

(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
2020年1月30日(30.01.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/021399 A1

(51) 国際特許分類:

G09F 9/30 (2006.01) *H01L 51/50* (2006.01)
G02B 3/00 (2006.01) *H05B 33/02* (2006.01)
G02B 5/20 (2006.01) *H05B 33/12* (2006.01)
H01L 27/32 (2006.01) *H05B 33/22* (2006.01)
H01L 51/42 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/IB2019/056135

(22) 国際出願日: 2019年7月18日(18.07.2019)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

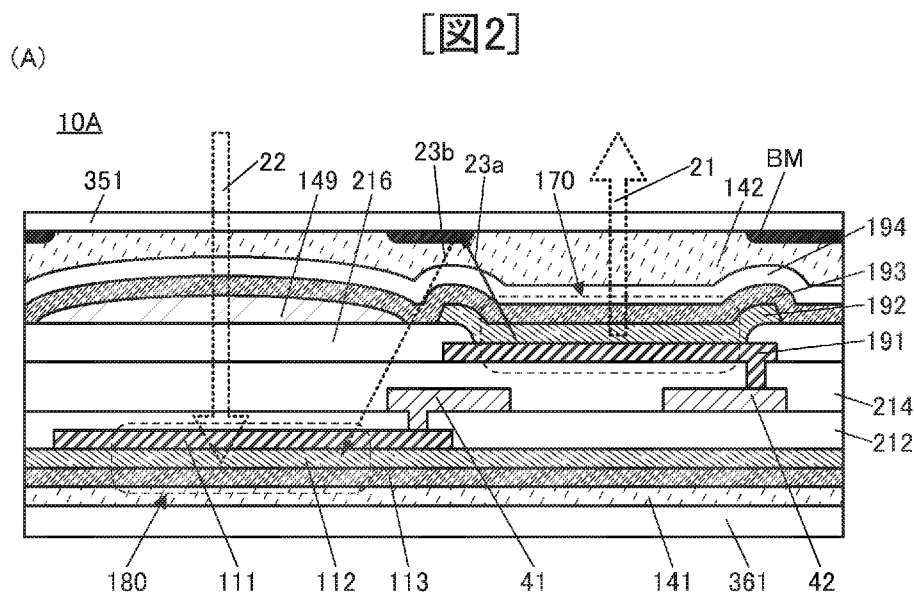
(30) 優先権データ:
特願 2018-140905 2018年7月27日(27.07.2018) JP

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

(72) 発明者: 山崎 舜平 (YAMAZAKI, Shunpei);
〒2430036 神奈川県厚木市長谷398 株式会社
半導体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP). 久
保田大介 (KUBOTA, Daisuke); 〒2430036 神奈
川県厚木市長谷398 株式会社半導体エネルギ
ー研究所内 Kanagawa (JP). 初見亮 (HATSUMI,
Ryo); 〒2430036 神奈川県厚木市長谷398 株
式会社半導体エネルギー研究所内 Kanagawa
(JP). 鎌田太介 (KAMADA, Taisuke); 〒2430036

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

(54) 発明の名称: 表示装置、表示モジュール、及び電子機器



(57) Abstract: A display device having an optical detection function is provided. A highly convenient display device is provided. The display device includes a first substrate, a second substrate, a light-receiving element, a transistor, and a light-emitting element in a display unit. The light-receiving element, the transistor, and the light-emitting element are located between the first substrate and the second substrate, respectively. The light-receiving element is located closer to the first substrate side than is the transistor. The light-emitting element is located closer to the second substrate side than is the transistor. The light-receiving element has an organic compound-containing layer. The transistor is electrically connected to the light-emitting element. The display device may preferably further have a lens, and it is preferable that light having passed through the lens enter the light-receiving element.

[続葉有]

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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, 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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 要約書 光検出機能を有する表示装置を提供する。利便性の高い表示装置を提供する。表示部に、第 1 の基板、第 2 の基板、受光素子、トランジスタ、及び発光素子を有する表示装置である。受光素子、トランジスタ、及び発光素子は、それぞれ、第 1 の基板と第 2 の基板との間に位置する。受光素子は、トランジスタよりも第 1 の基板側に位置する。発光素子は、トランジスタよりも第 2 の基板側に位置する。受光素子は、有機化合物を含む層を有する。トランジスタは、発光素子と電気的に接続される。表示装置は、さらに、レンズを有することが好ましく、受光素子には、当該レンズを透過した光が入射することが好ましい。

明細書

発明の名称

表示装置、表示モジュール、及び電子機器

技術分野

[0001]

本発明の一態様は、表示装置、表示モジュール、及び電子機器に関する。本発明の一態様は、受光素子と発光素子とを有する表示装置に関する。

[0002]

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

背景技術

[0003]

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

[0004]

表示装置としては、例えば、発光素子を有する発光装置が開発されている。エレクトロルミネッセンス（Electroluminescence、以下ELと記す）現象を利用した発光素子（EL素子とも記す）は、薄型軽量化が容易である、入力信号に対し高速に応答可能である、直流低電圧電源を用いて駆動可能である等の特徴を有し、表示装置に応用されている。例えば、特許文献1に、有機EL素子が適用された、可撓性を有する発光装置が開示されている。

[先行技術文献]

[特許文献]

[0005]

[特許文献1] 特開2014-197522号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006]

本発明の一態様は、光検出機能を有する表示装置を提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、利便性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、多機能の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、新規な表示装置を提供することを課題の一とする。

[0007]

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

[0 0 0 8]

[0 0 0 9]

$$[0 \ 0 \ 1 \ 0]$$
$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$
$$[0 \ 0 \ 1 \ 2]$$
$$[0 \ 0 \ 1 \ 3]$$
$$[0 \ 0 \ 1 \ 4]$$

2

p O n G l a s s) 方式もしくはCOF (C h i p O n F i l m) 方式等により集積回路 (I C) が実装されたモジュール等のモジュールである。

[0015]

本発明の一態様は、上記のモジュールと、アンテナ、バッテリー、筐体、カメラ、スピーカ、マイク、また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。

発明の効果

[0016]

本発明の一態様により、光検出機能を有する表示装置を提供できる。本発明の一態様により、利便性の高い表示装置を提供できる。本発明の一態様により、多機能の表示装置を提供できる。本発明の一態様により、新規な表示装置を提供できる。

[0017]

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

図面の簡単な説明

[0018]

[図1] 図1 (A) ~ 図1 (D) は、表示装置の一例を示す断面図である。図1 (E) ~ 図1 (H) は、画素の一例を示す上面図である。

[図2] 図2 (A)、図2 (B) は、表示装置の一例を示す断面図である。

[図3] 図3 (A)、図3 (B) は、表示装置の一例を示す断面図である。

[図4] 図4 (A)、図4 (B) は、表示装置の一例を示す断面図である。

[図5] 図5は、表示装置の一例を示す斜視図である。

[図6] 図6は、表示装置の一例を示す断面図である。

[図7] 図7は、表示装置の一例を示す断面図である。

[図8] 図8 (A) は、表示装置の一例を示す断面図である。図8 (B) は、トランジスタの一例を示す断面図である。

[図9] 図9は、表示装置の一例を示す断面図である。

[図10] 図10は、表示装置の一例を示す断面図である。

[図11] 図11は、表示装置の一例を示す断面図である。

[図12] 図12は、表示装置の一例を示す断面図である。

[図13] 図13 (A) ~ 図13 (C) は、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

[図14] 図14 (A)、図14 (B) は、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

[図15] 図15 (A)、図15 (B) は、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

[図16] 図16 (A)、図16 (B) は、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

[図17] 図17 (A)、図17 (B) は、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

[図18] 図18 (A)、図18 (B) は、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

[図19] 図19 (A)、図19 (B) は、画素回路の一例を示す回路図である。

[図20] 図20 (A)、図20 (B) は、電子機器の一例を示す図である。

[図21] 図21 (A)、図21 (B) は、電子機器の一例を示す図である。

[図22] 図22 (A)、図22 (B) は、電子機器の一例を示す図である。

[図 2 3] 図 2 3 (A) ～図 2 3 (D) は、電子機器の一例を示す図である。

[図 2 4] 図 2 4 (A) ～図 2 4 (F) は、電子機器の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0019]

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。

[0020]

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。

[0021]

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。

[0022]

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

[0023]

(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について図 1 ～図 1 8 を用いて説明する。

[0024]

[概要]

本実施の形態の表示装置は、表示部に、受光素子と発光素子とを有する。具体的には、表示部に、発光素子がマトリクス状に配置されており、当該表示部で画像を表示することができる。また、当該表示部には、受光素子がマトリクス状に配置されており、表示部は、受光部としての機能も有する。受光部は、イメージセンサやタッチセンサに用いることができる。つまり、受光部で光を検出することで、画像を撮像することや、対象物（指やペンなど）の近接もしくは接触を検出することができる。

[0025]

本実施の形態の表示装置では、表示部が有する発光素子の発光を対象物が反射した際、受光素子がその反射光を検出できるため、暗い場所でも、撮像やタッチ（ニアタッチを含む）検出が可能である。

[0026]

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

[0027]

発光素子としては、OLED (Organic Light Emitting Diode) や QLED (Quantum-dot Light Emitting Diode) などの EL 素子を

用いることが好ましい。EL素子が有する発光物質としては、蛍光を発する物質（蛍光材料）、燐光を発する物質（燐光材料）、無機化合物（量子ドット材料など）、熱活性化遅延蛍光を示す物質（熱活性化遅延蛍光（Thermally activated delayed fluorescence: TADF）材料）などが挙げられる。また、発光素子として、マイクロLED（Light Emitting Diode）などのLEDを用いることもできる。

[0028]

本実施の形態の表示装置は、受光素子を用いて、光を検出する機能を有する。

[0029]

受光素子をイメージセンサに用いる場合、本実施の形態の表示装置は、受光素子を用いて、画像を撮像することができる。

[0030]

例えば、イメージセンサを用いて、指紋、掌紋、または虹彩などのデータを取得することができる。つまり、本実施の形態の表示装置に、生体認証用センサを内蔵させることができる。表示装置が生体認証用センサを内蔵することで、表示装置とは別に生体認証用センサを設ける場合に比べて、電子機器の部品点数を少なくでき、電子機器の小型化及び軽量化が可能である。

[0031]

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

[0032]

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

[0033]

受光素子としては、例えば、pn型またはpin型のフォトダイオードを用いることができる。受光素子は、受光素子に入射する光を検出し電荷を発生させる光電変換素子として機能する。入射する光量に基づき、発生する電荷量が決まる。

[0034]

特に、受光素子として、有機化合物を含む層を有する有機フォトダイオードを用いることが好ましい。有機フォトダイオードは、薄型化、軽量化、及び大面積化が容易であり、また、形状及びデザインの自由度が高いため、様々な表示装置に適用できる。

[0035]

図1（A）～図1（D）に、本発明の一態様の表示装置の断面図を示す。

[0036]

図1（A）に示す表示装置10は、基板51と基板59との間に、受光素子を有する層53、トランジスタを有する層55、及び、発光素子を有する層57を有する。受光素子は、トランジスタよりも基板51側に位置し、発光素子は、トランジスタよりも基板59側に位置する。

[0037]

図1 (B)～図1 (D)に示す表示装置20は、表示装置10の構成に加えて、受光素子を有する層53とトランジスタを有する層55との間に、絶縁層54を有する。

[0038]

図1 (B)、図1 (C)に示す表示装置20は、絶縁層54を介して、受光素子に光が入射する構成である。この構成では、発光素子を有する層57は、受光素子を有する層53よりも、表示装置20の表示面から近い位置に設けられる。

[0039]

また、図1 (D)に示す表示装置20は、発光素子が発する光が、絶縁層54を介して、外部に取り出される構成である。この構成では、発光素子を有する層57は、受光素子を有する層53よりも、表示装置20の表示面から遠い位置に設けられる。

[0040]

図1 (B)、図1 (D)に示す表示装置20は、発光素子を有する層57から、赤色(R)、緑色(G)、及び青色(B)の光がそれぞれ射出される構成である。また、図1 (C)に示す表示装置20は、発光素子を有する層57から、R、G、Bに加えて、白色(W)の光が射出される構成である。

[0041]

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

[0042]

図1 (E)～図1 (H)に、画素の一例を示す。

[0043]

図1 (E)、図1 (F)に示す画素は、R、G、Bの3つの副画素(3つの発光素子)と、受光素子PDと、を有する。図1 (E)は、2×2のマトリクス状に、3つの副画素と受光素子PDとが配置されている例であり、図1 (F)は、横1列に、3つの副画素と受光素子PDとが配置されている例である。

[0044]

図1 (G)に示す画素は、R、G、B、Wの4つの副画素(4つの発光素子)と、受光素子PDと、を有する。

[0045]

図1 (H)に示す画素は、R、G、Bの3つの副画素と、赤外光を発する発光素子IRと、受光素子PDとを有する。このとき、受光素子PDは、赤外光を検出する機能を有することが好ましい。受光素子PDは、可視光及び赤外光の双方を検出する機能を有していてもよい。センサの用途に応じて、受光素子PDが検出する光の波長を決定することができる。

[0046]

以下では、図2～図4を用いて、本発明の一態様の表示装置の、詳細な構成について説明する。

[0047]

[表示装置10A]

図2 (A) に表示装置10Aの断面図を示す。

[0048]

表示装置10Aは、一対の基板(基板351及び基板361)間に、発光素子170、受光素子180、トランジスタ41、及びトランジスタ42等を有する。表示装置10Aは、さらにレンズ149を有することが好ましい。レンズ149を有することで、受光素子180への入射光量を増やすことができる。

[0049]

発光素子170は、電極191、EL層192、及び電極193を有する。EL層192は、電極191と電極193との間に位置する。EL層192は、少なくとも発光物質を含む。電極193は可視光を透過する機能を有する。電極191は可視光を反射する機能を有することが好ましい。

[0050]

発光素子170は、可視光を発する機能を有する。具体的には、発光素子170は、電極191と電極193との間に電圧を印加することで、基板351側に光を射出する電界発光素子である(発光21参照)。

[0051]

電極191は、絶縁層214に設けられた開口を介して、トランジスタ42が有するソースまたはドレインと電氣的に接続される。電極191は、画素電極としての機能を有する。電極191の端部は、絶縁層216によって覆われている。

[0052]

EL層192は、受光素子180の受光領域と重ならないように形成されることが好ましい。これにより、EL層192が光22を吸収することを抑制でき、受光素子180に照射される光量を多くすることができる。

[0053]

発光素子170は、保護層194に覆われていることが好ましい。図2 (A) では、保護層194が、電極193に接して設けられている。保護層194を設けることで、発光素子170に水などの不純物が入り込むことを抑制し、発光素子170の信頼性を高めることができる。また、接着層142によって、保護層194と基板351とが貼り合わされている。

[0054]

受光素子180は、電極111、有機層112、及び電極113を有する。有機層112は、電極111と電極113との間に位置する。有機層112は、例えば、p型半導体層とn型半導体層とを有する。電極111は可視光を透過する機能を有する。電極113は可視光を反射する機能を有することが好ましい。

[0055]

電極111は、絶縁層212に設けられた開口を介して、トランジスタ41が有するソースまたはドレインと電氣的に接続される。電極111は、画素電極としての機能を有する。電極113には、接着層141によって、基板361が貼り合わされている。電極113は保護層に覆われていてもよく、当該保護層と基板361とが、接着層141に貼り合わされていてもよい。これにより、受光素子180に不純物が入り込むことを抑制し、受光素子180の信頼性を高めることができる。

[0056]

基板351の基板361側の面には、遮光層BMが設けられている。遮光層BMは、受光素子180

と重なる位置及び発光素子 170 と重なる位置に開口を有する。遮光層 BM を設けることで、受光素子 180 が光を検出する範囲を制御することができる。

[0057]

ここで、発光素子 170 の発光が対象物によって反射された光を受光素子 180 は検出する。しかし、発光素子 170 の発光が、表示装置内で反射され、対象物を介さずに、受光素子 180 に入射されてしまう場合がある。遮光層 BM は、このような迷光の影響を抑制することができる。例えば、遮光層 BM が設けられていない場合、発光素子 170 が発した光 23a は、基板 351 で反射され、反射光 23b が受光素子 180 に入射することがある。遮光層 BM を設けることで、反射光 23b が受光素子 180 に入射することを抑制できる。これにより、受光素子 180 を用いたセンサの感度を高めることができる。

[0058]

絶縁層 216 上にレンズ 149 が設けられている。レンズ 149 は、受光素子 180 と重なる位置に設けられている。レンズ 149 を設けることで、受光素子 180 に高い効率で集光することができ、受光素子 180 に照射される光量を多くすることができる。

[0059]

レンズ 149 は、目的に応じた大きさに配置すればよい。例えば、基板 351 の光路長が $400\ \mu\text{m}$ 、表示部の精細度が $326\ \text{ppi}$ 、画素配置が図 1 (E) に示す構成の表示装置の場合を考える。このとき、1つの画素の大きさは $78\ \mu\text{m}$ □で、1つの受光素子 180 が占有できる面積は $39\ \mu\text{m}$ □である。レンズ 149 と受光素子 180 との間の光路長が $30\ \mu\text{m}$ であれば、ガウスの結像公式に従うと、屈折率 1.5 の材料を用いた直径 $28\ \mu\text{m}$ の半球レンズをレンズ 149 として用いることが好ましい。また、受光素子 180 の面積を $5\ \mu\text{m}$ □とすると、受光素子 180 は、レンズ 149 から表示装置の表示面側に光路長 $400\ \mu\text{m}$ 離れた地点、つまり表示装置の表面において、 $67\ \mu\text{m}$ □の範囲の情報を得ることができ、1つの画素の大きさよりも小さい範囲の情報を得ることができる。このようにレンズ 149 と受光素子 180 を設けることで、受光部は $326\ \text{ppi}$ の解像度を有することができ、指紋センサなどの生体認証用センサまたはタッチセンサに使用することができる。

[0060]

また、上記の構成の表示装置において、受光素子 180 が、レンズ 149 から表示装置の表示面側に光路長 $50000\ \mu\text{m}$ 離れた地点の情報を撮像する場合、1つの受光素子 180 は、約 $8333\ \mu\text{m}$ □の範囲の情報を得る。この場合、隣接する受光素子 180 間の受光量の差を解析することで、情報の高解像度化を図ることができる。このようにして表示装置から離れた地点の情報を得ることで、ニアタッチや表示装置周辺の画像情報（例えば、VR 向け機器または AR 向け機器におけるユーザーの表情もしくは目のデータ）の取得に表示装置を用いることができる。

[0061]

受光素子 180 は、光を検出する機能を有する。具体的には、受光素子 180 は、表示装置 10A の外部から入射される光 22 を受光し、電気信号に変換する、光電変換素子である。光 22 は、発光素子 170 の発光を対象物が反射した光ということもできる。また、光 22 は、レンズ 149 を介して受光素子 180 に入射することが好ましい。

[0062]

トランジスタ 41 とトランジスタ 42 とは、同一の層（図 2 (A) では絶縁層 212）上に接している。トランジスタ 41 は、受光素子 180 と電氣的に接続されている。トランジスタ 42 は、発光素

子 170 の駆動を制御する機能を有する。

[0063]

受光素子 180 と電氣的に接続される回路の少なくとも一部は、発光素子 170 と電氣的に接続される回路と同一の材料及び同一の工程で形成されることが好ましい。これにより、2つの回路を別々に形成する場合に比べて、表示装置の厚さを薄くすることができ、また、作製工程を簡略化できる。

[0064]

ここで、図 2 (A) に示す表示装置 10A の作製方法の一例を説明する。なお、本実施の形態の表示装置の作製方法について、より詳細な説明は後述する。まず、作製基板上に、電極 111 を形成し、次に、トランジスタ 41 及びトランジスタ 42 を形成し、その後、レンズ 149 及び発光素子 170 を形成する。次に、作製基板と基板 351 とを互いに貼り合わせる。基板 351 は、遮光層 BM が設けられた面が発光素子 170 側に位置するように、作製基板と貼り合わせる。そして、作製基板と基板 351 とを互いに分離することで、電極 111、トランジスタ 41、トランジスタ 42、レンズ 149、及び発光素子 170 等を作製基板から基板 351 に転置する。そして、電極 111 を露出させ、電極 111 上に有機層 112 及び電極 113 を形成する。その後、電極 113 と基板 361 とを、接着層 141 を用いて互いに貼り合わせることで表示装置 10A を作製することができる。

[0065]

[表示装置 10B]

図 2 (B) に表示装置 10B の断面図を示す。なお、以降の表示装置の説明において、先に説明した表示装置と同様の構成については、説明を省略することがある。

[0066]

表示装置 10B は、レンズ 149 が基板 351 に接して設けられている点で、表示装置 10A (図 2 (A)) と異なる。それ以外の構成は、表示装置 10A と同様である。

[0067]

表示装置 10A が有するレンズ 149 は、基板 351 側に凸面を有しており、表示装置 10B が有するレンズ 149 は、基板 361 側に凸面を有している。レンズ 149 は、どちら側に凸面を有していてもよい。

[0068]

基板 351 の同一面上に遮光層 BM とレンズ 149 との双方を形成する場合、形成順は問わない。図 2 (B) では、レンズ 149 を先に形成する例を示すが、遮光層 BM を先に形成してもよい。図 2 (B) では、レンズ 149 の端部が遮光層 BM によって覆われている。

[0069]

[表示装置 11A]

図 3 (A) に表示装置 11A の断面図を示す。

[0070]

表示装置 11A は、一対の基板 (基板 351 及び回路基板 363) 間に、発光素子 170、受光素子 180、及びトランジスタ 42 等を有する。表示装置 11A は、さらにレンズ 149 を有することが好ましい。レンズ 149 を有することで、受光素子 180 への入射光量を増やすことができる。表示装置 11A が有するレンズ 149 は、基板 351 側に凸面を有する。

[0071]

回路基板 363 には、受光素子 180 と電氣的に接続されるトランジスタなど、受光素子 180 を用

いたセンサ用の回路が形成されている。

[0072]

受光素子180は回路基板363上に形成されている。受光素子180は、電極111、有機層112、及び電極113を有する。有機層112は、電極111と電極113との間に位置する。有機層112は、例えば、p型半導体層とn型半導体層とを有する。電極113は可視光を透過する機能を有する。電極111は可視光を反射する機能を有することが好ましい。電極111は、画素電極としての機能を有する。電極111の端部は、絶縁層218によって覆われている。

[0073]

受光素子180は、保護層114で覆われていることが好ましい。保護層114を設けることで、受光素子180に水などの不純物が入り込むことを抑制し、受光素子180の信頼性を高めることができる。そして、保護層114と絶縁層212とが、接着層141によって互いに貼り合わされている。

[0074]

発光素子170と電氣的に接続されるトランジスタと、受光素子180と電氣的に接続されるトランジスタと、を互いに異なる構成とすることで、発光素子170を有する画素回路及び受光素子180を有するセンサ用の回路のそれぞれに適した構成を適用することができる。

[0075]

例えば、発光素子170と電氣的に接続されるトランジスタに、チャネル形成領域に金属酸化物を有するトランジスタを用い、受光素子180と電氣的に接続されるトランジスタに、チャネル形成領域にシリコンを有するトランジスタを用いることができる。このとき、回路基板363は、単結晶半導体基板にチャネルが形成されるトランジスタを有することが好ましい。例えば、受光素子180と電氣的に接続されるトランジスタとして、単結晶シリコンにチャネルが形成されるトランジスタを適用することができる。

[0076]

基板351の回路基板363側の面には、遮光層BMが設けられていることが好ましい。

[0077]

ここで、図3(A)に示す表示装置110Aの作製方法の一例を説明する。まず、作製基板上に、絶縁層212及びトランジスタ42を形成し、その後、レンズ149及び発光素子170を形成する。次に、作製基板と基板351とを互いに貼り合わせる。基板351は、遮光層BMが設けられた面が発光素子170側に位置するように、作製基板と貼り合わせる。そして、作製基板と基板351とを互いに分離することで、絶縁層212、トランジスタ42、レンズ149、及び発光素子170等を作製基板から基板351に転置する。そして、絶縁層212を露出させる。また、単結晶半導体基板上にトランジスタ等を形成することで、回路基板363を形成した後、回路基板363上に受光素子180及び保護層114を形成する。そして、保護層114と絶縁層212とを接着層141を用いて互いに貼り合わせることで表示装置110Aを作製することができる。このように、表示装置110Aは、別々の基板に形成された発光素子170及び回路と、受光素子180及び回路と、を貼り合わせて作製できるため、複雑な工程を有さず、簡便に作製することができる。

[0078]

[表示装置11B]

図3(B)に表示装置11Bの断面図を示す。

[0079]

表示装置 1 1 B は、レンズ 1 4 9 が基板 3 5 1 に接して設けられている点で、表示装置 1 1 A (図 3 (A)) と異なる。それ以外の構成は、表示装置 1 1 A と同様である。

[0080]

表示装置 1 1 B が有するレンズ 1 4 9 は、回路基板 3 6 3 側に凸面を有する。

[0081]

図 3 (B) では、遮光層 BM を先に形成した後、レンズ 1 4 9 を形成する例を示す。図 3 (B) では、遮光層 BM の端部がレンズ 1 4 9 によって覆われている。レンズ 1 4 9 と遮光層 BM は重ならなくてもよい。

[0082]

[表示装置 1 2 A]

図 4 (A) に表示装置 1 2 A の断面図を示す。

[0083]

表示装置 1 2 A は、一対の基板 (基板 3 5 1 及び基板 3 6 1) 間に、発光素子 1 7 0、受光素子 1 8 0、トランジスタ 4 1、及びトランジスタ 4 2 等を有する。表示装置 1 2 A は、さらに、基板 3 5 1 上にレンズアレイ 1 4 8 を有することが好ましい。レンズアレイ 1 4 8 を有することで、受光素子 1 8 0 への入射光量を増やすことができる。表示装置 1 2 A が有するレンズアレイ 1 4 8 は、ユーザー側に凸面を有する。

[0084]

発光素子 1 7 0 は、電極 1 9 1、EL 層 1 9 2、及び電極 1 9 3 を有する。EL 層 1 9 2 は、複数の副画素、及び複数の画素にわたって設けられる。電極 1 9 1 は可視光を透過する機能を有する。電極 1 9 3 は可視光を反射する機能を有することが好ましい。

[0085]

絶縁層 2 1 6 上に着色層 CF が設けられている。着色層 CF は、発光素子 1 7 0 と重なる位置に設けられている。着色層 CF は、有機層 1 1 2 と重ならないことが好ましい。これにより、着色層 CF が光 2 2 を吸収することを抑制でき、受光素子 1 8 0 に照射される光量を多くすることができる。例えば、赤色の副画素には、赤色の着色層 CF が設けられ、緑色の副画素には、緑色の着色層 CF が設けられ、青色の副画素には青色の着色層 CF が設けられる。

[0086]

発光素子 1 7 0 は、白色の光を呈することが好ましい。発光素子 1 7 0 が発する光は、着色層 CF を介して、基板 3 5 1 側に射出される。各色の副画素が、異なる色の着色層 CF を有することで、フルカラー表示が実現できる。

[0087]

表示装置 1 2 A では、受光素子 1 8 0 が発光素子 1 7 0 よりも表示面側に位置するため、EL 層 1 9 2 を受光素子 1 8 0 と重ねて設けても、光 2 2 が EL 層 1 9 2 によって遮られない。そのため、EL 層 1 9 2 を複数の画素にわたって設けることができ、各色の副画素ごとに発光素子 1 7 0 を作り分けなくてよいため、作製工程を簡略化することができる。

[0088]

電極 1 9 1 は、絶縁層 2 1 2 に設けられた開口を介して、トランジスタ 4 2 が有するソースまたはドレインと電氣的に接続される。電極 1 9 1 は、画素電極としての機能を有する。隣り合う発光素子 1 7 0 の電極 1 9 1 は、絶縁層 2 1 2 によって互いに絶縁されている。

[0089]

発光素子170は、保護層194に覆われていることが好ましい。図4(A)では、保護層194が、電極193に接して設けられている。保護層194を設けることで、発光素子170に不純物が入り込むことを抑制し、発光素子170の信頼性を高めることができる。保護層194には、接着層141によって、基板361が貼り合わされている。

[0090]

受光素子180は、電極111、有機層112、及び電極113を有する。電極113は可視光を透過する機能を有する。電極111は可視光を反射する機能を有することが好ましい。

[0091]

有機層112は、発光素子170の発光領域と重ならないように形成されることが好ましい。これにより、有機層112が発光21を吸収することを抑制でき、光取り出し効率を高めることができる。

[0092]

電極111は、絶縁層214に設けられた開口を介して、トランジスタ41が有するソースまたはドレインと電氣的に接続される。電極111は、画素電極としての機能を有する。

[0093]

受光素子180は、保護層114に覆われていることが好ましい。図4(A)では、保護層114が、電極113に接して設けられている。保護層114を設けることで、受光素子180に不純物が入り込むことを抑制し、受光素子180の信頼性を高めることができる。保護層114には、接着層142によって、基板351が貼り合わされている。

[0094]

基板351の表示面側に、レンズアレイ148が設けられている。レンズアレイ148が有するレンズは、受光素子180と重なる位置に設けられている。基板351の基板361側の面には、遮光層BMが設けられていることが好ましい。

[0095]

本実施の形態の表示装置に用いるレンズの形成方法としては、基板上にマイクロレンズなどのレンズを直接形成してもよいし、別途作製されたマイクロレンズアレイなどのレンズアレイを基板に貼り合わせてもよい。

[0096]

[表示装置12B]

図4(B)に表示装置12Bの断面図を示す。

[0097]

表示装置12Bは、レンズアレイ148を有さない点、及び、絶縁層212上に着色層CFを有する点で、表示装置12A(図4(A))と異なる。それ以外の構成は、表示装置12Aと同様である。

[0098]

表示装置12Bのように、本実施の形態の表示装置は、レンズを有していなくてもよい。

[0099]

着色層CFの位置は、発光素子170と基板351との間であれば特に限定されない。トランジスタと着色層CFを同一基板上に形成する場合、着色層CFは、トランジスタ及びトランジスタの保護層を形成した後に形成することが好ましい。これにより、トランジスタの作製工程に係る温度を、着色層CFの耐熱温度よりも高くすることができ、トランジスタの信頼性を高めることができる。また、

トランジスタの保護層が設けられていることで、着色層C Fの形成時にトランジスタに不純物が入り込むことを抑制できる。図4 (A) では、絶縁層2 1 6上に接して着色層C Fが設けられる例を示し、図4 (B) では、絶縁層2 1 2上及びトランジスタ4 2上に着色層C Fが設けられる例を示す。

[0 1 0 0]

以下では、図5～図1 2を用いて、本発明の一態様の表示装置の、より詳細な構成について説明する。

[0 1 0 1]

[表示装置1 0 0 A]

図5に、表示装置1 0 0 Aの斜視図を示し、図6に、表示装置1 0 0 Aの断面図を示す。

[0 1 0 2]

表示装置1 0 0 Aは、基板3 5 1と基板3 6 1とが貼り合わされた構成を有する。図5では、基板3 5 1を破線で明示している。

[0 1 0 3]

表示装置1 0 0 Aは、表示部3 6 2、回路3 6 4、配線3 6 5等を有する。図5では表示装置1 0 0 AにI C (集積回路) 3 7 3及びF P C 3 7 2が実装されている例を示している。そのため、図5に示す構成は、表示装置1 0 0 A、I C、及びF P Cを有する表示モジュールということもできる。

[0 1 0 4]

回路3 6 4としては、例えば走査線駆動回路を用いることができる。

[0 1 0 5]

配線3 6 5は、表示部3 6 2及び回路3 6 4に信号及び電力を供給する機能を有する。当該信号及び電力は、F P C 3 7 2を介して外部から、またはI C 3 7 3から配線3 6 5に入力される。

[0 1 0 6]

図5では、COG (C h i p O n G l a s s) 方式またはCOF (C h i p o n F i l m) 方式等により、基板3 6 1にI C 3 7 3が設けられている例を示す。I C 3 7 3は、例えば走査線駆動回路または信号線駆動回路などを有するI Cを適用できる。なお、表示装置1 0 0 A及び表示モジュールは、I Cを設けない構成としてもよい。また、I Cを、COF方式等により、F P Cに実装してもよい。

[0 1 0 7]

図6に、図5で示した表示装置1 0 0 Aの、F P C 3 7 2を含む領域の一部、回路3 6 4を含む領域の一部、表示部3 6 2を含む領域の一部、及び、端部を含む領域の一部をそれぞれ切断したときの断面の一例を示す。

[0 1 0 8]

図6に示す表示装置1 0 0 Aは、基板3 5 1と基板3 6 1の間に、トランジスタ2 0 1、トランジスタ2 0 5、トランジスタ2 0 6、発光素子1 7 0、受光素子1 8 0、レンズ1 4 9等を有する。

[0 1 0 9]

基板3 6 1と絶縁層2 1 2は接着層1 4 1を介して接着されている。基板3 5 1と絶縁層2 1 4は接着層1 4 2を介して接着されている。発光素子1 7 0の封止及び受光素子1 8 0の封止には、それぞれ、固体封止構造または中空封止構造などが適用できる。図6では、接着層1 4 1が受光素子1 8 0と重ねて設けられており、固体封止構造が適用されている。また、図6では、基板3 5 1、接着層1 4 2、及び絶縁層2 1 4に囲まれた空間1 4 3が、不活性ガス (窒素やアルゴンなど) で充填されており、中空封止構造が適用されている。接着層1 4 2は、発光素子1 7 0と重ねて設けられていても

よい。また、基板 351、接着層 142、及び絶縁層 214に囲まれた空間 143を、接着層 142とは異なる樹脂で充填してもよい。

[0110]

発光素子 170は、絶縁層 214側から電極 191、EL層 192、及び電極 193の順に積層された積層構造を有する。電極 191は、絶縁層 214に設けられた開口を介して、トランジスタ 206が有する導電層 222bと接続されている。トランジスタ 206は、発光素子 170の駆動を制御する機能を有する。絶縁層 216が電極 191の端部を覆っている。電極 191は可視光を反射する材料を含み、電極 193は可視光を透過する材料を含む。発光素子 170が発する光は、基板 351側に射出される。

[0111]

受光素子 180は、絶縁層 212側から電極 111、有機層 112、及び電極 113の順に積層された積層構造を有する。電極 111は、絶縁層 212に設けられた開口を介して、導電層 221bと接続されている。導電層 221bは、トランジスタ 205が有する導電層 222bと接続されている。つまり、接続部 207において、電極 111は、導電層 221bを介して、トランジスタ 205が有する導電層 222bと電氣的に接続されている。電極 111は可視光を透過する材料を含み、電極 113は可視光を反射する材料を含む。受光素子 180には、基板 351、空間 143、電極 193、レンズ 149、絶縁層 216、絶縁層 214、及び絶縁層 212等を介して、光が入射する。これらの層には、可視光に対する透過性が高い材料を用いることが好ましい。

[0112]

受光素子 180の画素電極である電極 111は、トランジスタ 205及びトランジスタ 206が有する絶縁層 211を挟んで、発光素子 170の画素電極である電極 191とは反対に位置する。

[0113]

基板 351の基板 361側の面には、遮光層 BMが設けられている。遮光層 BMは、受光素子 180と重なる位置及び発光素子 170と重なる位置に開口を有する。遮光層 BMを設けることで、受光素子 180が光を検出する範囲を制御することができる。また、遮光層 BMを有することで、対象物を介さずに、発光素子 170から受光素子 180に光が入射することを抑制できる。したがって、ノイズが少なく感度の高いセンサを実現できる。

[0114]

遮光層 BMとしては、発光素子からの発光を遮る材料を用いることができ、例えば、金属材料、又は、顔料もしくは染料を含む樹脂材料等を用いてブラックマトリクスを形成することができる。なお、遮光層 BMは、回路 364などの表示部 362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。

[0115]

レンズ 149は、絶縁層 216上に接して設けられている。レンズ 149は、基板 351側に凸面を有する。ここで、受光素子 180の受光領域は、レンズ 149と重なり、かつ、EL層 192と重ならないことが好ましい。これにより、受光素子 180を用いたセンサの感度及び精度を高めることができる。

[0116]

トランジスタ 201、トランジスタ 205、及びトランジスタ 206は、いずれも絶縁層 212上に形成されている。これらのトランジスタは、同一の工程により作製することができる。

[0117]

絶縁層212上には、絶縁層211、絶縁層213、絶縁層215、及び絶縁層214がこの順で設けられている。絶縁層211は、その一部が各トランジスタのゲート絶縁層として機能する。絶縁層213は、その一部が各トランジスタのゲート絶縁層として機能する。絶縁層215は、トランジスタを覆って設けられる。絶縁層214は、トランジスタを覆って設けられ、平坦化層としての機能を有する。なお、トランジスタを覆う絶縁層の数は限定されず、単層であっても2層以上であってもよい。

[0118]

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

[0119]

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

[0120]

平坦化層として機能する絶縁層214には、有機絶縁膜が好適である。図6に示す領域228では、絶縁層214に開口が形成されている。これにより、絶縁層214に有機絶縁膜を用いる場合であっても、絶縁層214を介して外部から表示部362に不純物が入り込むことを抑制できる。したがって、表示装置100Aの信頼性を高めることができる。

[0121]

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

[0122]

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

[0123]

トランジスタ201、トランジスタ205、及びトランジスタ206には、チャンネルが形成される半導体層を2つのゲートで挟持する構成が適用されている。2つのゲートを接続し、これらに同一の信号を供給することによりトランジスタを駆動してもよい。または、2つのゲートのうち、一方に閾値電圧を制御するための電位を与え、他方に駆動のための電位を与えることで、トランジスタの閾値電

圧を制御してもよい。

[0124]

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、または一部に結晶領域を有する半導体）のいずれを用いてもよい。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。

[0125]

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

[0126]

半導体層は、例えば、インジウムと、M（Mは、ガリウム、アルミニウム、シリコン、ホウ素、イットリウム、スズ、銅、バナジウム、ベリリウム、チタン、鉄、ニッケル、ゲルマニウム、ジルコニウム、モリブデン、ランタン、セリウム、ネオジム、ハフニウム、タンタル、タングステン、及びマグネシウムから選ばれた一種または複数種）と、亜鉛と、を有することが好ましい。特に、Mは、アルミニウム、ガリウム、イットリウム、及びスズから選ばれた一種または複数種であることが好ましい。

[0127]

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

[0128]

半導体層がIn-M-Zn酸化物の場合、In-M-Zn酸化物を成膜するために用いるスパッタリングターゲットは、Inの原子数比がMの原子数比以上であることが好ましい。このようなスパッタリングターゲットの金属元素の原子数比として、 $In:M:Zn=1:1:1$ 、 $In:M:Zn=1:1:2$ 、 $In:M:Zn=2:1:3$ 、 $In:M:Zn=3:1:2$ 、 $In:M:Zn=4:2:4$ 、 $In:M:Zn=5:1:6$ 、 $In:M:Zn=5:1:7$ 、 $In:M:Zn=5:1:8$ 、 $In:M:Zn=6:1:6$ 、 $In:M:Zn=5:2:5$ 等が挙げられる。

[0129]

スパッタリングターゲットとしては、多結晶の酸化物を含むターゲットを用いると、結晶性を有する半導体層を形成しやすくなるため好ましい。なお、成膜される半導体層の原子数比は、上記のスパッタリングターゲットに含まれる金属元素の原子数比のプラスマイナス40%の変動を含む。例えば、半導体層に用いるスパッタリングターゲットの組成が $In:Ga:Zn=4:2:4$ [原子数比] の場合、成膜される半導体層の組成は、 $In:Ga:Zn=4:2:3$ [原子数比] の近傍となる場合がある。

[0130]

なお、原子数比が $In:Ga:Zn=4:2:3$ またはその近傍と記載する場合、Inの原子数比を4としたとき、Gaの原子数比が1以上3以下であり、Znの原子数比が2以上4以下である場合を含む。また、原子数比が $In:Ga:Zn=5:1:6$ またはその近傍であると記載する場合、Inの原子数比を5としたときに、Gaの原子数比が0.1より大きく2以下であり、Znの原子数比が5以上7以下である場合を含む。また、原子数比が $In:Ga:Zn=1:1:1$ またはその近傍であると記載する場合、Inの原子数比を1としたときに、Gaの原子数比が0.1より大きく2以下

であり、Znの原子数比が0.1より大きく2以下である場合を含む。

[0131]

回路364が有するトランジスタと、表示部362が有するトランジスタは、同じ構造であってもよく、異なる構造であってもよい。回路364が有する複数のトランジスタの構造は、全て同じであってもよく、2種類以上であってもよい。同様に、表示部362が有する複数のトランジスタの構造は、全て同じであってもよく、2種類以上であってもよい。

[0132]

基板361と基板351の重ならない領域には、接続部204が設けられている。接続部204では、配線365が導電層366及び接続層242を介してFPC372と電氣的に接続されている。接続部204の上面は、電極191と同一の導電膜を加工して得られた導電層366が露出している。これにより、接続部204とFPC372とを接続層242を介して電氣的に接続することができる。

[0133]

基板351の外側には各種光学部材を配置することができる。光学部材としては、偏光板、位相差板、光拡散層（拡散フィルムなど）、反射防止層、及び集光フィルム等が挙げられる。また、基板351の外側には、ゴミの付着を抑制する帯電防止膜、汚れを付着しにくくする撥水性の膜、使用に伴う傷の発生を抑制するハードコート膜、衝撃吸収層等を配置してもよい。

[0134]

基板351及び基板361には、それぞれ、ガラス、石英、セラミック、サファイア、有機樹脂などを用いることができる。基板351及び基板361に可撓性を有する材料を用いると、表示装置の可撓性を高めることができる。

[0135]

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

[0136]

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

[0137]

発光素子170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などがある。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。

[0138]

EL層192は少なくとも発光層を有する。EL層192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、またはバイポーラ性の物質（電子輸送性及び正孔輸送性が高い物質）等を含む層をさらに有してもよい。

[0139]

EL層192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192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。

[0140]

EL層192は、量子ドットなどの無機化合物を有していてもよい。例えば、量子ドットを発光層に用いることで、発光材料として機能させることもできる。

[0141]

受光素子180は、一对の電極間に活性層を有する。活性層は、半導体を含む。当該半導体としては、シリコンなどの無機半導体、及び、有機化合物を含む有機半導体が挙げられる。本実施の形態では、活性層が有する半導体として、有機半導体を用いる例を示す。有機半導体を用いることで、発光素子170のEL層192と、受光素子180の有機層112と、を同じ方法（例えば、真空蒸着法）で形成することができ、製造装置を共通化できるため好ましい。

[0142]

有機層112が有するn型半導体の材料としては、フラーレン（例えばC₆₀、C₇₀等）またはその誘導体等の電子受容性の有機半導体材料が挙げられる。また、有機層112が有するp型半導体の材料としては、銅（II）フタロシアニン（Copper（II） phthalocyanine；CuPc）やテトラフェニルジベンゾペリフランテン（Tetraphenyldibenzoperriflanthene；DBP）等の電子供与性の有機半導体材料が挙げられる。有機層112は、電子受容性の半導体材料と電子供与性の半導体材料の積層構造（p-n積層構造）としてもよいし、これらの間に電子受容性の半導体材料と電子供与性の半導体材料とを共蒸着したバルクヘテロ接合層を設けた積層構造（p-i-n積層構造）としてもよい。また、光が照射されていない時の暗電流を抑制する目的で、上記のp-n積層構造またはp-i-n積層構造の周辺（上側または下側）に、ホールブロック層や電子ブロック層を設けてもよい。

[0143]

レンズ149は、1.3以上2.5以下の屈折率を有することが好ましい。レンズ149は、無機材料または有機材料を用いて形成することができる。例えば、樹脂を含む材料をレンズ149に用いることができる。また、酸化物または硫化物を含む材料をレンズ149に用いることができる。

[0144]

具体的には、塩素、臭素、またはヨウ素を含む樹脂、重金属原子を含む樹脂、芳香環を含む樹脂、硫黄を含む樹脂などをレンズ149に用いることができる。または、樹脂と当該樹脂より屈折率の高い材料のナノ粒子を含む材料をレンズ149に用いることができる。酸化チタンまたは酸化ジルコニウムなどをナノ粒子に用いることができる。

[0145]

また、酸化セリウム、酸化ハフニウム、酸化ランタン、酸化マグネシウム、酸化ニオブ、酸化タンタル、酸化チタン、酸化イットリウム、酸化亜鉛、インジウムとスズを含む酸化物、またはインジウムとガリウムと亜鉛を含む酸化物などを、レンズ149に用いることができる。または、硫化亜鉛などを、レンズ149に用いることができる。

[0146]

トランジスタのゲート、ソース及びドレインのほか、表示装置を構成する各種配線及び電極などの導

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

[0147]

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

[0148]

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

[0149]

[表示装置100B]

図7に、表示装置100Bの断面図を示す。

[0150]

表示装置100Bは、保護層114及び保護層194を有する点、トランジスタ205が導電層223を有さない点、及び、レンズ149が基板351に接して設けられている点で、主に表示装置100Aと異なる。

[0151]

受光素子180を覆う保護層114を設けることで、受光素子180に不純物が入り込むことを抑制し、受光素子180の信頼性を高めることができる。

[0152]

発光素子170を覆う保護層194を設けることで、発光素子170に不純物が入り込むことを抑制し、発光素子170の信頼性を高めることができる。

[0153]

表示装置100Bの端部近傍の領域228において、絶縁層214の開口を介して、絶縁層215と保護層194とが互いに接することが好ましい。特に、絶縁層215が有する無機絶縁膜と保護層194が有する無機絶縁膜とが互いに接することが好ましい。これにより、有機絶縁膜を介して外部から表示部362に不純物が入り込むことを抑制することができる。したがって、表示装置100Bの信頼性を高めることができる。

[0154]

さらに、基板351の基板361側の面に、レンズ149が設けられている。

[0155]

トランジスタ201及びトランジスタ206は、導電層223を有し、トランジスタ205は、導電層223を有していない。このように、表示装置には、2種類以上の構造のトランジスタが用いられていてもよい。

[0156]

[表示装置100C]

図8(A)に、表示装置100Cの断面図を示す。

[0157]

表示装置100Cは、主に、トランジスタの構造が、表示装置100Bと異なる。以下では、表示装置100Cが有するトランジスタについて説明する。

[0158]

表示装置100Cは、絶縁層212上にトランジスタ208、トランジスタ209、及びトランジスタ210を有する。

[0159]

トランジスタ208、トランジスタ209、及びトランジスタ210は、ゲートとして機能する導電層221a、ゲート絶縁層として機能する絶縁層211、チャンネル形成領域231i及び一対の低抵抗領域231nを有する半導体層、一対の低抵抗領域231nの一方と接続する導電層222a、ゲート絶縁層として機能する絶縁層225、ゲートとして機能する導電層223、並びに、導電層223を覆う絶縁層215を有する。トランジスタ208及びトランジスタ210は、さらに、一対の低抵抗領域231nの他方と接続する導電層222bを有する。絶縁層211は、導電層221aとチャンネル形成領域231iとの間に位置する。絶縁層225は、導電層223とチャンネル形成領域231iとの間に位置する。

[0160]

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

[0161]

発光素子170の電極191は、導電層222bを介してトランジスタ208の一対の低抵抗領域231nの一方と電氣的に接続される。

[0162]

受光素子180の電極111は、導電層221bを介してトランジスタ209の一対の低抵抗領域231nの他方と電氣的に接続される。

[0163]

図8(A)では、絶縁層225が半導体層の上面及び側面を覆う例を示す。一方、図8(B)では、絶縁層225は、半導体層231のチャンネル形成領域231iと重なり、低抵抗領域231nとは重ならない。例えば、導電層223をマスクに絶縁層225を加工することで、図8(B)に示す構造を作製できる。図8(B)では、絶縁層225及び導電層223を覆って絶縁層215が設けられ、絶縁層215の開口を介して、導電層222a及び導電層222bがそれぞれ低抵抗領域231nと接続されている。さらに、トランジスタを覆う絶縁層217を設けてもよい。

[0164]

[表示装置 110A]

図9に、表示装置110Aの表示部362の断面図を示す。

[0165]

図9に示す表示装置110Aは、半導体基板251と基板351の間に、トランジスタ202、トランジスタ206、発光素子170、受光素子180、レンズ149等を有する。

[0166]

発光素子170は、基板351及び接着層142によって封止されている。トランジスタ206及び発光素子170の構成は、図6に示す表示装置100Aと同様である。

[0167]

トランジスタ206及び発光素子170は、絶縁層212上に設けられている。絶縁層212には、回路基板363上に形成された受光素子180が、接着層141によって貼り合わされている。

[0168]

半導体基板251から絶縁層266までの積層構造は、図3(A)に示す回路基板363に相当する。

[0169]

図9に示す回路基板363は、半導体基板251にチャネルが形成されるトランジスタ202を有する。半導体基板251としては、単結晶シリコン基板が好適である。トランジスタ202は、導電層259、絶縁層257、絶縁層258、一对の低抵抗領域255を有する。導電層259は、ゲートとして機能する。絶縁層257は、導電層259と半導体基板251との間に位置し、ゲート絶縁層として機能する。絶縁層258は、導電層259の側面を覆って設けられ、サイドウォールとして機能する。一对の低抵抗領域255は、半導体基板251における、不純物がドーパされた領域であり、一方がトランジスタ202のソースとして機能し、他方がトランジスタ202のドレインとして機能する。

[0170]

また、半導体基板251に埋め込まれるように、隣接する2つのトランジスタの間に、素子分離層253が設けられている。

[0171]

トランジスタ202を覆って絶縁層262が設けられ、絶縁層262上に容量素子240が設けられている。

[0172]

容量素子240は、絶縁層262側から順に、導電層263、絶縁層264、及び導電層265が積層された構造を有する。容量素子240において、導電層263は一方の電極として機能し、導電層265は他方の電極として機能し、絶縁層264は誘電体として機能する。

[0173]

導電層263は、絶縁層262に設けられたプラグ261を介してトランジスタ202の低抵抗領域255と電気的に接続されている。絶縁層264は、導電層263を覆って設けられ、導電層265は絶縁層264を介して導電層263と重なる。

[0174]

容量素子240を覆って絶縁層266が設けられ、絶縁層266上に受光素子180が設けられている。

[0175]

受光素子 180 は、絶縁層 266 側から電極 111、有機層 112、及び電極 113 の順に積層された積層構造を有する。電極 111 は、絶縁層 264 及び絶縁層 266 に設けられたプラグ 267 を介して、導電層 263 と電氣的に接続されている。導電層 263 は、プラグ 261 を介して、トランジスタ 202 が有する低抵抗領域 255 と電氣的に接続されている。つまり、電極 111 は、トランジスタ 202 のソース又はドレインと電氣的に接続されている。電極 111 の端部は、絶縁層 219 によって覆われている。電極 111 は可視光を反射する材料を含み、電極 113 は可視光を透過する材料を含む。受光素子 180 には、基板 351、接着層 142、電極 193、レンズ 149、絶縁層 216、絶縁層 214、絶縁層 212、接着層 141 等を介して、光が入射する。これらの層には、可視光に対する透過性が高い材料を用いることが好ましい。

[0176]

レンズ 149 は、絶縁層 216 上に接して設けられている。レンズ 149 は、基板 351 側に凸面を有する。ここで、受光素子 180 の受光領域は、レンズ 149 と重なり、かつ、EL 層 192 と重ならないことが好ましい。これにより、受光素子 180 を用いたセンサの感度及び精度を高めることができる。

[0177]

基板 351 の回路基板 363 側の面には、遮光層 BM が設けられていることが好ましい。

[0178]

[表示装置 110B]

図 10 に、表示装置 110B の断面図を示す。

[0179]

図 10 に示す表示装置 110B は、基板 252 と基板 351 の間に、トランジスタ 203、トランジスタ 206、発光素子 170、受光素子 180、レンズ 149 等を有する。

[0180]

発光素子 170 は、保護層 194 で覆われ、さらに、基板 351 及び接着層 142 によって封止されている。トランジスタ 206 及び発光素子 170 の構成は、図 7 に示す表示装置 100B と同様である。

[0181]

トランジスタ 206 及び発光素子 170 は、絶縁層 212 上に設けられている。絶縁層 212 には、回路基板 363 上に形成された受光素子 180 及び保護層 114 が、接着層 141 によって貼り合わされている。

[0182]

基板 252 から絶縁層 288 までの積層構造は、図 3 (B) に示す回路基板 363 に相当する。

[0183]

図 10 に示す回路基板 363 は、基板 252 上にトランジスタ 203 を有する。

[0184]

基板 252 としては、ガラス基板、石英基板、サファイア基板、セラミック基板等の絶縁性基板、または、シリコンや炭化シリコンなどを材料とした単結晶半導体基板、多結晶半導体基板、シリコンゲルマニウム等の化合物半導体基板、SOI 基板などの半導体基板を用いることができる。

[0185]

基板 252 上には、絶縁層 271 が設けられている。絶縁層 271 は、基板 252 から水や水素など

の不純物が、トランジスタ 203 に拡散すること、及び半導体層 276 から絶縁層 271 側に酸素が脱離することを防ぐバリア層として機能する。絶縁層 271 としては、例えば、酸化アルミニウム膜、酸化ハフニウム膜、窒化シリコン膜などの、酸化シリコン膜よりも水素や酸素が拡散しにくい膜を用いることができる。

[0186]

トランジスタ 203 は、導電層 272、絶縁層 273、絶縁層 274、絶縁層 275、半導体層 276、一对の導電層 277、絶縁層 278、導電層 279 等を有する。半導体層 276 には、金属酸化物を有することが好ましい。

[0187]

絶縁層 271 上に導電層 272 及び絶縁層 273 が設けられ、導電層 272 及び絶縁層 273 を覆って絶縁層 274 及び絶縁層 275 が設けられている。半導体層 276 は、絶縁層 275 上に設けられている。導電層 272 はゲートとして機能し、絶縁層 274 及び絶縁層 275 はゲート絶縁層として機能する。導電層 272 は絶縁層 274 及び絶縁層 275 を介して半導体層 276 と重なる。絶縁層 274 は、絶縁層 271 と同様に、バリア層として機能することが好ましい。半導体層 276 と接する絶縁層 275 には、酸化シリコン膜などの酸化物絶縁膜を用いることが好ましい。

[0188]

一对の導電層 277 は、半導体層 276 上に離間して設けられている。一对の導電層 277 は、ソース及びドレインとして機能する。半導体層 276 及び一对の導電層 277 を覆って、絶縁層 281 が設けられ、絶縁層 281 上に絶縁層 282 が設けられている。絶縁層 281 及び絶縁層 282 には半導体層 276 に達する開口が設けられており、当該開口の内部に絶縁層 278 及び導電層 279 が埋め込まれている。そして、絶縁層 282、絶縁層 278、及び導電層 279 の上面を覆って、絶縁層 283 及び絶縁層 284 が設けられている。導電層 279 はゲートとして機能し、絶縁層 278 はゲート絶縁層として機能する。導電層 279 は絶縁層 278 を介して半導体層 276 と重なる。絶縁層 281 及び絶縁層 283 は、絶縁層 271 と同様に、バリア層として機能することが好ましい。絶縁層 281 で一对の導電層 277 を覆うことで、絶縁層 282 に含まれる酸素により一对の導電層 277 が酸化してしまうことを抑制できる。

[0189]

一对の導電層 277 の一方及び導電層 285 と電氣的に接続されるプラグが、絶縁層 281、絶縁層 282、絶縁層 283、及び絶縁層 284 に設けられた開口内に埋め込まれている。プラグは、当該開口の側面及び一对の導電層 277 の一方の上面に接する導電層 261a と、当該導電層 261a よりも内側に埋め込まれた導電層 261b と、を有することが好ましい。このとき、導電層 261a として、水素及び酸素が拡散しにくい導電材料を用いることが好ましい。

[0190]

絶縁層 284 上に容量素子 245 が設けられている。

[0191]

容量素子 245 は、絶縁層 284 側から順に、導電層 285、絶縁層 286、及び導電層 287 が積層された構造を有する。容量素子 245 において、導電層 285 は一方の電極として機能し、導電層 287 は他方の電極として機能し、絶縁層 286 は誘電体として機能する。絶縁層 286 は、導電層 285 を覆って設けられ、導電層 287 は絶縁層 286 を介して導電層 285 と重なる。

[0192]

容量素子 245 を覆って絶縁層 288 が設けられ、絶縁層 288 上に受光素子 180 が設けられている。

[0193]

受光素子 180 は、絶縁層 288 側から電極 111、有機層 112、及び電極 113 の順に積層された積層構造を有する。受光素子 180 は、保護層 114 によって覆われている。電極 111 は、絶縁層 286 及び絶縁層 288 に設けられたプラグ 289 を介して、導電層 285 と電氣的に接続されている。導電層 285 は、プラグを介して一対の導電層 277 の一方と電氣的に接続されている。つまり、電極 111 は、トランジスタ 203 のソース又はドレインと電氣的に接続されている。電極 111 は可視光を反射する材料を含み、電極 113 は可視光を透過する材料を含む。受光素子 180 には、基板 351、レンズ 149、接着層 142、保護層 194、電極 193、絶縁層 216、絶縁層 214、絶縁層 212、接着層 141 等を介して、光が入射する。

[0194]

レンズ 149 は、基板 351 の基板 252 側の面に設けられている。レンズ 149 は、基板 252 側に凸面を有する。ここで、受光素子 180 の受光領域は、レンズ 149 と重なり、かつ、EL 層 192 と重ならないことが好ましい。これにより、受光素子 180 を用いたセンサの感度及び精度を高めることができる。

[0195]

基板 351 の回路基板 363 側の面には、遮光層 BM が設けられていることが好ましい。

[0196]

[表示装置 120A]

図 11 に、表示装置 120A の断面図を示す。

[0197]

図 11 に示す表示装置 120A は、基板 351 と基板 361 の間に、トランジスタ 201、トランジスタ 205、トランジスタ 206、発光素子 170、受光素子 180、レンズアレイ 148 等を有する。

[0198]

基板 361 と保護層 194 は接着層 141 を介して接着されている。基板 351 と保護層 114 は接着層 142 を介して接着されている。基板 351 の表示面側には、レンズアレイ 148 が設けられている。基板 351 の基板 361 側の面には、遮光層 BM が設けられていることが好ましい。

[0199]

発光素子 170 は、絶縁層 212 側から電極 191、EL 層 192、及び電極 193 の順に積層された積層構造を有する。電極 191 は、絶縁層 212 に設けられた開口を介して、導電層 221b と接続されている。導電層 221b は、トランジスタ 206 が有する導電層 222b と接続されている。つまり、接続部 207 において、電極 191 は、導電層 221b を介して、トランジスタ 206 が有する導電層 222b と電氣的に接続されている。トランジスタ 206 は、発光素子 170 の駆動を制御する機能を有する。電極 191 は可視光を透過する材料を含み、電極 193 は可視光を反射する材料を含む。発光素子 170 が発する光は、絶縁層 212、絶縁層 214、絶縁層 216、着色層 CF、電極 113、保護層 114、接着層 142 等を介して、基板 351 側に射出される。これらの層には、可視光に対する透過性が高い材料を用いることが好ましい。

[0200]

受光素子 180 は、絶縁層 214 側から電極 111、有機層 112、及び電極 113 の順に積層された積層構造を有する。電極 111 は、絶縁層 214 に設けられた開口を介して、トランジスタ 205 が有する導電層 222b と接続されている。絶縁層 216 が電極 111 の端部を覆っている。電極 111 は可視光を反射する材料を含み、電極 113 は可視光を透過する材料を含む。受光素子 180 には、レンズアレイ 148、基板 351、接着層 142 等を介して、光が入射する。

[0201]

着色層 CF は、絶縁層 216 上に接して設けられている。ここで、着色層 CF は、発光素子 170 と重なり、有機層 112 と重ならないことが好ましい。これにより、受光素子 180 を用いたセンサの感度及び精度を高めることができる。

[0202]

着色層は特定の波長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、顔料または染料が含まれた樹脂材料などが挙げられる。

[0203]

[表示装置 120B]

図 12 に、表示装置 120B の断面図を示す。

[0204]

表示装置 120B は、レンズアレイ 148 を有さない点、及び、絶縁層 215 上に接して着色層 CF を有する点で、表示装置 120A (図 11) と異なる。それ以外の構成は、表示装置 120A と同様である。

[0205]

トランジスタのバリア層として機能する絶縁層 215 を形成した後に、着色層 CF を形成すると、着色層 CF の作製工程時にトランジスタに不純物が入り込むことを抑制でき、トランジスタの信頼性を高められるため、好ましい。

[0206]

[金属酸化物]

以下では、半導体層に適用可能な金属酸化物について説明する。

[0207]

なお、本明細書等において、窒素を有する金属酸化物も金属酸化物 (metal oxide) と総称する場合がある。また、窒素を有する金属酸化物を、金属酸窒化物 (metal oxynitride) と呼称してもよい。例えば、亜鉛酸窒化物 (ZnON) などの窒素を有する金属酸化物を、半導体層に用いてもよい。

[0208]

なお、本明細書等において、CAAC (c-axis aligned crystal)、及び CAC (Cloud-Aligned Composite) と記載する場合がある。CAAC は結晶構造の一例を表し、CAC は機能または材料の構成の一例を表す。

[0209]

例えば、半導体層には CAC-OS (Cloud-Aligned Composite Oxide Semiconductor) を用いることができる。

[0210]

CAC-OSまたはCAC-metal oxideとは、材料の一部では導電性の機能と、材料の一部では絶縁性の機能とを有し、材料の全体では半導体としての機能を有する。なお、CAC-OSまたはCAC-metal oxideを、トランジスタの活性層に用いる場合、導電性の機能は、キャリアとなる電子（またはホール）を流す機能であり、絶縁性の機能は、キャリアとなる電子を流さない機能である。導電性の機能と、絶縁性の機能とを、それぞれ相補的に作用させることで、スイッチングさせる機能（On/Offさせる機能）をCAC-OSまたはCAC-metal oxideに付与することができる。CAC-OSまたはCAC-metal oxideにおいて、それぞれの機能を分離させることで、双方の機能を最大限に高めることができる。

[0211]

また、CAC-OSまたはCAC-metal oxideは、導電性領域、及び絶縁性領域を有する。導電性領域は、上述の導電性の機能を有し、絶縁性領域は、上述の絶縁性の機能を有する。また、材料中において、導電性領域と、絶縁性領域とは、ナノ粒子レベルで分離している場合がある。また、導電性領域と、絶縁性領域とは、それぞれ材料中に偏在する場合がある。また、導電性領域は、周辺がぼけてクラウド状に連結して観察される場合がある。

[0212]

また、CAC-OSまたはCAC-metal oxideにおいて、導電性領域と、絶縁性領域とは、それぞれ0.5nm以上10nm以下、好ましくは0.5nm以上3nm以下のサイズで材料中に分散している場合がある。

[0213]

また、CAC-OSまたはCAC-metal oxideは、異なるバンドギャップを有する成分により構成される。例えば、CAC-OSまたはCAC-metal oxideは、絶縁性領域に起因するワイドギャップを有する成分と、導電性領域に起因するナローギャップを有する成分と、により構成される。当該構成の場合、キャリアを流す際に、ナローギャップを有する成分において、主にキャリアが流れる。また、ナローギャップを有する成分が、ワイドギャップを有する成分に相補的に作用し、ナローギャップを有する成分に連動してワイドギャップを有する成分にもキャリアが流れる。このため、上記CAC-OSまたはCAC-metal oxideをトランジスタのチャネル形成領域に用いる場合、トランジスタのオン状態において高い電流駆動力、つまり大きなオン電流、及び高い電界効果移動度を得ることができる。

[0214]

すなわち、CAC-OSまたはCAC-metal oxideは、マトリックス複合材（matrix composite）、または金属マトリックス複合材（metal matrix composite）と呼称することもできる。

[0215]

酸化物半導体（金属酸化物）は、単結晶酸化物半導体と、それ以外の非単結晶酸化物半導体と、に分けられる。非単結晶酸化物半導体としては、例えば、CAAC-OS（c-axis aligned crystalline oxide semiconductor）、多結晶酸化物半導体、nc-OS（nanocrystalline oxide semiconductor）、擬似非晶質酸化物半導体（a-like OS: amorphous-like oxide semiconductor）、及び非晶質酸化物半導体などがある。

[0216]

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ナノ結晶が連結し、歪みを有した結晶構造となっている。なお、歪みとは、複数のナノ結晶が連結する領域において、格子配列の揃った領域と、別の格子配列の揃った領域と、の間に格子配列の向きが変化している箇所を指す。

[0217]

ナノ結晶は、六角形を基本とするが、正六角形状とは限らず、非正六角形状である場合がある。また、歪みにおいて、五角形及び七角形などの格子配列を有する場合がある。なお、CAAC-OSにおいて、歪み近傍においても、明確な結晶粒界（グレインバウンダリーともいう。）を確認することは難しい。すなわち、格子配列の歪みによって、結晶粒界の形成が抑制されていることがわかる。これは、CAAC-OSが、a-b面方向において酸素原子の配列が稠密でないことや、金属元素が置換することで原子間の結合距離が変化することなどによって、歪みを許容することができるためである。

[0218]

また、CAAC-OSは、インジウム、及び酸素を有する層（以下、In層）と、元素M、亜鉛、及び酸素を有する層（以下、(M, Zn)層）とが積層した、層状の結晶構造（層状構造ともいう）を有する傾向がある。なお、インジウムと元素Mは、互いに置換可能であり、(M, Zn)層の元素Mがインジウムと置換した場合、(In, M, Zn)層と表すこともできる。また、In層のインジウムが元素Mと置換した場合、(In, M)層と表すこともできる。

[0219]

CAAC-OSは結晶性の高い金属酸化物である。一方、CAAC-OSは、明確な結晶粒界を確認することが難しいため、結晶粒界に起因する電子移動度の低下が起こりにくいといえる。また、金属酸化物の結晶性は不純物の混入や欠陥の生成などによって低下する場合があるため、CAAC-OSは不純物や欠陥（酸素欠損（ V_o : oxygen vacancyともいう。）など）の少ない金属酸化物ともいえる。したがって、CAAC-OSを有する金属酸化物は、物理的性質が安定する。そのため、CAAC-OSを有する金属酸化物は熱に強く、信頼性が高い。

[0220]

nc-OSは、微小な領域（例えば、1nm以上10nm以下の領域、特に1nm以上3nm以下の領域）において原子配列に周期性を有する。また、nc-OSは、異なるナノ結晶間で結晶方位に規則性が見られない。そのため、膜全体で配向性が見られない。したがって、nc-OSは、分析方法によっては、a-like OSや非晶質酸化物半導体と区別が付かない場合がある。

[0221]

なお、インジウムと、ガリウムと、亜鉛と、を有する金属酸化物の一種である、インジウム-ガリウム-亜鉛酸化物（以下、IGZO）は、上述のナノ結晶とすることで安定な構造をとる場合がある。特に、IGZOは、大気中では結晶成長がし難い傾向があるため、大きな結晶（ここでは、数mmの結晶、または数cmの結晶）よりも小さな結晶（例えば、上述のナノ結晶）とする方が、構造的に安定となる場合がある。

[0222]

a-like OSは、nc-OSと非晶質酸化物半導体との間の構造を有する金属酸化物である。a-like OSは、鬆または低密度領域を有する。すなわち、a-like OSは、nc-OS及びCAAC-OSと比べて、結晶性が低い。

[0223]

酸化物半導体（金属酸化物）は、多様な構造をとり、それぞれが異なる特性を有する。本発明の一態

様の酸化物半導体は、非晶質酸化物半導体、多結晶酸化物半導体、*a - l i k e* OS、*n c* - OS、*C A A C* - OSのうち、二種以上を有していてもよい。

[0224]

半導体層として機能する金属酸化物膜は、不活性ガス及び酸素ガスのいずれか一方または双方を用いて成膜することができる。なお、金属酸化物膜の成膜時における酸素の流量比（酸素分圧）に、特に限定はない。ただし、電界効果移動度が高いトランジスタを得る場合においては、金属酸化物膜の成膜時における酸素の流量比（酸素分圧）は、0%以上30%以下が好ましく、5%以上30%以下がより好ましく、7%以上15%以下がさらに好ましい。

[0225]

金属酸化物は、エネルギーギャップが2 e V以上であることが好ましく、2.5 e V以上であることがより好ましく、3 e V以上であることがさらに好ましい。このように、エネルギーギャップの広い金属酸化物を用いることで、トランジスタのオフ電流を低減することができる。

[0226]

[表示装置100Aの作製方法]

以下では、図5及び図6に示す表示装置100Aの作製方法の一例について、図13～図16を用いて、説明する。図13～図16では、特に、表示装置100Aの表示部362に着目して作製方法を説明する。

[0227]

なお、表示装置を構成する薄膜（絶縁膜、半導体膜、導電膜等）は、スパッタリング法、化学気相堆積（*C V D : C h e m i c a l V a p o r D e p o s i t i o n*）法、真空蒸着法、パルスレーザ堆積（*P L D : P u l s e d L a s e r D e p o s i t i o n*）法、原子層成膜（*A L D : A t o m i c L a y e r D e p o s i t i o n*）法等を用いて形成することができる。CVD法としては、プラズマ化学気相堆積（*P E C V D : P l a s m a E n h a n c e d C h e m i c a l V a p o r D e p o s i t i o n*）法や、熱CVD法でもよい。熱CVD法の例として、有機金属化学気相堆積（*M O C V D : M e t a l O r g a n i c C V D*）法を使ってもよい。

[0228]

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

[0229]

表示装置を構成する薄膜を加工する際には、リソグラフィ法等を用いて加工することができる。または、遮蔽マスクを用いた成膜方法により、島状の薄膜を形成してもよい。または、ナノインプリント法、サンドブラスト法、リフトオフ法などにより薄膜を加工してもよい。フォトリソグラフィ法としては、加工したい薄膜上にレジストマスクを形成して、エッチング等により当該薄膜を加工し、レジストマスクを除去する方法と、感光性を有する薄膜を成膜した後に、露光、現像を行って、当該薄膜を所望の形状に加工する方法と、がある。

[0230]

リソグラフィ法において光を用いる場合、露光に用いる光は、例えばi線（波長365 nm）、g線（波長436 nm）、h線（波長405 nm）、またはこれらを混合させた光を用いることができる。そのほか、紫外線やKrFレーザ光、またはArFレーザ光等を用いることもできる。また、液浸露

光技術により露光を行ってもよい。また、露光に用いる光として、極端紫外光（EUV：Extreme Ultraviolet）やX線を用いてもよい。また、露光に用いる光に換えて、電子ビームを用いることもできる。極端紫外光、X線または電子ビームを用いると、極めて微細な加工が可能となるため好ましい。なお、電子ビームなどのビームを走査することにより露光を行う場合には、フォトリソは不要である。

[0231]

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

[0232]

まず、作製基板61上に剥離層62を形成し、剥離層62上に絶縁層63を形成する（図13（A））。なお、絶縁層63は設けなくてもよい。つまり、剥離層62上に直接、被剥離層（図6における絶縁層212及び電極111から基板351までの積層構造）を形成してもよい。

[0233]

この工程では、作製基板61を剥離する際に、作製基板61と剥離層62の界面、剥離層62と絶縁層63の界面、又は剥離層62中で分離が生じるような材料を選択する。本実施の形態では、剥離層62と絶縁層63の界面で分離が生じる場合を例示するが、剥離層62や絶縁層63に用いる材料の組み合わせによってはこれに限られない。

[0234]

作製基板61は、搬送が容易となる程度に剛性を有し、かつ作製工程にかかる温度に対して耐熱性を有する。作製基板61に用いることができる材料としては、例えば、ガラス、石英、セラミック、サファイア、樹脂、半導体、金属または合金などが挙げられる。ガラスとしては、例えば、無アルカリガラス、バリウムホウケイ酸ガラス、アルミノホウケイ酸ガラス等が挙げられる。

[0235]

剥離層62は、有機材料及び無機材料の一方又は双方を用いて形成することができる。

[0236]

剥離層62に用いることができる無機材料としては、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を含む金属、該元素を含む合金、または該元素を含む化合物等が挙げられる。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。

[0237]

無機材料を用いる場合、剥離層62の厚さは、1nm以上1000nm以下、好ましくは10nm以上200nm以下、より好ましくは10nm以上100nm以下である。

[0238]

無機材料を用いる場合、剥離層62は、例えばスパッタリング法、CVD法、ALD法、蒸着法等により形成できる。

[0239]

剥離層62に用いることができる有機材料としては、例えば、ポリイミド樹脂、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、ポリアミド樹脂、ポリイミドアミド樹脂、シロキサン樹脂、ベンゾシクロブテン系樹脂、フェノール樹脂等が挙げられる。

[0240]

有機材料を用いる場合、剥離層 6 2 の厚さは、 $0.01\ \mu\text{m}$ 以上 $10\ \mu\text{m}$ 未満であることが好ましく、 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上 $3\ \mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、 $0.5\ \mu\text{m}$ 以上 $1\ \mu\text{m}$ 以下であることがさらに好ましい。剥離層 6 2 の厚さを上記範囲とすることで、作製のコストを低減することができる。ただし、これに限定されず、剥離層 6 2 の厚さは、 $10\ \mu\text{m}$ 以上、例えば、 $10\ \mu\text{m}$ 以上 $200\ \mu\text{m}$ 以下としてもよい。

[0241]

有機材料を用いる場合、剥離層 6 2 の形成方法としては、スピンコート、ディップ、スプレー塗布、インクジェット、ディスペンス、スクリーン印刷、オフセット印刷、ドクターナイフ、スリットコート、ロールコート、カーテンコート、ナイフコート等が挙げられる。

[0242]

絶縁層 6 3 としては、無機絶縁膜を用いることが好ましい。絶縁層 6 3 には、例えば、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、窒化アルミニウム膜などの無機絶縁膜を用いることができる。また、酸化ハフニウム膜、酸化イットリウム膜、酸化ジルコニウム膜、酸化ガリウム膜、酸化タンタル膜、酸化マグネシウム膜、酸化ランタン膜、酸化セリウム膜、及び酸化ネオジム膜等を用いてもよい。また、上述の絶縁膜を 2 以上積層して用いてもよい。

[0243]

例えば、剥離層 6 2 に、タングステンなどの高融点金属材料を含む層と当該金属材料の酸化物を含む層との積層構造を適用し、絶縁層 6 3 に、窒化シリコン、酸化窒化シリコン、または窒化酸化シリコン等の無機絶縁膜を複数有する積層構造を適用してもよい。剥離層 6 2 に高融点金属材料を用いると、これよりも後に形成する層の形成温度を高めることが可能で、不純物の濃度が低減され、信頼性の高い表示装置を実現できる。なお、剥離後に、表示装置にとって不要な層（剥離層 6 2、絶縁層 6 3 など）を除去する工程を有していてもよい。または、剥離層 6 2 または絶縁層 6 3 を除去せず、表示装置の構成要素としてもよい。

[0244]

例えば、剥離層 6 2 に金属酸化物膜を用い、絶縁層 6 3 に無機絶縁膜及び有機絶縁膜の一方又は双方を用いる構成を適用することができる。このとき、例えば、剥離層 6 2 と絶縁層 6 3 の界面で分離することができる。また、剥離層 6 2 に有機絶縁膜を用い、絶縁層 6 3 に無機絶縁膜を用いる、または絶縁層 6 3 を形成しない構成を適用することができる。このとき、例えば、作製基板 6 1 と剥離層 6 2 の界面または剥離層 6 2 中で分離することができる。

[0245]

次に、絶縁層 6 3 上に電極 1 1 1 を形成し、電極 1 1 1 上に絶縁層 2 1 2 を形成し、絶縁層 2 1 2 に電極 1 1 1 に達する開口を設ける（図 1 3 (B)）。

[0246]

電極 1 1 1 は、導電膜を成膜した後、レジストマスクを形成し、当該導電膜をエッチングした後にレジストマスクを除去することにより形成できる。電極 1 1 1 は、可視光を透過する導電材料を用いて形成する。

[0247]

絶縁層 2 1 2 は、剥離層 6 2 に含まれる不純物が、後に形成するトランジスタや発光素子に拡散することを防ぐバリア層として用いることができる。剥離層 6 2 に有機材料を用いる場合、絶縁層 2 1 2

は、剥離層 6 2 を加熱した際に、剥離層 6 2 に含まれる水分等がトランジスタや発光素子に拡散することを防ぐことが好ましい。そのため、絶縁層 2 1 2 は、バリア性が高いことが好ましい。

[0248]

絶縁層 2 1 2 としては、無機絶縁膜を用いることができる。無機絶縁膜としては、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、窒化アルミニウム膜などが挙げられる。また、酸化ハフニウム膜、酸化イットリウム膜、酸化ジルコニウム膜、酸化ガリウム膜、酸化タンタル膜、酸化マグネシウム膜、酸化ランタン膜、酸化セリウム膜、及び酸化ネオジム膜等を用いてもよい。また、上述の絶縁膜を 2 層以上積層して用いてもよい。また、絶縁層 2 1 2 の材料として、有機絶縁材料を用いてもよい。有機絶縁材料としては、アクリル樹脂、エポキシ樹脂などの樹脂が挙げられる。

[0249]

次に、絶縁層 2 1 2 上に、トランジスタ 2 0 5 及びトランジスタ 2 0 6 を形成する (図 1 3 (B))。

[0250]

具体的には、まず、絶縁層 2 1 2 上に、導電層 2 2 1 a 及び導電層 2 2 1 b を形成する。導電層 2 2 1 a 及び導電層 2 2 1 b は、導電膜を成膜した後、レジストマスクを形成し、当該導電膜をエッチングした後にレジストマスクを除去することで形成できる。ここで、絶縁層 2 1 2 の開口を介して、導電層 2 2 1 b と電極 1 1 1 とが接続する。

[0251]

続いて、絶縁層 2 1 1 を形成する。

[0252]

絶縁層 2 1 1 としては、例えば、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、窒化アルミニウム膜などの無機絶縁膜を用いることができる。また、酸化ハフニウム膜、酸化イットリウム膜、酸化ジルコニウム膜、酸化ガリウム膜、酸化タンタル膜、酸化マグネシウム膜、酸化ランタン膜、酸化セリウム膜、及び酸化ネオジム膜等を用いてもよい。また、上述の絶縁膜を 2 以上積層して用いてもよい。

[0253]

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

[0254]

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

[0255]

酸化物半導体膜の成膜時の基板温度は、350℃ 以下が好ましく、室温以上 200℃ 以下がより好ましく、室温以上 130℃ 以下がさらに好ましい。酸化物半導体膜の成膜時の基板温度が室温であると、生産性を高めることができ、好ましい。

[0256]

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

[0257]

続いて、導電層222a及び導電層222bを形成する。導電層222a及び導電層222bは、導電膜を成膜した後、レジストマスクを形成し、当該導電膜をエッチングした後にレジストマスクを除去することにより形成できる。導電層222a及び導電層222bは、それぞれ、半導体層231と接続される。ここで、トランジスタ205が有する導電層222bは、導電層221bと電氣的に接続される。これにより、接続部207では、電極111と導電層222bを電氣的に接続することができる。

[0258]

なお、導電層222a及び導電層222bの加工の際に、レジストマスクに覆われていない半導体層231の一部がエッチングにより薄膜化する場合がある。

[0259]

次に、導電層222a、導電層222b、及び半導体層231を覆う絶縁層213を形成し、絶縁層213上に導電層223を形成する。

[0260]

絶縁層213は、絶縁層211と同様の方法により形成することができる。

[0261]

導電層223は、導電膜を成膜した後、レジストマスクを形成し、当該導電膜をエッチングした後にレジストマスクを除去することにより形成できる。

[0262]

以上のようにして、トランジスタ205及びトランジスタ206を作製できる(図13(B))。

[0263]

次に、トランジスタ205及びトランジスタ206を覆うように絶縁層215を形成し、絶縁層215上に絶縁層214を形成する(図13(B))。絶縁層215は、絶縁層211と同様の方法により形成することができる。絶縁層214は、後に形成する発光素子の被形成面を有する層であるため、平坦化層として機能することが好ましい。絶縁層214は、絶縁層212に用いることのできる樹脂または無機絶縁膜を援用できる。

[0264]

次に、絶縁層214、絶縁層215、及び絶縁層213に、トランジスタ206が有する導電層222bに達する開口を形成する(図13(B))。

[0265]

次に、電極191を形成する(図13(C))。電極191は、導電膜を成膜した後、レジストマスクを形成し、当該導電膜をエッチングした後にレジストマスクを除去することにより形成できる。ここで、トランジスタ206が有する導電層222bと電極191とが接続する。電極191は、可視光を反射する導電材料を用いて形成することが好ましい。

[0266]

次に、電極191の端部を覆う絶縁層216を形成する(図13(C))。絶縁層216は、絶縁層212に用いることのできる樹脂または無機絶縁膜を援用できる。絶縁層216は、電極191と重なる部分に開口を有する。

[0267]

次に、絶縁層216上にレンズ149を形成する(図13(C))。

[0268]

次に、EL層192及び電極193を形成する(図14(A))。電極193は、その一部が発光素子170の共通電極として機能する。電極193は、可視光を透過する導電材料を用いて形成する。

[0269]

EL層192は、蒸着法、塗布法、印刷法、吐出法などの方法で形成することができる。EL層192は、レンズ149と重ならないように形成することが好ましい。EL層192を副画素毎に作り分ける場合、メタルマスクなどのシャドウマスクを用いた蒸着法、またはインクジェット法等により形成することができる。

[0270]

EL層192の形成後に行う各工程は、EL層192にかかる温度が、EL層192の耐熱温度以下となるように行う。電極193は、蒸着法やスパッタリング法等を用いて形成することができる。

[0271]

以上のようにして、発光素子170を形成することができる(図14(A))。なお、表示装置100B(図7)のように、発光素子170を覆う保護層194を形成してもよい。その場合、電極193を形成した後、大気に曝すことなく、保護層194を形成することが好ましい。

[0272]

保護層194は、例えば、上述した絶縁層121に用いることができる無機絶縁膜を適用することができる。保護層194は、特に、バリア性の高い無機絶縁膜を含むことが好ましい。また、無機絶縁膜と有機絶縁膜を積層して用いてもよい。保護層194の成膜時の基板温度は、EL層192の耐熱温度以下の温度であることが好ましい。

[0273]

次に、発光素子170を、接着層142(図6参照)及び基板351を用いて封止する(図14(B))。基板351、接着層142、及び絶縁層214に囲まれた空間143は、不活性ガス(窒素やアルゴンなど)または樹脂で充填する。基板351は、遮光層BMが設けられた面が発光素子170側に位置するように、作製基板61と貼り合わせる。

[0274]

次に、作製基板61を剥離する(図15(A))。図15(A)では、剥離層62と絶縁層63との界面で分離が生じる例を示す。分離により、絶縁層63が露出する。

[0275]

分離面は、絶縁層63、剥離層62、及び作製基板61等の材料及び形成方法等によって、様々な位置となり得る。なお、絶縁層63を設けず、剥離層62と被剥離層の界面(ここでは絶縁層212と剥離層62の界面及び電極111と剥離層62の界面)で分離させてもよい。

[0276]

分離を行う前に、剥離層62に分離の起点を形成してもよい。例えば、剥離層62の一部または一面全体にレーザ光を照射してもよい。これにより、剥離層62を脆弱化させる、または剥離層62と絶縁層63(または作製基板61)との密着性を低下させることができる。

[0277]

例えば、剥離層62に垂直方向に引っ張る力をかけることにより、作製基板61を剥離することができる。具体的には、基板351の上面の一部を吸着し、上方に引っ張ることにより、作製基板61を引き剥がすことができる。

[0278]

剥離層62と絶縁層63（または作製基板61）との間に、刃物などの鋭利な形状の器具を差し込むことで分離の起点を形成してもよい。または、基板351側から鋭利な形状の器具で剥離層62を切り込み、分離の起点を形成してもよい。

[0279]

次に、絶縁層63を除去する。例えば、ドライエッチング法などを用いて絶縁層63を除去することができる。また、絶縁層63が有機膜である場合、アッシングにより絶縁層63を除去してもよい。これにより、電極111が露出する（図15（B））。

[0280]

次に、露出した電極111上に有機層112を形成し、有機層112上に電極113を形成することで、受光素子180を形成する（図16（A））。有機層112は、EL層192と同様の方法で形成することができる。また、電極113は、蒸着法やスパッタリング法などを用いて形成することができる。有機層112及び電極113の形成工程は、EL層192、接着層142、及び基板351等の耐熱温度以下の温度で行う。

[0281]

そして、接着層141を用いて、受光素子180に基板361を貼り合わせる（図16（B））。以上により、図16（B）に示す表示装置100Aを作製することができる。なお、図6に示すように、接続層242を用いて、表示装置にFPC372を接続させる。

[0282]

[表示装置110Aの作製方法]

以下では、図9に示す表示装置110Aの作製方法の一例について、図17及び図18を用いて、説明する。

[0283]

まず、作製基板61上に剥離層62を形成する。なお、図17（A）では、絶縁層63を設けない例を示すが、図13（A）のように、剥離層62上に絶縁層63を形成してもよい。次に、剥離層62上に絶縁層212を形成し、絶縁層212上にトランジスタ206を形成する。次に、絶縁層214、絶縁層215、及び絶縁層213に、トランジスタ206が有する導電層222bに達する開口を形成する。次に、電極191、絶縁層216、レンズ149、EL層192、及び電極193を順に形成する。そして、発光素子170を接着層142及び基板351を用いて封止する。これらの工程については、表示装置100Aの作製方法での説明を援用できる。なお、基板351は、遮光層BMが設けられた面が発光素子170側に位置するように、貼りつける。以上により、図17（A）に示す積層構造を作製する。

[0284]

次に、作製基板61を剥離する（図17（B））。図17（B）では、作製基板61と剥離層62との界面で分離が生じる例を示す。分離により、剥離層62が露出する。作製基板61の剥離工程については、表示装置100Aの作製方法での説明を援用できる。

[0285]

なお、露出した剥離層62は除去してもよく、表示装置110Aに残存していてもよい。本実施の形態では、剥離層62を除去し、絶縁層212を露出させる例を示す。

[0286]

また、回路基板 363 上に受光素子 180 及び保護層 114 を形成する (図 18 (A))。

[0287]

そして、絶縁層 212 と保護層 114 とを接着層 141 を用いて貼り合わせる (図 18 (B))。以上により、図 18 (B) に示す表示装置 110A を作製することができる。

[0288]

以上のように、本実施の形態の表示装置は、表示部に受光素子と発光素子とを有するため、表示部は画像を表示する機能と光を検出する機能との双方を有する。これにより、表示部の外部または表示装置の外部にセンサを設ける場合に比べて、電子機器の小型化及び軽量化を図ることができる。また、表示部の外部または表示装置の外部に設けるセンサと組み合わせて、より多機能の電子機器を実現することもできる。

[0289]

受光素子と電氣的に接続される回路と、発光素子と電氣的に接続される回路と、を、同一の材料及び工程で作製することで、表示装置の作製工程を簡略化できる。または、別々の基板に作製された受光素子と発光素子とを貼り合わせることで簡便に表示装置を作製することができる。このように、複雑な工程を有さなくとも、利便性の高い表示装置を作製することができる。

[0290]

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

[0291]

(実施の形態 2)

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置について、図 19 を用いて説明する。

[0292]

本発明の一態様の表示装置は、受光素子を有する第 1 の画素回路と、発光素子を有する第 2 の画素回路と、を有する。第 1 の画素回路と第 2 の画素回路は、それぞれ、マトリクス状に配置される。

[0293]

図 19 (A) に、受光素子を有する第 1 の画素回路の一例を示し、図 19 (B) に、発光素子を有する第 2 の画素回路の一例を示す。

[0294]

図 19 (A) に示す画素回路 PIX1 は、受光素子 PD、トランジスタ M1、トランジスタ M2、トランジスタ M3、トランジスタ M4、及び容量素子 C1 を有する。ここでは、受光素子 PD として、フォトダイオードを用いた例を示している。

[0295]

受光素子 PD は、アノードが配線 V1 と電氣的に接続し、カソードがトランジスタ M1 のソースまたはドレインの一方と電氣的に接続する。トランジスタ M1 は、ゲートが配線 TX と電氣的に接続し、ソースまたはドレインの他方が容量素子 C1 の一方の電極、トランジスタ M2 のソースまたはドレインの一方、及びトランジスタ M3 のゲートと電氣的に接続する。トランジスタ M2 は、ゲートが配線 RES と電氣的に接続し、ソースまたはドレインの他方が配線 V2 と電氣的に接続する。トランジスタ M3 は、ソースまたはドレインの一方が配線 V3 と電氣的に接続し、ソースまたはドレインの他方がトランジスタ M4 のソースまたはドレインの一方と電氣的に接続する。トランジスタ M4 は、ゲートが配線 SE と電氣的に接続し、ソースまたはドレインの他方が配線 OUT1 と電氣的に接続する。

[0296]

配線V1、配線V2、及び配線V3には、それぞれ定電位が供給される。受光素子PDを逆バイアスで駆動させる場合には、配線V2に、配線V1の電位よりも高い電位を供給する。トランジスタM2は、配線RESに供給される信号により制御され、トランジスタM3のゲートに接続するノードの電位を、配線V2に供給される電位にリセットする機能を有する。トランジスタM1は、配線TXに供給される信号により制御され、受光素子PDに流れる電流に応じて上記ノードの電位が変化するタイミングを制御する機能を有する。トランジスタM3は、上記ノードの電位に応じた出力を行う増幅トランジスタとして機能する。トランジスタM4は、配線SEに供給される信号により制御され、上記ノードの電位に応じた出力を配線OUT1に接続する外部回路で読み出すための選択トランジスタとして機能する。

[0297]

図19(B)に示す画素回路PIX2は、発光素子EL、トランジスタM5、トランジスタM6、トランジスタM7、及び容量素子C2を有する。ここでは、発光素子ELとして、発光ダイオードを用いた例を示している。特に、発光素子ELとして、有機EL素子を用いることが好ましい。

[0298]

トランジスタM5は、ゲートが配線VGと電氣的に接続し、ソースまたはドレインの一方が配線VSと電氣的に接続し、ソースまたはドレインの他方が、容量素子C2の一方の電極、及びトランジスタM6のゲートと電氣的に接続する。トランジスタM6のソースまたはドレインの一方は配線V4と電氣的に接続し、他方は、発光素子ELのアノード、及びトランジスタM7のソースまたはドレインの一方と電氣的に接続する。トランジスタM7は、ゲートが配線MSと電氣的に接続し、ソースまたはドレインの他方が配線OUT2と電氣的に接続する。発光素子ELのカソードは、配線V5と電氣的に接続する。

[0299]

配線V4及び配線V5には、それぞれ定電位が供給される。発光素子ELのアノード側を高電位に、カソード側をアノード側よりも低電位にすることができる。トランジスタM5は、配線VGに供給される信号により制御され、画素回路PIX2の選択状態を制御するための選択トランジスタとして機能する。また、トランジスタM6は、ゲートに供給される電位に応じて発光素子ELに流れる電流を制御する駆動トランジスタとして機能する。トランジスタM5が導通状態のとき、配線VSに供給される電位がトランジスタM6のゲートに供給され、その電位に応じて発光素子ELの発光輝度を制御することができる。トランジスタM7は配線MSに供給される信号により制御され、トランジスタM6と発光素子ELとの間の電位を、配線OUT2を介して外部に出力する機能を有する。

[0300]

なお、本実施の形態の表示装置では、発光素子をパルス状に発光させることで、画像を表示してもよい。発光素子の駆動時間を短縮することで、表示装置の消費電力の低減、及び、発熱の抑制を図ることができる。特に、有機EL素子は周波数特性が優れているため、好適である。周波数は、例えば、1kHz以上100MHz以下とすることができる。

[0301]

ここで、画素回路PIX1が有するトランジスタM1、トランジスタM2、トランジスタM3、及びトランジスタM4、並びに、画素回路PIX2が有するトランジスタM5、トランジスタM6、及びトランジスタM7には、それぞれチャンネルが形成される半導体層に金属酸化物（酸化物半導体）を用

いたトランジスタを適用することが好ましい。

[0302]

シリコンよりもバンドギャップが広く、かつキャリア密度の小さい金属酸化物を用いたトランジスタは、極めて小さいオフ電流を実現することができる。そのため、その小さいオフ電流により、トランジスタと直列に接続された容量素子に蓄積した電荷を長期間に亘って保持することが可能である。そのため、特に容量素子C1または容量素子C2に直列に接続されるトランジスタM1、トランジスタM2、及びトランジスタM5には、酸化物半導体が適用されたトランジスタを用いることが好ましい。また、これ以外のトランジスタも同様に酸化物半導体を適用したトランジスタを用いることで、作製コストを低減することができる。

[0303]

また、トランジスタM1乃至トランジスタM7に、チャネルが形成される半導体にシリコンを適用したトランジスタを用いることもできる。特に単結晶シリコンや多結晶シリコンなどの結晶性の高いシリコンを用いることで、高い電界効果移動度を実現することができ、より高速な動作が可能となるため好ましい。

[0304]

また、トランジスタM1乃至トランジスタM7のうち、一以上に酸化物半導体を適用したトランジスタを用い、それ以外にシリコンを適用したトランジスタを用いる構成としてもよい。

[0305]

なお、図19(A)、図19(B)において、トランジスタをnチャネル型のトランジスタとして表記しているが、pチャネル型のトランジスタを用いることもできる。

[0306]

画素回路PIX1が有するトランジスタと画素回路PIX2が有するトランジスタは、同一基板上に並べて形成されることが好ましい。特に、画素回路PIX1が有するトランジスタと画素回路PIX2が有するトランジスタとを1つの領域内に混在させて周期的に配列する構成とすることが好ましい。

[0307]

また、受光素子PDまたは発光素子ELと重なる位置に、トランジスタ及び容量素子の一方又は双方を有する層を1つまたは複数設けることが好ましい。これにより、各画素回路の実効的な占有面積を小さくでき、高精細な受光部または表示部を実現できる。

[0308]

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。

[0309]

(実施の形態3)

本実施の形態では、本発明の一態様の電子機器について、図20～図24を用いて説明する。

[0310]

本実施の形態の電子機器は、本発明の一態様の表示装置を有する。例えば、電子機器の表示部に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。本発明の一態様の表示装置は、光を検出する機能を有するため、表示部で生体認証を行うこと、または表示部でユーザーの表情などのデータを取得することができる。これにより、電子機器の機能性や利便性などを高めることができる。

[0311]

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

[0312]

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

[0313]

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

[0314]

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

[0315]

図20（A）に、メガネ型の電子機器900の斜視図を示す。電子機器900は、一対の表示パネル901、一対の筐体902、一対の光学部材903、一対の装着部904等を有する。

[0316]

電子機器900は、光学部材903の表示領域906に、表示パネル901で表示した画像を投影することができる。光学部材903は透光性を有するため、ユーザーは光学部材903を通して視認される透過像に重ねて、表示領域906に表示された画像を見ることができる。したがって、電子機器900は、AR表示が可能な電子機器である。

[0317]

電子機器900が備える表示パネル901は、画像を表示する機能に加えて、撮像する機能を有することが好ましい。このとき、電子機器900は、光学部材903を介して表示パネル901に入射された光を受光し、電気信号に変換して出力することができる。これにより、ユーザーの目、または目及びその周辺を撮像し、画像情報として外部、または電子機器900が備える演算部に出力することができる。

[0318]

一つの筐体902には、前方を撮像することのできるカメラ905が設けられている。また図示しないが、いずれか一方の筐体902には無線受信機、またはケーブルを接続可能なコネクタが設けられ、筐体902に映像信号等を供給することができる。また、筐体902に、ジャイロセンサなどの加速度センサを配置することで、ユーザーの頭部の向きを検知して、その向きに応じた画像を表示領域906に表示することもできる。また、筐体902にはバッテリーが設けられていることが好ましく、無線または有線によって充電することができることが好ましい。

[0319]

図20(B)を用いて、電子機器900の表示領域906への画像の投影方法について説明する。筐体902の内部には、表示パネル901、レンズ911、反射板912が設けられている。また、光学部材903の表示領域906に相当する部分には、ハーフミラーとして機能する反射面913を有する。

[0320]

表示パネル901から発せられた光915は、レンズ911を通過し、反射板912により光学部材903側へ反射される。光学部材903の内部において、光915は光学部材903の端面で全反射を繰り返し、反射面913に到達することで、反射面913に画像が投影される。これにより、ユーザーは、反射面913に反射された光915と、光学部材903（反射面913を含む）を透過した透過光916の両方を視認することができる。

[0321]

図20では、反射板912及び反射面913がそれぞれ曲面を有する例を示している。これにより、これらが平面である場合に比べて、光学設計の自由度を高めることができ、光学部材903の厚さを薄くすることができる。なお、反射板912及び反射面913を平面としてもよい。

[0322]

反射板912としては、鏡面を有する部材を用いることができ、反射率が高いことが好ましい。また、反射面913としては、金属膜の反射を利用したハーフミラーを用いてもよいが、全反射を利用したプリズムなどを用いると、透過光916の透過率を高めることができる。

[0323]

ここで、電子機器900は、レンズ911と表示パネル901との間の距離及び角度の一方又は双方を調整する機構を有していることが好ましい。これにより、ピント調整や、画像の拡大、縮小などを行うことが可能となる。例えば、レンズ911及び表示パネル901の一方または双方が、光軸方向に移動可能な構成とすればよい。

[0324]

電子機器900は、反射板912の角度を調整可能な機構を有していることが好ましい。反射板912の角度を変えることで、画像が表示される表示領域906の位置を変えることが可能となる。これにより、ユーザーの目の位置に応じて最適な位置に表示領域906を配置することが可能となる。

[0325]

表示パネル901には、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。したがって極めて精細度の高い表示が可能な電子機器900とすることができる。

[0326]

図21(A)、図21(B)に、ゴーグル型の電子機器950の斜視図を示す。図21(A)は、電子機器950の正面、平面及び左側面を示す斜視図であり、図21(B)は、電子機器950の背面、底面、及び右側面を示す斜視図である。

[0327]

電子機器950は、一对の表示パネル951、筐体952、一对の装着部954、緩衝部材955、一对のレンズ956等を有する。一对の表示パネル951は、筐体952の内部の、レンズ956を通して視認できる位置にそれぞれ設けられている。

[0328]

電子機器950は、VR向けの電子機器である。電子機器950を装着したユーザーは、レンズ95

6を通して表示パネル951に表示される画像を視認することができる。また、一对の表示パネル951に異なる画像を表示させることで、視差を用いた3次元表示を行うこともできる。

[0329]

筐体952の背面側には、入力端子957と出力端子958とが設けられている。入力端子957には映像出力機器等からの映像信号や、筐体952内に設けられるバッテリーを充電するための電力等を供給するケーブルを接続することができる。出力端子958は、例えば音声出力端子として機能することができ、イヤフォンやヘッドフォン等を接続することができる。なお、無線通信により音声データを出力可能な構成とする場合や、外部の映像出力機器から音声出力する場合には、当該音声出力端子を設けなくてもよい。

[0330]

電子機器900は、レンズ956及び表示パネル951が、ユーザーの目の位置に応じて最適な位置となるように、これらの左右の位置を調整可能な機構を有していることが好ましい。また、レンズ956と表示パネル951との距離を変えることで、ピントを調整する機構を有していることが好ましい。

[0331]

表示パネル951には、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。したがって極めて精細度の高い表示が可能な電子機器950とすることができる。これにより、ユーザーに高い没入感を感じさせることができる。

[0332]

緩衝部材955は、ユーザーの顔（額や頬など）に接触する部分である。緩衝部材955がユーザーの顔と密着することにより、光漏れを防ぐことができ、より没入感を高めることができる。緩衝部材955は、ユーザーが電子機器950を装着した際にユーザーの顔に密着するよう、柔らかな素材を用いることが好ましい。例えばゴム、シリコーンゴム、ウレタン、スポンジなどの素材を用いることができる。また、緩衝部材955として、スポンジ等の表面を布や革（天然皮革または合成皮革）などで覆ったものを用いると、ユーザーの顔と緩衝部材955との間に隙間が生じにくく光漏れを好適に防ぐことができる。緩衝部材955や装着部954などの、ユーザーの肌に触れる部材は、取り外し可能な構成とすると、クリーニングや交換が容易となるため好ましい。

[0333]

図22(A)に示す電子機器6500は、スマートフォンとして用いることのできる携帯情報端末機である。

[0334]

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

[0335]

表示部6502に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。

[0336]

図22(B)は、筐体6501のマイク6506側の端部を含む断面概略図である。

[0337]

筐体6501の表示面側には透光性を有する保護部材6510が設けられ、筐体6501と保護部材

6 5 1 0 に囲まれた空間内に、表示パネル 6 5 1 1、光学部材 6 5 1 2、タッチセンサパネル 6 5 1 3、プリント基板 6 5 1 7、バッテリー 6 5 1 8 等が配置されている。

[0338]

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

[0339]

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

[0340]

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

[0341]

図 2 3 (A) にテレビジョン装置の一例を示す。テレビジョン装置 7 1 0 0 は、筐体 7 1 0 1 に表示部 7 0 0 0 が組み込まれている。ここでは、スタンド 7 1 0 3 により筐体 7 1 0 1 を支持した構成を示している。

[0342]

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

[0343]

図 2 3 (A) に示すテレビジョン装置 7 1 0 0 の操作は、筐体 7 1 0 1 が備える操作スイッチや、別体のリモコン操作機 7 1 1 1 により行うことができる。または、表示部 7 0 0 0 にタッチセンサを備えていてもよく、指等で表示部 7 0 0 0 に触れることでテレビジョン装置 7 1 0 0 を操作してもよい。リモコン操作機 7 1 1 1 は、当該リモコン操作機 7 1 1 1 から出力する情報を表示する表示部を有していてもよい。リモコン操作機 7 1 1 1 が備える操作キーまたはタッチパネルにより、チャンネル及び音量の操作を行うことができ、表示部 7 0 0 0 に表示される映像を操作することができる。

[0344]

なお、テレビジョン装置 7 1 0 0 は、受信機及びモデムなどを備えた構成とする。受信機により一般のテレビ放送の受信を行うことができる。また、モデムを介して有線または無線による通信ネットワークに接続することにより、一方向（送信者から受信者）または双方向（送信者と受信者間、あるいは受信者間同士など）の情報通信を行うことも可能である。

[0345]

図 2 3 (B) に、ノート型パーソナルコンピュータの一例を示す。ノート型パーソナルコンピュータ 7 2 0 0 は、筐体 7 2 1 1、キーボード 7 2 1 2、ポインティングデバイス 7 2 1 3、外部接続ポート 7 2 1 4 等を有する。筐体 7 2 1 1 に、表示部 7 0 0 0 が組み込まれている。

[0346]

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

[0347]

図 2 3 (C)、図 2 3 (D) に、デジタルサイネージの一例を示す。

[0348]

図23 (C) に示すデジタルサイネージ7300は、筐体7301、表示部7000、及びスピーカ7303等を有する。さらに、LEDランプ、操作キー(電源スイッチ、または操作スイッチを含む)、接続端子、各種センサ、マイクロフォン等を有することができる。

[0349]

図23 (D) は円柱状の柱7401に取り付けられたデジタルサイネージ7400である。デジタルサイネージ7400は、柱7401の曲面に沿って設けられた表示部7000を有する。

[0350]

図23 (C)、図23 (D) において、表示部7000に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。

[0351]

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

[0352]

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

[0353]

また、図23 (C)、図23 (D) に示すように、デジタルサイネージ7300またはデジタルサイネージ7400は、ユーザーが所持するスマートフォン等の情報端末機7311または情報端末機7411と無線通信により連携可能であることが好ましい。例えば、表示部7000に表示される広告の情報を、情報端末機7311または情報端末機7411の画面に表示させることができる。また、情報端末機7311または情報端末機7411を操作することで、表示部7000の表示を切り替えることができる。

[0354]

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

[0355]

図24 (A) 乃至図24 (F) に示す電子機器は、筐体9000、表示部9001、スピーカ9003、操作キー9005(電源スイッチ、または操作スイッチを含む)、接続端子9006、センサ9007(力、変位、位置、速度、加速度、角速度、回転数、距離、光、液、磁気、温度、化学物質、音声、時間、硬度、電場、電流、電圧、電力、放射線、流量、湿度、傾度、振動、にのみまたは赤外線を測定する機能を含むもの)、マイクロフォン9008、等を有する。

[0356]

図24 (A) 乃至図24 (F) に示す電子機器は、様々な機能を有する。例えば、様々な情報(静止画、動画、テキスト画像など)を表示部に表示する機能、タッチパネル機能、カレンダー、日付または時刻などを表示する機能、様々なソフトウェア(プログラム)によって処理を制御する機能、無線通信機能、記録媒体に記録されているプログラムまたはデータを読み出して処理する機能、等を有す

ることができる。なお、電子機器の機能はこれらに限られず、様々な機能を有することができる。電子機器は、複数の表示部を有していてもよい。また、電子機器にカメラ等を設け、静止画や動画を撮影し、記録媒体（外部またはカメラに内蔵）に保存する機能、撮影した画像を表示部に表示する機能、等を有していてもよい。

[0357]

図24（A）乃至図24（F）に示す電子機器の詳細について、以下説明を行う。

[0358]

図24（A）は、携帯情報端末9101を示す斜視図である。携帯情報端末9101は、例えばスマートフォンとして用いることができる。なお、携帯情報端末9101は、スピーカ9003、接続端子9006、センサ9007等を設けてもよい。また、携帯情報端末9101は、文字や画像情報をその複数の面に表示することができる。図24（A）では3つのアイコン9050を表示した例を示している。また、破線の矩形で示す情報9051を表示部9001の他の面に表示することもできる。情報9051の一例としては、電子メール、SNS、電話などの着信の通知、電子メールやSNSなどの題名、送信者名、日時、時刻、バッテリーの残量、アンテナ受信の強度などがある。または、情報9051が表示されている位置にはアイコン9050などを表示してもよい。

[0359]

図24（B）は、携帯情報端末9102を示す斜視図である。携帯情報端末9102は、表示部9001の3面以上に情報を表示する機能を有する。ここでは、情報9052、情報9053、情報9054がそれぞれ異なる面に表示されている例を示す。例えばユーザーは、洋服の胸ポケットに携帯情報端末9102を収納した状態で、携帯情報端末9102の上方から観察できる位置に表示された情報9053を確認することもできる。ユーザーは、携帯情報端末9102をポケットから取り出すことなく表示を確認し、例えば電話を受けるか否かを判断できる。

[0360]

図24（C）は、腕時計型の携帯情報端末9200を示す斜視図である。携帯情報端末9200は、例えばスマートウォッチとして用いることができる。また、表示部9001はその表示面が湾曲して設けられ、湾曲した表示面に沿って表示を行うことができる。また、携帯情報端末9200を、例えば無線通信可能なヘッドセットと相互通信させることによって、ハンズフリーで通話することもできる。また、携帯情報端末9200は、接続端子9006により、他の情報端末と相互にデータ伝送を行うことや、充電を行うこともできる。なお、充電動作は無線給電により行ってもよい。

[0361]

図24（D）～図24（F）は、折り畳み可能な携帯情報端末9201を示す斜視図である。また、図24（D）は携帯情報端末9201を展開した状態、図24（F）は折り畳んだ状態、図24（E）は図24（D）と図24（F）の一方から他方に変化する途中の状態の斜視図である。携帯情報端末9201は、折り畳んだ状態では可搬性に優れ、展開した状態では継ぎ目のない広い表示領域により表示の一覧性に優れる。携帯情報端末9201が有する表示部9001は、ヒンジ9055によって連結された3つの筐体9000に支持されている。例えば、表示部9001は、曲率半径0.1mm以上150mm以下で曲げることができる。

[0362]

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]

[0363]

C1 : 容量素子、C2 : 容量素子、EL : 発光素子、IR : 発光素子、M1 : トランジスタ、M2 : トランジスタ、M3 : トランジスタ、M4 : トランジスタ、M5 : トランジスタ、M6 : トランジスタ、M7 : トランジスタ、MS : 配線、OUT1 : 配線、OUT2 : 配線、PIX1 : 画素回路、PIX2 : 画素回路、PD : 受光素子、RES : 配線、SE : 配線、TX : 配線、V1 : 配線、V2 : 配線、V3 : 配線、V4 : 配線、V5 : 配線、VG : 配線、VS : 配線、10 : 表示装置、10A : 表示装置、10B : 表示装置、11A : 表示装置、11B : 表示装置、12A : 表示装置、12B : 表示装置、20 : 表示装置、21 : 発光、22 : 光、23a : 光、23b : 反射光、41 : トランジスタ、42 : トランジスタ、51 : 基板、53 : 受光素子を有する層、54 : 絶縁層、55 : トランジスタを有する層、57 : 発光素子を有する層、59 : 基板、61 : 作製基板、62 : 剥離層、63 : 絶縁層、100A : 表示装置、100B : 表示装置、100C : 表示装置、110A : 表示装置、110B : 表示装置、111 : 電極、112 : 有機層、113 : 電極、114 : 保護層、120A : 表示装置、120B : 表示装置、121 : 絶縁層、141 : 接着層、142 : 接着層、143 : 空間、148 : レンズアレイ、149 : レンズ、170 : 発光素子、180 : 受光素子、191 : 電極、192 : EL層、193 : 電極、194 : 保護層、201 : トランジスタ、202 : トランジスタ、203 : トランジスタ、204 : 接続部、205 : トランジスタ、206 : トランジスタ、207 : 接続部、208 : トランジスタ、209 : トランジスタ、210 : トランジスタ、211 : 絶縁層、212 : 絶縁層、213 : 絶縁層、214 : 絶縁層、215 : 絶縁層、216 : 絶縁層、217 : 絶縁層、218 : 絶縁層、219 : 絶縁層、221a : 導電層、221b : 導電層、222a : 導電層、222b : 導電層、223 : 導電層、225 : 絶縁層、228 : 領域、231 : 半導体層、231i : チャンネル形成領域、231n : 低抵抗領域、240 : 容量素子、242 : 接続層、245 : 容量素子、251 : 半導体基板、252 : 基板、253 : 素子分離層、255 : 低抵抗領域、257 : 絶縁層、258 : 絶縁層、259 : 導電層、261 : プラグ、261a : 導電層、261b : 導電層、262 : 絶縁層、263 : 導電層、264 : 絶縁層、265 : 導電層、266 : 絶縁層、267 : プラグ、271 : 絶縁層、272 : 導電層、273 : 絶縁層、274 : 絶縁層、275 : 絶縁層、276 : 半導体層、277 : 導電層、278 : 絶縁層、279 : 導電層、281 : 絶縁層、282 : 絶縁層、283 : 絶縁層、284 : 絶縁層、285 : 導電層、286 : 絶縁層、287 : 導電層、288 : 絶縁層、289 : プラグ、351 : 基板、361 : 基板、362 : 表示部、363 : 回路基板、364 : 回路、365 : 配線、366 : 導電層、372 : FPC、373 : IC、900 : 電子機器、901 : 表示パネル、902 : 筐体、903 : 光学部材、904 : 装着部、905 : カメラ、906 : 表示領域、911 : レンズ、912 : 反射板、913 : 反射面、915 : 光、916 : 透過光、950 : 電子機器、951 : 表示パネル、952 : 筐体、954 : 装着部、955 : 緩衝部材、956 : レンズ、957 : 入力端子、958 : 出力端子、6500 : 電子機器、6501 : 筐体、6502 : 表示部、6503 : 電源ボタン、6504 : ボタン、6505 : スピーカ、6506 : マイク、6507 : カメラ、6508 : 光源、6510 : 保護部材、6511 : 表示パネル、6512 : 光学部材、6513 : タッチセンサパネル、6515 : FPC、6516 : IC、6517 : プリント基板、6518 : バッテリ、7000 : 表示部、7100 : テレビジョン装置、7101 : 筐体、7103 : スタンド、7111 : リモコン操作機、7200 : ノート型パーソナルコンピュータ、7211 : 筐体、7212 : キーボード、7213 : ポインティングデバイス、7214 : 外部接続ポート、7300 : デジタルサイネージ、7301 : 筐体、7303 : スピーカ、7311 : 情報端末機、7400 : デジタ

ルサイネージ、7401：柱、7411：情報端末機、9000：筐体、9001：表示部、9003：スピーカ、9005：操作キー、9006：接続端子、9007：センサ、9008：マイクロフォン、9050：アイコン、9051：情報、9052：情報、9053：情報、9054：情報、9055：ヒンジ、9101：携帯情報端末、9102：携帯情報端末、9200：携帯情報端末、9201：携帯情報端末

請求の範囲

[請求項 1]

表示部を有する表示装置であり、
前記表示部は、第 1 の基板、第 2 の基板、受光素子、トランジスタ、及び発光素子を有し、
前記受光素子、前記トランジスタ、及び前記発光素子は、それぞれ、前記第 1 の基板と前記第 2 の基板との間に位置し、
前記受光素子は、前記トランジスタよりも前記第 1 の基板側に位置し、
前記発光素子は、前記トランジスタよりも前記第 2 の基板側に位置し、
前記受光素子は、有機化合物を含む層を有し、
前記トランジスタは、前記発光素子と電氣的に接続される、表示装置。

[請求項 2]

請求項 1 において、
前記表示部は、さらに、絶縁層を有し、
前記絶縁層は、前記トランジスタと前記受光素子との間に位置し、
前記絶縁層を介して、前記受光素子に光が入射する、表示装置。

[請求項 3]

請求項 2 において、
前記表示部は、さらに、レンズを有し、
前記レンズは、前記絶縁層上に位置し、
前記レンズを透過した光が、前記絶縁層を介して、前記受光素子に入射する、表示装置。

[請求項 4]

請求項 1 において、
前記表示部は、さらに、絶縁層を有し、
前記絶縁層は、前記トランジスタと前記受光素子との間に位置し、
前記発光素子が発する光は、前記絶縁層を介して、外部に取り出される、表示装置。

[請求項 5]

請求項 4 において、
前記表示部は、さらに、着色層及びレンズを有し、
前記発光素子が発する光は、前記着色層を介して、外部に取り出され、
前記レンズを透過した光が、前記受光素子に入射する、表示装置。

[請求項 6]

受光素子と、
前記受光素子上の第 1 の絶縁層と、
前記第 1 の絶縁層上の第 1 のトランジスタと、
前記第 1 の絶縁層上の第 2 のトランジスタと、
前記第 1 のトランジスタ上の第 2 の絶縁層と、
前記第 2 の絶縁層上の発光素子と、を有し、
前記受光素子は、有機化合物を含む層を有し、
前記第 1 の絶縁層は、第 1 の開口を有し、
前記第 2 の絶縁層は、第 2 の開口を有し、

前記第1のトランジスタは、前記第1の開口を介して、前記受光素子と電氣的に接続され、
前記第2のトランジスタは、前記第2の開口を介して、前記発光素子と電氣的に接続される、表示装置。

[請求項7]

第1のトランジスタと、
前記第1のトランジスタ上の第1の絶縁層と、
前記第1の絶縁層上の受光素子と、
前記受光素子上の接着層と、
前記接着層上の第2の絶縁層と、
前記第2の絶縁層上の第2のトランジスタと、
前記第2のトランジスタ上の第3の絶縁層と、
前記第3の絶縁層上の発光素子と、を有し、
前記受光素子は、有機化合物を含む層を有し、
前記第1の絶縁層は、第1の開口を有し、
前記第3の絶縁層は、第2の開口を有し、
前記第1のトランジスタは、前記第1の開口を介して、前記受光素子と電氣的に接続され、
前記第2のトランジスタは、前記第2の開口を介して、前記発光素子と電氣的に接続される、表示装置。

[請求項8]

請求項6または7において、
さらに、レンズを有し、
前記レンズを透過した光が、前記受光素子に入射する、表示装置。

[請求項9]

請求項1乃至8のいずれかーに記載の表示装置と、コネクタまたは集積回路と、を有する、表示モジュール。

[請求項10]

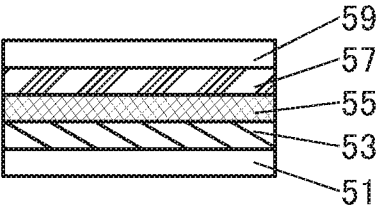
請求項9に記載の表示モジュールと、
アンテナ、バッテリー、筐体、カメラ、スピーカ、マイク、または操作ボタンと、を有する、電子機器。

[1]

1/24

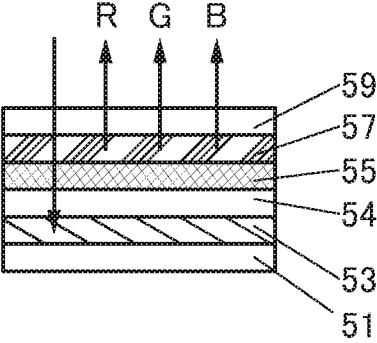
(A)

10



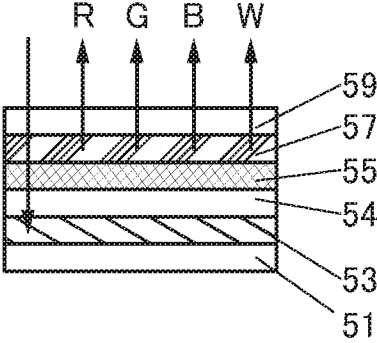
(B)

20



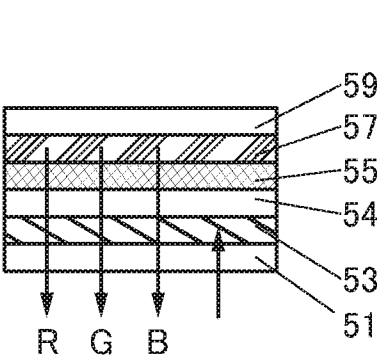
(C)

20

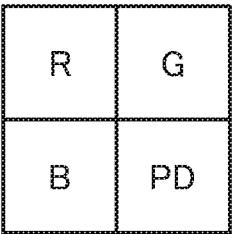


(D)

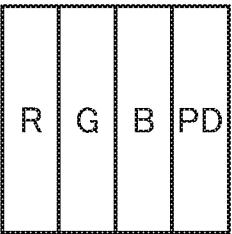
20



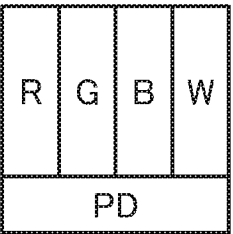
(E)



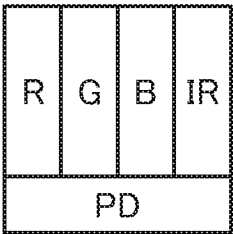
(F)



(G)



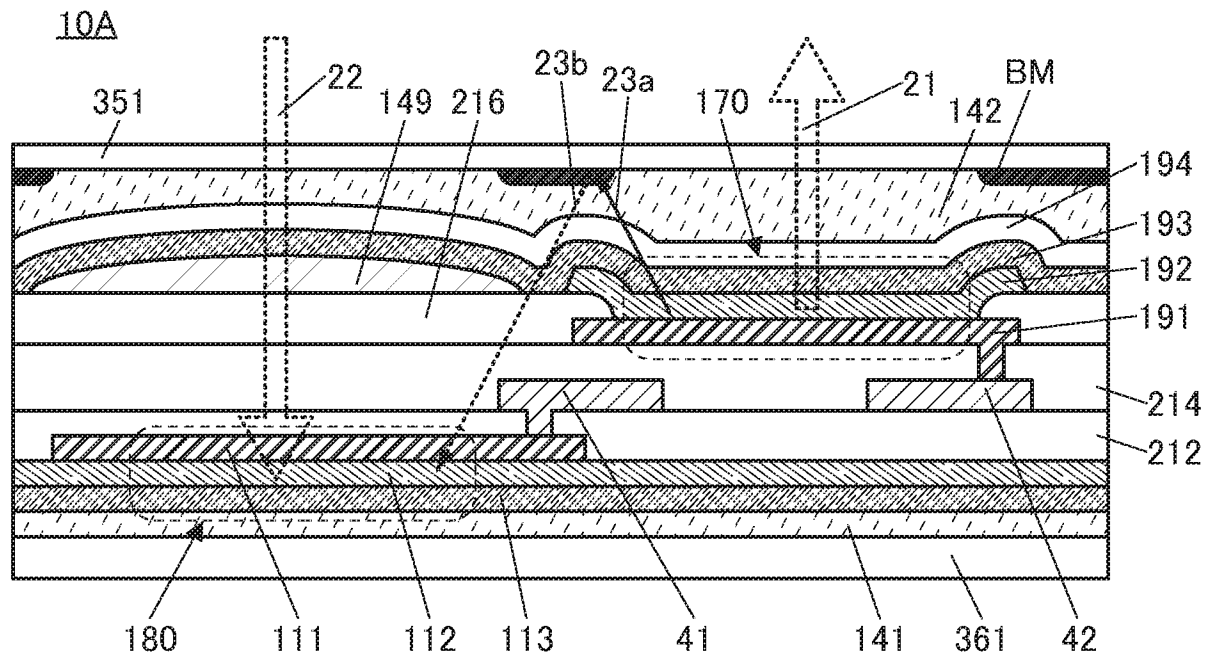
(H)



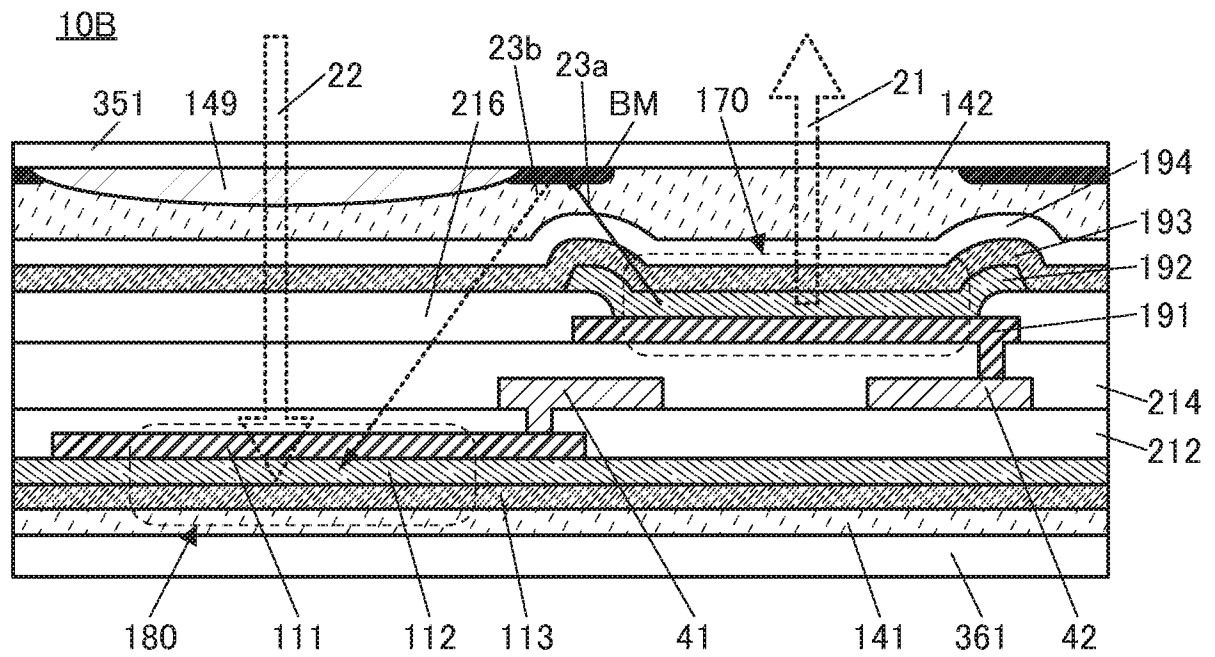
[図2]

2/24

(A)



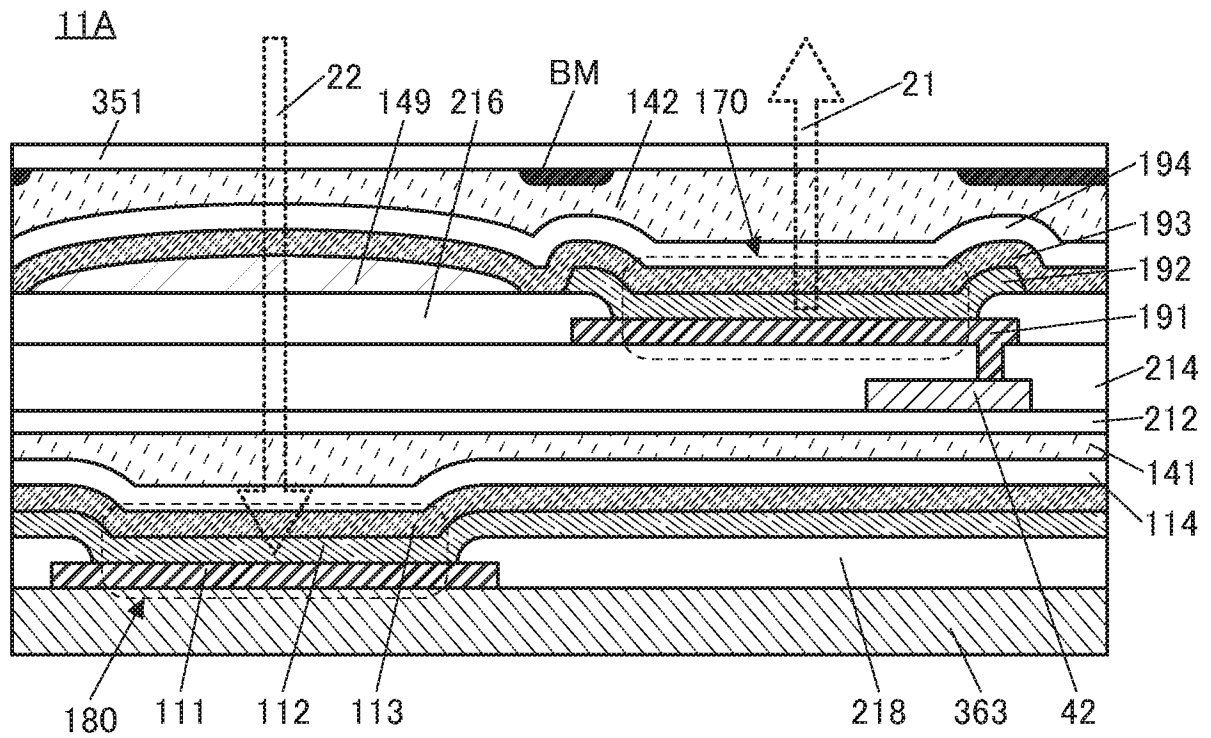
(B)



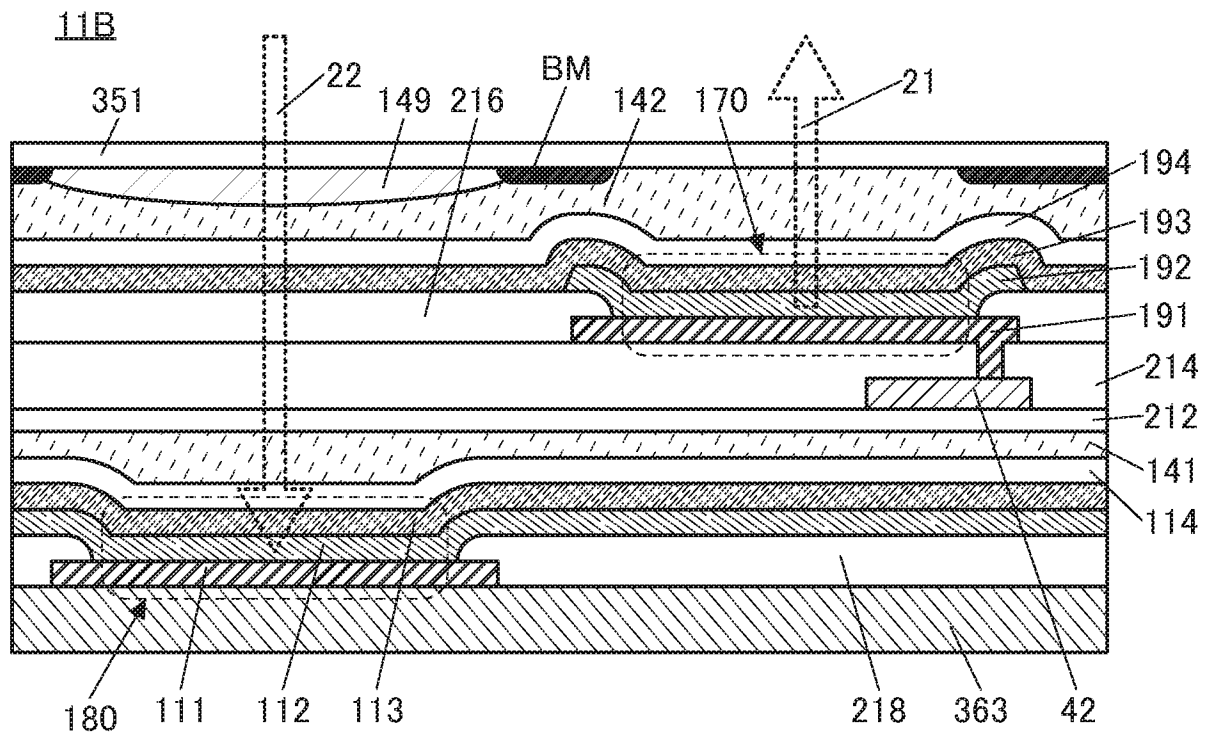
[図3]

3/24

(A)



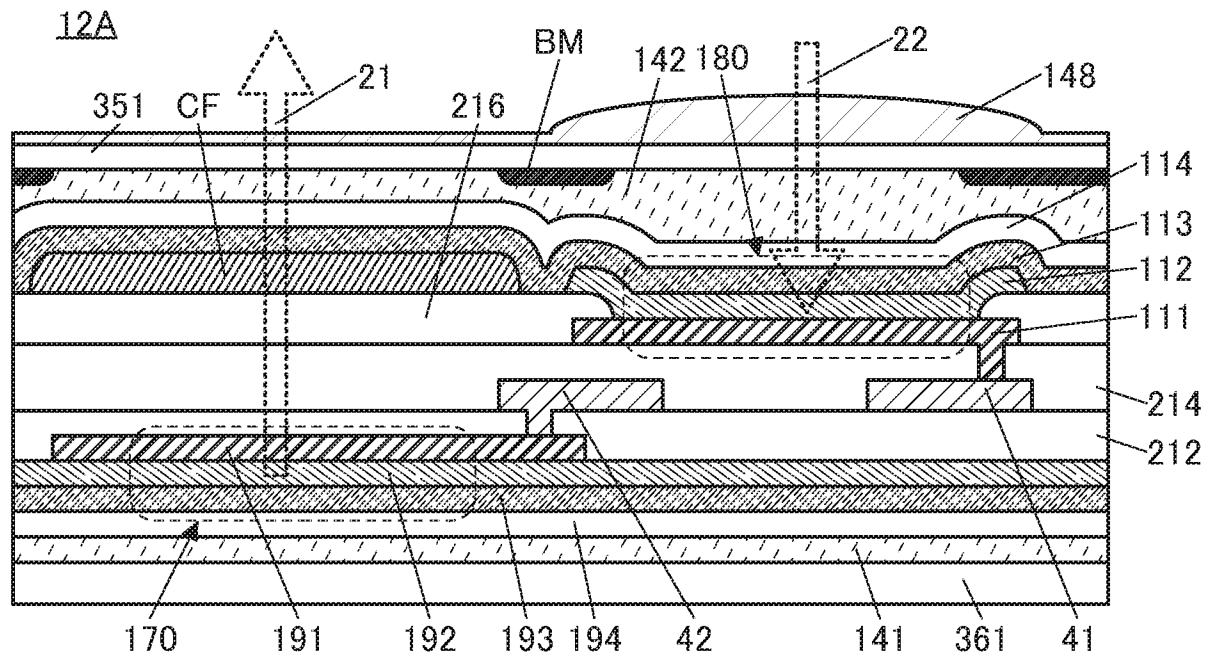
(B)



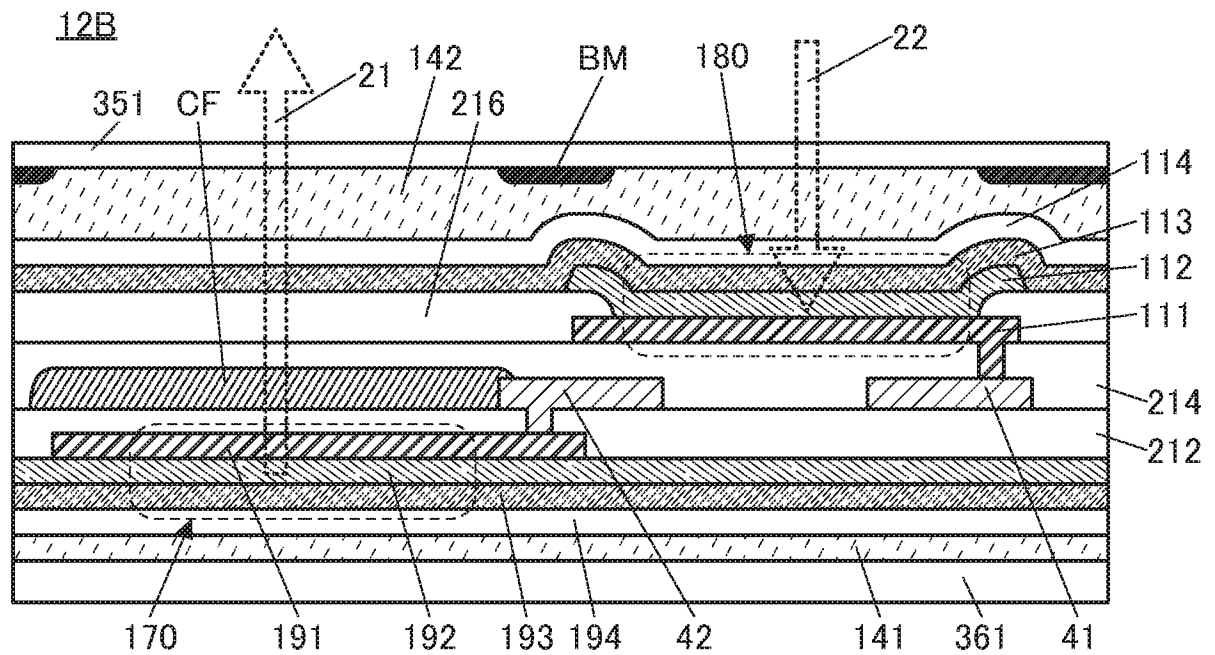
[図4]

4/24

(A)

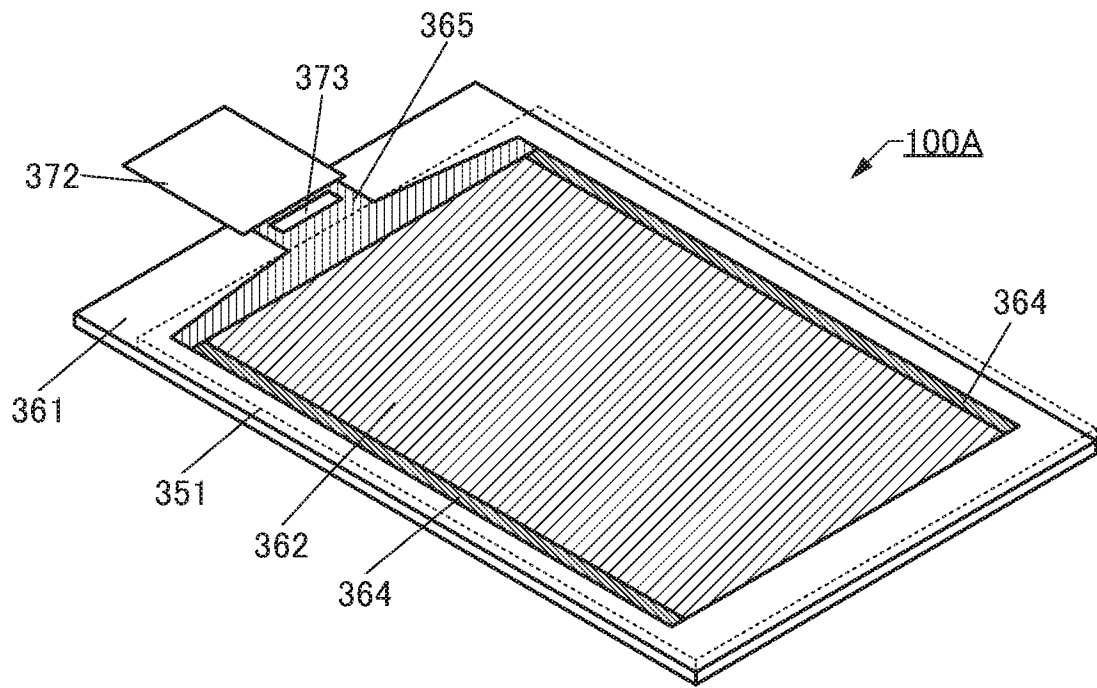


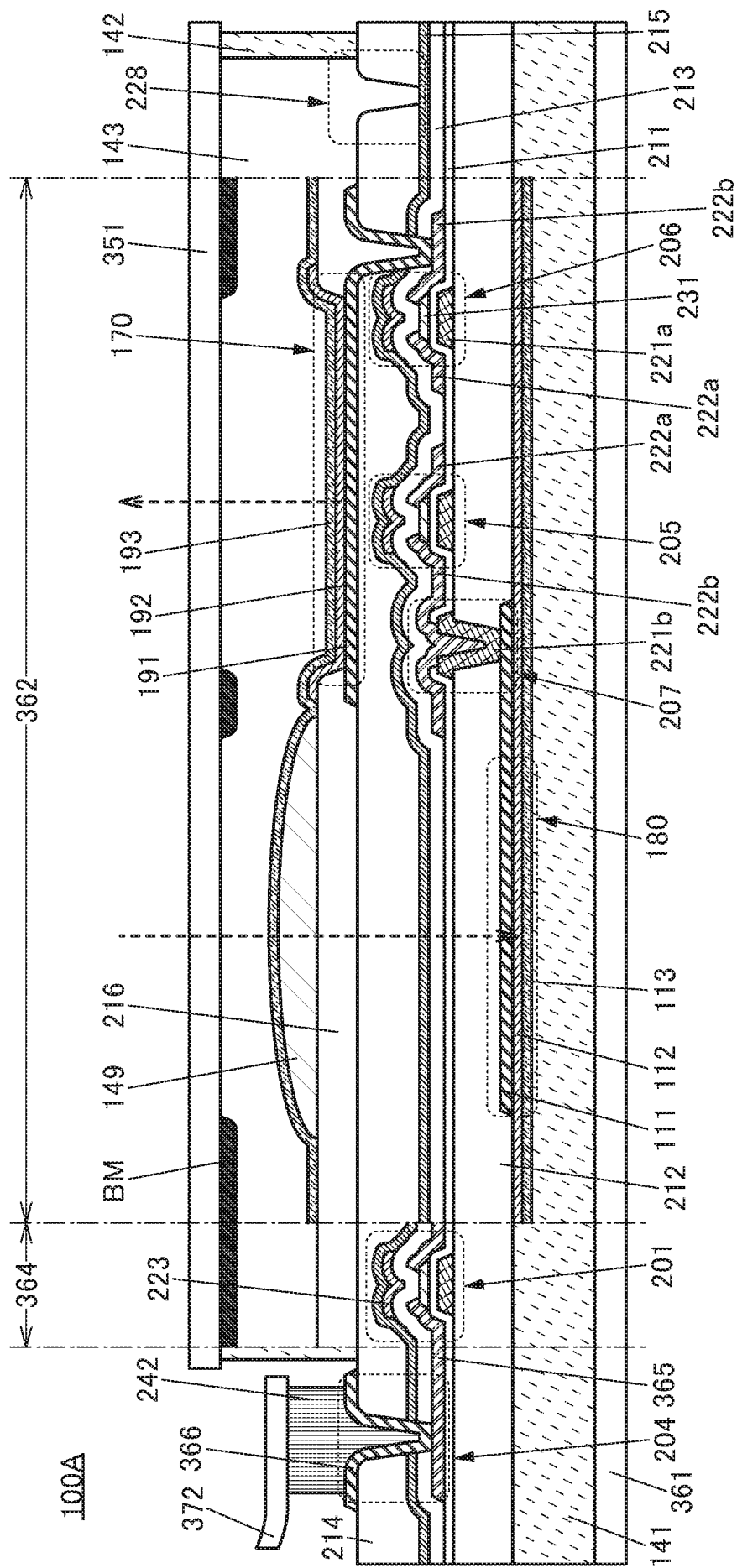
(B)



[図5]

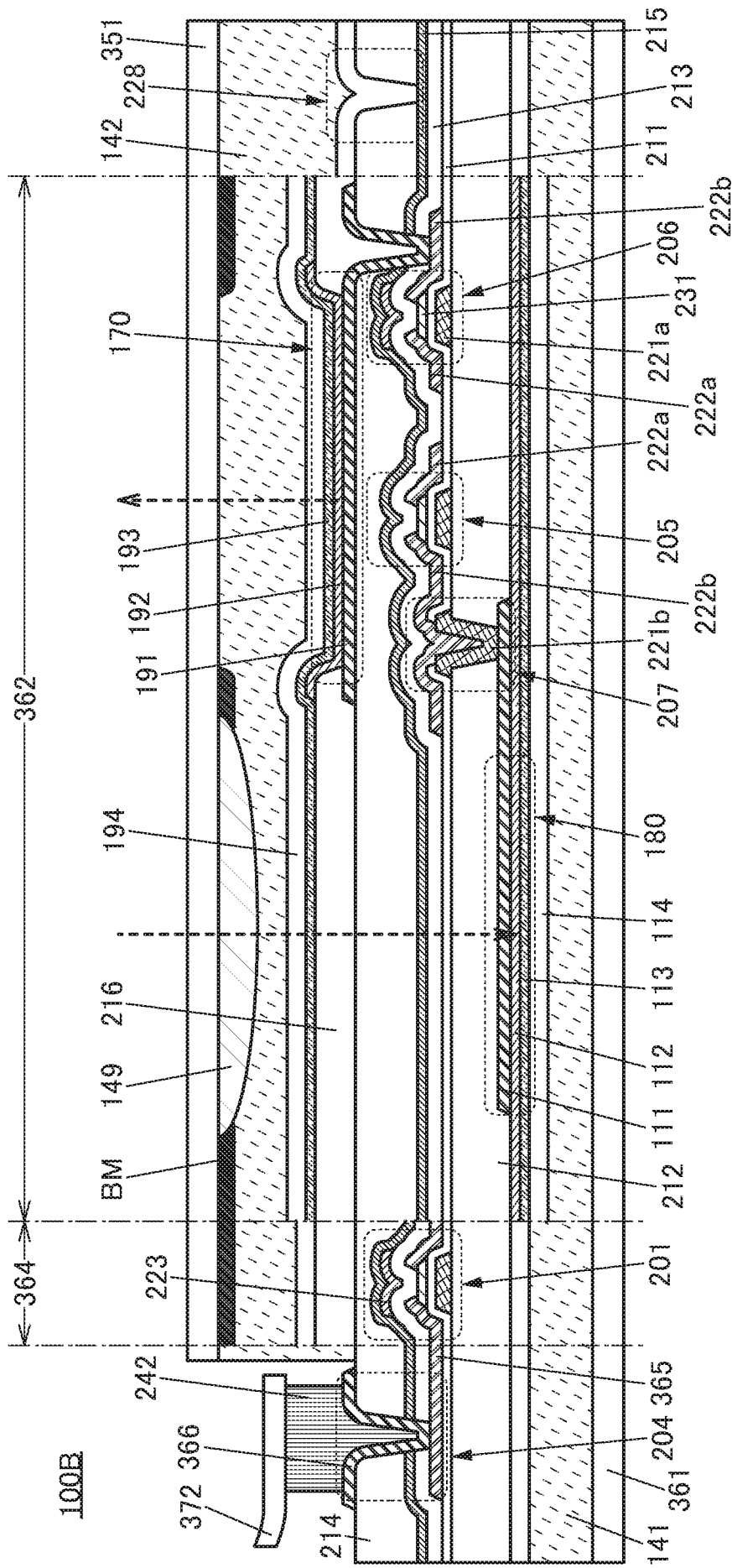
5/24



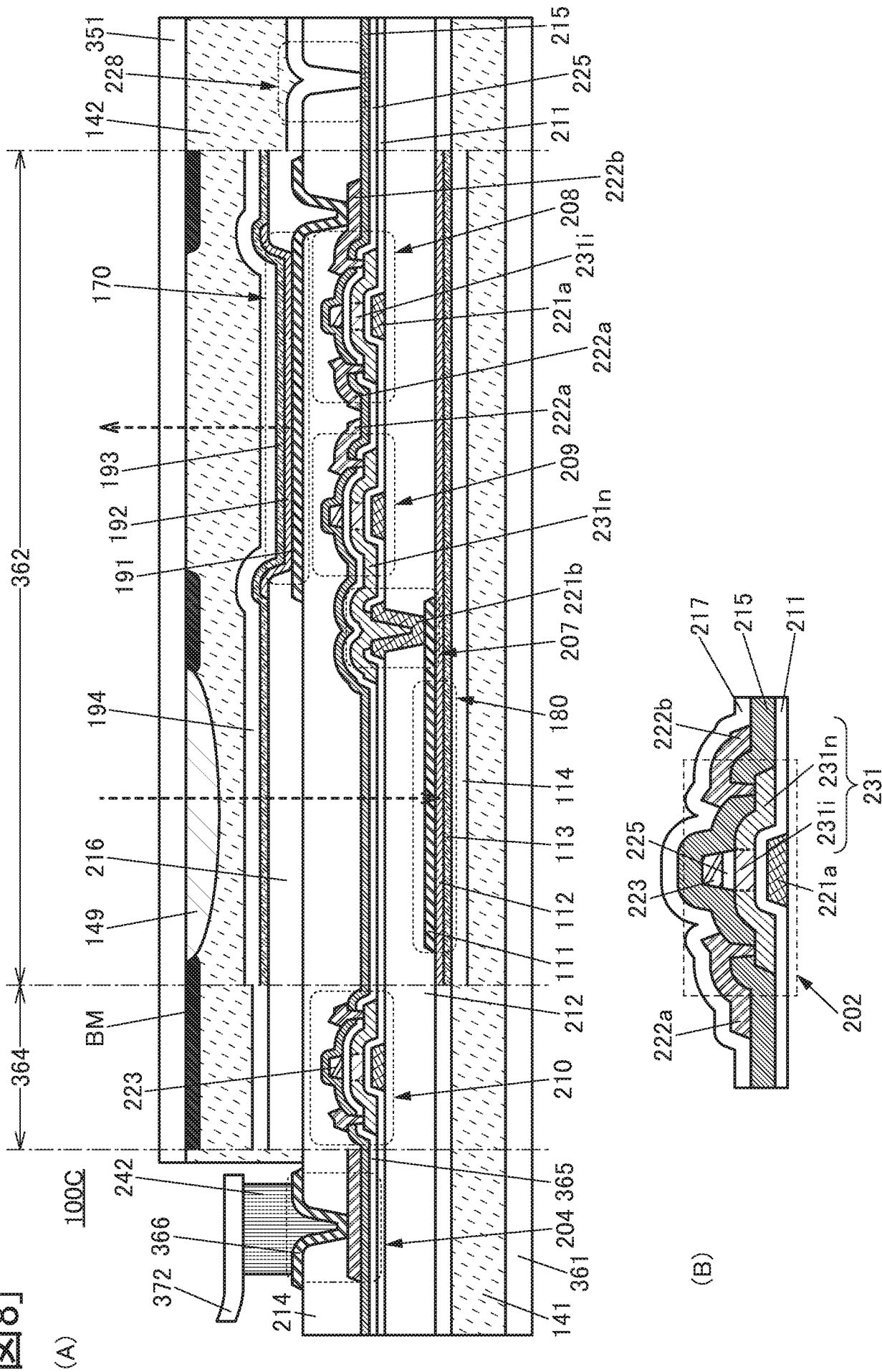


7/24

[図7]



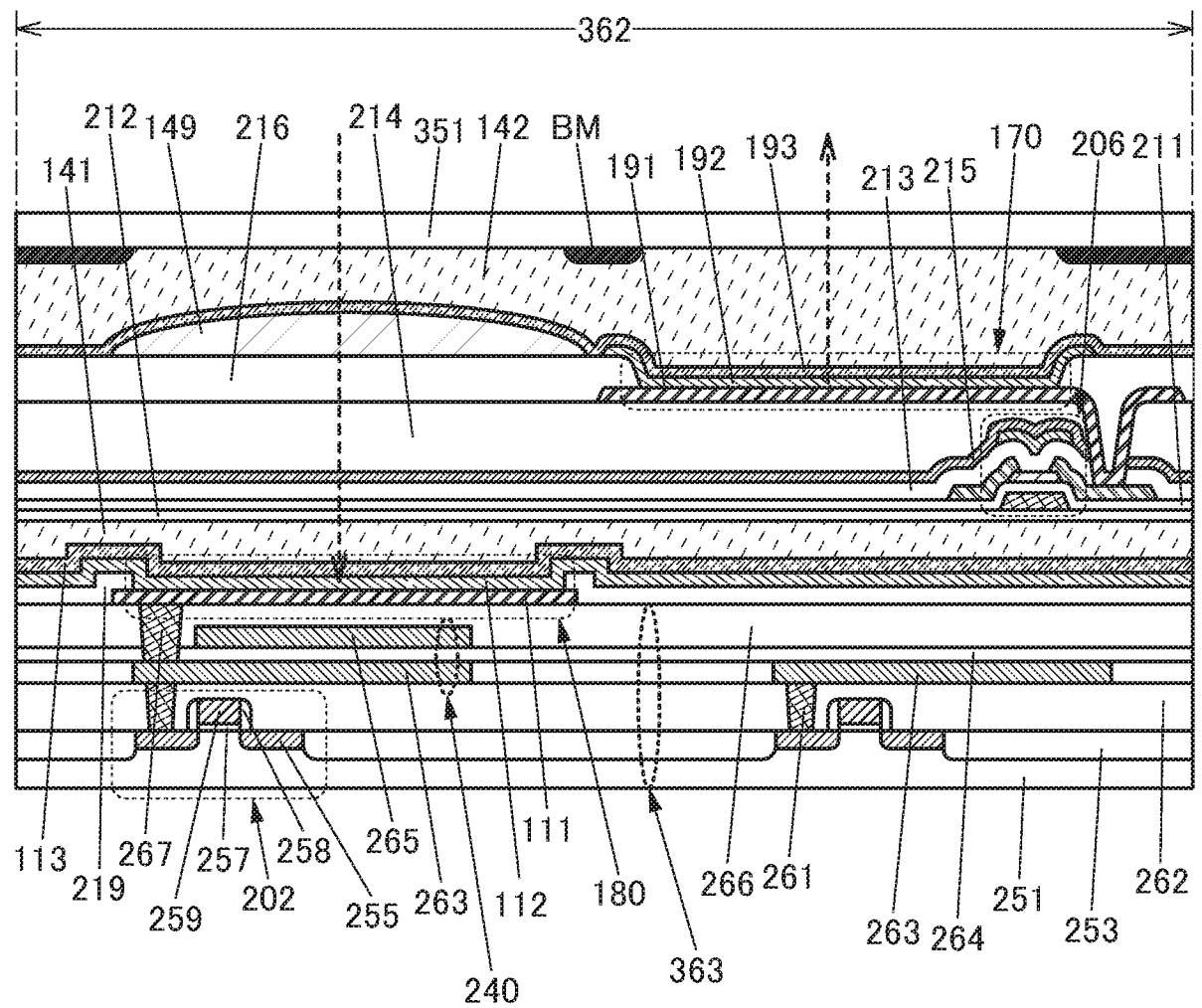
[図8]



[圖9]

9/24

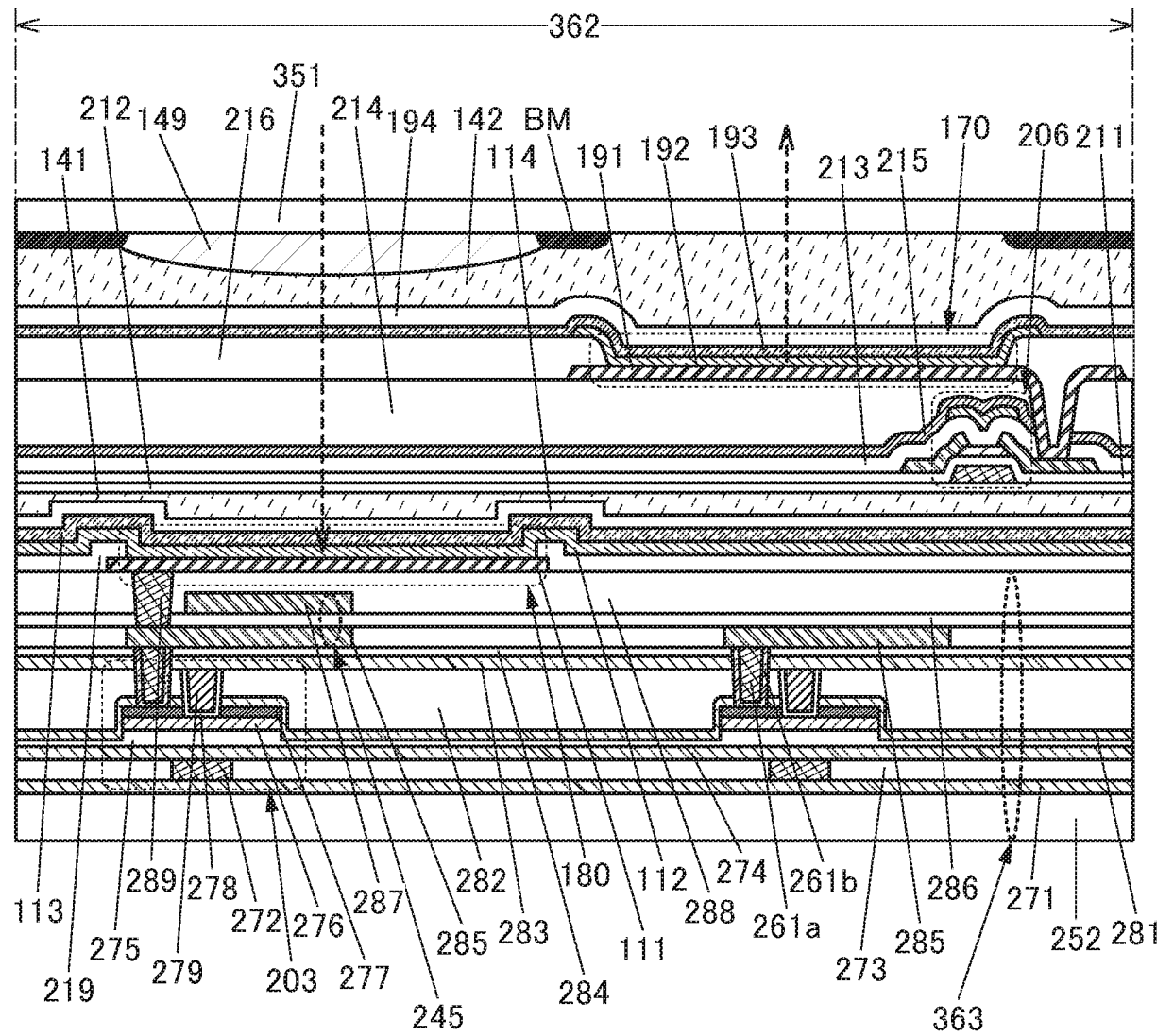
110A



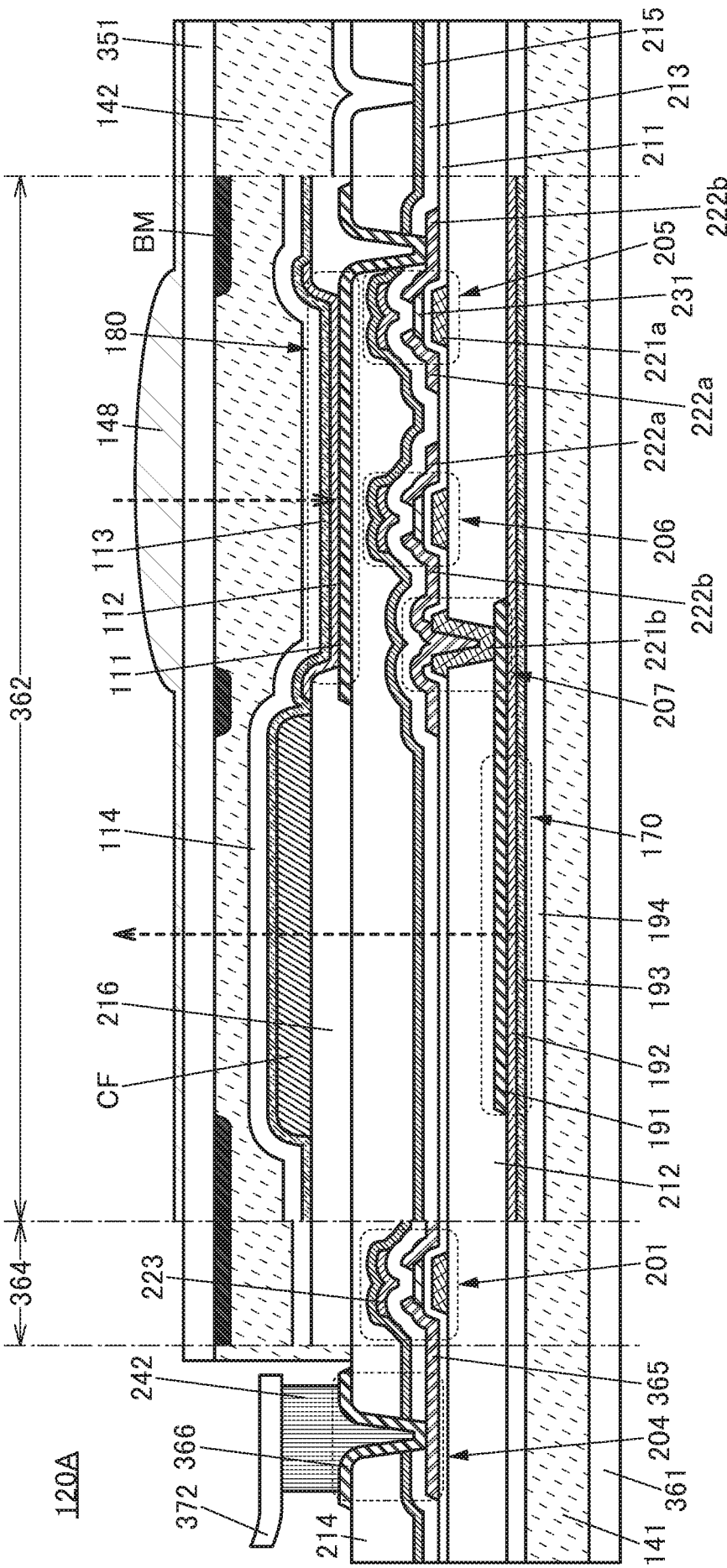
[圖 10]

10/24

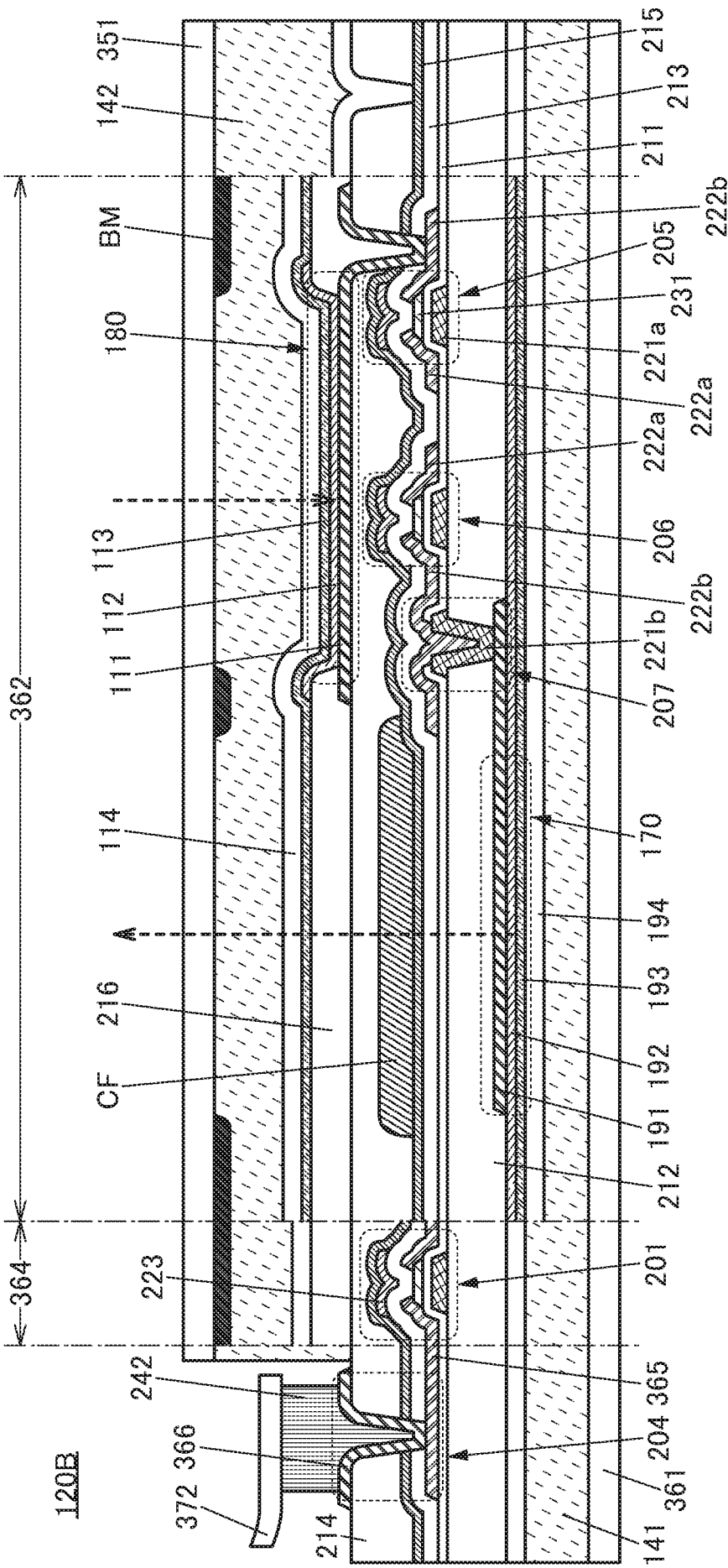
110B



[図11]



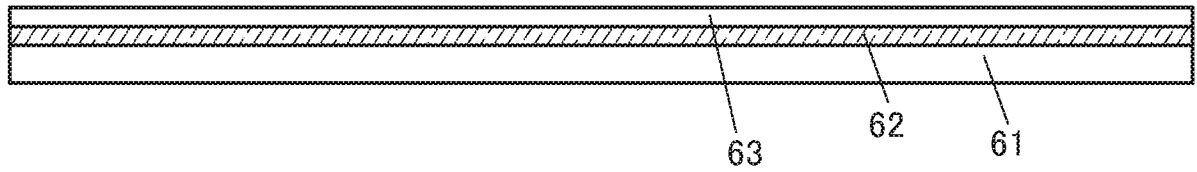
[圖12]



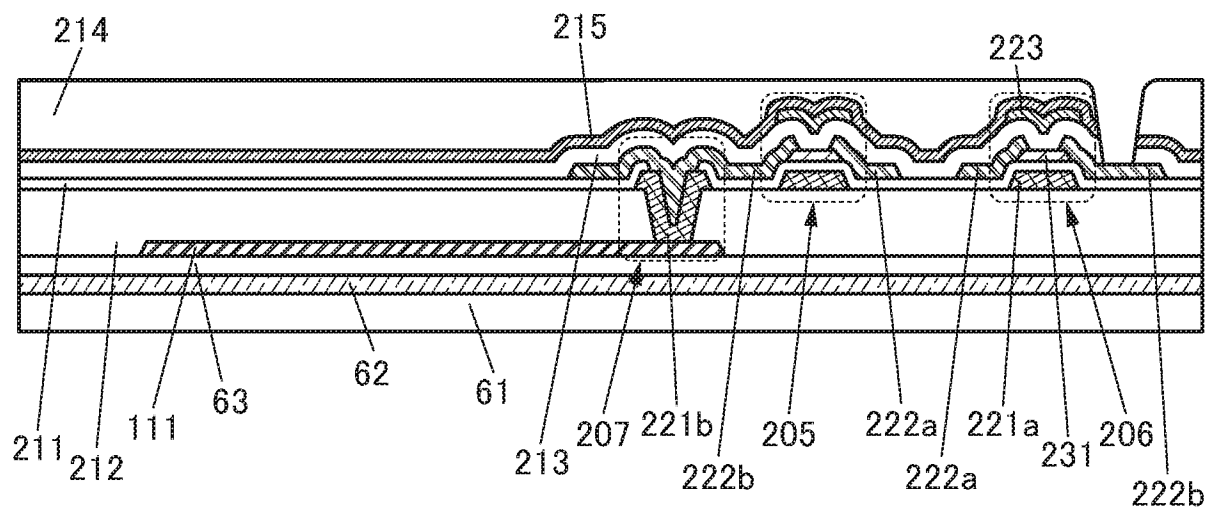
[図13]

13/24

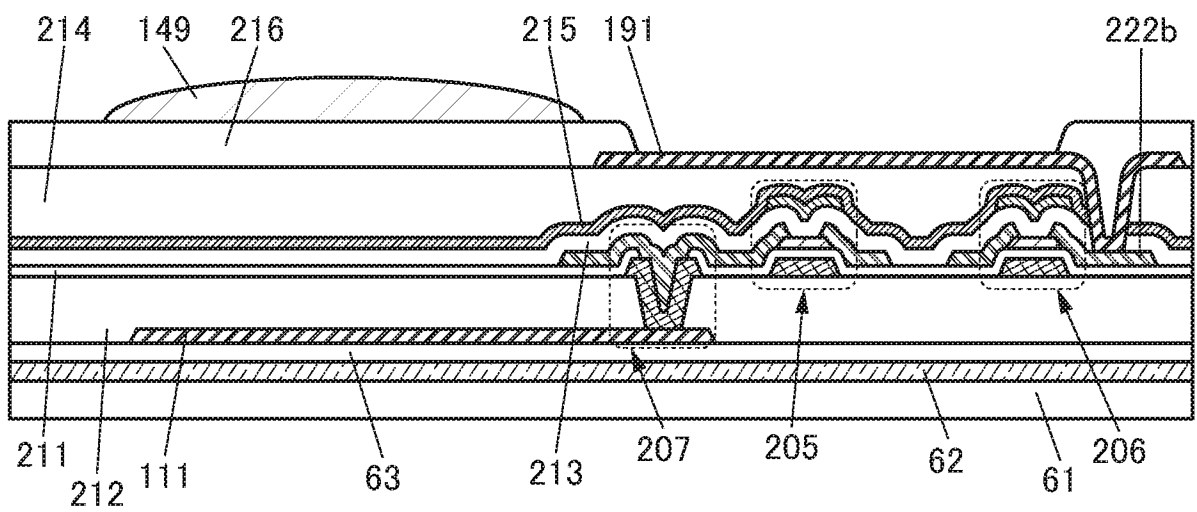
(A)



(B)



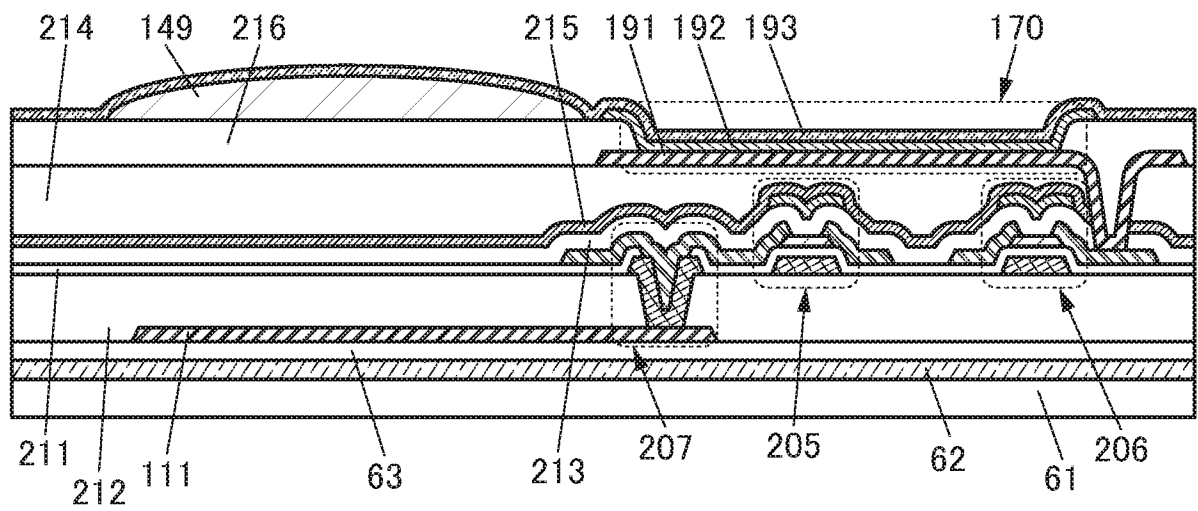
(C)



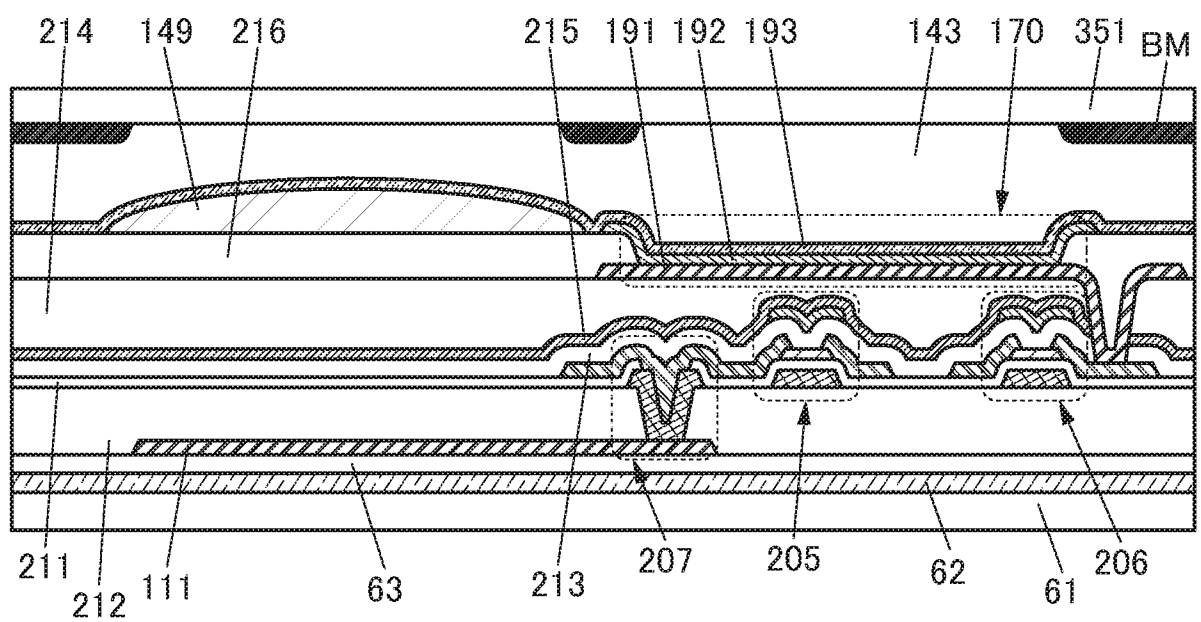
[圖 14]

14/24

(A)



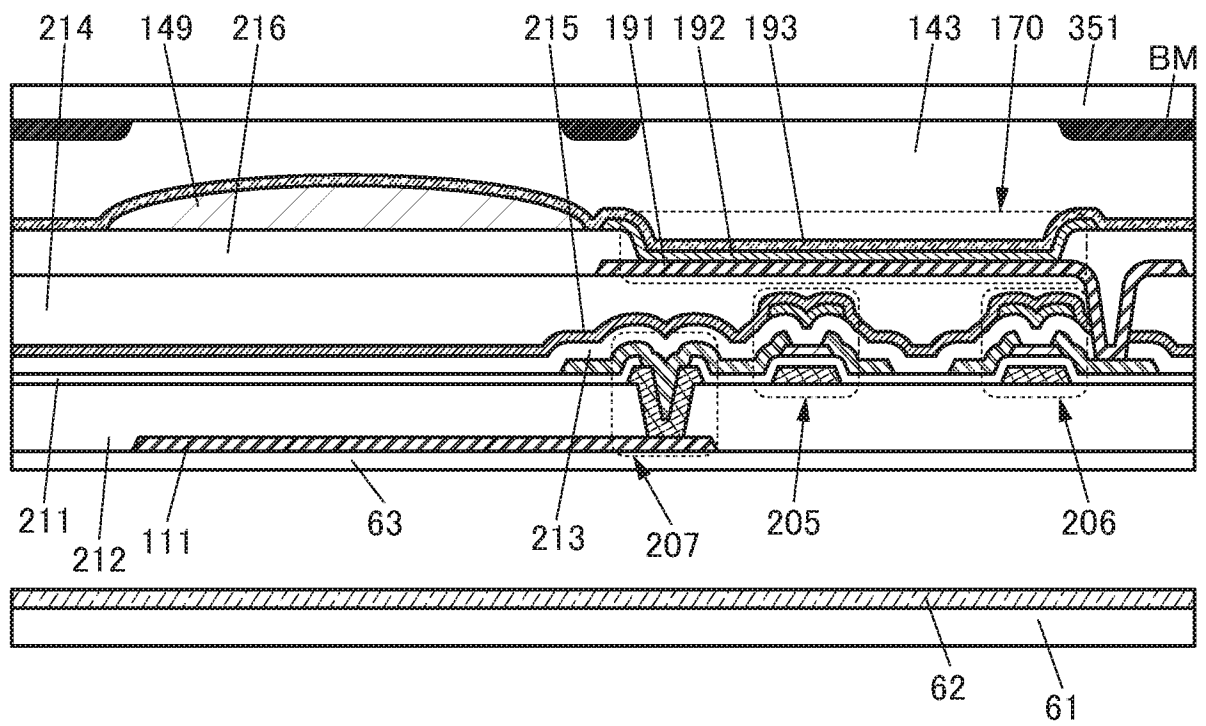
(B)



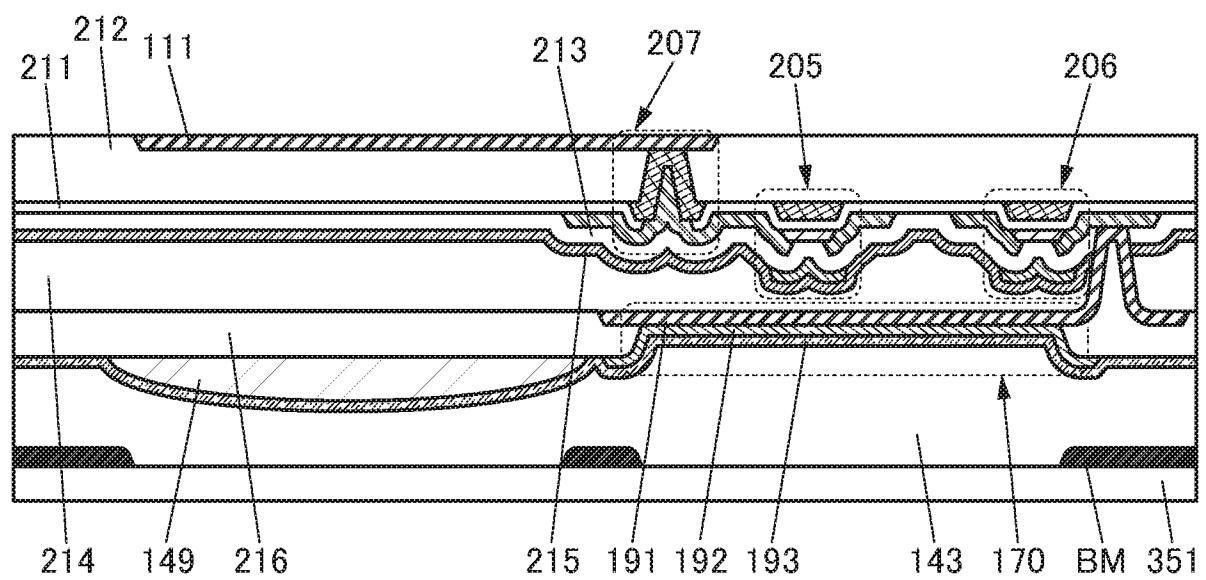
[図15]

15/24

(A)



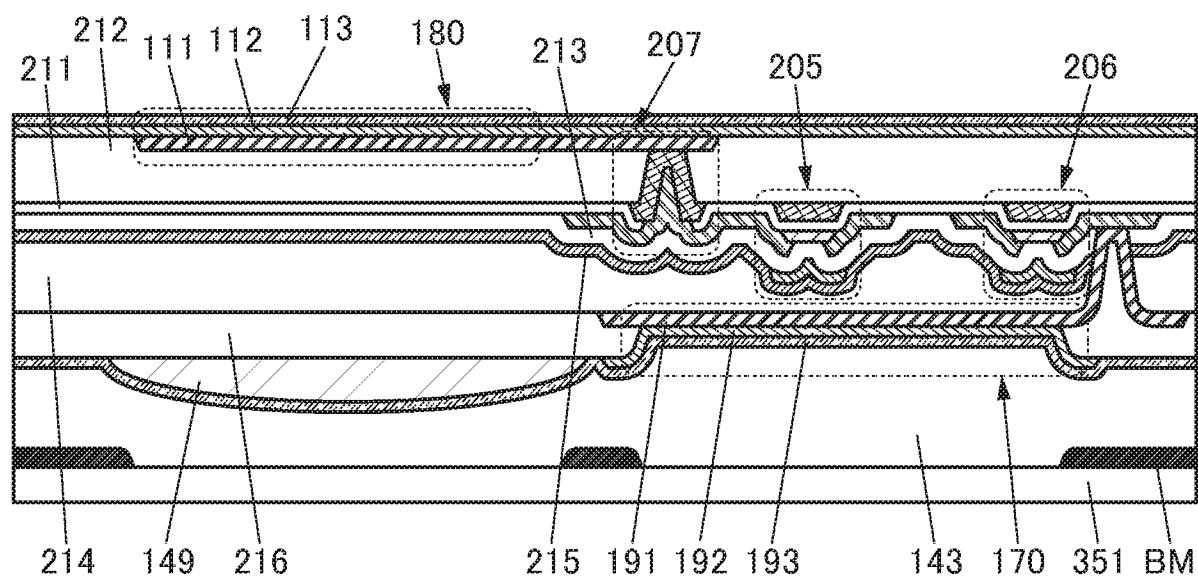
(B)



[义 16]

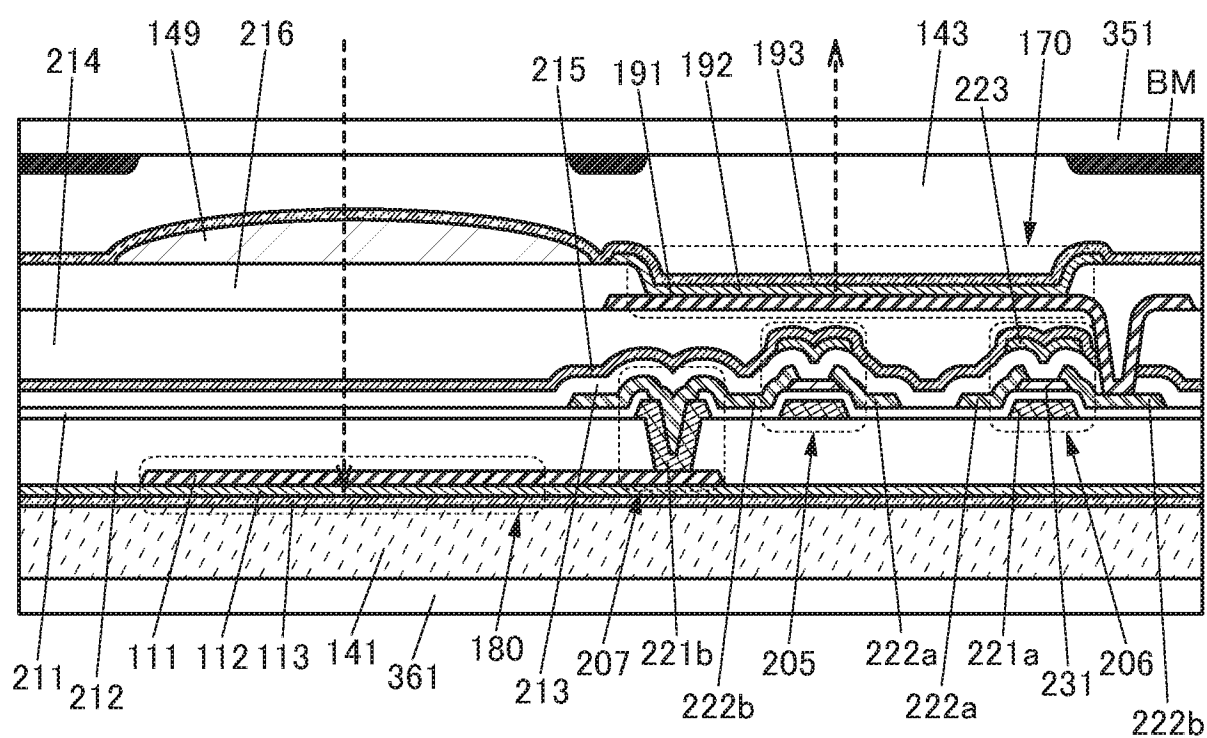
16/24

(A)



(B)

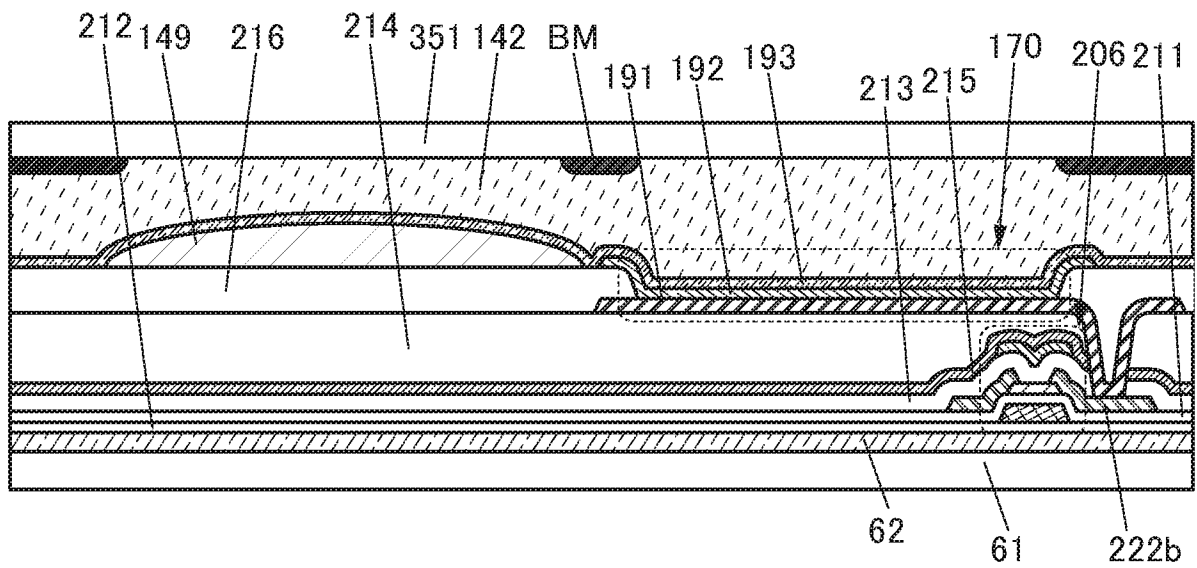
100A



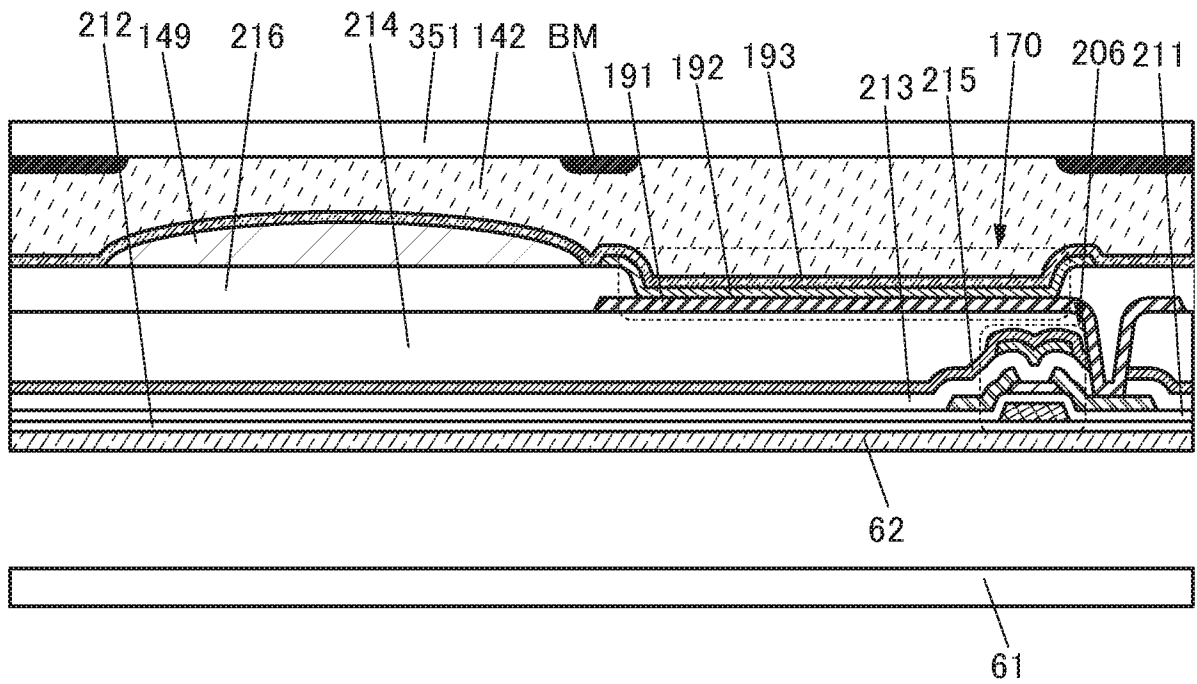
[図17]

17/24

(A)



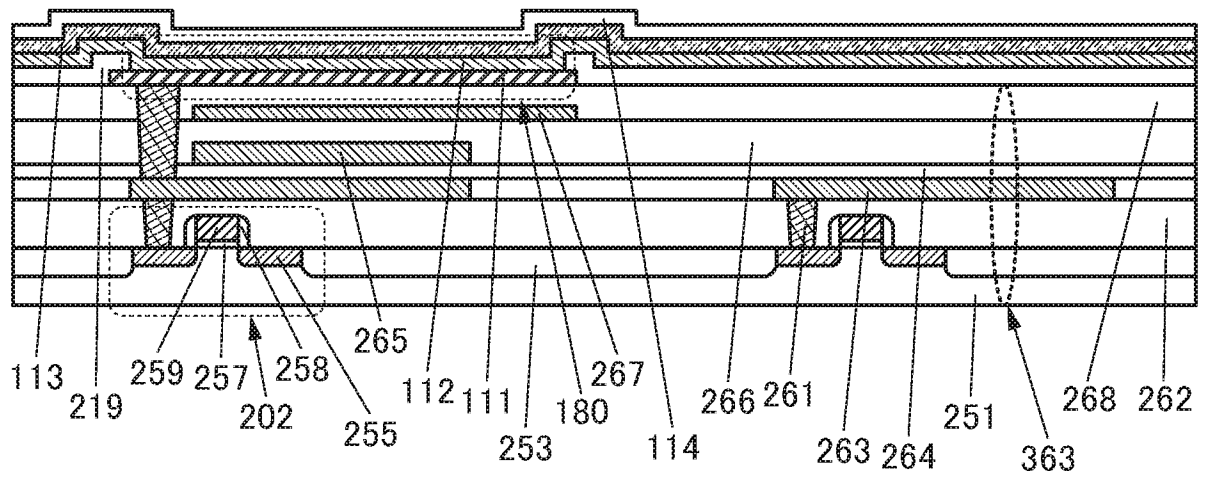
(B)



[图 18]

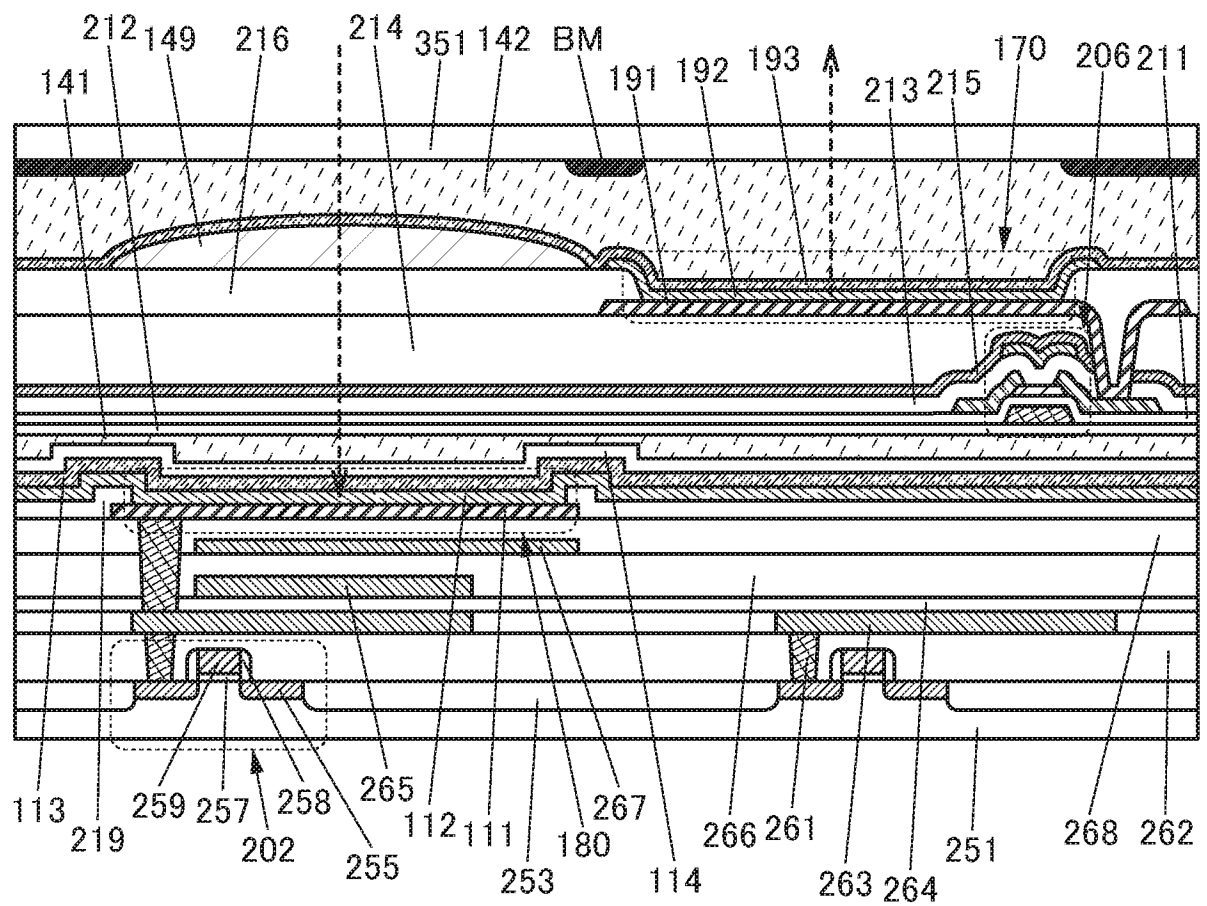
18/24

(A)



(B)

110A

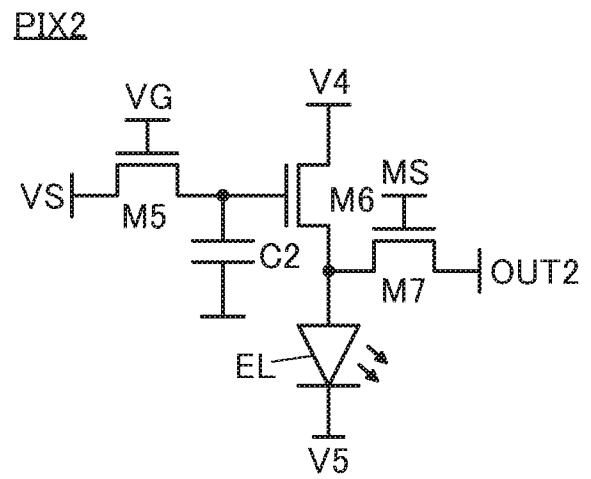
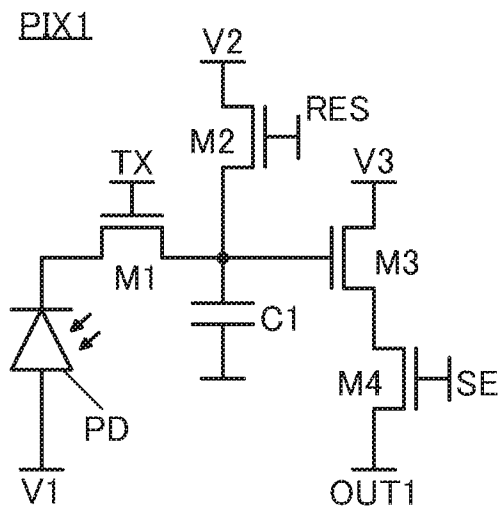


[図 19]

19/24

(A)

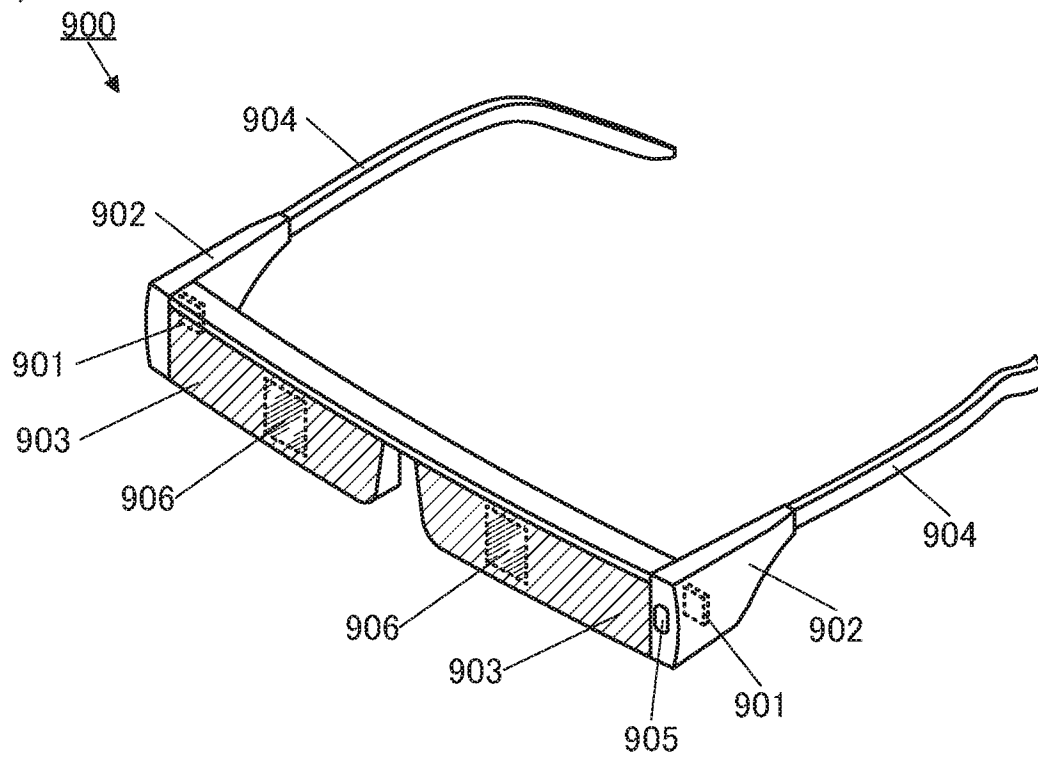
(B)



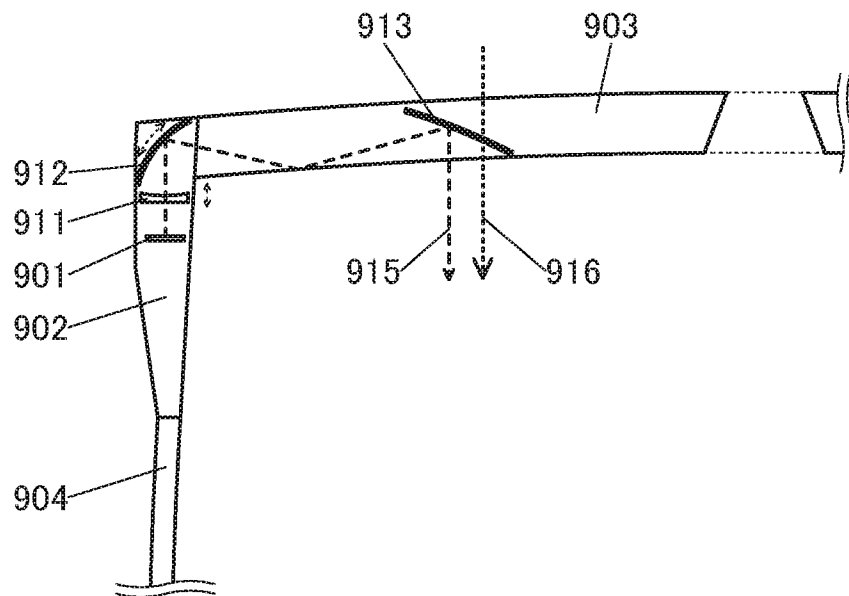
[図20]

20/24

(A)

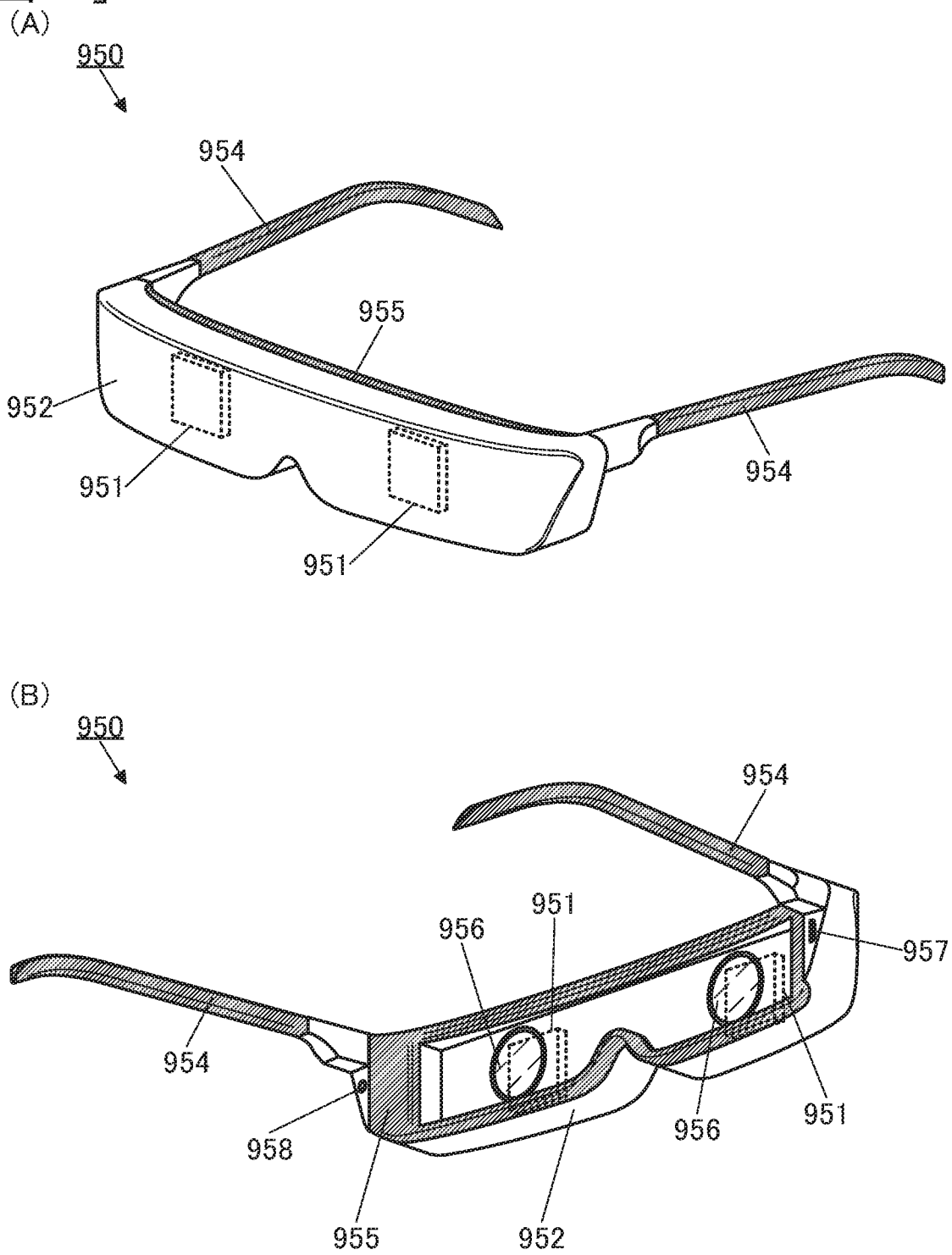


(B)



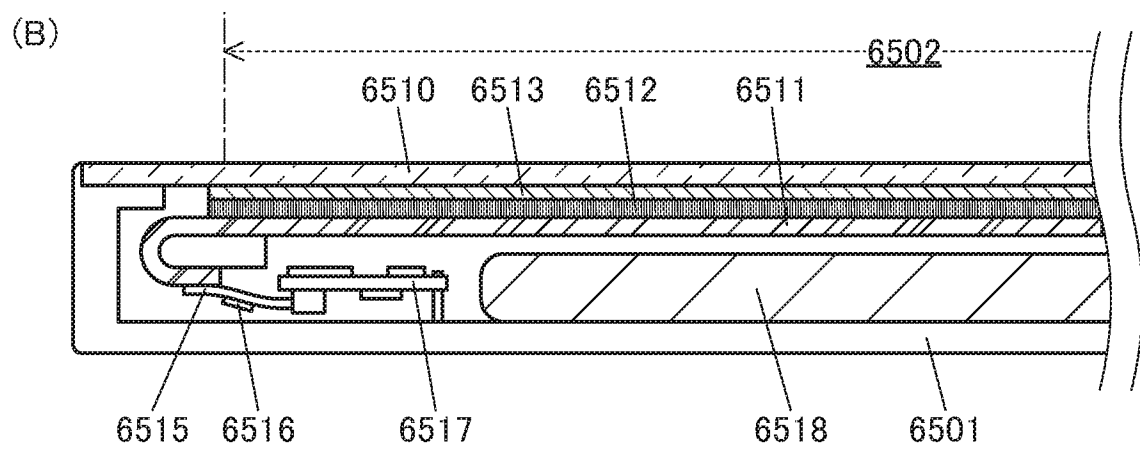
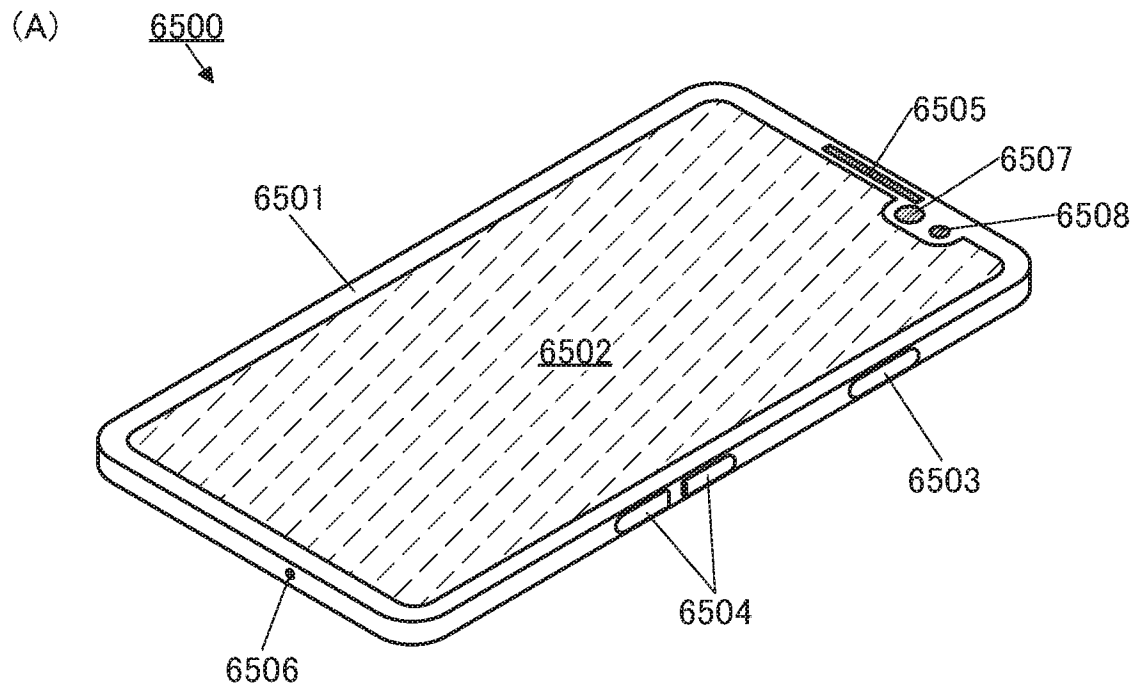
[図21]

21/24



[図22]

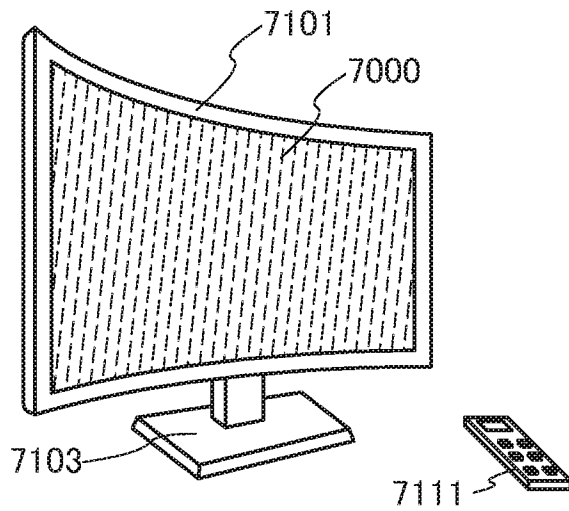
22/24



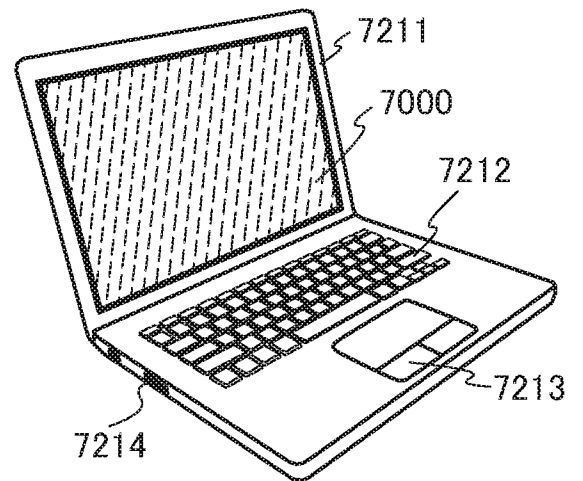
[図23]

23/24

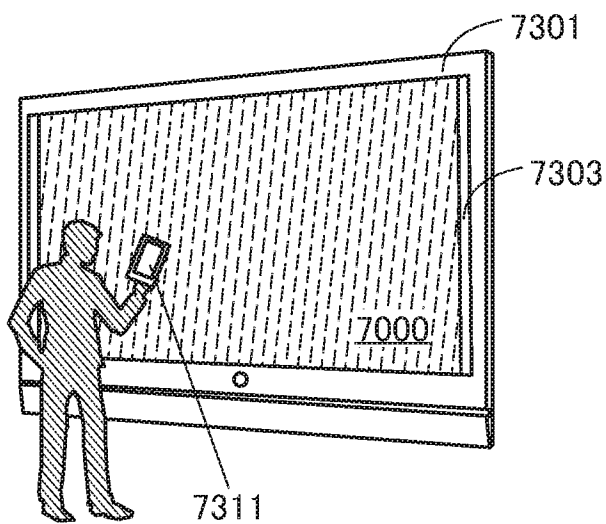
(A)

7100

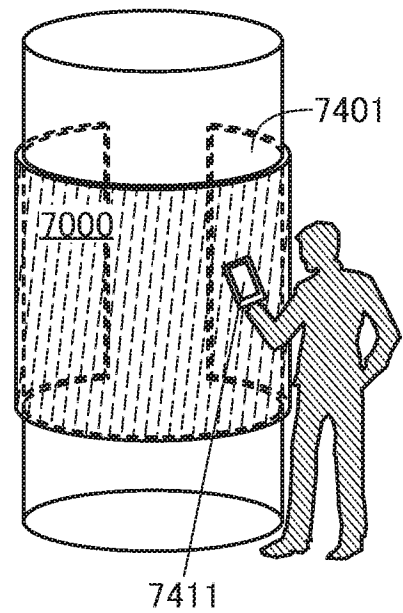
(B)

7200

(C)

7300

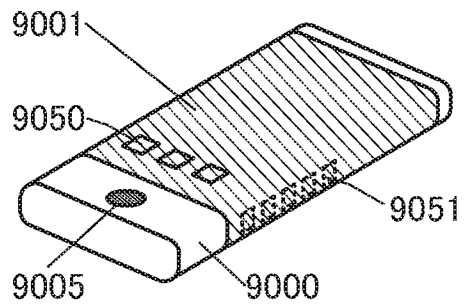
(D)

7400

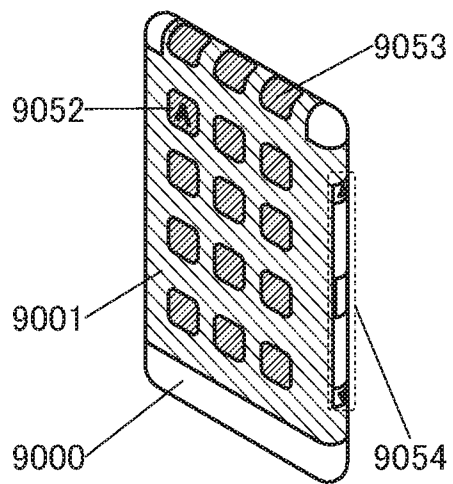
[図24]

24/24

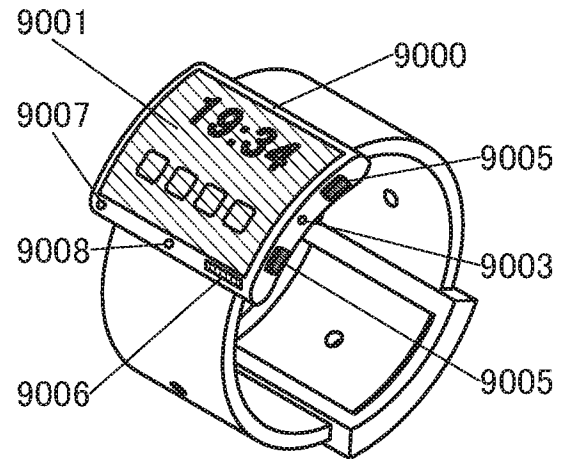
(A)

9101

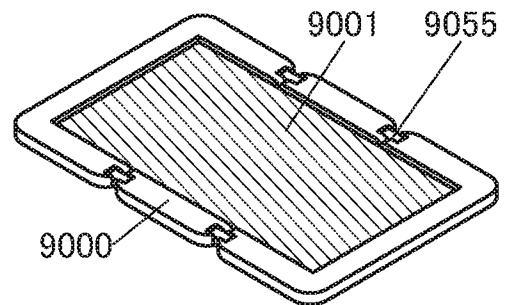
(B)

9102

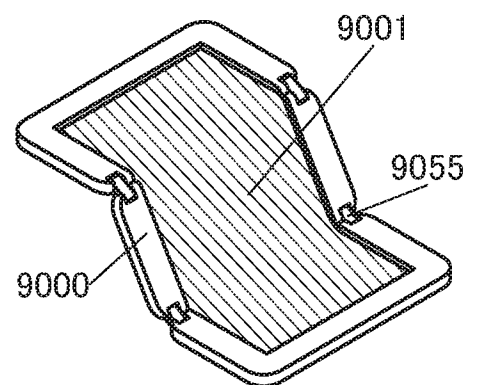
(C)

9200

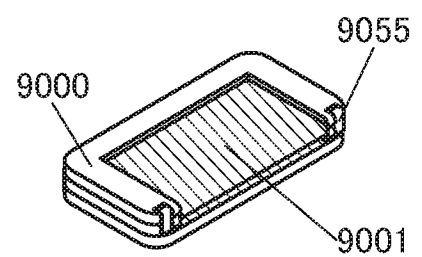
(D)

9201

(E)

9201

(F)

9201

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2019/056135

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G09F9/30(2006.01)i, G02B3/00(2006.01)i, G02B5/20(2006.01)i,
H01L27/32(2006.01)i, H01L51/42(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i,
H05B33/02(2006.01)i, H05B33/12(2006.01)i, H05B33/22(2006.01)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)

Int.Cl. G09F9/00-9/46, H01L51/50, H01L27/32, H05B33/00-33/28

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2008-241827 A (SEIKO EPSON CORP.) 09 October 2008, paragraphs [0046]-[0067] (Family: none)	1-3, 6, 9-10 4-5, 7-8
Y	JP 2013-181103 A (HITACHI CHEMICAL CO., LTD.) 12 September 2013, paragraphs [0072]-[0078] (Family: none)	1-3, 6-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
26 September 2019 (26.09.2019)

Date of mailing of the international search report
08 October 2019 (08.10.2019)

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/IB2019/056135

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 2017-188522 A (JAPAN DISPLAY INC.) 12 October 2017, paragraphs [0042]-[0046] & US 2017/0288001 A1, paragraphs [0055]-[0059]	3, 8-10
A	CN 107563317 A (BOE TECHNOLOGY GROUP CO., LTD.) 09 January 2018, paragraphs [0002]-[0004], [0083]-[0094] & US 2019/0065812 A1, paragraphs [0002]-[0003], [0062]-[0067]	7-10
A	JP 2018-025775 A (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.) 15 February 2018, entire text & US 2018/0033399 A1 & TW 201816766 A	1-10
A	JP 2015-005280 A (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.) 08 January 2015, entire text & US 2014/0340363 A1	1-10
A	US 2015/0364527 A1 (WANG, Seong-Min) 17 December 2015, entire text & KR 10-2015-0142816 A & CN 105304673 A	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G09F9/30(2006.01)i, G02B3/00(2006.01)i, G02B5/20(2006.01)i, H01L27/32(2006.01)i, H01L51/42(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i, H05B33/02(2006.01)i, H05B33/12(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. G09F9/00-9/46, H01L51/50, H01L27/32, H05B33/00-33/28

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2008-241827 A（セイコーエプソン株式会社）2008.10.09, 段落 0046-0067 (ファミリーなし)	1-3, 6, 9-10 4-5, 7-8
Y	JP 2013-181103 A（日立化成株式会社）2013.09.12, 段落 0072-0078 (ファミリーなし)	1-3, 6-10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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

26.09.2019

国際調査報告の発送日

08.10.2019

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）

中村 直行

電話番号 03-3581-1101 内線 3272

21

9214

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
Y	JP 2017-188522 A (株式会社ジャパンディスプレイ) 2017. 10. 12, 段落 0042-0046 & US 2017/0288001 A1, 段落 0055-0059	3, 8-10
Y	CN 107563317 A (京東方科技集団股ふん有限公司) 2018. 01. 09, 段落 0002-0004, 0083-0094 & US 2019/0065812 A1, 段落 0002-0003, 0062-0067	7-10
A	JP 2018-025775 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 2018. 02. 15, 全文 & US 2018/0033399 A1 & TW 201816766 A	1-10
A	JP 2015-005280 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 2015. 01. 08, 全文 & US 2014/0340363 A1	1-10
A	US 2015/0364527 A1 (WANG, Seong Min) 2015. 12. 17, 全文 & KR 10-2015-0142816 A & CN 105304673 A	1-10