

(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7月21日(21.07.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/153150 A1

(51) 国際特許分類:

H05B 33/10 (2006.01) H05B 33/04 (2006.01)
G09F 9/00 (2006.01) H05B 33/12 (2006.01)
G09F 9/30 (2006.01) H05B 33/22 (2006.01)
H01L 27/32 (2006.01) H05B 33/26 (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01) H05B 33/28 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/IB2022/050106

(22) 国際出願日: 2022年1月7日(07.01.2022)

(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 2021-004494 2021年1月14日(14.01.2021) JP
特願 2021-004495 2021年1月14日(14.01.2021) JP

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

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

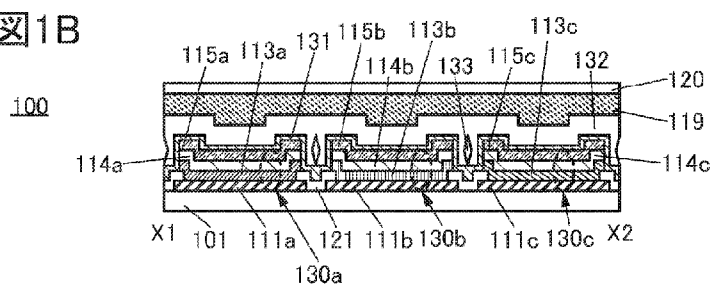
之(IKEDA, Takayuki); 〒2430036 神奈川県厚木
市長谷398株式会社半導体エネルギー研究所内
Kanagawa (JP). 岡崎健一(OKAZAKI, Kenichi);
〒2430036 神奈川県厚木市長谷398株式会社半
導体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP). 山
根靖正(YAMANE, Yasumasa); 〒2430036 神奈
川県厚木市長谷398株式会社半導体エネルギ
ー研究所内 Kanagawa (JP). 木村肇(KIMURA,
Hajime); 〒2430036 神奈川県厚木市長谷398株
式会社半導体エネルギー研究所内 Kanagawa
(JP). 大貫達也(ONUKE, Tatsuya); 〒2430036 神
奈川県厚木市長谷398株式会社半導体エネ
ルギー研究所内 Kanagawa (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,

(54) Title: DISPLAY DEVICE FABRICATION METHOD, DISPLAY DEVICE, DISPLAY MODULE, AND ELEC-
TRONIC APPARATUS

(54) 発明の名称: 表示装置の作製方法、表示装置、表示モジュール、及び、電子機器

図1B



(57) Abstract: Provided is a high-definition or high-resolution display device. The display device is fabricated by: forming a first pixel electrode and a second pixel electrode; forming a first layer on the first pixel electrode and the second pixel electrode; forming a first sacrificial layer on the first layer; processing the first layer and the first sacrificial layer to expose at least a portion of the second pixel electrode; forming a second layer on the first pixel electrode and the second pixel electrode; forming a second sacrificial layer on the second layer; processing the second layer and the second sacrificial layer to expose at least a portion of the first sacrificial layer; removing the first sacrificial layer and the second sacrificial layer; forming a third layer on the first pixel electrode and the second pixel electrode; forming a counter electrode on the third layer; and processing the third layer and the counter electrode to remove at least a portion of each of the third layer and the counter electrode included in an area between the first pixel electrode and the second pixel electrode in a top view.

QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

- 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: 高精細または高解像度の表示装置を提供する。第1の画素電極、及び、第2の画素電極を形成し、第1の画素電極上、及び、第2の画素電極上に、第1の層を形成し、第1の層上に、第1の犠牲層を形成し、第1の層及び第1の犠牲層を加工して、第2の画素電極の少なくとも一部を露出させ、第1の画素電極上、及び、第2の画素電極上に、第2の層を形成し、第2の層上に、第2の犠牲層を形成し、第2の層及び第2の犠牲層を加工して、第1の犠牲層の少なくとも一部を露出させ、第1の犠牲層及び第2の犠牲層を除去し、第1の画素電極上、及び、第2の画素電極上に、第3の層を形成し、第3の層上に、対向電極を形成し、第3の層及び対向電極を加工して、上面視における、第1の画素電極と第2の画素電極との間の領域に含まれる、第3の層及び対向電極それぞれの少なくとも一部を除去することで、表示装置を作製する。

明細書

発明の名称

表示装置の作製方法、表示装置、表示モジュール、及び、電子機器

技術分野

[0001]

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

[0002]

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

背景技術

[0003]

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

[0004]

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

[0005]

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

[0006]

特許文献1には、有機ELデバイス（有機EL素子ともいう）を用いた、VR向けの表示装置が開示されている。

[先行技術文献]

[特許文献]

[0007]

[特許文献1] 国際公開第2018/087625号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008]

発光層の発光色がそれぞれ異なる複数の有機ELデバイスを有する表示装置を作製する場合、発光色が異なる発光層をそれぞれ島状に形成する必要がある。

[0009]

例えば、メタルマスク（シャドーマスクともいう）を用いた真空蒸着法により、島状の発光層を成膜することができる。しかし、蒸着の際に、層の輪郭がぼやけて、端部の厚さが薄くなることがある。つまり、島状の発光層は場所によって厚さにばらつきが生じることがある。また、大型、高解像度、または高精細な表示装置を作製する場合、メタルマスクの寸法精度の低さ、及び、熱等による変形により、製造歩留まりが低くなる懸念がある。

[0010]

また、メタルマスクを用いた真空蒸着法を用いて表示装置を作製する場合、製造装置が複数ライン必要となるといった課題がある。例えば、定期的にメタルマスクを洗浄する必要があるため、少なくとも2ライン以上の製造装置を準備し、一方の製造装置をメンテナンス中に他方の製造装置を用いて製造する必要がある、量産を考慮すると、製造装置が複数ライン必要となる。したがって、製造装置を導入するための初期投資が非常に大きくなるといった課題がある。

[0011]

本発明の一態様は、高精細な表示装置の作製方法を提供することを課題の一つとする。本発明の一態様は、高解像度の表示装置の作製方法を提供することを課題の一つとする。本発明の一態様は、大型の表示装置の作製方法を提供することを課題の一つとする。本発明の一態様は、信頼性の高い表示装置の作製方法を提供することを課題の一つとする。本発明の一態様は、歩留まりの高い表示装置の作製方法を提供することを課題の一つとする。

[0012]

本発明の一態様は、高精細な表示装置を提供することを課題の一つとする。本発明の一態様は、高解像度の表示装置を提供することを課題の一つとする。本発明の一態様は、大型の表示装置を提供することを課題の一つとする。本発明の一態様は、信頼性の高い表示装置を提供することを課題の一つとする。

[0013]

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

課題を解決するための手段

[0014]

本発明の一態様は、第1の画素電極、及び、第2の画素電極を形成し、第1の画素電極上、及び、第2の画素電極上に、第1の層を形成し、第1の層上に、第1の犠牲層を形成し、第1の層及び第1の犠牲層を加工して、第2の画素電極の少なくとも一部を露出させ、第1の画素電極上、及び、第2の画素電極上に、第2の層を形成し、第2の層上に、第2の犠牲層を形成し、第2の層及び第2の犠牲層を加工して、第1の犠牲層の少なくとも一部を露出させ、第1の犠牲層及び第2の犠牲層を除去し、第1の画素電極上、及び、第2の画素電極上に、第3の層を形成し、第3の層上に、対向電極を形成し、第3の層及び対向電極を加工して、上面視における、第1の画素電極と第2の画素電極との間の領域に含まれる、第3の層及び対向電極それぞれの少なくとも一部を除去する、表示装置の作製方法である。

[0015]

第3の層及び対向電極を加工した後に、対向電極上に、保護層を形成することが好ましい。保護層として、第1の成膜方法で第1の保護層を形成し、第2の成膜方法で第2の保護層を形成してもよい。第1の成膜方法は、第2の成膜方法よりも被覆性の高い膜が成膜される成膜方法であってもよい。

[0016]

第1の層を形成する前に、第1の画素電極の端部、及び、第2の画素電極の端部を覆う、絶縁層を形成してもよい。第3の層、及び、対向電極を加工する工程において、絶縁層の少なくとも一部を露出させてもよい。

[0017]

第1の犠牲層上に、第1の画素電極と重なる第1のレジストマスクを形成し、第1の層及び第1の犠牲層を加工する際に、第1のレジストマスクを用いることが好ましい。第2の犠牲層上に、第2の画素電極と重なる第2のレジストマスクを形成し、第2の層及び第2の犠牲層を加工する際に、第2のレジストマスクを用いることが好ましい。

[0018]

対向電極上に、上面視における、第1の画素電極と第2の画素電極との間の領域に開口を有する、第3のレジストマスクを形成してもよい。または、対向電極上に、第1の画素電極と重なる第1の部分と、第2の画素電極と重なる第2の部分と、を離隔して有する、第3のレジストマスクを形成してもよい。第3の層及び対向電極を加工する際に、第3のレジストマスクを用いることが好ましい。

[0019]

または、本発明の一態様は、第1の方向に並んだ複数の第1の画素電極と、第1の方向に並んだ複数の第2の画素電極と、を、第2の方向に並べて形成し、複数の第1の画素電極上、及び、複数の第2の画素電極上に、第1の層を形成し、第1の層上に、第1の犠牲層を形成し、第1の層及び第1の犠牲層を加工して、複数の第2の画素電極それぞれの少なくとも一部を露出させ、複数の第1の画素電極上、及び、複数の第2の画素電極上に、第2の層を形成し、第2の層上に、第2の犠牲層を形成し、第2の層及び第2の犠牲層を加工して、第1の犠牲層の少なくとも一部を露出させ、第1の犠牲層及び第2の犠牲層を除去し、複数の第1の画素電極上、及び、複数の第2の画素電極上に、第3の層を形成し、第3の層上に、対向電極を形成し、第3の層及び対向電極を加工して、上面視における、第1の画素電極と第2の画素電極との間の領域に含まれる、第3の層及び対向電極それぞれの少なくとも一部を除去し、対向電極上に、保護層を形成し、保護層を加工して、上面視における、複数の第1の画素電極の間の領域、及び、複数の第2の画素電極の間の領域に含まれる、対向電極の少なくとも一部を露出させ、対向電極上、及び、保護層上に、導電層を形成する、表示装置の作製方法である。

[0020]

保護層として、第1の成膜方法で第1の保護層を形成し、第2の成膜方法で第2の保護層を形成してもよい。第1の成膜方法は、第2の成膜方法よりも被覆性の高い膜が成膜される成膜方法であってもよい。

[0021]

第1の層を形成する前に、複数の第1の画素電極の端部、及び、複数の第2の画素電極の端部を覆

う、絶縁層を形成してもよい。第3の層、及び、対向電極を加工する工程において、絶縁層の少なくとも一部を露出させてもよい。

[0022]

第1の犠牲層上に、第1の画素電極と重なる第1のレジストマスクを形成し、第1の層及び第1の犠牲層を加工する際に、第1のレジストマスクを用いることが好ましい。第2の犠牲層上に、第2の画素電極と重なる第2のレジストマスクを形成し、第2の層及び第2の犠牲層を加工する際に、第2のレジストマスクを用いることが好ましい。

[0023]

対向電極上に、上面視における、第1の画素電極と第2の画素電極との間の領域に開口を有する、第3のレジストマスクを形成してもよい。または、対向電極上に、複数の第1の画素電極と重なる第1の部分と、複数の第2の画素電極と重なる第2の部分と、を離隔して有する、第3のレジストマスクを形成してもよい。第3の層及び対向電極を加工する際に、第3のレジストマスクを用いることが好ましい。

[0024]

保護層上に、上面視における、複数の第1の画素電極の間の領域、及び、複数の第2の画素電極の間の領域に開口を有する、第4のレジストマスクを形成してもよい。または、保護層上に、複数の第1の画素電極の少なくとも一つ、及び、複数の第2の画素電極の少なくとも一つと重なる第3の部分と、複数の第1の画素電極の他の少なくとも一つ、及び、複数の第2の画素電極の他の少なくとも一つと重なる第4の部分と、を離隔して有する第4のレジストマスクを形成してもよい。保護層を加工する際に、第4のレジストマスクを用いることが好ましい。

[0025]

本発明の一態様は、複数の第1の発光デバイス及び複数の第2の発光デバイスを有する表示装置である。第1の発光デバイスは、第1の画素電極と、第1の画素電極上の第1の層と、第1の層上の第3の層と、第3の層上の対向電極と、を有する。第2の発光デバイスは、第2の画素電極と、第2の画素電極上の第2の層と、第2の層上の第3の層と、第3の層上の対向電極と、を有する。第1の発光デバイスと第2の発光デバイスとは、互いに異なる色の光を発する機能を有する。上面視における、第1の画素電極と第2の画素電極との間の領域は、第3の層及び対向電極が設けられていない部分を有する。第3の層及び対向電極は、複数の第1の発光デバイスにわたって設けられている。第3の層及び対向電極は、複数の第2の発光デバイスにわたって設けられている。

[0026]

上記の表示装置は、対向電極上に、保護層を有することが好ましい。第1の発光デバイスと第2の発光デバイスの間に、保護層に囲まれた空隙を有していてもよい。

[0027]

または、上記の表示装置は、対向電極上の第1の保護層と、第1の保護層上の第2の保護層と、を有することが好ましい。第1の発光デバイスと第2の発光デバイスの間に、第1の保護層と第2の保護層とに囲まれた空隙を有していてもよい。

[0028]

または、本発明の一態様は、複数の第1の発光デバイス及び複数の第2の発光デバイスと、複数の第1の発光デバイス上、及び、複数の第2の発光デバイス上の、保護層と、保護層上の導電層と、を有する表示装置である。第1の発光デバイスは、第1の画素電極と、第1の画素電極上の第1の

層と、第1の層上の第3の層と、第3の層上の対向電極と、を有する。第2の発光デバイスは、第2の画素電極と、第2の画素電極上の第2の層と、第2の層上の第3の層と、第3の層上の対向電極と、を有し、第1の発光デバイスと第2の発光デバイスとは、互いに異なる色の光を発する機能を有する。上面視における、第1の画素電極と第2の画素電極との間の領域は、第3の層及び対向電極が設けられていない第1の部分に有する。第3の層及び対向電極は、複数の第1の発光デバイスにわたって設けられている。第3の層及び対向電極は、複数の第2の発光デバイスにわたって設けられている。上面視における、2つの第1の画素電極の間の領域、及び、2つの第2の画素電極の間の領域は、それぞれ、保護層が設けられていない第2の部分に有する。第2の部分において、対向電極と導電層とは、電気的に接続されている。

[0029]

上記の表示装置は、第1の発光デバイスと第2の発光デバイスの間に、保護層に囲まれた空隙を有していてもよい。

[0030]

保護層は、対向電極上の第1の保護層と、第1の保護層上の第2の保護層と、を有することが好ましい。第1の発光デバイスと第2の発光デバイスの間に、第1の保護層と第2の保護層とに囲まれた空隙を有していてもよい。

[0031]

本発明の一態様は、上記いずれかの構成の表示装置を有し、フレキシブルプリント回路基板 (Flexible Printed Circuit、以下、FPCと記す) もしくはTCP (Tape Carrier Package) 等のコネクタが取り付けられた表示モジュール、またはCOG (Chip On Glass) 方式もしくはCOF (Chip On Film) 方式等により集積回路 (IC) が実装された表示モジュール等の表示モジュールである。

[0032]

本発明の一態様は、上記の表示モジュールと、筐体、バッテリー、カメラ、スピーカ、及びマイクのうち少なくとも一つと、を有する電子機器である。

発明の効果

[0033]

本発明の一態様により、高精細な表示装置の作製方法を提供できる。本発明の一態様により、高解像度の表示装置の作製方法を提供できる。本発明の一態様により、大型の表示装置の作製方法を提供できる。本発明の一態様により、信頼性の高い表示装置の作製方法を提供できる。本発明の一態様により、歩留まりの高い表示装置の作製方法を提供できる。

[0034]

本発明の一態様により、高精細な表示装置を提供できる。本発明の一態様により、高解像度の表示装置を提供できる。本発明の一態様により、大型の表示装置を提供できる。本発明の一態様により、信頼性の高い表示装置を提供できる。

[0035]

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

図面の簡単な説明

[0036]

図1Aは、表示装置の一例を示す上面図である。図1Bは、表示装置の一例を示す断面図である。

図2A乃至図2Fは、表示装置の一例を示す上面図である。

図3A乃至図3Cは、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図4A乃至図4Cは、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図5A乃至図5Cは、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図6A乃至図6Cは、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図7A乃至図7Cは、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図8A乃至図8Cは、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図9A及び図9Bは、表示装置の一例を示す断面図である。

図10は、表示装置の一例を示す斜視図である。

図11Aは、表示装置の一例を示す断面図である。図11B及び図11Cは、トランジスタの一例を示す断面図である。

図12A及び図12Bは、表示モジュールの一例を示す斜視図である。

図13は、表示装置の一例を示す断面図である。

図14は、表示装置の一例を示す断面図である。

図15は、表示装置の一例を示す断面図である。

図16A乃至図16Dは、発光デバイスの構成例を示す図である。

図17A及び図17Bは、電子機器の一例を示す図である。

図18A及び図18Bは、電子機器の一例を示す図である。

図19A及び図19Bは、電子機器の一例を示す図である。

図20A乃至図20Dは、電子機器の一例を示す図である。

図21A乃至図21Fは、電子機器の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0037]

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

[0038]

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

[0039]

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

[0040]

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

することが可能である。または、例えば、「絶縁膜」という用語を、「絶縁層」という用語に変更することが可能である。

[0041]

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

[0042]

（実施の形態1）

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置とその作製方法について図1乃至図9を用いて説明する。

[0043]

本発明の一態様の表示装置の作製方法では、島状の画素電極（下部電極ともいえる）を形成し、第1の色の光を発する発光層を含む第1の層（EL層、またはEL層の一部、ということができる）を一面に形成した後、第1の層上に第1の犠牲層を形成する。そして、第1の犠牲層上に第1のレジストマスクを形成し、第1のレジストマスクを用いて、第1の層と第1の犠牲層を加工することで、島状の第1の層を形成する。続いて、第1の層と同様に、第2の色の光を発する発光層を含む第2の層（EL層、またはEL層の一部、ということができる）を、第2の犠牲層及び第2のレジストマスクを用いて、島状に形成する。

[0044]

このように、本発明の一態様の表示装置の作製方法では、島状のEL層は、ファインメタルマスクを用いて形成されるのではなく、EL層を一面に成膜した後に加工することで形成されるため、島状のEL層を均一の厚さで形成することができる。また、EL層上に犠牲層（マスク層と呼称してもよい）を設けることで、表示装置の作製工程中にEL層が受けるダメージを低減し、発光デバイスの信頼性を高めることができる。

[0045]

ここで、第1の層及び第2の層は、それぞれ、少なくとも発光層を含み、好ましくは複数の層からなる。具体的には、発光層上に1層以上の層を有することが好ましい。発光層と犠牲層との間に他の層を有することで、表示装置の作製工程中に発光層が最表面に露出することを抑制し、発光層が受けるダメージを低減することができる。これにより、発光デバイスの信頼性を高めることができる。

[0046]

なお、それぞれ異なる色の光を発する発光デバイスにおいて、EL層を構成する全ての層を作り分ける必要はなく、一部の層は同一工程で成膜することができる。本発明の一態様の表示装置の作製方法では、EL層を構成する一部の層を色ごとに島状に形成した後、犠牲層を除去し、EL層を構成する残りの層と、対向電極（上部電極ともいえる）と、を各色の発光デバイスに共通して形成する。そして、対向電極上に第3のレジストマスクを形成し、第3のレジストマスクを用いて、第1の色の光を発する発光デバイスと第2の色の光を発する発光デバイスとの間の領域に含まれる、EL層と対向電極とを除去する。

[0047]

例えば、高精細または高解像度の表示装置を作製する場合、発光デバイス間の距離は極めて短い（発光デバイスが設けられる間隔が狭い、ともいえる）ことが多い。そのため、隣り合う発光デバイスが有する層同士が重なるまたは接触する場合がある。そこで、本発明の一態様の表示装置の作製方法では、第3のレジストマスクを用いて、対向電極と、各色の発光デバイスに共通して形成された層（上記EL層を構成する残りの層に相当）と、を加工するだけでなく、それぞれ事前に島状に形成された第1の層と第2の層（それぞれ、上記EL層を構成する一部の層に相当）とをさらに加工する。これにより、第1の層と第2の層とが重なる、または接触することを抑制し、隣り合い、かつ、互いに異なる色の光を発する発光デバイス同士を電氣的に絶縁することができる。したがって、隣の発光デバイスに電流がリークし、所望の発光デバイス以外が発光してしまうこと（クロストークともいう）を抑制することができる。

[0048]

第3のレジストマスクを用いた加工により、対向電極に開口が設けられる、または、対向電極が帯状に分かれて複数のパターンで構成される。ここで、対向電極の抵抗に起因する電圧降下が生じて、対向電極の表示面内の電位分布が不均一になることがある。これにより、発光デバイスの輝度がばらつき、表示装置の表示品位が低下することがある。そこで、本発明の一態様の表示装置の作製方法では、対向電極と電氣的に接続する導電層を設ける。具体的には、対向電極上に保護層を形成し、保護層上に第4のレジストマスクを形成し、第4のレジストマスクを用いて保護層を加工し、対向電極の一部を露出する。対向電極は、第1の色の光を発する2つの発光デバイスの間の領域、及び、第2の色の光を発する2つの発光デバイスの間の領域などで露出することが好ましい。そして、対向電極上、及び、保護層上に、導電層を形成する。当該導電層は、対向電極よりも広い面積で設けられ、補助配線としての機能を有する。導電層を一面全体に設けることで、対向電極の抵抗に起因する電圧降下を抑制し、表示装置の輝度ムラを低減し、高い表示品位を実現することができる。なお、光を取り出す側に導電層が設けられる場合、導電層は可視光を透過する材料を用いて形成されることが好ましい。

[0049]

[表示装置の構成例]

図1A及び図1Bに、本発明の一態様の表示装置を示す。

[0050]

図1Aに表示装置100の上面図を示す。表示装置100は、複数の画素110がマトリクス状に配置された表示部と、表示部の外側の接続部140と、を有する。1つの画素110は、副画素110a、110b、110cの、3つの副画素から構成される。接続部140は、カソードコンタクト部と呼ぶこともできる。

[0051]

図1Aに示す副画素の上面形状は、発光領域の上面形状に相当する。

[0052]

また、副画素を構成する回路レイアウトは、図1Aに示す副画素の範囲に限定されず、その外側に配置されていてもよい。例えば、副画素110aが有するトランジスタは、図1Aに示す副画素110bの範囲内に位置してもよく、一部または全てが副画素110aの範囲外に位置してもよい。

[0053]

図1Aでは、副画素110a、110b、110cの開口率（サイズ、発光領域のサイズともいえ

る)を等しくまたは概略等しく示すが、本発明の一態様はこれに限定されない。副画素110a、110b、110cの開口率は、それぞれ適宜決定することができる。副画素110a、110b、110cの開口率は、それぞれ、異なってもよく、2つ以上が等しいまたは概略等しくてもよい。

[0054]

図1Aでは、異なる色の副画素がX方向に並べて配置されており、同じ色の副画素が、Y方向に並べて配置されている例を示す。なお、異なる色の副画素がY方向に並べて配置され、同じ色の副画素が、X方向に並べて配置されていてもよい。

[0055]

図1Aでは、上面視で、接続部140が表示部の下側に位置する例を示すが、特に限定されない。接続部140は、上面視で、表示部の上側、右側、左側、下側の少なくとも一箇所に設けられていればよく、表示部の四辺を囲むように設けられていてもよい。

[0056]

図1Bに、図1Aにおける一点鎖線X1-X2間の断面図を示す。

[0057]

図1Bに示すように、表示装置100は、トランジスタを含む層101上に、発光デバイス130a、130b、130cが設けられ、これらの発光デバイスを覆うように保護層131、132が設けられている。保護層132上には、樹脂層119によって基板120が貼り合わされている。

[0058]

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

[0059]

トランジスタを含む層101には、例えば、基板に複数のトランジスタが設けられ、これらのトランジスタを覆うように絶縁層が設けられた積層構造を適用することができる。トランジスタを含む層101の構成例は、実施の形態2及び実施の形態3で後述する。

[0060]

発光デバイス130a、130b、130cは、それぞれ、異なる色の光を発する。発光デバイス130a、130b、130cは、例えば、赤色(R)、緑色(G)、青色(B)の3色の光を発する組み合わせであることが好ましい。

[0061]

発光デバイスは、一対の電極間にEL層を有する。本明細書等では、一対の電極の一方を画素電極と記し、他方を対向電極と記すことがある。

[0062]

発光デバイス130aは、トランジスタを含む層101上の画素電極111aと、画素電極111a上の第1の層113aと、第1の層113a上の第4の層114aと、第4の層114a上の対向電極115aと、を有する。発光デバイス130aにおいて、第1の層113aと第4の層114aとをまとめてEL層と呼ぶことができる。

[0063]

発光デバイス130bは、トランジスタを含む層101上の画素電極111bと、画素電極111b上の第2の層113bと、第2の層113b上の第4の層114bと、第4の層114b上の対向電極115bと、を有する。発光デバイス130bにおいて、第2の層113bと第4の層114bとをまとめてEL層と呼ぶことができる。

[0064]

発光デバイス130cは、トランジスタを含む層101上の画素電極111cと、画素電極111c上の第3の層113cと、第3の層113c上の第4の層114cと、第4の層114c上の対向電極115cと、を有する。発光デバイス130cにおいて、第3の層113cと第4の層114cとをまとめてEL層と呼ぶことができる。

[0065]

なお、本実施の形態では、各色の発光デバイスが有する第4の層に、それぞれ異なる符号を付すが、各色の発光デバイスが有する第4の層は、同一の膜であってもよい。つまり、同じ符号で説明することも可能である。具体的には、第4の層は、色ごとに、島状（または帯状）に設けられていてもよく、複数の色の副画素にわたって、表示部全体に設けられていてもよい。

[0066]

同様に、本実施の形態では、各色の発光デバイスが有する対向電極に、それぞれ異なる符号を付すが、各色の発光デバイスが有する対向電極は、同一の膜であってもよい。つまり、同じ符号で説明することも可能である。具体的には、対向電極は、色ごとに、島状（または帯状）に設けられていてもよく、複数の色の副画素にわたって、表示部全体に設けられていてもよい。

[0067]

各色の発光デバイスが有する対向電極は、接続部140に設けられた導電層と電気的に接続される。これにより、各色の発光デバイスが有する対向電極には、同電位が供給される。

[0068]

画素電極と対向電極のうち、光を取り出す側の電極には、可視光を透過する導電膜を用いる。また、光を取り出さない側の電極には、可視光を反射する導電膜を用いることが好ましい。

[0069]

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

[0070]

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

[0071]

なお、半透過・半反射電極は、反射電極と可視光に対する透過性を有する電極（透明電極ともいう）との積層構造とすることができる。

[0072]

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

[0073]

第1の層113a、第2の層113b、及び、第3の層113cは、それぞれ、発光層を有する。第1の層113a、第2の層113b、及び、第3の層113cは、それぞれ、異なる色の光を発する発光層を有することが好ましい。

[0074]

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。

[0075]

発光物質としては、蛍光材料、燐光材料、熱活性化遅延蛍光（Thermally activated delayed fluorescence: TADF）材料、量子ドット材料などが挙げられる。

[0076]

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

[0077]

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

[0078]

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、正孔輸送性材料及び電子輸送性材料の一方または双方を用いることができる。また、1種または複数種の有機化合物として、バイポーラ性材料、またはTADF材料を用いてもよい。

[0079]

発光層は、例えば、燐光材料と、励起錯体を形成しやすい組み合わせである正孔輸送性材料及び電子輸送性材料と、を有することが好ましい。このような構成とすることにより、励起錯体から発光物質(燐光材料)へのエネルギー移動である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。

[0080]

第1の層113a、第2の層113b、及び、第3の層113c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、電子注入性の高い物質、電子ブロック材料、またはバイポーラ性の物質(電子輸送性及び正孔輸送性が高い物質)等を含む層をさらに有していてもよい。

[0081]

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

[0082]

例えば、第1の層113a、第2の層113b、及び、第3の層113cは、それぞれ、正孔注入層、正孔輸送層、正孔ブロック層、電子ブロック層、電子輸送層、及び電子注入層のうち一つ以上を有していてもよい。

[0083]

第4の層114a、114b、114cは、正孔注入層、正孔輸送層、正孔ブロック層、電子ブロック層、電子輸送層、及び電子注入層のうち一つ以上を有することができる。例えば、画素電極111a、111b、111cが陽極として機能し、対向電極115a、115b、115cが陰極として機能する場合、第4の層114a、114b、114cは、電子注入層を有することが好ましい。

[0084]

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

[0085]

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。なお、電子よりも正孔の輸送性の高い物質であれば、これら以外のものも用いることができる。正孔輸送性材料としては、 π 電子過剰型複素芳香族化合物(例えばカルバゾール誘導体、チオフエン誘導体、フラン誘導体など)、芳香族アミン(芳香族ア

ミン骨格を有する化合物)等の正孔輸送性の高い材料が好ましい。

[0086]

電子輸送層は、電子注入層によって、陰極から注入された電子を発光層に輸送する層である。電子輸送層は、電子輸送性材料を含む層である。電子輸送性材料としては、 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の電子移動度を有する物質が好ましい。なお、正孔よりも電子の輸送性の高い物質であれば、これら以外のものも用いることができる。電子輸送性材料としては、キノリン骨格を有する金属錯体、ベンゾキノリン骨格を有する金属錯体、オキサゾール骨格を有する金属錯体、チアゾール骨格を有する金属錯体等の他、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、オキサゾール誘導体、チアゾール誘導体、フェナントロリン誘導体、キノリン配位子を有するキノリン誘導体、ベンゾキノリン誘導体、キノキサリン誘導体、ジベンゾキノキサリン誘導体、ピリジン誘導体、ビピリジン誘導体、ピリミジン誘導体、その他、含窒素複素芳香族化合物を含む π 電子不足型複素芳香族化合物等の電子輸送性の高い材料を用いることができる。

[0087]

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

[0088]

電子注入層としては、例えば、リチウム、セシウム、フッ化リチウム (LiF)、フッ化セシウム (CsF)、フッ化カルシウム (CaF_2)、8-(キノリノラト)リチウム(略称: Li q)、2-(2-ピリジル)フェノラトリチウム(略称: Li PP)、2-(2-ピリジル)-3-ピリジノラトリチウム(略称: Li PPy)、4-フェニル-2-(2-ピリジル)フェノラトリチウム(略称: Li PPP)、リチウム酸化物 (Li O_x)、炭酸セシウム等のようなアルカリ金属、アルカリ土類金属、またはこれらの化合物を用いることができる。

[0089]

または、電子注入層としては、電子輸送性材料を用いてもよい。例えば、非共有電子対を備え、電子不足型複素芳香環を有する化合物を、電子輸送性材料に用いることができる。具体的には、ピリジン環、ジアジン環(ピリミジン環、ピラジン環、ピリダジン環)、トリアジン環の少なくとも一つを有する化合物を用いることができる。

[0090]

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

[0091]

例えば、4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン(略称: BPhen)、2,9-ビス(ナフタレン-2-イル)-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン(略称: NBPhen)、ジキノキサリノ[2,3-a:2',3'-c]フェナジン(略称: HATNA)、2,4,6-トリス[3'-(ピリジン-3-イル)ビフェニル-3-イル]-1,3,5-トリアジ

ン（略称：TmPPPyTz）等を、非共有電子対を備える有機化合物に用いることができる。なお、NBPhenはBPhenと比較して、高いガラス転移点温度（T_g）を備え、耐熱性に優れる。

[0092]

発光デバイス130a、130b、130c上に保護層131、132を有することが好ましい。保護層131、132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。

[0093]

保護層131、132の導電性は問わない。保護層131、132としては、絶縁膜、半導体膜、及び、導電膜の少なくとも一種を用いることができる。

[0094]

保護層131、132が無機膜を有することで、対向電極115a、115b、115cの酸化を防止する、発光デバイス130a、130b、130cに不純物（水分、酸素など）が入り込むことを抑制する、など、発光デバイスの劣化を抑制し、表示装置の信頼性を高めることができる。

[0095]

保護層131、132には、例えば、酸化絶縁膜、窒化絶縁膜、酸化窒化絶縁膜、及び窒化酸化絶縁膜などの無機絶縁膜を用いることができる。酸化絶縁膜としては、酸化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、酸化ガリウム膜、酸化ゲルマニウム膜、酸化イットリウム膜、酸化ジルコニウム膜、酸化ランタン膜、酸化ネオジム膜、酸化ハフニウム膜、及び酸化タンタル膜などが挙げられる。窒化絶縁膜としては、窒化シリコン膜及び窒化アルミニウム膜などが挙げられる。酸化窒化絶縁膜としては、酸化窒化シリコン膜、酸化窒化アルミニウム膜などが挙げられる。窒化酸化絶縁膜としては、窒化酸化シリコン膜、窒化酸化アルミニウム膜などが挙げられる。

[0096]

なお、本明細書などにおいて、酸化窒化物とは、その組成として、窒素よりも酸素の含有量が多い材料を指し、窒化酸化物とは、その組成として、酸素よりも窒素の含有量が多い材料を指す。

[0097]

保護層131、132は、それぞれ、窒化絶縁膜または窒化酸化絶縁膜を有することが好ましく、窒化絶縁膜を有することがより好ましい。

[0098]

また、保護層131、132には、ITO、In-Zn酸化物、Ga-Zn酸化物、Al-Zn酸化物、またはインジウムガリウム亜鉛酸化物（In-Ga-Zn酸化物、IGZOともいう）などを含む無機膜を用いることもできる。当該無機膜は、高抵抗であることが好ましく、具体的には、対向電極115a、115b、115cよりも高抵抗であることが好ましい。当該無機膜は、さらに窒素を含んでいてもよい。

[0099]

発光デバイスの発光を、保護層131、132を介して取り出す場合、保護層131、132は、可視光に対する透過性が高いことが好ましい。例えば、ITO、IGZO、及び、酸化アルミニウムは、それぞれ、可視光に対する透過性が高い無機材料であるため、好ましい。

[0100]

保護層131、132としては、例えば、酸化アルミニウム膜と、酸化アルミニウム膜上の窒化シリコン膜と、の積層構造、または、酸化アルミニウム膜と、酸化アルミニウム膜上のIGZO膜と、

の積層構造などを用いることができる。当該積層構造を用いることで、不純物（水、酸素など）がE L層側に入り込むことを抑制できる。

[0101]

さらに、保護層131、132は、有機膜を有していてもよい。例えば、保護層132は、有機膜と無機膜の双方を有していてもよい。

[0102]

なお、保護層131と保護層132の間、または、保護層132内に、空隙133が存在することがある。例えば、保護層131と保護層132とで異なる成膜方法を用いた場合に、空隙133が形成されることがある。保護層131を、被覆性の高い膜を成膜可能な成膜装置で形成し、保護層132を、保護層131よりも被覆性の低い膜が成膜される成膜装置で形成することで、空隙133が形成されることがある。具体的には、原子層堆積（ALD: Atomic Layer Deposition）法を用いて保護層131を形成し、スパッタリング法を用いて保護層132を形成する例が挙げられる。

[0103]

空隙133は、例えば、空気、窒素、酸素、二酸化炭素、及び第18族元素（代表的には、ヘリウム、ネオン、アルゴン、キセノン、クリプトン等）の中から選ばれるいずれか一または複数を有する。また、空隙133には、例えば保護層132の成膜時に用いる気体が含まれる場合がある。例えば、スパッタリング法により保護層132を成膜する場合、空隙133には上記の第18族元素のいずれか一または複数が含まれる場合がある。なお、空隙133に気体が含まれる場合、ガスクロマトグラフィー法等により気体の同定等を行うことができる。または、スパッタリング法により保護層132を成膜する場合、保護層132の膜中にもスパッタリング時に用いたガスが含まれる場合がある。この場合、保護層132をエネルギー分散型X線分析（EDX分析）等により解析した際に、アルゴン等の元素が検出される場合がある。

[0104]

また、空隙133の屈折率が、保護層131の屈折率より低い場合、第1の層113a、第2の層113b、または第3の層113cから発せられる光が、保護層131と空隙133との界面で反射する。これにより、第1の層113a、第2の層113b、または第3の層113cから発せられる光が、隣接する画素（または副画素）に入射することを抑制することができる。これにより、異なる色の光が混色することを抑制できるため、表示装置の表示品位を高めることができる。

[0105]

画素電極111a、111b、111cのそれぞれの端部は、絶縁層121によって覆われている。

[0106]

本実施の形態の表示装置は、各色の発光層が、発光デバイスごとに島状に設けられており、いわゆる塗り分け方式（SBS（Side By Side）方式）で作製される。したがって、白色発光の発光デバイスとカラーフィルタとを組み合わせた構成に比べて、光取り出し効率の高い表示装置を実現できる。また、シングル構造の発光デバイスを適用できるため、タンデム構造の発光デバイスを用いる構成に比べて、駆動電圧が低い表示装置を実現できる。また、SBS方式とすることで、白色発光の発光デバイスとカラーフィルタとを組み合わせた構成、及びタンデム構造の発光デバイスを用いる構成に比べて、消費電力が低い表示装置を実現できる。

[0107]

本実施の形態の表示装置は、発光デバイス間の距離を狭くすることができる。具体的には、発光デバイス間の距離を、 $1\ \mu\text{m}$ 以下、好ましくは $500\ \text{nm}$ 以下、さらに好ましくは、 $200\ \text{nm}$ 以下、 $100\ \text{nm}$ 以下、 $90\ \text{nm}$ 以下、 $70\ \text{nm}$ 以下、 $50\ \text{nm}$ 以下、 $30\ \text{nm}$ 以下、 $20\ \text{nm}$ 以下、 $15\ \text{nm}$ 以下、または $10\ \text{nm}$ 以下とすることができる。別言すると、第1の層113aの側面と第2の層113bの側面との間隔、または第2の層113bの側面と第3の層113cの側面との間隔が $1\ \mu\text{m}$ 以下の領域を有し、好ましくは $0.5\ \mu\text{m}$ ($500\ \text{nm}$) 以下の領域を有し、さらに好ましくは $100\ \text{nm}$ 以下の領域を有する。

[0108]

[表示装置の作製方法例1]

次に、図2乃至図7を用いて表示装置の作製方法例を説明する。図2A乃至図2Eは、表示装置の作製方法を示す上面図である。図3A乃至図3Cには、図1Aにおける一点鎖線X1-X2間の断面図と、Y1-Y2間の断面図と、を並べて示す。図4乃至図7についても、図3と同様である。

[0109]

表示装置を構成する薄膜（絶縁膜、半導体膜、及び、導電膜等）は、スパッタリング法、化学気相堆積（CVD: Chemical Vapor Deposition）法、真空蒸着法、パルスレーザー堆積（PLD: Pulsed Laser Deposition）法、ALD法等を用いて形成することができる。CVD法としては、プラズマ化学気相堆積（PECVD: Plasma Enhanced CVD）法、及び、熱CVD法などがある。また、熱CVD法のひとつに、有機金属化学気相堆積（MOCVD: Metal Organic CVD）法がある。

[0110]

また、表示装置を構成する薄膜（絶縁膜、半導体膜、及び、導電膜等）は、スピコート、ディップ、スプレー塗布、インクジェット、ディスペンス、スクリーン印刷、オフセット印刷、ドクターナイフ、スリットコート、ロールコート、カーテンコート、ナイフコート等の方法により形成することができる。

[0111]

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

[0112]

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

[0113]

フォトリソグラフィ法としては、代表的には以下の2つの方法がある。一つは、加工したい薄膜上にレジストマスクを形成して、エッチング等により当該薄膜を加工し、レジストマスクを除去する

方法である。もう一つは、感光性を有する薄膜を成膜した後に、露光、現像を行って、当該薄膜を所望の形状に加工する方法である。

[0114]

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

[0115]

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

[0116]

まず、図3Aに示すように、トランジスタを含む層101上に、画素電極111a、111b、111c、及び、導電層123を形成する。各画素電極は、表示部に設けられ、導電層123は、接続部140に設けられる。

[0117]

次に、画素電極111a、111b、111cの端部及び導電層123の端部を覆う絶縁層121を形成する。

[0118]

そして、画素電極111a、111b、111c、及び、絶縁層121上に、第1の層113Aを形成し、第1の層113A、絶縁層121、及び、導電層123上に第1の犠牲層118Aを形成する。図3Aでは、Y1-Y2間の断面図において、第1の層113Aの接続部140側の端部が、第1の犠牲層118Aの端部よりも内側に位置する例を示すが、これに限定されない。第1の層113Aの端部と第1の犠牲層118Aの端部は揃っていてもよく、導電層123上に第1の層113Aが設けられていてもよい。なお、例えば、成膜エリアを規定するためのマスク（ファインメタルマスクと区別して、エリアマスク、またはラフメタルマスクなどともいう）を用いることで、第1の犠牲層118Aと第1の層113Aで成膜される領域を変えることができる。

[0119]

画素電極として用いることができる材料は上述の通りである。画素電極の形成には、例えば、スパッタリング法または真空蒸着法を用いることができる。

[0120]

絶縁層121は、無機絶縁膜及び有機絶縁膜の一方または双方を用いた、単層構造または積層構造とすることができる。

[0121]

絶縁層121に用いることができる有機絶縁材料としては、例えば、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミド樹脂、ポリイミドアミド樹脂、ポリシロキサン樹脂、ベンゾシクロブテン系樹脂、及びフェノール樹脂等が挙げられる。また、絶縁層121に用いることができる無機

絶縁膜としては、保護層 1 3 1、1 3 2 に用いることができる無機絶縁膜を用いることができる。

[0 1 2 2]

画素電極の端部を覆う絶縁層 1 2 1 として、無機絶縁膜を用いると、有機絶縁膜を用いる場合に比べて、発光デバイスに不純物が入りにくく、発光デバイスの信頼性を高めることができる。画素電極の端部を覆う絶縁層 1 2 1 として、有機絶縁膜を用いると、無機絶縁膜を用いる場合に比べて、段差被覆性が高く、画素電極の形状の影響を受けにくい。そのため、発光デバイスのショートを防止できる。具体的には、絶縁層 1 2 1 として、有機絶縁膜を用いると、絶縁層 1 2 1 の形状をテーパ形状などに加工することができる。なお、本明細書等において、テーパ形状とは、構造の側面の少なくとも一部が、基板面または被形成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または被形成面とがなす角（テーパ角ともいう）が 90° 未満である領域を有すると好ましい。

[0 1 2 3]

なお、絶縁層 1 2 1 は、設けなくてもよい。絶縁層 1 2 1 を設けないことで、副画素の開口率を高められることがある。または、副画素間の距離を狭くすることができ、表示装置の精細度または解像度を高められることがある。

[0 1 2 4]

第 1 の層 1 1 3 A は、後に第 1 の層 1 1 3 a となる層である。そのため、上述した、第 1 の層 1 1 3 a に適用可能な構成を、第 1 の層 1 1 3 A に適用することができる。第 1 の層 1 1 3 A を構成する層は、それぞれ、蒸着法（真空蒸着法を含む）、転写法、印刷法、インクジェット法、塗布法等の方法で形成することができる。また、第 1 の層 1 1 3 A を構成する層は、プレミックス材料を用いて形成されてもよい。

[0 1 2 5]

第 1 の犠牲層 1 1 8 A には、第 1 の層 1 1 3 A、並びに、後の工程で形成する第 2 の層 1 1 3 B 及び第 3 の層 1 1 3 C などの加工条件に対する耐性の高い膜、具体的には、エッチングの選択比が大きい膜を用いる。第 1 の犠牲層 1 1 8 A は、単層構造であっても積層構造であってもよい。

[0 1 2 6]

第 1 の犠牲層 1 1 8 A の形成には、例えば、スパッタリング法、ALD 法（熱 ALD 法、PEALD 法を含む）、または真空蒸着法を用いることができる。なお、EL 層へのダメージが少ない形成方法が好ましく、スパッタリング法よりも、ALD 法または真空蒸着法を用いて、第 1 の犠牲層 1 1 8 A を形成することが好ましい。

[0 1 2 7]

第 1 の犠牲層 1 1 8 A には、ウェットエッチング法により除去できる膜を用いることが好ましい。ウェットエッチング法を用いることで、ドライエッチング法を用いる場合に比べて、第 1 の犠牲層 1 1 8 A の加工時に、第 1 の層 1 1 3 A に加わるダメージを低減することができる。

[0 1 2 8]

本実施の形態の表示装置の作製方法における、各種犠牲層の加工工程において、EL 層を構成する各層（第 1 の層乃至第 4 の層など）が加工されにくいこと、かつ、EL 層を構成する各層の加工工程において、各種犠牲層が加工されにくいことが望ましい。犠牲層の材料、加工方法、及び、EL 層の加工方法については、これらを考慮して選択することが望ましい。

[0 1 2 9]

第1の犠牲層118Aとしては、例えば、金属膜、合金膜、金属酸化物膜、半導体膜、無機絶縁膜などの無機膜を用いることができる。

[0130]

第1の犠牲層118Aには、例えば金、銀、白金、マグネシウム、ニッケル、タングステン、クロム、モリブデン、鉄、コバルト、銅、パラジウム、チタン、アルミニウム、イットリウム、ジルコニウム、及びタンタルなどの金属材料、または該金属材料を含む合金材料を用いることができる。

[0131]

また、第1の犠牲層118Aには、In-Ga-Zn酸化物などの金属酸化物を用いることができる。第1の犠牲層118Aとして、例えば、スパッタリング法を用いて、In-Ga-Zn酸化物膜を形成することができる。さらに、酸化インジウム、In-Zn酸化物、In-Sn酸化物、インジウムチタン酸化物（In-Ti酸化物）、インジウムスズ亜鉛酸化物（In-Sn-Zn酸化物）、インジウムチタン亜鉛酸化物（In-Ti-Zn酸化物）、インジウムガリウムスズ亜鉛酸化物（In-Ga-Sn-Zn酸化物）など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などを用いることもできる。

[0132]

なお、上記ガリウムに代えて元素M（Mは、アルミニウム、シリコン、ホウ素、イットリウム、銅、バナジウム、ベリリウム、チタン、鉄、ニッケル、ゲルマニウム、ジルコニウム、モリブデン、ランタン、セリウム、ネオジム、ハフニウム、タンタル、タングステン、またはマグネシウムから選ばれた一種または複数種）を用いてもよい。

[0133]

また、第1の犠牲層118Aとしては、保護層131、132に用いることができる各種無機絶縁膜を用いることができる。特に、酸化絶縁膜は、窒化絶縁膜に比べて第1の層113Aとの密着性が高く好ましい。例えば、第1の犠牲層118Aには、酸化アルミニウム、酸化ハフニウム、酸化シリコンなどの無機絶縁材料を用いることができる。第1の犠牲層118Aとして、例えば、ALD法を用いて、酸化アルミニウム膜を形成することができる。ALD法を用いることで、下地（特にEL層など）へのダメージを低減できるため好ましい。

[0134]

次に、図3Bに示すように、第1の犠牲層118A上にレジストマスク190aを形成する。レジストマスクは、感光性の樹脂（フォトリソグ）を塗布し、露光及び現像を行うことで形成することができる。レジストマスク190aは、画素電極111aと重なる位置に設ける。レジストマスク190aは、画素電極111b、111cとは重ならないことが好ましい。レジストマスク190aが画素電極111b、111cと重なる場合、間に絶縁層121を介することが好ましい。導電層123上に第1の層113Aが設けられている場合、レジストマスク190aは、導電層123と重ならないことが好ましい。また、エリマスキングなどを用いて第1の層113Aを成膜することで、導電層123上に第1の層113Aが設けられていない場合、レジストマスク190aを、導電層123と重なる位置に設けることが好ましい。これにより、後の工程において導電層123にダメージが加わることを抑制できる。

[0135]

図2Aに示すように、レジストマスク190aとして、1つの副画素110aに対して、1つの島状のパターンが設けられていることが好ましい。または、レジストマスク190aとして、一列に

並ぶ（図2 AではY方向に並ぶ）複数の副画素110 aに対して1つの帯状のパターンを形成してもよい。

[0136]

そして、図3 Cに示すように、レジストマスク190 aを用いて、第1の層113 Aの一部及び第1の犠牲層118 Aの一部を除去する。これにより、第1の層113 A及び第1の犠牲層118 Aの、レジストマスク190 aと重なっていない領域を除去することができる。したがって、画素電極111 b、111 c、及び導電層123が露出する。そして、画素電極111 a上に、第1の層113 a、第1の犠牲層118 a、及び、レジストマスク190 aの積層構造が残存する。その後、レジストマスク190 aを除去する。

[0137]

第1の犠牲層118 Aは、ウェットエッチング法またはドライエッチング法により加工することができる。第1の犠牲層118 Aの加工は、異方性エッチングにより行うことが好ましい。

[0138]

ウェットエッチング法を用いることで、ドライエッチング法を用いる場合に比べて、第1の犠牲層118 Aの加工時に、第1の層113 Aに加わるダメージを低減することができる。ウェットエッチング法を用いる場合、例えば、現像液、水酸化テトラメチルアンモニウム（TMAH）水溶液、希フッ酸、シュウ酸、リン酸、酢酸、硝酸、またはこれらの混合液体を用いた薬液などを用いることが好ましい。

[0139]

また、ドライエッチング法を用いる場合は、エッチングガスに酸素を含むガスを用いないことで、第1の層113 Aの劣化を抑制することができる。ドライエッチング法を用いる場合、例えば、 CF_4 、 C_4F_8 、 SF_6 、 CHF_3 、 Cl_2 、 H_2O 、 BCl_3 、またはHeなどの貴ガス（希ガスともいう）を含むガスをエッチングガスに用いることが好ましい。

[0140]

なお、図3 Cでは、レジストマスク190 aを残した状態で、第1の犠牲層118 Aと第1の層113 Aを加工する例を示すが、これに限られない。例えば、第1の犠牲層118 Aが積層構造である場合、レジストマスク190 aを用いて一部の層を加工し、レジストマスク190 aを除去した後、当該一部の層をハードマスクに用いて、残りの層を加工してもよい。

[0141]

例えば、レジストマスク190 aを用いて第1の犠牲層118 Aの一部の層を加工した後、酸素プラズマを用いたアッシングなどによりレジストマスク190 aを除去する。このとき、第1の犠牲層118 Aの残りの層が最表面に位置し、第1の層113 Aは露出していないため、レジストマスク190 aの除去工程において、第1の層113 Aにダメージが入ることを抑制することができる。そして、加工済みの第1の犠牲層118 Aの一部の層をハードマスクに用いて、第1の犠牲層118 Aの残りの層と、第1の層113 Aと、をそれぞれ加工することができる。

[0142]

第1の層113 Aの加工は、異方性エッチングにより行うことが好ましい。特に、異方性のドライエッチングが好ましい。エッチングガスとしては、窒素を含むガス、水素を含むガス、貴ガスを含むガス、窒素及びアルゴンを含むガス、または、窒素及び水素を含むガスなどを用いることが好ましい。エッチングガスに酸素を含むガスを用いないことで、第1の層113 Aの劣化を抑制するこ

とができる。

[0143]

また、エッチングガスに酸素を含むガスを用いてもよい。エッチングガスが酸素を含むことで、エッチングの速度を速めることができる。したがって、エッチング速度を十分な速さに維持しつつ、低パワーの条件でエッチングを行うことができる。そのため、第1の層113Aに与えるダメージを抑制することができる。さらに、エッチング時に生じる反応生成物の付着等の不具合を抑制することができる。

[0144]

次に、図4Aに示すように、第1の犠牲層118a、画素電極111b、111c、絶縁層121、及び、導電層123上に、第2の層113Bを形成し、第2の層113B上に第2の犠牲層118Bを形成する。図4Aでは、Y1-Y2間の断面図において、第2の層113Bの接続部140側の端部が、第2の犠牲層118Bの端部よりも内側に位置する例を示すが、これに限定されない。第2の層113Bの端部と第2の犠牲層118Bの端部は揃っていてもよく、導電層123上に第2の層113Bが設けられていてもよい。

[0145]

第2の層113Bは、後に第2の層113bとなる層である。第2の層113bは、第1の層113aと異なる色の光を発する。第2の層113bに適用できる構成及び材料等は、第1の層113aと同様である。第2の層113Bは、第1の層113Aと同様の方法を用いて成膜することができる。

[0146]

第2の犠牲層118Bは、第1の犠牲層118Aに適用可能な材料を用いて形成することができる。

[0147]

次に、図4Bに示すように、第2の犠牲層118B上にレジストマスク190bを形成する。レジストマスク190bは、画素電極111bと重なる位置に設ける。レジストマスク190bは、絶縁層121上で、第1の層113aと重なっていてもよい。この場合、第1の層113aの端部と、レジストマスク190bを用いて形成する第2の層113bの端部とが重なる。しかし、本実施の形態の表示装置の作製方法では、その後、さらに、第1の層113aと第2の層113bを加工する工程を有する（後述するレジストマスク190dを用いた加工工程）。したがって、第1の層113aと第2の層113bとが重なる、または接触することを抑制し、隣り合い、かつ、互いに異なる色の光を発する発光デバイス同士を電氣的に絶縁することができる。なお、レジストマスク190bは、絶縁層121を介さない場合には、第1の層113a、画素電極111a、111cと重ならないことが好ましい。レジストマスク190bが画素電極111a、111cと重なる場合、間に絶縁層121を介することが好ましい。

[0148]

図2Bに示すように、レジストマスク190bとして、1つの副画素110bに対して、1つの島状のパターンが設けられていることが好ましい。または、レジストマスク190bとして、一列に並ぶ複数の副画素110bに対して1つの帯状のパターンを形成してもよい。

[0149]

そして、図4Cに示すように、レジストマスク190bを用いて、第2の層113Bの一部及び第2の犠牲層118Bの一部を除去する。これにより、第2の層113B及び第2の犠牲層118B

の、レジストマスク 190b と重なっていない領域を除去することができる。したがって、第1の犠牲層 118a、画素電極 111c、及び導電層 123 が露出する。そして、画素電極 111b 上に、第2の層 113b、第2の犠牲層 118b、及び、レジストマスク 190b の積層構造が残存する。その後、レジストマスク 190b を除去する。

[0150]

第2の犠牲層 118B は、第1の犠牲層 118A の加工に適用可能な方法を用いて加工することができる。第2の層 113B は、第1の層 113A の加工に適用可能な方法を用いて加工することができる。レジストマスク 190b は、レジストマスク 190a の除去に適用可能な方法及びタイミングで除去することができる。

[0151]

次に、図5Aに示すように、第1の犠牲層 118a、第2の犠牲層 118b、画素電極 111c、絶縁層 121、及び、導電層 123 上に、第3の層 113C を形成し、第3の層 113C 上に第3の犠牲層 118C を形成する。図5Aでは、Y1-Y2間の断面図において、第3の層 113C の接続部 140 側の端部が、第3の犠牲層 118C の端部よりも内側に位置する例を示すが、これに限定されない。第3の層 113C の端部と第3の犠牲層 118C の端部は揃っていてもよく、導電層 123 上に第3の層 113C が設けられていてもよい。

[0152]

第3の層 113C は、後に第3の層 113c となる層である。第3の層 113c は、第1の層 113a 及び第2の層 113b と異なる色の光を発する。第3の層 113c に適用できる構成及び材料等は、第1の層 113a と同様である。第3の層 113C は、第1の層 113A と同様の方法を用いて成膜することができる。

[0153]

第3の犠牲層 118C は、第1の犠牲層 118A に適用可能な材料を用いて形成することができる。

[0154]

次に、図5Bに示すように、第3の犠牲層 118C 上にレジストマスク 190c を形成する。レジストマスク 190c は、画素電極 111c と重なる位置に設ける。レジストマスク 190c は、絶縁層 121 上で、第1の層 113a 及び第2の層 113b の少なくとも一方と重なっていてもよい。この場合、第1の層 113a の端部または第2の層 113b の端部と、レジストマスク 190c を用いて形成する第3の層 113c の端部とが重なる。しかし、本実施の形態の表示装置の作製方法では、その後、さらに、第1の層 113a、第2の層 113b、及び第3の層 113c を加工する工程を有する（後述するレジストマスク 190d を用いた加工工程）。したがって、第1の層 113a または第2の層 113b と、第3の層 113c が重なる、または接触することを抑制し、隣り合い、かつ、互いに異なる色の光を発する発光デバイス同士を電氣的に絶縁することができる。なお、レジストマスク 190c は、絶縁層 121 を介さない場合には、第1の層 113a、第2の層 113b、画素電極 111a、111b とは重ならないことが好ましい。レジストマスク 190c が画素電極 111a、111b と重なる場合、間に絶縁層 121 を介することが好ましい。

[0155]

図2Cに示すように、レジストマスク 190c として、1つの副画素 110c に対して、1つの島状のパターンが設けられていることが好ましい。または、レジストマスク 190c として、一列に並ぶ複数の副画素 110c に対して1つの帯状のパターンを形成してもよい。

[0156]

そして、図5Cに示すように、レジストマスク190cを用いて、第3の層113Cの一部及び第3の犠牲層118Cの一部を除去する。これにより、第3の層113C及び第3の犠牲層118Cの、レジストマスク190cと重なっていない領域を除去することができる。したがって、第1の犠牲層118a、第2の犠牲層118b、及び導電層123が露出する。そして、画素電極111c上に、第3の層113c、第3の犠牲層118c、及び、レジストマスク190cの積層構造が残存する。その後、レジストマスク190cを除去する。

[0157]

第3の犠牲層118Cは、第1の犠牲層118Aの加工に適用可能な方法を用いて加工することができる。第3の層113Cは、第1の層113Aの加工に適用可能な方法を用いて加工することができる。レジストマスク190cは、レジストマスク190aの除去に適用可能な方法及びタイミングで除去することができる。

[0158]

次に、図6Aに示すように、第1の犠牲層118a、第2の犠牲層118b、及び、第3の犠牲層118cを除去する。これにより、画素電極111a上の第1の層113a、画素電極111b上の第2の層113b、画素電極111c上の第3の層113c、及び、導電層123が露出した状態となる。

[0159]

犠牲層の除去工程には、犠牲層の加工工程と同様の方法を用いることができる。特に、ウェットエッチング法を用いることで、ドライエッチング法を用いる場合に比べて、第1の犠牲層118a、第2の犠牲層118b、及び、第3の犠牲層118cを除去する際に、第1の層113a、第2の層113b、及び第3の層113cに加わるダメージを低減することができる。

[0160]

次に、図6Bに示すように、第1の層113a、第2の層113b、第3の層113c、絶縁層121、及び、導電層123を覆うように、第4の層114を形成し、第4の層114上に対向電極115を形成する。

[0161]

第4の層114は、後に第4の層114a、114b、114cとなる層である。そのため、上述した、第4の層114a、114b、114cに適用可能な構成を、第4の層114に適用することができる。第4の層114を構成する層は、それぞれ、蒸着法（真空蒸着法を含む）、転写法、印刷法、インクジェット法、塗布法等の方法で形成することができる。また、第4の層114を構成する層は、プレミックス材料を用いて形成されてもよい。

[0162]

対向電極115として用いることができる材料は上述の通りである。対向電極115の形成には、例えば、スパッタリング法または真空蒸着法を用いることができる。

[0163]

次に、図6Cに示すように、対向電極115上に、レジストマスク190dを形成する。

[0164]

レジストマスク190dは、画素電極111a、111b、111cと重なる位置に設ける。レジストマスク190dは、上面視における、画素電極111aと画素電極111bとの間の領域、画

素電極 1 1 1 b と画素電極 1 1 1 c との間の領域、及び、画素電極 1 1 1 a と画素電極 1 1 1 c との間の領域には設けられないことが好ましい。

[0165]

図 2 D では、互いに異なる色の光を呈する 2 つの副画素の間の領域に、レジストマスク 1 9 0 d の開口（スリットともいう）が設けられている例を示す。副画素 1 1 0 a と副画素 1 1 0 b の間の領域、副画素 1 1 0 b と副画素 1 1 0 c の間の領域、及び、副画素 1 1 0 a と副画素 1 1 0 c との間の領域のそれぞれにおいて、レジストマスク 1 9 0 d が設けられていない部分が存在する。

[0166]

また、図 2 E では、レジストマスク 1 9 0 d が、複数の副画素 1 1 0 a と重なる部分と、複数の副画素 1 1 0 b と重なる部分と、複数の副画素 1 1 0 c と重なる部分と、を離隔して有する例を示す。このように、レジストマスク 1 9 0 d は、複数の帯状のパターンで構成されていてもよい。各帯状のパターンは、接続部 1 4 0 に設けられた導電層 1 2 3 の一部と重なるように設けられる。これにより、対向電極 1 1 5 を接続部 1 4 0 に残存させ、対向電極 1 1 5 と導電層 1 2 3 とを電氣的に接続させることができる。

[0167]

次に、図 7 A に示すように、レジストマスク 1 9 0 d を用いて、第 4 の層 1 1 4 及び対向電極 1 1 5 の一部を除去する。これにより、異なる色の光を発する 2 つの発光デバイスの間の領域に含まれる第 4 の層 1 1 4 及び対向電極 1 1 5 を除去することができる。そして、画素電極 1 1 1 a 上に、第 1 の層 1 1 3 a、第 4 の層 1 1 4 a、対向電極 1 1 5 a、及び、レジストマスク 1 9 0 d の積層構造が残存する。同様に、画素電極 1 1 1 b 上に、第 2 の層 1 1 3 b、第 4 の層 1 1 4 b、対向電極 1 1 5 b、及び、レジストマスク 1 9 0 d の積層構造が残存し、画素電極 1 1 1 c 上に、第 3 の層 1 1 3 c、第 4 の層 1 1 4 c、対向電極 1 1 5 c、及び、レジストマスク 1 9 0 d の積層構造が残存する。また、対向電極 1 1 5 a、1 1 5 b、1 1 5 c は、それぞれ、導電層 1 2 3 上にも残存する。なお、レジストマスク 1 9 0 d の形状によっては、対向電極 1 1 5 a、1 1 5 b、1 1 5 c は一続きの膜（図 2 D に示すレジストマスク 1 9 0 d の形状に相当）となる。

[0168]

対向電極 1 1 5 は、ウェットエッチング法またはドライエッチング法により加工することができる。対向電極 1 1 5 の加工は、異方性エッチングにより行うことが好ましい。

[0169]

第 4 の層 1 1 4 は、第 1 の層 1 1 3 A の加工に適用可能な方法を用いて加工することができる。

[0170]

レジストマスク 1 9 0 d を用いた加工工程では、絶縁層 1 2 1 上に位置する、第 1 の層 1 1 3 a の一部、第 2 の層 1 1 3 b の一部、第 3 の層 1 1 3 c の一部も、除去されることがある。例えば、絶縁層 1 2 1 上に、第 1 の層 1 1 3 a、第 2 の層 1 1 3 b、第 3 の層 1 1 3 c のうち 2 つが、重なり合う部分または接触する部分があった場合、当該部分が除去されることで、互いに異なる色の光を発する発光デバイス同士を電氣的に絶縁することができる。したがって、クロストークを抑制することができる。

[0171]

次に、図 7 B に示すように、レジストマスク 1 9 0 d を除去する。なお、レジストマスク 1 9 0 d は、対向電極 1 1 5 を加工した後に除去してもよい。この場合、第 4 の層 1 1 4 は、対向電極 1 1

5 a、115 b、115 cをハードマスクに用いて加工することができる。

[0172]

そして、図7Cに示すように、対向電極115 a、115 b、115 c上に、保護層131を形成し、保護層131上に保護層132を形成する。

[0173]

保護層131、132に用いることができる材料は上述の通りである。保護層131、132の成膜方法としては、真空蒸着法、スパッタリング法、CVD法、及び、ALD法などが挙げられる。保護層131と保護層132は、互いに異なる成膜方法を用いて形成された膜であってもよい。また、保護層131、132は、それぞれ、単層構造であってもよく、積層構造であってもよい。

[0174]

ここでは、保護層131、132の成膜により空隙133が形成される例を示すが、空隙133は形成されなくてもよい。この場合、発光デバイス130 aと発光デバイス130 bとの間、及び、発光デバイス130 bと発光デバイス130 cとの間は、保護層132で充填された構造となる。

[0175]

その後、樹脂層119を用いて、基板120を貼り合わせることで、図1Bに示す表示装置100を作製することができる。

[0176]

[表示装置の作製方法例2]

図7Cに示す工程のあとに、図8A乃至図8Cに示す工程を行うことで、図9A及び図9Bに示す構成の表示装置を作製してもよい。以下では、図2F、図8、及び図9を用いて、表示装置の作製方法例を説明する。図2Fは、表示装置の作製方法を示す上面図である。図8A乃至図8Cには、図1Aにおける一点鎖線X1-X2間の断面図と、Y1-Y2間の断面図と、を並べて示す。図9Aは、図1Aにおける一点鎖線X1-X2間の断面図であり、図9Bは、図1Aにおける一点鎖線X3-X4間の断面図である。

[0177]

図7Cに示す工程の後に、図8Aに示すように、保護層132上に、レジストマスク190 eを形成する。

[0178]

レジストマスク190 eは、画素電極111 a、111 b、111 cと重なる位置に設ける。レジストマスク190 eは、上面視における、隣り合う2つの画素電極111 aの間の領域、隣り合う2つの画素電極111 bの間の領域、及び、隣り合う2つの画素電極111 cの間の領域には設けられないことが好ましい。また、レジストマスク190 eは、導電層123と重なる領域には設けられないことが好ましい。

[0179]

図2Fでは、隣り合う2つの副画素110 aの間の領域、隣り合う2つの副画素110 bの間の領域、及び、隣り合う2つの副画素110 cの間の領域のそれぞれにおいて、レジストマスク190 eが設けられていない部分が存在する。また、接続部140にもレジストマスク190 eは設けられていない。なお、図2Fに示すレジストマスク190 eの端部は図示しない領域でつながっていてもよい。この場合、同じ色の光を呈し、かつ、隣り合う2つの副画素の間の領域に、レジストマスク190 eの開口（スリットともいう）が設けられているといえる。または、レジストマスク1

90eが、X方向に1列に並んだ副画素110a、110b、110cと重なる帯状のパターンを複数有していてもよい。

[0180]

次に、図8Bに示すように、レジストマスク190eを用いて、保護層131、132の一部を除去する。これにより、同じ色の光を発する2つの発光デバイスの間の領域に含まれる保護層131、132を除去することができる。そして、当該領域において、対向電極115a、115b、115cが露出する。また、保護層131、132のうち、導電層123と重なる部分も除去される。これにより、図8Bに示す当該部分においては、対向電極115bが露出する。

[0181]

そして、レジストマスク190eを除去する。なお、レジストマスク190eは、保護層132を加工した後に除去してもよい。この場合、保護層131は、保護層132をハードマスクに用いて加工することができる。

[0182]

そして、図8Cに示すように、対向電極115a、115b、115c、及び、保護層132上に、導電層134を形成する。これにより、対向電極115a、115b、115c、及び、導電層123は、導電層134と電氣的に接続される。

[0183]

導電層134には、画素電極及び対向電極に適用可能な材料を用いて形成することができる。なお、光を取り出す側に導電層134が設けられる場合、導電層134は可視光を透過する導電材料を用いて形成する。

[0184]

導電層134は、対向電極115a、115b、115cよりも広い面積で設けられ、補助配線としての機能を有する。導電層134を一面全体に設けることで、対向電極115a、115b、115cの抵抗に起因する電圧降下を抑制し、表示装置の輝度ムラを低減し、高い表示品位を実現することができる。

[0185]

その後、樹脂層119を用いて、基板120を貼り合わせることで、図9A及び図9Bに示す表示装置を作製することができる。

[0186]

図9Aに示す表示装置は、保護層132上に導電層134を有する点で、図1Bに示す表示装置100と異なる。図9Bに示すように、図1Aにおける一点鎖線X3-X4間の断面では、絶縁層121上に第4の層114a、114b、114cが設けられ、さらに、対向電極115a、115b、115cが設けられ、これらを覆うように導電層134が設けられている。

[0187]

以上のように、本実施の形態の表示装置の作製方法では、島状のEL層は、ファインメタルマスクを用いて形成されるのではなく、EL層を一面に成膜した後に加工することで形成されるため、島状のEL層を均一の厚さで形成することができる。

[0188]

各色の発光デバイスを構成する第1の層、第2の層、第3の層はそれぞれ別の工程で形成する。したがって、各EL層を、各色の発光デバイスに適した構成（材料及び膜厚など）で作製することが

できる。これにより、特性の良好な発光デバイスを作製することができる。

[0189]

本実施の形態の表示装置は、各色の発光デバイスを構成する第1の層、第2の層、及び、第3の層の重なり、または接触が抑制された構成である。したがって、クロストークが抑制され、高精細または高解像度であり、かつ、表示品位の高い表示装置を実現できる。

[0190]

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

[0191]

(実施の形態2)

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置について図10及び図11を用いて説明する。

[0192]

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

[0193]

[表示装置100A]

図10に、表示装置100Aの斜視図を示し、図11Aに、表示装置100Aの断面図を示す。

[0194]

表示装置100Aは、基板152と基板151とが貼り合わされた構成を有する。図10では、基板152を破線で明示している。

[0195]

表示装置100Aは、表示部162、回路164、配線165等を有する。図10では表示装置100AにIC173及びFPC172が実装されている例を示している。そのため、図10に示す構成は、表示装置100Aと、IC（集積回路）と、FPCと、を有する表示モジュールということもできる。

[0196]

回路164としては、例えば走査線駆動回路を用いることができる。

[0197]

配線165は、表示部162及び回路164に信号及び電力を供給する機能を有する。当該信号及び電力は、外部からFPC172を介して配線165に入力されるか、またはIC173から配線165に入力される。

[0198]

図10では、COG（Chip On Glass）方式またはCOF（Chip On Film）方式等により、基板151にIC173が設けられている例を示す。IC173は、例えば走査線駆動回路または信号線駆動回路などを有するICを適用できる。なお、表示装置100A及び

表示モジュールは、ICを設けない構成としてもよい。また、ICを、COF方式等により、FPCに実装してもよい。

[0199]

図11Aに、表示装置100Aの、FPC172を含む領域の一部、回路164の一部、表示部162の一部、及び、端部を含む領域の一部をそれぞれ切断したときの断面の一例を示す。

[0200]

図11Aに示す表示装置100Aは、基板151と基板152の間に、トランジスタ201、トランジスタ205、赤色の光を発する発光デバイス130a、緑色の光を発する発光デバイス130b、及び、青色の光を発する発光デバイス130c等を有する。

[0201]

ここで、表示装置の画素が、互いに異なる色の光を発する発光デバイスを有する副画素を3種類有する場合、当該3つの副画素としては、R、G、Bの3色の副画素、黄色（Y）、シアン（C）、及びマゼンタ（M）の3色の副画素などが挙げられる。当該副画素を4つ有する場合、当該4つの副画素としては、R、G、B、白色（W）の4色の副画素、R、G、B、Yの4色の副画素などが挙げられる。

[0202]

保護層132と基板152は接着層142を介して接着されている。発光デバイスの封止には、固体封止構造または中空封止構造などが適用できる。図11Aでは、基板152と基板151との間の空間が、接着層142で充填されており、固体封止構造が適用されている。または、当該空間を不活性ガス（窒素またはアルゴンなど）で充填し、中空封止構造を適用してもよい。このとき、接着層142は、発光デバイスと重ならないように設けられていてもよい。また、当該空間を、枠状に設けられた接着層142とは異なる樹脂で充填してもよい。

[0203]

発光デバイス130a、130b、130cは、画素電極とEL層との間に光学調整層を有する点以外は、それぞれ、図1Bに示す積層構造と同じ構造を有する。発光デバイス130aは光学調整層126aを有し、発光デバイス130bは光学調整層126bを有し、発光デバイス130cは光学調整層126cを有する。発光デバイスの詳細は実施の形態1を参照できる。また、発光デバイス130a、130b、130c上にはそれぞれ、保護層131、132が設けられている。

[0204]

図11Aでは、光学調整層126aの厚さが、光学調整層126bの厚さよりも厚く、光学調整層126bの厚さが、光学調整層126cの厚さよりも厚い例を示す。各光学調整層の膜厚は、赤色の光を強めるように光学調整層126aの膜厚を設定し、緑色の光を強めるように光学調整層126bの膜厚を設定し、青色の光を強めるように光学調整層126cの膜厚を設定することが好ましい。これにより、マイクロキャビティ構造を実現し、各発光デバイスが発する光の色純度を高めることができる。

[0205]

光学調整層は、発光デバイスの電極として用いることができる導電材料のうち、可視光に対する透過性を有する導電材料を用いて形成することが好ましい。

[0206]

画素電極111a、111b、111cは、それぞれ、絶縁層214に設けられた開口を介して、

トランジスタ 205 が有する導電層 222b と接続されている。

[0207]

画素電極及び光学調整層の端部は、絶縁層 121 によって覆われている。画素電極は可視光を反射する材料を含み、対向電極は可視光を透過する材料を含む。

[0208]

発光デバイスが発する光は、基板 152 側に射出される。基板 152 には、可視光に対する透過性が高い材料を用いることが好ましい。

[0209]

基板 151 から絶縁層 214 までの積層構造が、実施の形態 1 におけるトランジスタを含む層 101 に相当する。

[0210]

トランジスタ 201 及びトランジスタ 205 は、いずれも基板 151 上に形成されている。これらのトランジスタは、同一の材料及び同一の工程により作製することができる。

[0211]

基板 151 上には、絶縁層 211、絶縁層 213、絶縁層 215、及び絶縁層 214 がこの順で設けられている。絶縁層 211 は、その一部が各トランジスタのゲート絶縁層として機能する。絶縁層 213 は、その一部が各トランジスタのゲート絶縁層として機能する。絶縁層 215 は、トランジスタを覆って設けられる。絶縁層 214 は、トランジスタを覆って設けられ、平坦化層としての機能を有する。なお、ゲート絶縁層の数及びトランジスタを覆う絶縁層の数は限定されず、それぞれ単層であっても 2 層以上であってもよい。

[0212]

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

[0213]

絶縁層 211、絶縁層 213、及び絶縁層 215 としては、それぞれ、無機絶縁膜を用いることが好ましい。無機絶縁膜としては、例えば、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、窒化アルミニウム膜などを用いることができる。また、酸化ハフニウム膜、酸化イットリウム膜、酸化ジルコニウム膜、酸化ガリウム膜、酸化タンタル膜、酸化マグネシウム膜、酸化ランタン膜、酸化セリウム膜、及び酸化ネオジム膜等を用いてもよい。また、上述の絶縁膜を 2 以上積層して用いてもよい。

[0214]

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

[0215]

平坦化層として機能する絶縁層 214 には、有機絶縁膜が好適である。有機絶縁膜に用いることが

できる材料としては、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、ポリアミド樹脂、ポリイミドアミド樹脂、シロキサン樹脂、ベンゾシクロブテン系樹脂、フェノール樹脂、及びこれら樹脂の前駆体等が挙げられる。

[0216]

図11Aに示す領域228では、絶縁層214に開口が形成されている。これにより、絶縁層214に有機絶縁膜を用いる場合であっても、絶縁層214を介して外部から表示部162に不純物が入り込むことを抑制できる。従って、表示装置100Aの信頼性を高めることができる。

[0217]

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

[0218]

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

[0219]

トランジスタ201及びトランジスタ205には、チャネルが形成される半導体層を2つのゲートで挟持する構成が適用されている。2つのゲートを接続し、これらに同一の信号を供給することによりトランジスタを駆動してもよい。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。

[0220]

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

[0221]

トランジスタの半導体層は、金属酸化物（酸化物半導体ともいう）を有することが好ましい。つまり、本実施の形態の表示装置は、金属酸化物をチャネル形成領域に用いたトランジスタ（以下、OSトランジスタ）を用いることが好ましい。または、トランジスタの半導体層は、シリコンを有していてもよい。シリコンとしては、アモルファスシリコン、結晶性のシリコン（低温ポリシリコン、単結晶シリコンなど）などが挙げられる。

[0222]

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

びマグネシウムから選ばれた一種または複数種)と、亜鉛と、を有することが好ましい。特に、Mは、アルミニウム、ガリウム、イットリウム、及びスズから選ばれた一種または複数種であることが好ましい。

[0223]

特に、半導体層として、インジウム(In)、ガリウム(Ga)、及び亜鉛(Zn)を含む酸化物(IGZOとも記す)を用いることが好ましい。

[0224]

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

[0225]

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

[0226]

回路164が有するトランジスタと、表示部162が有するトランジスタは、同じ構造であってもよく、異なる構造であってもよい。回路164が有する複数のトランジスタの構造は、全て同じであってもよく、2種類以上であってもよい。同様に、表示部162が有する複数のトランジスタの構造は、全て同じであってもよく、2種類以上であってもよい。

[0227]

図11B及び図11Cに、トランジスタの他の構成例を示す。

[0228]

トランジスタ209及びトランジスタ210は、ゲートとして機能する導電層221、ゲート絶縁層として機能する絶縁層211、チャネル形成領域231i及び一対の低抵抗領域231nを有する半導体層231、一対の低抵抗領域231nの一方と接続する導電層222a、一対の低抵抗領域231nの他方と接続する導電層222b、ゲート絶縁層として機能する絶縁層225、ゲートとして機能する導電層223、並びに、導電層223を覆う絶縁層215を有する。絶縁層211は、導電層221とチャネル形成領域231iとの間に位置する。絶縁層225は、少なくとも導電層223とチャネル形成領域231iとの間に位置する。さらに、トランジスタを覆う絶縁層218を設けてもよい。

[0229]

図11Bに示すトランジスタ209では、絶縁層225が半導体層231の上面及び側面を覆う例を示す。導電層222a及び導電層222bは、それぞれ、絶縁層225及び絶縁層215に設けられた開口を介して低抵抗領域231nと接続される。導電層222a及び導電層222bのうち、一方はソースとして機能し、他方はドレインとして機能する。

[0230]

一方、図11Cに示すトランジスタ210では、絶縁層225は、半導体層231のチャネル形成領域231iと重なり、低抵抗領域231nとは重ならない。例えば、導電層223をマスクとして絶縁層225を加工することで、図11Cに示す構造を作製できる。図11Cでは、絶縁層225及び導電層223を覆って絶縁層215が設けられ、絶縁層215の開口を介して、導電層222a及び導電層222bがそれぞれ低抵抗領域231nと接続されている。

[0231]

基板151の、基板152が重ならない領域には、接続部204が設けられている。接続部204では、配線165が導電層166及び接続層242を介してFPC172と電氣的に接続されている。導電層166は、画素電極と同一の導電膜を加工して得られた導電膜と、光学調整層126cと同一の導電膜を加工して得られた導電膜と、の積層構造である例を示す。接続部204の上面では、導電層166が露出している。これにより、接続部204とFPC172とを接続層242を介して電氣的に接続することができる。

[0232]

基板152の基板151側の面には、遮光層117を設けることが好ましい。また、基板152の外側（基板152の基板151側とは反対の面）には各種光学部材を配置することができる。光学部材としては、偏光板、位相差板、光拡散層（拡散フィルムなど）、反射防止層、及び集光フィルム等が挙げられる。また、基板152の外側には、ゴミの付着を抑制する帯電防止膜、汚れを付着しにくくする撥水性の膜、使用に伴う傷の発生を抑制するハードコート膜、衝撃吸収層等を配置してもよい。

[0233]

発光デバイスを覆う保護層131及び保護層132を設けることで、発光デバイスに水などの不純物が入り込むことを抑制し、発光デバイスの信頼性を高めることができる。

[0234]

表示装置100Aの端部近傍の領域228において、絶縁層214の開口を介して、絶縁層215と保護層131または保護層132とが互いに接することが好ましい。特に、無機絶縁膜同士が接することが好ましい。これにより、有機絶縁膜を介して外部から表示部162に不純物が入り込むことを抑制することができる。従って、表示装置100Aの信頼性を高めることができる。

[0235]

基板151及び基板152には、それぞれ、ガラス、石英、セラミック、サファイア、樹脂、金属、合金、半導体などを用いることができる。発光デバイスからの光を取り出す側の基板には、該光を透過する材料を用いる。基板151及び基板152に可撓性を有する材料を用いると、表示装置の可撓性を高めることができる。また、基板151または基板152として偏光板を用いてもよい。

[0236]

基板151及び基板152としては、それぞれ、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエ

チレンナフタレート（PEN）等のポリエステル樹脂、ポリアクリロニトリル樹脂、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、ポリメチルメタクリレート樹脂、ポリカーボネート（PC）樹脂、ポリエーテルスルホン（PES）樹脂、ポリアミド樹脂（ナイロン、アラミド等）、ポリシロキサン樹脂、シクロオレフィン樹脂、ポリスチレン樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂、ポリ塩化ビニリデン樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）樹脂、ABS樹脂、セルロースナノファイバー等を用いることができる。基板151及び基板152の一方または双方に、可撓性を有する程度の厚さのガラスを用いてもよい。

[0237]

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

[0238]

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

[0239]

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

[0240]

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

[0241]

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

[0242]

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

[0243]

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

[0244]

また、透光性を有する導電材料としては、酸化インジウム、インジウム錫酸化物、インジウム亜鉛酸化物、酸化亜鉛、ガリウムを含む酸化亜鉛などの導電性酸化物またはグラフェンを用いることができる。または、金、銀、白金、マグネシウム、ニッケル、タングステン、クロム、モリブデン、鉄、コバルト、銅、パラジウム、及びチタンなどの金属材料、または、該金属材料を含む合金材料を用いることができる。または、該金属材料の窒化物（例えば、窒化チタン）などを用いてもよい。なお、金属材料、または、合金材料（またはそれらの窒化物）を用いる場合には、透光性を有する程度に薄くすることが好ましい。また、上記材料の積層膜を導電層として用いることができる。例えば、銀とマグネシウムの合金とインジウムスズ酸化物の積層膜などを用いると、導電性を高めることができるため好ましい。これらは、表示装置を構成する各種配線及び電極などの導電層、及び、発光デバイスが有する導電層（画素電極または対向電極として機能する導電層）にも用いることができる。

[0245]

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

[0246]

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

[0247]

(実施の形態3)

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置について図12乃至図15を用いて説明する。

[0248]

本実施の形態の表示装置は、高精細な表示装置とすることができる。したがって、本実施の形態の表示装置は、例えば、腕時計型、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の表示部に用いることができる。

[0249]

[表示モジュール]

図12Aに、表示モジュール280の斜視図を示す。表示モジュール280は、表示装置100Bと、FPC290と、を有する。なお、表示モジュール280が有する表示装置は表示装置100Bに限られず、後述する表示装置100Cまたは表示装置100Dであってもよい。

[0250]

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

[0251]

図12Bに、基板291側の構成を模式的に示した斜視図を示している。基板291上には、回路部282と、回路部282上の画素回路部283と、画素回路部283上の画素部284と、が積層されている。また、基板291上の画素部284と重ならない部分に、FPC290と接続するための端子部285が設けられている。端子部285と回路部282とは、複数の配線により構成

される配線部 286 により電氣的に接続されている。

[0252]

画素部 284 は、周期的に配列した複数の画素 284a を有する。図 12B の右側に、1つの画素 284a の拡大図を示している。画素 284a は、発光色が互いに異なる発光デバイス 130a、130b、130c を有する。複数の発光デバイスは、図 12B に示すようにストライプ配列で配置することができる。また、デルタ配列、または、ペンタイル配列など様々な発光デバイスの配列方法を適用することができる。

[0253]

画素回路部 283 は、周期的に配列した複数の画素回路 283a を有する。

[0254]

1つの画素回路 283a は、1つの画素 284a が有する 3つの発光デバイスの発光を制御する回路である。1つの画素回路 283a は、1つの発光デバイスの発光を制御する回路が 3つ設けられる構成としてもよい。例えば、画素回路 283a は、1つの発光デバイスにつき、1つの選択トランジスタと、1つの電流制御用トランジスタ（駆動トランジスタ）と、容量素子と、を少なくとも有する構成とすることができる。このとき、選択トランジスタのゲートにはゲート信号が、ソースまたはドレインの一方にはソース信号が、それぞれ入力される。これにより、アクティブマトリクス型の表示装置が実現されている。

[0255]

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

[0256]

FPC 290 は、外部から回路部 282 にビデオ信号または電源電位等を供給するための配線として機能する。また、FPC 290 上に IC が実装されていてもよい。

[0257]

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

[0258]

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

の表示部に好適に用いることができる。

[0259]

[表示装置100B]

図13に示す表示装置100Bは、基板301、発光デバイス130a、130b、130c、容量240、及び、トランジスタ310を有する。

[0260]

基板301は、図12A及び図12Bにおける基板291に相当する。基板301から絶縁層255までの積層構造が、実施の形態1におけるトランジスタを含む層101に相当する。

[0261]

トランジスタ310は、基板301にチャネル形成領域を有するトランジスタである。基板301としては、例えば単結晶シリコン基板などの半導体基板を用いることができる。トランジスタ310は、基板301の一部、導電層311、低抵抗領域312、絶縁層313、及び、絶縁層314を有する。導電層311は、ゲート電極として機能する。絶縁層313は、基板301と導電層311の間に位置し、ゲート絶縁層として機能する。低抵抗領域312は、基板301に不純物がドーパされた領域であり、ソースまたはドレインの一方として機能する。絶縁層314は、導電層311の側面を覆って設けられる。

[0262]

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

[0263]

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

[0264]

容量240は、導電層241と、導電層245と、これらの間に位置する絶縁層243を有する。導電層241は容量240の一方の電極として機能し、導電層245は容量240の他方の電極として機能し、絶縁層243は容量240の誘電体として機能する。

[0265]

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

[0266]

容量240を覆って、絶縁層255が設けられ、絶縁層255上に発光デバイス130a、130b、130c等が設けられている。本実施の形態では、発光デバイス130a、130b、130cが、図1Bに示す積層構造と同じ構造を有する例を示す。また、発光デバイス130a、130b、130c上にはそれぞれ、保護層131が設けられている。保護層131上には保護層132が設けられており、保護層132上には、樹脂層119によって基板120が貼り合わされている。保護層131と保護層132の間には、空隙133が設けられている。発光デバイスから基板120までの構成要素についての詳細は、実施の形態1を参照することができる。基板120は、図12Aにおける基板292に相当する。

[0267]

発光デバイスの画素電極は、絶縁層255に埋め込まれたプラグ256、絶縁層254に埋め込まれた導電層241、及び、絶縁層261に埋め込まれたプラグ271によってトランジスタ310のソースまたはドレインの一方と電氣的に接続されている。

[0268]

[表示装置100C]

図14に示す表示装置100Cは、トランジスタの構成が異なる点で、表示装置100Bと主に相違する。なお、表示装置100Bと同様の部分については説明を省略することがある。

[0269]

トランジスタ320は、チャネルが形成される半導体層に、金属酸化物（酸化物半導体ともいう）が適用されたトランジスタ（OSトランジスタ）である。

[0270]

トランジスタ320は、半導体層321、絶縁層323、導電層324、一对の導電層325、絶縁層326、及び、導電層327を有する。

[0271]

基板331は、図12A及び図12Bにおける基板291に相当する。基板331から絶縁層255までの積層構造が、実施の形態1におけるトランジスタを含む層101に相当する。基板331としては、絶縁性基板または半導体基板を用いることができる。

[0272]

基板331上に、絶縁層332が設けられている。絶縁層332は、基板331から水または水素などの不純物がトランジスタ320に拡散すること、及び半導体層321から絶縁層332側に酸素が脱離することを防ぐバリア層として機能する。絶縁層332としては、例えば酸化アルミニウム膜、酸化ハフニウム膜、窒化シリコン膜などの、酸化シリコン膜よりも水素または酸素が拡散しにくい膜を用いることができる。

[0273]

絶縁層332上に導電層327が設けられ、導電層327を覆って絶縁層326が設けられている。導電層327は、トランジスタ320の第1のゲート電極として機能し、絶縁層326の一部は、第1のゲート絶縁層として機能する。絶縁層326の少なくとも半導体層321と接する部分には、酸化シリコン膜等の酸化物絶縁膜を用いることが好ましい。絶縁層326の上面は、平坦化されていることが好ましい。

[0274]

半導体層321は、絶縁層326上に設けられる。半導体層321は、半導体特性を有する金属酸化物（酸化物半導体ともいう）膜を有することが好ましい。半導体層321に好適に用いることのできる材料の詳細については後述する。

[0275]

一对の導電層325は、半導体層321上に接して設けられ、ソース電極及びドレイン電極として機能する。

[0276]

また、一对の導電層325の上面及び側面、並びに半導体層321の側面等を覆って絶縁層328が設けられ、絶縁層328上に絶縁層264が設けられている。絶縁層328は、半導体層321

に絶縁層 2 6 4 等から水または水素などの不純物が拡散すること、及び半導体層 3 2 1 から酸素が脱離することを防ぐバリア層として機能する。絶縁層 3 2 8 としては、上記絶縁層 3 3 2 と同様の絶縁膜を用いることができる。

[0 2 7 7]

絶縁層 3 2 8 及び絶縁層 2 6 4 に、半導体層 3 2 1 に達する開口が設けられている。当該開口の内部において、絶縁層 2 6 4、絶縁層 3 2 8、及び導電層 3 2 5 の側面、並びに半導体層 3 2 1 の上面に接する絶縁層 3 2 3 と、導電層 3 2 4 とが埋め込まれている。導電層 3 2 4 は、第 2 のゲート電極として機能し、絶縁層 3 2 3 は第 2 のゲート絶縁層として機能する。

[0 2 7 8]

導電層 3 2 4 の上面、絶縁層 3 2 3 の上面、及び絶縁層 2 6 4 の上面は、それぞれ高さが概略一致するように平坦化处理され、これらを覆って絶縁層 3 2 9 及び絶縁層 2 6 5 が設けられている。

[0 2 7 9]

絶縁層 2 6 4 及び絶縁層 2 6 5 は、層間絶縁層として機能する。絶縁層 3 2 9 は、トランジスタ 3 2 0 に絶縁層 2 6 5 等から水または水素などの不純物が拡散することを防ぐバリア層として機能する。絶縁層 3 2 9 としては、上記絶縁層 3 2 8 及び絶縁層 3 3 2 と同様の絶縁膜を用いることができる。

[0 2 8 0]

一对の導電層 3 2 5 の一方と電氣的に接続するプラグ 2 7 4 は、絶縁層 2 6 5、絶縁層 3 2 9、及び絶縁層 2 6 4 に埋め込まれるように設けられている。ここで、プラグ 2 7 4 は、絶縁層 2 6 5、絶縁層 3 2 9、絶縁層 2 6 4、及び絶縁層 3 2 8 のそれぞれの開口の側面、及び導電層 3 2 5 の上面の一部を覆う導電層 2 7 4 a と、導電層 2 7 4 a の上面に接する導電層 2 7 4 b とを有することが好ましい。このとき、導電層 2 7 4 a として、水素及び酸素が拡散しにくい導電材料を用いることが好ましい。

[0 2 8 1]

表示装置 1 0 0 C における、絶縁層 2 5 4 から基板 1 2 0 までの構成は、表示装置 1 0 0 B と同様である。

[0 2 8 2]

[表示装置 1 0 0 D]

図 1 5 に示す表示装置 1 0 0 D は、基板 3 0 1 にチャネルが形成されるトランジスタ 3 1 0 と、チャネルが形成される半導体層に金属酸化物を含むトランジスタ 3 2 0 とが積層された構成を有する。なお、表示装置 1 0 0 B、1 0 0 C と同様の部分については説明を省略することがある。

[0 2 8 3]

トランジスタ 3 1 0 を覆って絶縁層 2 6 1 が設けられ、絶縁層 2 6 1 上に導電層 2 5 1 が設けられている。また導電層 2 5 1 を覆って絶縁層 2 6 2 が設けられ、絶縁層 2 6 2 上に導電層 2 5 2 が設けられている。導電層 2 5 1 及び導電層 2 5 2 は、それぞれ配線として機能する。また、導電層 2 5 2 を覆って絶縁層 2 6 3 及び絶縁層 3 3 2 が設けられ、絶縁層 3 3 2 上にトランジスタ 3 2 0 が設けられている。また、トランジスタ 3 2 0 を覆って絶縁層 2 6 5 が設けられ、絶縁層 2 6 5 上に容量 2 4 0 が設けられている。容量 2 4 0 とトランジスタ 3 2 0 とは、プラグ 2 7 4 により電氣的に接続されている。

[0 2 8 4]

トランジスタ 320 は、画素回路を構成するトランジスタとして用いることができる。また、トランジスタ 310 は、画素回路を構成するトランジスタ、または当該画素回路を駆動するための駆動回路（ゲート線駆動回路、ソース線駆動回路）を構成するトランジスタとして用いることができる。また、トランジスタ 310 及びトランジスタ 320 は、演算回路または記憶回路などの各種回路を構成するトランジスタとして用いることができる。

[0285]

このような構成とすることで、発光デバイスの直下に画素回路だけでなく駆動回路等を形成することができるため、表示領域の周辺に駆動回路を設ける場合に比べて、表示装置を小型化することが可能となる。

[0286]

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

[0287]

（実施の形態 4）

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

[0288]

図 16A に示す発光デバイスは、電極 772、EL 層 786、及び、電極 788 を有する。電極 772 と電極 788 のうち、一方は陽極として機能し、他方は陰極として機能する。また、電極 772 と電極 788 のうち、一方は画素電極として機能し、他方は対向電極として機能する。また、電極 772 と電極 788 のうち、光を取り出す側の電極は可視光に対する透過性を有し、また、他方の電極は、可視光を反射することが好ましい。

[0289]

発光デバイスが有する EL 層 786 は、図 16A に示すように、層 4420、発光層 4411、層 4430 などの複数の層で構成することができる。層 4420 は、例えば電子注入性の高い物質を含む層（電子注入層）及び電子輸送性の高い物質を含む層（電子輸送層）などを有することができる。発光層 4411 は、例えば発光性の化合物を有する。層 4430 は、例えば正孔注入性の高い物質を含む層（正孔注入層）及び正孔輸送性の高い物質を含む層（正孔輸送層）を有することができる。

[0290]

一対の電極間に設けられた層 4420、発光層 4411、及び、層 4430 を有する構成は単一の発光ユニットとして機能することができ、本明細書では図 16A の構成をシングル構造と呼ぶ。

[0291]

また、図 16B は、図 16A に示す発光デバイスが有する EL 層 786 の変形例である。具体的には、図 16B に示す発光デバイスは、電極 772 上の層 4431 と、層 4431 上の層 4432 と、層 4432 上の発光層 4411 と、発光層 4411 上の層 4421 と、層 4421 上の層 4422 と、層 4422 上の電極 788 と、を有する。例えば、電極 772 を陽極とし、電極 788 を陰極とした場合、層 4431 が正孔注入層として機能し、層 4432 が正孔輸送層として機能し、層 4421 が電子輸送層として機能し、層 4422 が電子注入層として機能する。または、電極 772 を陰極とし、電極 788 を陽極とした場合、層 4431 が電子注入層として機能し、層 4432 が電子輸送層として機能し、層 4421 が正孔輸送層として機能し、層 4422 が正孔注入層として

機能する。このような層構造とすることで、発光層 4 4 1 1 に効率よくキャリアを注入し、発光層 4 4 1 1 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。

[0 2 9 2]

なお、図 1 6 C に示すように層 4 4 2 0 と層 4 4 3 0 との間に複数の発光層（発光層 4 4 1 1、4 4 1 2、4 4 1 3）が設けられる構成もシングル構造のバリエーションである。

[0 2 9 3]

また、図 1 6 D に示すように、複数の発光ユニット（EL 層 7 8 6 a、7 8 6 b）が中間層 4 4 4 0（電荷発生層ともいう）を介して直列に接続された構成を本明細書ではタンデム構造と呼ぶ。なお、これに限定されず、例えば、タンデム構造をスタック構造と呼んでもよい。なお、タンデム構造とすることで、高輝度発光が可能な発光デバイスとすることができる。

[0 2 9 4]

なお、図 1 6 C 及び図 1 6 D においても、図 1 6 B に示すように、層 4 4 2 0 と層 4 4 3 0 とは、それぞれ、2 層以上の層からなる積層構造とすることができる。

[0 2 9 5]

発光デバイスの発光色は、EL 層 7 8 6 を構成する材料によって、赤、緑、青、シアン、マゼンタ、黄または白などとすることができる。また、発光デバイスにマイクロキャビティ構造を付与することにより色純度をさらに高めることができる。

[0 2 9 6]

白色の光を発する発光デバイスは、発光層に 2 種類以上の発光物質を含む構成とすることが好ましい。白色発光を得るには、2 以上の発光物質の各々の発光が補色の関係となるような発光物質を選択すればよい。例えば、第 1 の発光層の発光色と第 2 の発光層の発光色を補色の関係になるようにすることで、発光デバイス全体として白色発光する発光デバイスを得ることができる。また、発光層を 3 つ以上有する発光デバイスの場合も同様である。例えば、図 1 6 C に示す発光層 4 4 1 1、4 4 1 2、4 4 1 3 の発光色が補色の関係であると、シングル構造の白色発光デバイスを実現することができる。

[0 2 9 7]

発光層には、R（赤）、G（緑）、B（青）、Y（黄）、O（橙）等の発光を示す発光物質を 2 以上含むことが好ましい。または、発光物質を 2 以上有し、それぞれの発光物質の発光は、R、G、B のうち 2 以上の色のスペクトル成分を含むことが好ましい。

[0 2 9 8]

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

[0 2 9 9]

（実施の形態 5）

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

[0 3 0 0]

金属酸化物は、少なくともインジウムまたは亜鉛を含むことが好ましい。特にインジウム及び亜鉛を含むことが好ましい。また、それらに加えて、アルミニウム、ガリウム、イットリウム、スズなどが含まれていることが好ましい。また、ホウ素、シリコン、チタン、鉄、ニッケル、ゲルマニウム、ジルコニウム、モリブデン、ランタン、セリウム、ネオジム、ハフニウム、タンタル、タング

ステン、マグネシウム、コバルトなどから選ばれた一種、または複数種が含まれていてもよい。

[0301]

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。

[0302]

<結晶構造の分類>

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

[0303]

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

[0304]

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

[0305]

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

[0306]

<<酸化物半導体の構造>>

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

[0307]

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

[0308]

[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。

[0309]

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。

[0310]

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

[0311]

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

[0312]

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

[0313]

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

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。

[0314]

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

[0315]

CAAC-OSは、結晶性が高く、明確な結晶粒界が確認されない酸化物半導体である。よって、CAAC-OSは、結晶粒界に起因する電子移動度の低下が起こりにくいといえる。また、酸化物半導体の結晶性は不純物の混入、欠陥の生成などによって低下する場合があるため、CAAC-OSは不純物及び欠陥（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、OSトランジスタにCAAC-OSを用いると、製造工程の自由度を広げることが可能となる。

[0316]

[nc-OS]

nc-OSは、微小な領域（例えば、1nm以上10nm以下の領域、特に1nm以上3nm以下の領域）において原子配列に周期性を有する。別言すると、nc-OSは、微小な結晶を有する。なお、当該微小な結晶の大きさは、例えば、1nm以上10nm以下、特に1nm以上3nm以下であることから、当該微小な結晶をナノ結晶ともいう。また、nc-OSは、異なるナノ結晶間で結晶方位に規則性が見られない。そのため、膜全体で配向性が見られない。従って、nc-OSは、分析方法によっては、a-like OSまたは非晶質酸化物半導体と区別が付かない場合がある。例えば、nc-OS膜に対し、XRD装置を用いて構造解析を行うと、 $\theta/2\theta$ スキャンを用いたOut-of-plane XRD測定では、結晶性を示すピークが検出されない。また、nc-OS膜に対し、ナノ結晶よりも大きいプローブ径（例えば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（例えば1nm以上30nm以下）の電子線を用いる電子線回折（ナノビーム電子線回折ともいう。）を行うと、ダイレクトスポットを中心とするリング状の領域内に複数のスポットが観測される電子線回折パターンが取得される場合がある。

[0317]

[a-like OS]

a-like OSは、nc-OSと非晶質酸化物半導体との間の構造を有する酸化物半導体である。a-like OSは、鬆または低密度領域を有する。即ち、a-like OSは、nc-

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

[0318]

<<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。

[0319]

[CAC-OS]

CAC-OSとは、例えば、金属酸化物を構成する元素が、0.5nm以上10nm以下、好ましくは、1nm以上3nm以下、またはその近傍のサイズで偏在した材料の一構成である。なお、以下では、金属酸化物において、一つまたは複数の金属元素が偏在し、該金属元素を有する領域が、0.5nm以上10nm以下、好ましくは、1nm以上3nm以下、またはその近傍のサイズで混合した状態をモザイク状、またはパッチ状ともいう。

[0320]

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。

[0321]

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

[0322]

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。

[0323]

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。

[0324]

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

[0325]

CAC-OSは、例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、及び窒素ガスの中から選ばれたいずれか一つまたは複数を用いればよい。また、成膜時の成膜ガスの総流量に対する酸素ガスの流量比は低いほど好ましく、例えば、成膜時の成膜ガスの総流量に対する酸素ガスの流量比を0%以上30%未満、好ましくは0%以上10%以下とすることが好ましい。

[0326]

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

[0327]

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。

[0328]

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。

[0329]

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

[0330]

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。

[0331]

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。

[0332]

<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。

[0333]

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。

[0334]

トランジスタには、キャリア濃度の低い酸化物半導体を用いることが好ましい。例えば、酸化物半

導体のキャリア濃度は $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 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濃度を低くし、欠陥準位密度を低くすればよい。本明細書等において、不純物濃度が低く、欠陥準位密度の低いことを高純度真性または実質的に高純度真性と言う。なお、キャリア濃度の低い酸化物半導体を、高純度真性または実質的に高純度真性な酸化物半導体と呼ぶ場合がある。

[0335]

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。

[0336]

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。

[0337]

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

[0338]

<不純物>

ここで、酸化物半導体中における各不純物の影響について説明する。

[0339]

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。

[0340]

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。

[0341]

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を用いたトランジスタはノーマリーオン特性となりやすい。または、酸化物半導体において、窒素が含まれると、トラップ準位が形成される場合がある。この結果、トランジスタの電気特性が不安定となる場合がある。このため、SIMSにより得られる酸化物半導体中の窒素濃度を、 $5 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$

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。

[0342]

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。

[0343]

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

[0344]

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

[0345]

(実施の形態6)

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17乃至図21を用いて説明する。

[0346]

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

[0347]

電子機器としては、例えば、テレビジョン装置、デスクトップ型もしくはノート型のパーソナルコンピュータ、コンピュータ用などのモニタ、デジタルサイネージ、パチンコ機などの大型ゲーム機などの比較的大きな画面を備える電子機器の他、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、デジタルフォトフレーム、携帯電話機、携帯型ゲーム機、携帯情報端末、音響再生装置、などが挙げられる。

[0348]

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

[0349]

本発明の一態様の表示装置は、HD（画素数 1280×720 ）、FHD（画素数 1920×1080 ）、WQHD（画素数 2560×1440 ）、WQXGA（画素数 2560×1600 ）、4K（画素数 3840×2160 ）、8K（画素数 7680×4320 ）といった極めて高い解像度を有していることが好ましい。特に4K、8K、またはそれ以上の解像度とすることが好ましい。

また、本発明の一態様の表示装置における画素密度（精細度）は、100 p p i 以上が好ましく、300 p p i 以上が好ましく、500 p p i 以上がより好ましく、1000 p p i 以上がより好ましく、2000 p p i 以上がより好ましく、3000 p p i 以上がより好ましく、5000 p p i 以上がより好ましく、7000 p p i 以上がさらに好ましい。このように高い解像度及び高い精細度の一方または双方を有する表示装置を用いることで、携帯型または家庭用途などのパーソナルユースの電子機器において、臨場感及び奥行き感などをより高めることが可能となる。また、本発明の一態様の表示装置の画面比率（アスペクト比）については、特に限定はない。例えば、表示装置は、1 : 1（正方形）、4 : 3、16 : 9、16 : 10など様々な画面比率に対応することができる。

[0350]

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

[0351]

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

[0352]

図17A、図17B及び図18A、図18Bを用いて、頭部に装着可能なウェアラブル機器の一例を説明する。これらウェアラブル機器は、ARのコンテンツを表示する機能、及びVRのコンテンツを表示する機能の一方または双方を有する。なお、これらウェアラブル機器は、AR、VRの他に、SRまたはMRのコンテンツを表示する機能を有していてもよい。電子機器が、AR、VR、SR、MRなどのコンテンツを表示する機能を有することで、使用者の没入感を高めることが可能となる。

[0353]

図17Aに示す電子機器700A、及び、図17Bに示す電子機器700Bは、それぞれ、一对の表示パネル751と、一对の筐体721と、通信部（図示しない）と、一对の装着部723と、制御部（図示しない）と、撮像部（図示しない）と、一对の光学部材753と、フレーム757と、一对の鼻パッド758と、を有する。

[0354]

表示パネル751には、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。したがって極めて精細度の高い表示が可能な電子機器とすることができる。

[0355]

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

[0356]

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

[0357]

通信部は無線通信機を有し、当該無線通信機により映像信号等を供給することができる。なお、無線通信機に代えて、または無線通信機に加えて、映像信号及び電源電位が供給されるケーブルを接続可能なコネクタを備えていてもよい。

[0358]

また、電子機器 700A、及び、電子機器 700B には、バッテリーが設けられており、無線及び有線的一方または双方によって充電することができる。

[0359]

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

[0360]

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

[0361]

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

[0362]

図 18A に示す電子機器 800A、及び、図 18B に示す電子機器 800B は、それぞれ、一対の表示部 820 と、筐体 821 と、通信部 822 と、一対の装着部 823 と、制御部 824 と、一対の撮像部 825 と、一対のレンズ 832 と、を有する。

[0363]

表示部 820 には、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。したがって極めて精細度の高い表示が可能な電子機器とすることができる。これにより、使用者に高い没入感を感じさせることができる。

[0364]

表示部 820 は、筐体 821 の内部の、レンズ 832 を通して視認できる位置に設けられる。また、一対の表示部 820 に異なる画像を表示させることで、視差を用いた 3 次元表示を行うこともできる。

[0365]

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

[0366]

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

[0367]

装着部 823 により、使用者は電子機器 800A または電子機器 800B を頭部に装着することができる。なお、図 18A などにおいては、メガネのつる（ジョイント、テンプルなどともいう）のような形状として例示しているがこれに限定されない。装着部 823 は、使用者が装着できればよく、例えば、ヘルメット型またはバンド型の形状としてもよい。

[0368]

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

[0369]

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

[0370]

電子機器 800A は、骨伝導イヤフォンとして機能する振動機構を有していてもよい。例えば、表示部 820、筐体 821、及び装着部 823 のいずれか一または複数に、当該振動機構を有する構成を適用することができる。これにより、別途、ヘッドフォン、イヤフォン、またはスピーカなどの音響機器を必要とせず、電子機器 800A を装着しただけで映像と音声を楽しむことができる。

[0371]

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

[0372]

本発明の一態様の電子機器は、イヤフォン 750 と無線通信を行う機能を有していてもよい。イヤフォン 750 は、通信部（図示しない）を有し、無線通信機能を有する。イヤフォン 750 は、無線通信機能により、電子機器から情報（例えば音声データ）を受信することができる。例えば、図 17A に示す電子機器 700A は、無線通信機能によって、イヤフォン 750 に情報を送信する機能を有する。また、例えば、図 18A に示す電子機器 800A は、無線通信機能によって、イヤフォン 750 に情報を送信する機能を有する。

[0373]

また、電子機器がイヤフォン部を有していてもよい。図17Bに示す電子機器700Bは、イヤフォン部727を有する。例えば、イヤフォン部727と制御部とは、互いに有線接続されている構成とすることができる。イヤフォン部727と制御部とをつなぐ配線の一部は、筐体721または装着部723の内部に配置されていてもよい。

[0374]

同様に、図18Bに示す電子機器800Bは、イヤフォン部827を有する。例えば、イヤフォン部827と制御部824とは、互いに有線接続されている構成とすることができる。イヤフォン部827と制御部824とをつなぐ配線の一部は、筐体821または装着部823の内部に配置されていてもよい。また、イヤフォン部827と装着部823とがマグネットを有していてもよい。これにより、イヤフォン部827を装着部823に磁力によって固定することができ、収納が容易となり好ましい。

[0375]

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

[0376]

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

[0377]

また、本発明の一態様の電子機器は、有線または無線によって、イヤフォンに情報を送信することができる。

[0378]

図19A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。

[0379]

電子機器6500は、筐体6501、表示部6502、電源ボタン6503、ボタン6504、スピーカ6505、マイク6506、カメラ6507、及び光源6508等を有する。表示部6502はタッチパネル機能を備える。

[0380]

表示部6502に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。

[0381]

図19Bは、筐体6501のマイク6506側の端部を含む断面概略図である。

[0382]

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

[0383]

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

[0384]

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

[0385]

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

[0386]

図20Aにテレビジョン装置の一例を示す。テレビジョン装置7100は、筐体7101に表示部7000が組み込まれている。ここでは、スタンド7103により筐体7101を支持した構成を示している。

[0387]

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。

[0388]

図20Aに示すテレビジョン装置7100の操作は、筐体7101が備える操作スイッチ、及び、別体のリモコン操作機7111により行うことができる。または、表示部7000にタッチセンサを備えていてもよく、指等で表示部7000に触れることでテレビジョン装置7100を操作してもよい。リモコン操作機7111は、当該リモコン操作機7111から出力する情報を表示する表示部を有していてもよい。リモコン操作機7111が備える操作キーまたはタッチパネルにより、チャンネル及び音量の操作を行うことができ、表示部7000に表示される映像を操作することができる。

[0389]

なお、テレビジョン装置7100は、受信機及びモデムなどを備えた構成とする。受信機により一般のテレビ放送の受信を行うことができる。また、モデムを介して有線または無線による通信ネットワークに接続することにより、一方向（送信者から受信者）または双方向（送信者と受信者間、あるいは受信者間同士など）の情報通信を行うことも可能である。

[0390]

図20B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。

[0391]

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。

[0392]

図20C、図20Dに、デジタルサイネージの一例を示す。

[0393]

図20Cに示すデジタルサイネージ7300は、筐体7301、表示部7000、及びスピーカ7303等を有する。さらに、LEDランプ、操作キー（電源スイッチ、または操作スイッチを含む）、接続端子、各種センサ、マイクロフォン等を有することができる。

[0394]

図20D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。

[0395]

図20C、図20D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。

[0396]

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

[0397]

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。

[0398]

また、図20C、図20Dに示すように、デジタルサイネージ7300またはデジタルサイネージ7400は、使用者が所持するスマートフォン等の情報端末機7311または情報端末機7411と無線通信により連携可能であることが好ましい。例えば、表示部7000に表示される広告の情報を、情報端末機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。

[0399]

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、不特定多数の使用者が同時にゲームに参加し、楽しむことができる。

[0400]

図21A乃至図21F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、にのみまたは赤外線を測定する機能を含むもの）、マイクロフォン9008、等を有する。

[0401]

図21A乃至図21Fにおいて、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。

[0402]

図21A乃至図21Fに示す電子機器は、様々な機能を有する。例えば、様々な情報（静止画、動

画、テキスト画像など）を表示部に表示する機能、タッチパネル機能、カレンダー、日付または時刻などを表示する機能、様々なソフトウェア（プログラム）によって処理を制御する機能、無線通信機能、記録媒体に記録されているプログラムまたはデータを読み出して処理する機能、等を有することができる。なお、電子機器の機能はこれらに限られず、様々な機能を有することができる。電子機器は、複数の表示部を有していてもよい。また、電子機器にカメラ等を設け、静止画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。

[0403]

図21A乃至図21Fに示す電子機器の詳細について、以下説明を行う。

[0404]

図21Aは、携帯情報端末9101を示す斜視図である。携帯情報端末9101は、例えばスマートフォンとして用いることができる。なお、携帯情報端末9101は、スピーカ9003、接続端子9006、センサ9007等を設けてもよい。また、携帯情報端末9101は、文字及び画像情報をその複数の面に表示することができる。図21Aでは3つのアイコン9050を表示した例を示している。また、破線の矩形で示す情報9051を表示部9001の他の面に表示することもできる。情報9051の一例としては、電子メール、SNS（ソーシャル・ネットワーキング・サービス）メッセージ、電話などの着信の通知、電子メールまたはSNSメッセージなどの題名、送信者名、日時、時刻、バッテリーの残量、電波強度などがある。または、情報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。

[0405]

図21Bは、携帯情報端末9102を示す斜視図である。携帯情報端末9102は、表示部9001の3面以上に情報を表示する機能を有する。ここでは、情報9052、情報9053、情報9054がそれぞれ異なる面に表示されている例を示す。例えば使用者は、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、例えば電話を受けるか否かを判断できる。

[0406]

図21Cは、腕時計型の携帯情報端末9200を示す斜視図である。携帯情報端末9200は、例えばスマートウォッチ（登録商標）として用いることができる。また、表示部9001はその表示面が湾曲して設けられ、湾曲した表示面に沿って表示を行うことができる。また、携帯情報端末9200は、例えば無線通信可能なヘッドセットと相互通信することによって、ハンズフリーで通話することもできる。また、携帯情報端末9200は、接続端子9006により、他の情報端末と相互にデータ伝送を行うこと、及び、充電を行うこともできる。なお、充電動作は無線給電により行ってもよい。

[0407]

図21D乃至図21F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21Dは携帯情報端末9201を展開した状態、図21Fは折り畳んだ状態、図21Eは図21Dと図21Fの一方から他方に変化する途中の状態の斜視図である。携帯情報端末9201は、折り畳んだ状態では可搬性に優れ、展開した状態では継ぎ目のない広い表示領域により表示の一覧性に優れる。携帯情報端末9201が有する表示部9001は、ヒンジ9055によって連結された3つ

の筐体 9000 に支持されている。例えば、表示部 9001 は、曲率半径 0.1 mm 以上 150 mm 以下で曲げることができる。

[0408]

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

[符号の説明]

[0409]

100A：表示装置、100B：表示装置、100C：表示装置、100D：表示装置、100：表示装置、101：トランジスタを含む層、110a：副画素、110b：副画素、110c：副画素、110：画素、111a：画素電極、111b：画素電極、111c：画素電極、113A：第1の層、113a：第1の層、113B：第2の層、113b：第2の層、113C：第3の層、113c：第3の層、114a：第4の層、114b：第4の層、114c：第4の層、114：第4の層、115a：対向電極、115b：対向電極、115c：対向電極、115：対向電極、117：遮光層、118A：第1の犠牲層、118a：第1の犠牲層、118B：第2の犠牲層、118b：第2の犠牲層、118C：第3の犠牲層、118c：第3の犠牲層、119：樹脂層、120：基板、121：絶縁層、123：導電層、126a：光学調整層、126b：光学調整層、126c：光学調整層、130a：発光デバイス、130b：発光デバイス、130c：発光デバイス、131：保護層、132：保護層、133：空隙、134：導電層、140：接続部、142：接着層、151：基板、152：基板、162：表示部、164：回路、165：配線、166：導電層、172：FPC、173：IC、190a：レジストマスク、190b：レジストマスク、190c：レジストマスク、190d：レジストマスク、190e：レジストマスク、201：トランジスタ、204：接続部、205：トランジスタ、209：トランジスタ、210：トランジスタ、211：絶縁層、213：絶縁層、214：絶縁層、215：絶縁層、218：絶縁層、221：導電層、222a：導電層、222b：導電層、223：導電層、225：絶縁層、228：領域、231i：チャネル形成領域、231n：低抵抗領域、231：半導体層、240：容量、241：導電層、242：接続層、243：絶縁層、245：導電層、251：導電層、252：導電層、254：絶縁層、255：絶縁層、256：プラグ、261：絶縁層、262：絶縁層、263：絶縁層、264：絶縁層、265：絶縁層、271：プラグ、274a：導電層、274b：導電層、274：プラグ、280：表示モジュール、281：表示部、282：回路部、283a：画素回路、283：画素回路部、284a：画素、284：画素部、285：端子部、286：配線部、290：FPC、291：基板、292：基板、301：基板、310：トランジスタ、311：導電層、312：低抵抗領域、313：絶縁層、314：絶縁層、315：素子分離層、320：トランジスタ、321：半導体層、323：絶縁層、324：導電層、325：導電層、326：絶縁層、327：導電層、328：絶縁層、329：絶縁層、331：基板、332：絶縁層、700A：電子機器、700B：電子機器、721：筐体、723：装着部、727：イヤフォン部、750：イヤフォン、751：表示パネル、753：光学部材、756：表示領域、757：フレーム、758：鼻パッド、772：電極、786a：EL層、786b：EL層、786：EL層、788：電極、800A：電子機器、800B：電子機器、820：表示部、821：筐体、822：通信部、823：装着部、824：制御部、825：撮像部、827：イヤフォン部、832：レンズ、4411：発光層、4412：発光層、4413：発光層、4420：層、4421：層、4422：層、4430：層、4431：層、4432：層、

4440 : 中間層、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、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 の画素電極、及び、第 2 の画素電極を形成し、
前記第 1 の画素電極上、及び、前記第 2 の画素電極上に、第 1 の層を形成し、
前記第 1 の層上に、第 1 の犠牲層を形成し、
前記第 1 の層及び前記第 1 の犠牲層を加工して、前記第 2 の画素電極の少なくとも一部を露出させ、
前記第 1 の画素電極上、及び、前記第 2 の画素電極上に、第 2 の層を形成し、
前記第 2 の層上に、第 2 の犠牲層を形成し、
前記第 2 の層及び前記第 2 の犠牲層を加工して、前記第 1 の犠牲層の少なくとも一部を露出させ、
前記第 1 の犠牲層及び前記第 2 の犠牲層を除去し、
前記第 1 の画素電極上、及び、前記第 2 の画素電極上に、第 3 の層を形成し、
前記第 3 の層上に、対向電極を形成し、
前記第 3 の層及び前記対向電極を加工して、上面視における、前記第 1 の画素電極と前記第 2 の画素電極との間の領域に含まれる、前記第 3 の層及び前記対向電極それぞれの少なくとも一部を除去する、表示装置の作製方法。

[請求項 2]

請求項 1 において、
前記第 3 の層及び前記対向電極を加工した後に、
前記対向電極上に、保護層を形成する、表示装置の作製方法。

[請求項 3]

請求項 2 において、
前記保護層として、第 1 の成膜方法で第 1 の保護層を形成し、第 2 の成膜方法で第 2 の保護層を形成し、
前記第 1 の成膜方法は、前記第 2 の成膜方法よりも被覆性の高い膜が成膜される成膜方法である、
表示装置の作製方法。

[請求項 4]

請求項 1 乃至 3 のいずれか一において、
前記第 1 の層を形成する前に、前記第 1 の画素電極の端部、及び、前記第 2 の画素電極の端部を覆う、絶縁層を形成し、
前記第 3 の層、及び、前記対向電極を加工する工程において、前記絶縁層の少なくとも一部を露出させる、表示装置の作製方法。

[請求項 5]

請求項 1 乃至 4 のいずれか一において、
前記第 1 の犠牲層上に、前記第 1 の画素電極と重なる第 1 のレジストマスクを形成し、
前記第 1 の層及び前記第 1 の犠牲層を加工する際に、前記第 1 のレジストマスクを用い、
前記第 2 の犠牲層上に、前記第 2 の画素電極と重なる第 2 のレジストマスクを形成し、
前記第 2 の層及び前記第 2 の犠牲層を加工する際に、前記第 2 のレジストマスクを用いる、表示装置の作製方法。

[請求項 6]

請求項 1 乃至 5 のいずれか一において、

前記対向電極上に、上面視における、前記第 1 の画素電極と前記第 2 の画素電極との間の領域に開口を有する、第 3 のレジストマスクを形成し、

前記第 3 の層及び前記対向電極を加工する際に、前記第 3 のレジストマスクを用いる、表示装置の作製方法。

[請求項 7]

請求項 1 乃至 5 のいずれか一において、

前記対向電極上に、前記第 1 の画素電極と重なる第 1 の部分と、前記第 2 の画素電極と重なる第 2 の部分と、を離隔して有する、第 3 のレジストマスクを形成し、

前記第 3 の層及び前記対向電極を加工する際に、前記第 3 のレジストマスクを用いる、表示装置の作製方法。

[請求項 8]

第 1 の方向に並んだ複数の第 1 の画素電極と、前記第 1 の方向に並んだ複数の第 2 の画素電極と、を、第 2 の方向に並べて形成し、

前記複数の第 1 の画素電極上、及び、前記複数の第 2 の画素電極上に、第 1 の層を形成し、

前記第 1 の層上に、第 1 の犠牲層を形成し、

前記第 1 の層及び前記第 1 の犠牲層を加工して、前記複数の第 2 の画素電極それぞれの少なくとも一部を露出させ、

前記複数の第 1 の画素電極上、及び、前記複数の第 2 の画素電極上に、第 2 の層を形成し、

前記第 2 の層上に、第 2 の犠牲層を形成し、

前記第 2 の層及び前記第 2 の犠牲層を加工して、前記第 1 の犠牲層の少なくとも一部を露出させ、

前記第 1 の犠牲層及び前記第 2 の犠牲層を除去し、

前記複数の第 1 の画素電極上、及び、前記複数の第 2 の画素電極上に、第 3 の層を形成し、

前記第 3 の層上に、対向電極を形成し、

前記第 3 の層及び前記対向電極を加工して、上面視における、前記第 1 の画素電極と前記第 2 の画素電極との間の領域に含まれる、前記第 3 の層及び前記対向電極それぞれの少なくとも一部を除去し、

前記対向電極上に、保護層を形成し、

前記保護層を加工して、上面視における、前記複数の第 1 の画素電極の間の領域、及び、前記複数の第 2 の画素電極の間の領域に含まれる、前記対向電極の少なくとも一部を露出させ、

前記対向電極上、及び、前記保護層上に、導電層を形成する、表示装置の作製方法。

[請求項 9]

請求項 8 において、

前記保護層として、第 1 の成膜方法で第 1 の保護層を形成し、第 2 の成膜方法で第 2 の保護層を形成し、

前記第 1 の成膜方法は、前記第 2 の成膜方法よりも被覆性の高い膜が成膜される成膜方法である、表示装置の作製方法。

[請求項 10]

請求項 8 または 9 において、

前記第 1 の層を形成する前に、前記複数の第 1 の画素電極の端部、及び、前記複数の第 2 の画素

電極の端部を覆う、絶縁層を形成し、

前記第3の層、及び、前記対向電極を加工する工程において、前記絶縁層の少なくとも一部を露出させる、表示装置の作製方法。

[請求項11]

請求項8乃至10のいずれか一において、

前記第1の犠牲層上に、前記第1の画素電極と重なる第1のレジストマスクを形成し、

前記第1の層及び前記第1の犠牲層を加工する際に、前記第1のレジストマスクを用い、

前記第2の犠牲層上に、前記第2の画素電極と重なる第2のレジストマスクを形成し、

前記第2の層及び前記第2の犠牲層を加工する際に、前記第2のレジストマスクを用いる、表示装置の作製方法。

[請求項12]

請求項8乃至11のいずれか一において、

前記対向電極上に、上面視における、前記第1の画素電極と前記第2の画素電極との間の領域に開口を有する、第3のレジストマスクを形成し、

前記第3の層及び前記対向電極を加工する際に、前記第3のレジストマスクを用いる、表示装置の作製方法。

[請求項13]

請求項8乃至11のいずれか一において、

前記対向電極上に、前記複数の第1の画素電極と重なる第1の部分と、前記複数の第2の画素電極と重なる第2の部分と、を離隔して有する、第3のレジストマスクを形成し、

前記第3の層及び前記対向電極を加工する際に、前記第3のレジストマスクを用いる、表示装置の作製方法。

[請求項14]

請求項8乃至13のいずれか一において、

前記保護層上に、上面視における、前記複数の第1の画素電極の間の領域、及び、前記複数の第2の画素電極の間の領域に開口を有する、第4のレジストマスクを形成し、

前記保護層を加工する際に、前記第4のレジストマスクを用いる、表示装置の作製方法。

[請求項15]

請求項8乃至13のいずれか一において、

前記保護層上に、前記複数の第1の画素電極の少なくとも一つ、及び、前記複数の第2の画素電極の少なくとも一つと重なる第3の部分と、前記複数の第1の画素電極の他の少なくとも一つ、及び、前記複数の第2の画素電極の他の少なくとも一つと重なる第4の部分と、を離隔して有する第4のレジストマスクを形成し、

前記保護層を加工する際に、前記第4のレジストマスクを用いる、表示装置の作製方法。

[請求項16]

複数の第1の発光デバイス及び複数の第2の発光デバイスを有し、

前記第1の発光デバイスは、第1の画素電極と、前記第1の画素電極上の第1の層と、前記第1の層上の第3の層と、前記第3の層上の対向電極と、を有し、

前記第2の発光デバイスは、第2の画素電極と、前記第2の画素電極上の第2の層と、前記第2の層上の前記第3の層と、前記第3の層上の前記対向電極と、を有し、

前記第 1 の発光デバイスと前記第 2 の発光デバイスとは、互いに異なる色の光を発する機能を有し、

上面視における、前記第 1 の画素電極と前記第 2 の画素電極との間の領域は、前記第 3 の層及び前記対向電極が設けられていない部分を有し、

前記第 3 の層及び前記対向電極は、前記複数の第 1 の発光デバイスにわたって設けられており、

前記第 3 の層及び前記対向電極は、前記複数の第 2 の発光デバイスにわたって設けられている、表示装置。

[請求項 17]

複数の第 1 の発光デバイス及び複数の第 2 の発光デバイスと、

前記複数の第 1 の発光デバイス上、及び、前記複数の第 2 の発光デバイス上の、保護層と、

前記保護層上の導電層と、を有し、

前記第 1 の発光デバイスは、第 1 の画素電極と、前記第 1 の画素電極上の第 1 の層と、前記第 1 の層上の第 3 の層と、前記第 3 の層上の対向電極と、を有し、

前記第 2 の発光デバイスは、第 2 の画素電極と、前記第 2 の画素電極上の第 2 の層と、前記第 2 の層上の前記第 3 の層と、前記第 3 の層上の前記対向電極と、を有し、

前記第 1 の発光デバイスと前記第 2 の発光デバイスとは、互いに異なる色の光を発する機能を有し、

上面視における、前記第 1 の画素電極と前記第 2 の画素電極との間の領域は、前記第 3 の層及び前記対向電極が設けられていない第 1 の部分を有し、

前記第 3 の層及び前記対向電極は、前記複数の第 1 の発光デバイスにわたって設けられており、

前記第 3 の層及び前記対向電極は、前記複数の第 2 の発光デバイスにわたって設けられており、

上面視における、2つの前記第 1 の画素電極の間の領域、及び、2つの前記第 2 の画素電極の間の領域は、それぞれ、前記保護層が設けられていない第 2 の部分を有し、

前記第 2 の部分において、前記対向電極と前記導電層とは、電氣的に接続されている、表示装置。

[請求項 18]

請求項 17 において、

前記第 1 の発光デバイスと前記第 2 の発光デバイスの間に、前記保護層に囲まれた空隙を有する、表示装置。

[請求項 19]

請求項 17 において、

前記保護層は、前記対向電極上の第 1 の保護層と、前記第 1 の保護層上の第 2 の保護層と、を有し、

前記第 1 の発光デバイスと前記第 2 の発光デバイスの間に、前記第 1 の保護層と前記第 2 の保護層とに囲まれた空隙を有する、表示装置。

[請求項 20]

請求項 16 乃至 19 のいずれか一に記載の表示装置と、

コネクタ及び集積回路のうち少なくとも一方と、を有する、表示モジュール。

[請求項 21]

請求項 20 に記載の表示モジュールと、

筐体、バッテリー、カメラ、スピーカ、及びマイクのうち少なくとも一つと、を有する、電子機器。

図1A

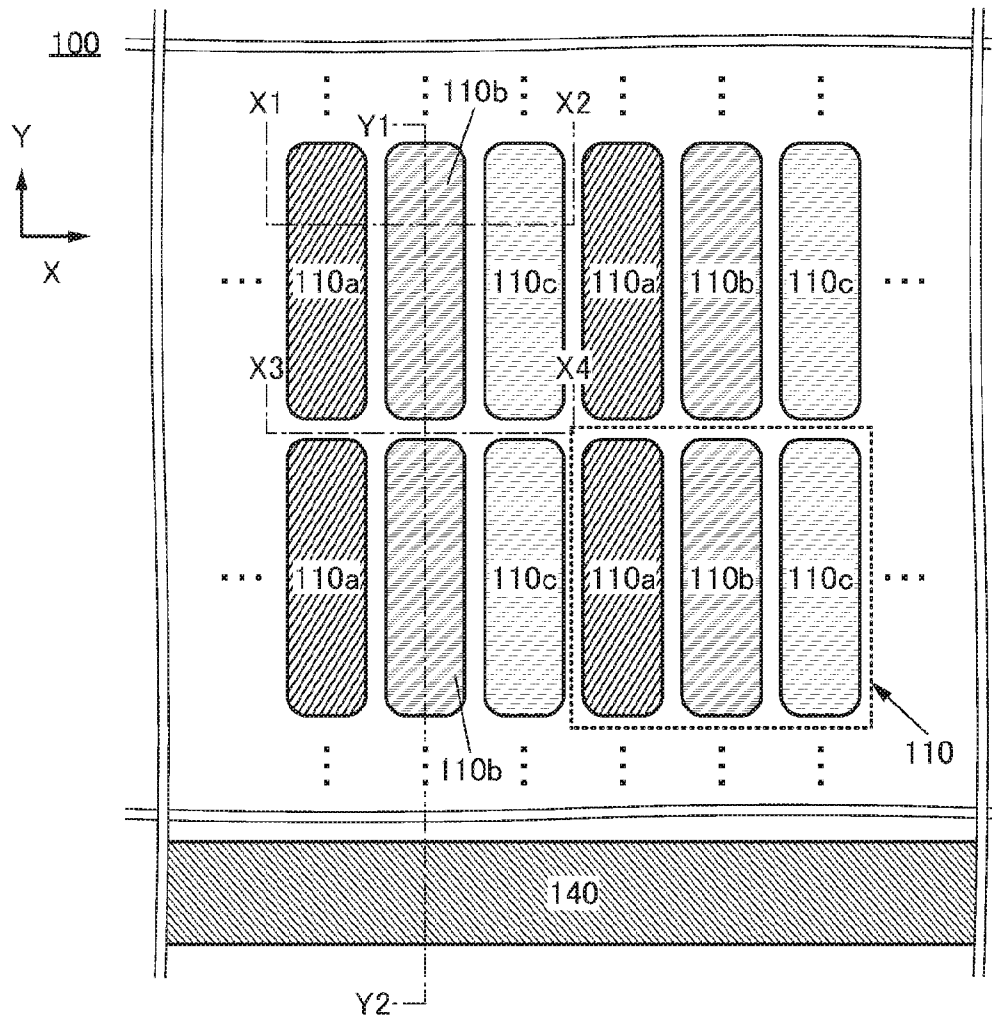
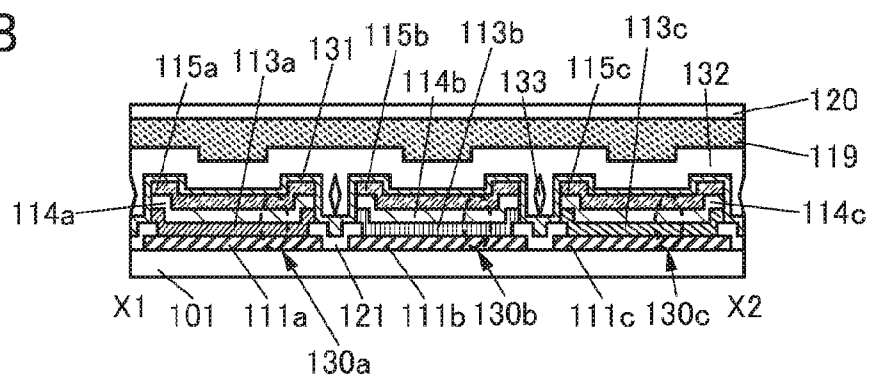


図1B



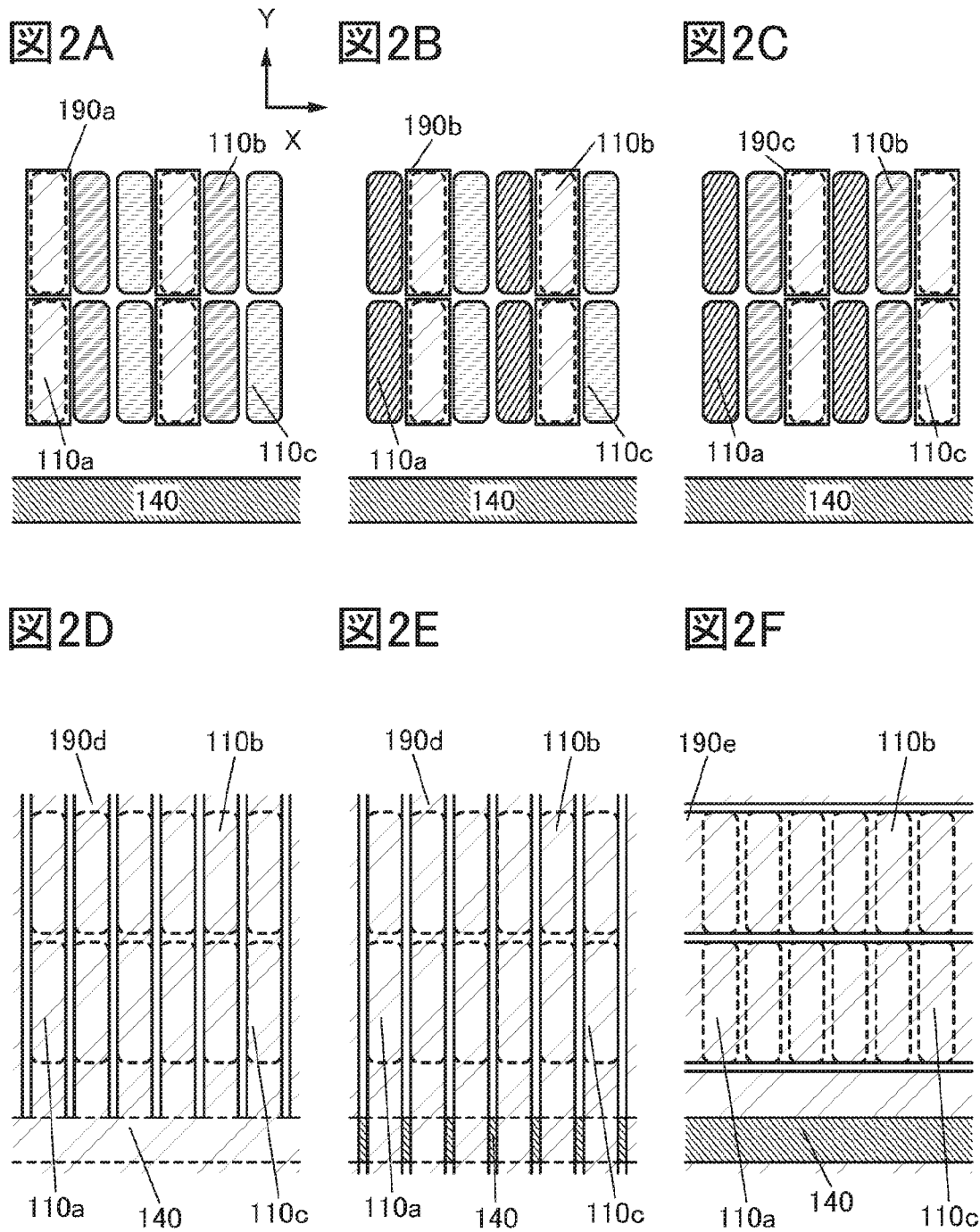


图3A

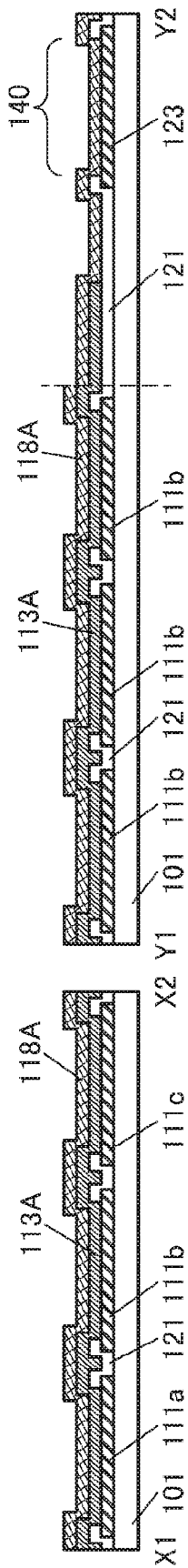


图3B

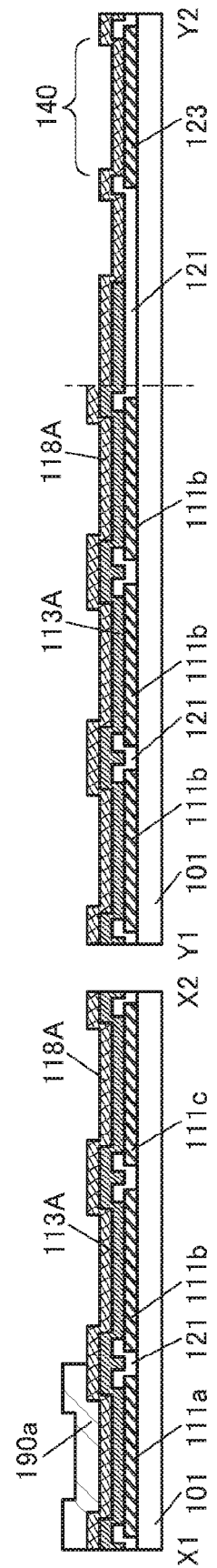


图3C

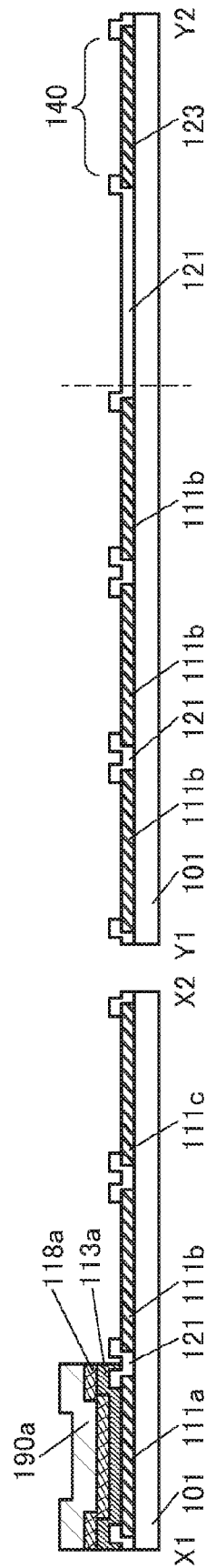


图4A

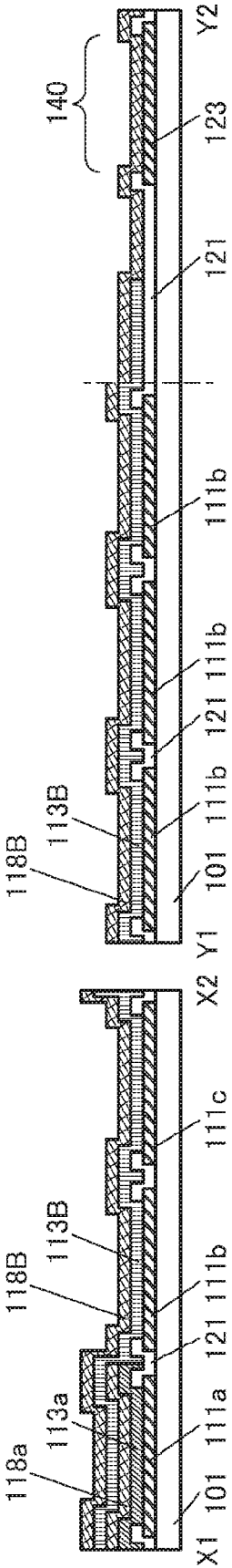


图4B

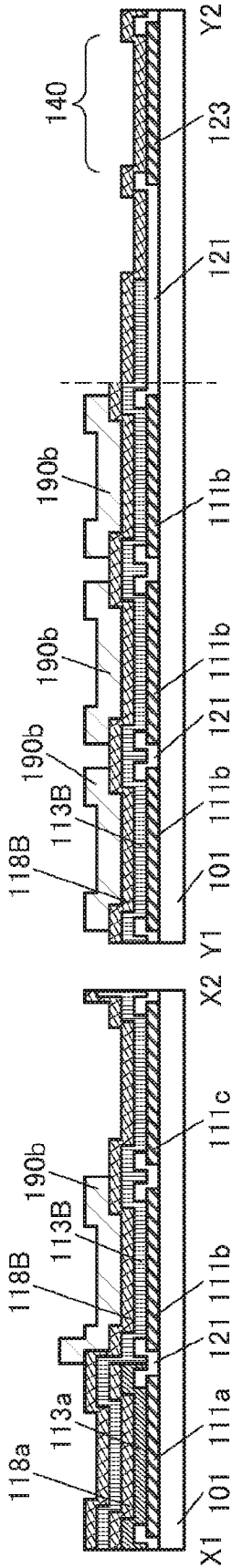


图4C

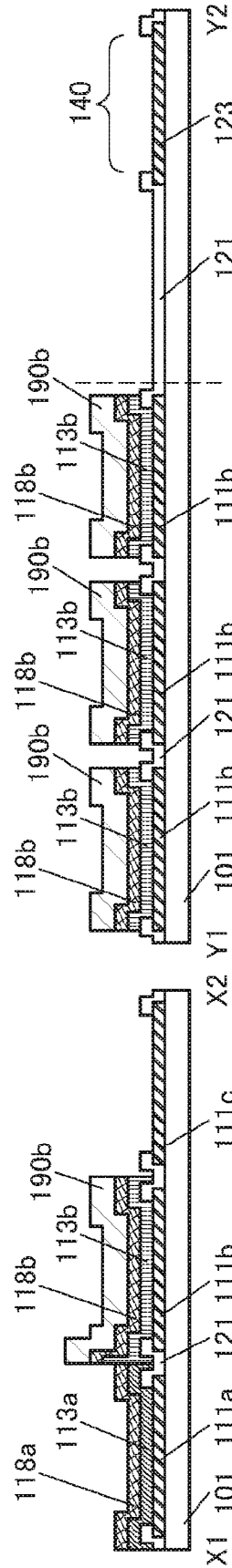


图5A

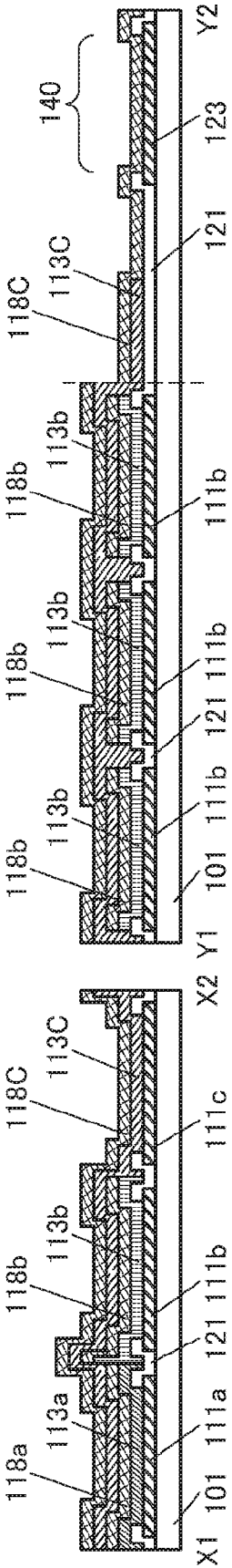


图5B

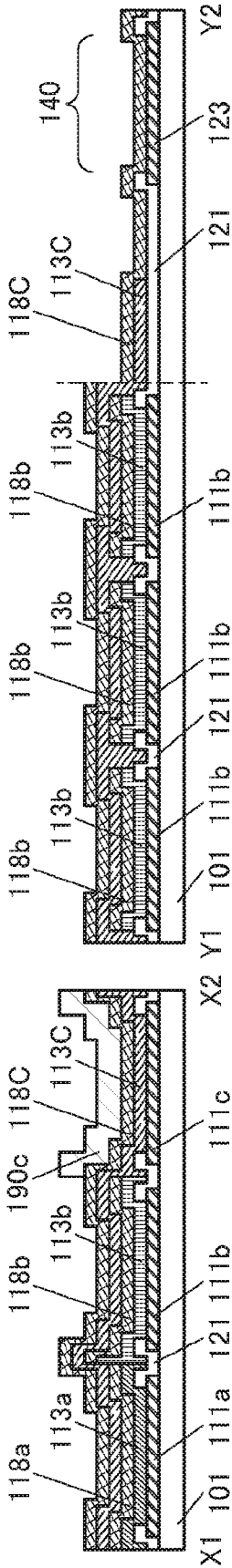


图5C

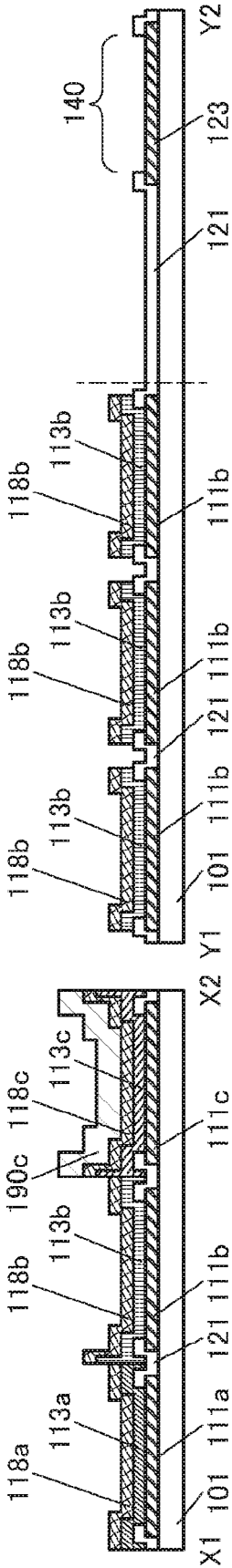


図6A

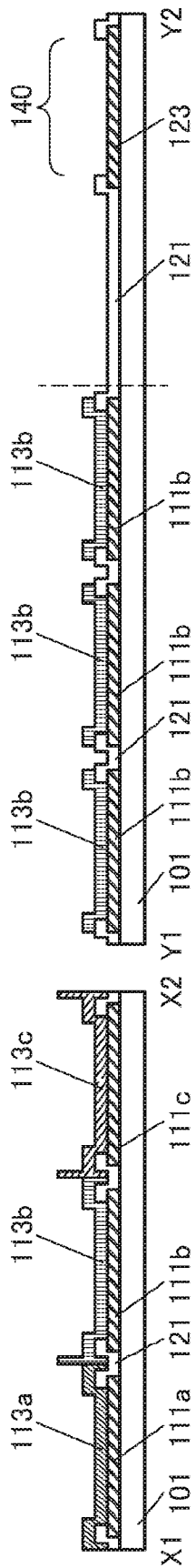


図6B

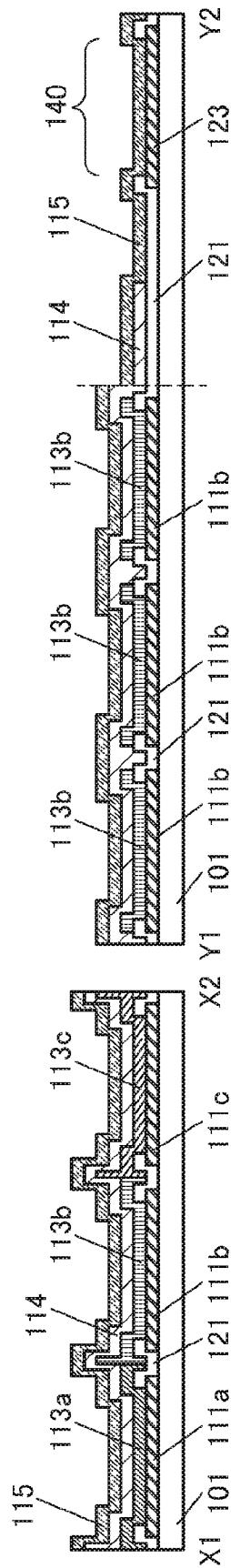
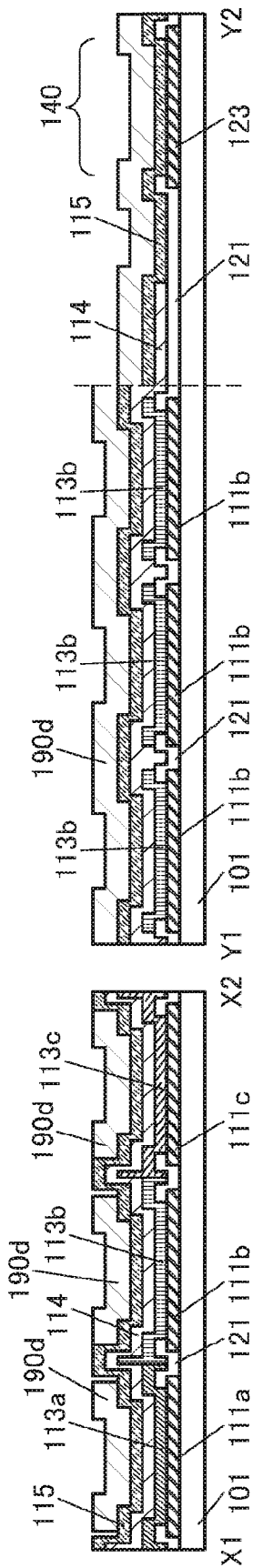
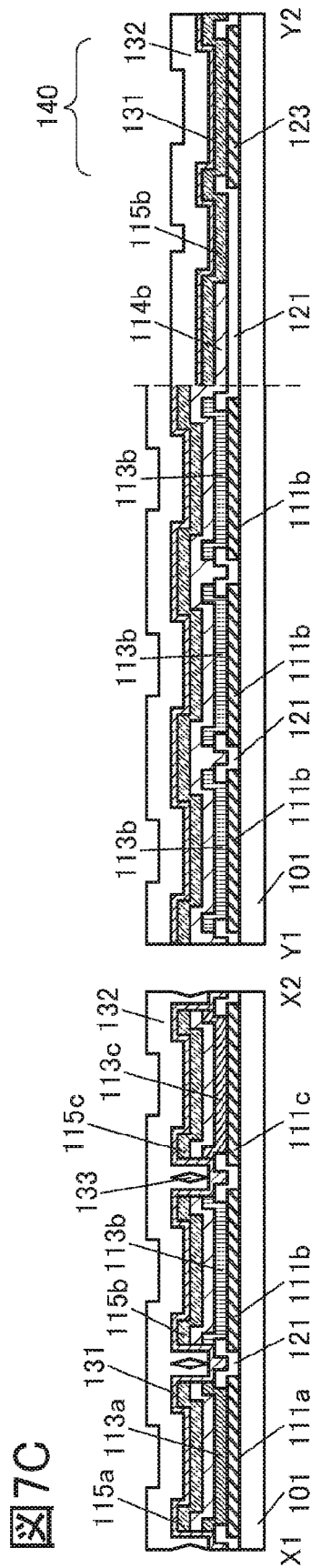
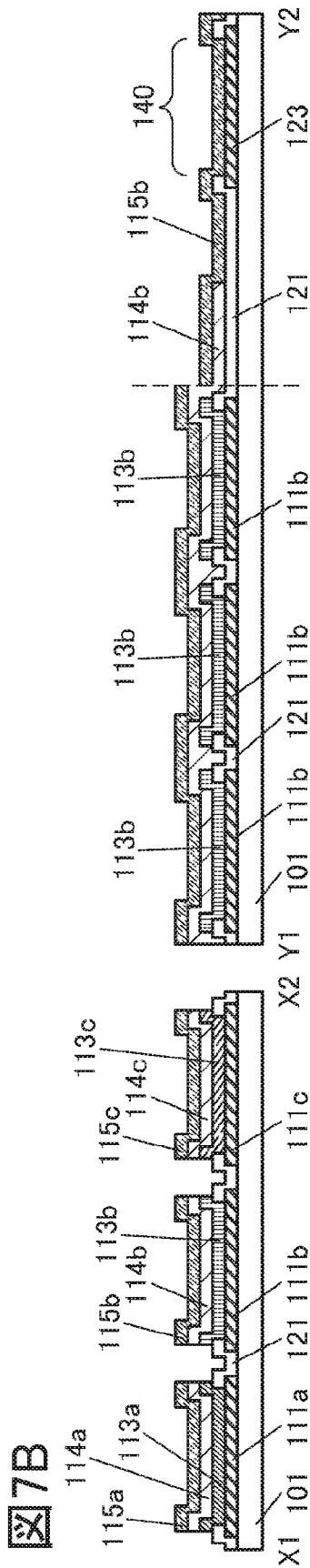
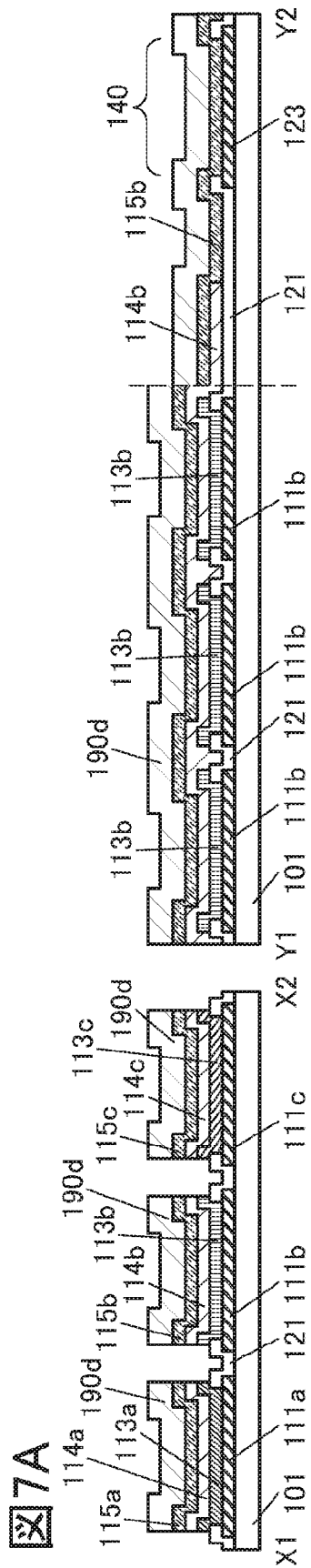


図6C





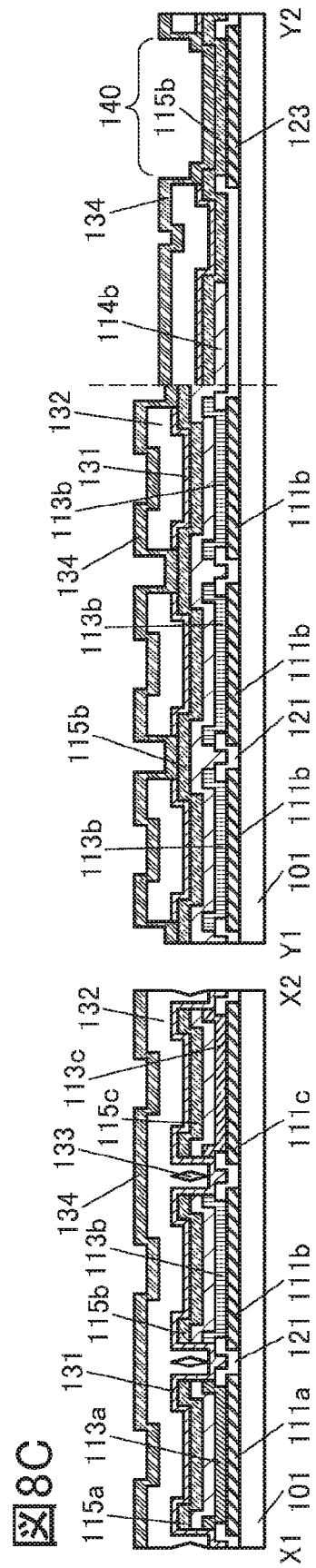
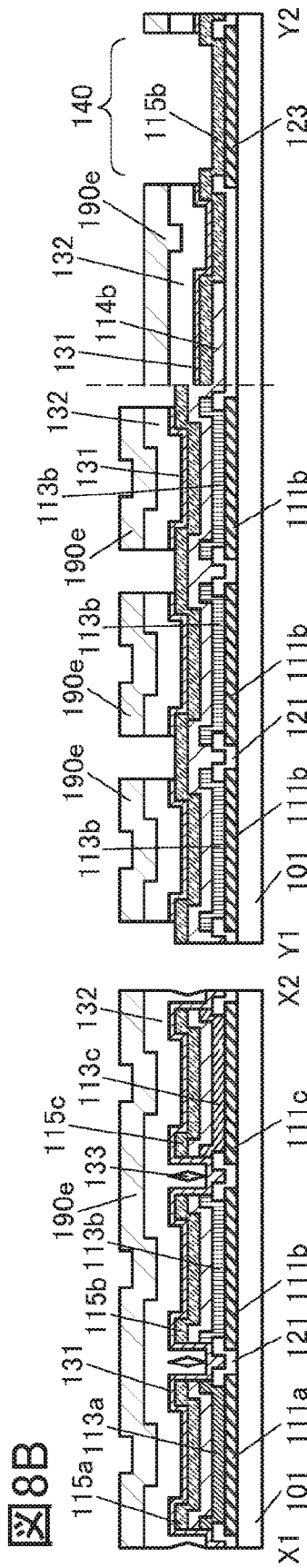
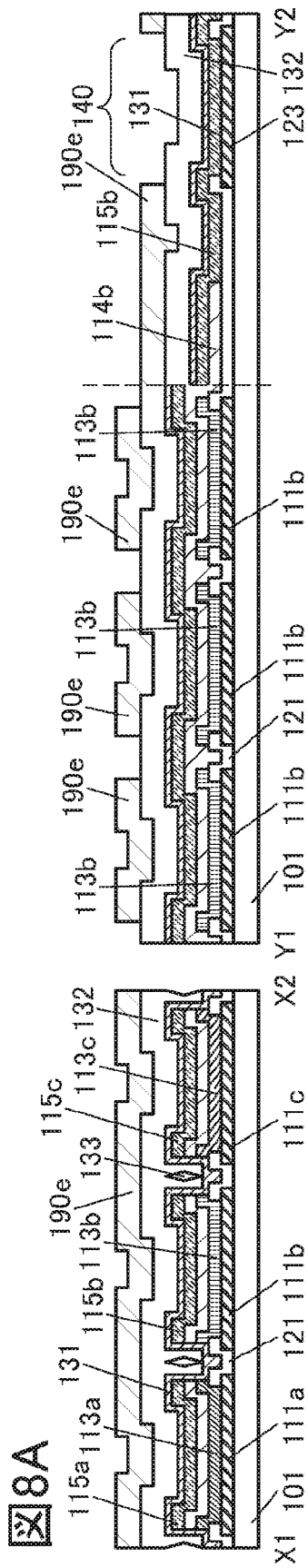


図9A

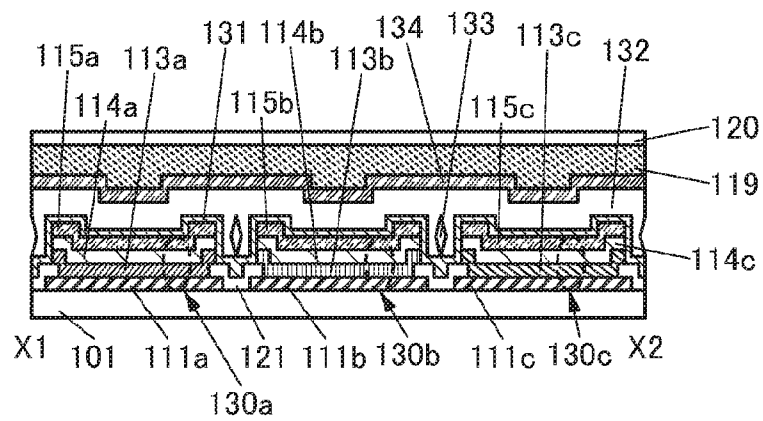


図9B

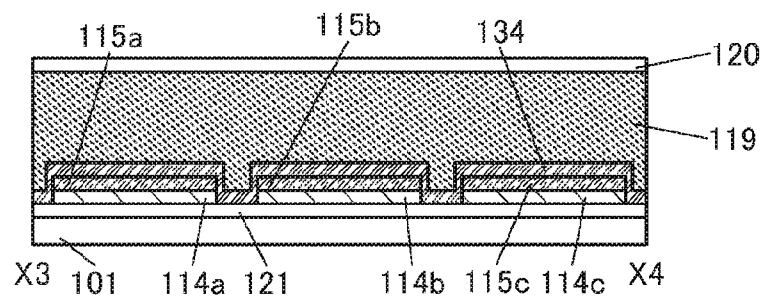
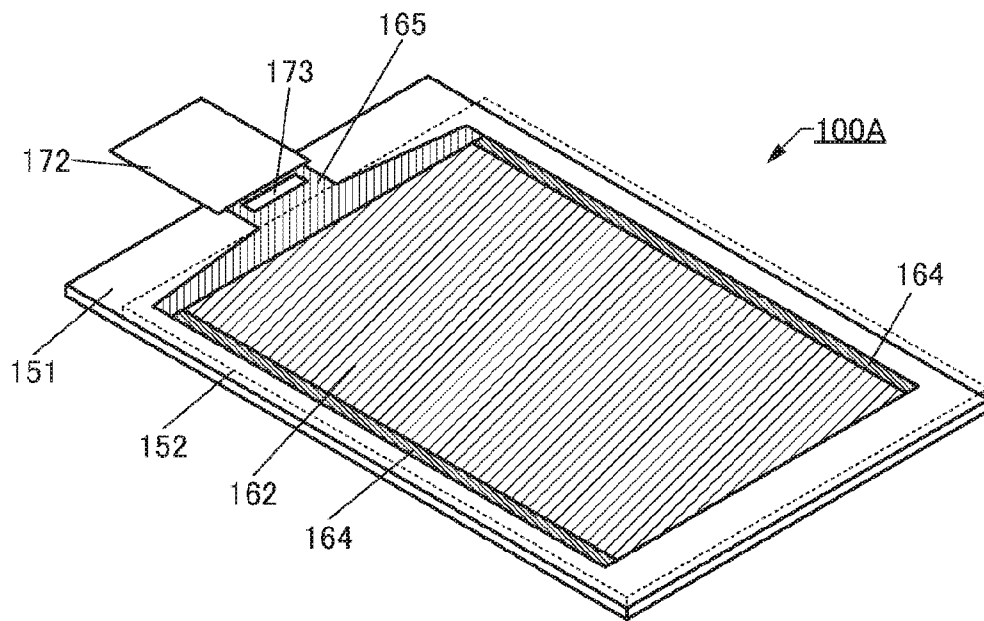


図10



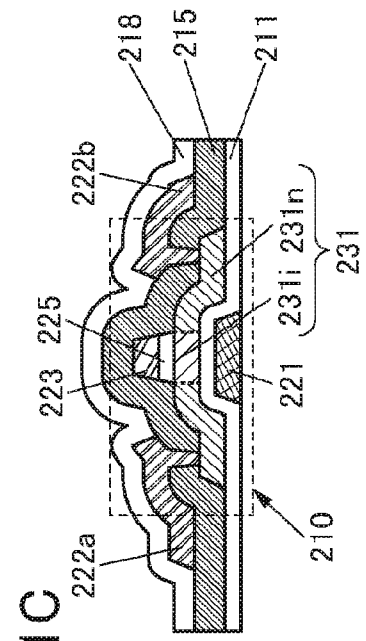
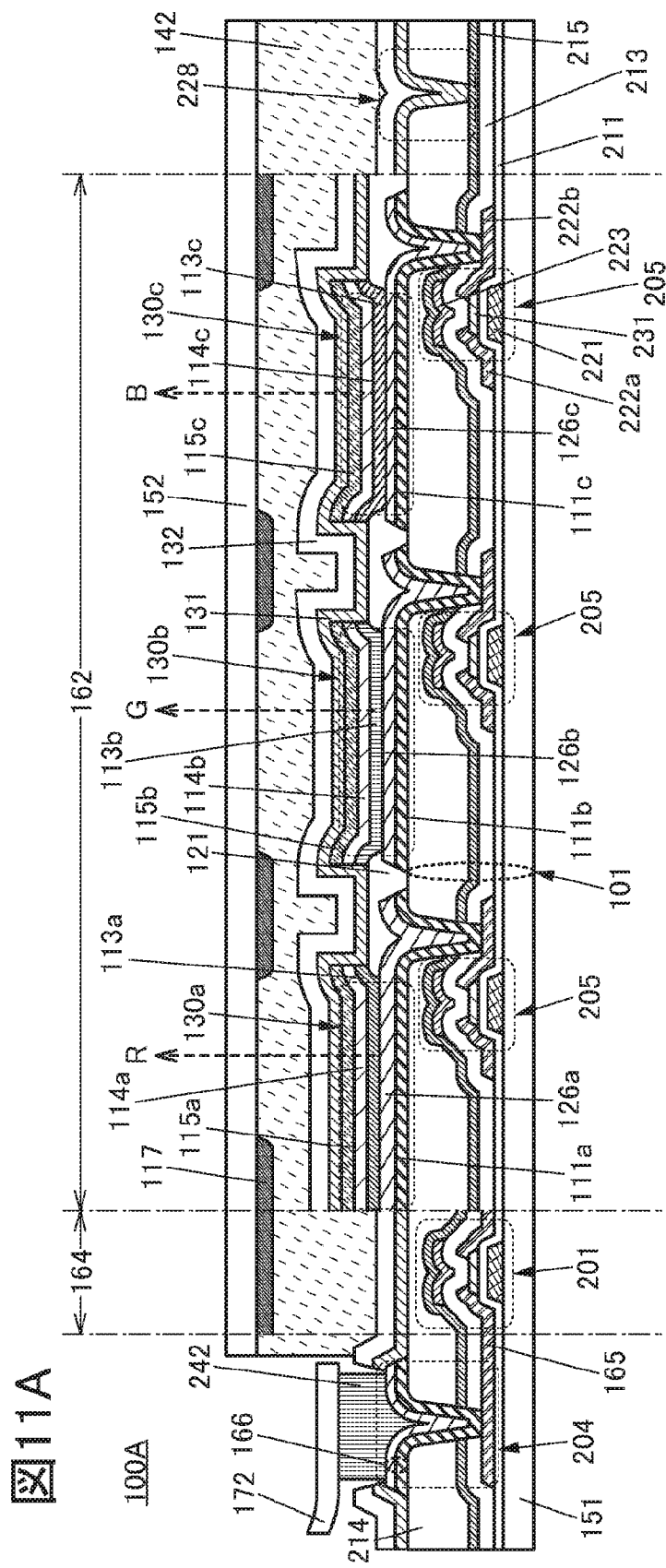


図 12A

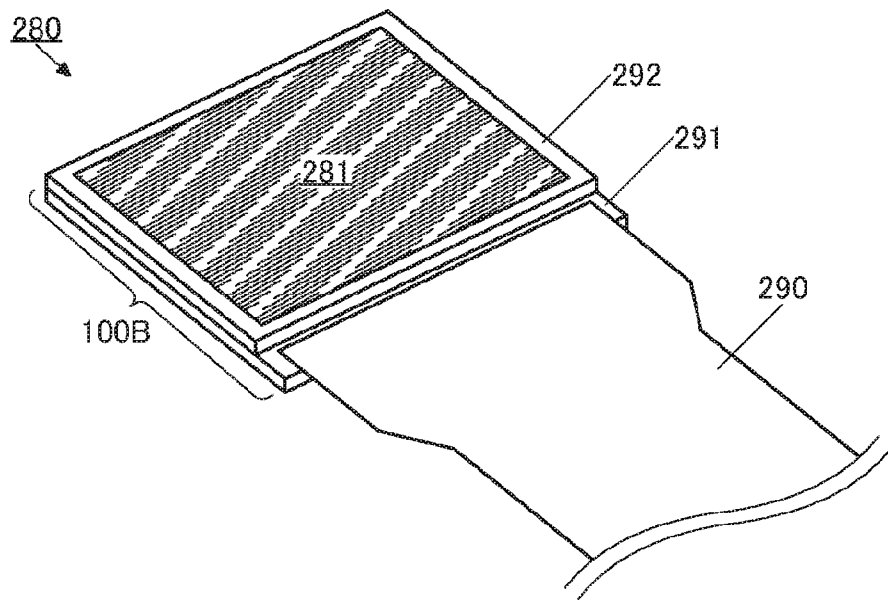


図 12B

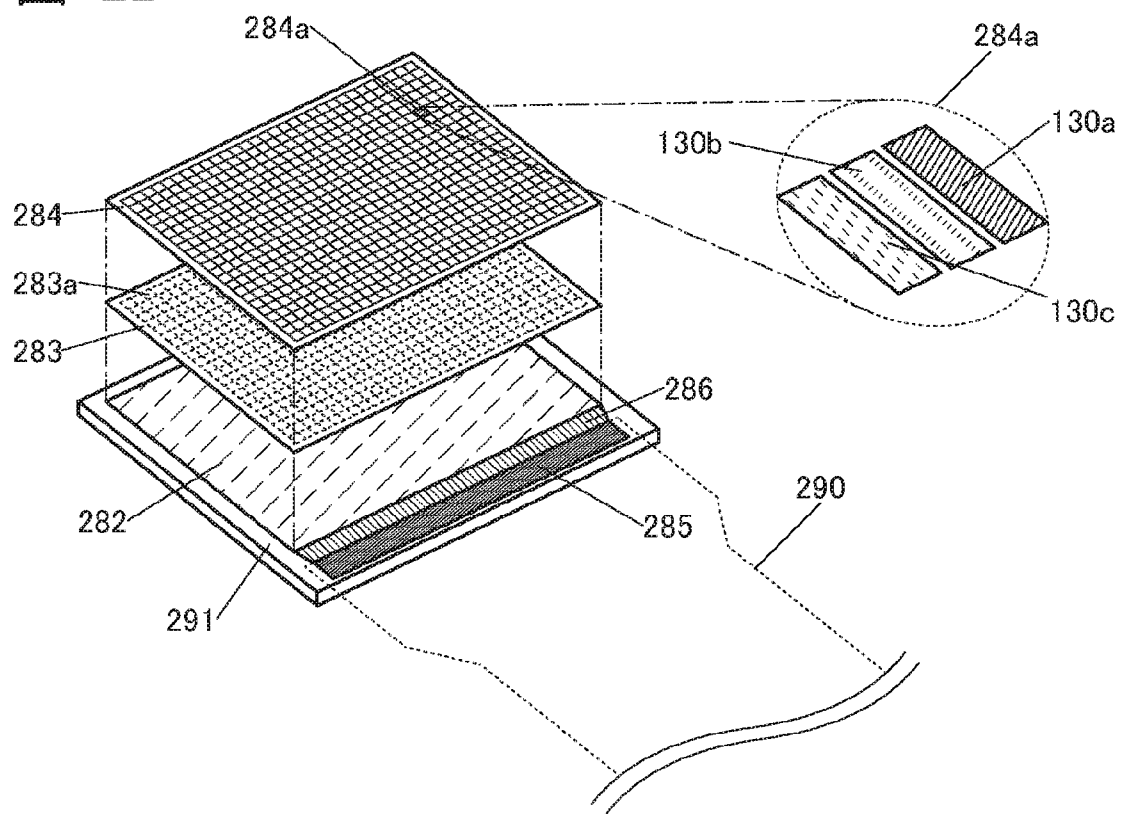


図 13

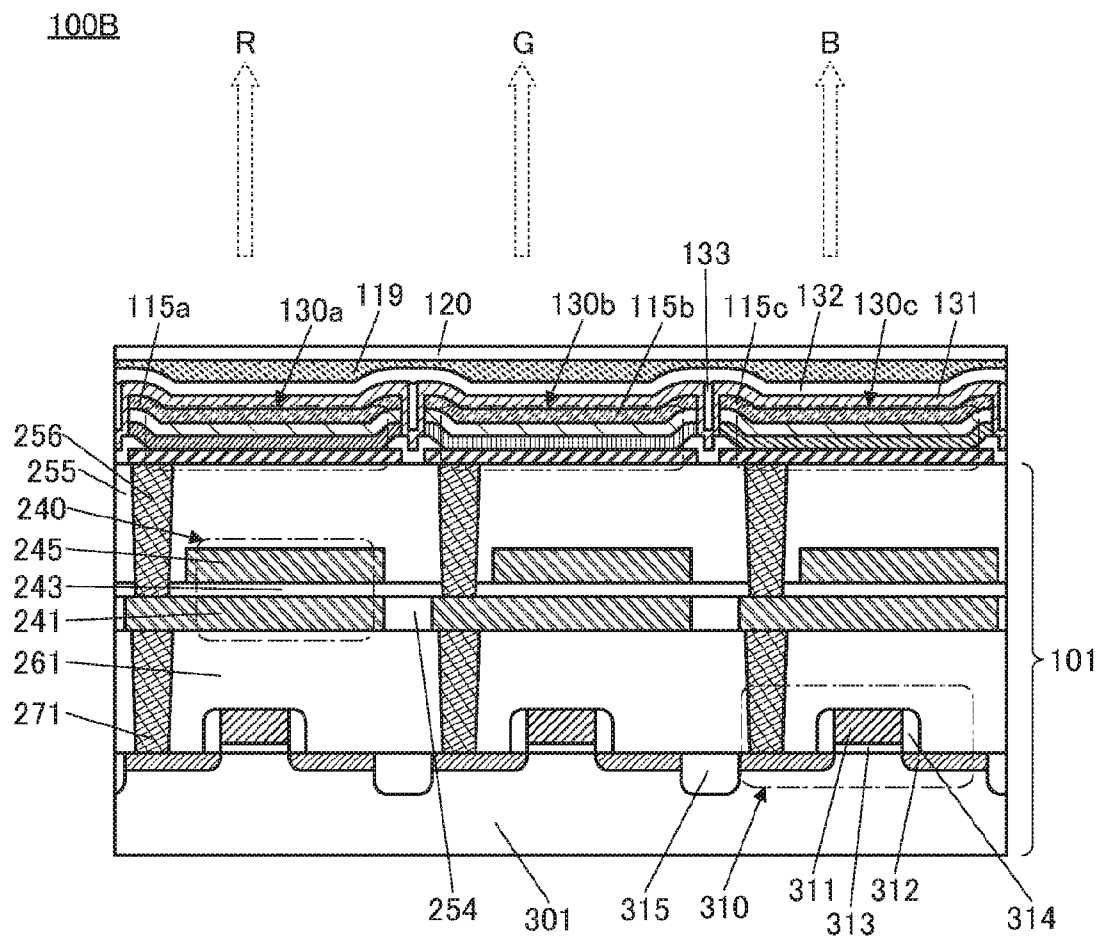


図 14

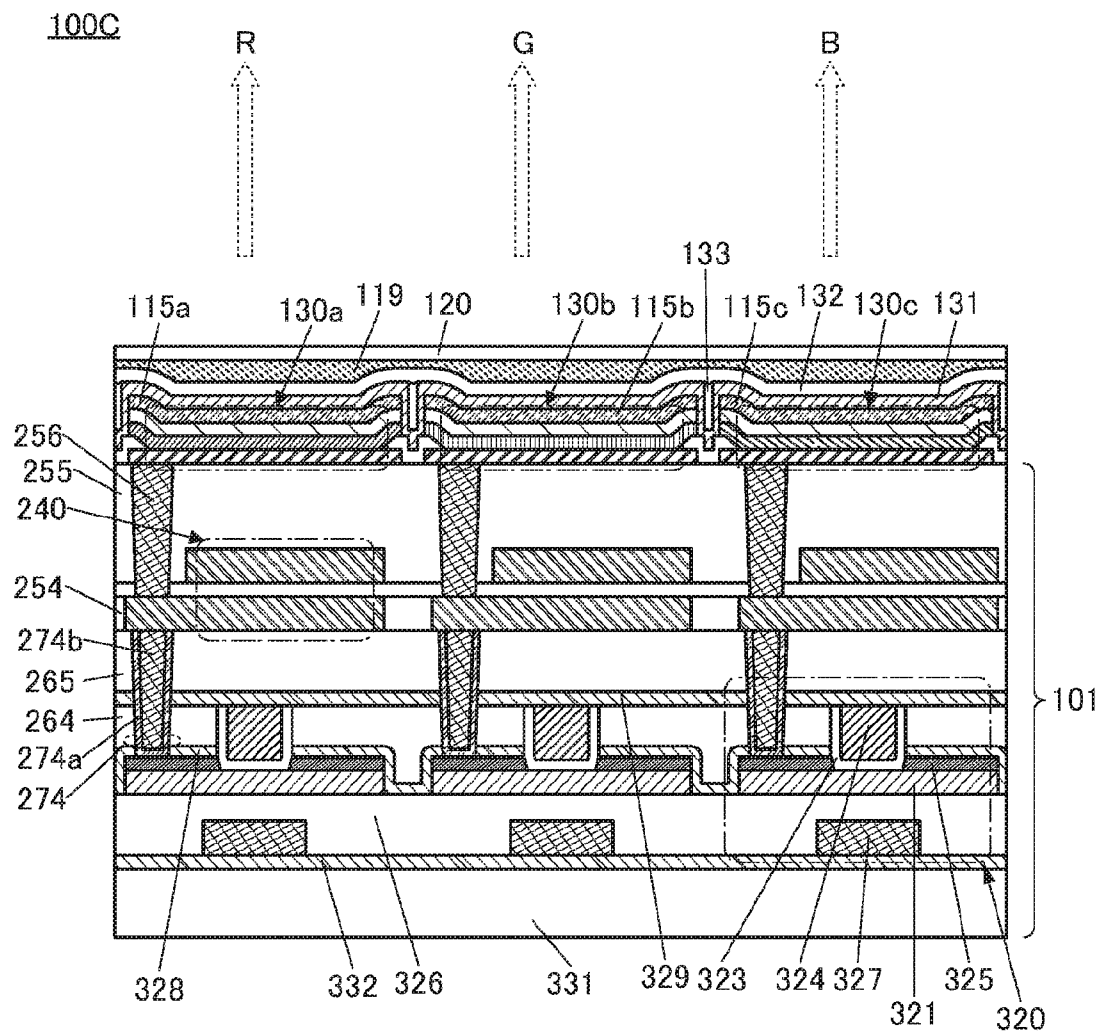


図 15

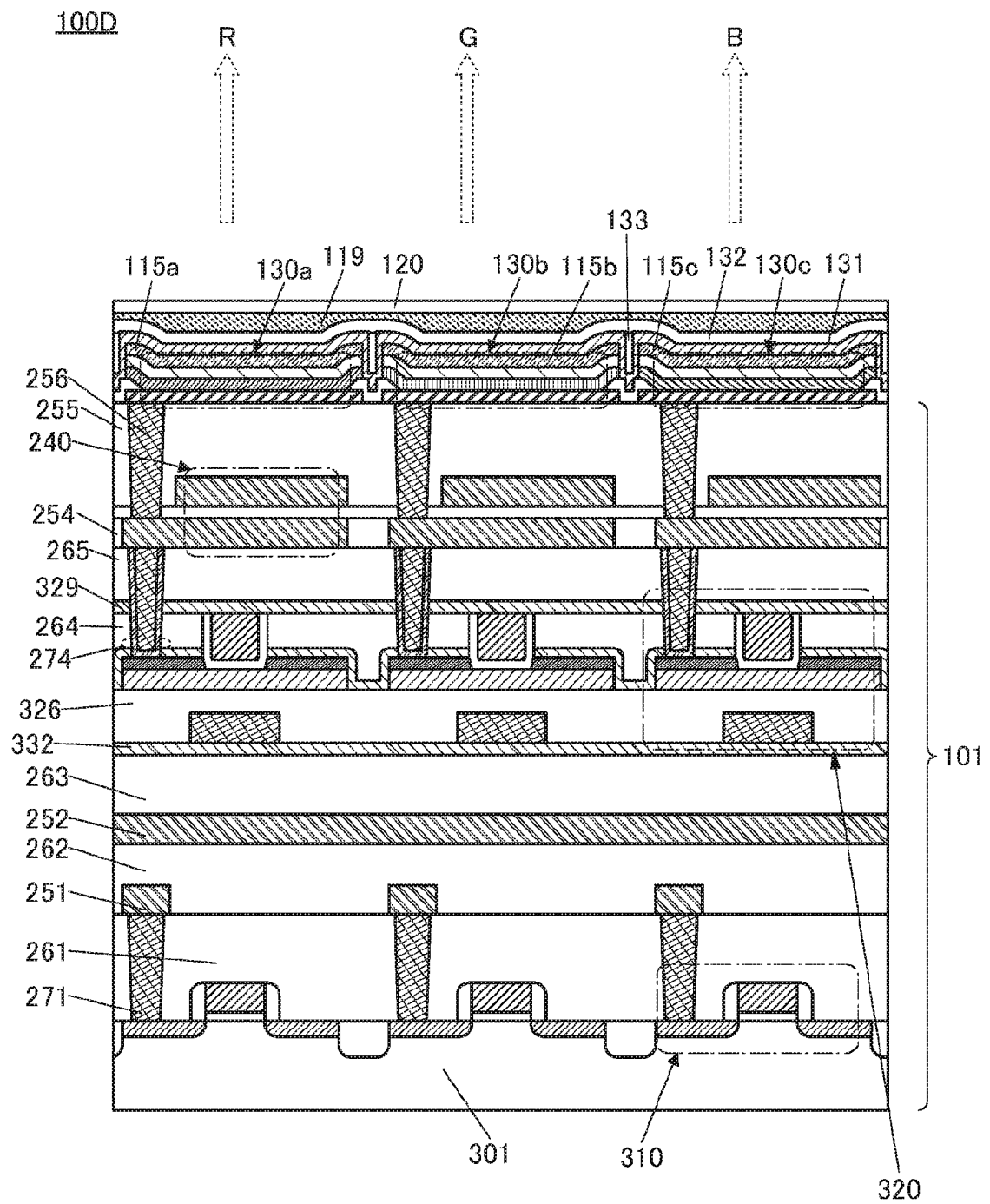


図16A

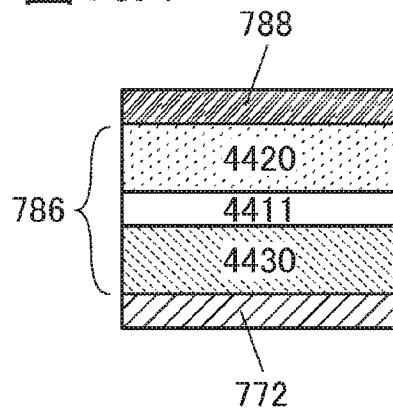


図16B

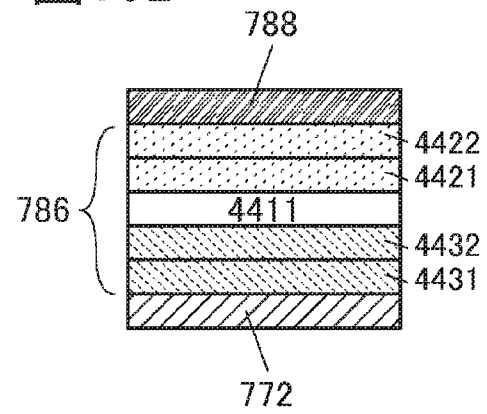


図16C

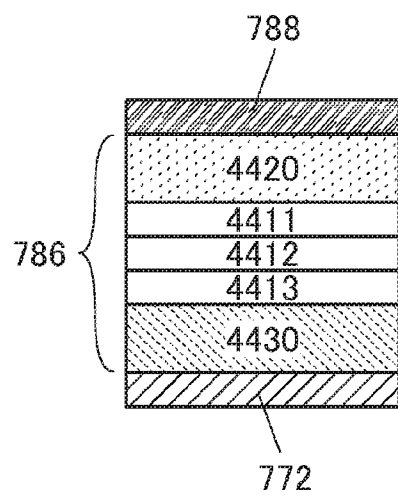


図16D

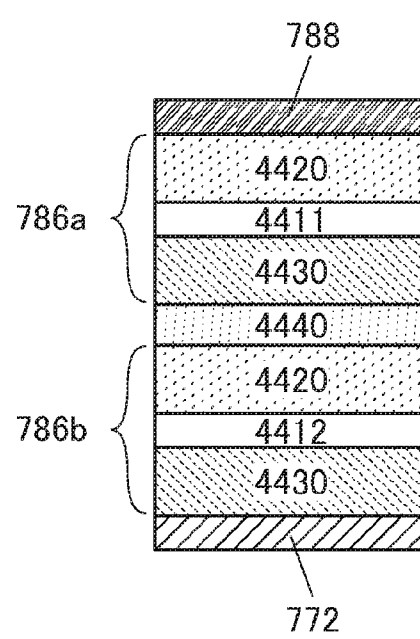


図17A

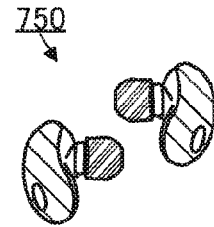
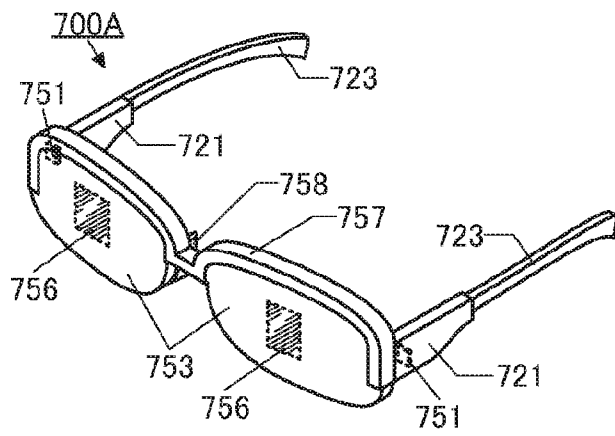


図17B

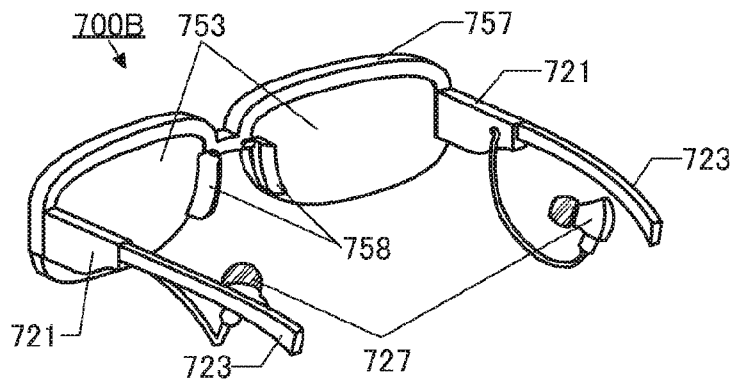


図18A

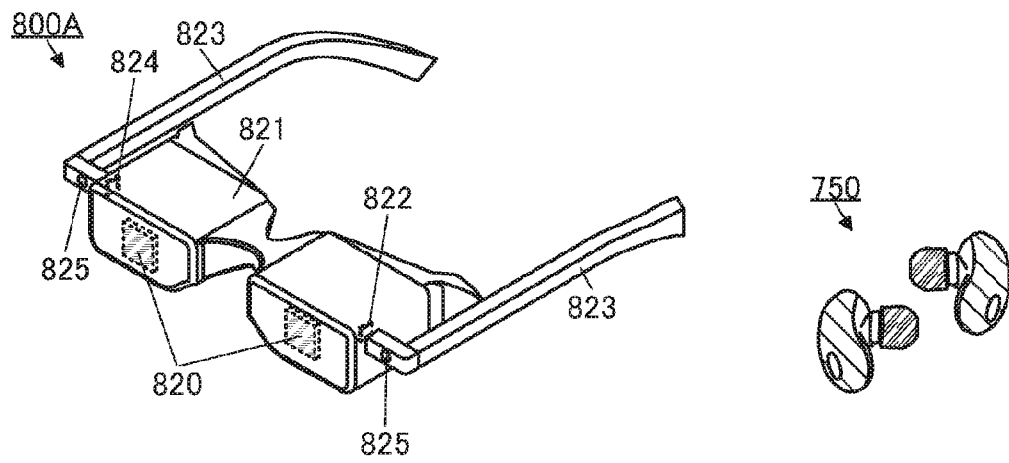


図18B

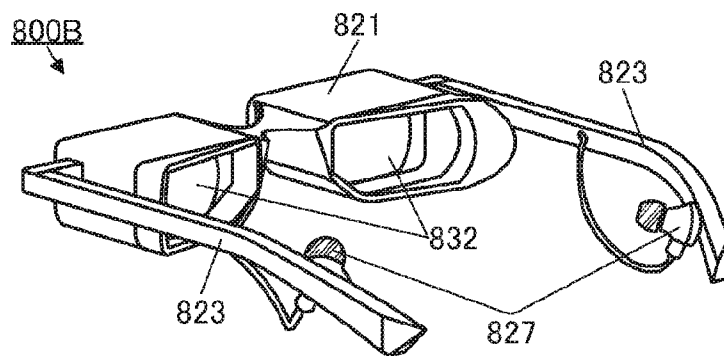


図19A

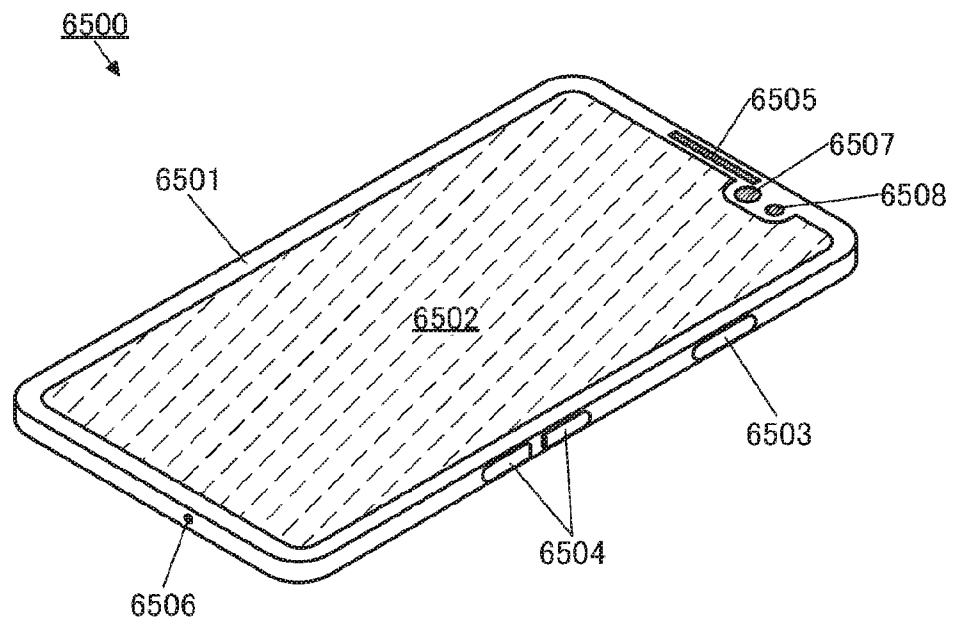


図19B

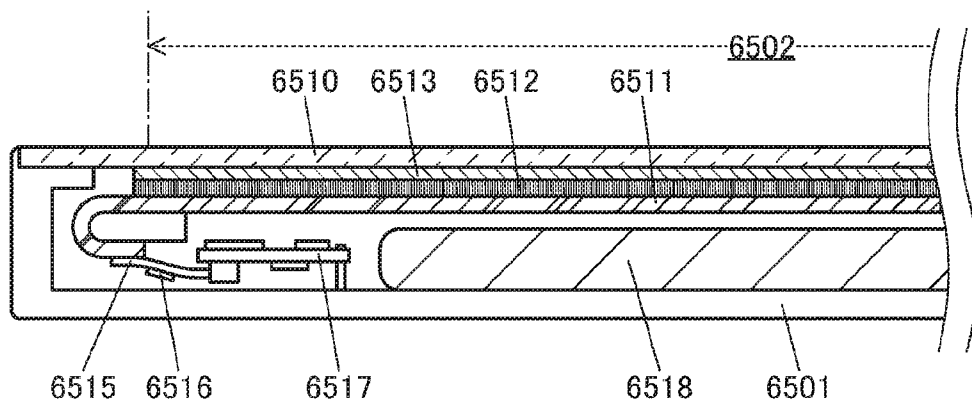


図20A

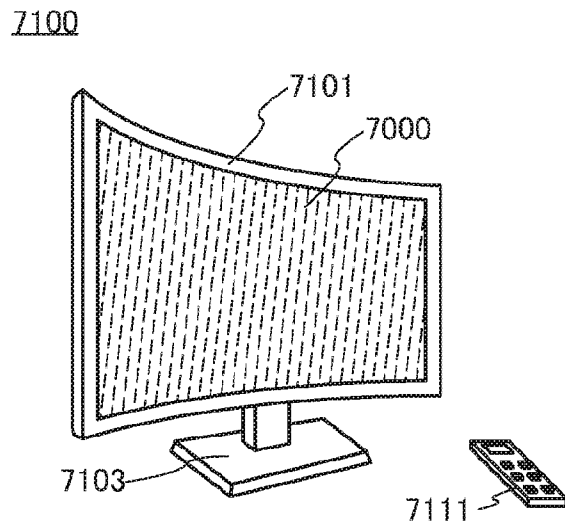


図20B

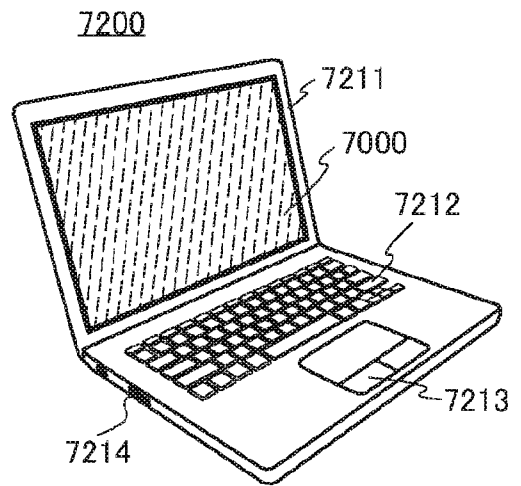


図20C

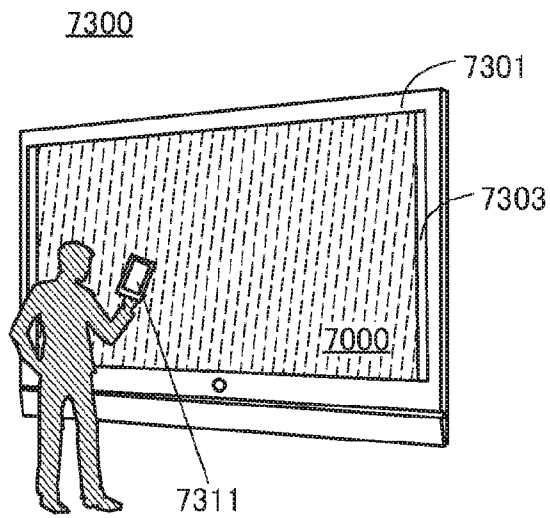


図20D

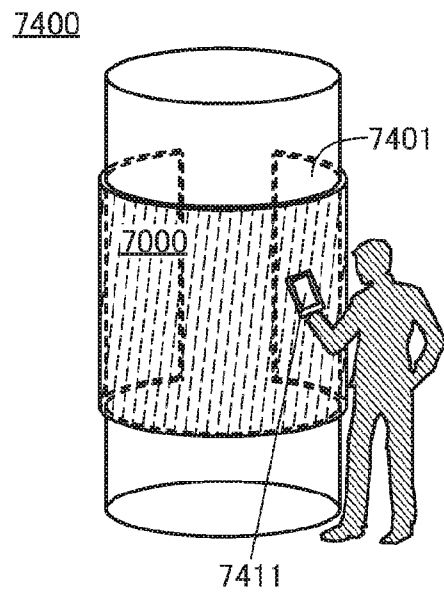


图21A

9101

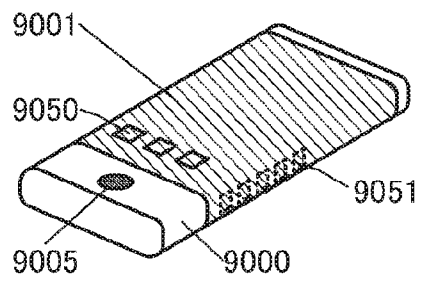


图21C

9200

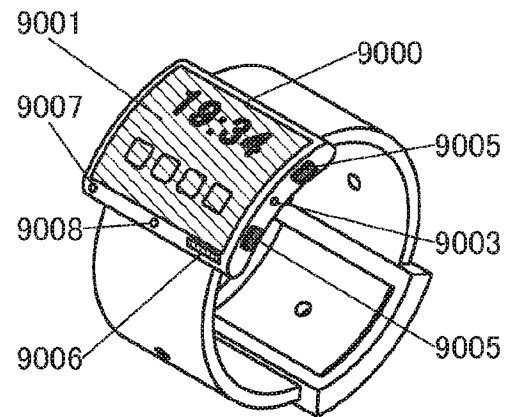


图21B

9102

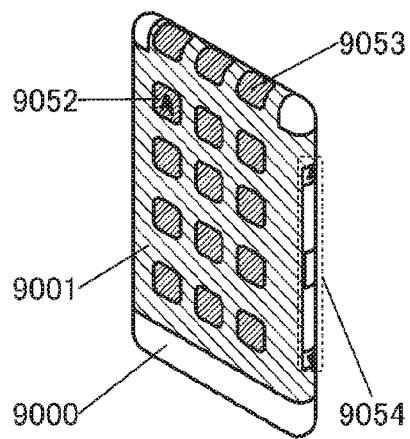


图21D

9201

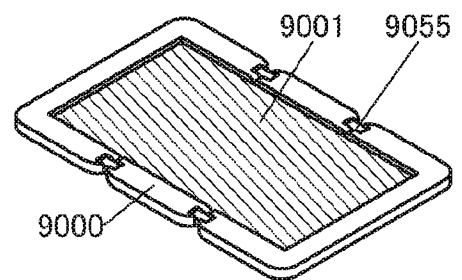


图21E

9201

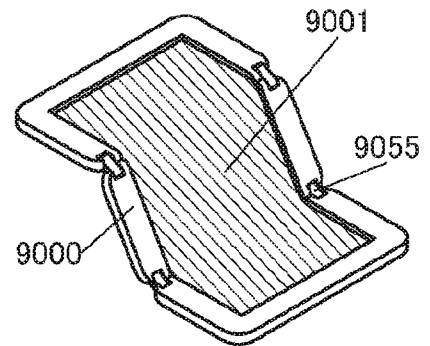
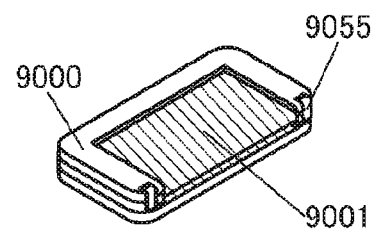


图21F

9201



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2022/050106

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05B 33/10(2006.01)i; **G09F 9/00**(2006.01)i; **G09F 9/30**(2006.01)i; **H01L 27/32**(2006.01)i; **H01L 51/50**(2006.01)i;
H05B 33/04(2006.01)i; **H05B 33/12**(2006.01)i; **H05B 33/22**(2006.01)i; **H05B 33/26**(2006.01)i; **H05B 33/28**(2006.01)i
 FI: H05B33/10; H05B33/14 A; H05B33/12 B; H05B33/22 Z; H05B33/26 Z; H05B33/28; H05B33/04; H01L27/32;
 G09F9/30 338; G09F9/00 338; G09F9/30 365; G09F9/30 349Z

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)

H05B33/10; G09F9/00; G09F9/30; H01L27/32; H01L51/50; H05B33/04; H05B33/12; H05B33/22; 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	US 2017/0250236 A1 (SHANGHAI TIANMA AM-OLED CO., LTD.) 31 August 2017 (2017-08-31) paragraphs [0030]-[0044], [0052]-[0053], [0078], fig. 1, 3, 7, 11	16, 20-21
A		1-15, 17-19
A	JP 2012-216493 A (CANON INC) 08 November 2012 (2012-11-08) entire text, all drawings	1-15
A	JP 2008-251270 A (DAINIPPON PRINTING CO LTD) 16 October 2008 (2008-10-16) entire text, all drawings	1-15
A	JP 2006-502537 A (KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V) 19 January 2006 (2006-01-19) entire text, all drawings	1-15
A	KR 10-2014-0016108 A (LG DISPLAY CO., LTD.) 07 February 2014 (2014-02-07) entire text, all drawings	1-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search

15 April 2022

Date of mailing of the international search report

26 April 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/IB2022/050106**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2014-038782 A (SEIKO EPSON CORP) 27 February 2014 (2014-02-27) entire text, all drawings	16-21
A	US 2015/0236308 A1 (LG DISPLAY CO., LTD.) 20 August 2015 (2015-08-20) entire text, all drawings	16-21
A	US 2014/0326965 A1 (SAMSUNG DISPLAY CO., LTD.) 06 November 2014 (2014-11-06) entire text, all drawings	16-21
A	WO 2020/004086 A1 (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORP) 02 January 2020 (2020-01-02) entire text, all drawings	16-21
A	CN 109509765 A (BLACK CATTLE FOOD CO., LTD.) 22 March 2019 (2019-03-22) entire text, all drawings	16-21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/IB2022/050106

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US	2017/0250236	A1	31 August 2017	DE 102016113540 A1 CN 105552107 A	
JP	2012-216493	A	08 November 2012	US 2012/0252149 A1 entire text, all drawings CN 102738077 A KR 10-2012-0112075 A TW 201240078 A	
JP	2008-251270	A	16 October 2008	(Family: none)	
JP	2006-502537	A	19 January 2006	US 2006/0154550 A1 entire text, all drawings WO 2004/032575 A1 KR 10-2005-0059244 A CN 1689379 A TW 200417283 A	
KR	10-2014-0016108	A	07 February 2014	(Family: none)	
JP	2014-038782	A	27 February 2014	(Family: none)	
US	2015/0236308	A1	20 August 2015	KR 10-2014-0082089 A CN 103887319 A	
US	2014/0326965	A1	06 November 2014	KR 10-2014-0130965 A	
WO	2020/004086	A1	02 January 2020	US 2021/0265432 A1 whole document CN 112314056 A	
CN	109509765	A	22 March 2019	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

H05B 33/10(2006.01)i; G09F 9/00(2006.01)i; G09F 9/30(2006.01)i; H01L 27/32(2006.01)i;
H01L 51/50(2006.01)i; H05B 33/04(2006.01)i; H05B 33/12(2006.01)i; H05B 33/22(2006.01)i;
H05B 33/26(2006.01)i; H05B 33/28(2006.01)i
FI: H05B33/10; H05B33/14 A; H05B33/12 B; H05B33/22 Z; H05B33/26 Z; H05B33/28; H05B33/04; H01L27/32;
G09F9/30 338; G09F9/00 338; G09F9/30 365; G09F9/30 349Z

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））

H05B33/10; G09F9/00; G09F9/30; H01L27/32; H01L51/50; H05B33/04; H05B33/12; H05B33/22; 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

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 2 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 2 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 2 2 年

国際調査で使用了電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	US 2017/0250236 A1 (SHANGHAI TIANMA AM-OLED CO., LTD.) 31.08.2017 (2017 - 08 - 31) 段落[0030]-[0044], [0052]-[0053], [0078], 図1, 3, 7, 11	16, 20-21
A		1-15, 17-19
A	JP 2012-216493 A (キヤノン株式会社) 08.11.2012 (2012 - 11 - 08) 全文全図	1-15
A	JP 2008-251270 A (大日本印刷株式会社) 16.10.2008 (2008 - 10 - 16) 全文全図	1-15
A	JP 2006-502537 A (コーニンクレツカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヱイ) 19.01.2006 (2006 - 01 - 19) 全文全図	1-15
A	KR 10-2014-0016108 A (LG DISPLAY CO., LTD.) 07.02.2014 (2014 - 02 - 07) 全文全図	1-15

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	"T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	"X" 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
"E" 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	"Y" 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
"L" 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	"&" 同一パテントファミリー文献
"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	
"P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	

国際調査を完了した日

15. 04. 2022

国際調査報告の発送日

26. 04. 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）

辻本 寛司 20 3908

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	JP 2014-038782 A (セイコーエプソン株式会社) 27.02.2014 (2014 - 02 - 27) 全文全図	16-21
A	US 2015/0236308 A1 (LG DISPLAY CO., LTD.) 20.08.2015 (2015 - 08 - 20) 全文全図	16-21
A	US 2014/0326965 A1 (SAMSUNG DISPLAY CO., LTD.) 06.11.2014 (2014 - 11 - 06) 全文全図	16-21
A	WO 2020/004086 A1 (ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社) 02.01.2020 (2020 - 01 - 02) 全文全図	16-21
A	CN 109509765 A (BLACK CATTLE FOOD CO., LTD.) 22.03.2019 (2019 - 03 - 22) 全文全図	16-21

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/IB2022/050106

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
US	2017/0250236	A1	31.08.2017	DE	102016113540	A1	
				CN	105552107	A	
JP	2012-216493	A	08.11.2012	US	2012/0252149	A1	
				全文全図			
				CN	102738077	A	
				KR	10-2012-0112075	A	
				TW	201240078	A	
JP	2008-251270	A	16.10.2008	(ファミリーなし)			
JP	2006-502537	A	19.01.2006	US	2006/0154550	A1	
				全文全図			
				WO	2004/032575	A1	
				KR	10-2005-0059244	A	
				CN	1689379	A	
				TW	200417283	A	
KR	10-2014-0016108	A	07.02.2014	(ファミリーなし)			
JP	2014-038782	A	27.02.2014	(ファミリーなし)			
US	2015/0236308	A1	20.08.2015	KR	10-2014-0082089	A	
				CN	103887319	A	
US	2014/0326965	A1	06.11.2014	KR	10-2014-0130965	A	
WO	2020/004086	A1	02.01.2020	US	2021/0265432	A1	
				whole document			
				CN	112314056	A	
CN	109509765	A	22.03.2019	(ファミリーなし)			