

(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
2016 年 12 月 22 日(22.12.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/203340 A1

(51) 国際特許分類:

H05B 33/10 (2006.01) *H01L 51/50* (2006.01)
G09F 9/00 (2006.01) *H05B 33/02* (2006.01)
G09F 9/30 (2006.01) *H05B 33/04* (2006.01)
H01L 21/336 (2006.01) *H05B 33/12* (2006.01)
H01L 27/32 (2006.01) *H05B 33/14* (2006.01)
H01L 29/786 (2006.01) *H05B 33/22* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/IB2016/053314

(22) 国際出願日: 2016 年 6 月 7 日(07.06.2016)

(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 2015-123825 2015 年 6 月 19 日(19.06.2015) JP
特願 2015-201642 2015 年 10 月 12 日(12.10.2015) 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 3 9
8 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 平佐真一(HIRASA, Shinichi); 〒2430036 神
奈川県厚木市長谷 3 9 8 株式会社半導体エネ
ルギー研究所内 Kanagawa (JP). 横山浩平(YOKOY-

AMA, Kohei); 〒2430036 神奈川県厚木市長谷 3 9
8 株式会社半導体エネルギー研究所内 Kanagawa
(JP). 神保安弘(JINBO, Yasuhiro); 〒2430036 神奈川
県厚木市長谷 3 9 8 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH,
PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

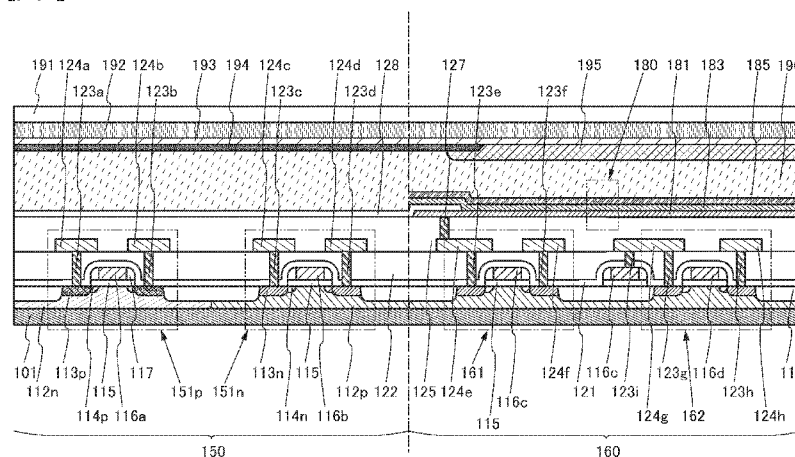
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,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

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR FABRICATING DISPLAY DEVICE, DISPLAY DEVICE, ELECTRONIC DEVICE, PROJECTOR,
AND HEAD-MOUNTED DISPLAY

(54) 発明の名称: 表示装置の作製方法、表示装置、電子機器、プロジェクター、及びヘッドマウントディス
プレイ

[図1]



(57) Abstract: One purpose of the present invention is to provide a flexible display device with extremely high definition. Another purpose of the present invention is to provide a curved display device having extremely high definition. Yet another purpose of the present invention is to fabricate a display device having high definition, using a substrate having minimal heat shrinkage. In concrete terms, a display element is fabricated on a crystalline substrate such as a single crystal silicon substrate. A transistor having a channel-forming region on the crystalline substrate may be formed as a transistor for driving the display element; it is also possible to form an insulating film on the crystalline substrate and form the transistor on the insulating film. Moreover, the flexibility of the display device is improved by grinding the crystalline substrate.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/203340 A1



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))

精細度が極めて高く、可撓性を有する表示装置を提供する。精細度が極めて高く、曲面を有する表示装置を提供する。熱収縮の少ない基板を用いて、精細度の高い表示装置を作製する。具体的には、単結晶シリコン基板等の結晶性基板上に表示素子を作製する。表示素子を駆動するためのトランジスタとして、チャネル形成領域を結晶性基板に有するトランジスタを形成してもよいし、結晶性基板上に絶縁膜を形成し、当該絶縁膜上にトランジスタを形成してもよい。さらに、結晶性基板を研磨することで、表示装置の可撓性を高める。

明細書

発明の名称

表示装置の作製方法、表示装置、電子機器、プロジェクター、及びヘッドマウントディスプレイ

技術分野

[0001]

本発明の一態様は、表示装置と、その作製方法に関する。または、本発明の一態様は、ヘッドマウントディスプレイ及びプロジェクター等の電子機器に関する。

[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。より具体的に本明細書等で開示する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、解像度の高い表示装置が求められている。例えば、フルハイビジョン（画素数 1920×1080 ）、4K（画素数 3840×2160 もしくは 4096×2160 等）、さらには8K（画素数 7680×4320 もしくは 8192×4320 等）といった画素数の多いテレビジョン装置（テレビ、又はテレビジョン受信機ともいう）が盛んに開発されている。

[0004]

他にも、スマートフォンなどの携帯電話機（携帯電話、携帯電話装置ともいう）、タブレット端末などの携帯情報端末、デジタルカメラのビューファインダー、ヘッドマウントディスプレイなどのウェアラブルディスプレイ、プロジェクター等において、高解像度の表示装置が求められている。

[0005]

また、携帯用途の電子機器又はウェアラブルディスプレイに用いる表示装置には、薄型であること、軽量であること、破損しにくいこと、可撓性を有すること等が求められている。

[0006]

エレクトロルミネッセンス（Electroluminescence、以下ELとも記す）現象を利用した発光素子（EL素子とも記す）は、薄型軽量化が容易である、入力信号に対し高速に応答可能である、直流低電圧電源を用いて駆動可能である等の特徴を有し、表示装置への応用が検討されている。

[0007]

例えば、特許文献1に、有機EL素子が適用された可撓性を有する発光装置が開示されている。

[先行技術文献]

[特許文献]

[0008]

[特許文献1] 特開2014-197522号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009]

携帯用途の電子機器又はウェアラブルディスプレイに用いる表示装置は、テレビジョン装置に用いる表示装置に比べて、表示領域の面積が極めて小さいため、解像度を高めるためには、精細度を極めて高くする必要がある。また、携帯用途の電子機器又はウェアラブルディスプレイは、軽量であることが求められるため、薄型で軽量な表示装置を用いることが望ましい。

[0010]

本発明の一態様は、精細度が極めて高く、可撓性を有する表示装置を提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、精細度が極めて高く、曲面を有する表示装置を提供することを課題の一とする。

[0011]

本発明の一態様は、小型であり、可撓性を有する表示装置を提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、小型であり、曲面を有する表示装置を提供することを課題の一とする。

[0012]

本発明の一態様は、精細度又は解像度の高い表示装置を提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、小型又は軽量な表示装置を提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、厚さが薄い表示装置を提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、可撓性を有する、又は曲面を有する表示装置を提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、使用者が二次元画像に強い立体感もしくは奥行き感を得ることを課題の一とする。本発明の一態様は、破損しにくい表示装置を提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、消費電力が低い表示装置を提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、信頼性の高い表示装置を提供することを課題の一とする。

[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。なお、本発明の一態様は、これらの課題の全てを解決する必要はないものとする。なお、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、チャンネル形成領域を結晶性半導体基板に有するトランジスタを形成する工程と、結晶性半導体基板上にトランジスタと電気的に接続される表示素子を形成する工程と、結晶性半導体基板を研磨し、結晶性半導体基板に厚さ $1\ \mu\text{m}$ 以上 $100\ \mu\text{m}$ 以下の部分を形成する工程と、を有する、表示装置の作製方法である。

[0015]

本発明の一態様は、チャンネル形成領域を結晶性半導体基板に有するトランジスタを形成する工程と、結晶性半導体基板上にトランジスタと電気的に接続される表示素子を形成する工程と、結晶性半導体基板の一部が残るように結晶性半導体基板を研磨する工程と、を有する、表示装置の作製方法である。結晶性半導体基板を研磨した後の表示装置は可撓性を有する。

[0016]

上記各作製方法において、表示素子を形成する工程では、発光素子を形成してもよい。このとき、結晶性半導体基板を研磨する工程の前に、発光素子上に絶縁膜を形成する工程と、絶縁膜上に着色層を形成する工程と、を有する。当該絶縁膜は、発光素子が発する光を透過する機能を有する。当該発光素子は、着色層側に光を射出する機能を有する。

[0017]

または、上記各作製方法において、表示素子を形成する工程で発光素子を形成する場合、結晶性半導体基板を研磨する工程の前に、作製基板上に剥離層を形成する工程と、剥離層上に絶縁膜を形成する工程と、絶縁膜上に着色層を形成する工程と、発光素子と着色層とが互いに向き合うように、結晶性半導体基板と作製基板とを、第1の接着層を用いて貼り合わせる工程と、作製基板と絶縁膜とを分離する工程と、絶縁膜とフィルムとを、第2の接着層を用いて貼り合わせる工程と、を有してもよい。当該絶縁膜及び当該フィルムは、発光素子が発する光を透過する機能を有する。当該発光素子は、着色層側に光を射出する機能を有する。

[0018]

上記各作製方法において、結晶性半導体基板は、単結晶半導体基板であることが好ましく、単結晶シリコンを有することがより好ましい。

[0019]

本発明の一態様は、結晶性基板上にトランジスタを形成する工程と、結晶性基板上にトランジスタと電氣的に接続される表示素子を形成する工程と、結晶性基板を研磨し、結晶性半導体基板に厚さ $1\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下の部分を形成する工程と、を有する、表示装置の作製方法である。

[0020]

本発明の一態様は、結晶性基板上にトランジスタを形成する工程と、結晶性基板上にトランジスタと電氣的に接続される表示素子を形成する工程と、結晶性基板の一部が残るように結晶性基板を研磨する工程と、を有する表示装置の作製方法である。結晶性基板を研磨した後の表示装置は可撓性を有する。

[0021]

トップエミッション構造の表示装置の場合、結晶性基板は、単結晶シリコンを有することが好ましい。ボトムエミッション構造の表示装置の場合、結晶性基板は、石英ガラス又はサファイアを有することが好ましい。

[0022]

本発明の一態様は、上記の表示装置の作製方法のいずれかを用いて作製された、表示装置である。

[0023]

本発明の一態様は、結晶性半導体基板と、チャネル形成領域を結晶性半導体基板に有するトランジスタと、トランジスタと電氣的に接続された表示素子と、を有し、結晶性半導体基板は、 $1\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下の厚さの部分有する、表示装置である。

[0024]

本発明の一態様は、少なくとも一部が可撓性を有する表示装置であり、結晶性半導体基板と、チャネル形成領域を結晶性半導体基板に有するトランジスタと、トランジスタと電氣的に接続された表示素子と、を有する、表示装置である。

[0025]

本発明の一態様は、少なくとも一部に曲面を有する表示装置であり、結晶性半導体基板と、チャネル形成領域を結晶性半導体基板に有するトランジスタと、トランジスタと電氣的に接続された表示素子と、を有する、表示装置である。

[0026]

上記各表示装置において、表示素子は、発光素子であってもよい。このとき、表示装置は、表示素子上の封止層と、封止層上の着色層と、を有していてもよい。着色層は、発光素子と重なる部分を有する。封止層は、発光素子が発する光を透過する機能を有する。発光素子は、着色層側に光を射出する機能を有する。さらに、着色層上の絶縁膜と、絶縁膜上の接着層と、接着層上の可撓性を有する基板と、を有していてもよい。

[0027]

上記各表示装置において、結晶性半導体基板は、単結晶半導体基板であることが好ましく、単結晶シリコンを有することがより好ましい。

[0028]

上記各表示装置において、結晶性半導体基板と可撓性を有する基板との間に位置するタッチセンサを有していてもよい。

[0029]

本発明の一態様は、結晶性基板と、結晶性基板上のトランジスタと、トランジスタと電氣的に接続された表示素子と、を有し、結晶性基板は、 $1\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下の厚さの部分有する、表示装置である。

[0030]

本発明の一態様は、少なくとも一部が可撓性を有する表示装置であり、結晶性基板と、結晶性基板上のトランジスタと、トランジスタと電氣的に接続された表示素子と、を有する、表示装置である。

[0031]

本発明の一態様は、少なくとも一部に曲面を有する表示装置であり、結晶性基板と、結晶性基板上のトランジスタと、トランジスタと電氣的に接続された表示素子と、を有する、表示装置である。

[0032]

上記結晶性基板を有する各表示装置は、表示素子上の封止層と、封止層上の着色層と、を有していてもよい。表示素子は、発光素子であってもよい。このとき、着色層は、発光素子と重なる部分を有する。封止層は、発光素子が発する光を透過する機能を有する。発光素子は、着色層側に光を射出する機能を有する。さらに、表示装置は、着色層上の絶縁膜と、絶縁膜上の接着層と、接着層上の可撓性を有する基板と、を有していてもよい。

[0033]

上記結晶性基板を有する各表示装置において、表示素子が発光素子である場合、結晶性基板と発光素子の間に位置する着色層を有していてもよい。結晶性基板は、発光素子が発する光を透過する機能を有する。発光素子は、着色層側に光を射出する機能を有する。

[0034]

トップエミッション構造の表示装置の場合、結晶性基板は、単結晶シリコンを有することが好ましい。ボトムエミッション構造の表示装置の場合、結晶性基板は、石英又はサファイアを有することが好ましい。

[0035]

上記各表示装置の精細度は、 400 p p i 以上 4000 p p i 以下であることが好ましい。

[0036]

本発明の一態様は、上記のいずれかの構成の表示装置を有し、FPC (Flexible printed circuit) もしくはTCP (Tape Carrier Package) などのコネクタが取り付けられたモジュール、又はCOG (Chip On Glass) 方式、COF (Chip On Film) 方式等によりICが実装されたモジュール等のモジュールである。

[0037]

本発明の一態様では、上記のいずれかの構成又は作製方法が、表示装置でなく、発光装置又は入出力装置（タッチパネルなど）に適用されていてもよい。

[0038]

本発明の一態様は、上記のいずれかの構成の表示装置と、アンテナ、バッテリー、筐体、カメラ、スピーカ、マイク、又は操作ボタンの少なくともいずれかと、を有する電子機器である。

[0039]

本発明の一態様は、上記のいずれかの構成の表示装置と、アンテナ、バッテリー、カメラ、スピーカ、ヘッドホン、イヤホン、マイク、又は操作ボタンの少なくともいずれかと、を有する、ヘッドマウントディスプレイである。

[0040]

本発明の一態様は、左目用の表示部と、右目用の表示部と、アンテナ、バッテリー、カメラ、スピーカ、ヘッドホン、イヤホン、マイク、又は操作ボタンの少なくともいずれかと、を有し、左目用の表示部及び右目用の表示部は、それぞれ、上記のいずれかの構成の表示装置を有する、ヘッドマウントディスプレイである。

[0041]

本発明の一態様は、上記のいずれかの構成の表示装置と、レンズ、ミラー、プリズム、アンテナ、又は操作ボタンの少なくともいずれかと、を有する、プロジェクターである。

発明の効果

[0042]

本発明の一態様により、精細度が極めて高く、可撓性を有する表示装置を提供できる。本発明の一態様により、精細度が極めて高く、曲面を有する表示装置を提供できる。

[0043]

本発明の一態様により、小型であり、可撓性を有する表示装置を提供できる。本発明の一態様により、小型であり、曲面を有する表示装置を提供できる。

[0044]

本発明の一態様により、精細度又は解像度の高い表示装置を提供できる。本発明の一態様により、小型又は軽量の表示装置を提供できる。本発明の一態様により、厚さが薄い表示装置を提供できる。本発明の一態様により、可撓性を有する、又は曲面を有する表示装置を提供できる。本発明の一態様により、使用者は、二次元画像に強い立体感もしくは奥行き感を得ることができる。本発明の一態様により、破損しにくい表示装置を提供できる。本発明の一態様により、消費電力が低い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。

[0045]

なお、これらの効果の記載は、他の効果の存在を妨げるものではない。なお、本発明の一態様は、必ずしも、これらの効果の全てを有する必要はない。なお、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

[0046]

[図1] 表示装置の一例を示す断面図。

[図2] 表示装置の一例を示す上面図と表示装置を曲げる例を説明する側面図。

[図3] 表示装置の作製方法の一例を示す断面図。

[図4] 表示装置の作製方法の一例を示す断面図。

[図5] 表示装置の作製方法の一例を示す断面図。

[図6] 表示装置の一例を示す断面図。

[図7] 表示装置の一例を示す断面図。

[図8] 表示装置の一例を示す断面図。

[図9] 表示装置の一例を示す断面図。

[図10] 表示装置の一例を示す断面図。

[図11] 表示装置の一例を示す断面図。

[図12] 表示装置の一例を示す断面図とトランジスタの一例を示す上面図。

[図13] 表示装置の一例を示す断面図。

[図14] 表示装置の一例を示す断面図。

[図15] 表示装置の一例を示す断面図。

[図16] 表示装置の作製方法の一例を示す断面図。

[図17] 表示装置の作製方法の一例を示す断面図。

[図18] 表示装置の作製方法の一例を示す断面図。

[図19] 表示装置の一例を示す断面図。

[図20] 画素回路の一例を示す回路図。

[図21] 表示装置の一例を示す断面図。

[図22] 表示装置の一例を示す断面図。

[図23] 表示装置の一例を示す断面図。

[図24] 電子機器の一例を示す図。

[図25] 電子機器の一例を示す図。

[図26] 電子機器の一例を示す図。

[図27] 電子機器及び照明装置の一例を示す図。

[図28] 電子機器の一例を示す図。

[図29] 電子機器の一例を示す図。

[図30] 電子機器の一例を示す図。

[図31] 配線又は電極の加工方法の一例を示す断面図。

[図32] 配線又は電極の加工方法の一例を示す断面図。

[図33] 配線又は電極の加工方法の一例を示す断面図。

発明を実施するための形態

[0047]

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。

[0048]

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

[0049]

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。

[0050]

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

[0051]

なお、本明細書中において、「基板」は、機能回路、機能素子、及び機能膜等のうち少なくとも一つを支持する機能を有することが好ましい。なお、「基板」は、これらを支持する機能を有していなくてもよく、例えば、装置の表面を保護する機能、又は、機能回路、機能素子、及び機能膜等のうち少なくとも一つを封止する機能等を有していてもよい。

[0052]

(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～図23を用いて説明する。

[0053]

表示装置の基板には、ガラス基板が用いられることが多い。しかし、表示装置の作製における加熱工程によって、ガラスは収縮する場合がある。ガラスの熱収縮は、熱処理によるガラスの構造緩和に由来する。具体的には、ガラスを加熱することによって、ガラスの構造がより安定な状態に緩和して高密度化する（つまり収縮する）。

[0054]

精細度の高い表示装置の作製には、微細な加工が必要となるため、加熱工程により基板が収縮すると、パターンにずれが生じ、トランジスタもしくは表示素子の特性の劣化、又は作製工程の歩留まりの低下につながる。

[0055]

例えば、低温ポリシリコンを用いたトランジスタを作製する場合、作製工程の最高温度が600℃程度となることもあるため、ガラス基板の熱収縮の問題が顕著となる。

[0056]

そこで、本発明の一態様では、熱収縮の少ない基板を用いる。例えば、チャネル形成領域を熱収縮の少ない基板に有するトランジスタを形成する。または、熱収縮の少ない基板上に、トランジスタ及び表示素子を形成する。

[0057]

本発明の一態様では、熱収縮の少ない基板として、結晶性基板を用いる。結晶性基板を用いることで、基板の熱収縮が原因でパターンにずれが生じることを抑制できる。これにより、トランジスタもしくは表示素子の特性の劣化、又は作製工程の歩留まりの低下を抑制できる。本発明の一態様を適用することで、精細度が極めて高い表示装置を作製することができる。具体的には、本発明の一態様を適用することで、400 p p i 以上4000 p p i 以下、又は4000 p p i 以上の精細度の表示装置を作製することができる。

[0058]

表示装置の精細度が高いと、使用者は、二次元画像に立体感を得ることができる。本発明の一態様の表示装置は、高い精細度を有するため、複雑な構成（例えば、両眼視差を含む画像、又は立体視用のメガネ）を用いなくとも、使用者が画像に立体感を得ることができる。

[0059]

また、表示装置は、画素数が多いことが好ましく、例えば、フルハイビジョン、4K、又は8Kの表示を行えることが好ましい。

[0060]

本発明の一態様の表示装置には、様々な表示素子を用いることができる。例えば、EL素子（有機EL素子及び無機EL素子）等の発光素子、液晶素子、電気泳動素子、MEMS（マイクロ・エレクトロ・メカニカル・システム）を用いた表示素子等が挙げられる。

[0061]

特に、液晶素子及び有機EL素子は、高精細化が容易であるため、好ましい。さらに、有機EL素子を用いると、液晶素子を用いる場合に比べて、表示装置の使用者が、画像に、強い立体感又は奥行き感を得ることができるため、好ましい。また、有機EL素子は、液晶素子に比べて、フレキシブル化が容易であるため、好ましい。

[0062]

結晶性基板としては、例えば、単結晶基板、多結晶基板、化合物基板、及び酸化物基板等を用いることができる。具体的には、シリコン（Si）、ゲルマニウム（Ge）、シリコンゲルマニウム（SiGe）、SiC、SiO₂、GaAs、InAs、InP、GaSb、InSb、GaN、AlN、GaP、GaInAsP、Al₂O₃（サファイア）、CdSe、CdS、ZnSe、ZnTe、ZnS、MgO、SrTiO₃、又はZnO等を有する結晶性基板を用いることができる。

[0063]

特に、シリコンウェハは、ガラスよりも平坦でうねりが少ないため、好ましい。

[0064]

結晶性基板の熱収縮率は、0 p p m/°Cより大きく10 p p m/°C以下であることが好ましく、0 p p m/°Cより大きく5 p p m/°C以下であることがより好ましく、0 p p m/°Cより大きく3 p p m/°C以下であることがさらに好ましい。

[0065]

結晶性基板としては、特に、単結晶基板を用いることが好ましい。例えば、単結晶半導体基板、単結晶金属基板、人工水晶（石英の単結晶）基板等を用いることができる。

[0066]

なお、トランジスタのチャネル形成領域を結晶性基板に形成する場合は、結晶性半導体基板を用いる。結晶性半導体基板の材料としては、例えば、Si、Ge、SiGe、SiC等を好適に用いることができる。特に、単結晶半導体基板を用いることが好ましく、単結晶シリコン基板を用いることがより好ましい。

[0067]

さらに、本発明の一態様では、トランジスタ及び表示素子等を作製した後に、結晶性基板を研磨する。例えば、表示装置が可撓性を有する程度に、又は、結晶性基板が $1\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下の厚さの部分有するように、結晶性基板を研磨する。

[0068]

これにより、精細度が極めて高い表示装置の小型化、軽量化、薄型化、又はフレキシブル化が可能となる。本発明の一態様を適用して作製された表示装置は、使用者が繰り返し曲げることができてよい。または、該表示装置は、1度曲げられることで、その曲がった状態（曲面を有する状態）を維持することができてよい。または、該表示装置は、曲がらなくてもよい。

[0069]

なお、本発明の一態様では、可撓性を有する結晶性基板上に、トランジスタ及び表示素子等を作製してもよい。この場合、トランジスタ及び表示素子等を作製した後に、結晶性基板を研磨しなくてもよい。または、可撓性を有する結晶性基板を研磨し、さらに薄型化、軽量化、又はフレキシブル化を図ってもよい。なお、表示装置の作製工程及び搬送を容易とするため、トランジスタ及び表示素子等を作製する時点では、結晶性基板は十分な厚さを有していることが好ましく、素子の形成工程後に、該結晶性基板を研磨する等によって、厚さを薄くすることが好ましい。

[0070]

本発明の一態様の表示装置は、小型及び薄型にすることが容易であるため、軽量化が可能であり、携帯用途の電子機器やウェアラブルディスプレイに好適に用いることができる。

[0071]

以下では、本発明の一態様の表示装置の構成例を説明する。

[0072]

まず、図2（A）～（C）に、本発明の一態様の表示装置の上面図をそれぞれ示す。

[0073]

図2（A）では、結晶性半導体基板101上に画素部160が設けられている。画素部160は、結晶性半導体基板101と接着層196と可撓性基板191とによって封止されている。図2（A）では、結晶性半導体基板101上の接着層196と可撓性基板191とによって封止されている領域とは異なる領域に、信号線駆動回路4003及び走査線駆動回路4004が実装されている。信号線駆動回路4003及び走査線駆動回路4004は、それぞれ、別途用意された基板上に単結晶半導体又は多結晶半導体を用いて形成されている。また、信号線駆動回路4003、走査線駆動回路4004、

又は画素部 160 に与えられる各種信号及び電位は、FPC4018a、FPC4018b から供給されている。なお、本明細書中では、可撓性を有する基板を、可撓性基板とも記す。

[0074]

図2 (B)、(C) では、結晶性半導体基板 101 上に画素部 160 と、走査線駆動回路 150 とが設けられている。画素部 160 と、走査線駆動回路 150 とは、結晶性半導体基板 101 と接着層 196 と可撓性基板 191 とによって封止されている。図2 (B)、(C) では、結晶性半導体基板 101 上の接着層 196 と可撓性基板 191 とによって封止されている領域とは異なる領域に、信号線駆動回路 4003 が実装されている。信号線駆動回路 4003 は、別途用意された基板上に単結晶半導体又は多結晶半導体を用いて形成されている。図2 (B)、(C) では、信号線駆動回路 4003、走査線駆動回路 4004、又は画素部 160 に与えられる各種信号及び電位は、FPC4018 から供給されている。

[0075]

図2 (B)、(C) では、信号線駆動回路 4003 を別途形成し、結晶性半導体基板 101 に実装している例を示しているが、この構成に限定されない。走査線駆動回路を別途形成して実装してもよいし、信号線駆動回路の一部又は走査線駆動回路の一部のみを別途形成して実装してもよい。

[0076]

なお、別途形成した駆動回路の接続方法は、特に限定されるものではなく、ワイヤボンディング、COG、TCP、COF等を用いることができる。図2 (A) は、COGにより信号線駆動回路 4003 及び走査線駆動回路 4004 を実装する例であり、図2 (B) は、COGにより信号線駆動回路 4003 を実装する例であり、図2 (C) は、TCPにより信号線駆動回路 4003 を実装する例である。

[0077]

結晶性半導体基板 101 上に設けられた画素部 160 及び走査線駆動回路 150 は、トランジスタを複数有する。

[0078]

図2 (D) ~ (F) を用いて、本発明の一態様の表示装置を曲げる例について説明する。

[0079]

図2 (D) に示すように、本発明の一態様が適用された表示装置 110 は、可逆的に曲げることができる。

[0080]

表示装置 110 を曲げた状態で保持するために、表示装置 110 を他の部材で固定してもよい。部材には、ガラス、プラスチック、金属、合金、木材、及び石材等を用いることができる。部材は、単層構造又は積層構造とすることができ、例えば、板、又はフィルム等を積層してもよい。部材を表示装置 110 の表示面側に重ねて配置する場合、部材は可視光を透過するものとする。部材が可視光を透過しない場合、該部材は、表示装置 110 の表示面側に重ならないよう、配置する。

[0081]

図2 (E) に示すように、表示装置 110 を部材 210 の曲面に沿って曲げた状態で、部材 210 に固定してもよい。表示装置 110 は、着脱可能に固定してもよいし、接着剤などで部材 210 の曲面に貼り付けてもよい。

[0082]

図2 (F) に示すように、表示装置110を部材215a、215bの間に挟持して、表示装置110を曲げた状態で固定してもよい。部材215aと部材215bは接着剤などで互いに貼り付けられていてもよい。または、部材215aと部材215bは留め具などにより着脱可能に固定されていてもよい。

[0083]

次に、本発明の一態様の表示装置の断面構成例と、作製方法について説明する。

[0084]

<断面構成例1>

図1に、図2 (B) における走査線駆動回路150及び画素部160の断面図を示す。

[0085]

図1では、結晶性半導体基板101、トランジスタ151n、トランジスタ151p、トランジスタ161、トランジスタ162、素子分離領域118、発光素子180、可撓性基板191、接着層192、絶縁膜193、遮光層194、着色層195、接着層196等を示している。

[0086]

結晶性半導体基板101にトランジスタのチャネル形成領域を設けることができる。表示装置の作製における加熱工程によって、結晶性半導体基板101は収縮しにくいため、トランジスタもしくは表示素子の特性の劣化、又は作製工程の歩留まりの低下を抑制し、精細度の高い表示装置を作製できる。

[0087]

結晶性半導体基板101は、可撓性を有することが好ましい。例えば、結晶性半導体基板101の厚さは、 $1\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下が好ましく、 $1\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下がより好ましい。

[0088]

走査線駆動回路150及び画素部160は、それぞれ、p型のトランジスタのみを有していてもよく、n型のトランジスタのみを有していてもよく、p型のトランジスタとn型のトランジスタの両方を有していてもよい。図1では、走査線駆動回路150において、結晶性半導体基板101上にp型のトランジスタ151pとn型のトランジスタ151nとが設けられている例を示す。また、図1では、画素部160において、結晶性半導体基板101上にそれぞれn型の、トランジスタ161及びトランジスタ162が設けられている例を示す。

[0089]

トランジスタ151pは、p型のトランジスタである。トランジスタ151pは、nウェル112n、p型不純物領域113p、LDD (Lightly Doped Drain) 領域114p、ゲート絶縁膜115、ゲート116a、サイドウォール117、絶縁膜121、絶縁膜122、導電膜123a、導電膜123b、導電膜124a、及び導電膜124bを有する。

[0090]

トランジスタ151pが有するp型不純物領域113pの一方は、導電膜123aを介して、絶縁膜122上の導電膜124aと電氣的に接続されており、他方は、導電膜123bを介して、絶縁膜122上の導電膜124bと電氣的に接続されている。

[0091]

トランジスタ 151n は、n 型のトランジスタである。トランジスタ 151n は、p ウェル 112p、n 型不純物領域 113n、LDD 領域 114n、ゲート絶縁膜 115、ゲート 116b、サイドウォール 117、絶縁膜 121、絶縁膜 122、導電膜 123c、導電膜 123d、導電膜 124c、及び導電膜 124d を有する。

[0092]

トランジスタ 151n が有する n 型不純物領域 113n の一方は、導電膜 123c を介して、絶縁膜 122 上の導電膜 124c と電氣的に接続されており、他方は、導電膜 123d を介して、絶縁膜 122 上の導電膜 124d と電氣的に接続されている。

[0093]

トランジスタ 161 は、n 型のトランジスタである。トランジスタ 161 は、p ウェル 112p、n 型不純物領域 113n、LDD 領域 114n、ゲート絶縁膜 115、ゲート 116c、サイドウォール 117、絶縁膜 121、絶縁膜 122、導電膜 123e、導電膜 123f、導電膜 124e、及び導電膜 124f を有する。

[0094]

トランジスタ 161 が有する n 型不純物領域 113n の一方は、導電膜 123e を介して、絶縁膜 122 上の導電膜 124e と電氣的に接続されており、他方は、導電膜 123f を介して、絶縁膜 122 上の導電膜 124f と電氣的に接続されている。

[0095]

トランジスタ 162 は、n 型のトランジスタである。トランジスタ 162 は、p ウェル 112p、n 型不純物領域 113n、LDD 領域 114n、ゲート絶縁膜 115、ゲート 116d、サイドウォール 117、絶縁膜 121、絶縁膜 122、導電膜 123g、導電膜 123h、導電膜 124g、及び導電膜 124h を有する。

[0096]

トランジスタ 162 が有する n 型不純物領域 113n の一方は、導電膜 123g を介して、絶縁膜 122 上の導電膜 124g と電氣的に接続されており、他方は、導電膜 123h を介して、絶縁膜 122 上の導電膜 124h と電氣的に接続されている。

[0097]

トランジスタ 161 のゲート 116c は、トランジスタ 162 のソース又はドレインと電氣的に接続されている。具体的には、ゲート 116c は、導電膜 123i を介して、導電膜 124g と電氣的に接続されている。そして、導電膜 124g は、導電膜 123g を介して、n 型不純物領域 113n と電氣的に接続されている。

[0098]

図 1 に示すように、同一基板上に p 型のトランジスタと n 型のトランジスタを形成する場合、結晶性半導体基板 101 の一部に n ウェル 112n 及び p ウェル 112p のうち少なくとも一方を形成してもよい。例えば、n 型の結晶性半導体基板を用いた場合、結晶性半導体基板 101 に p 型の導電性を付与するホウ素などの不純物元素を添加して p ウェル 112p を形成してもよい。同様に、例えば、p 型の結晶性半導体基板を用いた場合、結晶性半導体基板 101 に n 型の導電性を付与するリンなどの不純物元素を添加して n ウェル 112n を形成してもよい。

[0099]

各トランジスタは一对のn型不純物領域113n又は一对のp型不純物領域113pを有する。一对の不純物領域の一方は、ソース領域として機能し、他方は、ドレイン領域として機能する。n型不純物領域113nには、n型の導電性を付与するリンなどの不純物元素が含まれる。p型不純物領域113pには、p型の導電性を付与するホウ素などの不純物元素が含まれる。

[0100]

各トランジスタは、低濃度不純物領域を有していてもよい。n型のトランジスタのLDD領域114nには、n型の導電性を付与するリンなどの不純物元素が含まれる。p型のトランジスタのLDD領域114pには、p型の導電性を付与するホウ素などの不純物元素が含まれる。

[0101]

ゲート絶縁膜115は、結晶性半導体基板101と各トランジスタのゲートの間に位置する。各トランジスタのゲートは、ゲート絶縁膜115を挟んで、結晶性半導体基板101のチャネル形成領域と重なる。

[0102]

各トランジスタは、素子分離領域118により電氣的に分離されている。素子分離領域118は、LOCOS (Local Oxidation of Silicon) 法、又はSTI (Shallow Trench Isolation) 法等を用いて形成することができる。

[0103]

発光素子180は、電極181、EL層183、及び電極185を有する。発光素子180は、着色層195側に光を射出する。

[0104]

電極181及び電極185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。電極181及び電極185の間に、発光素子180の閾値電圧より高い電圧を印加すると、EL層183に陽極側から正孔が注入され、陰極側から電子が注入される。注入された電子と正孔はEL層183において再結合し、EL層183に含まれる発光物質が発光する。

[0105]

トランジスタ161のソース又はドレインは、導電膜127を介して、絶縁膜125上の電極181と電氣的に接続されている。

[0106]

絶縁膜122及び絶縁膜125等の上面には、必要に応じてCMP (Chemical Mechanical Polishing) 法等で平坦化処理を行うことが好ましい。

[0107]

電極181は画素電極として機能し、発光素子180ごとに設けられている。隣り合う2つの電極181は、絶縁膜128によって電氣的に絶縁されている。電極185は、共通電極として機能し、複数の発光素子180にわたって設けられている。

[0108]

図1では、絶縁膜128が無機絶縁膜である例を示すが、絶縁膜128は有機絶縁膜であってもよい。

[0109]

結晶性半導体基板101とは異なる基板上で作製された、絶縁膜193、遮光層194、及び着色層195は、接着層196によって、結晶性半導体基板101と貼り合わされている。トランジスタ等

に比べて微細な加工が必要とされない機能素子又は機能膜のみを基板上に作製する場合は、基板の熱収縮の影響を受けにくいこともある。そのため、絶縁膜 193、遮光層 194、及び着色層 195等は、結晶性基板上に作製しなくても構わない。なお、作製において微細な加工が必要な場合は、絶縁膜 193、遮光層 194、及び着色層 195等も、結晶性基板上に作製することが好ましい。

[0110]

例えば、可撓性基板 191上に、絶縁膜 193、遮光層 194、及び着色層 195を直接形成してもよい。なお、発光素子又はトランジスタが、水分等の不純物により劣化しやすい場合、可撓性基板 191のガスバリア性が低いと、表示装置の信頼性が不十分となる場合がある。可撓性基板 191にガスバリア性が低い材料（有機樹脂など）を用いる場合には、絶縁膜 193のガスバリア性が高いことが好ましい。図 1に示す構成は、例えば、作製基板上で作製した絶縁膜 193、遮光層 194、及び着色層 195を接着層 196で結晶性半導体基板 101上に転置した後、作製基板を剥離し、絶縁膜 193と可撓性基板 191とを接着層 192で貼り合わせることで作製できる。耐熱性の高い作製基板上で高温をかけて絶縁膜 193を形成することで、絶縁膜 193のガスバリア性を高めることができる。

[0111]

発光素子 180は、接着層 196を介して着色層 195と重なる。絶縁膜 128は、接着層 196を介して遮光層 194と重なる。

[0112]

<断面構成例 1 の作製方法>

図 3～図 5を用いて、断面構成例 1（図 1）の作製方法の一例を説明する。

[0113]

まず、図 3（A）に示すように、結晶性半導体基板 101上に、トランジスタ 151p、151n、161、162、絶縁膜 125、及び発光素子 180等を作製する。

[0114]

また、図 3（B）に示すように、作製基板 911上に、剥離層 992を形成する。次に、剥離層 992上に絶縁膜 193を形成する。次に、絶縁膜 193上に遮光層 194及び着色層 195を形成する。

[0115]

作製基板 911には、少なくとも作製工程中の処理温度に耐えうる耐熱性を有する基板を用いる。作製基板 911としては、例えばガラス基板、石英基板、サファイア基板、半導体基板、セラミック基板、金属基板、樹脂基板、プラスチック基板などを用いることができる。

[0116]

なお、量産性を向上させるため、作製基板 911として大型のガラス基板を用いることが好ましい。例えば、第 3 世代（550mm×650mm）以上第 10 世代（2950mm×3400mm）以下のガラス基板、又はこれよりも大型のガラス基板を用いることが好ましい。

[0117]

作製基板 911にガラス基板を用いる場合、作製基板 911と剥離層 992との間に、下地膜として、酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、窒化シリコン膜、又は窒化酸化シリコン膜等の絶縁膜を形成すると、ガラス基板からの汚染を防止でき、好ましい。

[0118]

剥離層 992 は、タングステン、モリブデン、チタン、タンタル、ニオブ、ニッケル、コバルト、ジルコニウム、亜鉛、ルテニウム、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム、シリコンから選択された元素、該元素を含む合金材料、又は該元素を含む化合物材料等を用いて形成できる。シリコンを含む層の結晶構造は、非晶質、微結晶、多結晶のいずれでもよい。また、酸化アルミニウム、酸化ガリウム、酸化亜鉛、二酸化チタン、酸化インジウム、インジウムスズ酸化物、インジウム亜鉛酸化物、 In-Ga-Zn 酸化物等の金属酸化物を用いてもよい。剥離層 992 に、タングステン、チタン、モリブデンなどの高融点金属材料を用いると、被剥離層の形成工程の自由度が高まるため好ましい。

[0119]

剥離層 992 は、例えばスパッタリング法、プラズマ CVD 法、塗布法（スピンドコーティング法、液滴吐出法、ディスペンス法等を含む）、印刷法等により形成できる。剥離層 992 の厚さは例えば 1 nm 以上 200 nm 以下、好ましくは 10 nm 以上 100 nm 以下とする。

[0120]

剥離層 992 が単層構造の場合、タングステン層、モリブデン層、又はタングステンとモリブデンの混合物を含む層を形成することが好ましい。また、タングステンの酸化物もしくは酸化窒化物を含む層、モリブデンの酸化物もしくは酸化窒化物を含む層、又はタングステンとモリブデンの混合物の酸化物もしくは酸化窒化物を含む層を形成してもよい。なお、タングステンとモリブデンの混合物とは、例えば、タングステンとモリブデンの合金に相当する。

[0121]

また、剥離層 992 として、タングステンを含む層とタングステンの酸化物を含む層の積層構造を形成する場合、タングステンを含む層を形成し、その上層に酸化物で形成される絶縁膜を形成することで、タングステン層と絶縁膜との界面に、タングステンの酸化物を含む層が形成されることを活用してもよい。また、タングステンを含む層の表面を、熱酸化処理、酸素プラズマ処理、亜酸化窒素 (N_2O) プラズマ処理、オゾン水等の酸化力の強い溶液での処理等を行ってタングステンの酸化物を含む層を形成してもよい。またプラズマ処理又は加熱処理は、酸素、窒素、亜酸化窒素単独、あるいは該ガスとその他のガスとの混合気体雰囲気下で行ってもよい。上記プラズマ処理又は加熱処理により、剥離層 992 の表面状態を変えることで、剥離層 992 と後に形成される絶縁膜との密着性を制御することが可能である。

[0122]

なお、作製基板と被剥離層の界面で剥離が可能な場合には、剥離層を設けなくてもよい。例えば、作製基板としてガラスを用い、ガラスに接してポリイミド、ポリエステル、ポリオレフィン、ポリアミド、ポリカーボネート、アクリル等の有機樹脂を形成する。次に、レーザ照射又は加熱処理を行うことで、作製基板と有機樹脂の密着性を向上させる。そして、有機樹脂上にトランジスタ等を形成する。その後、先のレーザ照射よりも高いエネルギー密度でレーザ照射を行う、又は、先の加熱処理よりも高い温度で加熱処理を行うことで、作製基板と有機樹脂の界面で剥離することができる。また、剥離の際には、作製基板と有機樹脂の界面に液体を浸透させて分離してもよい。

[0123]

なお、該有機樹脂を、装置を構成する基板として用いてもよいし、該有機樹脂を除去し、被剥離層の露出した面に接着剤を用いて別の基板を貼り合わせてもよい。

[0124]

または、作製基板と有機樹脂の間に金属層を設け、該金属層に電流を流すことで該金属層を加熱し、金属層と有機樹脂の界面で剥離を行ってもよい。

[0125]

被剥離層として形成する層に特に限定は無い。本実施の形態では、被剥離層として、剥離層992上に接する絶縁膜193と、遮光層194と、着色層195と、を作製する。

[0126]

絶縁膜193は、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、又は窒化酸化シリコン膜等を用いて、単層又は多層で形成することが好ましい。

[0127]

絶縁膜193は、スパッタリング法、プラズマCVD法、塗布法、印刷法等を用いて形成することが可能であり、例えば、プラズマCVD法によって成膜温度を250℃以上400℃以下として形成することで、緻密で非常にガスバリア性の高い膜とすることができる。なお、絶縁膜193の厚さは10nm以上3000nm以下、さらには200nm以上1500nm以下が好ましい。

[0128]

次に、図4に示すように、結晶性半導体基板101と作製基板911とを、接着層196を用いて貼り合わせる。

[0129]

次に、レーザ光又は鋭利な刃物等を用いて、剥離の起点を形成する。剥離層992にクラックを入れる（膜割れ又はひびを生じさせる）ことで、剥離の起点を形成できる。例えば、レーザ光の照射によって、絶縁膜193に含まれる膜の一部を溶解、蒸発、又は熱的に破壊することができる。

[0130]

そして、形成した剥離の起点から、物理的な力（人間の手もしくは治具で引き剥がす処理、又は、基板に密着させたローラーを回転させることで分離する処理等）によって絶縁膜193と作製基板911とを分離する。図5の上部に、絶縁膜193から分離された剥離層992と作製基板911を示す。その後、露出した絶縁膜193と、可撓性基板191とを、接着層192を用いて貼り合わせる（図5）。

[0131]

最後に、結晶性半導体基板101を研磨又は研削し、厚さを薄くする。図5では、研磨する前の結晶性半導体基板101の厚さを点線で示している。

[0132]

以上のように、本発明の一態様の表示装置の作製方法では、結晶性基板を用いるため、加熱処理を施しても基板の熱収縮の影響を受けにくく、精細度が極めて高い表示装置を歩留まりよく作製することができる。また、作製基板上で高温をかけて絶縁膜を形成することで、信頼性の高い表示装置を作製することができる。さらに、作製基板を剥離し、可撓性基板を貼ること、及び結晶性基板を研磨することにより、表示装置の薄型化、軽量化、フレキシブル化が可能となる。

[0133]

以下に、断面構成例1とは異なる断面構成例を示す。なお、断面構成例1と同様の部分については、詳細な説明を省略する場合がある。

[0134]

<断面構成例2>

図6(A)、(B)に、図1とは異なる画素部の断面図を示す。断面構成例2は、トランジスタ163、164を有する点で、図1の構成と異なる。

[0135]

図6(A)は、トランジスタ163のチャネル長方向の断面図であり、図6(B)は、トランジスタ163のチャネル幅方向の断面図である。

[0136]

図6(A)では、結晶性半導体基板101、トランジスタ163、トランジスタ164、素子分離領域118、発光素子180、可撓性基板191、接着層192、絶縁膜193、遮光層194、着色層195、接着層196等を示している。

[0137]

表示装置には、トランジスタ163及びトランジスタ164のようなFin型のトランジスタを用いてもよい。トランジスタをFin型とすることにより、実効上のチャネル幅が増大し、トランジスタのオン特性を向上させることができる。また、ゲートの電界の寄与を高くすることができるため、トランジスタのオフ特性を向上させることができる。

[0138]

図6(B)に示すトランジスタ163では、結晶性半導体基板101の一部が凸形状を有し、その側面及び上面に沿ってゲート絶縁膜115及びゲート116cが設けられている。このように、Fin型のトランジスタでは、チャネル形成領域における凸部の側部及び上部と、ゲートとがゲート絶縁膜を間に挟んで重なることで、チャネル形成領域の側部と上部を含めた広い範囲においてキャリアが流れる。そのため、トランジスタの結晶性基板上における占有面積を小さく抑えつつ、トランジスタにおけるキャリアの移動量を増加させることができる。その結果、トランジスタは、オン電流が大きくなると共に、電界効果移動度が高められる。

[0139]

本構成例では、半導体基板の一部を加工して凸部を形成する場合を示したが、SOI(Silicon on Insulator)基板を加工して凸形状を有する半導体膜を形成してもよい。

[0140]

トランジスタ163は、n型のトランジスタである。トランジスタ163は、n型不純物領域113n、LDD領域114n、ゲート絶縁膜115、ゲート116c、サイドウォール117、絶縁膜121、絶縁膜122、導電膜123e、導電膜123f、導電膜124e、導電膜124f、導電膜129e、及び導電膜129fを有する。

[0141]

トランジスタ163が有するn型不純物領域113nの一方は、導電膜123e及び導電膜129eを介して、絶縁膜122上の導電膜124eと電気的に接続されており、他方は、導電膜123f及び導電膜129fを介して、絶縁膜122上の導電膜124fと電気的に接続されている。

[0142]

トランジスタ164は、n型のトランジスタである。トランジスタ164は、n型不純物領域113n、LDD領域114n、ゲート絶縁膜115、ゲート116d、サイドウォール117、絶縁膜1

2 1、絶縁膜 1 2 2、導電膜 1 2 3 g、導電膜 1 2 3 h、導電膜 1 2 4 g、導電膜 1 2 4 h、導電膜 1 2 9 g、及び導電膜 1 2 9 hを有する。

[0 1 4 3]

トランジスタ 1 6 4が有するn型不純物領域 1 1 3 nの一方は、導電膜 1 2 3 g及び導電膜 1 2 9 gを介して、絶縁膜 1 2 2上の導電膜 1 2 4 gと電氣的に接続されており、他方は、導電膜 1 2 3 h及び導電膜 1 2 9 hを介して、絶縁膜 1 2 2上の導電膜 1 2 4 hと電氣的に接続されている。

[0 1 4 4]

図 6 (A) に示すように、トランジスタ 1 6 3のゲート 1 1 6 cは、トランジスタ 1 6 4のソース又はドレインと電氣的に接続されている。具体的には、図 6 (A)、(B) に示すように、ゲート 1 1 6 cは、導電膜 1 2 3 i 及び導電膜 1 2 9 i を介して、導電膜 1 2 4 g と電氣的に接続されている。そして、図 6 (A) に示すように、導電膜 1 2 4 g は、導電膜 1 2 3 g 及び導電膜 1 2 9 g を介して、n型不純物領域 1 1 3 nと電氣的に接続されている。

[0 1 4 5]

トランジスタ 1 6 3のソース又はドレインは、導電膜 1 2 6 及び導電膜 1 2 7 を介して、絶縁膜 1 2 5 上の電極 1 8 1 と電氣的に接続されている。

[0 1 4 6]

図 6 (A) では、絶縁膜 1 2 8 が有機絶縁膜である例を示す。

[0 1 4 7]

<断面構成例 3>

図 7 に、図 1 とは異なる画素部の断面図を示す。

[0 1 4 8]

図 7 は、発光素子上に絶縁膜 1 9 7 を有し、絶縁膜 1 9 7 上に着色層を有する点で、図 1 と異なる。

[0 1 4 9]

図 7 では、結晶性半導体基板 1 0 1、トランジスタ 1 6 1、トランジスタ 1 6 2、素子分離領域 1 1 8、発光素子 1 8 0 G、発光素子 1 8 0 R、着色層 1 9 5 R、着色層 1 9 5 G、絶縁膜 1 9 7 等を示している。

[0 1 5 0]

図 7 では、隣り合う赤色の副画素と緑色の副画素の断面図を示すが、画素を構成する副画素の色及び配列に限定はない。

[0 1 5 1]

赤色の副画素は、発光素子 1 8 0 R を有する。緑色の副画素は発光素子 1 8 0 G を有する。発光素子 1 8 0 R と発光素子 1 8 0 G は、EL 層 1 8 3 を構成する少なくとも 1 層 (例えば発光層) の材料が異なる、又は、それぞれマイクロキャビティ構造が適用されている、等によって、互いに異なる色を呈する光を射出することができてよい。発光素子 1 8 0 R から射出された光が着色層 1 9 5 R を通ることで、赤色の副画素からは赤色を呈する光が取り出される。同様に、発光素子 1 8 0 G から射出された光が着色層 1 9 5 G を通ることで、緑色の副画素からは緑色を呈する光が取り出される。

[0 1 5 2]

または、発光素子 1 8 0 R と発光素子 1 8 0 G は、同一の構成であってもよい。例えば、発光素子 1 8 0 R と発光素子 1 8 0 G は、いずれも白色を呈する光を射出する構成であってもよい。発光素子 1

80Rから射出された白色を呈する光が着色層195Rを通ることで、赤色の副画素からは赤色を呈する光が取り出される。同様に、発光素子180Gから射出された白色を呈する光が着色層195Gを通ることで、緑色の副画素からは緑色を呈する光が取り出される。

[0153]

発光素子180R上及び発光素子180G上には、絶縁膜197が設けられている。発光素子180R上には、絶縁膜197を介して、着色層195Rが設けられている。発光素子180G上には、絶縁膜197を介して、着色層195Gが設けられている。

[0154]

図7に示すように、発光素子上に、ガスバリア性の高い絶縁膜197を形成し、絶縁膜197上に着色層を形成してもよい。絶縁膜197は、発光素子の封止層として機能する。封止層を設けることで、封止のための基板を別途設ける必要がなくなるため、表示装置の薄型化、軽量化、又はフレキシブル化等が容易となる。また、着色層を発光素子とは異なる基板に形成した場合、表示装置の精細度が高いほど、発光素子と着色層の位置を合わせるために、基板の貼り合わせの精度を高める必要がある。一方、図7の構成では、発光素子上に絶縁膜197を介して着色層を直接形成できるため、高精度で基板を貼り合わせる技術が不要であり、所望の領域に着色層を形成することが容易となる。

[0155]

なお、封止性能を高めるため、発光素子上に封止層を設け、さらに、接着層を用いて封止のための可撓性基板を貼り合わせてもよい。つまり、図1等において、発光素子180と接着層196との間に封止層を設けてもよい。

[0156]

図7に示すトランジスタ161及びトランジスタ162の構成は、図1と同様である。

[0157]

<断面構成例4>

図8に、図1とは異なる走査線駆動回路150及び画素部160の断面図を示す。

[0158]

図8は、カラーフィルタ方式でなく、塗り分け方式が適用されている点で、図1と異なる。

[0159]

図8では、結晶性半導体基板101、トランジスタ151n、トランジスタ151p、トランジスタ161、トランジスタ162、素子分離領域118、発光素子180、絶縁膜197等を示している。

[0160]

図8では、EL層183全体が異なる色の副画素間で塗り分けられている例を示すが、本発明の一態様はこれに限られない。本発明の一態様では、EL層183を構成する少なくとも1層（例えば発光層）が、異なる色の副画素間で塗り分けられる。塗り分け方式を用いることで、カラーフィルタ等の着色層を設ける必要がなく、作製工程の簡略化、コストの削減などが可能となる。

[0161]

発光素子180上には、絶縁膜197が設けられている。発光素子上に封止層として機能する絶縁膜を設けることで、封止のための基板を別途設ける必要がなくなるため、表示装置の薄型化、軽量化、又はフレキシブル化等が容易となる。発光素子180は、絶縁膜197側に光を射出する。

[0162]

図8に示すトランジスタ151n、トランジスタ151p、トランジスタ161、及びトランジスタ162の構成は、図1と同様である。

[0163]

<断面構成例5>

図9(A)に、図1とは異なる画素部160の断面図を示す。

[0164]

図9(A)は、表示素子として、液晶素子を有する点で、図1と異なる。

[0165]

図9(A)では、結晶性半導体基板101、トランジスタ161、トランジスタ162、素子分離領域118、液晶素子250、絶縁膜253、遮光層194、着色層195、オーバーコート255、可撓性基板191等を示している。

[0166]

液晶素子250には、FFS(Fringe Field Switching)モードが適用されている。液晶素子250は、導電膜251、導電膜252、及び液晶254を有する。導電膜251と導電膜252との間に生じる電界により、液晶254の配向を制御することができる。導電膜251は、画素電極として機能することができる。導電膜252は、共通電極として機能することができる。

[0167]

導電膜251に、可視光を反射する導電性材料を用い、導電膜252に可視光を透過する導電性材料を用いることで、本発明の一態様の表示装置を、反射型の液晶表示装置として機能させることができる。また、結晶性基板が可視光を透過する場合、導電膜251及び導電膜252に、可視光を透過する導電性材料を用いることで、本発明の一態様の表示装置を、透過型の液晶表示装置として機能させることができる。

[0168]

可視光を透過する導電性材料としては、例えば、インジウム(In)、亜鉛(Zn)、錫(Sn)の中から選ばれた一種を含む材料を用いるとよい。具体的には、酸化インジウム、インジウム錫酸化物(ITO: Indium Tin Oxide)、インジウム亜鉛酸化物、酸化タングステンを含むインジウム酸化物、酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、酸化チタンを含むインジウム錫酸化物、酸化ケイ素を含むインジウム錫酸化物、酸化亜鉛、ガリウムを含む酸化亜鉛などが挙げられる。なお、グラフェンを含む膜を用いることもできる。グラフェンを含む膜は、例えば膜状に形成された酸化グラフェンを含む膜を還元して形成することができる。また、不純物元素を含有させた酸化物半導体等の半導体を用いてもよい。

[0169]

可視光を反射する導電性材料としては、例えば、アルミニウム、銀、又はこれらの金属材料を含む合金等が挙げられる。

[0170]

画素電極として機能する導電膜251は、トランジスタ161のソース又はドレインと電氣的に接続される。図9(A)では、導電膜251は、導電膜127を介して、導電膜124eと電氣的に接続されている。

[0171]

導電膜252は、櫛歯状の上面形状（平面形状ともいう）、又はスリットが設けられた上面形状を有する。導電膜251と導電膜252の間には、絶縁膜253が設けられている。導電膜251は、絶縁膜253を介して導電膜252と重なる部分を有する。また、導電膜251と着色層195とが重なる領域において、導電膜251上に導電膜252が配置されていない部分を有する。

[0172]

可撓性基板191には、遮光層194、着色層195、オーバーコート255が設けられている。着色層195は、液晶素子250と重なる部分を有する。

[0173]

オーバーコート255は、着色層195や遮光層194等に含まれる不純物が液晶254に拡散することを防ぐ機能を有することが好ましい。オーバーコート255は設けなくてもよい。

[0174]

なお、液晶254と接する配向膜が設けられていてもよい。配向膜は、液晶254の配向を制御することができる。

[0175]

また、表示装置は、スペーサ256を有する。スペーサ256は、結晶性半導体基板101と可撓性基板191との距離が一定以上近づくことを防ぐ機能を有する。

[0176]

図9（A）では、スペーサ256は、オーバーコート255上に設けられている例を示すが、本発明の一態様はこれに限られない。スペーサ256は、結晶性半導体基板101側に設けられていてもよいし、可撓性基板191側に設けられていてもよい。図9（A）では、スペーサ256が、絶縁膜253及びオーバーコート255と接する例を示すが、結晶性半導体基板101側又は可撓性基板191側のいずれかに設けられた構造物と接していなくてもよい。

[0177]

スペーサ256として粒状のスペーサを用いてもよい。粒状のスペーサとしては、シリカなどの材料を用いることができる。粒状のスペーサとして、樹脂又はゴムなどの弾性を有する材料を用いることが好ましい。このとき、粒状のスペーサは上下方向に潰れた形状となる場合がある。

[0178]

なお、本発明の一態様の表示装置を、透過型の液晶表示装置として機能させる場合、偏光板を、表示部を挟むように2つ配置する。偏光板よりも外側に配置されたバックライトからの光は偏光板を介して入射される。このとき、導電膜251と導電膜252の間に与える電圧によって液晶254の配向を制御し、光の光学変調を制御することができる。すなわち、偏光板を介して射出される光の強度を制御することができる。また、入射光は着色層195によって特定の波長領域以外の光が吸収されるため、射出される光は例えば赤色、青色、又は緑色を呈する光となる。

[0179]

また、偏光板に加えて、例えば円偏光板を用いることができる。円偏光板としては、例えば直線偏光板と1/4波長位相差板を積層したものを用いることができる。円偏光板により、表示装置の表示の視野角依存を低減することができる。

[0180]

なお、ここでは液晶素子250としてFFSモードが適用された素子を用いたが、これに限られず様々なモードが適用された液晶素子を用いることができる。例えば、VA (Vertical Alignment) モード、TN (Twisted Nematic) モード、IPS (In-Plane-Switching) モード、ASM (Axially Symmetric aligned Micro-cell) モード、OCB (Optically Compensated Birefringence) モード、FLC (Ferroelectric Liquid Crystal) モード、AFLC (AntiFerroelectric Liquid Crystal) モード等が適用された液晶素子を用いることができる。

[0181]

また、本発明の一態様では、ノーマリーブラック型の液晶表示装置、例えば垂直配向 (VA) モードを採用した透過型の液晶表示装置を適用してもよい。垂直配向モードとしては、MVA (Multi-Domain Vertical Alignment) モード、PVA (Patterned Vertical Alignment) モード、ASVモードなどを用いることができる。

[0182]

なお、液晶素子は、液晶の光学変調作用によって光の透過又は非透過を制御する素子である。なお、液晶の光学的変調作用は、液晶にかかる電界 (横方向の電界、縦方向の電界又は斜め方向の電界を含む) によって制御される。なお、液晶素子に用いる液晶としては、サーモトロピック液晶、低分子液晶、高分子液晶、高分子分散型液晶 (PDLC: Polymer Dispersed Liquid Crystal)、強誘電性液晶、反強誘電性液晶等を用いることができる。これらの液晶材料は、条件により、コレステリック相、スメクチック相、キュービック相、カイラルネマチック相、等方相等を示す。

[0183]

また、液晶材料としては、ポジ型の液晶及びネガ型の液晶の中から、適用するモード及び設計等に応じて最適な液晶材料を用いることができる。

[0184]

また、横電界方式を採用する場合、配向膜を用いないブルー相を示す液晶を用いてもよい。ブルー相は液晶相の一つであり、コレステリック液晶を昇温していくと、コレステリック相から等方相へ転移する直前に発現する相である。ブルー相は狭い温度範囲でしか発現しないため、温度範囲を改善するために5重量%以上のカイラル剤を混合させた液晶組成物を液晶254に用いる。ブルー相を示す液晶とカイラル剤とを含む液晶組成物は、応答速度が短く、光学的等方性である。また、ブルー相を示す液晶とカイラル剤とを含む液晶組成物は、配向処理が不要であり、視野角依存性が小さい。また配向膜を設けなくてもよいのでラビング処理も不要となるため、ラビング処理によって引き起こされる静電破壊を防止することができ、作製工程中の液晶表示装置の不良又は破損を軽減することができる。

[0185]

ここで、可撓性基板191よりも上部に、指又はスタイラスなどの被検知体が直接接触する基板を設けてもよい。またこのとき、可撓性基板191と当該基板との間に偏光板又は円偏光板を設けることが好ましい。その場合、当該基板上に保護層 (セラミックコート等) を設けることが好ましい。保護層は、例えば酸化シリコン、酸化アルミニウム、酸化イットリウム、イットリア安定化ジルコニア (YSZ) などの無機絶縁材料を用いることができる。また、当該基板に強化ガラスを用いてもよい。強

化ガラスは、イオン交換法もしくは風冷強化法等により、物理的又は化学的な処理が施され、その表面に圧縮応力を加えたものを用いることができる。

[0186]

図9 (A) に示すトランジスタ161及びトランジスタ162の構成は、図1と同様である。

[0187]

また、液晶素子の他の構成例について、図9 (B) ～ (E) に示す。

[0188]

図9 (B) ～ (D) に示すように、導電膜251及び導電膜252の双方が、楕歯状の上面形状（平面形状ともいう）、又はスリットが設けられた上面形状を有していてもよい。

[0189]

例えば、上面から見て、一方の導電膜のスリットの端部と、他方の導電膜のスリットの端部が重なる形状であってもよい。この場合の断面図を図9 (B) に示す。

[0190]

または、上面から見て、導電膜251及び導電膜252の双方が設けられていない部分を有していてもよい。この場合の断面図を図9 (C) に示す。

[0191]

または、上面から見て、導電膜251及び導電膜252が互いに重なる部分を有していてもよい。この場合の断面図を図9 (D) に示す。

[0192]

図9 (E) に示すように、導電膜251は、液晶254を介して導電膜252と重なっていてもよい。つまり、導電膜251が、液晶254よりも結晶性半導体基板101側に設けられ、導電膜252が液晶254よりも可撓性基板191側に設けられていてもよい。また、液晶254中に、樹脂等からなるポリマー壁257を設けてもよい。液晶254と接する一対の層の間（図9 (E) では、導電膜251と導電膜252との間）にポリマー壁257を設けることで、可撓性を有する液晶表示装置を曲げた場合でも、一対の基板間の距離を一定に保つことができる。

[0193]

また、図9 (E) に示すように、液晶254と導電膜251との間に、配向膜258を有していてもよい。同様に、液晶254と導電膜252との間に、配向膜259を有していてもよい。

[0194]

断面構成例1～5では、結晶性半導体基板101にトランジスタのチャネル形成領域を設ける例を示したが、本発明の一態様はこれに限られない。以降の断面構成例6～11では、結晶性基板102上に、別途、半導体膜を形成する例を示す。例えば、多結晶シリコン等のシリコン、又はインジウム、ガリウム、亜鉛のうち少なくとも一つを含む酸化物半導体等を半導体材料として用いることができる。

[0195]

<断面構成例6>

図10に、図1とは異なる走査線駆動回路150及び画素部160の断面図を示す。さらに、図10では、表示装置におけるFPC4018の接続部の断面図も示す。

[0196]

図10では、結晶性基板102、トランジスタ153、トランジスタ165、トランジスタ166、発光素子180、可撓性基板191、接着層192、絶縁膜193、遮光層194、着色層195、接着層196等を示している。

[0197]

図10に示す結晶性基板102は、導電性基板、半導体基板、及び絶縁性基板のいずれでもよい。表示装置の作製における加熱工程によって、結晶性基板102は収縮しにくいため、トランジスタもしくは表示素子の特性の劣化、又は作製工程の歩留まりの低下を抑制し、精細度の高い表示装置を作製できる。

[0198]

結晶性基板102は、可撓性を有することが好ましい。例えば、結晶性基板102の厚さは、 $1\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下が好ましく、 $1\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下がより好ましい。

[0199]

走査線駆動回路150において、結晶性基板102上に、絶縁膜111を介して、トランジスタ153が設けられている。画素部160において、結晶性基板102上に、絶縁膜111を介して、トランジスタ165及びトランジスタ166が設けられている。絶縁膜111は下地膜として機能する。絶縁膜111は設けなくてもよい。

[0200]

トランジスタ153、165、166は、いずれも同一の構造であるが、いずれかが異なる構造のトランジスタであってもよい。

[0201]

トランジスタのチャネル形成領域には、様々な半導体を用いることができる。例えば、酸化物半導体、又は、多結晶シリコン、もしくは単結晶シリコン基板等から転置された単結晶シリコン等のシリコンなどが挙げられる。また、トランジスタの構造は限定されない。

[0202]

図10に示す各トランジスタは、ゲート116、ゲート絶縁膜115、半導体膜131、及び2つの導電膜123を有する、ボトムゲート型のトランジスタである。2つの導電膜123の一方はソースとして機能し、他方はドレインとして機能する。また、各トランジスタは絶縁膜121に覆われている。

[0203]

発光素子180は、電極181、EL層183、及び電極185を有する。発光素子180は、着色層195側に光を射出する。

[0204]

トランジスタ165のソース又はドレインは、絶縁膜122上の導電膜124を介して、絶縁膜125上の電極181と電氣的に接続されている。

[0205]

電極181は画素電極として機能し、発光素子180ごとに設けられている。隣り合う2つの電極181は、絶縁膜128によって電氣的に絶縁されている。電極185は、共通電極として機能し、複数の発光素子180にわたって設けられている。

[0206]

また、ゲート絶縁膜 115 上の導電膜 187 は、外部からの信号（ビデオ信号、クロック信号、スタート信号、又はリセット信号等）や電位を伝達する外部入力端子を接続するための引き出し配線として機能する。ここでは、外部入力端子として FPC4018 を設ける例を示している。FPC4018 と導電膜 187 は、導電膜 189 及び接続体 199 を介して電氣的に接続されている。引き出し配線として機能する導電膜は、トランジスタ又は表示素子を構成する電極又は他の配線の少なくとも一つと同一の材料及び同一の工程で作製すると、工程の増加を抑制できるため好ましい。ここでは、導電膜 187 をトランジスタのソース及びドレインと同一の材料及び同一の工程で作製し、導電膜 189 を発光素子 180 の電極 181 と同一の材料及び同一の工程で作製する例を示す。

[0207]

結晶性基板 102 とは異なる基板上で作製された、絶縁膜 193、遮光層 194、及び着色層 195 は、接着層 196 によって、結晶性基板 102 と貼り合わされている。

[0208]

発光素子 180 は、接着層 196 を介して着色層 195 と重なる。絶縁膜 128 は、接着層 196 を介して遮光層 194 と重なる。

[0209]

本発明の一態様では、結晶性基板上にトランジスタ及び表示素子を形成するため、加熱処理を施しても基板の熱収縮の影響を受けにくく、精細度が極めて高い表示装置を歩留まりよく作製することができる。また、作製基板上で高温をかけて絶縁膜を形成することで、信頼性の高い表示装置を作製することができる。さらに、作製基板を剥離し、可撓性基板を貼ること、及び結晶性基板を研磨又は研削することにより、表示装置の薄型化、軽量化、フレキシブル化が可能となる。

[0210]

<断面構成例 7>

図 11 に、図 10 とは異なる走査線駆動回路 150 及び画素部 160 の断面図を示す。断面構成例 7 は、トランジスタ 154、167、168 を有する点で、図 10 の構成と異なる。

[0211]

図 11 では、結晶性基板 102、絶縁膜 111、トランジスタ 154、トランジスタ 167、トランジスタ 168、発光素子 180、可撓性基板 191、接着層 192、絶縁膜 193、遮光層 194、着色層 195、接着層 196 等を示している。

[0212]

図 11 に示す各トランジスタは、ゲート 116、ゲート絶縁膜 115、半導体膜（チャネル形成領域 119a 及び低抵抗領域 119b を含む）、並びに 2 つの導電膜 123 を有する、トップゲート型のトランジスタである。2 つの導電膜 123 の一方はソースとして機能し、他方はドレインとして機能する。

[0213]

トランジスタ 167 のソース又はドレインは、絶縁膜 122 上の導電膜 124 を介して、絶縁膜 125 上の電極 181 と電氣的に接続されている。

[0214]

または、本発明の一態様の表示装置には、図 12 (A) に示すトランジスタ 169 を適用することもできる。

[0215]

図12 (A) に、トランジスタ169の上面図を示す。図12 (B) は、本発明の一態様の表示装置の、トランジスタ169のチャネル長方向の断面図である。図12 (B) に示すトランジスタ169は、図12 (A) における一点鎖線X1-X2間の断面に相当する。図12 (C) は、本発明の一態様の表示装置の、トランジスタ169のチャネル幅方向の断面図である。図12 (C) に示すトランジスタ169は、図12 (A) における一点鎖線Y1-Y2間の断面に相当する。

[0216]

トランジスタ169はバックゲートを有するトップゲート型のトランジスタの一種である。

[0217]

トランジスタ169では、絶縁膜135に設けた凸部上に半導体膜119が形成されている。絶縁膜135に設けた凸部上に半導体膜119を設けることによって、半導体膜119の側面もゲート116で覆うことができる。すなわち、トランジスタ169は、ゲート116の電界によって、半導体膜119を電気的に取り囲むことができる構造を有している。このように、導電膜の電界によって、チャネルが形成される半導体膜を電気的に取り囲むトランジスタの構造を、*surrounded channel (s-channel)* 構造とよぶ。また、*s-channel* 構造を有するトランジスタを、「*s-channel* 型トランジスタ」もしくは「*s-channel* トランジスタ」ともいう。

[0218]

s-channel 構造では、半導体膜119の全体(バルク)にチャネルを形成することもできる。*s-channel* 構造では、トランジスタのドレイン電流を大きくすることができ、さらに大きいオン電流を得ることができる。また、ゲート116の電界によって、半導体膜119に形成されるチャネル形成領域の全領域を空乏化することができる。したがって、*s-channel* 構造では、トランジスタのオフ電流をさらに小さくすることができる。

[0219]

バックゲート136は結晶性基板102上に絶縁膜111を介して設けられている。

[0220]

絶縁膜122上に設けられた導電膜123xは、ゲート絶縁膜115、絶縁膜121x、絶縁膜121y、及び絶縁膜122に設けられた開口747xにおいて、半導体膜119と電気的に接続されている。また、絶縁膜122上に設けられた導電膜123yは、ゲート絶縁膜115、絶縁膜121x、絶縁膜121y、及び絶縁膜122に設けられた開口747yにおいて、半導体膜119と電気的に接続されている。

[0221]

ゲート絶縁膜115上に設けられたゲート116は、ゲート絶縁膜115及び絶縁膜135に設けられた開口748x及び開口748yにおいて、バックゲート136と電気的に接続されている。よって、ゲート116とバックゲート136には、同じ電位が供給される。また、開口748x及び開口748yは、どちらか一方を設けなくてもよい。また、開口748x及び開口748yの両方を設けなくてもよい。開口748x及び開口748yの両方を設けない場合は、バックゲート136とゲート116に異なる電位を供給することができる。

[0222]

なお、s - c h a n n e l 構造を有するトランジスタに用いる半導体としては、酸化物半導体、又は、多結晶シリコン、もしくは単結晶シリコン基板等から転置された単結晶シリコン等のシリコンなどが挙げられる。

[0223]

導電膜123xは、絶縁膜125上の電極181と電氣的に接続されている。

[0224]

<断面構成例8>

図13に、図10とは異なる画素部160の断面図を示す。

[0225]

図13では、結晶性基板951、トランジスタ165、着色層195、発光素子180、可撓性基板191、接着層196等を示している。

[0226]

図13に示す結晶性基板951には、可視光を透過する結晶性基板を用いる。可視光を透過する結晶性基板を用いることで、結晶性基板951を表示装置の表示面側の基板とすることができる。図13では、ボトムエミッション構造の表示装置を例示している。また、表示装置の作製における加熱工程によって、結晶性基板951が収縮しにくいため、トランジスタもしくは表示素子の特性の劣化、又は作製工程の歩留まりの低下を抑制し、精細度の高い表示装置を作製できる。

[0227]

結晶性基板951は、可撓性を有することが好ましい。例えば、結晶性基板951の厚さは、1 μ m以上100 μ m以下が好ましく、1 μ m以上50 μ m以下がより好ましい。

[0228]

画素部160において、結晶性基板951上に、トランジスタ165が設けられている。結晶性基板951とトランジスタ165の間に、下地膜として機能する絶縁膜111を有していてもよい。

[0229]

発光素子180は、電極181、EL層183、及び電極185を有する。発光素子180は、着色層195側に光を射出する。

[0230]

図13では、絶縁膜121上に着色層195を有する例を示すが、本発明の一態様はこれに限られない。着色層195は、結晶性基板951と電極181の間に設けることができる。

[0231]

図13に示すトランジスタ165の構成は、図10と同様である。

[0232]

<断面構成例9>

図14に、図10とは異なる走査線駆動回路150及び画素部160の断面図を示す。

[0233]

図14では、結晶性基板102、絶縁膜111、トランジスタ152n、トランジスタ152p、トランジスタ155、トランジスタ156、発光素子180、可撓性基板191、接着層196等を示している。

[0234]

本発明の一態様では、例えば、SOI基板を用いてもよい。

[0235]

図14では、走査線駆動回路150において、結晶性基板102上に、絶縁膜111を介して、p型のトランジスタ152pとn型のトランジスタ152nとが設けられている例を示す。また、図14では、画素部160において、結晶性基板102上に、絶縁膜111を介して、それぞれn型のトランジスタ155及びトランジスタ156が設けられている例を示す。

[0236]

トランジスタ152pは、p型のトランジスタである。トランジスタ152pは、半導体膜131（一部に、p型不純物領域113p及びLDD領域114pを含む）、ゲート絶縁膜115、ゲート116a、サイドウォール117、絶縁膜122、導電膜123a、導電膜123b、導電膜124a、及び導電膜124bを有する。

[0237]

トランジスタ152pが有するp型不純物領域113pの一方は、導電膜123aを介して、絶縁膜122上の導電膜124aと電氣的に接続されており、他方は、導電膜123bを介して、絶縁膜122上の導電膜124bと電氣的に接続されている。

[0238]

トランジスタ152nは、n型のトランジスタである。トランジスタ152nは、半導体膜131（一部に、n型不純物領域113n及びLDD領域114nを含む）、ゲート絶縁膜115、ゲート116b、サイドウォール117、絶縁膜122、導電膜123c、導電膜123d、導電膜124c、及び導電膜124dを有する。

[0239]

トランジスタ152nが有するn型不純物領域113nの一方は、導電膜123cを介して、絶縁膜122上の導電膜124cと電氣的に接続されており、他方は、導電膜123dを介して、絶縁膜122上の導電膜124dと電氣的に接続されている。

[0240]

トランジスタ155は、n型のトランジスタである。トランジスタ155は、半導体膜131（一部に、n型不純物領域113n及びLDD領域114nを含む）、ゲート絶縁膜115、ゲート116c、サイドウォール117、絶縁膜122、導電膜123e、導電膜123f、導電膜124e、及び導電膜124fを有する。

[0241]

トランジスタ155が有するn型不純物領域113nの一方は、導電膜123eを介して、絶縁膜122上の導電膜124eと電氣的に接続されており、他方は、導電膜123fを介して、絶縁膜122上の導電膜124fと電氣的に接続されている。

[0242]

トランジスタ156は、n型のトランジスタである。トランジスタ156は、半導体膜131（一部に、n型不純物領域113n及びLDD領域114nを含む）、ゲート絶縁膜115、ゲート116d、サイドウォール117、絶縁膜122、導電膜123g、導電膜123h、導電膜124g、及び導電膜124hを有する。

[0243]

トランジスタ 1 5 6 が有する n 型不純物領域 1 1 3 n の一方は、導電膜 1 2 3 g を介して、絶縁膜 1 2 2 上の導電膜 1 2 4 g と電氣的に接続されており、他方は、導電膜 1 2 3 h を介して、絶縁膜 1 2 2 上の導電膜 1 2 4 h と電氣的に接続されている。

[0 2 4 4]

トランジスタ 1 5 5 のゲート 1 1 6 c は、トランジスタ 1 5 6 のソース又はドレインと電氣的に接続されている。具体的には、ゲート 1 1 6 c は、導電膜 1 2 3 i を介して、導電膜 1 2 4 g と電氣的に接続されている。そして、導電膜 1 2 4 g は、導電膜 1 2 3 g を介して、n 型不純物領域 1 1 3 n と電氣的に接続されている。

[0 2 4 5]

ゲート絶縁膜 1 1 5 は、半導体膜 1 3 1 と各トランジスタのゲートの間に位置する。各トランジスタのゲートは、ゲート絶縁膜 1 1 5 を挟んで、半導体膜 1 3 1 のチャネル形成領域と重なる。

[0 2 4 6]

発光素子 1 8 0 は、電極 1 8 1、E L 層 1 8 3、及び電極 1 8 5 を有する。発光素子 1 8 0 は、可撓性基板 1 9 1 側に光を射出する。

[0 2 4 7]

トランジスタ 1 5 5 のソース又はドレインは、導電膜 1 2 7 を介して、絶縁膜 1 2 5 上の電極 1 8 1 と電氣的に接続されている。

[0 2 4 8]

電極 1 8 1 は画素電極として機能し、発光素子 1 8 0 ごとに設けられている。隣り合う 2 つの電極 1 8 1 は、絶縁膜 1 2 8 によって電氣的に絶縁されている。E L 層 1 8 3 は、異なる色の副画素間で塗り分けられている。電極 1 8 5 は、共通電極として機能し、複数の発光素子 1 8 0 にわたって設けられている。さらに、発光素子 1 8 0 上に封止層として機能する絶縁膜を設けると、発光素子 1 8 0 の信頼性が高めるため好ましい。

[0 2 4 9]

<断面構成例 1 0>

図 1 5 に、図 1 0 とは異なる走査線駆動回路 1 5 0 及び画素部 1 6 0 の断面図を示す。断面構成例 1 0 は、結晶性基板 1 0 2 及び絶縁膜 1 1 1 を有さず、可撓性基板 9 0 1、接着層 9 0 3、及び絶縁膜 1 0 5 を有する点で、図 1 0 の構成と異なる。

[0 2 5 0]

図 1 5 では、可撓性基板 9 0 1、接着層 9 0 3、絶縁膜 1 0 5、トランジスタ 1 5 3、トランジスタ 1 6 5、トランジスタ 1 6 6、発光素子 1 8 0、可撓性基板 1 9 1、接着層 1 9 2、絶縁膜 1 9 3、遮光層 1 9 4、着色層 1 9 5、接着層 1 9 6 等を示している。

[0 2 5 1]

本発明の一態様では、結晶性基板上にトランジスタ及び発光素子等を含む素子層を形成した後、該結晶性基板を剥離し、他の基板と該素子層とを貼り合わせてもよい。

[0 2 5 2]

<断面構成例 1 0 の作製方法>

図 1 6 ～図 1 8 を用いて、断面構成例 1 0 の作製方法の一例を説明する。なお、断面構成例 1 の作製方法と同様の部分については、説明を省略する場合がある。

[0253]

まず、図16(A)に示すように、結晶性基板102上に、剥離層103を形成する。次に、剥離層103上に絶縁膜105を形成する。次に、絶縁膜105上にトランジスタ153、165、166、絶縁膜121、122、125、及び発光素子180等を作製する。

[0254]

剥離層103に用いることができる材料は、剥離層992に用いることができる材料と同様である。絶縁膜105に用いることができる材料は、絶縁膜193に用いることができる材料と同様である。

[0255]

また、図16(B)に示すように、作製基板911上に、剥離層992を形成する。次に、剥離層992上に絶縁膜193を形成する。次に、絶縁膜193上に遮光層194及び着色層195を形成する。

[0256]

次に、図17に示すように、結晶性基板102と作製基板911とを、接着層196を用いて貼り合わせ、接着層196を硬化させる。

[0257]

次に、作製基板911と、結晶性基板102と、をそれぞれ素子層から剥離する。作製基板911と結晶性基板102は、どちらの基板から剥離しても構わない。本実施の形態では、結晶性基板102を先に剥離する場合を例に説明する。

[0258]

まず、レーザ光又は鋭利な刃物等を用いて、剥離の起点を形成する。剥離層103にクラックを入れることで、結晶性基板102を剥離するための剥離の起点を形成できる。例えば、レーザ光の照射によって、絶縁膜105に含まれる膜の一部を溶解、蒸発、又は熱的に破壊することができる。

[0259]

そして、形成した剥離の起点から、物理的な力によって絶縁膜105と結晶性基板102とを分離する。図18の下部に、絶縁膜105から分離された剥離層103と結晶性基板102を示す。その後、露出した絶縁膜105と、可撓性基板901とを、接着層903を用いて貼り合わせる(図18)。

[0260]

次に、剥離層912にクラックを入れることで、作製基板911を剥離するための剥離の起点を形成する。

[0261]

そして、形成した剥離の起点から、物理的な力によって絶縁膜193と作製基板911とを分離する。図18の上部に、絶縁膜193から分離された剥離層912と作製基板911を示す。その後、露出した絶縁膜193と、可撓性基板191とを、接着層192を用いて貼り合わせる(図18)。

[0262]

表示装置を構成する機能素子等は、全て結晶性基板102及び作製基板911上で形成するため、精細度の高い表示装置を作製する場合においても、可撓性基板には、高い位置合わせ精度が要求されない。よって、簡便に可撓性基板を貼り付けることができる。

[0263]

なお、図18では、導電膜189が接着層196及び絶縁膜193等で覆われている。外部入力端子と電氣的に接続させるために、導電膜189を露出させる必要がある。例えば、導電膜189上の接着層196及び絶縁膜193等を、レーザー光の照射又は切削加工等により除去することができる。

[0264]

または、図16(A)に示す段階で、導電膜189上に、導電膜189との密着性が低い機能膜を形成する、又は、導電膜189上に、互いに密着性の低い2層以上の積層膜を形成してもよい。このように、導電膜189上に膜を形成することで、外部入力端子と接続させる領域のみ、絶縁膜193と剥離層912の界面でなく、導電膜189と機能膜の界面、又は導電膜189上の密着性の低い積層膜の界面で分離することができる。この場合、作製基板911を剥離する工程で、導電膜189の露出が可能となるため、工程数の削減が可能となる。なお、導電膜189上に、他の膜が一部残る場合もある。そのときは、ドライ処理（ドライアイスの粉を吹き付ける方法など）又はウェット処理（有機溶媒、水、又は過酸化水素水等で拭き取る方法など）により、導電膜189上に残存した膜を除去することが好ましい。

[0265]

以上のように、本発明の一態様の表示装置の作製方法では、結晶性基板上にトランジスタ及び発光素子を形成することで精細度が極めて高い表示装置を作製することができる。また、作製基板上で高温をかけて絶縁膜を形成することで、信頼性の高い表示装置を作製することができる。さらに、作製基板及び結晶性基板をそれぞれ剥離し、可撓性基板を貼ることにより、表示装置の薄型化、軽量化、フレキシブル化が可能となる。

[0266]

<断面構成例11>

図19に、図1とは異なる画素部の断面図を示す。

[0267]

図19に示すように、本発明の一態様では、絶縁膜及び導電膜の積層構造でなる多層配線構造を採用して、高度に集積化した表示装置を実現することも可能である。

[0268]

図19では、結晶性半導体基板101、トランジスタ161、複数の容量素子170、発光素子180、可撓性基板191、接着層192、絶縁膜193、遮光層194、着色層195、接着層196等を示している。

[0269]

トランジスタ161が有する導電膜124eは、複数の導電膜を介して、発光素子180の電極181と電氣的に接続されている。導電膜124eと、絶縁膜125上の導電膜141と、は、導電膜149によって電氣的に接続されている。絶縁膜125上の導電膜141と、絶縁膜143上の導電膜141と、は、別の導電膜149によって電氣的に接続されている。絶縁膜143は4層積層されており、一番上の1つを除いた3つの絶縁膜143上に、それぞれ導電膜141が設けられ、全ての導電膜141が、導電膜149によって電氣的に接続されている。4層のうち一番上の絶縁膜143上には、電極181が設けられている。4層のうち一番上の導電膜141と、電極181とは、導電膜149によって電氣的に接続されている。

[0270]

また、多層配線構造の少なくとも一部に、容量素子 170 を有していてもよい。容量素子 170 は、一対の導電膜（導電膜 141 及び導電膜 148）と、その間に設けられた絶縁膜 142 と、を有する。また、上下に重なる 2 つの容量素子 170 において、下側の容量素子 170 が有する導電膜 148 と、上側の容量素子 170 が有する導電膜 141 とは、1 以上の導電膜 149 によって、電氣的に接続されている。

[0271]

図 19 に示すトランジスタ 161 の構成は、図 1 と同様である。

[0272]

<断面構成例 12>

図 20 に、画素回路の一例を示す回路図を示す。また、図 21 に図 1 とは異なる画素部の断面図を示す。

[0273]

図 20 に示す画素回路は、発光素子 180、トランジスタ 3200、トランジスタ 3300、及び容量素子 3400 を有する。トランジスタ 3200 は、駆動トランジスタとして機能する。トランジスタ 3300 は、選択トランジスタとして機能する。

[0274]

発光素子 180 の第 1 の電極は、第 1 の配線 3001 と電氣的に接続されている。発光素子 180 の第 2 の電極は、トランジスタ 3200 の第 1 の電極と電氣的に接続されている。トランジスタ 3200 の第 2 の電極は、第 2 の配線 3002 と電氣的に接続されている。トランジスタ 3200 のゲートは、トランジスタ 3300 の第 1 の電極及び容量素子 3400 の第 1 の電極と電氣的に接続されている。トランジスタ 3300 の第 2 の電極は、第 3 の配線 3003 と電氣的に接続されている。トランジスタ 3300 のゲートは、第 4 の配線 3004 と電氣的に接続されている。容量素子 3400 の第 2 の電極は、第 5 の配線 3005 と電氣的に接続されている。

[0275]

図 20 に示す画素回路において、トランジスタ 3300 は、トランジスタ 3200 とは異なる半導体を用いて形成されている。具体的には、トランジスタ 3200 は、シリコンを用いたトランジスタであり、トランジスタ 3300 は、酸化物半導体を用いたトランジスタである。

[0276]

図 21 は、図 20 に示す発光素子 180、トランジスタ 3200、トランジスタ 3300、及び容量素子 3400 を含む、表示装置の断面図に相当する。

[0277]

図 21 では、トランジスタ 3200 の上方にトランジスタ 3300 が配置され、トランジスタ 3300 の上方に容量素子 3400 が配置され、容量素子 3400 の上方に発光素子 180 が配置されている。

[0278]

図 21 に示すように、本発明の一態様では、2 つ以上のトランジスタを積層した表示装置を実現することも可能である。

[0279]

なお、トランジスタ 3200、3300 は、図 21 に示す構成に限定されず、上述した様々な構造を適用することができる。

[0280]

トランジスタ 3200 は、結晶性半導体基板 101 を用いたトランジスタである。

[0281]

トランジスタ 3200 は、結晶性半導体基板 101 中の不純物領域 474a 及び不純物領域 474b と、ゲート絶縁膜 462 と、ゲート 454 と、を有する。

[0282]

トランジスタ 3200 において、不純物領域 474a 及び不純物領域 474b は、ソース領域及びドレイン領域として機能する。ゲート 454 に印加する電位によって、チャネル形成領域の抵抗を制御することができる。即ち、ゲート 454 に印加する電位によって、不純物領域 474a と不純物領域 474b との間の導通・非導通を制御することができる。

[0283]

なお、トランジスタ 3200 は、素子分離領域 460 などによって隣接するトランジスタと分離される。素子分離領域 460 は、絶縁性を有する領域である。

[0284]

トランジスタ 3300 は、酸化物半導体膜 406b を用いたトランジスタである。

[0285]

トランジスタ 3300 は、ゲート 401、ゲート絶縁膜 403、酸化物膜 406a、酸化物半導体膜 406b、酸化物膜 406c、導電膜 404a、及び導電膜 404b を有する。

[0286]

酸化物膜 406a 及び酸化物膜 406c には、それぞれ、酸化物半導体膜 406b を構成する酸素以外の元素一種以上を有する酸化物を用いることが望ましい。

[0287]

絶縁膜 475 の開口部には、導電膜 484d が埋め込まれている。導電膜 484d に一定の電位を印加することで、トランジスタ 3300 のしきい値電圧などの電気特性を制御しても構わない。または、例えば、導電膜 484d とゲート 401 とを電氣的に接続しても構わない。こうすることで、トランジスタ 3300 のオン電流を大きくすることができる。また、パンチスルー現象を抑制することができるため、トランジスタ 3300 の飽和領域における電気特性を安定にすることができる。また、導電膜 484d は、トランジスタ 3300 のボトムゲート電極としての機能を有しても構わない。このとき、ゲート 401 は、バックゲート電極として機能することができる。

[0288]

容量素子 3400 は、導電膜 494、絶縁膜 498、及び導電膜 496 を有する。容量素子 3400 を、トランジスタ 3300 の上方又は下方に形成することで、表示装置の大きさを縮小することができる、好ましい。

[0289]

不純物領域 474a は、複数の導電膜を介して、導電膜 489a と電氣的に接続されている。具体的には、不純物領域 474a は、導電膜 480a を介して、絶縁膜 464 上の導電膜 478a と電氣的に接続されている。導電膜 478a は、導電膜 476a を介して、絶縁膜 468 上の導電膜 479a

と電氣的に接続されている。導電膜479aは、導電膜477aを介して、絶縁膜472上の導電膜484aと電氣的に接続されている。導電膜484aは、導電膜483aを介して、絶縁膜428上の導電膜485aと電氣的に接続されている。導電膜485aは、導電膜487aを介して、絶縁膜465上の導電膜488aと電氣的に接続されている。導電膜488aは、導電膜490aを介して、絶縁膜467上の導電膜489aと電氣的に接続されている。

[0290]

不純物領域474bは、複数の導電膜を介して、発光素子180の電極181と電氣的に接続されている。具体的には、不純物領域474bは、導電膜480bを介して、絶縁膜464上の導電膜478bと電氣的に接続されている。導電膜478bは、導電膜476bを介して、絶縁膜468上の導電膜479bと電氣的に接続されている。導電膜479bは、導電膜477bを介して、絶縁膜472上の導電膜484bと電氣的に接続されている。導電膜484bは、導電膜483bを介して、絶縁膜428上の導電膜485bと電氣的に接続されている。導電膜485bは、導電膜487bを介して、絶縁膜465上の導電膜488bと電氣的に接続されている。導電膜488bは、導電膜490bを介して、絶縁膜467上の導電膜489bと電氣的に接続されている。導電膜489bは、導電膜491を介して、絶縁膜469上の電極181と電氣的に接続されている。

[0291]

トランジスタ3200のゲート454は、複数の導電膜を介して、トランジスタ3300の導電膜404bと電氣的に接続されている。また、トランジスタ3200のゲート454は、複数の導電膜を介して、容量素子3400の導電膜494と電氣的に接続されている。具体的には、ゲート454は、導電膜480cを介して、絶縁膜464上の導電膜478cと電氣的に接続されている。導電膜478cは、導電膜476cを介して、絶縁膜468上の導電膜479cと電氣的に接続されている。導電膜479cは、導電膜477cを介して、絶縁膜472上の導電膜484cと電氣的に接続されている。導電膜484cは、導電膜483cを介して、絶縁膜428上の導電膜485cと電氣的に接続されている。導電膜485cは、導電膜483fを介して、導電膜404bと電氣的に接続されている。導電膜485cは、導電膜487cを介して、絶縁膜465上の導電膜488cと電氣的に接続されている。導電膜488cは、導電膜494と電氣的に接続されている。

[0292]

トランジスタ3300のゲート401は、導電膜483dを介して導電膜485dと電氣的に接続されている。トランジスタ3300の導電膜404aは、導電膜483eを介して導電膜485eと電氣的に接続されている。

[0293]

トランジスタ3200上には、絶縁膜464が配置されている。絶縁膜464上には、絶縁膜466が配置されている。絶縁膜466上には、絶縁膜468が配置されている。絶縁膜468上には、絶縁膜470が配置されている。絶縁膜470上には、絶縁膜472が配置されている。絶縁膜472上には、絶縁膜475が配置されている。絶縁膜475上には、絶縁膜402が配置されている。

[0294]

ゲート401及び絶縁膜410上には、絶縁膜418が配置されている。絶縁膜418上には、絶縁膜408が配置されている。絶縁膜408上には、絶縁膜428が配置されている。絶縁膜428上

には、絶縁膜 465 が配置されている。絶縁膜 465 上には、絶縁膜 467 が配置されている。絶縁膜 467 及び容量素子 3400 上には、絶縁膜 469 が配置されている。

[0295]

なお、トランジスタ 3300 を、水素などの不純物及び酸素をブロックする機能を有する絶縁膜で囲うことによって、トランジスタ 3300 の電気特性を安定にすることができる。例えば絶縁膜 408 及び絶縁膜 472 に、それぞれ、水素などの不純物及び酸素をブロックする機能を有する絶縁膜を用いることが好ましい。

[0296]

例えば、絶縁膜 408 及び絶縁膜 472 には、それぞれ、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ガリウム、酸化ゲルマニウム、酸化イットリウム、酸化ジルコニウム、酸化ランタン、酸化ネオジム、酸化ハフニウム又は酸化タンタルなどの金属酸化物、窒化酸化シリコン又は窒化シリコンなどを用いることができる。なお、絶縁膜 408 及び絶縁膜 472 は、酸化アルミニウムを有することが好ましい。

[0297]

図 21 における発光素子 180 と可撓性基板 191 の間の構成は、図 19 と同様である。

[0298]

<応用例>

本発明の一態様では、タッチセンサが搭載された表示装置（以下、タッチパネルとも記す）を作製することができる。

[0299]

本発明の一態様のタッチパネルが有する検知素子（センサ素子ともいう）に限定は無い。指もしくはスタイラスなどの被検知体の近接又は接触を検知することのできる様々なセンサを、検知素子として適用することができる。

[0300]

例えばセンサの方式としては、静電容量方式、抵抗膜方式、表面弾性波方式、赤外線方式、光学方式、感圧方式など様々な方式を用いることができる。

[0301]

本実施の形態では、静電容量方式の検知素子を有するタッチパネルを例に挙げて説明する。

[0302]

静電容量方式としては、表面型静電容量方式、投影型静電容量方式等がある。また、投影型静電容量方式としては、自己容量方式、相互容量方式等がある。相互容量方式を用いると、同時多点検出が可能となるため好ましい。

[0303]

本発明の一態様のタッチパネルは、別々に作製された表示パネルと検知素子とを貼り合わせる構成、表示素子を支持する基板及び対向基板の一方又は双方に検知素子を構成する電極等を設ける構成等、様々な構成を適用することができる。

[0304]

図 22 (A) に、断面構成例 2 (図 6 (A)) の表示パネルと検知素子とを貼り合わせた構成を示す。

[0305]

図 2 2 (A) における結晶性半導体基板 1 0 1 と可撓性基板 1 9 1 の間の構成は、図 6 (A) と同様である。

[0306]

図 2 2 (A) では、可撓性基板 1 7 1、導電膜 1 7 3、絶縁膜 1 7 4、導電膜 1 7 5、接着層 1 7 6、及び導電膜 1 7 7 等を示している。

[0307]

検知素子等は、接着層 1 7 6 によって、可撓性基板 1 9 1 に貼り合わされている。

[0308]

なお、可撓性基板 1 7 1 の代わりに、可撓性を有していない基板を用いてもよい。

[0309]

導電膜 1 7 3、導電膜 1 7 5、及び導電膜 1 7 7 は、それぞれ、可視光を透過する導電性材料を用いて形成することができる。

[0310]

導電膜 1 7 3 は、接続体 1 7 8 を介して F P C 1 7 9 と電氣的に接続されている。

[0311]

図 2 2 (B) に、断面構成例 2 (図 6 (A)) の表示パネルの対向基板 (可撓性基板 1 9 1) 側に検知素子を設けた構成を示す。

[0312]

図 2 2 (B) における結晶性半導体基板 1 0 1 と接着層 1 9 6 の間の構成は、図 6 (A) と同様である。

[0313]

図 2 2 (B) では、可撓性基板 1 9 1、接着層 1 9 2、絶縁膜 1 9 3、遮光層 1 9 4、着色層 1 9 5、絶縁膜 1 7 2、導電膜 1 7 3、絶縁膜 1 7 4、導電膜 1 7 5、及び導電膜 1 7 7 等を示している。

[0314]

図 2 2 (B) に示すような表示パネルの対向基板側に検知素子を有する構成とするための表示装置の作製方法の一例を説明する。

[0315]

まず、作製基板上に、剥離層を形成する。次に、剥離層上に絶縁膜 1 9 3 を形成する。次に、絶縁膜 1 9 3 上に導電膜 1 7 3 及び導電膜 1 7 7 を形成し、さらに、絶縁膜 1 7 4 を形成する。次に、絶縁膜 1 7 4 上に、導電膜 1 7 5 を形成し、さらに、絶縁膜 1 7 2 を形成する。そして、絶縁膜 1 7 2 上に遮光層 1 9 4 及び着色層 1 9 5 を形成する。

[0316]

次に、結晶性半導体基板 1 0 1 と作製基板とを、接着層 1 9 6 を用いて貼り合わせる。そして、作製基板と絶縁膜 1 9 3 とを分離し、露出した絶縁膜 1 9 3 と可撓性基板 1 9 1 とを接着層 1 9 2 を用いて貼り合わせる。

[0317]

図 2 2 (B) に示す表示装置は、基板を 2 枚 (結晶性半導体基板 1 0 1 及び可撓性基板 1 9 1) とすることができるため、より一層の薄型化及び軽量化を図ることができる。

[0318]

図 2 3 (A) に、塗り分け方式を適用した表示パネル上に、検知素子を貼り合わせた構成を示す。

[0319]

図 2 3 (A) における可撓性基板 1 7 1 と可撓性基板 1 9 1 の間の構成は、図 2 2 (A) と同様である。図 2 2 (A) では、可撓性基板 1 7 1 が表示装置の外側に位置するが、図 2 3 (A) に示すように、可撓性基板 1 7 1 が表示装置の内側に位置してもよい。例えば、F P C 1 7 9 を導電膜 1 7 3 に接続させやすくなる方を選択することが好ましい。

[0320]

なお、接着層 1 9 6 のガスバリア性が高い場合、又は可撓性基板 1 7 1 と可撓性基板 1 9 1 の間に、ガスバリア性が高い膜を有する場合などには、発光素子 1 8 0 上の封止層を設けなくてもよい。または、封止層として、発光素子 1 8 0 上に、図 8 等で示した絶縁膜 1 2 8 を形成し、絶縁膜 1 9 7 と可撓性基板 1 7 1 とを接着層 1 9 6 で貼り合わせてもよい。

[0321]

図 2 3 (A) に示すトランジスタ 1 6 3 及びトランジスタ 1 6 4 の構成は、図 6 (A) と同様である。

[0322]

<変形例>

本発明の一態様では、単色表示の表示装置を作製することができる。単色表示の表示装置は、例えば、実施の形態 2 で説明するプロジェクター等に用いることができる。なお、本発明の一態様は表示装置に限られず、単色発光の照明装置等に適用してもよい。

[0323]

図 2 3 (B) に示す発光素子 1 8 0 は、複数の画素にわたって、E L 層 1 8 3 が設けられている。また、発光素子 1 8 0 が発する光は、カラーフィルタ等を介することなく、表示装置の外に取り出される。自発光が可能な発光素子を用いることで、カラーフィルタ等を用いる必要がなく、表示装置を少ない積層数で作製することができる。これにより、コスト削減、又は表示装置の薄型化もしくは軽量化が可能となる。

[0324]

図 2 3 (B) に示すトランジスタ 1 6 3 及びトランジスタ 1 6 4 の構成は、図 6 と同様である。

[0325]

<材料の一例>

次に、本実施の形態の表示装置に用いることができる材料等を説明する。なお、本明細書中で先に説明した構成については説明を省略する場合がある。

[0326]

本発明の一態様では、トランジスタや発光素子を形成する際の支持基板に、結晶性基板を用いる。なお、対向基板や封止基板は結晶性基板に限定されず、以下の材料も用いることができる。または、結晶性基板を剥離した後、素子層と別の基板を貼り合わせる場合にも、以下の材料を用いることができる。

[0327]

基板には、ガラス、石英、有機樹脂、金属、合金、半導体などの材料を用いることができる。発光素子からの光を取り出す側の基板は、該光を透過する材料を用いる。

[0328]

特に、可撓性基板を用いることが好ましい。例えば、有機樹脂、又は、可撓性を有する程度の厚さのガラス、金属、合金を用いることができる。例えば、可撓性基板の厚さは、 $1\ \mu\text{m}$ 以上 $200\ \mu\text{m}$ 以下が好ましく、 $1\ \mu\text{m}$ 以上 $100\ \mu\text{m}$ 以下がより好ましく、 $1\ \mu\text{m}$ 以上 $50\ \mu\text{m}$ 以下がさらに好ましく、 $1\ \mu\text{m}$ 以上 $25\ \mu\text{m}$ 以下がさらに好ましく、 $1\ \mu\text{m}$ 以上 $10\ \mu\text{m}$ 以下が特に好ましい。

[0329]

ガラスに比べて有機樹脂は比重が小さいため、可撓性基板として有機樹脂を用いると、ガラスを用いる場合に比べて表示装置を軽量化でき、好ましい。

[0330]

基板には、靱性が高い材料を用いることが好ましい。これにより、耐衝撃性に優れ、破損しにくい表示装置を実現できる。例えば、有機樹脂基板、又は、厚さの薄い金属基板もしくは合金基板を用いることで、ガラス基板を用いる場合に比べて、軽量であり、破損しにくい表示装置を実現できる。

[0331]

金属材料及び合金材料は熱伝導性が高く、基板全体に熱を容易に伝導できるため、表示装置の局所的な温度上昇を抑制することができ、好ましい。金属材料又は合金材料を用いた基板の厚さは、 $10\ \mu\text{m}$ 以上 $200\ \mu\text{m}$ 以下が好ましく、 $20\ \mu\text{m}$ 以上 $50\ \mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。

[0332]

金属基板又は合金基板を構成する材料としては、特に限定はないが、例えば、アルミニウム、銅、ニッケル、又は、アルミニウム合金もしくはステンレス等の金属の合金などを好適に用いることができる。半導体基板を構成する材料としては、シリコン等が挙げられる。

[0333]

また、基板に、熱放射率が高い材料を用いると表示装置の表面温度が高くなることを抑制でき、表示装置の破壊や信頼性の低下を抑制できる。例えば、基板を金属基板と熱放射率の高い層（例えば、金属酸化物又はセラミック材料を用いることができる）の積層構造としてもよい。

[0334]

可撓性及び透光性を有する材料としては、例えば、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）等のポリエステル樹脂、ポリアクリロニトリル樹脂、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）、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、ポリ塩化ビニル樹脂、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）樹脂等が挙げられる。特に、線膨張係数の低い材料を用いることが好ましく、例えば、ポリアミドイミド樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミド樹脂、PET等を好適に用いることができる。また、繊維体に樹脂を含浸した基板（プリプレグともいう）、又は無機フィラーを有機樹脂に混ぜて線膨張係数を下げた基板を使用することもできる。

[0335]

可撓性基板としては、上記材料を用いた層が、装置の表面を傷などから保護するハードコート層（例えば、窒化シリコン層など）、又は押圧を分散可能な材質の層（例えば、アラミド樹脂層など）等と積層されて構成されていてもよい。

[0336]

可撓性基板は、複数の層を積層して用いることもできる。特に、ガラス層を有する構成とすると、水又は酸素に対するバリア性を向上させ、信頼性の高い表示装置とすることができる。

[0337]

例えば、発光素子に近い側からガラス層、接着層、及び有機樹脂層を積層した可撓性基板を用いることができる。当該ガラス層の厚さとしては $20\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $25\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下とする。このような厚さのガラス層は、水又は酸素に対する高いバリア性と可撓性を同時に実現できる。また、有機樹脂層の厚さとしては、 $10\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $20\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下とする。このような有機樹脂層を設けることにより、ガラス層の割れ又はクラックを抑制し、機械的強度を向上させることができる。このようなガラス材料と有機樹脂の複合材料を基板に適用することにより、極めて信頼性が高いフレキシブルな表示装置とすることができる。

[0338]

接着層には、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。また、接着シート等を用いてもよい。例えば、ポリウレタン、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、又はシロキサン結合を有する樹脂などの樹脂を用いることができる。

[0339]

また、接着層には乾燥剤を含んでもよい。例えば、アルカリ土類金属の酸化物（酸化カルシウム又は酸化バリウム等）のように、化学吸着によって水分を吸着する物質を用いることができる。または、ゼオライト又はシリカゲル等のように、物理吸着によって水分を吸着する物質を用いてもよい。乾燥剤が含まれていると、水分などの不純物が機能素子に侵入することを抑制でき、表示装置の信頼性が向上するため好ましい。

[0340]

また、接着層に屈折率の高いフィラー又は光散乱部材を含ませることで、発光素子からの光取り出し効率を向上させることができる。例えば、酸化チタン、酸化バリウム、ゼオライト、ジルコニウム等を用いることができる。

[0341]

絶縁膜及びオーバーコートには、それぞれ、有機絶縁材料又は無機絶縁材料を用いることができる。樹脂としては、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、シロキサン樹脂、ベンゾシクロブテン系樹脂、フェノール樹脂等が挙げられる。無機絶縁膜としては、酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、酸化ハフニウム膜、酸化イットリウム膜、酸化ジルコニウム膜、酸化ガリウム膜、酸化タンタル膜、酸化マグネシウム膜、酸化ランタン膜、酸化セリウム膜、及び酸化ネオジム膜等が挙げられる。

[0342]

絶縁膜193、絶縁膜197、及び絶縁膜105には、それぞれ、ガスバリア性の高い絶縁膜を用いることが好ましい。または、絶縁膜193、絶縁膜197、及び絶縁膜105は、それぞれ、不純物の発光素子への拡散を防ぐ機能を有していることが好ましい。

[0343]

ガスバリア性の高い絶縁膜としては、窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜等の窒素と珪素を含む膜、又は窒化アルミニウム膜等の窒素とアルミニウムを含む膜等が挙げられる。また、酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化アルミニウム膜等を用いてもよい。

[0344]

例えば、ガスバリア性の高い絶縁膜の水蒸気透過量は、 1×10^{-5} [g / (m² · day)] 以下、好ましくは 1×10^{-6} [g / (m² · day)] 以下、より好ましくは 1×10^{-7} [g / (m² · day)] 以下、さらに好ましくは 1×10^{-8} [g / (m² · day)] 以下とする。

[0345]

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、プレーナー型のトランジスタとしてもよいし、スタガ型のトランジスタとしてもよいし、逆スタガ型のトランジスタとしてもよい。また、トップゲート型又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、ソースとドレインがトランジスタの上下に設けられる構造の縦型トランジスタ (SGT: Surrounding Gate Transistor) としてもよい。トランジスタに用いる半導体材料は特に限定されず、例えば、シリコン、ゲルマニウム、有機半導体等が挙げられる。または、In-Ga-Zn系金属酸化物などの、インジウム、ガリウム、亜鉛のうち少なくとも一つを含む酸化物半導体を用いてもよい。

[0346]

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、結晶性を有する半導体（微結晶半導体、多結晶半導体、単結晶半導体、又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。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。

[0347]

本発明の一態様では、単結晶半導体基板にチャネル形成領域を有するトランジスタを用いることが好ましい。例えば、単結晶シリコン基板にチャネル形成領域を有するトランジスタを用いることができる。

[0348]

または、本発明の一態様では、トランジスタに用いる半導体材料として、CAAC-OS (C Axis Aligned Crystalline Oxide Semiconductor) を用いることが好ましい。CAAC-OSは非晶質とは異なり、欠陥準位が少なく、トランジスタの信頼性を高めることができる。また、CAAC-OSは結晶粒界が確認されないという特徴を有するため、大面積に安定で均一な膜を形成することが可能で、また可撓性を有する表示装置を湾曲させたときの応力によってCAAC-OS膜にクラックが生じにくい。

[0349]

CAAC-OSは、膜面に対して、結晶のc軸が概略垂直配向した結晶性酸化物半導体のことである。酸化物半導体の結晶構造としては他にナノスケールの微結晶集合体であるナノ結晶 (nc: nanocrystal) など、単結晶とは異なる多彩な構造が存在することが確認されている。CAAC-OSは、単結晶よりも結晶性が低く、ncに比べて結晶性が高い。

[0350]

また、CAAC-OSは、c軸配向性を有し、かつa-b面方向において複数のペレット（ナノ結晶）が連結し、歪みを有した結晶構造となっている。よって、CAAC-OSを、CAAC crystal (c-axis-aligned a-b-plane-anchored crystal) を有する酸化物半導体と称することもできる。

[0351]

トランジスタの特性安定化等のため、下地膜を設けることが好ましい。下地膜としては、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜などの無機絶縁膜を用い、単層で又は積層して作製することができる。下地膜はスパッタリング法、CVD (Chemical Vapor Deposition) 法（プラズマCVD法、熱CVD法、MOCVD (Metal Organic CVD) 法など）、ALD (Atomic Layer Deposition) 法、塗布法、印刷法等を用いて形成できる。なお、下地膜は、必要で無ければ設けなくてもよい。

[0352]

発光素子としては、自発光が可能な素子を用いることができ、電流又は電圧によって輝度が制御される素子をその範疇に含んでいる。例えば、発光ダイオード (LED)、有機EL素子、無機EL素子等を用いることができる。

[0353]

発光素子は、トップエミッション型、ボトムエミッション型、デュアルエミッション型のいずれであってもよい。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。

[0354]

可視光を透過する導電膜は、例えば、酸化インジウム、インジウム錫酸化物 (ITO: Indium Tin Oxide)、インジウム亜鉛酸化物、酸化亜鉛 (ZnO)、ガリウムを添加した酸化亜鉛などを用いて形成することができる。また、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、もしくはチタン等の金属材料、これら金属材料を含む合金、又はこれら金属材料の窒化物（例えば、窒化チタン）等も、透光性を有する程度に薄く形成することで用いることができる。また、上記材料の積層膜を導電膜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ITO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。また、グラフェン等を用いてもよい。

[0355]

可視光を反射する導電膜は、例えば、アルミニウム、金、白金、銀、ニッケル、タングステン、クロム、モリブデン、鉄、コバルト、銅、もしくはパラジウム等の金属材料、又はこれら金属材料を含む合金を用いることができる。また、上記金属材料又は合金に、ランタン、ネオジム、又はゲルマニウム等が添加されていてもよい。また、アルミニウムとチタンの合金、アルミニウムとニッケルの合金、アルミニウムとネオジムの合金、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）、銀と銅の合金、銀とパラジウムと銅の合金 (Ag-Pd-Cu、APCとも記す)、又は銀とマグネシウムの合金等の銀を含む合金を用いて形成することができる。銀と銅を含む合金は、耐熱性が高いため好ましい。さらに、アルミニウム合金膜に接する金属膜又は金属酸化物膜を積層することで、アルミニウム合金膜の酸化を抑制することができる。該金属膜、金属酸化物膜の材料としては、チタン、酸化チタンなどが挙げられる。また、上記可

視光を透過する導電膜と金属材料からなる膜とを積層してもよい。例えば、銀とITOの積層膜、銀とマグネシウムの合金とITOの積層膜などを用いることができる。

[0356]

電極は、それぞれ、蒸着法又はスパッタリング法を用いて形成することができる。そのほか、インクジェット法などの吐出法、スクリーン印刷法などの印刷法、又はメッキ法を用いて形成することができる。

[0357]

EL層183は少なくとも発光層を有する。EL層183は、複数の発光層を有していてもよい。EL層183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、又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。

[0358]

EL層183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。EL層183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。

[0359]

発光素子180は、2種類以上の発光物質を含んでいてもよい。これにより、例えば、白色発光の発光素子を実現することができる。例えば2種類以上の発光物質の各々の発光が補色の関係となるように、発光物質を選択することにより白色発光を得ることができる。例えば、R（赤）、G（緑）、B（青）、Y（黄）、又はO（橙）等の発光を示す発光物質、又はR、G、Bのうち2以上の色のスペクトル成分を含む発光を示す発光物質を用いることができる。例えば、青の発光を示す発光物質と、黄の発光を示す発光物質を用いてもよい。このとき、黄の発光を示す発光物質の発光スペクトルは、緑及び赤のスペクトル成分を含むことが好ましい。また、発光素子180の発光スペクトルは、可視領域の波長（例えば350nm以上750nm以下、又は400nm以上800nm以下など）の範囲内に2以上のピークを有することが好ましい。

[0360]

また、発光素子180は、EL層を1つ有するシングル素子であってもよいし、電荷発生層を介して積層されたEL層を複数有するタンデム素子であってもよい。

[0361]

また、本発明の一態様では、量子ドットなどの無機化合物を用いた発光素子を適用してもよい。量子ドット材料としては、コロイド状量子ドット材料、合金型量子ドット材料、コア・シェル型量子ドット材料、コア型量子ドット材料、などが挙げられる。例えば、カドミウム（Cd）、セレン（Se）、亜鉛（Zn）、硫黄（S）、リン（P）、インジウム（In）、テルル（Te）、鉛（Pb）、ガリウム（Ga）、ヒ素（As）、アルミニウム（Al）等の元素を有していてもよい。

[0362]

発光素子は、一對のガスバリア性の高い絶縁膜の間に設けられていることが好ましい。これにより、発光素子に水分等の不純物が侵入することを抑制でき、表示装置の信頼性の低下を抑制できる。

[0363]

導電膜は、例えば、アルミニウム、チタン、クロム、ニッケル、銅、イットリウム、ジルコニウム、モリブデン、銀、タンタル、又はタングステンなどの金属、又はこれを主成分とする合金を単層構造又は積層構造として用いることができる。なお、導電膜には、インジウム錫酸化物、酸化タングステンを含むインジウム酸化物、酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、酸化チタンを含むインジウム錫酸化物、インジウム亜鉛酸化物、酸化シリコンを添加したインジウム錫酸化物等の透光性を有する導電性材料を用いてもよい。また、不純物元素を含有させた多結晶シリコン、もしくは酸化物半導体に代表される半導体、又はニッケルシリサイドなどのシリサイドを用いてもよい。

[0364]

着色層は特定の波長帯域の光を透過する有色層である。例えば、赤色、緑色、青色、又は黄色の波長帯域の光を透過するカラーフィルタなどを用いることができる。着色層に用いることのできる材料としては、金属材料、樹脂材料、顔料又は染料が含まれた樹脂材料などが挙げられる。

[0365]

なお、本発明の一態様は、カラーフィルタ方式に限られず、塗り分け方式、色変換方式、又は量子ドット方式等を適用してもよい。

[0366]

遮光層は、隣接する着色層の間に設けられている。遮光層は隣接する発光素子からの光を遮光し、隣接する発光素子間における混色を抑制する。ここで、着色層の端部を、遮光層と重なるように設けることにより、光漏れを抑制することができる。遮光層としては、発光素子からの発光を遮る材料を用いることができ、例えば、金属材料、又は、顔料もしくは染料を含む樹脂材料を用いてブラックマトリクスを形成することができる。なお、遮光層は、駆動回路などの画素部以外の領域に設けると、導波光などによる意図しない光漏れを抑制できるため好ましい。

[0367]

オーバーコートは、着色層に含有された不純物等の発光素子への拡散を防止することができる。オーバーコートは、発光素子からの発光を透過する材料から構成され、例えば窒化シリコン膜、酸化シリコン膜等の無機絶縁膜、又はアクリル膜、ポリイミド膜等の有機絶縁膜を用いることができ、有機絶縁膜と無機絶縁膜との積層構造としてもよい。

[0368]

また、接着層の材料を着色層及び遮光層上に塗布する場合、オーバーコートの材料として接着層の材料に対して濡れ性の高い材料を用いることが好ましい。例えば、オーバーコートとして、ITO膜などの酸化物導電膜、又は透光性を有する程度に薄いAg膜等の金属膜を用いることが好ましい。

[0369]

オーバーコートの材料に、接着層の材料に対して濡れ性の高い材料を用いることで、接着層の材料を均一に塗布することができる。これにより、一對の基板を貼り合わせた際に気泡が混入することを抑制でき、表示不良を抑制することができる。

[0370]

接続体としては、様々な異方性導電フィルム（ACF: Anisotropic Conductive Film）、又は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。

[0371]

以上のように、本発明の一態様の表示装置は、熱収縮の少ない結晶性基板を用いて作製されるため、高い精細度を実現することができる。また、結晶性基板を研磨し、非常に薄い厚さとすることで、精細度が高く、可撓性を有する表示装置を作製することができる。

[0372]

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。

[0373]

(実施の形態2)

本実施の形態では、本発明の一態様の電子機器及び照明装置について図24～図30を用いて説明する。

[0374]

本発明の一態様の表示装置を用いて、高精細、高解像度、又は高表示品位であり、曲面又は可撓性を有する電子機器を作製することができる。

[0375]

電子機器としては、例えば、テレビジョン装置、プロジェクター、プロジェクションテレビ（リアプロジェクター）、ゴーグル型ディスプレイ（ヘッドマウントディスプレイ）、コンピュータ用などのモニタ、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、パチンコ機などの大型ゲーム機などが挙げられる。

[0376]

また、本発明の一態様の電子機器は可撓性を有するため、家屋もしくはビルの内壁もしくは外壁、又は、自動車の内装もしくは外装の曲面に沿って組み込むことも可能である。

[0377]

また、本発明の一態様の電子機器は二次電池を有していてもよく、非接触電力伝送を用いて、二次電池を充電することができると好ましい。

[0378]

二次電池としては、例えば、ゲル状電解質を用いるリチウムポリマー電池（リチウムイオンポリマー電池）等のリチウムイオン二次電池、ニッケル水素電池、ニカド電池、有機ラジカル電池、鉛蓄電池、空気二次電池、ニッケル亜鉛電池、銀亜鉛電池などが挙げられる。

[0379]

本発明の一態様の電子機器は、アンテナを有していてもよい。アンテナで信号を受信することで、表示部で映像又は情報等の表示を行うことができる。また、電子機器が二次電池を有する場合、アンテナを、非接触電力伝送に用いてもよい。

[0380]

図24（A）、（B）に、ヘッドマウントディスプレイ7900の斜視図を示す。図24（C）は、ヘッドマウントディスプレイ7900の使用者の顔に接する面の概略図である。

[0381]

ヘッドマウントディスプレイ7900は、本体7902及び装着部7903を有し、本体7902には、表示装置7901及びレンズ7904が取り付けられている。使用者は、レンズ7904を通して、表示装置7901の表示を視認することができる。

[0382]

装着部7903の長さ及びレンズ7904の位置は、使用者によって、適宜変更できる仕様である。

[0383]

ヘッドマウントディスプレイ7900は、ヘッドトラッキング装置等の視線追従装置を有することが好ましい。これにより、使用者の視線を追跡し、視線に合った表示を行うことで、臨場感を高めることができる。

[0384]

また、ヘッドマウントディスプレイ7900は、アンテナ、バッテリー、カメラ、スピーカ、ヘッドホン、イヤホン、マイク、及び操作ボタンのうち、一つ以上を有することが好ましい。

[0385]

ヘッドマウントディスプレイは、使用者が装着する本体（表示ユニット）とは別に、映像処理又は音声処理等を行うプロセッサを含むユニット、本体に電力を供給するバッテリーを含むユニット等を有していてもよい。各ユニットは、有線又は無線により接続することができる。

[0386]

本実施の形態では、没入型のヘッドマウントディスプレイを例示したが、本発明の一態様の表示装置は、透過型のヘッドマウントディスプレイに適用されてもよい。

[0387]

ヘッドマウントディスプレイは使用者が頭に装着して用いるため、長時間使用しても疲労しないように、軽量であることが望まれる。本発明の一態様の表示装置は、小型及び薄型にすることが容易であるため、軽量化が可能であり、ヘッドマウントディスプレイに好適に用いることができる。

[0388]

本発明の一態様の表示装置は、高い精細度を有するため、複雑な構成（例えば、両眼視差を含む画像、又は立体視用のメガネ）を用いなくとも、使用者が画像に立体感を得ることができる。そのため、ヘッドマウントディスプレイの表示内容への高い没入感が得られる。

[0389]

また、本発明の一態様の表示装置は、可撓性を有する。本発明の一態様の表示装置は、その表示面を湾曲し、湾曲した表示面に沿って表示を行うことができる。ヘッドマウントディスプレイ7900は、湾曲した表示面を有することで、平面の表示面を有する場合に比べて、使用者が得られる、画像の立体感、又は表示内容への没入感を高めることができる。

[0390]

また、表示装置7901の湾曲の加減を、手動又は自動で変化させることができてもよい。これにより、個人差や表示内容によらず、使用者が画像に強い立体感又は奥行き感を得ることができる。

[0391]

また、使用者は、レンズ7904を通して表示装置7901の表示を視認するため、画像が歪んで見える場合がある。例えば、歪みの少ないレンズを用いる、又は、歪みを考慮して画像を補正して表示することで、使用者が視認する画像の歪みを低減させることができる。しかし、歪みの少ないレンズは高価であり、コストが高くなることが多い。また、使用者が視認する画像の歪みを低減させるために、画像の補正をすると、解像度が低下する場合がある。そこで、本発明の一態様では、表示装置7901の形状を変化させることにより、使用者が画像の歪みを視認しにくい表示を行う。これにより、

複雑な構成を必要とせず、かつ、解像度を大きく下げることなく、使用者にとって画像が歪んで見えにくくすることができる。

[0392]

図25 (A) ~ (C) に、ヘッドマウントディスプレイ7920の斜視図を示す。ヘッドマウントディスプレイ7920は、表示装置を2つ有する点で、ヘッドマウントディスプレイ7900と異なる。それ以外の構成については、ヘッドマウントディスプレイ7900の説明を適宜参酌できる。

[0393]

ヘッドマウントディスプレイ7920は、本体7922及び装着部7923を有し、本体7922には、表示装置7921L、表示装置7921R、及びレンズ7924が取り付けられている。使用者は、レンズ7924を通して、表示装置7921L及び表示装置7921Rの表示を視認することができる。図25 (C) では、2つの表示装置の形状及び配置例を示すために、レンズ7924等を示していない。ヘッドマウントディスプレイは、レンズ及び表示装置の少なくとも一方が着脱可能であってもよい。

[0394]

ヘッドマウントディスプレイ7920では、左目用の表示装置7921Lと、右目用の表示装置7921Rと、のそれぞれが、湾曲した表示面を有するため、使用者が得られる、画像の立体感、又は表示内容への没入感を高めることができる。また、表示装置7921Lと表示装置7921Rの湾曲の加減を、それぞれ独立に、手動又は自動で変化させることができてもよい。または、表示装置7921Lと表示装置7921Rの湾曲の加減を一律で変化させることができてもよい。

[0395]

図26 (A) ~ (C) に、プロジェクター7910を示す。プロジェクター7910は、表示装置7911と光学系7912を有する。

[0396]

表示装置7911は、表示素子として有機EL素子を有する。自発光の表示素子を用いることで、プロジェクター7910に、別途、光源を設ける必要がない。したがって、プロジェクター7910の軽量、かつ、小型にすることができる。

[0397]

図26 (A) は三板式のプロジェクターであり、3つの表示装置7911を有する。各表示装置7911は、凹曲面の表示面を有する。

[0398]

図26 (B) は単板式のプロジェクターであり、1つの表示装置7911を有する。表示装置7911は、凸曲面の表示面を有する。

[0399]

図26 (C) は超短焦点のプロジェクターである。投射したいスクリーン又は壁等の近くに配置することができるため、狭い場所又は限られた空間での使用に効果的である。

[0400]

光学系7912は、ミラー、プリズム、位相差板、レンズ、偏光機能を有するフィルム、位相差を調節するためのフィルム、及びIRフィルムのうち、少なくとも一つを有することが好ましい。例えば、表示装置7911から射出された光は、ズームレンズを通してスクリーンに投影される。

[0401]

表示装置7911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。なお、表示装置7911は可撓性を有する部分を有していてもよい。表示装置7911は、本発明の一態様の表示装置を用いて作製される。

[0402]

表示装置7911の表示は、光学系7912を通してスクリーン7913に投射されるため、画像が歪んで見える場合がある。例えば、歪みの少ないレンズを用いる、又は、歪みを考慮して画像を補正して表示することで、画像の歪みを低減させることができる。しかし、歪みの少ないレンズは高価であり、コストが高くなることが多い。また、画像の歪みを低減させるために、画像の補正をすると、解像度が低下する場合がある。そこで、本発明の一態様では、表示装置7911の形状を変化させることにより、画像の歪みを低減させる。これにより、複雑な構成を必要とせず、かつ、解像度を大きく下げることなく、画像の歪みを低減させることができる。

[0403]

なお、表示装置7911は、表示面が凸曲面であってもよく、凹曲面であってもよく、凸曲面及び凹曲面の双方を有していてもよい。また、表示装置7911の表示面は、平面であってもよい。また、プロジェクターが複数の表示装置7911を有する場合、各表示装置7911の表示面の形状は、異なってもよいし、同一であってもよい。

[0404]

図27(A)、(B)、(C1)、(C2)、(D)、(E)に、湾曲した表示部7000を有する電子機器の一例を示す。表示部7000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。なお、表示部7000は可撓性を有していてもよい。

[0405]

表示部7000は、本発明の一態様の表示装置を用いて作製される。

[0406]

本発明の一態様により、精細度が高く、湾曲した表示部を備えた電子機器を提供できる。

[0407]

図27(A)に携帯電話機7100の一例を示す。携帯電話機7100は、筐体7101、表示部7000、操作ボタン7103、外部接続ポート7104、スピーカ7105、マイク7106等を有する。

[0408]

図27(A)に示す携帯電話機7100は、表示部7000にタッチセンサを備える。電話を掛ける、或いは文字を入力するなどのあらゆる操作は、指又はスタイラスなどで表示部7000に触れることで行うことができる。

[0409]

また、操作ボタン7103の操作により、電源のON、OFF動作、及び表示部7000に表示される画像の種類を切り替えることができる。例えば、メール作成画面から、メインメニュー画面に切り替えることができる。

[0410]

図 27 (B) にテレビジョン装置の一例を示す。テレビジョン装置 7200 は、筐体 7201 に表示部 7000 が組み込まれている。ここでは、スタンド 7203 により筐体 7201 を支持した構成を示している。

[0411]

図 27 (B) に示すテレビジョン装置 7200 の操作は、筐体 7201 が備える操作スイッチ、及び別体のリモコン操作機 7211 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 に触れることで操作してもよい。リモコン操作機 7211 は、当該リモコン操作機 7211 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 7211 が備える操作キー又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。

[0412]

なお、テレビジョン装置 7200 は、受信機又は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又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）又は双方向（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。

[0413]

図 27 (C1)、(C2)、(D)、(E) に携帯情報端末の一例を示す。各携帯情報端末は、筐体 7301 及び表示部 7000 を有する。さらに、操作ボタン、外部接続ポート、スピーカ、マイク、アンテナ、又はバッテリー等を有していてもよい。表示部 7000 にはタッチセンサを備える。携帯情報端末の操作は、指又はスタイラスなどで表示部 7000 に触れることで行うことができる。

[0414]

図 27 (C1) は、携帯情報端末 7300 の斜視図であり、図 27 (C2) は携帯情報端末 7300 の上面図である。図 27 (D) は、携帯情報端末 7310 の斜視図である。図 27 (E) は、携帯情報端末 7320 の斜視図である。

[0415]

本実施の形態で例示する携帯情報端末は、例えば、電話機、手帳又は情報閲覧装置等から選ばれた一つ又は複数の機能を有する。具体的には、スマートフォンとしてそれぞれ用いることができる。本実施の形態で例示する携帯情報端末は、例えば、移動電話、電子メール、文章閲覧及び作成、音楽再生、インターネット通信、コンピュータゲームなどの種々のアプリケーションを実行することができる。

[0416]

携帯情報端末 7300、携帯情報端末 7310 及び携帯情報端末 7320 は、文字又は画像情報をその複数の面に表示することができる。例えば、図 27 (C1)、(D) に示すように、3つの操作ボタン 7302 を一の面に表示し、矩形で示す情報 7303 を他の面に表示することができる。図 27 (C1)、(C2) では、携帯情報端末の上側に情報が表示される例を示し、図 27 (D) では、携帯情報端末の横側に情報が表示される例を示す。また、携帯情報端末の3面以上に情報を表示してもよく、図 27 (E) では、情報 7304、情報 7305、情報 7306 がそれぞれ異なる面に表示されている例を示す。

[0417]

なお、情報の例としては、SNS（ソーシャル・ネットワーキング・サービス）の通知、電子メール又は電話などの着信を知らせる表示、電子メールなどの題名もしくは送信者名、日時、時刻、バッテリーの残量、アンテナ受信の強度などがある。または、情報が表示されている位置に、情報の代わりに、操作ボタン、アイコンなどを表示してもよい。

[0418]

例えば、携帯情報端末7300の使用者は、洋服の胸ポケットに携帯情報端末7300を収納した状態で、その表示（ここでは情報7303）を確認することができる。

[0419]

具体的には、着信した電話の発信者の電話番号又は氏名等を、携帯情報端末7300の上方から観察できる位置に表示する。使用者は、携帯情報端末7300をポケットから取り出すことなく、表示を確認し、電話を受けるか否かを判断できる。

[0420]

図27（F）～（H）に、湾曲した発光部を有する照明装置の一例を示している。

[0421]

図27（F）～（H）に示す各照明装置が有する発光部は、本発明の一態様の発光装置を用いて作製される。

[0422]

本発明の一態様により、湾曲した発光部を備え、且つ信頼性の高い照明装置を提供できる。

[0423]

図27（F）に示す照明装置7400は、波状の発光面を有する発光部7402を備える。したがってデザイン性の高い照明装置となっている。

[0424]

図27（G）に示す照明装置7410の備える発光部7412は、凸状に湾曲した2つの発光部が対称的に配置された構成となっている。したがって照明装置7410を中心に全方位を照らすことができる。

[0425]

図27（H）に示す照明装置7420は、凹状に湾曲した発光部7422を備える。したがって、発光部7422からの発光を、照明装置7420の前面に集光するため、特定の範囲を明るく照らす場合に適している。また、このような形態とすることで、影ができにくいという効果を奏する。

[0426]

また、照明装置7400、照明装置7410及び照明装置7420の備える各々の発光部は可撓性を有していてもよい。発光部を可塑性の部材又は可動なフレームなどの部材で固定し、用途に合わせて発光部の発光面を自在に湾曲可能な構成としてもよい。

[0427]

照明装置7400、照明装置7410及び照明装置7420は、それぞれ、操作スイッチ7403を備える台部7401と、台部7401に支持される発光部を有する。

[0428]

なおここでは、台部によって発光部が支持された照明装置について例示したが、発光部を備える筐体を天井に固定する、又は天井からつり下げるように用いることもできる。発光面を湾曲させて用いる

ことができるため、発光面を凹状に湾曲させて特定の領域を明るく照らす、又は発光面を凸状に湾曲させて部屋全体を明るく照らすこともできる。

[0429]

図28(A1)、(A2)、(B)～(I)に、可撓性を有する表示部7001を有する携帯情報端末の一例を示す。

[0430]

表示部7001は、本発明の一態様の表示装置を用いて作製される。例えば、曲率半径0.01mm以上150mm以下で曲げることができる表示装置等を適用できる。また、表示部7001はタッチセンサを備えていてもよく、指等で表示部7001に触れることで携帯情報端末を操作することができる。

[0431]

本発明の一態様により、精細度が高く、可撓性を有する表示部を備えた電子機器を提供できる。

[0432]

図28(A1)は、携帯情報端末の一例を示す斜視図であり、図28(A2)は、携帯情報端末の一例を示す側面図である。携帯情報端末7500は、筐体7501、表示部7001、引き出し部材7502、操作ボタン7503等を有する。

[0433]

携帯情報端末7500は、筐体7501内にロール状に巻かれた可撓性を有する表示部7001を有する。

[0434]

また、携帯情報端末7500は内蔵された制御部によって映像信号を受信可能で、受信した映像を表示部7001に表示することができる。また、携帯情報端末7500にはバッテリーが内蔵されている。また、筐体7501にコネクタを接続する端子部を備え、映像信号又は電力を有線により外部から直接供給する構成としてもよい。

[0435]

また、操作ボタン7503によって、電源のON、OFF動作、及び表示する映像の切り替え等を行うことができる。なお、図28(A1)、(A2)、(B)では、携帯情報端末7500の側面に操作ボタン7503を配置する例を示すが、これに限られず、携帯情報端末7500の表示面と同じ面（おもて面）又は裏面に配置してもよい。

[0436]

図28(B)には、表示部7001を引き出し部材7502により引き出した状態の携帯情報端末7500を示す。この状態で表示部7001に映像を表示することができる。また、表示部7001の一部がロール状に巻かれた図28(A1)の状態と表示部7001を引き出し部材7502により引き出した図28(B)の状態とで、携帯情報端末7500が異なる表示を行う構成としてもよい。例えば、図28(A1)の状態のときに、表示部7001のロール状に巻かれた部分を非表示とすることで、携帯情報端末7500の消費電力を下げることができる。

[0437]

なお、表示部7001を引き出した際に表示部7001の表示面が平面状となるように固定するため、表示部7001の側部に補強のためのフレームを設けていてもよい。

[0438]

なお、この構成以外に、筐体にスピーカを設け、映像信号と共に受信した音声信号によって音声を出
力する構成としてもよい。

[0439]

図28(C)～(E)に、折りたたみ可能な携帯情報端末の一例を示す。図28(C)では、展開し
た状態、図28(D)では、展開した状態又は折りたたんだ状態の一方から他方に変化する途中の状
態、図28(E)では、折りたたんだ状態の携帯情報端末7600を示す。携帯情報端末7600は、
折りたた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一覽性に
優れる。

[0440]

表示部7001はヒンジ7602によって連結された3つの筐体7601に支持されている。ヒンジ
7602を介して2つの筐体7601間を屈曲させることにより、携帯情報端末7600を展開した
状態から折りたたんだ状態に可逆的に変形させることができる。

[0441]

図28(F)、(G)に、折りたたみ可能な携帯情報端末の一例を示す。図28(F)では、表示部7
001が内側になるように折りたたんだ状態、図28(G)では、表示部7001が外側になるよう
に折りたたんだ状態の携帯情報端末7650を示す。携帯情報端末7650は表示部7001及び非
表示部7651を有する。携帯情報端末7650を使用しない際に、表示部7001が内側になるよ
うに折りたたむことで、表示部7001の汚れ及び傷つきを抑制できる。

[0442]

図28(H)に、可撓性を有する携帯情報端末の一例を示す。携帯情報端末7700は、筐体770
1及び表示部7001を有する。さらに、入力手段であるボタン7703a、7703b、音声出力
手段であるスピーカ7704a、7704b、外部接続ポート7705、マイク7706等を有して
いてもよい。また、携帯情報端末7700は、可撓性を有するバッテリー7709を搭載することがで
きる。バッテリー7709は例えば表示部7001と重ねて配置してもよい。

[0443]

筐体7701、表示部7001、及びバッテリー7709は可撓性を有する。そのため、携帯情報端末
7700を所望の形状に湾曲させることや、携帯情報端末7700に捻りを加えることが容易である。
例えば、携帯情報端末7700は、表示部7001が内側又は外側になるように折り曲げて使用する
ことができる。または、携帯情報端末7700をロール状に巻いた状態で使用することもできる。こ
のように、筐体7701及び表示部7001を自由に変形することが可能であるため、携帯情報端末
7700は、落下した場合、又は意図しない外力が加わった場合であっても、破損しにくいという利
点がある。

[0444]

また、携帯情報端末7700は軽量であるため、筐体7701の上部をクリップ等で把持してぶら下
げて使用する、又は、筐体7701を磁石等で壁面に固定して使用するなど、様々な状況において利
便性良く使用することができる。

[0445]

図28 (I) に腕時計型の携帯情報端末の一例を示す。携帯情報端末7800は、バンド7801、表示部7001、入出力端子7802、操作ボタン7803等を有する。バンド7801は、筐体としての機能を有する。また、携帯情報端末7800は、可撓性を有するバッテリー7805を搭載することができる。バッテリー7805は例えば表示部7001又はバンド7801と重ねて配置してもよい。

[0446]

バンド7801、表示部7001、及びバッテリー7805は可撓性を有する。そのため、携帯情報端末7800を所望の形状に湾曲させることが容易である。

[0447]

操作ボタン7803は、時刻設定のほか、電源のオン、オフ動作、無線通信のオン、オフ動作、マナーモードの実行及び解除、省電力モードの実行及び解除など、様々な機能を持たせることができる。例えば、携帯情報端末7800に組み込まれたオペレーティングシステムにより、操作ボタン7803の機能を自由に設定することもできる。

[0448]

また、表示部7001に表示されたアイコン7804に指等で触れることで、アプリケーションを起動することができる。

[0449]

また、携帯情報端末7800は、通信規格された近距離無線通信を実行することが可能である。例えば無線通信可能なヘッドセットと相互通信することによって、ハンズフリーで通話することもできる。

[0450]

また、携帯情報端末7800は入出力端子7802を有していてもよい。入出力端子7802を有する場合、他の情報端末とコネクタを介して直接データのやりとりを行うことができる。また入出力端子7802を介して充電を行うこともできる。なお、本実施の形態で例示する携帯情報端末の充電動作は、入出力端子を介さずに非接触電力伝送により行ってもよい。

[0451]

図29 (A) ～ (C) に折り畳み可能な腕時計型の携帯情報端末の一例を示す。携帯情報端末7850は、表示部7851、筐体7852、筐体7853、バンド7854、操作ボタン7855等を有する。

[0452]

携帯情報端末7850は、図29 (A) に示す筐体7852が筐体7853上に重ねられた状態と、図29 (C) に示す表示部7851が展開された状態と、の一方から他方に可逆的に変形できる。例えば、図29 (A) の状態から、筐体7852を持ち上げることにより (図29 (B))、図29 (C) の状態へと変形させることができる。そのため携帯情報端末7850は、表示部7851を折り畳んだ状態と、表示部7851を展開することにより表示領域を広げた状態の双方で、使用することができる。

[0453]

表示部7851は、タッチパネルとしての機能を有する。表示部7851に触れることで携帯情報端末7850を操作することができる。また、操作ボタン7855を押す、回す、若しくは上下方向、手前方向、又は奥行方向にずらすなどの操作により、携帯情報端末7850を操作することができる。

[0454]

図29 (A) に示すように、筐体7852と筐体7853とが重なった状態で、筐体7852と筐体7853とが意図せずに離れることを抑制するための、ロック機構を有することが好ましい。このとき、例えば操作ボタン7855を押すなどの操作により、ロック状態を解除できる構成とすることが好ましい。また、バネなどの復元力を利用して、ロック状態を解除したときに、図29 (A) に示す状態から図29 (C) に示す状態に自動的に変形する機構を有していてもよい。または、ロック機構に代えて磁石を用い、筐体7852と筐体7853の相対的な位置を固定してもよい。磁石を用いることで容易に筐体7852と筐体7853とを脱着させることができる。

[0455]

図29 (A) ~ (C) では、バンド7854の曲がる向きに対して概略垂直な方向に表示部7851を展開できる構成を示したが、図29 (D)、(E) に示すように、バンド7854の曲がる向きに概略平行な方向に表示部7851を展開できる構成としてもよい。また、バンド7854に巻きつけるように、表示部7851を湾曲させて用いてもよい。

[0456]

図30 (A) に自動車9700の外観を示す。図30 (B) に自動車9700の運転席を示す。自動車9700は、車体9701、車輪9702、ダッシュボード9703、ライト9704等を有する。本発明の一態様の表示装置は、自動車9700の表示部などに用いることができる。例えば、図30 (B) に示す表示部9710乃至表示部9715に本発明の一態様の表示装置を設けることができる。

[0457]

表示部9710と表示部9711は、自動車のフロントガラスに設けられた表示装置である。本発明の一態様の表示装置は、電極及び配線を、透光性を有する導電性材料で作製することによって、反対側が透けて見える、いわゆるシースルー状態とすることができる。表示部9710及び表示部9711がシースルー状態であれば、自動車9700の運転時にも視界の妨げになることがない。よって、本発明の一態様の表示装置を自動車9700のフロントガラスに設置することができる。なお、表示装置等を駆動するためのトランジスタなどを設ける場合には、有機半導体材料を用いた有機トランジスタ、又は酸化物半導体を用いたトランジスタなど、透光性を有するトランジスタを用いるとよい。

[0458]

表示部9712はピラー部分に設けられた表示装置である。例えば、車体に設けられた撮像手段からの映像を表示部9712に映し出すことによって、ピラーで遮られた視界を補完することができる。表示部9713はダッシュボード部分に設けられた表示装置である。例えば、車体に設けられた撮像手段からの映像を表示部9713に映し出すことによって、ダッシュボードで遮られた視界を補完することができる。すなわち、自動車の外側に設けられた撮像手段からの映像を映し出すことによって、死角を補い、安全性を高めることができる。また、見えない部分を補完する映像を映すことによって、より自然に違和感なく安全確認を行うことができる。

[0459]

また、図30 (C) は、運転席と助手席にベンチシートを採用した自動車の室内を示している。表示部9721は、ドア部に設けられた表示装置である。例えば、車体に設けられた撮像手段からの映像を表示部9721に映し出すことによって、ドアで遮られた視界を補完することができる。また、表示部9722は、ハンドルに設けられた表示装置である。表示部9723は、ベンチシートの座面の

中央部に設けられた表示装置である。なお、表示装置を座面又は背もたれ部分などに設置して、当該表示装置を、当該表示装置の発熱を熱源としたシートヒーターとして利用することもできる。

[0460]

表示部9714、表示部9715、又は表示部9722はナビゲーション情報、スピードメーター、タコメーター、走行距離、給油量、ギア状態、エアコンの設定など、その他様々な情報を提供することができる。また、表示部に表示される表示項目及びレイアウトなどは、使用者の好みに合わせて適宜変更することができる。なお、上記情報は、表示部9710乃至表示部9713、表示部9721、表示部9723にも表示することができる。また、表示部9710乃至表示部9715、表示部9721乃至表示部9723は照明装置として用いることも可能である。また、表示部9710乃至表示部9715、表示部9721乃至表示部9723は加熱装置として用いることも可能である。

[0461]

本発明の一態様の表示装置が適用される表示部は平面であってもよい。この場合、本発明の一態様の表示装置は、曲面及び可撓性を有さない構成であってもよい。

[0462]

図30(D)に示す携帯型ゲーム機は、筐体9801、筐体9802、表示部9803、表示部9804、マイクロフォン9805、スピーカ9806、操作キー9807、スタイラス9808等を有する。

[0463]

図30(D)に示す携帯型ゲーム機は、2つの表示部(表示部9803と表示部9804)を有する。なお、本発明の一態様の電子機器が有する表示部の数は、2つに限定されず1つであっても3つ以上であってもよい。電子機器が複数の表示部を有する場合、少なくとも1つの表示部が本発明の一態様の表示装置を有する。

[0464]

図30(E)はノート型パーソナルコンピュータであり、筐体9821、表示部9822、キーボード9823、ポインティングデバイス9824等を有する。

[0465]

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。

[0466]

(実施の形態3)

本実施の形態では、リソグラフィ法で用いる露光装置の性能の一つである解像度の限界よりも微細なL/S(Line & Space)を有する配線又は電極の加工方法の一例について説明する。

[0467]

L/S(Line & Space)とは、配線の幅と隣り合う配線同士の間隔のことである。Lはライン(Line)を示し、Sはスペース(Space)を示す。

[0468]

本明細書において、導電体、絶縁体、及び半導体の成膜は、それぞれ、スパッタリング法、CVD法、分子線エピタキシー(MBE:Molecular Beam Epitaxy)法もしくはパルスレーザ堆積(PLD:Pulsed Laser Deposition)法、ALD法、熱酸化法、又はプラズマ酸化法などを用いて行うことができる。

[0469]

なお、CVD法は、プラズマを利用するプラズマCVD法、熱を利用する熱CVD法、光を利用する光CVD法などに分類できる。さらに用いる原料ガスによって金属CVD法、MOCVD法に分けることができる。

[0470]

プラズマCVD法は、比較的低温で高品質の膜が得られる。また、熱CVD法は、プラズマを用いないため、被処理物へのプラズマダメージを小さくすることが可能な成膜方法である。例えば、表示装置に含まれる配線、電極、素子（トランジスタ、容量素子など）などは、プラズマから電荷を受け取ることでチャージアップする場合がある。このとき、蓄積した電荷によって、表示装置に含まれる配線、電極、素子などが破壊される場合がある。一方、プラズマを用いない熱CVD法の場合、こういったプラズマダメージが生じないため、表示装置の歩留まりを高くすることができる。また、熱CVD法では、成膜中のプラズマダメージが生じないため、欠陥の少ない膜が得られる。

[0471]

また、ALD法も、被処理物へのプラズマダメージを小さくすることが可能な成膜方法である。ALD法を用いることにより、欠陥の少ない膜が得られる。

[0472]

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

[0473]

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

[0474]

以下では、配線又は電極の加工方法について、図31～図33に示す断面図を用いて説明する。

[0475]

まず、基板305上に導電体310を成膜する。本実施の形態では、導電体310を基板305上に成膜する例を示すが、これに限らず、例えば、絶縁層上又は半導体装置上などに成膜してもよい。導電体310としては、例えば、ホウ素、窒素、酸素、フッ素、シリコン、リン、アルミニウム、チタン、クロム、マンガン、コバルト、ニッケル、銅、亜鉛、ガリウム、イットリウム、ジルコニウム、モリブデン、ルテニウム、プラチナ、銀、インジウム、スズ、タンタル、及びタングステンのうち一種以上を含む導電体を、単層で、又は積層で形成することができる。導電体310は、例えば、合金

膜又は化合物膜であってもよく、アルミニウムを含む導電体、銅及びチタンを含む導電体、銅及びマンガンを含む導電体、インジウム、スズ及び酸素を含む導電体、又はチタン及び窒素を含む導電体などを用いてもよい。

[0476]

次に、導電体310上に導電体320を成膜する。導電体320には、例えば、導電体310に用いることができる材料を適用できる。

[0477]

本実施の形態では、導電体310上に導電体320を成膜する例を示すが、導電体ではなく絶縁体を成膜してもよい。または、絶縁体と導電体を積層して多層膜としてもよい。

[0478]

次に、導電体320上に、リソグラフィ法を用いて、レジストマスク340を形成する(図31(A))。ここでは、リソグラフィ法に用いる露光装置が可能な最小のL/Sの寸法でレジストマスクを形成する。

[0479]

次に、レジストマスク340をエッチングマスクとして、導電体320の不要な部分をエッチングして導電体325を形成する。導電体320のエッチングにドライエッチング法を用いると、微細加工が容易となり好ましい。また、導電体320のエッチング中にレジストマスク340の一部がエッチングされて縮小することで、導電体325のライン幅をレジストマスクのライン幅よりも縮小することができる。さらに、導電体325のライン幅を縮小するためには、導電体320のエッチング時間を長くすることが好ましい(図31(B))。

[0480]

次に、レジストマスク340を除去する。レジストマスクは、酸素を含むプラズマ処理を行うことにより除去することができる。または、薬液を用いたウェット処理を行ってレジストマスクを除去してもよい。または、酸素を含むプラズマ処理を行った後に薬液を用いたウェット処理を行ってレジストマスクを除去してもよい。

[0481]

次に、導電体310上及び導電体325を覆うように絶縁体350を成膜する。絶縁体350としては、例えば、ホウ素、炭素、窒素、酸素、フッ素、マグネシウム、アルミニウム、シリコン、リン、塩素、アルゴン、ガリウム、ゲルマニウム、イットリウム、ジルコニウム、ランタン、ネオジム、ハフニウム、又はタンタルを含む絶縁体を、単層で、又は積層で形成することができる。例えば、絶縁体350は、酸化シリコン、窒化シリコン、窒化酸化シリコン、又は酸化窒化シリコンを有することが好ましい。

[0482]

次に、絶縁体350を導電体325の上面に達するまで、及び導電体310の上面に達するまでエッチングすることで、導電体325の側面に絶縁体355を形成する(図32(B))。絶縁体350のエッチングは、ドライエッチング法を用いることが好ましい。特に、エッチングの進む方向が基板305の底面と平行な面を基準として垂直方向である異方性エッチングであることがより好ましい。

[0483]

次に、導電体 3 2 5 を除去する。導電体 3 2 5 の除去には、ドライエッチング法又はウエットエッチング法を用いることができ、ウエットエッチング法を用いることが好ましい。ウエットエッチング法を用いることで、絶縁体 3 5 5 と導電体 3 2 5 とのエッチング速度の比を大きくすることができる。具体的には、絶縁体 3 5 5 のエッチング速度を 1 とすると導電体 3 2 5 のエッチング速度を 2 0 以上とすることができる。ウエットエッチング法は、エッチングが等方的に進むため、例えば絶縁体 3 5 5 の影になる部分の導電体 3 2 5 のエッチングも可能となる。従ってウエットエッチング法を用いることで、絶縁体 3 5 5 の膜減り、絶縁体 3 5 5 の変形、及び導電体 3 2 5 の膜残りを防ぐことができ、好適である。これで、絶縁体 3 5 5 を有するハードマスクを形成することができる（図 3 3 (A)）。

[0 4 8 4]

絶縁体 3 5 0 の導電体 3 2 5 への被覆性が絶縁体 3 5 5 のライン幅を決めることになる。導電体 3 2 5 の上面の絶縁体 3 5 0 の膜厚を A とし、導電体 3 2 5 の側面の絶縁体 3 5 0 の膜厚を B とし、絶縁体 3 5 0 の被覆性を C とし、被覆性 C を B/A と定義する。例えば絶縁体 3 5 0 の被覆性 C が 0.8 である場合、絶縁体 3 5 0 の膜厚 A を 1 0 0 0 nm とすると、導電体 3 2 5 の側面の絶縁体 3 5 0 の膜厚 B は 8 0 0 nm となる。従って、絶縁体 3 5 5 の膜厚すなわち絶縁体 3 5 5 のライン幅は、8 0 0 nm となる。あらかじめ絶縁体 3 5 0 の被覆性を測定しておけば、絶縁体 3 5 5 の膜厚を調整することで、必要な絶縁体 3 5 5 のライン幅を形成できる。このように絶縁体 3 5 5 は、リソグラフィ工程を用いることなく形成できるので、リソグラフィに使用する露光装置の解像度を超える微細な L/S を形成することができる。絶縁体 3 5 0 の被覆性 C は、0.3 以上 1.0 以下、好ましくは、0.5 以上 1.0 以下とする。

[0 4 8 5]

次に、絶縁体 3 5 5 をエッチングマスクとして、導電体 3 1 0 の一部をエッチングすることで、導電体 3 1 5 を形成する。導電体 3 1 0 のエッチングは、ドライエッチング法を用いることが好ましい（図 3 3 (B)）。

[0 4 8 6]

次に、絶縁体 3 5 5 を除去する。絶縁体 3 5 5 の除去には、ドライエッチング法又はウエットエッチングを用いることができる。以上により、露光装置の解像度の限界よりも微細な L/S の寸法の導電体 3 1 5 を作製することができる（図 3 3 (C)）。

[0 4 8 7]

本実施の形態で説明した、本発明の一態様の配線又は電極の加工方法を適用することで、精細度が高い表示装置を作製することができる。

[0 4 8 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。

[符号の説明]

[0 4 8 9]

- 1 0 1 結晶性半導体基板
- 1 0 2 結晶性基板
- 1 0 3 剥離層
- 1 0 5 絶縁膜
- 1 1 0 表示装置

1 1 1	絶縁膜
1 1 2 n	n ウェル
1 1 2 p	p ウェル
1 1 3 n	n 型不純物領域
1 1 3 p	p 型不純物領域
1 1 4 n	LDD 領域
1 1 4 p	LDD 領域
1 1 5	ゲート絶縁膜
1 1 6	ゲート
1 1 6 a	ゲート
1 1 6 b	ゲート
1 1 6 c	ゲート
1 1 6 d	ゲート
1 1 7	サイドウォール
1 1 8	素子分離領域
1 1 9	半導体膜
1 1 9 a	チャネル形成領域
1 1 9 b	低抵抗領域
1 2 1	絶縁膜
1 2 1 x	絶縁膜
1 2 1 y	絶縁膜
1 2 2	絶縁膜
1 2 3	導電膜
1 2 3 a	導電膜
1 2 3 b	導電膜
1 2 3 c	導電膜
1 2 3 d	導電膜
1 2 3 e	導電膜
1 2 3 f	導電膜
1 2 3 g	導電膜
1 2 3 h	導電膜
1 2 3 i	導電膜
1 2 3 x	導電膜
1 2 3 y	導電膜
1 2 4	導電膜
1 2 4 a	導電膜
1 2 4 b	導電膜
1 2 4 c	導電膜
1 2 4 d	導電膜

1 2 4 e	導電膜
1 2 4 f	導電膜
1 2 4 g	導電膜
1 2 4 h	導電膜
1 2 5	絶縁膜
1 2 6	導電膜
1 2 7	導電膜
1 2 8	絶縁膜
1 2 9 e	導電膜
1 2 9 f	導電膜
1 2 9 g	導電膜
1 2 9 h	導電膜
1 2 9 i	導電膜
1 3 1	半導体膜
1 3 5	絶縁膜
1 3 6	バックゲート
1 4 1	導電膜
1 4 2	絶縁膜
1 4 3	絶縁膜
1 4 8	導電膜
1 4 9	導電膜
1 5 0	走査線駆動回路
1 5 1 n	トランジスタ
1 5 1 p	トランジスタ
1 5 2 n	トランジスタ
1 5 2 p	トランジスタ
1 5 3	トランジスタ
1 5 4	トランジスタ
1 5 5	トランジスタ
1 5 6	トランジスタ
1 6 0	画素部
1 6 1	トランジスタ
1 6 2	トランジスタ
1 6 3	トランジスタ
1 6 4	トランジスタ
1 6 5	トランジスタ
1 6 6	トランジスタ
1 6 7	トランジスタ
1 6 8	トランジスタ

1 6 9	トランジスタ
1 7 0	容量素子
1 7 1	可撓性基板
1 7 2	絶縁膜
1 7 3	導電膜
1 7 4	絶縁膜
1 7 5	導電膜
1 7 6	接着層
1 7 7	導電膜
1 7 8	接続体
1 7 9	F P C
1 8 0	発光素子
1 8 0 G	発光素子
1 8 0 R	発光素子
1 8 1	電極
1 8 3	E L 層
1 8 5	電極
1 8 7	導電膜
1 8 9	導電膜
1 9 1	可撓性基板
1 9 2	接着層
1 9 3	絶縁膜
1 9 4	遮光層
1 9 5	着色層
1 9 5 G	着色層
1 9 5 R	着色層
1 9 6	接着層
1 9 7	絶縁膜
1 9 9	接続体
2 1 0	部材
2 1 5 a	部材
2 1 5 b	部材
2 5 0	液晶素子
2 5 1	導電膜
2 5 2	導電膜
2 5 3	絶縁膜
2 5 4	液晶
2 5 5	オーバーコート
2 5 6	スペーサ

2 5 7	ポリマー壁
2 5 8	配向膜
2 5 9	配向膜
3 0 5	基板
3 1 0	導電体
3 1 5	導電体
3 2 0	導電体
3 2 5	導電体
3 4 0	レジストマスク
3 5 0	絶縁体
3 5 5	絶縁体
4 0 1	ゲート
4 0 2	絶縁膜
4 0 3	ゲート絶縁膜
4 0 4 a	導電膜
4 0 4 b	導電膜
4 0 6 a	酸化物膜
4 0 6 b	酸化物半導体膜
4 0 6 c	酸化物膜
4 0 8	絶縁膜
4 1 0	絶縁膜
4 1 8	絶縁膜
4 2 8	絶縁膜
4 5 4	ゲート
4 6 0	素子分離領域
4 6 2	ゲート絶縁膜
4 6 4	絶縁膜
4 6 5	絶縁膜
4 6 6	絶縁膜
4 6 7	絶縁膜
4 6 8	絶縁膜
4 6 9	絶縁膜
4 7 0	絶縁膜
4 7 2	絶縁膜
4 7 4 a	不純物領域
4 7 4 b	不純物領域
4 7 5	絶縁膜
4 7 6 a	導電膜
4 7 6 b	導電膜

4 7 6 c	導電膜
4 7 7 a	導電膜
4 7 7 b	導電膜
4 7 7 c	導電膜
4 7 8 a	導電膜
4 7 8 b	導電膜
4 7 8 c	導電膜
4 7 9 a	導電膜
4 7 9 b	導電膜
4 7 9 c	導電膜
4 8 0 a	導電膜
4 8 0 b	導電膜
4 8 0 c	導電膜
4 8 3 a	導電膜
4 8 3 b	導電膜
4 8 3 c	導電膜
4 8 3 d	導電膜
4 8 3 e	導電膜
4 8 3 f	導電膜
4 8 4 a	導電膜
4 8 4 b	導電膜
4 8 4 c	導電膜
4 8 4 d	導電膜
4 8 5 a	導電膜
4 8 5 b	導電膜
4 8 5 c	導電膜
4 8 5 d	導電膜
4 8 5 e	導電膜
4 8 7 a	導電膜
4 8 7 b	導電膜
4 8 7 c	導電膜
4 8 8 a	導電膜
4 8 8 b	導電膜
4 8 8 c	導電膜
4 8 9 a	導電膜
4 8 9 b	導電膜
4 9 0 a	導電膜
4 9 0 b	導電膜
4 9 1	導電膜

4 9 4	導電膜
4 9 6	導電膜
4 9 8	絶縁膜
7 4 7 x	開口
7 4 7 y	開口
7 4 8 x	開口
7 4 8 y	開口
9 0 1	可撓性基板
9 0 3	接着層
9 1 1	作製基板
9 1 2	剥離層
9 5 1	結晶性基板
9 9 2	剥離層
3 0 0 1	第 1 の配線
3 0 0 2	第 2 の配線
3 0 0 3	第 3 の配線
3 0 0 4	第 4 の配線
3 0 0 5	第 5 の配線
3 2 0 0	トランジスタ
3 3 0 0	トランジスタ
3 4 0 0	容量素子
4 0 0 3	信号線駆動回路
4 0 0 4	走査線駆動回路
4 0 1 8	F P C
4 0 1 8 a	F P C
4 0 1 8 b	F P C
7 0 0 0	表示部
7 0 0 1	表示部
7 1 0 0	携帯電話機
7 1 0 1	筐体
7 1 0 3	操作ボタン
7 1 0 4	外部接続ポート
7 1 0 5	スピーカ
7 1 0 6	マイク
7 2 0 0	テレビジョン装置
7 2 0 1	筐体
7 2 0 3	スタンド
7 2 1 1	リモコン操作機
7 3 0 0	携帯情報端末

7 3 0 1	筐体
7 3 0 2	操作ボタン
7 3 0 3	情報
7 3 0 4	情報
7 3 0 5	情報
7 3 0 6	情報
7 3 1 0	携帯情報端末
7 3 2 0	携帯情報端末
7 4 0 0	照明装置
7 4 0 1	台部
7 4 0 2	発光部
7 4 0 3	操作スイッチ
7 4 1 0	照明装置
7 4 1 2	発光部
7 4 2 0	照明装置
7 4 2 2	発光部
7 5 0 0	携帯情報端末
7 5 0 1	筐体
7 5 0 2	部材
7 5 0 3	操作ボタン
7 6 0 0	携帯情報端末
7 6 0 1	筐体
7 6 0 2	ヒンジ
7 6 5 0	携帯情報端末
7 6 5 1	非表示部
7 7 0 0	携帯情報端末
7 7 0 1	筐体
7 7 0 3 a	ボタン
7 7 0 3 b	ボタン
7 7 0 4 a	スピーカ
7 7 0 4 b	スピーカ
7 7 0 5	外部接続ポート
7 7 0 6	マイク
7 7 0 9	バッテリー
7 8 0 0	携帯情報端末
7 8 0 1	バンド
7 8 0 2	入出力端子
7 8 0 3	操作ボタン
7 8 0 4	アイコン

7 8 0 5	バッテリー
7 8 5 0	携帯情報端末
7 8 5 1	表示部
7 8 5 2	筐体
7 8 5 3	筐体
7 8 5 4	バンド
7 8 5 5	操作ボタン
7 9 0 0	ヘッドマウントディスプレイ
7 9 0 1	表示装置
7 9 0 2	本体
7 9 0 3	装着部
7 9 0 4	レンズ
7 9 1 0	プロジェクター
7 9 1 1	表示装置
7 9 1 2	光学系
7 9 1 3	スクリーン
7 9 2 0	ヘッドマウントディスプレイ
7 9 2 1 L	表示装置
7 9 2 1 R	表示装置
7 9 2 2	本体
7 9 2 3	装着部
7 9 2 4	レンズ
9 7 0 0	自動車
9 7 0 1	車体
9 7 0 2	車輪
9 7 0 3	ダッシュボード
9 7 0 4	ライト
9 7 1 0	表示部
9 7 1 1	表示部
9 7 1 2	表示部
9 7 1 3	表示部
9 7 1 4	表示部
9 7 1 5	表示部
9 7 2 1	表示部
9 7 2 2	表示部
9 7 2 3	表示部
9 8 0 1	筐体
9 8 0 2	筐体
9 8 0 3	表示部

9 8 0 4	表示部
9 8 0 5	マイクロフォン
9 8 0 6	スピーカ
9 8 0 7	操作キー
9 8 0 8	スタイラス
9 8 2 1	筐体
9 8 2 2	表示部
9 8 2 3	キーボード
9 8 2 4	ポインティングデバイス

請求の範囲

[請求項 1]

チャネル形成領域を結晶性半導体基板に有するトランジスタを形成する工程と、
前記結晶性半導体基板上に前記トランジスタと電氣的に接続される表示素子を形成する工程と、
前記結晶性半導体基板を研磨し、前記結晶性半導体基板に厚さ $1\ \mu\text{m}$ 以上 $100\ \mu\text{m}$ 以下の部分を形成する工程と、を有する、表示装置の作製方法。

[請求項 2]

チャネル形成領域を結晶性半導体基板に有するトランジスタを形成する工程と、
前記結晶性半導体基板上に前記トランジスタと電氣的に接続される表示素子を形成する工程と、
前記結晶性半導体基板の一部が残るように前記結晶性半導体基板を研磨する工程と、を有する、表示装置の作製方法であり、
前記結晶性半導体基板を研磨した後の前記表示装置は可撓性を有する、表示装置の作製方法。

[請求項 3]

請求項 1 又は 2 において、
前記表示素子を形成する工程では、発光素子を形成し、
前記結晶性半導体基板を研磨する工程の前に、前記発光素子上に絶縁膜を形成する工程と、前記絶縁膜上に着色層を形成する工程と、を有し、
前記絶縁膜は、前記発光素子が発する光を透過する機能を有し、
前記発光素子は、前記着色層側に光を射出する機能を有する、表示装置の作製方法。

[請求項 4]

請求項 1 又は 2 において、
前記表示素子を形成する工程では、発光素子を形成し、
前記結晶性半導体基板を研磨する工程の前に、
作製基板上に剥離層を形成する工程と、
前記剥離層上に絶縁膜を形成する工程と、
前記絶縁膜上に着色層を形成する工程と、
前記発光素子と前記着色層とが互いに向き合うように、前記結晶性半導体基板と前記作製基板とを、
第 1 の接着層を用いて貼り合わせる工程と、
前記作製基板と前記絶縁膜とを分離する工程と、
前記絶縁膜とフィルムとを、第 2 の接着層を用いて貼り合わせる工程と、を有し、
前記絶縁膜及び前記フィルムは、前記発光素子が発する光を透過する機能を有し、
前記発光素子は、前記着色層側に光を射出する機能を有する、表示装置の作製方法。

[請求項 5]

請求項 1 又は 2 において、
前記結晶性半導体基板は、単結晶半導体基板である、表示装置の作製方法。

[請求項 6]

請求項 1 又は 2 において、
前記結晶性半導体基板は、単結晶シリコンを有する、表示装置の作製方法。

[請求項 7]

結晶性半導体基板と、
チャネル形成領域を前記結晶性半導体基板に有するトランジスタと、
前記トランジスタと電氣的に接続された表示素子と、を有し、
前記結晶性半導体基板は、 $1\ \mu\text{m}$ 以上 $100\ \mu\text{m}$ 以下の厚さの部分の有する、表示装置。

[請求項 8]

少なくとも一部が可撓性を有する表示装置であり、
結晶性半導体基板と、
チャネル形成領域を前記結晶性半導体基板に有するトランジスタと、
前記トランジスタと電氣的に接続された表示素子と、を有する、表示装置。

[請求項 9]

少なくとも一部に曲面を有する表示装置であり、
結晶性半導体基板と、
チャネル形成領域を前記結晶性半導体基板に有するトランジスタと、
前記トランジスタと電氣的に接続された表示素子と、を有する、表示装置。

[請求項 10]

請求項 7 乃至 9 のいずれか一項において、
前記表示素子は、発光素子であり、
前記表示素子上の封止層と、
前記封止層上の着色層を有し、
前記着色層は、前記発光素子と重なる部分を有し、
前記封止層は、前記発光素子が発する光を透過する機能を有し、
前記発光素子は、前記着色層側に光を射出する機能を有する、表示装置。

[請求項 11]

請求項 10 において、
前記着色層上の絶縁膜と、
前記絶縁膜上の接着層と、
前記接着層上の可撓性を有する基板と、を有する、表示装置。

[請求項 12]

請求項 11 において、
前記結晶性半導体基板と前記可撓性を有する基板との間に位置するタッチセンサを有する、表示装置。

[請求項 13]

請求項 7 乃至 9 のいずれか一項において、
前記結晶性半導体基板は、単結晶半導体基板である、表示装置。

[請求項 14]

請求項 7 乃至 9 のいずれか一項において、
前記結晶性半導体基板は、単結晶シリコンを有する、表示装置。

[請求項 15]

請求項 7 乃至 9 のいずれか一項において、

前記表示装置の精細度が400 p p i以上4000 p p i以下である、表示装置。

[請求項16]

請求項7乃至9のいずれか一項に記載の表示装置と、

アンテナ、バッテリー、カメラ、スピーカ、マイク、又は操作ボタンの少なくともいずれかを有する、電子機器。

[請求項17]

請求項7乃至9のいずれか一項に記載の表示装置と、

アンテナ、バッテリー、カメラ、スピーカ、ヘッドホン、イヤホン、マイク、又は操作ボタンの少なくともいずれかと、を有する、ヘッドマウントディスプレイ。

[請求項18]

請求項7乃至9のいずれか一項に記載の表示装置と、

レンズ、ミラー、プリズム、アンテナ、又は操作ボタンの少なくともいずれかと、を有する、プロジェクター。

[請求項19]

左目用の表示部と、

右目用の表示部と、

アンテナ、バッテリー、カメラ、スピーカ、ヘッドホン、イヤホン、マイク、又は操作ボタンの少なくともいずれかと、を有し、

前記左目用の表示部及び前記右目用の表示部は、それぞれ表示装置を有し、

前記表示装置は、結晶性半導体基板と、チャンネル形成領域を前記結晶性半導体基板に有するトランジスタと、前記トランジスタと電気的に接続された表示素子と、を有し、

前記結晶性半導体基板は、1 μ m以上100 μ m以下の厚さの部分有する、ヘッドマウントディスプレイ。

[請求項20]

左目用の表示部と、

右目用の表示部と、

アンテナ、バッテリー、カメラ、スピーカ、ヘッドホン、イヤホン、マイク、又は操作ボタンの少なくともいずれかと、を有し、

前記左目用の表示部及び前記右目用の表示部は、それぞれ表示装置を有し、

前記表示装置は、結晶性半導体基板と、チャンネル形成領域を前記結晶性半導体基板に有するトランジスタと、前記トランジスタと電気的に接続された表示素子と、を有し、

前記表示装置は、少なくとも一部が可撓性を有する、ヘッドマウントディスプレイ。

[請求項21]

左目用の表示部と、

右目用の表示部と、

アンテナ、バッテリー、カメラ、スピーカ、ヘッドホン、イヤホン、マイク、又は操作ボタンの少なくともいずれかと、を有し、

前記左目用の表示部及び前記右目用の表示部は、それぞれ表示装置を有し、

前記表示装置は、結晶性半導体基板と、チャネル形成領域を前記結晶性半導体基板に有するトランジスタと、前記トランジスタと電氣的に接続された表示素子と、を有し、

前記表示装置は、少なくとも一部に曲面を有する、ヘッドマウントディスプレイ。

[請求項 2 2]

請求項 1 9 乃至 2 1 のいずれか一項において、

前記表示素子は、発光素子であり、

前記表示装置は、前記表示素子上の封止層と、前記封止層上の着色層と、を有し、

前記着色層は、前記発光素子と重なる部分を有し、

前記封止層は、前記発光素子が発する光を透過する機能を有し、

前記発光素子は、前記着色層側に光を射出する機能を有する、ヘッドマウントディスプレイ。

[請求項 2 3]

請求項 2 2 において、

前記表示装置は、前記着色層上の絶縁膜と、前記絶縁膜上の接着層と、前記接着層上の可撓性を有する基板と、を有する、ヘッドマウントディスプレイ。

[請求項 2 4]

請求項 2 3 において、

前記表示装置は、前記結晶性半導体基板と前記可撓性を有する基板との間に位置するタッチセンサを有する、ヘッドマウントディスプレイ。

[請求項 2 5]

請求項 1 9 乃至 2 1 のいずれか一項において、

前記結晶性半導体基板は、単結晶半導体基板である、ヘッドマウントディスプレイ。

[請求項 2 6]

請求項 1 9 乃至 2 1 のいずれか一項において、

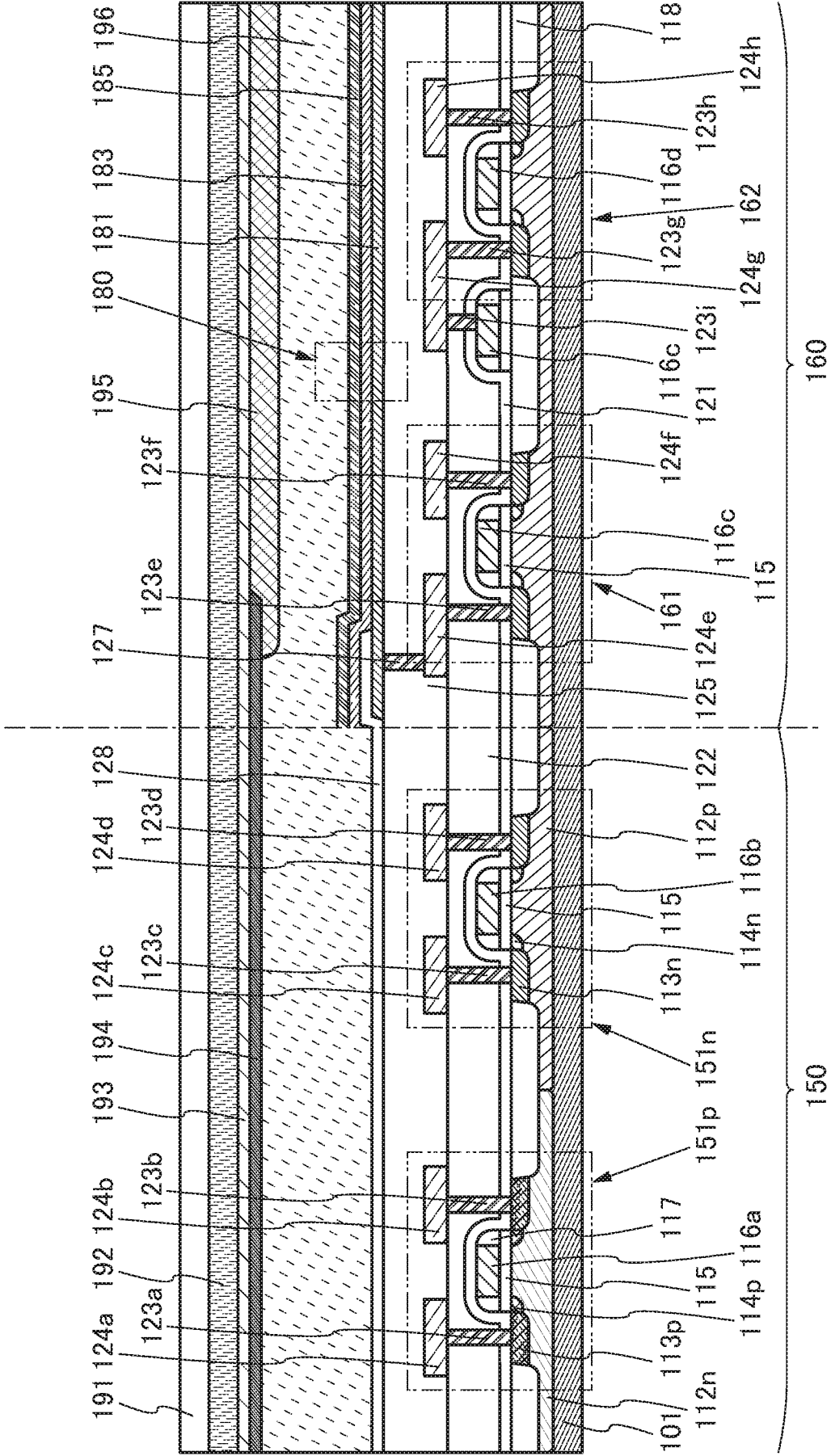
前記結晶性半導体基板は、単結晶シリコンを有する、ヘッドマウントディスプレイ。

[請求項 2 7]

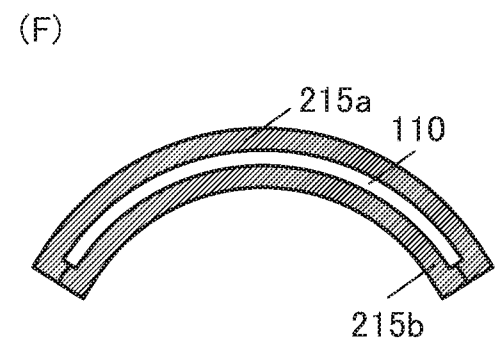
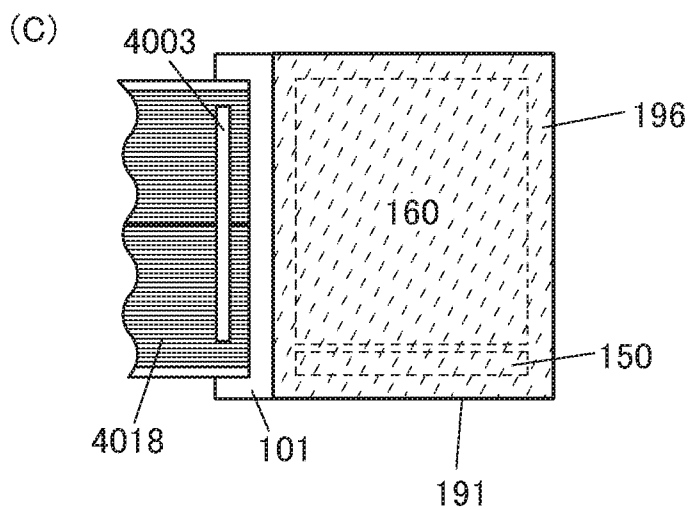
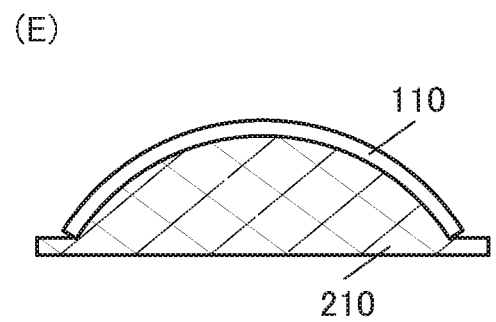
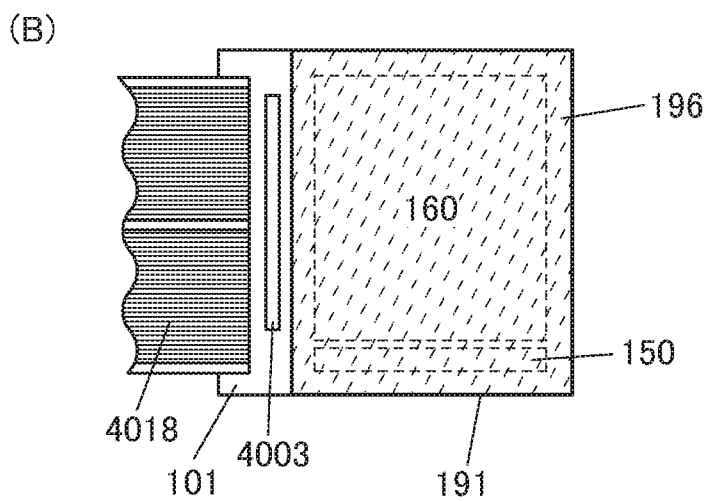
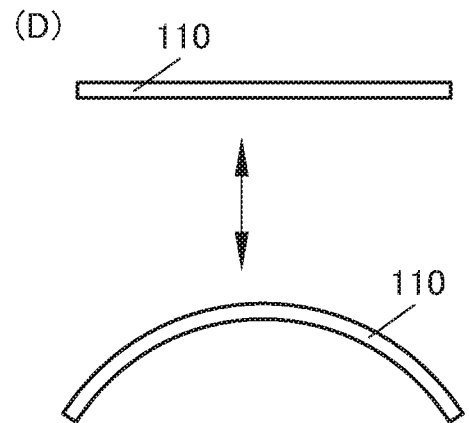
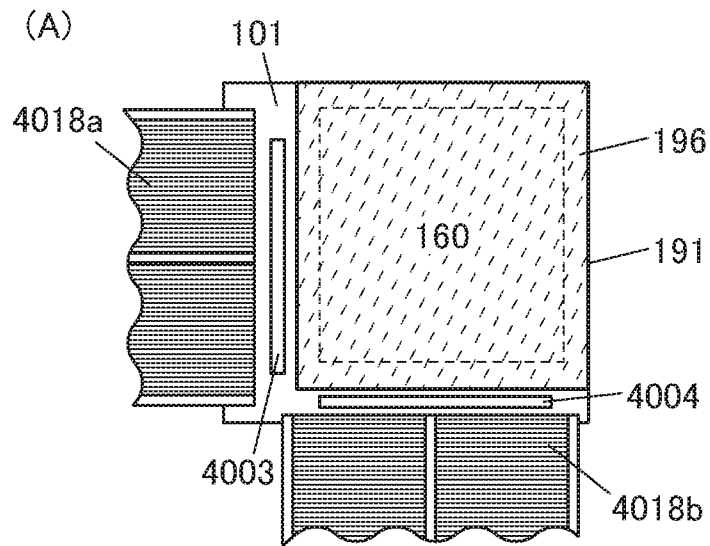
請求項 1 9 乃至 2 1 のいずれか一項において、

前記表示装置の精細度が 4 0 0 p p i 以上 4 0 0 0 p p i 以下である、ヘッドマウントディスプレイ。

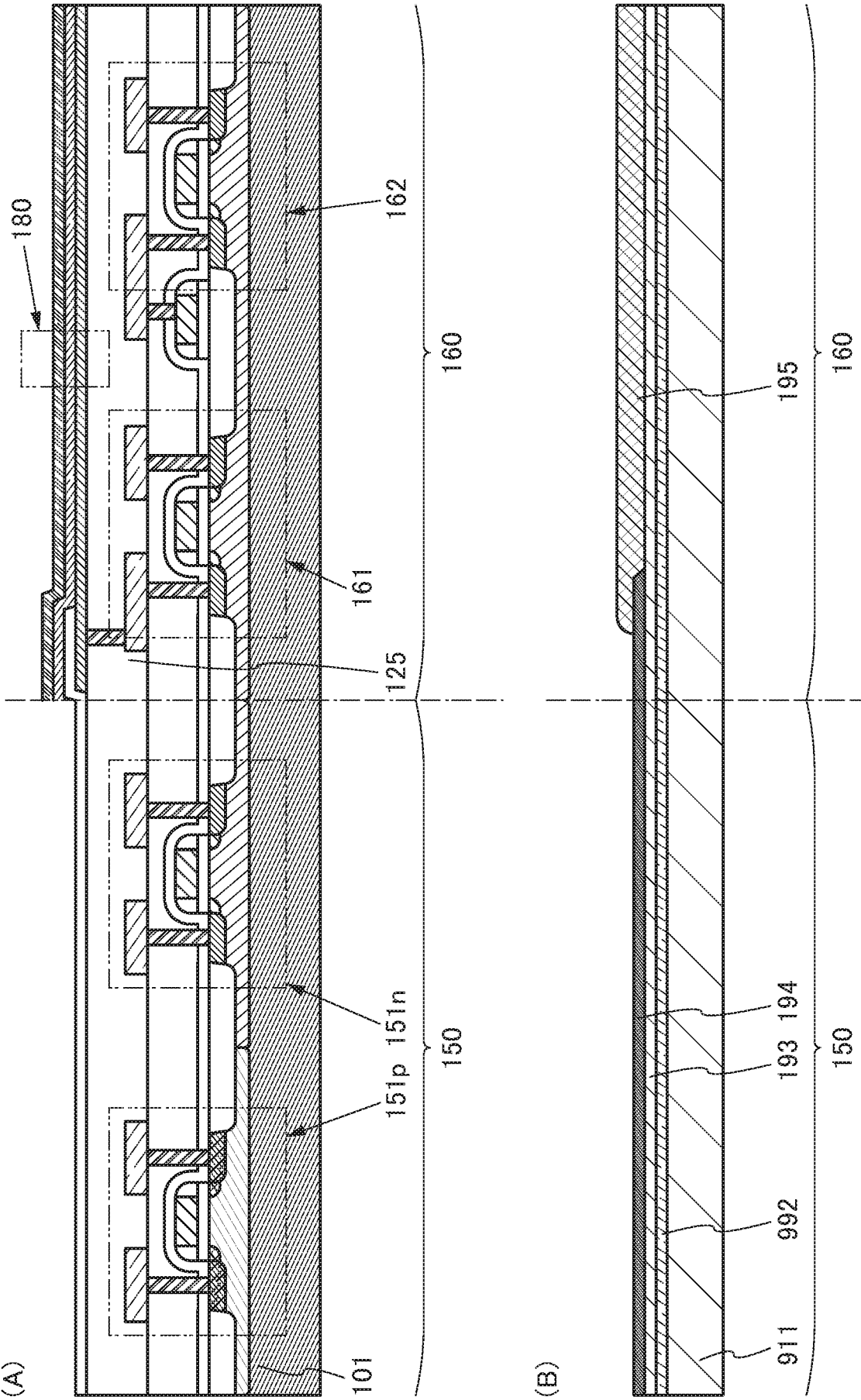
[図1]



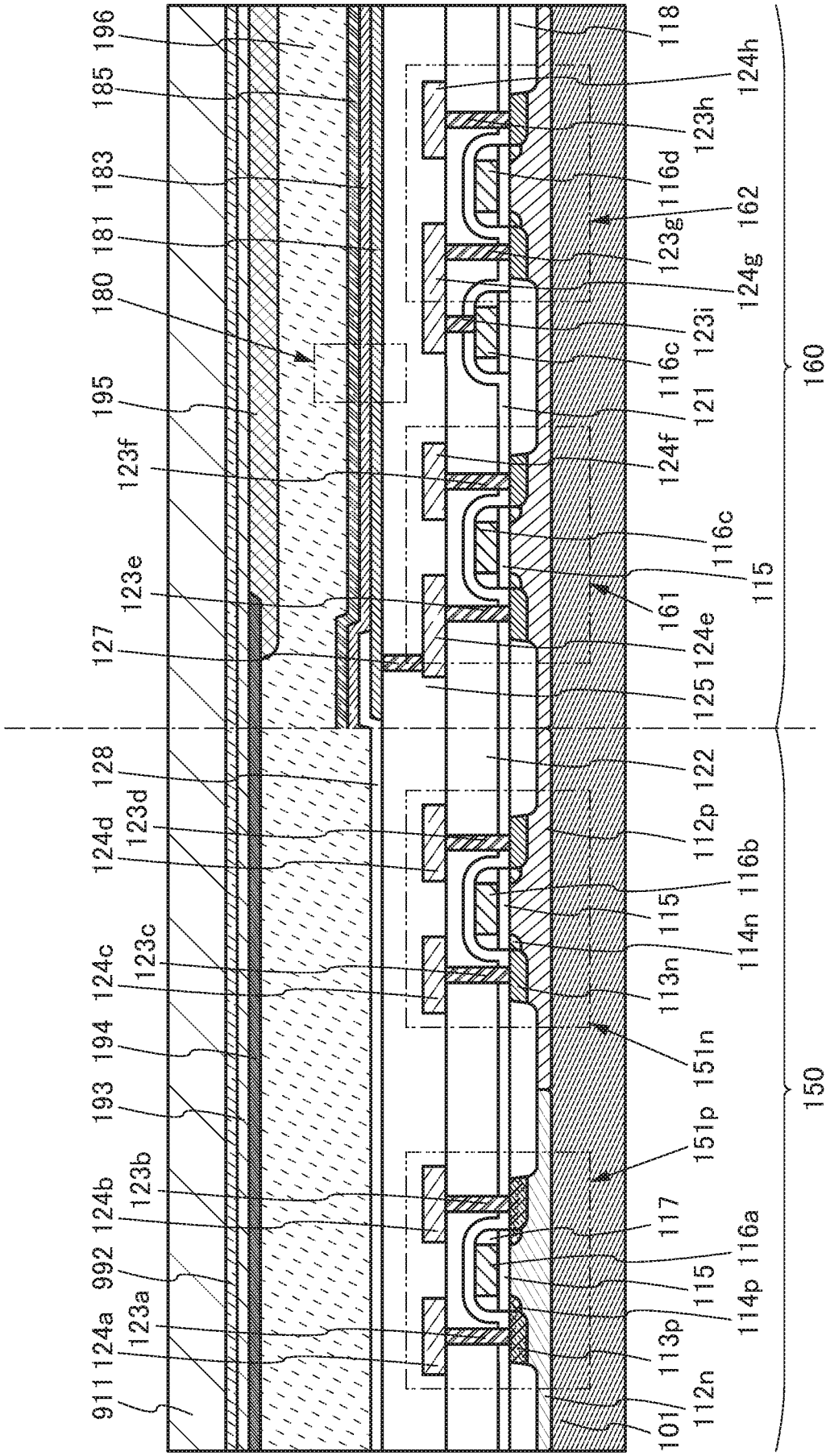
[図2]



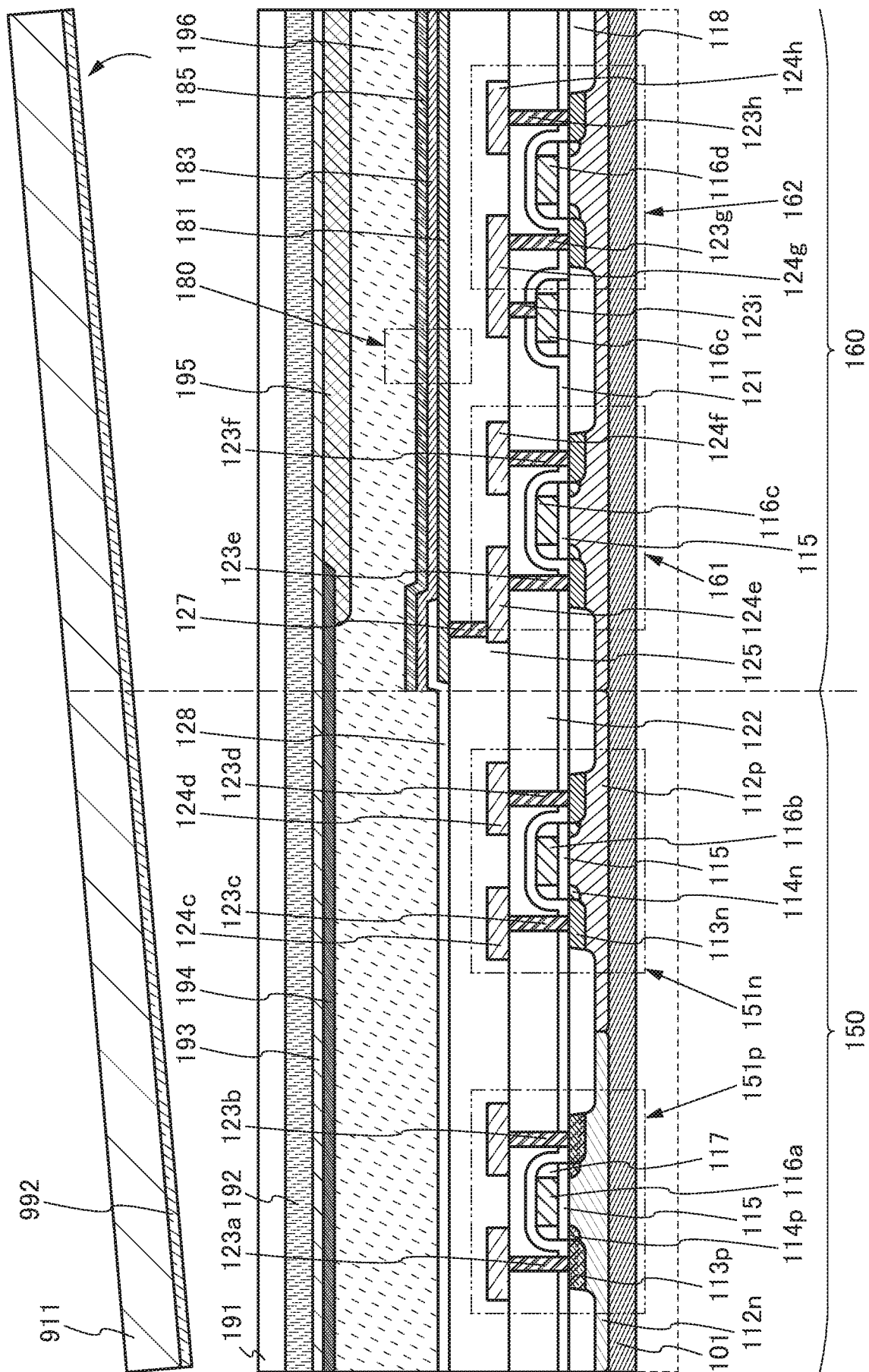
[ 3]



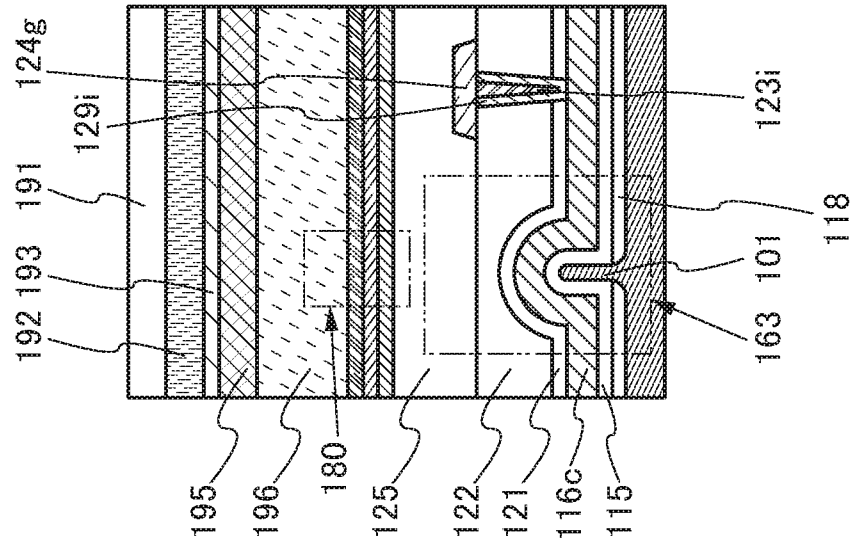
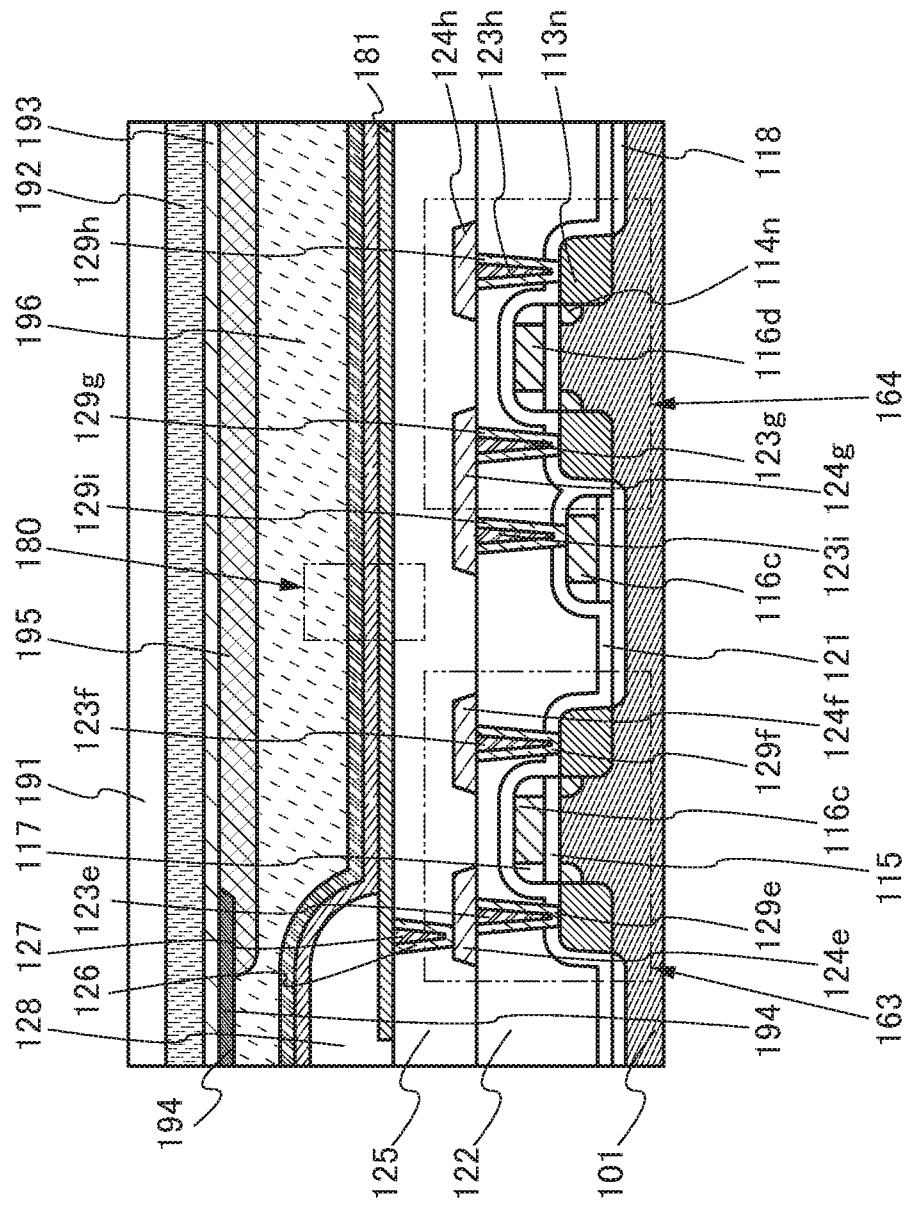
[図4]

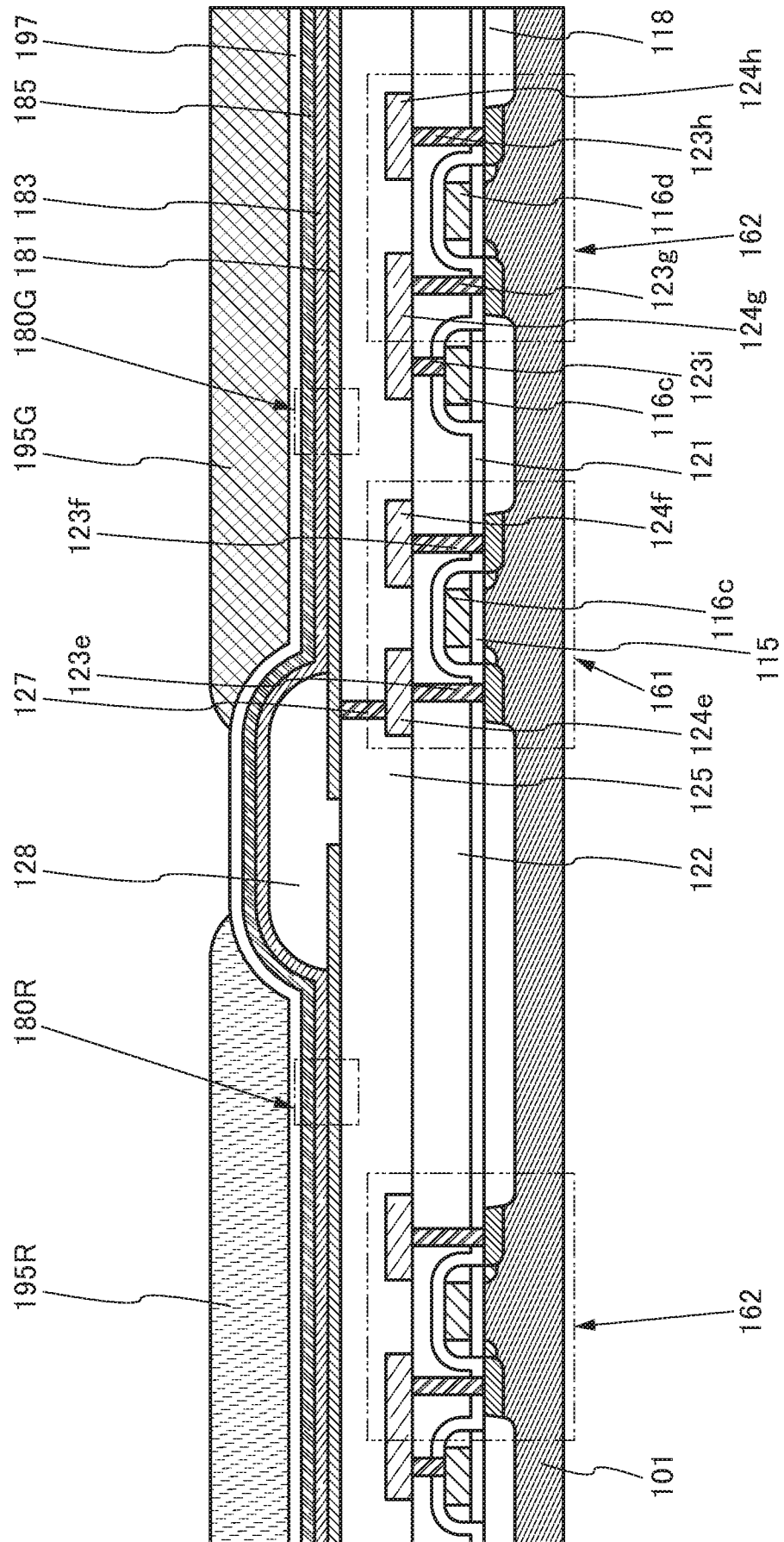


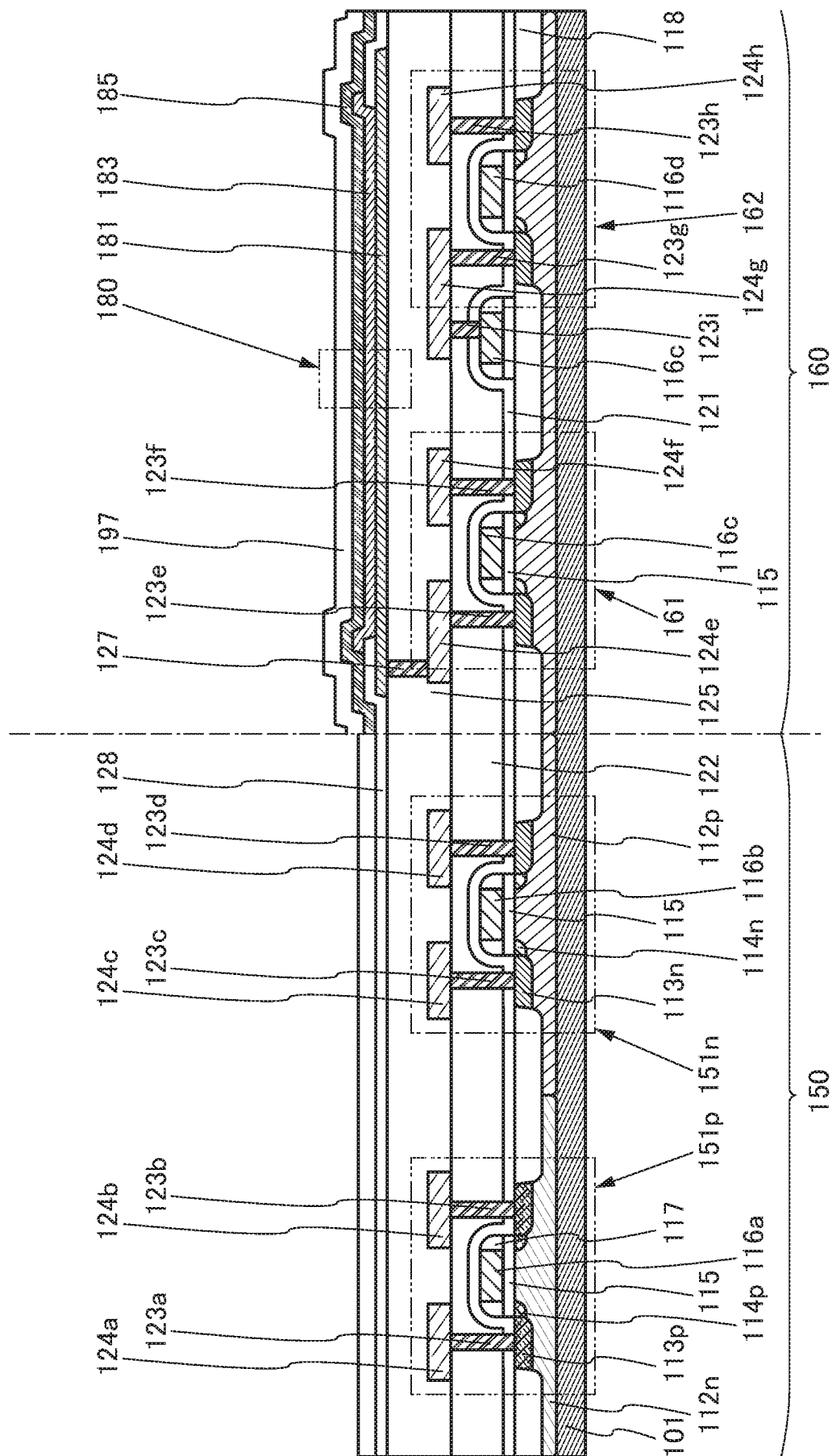
[5]



④

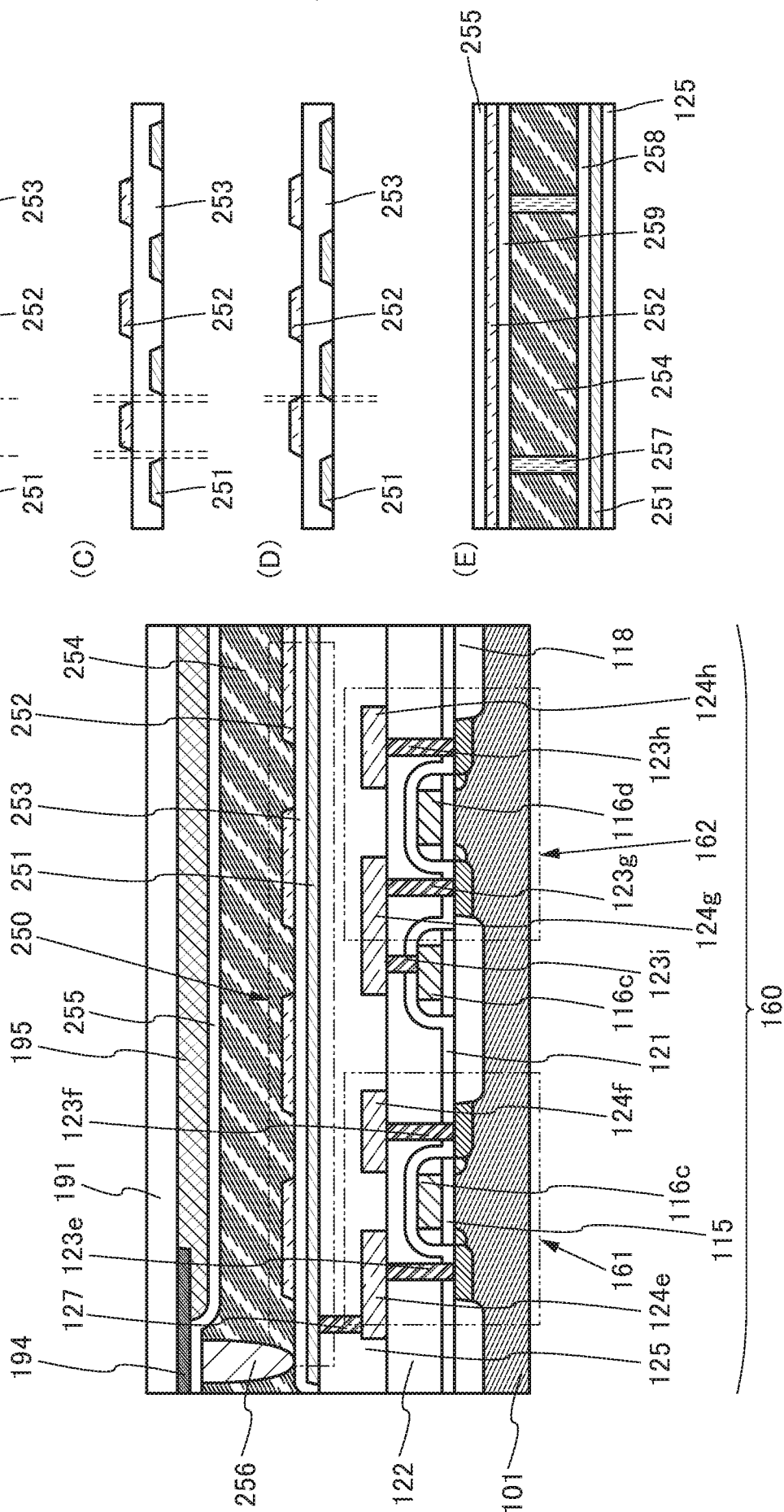






[図9]

(A)



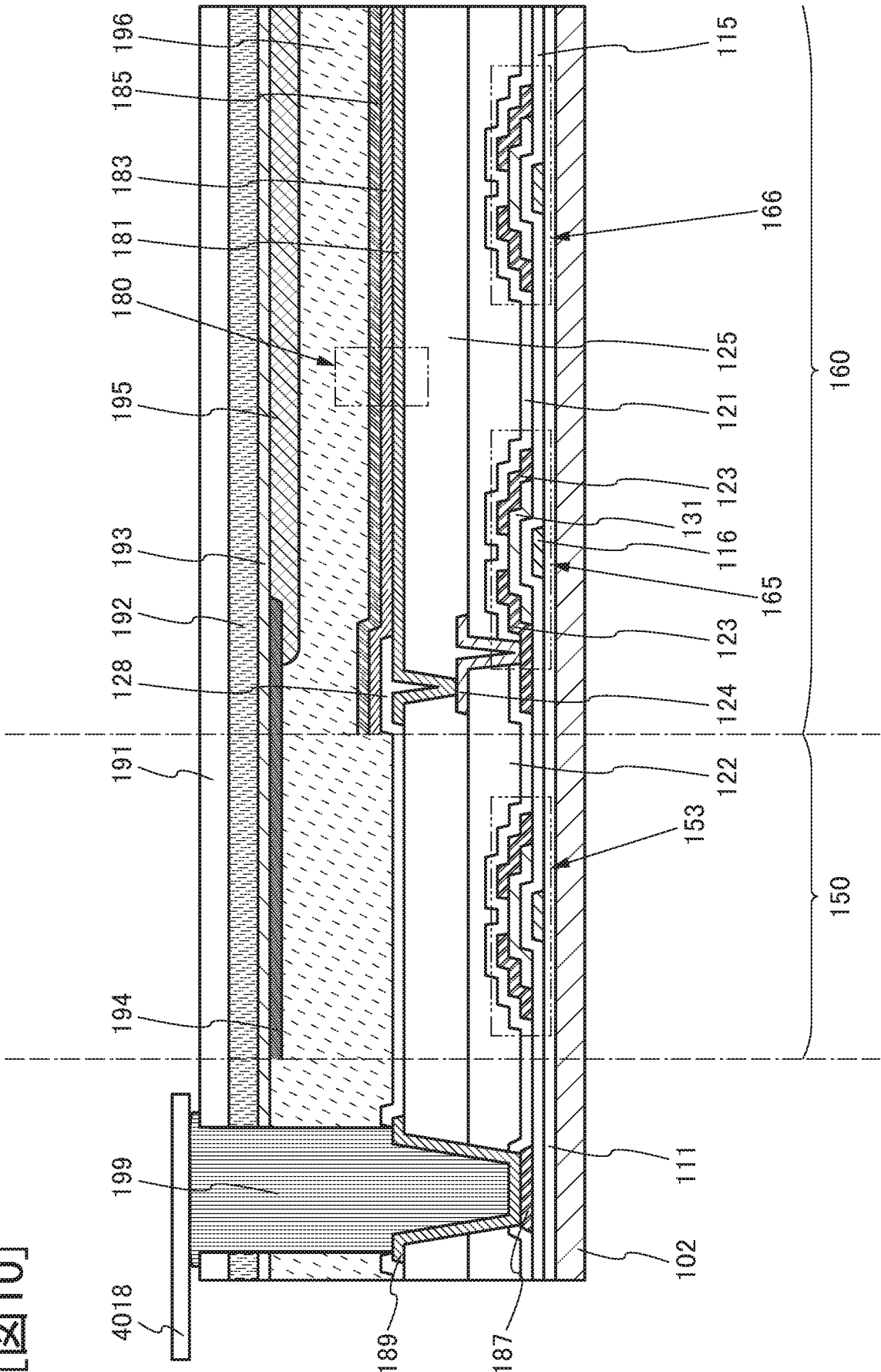
(B)

(C)

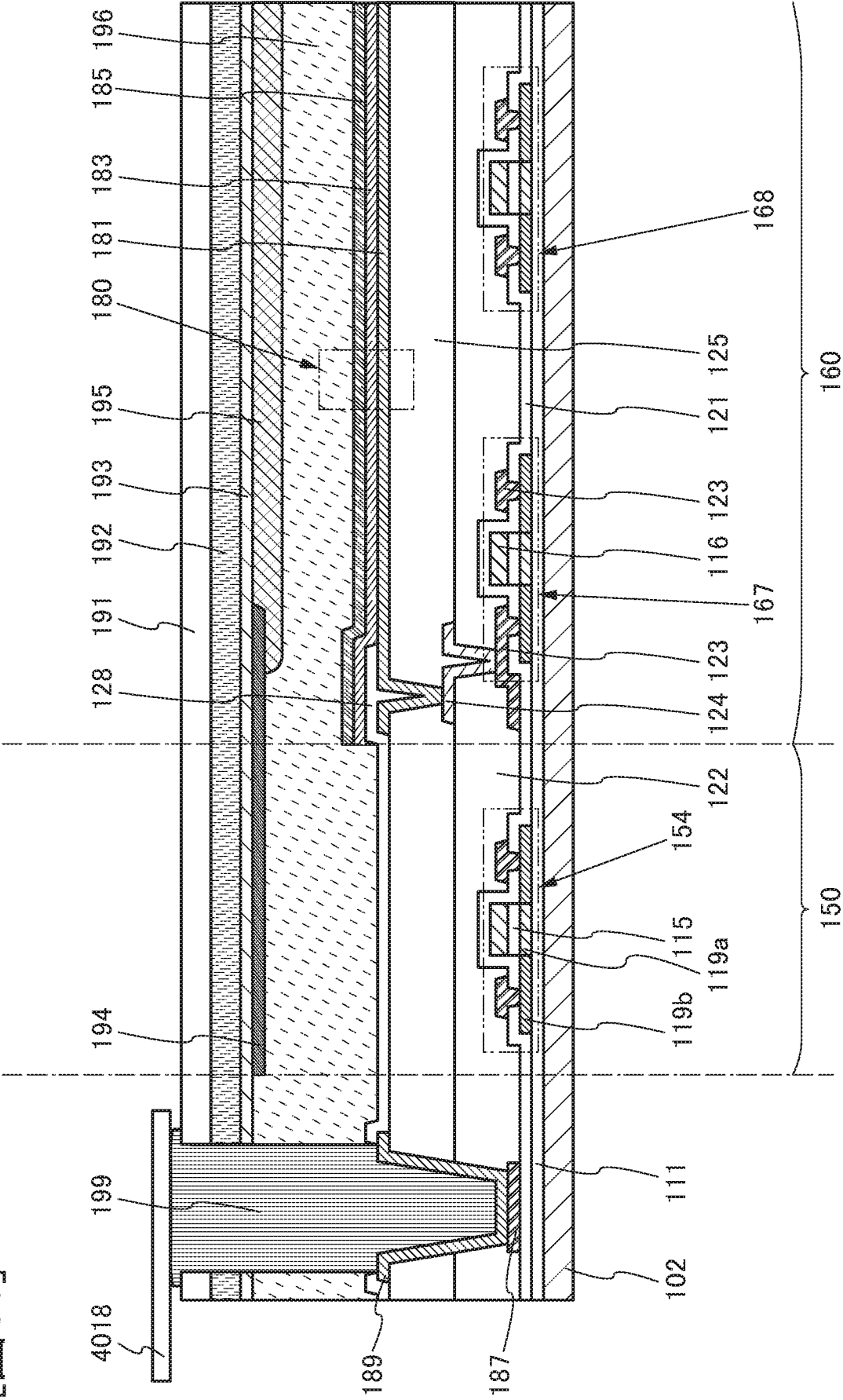
(D)

(E)

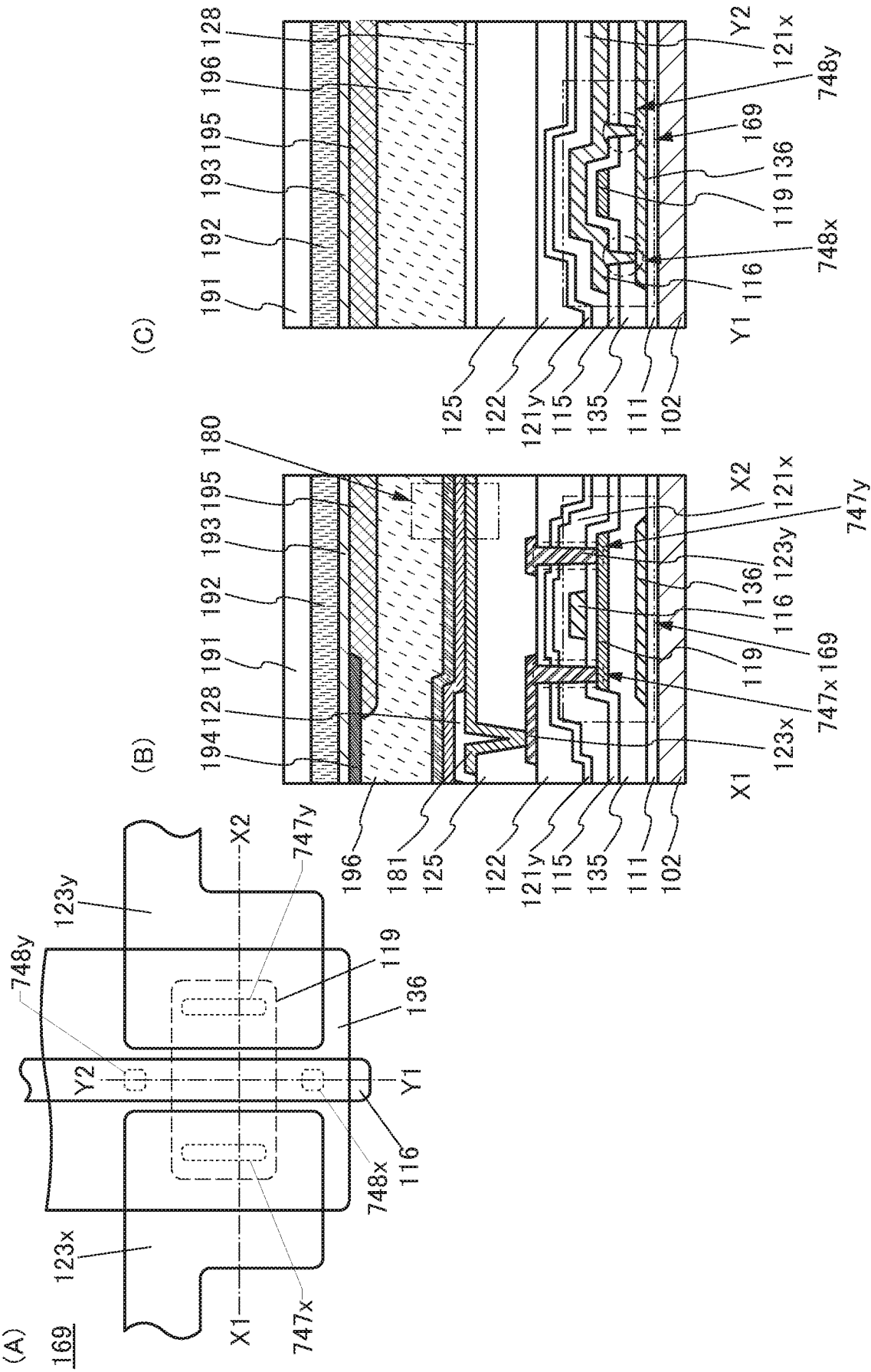
[圖10]



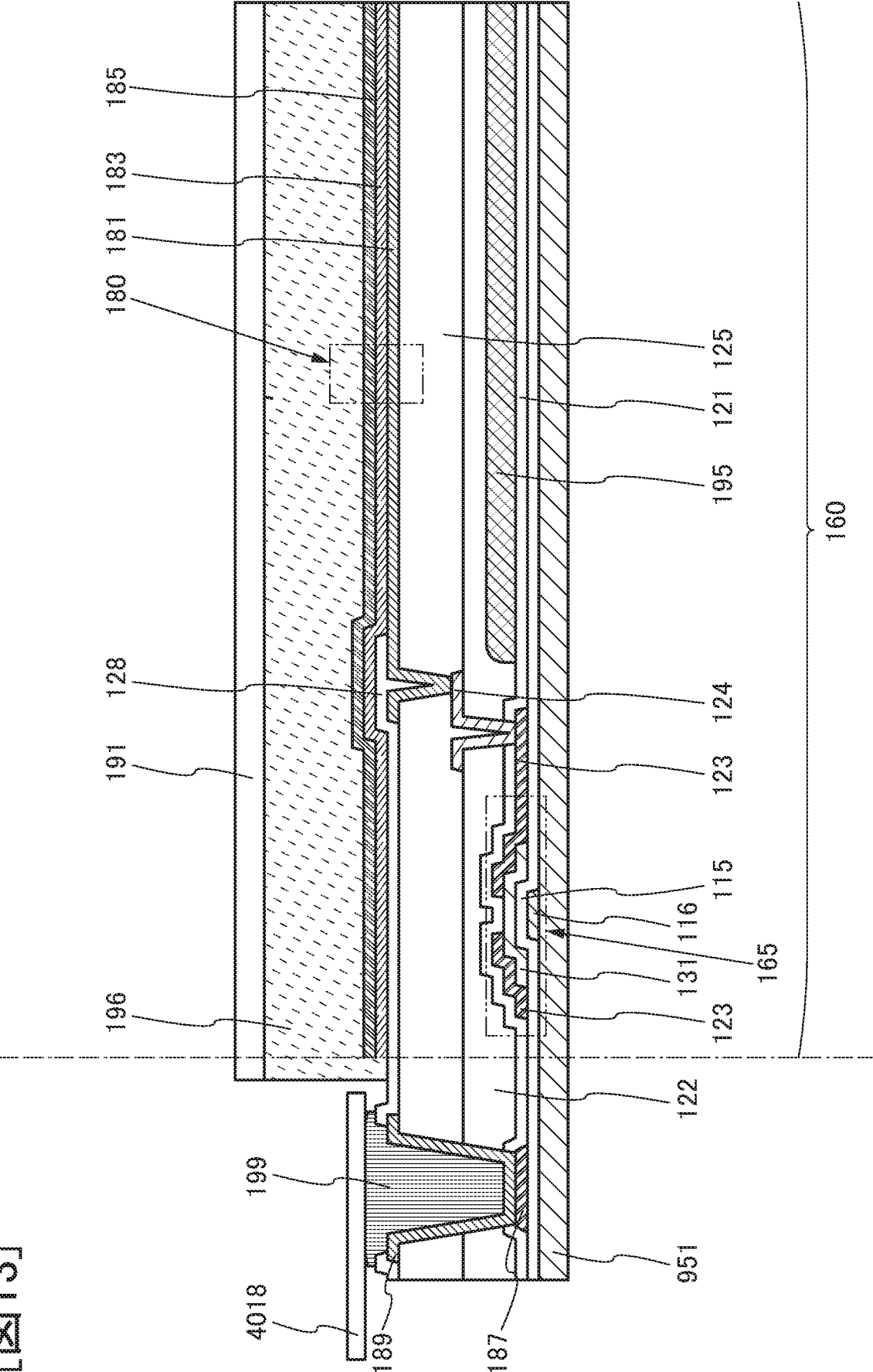
[図11]



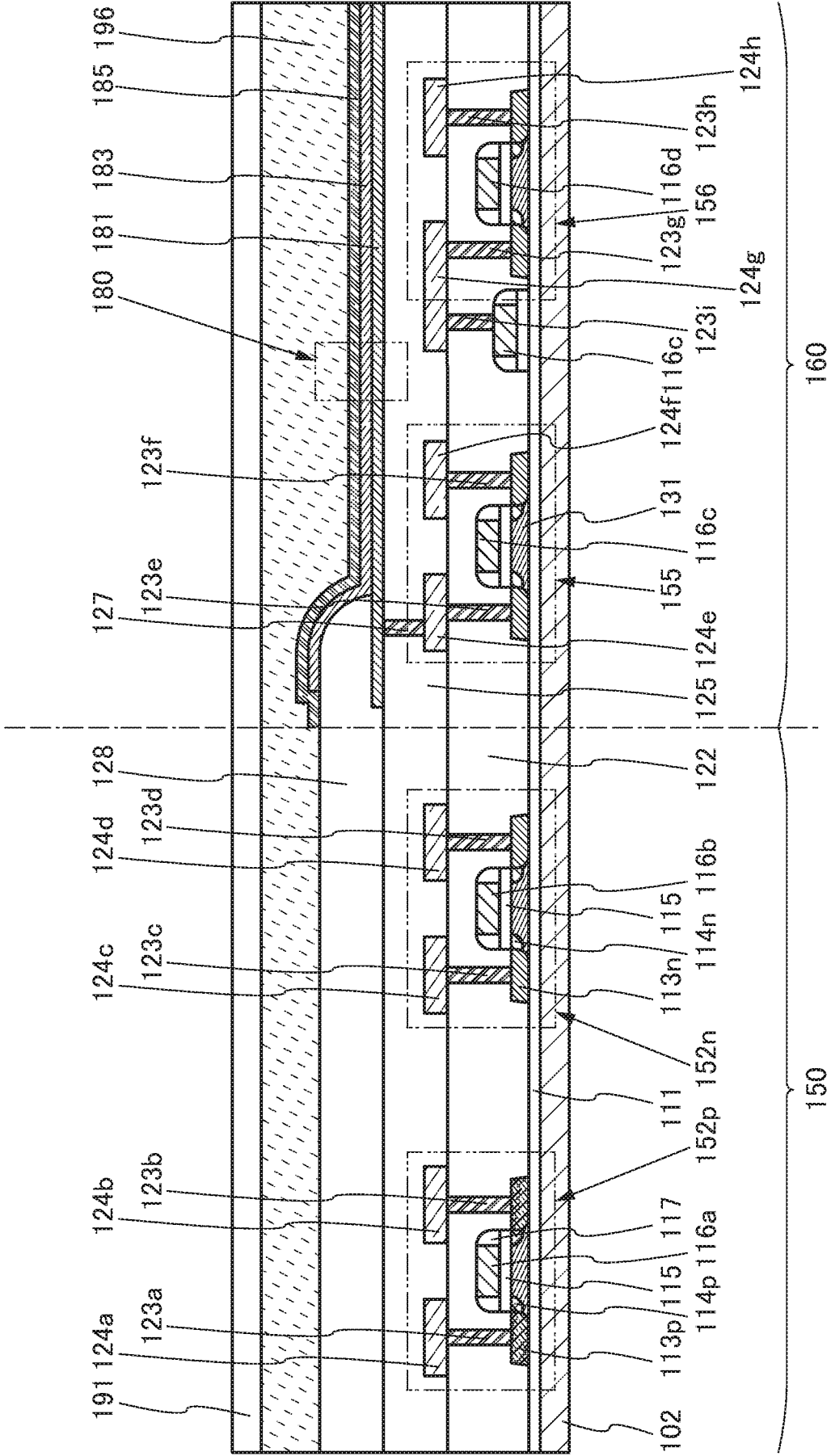
[Figure 12]



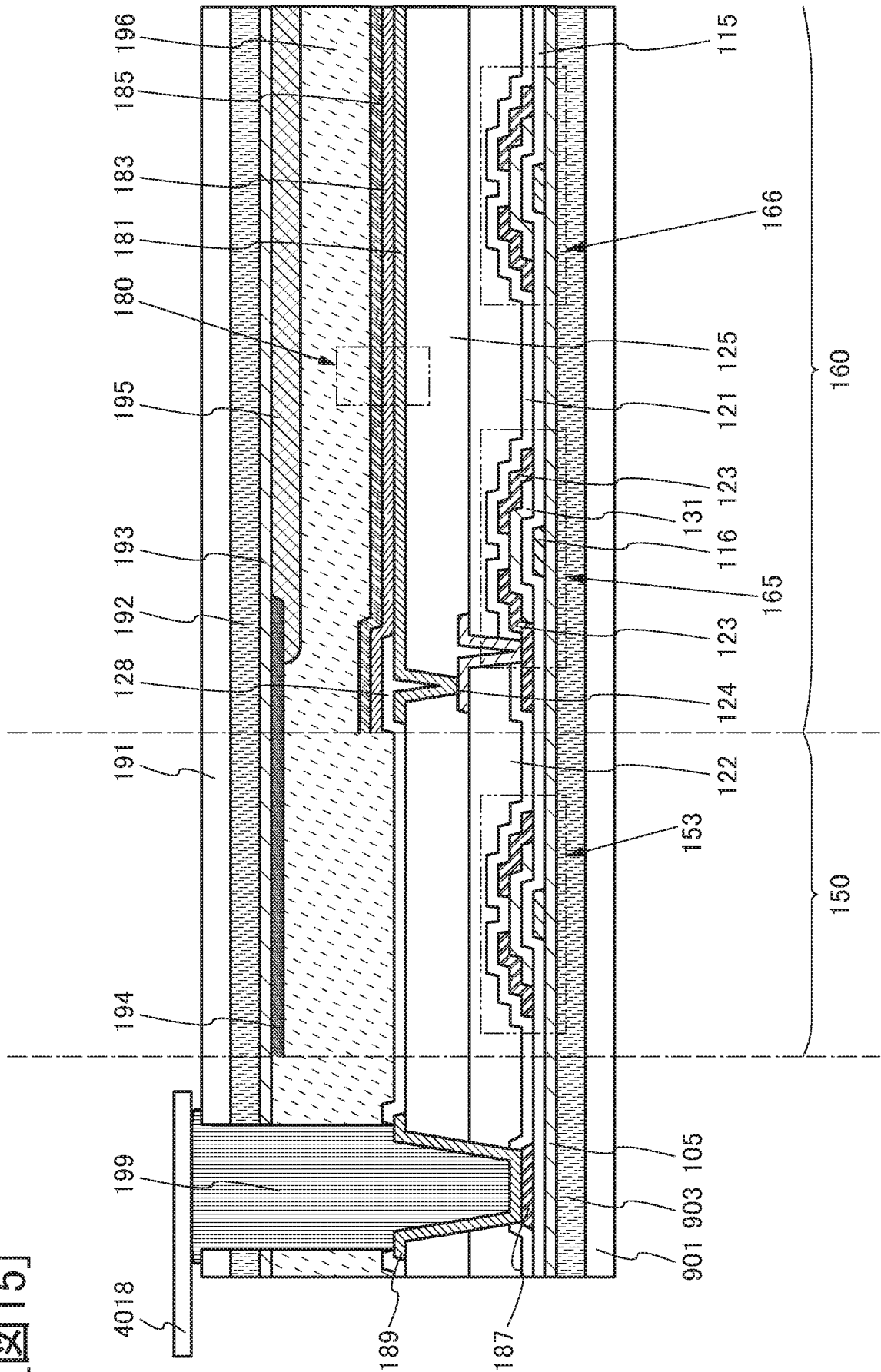
[圖13]



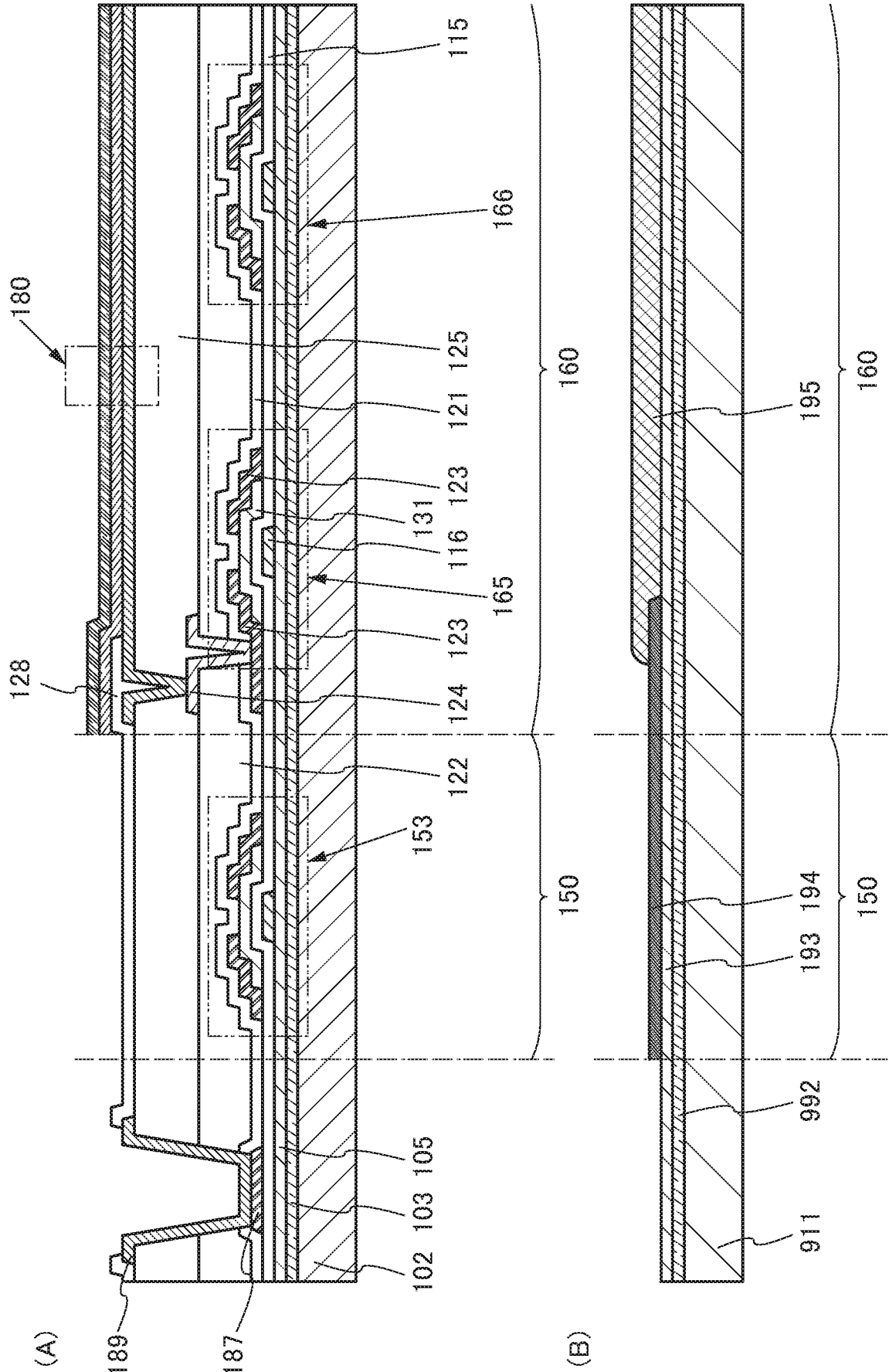
[図14]



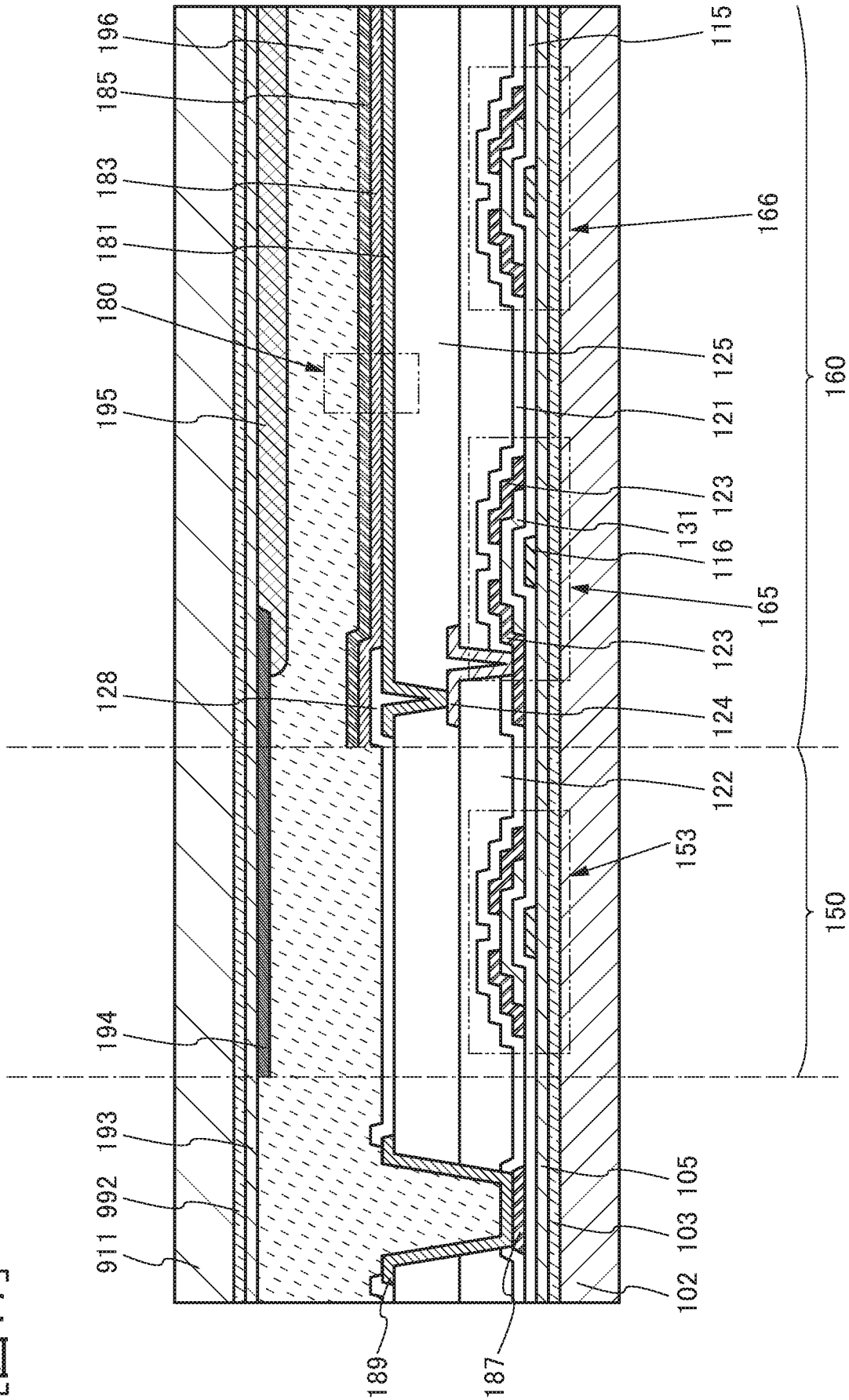
[圖15]



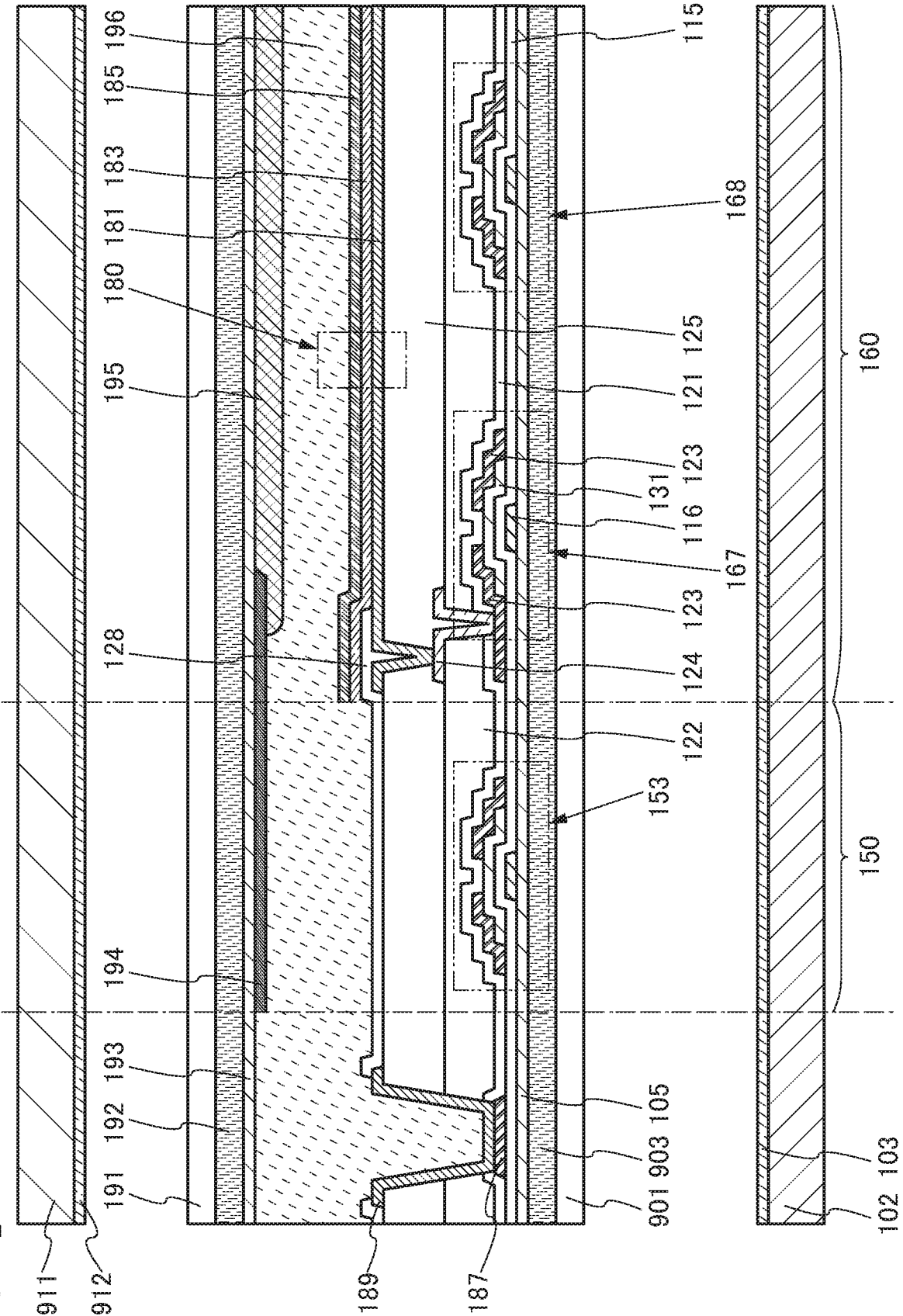
[図16]



[図17]

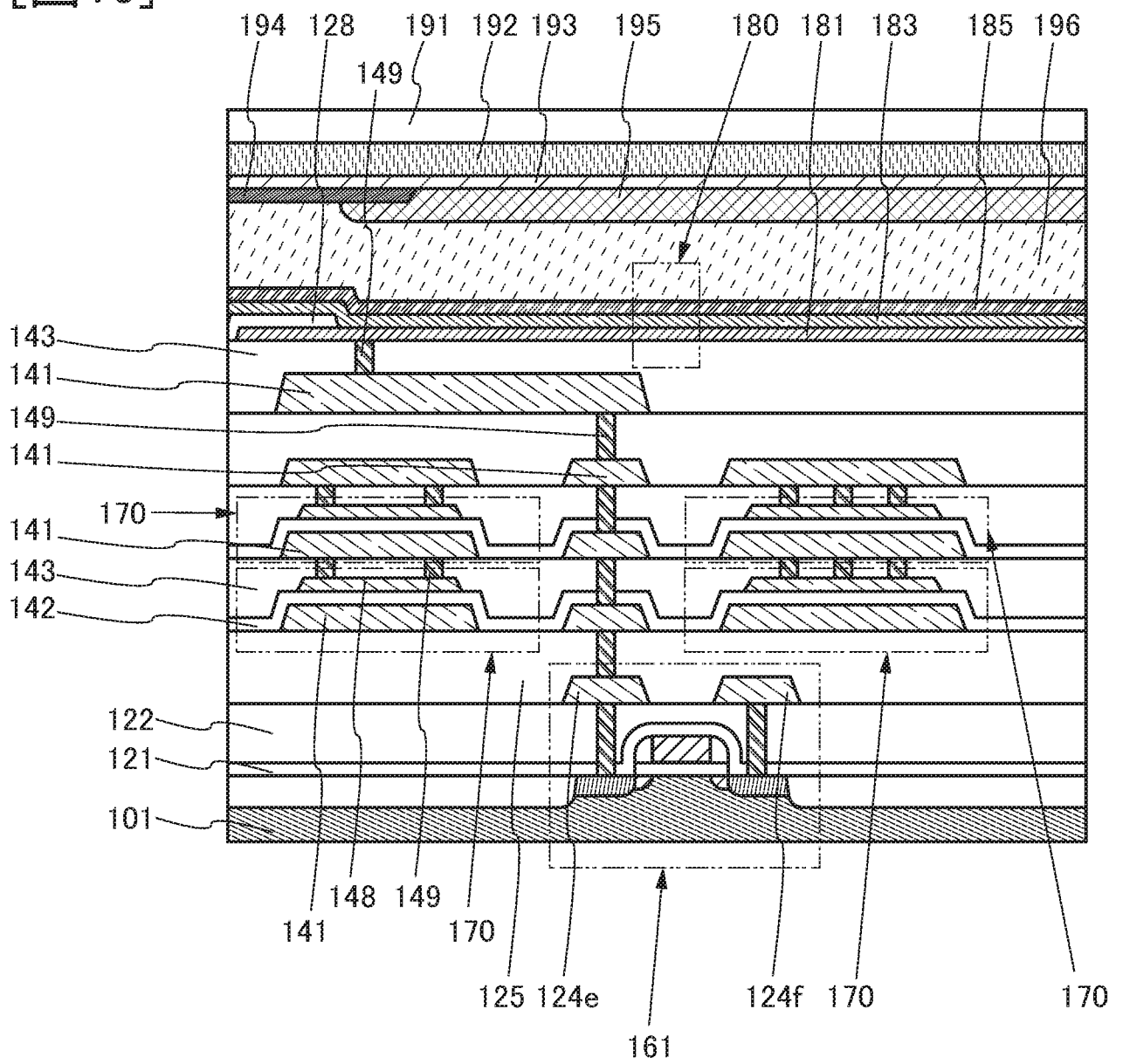


[Fig. 18]

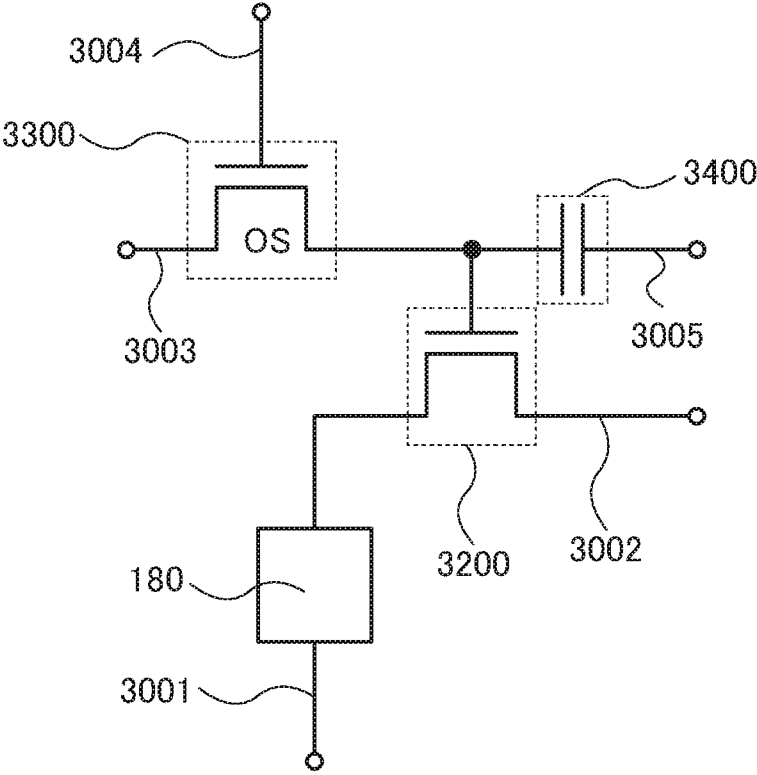


[図19]

19/33

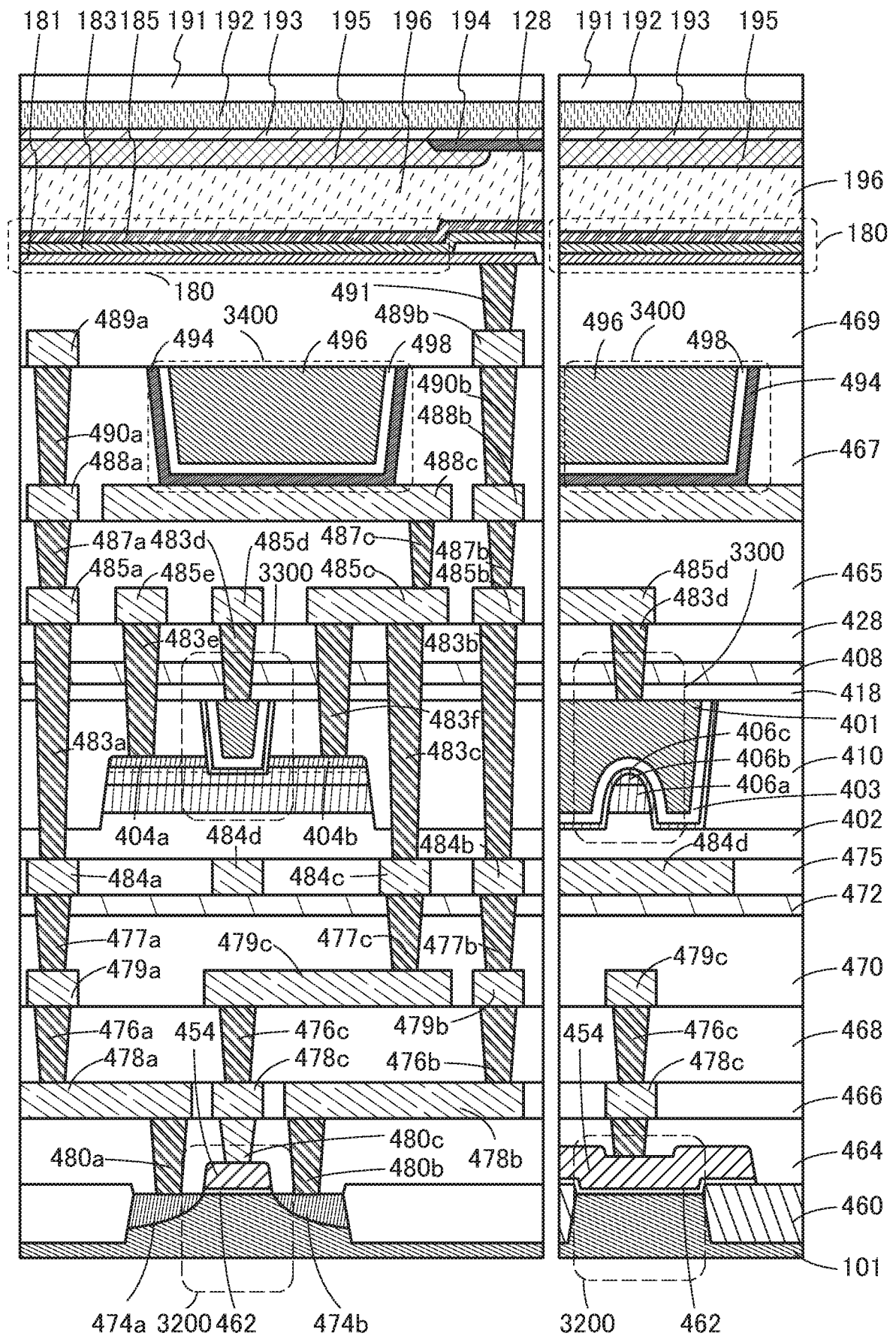


[図20]



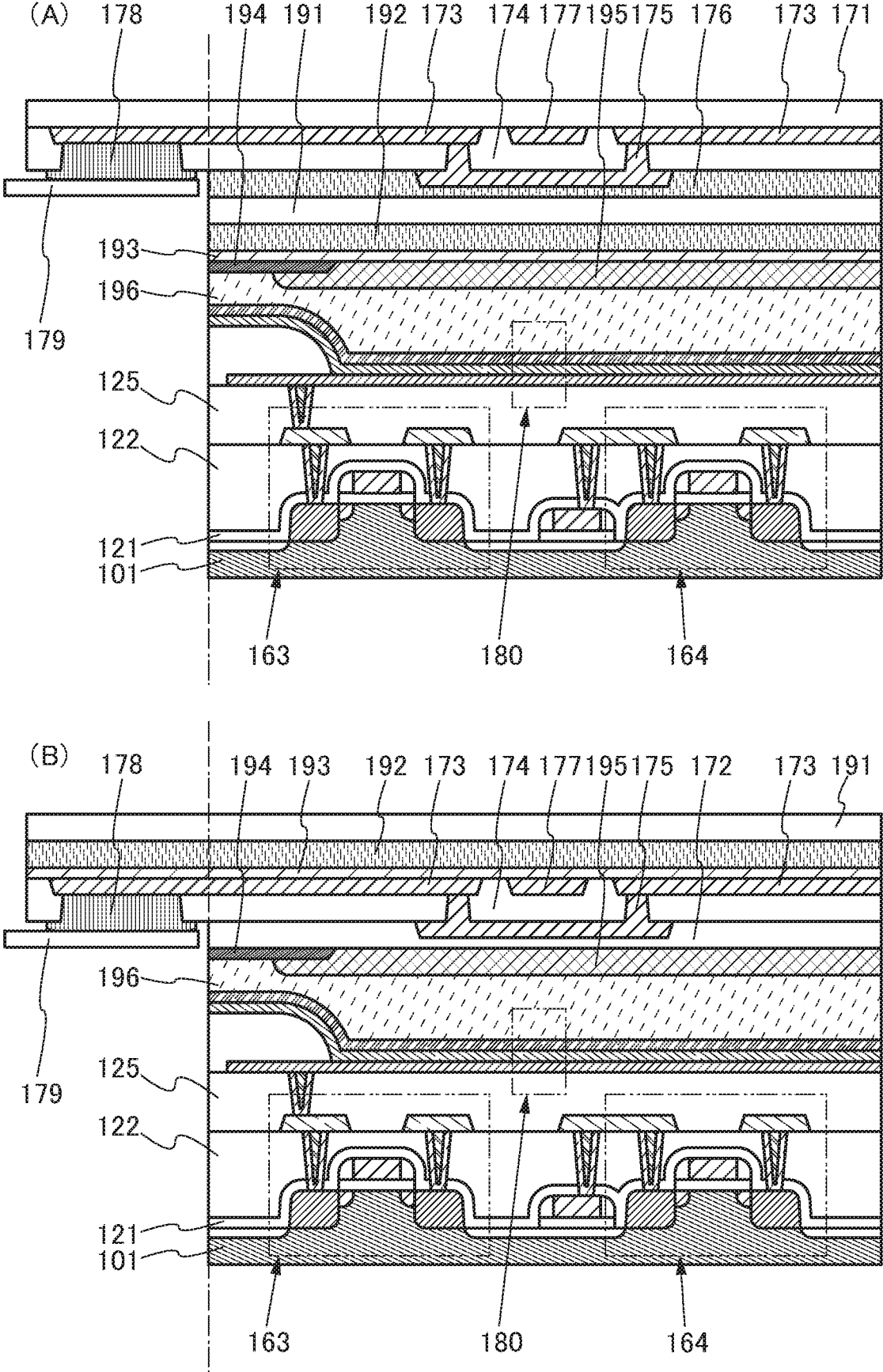
[図21]

21/33



[図22]

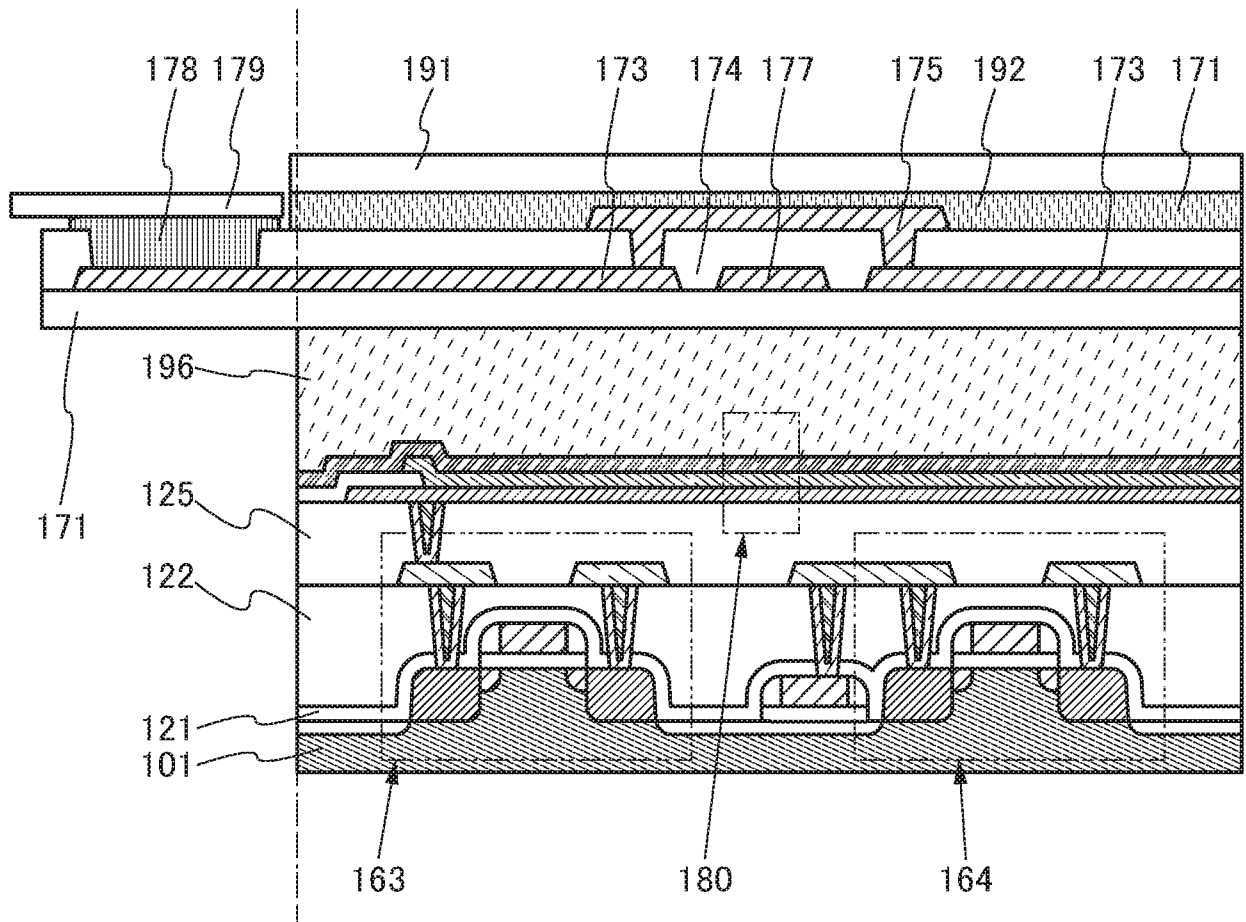
22/33



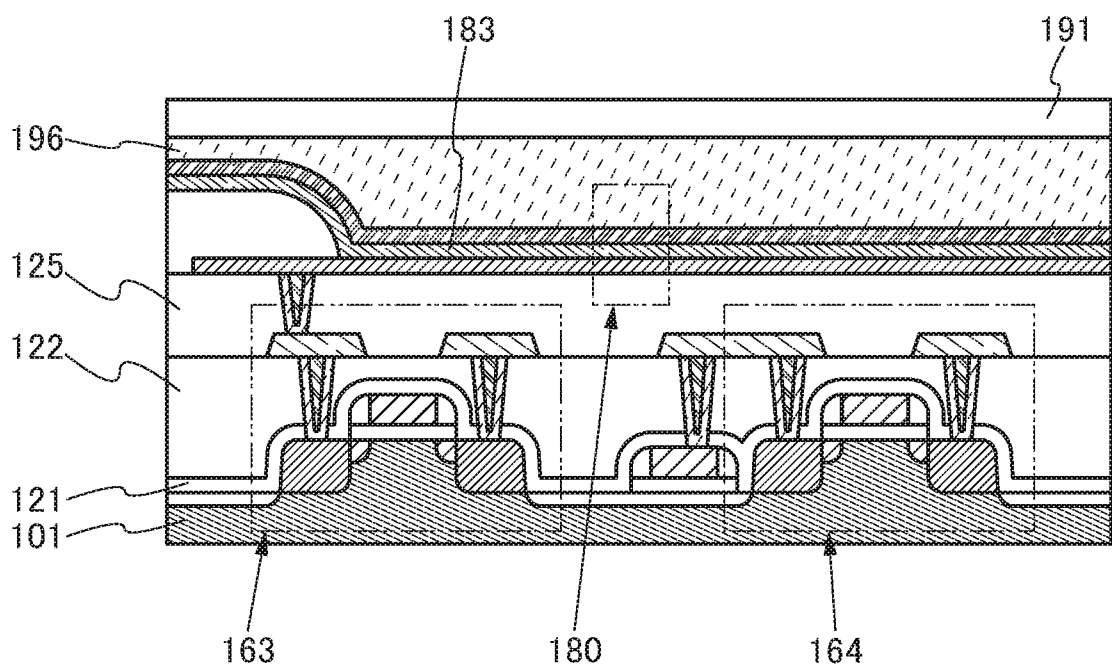
[図23]

23/33

(A)



(B)

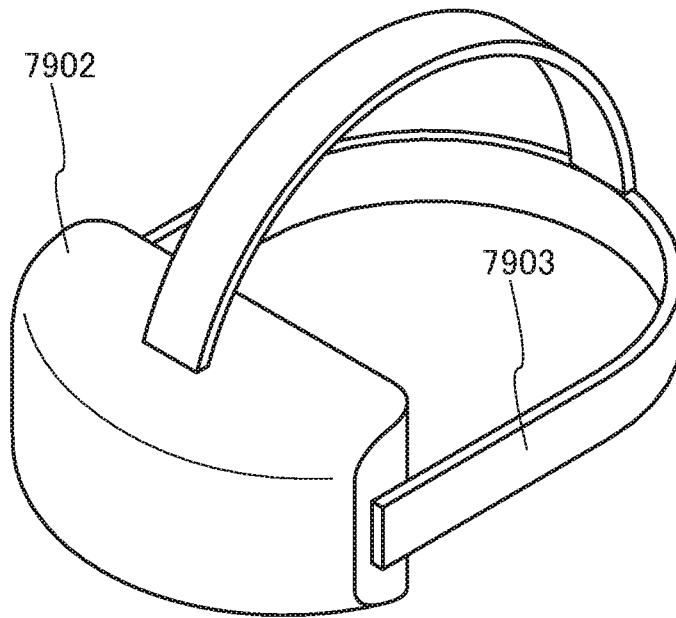


[図24]

24/33

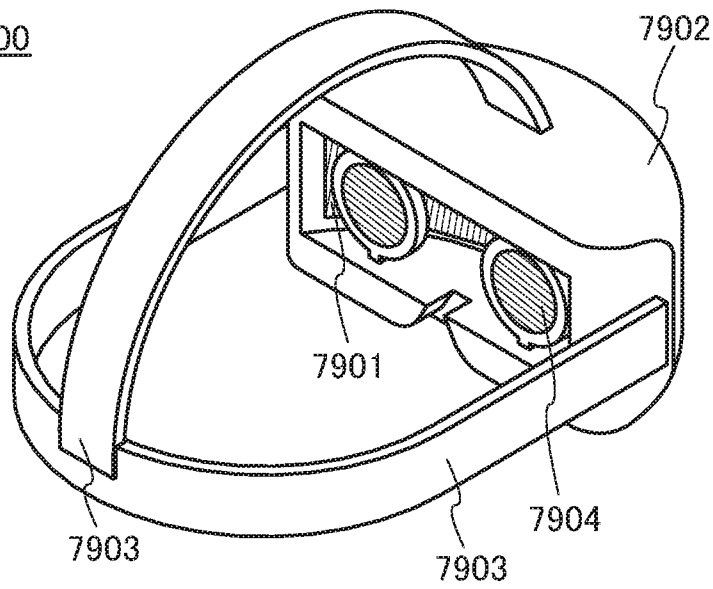
(A)

7900



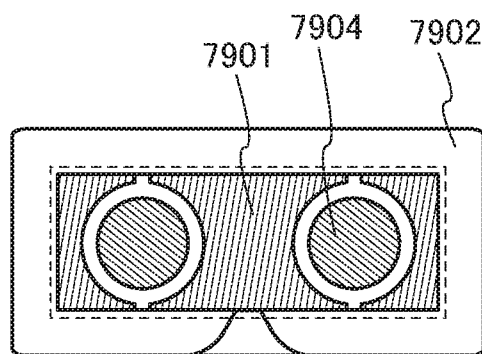
(B)

7900



(C)

7900

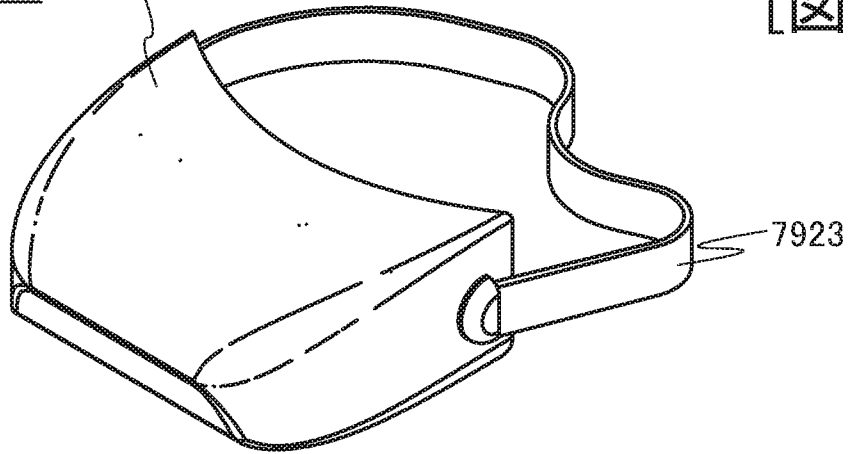


25/33

(A) 7920

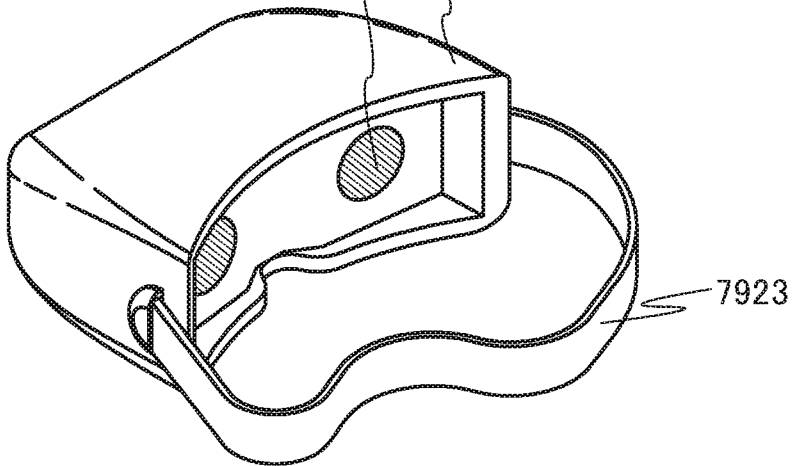
7922

[図25]



(B)

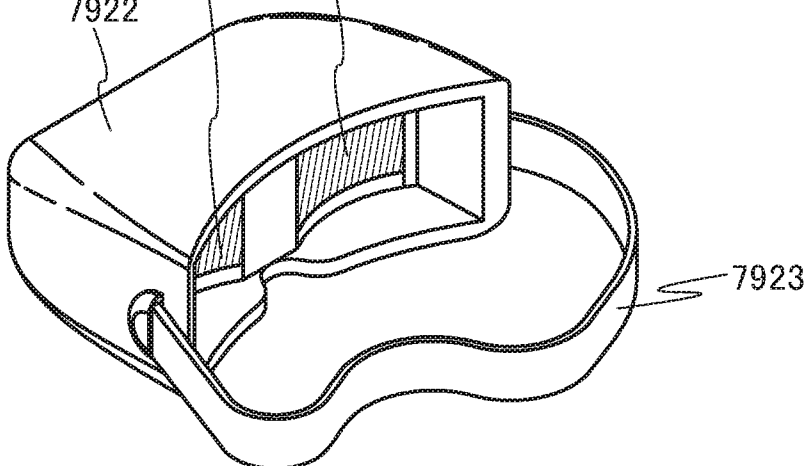
7924 7922



(C)

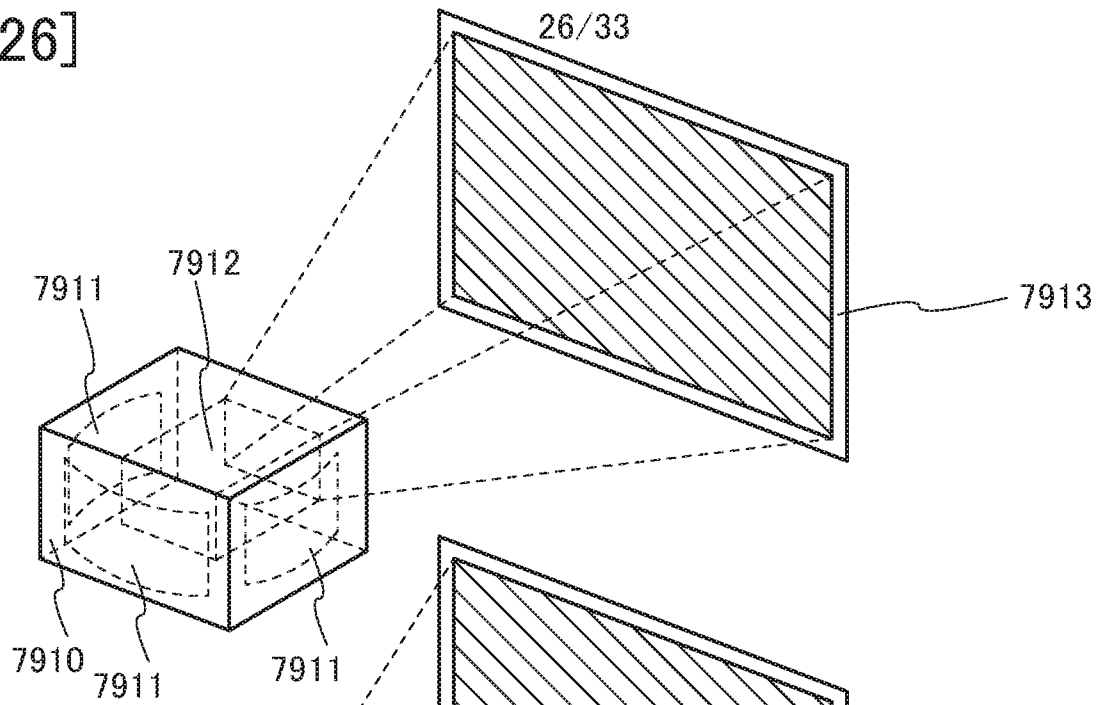
7921L 7921R

7922

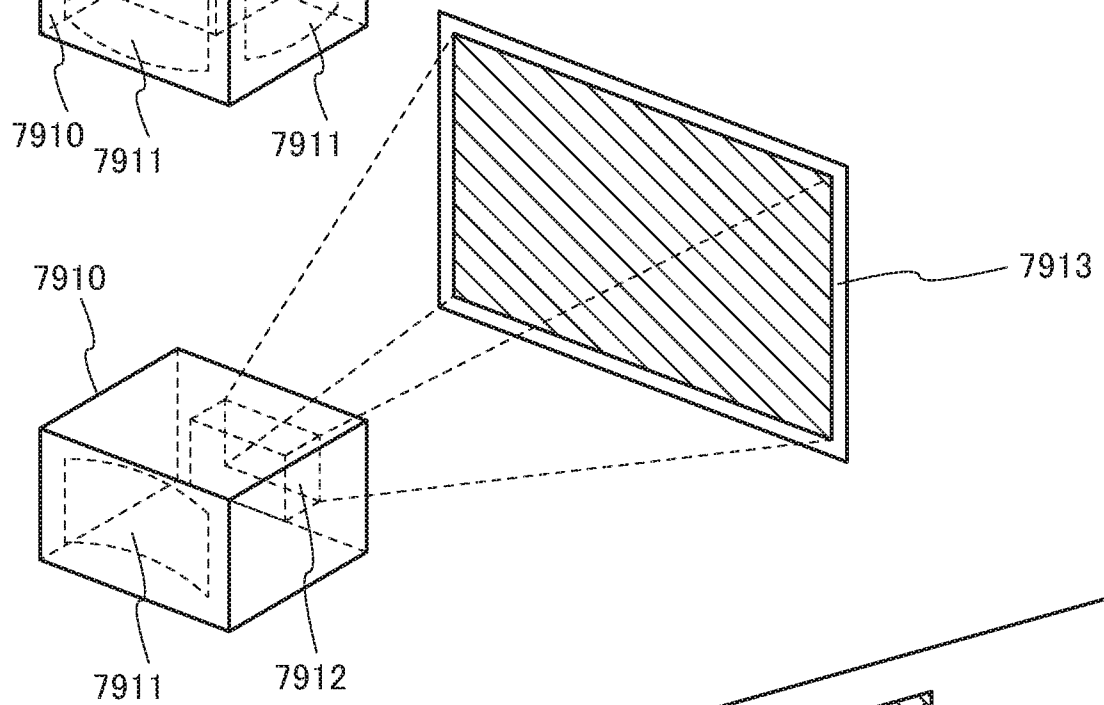


[図26]

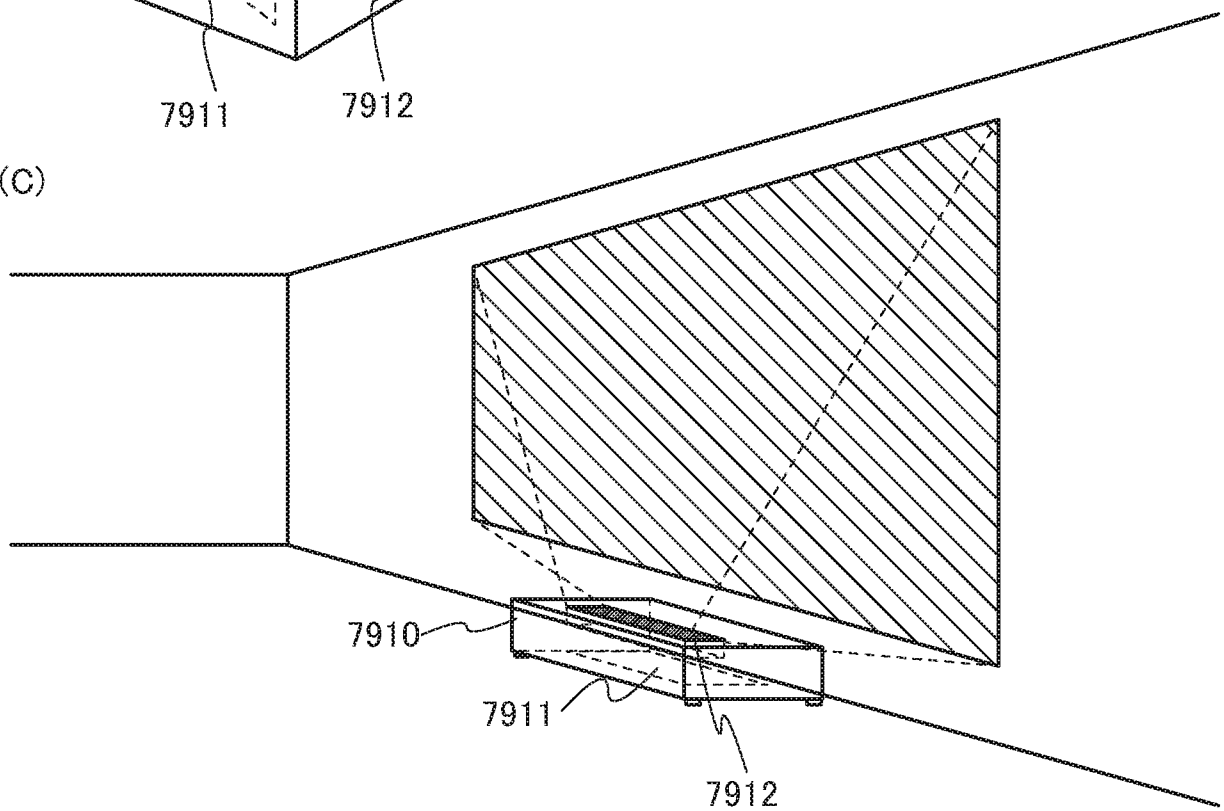
(A)



(B)

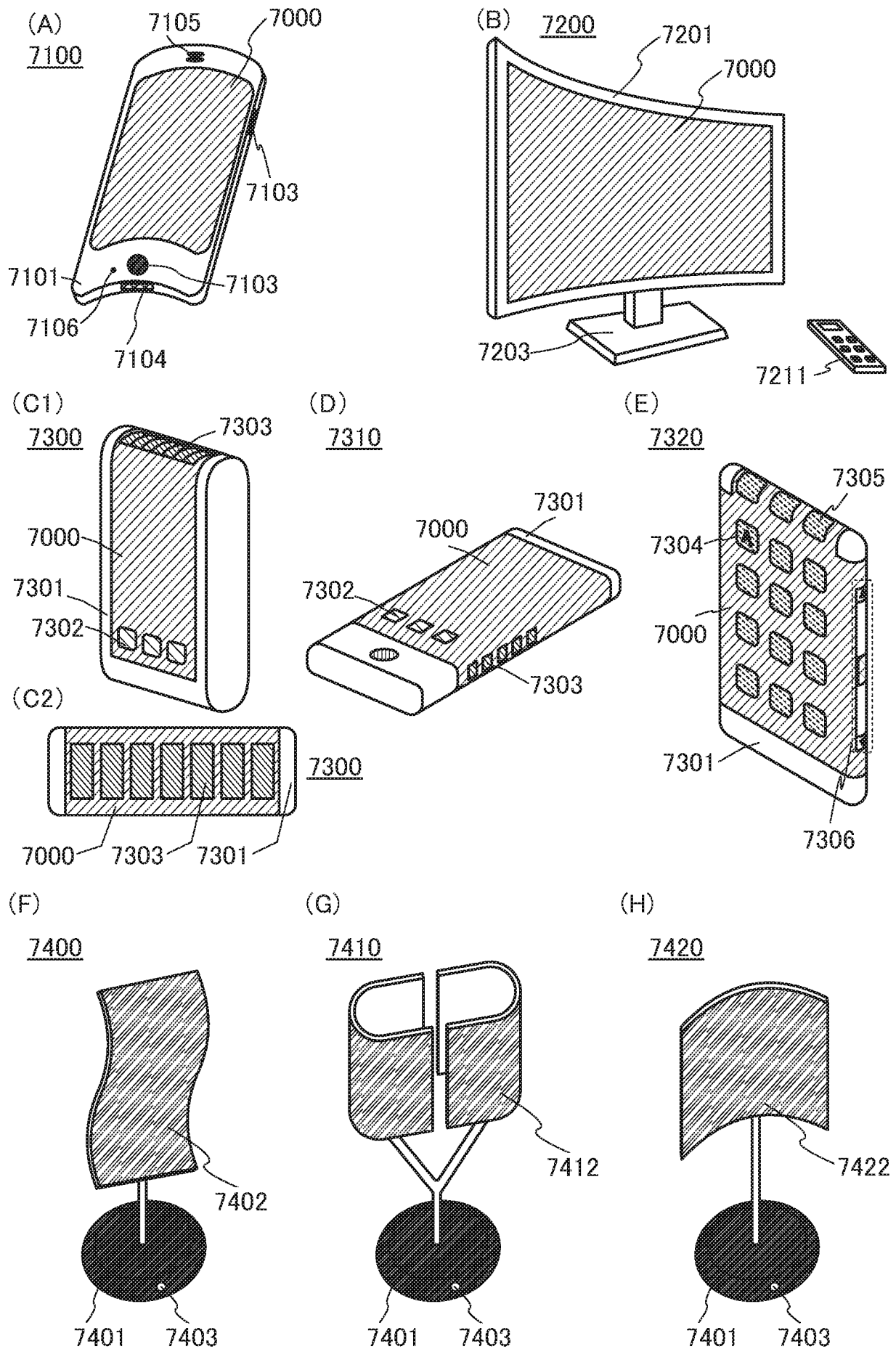


(C)

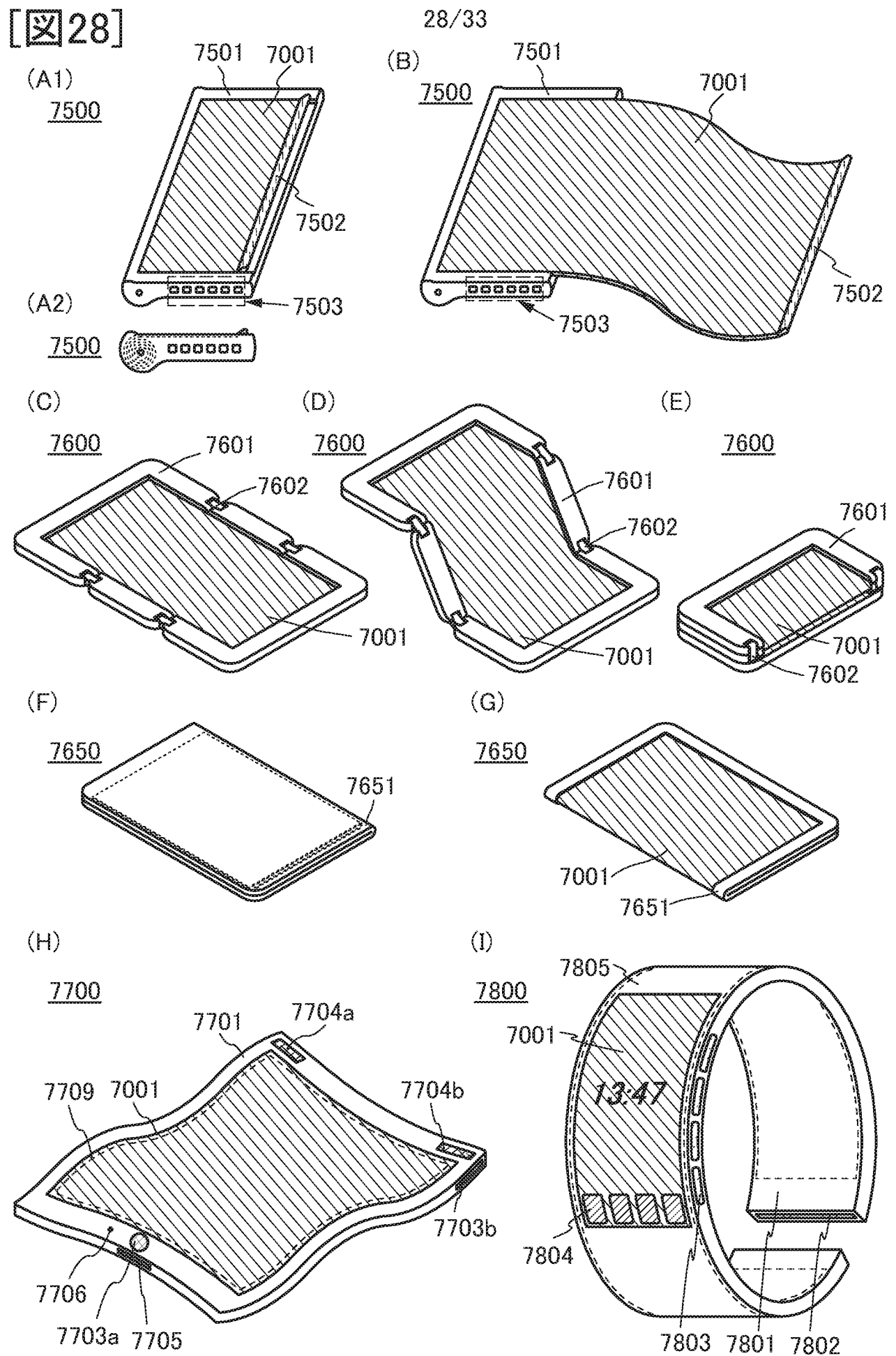


[図27]

27/33



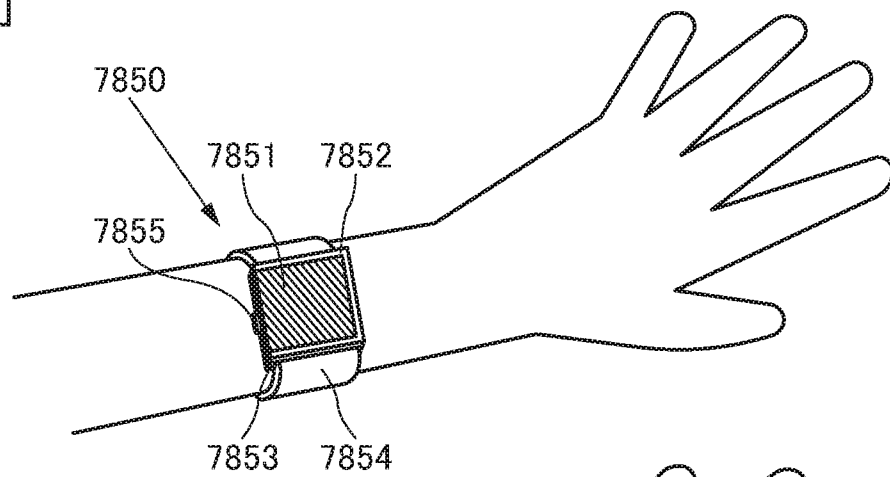
[図28]



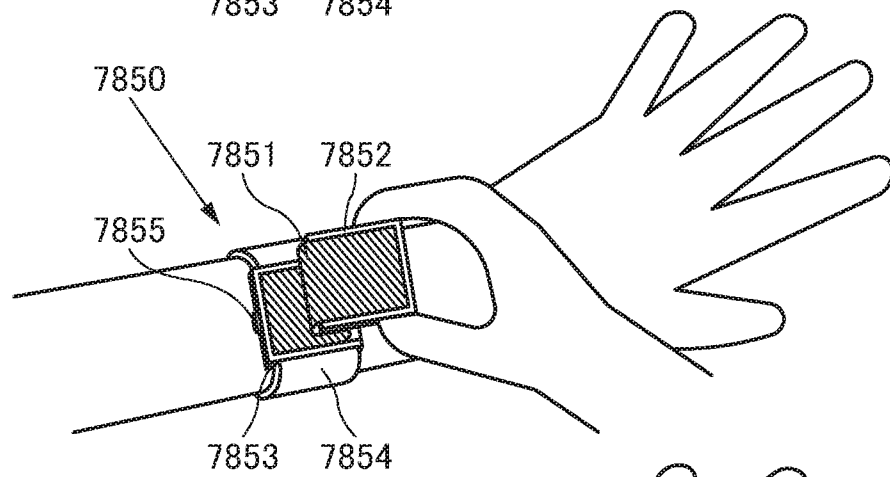
[図29]

29/33

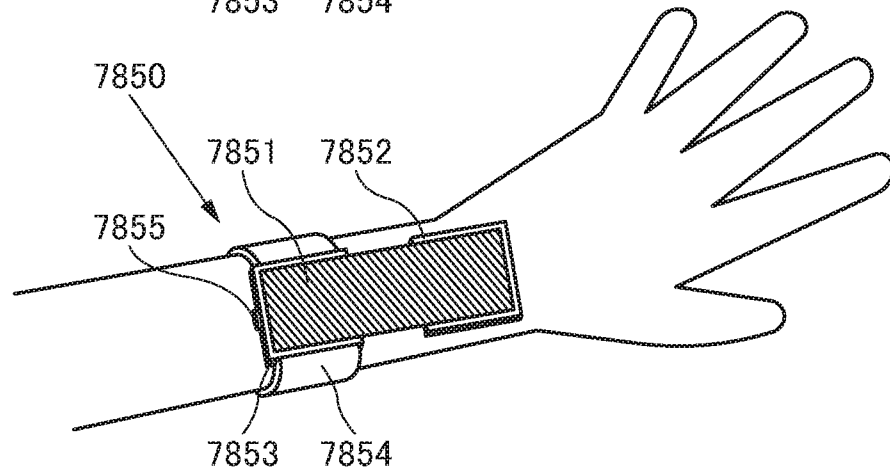
(A)



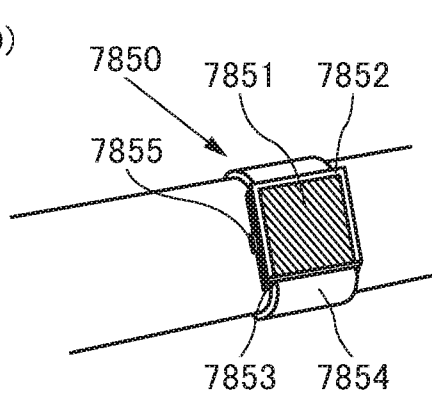
(B)



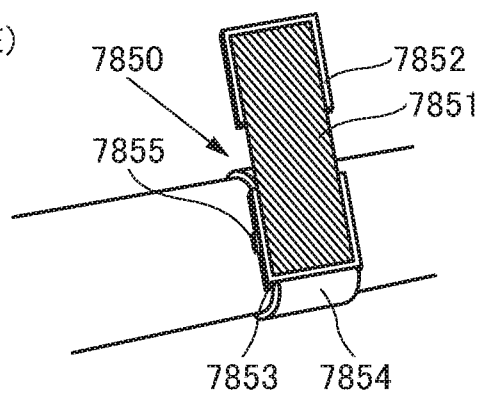
(C)



(D)



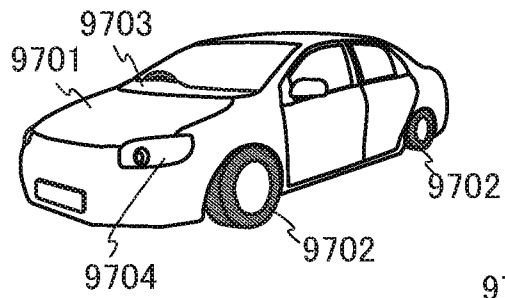
(E)



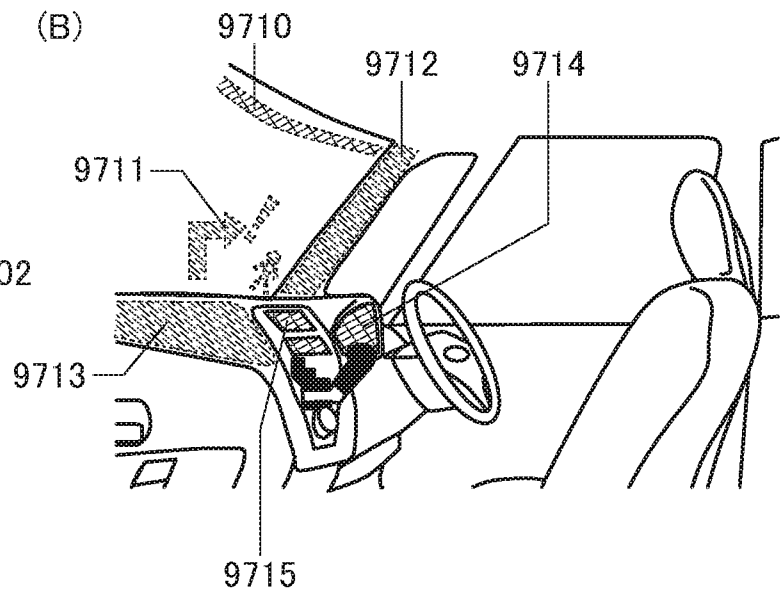
[図30]

30/33

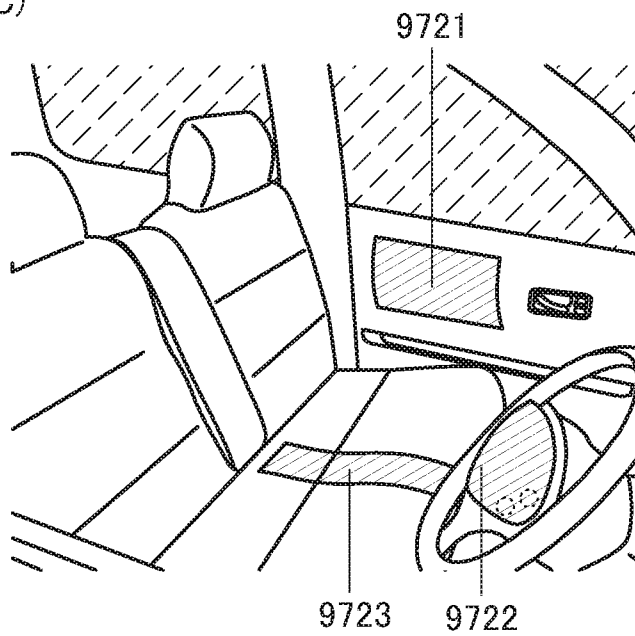
(A) 9700



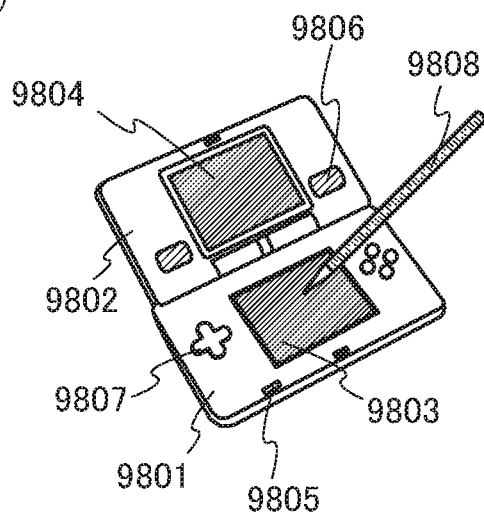
(B)



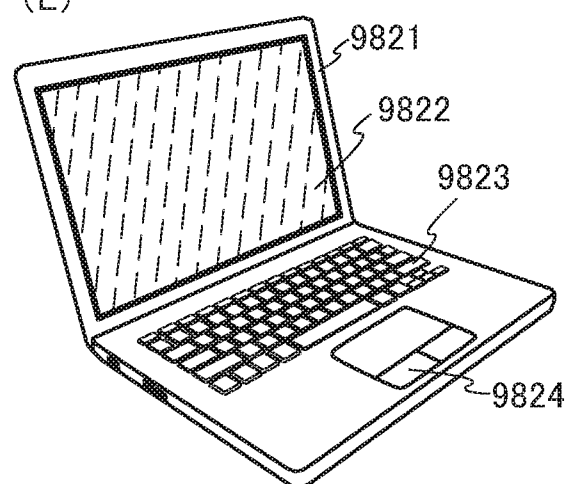
(C)



(D)



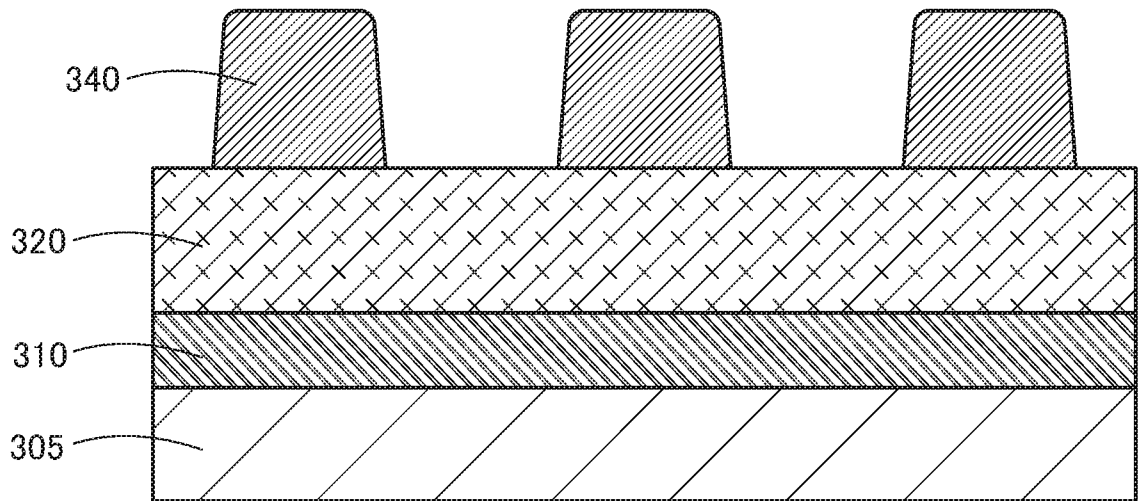
(E)



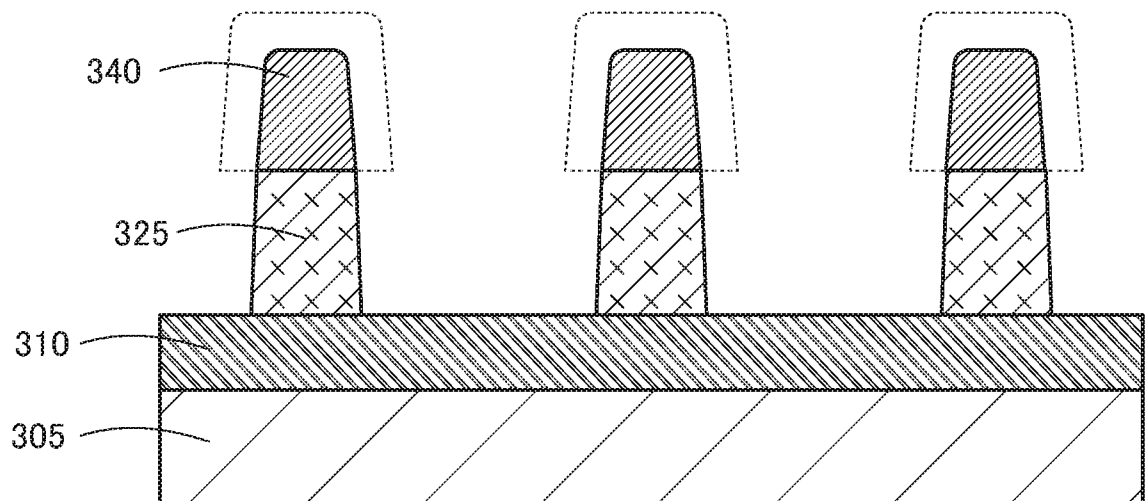
31/33

[図 31]

(A)



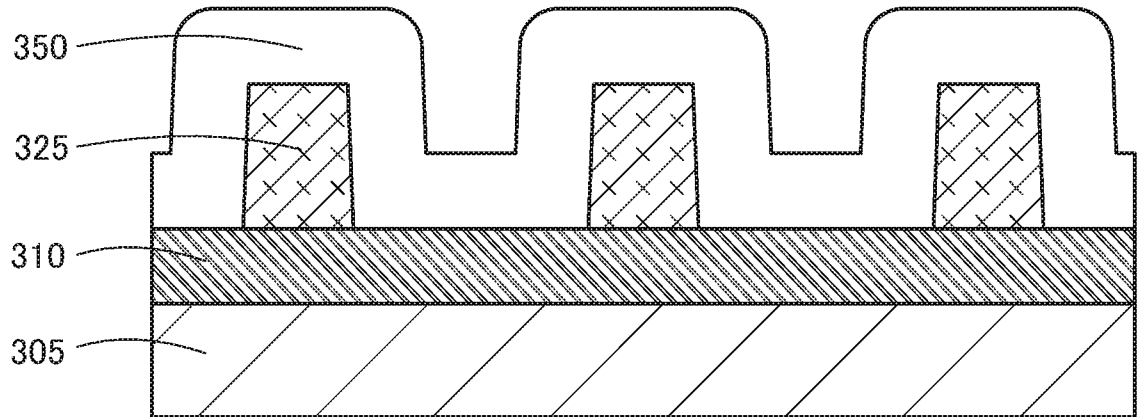
(B)



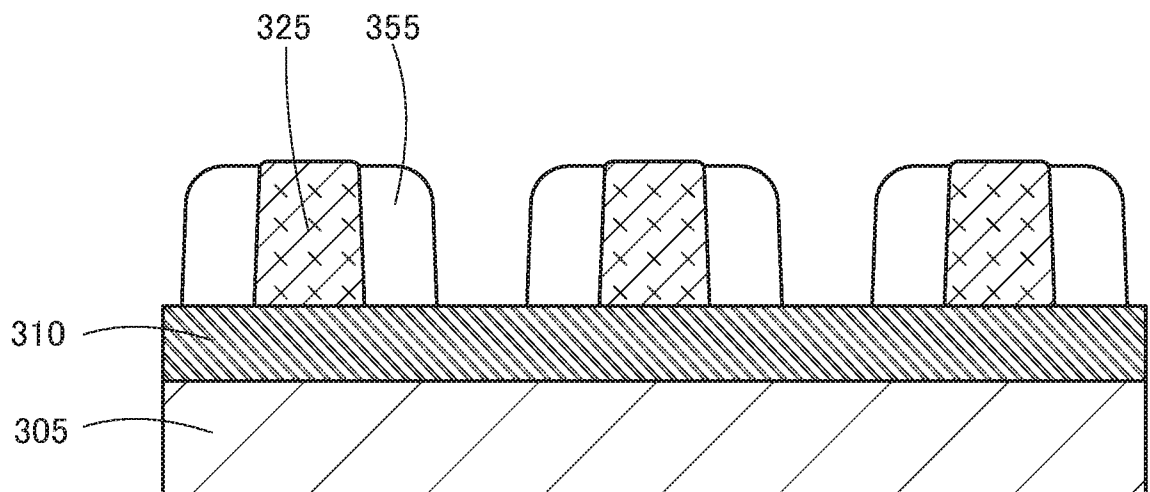
32/33

[図 32]

(A)



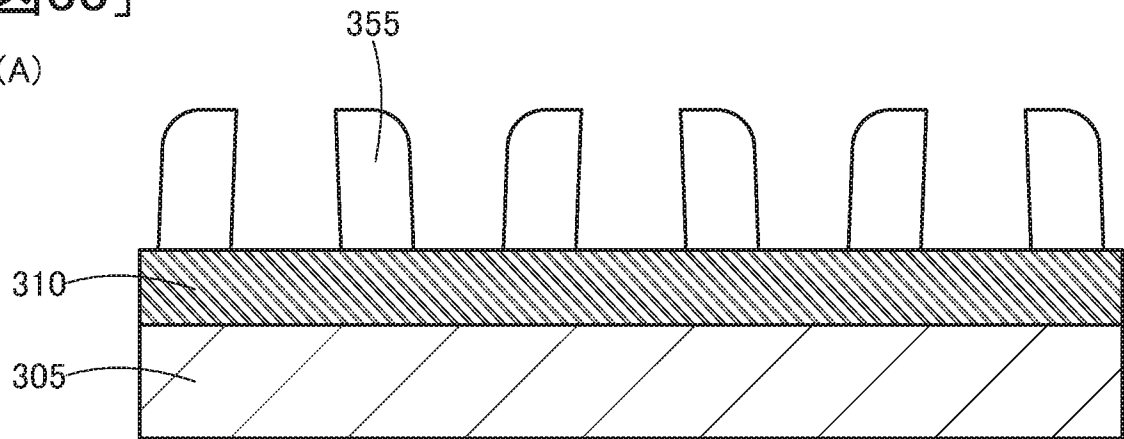
(B)



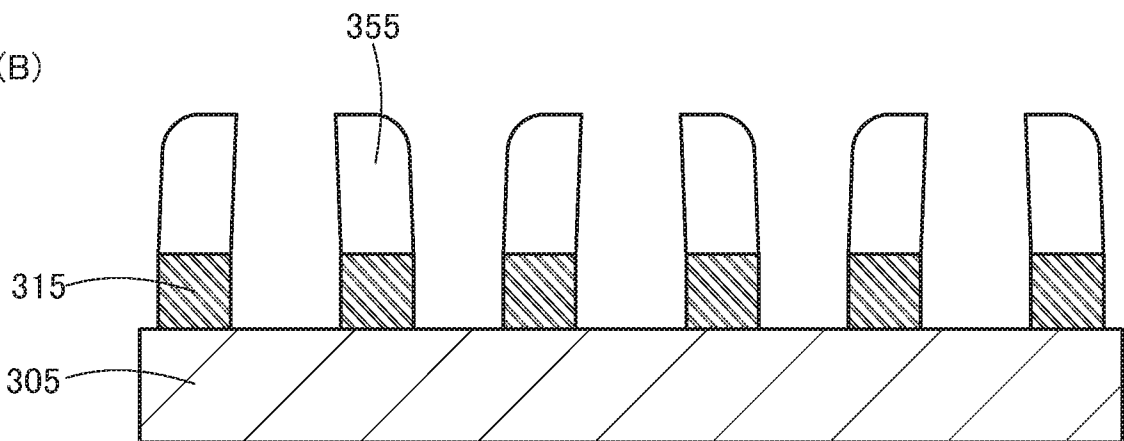
33/33

[33]

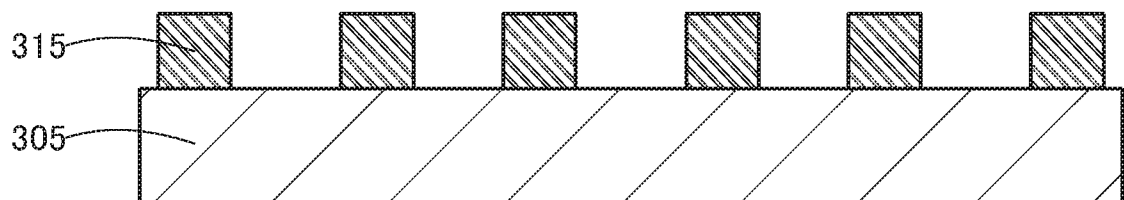
(A)



(B)



(C)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2016/053314

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>H05B33/10(2006.01)i, G09F9/00(2006.01)i, G09F9/30(2006.01)i, H01L21/336(2006.01)i, H01L27/32(2006.01)i, H01L29/786(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i, H05B33/02(2006.01)i, H05B33/04(2006.01)i,</i> 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) <i>H05B33/10, G09F9/00, G09F9/30, H01L21/336, H01L27/32, H01L29/786, H01L51/50, H05B33/02, H05B33/04, H05B33/12, H05B33/14, H05B33/22</i> Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2016 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016 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 Y A	JP 2008-311628 A (Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd.), 25 December 2008 (25.12.2008), claims; paragraphs [0031] to [0033], [0054], [0075], [0125], [0131] to [0132], [0214], [0217] to [0218], [0226] to [0228]; fig. 1, 4, 6 to 8, 15 to 16 & US 2008/0308792 A1 paragraphs [0052] to [0054], [0075], [0096], [0146], [0152] to [0153], [0235], [0238] to [0239], [0247] to [0249]; fig. 1B, 4A to 4C, 6A to 7C, 8, 15B, 16B	7-9, 13-14, 16 1-2, 5-6, 10-12, 15, 17-27 3-4												
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.														
<table border="0"> <tr> <td>* Special categories of cited documents:</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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)</td> <td>"&" document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> </tr> </table>			* 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	
* 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 14 September 2016 (14.09.16)		Date of mailing of the international search report 27 September 2016 (27.09.16)												
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.												

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2016/053314

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-232652 A (Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd.), 14 October 2010 (14.10.2010), paragraph [0042] & US 2010/0224880 A1 paragraph [0044] & CN 101826520 A & KR 10-2010-0100673 A & TW 201041141 A	1-2, 5-6
Y	JP 2009-260312 A (Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd.), 05 November 2009 (05.11.2009), paragraphs [0004], [0169] & US 2009/0246937 A1 paragraphs [0006], [0199] & EP 2105957 A2	1-2, 5-6, 15, 17-27
Y	JP 2013-251255 A (Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd.), 12 December 2013 (12.12.2013), paragraphs [0142], [0150] to [0151], [0154]; fig. 11 & US 2013/0240855 A1 paragraphs [0159], [0167] to [0168], [0171]; fig. 11A & KR 10-2013-0124201 A & CN 103383991 A & TW 201351631 A	10-12, 22-24
Y	JP 2015-056335 A (Seiko Epson Corp.), 23 March 2015 (23.03.2015), paragraphs [0060] to [0065], [0099] to [0101]; fig. 2, 9 (Family: none)	10-12, 15, 17, 19-27
A	JP 2005-266754 A (Seiko Epson Corp.), 29 September 2005 (29.09.2005), paragraphs [0042] to [0054]; fig. 4 to 7 & US 2005/0186717 A1 paragraphs [0080] to [0088]; fig. 4B to 7C & KR 10-2006-0042112 A & CN 1658719 A	1-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2016/053314

Continuation of A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

(International Patent Classification (IPC))

H05B33/12(2006.01)i, H05B33/14(2006.01)i, H05B33/22(2006.01)i

(According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））			
Int.Cl. H05B33/10(2006.01)i, G09F9/00(2006.01)i, G09F9/30(2006.01)i, H01L21/336(2006.01)i, H01L27/32(2006.01)i, H01L29/786(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i, H05B33/02(2006.01)i, H05B33/04(2006.01)i, H05B33/12(2006.01)i, H05B33/14(2006.01)i, H05B33/22(2006.01)i			
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））			
Int.Cl. H05B33/10, G09F9/00, G09F9/30, H01L21/336, H01L27/32, H01L29/786, H01L51/50, H05B33/02, H05B33/04, H05B33/12, H05B33/14, H05B33/22			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの			
日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2016年 日本国実用新案登録公報 1996-2016年 日本国登録実用新案公報 1994-2016年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
X	JP 2008-311628 A（株式会社半導体エネルギー研究所）2008.12.25,	7-9, 13-14, 16	
Y	[特許請求の範囲], 段落[0031]-[0033], [0054], [0075], [0125],	1-2, 5-6, 10-	
A	[0131]-[0132], [0214], [0217]-[0218], [0226]-[0228], [図1],	12, 15, 17-27	
	[図4], [図6]-[図8], [図15]-[図16]	3-4	
	& US 2008/0308792 A1 [0052]-[0054], [0075], [0096], [0146],		
	[0152]-[0153], [0235], [0238]-[0239], [0247]-[0249],		
	FIGs. 1B, 4A-4C, 6A-7C, 8, 15B, 16B		
Y	JP 2010-232652 A（株式会社半導体エネルギー研究所）2010.10.14,	1-2, 5-6	
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願			
の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 14.09.2016		国際調査報告の発送日 27.09.2016	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/JP） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 横川 美穂	20 4749
		電話番号 03-3581-1101	内線 3271

C (続き) . 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
	段落[0042] & US 2010/0224880 A1 [0044] & CN 101826520 A & KR 10-2010-0100673 A & TW 201041141 A	
Y	JP 2009-260312 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 2009. 11. 05, 段落[0004], [0169] & US 2009/0246937 A1 [0006], [0199] & EP 2105957 A2	1-2, 5-6, 15, 17-27
Y	JP 2013-251255 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 2013. 12. 12, 段落[0142], [0150]-[0151], [0154], [図 11] & US 2013/0240855 A1 [0159], [0167]-[0168], [0171], FIG. 11A & KR 10-2013-0124201 A & CN 103383991 A & TW 201351631 A	10-12, 22-24
Y	JP 2015-056335 A (セイコーエプソン株式会社) 2015. 03. 23, 段落[0060]-[0065], [0099]-[0101], [図 2], [図 9] (ファミリーなし)	10-12, 15, 17, 19-27
A	JP 2005-266754 A (セイコーエプソン株式会社) 2005. 09. 29, 段落[0042]-[0054], [図 4]-[図 7] & US 2005/0186717 A1 [0080]-[0088], FIGs. 4B-7C & KR 10-2006-0042112 A & CN 1658719 A	1-6