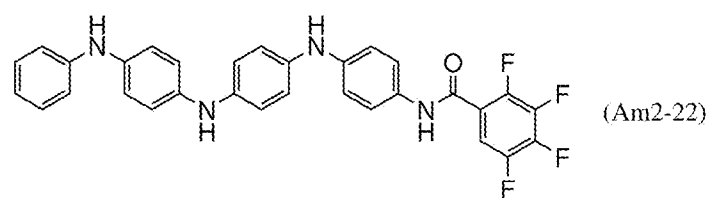
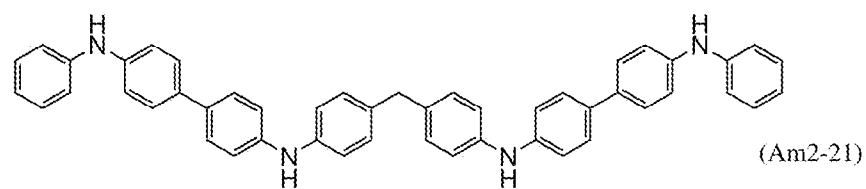
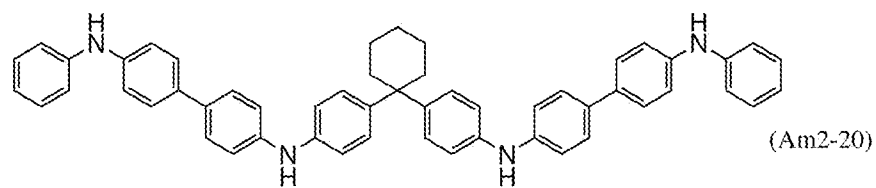
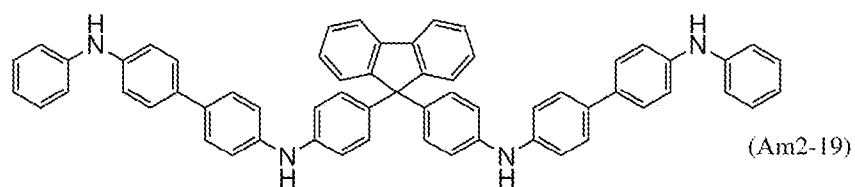
[0 3 1 7]

[化 4]



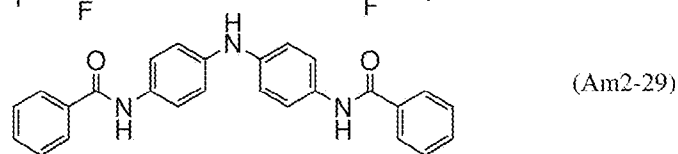
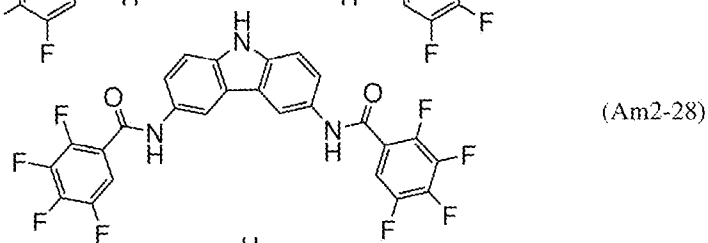
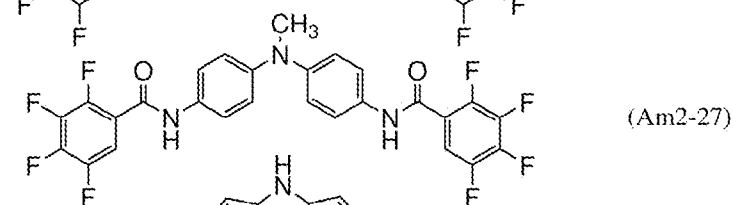
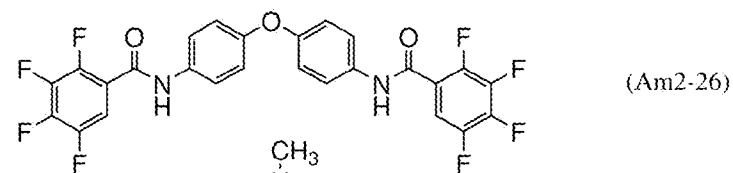
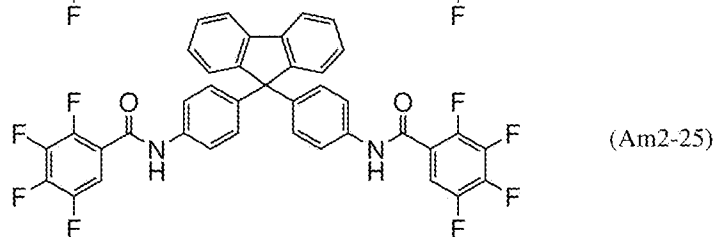
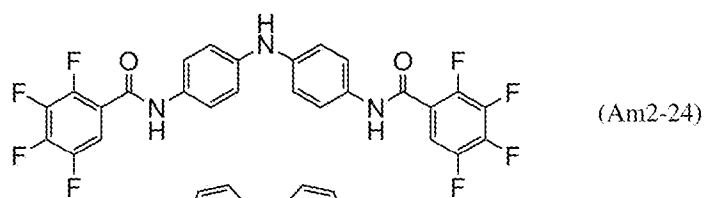
[0 3 1 8]

[化 5]



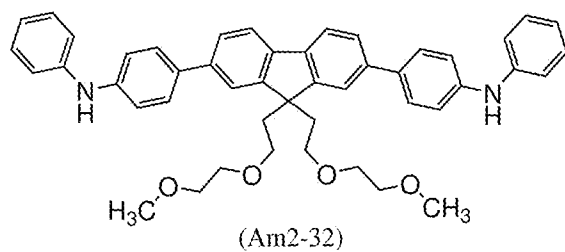
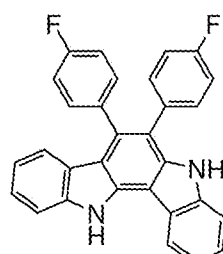
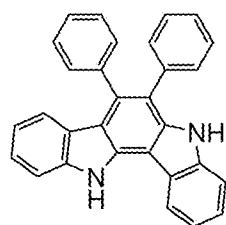
[0 3 1 9]

[化 6]



[0 3 2 0]

[化 7]



[0321]

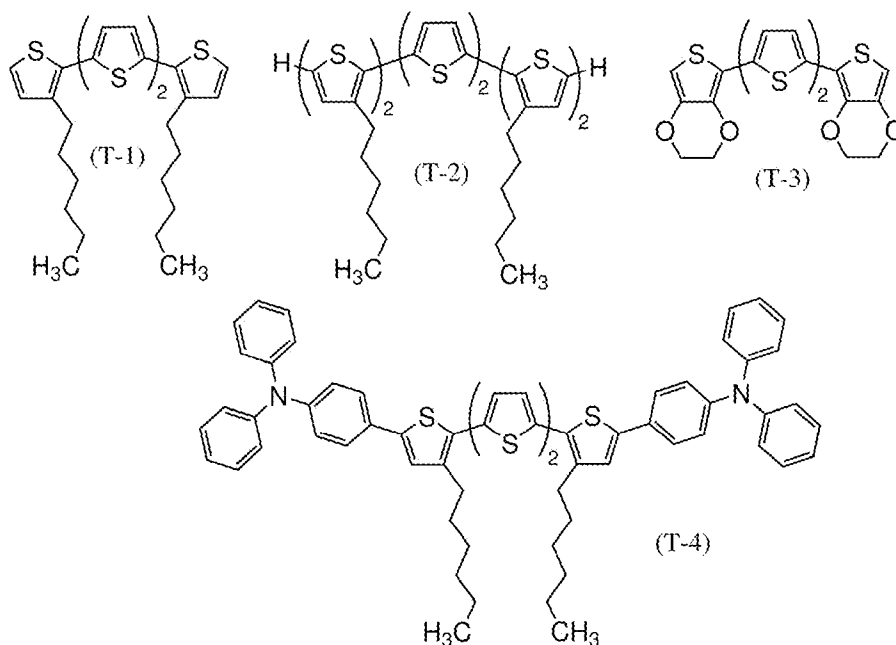
アミン化合物はスルホン酸化合物と混合して、溶液に用いることができる。スルホン酸化合物と混合すると、キャリアが発生しやすく、導電性が向上する。スルホン酸化合物と混合することをpドーピングと記すことがある。アミン化合物として二級アミンを用いると、混合したスルホン酸化合物との脱水反応などにより結合を形成することができるため、好ましい。アミン化合物と混合する化合物がフッ化物である場合、アミン化合物として上記構造式(Am2-1)、(Am2-22)乃至(Am2-28)、又は(Am2-31)の様にフッ化物を用いると、相溶性が向上し、好ましい。

[0322]

なお、二級アミンの代わりにチオフェン誘導体を用いても良い。チオフェン誘導体の具体的な例としては、下記構造式(T-1)乃至構造式(T-4)で表されるような有機化合物、又はポリチオフェン又はポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)(PEDOT)が好ましい。チオフェン誘導体はスルホン酸化合物と混合することにより、キャリアが発生しやすく、導電性が向上する。スルホン酸化合物と混合することをpドーピングと記すことがある。

[0323]

[化8]



[0324]

スルホン酸化合物はアクセプタ性を示す材料である。スルホン酸化合物としてアリールスルホン酸が挙げられる。アリールスルホン酸としては、スルホ基を有すればよく、スルホン酸、スルホン酸塩、アルコキシスルホン酸、ハロゲン化スルホン酸、又はスルホン酸アニオンを用いることができる。これらスルホ基は複数有していてもよい。またアリールスルホン酸が有するアリール基としては、置換又は無置換の炭素数6以上16以下のアリール基を用いることができる。アリール基として例えば、フェニル基、ビフェニル基、ナフチル基、フルオレニル基、フェナントレニル基、アントリル基、又はピレニル基を用いることができ、特にナフチル基は有機溶剤への溶解性と輸送性が

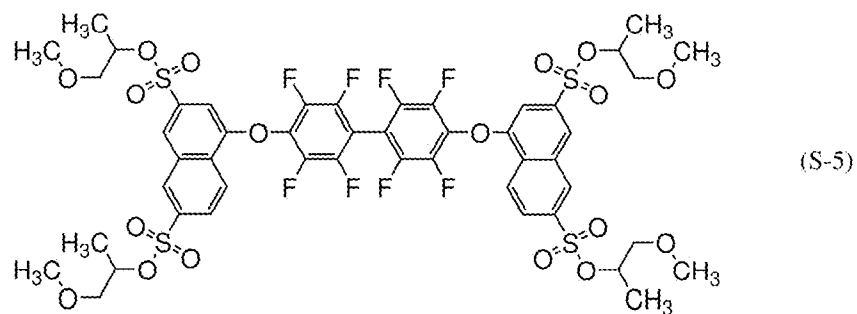
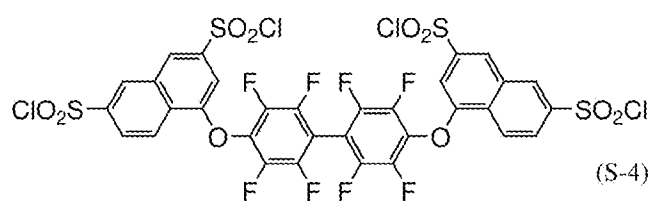
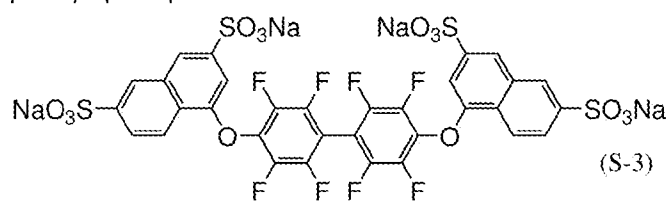
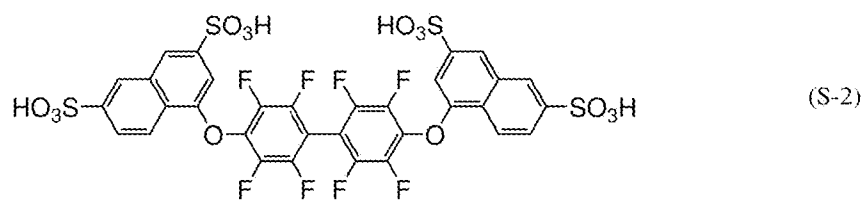
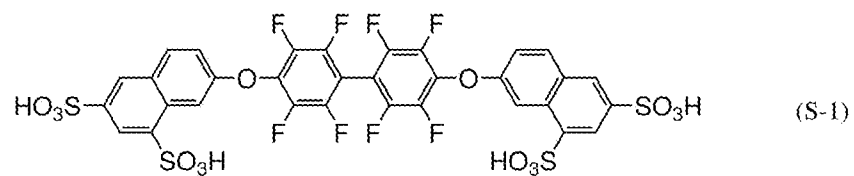
良く、好ましい。またアリールスルホン酸は、複数アリール基を有していてもよい。またアリールスルホン酸は、フッ素が置換されたアリール基を有すると、LUMO準位が深く（マイナスに大きく）調節することができ、好ましい。またアリールスルホン酸は、エーテル結合、スルフィド結合、又はアミンを介する結合を有していてもよく、複数アリール基を有する場合にこれらの結合を介すると、有機溶剤への溶解性が向上し、好ましい。またアリールスルホン酸は、置換基としてアルキル基を有する場合も、エーテル結合、スルフィド結合、又はアミンを介して結合しても良い。またアリールスルホン酸は、ポリマーに置換していても良い。ポリマーとしてはポリエチレン、ナイロン、ポリスチレン、又はポリフルオレニレンを用いることができるが、ポリスチレン又はポリフルオレニレンは導電性がよく、好ましい。

[0325]

アリールスルホン酸を有する化合物（アリールスルホン酸化合物）の具体的な例としては、例えば、下記構造式（S-1）乃至構造式（S-15）で表される有機化合物が好ましい。ポリ（4-スチレンスルホン酸）（PSS）などのスルホ基をもつポリマーも用いることができる。アリールスルホン酸化合物を用いることで、HOMOの浅い電子供与体（アミン化合物、カルバゾール化合物、又はチオフェン化合物など）からの電子を受容することができ、電子供与体と混合することで電極からのホール注入又はホール輸送性を持たせることができる。アリールスルホン酸化合物をフッ素化合物とすることで、よりLUMO準位を深く（よりマイナスのエネルギー準位をもつ）調節することができる。

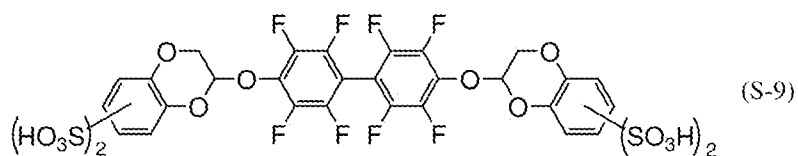
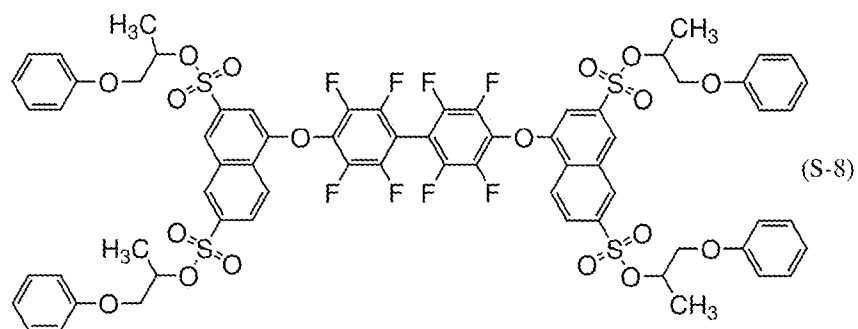
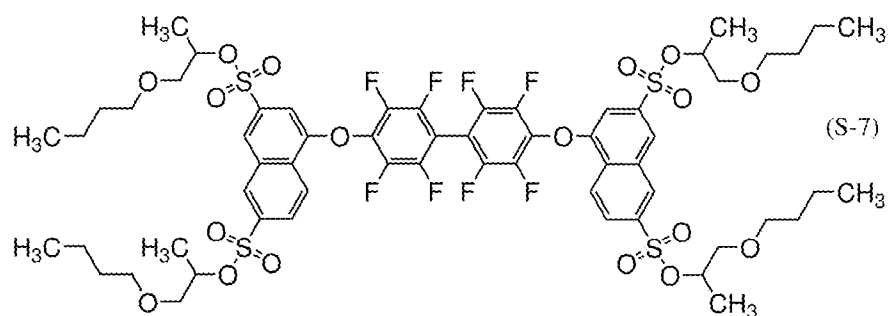
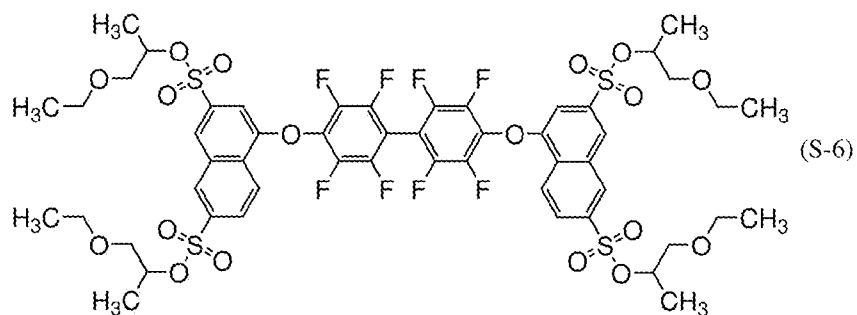
[0326]

[化9]



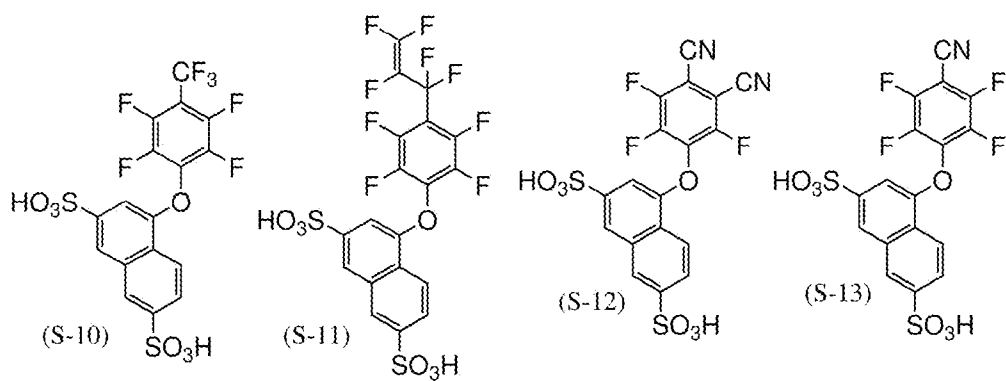
[0 3 2 7]

[化 1 0]



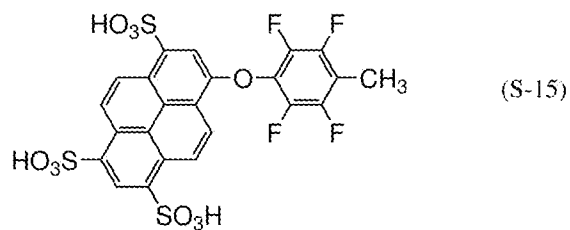
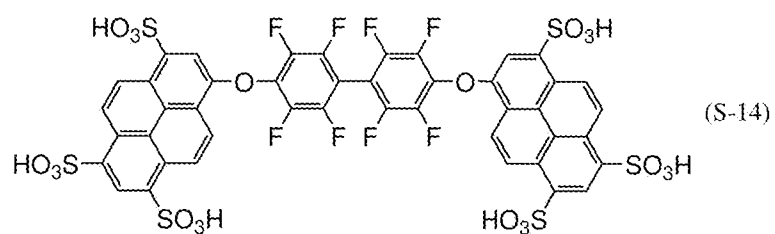
[0 3 2 8]

[化 1 1]



[0 3 2 9]

[化 1 2]

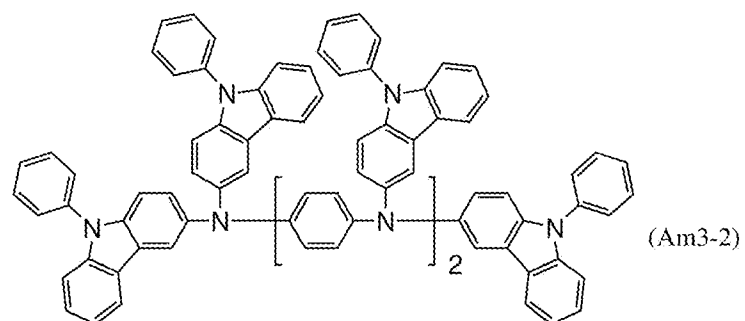
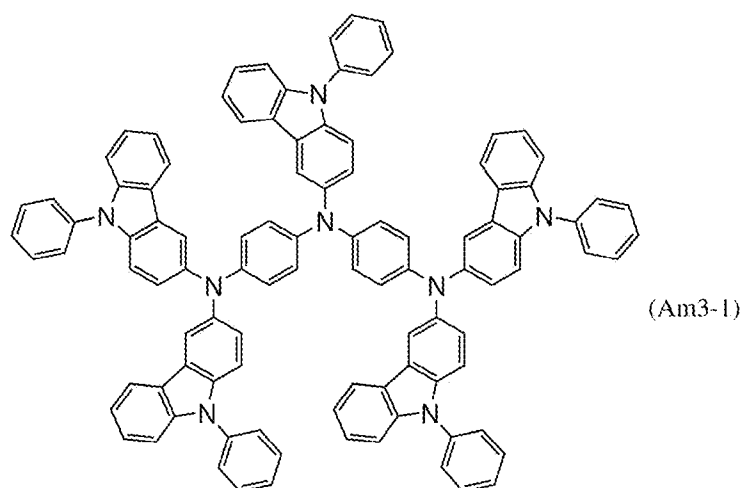


[0 3 3 0]

上記二級アミンとスルホン酸化合物とを混合した溶液には、さらに三級アミンを混合してもよい。三級アミンは二級アミンよりも電気化学的、光科学的に安定で、混合すると正孔輸送性が良好となる。当該三級アミンとしては、例えば、下記構造式（Am 3－1）乃至構造式（Am 3－7）で表される有機化合物が好ましい。溶液には、三級アミンの他に、正孔輸送性を有する材料を適宜混合してもよい。

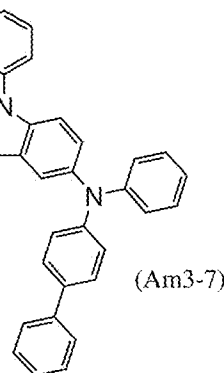
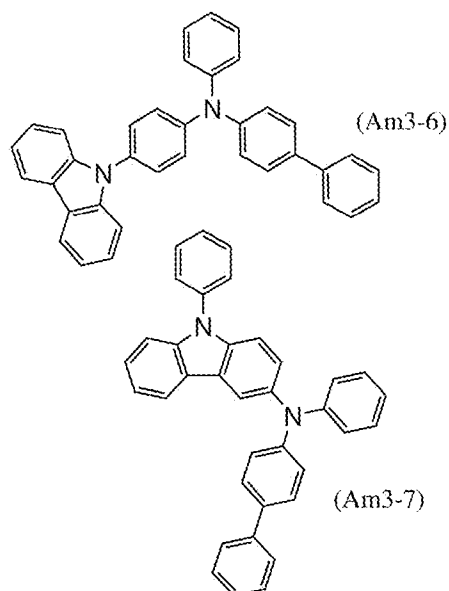
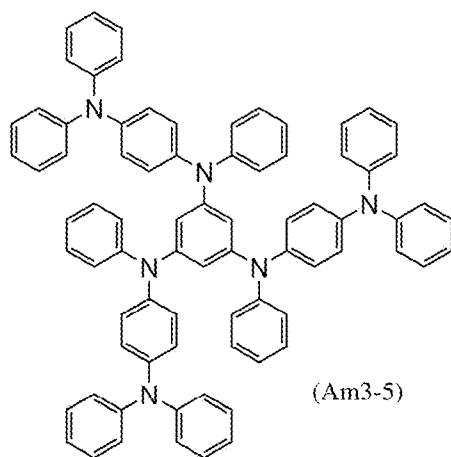
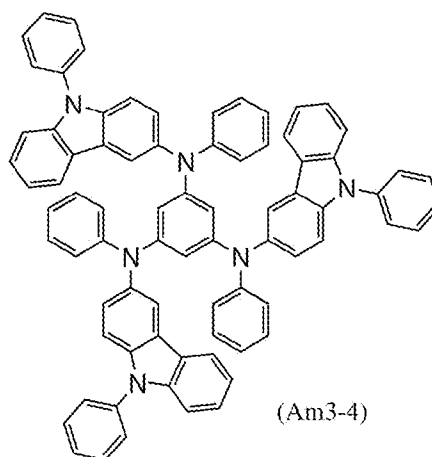
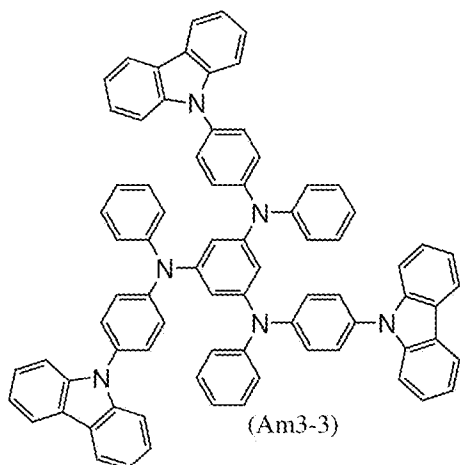
[0 3 3 1]

[化 1 3]



[0 3 3 2]

[化 1 4]



[0333]

アリールスルホン酸化合物の他に、電子受容体としてテトラシアノキノジメタン化合物などシアノ化合物を用いることもできる。具体的には、2, 3, 5, 6-テトラフルオロ-7, 7, 8, 8-テトラシアノキノジメタン (F4TCNQ) またはジピラジノ [2, 3-f : 2', 3'-h] キノキサリン-2, 3, 6, 7, 10, 11-ヘキサカルボニトリル (HAT-CN6) などがあげられる。

[0334]

なお、上記モノマーを混合した溶液には、3, 3, 3-トリフルオロプロピルトリメトキシシラン化合物またはフェニルトリメトキシシラン化合物のいずれかまたは両方が含まれていると湿式で成膜した場合に濡れ性が向上するため好ましい。

[0335]

二級アミンまたはチオフェンなどの電子供与体とアリールスルホン酸の少なくとも二つのモノマーを含む溶液を用いて湿式法により成膜された層を、ToF-SIMSにより測定すると、ネガティブモードの結果において $m/z = 80$ 付近にシグナルが観測される。 $m/z = 80$ はアリールスルホン酸における SO_3^- 陰イオンに由来するシグナルである。一方で、上記層はアミンモノマーに由

来するシグナルは観測されにくい。そして当該層を有する発光デバイスが十分な発光を呈すると、当該層が十分な正孔輸送能を備えているという証拠になる。発光可能な発光デバイスにおいて、上記シグナル等の分析結果が出た場合、当該層は十分な正孔輸送性を有することがわかり、正孔輸送能を担うアミン等の骨格が観測されないということは、上記モノマー同士が結合して高分子化合物の膜となっていることが示唆される。上記のような分析結果は、当該層が湿式法により形成されたことを意味する。

[0336]

なお、上記構造式（S-1）または（S-2）で表されるスルホン酸化合物はスルホ基が多く、アミン化合物と三次元に結合を形成することができ、膜質が安定しやすいため好ましい。当該アリールスルホン酸化合物を用いて作製された層は、上記 $m/z = 80$ のシグナルに加えて、ネガティブモードにおいて $m/z = 901$ のシグナルが観測される。またプロダクトイオンとして $m/z = 328$ のシグナルも観察される。

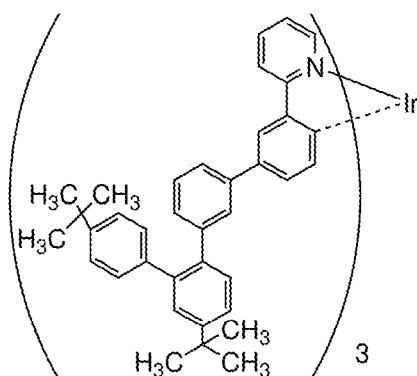
[0337]

<発光材料>

なお、本発明の一態様の発光デバイスにおいては、下記構造式で表されるイリジウム錯体を発光材料として用いることが好ましい。下記イリジウム錯体は、アルキル基を有するため、有機溶剤に溶けやすく、溶液を調整しやすく好ましい。

[0338]

[化15]



[0339]

なお、上記構造式で表されるイリジウム錯体を含む発光層をTOF-SIMSによって測定すると、ポジティブモードの結果において、 $m/z = 1676$ またはプロダクトイオンである $m/z = 1181$ 、 $m/z = 685$ にシグナルが現れることがわかっている。

[0340]

図13D1のように中間層が一層の場合、アクセプタ材料とドナー材料が含まれていればよい。図13D2のように中間層が二層の場合、アクセプタ材料が含まれた有機化合物層と、ドナー材料が含まれた有機化合物層を有するとよい。

[0341]

アクセプタ材料を含む有機化合物層は上述の正孔注入層または正孔輸送層を構成することができる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。

[0342]

アクセプタ材料は、LUMO準位の値とHOMO準位の値に近い他の有機化合物との間で電荷分離させることにより、当該有機化合物に正孔（ホール）を発生させることができる材料である。たとえば有機のアクセプタ材料としては、キノジメタン誘導体、クロラニル誘導体、またはヘキサアザトリフェニレン誘導体などの電子吸引基（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る。たとえば、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）、3, 6-ジフルオロ-2, 5, 7, 8, 8-ヘキサシアノキノジメタン、クロラニル、2, 3, 6, 7, 10, 11-ヘキサシアノ-1, 4, 5, 8, 9, 12-ヘキサアザトリフェニレン（略称：HAT-CN）、1, 3, 4, 5, 7, 8-ヘキサフルオロテトラシアノ-ナフトキノジメタン（略称：F₆-TCNNQ）、2-（7-ジシアノメチレン-1, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10-オクタフルオロ-7H-ピレン-2-イリデン）マロノニトリル等を用いることができる。なお、有機のアクセプタ材料の中でも特にHAT-CNのように複素原子を複数有する縮合芳香環に電子吸引基が結合している化合物は、アクセプタ性が高く、熱に対して膜質が安定であるため好適である。その他にも、電子吸引基（特にフルオロ基のようなハロゲン基またはシアノ基）を有する[3]ラジアレン誘導体は、電子受容性が非常に高いため好ましく、具体的には $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1, 2, 3-シクロプロパントリイリデントリス[4-シアノ-2, 3, 5, 6-テトラフルオロベンゼンアセトニトリル]、 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1, 2, 3-シクロプロパントリイリデントリス[2, 6-ジクロロ-3, 5-ジフルオロ-4-（トリフルオロメチル）ベンゼンアセトニトリル]、 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1, 2, 3-シクロプロパントリイリデントリス[2, 3, 4, 5, 6-ペンタフルオロベンゼンアセトニトリル]などを用いることができる。

[0343]

ドナー材料は、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等の電子注入性の高い物質を用いることが可能である。上記化合物としてアルカリ金属化合物には、酸化リチウム等の酸化物又はハロゲン化物が挙げられ、さらにアルカリ金属化合物は、炭酸リチウム又は炭酸セシウム等の炭酸塩も含まれる。また上記化合物としてアルカリ土類金属化合物には、酸化物、ハロゲン化物、又は炭酸塩が含まれ、さらに希土類金属の化合物として酸化物、ハロゲン化物、又は炭酸塩が含まれる。

[0344]

ドナー材料を含む有機化合物層は、上述の電子輸送層または電子注入層を構成する材料と同様の材料を用いて形成することができる。

[0345]

本実施の形態は、本明細書等に記載した他の実施の形態と適宜組み合わせて実施することができる。たとえば本実施の形態で示した構造の一部を本明細書等に記載した他の実施の形態と適宜組み合わせて実施してもよい。

[0346]

（実施の形態6）

実施の形態では、本発明の一態様の画素回路の構成例、および駆動方法例について説明する。

[0347]

〔画素回路の構成例1〕

図25Aに示す画素回路PIX1は、トランジスタM1、トランジスタM2、容量C1、および発光デバイスELを有する。また、画素回路PIX1には、配線SL、配線GL、配線AL、および配線CLが電氣的に接続されている。

[0348]

トランジスタM1は、ゲートが配線GLと、ソースおよびドレインの一方が配線SLと、他方がトランジスタM2のゲート、および容量C1の一方の電極と、それぞれ電氣的に接続されている。トランジスタM2は、ソースおよびドレインの一方が配線ALと、他方が発光デバイスELのアノードと、それぞれ電氣的に接続されている。容量C1は、他方の電極が発光デバイスELのアノードと電氣的に接続されている。発光デバイスELは、カソードが配線CLと電氣的に接続されている。

[0349]

トランジスタM1は、選択用トランジスタとも呼ぶことができ、画素の選択・非選択を制御するためのスイッチとして機能する。トランジスタM1は、上記実施の形態で示されたLTPSトランジスタまたはOSトランジスタ等を適用することができるが、OSトランジスタが好ましい。

[0350]

トランジスタM2は、駆動トランジスタとも呼ぶことができ、発光デバイスELに流れる電流を制御する機能を有する。トランジスタM2は、上記実施の形態で示されたLTPSトランジスタまたはOSトランジスタ等を適用することができるが、LTPSトランジスタが好ましい。

[0351]

容量C1は保持容量として機能し、トランジスタM2のゲート電位を保持する機能を有する。容量C1は、MIM容量などの容量素子を適用してもよいし、配線間の容量、またはトランジスタのゲート容量などを容量C1として用いてもよい。

[0352]

配線SLには、ソース信号が供給される。配線SLは、トランジスタのソースまたはドレインとして機能する導電層と同じ導電層を用いて形成することができる。配線GLには、ゲート信号が供給される。配線GLは、トランジスタのゲートとして機能する導電層Gと同じ導電層を用いて形成することができる。配線ALと配線CLには、それぞれ定電位が供給される。配線ALと配線CLはそれぞれ、導電層若しくは導電層G、または導電層および導電層Gを用いて形成することができる。配線ALと配線CLはそれぞれ、導電層と同じ導電層、または導電層Gと同じ導電層を用いて形成することができる。

[0353]

発光デバイスELのアノード側を高電位に、カソード側をアノード側よりも低電位にすることができ、アノードを陽極、カソードを陰極に対応させることができる。

[0354]

図25Bに示す画素回路PIX2は、画素回路PIX1に、トランジスタM3を追加した構成である。また画素回路PIX2には、配線V0が電氣的に接続されている。トランジスタM3は、上記実施の形態で示されたLTPSトランジスタまたはOSトランジスタ等を適用することができるが、LTPSトランジスタが好ましい。

[0355]

トランジスタM3は、ゲートが配線GLと、ソースおよびドレインの一方が発光デバイスELのアノードと、他方が配線V0と、それぞれ電氣的に接続されている。

[0356]

配線V0は、画素回路PIX2にデータを書き込む際に定電位が与えられる。これにより、トランジスタM2のゲートソース間電圧のばらつきを抑制することができる。

[0357]

図25Cに示す画素回路PIX3は、上記画素回路PIX1のトランジスタM1およびトランジスタM2に、一対のゲートが電氣的に接続されたトランジスタを適用した場合の例である。また、図25Dに示す画素回路PIX4は、画素回路PIX2に一対のゲートが電氣的に接続されたトランジスタを適用した場合の例である。これにより、トランジスタが流すことのできる電流を増大させることができる。なお、ここでは全てのトランジスタに、一対のゲートが電氣的に接続されたトランジスタを適用したが、これに限られない。また、一対のゲートを有し、かつこれらが異なる配線と電氣的に接続されるトランジスタを適用してもよい。たとえば、ゲートの一方とソースとが電氣的に接続されたトランジスタを用いることで、信頼性を高めることができる。

[0358]

図26Aに示す画素回路PIX5は、上記PIX2に、トランジスタM4を追加した構成である。また、画素回路PIX5には、3本のゲート線として機能する配線（配線GL1、配線GL2、および配線GL3）が電氣的に接続されている。トランジスタM4は、上記実施の形態で示されたLTPSトランジスタまたはOSトランジスタ等を適用することができるが、LTPSトランジスタが好ましい。

[0359]

トランジスタM4は、ゲートが配線GL3と、ソースおよびドレインの一方がトランジスタM2のゲートと、他方が配線V0と、それぞれ電氣的に接続されている。また、トランジスタM1のゲートが配線GL1と、トランジスタM3のゲートが配線GL2と、それぞれ電氣的に接続されている。配線V0は、導電層と同じ導電層、若しくは導電層Gと同じ導電層、またはこれらを共に用いて形成することができる。配線V0は、配線ALと交差するように配置されることがある。

[0360]

トランジスタM3とトランジスタM4を同時に導通状態とさせることで、トランジスタM2のソースとゲートが同電位となり、トランジスタM2を非導通状態とすることができる。これにより、発光デバイスELに流れる電流を強制的に遮断することができる。このような画素回路は、表示期間と消灯期間を交互に設ける表示方法を用いる場合に適している。

[0361]

図26Bに示す画素回路PIX6は、上記画素回路PIX5に容量C2を追加した場合の例である。容量C2は保持容量として機能する。

[0362]

図26Cに示す画素回路PIX7、および図26Dに示す画素回路PIX8は、それぞれ上記画素回路PIX5または画素回路PIX6に、一対のゲートを有するトランジスタを適用した場合の例である。トランジスタM1、トランジスタM3、トランジスタM4には、一対のゲートが電氣的に接続されたトランジスタが適用され、トランジスタM2には、一方のゲートがソースと電氣的に接続されたトランジスタが適用されている。

[0363]

[画素回路の構成例2]

図27Aに示す画素回路PIX1は、トランジスタM1、トランジスタM2、容量C1、および発光デバイスELを有する。また、画素回路PIX1には、配線SL、配線GL、配線AL、および配線CLが電氣的に接続されている。

[0364]

トランジスタM1は、ゲートが配線GLと、ソースおよびドレインの一方が配線SLと、他方がトランジスタM2のゲート、および容量C1の一方の電極と、それぞれ電氣的に接続されている。トランジスタM2は、ソースおよびドレインの一方が配線CLと、他方が発光デバイスELのカソードと、それぞれ電氣的に接続されている。容量C1は、他方の電極がトランジスタM2のソースおよびドレインの他方と電氣的に接続されている。発光デバイスELは、アノードが配線ALと電氣的に接続されている。

[0365]

トランジスタM1は、選択トランジスタとも呼ぶことができ、画素の選択・非選択を制御するためのスイッチとして機能する。トランジスタM2は、駆動トランジスタとも呼ぶことができ、発光デバイスELに流れる電流を制御する機能を有する。トランジスタM2は、駆動素子である。容量C1は保持容量として機能し、トランジスタM2のゲート電位を保持する機能を有する。容量C1は、MIM容量などの容量素子を適用してもよいし、配線間の容量、またはトランジスタのゲート容量などを容量C1として用いてもよい。

[0366]

配線SLには、ソース信号が供給される。配線SLは、トランジスタのソースまたはドレインとして機能する導電層と同じ導電層を用いて形成することができる。配線GLには、ゲート信号が供給される。配線GLは、トランジスタのゲートとして機能する導電層Gと同じ導電層を用いて形成することができる。配線ALと配線CLには、それぞれ定電位が供給される。配線ALと配線CLはそれぞれ、導電層若しくは導電層G、または導電層および導電層Gを用いて形成することができる。配線ALと配線CLはそれぞれ、導電層と同じ導電層、または導電層Gと同じ導電層を用いて形成することができる。

[0367]

発光デバイスELのアノード側を高電位に、カソード側をアノード側よりも低電位にすることができる。アノードを陽極、カソードを陰極に対応させることができる。

[0368]

図27Bに示す画素回路PIX2は、上記画素回路PIX1のトランジスタM1およびトランジスタM2に、一対のゲートが電氣的に接続されたトランジスタを適用した場合の例である。これにより、トランジスタが流すことのできる電流を増大させることができる。なお、ここでは全てのトランジスタに、一対のゲートが電氣的に接続されたトランジスタを適用したが、これに限られない。また、一対のゲートを有し、かつこれらが異なる配線と電氣的に接続されるトランジスタを適用してもよい。たとえば、ゲートの一方とソースとが電氣的に接続されたトランジスタを用いることで、信頼性を高めることができる。

[0369]

図28Aに示す画素回路PIX3は、上記PIX1に、トランジスタM3を追加した構成である。また、画素回路PIX3には、2本のゲート線として機能する配線（配線GL1、および配線GL2）が電氣的に接続されている。

[0370]

トランジスタM3は、ゲートが配線GL2と、ソースおよびドレインの一方がトランジスタM2のゲートと、他方が配線V0と、それぞれ電氣的に接続されている。また、トランジスタM1のゲートが配線GL1と電氣的に接続されている。配線V0は、導電層Gと同じ導電層、若しくは導電層Gと同じ導電層、またはこれらを共に用いて形成することができる。配線V0は、配線ALと交差するように配置されることがある。

[0371]

トランジスタM3導通状態とさせることで、トランジスタM2のソースとゲートが同電位となり、トランジスタM2を非導通状態とすることができる。これにより、発光デバイスELに流れる電流を強制的に遮断することができる。このような画素回路は、表示期間と消灯期間を交互に設ける表示方法を用いる場合に適している。

[0372]

図28Bに示す画素回路PIX4は、上記画素回路PIX3に、一対のゲートを有するトランジスタを適用した場合の例である。トランジスタM1、トランジスタM2、トランジスタM3には、一対のゲートが電氣的に接続されたトランジスタが適用されている。

[0373]

〔駆動方法例〕

以下では、画素回路PIX5が適用された表示装置の駆動方法の一例について説明する。なお、画素回路PIX6、PIX7、およびPIX8についても、同様の駆動方法を適用できる。

[0374]

図29に、画素回路PIX5が適用された表示装置の駆動方法にかかるタイミングチャートを示す。ここでは、k行目のゲート線である配線GL1[k]、配線GL2[k]および配線GL3[k]、並びにk+1行目のゲート線である配線GL1[k+1]、配線GL2[k+1]、配線GL3[k+1]の電位の推移を示している。また、図29には、ソース線として機能する配線SLに与えられる信号のタイミングを示している。

[0375]

ここでは、一水平期間を点灯期間と、消灯期間と、に分けて表示する駆動方法の例を示している。また、k行目の水平期間と、k+1行目の水平期間とは、ゲート線の選択期間だけずれている。

[0376]

k行目の点灯期間において、まず配線GL1[k]および配線GL2[k]にハイレベル電位が与えられ、配線SLにソース信号が与えられる。これにより、トランジスタM1とトランジスタM3が導通状態となり、配線SLからトランジスタM2のゲートにソース信号に対応する電位が書き込まれる。その後、配線GL1[k]および配線GL2[k]にローレベル電位が与えられることで、トランジスタM1とトランジスタM3が非導通状態となり、トランジスタM2のゲート電位が保持される。

[0377]

続いて、k+1行目の点灯期間に遷移し、上記と同様の動作によりデータが書き込まれる。

[0378]

続いて、消灯期間について説明する。k行目の消灯期間において、配線GL2[k]と配線GL3[k]にハイレベル電位が与えられる。これにより、トランジスタM3とトランジスタM4が導通

状態となるため、トランジスタM2のソースとゲートに同電位が供給されることで、トランジスタM2にはほとんど電流が流れなくなる。これにより、発光デバイスELが消灯する。k行目に位置する全ての画素が消灯することになる。k行目の画素は、次の点灯期間まで消灯状態が維持される。

[0379]

続いて、k+1行目の消灯期間に遷移し、上記と同様にk+1行目の画素全てが消灯状態となる。

[0380]

このように、一水平期間中ずっと点灯しているのではなく、一水平期間中に消灯期間を設ける駆動方法をデューティ駆動とも呼ぶことができる。デューティ駆動を用いることで、動画を表示する際の残像現象を低減することができるため、動画表示性能の高い表示装置を実現できる。特にVR機器などでは、残像を低減することで、いわゆるVR酔いを軽減することができる。

[0381]

デューティ駆動において、一水平期間に対する点灯期間の割合を、デューティ比と呼ぶことができる。たとえばデューティ比が50%のとき、点灯期間と消灯期間が同じ長さであることを意味する。なお、デューティ比は自由に設定することが可能であり、たとえば0%より高く、100%以下の範囲で適宜調整することができる。

[0382]

本実施の形態は、本明細書等に記載した他の実施の形態と適宜組み合わせて実施することができる。たとえば本実施の形態で示した構造の一部を本明細書等に記載した他の実施の形態と適宜組み合わせて実施してもよい。

[0383]

(実施の形態7)

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置について説明する。

[0384]

本実施の形態の表示装置は、高解像度の表示装置または大型な表示装置とすることができる。したがって、本実施の形態の表示装置は、たとえば、テレビジョン装置、デスクトップ型もしくはノート型のパーソナルコンピュータ、コンピュータ用などのモニタ、デジタルサイネージ、パチンコ機などの大型ゲーム機などの比較的大きな画面を備える電子機器の他、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、デジタルフォトフレーム、携帯電話機、携帯型ゲーム機、スマートフォン、腕時計型端末、タブレット端末、携帯情報端末、音響再生装置の表示部に用いることができる。

[0385]

[表示装置400A1]

図30に表示装置400A1の斜視図を示し、図31Aに表示装置400A1の断面図を示す。表示装置400A1は、表示部462、回路464、配線465等を有する。表示部462は画素領域を含む。図30では表示装置400A1にIC473およびFPC472が実装されている例を示している。そのため、図30に示す構成は、表示装置400A1、IC(集積回路)、およびFPCを有する表示モジュールということもできる。

[0386]

回路464としては、たとえば走査線駆動回路を用いることができる。

[0387]

配線465は、表示部462および回路464に信号および電力を供給する機能を有する。当該信

号および電力は、FPC472を介して外部から配線465に入力されるか、またはIC473から配線465に入力される。

[0388]

図30では、COG (Chip On Glass) 方式またはCOF (Chip on Film) 方式等により、IC473が設けられている例を示す。IC473は、たとえば走査線駆動回路または信号線駆動回路などを有するICを適用できる。なお、表示装置400A1および表示モジュールは、ICを設けない構造としてもよい。

[0389]

図31Aの断面図は、表示装置400A1の、FPC472、回路464、表示部462、および端部を含む。表示装置400A1の端部は、表示部462の外側に位置する領域である。FPC472が貼り付けられる領域も端部に相当する。図31AではFPC472に対向する側の端部を示す。

[0390]

表示装置400A1は、支持基板411が、接着層412を用いて樹脂層413に接着した構造を有する。支持基板411はガラス基板またはプラスチック基板を用いることができる。プラスチック基板を用いた構造は、ガラス基板を有する構造より軽量化を図ることができる。接着層412または樹脂層413からの不純物元素の侵入を防止するために、絶縁層415および絶縁層416を設ける。絶縁層415および絶縁層416は無機材料を用いて形成するとよい。

[0391]

絶縁層415および絶縁層416が有する無機材料は酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン、窒化シリコン、酸化ガリウム、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、酸化ハフニウムおよび酸化タンタルを一種以上含むとよい。絶縁層415が有する無機材料は、絶縁層416が有する無機材料と異なると好ましい。

[0392]

図31Aにおいて、対向側は接着層442を介して貼り合わされた対向基板443を有する。すなわち、表示装置400A1は支持基板411と対向基板443とが貼り合わされた構造を有する。図30では、対向基板443を破線で示す。対向基板443はガラス基板またはプラスチック基板を用いることができる。プラスチック基板を用いた構造は、ガラス基板を有する構造より軽量化を図ることができる。

[0393]

樹脂層413はポリエチレンテレフタレート (PET)、ポリエチレンナフタレート (PEN) 等のポリエステル樹脂、ポリアクリロニトリル樹脂、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、ポリメチルメタクリレート樹脂、ポリカーボネート (PC) 樹脂、ポリエーテルスルホン (PES) 樹脂、ポリアミド樹脂 (ナイロン、アラミド等)、ポリシロキサン樹脂、シクロオレフィン樹脂、ポリスチレン樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂、ポリ塩化ビニリデン樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリテトラフルオロエチレン (PTFE) 樹脂、ABS樹脂、セルロースナノファイバー等を用いることができる。

[0394]

接着層412または接着層442としては、それぞれ、ポリエチレンテレフタレート (PET)、

ポリエチレンナフタレート（PEN）等のポリエステル樹脂、ポリアクリロニトリル樹脂、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、ポリメチルメタクリレート樹脂、ポリカーボネート（PC）樹脂、ポリエーテルスルホン（PES）樹脂、ポリアミド樹脂（ナイロン、アラミド等）、ポリシロキサン樹脂、シクロオレフィン樹脂、ポリスチレン樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂、ポリ塩化ビニリデン樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）樹脂、ABS樹脂、セルロースナノファイバー等を用いることができる。樹脂層413に十分な接着機能がある場合、接着層412は省略できる。

[0395]

対向側の接着層442は、発光デバイスの封止材として機能する。このような封止構造を固体封止構造と記す。固体封止構造以外には、中空封止構造などが適用できる。中空封止構造については後述する。

[0396]

図31Aに示す表示装置400A1は、トランジスタ101を有する。トランジスタ101は上記実施の形態を参照すればよい。本実施の形態ではトランジスタ101に加えてバックゲート420を有する。バックゲート420上には絶縁層421を有する。バックゲート420は上記実施の形態のように有さなくともよい。

[0397]

トランジスタ101上には、上記実施の形態で例示した発光デバイスを有し、本実施の形態では上部電極159上に絶縁層440を有する。絶縁層421および絶縁層440は無機材料を用いて形成するとよい。不純物元素に加えて水分の侵入を防止することができる。

[0398]

絶縁層421および絶縁層440が有する無機材料は酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン、窒化シリコン、酸化ガリウム、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、酸化ハフニウムおよび酸化タンタルを一種以上含むとよい。絶縁層440は少なくとも3層以上積層された構造を有すると好ましい。3層以上積層された構造では、少なくとも2種以上の無機材料を用いるとよい。

[0399]

発光デバイスが発する光は、破線で示すように対向基板443側に射出される。対向基板443側に射出される構造をトップエミッション構造と記す。トップエミッション構造の場合、対向基板443は可視光に対する透過性が高い材料を用いることが好ましい。

[0400]

対向基板443にはカラーフィルタ層（着色層とも記す）が発光層153R、発光層153Gおよび発光層153Bに対応して配置される。カラーフィルタ層は各発光色に対応して、赤色を呈することができるカラーフィルタ層444R、緑色を呈することができるカラーフィルタ層444G、および青色を呈することができるカラーフィルタ層444Bを有する。カラーフィルタ層の間には遮光層434が配置される。遮光層はブラックマトリクスとも記す。

[0401]

回路464にも遮光層が設けられる。また回路464に設けられたトランジスタは表示部462のトランジスタ101と同一の材料および同一の工程により作製することができる。

[0402]

図3 1 Aには端部として領域4 3 1を示す。端部にも遮光層が設けられる。領域4 3 1は、導電層4 3 2、導電層4 3 3および導電層4 3 5が互いに接する構造、つまりこれらで封止された構造を有する。導電層4 3 2はソースおよびドレイン1 0 3と同一材料を有する。導電層4 3 3は補助電極1 1 5と同一材料を有する。導電層4 3 5は上部電極1 5 9と同一材料を有する。上記導電膜が互いに接するために各絶縁層に開口部が設けられる。たとえば、絶縁層1 0 6に開口部が設けられ、当該開口部にて導電層4 3 2は導電層4 3 3と接する領域を有する。また第1の絶縁物1 2 0および第2の絶縁物1 2 1に開口部が設けられ、当該開口部にて導電層4 3 3は導電層4 3 5と接する領域を有する。端部において、導電層4 3 5上に絶縁層4 4 0が設けられ、絶縁層4 4 0上に接着層4 4 2が設けられる。

[0 4 0 3]

トランジスタ1 0 1はバックゲート4 2 0を有し、半導体層を2つのゲートで挟持する構成が適用されている。2つのゲートを接続し、これらに同一の信号を供給することによりトランジスタを駆動してもよい。または、2つのゲートのうち、一方に閾値電圧を制御するための電位を与え、他方に駆動のための電位を与えることで、トランジスタの閾値電圧を制御してもよい。

[0 4 0 4]

本実施の形態の表示装置が有するトランジスタの構造は特に限定されない。たとえば、プレーナ型のトランジスタ、スタガ型のトランジスタ、逆スタガ型のトランジスタ等を用いることができる。また、トップゲート型またはボトムゲート型のいずれのトランジスタ構造としてもよい。図3 1 Bにはゲート絶縁層がゲートを超えて、かつ半導体層と重なる領域でパターンニングされたトランジスタ1 0 1であって、バックゲートを有する構造を示す。

[0 4 0 5]

トランジスタ1 0 1に用いる半導体層の結晶性は特に限定されず、非晶質半導体、単結晶半導体、または単結晶以外の結晶性を有する半導体、（微結晶半導体、多結晶半導体、または一部に結晶領域を有する半導体）のいずれを用いてもよい。単結晶半導体または結晶性を有する半導体を用いると、トランジスタ特性の劣化を抑制できるため好ましい。

[0 4 0 6]

トランジスタの半導体層は、シリコンを有すると好ましい。シリコンとしては、アモルファスシリコン、結晶性のシリコン（低温ポリシリコン、単結晶シリコンなど）などが挙げられる。または、半導体層は、金属酸化物（酸化物半導体ともいう）を有することが好ましい。金属酸化物をチャネル形成領域に用いたトランジスタをOSトランジスタと記すことがある。

[0 4 0 7]

上記金属酸化物は、たとえば、インジウムと、M（Mは、ガリウム、アルミニウム、シリコン、ホウ素、イットリウム、スズ、銅、バナジウム、ベリリウム、チタン、鉄、ニッケル、ゲルマニウム、ジルコニウム、モリブデン、ランタン、セリウム、ネオジム、ハフニウム、タンタル、タングステン、およびマグネシウムから選ばれた一種または複数種）と、亜鉛と、を有することが好ましく、In-M-Zn酸化物と記すことがある。特に、Mは、アルミニウム、ガリウム、イットリウム、およびスズから選ばれた一種または複数種であることが好ましい。

[0 4 0 8]

上記金属酸化物として、インジウム（In）、ガリウム（Ga）、および亜鉛（Zn）を含む酸化物（MがGaであって、これをIGZOと記す）を用いることが好ましい。

[0409]

金属酸化物が I_n-M-Z_n 酸化物の場合、当該 I_n-M-Z_n 酸化物における I_n の原子数比は M の原子数比以上であることが好ましい。このような I_n-M-Z_n 酸化物の金属元素の原子数比として、 $I_n:M:Z_n=1:1:1$ またはその近傍の組成、 $I_n:M:Z_n=1:1:1.2$ またはその近傍の組成、 $I_n:M:Z_n=2:1:3$ またはその近傍の組成、 $I_n:M:Z_n=3:1:2$ またはその近傍の組成、 $I_n:M:Z_n=4:2:3$ またはその近傍の組成、 $I_n:M:Z_n=4:2:4.1$ またはその近傍の組成、 $I_n:M:Z_n=5:1:3$ またはその近傍の組成、 $I_n:M:Z_n=5:1:6$ またはその近傍の組成、 $I_n:M:Z_n=5:1:7$ またはその近傍の組成、 $I_n:M:Z_n=5:1:8$ またはその近傍の組成、 $I_n:M:Z_n=6:1:6$ またはその近傍の組成、 $I_n:M:Z_n=5:2:5$ またはその近傍の組成、等が挙げられる。なお、上記近傍の組成とは、所望の原子数比が $\pm 30\%$ の範囲を指す。

[0410]

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

[0411]

支持基板 411 において、対向基板 443 から露出した領域には、接続部が設けられている。接続部では、配線 465 が導電層 438 および接続層 439 を介して FPC 472 と電気的に接続されている。配線 465 はソースおよびドレインと同一材料を用いて形成することができる。導電層 438 は、上部電極 159 と同一材料を用いて形成することができる。接続部において、導電層 438 の端部は、絶縁層 437 で覆われている。絶縁層 437 は、絶縁層 440 と同一材料を用いて形成することができる。

[0412]

接続層 439 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。

[0413]

対向基板 443 の外側には各種光学部材を配置することができる。光学部材としては、偏光板、位相差板、光拡散層 (拡散フィルムなど)、反射防止層、および集光フィルム等が挙げられる。また、対向基板 443 の外側には、ゴミの付着を抑制する帯電防止膜、汚れを付着しにくくする撥水性の膜、使用に伴う傷の発生を抑制するハードコート膜、衝撃吸収層等を配置してもよい。

[0414]

対向基板 443 には、プラスチック基板または薄いガラス基板等の可撓性を有する材料を用いると、表示装置の可撓性を高めることができる。また、対向基板 443 として偏光板を用いてもよい。

[0415]

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材料としては、アルミニウム、チタン、クロム、ニッケル、銅、イットリウム、ジルコニウム、モリブデン、銀、タンタル、およびタングステンなどの金属、並びに、当該金属を主成分とする合金などが挙げられる。これらの材料を含む膜を単層で、または積層構造として用いることができる。

[0416]

[表示装置400B1]

図32に表示装置400B1の断面図を示す。表示装置400B1は図32に示した表示装置400A1に中空封止構造を適用した場合の断面図に対応する。中空封止構造を適用するため、基板500と対向基板502を用意する。基板500および対向基板502はプラスチック基板よりガラス基板の方が好ましい。対向基板502を保持するため、シール材501等を端部に有する。基板500、シール材501、及び対向基板502に囲まれた空間に不活性ガス（窒素またはアルゴンなど）が充填されている。

[0417]

図32に示す表示装置400B1の端部について説明する。端部は図31に示す表示装置400A1と同様な領域431に加えて領域430を有する。領域430は絶縁層106に開口部が設けられている。絶縁層106が有機材料を有すると水分の侵入経路となり、発光デバイスが劣化することがあるが、開口部を設けることで水分の侵入経路を遮断することができる。さらに領域430における絶縁層106の開口部には第1の絶縁物120および第2の絶縁物121と同一材料を有する層を充填するとよい。絶縁層106の開口部には下部電極116または上部電極159と同一材料を充填してもよい。このような領域430は領域431の内側に存在するように示したが、外側にあってもよい。

[0418]

図32に示す表示装置400B1のその他の構成は、図31に示す表示装置400A1と同様である。

[0419]

[表示装置400C1]

図33に、表示装置400C1の断面図を示す。表示装置400C1は矢印で示すように支持基板411側へ発光デバイスからの光が射出されるボトムエミッション構造を適用し、トランジスタ101の半導体層に金属酸化物を用いた場合の断面図に対応する。

[0420]

ボトムエミッション構造は支持基板411側から光を取り出すため、トランジスタ101が金属酸化物を有すると好ましい。金属酸化物は透光性を示すためである。トランジスタ101はバックゲート420と、バックゲート420を覆う絶縁層421を有する。トランジスタ101はソース103aおよびドレイン103bを有する。また絶縁層105aおよび絶縁層105bを有する。絶縁層105aは無機材料を有し、絶縁層105bは有機材料を有するとよい。ソース103aおよびドレイン103bは、絶縁層105aの開口部および絶縁層105bの開口部に形成され、下部電極116と電氣的に接続される。

[0421]

トランジスタ101において金属酸化物の上方にゲート並びにソース103aおよびドレイン10

3 b が位置する。ゲート並びにソース及びドレインは導電性材料を用いるため、金属酸化物への光照射を抑制できる。さらに発光デバイスから発せられる光も遮ることができる。

[0422]

図33に示す表示装置400C1において、対向基板443にはカラーフィルタ層および遮光層を有さない。

[0423]

図33に示す表示装置400C1のその他の構成は、図31に示す表示装置400A1または図32に示す表示装置400B1と同様である。

[0424]

[表示装置400A2]

図34Aに表示装置400A2の断面図を示す。表示装置400A2は、表示部462、回路464、配線465等を有する。表示部462は画素領域を含む。図34Aでは表示装置400A2にIC473およびFPC472が実装されている例を示している。そのため、図34Aに示す構成は、表示装置400A2、IC（集積回路）、およびFPCを有する表示モジュールということもできる。

[0425]

図34Aに示す表示装置400A2は上記実施の形態2、3で示した発光デバイスを有するとよい。図34Aに示す表示装置400A2のその他の構成は、図31A等 to 示す表示装置400A1と同様である。また図34Bに示すトランジスタ101の構成等は、図31B等 to 示すトランジスタ101と同様である。

[0426]

[表示装置400B2]

図35に表示装置400B2の断面図を示す。表示装置400B2は図34Aに示した表示装置400A2に中空封止構造を適用した場合の断面図に対応する。

[0427]

図35に示す表示装置B2のその他の構成は、図31A等 to 示す表示装置400A1と同様である。

[0428]

[表示装置400C2]

図36に、表示装置400C2の断面図を示す。表示装置400C2は矢印で示すように支持基板411側へ発光素子からの光が射出されるボトムエミッション構造を適用し、トランジスタ101の半導体層に金属酸化物を用いた場合の断面図に対応する。

[0429]

図36に示す表示装置C2のその他の構成は、図31A等 to 示す表示装置400A1又は図35等 to 示す表示装置400B2と同様である。

[0430]

本実施の形態は、本明細書等に記載した他の実施の形態と適宜組み合わせて実施することができる。たとえば本実施の形態で示した構造の一部を本明細書等に記載した他の実施の形態と適宜組み合わせて実施してもよい。

[0431]

(実施の形態8)

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

[0432]

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、スズなどが含まれていることが好ましい。また、ホウ素、シリコン、チタン、鉄、ニッケル、ゲルマニウム、ジルコニウム、モリブデン、ランタン、セリウム、ネオジム、ハフニウム、タンタル、タングステン、マグネシウム、コバルトなどから選ばれた一種、または複数種が含まれていてもよい。

[0433]

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

[0434]

<結晶構造の分類>

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

[0435]

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

[0436]

GIXD法によるXRDスペクトルについて説明する。石英ガラス基板の当該XRDスペクトルはピークの形状がほぼ左右対称である。一方で、結晶構造を有するIGZO膜の上記XRDスペクトルのピークの形状は左右非対称である。上記XRDスペクトルのピークの形状が左右非対称であることは、膜中または基板中の結晶の存在を明示している。別言すると、XRDスペクトルのピークの形状で左右対称でないと、膜または基板は非晶質状態であるとは言えない。

[0437]

また、膜または基板の結晶構造は、極微電子線回折法（NBED: Nano Beam Electron Diffraction）によって観察される回折パターン（極微電子線回折パターンともいう）にて評価することができる。たとえば、石英ガラス基板の回折パターンでは、ハローが観察され、石英ガラスは、非晶質状態であることが確認できる。また、室温成膜したIGZO膜の回折パターンでは、ハローではなく、スポット状のパターンが観察される。このため、室温成膜したIGZO膜は、結晶状態でもなく、非晶質状態でもない、中間状態であり、非晶質状態であると結論することはできないと推定される。

[0438]

<<酸化物半導体の構造>>

なお、酸化物半導体は、構造に着目した場合、上記とは異なる分類となる場合がある。たとえば、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、たとえば、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。

[0439]

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。

[0440]

[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。

[0441]

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。

[0442]

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、たとえば、高分解能TEM（Transmission Electron Microscope）像において、格子像として観察される。

[0443]

CAAC-OS膜に対し、たとえば、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。

[0444]

また、たとえば、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。

[0445]

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、歪みを許容することができるためと考えられる。

[0446]

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。たとえば、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。

[0447]

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元素の混入、欠陥の生成などによって低下する場合があるため、CAAC-OSは不純物元素および欠陥（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。従って、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。

[0448]

[nc-OS]

nc-OSは、微小な領域（たとえば、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、たとえば、1nm以上10nm以下、特に1nm以上3nm以下であることから、当該微小な結晶をナノ結晶ともいう。また、nc-OSは、異なるナノ結晶間で結晶方位に規則性が見られない。そのため、膜全体で配向性が見られない。従って、nc-OSは、分析方法によっては、a-like OS、または非晶質酸化物半導体と区別が付かない場合がある。たとえば、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（たとえば50nm以上）の電子線を用いる電子線回折（制限視野電子線回折ともいう。）を行うと、ハローパターンのような回折パタ

ーンが観測される。一方、 $nc-OS$ 膜に対し、ナノ結晶の大きさと近いナノ結晶より小さいプローブ径（たとえば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。

[0449]

[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。

[0450]

<<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。

[0451]

[CAC-OS]

CAC-OSとは、たとえば、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。

[0452]

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。

[0453]

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。たとえば、 $In-Ga-Zn$ 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、たとえば、第1の領域は、 $[In]$ が、第2の領域における $[In]$ よりも大きく、かつ、 $[Ga]$ 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、かつ、 $[In]$ が、第1の領域における $[In]$ よりも小さい領域である。

[0454]

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。

[0455]

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。

[0456]

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

[0457]

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

[0458]

また、たとえば、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。

[0459]

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

[0460]

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

[0461]

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

[0462]

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

[0463]

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。

[0464]

<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。

[0465]

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

[0466]

トランジスタには、キャリア濃度の低い酸化物半導体を用いることが好ましい。たとえば、酸化物半導体のキャリア濃度は $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 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おいては、酸化物半導体膜中の不純物元素濃度を低くし、欠陥準位密度を低くすればよい。本明細書等において、不純物元素濃度が低く、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。

[0467]

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。

[0468]

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。

[0469]

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元素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元素濃度を低減するためには、近接する膜中の不純物元素濃度も低減することが好ましい。不純物元素としては、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。

[0470]

<不純物元素>

ここで、酸化物半導体中における不純物元素の影響について説明する。

[0471]

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、酸化物半導体におけるシリコンまたは炭素の濃度と、酸化物半導体との界面近傍のシリコンまたは炭素の濃度（二次イオン質量分析法（SIMS: Secondary Ion Mass Spectrometry）により得られる濃度）を、 $2 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以下、好ましくは $2 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ 以下とする。

[0472]

また、酸化物半導体にアルカリ金属またはアルカリ土類金属が含まれると、欠陥準位を形成し、キャリアを生成する場合がある。従って、アルカリ金属またはアルカリ土類金属が含まれている酸化物半導体を用いたトランジスタはノーマリーオン特性となりやすい。このため、SIMSにより得

られる酸化物半導体中のアルカリ金属またはアルカリ土類金属の濃度を、 $1 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以下、好ましくは $2 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^3$ 以下にする。

[0473]

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

[0474]

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

[0475]

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

[0476]

本実施の形態は、本明細書等に記載した他の実施の形態と適宜組み合わせて実施することができる。たとえば本実施の形態で示した構造の一部を本明細書等に記載した他の実施の形態と適宜組み合わせて実施してもよい。

[0477]

(実施の形態9)

本実施の形態では、本発明の一態様の電子機器について図37乃至図40を用いて説明する。

[0478]

本実施の形態の電子機器は、本発明の一態様の表示装置を有する。本発明の一態様の表示装置は、高精細化、高解像度化、大型化のそれぞれが容易である。したがって、本発明の一態様の表示装置は、様々な電子機器の表示部に用いることができる。

[0479]

また、本発明の一態様の表示装置は、低いコストで作製できるため、電子機器の製造コストを低減することができる。

[0480]

電子機器としては、たとえば、テレビジョン装置、デスクトップ型もしくはノート型のパーソナルコンピュータ、コンピュータ用などのモニタ、デジタルサイネージ、パチンコ機などの大型ゲーム機などの比較的大きな画面を備える電子機器の他、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、デジ

タルフォトフレーム、携帯電話機、携帯型ゲーム機、携帯情報端末、音響再生装置、などが挙げられる。

[0481]

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

[0482]

本発明の一態様の表示装置は、HD（画素数1280×720）、FHD（画素数1920×1080）、WQHD（画素数2560×1440）、WQXGA（画素数2560×1600）、4K2K（画素数3840×2160）、8K4K（画素数7680×4320）といった極めて高い解像度を有していることが好ましい。特に4K2K、8K4K、またはそれ以上の解像度とすることが好ましい。また、本発明の一態様の表示装置における画素密度（精細度）は、300ppi以上が好ましく、500ppi以上がより好ましく、1000ppi以上がより好ましく、2000ppi以上がより好ましく、3000ppi以上がより好ましく、5000ppi以上がより好ましく、7000ppi以上がさらに好ましい。このように高い解像度または高い精細度を有する表示装置を用いることで、携帯型または家庭用途などのパーソナルユースの電子機器において、臨場感および奥行き感をより高めることが可能となる。

[0483]

本実施の形態の電子機器は、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。

[0484]

本実施の形態の電子機器は、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。

[0485]

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

[0486]

本実施の形態の電子機器は、様々な機能を有することができる。たとえば、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。

[0487]

図37Aに示す電子機器6500は、スマートフォンとして用いることのできる携帯情報端末機である。

[0488]

電子機器 6 5 0 0 は、筐体 6 5 0 1、表示部 6 5 0 2、電源ボタン 6 5 0 3、ボタン 6 5 0 4、スピーカ 6 5 0 5、マイク 6 5 0 6、カメラ 6 5 0 7、および光源 6 5 0 8 等を有する。表示部 6 5 0 2 はタッチパネル機能を備える。

[0 4 8 9]

表示部 6 5 0 2 に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。

[0 4 9 0]

図 3 7 B は、筐体 6 5 0 1 のマイク 6 5 0 6 側の端部を含む断面図である。

[0 4 9 1]

筐体 6 5 0 1 の表示面側には透光性を有する保護部材 6 5 1 0 が設けられ、筐体 6 5 0 1 と保護部材 6 5 1 0 に囲まれた空間内に、表示パネル 6 5 1 1、光学部材 6 5 1 2、タッチセンサパネル 6 5 1 3、プリント基板 6 5 1 7、バッテリー 6 5 1 8 等が配置されている。

[0 4 9 2]

保護部材 6 5 1 0 には、表示パネル 6 5 1 1、光学部材 6 5 1 2、およびタッチセンサパネル 6 5 1 3 が接着層（図示しない）により固定されている。

[0 4 9 3]

表示部 6 5 0 2 よりも外側の領域において、表示パネル 6 5 1 1 の一部が折り返されており、当該折り返された部分に F P C 6 5 1 5 が接続されている。F P C 6 5 1 5 には、I C 6 5 1 6 が実装されている。F P C 6 5 1 5 は、プリント基板 6 5 1 7 に設けられた端子に接続されている。

[0 4 9 4]

表示パネル 6 5 1 1 には本発明の一態様のフレキシブルディスプレイ（可撓性を有する表示装置）を適用することができる。そのため、極めて軽量の電子機器を実現できる。また、表示パネル 6 5 1 1 が極めて薄いため、電子機器の厚さを抑えつつ、大容量のバッテリー 6 5 1 8 を搭載することもできる。また、表示パネル 6 5 1 1 の一部を折り返して、画素部の裏側に F P C 6 5 1 5 との接続部を配置することにより、狭額縁の電子機器を実現できる。

[0 4 9 5]

図 3 8 A にテレビジョン装置の一例を示す。テレビジョン装置 7 1 0 0 は、筐体 7 1 0 1 に表示部 7 0 0 0 が組み込まれている。ここでは、スタンド 7 1 0 3 により筐体 7 1 0 1 を支持した構成を示している。

[0 4 9 6]

表示部 7 0 0 0 に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。

[0 4 9 7]

図 3 8 A に示すテレビジョン装置 7 1 0 0 の操作は、筐体 7 1 0 1 が備える操作スイッチ、および、別体のリモコン操作機 7 1 1 1 により行うことができる。または、表示部 7 0 0 0 にタッチセンサを備えていてもよく、指等で表示部 7 0 0 0 に触れることでテレビジョン装置 7 1 0 0 を操作してもよい。リモコン操作機 7 1 1 1 は、当該リモコン操作機 7 1 1 1 から出力する情報を表示する表示部を有していてもよい。リモコン操作機 7 1 1 1 が備える操作キーまたはタッチパネルにより、チャンネルおよび音量の操作を行うことができ、表示部 7 0 0 0 に表示される映像を操作することができる。

[0 4 9 8]

なお、テレビジョン装置 7 1 0 0 は、受信機およびモデムなどを備えた構成とする。受信機により

一般のテレビ放送の受信を行うことができる。また、モデムを介して有線または無線による通信ネットワークに接続することにより、一方向（送信者から受信者）または双方向（送信者と受信者間、あるいは受信者間同士など）の情報通信を行うことも可能である。

[0499]

図38Bに、ノート型パーソナルコンピュータの一例を示す。ノート型パーソナルコンピュータ7200は、筐体7211、キーボード7212、ポインティングデバイス7213、外部接続ポート7214等を有する。筐体7211に、表示部7000が組み込まれている。

[0500]

表示部7000に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。

[0501]

図38Cおよび図38Dに、デジタルサイネージの一例を示す。

[0502]

図38Cに示すデジタルサイネージ7300は、筐体7301、表示部7000、およびスピーカ7303等を有する。さらに、LEDランプ、操作キー（電源スイッチ、または操作スイッチを含む）、接続端子、各種センサ、マイクロフォン等を有することができる。

[0503]

図38Dは円柱状の柱7401に取り付けられたデジタルサイネージ7400である。デジタルサイネージ7400は、柱7401の曲面に沿って設けられた表示部7000を有する。

[0504]

図38Cおよび図38Dにおいて、表示部7000に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。

[0505]

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

[0506]

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

[0507]

また、図38Cおよび図38Dに示すように、デジタルサイネージ7300またはデジタルサイネージ7400は、ユーザが所持するスマートフォン等の情報端末機7311または情報端末機7411と無線通信により連携可能であることが好ましい。たとえば、表示部7000に表示される広告の情報を、情報端末機7311または情報端末機7411の画面に表示させることができる。また、情報端末機7311または情報端末機7411を操作することで、表示部7000の表示を切り替えることができる。

[0508]

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

[0509]

図39Aは、ファインダー8100を取り付けた状態のカメラ8000の外観を示す図である。

[0510]

カメラ8000は、筐体8001、表示部8002、操作ボタン8003、シャッターボタン8004等を有する。またカメラ8000には、着脱可能なレンズ8006が取り付けられている。なお、カメラ8000は、レンズ8006と筐体とが一体となってもよい。

[0511]

カメラ8000は、シャッターボタン8004を押す、またはタッチパネルとして機能する表示部8002をタッチすることにより撮像することができる。

[0512]

筐体8001は、電極を有するマウントを有し、ファインダー8100のほか、ストロボ装置等を接続することができる。

[0513]

ファインダー8100は、筐体8101、表示部8102、ボタン8103等を有する。

[0514]

筐体8101は、カメラ8000のマウントと係合するマウントにより、カメラ8000に取り付けられている。ファインダー8100はカメラ8000から受信した映像等を表示部8102に表示させることができる。

[0515]

ボタン8103は、電源ボタン等としての機能を有する。

[0516]

カメラ8000の表示部8002、およびファインダー8100の表示部8102に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。なお、ファインダーが内蔵されたカメラ8000であってもよい。

[0517]

図39Bは、ヘッドマウントディスプレイ8200の外観を示す図である。

[0518]

ヘッドマウントディスプレイ8200は、装着部8201、レンズ8202、本体8203、表示部8204、ケーブル8205等を有している。また装着部8201には、バッテリー8206が内蔵されている。

[0519]

ケーブル8205は、バッテリー8206から本体8203に電力を供給する。本体8203は無線受信機等を備え、受信した映像情報を表示部8204に表示させることができる。また、本体8203はカメラを備え、使用者の眼球またはまぶたの動きの情報を入力手段として用いることができる。

[0520]

また、装着部8201には、使用者に触れる位置に、使用者の眼球の動きに伴って流れる電流を検知可能な複数の電極が設けられ、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8201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 8 2 0 4 に表示する機能、使用者の頭部の動きに合わせて表示部 8 2 0 4 に表示する映像を変化させる機能などを有していてもよい。

[0 5 2 1]

表示部 8 2 0 4 に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。

[0 5 2 2]

図 3 9 C 乃至図 3 9 E は、ヘッドマウントディスプレイ 8 3 0 0 の外観を示す図である。ヘッドマウントディスプレイ 8 3 0 0 は、筐体 8 3 0 1 と、表示部 8 3 0 2 と、バンド状の固定具 8 3 0 4 と、一对のレンズ 8 3 0 5 と、を有する。

[0 5 2 3]

使用者は、レンズ 8 3 0 5 を通して、表示部 8 3 0 2 の表示を視認することができる。なお、表示部 8 3 0 2 を湾曲して配置させると、使用者が高い臨場感を感じることができるため好ましい。また、表示部 8 3 0 2 の異なる領域に表示された別の画像を、レンズ 8 3 0 5 を通して視認することで、視差を用いた 3 次元表示等を行うこともできる。なお、表示部 8 3 0 2 を 1 つ設ける構成に限られず、表示部 8 3 0 2 を 2 つ設け、使用者の片方の目につき 1 つの表示部を配置してもよい。

[0 5 2 4]

表示部 8 3 0 2 に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。本発明の一態様の表示装置は、極めて高い精細度を実現することも可能である。たとえば、図 3 9 E のようにレンズ 8 3 0 5 を用いて表示を拡大して視認される場合でも、使用者に画素が視認されにくい。つまり、表示部 8 3 0 2 を用いて、使用者に現実感の高い映像を視認させることができる。

[0 5 2 5]

図 3 9 F は、ゴーグル型のヘッドマウントディスプレイ 8 4 0 0 の外観を示す図である。ヘッドマウントディスプレイ 8 4 0 0 は、一对の筐体 8 4 0 1 と、装着部 8 4 0 2 と、緩衝部材 8 4 0 3 と、を有する。一对の筐体 8 4 0 1 内には、それぞれ、表示部 8 4 0 4 およびレンズ 8 4 0 5 が設けられる。一对の表示部 8 4 0 4 に互いに異なる画像を表示させることで、視差を用いた 3 次元表示を行うことができる。

[0 5 2 6]

使用者は、レンズ 8 4 0 5 を通して表示部 8 4 0 4 を視認することができる。レンズ 8 4 0 5 はピント調整機構を有し、使用者の視力に応じて位置を調整することができる。表示部 8 4 0 4 は、正方形または横長の長方形であることが好ましい。これにより、臨場感を高めることができる。

[0 5 2 7]

装着部 8 4 0 2 は、使用者の顔のサイズに応じて調整でき、かつ、ずれ落ちることのないよう、可塑性および弾性を有することが好ましい。また、装着部 8 4 0 2 の一部は、骨伝導イヤフォンとして機能する振動機構を有していることが好ましい。これにより、別途イヤフォン、スピーカなどの音響機器を必要とせず、装着しただけで映像と音声を楽しむことができる。なお、筐体 8 4 0 1 内に、無線通信により音声データを出力する機能を有していてもよい。

[0 5 2 8]

装着部 8 4 0 2 と緩衝部材 8 4 0 3 は、使用者の顔（額、頬など）に接触する部分である。緩衝部材 8 4 0 3 が使用者の顔と密着することにより、光漏れを防ぐことができ、より没入感を高めることができる。緩衝部材 8 4 0 3 は、使用者がヘッドマウントディスプレイ 8 4 0 0 を装着した際に使用者の顔に密着するよう、柔らかな素材を用いることが好ましい。たとえばゴム、シリコーンゴ

ム、ウレタン、スポンジなどの素材を用いることができる。また、スポンジ等の表面を布、革（天然皮革または合成皮革）、などで覆ったものを用いると、使用者の顔と緩衝部材 8403 との間に隙間が生じにくく光漏れを好適に防ぐことができる。また、このような素材を用いると、肌触りがよいことに加え、寒い季節などに装着した際に、使用者に冷たさを感じさせないため好ましい。緩衝部材 8403 または装着部 8402 などの、使用者の肌に触れる部材は、取り外し可能な構成とすると、クリーニングまたは交換が容易となるため好ましい。

[0529]

図 40A 乃至図 40F に示す電子機器は、筐体 9000、表示部 9001、スピーカ 9003、操作キー 9005（電源スイッチ、または操作スイッチを含む）、接続端子 9006、センサ 9007（力、変位、位置、速度、加速度、角速度、回転数、距離、光、液、磁気、温度、化学物質、音声、時間、硬度、電場、電流、電圧、電力、放射線、流量、湿度、傾度、振動、においまたは赤外線を検知、検出、または測定する機能を含むもの）、マイクロフォン 9008、等を有する。

[0530]

図 40A 乃至図 40F に示す電子機器は、様々な機能を有する。たとえば、様々な情報（静止画、動画、テキスト画像など）を表示部に表示する機能、タッチパネル機能、カレンダー、日付または時刻などを表示する機能、様々なソフトウェア（プログラム）によって処理を制御する機能、無線通信機能、記録媒体に記録されているプログラムまたはデータを読み出して処理する機能、等を有することができる。なお、電子機器の機能はこれらに限られず、様々な機能を有することができる。電子機器は、複数の表示部を有していてもよい。また、電子機器にカメラ等を設け、静止画または動画を撮影し、記録媒体（外部またはカメラに内蔵）に保存する機能、撮影した画像を表示部に表示する機能、等を有していてもよい。

[0531]

表示部 9001 に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。

[0532]

図 40A 乃至図 40F に示す電子機器の詳細について、以下説明を行う。

[0533]

図 40A は、携帯情報端末 9101 を示す斜視図である。携帯情報端末 9101 は、たとえばスマートフォンとして用いることができる。なお、携帯情報端末 9101 は、スピーカ 9003、接続端子 9006、センサ 9007 等を設けてもよい。また、携帯情報端末 9101 は、文字および画像情報をその複数の面に表示することができる。図 40A では 3 つのアイコン 9050 を表示した例を示している。また、破線の矩形で示す情報 9051 を表示部 9001 の他の面に表示することもできる。情報 9051 の一例としては、電子メール、SNS、電話などの着信の通知、電子メール、SNS などの題名、送信者名、日時、時刻、バッテリーの残量、アンテナ受信の強度などがある。または、情報 9051 が表示されている位置にはアイコン 9050 などを表示してもよい。

[0534]

図 40B は、携帯情報端末 9102 を示す斜視図である。携帯情報端末 9102 は、表示部 9001 の 3 面以上に情報を表示する機能を有する。ここでは、情報 9052、情報 9053、情報 9054 がそれぞれ異なる面に表示されている例を示す。たとえば使用者は、洋服の胸ポケットに携帯情報端末 9102 を収納した状態で、携帯情報端末 9102 の上方から観察できる位置に表示された情報 9053 を確認することもできる。使用者は、携帯情報端末 9102 をポケットから取り出

すことなく表示を確認し、たとえば電話を受けるか否かを判断できる。

[0535]

図40Cは、腕時計型の携帯情報端末9200を示す斜視図である。携帯情報端末9200は、たとえばスマートウォッチ（登録商標）として用いることができる。また、表示部9001はその表示面が湾曲して設けられ、湾曲した表示面に沿って表示を行うことができる。また、携帯情報端末9200を、たとえば無線通信可能なヘッドセットと相互通信させることによって、ハンズフリーで通話することもできる。また、携帯情報端末9200は、接続端子9006により、他の情報端末と相互にデータ伝送を行うこと、および、充電を行うこともできる。なお、充電動作は無線給電により行ってもよい。

[0536]

図40D乃至図40Fは、折り畳み可能な携帯情報端末9201を示す斜視図である。また、図40Dは携帯情報端末9201を展開した状態、図40Fは折り畳んだ状態、図40Eは図40Dと図40Fの一方から他方に変化する途中の状態の斜視図である。携帯情報端末9201は、折り畳んだ状態では可搬性に優れ、展開した状態では継ぎ目のない広い表示領域により表示の一覧性に優れる。携帯情報端末9201が有する表示部9001は、ヒンジ9055によって連結された3つの筐体9000に支持されている。たとえば、表示部9001は、曲率半径0.1mm以上150mm以下で曲げることができる。

[0537]

本実施の形態は、本明細書等に記載した他の実施の形態と適宜組み合わせて実施することができる。たとえば本実施の形態で示した構造の一部を本明細書等に記載した他の実施の形態と適宜組み合わせて実施してもよい。

[符号の説明]

[0538]

AL：配線、CL：配線、GL：配線、SL：配線、10：画素領域、11B：画素、11G：画素、11R：画素、15B：コンタクトホール、15G：コンタクトホール、15R：コンタクトホール、18：コンタクトホール、20：発光デバイス、100：基板、101a：トランジスタ、101：トランジスタ、102：ゲート、103a：ソース、103b：ドレイン、103：ドレイン、105a：絶縁層、105b：絶縁層、105：絶縁層、106：絶縁層、107：絶縁層、110x：第1の領域、110y：第2の領域、110：隔壁、114：導電層、115：補助電極、116：下部電極、117：導電層、119B：インクジェットノズル、119G：インクジェットノズル、119R：インクジェットノズル、120：第1の絶縁物、121：第2の絶縁物、150：層、153B：発光層、153G：発光層、153R：発光層、155：層、159：上部電極、160：層、161：メタルマスク、163B：発光層、163G：発光層、163R：発光層、165：層、216：上部電極、259：下部電極、311i：チャンネル形成領域、311n：低抵抗領域、311：半導体層、312：絶縁層、313：導電層、314a：導電層、314b：導電層、315：導電層、316：絶縁層、321：絶縁層、322：絶縁層、323：絶縁層、326：絶縁層、350a：トランジスタ、350：トランジスタ、351：半導体層、352：絶縁層、353：導電層、354a：導電層、354b：導電層、355：導電層、411：支持基板、412：接着層、413：樹脂層、415：絶縁層、416：絶縁層、420：バックゲート、421：絶縁層、430：領域、431：領域、432：導電層、434：遮光層、

435 : 導電層、437 : 絶縁層、438 : 導電層、439 : 接続層、440 : 絶縁層、442 : 接着層、443 : 対向基板、444B : カラーフィルタ層、444G : カラーフィルタ層、444R : カラーフィルタ層、462 : 表示部、464 : 回路、465 : 配線、472 : FPC、473 : IC、500 : 基板、501 : シール材、502 : 対向基板、672 : 下部電極、686a : 第1の発光ユニット、686b : 第2の発光ユニット、686 : 発光ユニット、688 : 上部電極、690a : 中間層、690b : 中間層、690 : 中間層、4411 : 発光層、4412 : 第1の発光層、4413 : 第2の発光層、4414 : 第3の発光層、4420 : 層、4430 : 層、6500 : 電子機器、6501 : 筐体、6502 : 表示部、6503 : 電源ボタン、6504 : ボタン、6505 : スピーカ、6506 : マイク、6507 : カメラ、6508 : 光源、6510 : 保護部材、6511 : 表示パネル、6512 : 光学部材、6513 : タッチセンサパネル、6515 : FPC、6516 : IC、6517 : プリント基板、6518 : バッテリ、7000 : 表示部、7100 : テレビジョン装置、7101 : 筐体、7103 : スタンド、7111 : リモコン操作機、7200 : ノート型パーソナルコンピュータ、7211 : 筐体、7212 : キーボード、7213 : ポインティングデバイス、7214 : 外部接続ポート、7300 : デジタルサイネージ、7301 : 筐体、7303 : スピーカ、7311 : 情報端末機、7400 : デジタルサイネージ、7401 : 柱、7411 : 情報端末機、8000 : カメラ、8001 : 筐体、8002 : 表示部、8003 : 操作ボタン、8004 : シャッターボタン、8006 : レンズ、8100 : ファインダー、8101 : 筐体、8102 : 表示部、8103 : ボタン、8200 : ヘッドマウントディスプレイ、8201 : 装着部、8202 : レンズ、8203 : 本体、8204 : 表示部、8205 : ケーブル、8206 : バッテリ、8300 : ヘッドマウントディスプレイ、8301 : 筐体、8302 : 表示部、8304 : 固定具、8305 : レンズ、8400 : ヘッドマウントディスプレイ、8401 : 筐体、8402 : 装着部、8403 : 緩衝部材、8404 : 表示部、8405 : レンズ、9000 : 筐体、9001 : 表示部、9003 : スピーカ、9005 : 操作キー、9006 : 接続端子、9007 : センサ、9008 : マイクロフォン、9050 : アイコン、9051 : 情報、9052 : 情報、9053 : 情報、9054 : 情報、9055 : ヒンジ、9101 : 携帯情報端末、9102 : 携帯情報端末、9200 : 携帯情報端末、9201 : 携帯情報端末

請求の範囲

[請求項 1]

第 1 の下部電極と、

上面視において、前記第 1 の下部電極と X 方向に隣接した領域に位置する、第 2 の下部電極と、

上面視において、前記第 1 の下部電極と Y 方向に隣接した領域に位置する、第 3 の下部電極と、

上面視において、少なくとも前記第 1 の下部電極と前記第 2 の下部電極との間に位置する、補助電極と、

前記第 1 の下部電極の端部、前記第 2 の下部電極の端部、前記第 3 の下部電極の端部、および前記補助電極と重なる領域を有する隔壁と、

前記第 1 の下部電極と重なる領域を有し、かつ前記隔壁の開口部に位置する、第 1 の発光層と、

前記第 1 の下部電極と前記第 1 の発光層との間に位置する第 1 の層と、

前記第 2 の下部電極と重なる領域を有し、かつ前記隔壁の開口部に位置する、第 2 の発光層と、

前記第 2 の下部電極と前記第 2 の発光層との間に位置する第 2 の層と、

前記第 3 の下部電極と重なる領域を有し、かつ前記隔壁の開口部に位置する、第 3 の発光層と、

前記第 3 の下部電極と前記第 3 の発光層との間に位置する第 3 の層と、

前記第 1 の発光層乃至前記第 3 の発光層にわたって設けられた、上部電極と、を有し、

前記上部電極は前記補助電極と電氣的に接続され、

前記第 1 の層乃至前記第 3 の層は、それぞれ正孔輸送層または正孔注入層を有し、

前記隔壁は無機材料を有する第 1 の絶縁物と、有機材料を有する第 2 の絶縁物との積層構造を有する、表示装置。

[請求項 2]

第 1 の下部電極と、

上面視において、前記第 1 の下部電極と X 方向に隣接した領域に位置する、第 2 の下部電極と、

上面視において、前記第 1 の下部電極と Y 方向に隣接した領域に位置する、第 3 の下部電極と、

上面視において、少なくとも前記第 1 の下部電極と前記第 2 の下部電極との間に位置する、補助電極と、

前記第 1 の下部電極の端部、前記第 2 の下部電極の端部、前記第 3 の下部電極の端部、および前記補助電極と重なる領域を有する隔壁と、

前記第 1 の下部電極と重なる領域を有し、かつ前記隔壁の開口部に位置する、第 1 の発光層と、

前記第 1 の下部電極と前記第 1 の発光層との間に位置する第 1 の層と、

前記第 2 の下部電極と重なる領域を有し、かつ前記隔壁の開口部に位置する、第 2 の発光層と、

前記第 2 の下部電極と前記第 2 の発光層との間に位置する第 2 の層と、

前記第 3 の下部電極と重なる領域を有し、かつ前記隔壁の開口部に位置する、第 3 の発光層と、

前記第 3 の下部電極と前記第 3 の発光層との間に位置する第 3 の層と、

前記第 1 の発光層乃至前記第 3 の発光層にわたって設けられた、上部電極と、を有し、

前記上部電極は少なくとも前記第 1 の下部電極と前記第 2 の下部電極との間に位置するコンタクトホールを介して、前記補助電極と電氣的に接続され、

前記第 1 の層乃至前記第 3 の層は、それぞれ正孔輸送層または正孔注入層を有し、

前記隔壁は無機材料を有する第 1 の絶縁物と、有機材料を有する第 2 の絶縁物との積層構造を有し、

前記コンタクトホールは、前記第 1 の絶縁物が有する第 1 の開口部と、前記第 2 の絶縁物が有する第 2 の開口部とを有し、

前記コンタクトホールの上面視において、前記第 1 の絶縁物は、前記第 2 の開口部より露出した端部を有する、表示装置。

[請求項 3]

第 1 の下部電極と、

上面視において、前記第 1 の下部電極と X 方向に隣接した領域に位置する、第 2 の下部電極と、

上面視において、前記第 1 の下部電極と Y 方向に隣接した領域に位置する、第 3 の下部電極と、

上面視において、少なくとも前記第 1 の下部電極と前記第 2 の下部電極との間に位置する、補助電極と、

前記第 1 の下部電極の端部、前記第 2 の下部電極の端部、前記第 3 の下部電極の端部、および前記補助電極と重なる領域を有する隔壁と、

前記第 1 の下部電極と重なる領域を有し、かつ前記隔壁の開口部に位置する、第 1 の発光層と、

前記第 1 の下部電極と前記第 1 の発光層との間に位置する第 1 の層と、

前記第 2 の下部電極と重なる領域を有し、かつ前記隔壁の開口部に位置する、第 2 の発光層と、

前記第 2 の下部電極と前記第 2 の発光層との間に位置する第 2 の層と、

前記第 3 の下部電極と重なる領域を有し、かつ前記隔壁の開口部に位置する、第 3 の発光層と、

前記第 3 の下部電極と前記第 3 の発光層との間に位置する第 3 の層と、

前記第 1 の発光層乃至前記第 3 の発光層にわたって設けられた、上部電極と、を有し、

前記上部電極は導電層を介して前記補助電極と電氣的に接続され、

前記第 1 の層乃至前記第 3 の層は、それぞれ正孔輸送層または正孔注入層を有し、

前記隔壁は無機材料を有する第 1 の絶縁物と、有機材料を有する第 2 の絶縁物との積層構造を有する、表示装置。

[請求項 4]

第 1 の下部電極と、

上面視において、前記第 1 の下部電極と X 方向に隣接した領域に位置する、第 2 の下部電極と、

上面視において、前記第 1 の下部電極と Y 方向に隣接した領域に位置する、第 3 の下部電極と、

上面視において、少なくとも前記第 1 の下部電極と前記第 2 の下部電極との間に位置する、補助電極と、

前記第 1 の下部電極の端部、前記第 2 の下部電極の端部、前記第 3 の下部電極の端部、および前記補助電極と重なる領域を有する隔壁と、

前記第 1 の下部電極と重なる領域を有し、かつ前記隔壁の開口部に位置する、第 1 の発光層と、

前記第 1 の下部電極と前記第 1 の発光層との間に位置する第 1 の層と、

前記第 2 の下部電極と重なる領域を有し、かつ前記隔壁の開口部に位置する、第 2 の発光層と、

前記第 2 の下部電極と前記第 2 の発光層との間に位置する第 2 の層と、

前記第 3 の下部電極と重なる領域を有し、かつ前記隔壁の開口部に位置する、第 3 の発光層と、

前記第 3 の下部電極と前記第 3 の発光層との間に位置する第 3 の層と、

前記第 1 の発光層乃至前記第 3 の発光層にわたって設けられた、上部電極と、を有し、

前記上部電極は少なくとも前記第 1 の下部電極と前記第 2 の下部電極との間に位置するコンタクトホールを介して、前記補助電極と電氣的に接続され、

前記第 1 の層乃至前記第 3 の層は、それぞれ正孔輸送層または正孔注入層を有し、

前記隔壁は無機材料を有する第 1 の絶縁物と、有機材料を有する第 2 の絶縁物との積層構造を有し、

前記コンタクトホールは、前記第 1 の絶縁物が有する第 1 の開口部と、前記第 2 の絶縁物が有する第 2 の開口部とを有し、

前記コンタクトホールの上面視において、前記第 1 の絶縁物は、前記第 2 の開口部より露出した端部を有し、

前記第 1 の開口部から露出された導電層を介して、前記上部電極は前記補助電極と電氣的に接続される、表示装置。

[請求項 5]

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一において、

前記 X 方向に沿う隔壁の高さは、前記 Y 方向に沿う隔壁の高さより低い、表示装置。

図1A

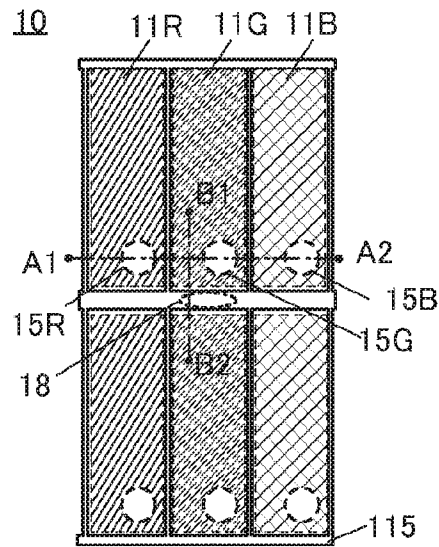


図1B1

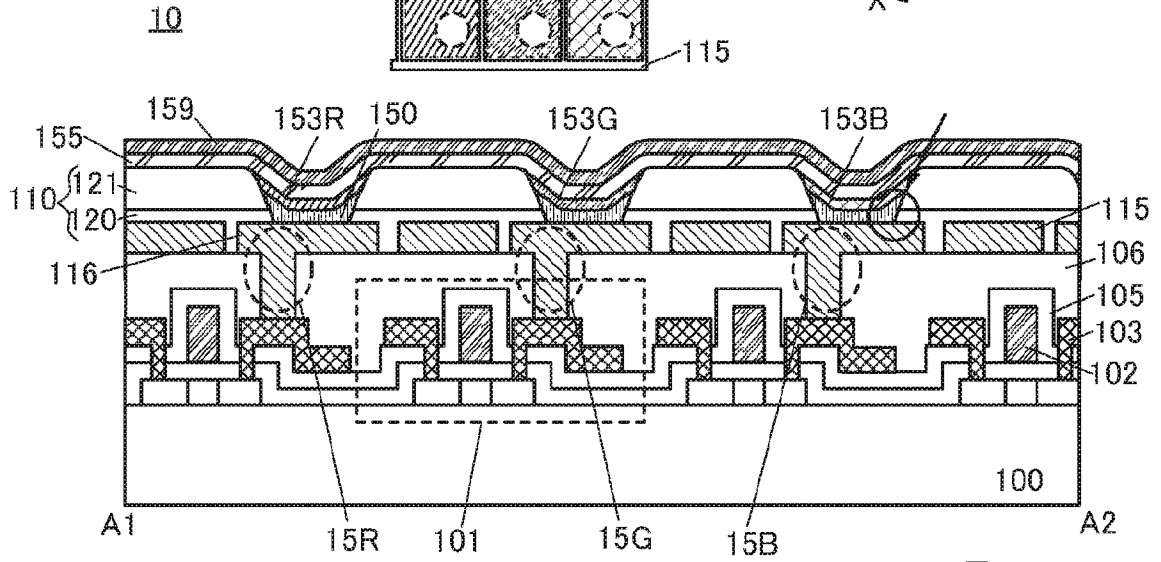


図1B2

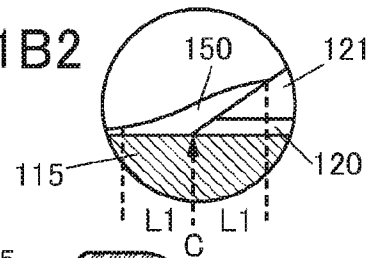


図1C

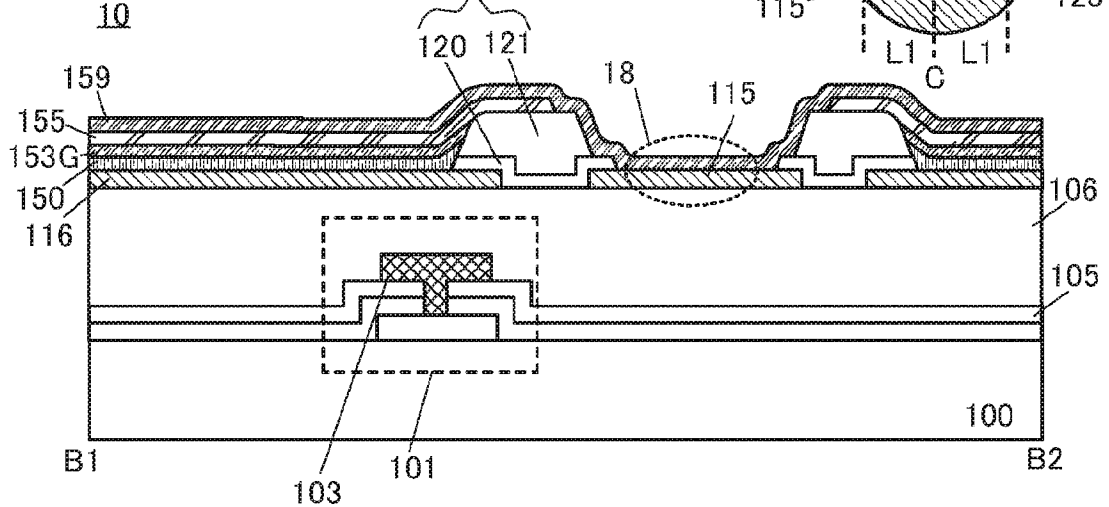


図2A

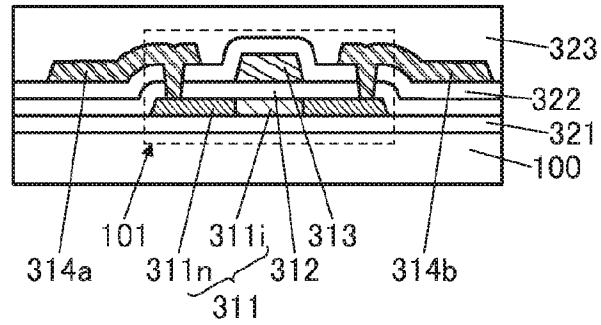


図2B

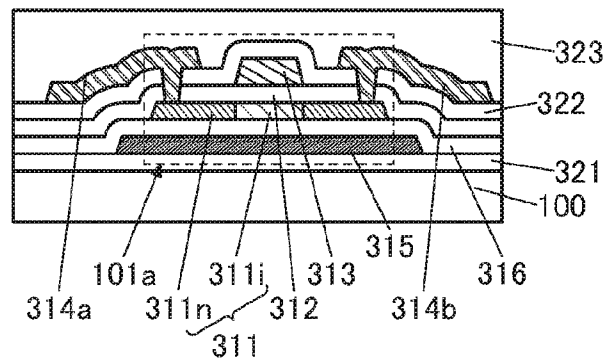


図2C

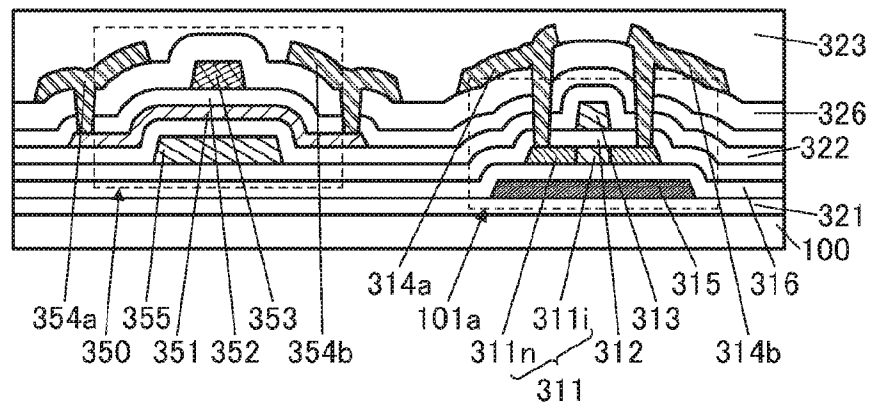


図2D

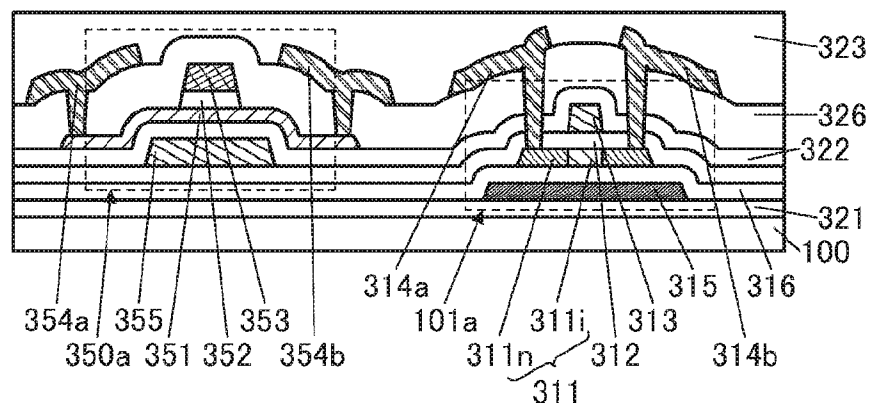


图 3

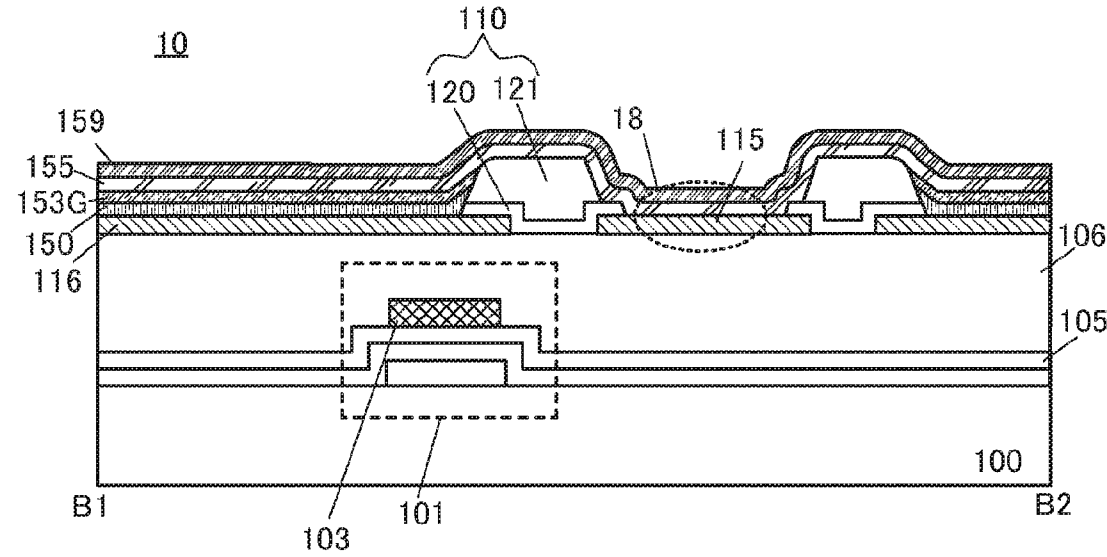


図4A₁₀

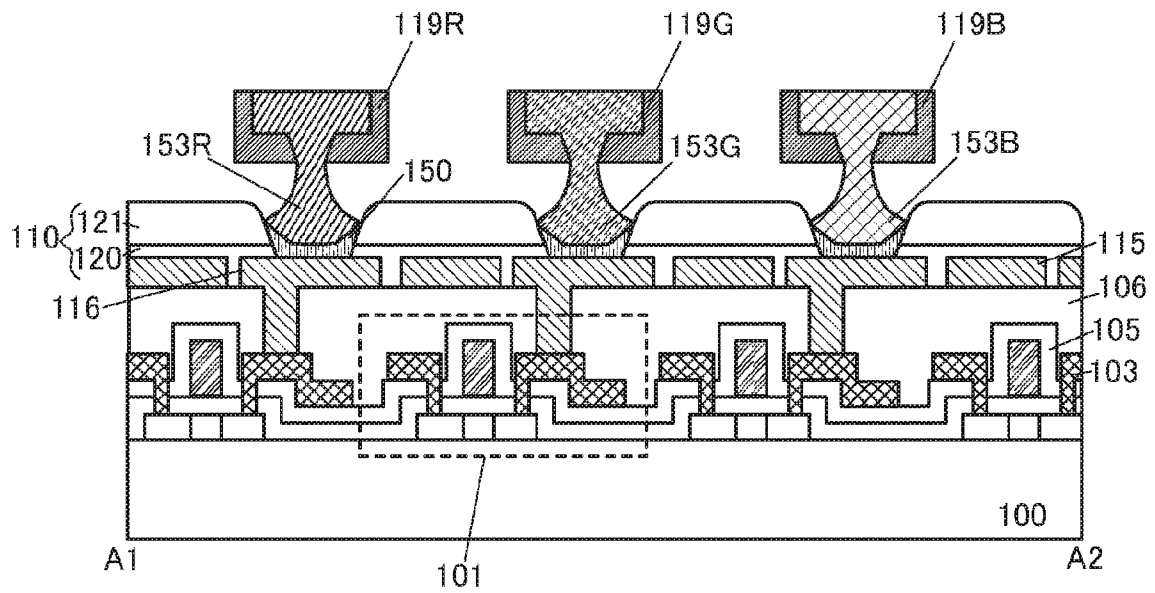


図4B₁₀

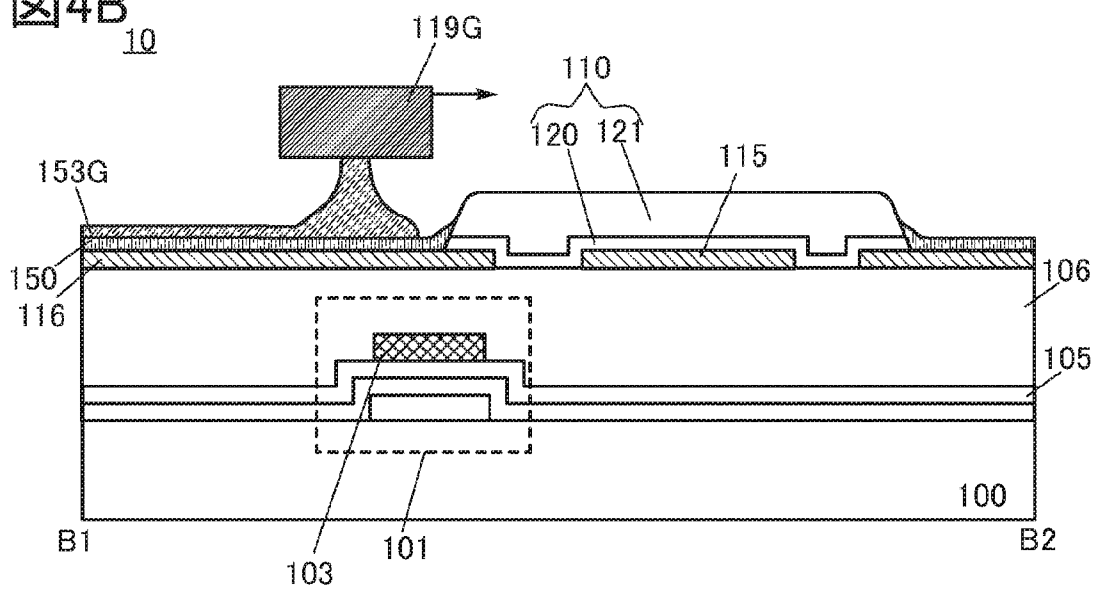


図5A₁₀

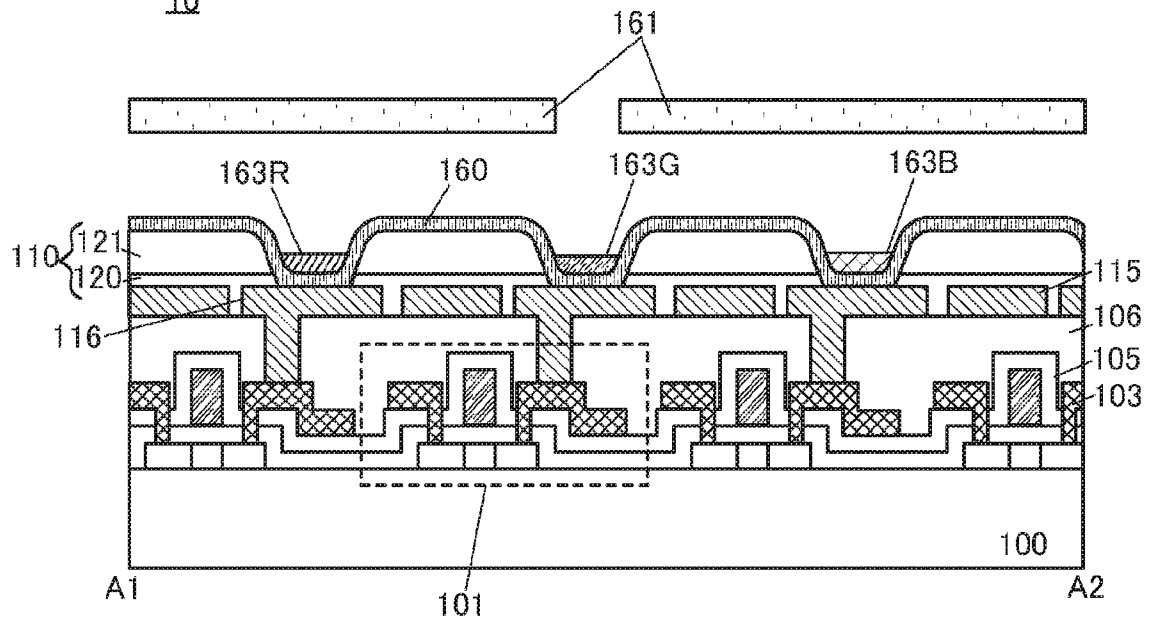
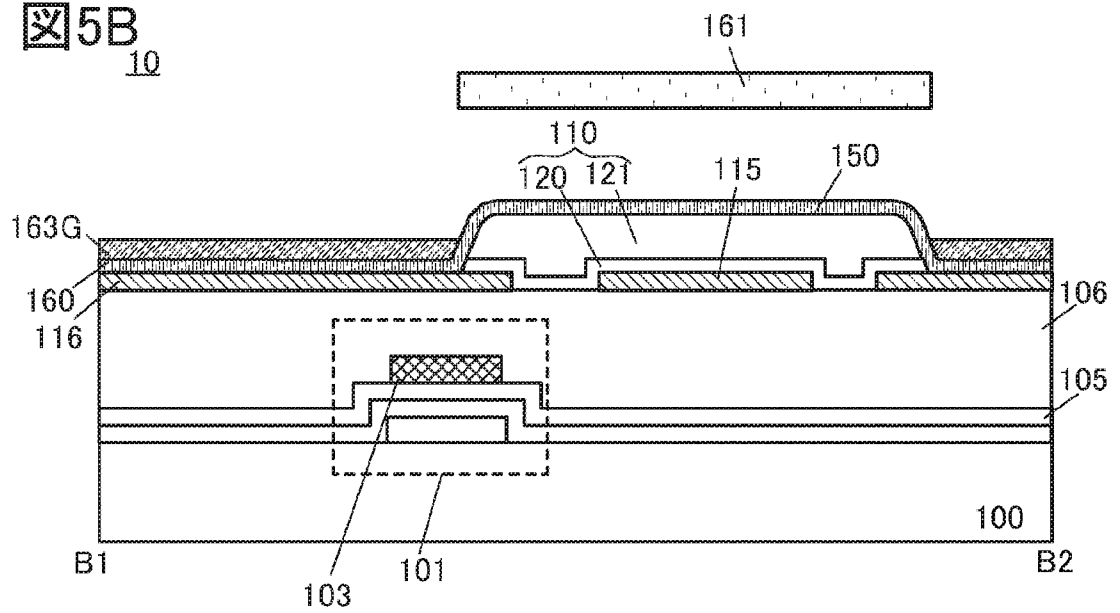


図5B₁₀



6

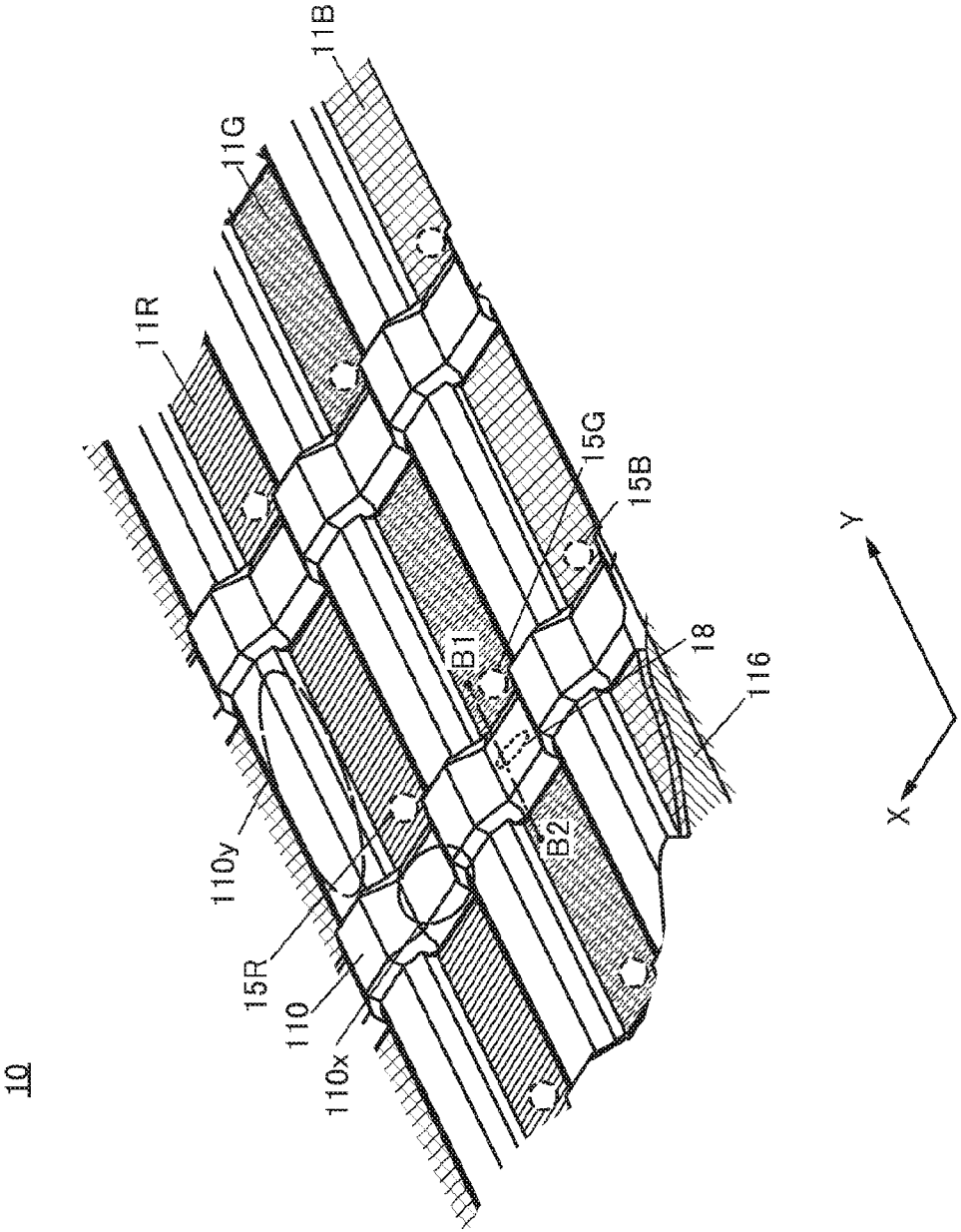


図7A

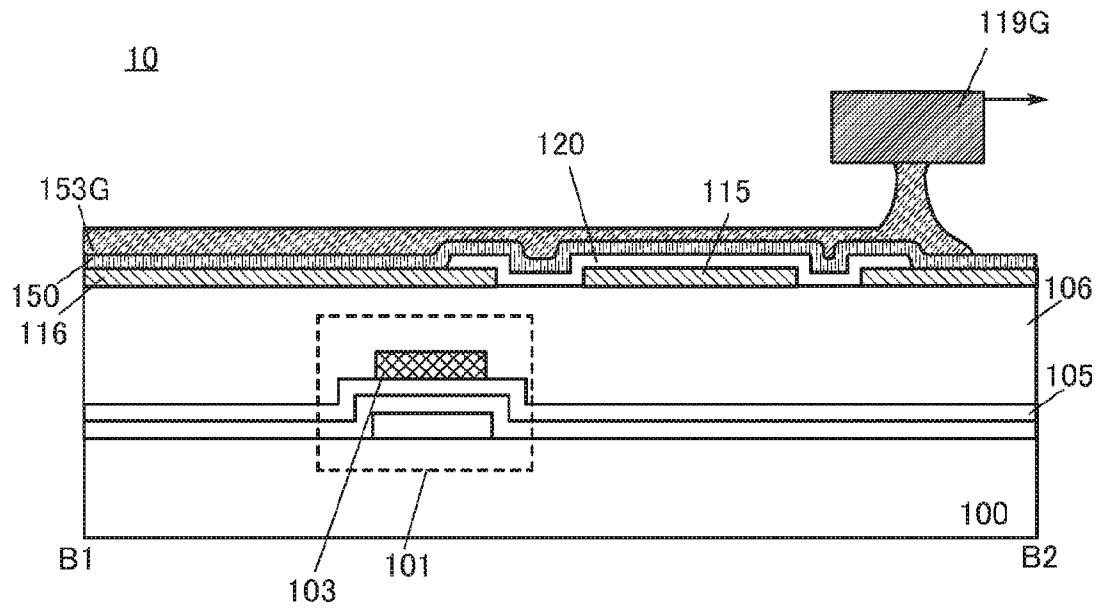


図7B

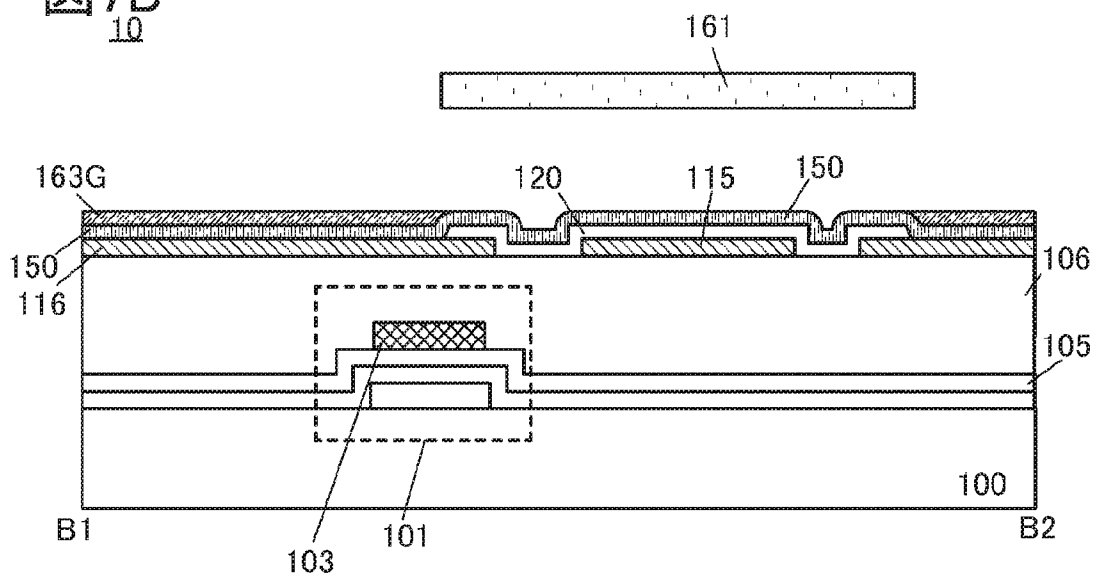


図8A

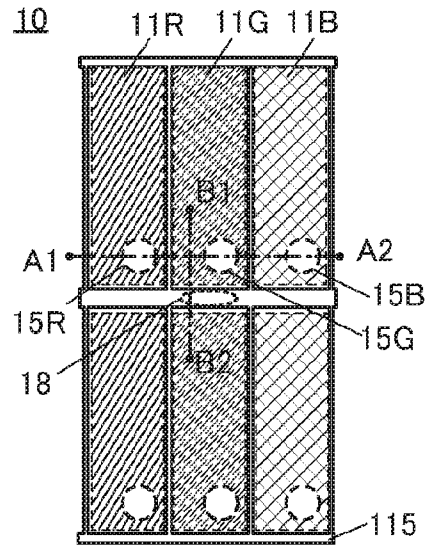


図8B

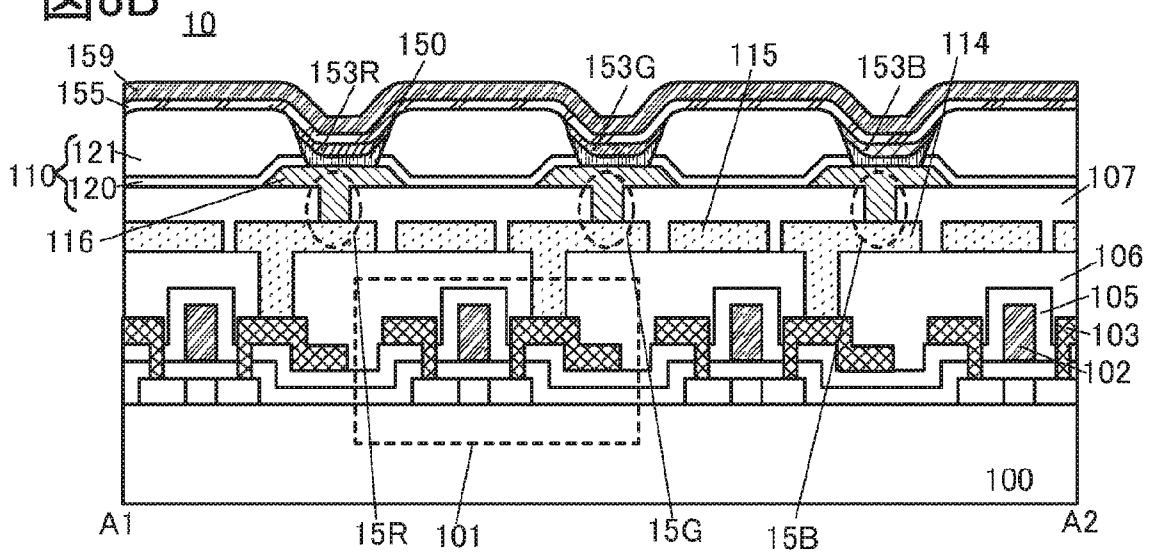


図8C

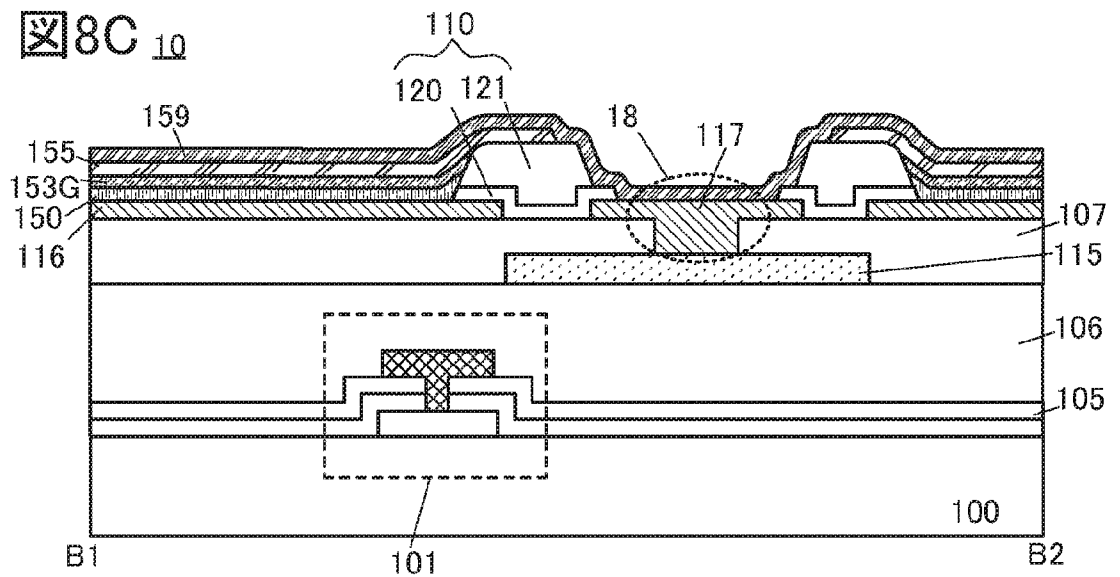
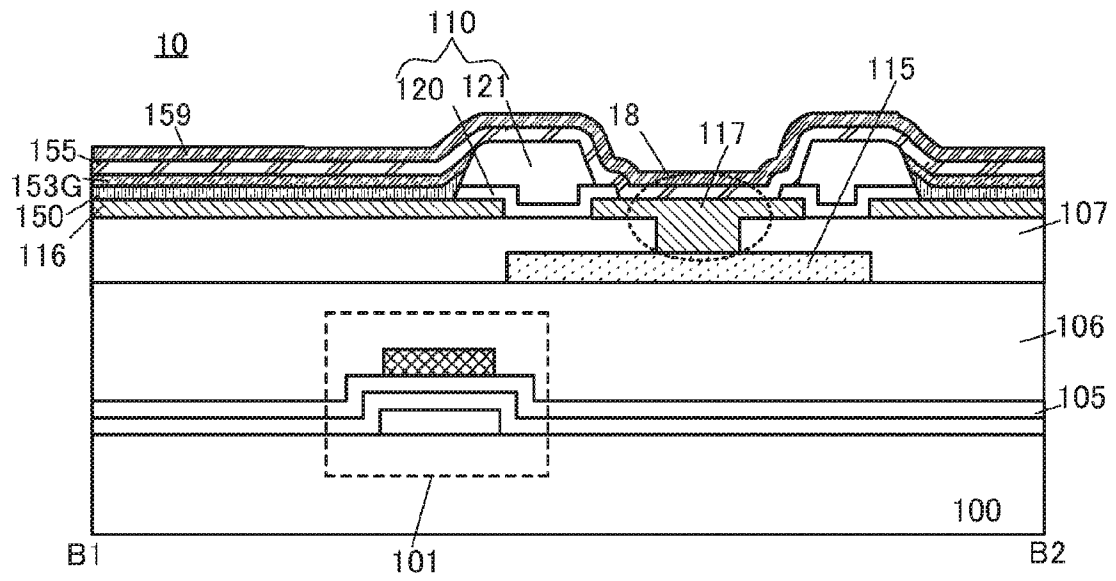
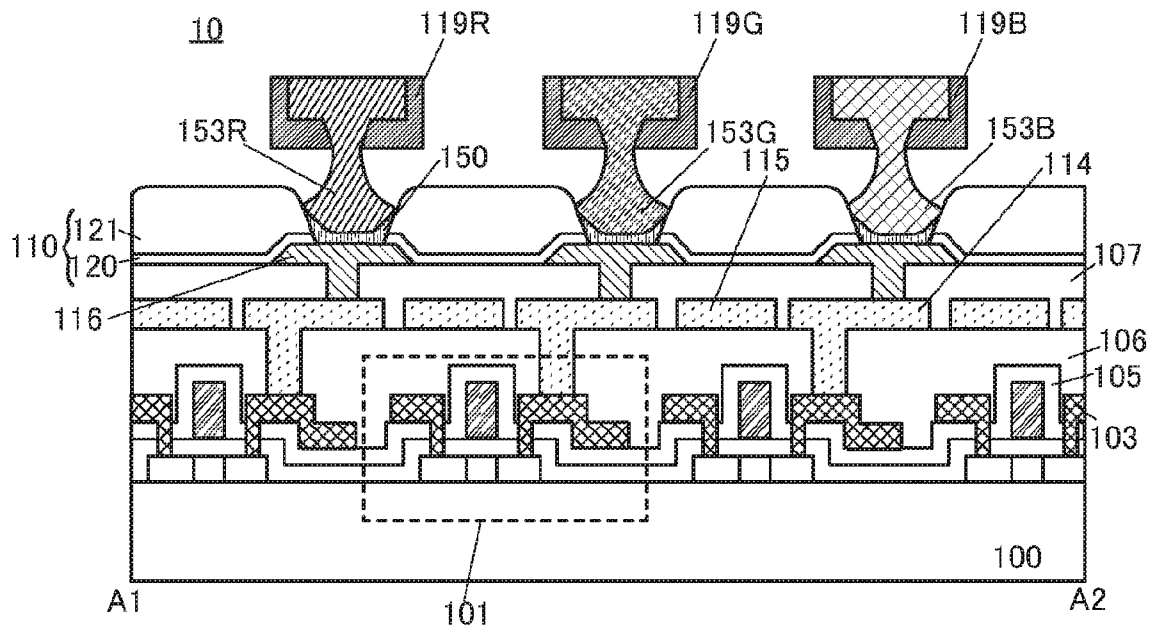
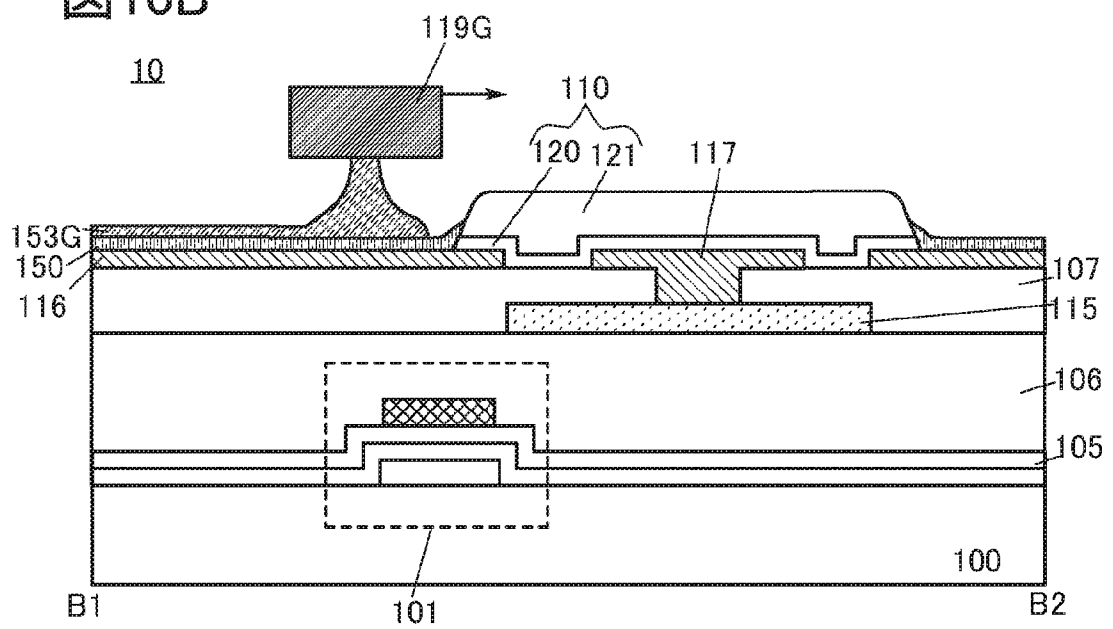


図9



10A

10B

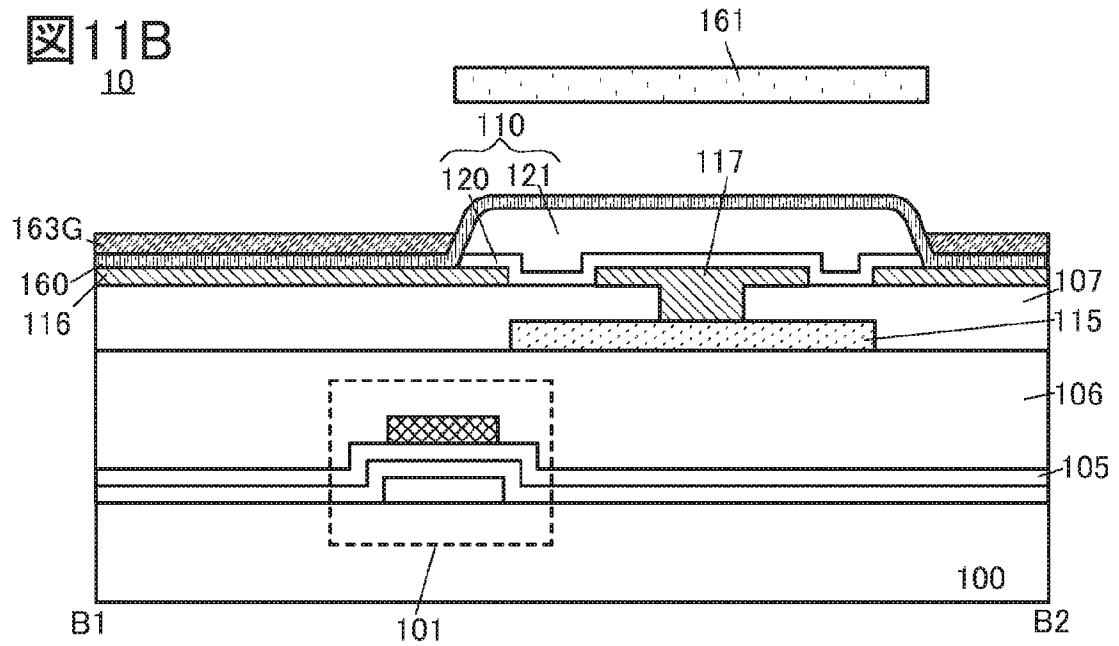
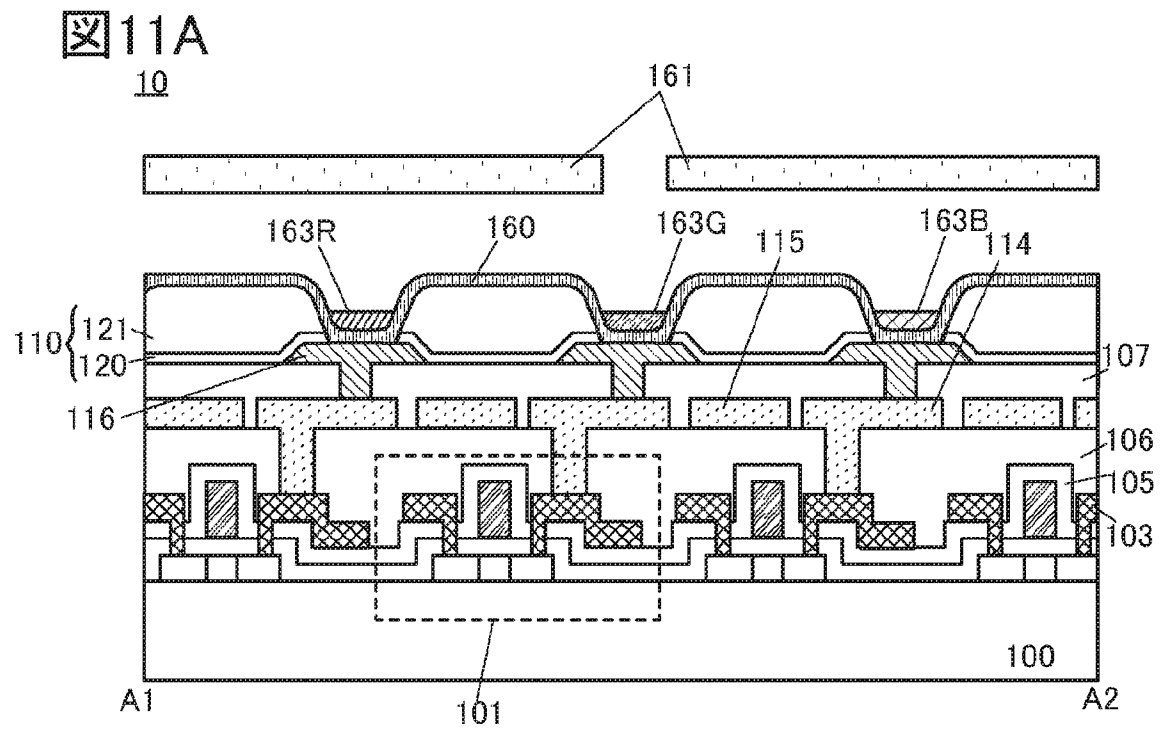


図12A

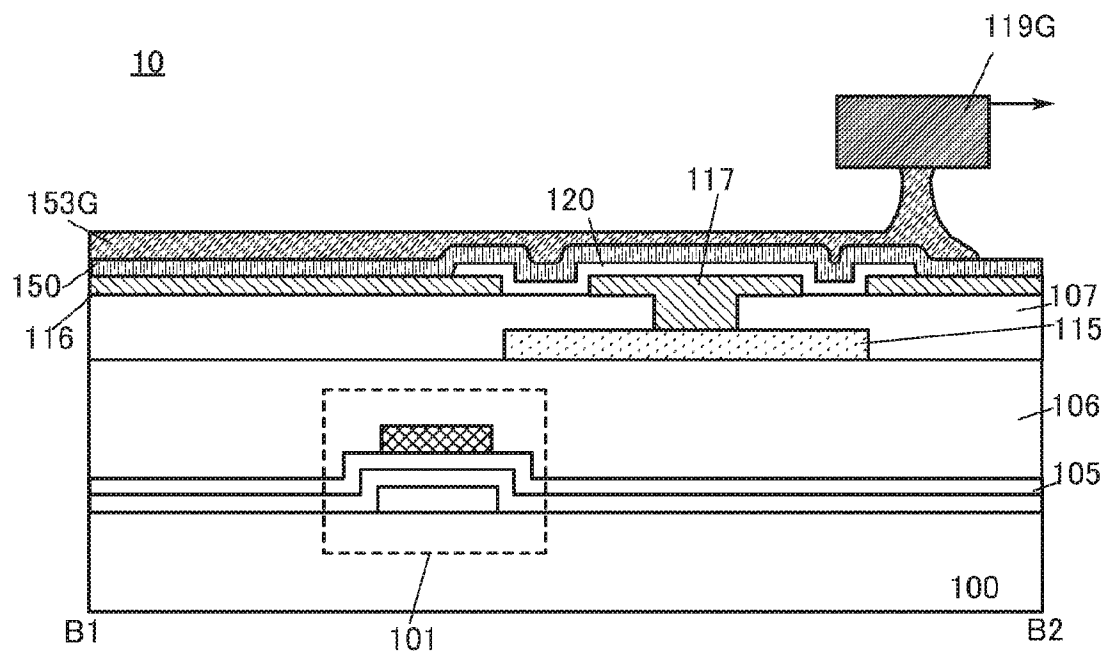


図12B

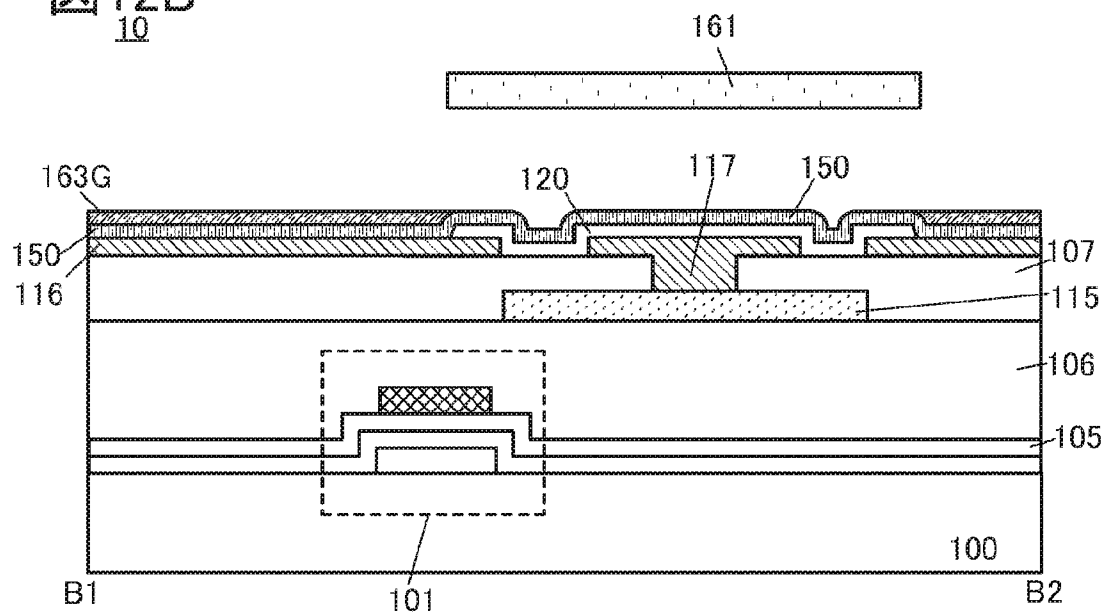


図13A

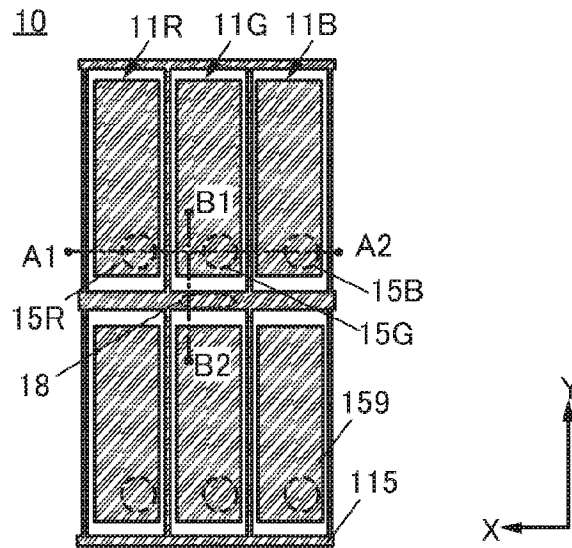


図13B

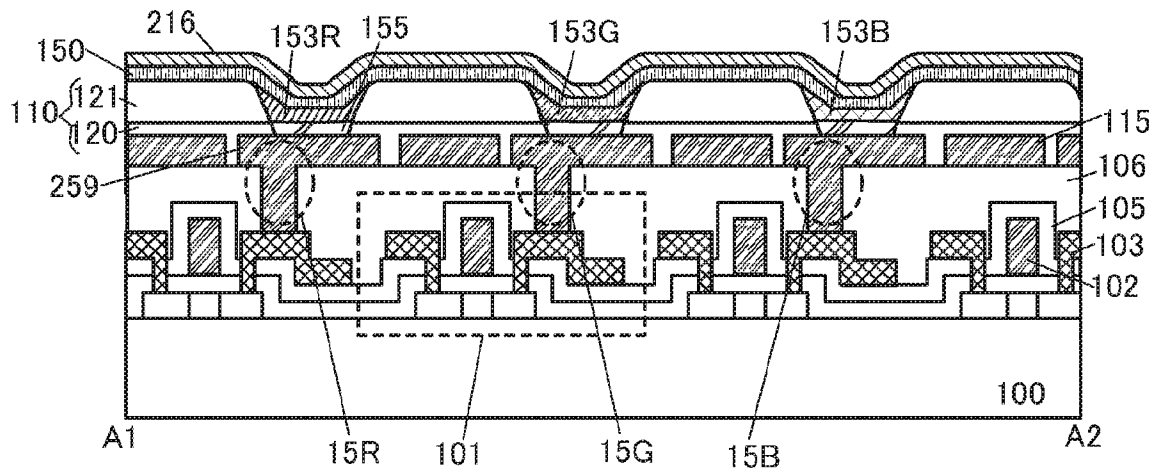


図13C

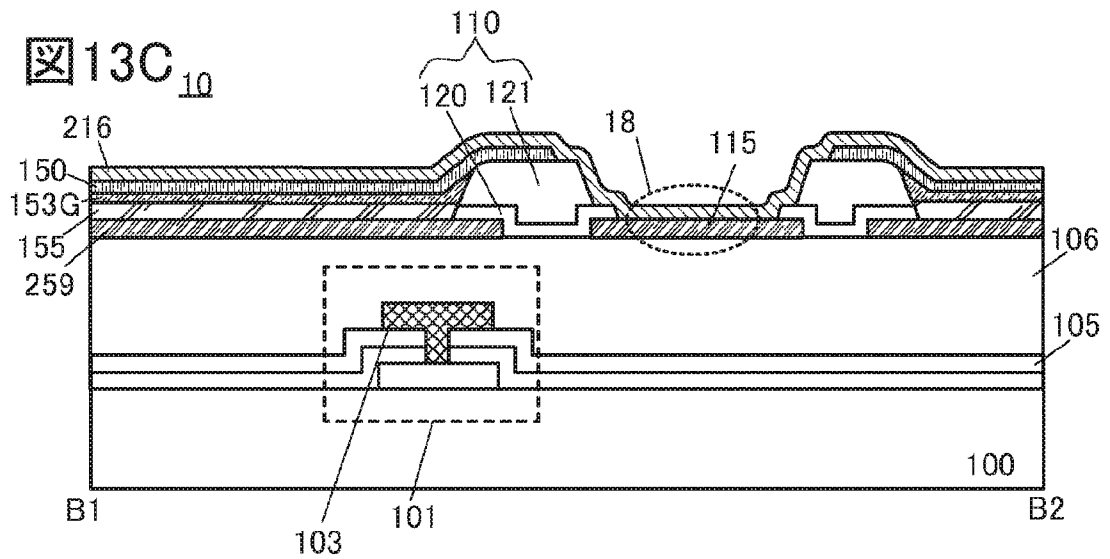


图 14

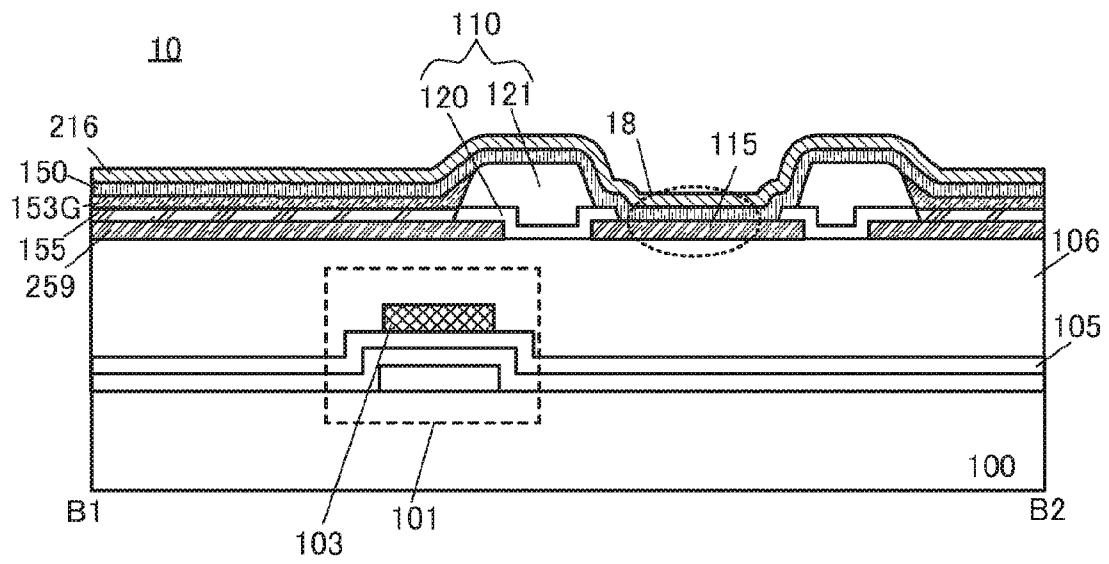


図15A
10

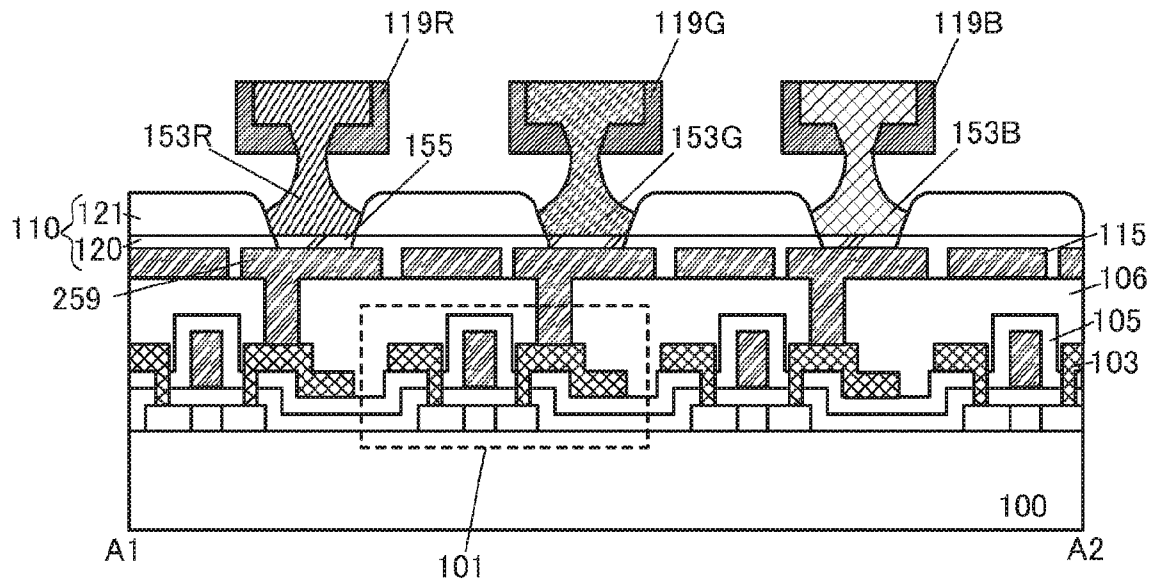


図15B
10

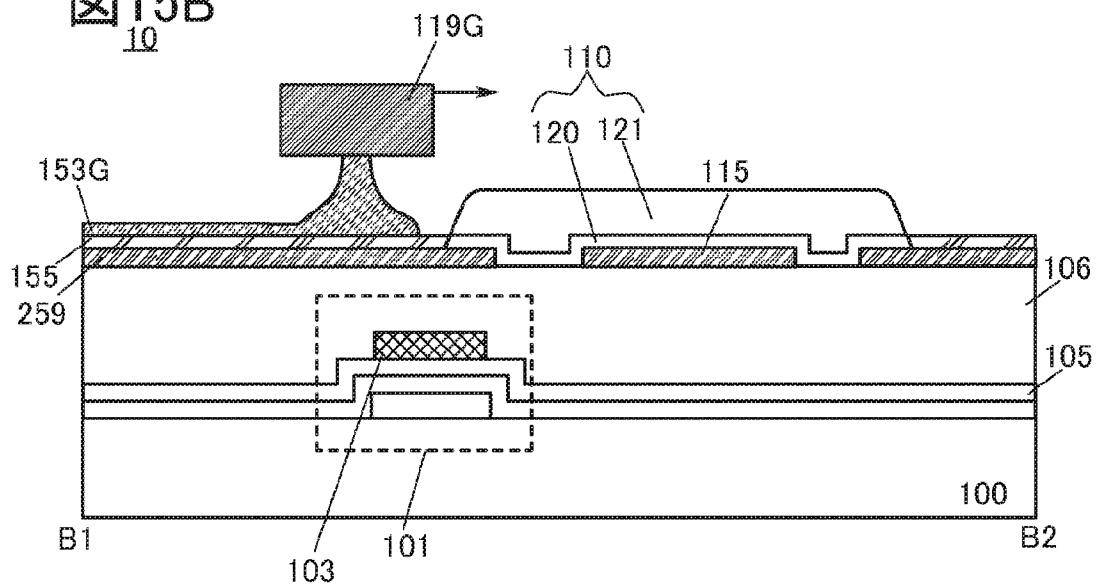


図16A
10

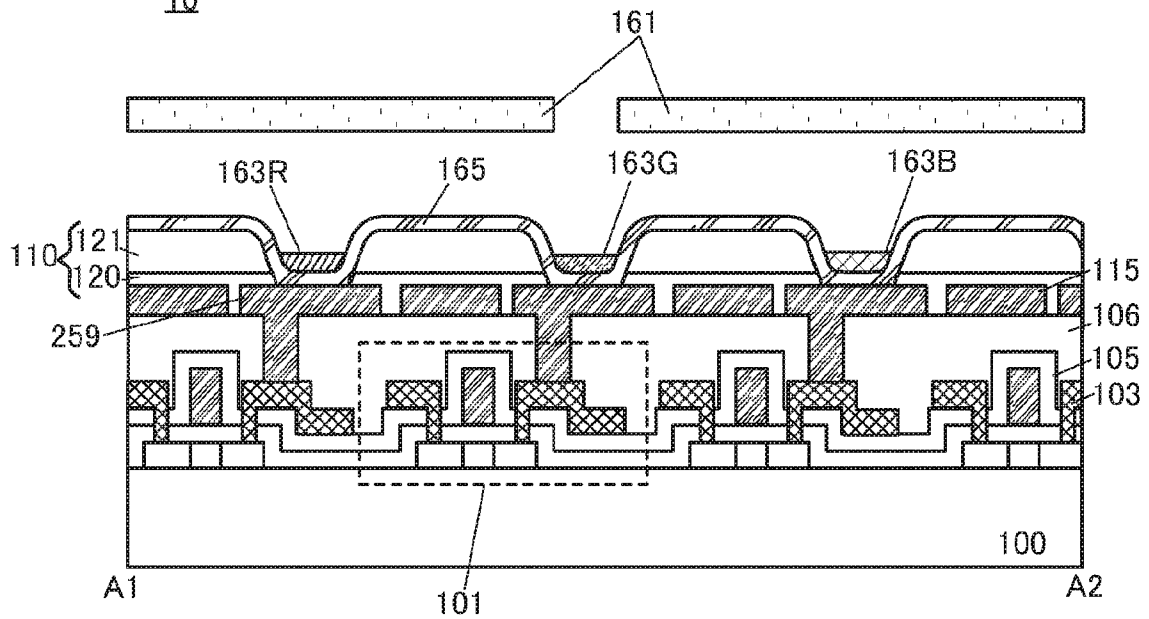


図16B
10

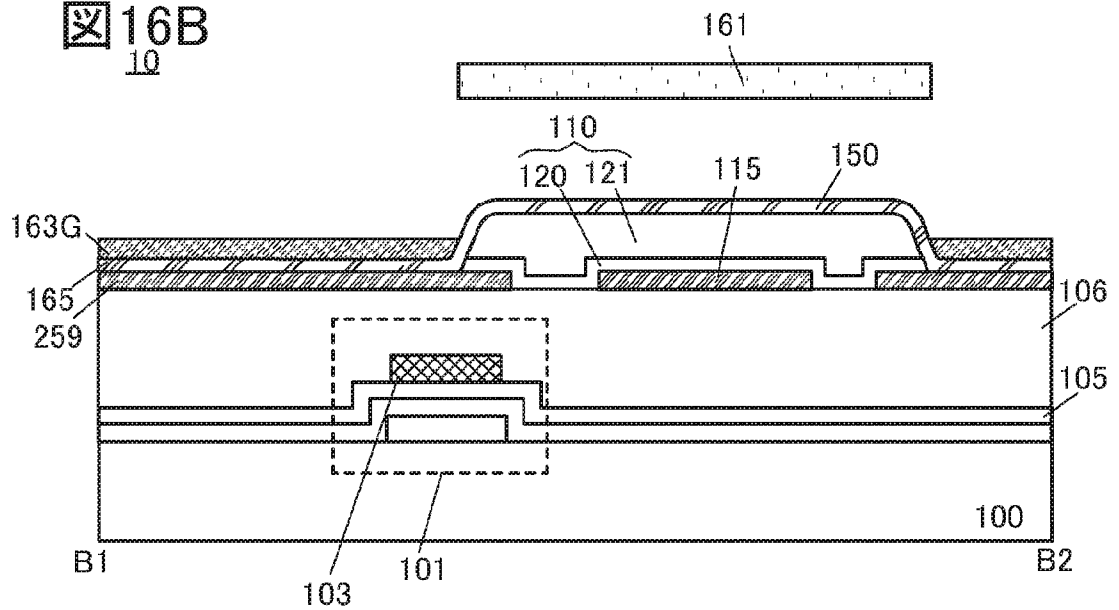


図17

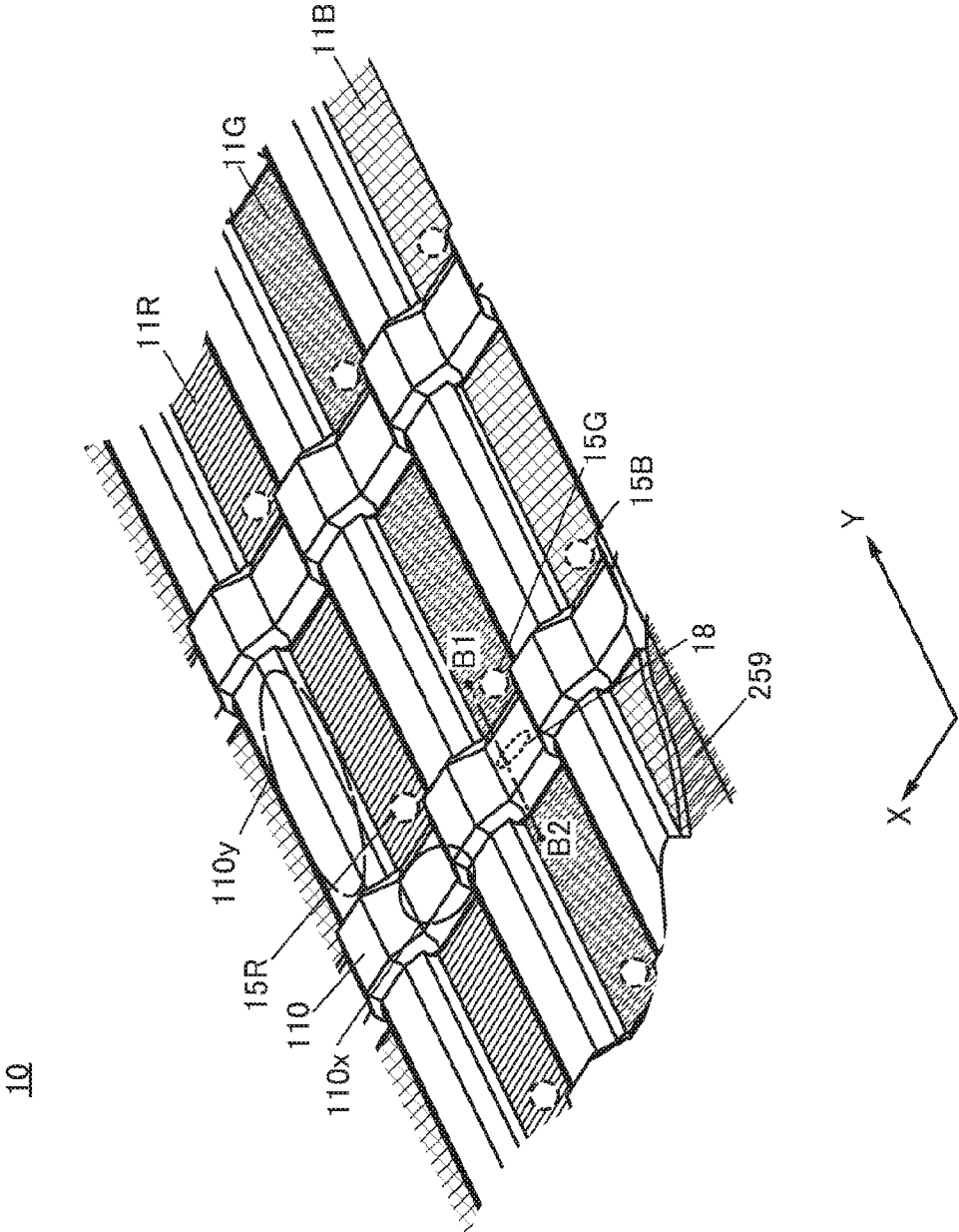


図18A

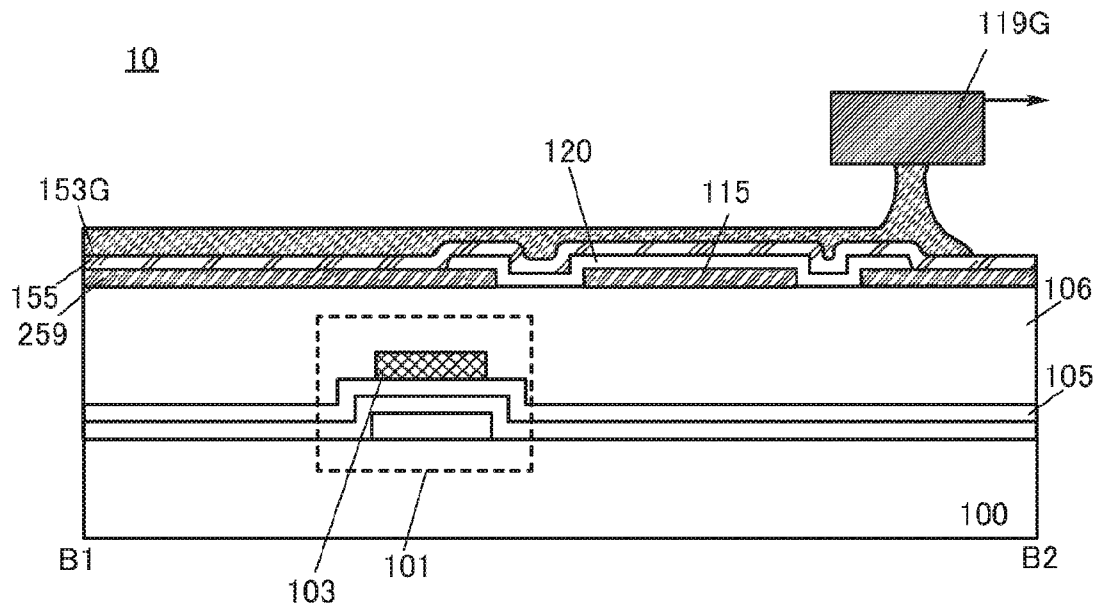


図18B

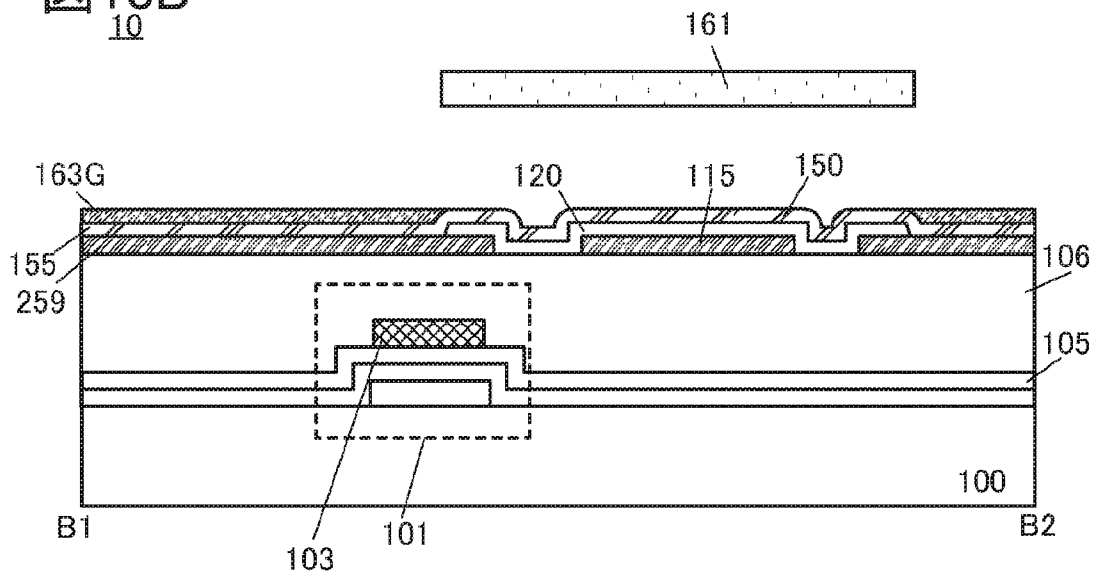


図19A

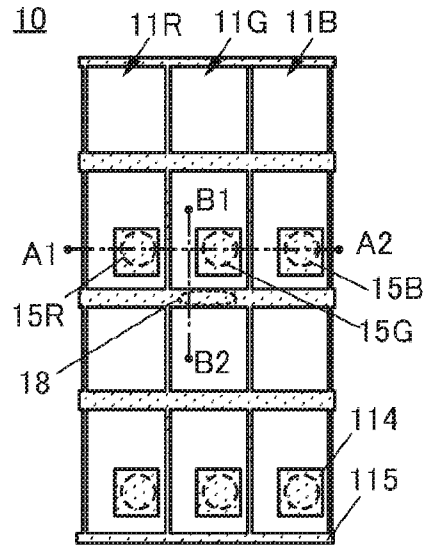


図19B

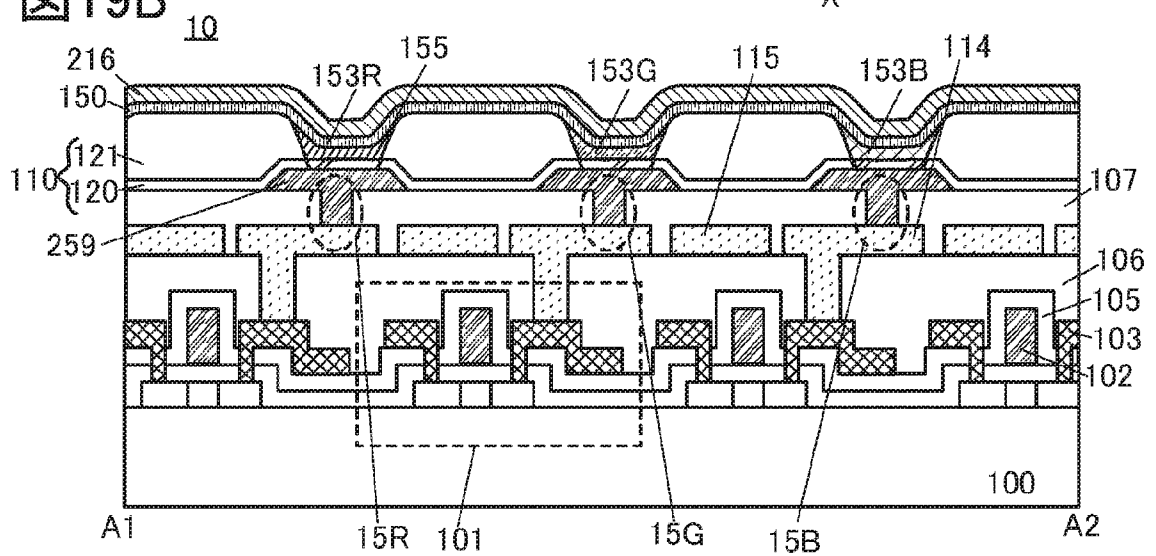


図19C

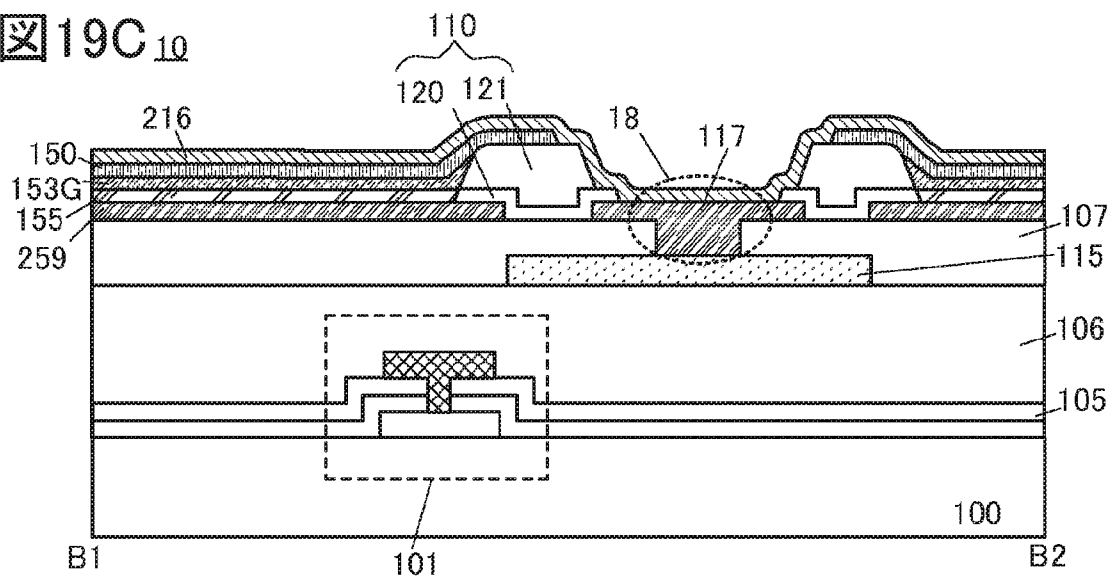


図 20

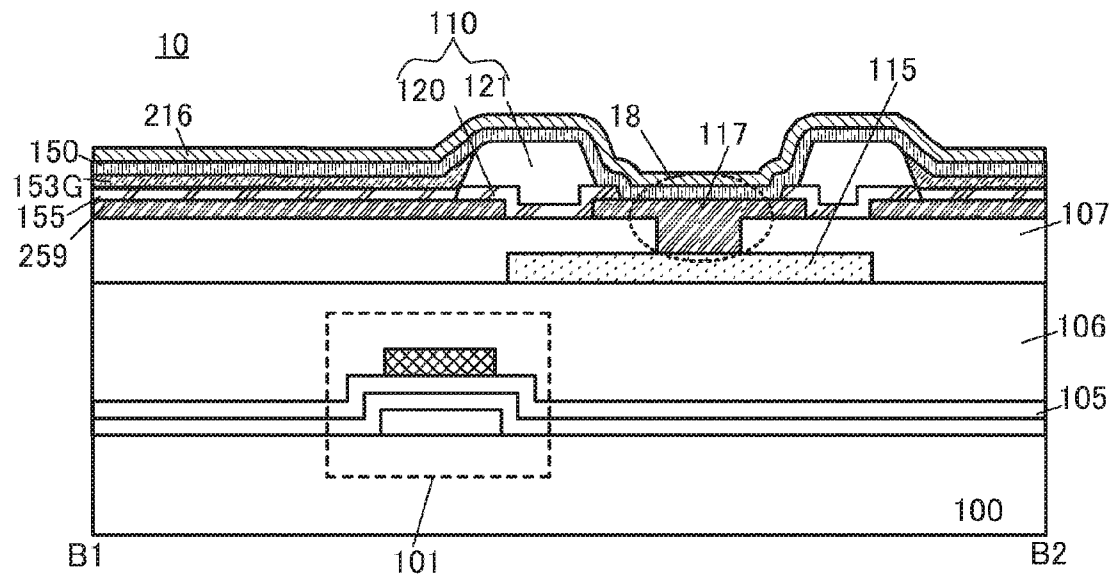


図21A

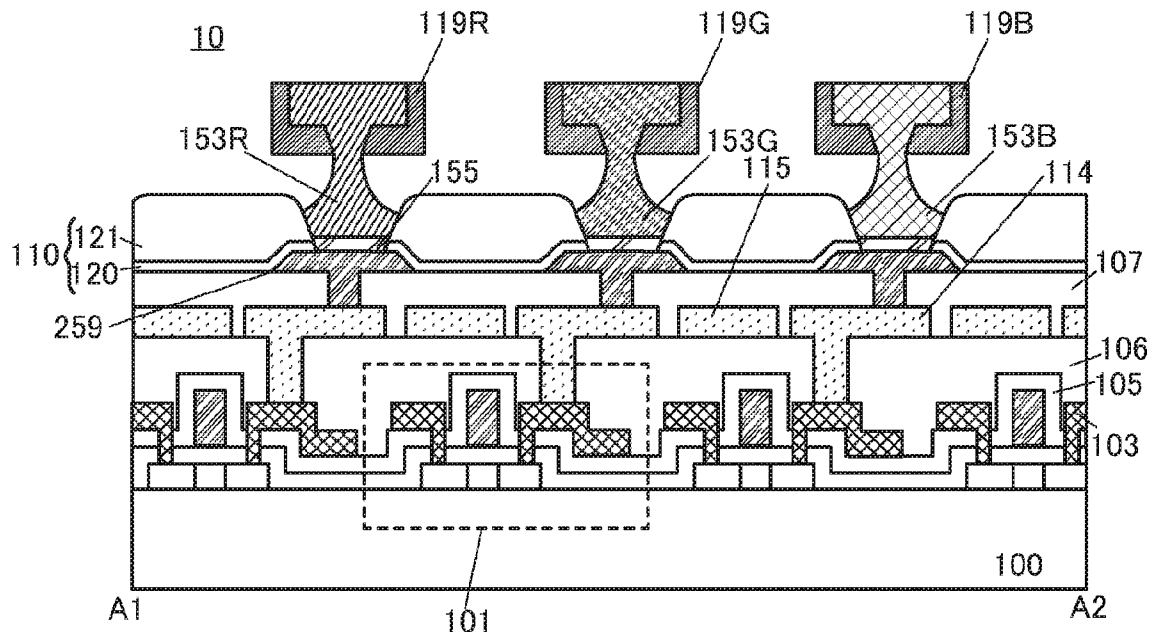


図21B

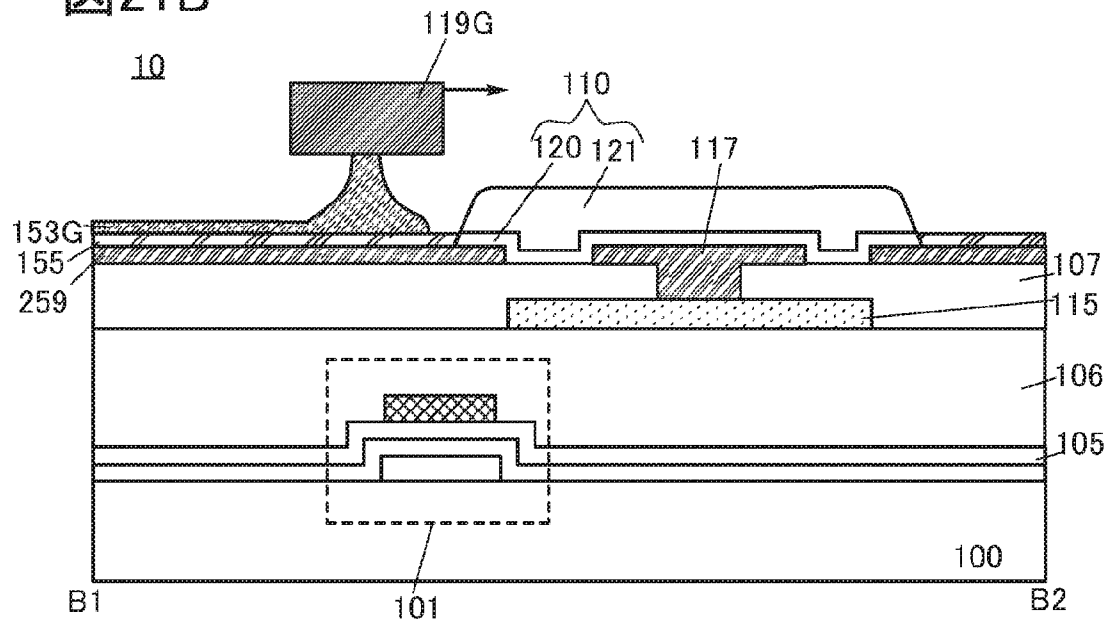


図22A

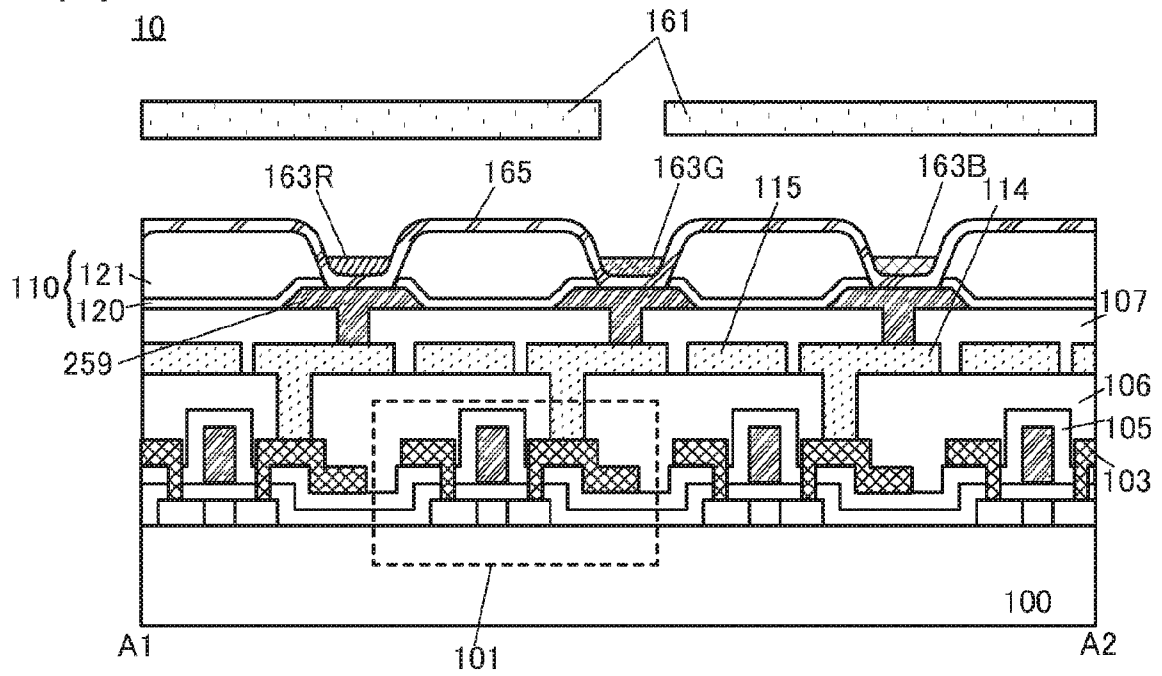


図22B

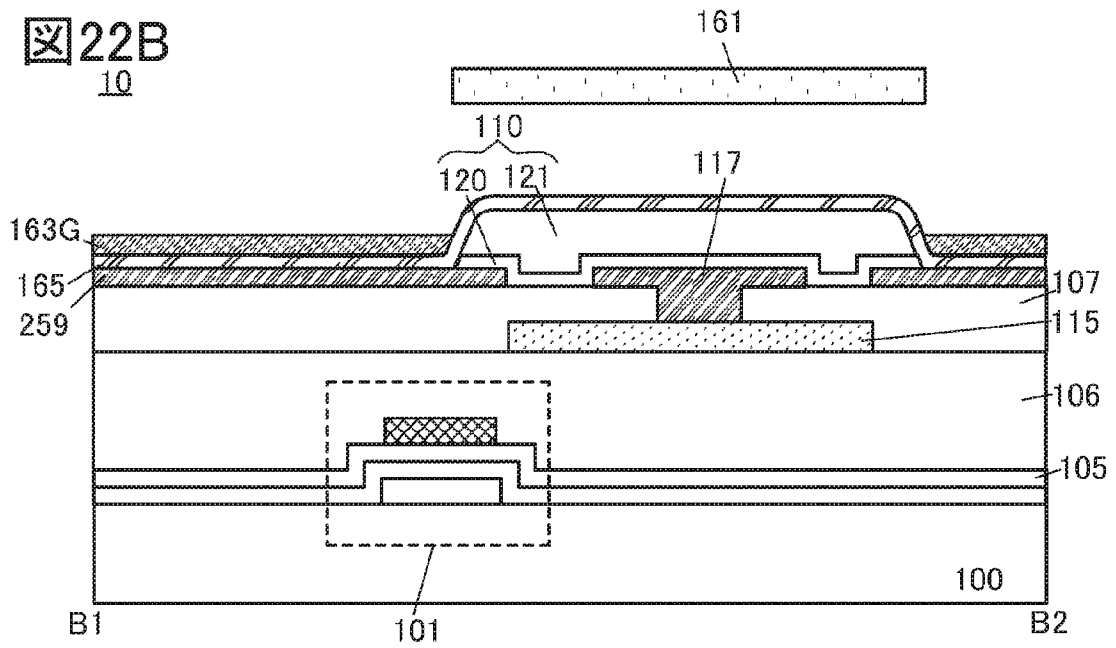


図23A

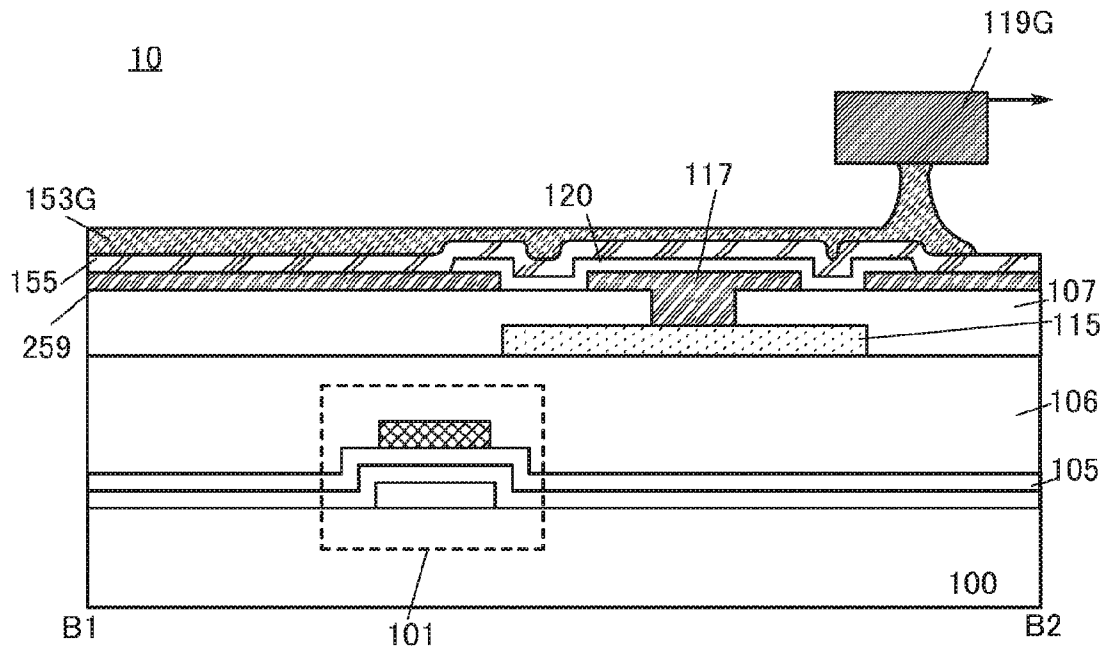


図23B

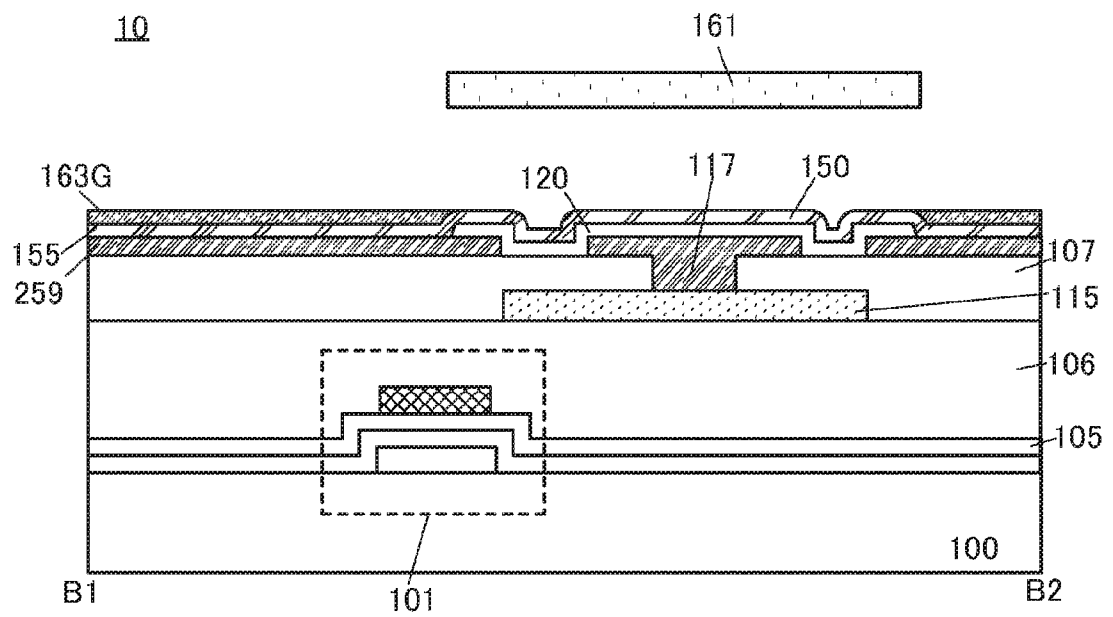


図24A

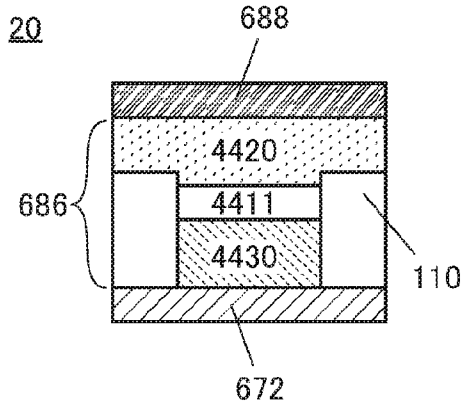


図24B

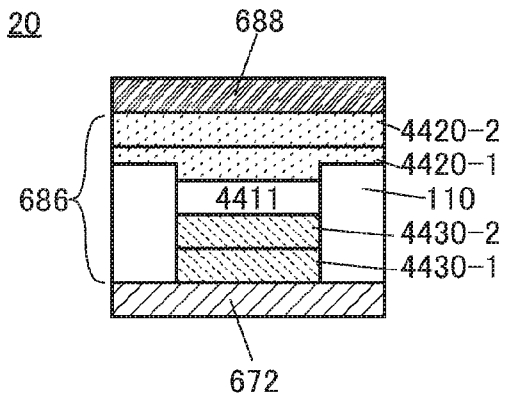


図24C1

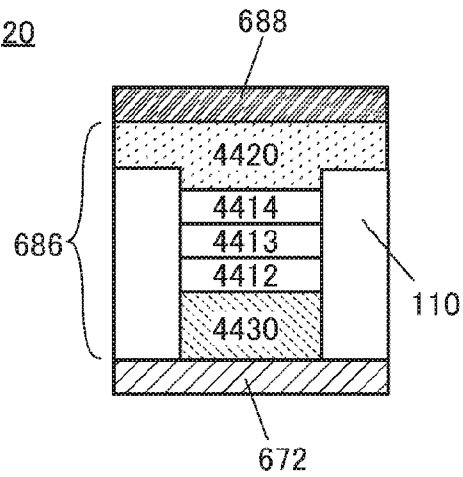


図24C2

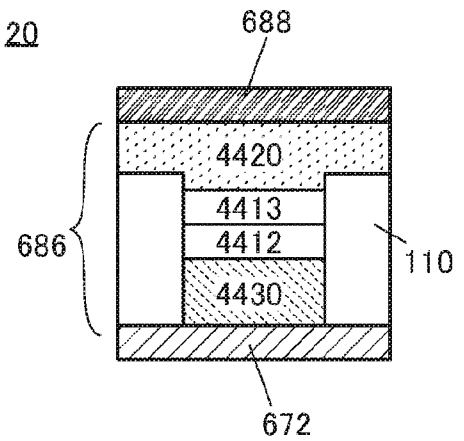


図24D1

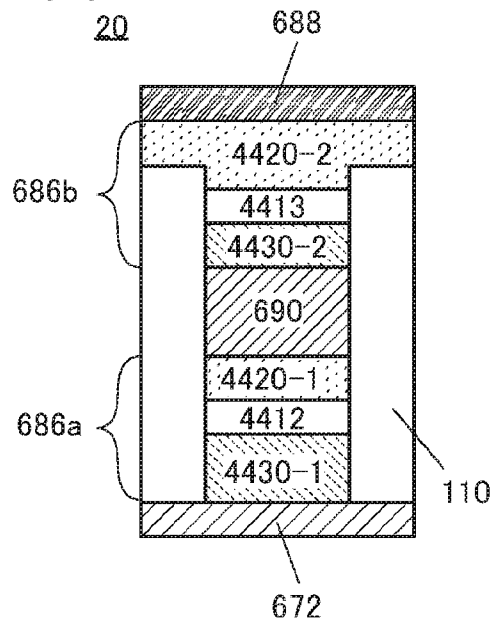


図24D2

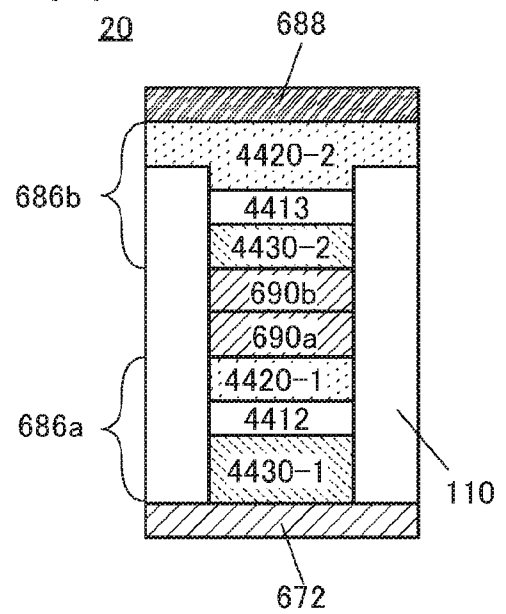


図25A

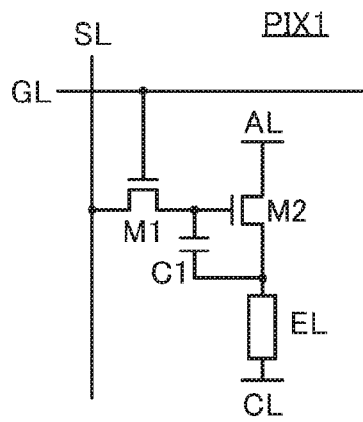


図25B

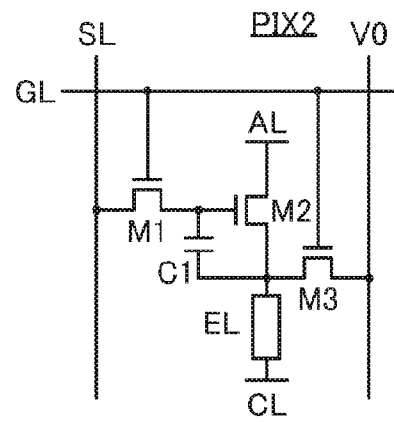


図25C

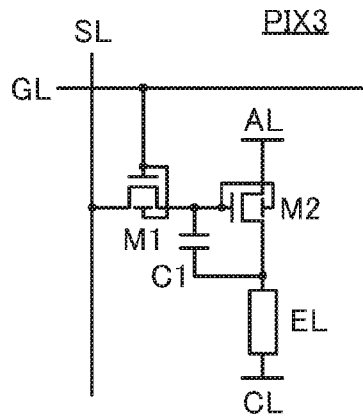


図25D

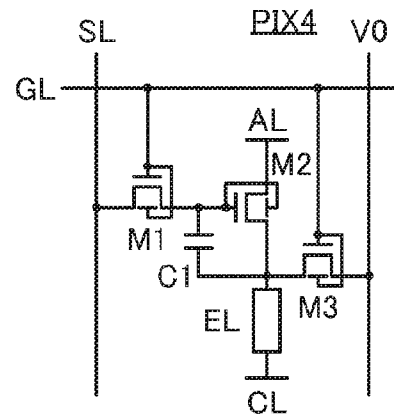


図26A

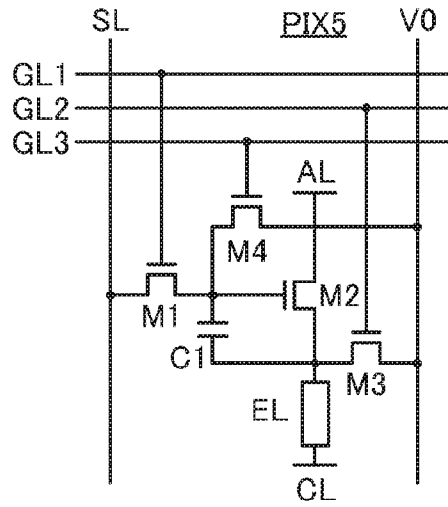


図26B

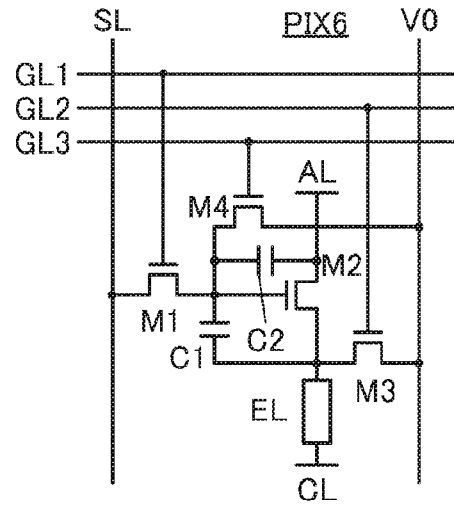


図26C

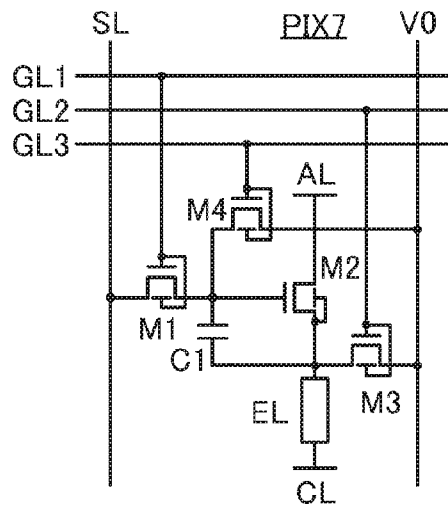


図26D

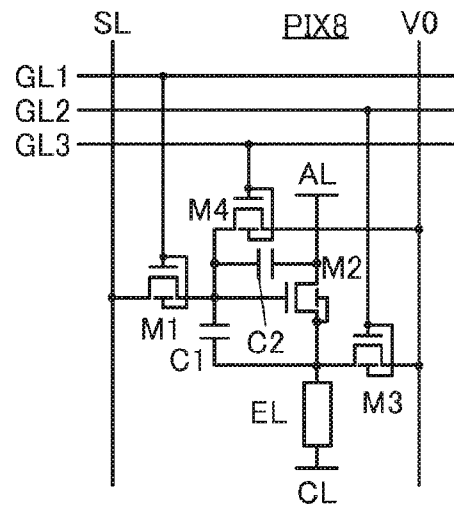


図27A

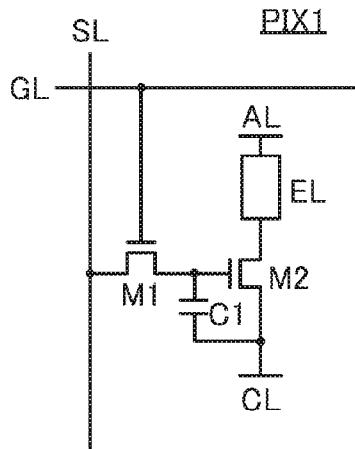


図27B

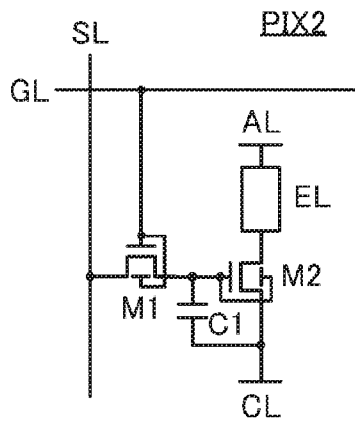


図28A

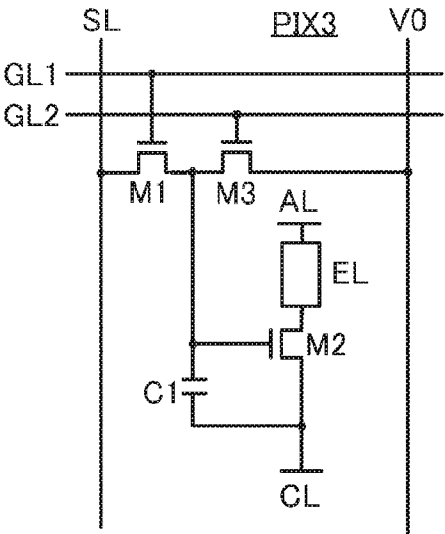
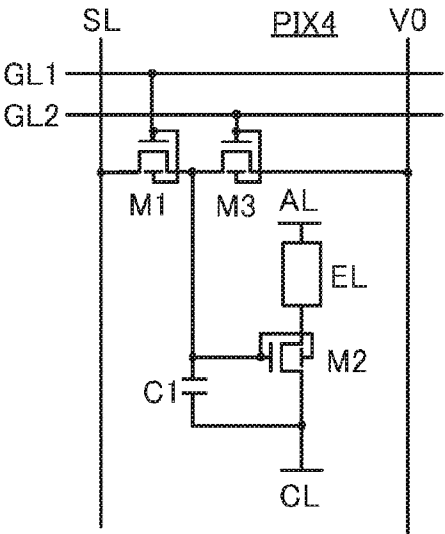


図28B



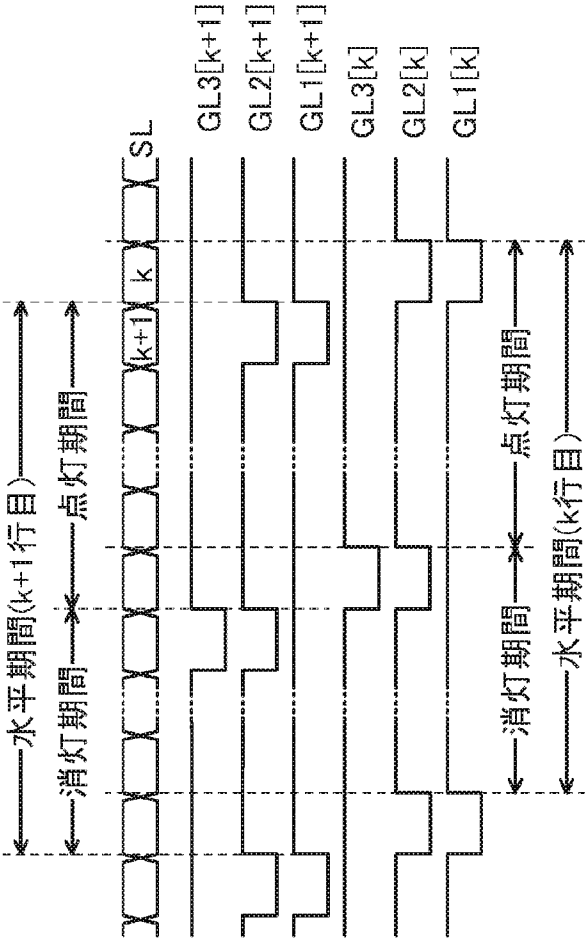
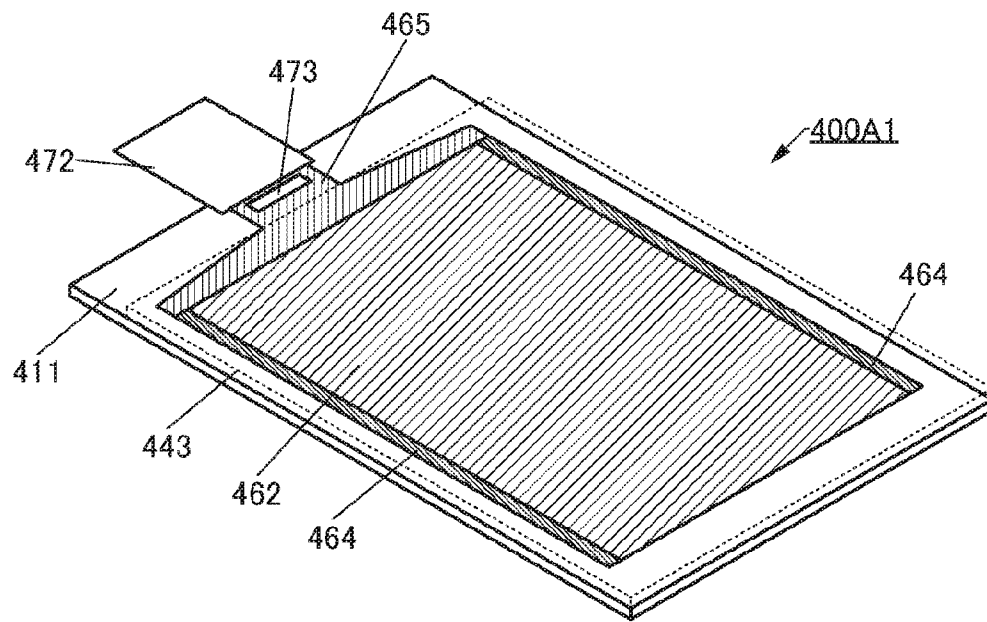
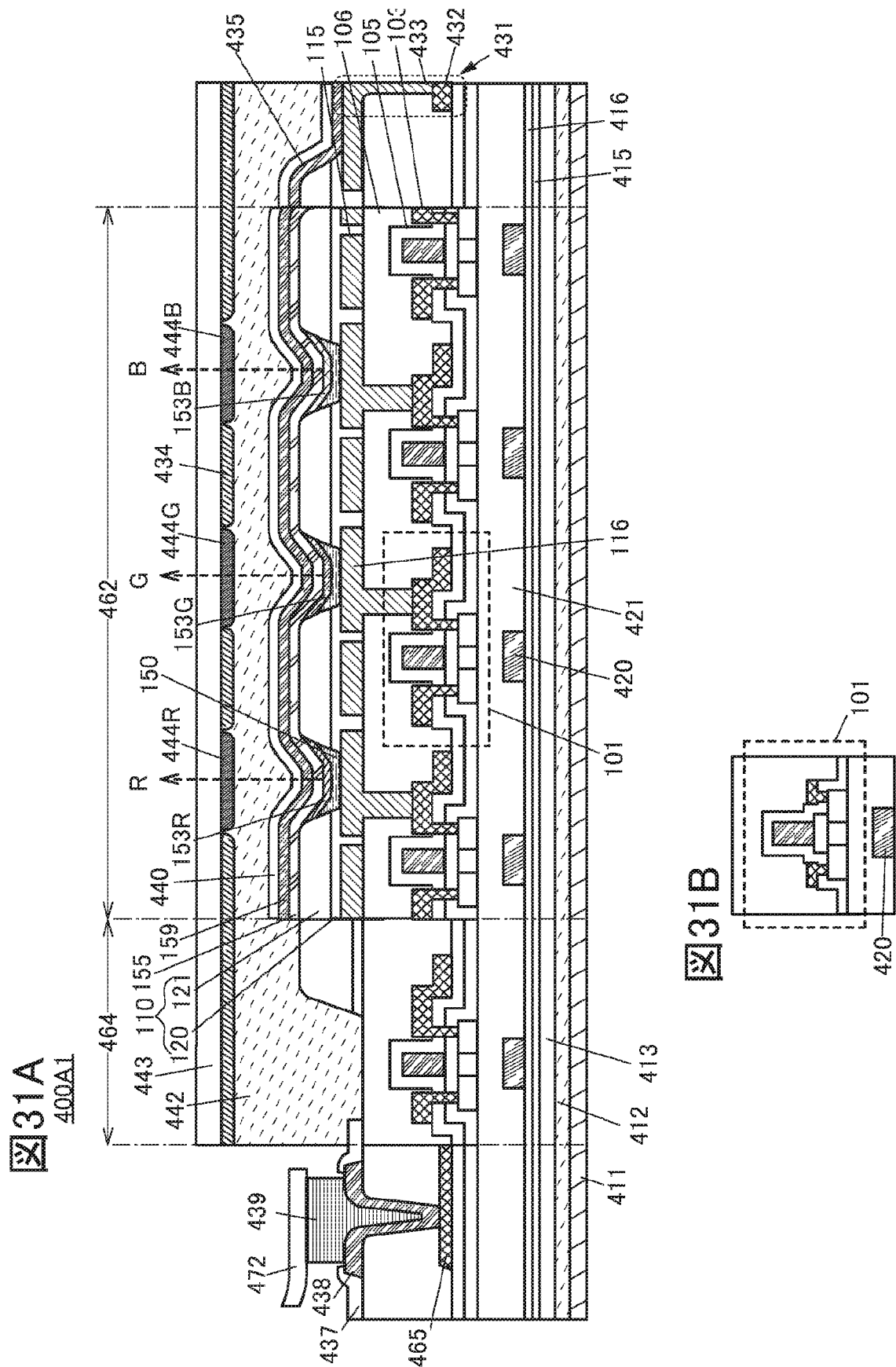
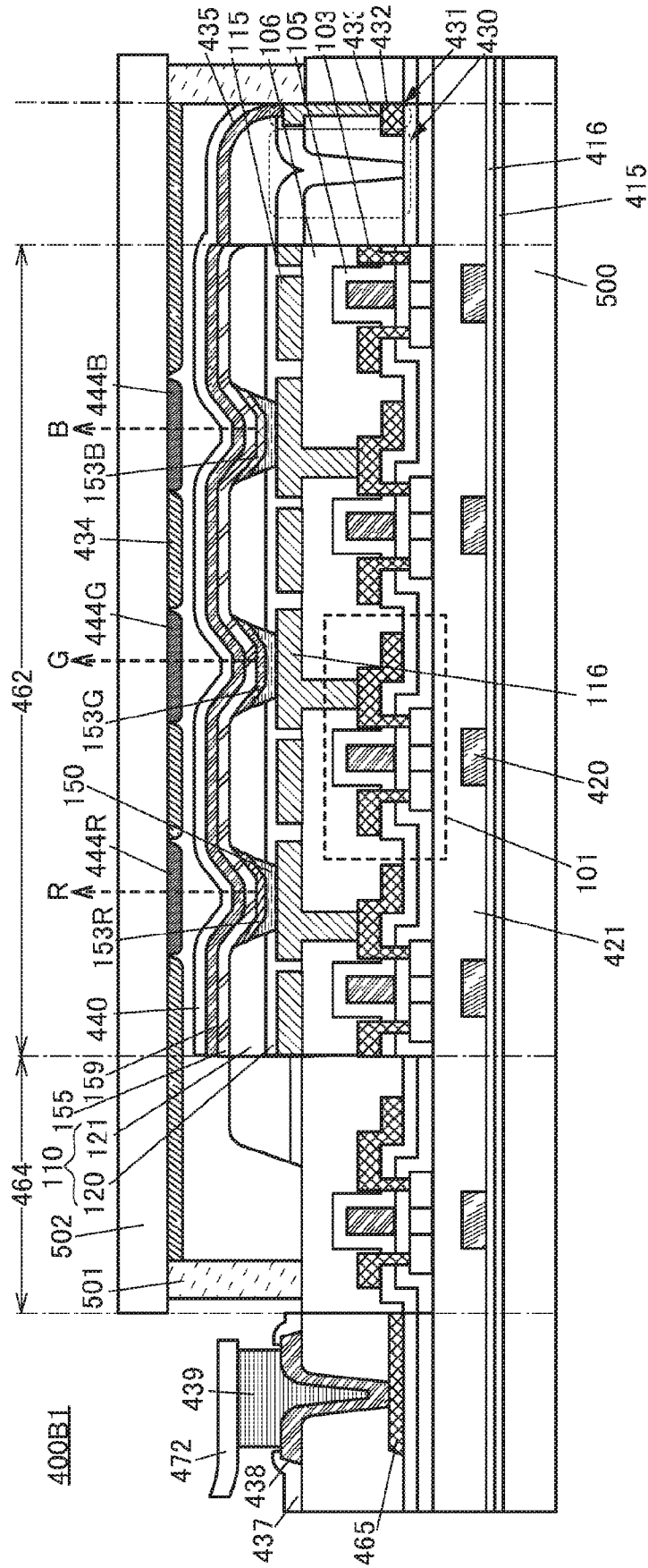


図 30

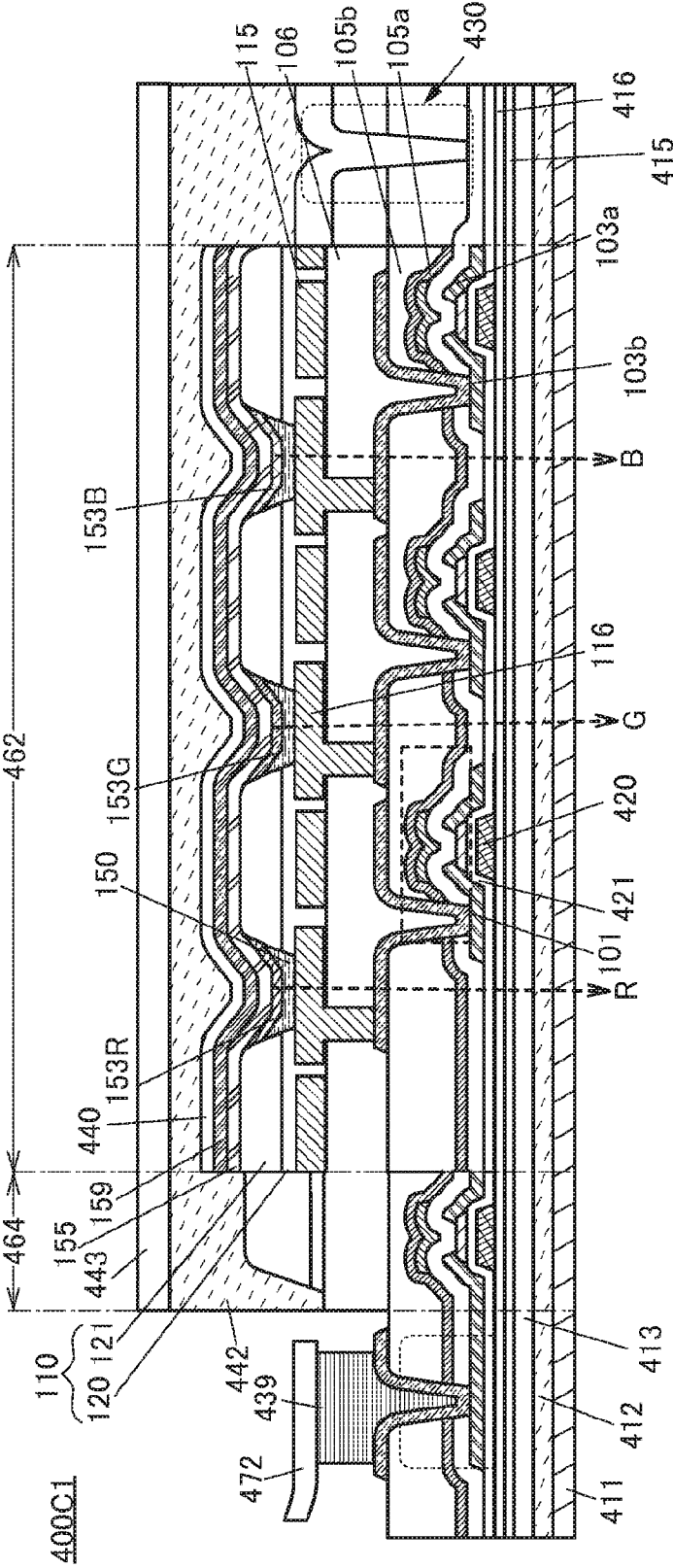




32



33



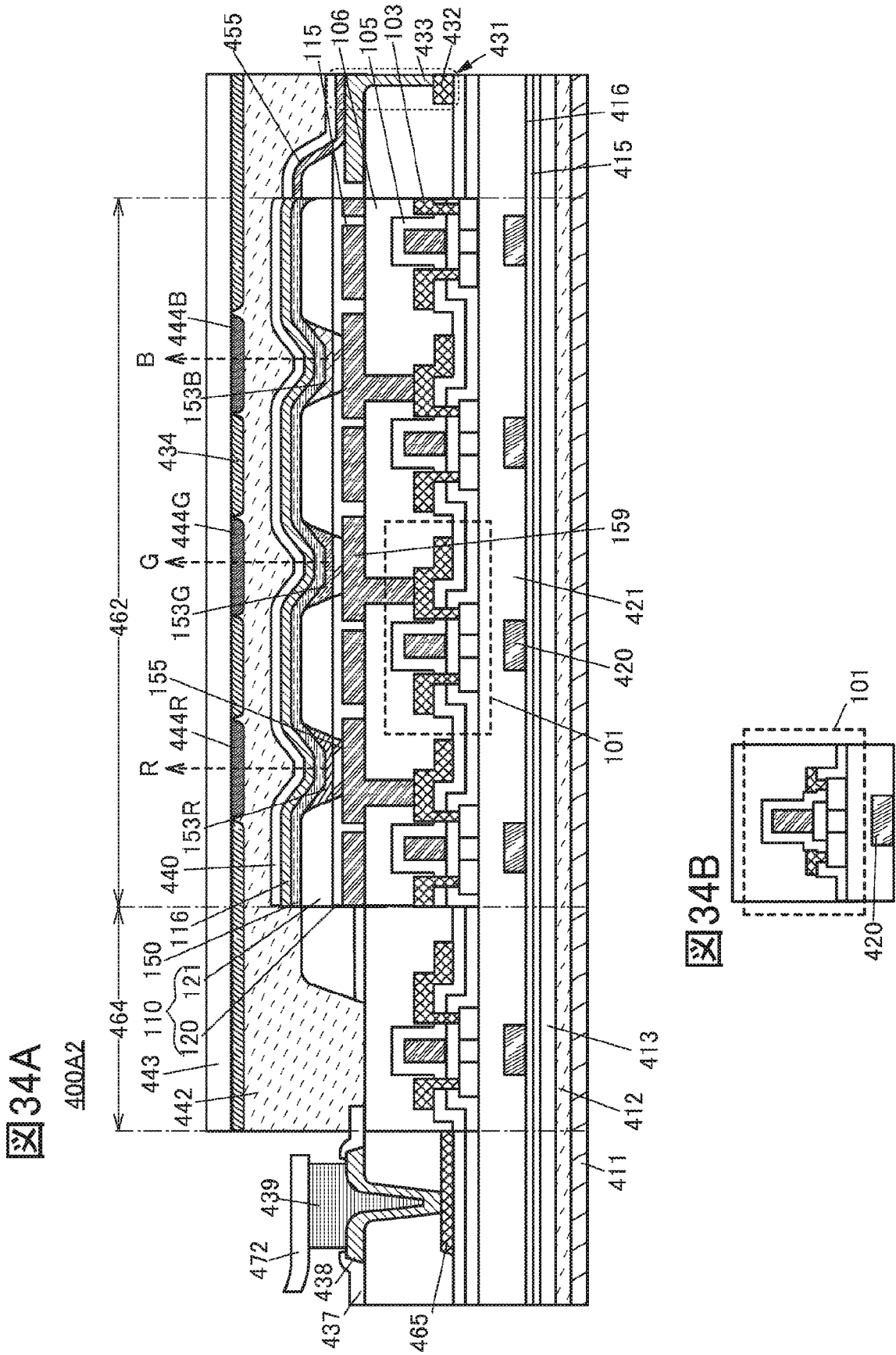
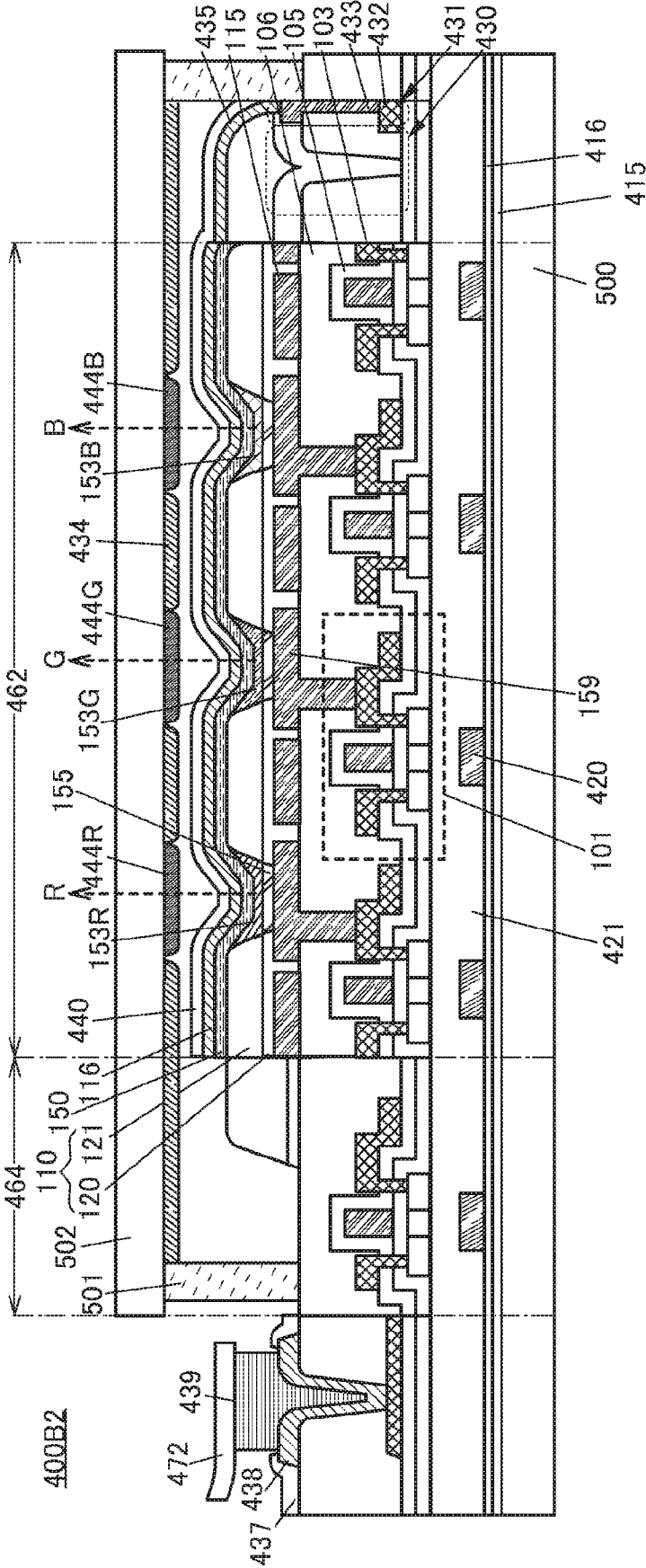


图 35



36

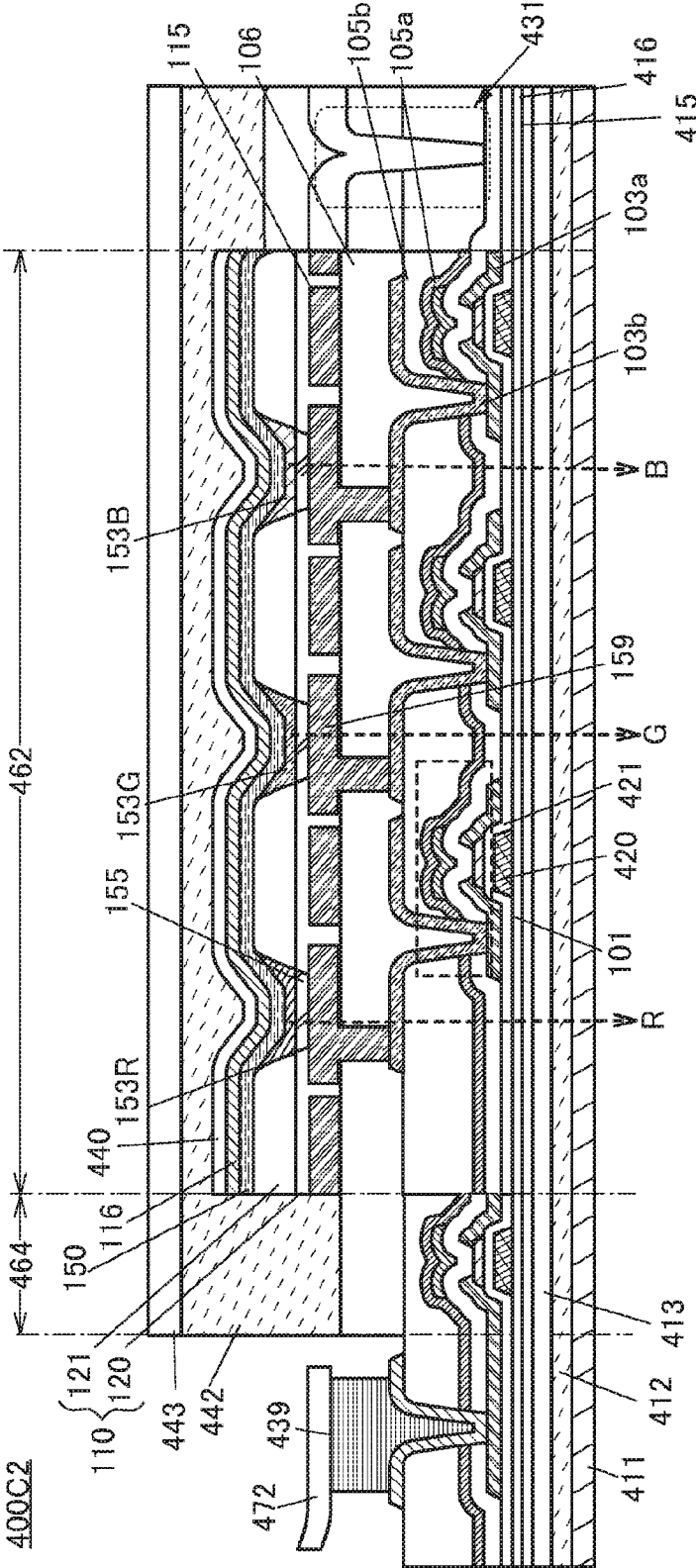


図37A

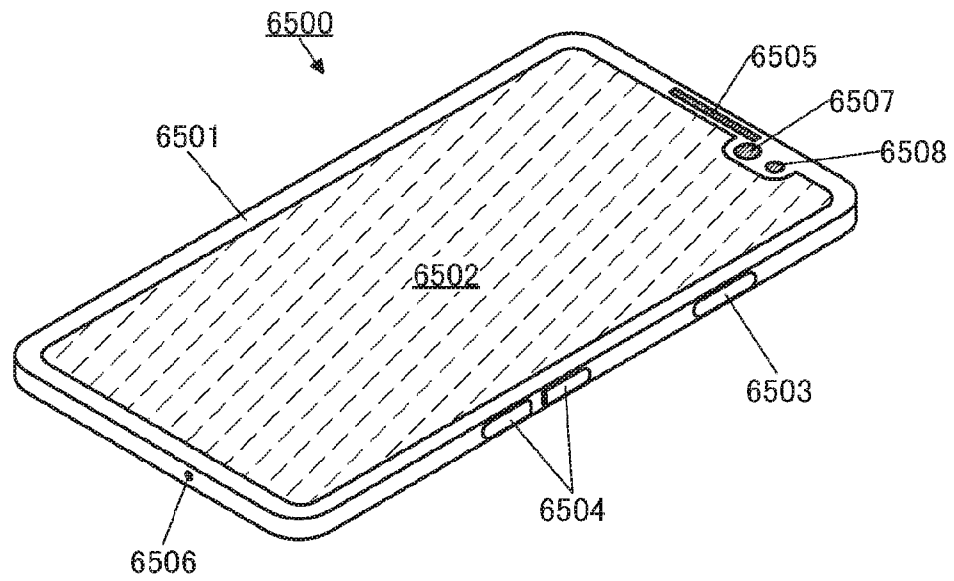


図37B

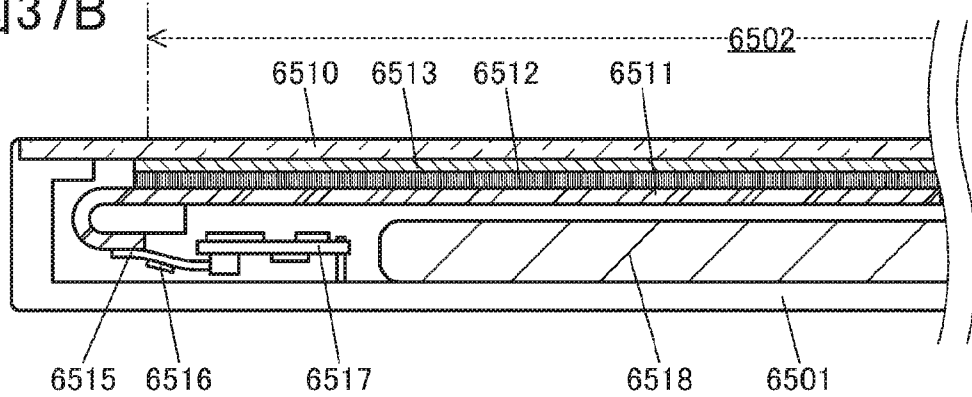


図38A

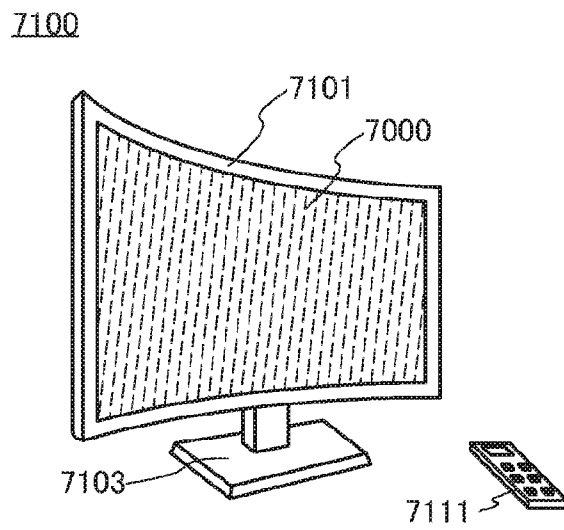


図38B

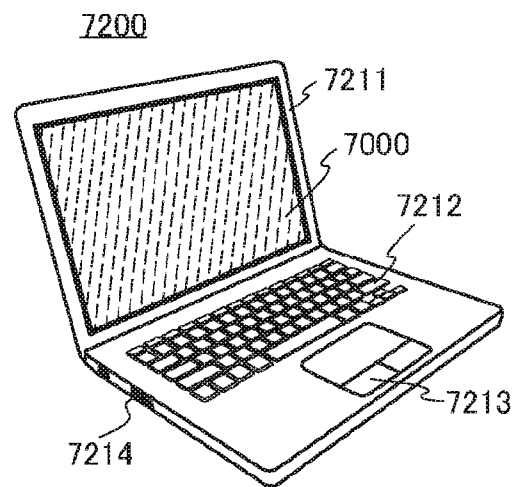


図38C

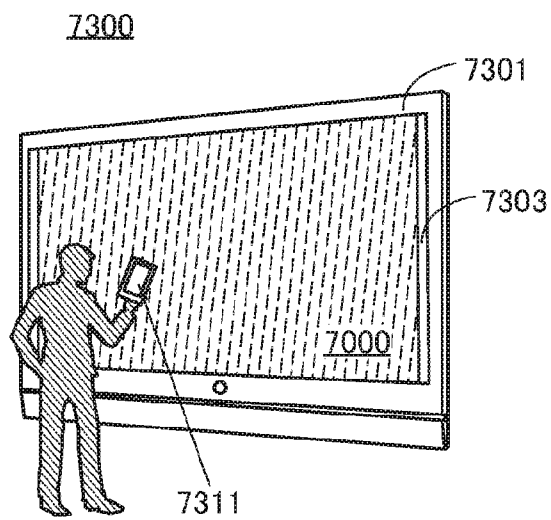


図38D

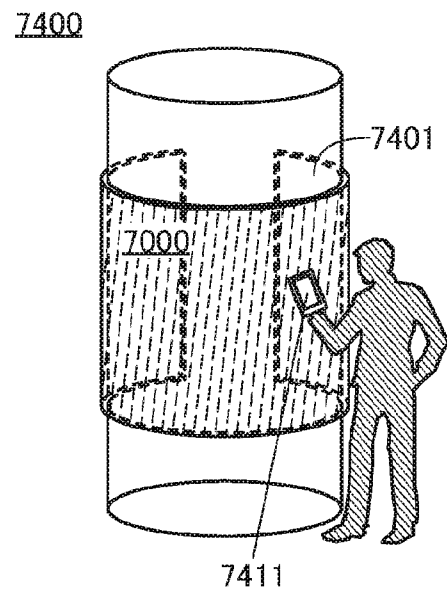


図39A

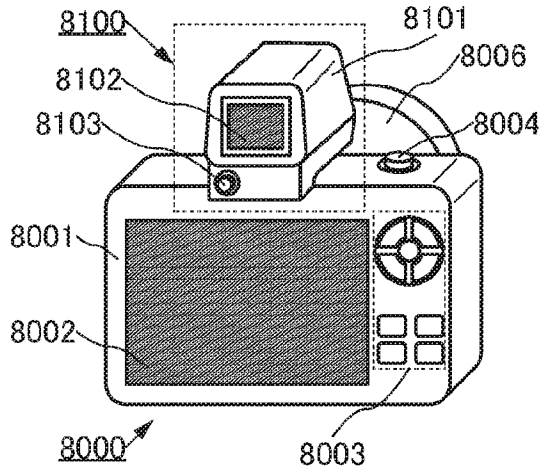


図39B

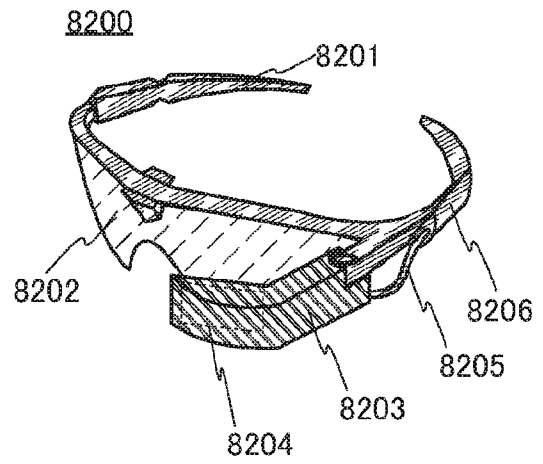


図39C

8300

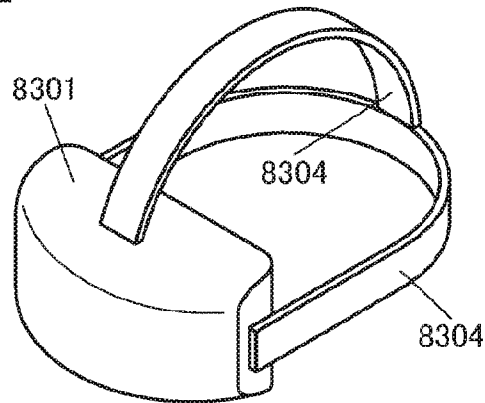


図39D

8300

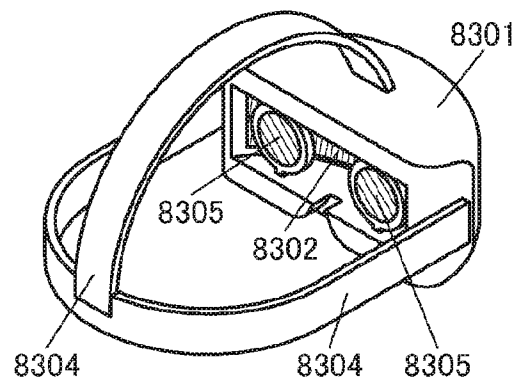


図39E

8300

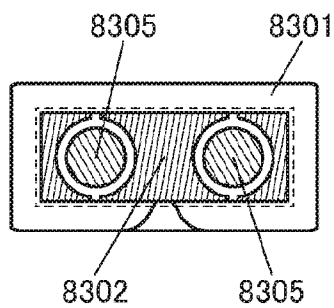


図39F

8400

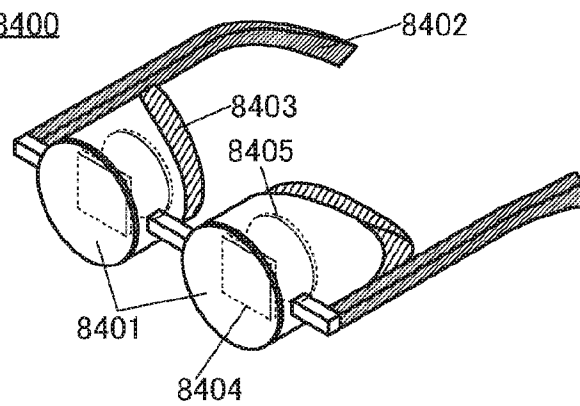


图40A

9101

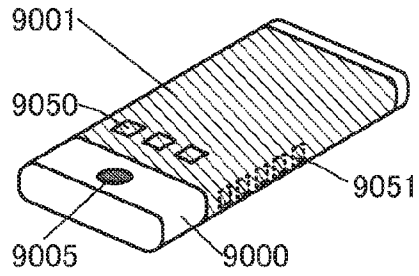


图40B

9102

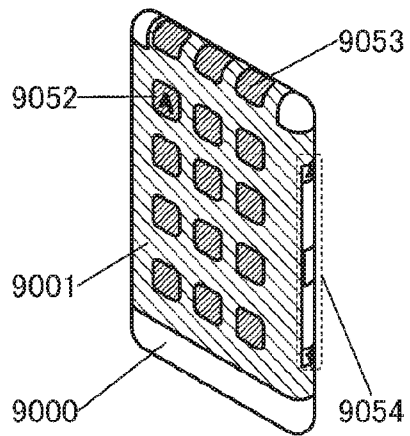


图40C

9200

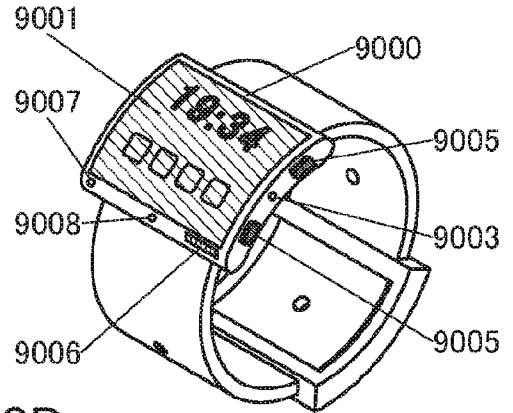


图40D

9201

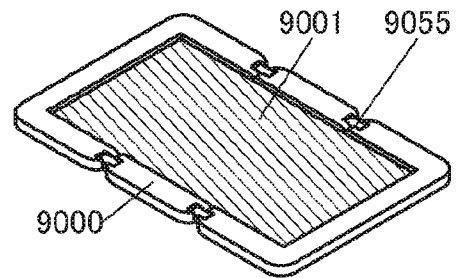


图40E

9201

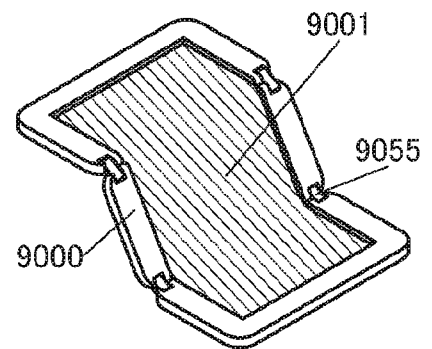
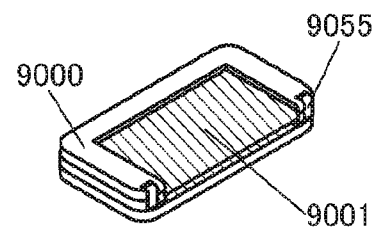


图40F

9201



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2022/051140

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05B 33/22(2006.01)i; **G09F 9/30**(2006.01)i; **H01L 27/32**(2006.01)i; **H01L 51/50**(2006.01)i; **H05B 33/06**(2006.01)i;
H05B 33/12(2006.01)i; **H05B 33/26**(2006.01)i; **H05B 33/28**(2006.01)i

FI: H05B33/22 Z; H05B33/14 A; H01L27/32; H05B33/12 B; H05B33/22 D; H05B33/28; G09F9/30 365; G09F9/30 339;
G09F9/30 338; G09F9/30 349Z; H05B33/22 C; G09F9/30 330; H05B33/26 Z; H05B33/06

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)

H05B33/22; G09F9/30; H01L27/32; H01L51/50; H05B33/06; H05B33/12; H05B33/26; 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.
X	JP 2009-259570 A (SEIKO EPSON CORP.) 05 November 2009 (2009-11-05) paragraphs [0022], [0024], [0039], [0040], [0054]-[0057], fig. 2 (a), 6 (c), 9	1
Y	paragraphs [0022], [0024], [0039], [0040], [0054]-[0057], fig. 2 (a), 6 (c), 9	2-5
Y	JP 2009-176495 A (SEIKO EPSON CORP.) 06 August 2009 (2009-08-06) paragraphs [0052], [0053], fig. 2	2-5
Y	JP 2006-294395 A (SEIKO EPSON CORP.) 26 October 2006 (2006-10-26) paragraphs [0063], [0064], fig. 9	2-5
Y	JP 2018-206710 A (JOLED INC.) 27 December 2018 (2018-12-27) paragraph [0065], fig. 5	5
Y	WO 2015/155971 A1 (JOLED INC.) 15 October 2015 (2015-10-15) paragraphs [0072], [0073], fig. 5	5
A	US 2017/0033166 A1 (LG DISPLAY CO., LTD.) 02 February 2017 (2017-02-02) fig. 4	1-5



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

02 May 2022

Date of mailing of the international search report

17 May 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

International application No.

PCT/IB2022/051140**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2017/0141176 A1 (LG DISPLAY CO., LTD.) 18 May 2017 (2017-05-18) fig. 2	1-5
A	JP 2009-231264 A (SEIKO EPSON CORP.) 08 October 2009 (2009-10-08) paragraphs [0043], [0045], fig. 4	1-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/IB2022/051140

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2009-259570	A	05 November 2009	(Family: none)	
JP	2009-176495	A	06 August 2009	(Family: none)	
JP	2006-294395	A	26 October 2006	(Family: none)	
JP	2018-206710	A	27 December 2018	US 2018/0358573 A1	paragraph [0126], fig. 5
WO	2015/155971	A1	15 October 2015	US 2017/0117339 A1	paragraphs [0084]-[0086], fig. 5
US	2017/0033166	A1	02 February 2017	EP 3125294 A1	
				KR 10-2017-0015637 A	
				CN 106409870 A	
				TW 201705469 A	
US	2017/0141176	A1	18 May 2017	EP 3168880 A1	
				KR 10-2017-0057076 A	
				CN 106711169 A	
JP	2009-231264	A	08 October 2009	US 2009/0215350 A1	paragraphs [0056], [0058], fig. 4B

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H05B 33/22(2006.01)i; G09F 9/30(2006.01)i; H01L 27/32(2006.01)i; H01L 51/50(2006.01)i; H05B 33/06(2006.01)i; H05B 33/12(2006.01)i; H05B 33/26(2006.01)i; H05B 33/28(2006.01)i FI: H05B33/22 Z; H05B33/14 A; H01L27/32; H05B33/12 B; H05B33/22 D; H05B33/28; G09F9/30 365; G09F9/30 339; G09F9/30 338; G09F9/30 349Z; H05B33/22 C; G09F9/30 330; H05B33/26 Z; H05B33/06														
B. 調査を行った分野														
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H05B33/22; G09F9/30; H01L27/32; H01L51/50; H05B33/06; H05B33/12; H05B33/26; H05B33/28														
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 <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>			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													
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）														
C. 関連すると認められる文献														
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号												
X	JP 2009-259570 A（セイコーエプソン株式会社）05.11.2009（2009-11-05） 段落[0022], [0024], [0039]-[0040], [0054]-[0057], [図2(a)], [図6(c)], [図9]	1												
Y	段落[0022], [0024], [0039]-[0040], [0054]-[0057], [図2(a)], [図6(c)], [図9]	2-5												
Y	JP 2009-176495 A（セイコーエプソン株式会社）06.08.2009（2009-08-06） 段落[0052]-[0053], [図2]	2-5												
Y	JP 2006-294395 A（セイコーエプソン株式会社）26.10.2006（2006-10-26） 段落[0063]-[0064], [図9]	2-5												
Y	JP 2018-206710 A（株式会社J O L E D）27.12.2018（2018-12-27） 段落[0065], [図5]	5												
Y	WO 2015/155971 A1（株式会社J O L E D）15.10.2015（2015-10-15） 段落[0072]-[0073], [図5]	5												
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。														
<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、一般的な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、一般的な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、一般的な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														
国際調査を完了した日 02.05.2022		国際調査報告の発送日 17.05.2022												
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 小久保 州洋 20 1169 電話番号 03-3581-1101 内線 3271												

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	US 2017/0033166 A1 (LG DISPLAY CO., LTD.) 02.02.2017 (2017 - 02 - 02) 図4	1-5
A	US 2017/0141176 A1 (LG DISPLAY CO., LTD.) 18.05.2017 (2017 - 05 - 18) 図2	1-5
A	JP 2009-231264 A (セイコーエプソン株式会社) 08.10.2009 (2009 - 10 - 08) 段落[0043], [0045], [図4]	1-5

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/IB2022/051140

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2009-259570	A	05.11.2009	(ファミリーなし)	
JP	2009-176495	A	06.08.2009	(ファミリーなし)	
JP	2006-294395	A	26.10.2006	(ファミリーなし)	
JP	2018-206710	A	27.12.2018	US 2018/0358573 A1	
				段落[0126], 図5	
WO	2015/155971	A1	15.10.2015	US 2017/0117339 A1	
				段落[0084]-[0086], 図5	
US	2017/0033166	A1	02.02.2017	EP 3125294 A1	
				KR 10-2017-0015637 A	
				CN 106409870 A	
				TW 201705469 A	
US	2017/0141176	A1	18.05.2017	EP 3168880 A1	
				KR 10-2017-0057076 A	
				CN 106711169 A	
JP	2009-231264	A	08.10.2009	US 2009/0215350 A1	
				段落[0056], [0058], 図4B	