

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年10月6日(06.10.2022)



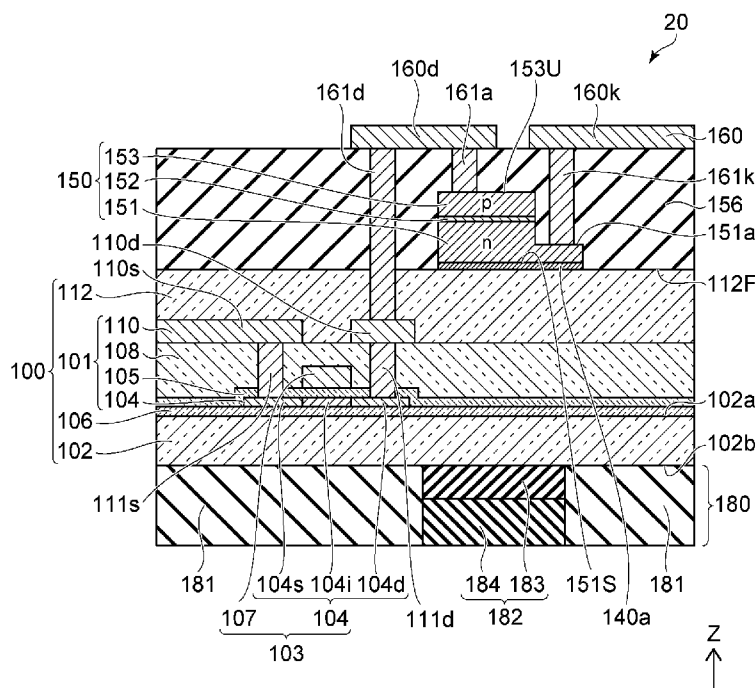
(10) 国際公開番号
WO 2022/209824 A1

- (51) 国際特許分類:

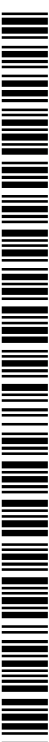
<i>H01L 33/62</i> (2010.01)	<i>H01L 21/768</i> (2006.01)	阿南市上中町岡491番地100 Tokushima (JP).
<i>G09F 9/00</i> (2006.01)	<i>H01L 23/522</i> (2006.01)	
<i>G09F 9/30</i> (2006.01)	<i>H01L 27/15</i> (2006.01)	(72) 発明者:秋元肇(AKIMOTO, Hajime); 〒7748601 徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内 Tokushima (JP).
<i>G09F 9/33</i> (2006.01)	<i>H01L 29/786</i> (2006.01)	
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/011368
- (22) 国際出願日: 2022年3月14日(14.03.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2021-057934 2021年3月30日(30.03.2021) JP
- (71) 出願人: 日亜化学工業株式会社 (NICHIA CORPORATION) [JP/JP]; 〒7748601 徳島県
- (74) 代理人: 日向寺 雅彦, 外(HYUGAJI, Masahiko et al.); 〒2318966 神奈川県横浜市中区桜木町一丁目1番地8 日石横浜ビル Kanagawa (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH,

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING IMAGE DISPLAY DEVICE, AND IMAGE DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: 画像表示装置の製造方法および画像表示装置



(57) Abstract: A method for manufacturing an image display device according to an embodiment comprises: a step of preparing a first substrate including a circuit element formed on a first surface of the substrate, a first wiring layer connected to the circuit element, and a first insulating film that covers the circuit element and the first wiring layer; a step of forming a graphene-including layer on the first insulating film; a step of forming a semiconductor layer including a light-emitting layer on the graphene-including layer; a step of processing the semiconductor layer to form a light-emitting



WO 2022/209824 A1

KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

element including a light-emitting surface on the graphene-including layer and a top surface on the side opposite to the light-emitting surface; a step of forming a second insulating film that covers the first insulating film, the graphene-including layer, and the light-emitting element; a step of forming a first via penetrating the first insulating film and the second insulating film; and a step of forming a second wiring layer on the second insulating film.

(57) 要約 : 実施形態に係る画像表示装置の製造方法は、基板の第1面上に形成された回路素子と、前記回路素子に接続された第1配線層と、前記回路素子および前記第1配線層を覆う第1絶縁膜と、を含む第1基板を準備する工程と、前記第1絶縁膜上にグラフェンを含む層を形成する工程と、前記グラフェンを含む層上に発光層を含む半導体層を形成する工程と、前記半導体層を加工して、前記グラフェンを含む層上の発光面と前記発光面の反対側の天面とを含む発光素子を形成する工程と、前記第1絶縁膜、前記グラフェンを含む層および前記発光素子を覆う第2絶縁膜を形成する工程と、前記第1絶縁膜および前記第2絶縁膜を貫通する第1ビアを形成する工程と、前記第2絶縁膜上に第2配線層を形成する工程と、を備える。

明 細 書

発明の名称：画像表示装置の製造方法および画像表示装置

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、画像表示装置の製造方法および画像表示装置に関する。

背景技術

[0002] 高輝度、広視野角、高コントラストで低消費電力の薄型の画像表示装置の実現が望まれている。このような市場要求に対応するように、自発光素子を利用した表示装置の開発が進められている。

[0003] 自発光素子として、微細発光素子であるマイクロLEDを用いた表示装置の登場が期待されている。マイクロLEDを用いた表示装置の製造方法として、個々に形成されたマイクロLEDを駆動回路に順次転写する方法が紹介されている。しかしながら、フルHDや4K、8K等と高画質になるにつれて、マイクロLEDの素子数が多くなると、多数のマイクロLEDを個々に形成して、駆動回路等を形成した基板に順次転写するのでは、転写工程に膨大な時間を要する。さらに、マイクロLEDと駆動回路等との接続不良等が発生し、歩留りの低下を生じるおそれがある。

[0004] Si基板上に発光層を含む半導体層を成長させ、半導体層に電極を形成した後、駆動回路が形成された回路基板に貼り合わせる技術が知られている（たとえば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2002-141492号公報

非特許文献

[0006] 非特許文献1：H. Kim, J. Ohta, K. Ueno, A. Kobayashi, M. Morita, Y. Tokumoto & H. Fujioka, "Fabrication of full-color GaN-based light-emitting diodes on nearly lattice-matched flexible metal foils", SCIENTIFI

C REPORTS, 7:2112, 18 May 2017

非特許文献2 : J. W. Shon, J. Ohta, K. Ueno, A. Kobayashi & H. Fujioka, "Fabrication of full-color InGaN-based light-emitting diodes on amorphous substrates by pulsed sputtering", SCIENTIFIC REPORTS, 4:5325, 23 June 2014

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明の一実施形態は、発光素子の転写工程を短縮し、歩留りを向上した画像表示装置の製造方法および画像表示装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の一実施形態に係る画像表示装置の製造方法は、基板の第1面上に形成された回路素子と、前記回路素子に接続された第1配線層と、前記回路素子および前記第1配線層を覆う第1絶縁膜と、を含む第1基板を準備する工程と、前記第1絶縁膜上にグラフェンを含む層を形成する工程と、前記グラフェンを含む層上に発光層を含む半導体層を形成する工程と、前記半導体層を加工して、前記グラフェンを含む層上の発光面と前記発光面の反対側の天面とを含む発光素子を形成する工程と、前記第1絶縁膜、前記グラフェンを含む層および前記発光素子を覆う第2絶縁膜を形成する工程と、前記第1絶縁膜および前記第2絶縁膜を貫通する第1ビアを形成する工程と、前記第2絶縁膜上に第2配線層を形成する工程と、を備える。前記第1ビアは、前記第1配線層と前記第2配線層との間に設けられ、前記第1配線層と前記第2配線層とを電氣的に接続する。

[0009] 本発明の一実施形態に係る画像表示装置は、第1面を有する第1部材と、前記第1面上に設けられた回路素子と、前記回路素子に電氣的に接続された第1配線層と、前記第1面、前記回路素子および前記第1配線層を覆う第1絶縁膜と、前記第1絶縁膜上に設けられたグラフェンを含む層と、前記グラフェンを含む層上の発光面と前記発光面の反対側の天面とを含む発光素子と、前記第1絶縁膜および前記発光素子を覆う第2絶縁膜と、前記第1絶縁膜

および前記第2絶縁膜を貫通して設けられた第1ビアと、前記第2絶縁膜上に設けられた第2配線層と、を備える。前記第1ビアは、前記第1配線層と前記第2配線層との間に設けられ、前記第1配線層と前記第2配線層とを電氣的に接続する。

[0010] 本発明の一実施形態に係る画像表示装置は、第1面を有する第1部材と、前記第1面上に設けられた回路素子と、前記回路素子に電氣的に接続された第1配線層と、前記第1面、前記回路素子および前記第1配線層を覆う第1絶縁膜と、前記第1絶縁膜および前記第1部材を貫通して設けられた透光性部材と、前記透光性部材上の発光面と前記発光面の反対側の天面とを含む発光素子と、前記第1絶縁膜および前記発光素子を覆う第2絶縁膜と、前記第1絶縁膜および前記第2絶縁膜を貫通して設けられた第1ビアと、前記第2絶縁膜上に設けられた第2配線層と、を備える。前記第1部材は、前記透光性部材よりも光透過率の低い遮光部を含む。前記第1ビアは、前記第1配線層と前記第2配線層との間に設けられ、前記第1配線層と前記第2配線層とを電氣的に接続する。

[0011] 本発明の一実施形態に係る画像表示装置は、第1面を有する光透過性部材と、前記第1面上に設けられた複数のトランジスタと、前記複数のトランジスタに電氣的に接続された第1配線層と、前記第1面、前記複数のトランジスタおよび前記第1配線層を覆う第1絶縁膜と、前記第1絶縁膜上に設けられたグラフェンを含む層と、前記グラフェンを含む層上に、複数の発光領域を形成し得る発光面を含む第1半導体層と、前記第1半導体層上に設けられた複数の発光層と、前記複数の発光層上にそれぞれ設けられ、前記第1半導体層とは異なる導電性を有する複数の第2半導体層と、前記第1絶縁膜、前記第1半導体層、前記複数の発光層および前記複数の第2半導体層を覆う第2絶縁膜と、前記第1絶縁膜および前記第2絶縁膜を貫通して設けられた複数の第1ビアと、前記第2絶縁膜上に設けられた第2配線層と、を備える。前記複数の第2半導体層は、前記第2絶縁膜によって分離される。前記複数の発光層は、前記第2絶縁膜によって分離される。前記複数の第1ビアは、

前記第1配線層と前記第2配線層との間に設けられ、前記第1配線層および前記第2配線層を電氣的に接続する。

[0012] 本発明の一実施形態に係る画像表示装置は、第1面を有する光透過性部材と、前記第1面上に設けられた回路素子と、前記回路素子に電氣的に接続された第1配線層と、前記第1面、前記回路素子および前記第1配線層を覆う第1絶縁膜と、前記第1絶縁膜上に設けられたグラフェンを含む層と、前記グラフェンを含む層上の発光面と前記発光面の反対側の天面とをそれぞれ含む複数の発光素子と、前記第1絶縁膜および前記複数の発光素子を覆う第2絶縁膜と、前記第1絶縁膜および前記第2絶縁膜を貫通して設けられた第1ビアと、前記第2絶縁膜上に設けられた第2配線層と、を備える。前記第1ビアは、前記第1配線層と前記第2配線層との間に設けられ、前記第1配線層と前記第2配線層とを電氣的に接続する。

発明の効果

[0013] 本発明の一実施形態によれば、発光素子の転写工程を短縮し、歩留りを向上した画像表示装置の製造方法が実現される。

[0014] 本発明の一実施形態によれば、発光素子の小型化が可能となり、高精細な画像表示装置が実現される。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]第1の実施形態に係る画像表示装置の一部を例示する模式的な断面図である。

[図2]第1の実施形態の変形例に係る画像表示装置の一部を例示する模式的な断面図である。

[図3]第1の実施形態の画像表示装置を例示する模式的なブロック図である。

[図4]第1の実施形態の画像表示装置の一部を例示する模式的な平面図である。

[図5A]第1の実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示する模式的な断面図である。

[図5B]第1の実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示する模式的な

断面図である。

[図6A]第1の実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示する模式的な断面図である。

[図6B]第1の実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示する模式的な断面図である。

[図7A]第1の実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示する模式的な断面図である。

[図7B]第1の実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示する模式的な断面図である。

[図8]第1の実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示する模式的な断面図である。

[図9A]第1の実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示する模式的な断面図である。

[図9B]第1の実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示する模式的な断面図である。

[図9C]第1の実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示する模式的な断面図である。

[図9D]第1の実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示する模式的な断面図である。

[図10]第1の実施形態の画像表示装置の製造方法の変形例の一部を例示する模式的な断面図である。

[図11]第1の実施形態の変形例の画像表示装置の製造方法の一部を例示する模式的な断面図である。

[図12]第1の実施形態の画像表示装置を例示する模式的な斜視図である。

[図13]第1の実施形態の変形例の画像表示装置を例示する模式的な斜視図である。

[図14]第2の実施形態に係る画像表示装置の一部を例示する模式的な断面図である。

[図15]第2の実施形態の画像表示装置を例示する模式的なブロック図である。

[図16A]第2の実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示する模式的な断面図である。

[図16B]第2の実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示する模式的な断面図である。

[図17A]第2の実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示する模式的な断面図である。

[図17B]第2の実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示する模式的な断面図である。

[図18]第2の実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示する模式的な断面図である。

[図19]第3の実施形態に係る画像表示装置の一部を例示する模式的な断面図である。

[図20A]第3の実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示する模式的な断面図である。

[図20B]第3の実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示する模式的な断面図である。

[図21A]第3の実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示する模式的な断面図である。

[図21B]第3の実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示する模式的な断面図である。

[図22A]第3の実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示する模式的な断面図である。

[図22B]第3の実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示する模式的な断面図である。

[図23A]第3の実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示する模式的な断面図である。

[図23B]第3の実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示する模式的な断面図である。

[図24]第4の実施形態に係る画像表示装置の一部を例示する模式的な断面図である。

[図25A]第4の実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示する模式的な断面図である。

[図25B]第4の実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示する模式的な断面図である。

[図26A]第4の実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示する模式的な断面図である。

[図26B]第4の実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示する模式的な断面図である。

[図27]第5の実施形態に係る画像表示装置の一部を例示する模式的な断面図である。

[図28A]第5の実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示する模式的な断面図である。

[図28B]第5の実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示する模式的な断面図である。

[図29]第6の実施形態に係る画像表示装置の一部を例示する模式的な断面図である。

[図30]第6の実施形態の画像表示装置の一部を例示する模式的な断面図である。

[図31]第7の実施形態に係る画像表示装置の一部を例示する模式的な断面図である。

[図32]第7の実施形態の画像表示装置の一部を例示する模式的な断面図である。

[図33]第8の実施形態に係る画像表示装置を例示するブロック図である。

[図34]第8の実施形態の変形例に係る画像表示装置を例示するブロック図で

ある。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、図面を参照しつつ、本発明の実施形態について説明する。

なお、図面は模式的または概念的なものであり、各部分の厚みと幅との関係、部分間の大きさの比率などは、必ずしも現実のものと同じとは限らない。また、同じ部分を表す場合であっても、図面により互いの寸法や比率が異なって表される場合もある。

なお、本願明細書と各図において、既出の図に関して前述したものと同様の要素には、同一の符号を付して詳細な説明を適宜省略する。

[0017] (第1の実施形態)

図1は、本実施形態に係る画像表示装置の一部を例示する模式的な断面図である。

図1には、本実施形態の画像表示装置のサブピクセル20の構成が模式的に示されている。

以下では、XYZの3次元座標系を用いて説明することがある。発光素子150は、後述する図12および図13に示すように、2次元平面状に配列されている。発光素子150は、サブピクセル20ごとに設けられている。サブピクセル20が配列された2次元平面をXY平面とする。サブピクセル20は、X軸方向およびY軸方向に沿って配列されている。図1は、後述の図4のAA'線における矢視断面を表しており、XY平面に垂直な複数の平面における断面を1つの平面上でつなげた断面図としている。他の図においても、図1のように、XY平面に垂直な複数の平面における断面図では、X軸およびY軸は図示されず、XY平面に垂直なZ軸が示されている。つまり、これらの図では、Z軸に垂直な平面がXY平面とされている。

[0018] 以下では、Z軸の正方向を「上」や「上方」、Z軸の負方向を「下」や「下方」のようにいうことがあるが、Z軸に沿う方向は、必ずしも重力がかかる方向に限定するものではない。Z軸に沿った方向の長さを高さということがある。

- [0019] サブピクセル20は、XY平面にほぼ平行な発光面151Sを有している。発光面151Sは、主として、XY平面に直交するZ軸の負方向に向かって光を放射する面である。本実施形態、その変形例、後述するすべての実施形態およびそれらの変形例においては、発光面は、主としてZ軸の負方向に向かって光を放射する。
- [0020] 図1に示すように、画像表示装置のサブピクセル20は、基板（第1部材）102と、トランジスタ（回路素子）103と、第1配線層110と、第1層間絶縁膜（第1絶縁膜）112と、グラフェンシート140aと、発光素子150と、第2層間絶縁膜（第2絶縁膜）156と、ビア（第1ビア）161dと、第2配線層160と、を含む。サブピクセル20は、カラーフィルタ180をさらに含む。
- [0021] 本実施形態では、トランジスタ103は、基板102の一方の面（第1面）102a上に設けられている。基板102の他方の面102bには、カラーフィルタ180が設けられている。基板102は、透光性を有しており、たとえばガラス基板である。
- [0022] トランジスタ103は、面102a上に設けられたTFT下層膜106上に形成されている。トランジスタ103は、たとえば、薄膜トランジスタ（Thin Film Transistor、TFT）である。トランジスタ103は、絶縁膜108で覆われており、絶縁膜108は、絶縁膜108上に設けられた第1配線層110とともに、第1層間絶縁膜112に覆われている。
- [0023] 発光素子150は、グラフェンシート140aを介して、第1層間絶縁膜112上に設けられている。発光素子150は、発光素子150よりも下層に設けられたトランジスタ103によって駆動され光を放射する。発光素子150から放射された光は、第1層間絶縁膜112、絶縁膜108、絶縁層105、TFT下層膜106および基板102を介して、カラーフィルタ180に入射される。カラーフィルタ180に入射された光は、カラーフィルタ180によって所望の波長を有する光に変換されて外部に放射される。本実施形態では、このように、発光素子150から放射された光は、Z軸の負

方向に進行して外部に放射される。後述する変形例や他の実施形態についても同様である。

[0024] 以下、サブピクセル20の構成について、詳細に説明する。

カラーフィルタ180は、遮光部181と色変換部182とを含む。色変換部182は、発光素子150の発光面151Sの下方で、発光面151Sの形状に応じて設けられている。カラーフィルタ180では、色変換部182以外の部分は、遮光部181とされている。遮光部181は、いわゆるブラックマトリクスであり、隣接する色変換部182から発光される光の混色等による滲みを低減し、くっきりとした画像を表示することを可能にする。

[0025] 色変換部182は、1層または2層以上とされる。図1には、色変換部182が2層の場合が示されている。色変換部182が1層であるか2層であるかは、サブピクセル20が発光する光の色、すなわち波長によって決定される。サブピクセル20の発光色が赤の場合には、好ましくは、色変換部182は、色変換層183および赤色の光を通過させるフィルタ層184の2層とされる。サブピクセル20の発光色が緑の場合には、好ましくは、色変換部182は、色変換層183および緑色の光を通過させるフィルタ層184の2層とされる。サブピクセル20の発光色が青の場合には、好ましくはフィルタ層184の1層とされる。

[0026] 色変換部182が2層の場合には、一方の層が色変換層183であり、他方の層がフィルタ層184である。色変換層183は、フィルタ層184上に積層されており、色変換層183は、フィルタ層184よりも発光素子150に近い位置に設けられている。

[0027] 色変換層183は、発光素子150が発光する光の波長を所望の波長に変換する。赤色を発光するサブピクセル20の場合には、発光素子150の波長である $467\text{ nm} \pm 30\text{ nm}$ の光を、たとえば $630\text{ nm} \pm 20\text{ nm}$ 程度の波長の光に変換する。緑色を発光するサブピクセル20の場合には、発光素子150の波長である $467\text{ nm} \pm 30\text{ nm}$ の光を、たとえば $532\text{ nm} \pm 20\text{ nm}$ 程度の波長の光に変換する。

- [0028] 赤色や緑色を発光するサブピクセルのフィルタ層184は、色変換層183で色変換されずに残存した青色発光の波長成分を遮断する。青色を発光するサブピクセルのフィルタ層184は、青色以外の光の波長成分を遮断する。
- [0029] サブピクセル20が発光する光の色が青色の場合には、色変換層183を介してもよいし、色変換層183を介さずにフィルタ層184を介して出力するようにしてもよい。発光素子150が発光する光の波長が467nm±30nm程度の場合には、色変換層183を介さずに光を出力してもよい。発光素子150が発光する光の波長を410nm±30nmとする場合には、出力する光の波長を467nm±30nm程度に変換するために、色変換層183を設けることが好ましい。
- [0030] 青色のサブピクセル20の場合であっても、サブピクセル20は、フィルタ層184を有してもよい。青色のサブピクセル20に青色の光が透過するフィルタ層184を設けることによって、発光素子150の表面で生じる青色の光以外の微小な外光反射が抑制される。
- [0031] カラーフィルタ180は、基板102の面102bに接して設けられ、TFT下層膜106は、面102bの反対側の面102a上にわたって設けられている。トランジスタ103は、TFT下層膜106上に設けられている。TFT下層膜106は、トランジスタ103の形成時に平坦性を確保するとともに、加熱処理時にトランジスタ103のTFTチャネルを汚染等から保護するために設けられている。TFT下層膜106は、SiO₂等の絶縁膜であり、透光性を有している。
- [0032] TFT下層膜106上には、トランジスタ103のほか、他のトランジスタやキャパシタ等の回路素子が形成され、配線等によって回路101を構成している。たとえば、後述する図3において、トランジスタ103は、駆動トランジスタ26に対応する。その他、図3において、選択トランジスタ24やキャパシタ28等が回路素子である。回路101は、TFTチャネル104、絶縁層105、絶縁膜108、ビア111s, 111dおよび第1配

線層110を含むものとする。

- [0033] トランジスタ103は、この例では、pチャネルのTFTである。トランジスタ103は、TFTチャネル104と、ゲート107と、を含む。TFTチャネル104は、好ましくは、低温ポリシリコン (Low Temperature Poly Silicon、LTPS) プロセスによって形成されている。LTPSプロセスでは、TFTチャネル104は、TFT下層膜106上に形成されたアモルファスSiの領域を多結晶化し、活性化することによって形成される。たとえば、アモルファスSiの領域の多結晶化、活性化には、レーザによるレーザアニーリングが用いられる。LTPSプロセスによって形成されたTFTは、十分高い移動度を有する。
- [0034] TFTチャネル104は、領域104s、104i、104dを含む。領域104s、104i、104dは、いずれもTFT下層膜106上に設けられている。領域104iは、領域104sと領域104dとの間に設けられている。領域104s、104dは、ホウ素(B)やフッ化ホウ素(BF)等の不純物が含有されており、p形半導体領域を形成している。領域104sは、ビア111sとオーミック接続され、領域104dは、ビア111dとオーミック接続されている。
- [0035] 絶縁層105は、TFT下層膜106およびTFTチャネル104上に設けられている。絶縁層105は、たとえばSiO₂である。絶縁層105は、SiO₂やSi₃N₄等を含む多層の絶縁層であってもよい。
- [0036] ゲート107は、絶縁層105を介して、TFTチャネル104上に設けられている。絶縁層105は、TFTチャネル104とゲート107とを絶縁するとともに、隣接する他の回路素子から絶縁するために設けられている。領域104sよりも低い電位がゲート107に印加されると、領域104iにチャンネルが形成されることによって、領域104s、104d間に流れる電流を制御することができる。
- [0037] ゲート107は、たとえば多結晶Siで形成されていてもよいし、W、Mo等の高融点金属で形成されていてもよい。ゲート107は、多結晶Si膜

によって形成される場合には、たとえばCVD等によって形成される。

- [0038] 絶縁膜108は、絶縁層105およびゲート107上に設けられている。絶縁膜108は、たとえばSiO₂やSi₃N₄等の無機膜である。好ましくは、絶縁膜108は、SiO₂およびSi₃N₄等の積層膜である。絶縁膜108は、隣接して配置されたトランジスタ103等の回路素子を互いに分離するために設けられている。絶縁膜108は、第1配線層110を形成するのに支障のない程度の平坦度を有する面を提供する。絶縁膜108、絶縁層105およびTFET下層膜106は、透光性を有している。
- [0039] 第1配線層110は、絶縁膜108上に設けられている。第1配線層110は、電位の異なり得る複数の配線を含むことができる。第1配線層110は、配線110s, 110dを含む。配線110s, 110dは、分離して形成されており、異なる電位に接続することができる。
- [0040] 図1以降の断面図においては、特に断らない限り、配線層を表す符号は、その配線層を構成する配線の横に表示されるものとする。図1の場合には、たとえば、第1配線層110の符号は、配線110sの横に表示されている。
- [0041] 配線110sは、領域104sの上方に設けられている。配線110sは、たとえば後述する図3に示される電源線3に接続されている。配線110dは、領域104dの上方に設けられている。配線110dには、ビア161dの一端が接続されている。ビア161dの他端は、第2配線層160に接続されている。
- [0042] ビア111s, 111dは、絶縁膜108および絶縁層105を貫通して設けられている。ビア111sは、配線110sと領域104sとの間に設けられ、配線110sおよび領域104sを電氣的に接続している。ビア111dは、配線110dと領域104dとの間に設けられ、配線110dおよび領域104dを電氣的に接続している。
- [0043] 配線110sは、ビア111sを介して、領域104sに接続されている。領域104sは、トランジスタ103のソース領域である。したがって、

トランジスタ103のソース領域は、ビア111sおよび配線110sを介して、たとえば図3の回路の電源線3に電氣的に接続される。

[0044] 配線110dは、ビア111dを介して、領域104dに接続されている。領域104dは、トランジスタ103のドレイン領域である。したがって、トランジスタ103のドレイン領域は、ビア111d、配線110dおよびビア161dを介して、第2配線層160に電氣的に接続される。

[0045] 第1層間絶縁膜112は、絶縁膜108および第1配線層110上を覆って設けられている。第1層間絶縁膜112は、後述する製造方法において説明するように、グラフェン層を形成し、グラフェン層上に半導体層を結晶成長させるための平坦化面112Fを提供する。第1層間絶縁膜112は、透光性を有する有機材料で形成されており、たとえば、透明樹脂で形成される。透明樹脂は、たとえば、SOG (Spin On Glass) 等のシリコン系樹脂やノボラック型フェノール系樹脂等とすることができる。

[0046] 平坦化面112F上には、発光素子150ごとにグラフェンシート140aが設けられている。発光面151Sは、グラフェンシート140aに接している。発光素子150は、グラフェンシート140aを介して、平坦化面112F上に設けられている。グラフェンシート140aのXY平面視での外周は、発光素子150のXY平面視での外周にほぼ一致する。グラフェンシート140aの厚さは、十分に薄いため、グラフェンシート140aは、光を透過することができる。

[0047] グラフェンシート140aは、図6B以降の図に関連して後述するように、グラフェン層1140をエッチングすることによって形成される。グラフェン層1140は、発光素子150を形成するためのシードとして用いられる。

[0048] 発光素子150は、発光面151Sの反対側に設けられた天面153Uを含む。この例では、発光面151Sおよび天面153UのXY平面視での外周形状は、方形または長方形であり、発光素子150は、グラフェンシート140aを介して平坦化面112F上に設けられた、たとえば角柱状の素子

である。角柱の断面は、五角形以上の多角形でもよい。発光素子150は、角柱状の素子に限らず、円柱状の素子であってもよい。

[0049] 発光素子150は、n形半導体層151と、発光層152と、p形半導体層153と、を含む。n形半導体層151、発光層152およびp形半導体層153は、発光面151Sから天面153Uに向かってこの順に積層されている。発光面151Sは、n形半導体層151によって提供される。発光素子150は、グラフェンシート140a、第1層間絶縁膜112、絶縁膜108、絶縁層105、TFT下層膜106、基板102およびカラーフィルタ180を介して、Z軸の負方向に光を放射する。

[0050] n形半導体層151は、接続部151aを含む。接続部151aは、平坦化面112F上をグラフェンシート140aとともに、n形半導体層151から一方向に突出するように設けられている。接続部151aの発光面151Sからの高さは、n形半導体層151の発光面151Sからの高さと同じか、n形半導体層151の発光面151Sからの高さよりも低い。接続部151aは、n形半導体層151の一部である。接続部151aは、ビア161kの一端に接続されて、n形半導体層151は、接続部151aを介して、ビア161kに電氣的に接続される。

[0051] 発光素子150が角柱状の形状の場合には、発光素子150のXY平面視の形状は、たとえばほぼ正方形または長方形である。発光素子150のXY平面視の形状が方形を含む多角形の場合には、発光素子150の角部は丸くてもよい。発光素子150のXY平面視の形状が円柱状の形状の場合には、発光素子150のXY平面視の形状は、円形に限らず、たとえば楕円形であってもよい。平面視での発光素子の形状や配置等を適切に選定することによって、配線レイアウト等の自由度が向上する。

[0052] 発光素子150には、たとえば、 $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ ($0 \leq x$ 、 $0 \leq y$ 、 $x+y < 1$)等の発光層を含む窒化ガリウム系化合物半導体が好適に用いられる。以下では、上述の窒化ガリウム系化合物半導体を、単に窒化ガリウム(GaN)と呼ぶことがある。本発明の一実施形態における発光素子1

50は、いわゆる発光ダイオードである。発光素子150が発光する光の波長は、近紫外域から可視光域の範囲の波長であればよく、たとえば467nm±30nm程度である。発光素子150が発光する光の波長は、410nm±30nm程度の青紫発光としてもよい。発光素子150が発光する光の波長は、上述の値に限らず、適切なものとすることができる。

[0053] 第2層間絶縁膜156は、平坦化面112F、グラフェンシート140aおよび発光素子150を覆っている。第2層間絶縁膜156は、隣接して配置された他の発光素子150を分離する。第2層間絶縁膜156は、発光素子150を覆うことによって、周囲環境から、発光素子150を保護する。第2層間絶縁膜156の表面は、第2層間絶縁膜156上に第2配線層160を形成できる程度の平坦性があればよい。

[0054] 第2層間絶縁膜156は、有機絶縁材料によって形成されている。第2層間絶縁膜156に用いられる有機絶縁材料は、好ましくは光反射性を有する樹脂であり、たとえば白色樹脂である。第2層間絶縁膜156を白色樹脂とすることによって、発光素子150の横方向の出射光を反射し、発光面151S側に誘導することができるので、発光素子150の発光効率を実質的に向上することが可能である。

[0055] 白色樹脂は、SOG等のシリコン系樹脂やノボラック型フェノール系樹脂等の透明樹脂に、ミー(Mie)散乱効果を有する散乱性微粒子を分散させることによって形成される。散乱性微粒子は、無色または白色であり、発光素子150が発光する光の波長の1/10程度から数倍程度の直径を有する。好適に用いられる散乱性微粒子は、光の波長の1/2程度の直径を有する。たとえば、このような散乱性微粒子としては、TiO₂、Al₂O₃、ZnO等が挙げられる。

[0056] 上述の他、白色樹脂は、透明樹脂内に分散された多数の微細な空孔などを活用することによっても、形成されることができる。第2層間絶縁膜156を白色化する場合には、SOG等に重ねて、たとえば、ALD(Atomic-Layer-Deposition)やCVDで形成されたSiO₂膜等を用いてもよい。

- [0057] 第2層間絶縁膜156は、黒色樹脂であってもよい。第2層間絶縁膜156を黒色樹脂とすることによって、サブピクセル20内における光の散乱が抑制され、迷光がより効果的に抑制される。迷光が抑制された画像表示装置は、よりくっきりとした画像を表示することが可能である。
- [0058] 第2配線層160は、第2層間絶縁膜156上に設けられている。第2配線層160は、電位の異なり得る複数の配線を含むことができる。第2配線層160は、配線160d、160kを含む。配線160d、160kは、分離して形成されており、異なる電位に接続することができる。
- [0059] 天面153Uの上方に設けられている配線160dと天面153Uとの間に接続部材161aが設けられており、天面153Uは、接続部材161aによって配線160dに接続されている。配線160dは、配線110dの上方にも設けられている。配線160kは、接続部151aの上方に設けられている。配線160kは、たとえば図3の回路の接地線4に接続される。
- [0060] ビア161dは、第2層間絶縁膜156および第1層間絶縁膜112を貫通して配線110dに達するように設けられている。ビア161dは、配線（第1配線）160dと配線110dとの間に設けられ、配線160dと配線110dとを電氣的に接続する。したがって、p形半導体層153は、接続部材161a、配線160d、ビア161d、配線110dおよびビア111dを介して、トランジスタ103のドレイン領域に電氣的に接続されている。
- [0061] ビア（第2ビア）161kは、第2層間絶縁膜156を貫通し、接続部151aに達するように設けられている。ビア161kは、配線（第2配線）160kと接続部151aとの間に設けられ、配線160kと接続部151aとを接続する。したがって、n形半導体層151は、接続部151a、ビア161kおよび配線160kを介して、たとえば図3の回路の接地線4に電氣的に接続される。
- [0062] 第1配線層110、接続部材161aおよびビア111s、111d、161d、161kは、たとえばAlやAlの合金、AlとTi等との積層膜

等によって形成されている。たとえば、A₁とT_iの積層膜では、T_iの薄膜上にA₁が積層され、さらにA₁上にT_iが積層されている。

[0063] 外部の環境から保護するために、第2層間絶縁膜156および第2配線層160上にわたって、保護層をさらに設けるようにしてもよい。

[0064] (変形例1)

図2は、本実施形態の変形例に係る画像表示装置の一部を例示する模式的な断面図である。

図2に示すように、本変形例の画像表示装置のサブピクセル20aは、カラーフィルタ180の一部が、グラフェンシート140a1、第1層間絶縁膜112、絶縁膜108、絶縁層105、TFT下層膜106および基板102を貫通して設けられている。この例では、カラーフィルタ180の一部は、色変換層183である。発光面151Sは、グラフェンシート140a1および色変換層183上にわたって、設けられている。したがって、発光素子150が出射した光は、発光面151Sを介して、直接、色変換層183に入射され、フィルタ層184を経由して、外部に放射される。

[0065] トランジスタ103を含む回路101の各要素は、基板102を介して、カラーフィルタ180の遮光部181上に設けられている。

[0066] 色変換層183は、グラフェンシート140a1、第1層間絶縁膜112、絶縁膜108、絶縁層105、TFT下層膜106および基板102を貫通して発光面151Sに達する開口を充填し、開口の壁面158Wおよび発光面151Sを覆って設けられている。本変形例では、発光素子150から出射された光が、直接、カラーフィルタ180に入射されるので、カラーフィルタ180に到達するまでに強度の減衰を抑制することができる。

[0067] 本変形例では、基板102の面102b、壁面158Wおよび発光面151S上にわたってカラーフィルタ180を設ける構成としたが、たとえば後述する第3の実施形態の場合のように、カラーフィルタ180上に、基板102を介さずに、トランジスタ103等の回路101の要素を設けるようにしてもよい。

[0068] 第1層間絶縁膜112および絶縁膜108を、第2層間絶縁膜156と同様に白色樹脂等の光反射性を有する材料で形成してもよい。これにより、色変換層183を進行する光が第1層間絶縁膜112や絶縁膜108に漏れるのを防止し、強度の減衰を抑制することができる。

[0069] グラフェンシート140a1の厚さは、高い光の透過率を有するように十分に薄くすることができるので、色変換層183がグラフェンシートを貫通しないように設けるようにしてもよい。

[0070] 図3は、本実施形態に係る画像表示装置を例示する模式的なブロック図である。

図3に示すように、本実施形態の画像表示装置1は、表示領域2を備える。表示領域2には、サブピクセル20が配列されている。サブピクセル20は、たとえば格子状に配列されている。たとえば、サブピクセル20は、X軸に沿ってn個配列され、Y軸に沿ってm個配列される。

[0071] ピクセル10は、異なる色の光を発光する複数のサブピクセル20を含む。サブピクセル20Rは、赤色の光を発光する。サブピクセル20Gは、緑色の光を発光する。サブピクセル20Bは、青色の光を発光する。3種類のサブピクセル20R、20G、20Bが所望の輝度で発光することによって、1つのピクセル10の発光色および輝度が決定される。

[0072] 1つのピクセル10は、3つのサブピクセル20R、20G、20Bを含んでおり、サブピクセル20R、20G、20Bは、たとえば図3に示すように、X軸上を直線状に配列されている。各ピクセル10は、同じ色のサブピクセルが同じ列に配列されていてもよいし、この例のように、列ごとに異なる色のサブピクセルが配列されていてもよい。

[0073] 画像表示装置1は、電源線3および接地線4をさらに有する。電源線3および接地線4は、サブピクセル20の配列に沿って、格子状に布線されている。電源線3および接地線4は、各サブピクセル20に電氣的に接続され、電源端子3aとGND端子4aとの間に接続された直流電源から各サブピクセル20に電力を供給する。電源端子3aおよびGND端子4aは、電源線

3および接地線4の端部にそれぞれ設けられ、表示領域2の外部に設けられた直流電源回路に接続される。電源端子3aは、GND端子4aを基準にして正の電圧が供給される。

[0074] 画像表示装置1は、走査線6および信号線8をさらに有する。走査線6は、X軸に平行な方向に布線されている。つまり、走査線6は、サブピクセル20の行方向の配列に沿って布線されている。信号線8は、Y軸に平行な方向に布線されている。つまり、信号線8は、サブピクセル20の列方向の配列に沿って布線されている。

[0075] 画像表示装置1は、行選択回路5および信号電圧出力回路7をさらに有する。行選択回路5および信号電圧出力回路7は、表示領域2の外縁に沿って設けられている。行選択回路5は、表示領域2の外縁のY軸方向に沿って設けられている。行選択回路5は、各列のサブピクセル20に走査線6を介して電氣的に接続され、各サブピクセル20に選択信号を供給する。

[0076] 信号電圧出力回路7は、表示領域2の外縁のX軸方向に沿って設けられている。信号電圧出力回路7は、各行のサブピクセル20に信号線8を介して電氣的に接続され、各サブピクセル20に信号電圧を供給する。

[0077] サブピクセル20は、発光素子22と、選択トランジスタ24と、駆動トランジスタ26と、キャパシタ28と、を含む。図3および後述する図4において、選択トランジスタ24はT1と表示され、駆動トランジスタ26はT2と表示され、キャパシタ28はCmと表示されることがある。

[0078] 発光素子22は、駆動トランジスタ26と直列に接続されている。本実施形態では、駆動トランジスタ26はpチャネルのTFTであり、駆動トランジスタ26のドレイン電極に、発光素子22のアノード電極が接続されている。駆動トランジスタ26および選択トランジスタ24の主電極は、ドレイン電極およびソース電極である。発光素子22のアノード電極は、p形半導体層に接続されている。発光素子22のカソード電極は、n形半導体層に接続されている。発光素子22および駆動トランジスタ26の直列回路は、電源線3と接地線4との間に接続されている。駆動トランジスタ26は、図1

におけるトランジスタ103に対応し、発光素子22は、図1における発光素子150に対応する。発光素子22に流れる電流は、駆動トランジスタ26のゲートソース間に印加される電圧によって決定され、発光素子22は、発光素子22に流れる電流に応じた輝度で発光する。

[0079] 選択トランジスタ24は、駆動トランジスタ26のゲート電極と信号線8との間に主電極を介して接続されている。選択トランジスタ24のゲート電極は、走査線6に接続されている。駆動トランジスタ26のゲート電極と電源線3との間には、キャパシタ28が接続されている。

[0080] 行選択回路5は、m行のサブピクセル20の配列から、1行を選択して走査線6に選択信号を供給する。信号電圧出力回路7は、選択された行の各サブピクセル20に必要なアナログ電圧値を有する信号電圧を供給する。選択された行のサブピクセル20の駆動トランジスタ26のゲートソース間には、信号電圧が印加される。信号電圧は、キャパシタ28によって保持される。駆動トランジスタ26は、信号電圧に応じた電流を発光素子22に流す。発光素子22は、流れた電流に応じた輝度で発光する。

[0081] 行選択回路5は、選択する行を順次切り替えて選択信号を供給する。つまり、行選択回路5は、サブピクセル20が配列された行を走査する。順次走査されたサブピクセル20の発光素子22には、信号電圧に応じた電流が流れて発光する。サブピクセル20は、発光素子22の流れる電流によって輝度が決定される。サブピクセル20は、決定された輝度にもとづく階調で発光し、表示領域2に画像が表示される。

[0082] 図4は、本実施形態の画像表示装置の一部を例示する模式的な平面図である。

図4では、AA'線は、図1等の断面図における切断線を表している。本実施形態では、発光素子150および駆動用のトランジスタ103は、第1層間絶縁膜112および第2層間絶縁膜156を介して、Z軸方向に積層されている。発光素子150は、図3では発光素子22に対応する。駆動用のトランジスタ103は、図3では駆動トランジスタ26に対応し、T2とも表

記される。

- [0083] 図4に示すように、発光素子150のアノード電極は、図1に示したp形半導体層153によって提供される。p形半導体層153の天面153U上には、接続部材161aが設けられている。p形半導体層153は、接続部材161aを介して、配線160dに接続されている。配線160dは、コンタクトホール161d1によってビア161dに接続され、配線160dは、ビア161dを介して、下層に設けられた配線110dに接続される。
- [0084] 配線110dは、図1に示したビア111dを介して、トランジスタ103のドレイン電極に接続されている。トランジスタ103のドレイン電極は、TFTチャネル104の一部であり、図1に示した領域104dである。トランジスタ103のソース電極は、図1に示したビア111sを介して、配線110sに接続されている。トランジスタ103のソース電極は、図1に示した領域104sである。この例では、第1配線層110は、電源線3を含んでおり、配線110sは、電源線3に接続されている。
- [0085] 発光素子150のカソード電極は、接続部151aによって提供される。接続部151aは、トランジスタ103や第1配線層110よりも上層に設けられている。接続部151aは、ビア161kを介して、配線160kに電氣的に接続される。より具体的には、ビア161kの一端は、接続部151aに接続されている。ビア161kの他端は、コンタクトホール161k1を介して、配線160kに接続されている。配線160kは、接地線4に接続されている。
- [0086] このように、発光素子150は、ビア161dを用いることによって、発光素子150よりも下層に設けられた第1配線層110を第2配線層160に電氣的に接続されることができる。発光素子150は、ビア161kを用いることによって、第2配線層160よりも下方に設けられた接続部151aを第2配線層160に電氣的に接続されることができる。
- [0087] 本実施形態の画像表示装置の製造方法について説明する。
図5A～図8は、本実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示する

模式的な断面図である。

図5 Aに示すように、本実施形態の画像表示装置の製造方法では、基板102が準備される。基板102は、透光性基板であり、たとえば、1500mm×1800mm程度のほぼ長方形のガラス基板である。TFT下層膜106は、一方の面（第1面）102a上に形成される。TFT下層膜106は、たとえばCVD法によって形成される。形成されたTFT下層膜106上に、Si層1104が形成される。Si層1104は、成膜時にはアモルファスSiの層であり、成膜後に、たとえばエキシマレーザパルスを複数回走査することによって多結晶化されたSi層1104が形成される。

[0088] 図5 Bに示すように、TFT下層膜106上の所定の位置に、トランジスタ103が形成される。たとえば、LTPSプロセスでは、トランジスタ103は、次のようにして形成される。

[0089] 図5 Aに示した多結晶化されたSi層1104は、図4で示したトランジスタ103のようにアイランド状に加工され、TFTチャネル104が形成される。TFT下層膜106およびTFTチャネル104を覆うように絶縁層105が形成される。絶縁層105は、ゲート絶縁膜として機能する。TFTチャネル104上に絶縁層105を介して、ゲート107が形成される。ゲート107に対して、B等の不純物を選択的にドーピングし、熱活性化することによって、トランジスタ103は形成される。領域104s、104dは、p形の活性領域とされ、それぞれトランジスタ103のソース領域、ドレイン領域として機能する。領域104iは、n形の活性領域とされ、チャネルとして機能する。

[0090] 図6 Aに示すように、絶縁膜108は、絶縁層105およびゲート107を覆うように形成される。絶縁膜108の形成には、絶縁膜108の材質に応じて適切な製法が適用される。たとえば、絶縁膜108がSiO₂で形成される場合には、ALDやCVD等の技術が用いられる。

[0091] 絶縁膜108の平坦度は、第1配線層110を形成することができる程度でよく、必ずしも平坦化工程を行わなくてもよい。絶縁膜108に平坦化工

程を施さない場合には、平坦化工程のための工程数を削減することができる。

[0092] 絶縁膜108および絶縁層105を貫通してビア111s, 111dが形成される。ビア111sは、領域104sに達するように形成される。ビア111dは、領域104dに達するように形成される。ビア111s, 111dを形成するためのビアホール形成には、たとえばRIE等が用いられる。

[0093] 配線110s, 110dを含む第1配線層110は、絶縁膜108上に形成される。配線110sは、ビア111sの一端に接続される。配線110dは、ビア111dの一端に接続される。第1配線層110は、ビア111s, 111dの形成と同時に形成されてもよい。

[0094] 第1層間絶縁膜（第1絶縁膜）112は、絶縁膜108および第1配線層110上を覆って形成される。第1層間絶縁膜112は、化学機械研磨（Chemical Mechanical Polishing、CMP）等によって表面を平坦化し、平坦化面112Fが形成される。

[0095] このようにして、駆動回路基板（第1基板）100が形成される。駆動回路基板100の製造工程は、この後に説明する半導体層の形成工程以降の工程とは別のプラントで実行されてもよいし、同じプラントで実行されてもよい。

[0096] 図6Bに示すように、グラフェン層1140は、平坦化面112F上に形成される。グラフェン層1140は、グラフェンを含む層であり、好ましくは、単層のグラフェンの層が、数層から10層程度、積層されて形成されている。適切な大きさおよび形状に裁断されたグラフェン層1140は、平坦化面112F上の所定の位置に配置され、平坦化面112Fの平坦性によって、平坦化面112Fに吸着される。グラフェン層1140は、たとえば、接着剤等によって平坦化面112F上に接着されてもよい。

[0097] 裁断されたグラフェン層1140のXY平面視での外周は、後述の図7Aに示す半導体層1150のXY平面視での外周に応じて決定される。グラフ

エン層 1140 の XY 平面視での外周および半導体層 1150 の XY 平面視での外周は、後述する図 7 B の発光素子 150 の XY 平面視での外周を十分に含むように設定される。つまり、発光素子 150 の外周は、XY 平面視で、グラフェン層 1140 の外周以内かつ半導体層 1150 の外周以内に配置される。

[0098] 図 7 A に示すように、半導体層 1150 は、グラフェン層 1140 上にわたって形成される。半導体層 1150 は、グラフェン層 1140 の側から Z 軸の正方向に向かって n 形半導体層 1151、発光層 1152 および p 形半導体層 1153 の順に形成される。半導体層 1150 は、たとえば、Ga N を含み、より詳細には、 $In_x Al_y Ga_{1-x-y} N$ ($0 \leq X$ 、 $0 \leq Y$ 、 $X + Y < 1$) 等を含む。半導体層 1150 の成長初期には結晶格子の不整合に起因する結晶欠陥が生じ易く、Ga N を主成分とする結晶は、一般に n 形半導体特性を示す。そのため、n 形半導体層 1151 からグラフェン層 1140 上に成長させることによって、歩留りを向上させることが可能になる。

[0099] 半導体層 1150 の形成には、蒸着、イオンビームデポジション、分子線エピタキシ (Molecular Beam Epitaxy、MBE) やスパッタ等の物理気相成長化法が用いられ、好ましくは低温スパッタ法が用いられる。低温スパッタ法では、成膜時に、光やプラズマでアシストすると、より低温とすることができるので好ましい。MOCVD によるエピタキシャル成長では、1000 °C を超える場合がある。これに対して、低温スパッタ法では、400 °C 程度 ~ 700 °C 程度の低温で、発光層を含む Ga N の結晶をグラフェン層 1140 上にエピタキシャル成長可能であることが知られている (非特許文献 1、2 等参照)。駆動回路基板 100 は、たとえばガラス性の基板 102 上に形成されており、低温スパッタ法は、駆動回路基板 100 上に半導体層 1150 を形成するのに整合的である。

[0100] 適切な成膜技術を用いて、グラフェン層 1140 上に Ga N の半導体層 1150 を成長させることによって、グラフェン層 1140 上には、発光層 1152 を含む単結晶化された半導体層 1150 が形成される。半導体層 11

50は、図7Aの2点鎖線で示した領域内に形成される。

- [0101] 半導体層1150の成長過程においては、グラフェン層1140の存在しない平坦化面112F上には、成長種材料であるGa等を含む非結晶状態の堆積物1162が堆積する場合がある。この例では、堆積物1162は、平坦化面112FからZ軸の正方向に向かって、堆積物1162a、1162b、1162cの順に積層されている。堆積物1162aは、n形半導体層1151の形成時に堆積され、堆積物1162bは、発光層1152の形成時に堆積され、堆積物1162cは、p形半導体層1153の形成時に堆積されたことを示しているが、これに限るものではない。
- [0102] 半導体層1150は、グラフェン層1140上に直接形成される場合に限らず、グラフェン層1140上に形成されたバッファ層上に形成されてもよい。バッファ層を設けることによって、GaNの結晶成長を促進することができる場合がある。バッファ層は、光の透過性を損なわないように十分薄く形成することができ、GaNの結晶成長を促進させる材料であれば種類を問わず、絶縁材料でもよいし、金属材料等であってもよい。
- [0103] 図7Bに示すように、図7Aに示した半導体層1150は、エッチングにより加工され、発光素子150が形成される。
- [0104] 発光素子150の形成工程では、接続部151aが形成され、その後、さらにエッチングすることによって、他の部分が形成される。これによって、n形半導体層151から平坦化面112F上をX軸の正方向に突出する接続部151aを有する発光素子150を形成することができる。発光素子150の形成には、たとえばドライエッチングプロセスが用いられ、好適には、異方性プラズマエッチング(Reactive Ion Etching、RIE)が用いられる。
- [0105] 図7Aに示したグラフェン層1140は、発光素子150の形成時にオーバエッチングされて、グラフェンシート140aに成形される。このため、グラフェンシート140aのXY平面視での外周は、発光素子150のXY平面視での外周にほぼ一致する。

- [0106] 第2層間絶縁膜（第2絶縁膜）156は、平坦化面112F、グラフェンシート140aおよび発光素子150を覆うように形成される。
- [0107] 図8に示すように、ビア161d（第1ビア）は、第2層間絶縁膜156および第1層間絶縁膜112を貫通し、配線110dに達するビアホールを導電材料で埋め込むことによって形成される。ビア（第2ビア）161kは、第2層間絶縁膜156を貫通し、接続部151aに達するビアホールを導電材料で埋め込むことによって形成される。接続部材161aは、天面153Uに達するように形成されたコンタクトホールを導電材料で埋め込んで形成される。ビアホールやコンタクトホールの形成には、たとえばRIE等が用いられる。
- [0108] 配線160d、160kを含む第2配線層160は、第2層間絶縁膜156上に形成される。配線160dは、接続部材161aおよびビア161dの一端に接続される。配線160kは、ビア161kの一端に接続される。第2配線層160は、ビア161k、161dおよび接続部材161aの形成と同時に形成されてもよい。このようにして、配線160dと配線110dは、ビア161dによって電氣的に接続され、配線160kと接続部151aは、ビア161kによって電氣的に接続される。
- [0109] カラーフィルタの形成工程について説明する。
- 図9A～図9Dは、本実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示する模式的な断面図である。
- 図9A～図9Dには、カラーフィルタをインクジェット方式で形成する方法が示されている。
- [0110] 図9Aに示すように、構造体1192が準備される。構造体1192は、駆動回路基板100および発光素子150の他、図8に示した第2層間絶縁膜156、第2配線層160、ビア161d、161kおよび接続部材161aを含んでいる。
- [0111] 図9Bに示すように、面102b上の領域であって、発光面151SのXY平面視での外周を含まない領域に遮光部181が形成される。遮光部18

1は、たとえばスクリーン印刷やフォトリソグラフィ技術等を用いて形成される。

[0112] 図9Cに示すように、発光色に応じた蛍光体は、インクジェットノズルから噴出され、色変換層183を形成する。色変換層183を形成する蛍光体は、面102bに噴出される。蛍光体は、面102b上の遮光部181の間の領域も着色する。

[0113] 蛍光体は、たとえば一般的な蛍光体材料やペロブスカイト蛍光体材料、量子ドット蛍光体材料を用いた蛍光塗料が用いられる。ペロブスカイト蛍光体材料や量子ドット蛍光体材料を用いた場合には、各発光色を実現できるとともに、単色性が高く、色再現性を高くできるので好ましい。

[0114] インクジェットノズルからの噴射による描画の後、適切な温度および時間で乾燥処理を行う。

[0115] すでに説明したように、青色発光のサブピクセルについては、色変換部を形成しない場合には、色変換層183は形成されない。また、青色発光のサブピクセルについて、青色の色変換層を形成する際に、色変換部は1層でよい場合には、好ましくは、青色の蛍光体は、遮光部181によって形成された領域をすべて充填するように噴出量が設定される。

[0116] 図9Dに示すように、フィルタ層184のための塗料は、インクジェットノズルから噴出される。塗料は、蛍光体の塗膜に重ねて塗布される。遮光部181によって形成された領域をすべて充填するように噴出量が設定される。

[0117] カラーフィルタ180が形成された後、構造体1192は、カラーフィルタ180とともにダイシングされて画像表示装置が形成される。なお、カラーフィルタ180の形成工程は、構造体1192のダイシング後に行うようにしてもよい。

[0118] 図10は、本実施形態の画像表示装置の製造方法の変形例の一部を例示する模式的な断面図である。

図10には、フィルム形式のカラーフィルタ180aを形成する方法が示

されている。

図10では、矢印の上の図は、構造体1192を示している。矢印の下の図は、ガラス基板186、ガラス基板186に接着されたカラーフィルタ180aおよびカラーフィルタ180aを構造体1192に接着する透明薄膜接着層189を示している。矢印は、カラーフィルタ180aを、ガラス基板186および透明薄膜接着層189とともに構造体1192に貼り付ける状況を表している。

図10では、煩雑さを避けるために、構造体1192の一部の構成要素に関しては、その符号やその符号を含む構成要素自体の図示を省略している。図10において図示を省略している構造体1192内の構成要素は、図8に示されている。図8に示された構成要素は、駆動回路基板100内の回路101の各要素、ビア161d, 161kおよび第2配線層160である。

[0119] 図10に示すように、カラーフィルタ180aは、遮光部181aと、色変換層183R, 183G, 183Bと、フィルタ層184aと、を含む。遮光部181aは、インクジェット方式の場合の遮光部181と同様の機能を有している。色変換層183R, 183G, 183Bは、インクジェット方式の場合の色変換層183と同様の機能を有し、同様の材料で形成されている。色変換層183Rは、赤色の光を出力する変換層である。色変換層183Gは、緑色の光を出力する変換層である。色変換層183Bは、青色の光を出力する変換層である。フィルタ層184aもインクジェット方式の場合のフィルタ層184と同様の機能を有し、同様の材料で形成されている。

[0120] カラーフィルタ180aは、一方の面で構造体1192に接着される。カラーフィルタ180aの他方の面は、ガラス基板186に接着されている。カラーフィルタ180aの一方の面には、透明薄膜接着層189が設けられており、透明薄膜接着層189を介して、構造体1192の面102bに接着される。

[0121] フィルム形式のカラーフィルタ180aを用いたサブピクセルでは、上述の手順により、基板102とカラーフィルタ180aとの間に透明薄膜接着

層 1 8 9 が形成されている。

[0122] 図 2 に示した変形例の画像表示装置の場合には、以下のようにカラーフィルタが形成される。

図 1 1 は、本変形例の画像表示装置の製造方法を例示する模式的な断面図である。

変形例の場合には、カラーフィルタを形成する工程を実行する前に、図 1 1 に関連して説明する工程を実行する。図 1 1 の工程は、図 8 に関連して説明した工程に続いて実行される。

図 1 1 に示すように、開口 1 5 8 が形成される。開口 1 5 8 は、基板 1 0 2 の面 1 0 2 b から発光面 1 5 1 S を露出するように形成される。より具体的には、開口 1 5 8 は、基板 1 0 2、T F T 下層膜 1 0 6、絶縁層 1 0 5、絶縁膜 1 0 8、第 1 層間絶縁膜 1 1 2 および図 8 に示したグラフェンシート 1 4 0 a のそれぞれの一部を順次除去することによって形成される。開口 1 5 8 は、材質に応じた溶媒を用いたウェットエッチング等により形成される。

[0123] その後、図 9 A ~ 図 9 D に関連して説明した方法によって、インクジェット方式でカラーフィルタが形成される。色変換層 1 8 3 の形成工程においては、蛍光体は、開口 1 5 8 を充填するように噴出され、蛍光体は、開口 1 5 8 の壁面 1 5 8 W および発光面 1 5 1 S を覆って形成される。蛍光体は、遮光部 1 8 1 の間にも噴出される。フィルタ層 1 8 4 は、遮光部 1 8 1 の間を充填するように形成される。

[0124] フィルム形式のカラーフィルタを形成する場合には、図 1 1 で示した開口 1 5 8 を、たとえば透明樹脂で充填する。その後、基板 1 0 2 の面 1 0 2 b および開口 1 5 8 に充填された透明樹脂の露出面に、図 1 0 に示した透明薄膜接着層 1 8 9 を介してカラーフィルタを貼付することによって、カラーフィルタを形成することができる。

[0125] インクジェット方式で形成されたカラーフィルタ 1 8 0 であっても、フィルムタイプのカラーフィルタ 1 8 0 a であっても、色変換効率を向上させる

ためには、色変換層 183 は可能な限り厚いことが望ましい。その一方で、色変換層 183 が厚すぎると、色変換された光の出射光はランバーシアンに近似されるのに対して、色変換されない青色光は、遮光部 181 によって射出角が制限される。そのために、表示画像の表示色に視角依存性が生じてしまうという問題が生じてしまう。色変換されない青色光の配光に、色変換層 183 を設けるサブピクセルの光の配光を合わせるためには、色変換層 183 の厚さは、遮光部 181 の開口サイズの半分程度とすることが望ましい。

[0126] たとえば、250 p p i (pitch per inch) 程度の高精細な画像表示装置の場合には、サブピクセル 20 のピッチは、30 μ m 程度となるので、色変換層 183 の厚さは、15 μ m 程度とすることが望ましい。ここで、色変換材料が球状の蛍光体粒子からなる場合には、発光素子 150 からの光漏れを抑制するために、最密構造状に積層されることが好ましい。そのためには、少なくとも粒子の層は 3 層とされる必要がある。したがって、色変換層 183 を構成する蛍光体材料の粒径は、たとえば、5 μ m 程度以下とすることが好ましく、3 μ m 程度以下とすることがさらに好ましい。

[0127] 図 12 は、本実施形態に係る画像表示装置を例示する模式的な斜視図である。

図 12 に示すように、本実施形態の画像表示装置は、カラーフィルタ 180 上に、トランジスタを含む回路 101 が形成された駆動回路基板 100 が設けられ、その平坦化面 112 F 上に、多数の発光素子 150 を有する発光回路部 172 が設けられている。発光回路部 172 は、発光素子 150 の他、図 1 に示したグラフェンシート 140 a、第 2 層間絶縁膜 156 および第 2 配線層 160 を含んでいる。駆動回路基板 100 と発光回路部 172 とは、図 1 に示したビア 161 d, 161 k を介して電氣的に接続されている。

[0128] (変形例 2)

図 13 は、本実施形態の変形例に係る画像表示装置を例示する模式的な斜視図である。

図 1 に示した実施形態や図 2 に示した変形例の場合には、カラーフィルタ

180, 180aを設けずに、画像表示装置を形成することができ、この例のように単色発光の画像表示装置とすることができる。

図13に示すように、本変形例の画像表示装置では、駆動回路基板100の平坦化面112F上に、多数の発光素子150を有する発光回路部172が設けられている。

本変形例は、後述する他の実施形態やそれらの変形例にも適用することができる。

[0129] 本実施形態の画像表示装置の効果について説明する。

本実施形態の画像表示装置の製造方法では、駆動回路基板100の平坦化面112F上に結晶成長させた半導体層1150をエッチングすることによって、発光素子150が形成される。その後、発光素子150を第2層間絶縁膜156で覆って、駆動回路基板100内に作りこまれた回路101と電気的な接続がとられる。そのため、基板102に個片化された発光素子を個々に転写するのに比べて、製造工程が著しく短縮される。

[0130] 本実施形態の画像表示装置1の製造方法では、平坦化面112F上に形成したグラフェン層1140を、半導体層1150を結晶成長させるためのシードとすることができる。グラフェン層1140は、容易に平坦化面112Fに形成することができるので、十分に高い生産性を実現することができる。

[0131] たとえば、4K画質の画像表示装置では、サブピクセルの数は2400万个を超え、8K画質の画像表示装置の場合には、サブピクセルの数は9900万个を超える。これだけ大量の発光素子を個々に形成し、回路基板に実装するのでは、膨大な時間を要することとなる。そのため、マイクロLEDによる画像表示装置を現実的なコストで実現することは困難である。また、大量の発光素子を個々に実装したのでは、実装時の接続不良等による歩留りが低下し、さらなるコスト上昇が避けられないが、本実施形態の画像表示装置の製造方法では以下のような効果が得られる。

[0132] 本実施形態の画像表示装置の製造方法では、平坦化面112F上に形成さ

れたグラフェン層 1140 上に半導体層 1150 全体を成膜した後に発光素子 150 を形成するので、発光素子 150 の転写工程を削減することができる。そのため、本実施形態の画像表示装置 1 の製造方法では、従来の製造方法に対して転写工程の時間を短縮し、工程数を削減することができる。

[0133] 均一な結晶構造を有する半導体層 1150 は、グラフェン層 1140 上に成長するので、グラフェン層 1140 を適切に裁断し、平坦化面 112F 上に貼付することによって、発光素子 150 をセルフアライメントで配置することができる。そのため、駆動回路基板 100 上で発光素子のアライメントをとる必要がなく、発光素子 150 の小型化も容易であり、高精細化されたディスプレイに好適である。

[0134] 本実施形態では、すでに回路 101 が組み込まれた駆動回路基板 100 上で、エッチング等により発光素子を直接形成した後に、発光素子 150 と、発光素子 150 の下層の回路 101 とを、ビア形成等によって電氣的に接続する。そのため、均一な接続構造を実現することができ、歩留りの低下を抑制することができる。

[0135] 駆動回路基板 100 は、TFT 等を含む駆動回路や走査回路等を含むことができる。LTPS プロセス等を用いることにより、ガラス基板等の光透過性のある基板に駆動回路基板 100 を構成する回路 101 を作りこむことができ、既存のフラットパネルディスプレイの製造プロセスやプラントを利用することができるとの利点がある。

[0136] 本実施形態の画像表示装置では、駆動回路基板 100 上に発光素子 150 が積層されており、発光面 151S から外部までの光路が長くなることがある。発光素子 150 から出射された光の光路は、発光面 151S から面 102b までの距離を有する。この距離は、 $1\ \mu\text{m}$ 程度から数 μm 程度におよぶ場合がある。つまり、発光面 151S から出力された光は、 $1\ \mu\text{m}$ 程度から数 μm 程度の光路を経て、外部に放射される。そのため、発光面 151S から出力された光は、外部に直接放射される場合よりも光路の長さに応じて減衰される。図 2 に示した変形例の場合には、光路には色変換層 183 が充填

されており、外部へ出射される光の強度は、色変換層 183 を構成する蛍光体の光の吸収率に応じて、減衰される。

[0137] 発光素子 150 は、発光面 151 S 以外を第 2 層間絶縁膜 156 によって覆われている。第 2 層間絶縁膜 156 を白色樹脂等の光反射性の高い材料で形成することによって、発光素子 150 の側方への散乱光等を反射して、発光素子 150 の側方に漏れないようにすることができる。

[0138] このように、本実施形態の画像表示装置では、第 2 層間絶縁膜 156 で発光素子 150 を覆って、発光面 151 S 以外の方向へ進行する光を発光素子 150 内に閉じ込めることができる。発光素子 150 内に閉じ込められた光は、発光素子 150 と第 2 層間絶縁膜 156 との界面で反射され、一部は、発光面 151 S 側に誘導される。したがって、発光素子 150 は、実質的な発光効率が向上され、発光面 151 S から外部に放射されるまでの長い光路や蛍光体の光吸収率によって、光の強度が減衰されても、十分な強度の光を外部に放射することができる。

[0139] 図 2 に示した変形例では、第 1 層間絶縁膜 112 および絶縁膜 108 を白色樹脂等の光反射性を有する材料で形成した場合には、さらに光の漏れを防ぐことが可能となり、出射光の強度の減衰をより効果的に抑制することができる。

[0140] (第 2 の実施形態)

図 14 は、本実施形態に係る画像表示装置の一部を例示する模式的な断面図である。

本実施形態の場合には、発光素子 250 およびトランジスタ 203 の構成が上述した他の実施形態の場合と相違する。具体的には、発光面 253 S は、p 形半導体層 253 によって提供され、トランジスタ 203 は、n チャネルである。また、p 形半導体層 253 とビア 261 a とを、第 3 配線層 230 によって接続する点でも上述の他の実施形態の場合と相違する。他の実施形態の場合と同一の構成要素には、同一の符号を付して、詳細な説明を適宜省略する。

- [0141] 図14に示すように、本実施形態の画像表示装置は、サブピクセル220を備える。サブピクセル220は、基板102と、第3配線層230と、グラフェンシート140aと、トランジスタ203と、第1配線層110と、第1層間絶縁膜112と、発光素子250と、第2層間絶縁膜156と、ビア161dと、第2配線層160と、を含む。サブピクセル220は、カラーフィルタ180をさらに含む。
- [0142] 本実施形態では、上述の他の実施形態の場合と同様に、トランジスタ203を含む回路101は、基板102の一方の面102a上に設けられている。カラーフィルタ180は、基板102の他方の面102bに設けられている。カラーフィルタ180の構成は、上述の他の実施形態の場合と同じであり、詳細な説明を省略する。
- [0143] トランジスタ203は、TFT下層膜106上に設けられている。トランジスタ203は、nチャネルのTFTである。トランジスタ203は、TFTチャネル204と、ゲート107と、を含む。好ましくは、トランジスタ203は、上述の他の実施形態と同様に、LTPSプロセス等によって形成されている。本実施形態では、回路101は、TFTチャネル204、絶縁層105、絶縁膜108、ビア111s, 111dおよび第1配線層110を含むものとする。
- [0144] TFTチャネル204は、領域204s, 204i, 204dを含む。領域204s, 204i, 204dは、TFT下層膜106上に設けられている。領域204s, 204dは、リン(P)等の不純物がドーピングされ活性化されて、n形半導体領域を形成している。領域204sは、ビア111sとオーミック接続されている。領域204dは、ビア111dとオーミック接続されている。
- [0145] ゲート107は、絶縁層105を介して、TFTチャネル204上に設けられている。絶縁層105は、TFTチャネル204とゲート107とを絶縁する。
- [0146] トランジスタ203では、領域204sよりも高い電圧がゲート107に

印加されると、領域204iにチャンネルが形成される。領域204s, 204d間に流れる電流は、ゲート107の領域204sに対する電圧によって制御される。TFTチャンネル204やゲート107は、上述の他の実施形態の場合のTFTチャンネル104やゲート107と同様の材料、製法で形成されている。

[0147] 第1配線層110は、配線110s, 110dを含んでいる。配線110sは、たとえば後述する図15に示される接地線4に接続される。

[0148] ビア111s, 111dは、絶縁膜108を貫通して設けられている。ビア111sは、配線110sと領域204sとの間に設けられている。ビア111sは、配線110sおよび領域204sを電氣的に接続している。ビア111dは、配線110dと領域204dとの間に設けられている。ビア111dは、配線110dおよび領域204dを電氣的に接続している。ビア111s, 111dは、上述の他の実施形態の場合と同様の材料および製法で形成されている。

[0149] 第3配線層230は、平坦化面112F上に設けられている。第3配線層230は、異なる電位をとり得る複数の配線230aを含む。複数の配線230aは、発光素子250ごとに設けられている。発光素子250は、グラフェンシート140aを介して、配線230a上に設けられている。グラフェンシート140aは、十分に薄いため、厚さ方向の電気抵抗は十分に小さい。したがって、発光面253Sは、グラフェンシート140aを介して、配線230aに電氣的に接続される。

[0150] 配線230aを含む第3配線層230は、透光性導電膜で形成されており、たとえば、ITO膜やZnO膜で形成されている。グラフェンシート140aも十分な透光性を有するように十分薄く形成されており、発光素子250から出射される光は、グラフェンシート140aおよび配線230aを透過する。

[0151] 配線230aの外周は、XY平面視で、配線230aに発光素子250を投影したときに、発光素子250の外周を含むように設定されている。つま

り、発光素子250の外周は、XY平面視で、配線230aの外周以内に配置される。これにより、配線230aと発光面253Sとの接触面積が確保され、配線230aと発光面253Sとの間の接触抵抗の増大を抑えることができる。配線230aは、平坦化面112F上を一方向に突出するように設けられている。配線230aは、ビア261aの一端が接続されており、発光素子250は、グラフェンシート140aおよび配線230aを介して、ビア261aに電氣的に接続される。

[0152] 発光素子250は、発光面253Sの反対側に設けられた天面251Uを含む。発光素子250は、上述の他の実施形態の場合と同様に、角柱状あるいは円柱状の素子である。

[0153] 発光素子250は、p形半導体層253と、発光層252と、n形半導体層251と、を含む。p形半導体層253、発光層252およびn形半導体層251は、発光面253Sから天面251Uに向かって、この順に積層されている。本実施形態では、発光面253Sは、p形半導体層253によって提供され、天面251Uは、n形半導体層251によって提供される。

[0154] 発光素子250は、上述の他の実施形態の発光素子150と同様のXY平面視の形状を有する。発光素子250は、他の回路素子のレイアウト等に応じて、適切な形状が選定される。

[0155] 発光素子250は、上述の他の実施形態の発光素子150と同様のいわゆる発光ダイオードである。

[0156] 第2配線層160は、第2層間絶縁膜156上に設けられている。第2配線層160は、配線160d、260aを含む。配線160dは、上述の他の実施形態の場合と同様に、その一部が発光素子250の上方に設けられ、他の一部が配線110dの上方に設けられている。配線260aの一部は、配線230aの上方に設けられている。配線260aは、たとえば、後述する図15の回路の電源線3に接続される。

[0157] ビア161dは、上述の他の実施形態の場合と同様に設けられている。すなわち、ビア161dは、第2層間絶縁膜156および第1層間絶縁膜11

2を貫通し、配線110dに達するように設けられている。ビア161dは、配線160dと配線110dとの間に設けられ、配線160dと配線110dとを電氣的に接続する。配線160dと天面251Uとの間には、接続部材161aが設けられており、配線160dは、接続部材161aによって、天面251Uと電氣的に接続されている。したがって、n形半導体層251は、接続部材161a、配線160d、ビア161d、配線110dおよびビア111dを介して、トランジスタ203のドレイン領域に電氣的に接続されている。

[0158] ビア（第2ビア）261aは、第2層間絶縁膜156を貫通し、配線230aに達するように設けられている。ビア261aは、配線（第2配線）260aと配線230aとの間に設けられ、配線260aと配線230aとを電氣的に接続する。したがって、p形半導体層253は、配線230a、ビア261aおよび配線260aを介して、たとえば図15の回路の電源線3に電氣的に接続される。

[0159] 図15は、本実施形態の画像表示装置を例示する模式的なブロック図である。

図15に示すように、本実施形態の画像表示装置201は、表示領域2、行選択回路205および信号電圧出力回路207を備える。表示領域2には、上述の他の実施形態の場合と同様に、たとえばサブピクセル220がXY平面上に格子状に配列されている。

[0160] ピクセル10は、上述の他の実施形態の場合と同様に、異なる色の光を発光する複数のサブピクセル220を含む。サブピクセル220Rは、赤色の光を発光する。サブピクセル220Gは、緑色の光を発光する。サブピクセル220Bは、青色の光を発光する。3種類のサブピクセル220R、220G、220Bが所望の輝度で発光することによって、1つのピクセル10の発光色および輝度が決定される。

[0161] 1つのピクセル10は、3つのサブピクセル220R、220G、220Bを含んでおり、サブピクセル220R、220G、220Bは、たとえば

この例のように、X軸上を直線状に配列されている。各ピクセル10は、同じ色のサブピクセルが同じ列に配列されていてもよいし、この例のように、列ごとに異なる色のサブピクセルが配列されていてもよい。

[0162] サブピクセル220は、発光素子222と、選択トランジスタ224と、駆動トランジスタ226と、キャパシタ228と、を含む。図15において、選択トランジスタ224はT1と表示され、駆動トランジスタ226はT2と表示され、キャパシタ228はCmと表示されることがある。

[0163] 本実施形態では、発光素子222が電源線3側に設けられており、発光素子222に直列に接続された駆動トランジスタ226は、接地線4側に設けられている。つまり、駆動トランジスタ226は、発光素子222よりも低電位側に接続されている。駆動トランジスタ226は、nチャネルのトランジスタである。

[0164] 駆動トランジスタ226のゲート電極と信号線208との間には、選択トランジスタ224が接続されている。キャパシタ228は、駆動トランジスタ226のゲート電極と接地線4との間に接続されている。

[0165] 行選択回路205および信号電圧出力回路207は、nチャネルのトランジスタである駆動トランジスタ226を駆動するために、上述の他の実施形態と異なる極性の信号電圧を、信号線208に供給する。

[0166] 本実施形態では、駆動トランジスタ226の極性がnチャネルであることから、信号電圧の極性等が上述の他の実施形態の場合と相違する。すなわち、行選択回路205は、m行のサブピクセル220の配列から、順次1行を選択するように走査線206に選択信号を供給する。信号電圧出力回路207は、選択された行の各サブピクセル220に必要なアナログ電圧値を有する信号電圧を供給する。選択された行のサブピクセル220の駆動トランジスタ226は、信号電圧に応じた電流を発光素子222に流す。発光素子222は、流れた電流に応じた輝度で発光する。

[0167] 本実施形態の製造方法について説明する。

図16A～図18は、本実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示

する模式的な断面図である。

本実施形態では、上述した他の実施形態の図5Aに関連して説明した基板102を用いる。図5Aにおいて、基板102は、TFT下層膜106を介して、Si層1104が形成される。以下では、図5Aの工程の後に、図16A以降の工程が適用されるものとして説明する。

[0168] 図16Aに示すように、図5Aに示した多結晶化されたSi層1104は、アイランド状に加工され、TFTチャネル204が形成される。TFT下層膜106およびTFTチャネル204を覆うように絶縁層105が形成される。絶縁層105は、ゲート絶縁膜として機能する。TFTチャネル204上に絶縁層105を介して、ゲート107が形成される。ゲート107に対して、P等の不純物を選択的にドーピングし、熱活性化することによって、トランジスタ（回路素子）203は形成される。領域204s, 204dは、n形の活性領域とされ、それぞれトランジスタ203のソース領域、ドレイン領域として機能する。領域204iは、p形の活性領域とされ、チャネルとして機能する。このようにして、nチャネルのTFTが形成される。

[0169] 図16Bに示すように、絶縁膜108は、絶縁層105およびトランジスタ203を覆って形成される。絶縁膜108および絶縁層105を貫通するビア111s, 111dが形成される。配線110s, 110dを含む第1配線層110が、絶縁膜108上に形成される。配線110sは、ビア111sに接続され、配線110dは、ビア111dに接続される。第1層間絶縁膜112は、絶縁膜108および第1配線層110を覆って形成される。このようにして、pチャネルのTFTを含む駆動回路基板（第1基板）100が形成される。

[0170] 透光性導電膜1130は、平坦化面112F上に形成される。グラフェン層1140は、形成された透光性導電膜1130上の所定の位置に形成される。

[0171] 図17Aに示すように、グラフェン層1140上にわたって半導体層1150が形成される。半導体層1150は、グラフェン層1140からZ軸の

正方向に向かってp形半導体層1153、発光層1152およびn形半導体層1151の順に形成される。

[0172] 半導体層1150は、図17Aの2点鎖線内のように、グラフェン層1140上にわたって形成される。上述の他の実施形態の場合と同様に、グラフェン層1140の存在しない透光性導電膜1130上には、成長種のあるGa等を含む非結晶状態の堆積物1162が堆積する可能性がある。この例では、堆積物1162は、透光性導電膜1130からZ軸の正方向に向かって、堆積物1162d、1162e、1162fの順に積層されている。堆積物1162dは、p形半導体層1153の形成時に堆積され、堆積物1162eは、発光層1152の形成時に堆積し、堆積物1162fは、n形半導体層1151の形成時に堆積されたものとして示しているが、これに限るものではない。

[0173] 図17Bに示すように、発光素子250、グラフェンシート140aおよび配線230aを含む第3配線層230が形成される。図17Aに示した半導体層1150は、エッチングにより加工され、発光素子250が形成される。図17Aに示したグラフェン層1140は、発光素子250の形成時にオーバエッチングされて、グラフェンシート140aに成形される。そのため、グラフェンシート140aのXY平面視での外周は、発光素子250のXY平面視での外周にほぼ一致する。

[0174] 第3配線層230の形成工程においては、配線230aは、平坦化面112F上を一方向に発光素子250から突出するように形成される。配線230aの外周は、XY平面視で配線230aに発光素子250を投影したときに、発光素子250の外周を含むように設定される。つまり、発光素子250の外周は、XY平面視で、配線230aの外周以内に配置される。配線230aの突出した部分は、後述する図18に示すビア261aの一端を接続する領域が確保されるように形成される。発光面253Sは、配線230aを介して、ビア261aに接続されるので、発光素子250は、上述の他の実施形態の場合のような接続部を形成することなく単一の角柱または円柱形

状に成形される。

[0175] 発光素子250、グラフェンシート140aおよび第3配線層230の形成後、第2層間絶縁膜156が形成される。第2層間絶縁膜156は、平坦化面112F、配線230aを含む第3配線層230、グラフェンシート140aおよび発光素子250を覆って形成される。

[0176] 図18に示すように、ビア（第2ビア）261aは、第2層間絶縁膜156を貫通し、配線230aに達するように形成されたビアホールを導電材料で充填することによって形成される。ビア161dおよび接続部材161aは、上述の他の実施形態の場合と同様に形成される。すなわち、ビア161dは、第2層間絶縁膜156および第1層間絶縁膜112を貫通し、配線110dに達するように形成されたビアホールを導電材料を充填することによって形成される。接続部材161aは、天面251Uに達するように形成されたコンタクトホールを導電材料で埋め込んで形成される。ビアホールやコンタクトホールの形成には、たとえばRIE等が用いられるのは、上述の他の実施形態の場合と同様である。

[0177] その後、第2層間絶縁膜156上に第2配線層160が形成され、配線160dは、ビア161dおよび接続部材161aに接続され、配線260aは、ビア261aに接続される。

[0178] その後、上述の他の実施形態の場合と同様に、基板102の露出された面102bにカラーフィルタが形成され、サブピクセル220が形成される。

[0179] 本実施形態の画像表示装置の効果について説明する。

本実施形態の画像表示装置では、上述の他の実施形態の場合と同様に、発光素子250を形成するための転写工程の時間を短縮し、工程数を削減することができるとの効果を有する。この他、TFTの極性をnチャネルとすることによって、発光面253Sをp形半導体層253とすることが可能になる。そのため、回路素子の配置や回路設計上の自由度が向上する等のメリットがある。

[0180] 本実施形態では、発光素子250は、配線230aおよびグラフェンシー

ト140a上に設けられ、発光面253Sは、グラフェンシート140aに接して設けられている。配線230aを含む第3配線層230は、透光性導電膜や透光性を有する金属薄膜で形成されている。また、グラフェンシート140aは、十分に薄く形成されており、十分な透光性を有している。そのため、本実施形態では、発光素子250から出射された光は、グラフェンシート140aおよび配線230aを通しても十分な強度が確保される。

[0181] つまり、配線230aやグラフェンシート140aの除去工程を追加しなくても、十分発光強度が確保されるので、工程数の増加を抑えて、製造コストの低減を図ることができる。

[0182] 本実施形態では、配線230aは、発光面253Sに電氣的に接続され、発光素子250を低抵抗でビア261aに接続することができる。そのため、発光素子250内に流れる電流のうち、Z軸に交差する方向の電流成分が低減され、したがって電圧降下も減少するので、発光素子250の電力損失が低減する。つまり、縦型構造の発光素子250では、実質的な発光効率が向上し得る。

[0183] (第3の実施形態)

図19は、本実施形態に係る画像表示装置の一部を例示する模式的な断面図である。

本実施形態では、発光素子150とトランジスタ103との間に遮光層330が設けられている点で、上述の他の実施形態の場合と相違する。本実施形態の発光素子150では、発光面151Sが粗面化されている点でも、上述の他の実施形態の場合と相違する。上述の他の実施形態の場合と同一の構成要素には、同一の符号を付して、詳細な説明を適宜省略する。

[0184] 図19に示すように、画像表示装置は、サブピクセル320を備える。サブピクセル320は、カラーフィルタ(第1部材)180と、トランジスタ103と、第1配線層110と、遮光層330と、第1層間絶縁膜112と、発光素子150と、第2層間絶縁膜156と、ビア161dと、第2配線層160と、を含む。サブピクセル320は、光反射性を有する電極165

- aをさらに含む。サブピクセル320は、遮光層330をさらに含む。
- [0185] 本実施形態では、トランジスタ103を含む回路101の各構成要素は、カラーフィルタ180上に設けられている。この例では、トランジスタ103は、カラーフィルタ180を構成する遮光部181上に設けられている。トランジスタ103は、カラーフィルタ180上に設けられたTF T下層膜106上に形成されている。カラーフィルタ（第1部材）180の形成面（第1面）180S上にTF T下層膜106が設けられ、トランジスタ103は、TF T下層膜106を介して遮光部181上に設けられている。
- [0186] カラーフィルタ180の色変換部（透光性部材）182は、第1層間絶縁膜112、遮光層330、絶縁膜108、絶縁層105およびTF T下層膜106を貫通して設けられている。発光素子150の発光面151Sは、色変換層183上にわたって設けられている。発光面151Sから出射された光は、色変換層183およびフィルタ層184を介して、外部に放射される。
- [0187] 本実施形態では、発光面151Sは、粗面化されている。色変換層183は、第1層間絶縁膜112、遮光層330、絶縁膜108、絶縁層105およびTF T下層膜106を貫通する開口を充填している。色変換層183は、粗面化された発光面151Sおよび開口の壁面158Wを覆って設けられている。
- [0188] 本実施形態では、第1層間絶縁膜112は、2つの絶縁膜112a, 112bを含む。絶縁膜112a, 112bは、たとえば同じ材料で形成され、第1層間絶縁膜112を形成している。絶縁膜112aは、絶縁膜108および第1配線層110上に設けられている。絶縁膜112a上には、遮光層330が設けられている。遮光層330上には、絶縁膜112bが設けられている。つまり、遮光層330は、絶縁膜112a, 112bの間に設けられている。遮光層330は、第1層間絶縁膜112と第2層間絶縁膜156との間で、貫通孔331を除いて第1層間絶縁膜112にわたってほぼ全面に設けられている。

- [0189] 本実施形態では、カラーフィルタ180の色変換部182は、絶縁膜112b、遮光層330、絶縁膜112a、絶縁膜108、絶縁層105およびTFT下層膜106を貫通して設けられている。このうち、遮光層330は、XY平面視での、色変換部182の径よりも、大きな径を有する貫通孔331を有している。色変換部182は、貫通孔を介して設けられている。この例では、ビア161dが色変換部182に近接するように設けられているので、貫通孔331は、ビア161dも通るように、十分大きな径を有するものとされている。
- [0190] 遮光層330は、遮光性を有する材料であれば導電性の有無を問わないが、たとえば、光反射性を有する金属材料で形成されている。遮光層330は、黑色樹脂によって形成するようにしてもよい。遮光層330を黑色樹脂により形成した場合には、十分に大きな径を有する貫通孔をあらかじめ形成することなく、色変換部182のための開口形成時に、絶縁膜112a、112bとともに一括して形成することができる。
- [0191] 本実施形態では、遮光層330は、XY平面視で、遮光層330にTFTチャネル104を投影したときにTFTチャネル104の外周のほとんどを含むように設定される。つまり、TFTチャネル104の外周は、XY平面視で、遮光層330の外周以内に配置される。そのため、発光素子150の散乱光等を遮光して、トランジスタ103の光による誤動作を防止することができる。
- [0192] 発光素子150は、発光面151Sが粗面化され、色変換層183上に直接設けられている他、上述の他の実施形態の場合と同じであり、詳細な説明を省略する。
- [0193] 電極165aは、天面153U上にわたって設けられている。電極165aは、天面153Uと接続部材161aとの間に設けられている。電極165aは、光反射性を有する導電材料で形成されている。電極165aは、p形半導体層153とオーミック接続を実現する。電極165aは、光反射性を有するので、発光素子150の上方への放射光や散乱光を発光面151S

側に反射する。これによって、発光素子 150 では、実質的な発光効率が向上される。

[0194] 第2層間絶縁膜 156 は、平坦化面 112 F、発光素子 150 および電極 165 a を覆って設けられている。ビア 161 d, 161 k は、上述の他の実施形態の場合と同様に設けられ、配線 160 d, 160 k を含む第2配線層 160 は、上述の他の実施形態の場合と同様に設けられている。

[0195] 本実施形態の製造方法について説明する。

図 20 A ~ 図 23 B は、本実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示する模式的な断面図である。

本実施形態の画像表示装置の製造方法では、図 6 A に示した駆動回路基板 100 を準備する工程のうち、第1配線層 110 を形成するまでは、図 6 A に関連して説明した工程が適用される。本実施形態の製造方法では、図 6 A に関連した説明において、第1配線層 110 を形成した後の工程から説明する。

図 20 A に示すように、絶縁膜 108 および第1配線層 110 上に、絶縁膜 112 a が形成される。貫通孔 331 を有する遮光層 330 は、絶縁膜 112 a 上に形成される。

[0196] 図 20 B に示すように、絶縁膜 112 b は、絶縁膜 112 a および遮光層 330 上に形成される。絶縁膜 112 b は、貫通孔 331 内にも形成される。絶縁膜 112 b は、表面が平坦化され平坦化面 112 F が形成される。このようにして、遮光層 330 を有する駆動回路基板（第1基板）100 が形成される。

[0197] 図 21 A に示すように、グラフェン層 1140 は、平坦化面 112 F 上の所定の位置に形成される。

[0198] 図 21 B に示すように、半導体層 1150 は、グラフェン層 1140 上にわたって形成される。半導体層 1150 の形成工程や適用すべき技術については、図 7 A に関連して説明した例と同様である。半導体層 1150 を形成後、p 形半導体層 1153 上にメタル層 1160 が形成される。メタル層 1

160は、光反射性を有する金属等の導電材料で形成される。

[0199] 図22Aに示すように、電極165a、発光素子150およびグラフェンシート140aが形成される。これらの形成には、上述した他の実施形態の場合と同様の技術および手順が適用される。平坦化面112F、形成された電極165a、発光素子150およびグラフェンシート140aを覆って、第2層間絶縁膜156が形成される。

[0200] 電極165a、発光素子150およびグラフェンシート140aの形成工程では、図21Bに示したメタル層1160がエッチングにより加工され、電極165aが形成される。図21Bに示した半導体層1150がエッチングにより加工され、発光素子150が形成される。発光素子150の形成工程では、接続部151aを形成後、他の部分が形成される。発光素子150の形成時に、図21Aに示したグラフェン層1140はオーバエッチングされて、グラフェンシート140aが形成される。これらのエッチング加工には、上述の他の実施形態の場合と同様に、RIE等が利用される。

[0201] 図22Bに示すように、第2層間絶縁膜156および第1層間絶縁膜112を貫通してビア161dが形成される。第2層間絶縁膜156を貫通してビア161kが形成される。第2層間絶縁膜156に形成されたコンタクトホールを導電材料で充填して接続部材161aが形成される。第2層間絶縁膜156上に第2配線層160が形成され、配線160dは、ビア161dおよび接続部材161aに接続され、配線160kは、ビア161kに接続される。これらの工程も上述の他の実施形態の場合と同様の技術および手順を適用して実行される。

[0202] 図23Aに示すように、第2層間絶縁膜156および第2配線層160上にわたって接着層1170が形成され、接着層1170を介して、補強基板1180が接着される。補強基板1180を設けることによって、この後の基板102除去工程や搬送時の応力や衝撃等による破損等から保護することができる。補強基板1180の接着後、基板102は、ウェットエッチングまたはレーザーリフトオフにより除去され、TFT下層膜106の面106S

が露出される。

[0203] 図23Bに示すように、面106Sから発光面151Sに向かって、開口158が形成される。開口158は、TFT下層膜106、絶縁層105、絶縁膜108、遮光層330および第1層間絶縁膜112を貫通し、発光面151Sに達するように形成される。本実施形態では、開口158の形成時に、図23Aに示したグラフェンシート140aは、すべて除去される。開口158の形成工程は、上述した他の実施形態の場合と同様の技術および手順を適用することができる。

[0204] 開口158の形成によって露出された発光面151Sは、ウェットエッチング等により粗面化される。その後、図9A～図9Dに関連して説明した工程を適用して、カラーフィルタが形成され、サブピクセル320が形成される。図11に関連して説明したように、開口158を透明樹脂で充填して、インクジェット方式やフィルム形式のカラーフィルタを形成するようにしてもよい。また、図22Bの工程の後に、基板102を除去せずに基板102を含めて開口158を形成して、インクジェット方式やフィルム形式のカラーフィルタを形成するようにしてもよい。なお、補強基板1180は、カラーフィルタの形成後に除去してもよいし、そのままにして別途除去するようにしてもよい。

[0205] このようにして、カラーフィルタを形成し、サブピクセル320を形成することができる。

[0206] 本実施形態の画像表示装置の効果について説明する。

本実施形態の画像表示装置の製造方法では、上述の他の実施形態の場合と同様に、発光素子150を形成するための転写工程の時間を短縮し、工程数を削減することができるとの効果を有する。その他、発光面151Sをp形よりも低抵抗のn形半導体層151としているので、n形半導体層151を厚く形成でき、発光面151Sを十分に粗面化することができる。

[0207] 本実施形態の画像表示装置では、発光面151Sを粗面化することによって、放射光が拡散されるので、小型の発光素子150であっても、十分な発

光面積の光源として用いられることができる。

- [0208] 本実施形態の画像表示装置では、遮光層330が、絶縁膜112a, 112bの間に設けられている。つまり、遮光層330は、発光素子150とトランジスタ103との間に設けられている。そのため、発光素子150が光を放射しても、放射された光や散乱光等がTFTチャネル104まで到達しにくく、トランジスタ103の誤動作を防止することができる。
- [0209] 遮光層330は、金属等の導電材料で形成することができ、遮光層330をいずれかの電位に接続することができる。たとえば遮光層330の一部をトランジスタ103等のスイッチング素子等の直下に配置し、接地電位や電源電位等に接続することによって、ノイズ抑制に役立てることも可能である。
- [0210] 遮光層330を黒色樹脂等の絶縁材料で形成した場合には、図22Bに関連して説明したビア161dの形成や図23Bに関連して説明した開口158の形成において、貫通孔331を設けることなく、開口158を形成することができる。そのため、貫通孔331の形成工程を省略できるとともに、貫通孔331による光の通り得る隙間が生じることを防ぐことができるので、より確実にトランジスタ103の誤動作等を防止することができる。
- [0211] 遮光層330は、本実施形態の場合の適用に限らず、上述した他の実施形態や後述する他の実施形態のサブピクセルに共通して適用することができる。他の実施形態に適用した場合においても、上述と同様の効果を得ることができる。
- [0212] 本実施形態では、発光素子150の発光面151S以外の周囲を第2層間絶縁膜156で覆っている。第2層間絶縁膜156は、光反射性を有する材料、たとえば白色樹脂で形成されることができる。さらに本実施形態では、発光面151Sの反対側の天面153Uにわたって、光反射性を有する電極165aが設けられている。これらにより、発光素子が放射する光は、発光素子150内に閉じ込められ、その一部や大部分は、発光面151Sに誘導される。したがって、発光素子150の実質的な発光効率が向上する。

[0213] この例では、絶縁膜 112a, 112b および絶縁膜 108 は、透光性を有する樹脂、たとえば、透明樹脂で形成されている。絶縁膜 112a, 112b および絶縁膜 108 も白色樹脂等の光反射性を有する材料で形成した場合には、発光素子 150 の実質的な発光効率をさらに向上させることが可能になる。

[0214] 上述の例では、粗面化された発光面を有する発光素子の構成および製造方法について説明した。接続部を有する発光素子では、発光面を露出させる開口を形成する工程を追加することによって、本実施形態の場合のように、粗面化された発光面を適用することができる。具体的な適用では、第 1 の実施形態の発光素子 150、後述する第 7 の実施形態の半導体層 750 である。また、後述の第 5 の実施形態や第 6 の実施形態の場合に透光性の配線による接続を発光素子に形成された接続部による接続に変更することによって、発光面の粗面化を可能にする。これらの発光素子の構成要素に発光面を粗面化することによって、上述の効果を有するものとすることができる。

[0215] (第 4 の実施形態)

図 24 は、本実施形態の画像表示装置の一部を例示する模式的な断面図である。

本実施形態では、発光素子 150 上に設けられた第 4 配線層 470 を含んでいる点で上述の他の実施形態と相違する。他の点では、上述した他の実施形態の場合と同じであり、同一の構成要素には、同一の符号を付して詳細な説明を適宜省略する。本実施形態では、発光面 151S を提供する n 形半導体層 151 の第 2 配線層 160 への接続は、透光性を有する第 3 配線層 230 によるものである。

[0216] 図 24 に示すように、本実施形態の画像表示装置は、サブピクセル 420 を備える。サブピクセル 420 は、基板 102 と、トランジスタ 103 と、第 1 配線層 110 と、第 1 層間絶縁膜 112 と、第 3 配線層 230 と、発光素子 150 と、第 4 配線層 470 と、第 2 層間絶縁膜 156 と、ビア 161d と、第 2 配線層 160 と、を含む。サブピクセル 420 は、カラーフィル

タをさらに含む。

- [0217] 本実施形態では、駆動回路基板100は、基板102、TFT下層膜106、回路101および第1層間絶縁膜112を含む構成とされている。駆動回路基板100の構成は、第1の実施形態の場合と同じであり、詳細な説明を省略する。
- [0218] 配線230aを含む第3配線層230は、平坦化面112F上に設けられている。第3配線層230および配線230aの構成等については、図14に関連して説明した第2の実施形態の場合と同様であり、詳細な説明を省略する。
- [0219] 発光素子150は、グラフェンシート140aを介して、配線230a上に設けられている。
- [0220] 平坦化面112F、配線230aを含む第3配線層230、グラフェンシート140aおよび発光素子150上に、樹脂層457が設けられている。樹脂層457は、たとえば透明樹脂である。第4配線層470は、樹脂層457上に設けられている。第4配線層470は、複数の配線を含むことができる。複数の配線のそれぞれは、異なる電位に接続することができる。この例では、第4配線層470は、分離して形成された配線470a、470bを含んでいる。
- [0221] 配線（第1電極）470aは、発光素子150の上方および側方にわたって設けられ、発光素子150の天面153Uおよび側面を覆っている。配線470aは、光反射のための部材として機能する。配線470aは、発光素子の発光面151S以外のほとんどを覆っている。これによって、配線470aは、発光素子150の側方や上方への散乱光や反射光を発光面151S側に反射して、発光素子150の実質的な発光効率を向上させる。接続電極461aは、天面153Uと配線470aとの間に設けられており、天面153Uと配線470aとを電氣的に接続する。
- [0222] 樹脂層457を透明樹脂とした場合には、発光素子150の上方や側方から出射された散乱光等は、配線470aによって発光面151S側に反射さ

れる。そのため、発光素子150の実質的な発光効率が向上する。樹脂層457を白色樹脂等の高い光反射性を有する材料とした場合には、樹脂層457上にさらに配線470aを設けているので、樹脂層457から漏れた散乱光等を発光面151S側に反射することができるので、より高い光反射性を実現することができる。

[0223] 第2層間絶縁膜156は、樹脂層457および第4配線層470上を覆って設けられている。第2層間絶縁膜156上には、配線160d、160kを含む第2配線層160が設けられている。

[0224] ビア161dは、第2層間絶縁膜156、樹脂層457および第1層間絶縁膜112を貫通し、配線110dに達するように設けられている。ビア161dは、配線160dと配線110dとの間に設けられ、配線160dと配線110dとを電氣的に接続する。配線160dは、接続部材471aを介して配線470aに接続されている。したがって、p形半導体層153は、接続電極461a、配線470a、接続部材471a、配線160d、ビア161d、配線110dおよびビア111dを介して、トランジスタ103のドレイン領域に電氣的に接続される。

[0225] ビア161kは、第2層間絶縁膜156および樹脂層457を貫通し、配線230aに達するように設けられている。ビア161kは、配線160kと配線230aとの間に設けられ、配線160kと配線230aとを電氣的に接続する。したがって、n形半導体層151は、グラフェンシート140a、配線230a、ビア161kおよび配線160kを介して、たとえば図3の回路の接地線4に電氣的に接続される。

[0226] 本実施形態の画像表示装置の製造方法について説明する。

図25A～図26Bは、本実施形態の画像表示装置の製造方法の一部を例示する模式的な断面図である。

本実施形態では、図17Aに関連して説明したように、透光性導電膜1130を形成し、グラフェン層1140を形成し、半導体層1150を形成するまでは、上述の他の実施形態の場合と同じである。以下では、図17Aの

工程の後に、図25Aの工程を実行するものとして説明する。ただし、本実施形態では、グラフェン層1140上に形成される半導体層1150は、グラフェン層1140の側から、n形半導体層1151、発光層1152およびp形半導体層1153の順に積層される。そのため、本実施形態における図17Aの適用では、n形半導体層1151、発光層1152およびp形半導体層1153の順に積層された半導体層1150であるものとする。このような半導体層1150の形成工程については、図7Aに関連して説明したものである。

[0227] 図25Aに示すように、図17Aに示した透光性導電膜1130は、エッチングにより加工されて、配線230aを含む第3配線層230が形成される。図17Aに示した半導体層1150は、エッチングにより加工されて、発光素子150が形成される。グラフェン層1140は、発光素子150の形成時にオーバエッチングされてグラフェンシート140aに成形される。

[0228] 樹脂層457は、平坦化面112F、配線230aを含む第3配線層230、グラフェンシート140aおよび発光素子150を覆うように形成される。樹脂層457には、発光素子150の天面153Uの一部を露出するように開口462aが形成される。

[0229] その後、図25Bに示すように、メタル層1470は、樹脂層457を覆うように形成される。メタル層1470の形成時に、図25Aに示した開口462aを同時に充填して接続電極461aを形成してもよいし、開口462aを充填して接続電極461aを形成した後、メタル層1470を形成してもよい。

[0230] 図26Aに示すように、図25Bに示したメタル層1470をエッチングにより加工して、第4配線層470が形成される。第4配線層470の形成時に、配線470aおよび配線470bが分離して形成される。配線470aは、発光素子の天面153Uおよび側面を覆うように形成される。第2層間絶縁膜156は、樹脂層457および第4配線層470を覆って形成される。

[0231] 図26Bに示すように、第2層間絶縁膜156上には、配線160d、160kを含む第2配線層160が形成される。ビア161kは、第2層間絶縁膜156を貫通し、配線230aに達するように形成される。ビア（第2ビア）161kは、配線160kと配線230aとの間で、配線160kと配線230aとを電氣的に接続する。上述の他の実施形態の場合と同様に、ビア161dが形成され、第2配線層160と第1配線層110が電氣的に接続される。接続部材471aは、第2層間絶縁膜156を開口して形成されたコンタクトホールに導電材料を充填して形成され、配線160dと配線470aとを接続する。

[0232] その後、基板102の露出された面102bにカラーフィルタが形成され、サブピクセル420が形成される。

[0233] 本実施形態の画像表示装置の効果について、説明する。

本実施形態の画像表示装置では、上述の他の実施形態の場合と同様に、発光素子150を形成するための転写工程の時間を短縮し、工程数を削減することができるとの効果を有する。その他、以下の効果を有する。

[0234] 配線230aを含む第3配線層230は、ITO膜や金属薄膜等の光透過性を有する導電膜によって形成されているので、加工が容易であり、発光素子150および第3配線層230の一連の製造工程を短縮できる場合がある。

[0235] 本実施形態では、配線230aを用いて、発光面151S側の電極引き出しを行っているので、発光素子150を縦型の構造とすることができる。縦型構造の発光素子150では、半導体層を流れる電流を、Z軸に交差する方向の成分を減らして、ほぼZ軸に沿った方向とすることができるので、半導体層における損失を低減することができるとのメリットがある。

[0236] 本実施形態の画像表示装置では、サブピクセル420は、第4配線層470を含んでいる。第4配線層470は、樹脂層457によって発光素子150から電氣的に分離されている。第4配線層470は、配線470aを含んでおり、配線470aは、樹脂層457を介して発光素子150の天面15

3 Uおよび側面を覆っている。そのため、発光素子150の上方や側方への散乱光等を発光面151 S側に反射することができる。そのため、発光素子150の実質的な発光効率を向上させることができる。なお、樹脂層457をリフロー等でなだらかにして、配線470 aを放物面状の曲面形状に形成してもよい。このようにすることによって、発光素子150からの発光をZ軸負方向の平行光に近づけることもできる。

[0237] (第5の実施形態)

図27は、本実施形態の画像表示装置の一部を例示する模式的な断面図である。

本実施形態では、発光素子150の天面153 Uを覆う電極565 aが設けられ、電極565 aは、電極565 aのためのコンタクトホール561 aに形成された配線560 dに接続されている点で上述の他の実施形態の場合と相違する。他の点では、他の実施形態の場合と同一であり、同一の構成要素には同一の符号を付して詳細な説明を適宜省略する。

[0238] 図27に示すように、本実施形態の画像表示装置は、サブピクセル520を備える。サブピクセル520は、カラーフィルタ(第1部材)180と、トランジスタ103と、第1配線層110と、第1層間絶縁膜112と、第3配線層230と、グラフェンシート140 aと、発光素子150と、第2層間絶縁膜156と、ビア161 dと、第2配線層160と、を含む。サブピクセル520は、本実施形態では、第2配線層160は、配線560 dを含む。天面153 U上にわたって光反射性を有する電極(第2電極)565 aが設けられており、電極565 aは、配線560 dと接続されている。

[0239] 本実施形態では、トランジスタ103を含む回路101の各要素は、TFT下層膜106を介して、カラーフィルタ(第1部材)180の形成面(第1面)180 S上に設けられている。発光素子150は、トランジスタ103等を覆って設けられている絶縁膜108および絶縁膜108上の第1層間絶縁膜112を介して、カラーフィルタ180上に設けられている。この例では、回路101の各要素は、カラーフィルタ180の遮光部181上に設

けられており、発光素子150は、カラーフィルタ180の色変換部182上に設けられている。発光素子150から出射された光は、第1層間絶縁膜112、絶縁膜108、絶縁層105およびTFT下層膜106を介して、カラーフィルタ180の色変換部182に入射される。カラーフィルタ180やトランジスタ103等の構成については、上述の他の実施形態の場合と同じであり、詳細な説明を省略する。

[0240] 上述の他の実施形態の場合と同様に、配線230aを含む第3配線層230は、平坦化面112F上に設けられ、発光素子150は、グラフェンシート140aを介して、配線230a上に設けられている。配線230aは、平坦化面112F上を一方向に突出して設けられ、上述の他の実施形態の場合と同様に、ビア161kの一端が接続されている。

[0241] 発光素子150は、発光面151Sから天面153Uに向かって、n形半導体層151、発光層152およびp形半導体層153の順に積層されている。発光面151Sの反対側の天面153U上にわたって、電極565aが設けられている。電極565aは、光反射性を有する導電材料で形成されている。

[0242] 発光素子150の上方にはコンタクトホール561aが形成されている。コンタクトホール561aは、第2層間絶縁膜156の一部を除去することによって形成されている。コンタクトホールの開口径は、十分大きく設定されており、コンタクトホール561aの内周は、天面153UのXY平面視での外周と同じまたは天面153UのXY平面視での外周の若干内側となるように設定されている。

[0243] 電極565aは、コンタクトホール561aの底部に設けられている。そのため、電極565aのXY平面視での外周は、コンタクトホール561aのXY平面視での内周にほぼ一致する。したがって、電極565aは、天面153Uのすべてまたは天面153Uのほとんどを覆うように設けられている。電極565aは、光反射性を有するので発光素子150の上方への散乱光等を発光面151S側に反射する。そのため、発光素子150の実質的な

発光効率が向上される。電極565aは、コンタクトホール561aの壁面上に形成されている配線560dと一体で形成され得る。

[0244] 第2配線層160は、配線560dを含んでいる。配線560dは、第2層間絶縁膜156上に設けられるとともに、コンタクトホール561aの壁面上にも設けられ、電極565aに接続されている。配線560dは、ビア161dを介して配線110dに接続されているので、p形半導体層153は、電極565a、配線560d、ビア161d、配線110dおよびビア111dを介して、トランジスタ103のドレイン領域に電氣的に接続される。

[0245] 本実施形態の画像表示装置の製造方法について説明する。

図28Aおよび図28Bは、本実施形態の画像表示装置の製造方法を例示する模式的な断面図である。

本実施形態の画像表示装置の製造方法では、上述した第4の実施形態の場合と同様に、図17Aに示した半導体層1150の形成工程までは、上述の他の実施形態の場合と同じである。図17Aの工程の後に、図28Aの工程を実行するものとして説明する。ただし、本実施形態の場合における図17Aの適用では、半導体層1150は、グラフェン層1140側から、n形半導体層1151、発光層1152およびp形半導体層1153の順に積層されたものとして説明する。

[0246] 図28Aに示すように、図17Aに示した透光性導電膜1130は、エッチングにより加工され、配線230aを含む第3配線層230が形成される。図17Aに示した半導体層1150は、エッチングにより加工され、発光素子150が形成される。図17Aに示したグラフェン層1140は、発光素子150の形成時にオーバエッチングされてグラフェンシート140aに成形される。第2層間絶縁膜156は、平坦化面112F、配線230aを含む第3配線層230、グラフェンシート140aおよび発光素子150を覆って形成される。

[0247] 第2層間絶縁膜156および第1層間絶縁膜112を貫通し、配線110

dに達するようにビアホール162dが形成される。第2層間絶縁膜156を貫通し、配線230aに達するようにビアホール162kが形成される。発光素子150上の第2層間絶縁膜156の一部を除去し、開口561から天面153Uが露出される。

[0248] コンタクトホール561aの開口561によって露出される天面153Uは、天面153Uすべてを露出されることが好ましいが、露出される天面153Uの形状は、コンタクトホール561aの形成精度に応じて適切に設定される。たとえば、コンタクトホール561aのXY平面視での内周は、天面153UのXY平面視での外周よりも若干小さく設定される。

[0249] ビアホール162d, 162kは、たとえば同時に形成される。コンタクトホール561aもビアホール162d, 162kと同時に形成されてもよいし、別に形成されてもよい。

[0250] 図28Bに示すように、図28Aに示したビアホール162d, 162kを導電材料で充填して、ビア161d, 161kは形成される。ビア161d, 161kの形成工程時に、コンタクトホール561aの底部、すなわち天面153Uを導電材料で覆うようにしてもよい。

[0251] 第2層間絶縁膜156上に、第2配線層160が形成される。第2配線層160の形成に際しては、第2層間絶縁膜156上に、第2配線層160を形成する導電層を形成して、エッチングにより加工して、配線560d, 160kを含む第2配線層160を形成する。導電層は、第2層間絶縁膜156上の他、露出された天面153Uおよびコンタクトホール561aの壁面上にわたって形成される。

[0252] このようにして、ビア161dに接続された配線560dが形成され、ビア161kに接続された配線160kが形成される。配線560dは、コンタクトホール561aの壁面上にわたって設けられるので、天面153Uとも電氣的に接続される。

[0253] 第2層間絶縁膜156および第2配線層160上には、接着層1170が設けられ、接着層1170によって補強基板1180が接着される。その後

、基板102は、ウェットエッチング等により除去され、TFT下層膜106の面106Sが露出される。

[0254] その後、面106S上にカラーフィルタが形成され、サブピクセル520が形成される。

[0255] 本実施形態の画像表示装置の効果について説明する。

本実施形態の画像表示装置は、上述した他の実施形態の画像表示装置と同様に、発光素子150を形成するための転写工程の時間を短縮し、工程数を削減することができるとの効果を有する。この他、本実施形態では、電極565aが天面153U上にわたって設けられているので、発光素子150が放射する上方への散乱光等を発光面151S側に反射することができる。そのため、発光素子150の実質的な発光効率が向上される。

[0256] 本実施形態では、電極565aを形成するためのコンタクトホール561aの形成は、ビア161d, 161kの形成工程時に行うことができる。また、第2配線層160による天面153Uとの接続も、第2配線層160の形成工程時に行うことができる。そのため、電極565aの形成のための工程を追加する必要がなく、製造工程を短縮し、材料の投入から製品完成までの期間を短くすることができる。

[0257] (第6の実施形態)

図29は、本実施形態の画像表示装置の一部を例示する模式的な断面図である。

本実施形態では、発光素子650の構成が他の実施形態の場合と相違する。その他の構成要素は、上述の他の実施形態の場合と同じである。同一の構成要素には同一の符号を付して、詳細な説明を適宜省略する。

図29に示すように、本実施形態の画像表示装置は、サブピクセル620を備える。サブピクセル620は、基板102と、トランジスタ103と、第1配線層110と、遮光層330と、第1層間絶縁膜112と、第3配線層230と、グラフェンシート140aと、発光素子650と、第2層間絶縁膜156と、第2配線層160と、を含む。サブピクセル620は、カラ

ーフィルタ180をさらに含む。

[0258] 本実施形態では、遮光層330が設けられている。遮光層330は、第3の実施形態において図19に関連して説明したものと同一構成とされる。遮光層330は、XY平面視で、遮光層330にTF Tチャンネル104を投影したときに、TF Tチャンネル104の外周を含むように設定されている。つまり、TF Tチャンネル104の外周は、XY平面視で、遮光層330の外周以内に配置される。遮光層330は、貫通孔331が設けられている。貫通孔331は、光路およびビア161dとの絶縁のために設けられているのは、第3の実施形態の場合と同じである。

[0259] 本実施形態では、発光面651Sは、グラフェンシート140aを介して、配線230a上に設けられ、配線230aを介して、ビア161kに接続されている。

[0260] 発光素子650は、Z軸の正方向に向かって、XY平面視での面積が小さくなるように形成された角錐台状または円錐台状の素子である。

[0261] 図30は、本実施形態の画像表示装置の一部を例示する模式的な断面図である。

図30は、図29の部分拡大図であり、発光素子650において、発光面651Sと側面655aとの関係が示されている。

図30に示すように、平坦化面112Fは、XY平面にほぼ平行な平面である。発光素子650は、グラフェンシート140aおよび配線230aを介して、平坦化面112F上に設けられている。発光面651Sは、平坦化面112Fにほぼ平行な面であり、XY平面にほぼ平行な面である。発光面651Sが出射する光は、グラフェンシート140aおよび配線230aを経由して第1層間絶縁膜112に入射されるが、グラフェンシート140aおよび配線230aの厚さは、十分に薄く、光の反射および吸収は、十分に小さいものとする。

[0262] 発光素子650は、発光面651Sの反対側の天面653Uを有する。発光素子650は、側面655aを有する。側面655aは、天面653Uと

平坦化面 1 1 2 F との間の面であり、発光面 6 5 1 S に隣接する面である。発光面 6 5 1 S と側面 6 5 5 a との間でなす角の内角 θ は、 90° よりも小さい。好ましくは、内角 θ は 70° 程度である。さらに好ましくは、内角 θ は、発光素子 6 5 0 の屈折率および第 2 層間絶縁膜 1 5 6 の屈折率にもとづいて決定される側面 6 5 5 a における臨界角よりも小さい。発光素子 6 5 0 は、第 2 層間絶縁膜 1 5 6 に覆われており、側面 6 5 5 a は、第 2 層間絶縁膜 1 5 6 と接している。

[0263] 発光素子 6 5 0 の側面 6 5 5 a と平坦化面 1 1 2 F とがなす内角 θ の臨界角 θ_c は、たとえば以下のように決定される。

発光素子 6 5 0 の屈折率 n_0 および第 2 層間絶縁膜 1 5 6 の屈折率 n_1 とすると、発光素子 6 5 0 から第 2 層間絶縁膜 1 5 6 に出射する光の臨界角 θ_c は、以下の式 (1) を用いて求められる。

$$[0264] \quad \theta_c = 90^\circ - \sin^{-1}(n_1 / n_0) \quad (1)$$

[0265] たとえば、アクリル樹脂等の一般的な透明有機絶縁材料の屈折率は 1.4 ~ 1.5 前後であることが知られている。そこで、発光素子 6 5 0 が GaN によって形成され、第 2 層間絶縁膜 1 5 6 が一般的な透明有機絶縁材料によって形成されている場合には、発光素子 6 5 0 の屈折率 $n_0 = 2.5$ 、第 2 層間絶縁膜 1 5 6 の屈折率 $n = 1.4$ とすることができる。これらの値を、式 (1) に代入することによって、臨界角 $\theta_c = 56^\circ$ を得る。

[0266] このことは、平坦化面 1 1 2 F と側面 6 5 5 a とのなす内角 θ を $\theta_c = 56^\circ$ とした場合に、発光層 6 5 2 から放射された光のうち発光面 6 5 1 S に平行な光は、側面 6 5 5 a で全反射されることを示している。また、発光層 6 5 2 から放射された光のうち、Z 軸の正方向の成分を有する光も、側面 6 5 5 a で全反射されることを示している。上述では、簡単のため、第 2 層間絶縁膜 1 5 6 を透明樹脂とした。透明樹脂を白色樹脂とした場合であっても、白色樹脂のための散乱性微粒子の屈折率への影響は小さいので、上述の計算では、散乱性微粒子の屈折率を無視している。

[0267] 一方、発光層 6 5 2 から放射された光のうち、Z 軸の負方向の成分を有す

る光は、側面 655a で屈折率に応じた出射角度で側面 655a から出射される。第 2 層間絶縁膜 156 に入射した光は、第 2 層間絶縁膜 156 の屈折率で決定される角度で第 2 層間絶縁膜 156 から出射される。

[0268] 側面 655a で全反射された光は、他の素子界面や天面 653U で再度反射され、再度反射された光のうち Z 軸の負方向の成分を有する光は、発光面 651S および側面 655a から出射される。平坦化面 112F に平行な光および Z 軸の正方向の成分を有する光は、側面 655a で全反射される。

[0269] このようにして、発光層 652 から放射された光のうち、平坦化面 112F に平行な光および Z 軸の正方向の成分を有する光は、側面 655a および天面 653U によって、Z 軸の負方向に向かう成分を有する光に変換される。したがって、発光素子 650 から出射される光では、発光面 651S に向かう割合が増加して、発光素子 650 の実質的な発光効率は向上する。

[0270] $\theta < \theta_c$ とすることによって、平坦化面 112F に平行な成分を有する光のほとんどを発光素子 650 内に全反射させることができる。第 2 層間絶縁膜 156 の屈折率を $n = 1.4$ とすると、臨界角 θ_c は 56° 程度となるので、設定される内角 θ は、 45° や 30° 等にすることがより好ましい。また、屈折率 n がより大きい材料では臨界角 θ_c はより小さくなる。ただし、内角 θ を 70° 程度に設定しても、Z 軸の負方向の成分を有する光のほとんどを、Z 軸の正方向の成分を有する光に変換することができるので、製造ばらつき等を考慮して、たとえば、内角 θ を 80° 以下等に設定するようにしてもよい。

[0271] 本実施形態の画像表示装置の製造方法について説明する。

本実施形態では、発光素子 650 の製造工程が他の実施形態の場合と相違し、他の製造工程は、上述した他の実施形態の場合を適用することができる。以下では、製造工程のうち相違する部分について説明する。

本実施形態では、図 29 に示した発光素子 650 の形状とするために、以下の工程が実行される。なお、本実施形態の場合にも、図 17A に関連して説明した工程の後に以下に説明する工程が適用される。本実施形態における

図17Aの工程の適用では、半導体層1150の構成は、グラフェンシート140a側からn形半導体層1151、発光層1152およびp形半導体層1153の順に積層されるものとする。

[0272] 図17Aに示した半導体層1150は、図29に示した発光素子650の形状にエッチングによって加工される。発光素子650の成形には、図30に示した側面655aが発光面651Sに対して、内角 θ をなすように、エッチングのレートが選定される。たとえば、エッチングは、天面653Uに近いほど高いエッチングレートが選定される。好ましくは、エッチングレートは、発光面651Sの側から天面653Uの側に向かって、線形的に増大するように設定される。

[0273] 具体的には、たとえば、ドライエッチング時のレジストマスクパターンをその端部に向かって次第に薄くなるように露光時に工夫しておく。これにより、ドライエッチング時にレジストの薄い部分から徐々に後退して、発光面651Sから天面653Uの側に向かってエッチング量を大きくすることができる。これによって、側面655aは、発光面651Sに対して、ほぼ一定の角度をなすように形成される。このため、発光素子650では、天面653Uからの各層のXY平視での面積は、p形半導体層653、発光層652、n形半導体層651の順に面積が大きくなるように形成される。

[0274] その後、他の実施形態の場合と同様にして、サブピクセル620が形成される。

[0275] 本実施形態の画像表示装置の効果について説明する。

本実施形態の画像表示装置は、上述した他の実施形態の画像表示装置と同様に、発光素子650を形成するための転写工程の時間を短縮し、工程数を削減することができるとの効果の他、以下の効果を奏する。

本実施形態の画像表示装置では、発光素子650が設けられた発光面651Sに対して、内角 θ をなす側面655aを有するように、発光素子650が形成される。内角 θ は、 90° よりも小さく、発光素子650および第2層間絶縁膜156のそれぞれの材質の屈折率で決定される臨界角 θ_c にもと

づいて設定される。内角 θ は、発光層652から放射される光のうち、発光素子650の側方や上方に向かう光を、発光面651S側に向かう光に変換して出射することができる。内角 θ を十分小さくすることによって、発光素子650では、実質的な発光効率が向上される。

[0276] 本実施形態では、発光素子650は、第3配線層230の配線230aを用いてビア161kと接続することによって、縦型構造とすることができる。そのため、発光素子650内を流れる電流は、Z軸に交差する成分を低減することができ、実質的な発光効率を紅潮させることができる。なお、本実施形態において、発光素子を縦型構造とする場合に限らず、接続部を設けた発光素子とすることによって、横型構造としてもよい。ここで、横型構造の発光素子とは、第1の実施形態の場合のように、発光面が設けられた半導体層の横に接続部151aを有している構造の発光素子のことである。発光素子を横型構造とすることによって、容易に発光面の粗面化して、粗面化による実質的発光効率の向上や光の拡散を実現することができる。

[0277] (第7の実施形態)

図31は、本実施形態の画像表示装置の一部を例示する模式的な断面図である。

本実施形態では、画像表示装置は、1つの発光面に複数の発光領域を含むサブピクセル群720を備える点で他の実施形態と相違する。同一の構成要素には、同一の符号を付して詳細な説明を適宜省略する。

図31に示すように、本実施形態の画像表示装置は、サブピクセル群720を備える。サブピクセル群720は、基板102と、グラフェンシート740aと、複数のトランジスタ103-1, 103-2と、第1配線層110と、第1層間絶縁膜112と、半導体層750と、第2層間絶縁膜156と、ビア761d1, 761d2と、第2配線層160と、を含む。サブピクセル群720は、カラーフィルタ180をさらに含む。

[0278] サブピクセル群720では、トランジスタ103-1, 103-2は、基板102の一方の面102a上に設けられたTFT下層膜106上に設けら

れている。トランジスタ103-1, 103-2を含む回路101の各要素は、絶縁膜108で覆われており、第1配線層110とともに、第1層間絶縁膜112に覆われている。半導体層750は、第1層間絶縁膜112の平坦化面112F上に設けられている。カラーフィルタ180は、基板102の他方の面102bに設けられている。

[0279] 本実施形態では、pチャネルのトランジスタ103-1, 103-2をオンすることによって、第1配線層110およびビア761d1, 761d2を介して半導体層750の一方から正孔を注入する。pチャネルのトランジスタ103-1, 103-2をオンすることによって、第2配線層160を介して半導体層750の他方から電子を注入する。半導体層750は、正孔および電子を注入され、正孔および電子の結合によって、分離された発光層752a1, 752a2が発光する。発光層752a1, 752a2を駆動するための駆動回路は、たとえば図3に示した回路構成が適用される。第2の実施形態の例を用いて、半導体層のn形半導体層とp形半導体層を入れ替えて、nチャネルのトランジスタで半導体層を駆動する構成とすることもできる。その場合には、駆動回路は、図15の回路構成が適用される。

[0280] サブピクセル群720の構成について詳細に説明する。

TFT下層膜106は、面102a上に形成されている。TFT下層膜106は、平坦化されており、TFT下層膜106上にTFTチャネル104-1, 104-2等が形成されている。

[0281] 絶縁層105は、TFT下層膜106およびTFTチャネル104-1, 104-2を覆っている。ゲート107-1は、絶縁層105を介して、TFTチャネル104-1上に設けられている。ゲート107-2は、絶縁層105を介して、TFTチャネル104-2上に設けられている。トランジスタ103-1は、TFTチャネル104-1とゲート107-1とを含む。トランジスタ103-2は、TFTチャネル104-2とゲート107-2とを含む。

[0282] TFTチャネル104-1は、p形にドーパされた領域104s1, 10

4 d 1 を含んでおり、領域 1 0 4 s 1, 1 0 4 d 1 は、それぞれトランジスタ 1 0 3 - 1 のソース領域、ドレイン領域である。領域 1 0 4 i 1 は、n 形にドーピングされており、トランジスタ 1 0 3 - 1 のチャンネルを形成する。TFT チャンネル 1 0 4 - 2 も同様に、p 形にドーピングされた領域 1 0 4 s 2, 1 0 4 d 2 を含んでおり、領域 1 0 4 s 2, 1 0 4 d 2 は、それぞれトランジスタ 1 0 3 - 2 のソース領域、ドレイン領域である。領域 1 0 4 i 2 は、n 形にドーピングされており、トランジスタ 1 0 3 - 2 のチャンネルを形成する。

[0283] 絶縁膜 1 0 8 は、絶縁層 1 0 5 およびゲート 1 0 7 - 1, 1 0 7 - 2 を覆っている。本実施形態では、回路 1 0 1 は、TFT チャンネル 1 0 4 - 1, 1 0 4 - 2、絶縁層 1 0 5、絶縁膜 1 0 8、ビア 1 1 1 s 1, 1 1 1 d 1, 1 1 1 s 2, 1 1 1 d 2 および第 1 配線層 1 1 0 を含むものとする。

[0284] 第 1 配線層 1 1 0 は、絶縁膜 1 0 8 上に設けられている。第 1 配線層 1 1 0 は、配線 7 1 0 f, 7 1 0 s 1, 7 1 0 s 2, 7 1 0 d 1, 7 1 0 d 2 を含む。

[0285] 配線 7 1 0 f は、発光領域 7 5 1 R 1, 7 5 1 R 2 の間に設けられている。配線 7 1 0 f は、この例では、図 3 1 に図示された回路要素のいずれにも電氣的に接続されていないが、任意の電位あるいは回路要素に接続することができる。配線 7 1 0 f は、発光領域 7 5 1 R 1, 7 5 1 R 2 の間に配置されることによって、発光領域 7 5 1 R 1, 7 5 1 R 2 のそれぞれから出射される光を遮光する。配線 7 1 0 f は、トランジスタ 1 0 3 - 1, 1 0 3 - 2 に対する遮光機能に限らず、発光領域 7 5 1 R 1, 7 5 1 R 2 が発光する光が相互に交わって混光することを防止する機能も有している。

[0286] 配線 7 1 0 s 1 は、領域 1 0 4 s 1 の上方に設けられている。ビア 1 1 1 s 1 は、配線 7 1 0 s 1 と領域 1 0 4 s 1 との間に設けられ、配線 7 1 0 s 1 と領域 1 0 4 s 1 とを電氣的に接続する。配線 7 1 0 s 2 は、領域 1 0 4 s 2 の上方に設けられている。ビア 1 1 1 s 2 は、配線 7 1 0 s 2 と領域 1 0 4 s 2 との間に設けられ、配線 7 1 0 s 2 と領域 1 0 4 s 2 とを電氣的に接続する。配線 7 1 0 s 1, 7 1 0 s 2 は、たとえば図 3 に示した回路の電

源線 3 に接続される。

- [0287] 配線 710d1 は、領域 104d1 の上方に設けられている。ビア 111d1 は、配線 710d1 と領域 104d1 との間に設けられ、配線 710d1 と領域 104d1 とを電氣的に接続する。配線 710d1 は、ビア 761d1 の一端に接続されている。配線 710d2 は、領域 104d2 の上方に設けられている。ビア 111d2 は、配線 710d2 と領域 104d2 との間に設けられ、配線 710d2 と領域 104d2 とを電氣的に接続する。配線 710d2 は、ビア 761d2 の一端に接続されている。
- [0288] 第 1 層間絶縁膜 112 は、絶縁膜 108 および第 1 配線層 110 を覆って設けられている。第 1 層間絶縁膜 112 は、平坦化面 112F を有する。
- [0289] グラフェンシート 740a は、平坦化面 112F 上に設けられている。グラフェンシート 740a は、十分薄く、高い透光性を有する。
- [0290] 半導体層 750 は、グラフェンシート 740a 上に設けられている。グラフェンシート 740a の XY 平面視での外周は、半導体層 750 の XY 平面視での外周にほぼ一致する。半導体層 750 の発光面 751S は、グラフェンシート 740a に接している。発光面 751S は、n 形半導体層 751 の面である。発光面 751S は、複数の発光領域 751R1, 751R2 を含む。
- [0291] 半導体層 750 は、n 形半導体層 751 と、発光層 752a1, 752a2 と、p 形半導体層 753a1, 753a2 と、を含む。発光層 752a1 は、n 形半導体層 751 上に設けられている。発光層 752a2 は、発光層 752a1 と分離され離間して、n 形半導体層 751 上に設けられている。p 形半導体層 753a1 は、発光層 752a1 上に設けられている。p 形半導体層 753a2 は、p 形半導体層 753a1 とは分離され離間して、発光層 752a2 上に設けられている。
- [0292] p 形半導体層 753a1 は、発光層 752a1 が設けられた面の反対側に設けられた天面 753U1 を有する。p 形半導体層 753a2 は、発光層 752a2 が設けられた面の反対側に設けられた天面 753U2 を有する。

[0293] 発光領域 751R1 は、発光面 751S のうち、天面 753U1 の反対側の領域にほぼ一致する領域である。発光領域 751R2 は、発光面 751S のうち、天面 753U2 の反対側の領域にほぼ一致する領域である。

[0294] 図 32 は、本実施形態の画像表示装置の一部を例示する模式的な断面図である。

図 32 は、発光領域 751R1, 751R2 を説明するための模式図である。

図 32 に示すように、発光領域 751R1, 751R2 は、発光面 751S 上の面である。図 32 では、半導体層 750 のうち、発光領域 751R1, 751R2 を含む部分を発光部 R1, R2 とそれぞれ呼ぶ。発光部 R1 は、n 形半導体層 751 の一部、発光層 752a1 および p 形半導体層 753a1 を含んでいる。発光部 R2 は、n 形半導体層 751 の一部、発光層 752a2 および p 形半導体層 753a2 を含んでいる。

[0295] 本実施形態では、発光部 R1 では、発光領域 751R1 は、天面 753U1 の反対側の面である。発光部 R2 では、発光領域 751R2 は、天面 753U2 の反対側の面である。発光面 751S にわたって、グラフェンシート 740a で覆われている。グラフェンシート 740a は、画像表示装置の製造方法について、図 7B 等に関連して説明したように、グラフェン層 1140 をエッチングにより加工して形成される。グラフェンシート 740a は、半導体層 750 の形成時にグラフェン層 1140 をオーバエッチングすることにより形成される。そのため、グラフェンシート 740a の XY 平面視での外周は、半導体層 750 の XY 平面視での外周にほぼ一致する。

[0296] 半導体層 750 は、接続部 R0 を含んでいる。接続部 R0 は、発光部 R1, R2 の間に設けられており、n 形半導体層 751 の一部である。接続部 R0 には、図 31 に示したビア 761k の一端が接続されており、発光部 R1, R2 間の電流の経路を提供する。

[0297] 発光部 R1 では、接続部 R0 を介して供給された電子は、発光層 752a1 に供給される。発光部 R1 では、天面 753U1 から供給された正孔は、

発光層 752a1 に供給される。発光層 752a1 に供給された電子および正孔は、結合されて発光する。発光層 752a1 で発光された光は、発光部 R1 の n 形半導体層 751 の部分をとって発光面 751S に達する。光は、発光部 R1 内を Z 軸方向に沿ってほぼ直進するので、発光面 751S のうち発光するのは、発光領域 751R1 となる。したがって、この例では、発光領域 751R1 は、XY 平面視で、発光面 751S に投影された発光層 752a1 の外周が囲む領域にほぼ一致する。

[0298] 発光部 R2 についても発光部 R1 と同様である。すなわち、発光部 R2 では、接続部 R0 を介して供給された電子は、発光層 752a2 に供給される。発光部 R2 では、天面 753U2 から供給された正孔は、発光層 752a2 に供給される。発光層 752a2 に供給された電子および正孔は、結合されて発光する。発光層 752a2 で発光された光は、発光部 R2 の n 形半導体層 751 の部分をとって発光面 751S に達する。光は、発光部 R2 内を Z 軸方向に沿ってほぼ直進するので、発光面 751S のうち発光するのは、発光領域 751R2 となる。したがって、この例では、発光領域 751R2 は、XY 平面視で、発光面 751S に投影された発光層 752a2 の外周が囲む領域にほぼ一致する。

[0299] このようにして、半導体層 750 において、n 形半導体層 751 を共有して、発光面 751S 上に複数の発光領域 751R1, 751R2 を形成することができる。

[0300] 本実施形態では、半導体層 750 の複数の発光層 752a1, 752a2 および複数の p 形半導体層 753a1, 753a2 において、n 形半導体層 751 の一部を接続部 R0 とすることによって、半導体層 750 を形成することができる。したがって、上述した第 1 の実施形態や第 2 の実施形態等の場合の発光素子 150, 250 の形成方法と同様にして、半導体層 750 を形成することができる。

[0301] 図 31 に戻って説明を続ける。

第 2 層間絶縁膜 156 は、平坦化面 112F、グラフェンシート 740a

および半導体層 750 を覆って設けられている。

[0302] 第2配線層 160 は、第2層間絶縁膜 156 上に設けられている。第2配線層 160 は、配線 760 d 1, 760 d 2, 760 k を含む。配線 760 d 1 は、接続部材 761 a 1 を介して、天面 753 U 1 に接続されている。配線 760 d 2 は、接続部材 761 a 2 を介して、天面 753 U 2 に接続されている。配線 760 k は、たとえば図 3 の回路の接地線 4 に接続されている。

[0303] ビア 761 d 1 は、第2層間絶縁膜 156 および第1層間絶縁膜 112 を貫通し、配線 710 d 1 に達するように設けられている。ビア 761 d 1 は、配線 760 d 1 と配線 710 d 1 との間に設けられ、配線 760 d 1 と配線 710 d 1 とを電氣的に接続する。ビア 761 d 2 は、第2層間絶縁膜 156 および第1層間絶縁膜 112 を貫通し、配線 710 d 2 に達するように設けられている。ビア 761 d 2 は、配線 760 d 2 と配線 710 d 2 との間に設けられ、配線 760 d 2 と配線 710 d 2 とを電氣的に接続する。

[0304] ビア 761 k は、第2層間絶縁膜 156 を貫通し、n形半導体層 751 に達するように設けられている。ビア 761 k は、配線 760 k と n形半導体層 751 との間で、配線 760 k と n形半導体層 751 とを電氣的に接続する。

[0305] たとえば、トランジスタ 103-1, 103-2 は、隣接するサブピクセルの駆動トランジスタであり、順次駆動される。トランジスタ 103-1 から供給された正孔が発光層 752 a 1 に注入され、配線 760 k から供給された電子が発光層 752 a 1 に注入されると、発光層 752 a 1 は発光し、発光領域 751 R 1 から光が放射される。トランジスタ 103-2 から供給された正孔が発光層 752 a 2 に注入され、配線 760 k から供給された電子が発光層 752 a 2 に注入されると、発光層 752 a 2 は発光し、発光領域 751 R 2 から光が放射される。

[0306] 本実施形態の画像表示装置の効果について説明する。

本実施形態の画像表示装置は、上述した他の実施形態の画像表示装置と同

様に、半導体層 750 を形成するための転写工程の時間を短縮し、工程数を削減することができるとの効果を有する。この他、複数の発光部 R1, R2 について、接続部 R0 を共有することができるので、接続部 R0 に設けるビア 761k の数を減らすことが可能になる。ビアの本数を減らすことによって、サブピクセル群 720 を構成する発光部 R1, R2 のピッチを縮小することが可能になり、小型、高精細の画像表示装置とすることが可能になる。

[0307] 本実施形態では、発光領域 751R1, 751R2 は、出射した光が外部に放射されるまでに、第1層間絶縁膜 112、絶縁膜 108、絶縁層 105、TFT下層膜 106 および基板 102 を通過する必要がある。このため、外部に放射されるまでの経路で、光が広がることが考えられる。本実施形態では、光が外部に放射されるまでの経路の途中に配線 710f を設けているので、広がる光を遮蔽することによって、隣接する画素から出射される光が混光することを防止する。そのため、画素ピッチを狭くして高画質の画像表示装置を実現することが可能になる。上述の例では、発光領域が2つ設けられている場合について説明したが、発光領域は、2つに限ることなく、3つ以上の任意の数にすることも可能である。

[0308] (第8の実施形態)

上述した画像表示装置は、適切なピクセル数を有する画像表示モジュールとして、たとえばコンピュータ用ディスプレイ、テレビ、スマートフォンのような携帯用端末、あるいは、カーナビゲーション等とすることができる。

[0309] 図33は、本実施形態に係る画像表示装置を例示するブロック図である。

図33には、コンピュータ用ディスプレイの構成の主要な部分が示されている。

図33に示すように、画像表示装置 801 は、画像表示モジュール 802 を備える。画像表示モジュール 802 は、たとえば上述した第1の実施形態の場合の構成を備えた画像表示装置である。画像表示モジュール 802 は、サブピクセル 20 を含む複数のサブピクセルが配列された表示領域 2、行選択回路 5 および信号電圧出力回路 7 を含む。

[0310] 画像表示装置801は、コントローラ870をさらに備えている。コントローラ870は、図示しないインタフェース回路によって分離、生成される制御信号を入力して、行選択回路5および信号電圧出力回路7に対して、各サブピクセルの駆動および駆動順序を制御する。

[0311] (変形例)

図34は、本実施形態の変形例に係る画像表示装置を例示するブロック図である。

図34には、高精細薄型テレビの構成が示されている。

図34に示すように、画像表示装置901は、画像表示モジュール902を備える。画像表示モジュール902は、たとえば上述した第1の実施形態の場合の構成を備えた画像表示装置1である。画像表示装置901は、コントローラ970およびフレームメモリ980を備える。コントローラ970は、バス940によって供給される制御信号にもとづいて、表示領域2の各サブピクセルの駆動順序を制御する。フレームメモリ980は、1フレーム分の表示データを格納し、円滑な動画再生等の処理のために用いられる。

[0312] 画像表示装置901は、I/O回路910を有する。I/O回路910は、図34では、単に「I/O」と表記されている。I/O回路910は、外部の端末や装置等と接続するためのインタフェース回路等を提供する。I/O回路910には、たとえば外付けのハードディスク装置等を接続するUSBインタフェースや、オーディオインタフェース等が含まれる。

[0313] 画像表示装置901は、受信部920および信号処理部930を有する。受信部920には、アンテナ922が接続され、アンテナ922によって受信された電波から必要な信号を分離、生成する。信号処理部930は、DSP (Digital Signal Processor) やCPU (Central Processing Unit) 等を含んでおり、受信部920によって分離、生成された信号は、信号処理部930によって、画像データや音声データ等に分離、生成される。

[0314] 受信部920および信号処理部930を、携帯電話の送受信やWi-Fi用、GPS受信器等の高周波通信モジュールとすることによって、他の画像

表示装置とすることもできる。たとえば、適切な画面サイズおよび解像度の画像表示モジュールを備えた画像表示装置は、スマートフォンやカーナビゲーションシステム等の携帯情報端末とすることができる。

[0315] 本実施形態の場合の画像表示モジュールは、第1の実施形態の場合の画像表示装置の構成に限らず、その変形例や他の実施形態の場合としてもよい。本実施形態および変形例の場合の画像表示モジュールは、図12および図13で示したように、多数のサブピクセルを含む構成とされる。

[0316] 以上説明した実施形態によれば、発光素子の転写工程を短縮し、歩留りを向上した画像表示装置の製造方法および画像表示装置を実現することができる。

[0317] 以上、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他のさまざまな形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、請求の範囲に記載された発明およびその等価物の範囲に含まれる。また、前述の各実施形態は、相互に組み合わせて実施することができる。

符号の説明

[0318] 1, 201, 801, 901 画像表示装置、2 表示領域、3 電源線、4 接地線、5, 205 行選択回路、6, 206 走査線、7, 207 信号電圧出力回路、8, 208 信号線、10 ピクセル、20, 20a, 220, 320, 420, 520, 620 サブピクセル、22, 222 発光素子、24, 224 選択トランジスタ、26, 226 駆動トランジスタ、28, 228 キャパシタ、100 駆動回路基板、101 回路、102 基板、102a, 102b, 106S 面、103, 103-1, 103-2, 203 トランジスタ、104, 104-1, 104-2, 204 TFTチャネル、105 絶縁層、107, 107-1, 107-

2 ゲート、108 絶縁膜、110 第1配線層、112 第1層間絶縁膜、140a グラフェンシート、150, 250, 650 発光素子、151S, 253S, 651S, 751S 発光面、156 第2層間絶縁膜、160d, 160k, 230a, 260a, 470a, 470b, 560d, 760d1, 760d2, 760k 配線、161d, 161k, 261a, 761d1, 761d2, 761k ビア、180, 180a カラーフィルタ、230 第3配線層、470 第4配線層、720 サブピクセル群、1130 透光性導電膜、1140 グラフェン層、1150 半導体層、1160 メタル層、1180 補強基板、1192 構造体

請求の範囲

- [請求項1] 基板の第1面上に形成された回路素子と、前記回路素子に接続された第1配線層と、前記回路素子および前記第1配線層を覆う第1絶縁膜と、を含む第1基板を準備する工程と、
- 前記第1絶縁膜上にグラフェンを含む層を形成する工程と、
- 前記グラフェンを含む層上に発光層を含む半導体層を形成する工程と、
- 前記半導体層を加工して、前記グラフェンを含む層上の発光面と前記発光面の反対側の天面とを含む発光素子を形成する工程と、
- 前記第1絶縁膜、前記グラフェンを含む層および前記発光素子を覆う第2絶縁膜を形成する工程と、
- 前記第1絶縁膜および前記第2絶縁膜を貫通する第1ビアを形成する工程と、
- 前記第2絶縁膜上に第2配線層を形成する工程と、
- を備え、
- 前記第1ビアは、前記第1配線層と前記第2配線層との間に設けられ、前記第1配線層と前記第2配線層とを電氣的に接続する画像表示装置の製造方法。
- [請求項2] 前記第2絶縁膜を貫通する第2ビアを形成する工程
- をさらに備え、
- 前記発光素子は、前記第1面に沿って設けられた接続部を含み、
- 前記第2ビアは、前記第2配線層と前記接続部との間に設けられ前記第2配線層と前記接続部とを電氣的に接続する請求項1記載の画像表示装置の製造方法。
- [請求項3] 前記グラフェンを含む層を形成する前に前記第1絶縁膜上に透光性を有する第3配線層を形成する工程をさらに備え、
- 前記第2絶縁膜を貫通する第2ビアを形成する工程
- をさらに備え、

前記第2ビアは、前記第2配線層と前記第3配線層との間に設けられ前記第1配線層と前記第3配線層とを電氣的に接続する請求項1記載の画像表示装置の製造方法。

[請求項4] 前記基板は、透光性を有する請求項1～3のいずれか1つに記載の画像表示装置の製造方法。

[請求項5] 前記第1面の反対側の第2面に波長変換部材を形成する工程をさらに備えた請求項4記載の画像表示装置の製造方法。

[請求項6] 前記第2絶縁膜を形成する工程の前に前記天面および前記発光素子の側面を覆うように第4配線層を形成する工程をさらに備えた請求項1～5のいずれか1つに記載の画像表示装置の製造方法。

[請求項7] 前記基板を除去する工程と、
前記基板に代えて波長変換部材を形成する工程と、
をさらに備えた請求項1または2に記載の画像表示装置の製造方法。

[請求項8] 前記第1絶縁膜を貫通する開口によって前記発光面を露出させ、前記発光面を粗面化する工程をさらに備えた請求項7記載の画像表示装置の製造方法。

[請求項9] 前記波長変換部材は、遮光部と色変換部とを含み、
前記色変換部は、前記開口内に形成された請求項8記載の画像表示装置の製造方法。

[請求項10] 前記第1基板を準備する工程は、前記回路素子上に遮光層を形成する工程を含む請求項1～9のいずれか1つに記載の画像表示装置の製造方法。

[請求項11] 前記半導体層は、窒化ガリウム系化合物半導体を含む請求項1～10のいずれか1つに記載の画像表示装置の製造方法。

[請求項12] 第1面を有する第1部材と、
前記第1面上に設けられた回路素子と、
前記回路素子に電氣的に接続された第1配線層と、

前記第 1 面、前記回路素子および前記第 1 配線層を覆う第 1 絶縁膜と、

前記第 1 絶縁膜上に設けられたグラフェンを含む層と、

前記グラフェンを含む層上の発光面と前記発光面の反対側の天面とを含む発光素子と、

前記第 1 絶縁膜および前記発光素子を覆う第 2 絶縁膜と、

前記第 1 絶縁膜および前記第 2 絶縁膜を貫通して設けられた第 1 ピアと、

前記第 2 絶縁膜上に設けられた第 2 配線層と、

を備え、

前記第 1 ピアは、前記第 1 配線層と前記第 2 配線層との間に設けられ、前記第 1 配線層と前記第 2 配線層とを電氣的に接続する画像表示装置。

[請求項13] 前記第 1 部材は、前記発光素子からの光の波長を変換して出力する色変換部を含む請求項 1 2 記載の画像表示装置。

[請求項14] 第 1 面を有する第 1 部材と、
前記第 1 面上に設けられた回路素子と、
前記回路素子に電氣的に接続された第 1 配線層と、
前記第 1 面、前記回路素子および前記第 1 配線層を覆う第 1 絶縁膜と、
前記第 1 絶縁膜および前記第 1 部材を貫通して設けられた透光性部材と、
前記透光性部材上の発光面と前記発光面の反対側の天面とを含む発光素子と、
前記第 1 絶縁膜および前記発光素子を覆う第 2 絶縁膜と、
前記第 1 絶縁膜および前記第 2 絶縁膜を貫通して設けられた第 1 ピアと、
前記第 2 絶縁膜上に設けられた第 2 配線層と、

を備え、

前記第1部材は、前記透光性部材よりも光透過率の低い遮光部を含み、

前記第1ビアは、前記第1配線層と前記第2配線層との間に設けられ、前記第1配線層と前記第2配線層とを電氣的に接続する画像表示装置。

[請求項15]

前記第2絶縁膜を貫通して設けられた第2ビアをさらに備え、

前記発光素子は、前記発光面に沿って設けられた接続部を含み、

前記第2配線層は、第1配線と、前記第1配線から分離された第2配線と、を含み、

前記第1ビアは、前記第1配線と前記第1配線層との間に設けられ、前記第1配線と前記第1配線層とを電氣的に接続し、

前記第2ビアは、前記第2配線と前記接続部との間に設けられ、前記第2配線と前記接続部とを電氣的に接続する請求項12～14のいずれか1つに記載の画像表示装置。

[請求項16]

前記第1絶縁膜上に設けられた光透過性を有する第3配線層と、

前記第2絶縁膜を貫通して設けられた第2ビアと、

をさらに備え、

前記第2配線層は、第1配線と前記第1配線から分離された第2配線とを含み、

前記第1ビアは、前記第1配線と前記第1配線層との間に設けられ、前記第1配線と前記第1配線層とを電氣的に接続し、

前記第2ビアは、前記第2配線と前記第3配線層との間に設けられ、前記第2配線と前記第3配線層とを電氣的に接続する請求項12または13に記載の画像表示装置。

[請求項17]

前記天面および前記発光素子の側面を覆い前記天面に電氣的に接続された第1電極を含む第4配線層をさらに備え、

前記第1電極は、前記第1配線を介して、前記第1ビアに電氣的に

接続された請求項 16 記載の画像表示装置。

[請求項18] 前記天面にわたって設けられ、前記天面に電氣的に接続された第2電極をさらに備え、

前記第2電極は、前記第1配線を介して、前記第1ビアに電氣的に接続された請求項 16 記載の画像表示装置。

[請求項19] 前記発光面と前記発光素子の側面とのなす内角は、 90° よりも小さい請求項 12～14 のいずれか1つに記載の画像表示装置。

[請求項20] 前記回路素子と前記発光素子との間に設けられた遮光層をさらに備えた請求項 12～19 のいずれか1つに記載の画像表示装置。

[請求項21] 前記発光素子は、窒化ガリウム系化合物半導体を含む請求項 12～20 のいずれか1つに記載の画像表示装置。

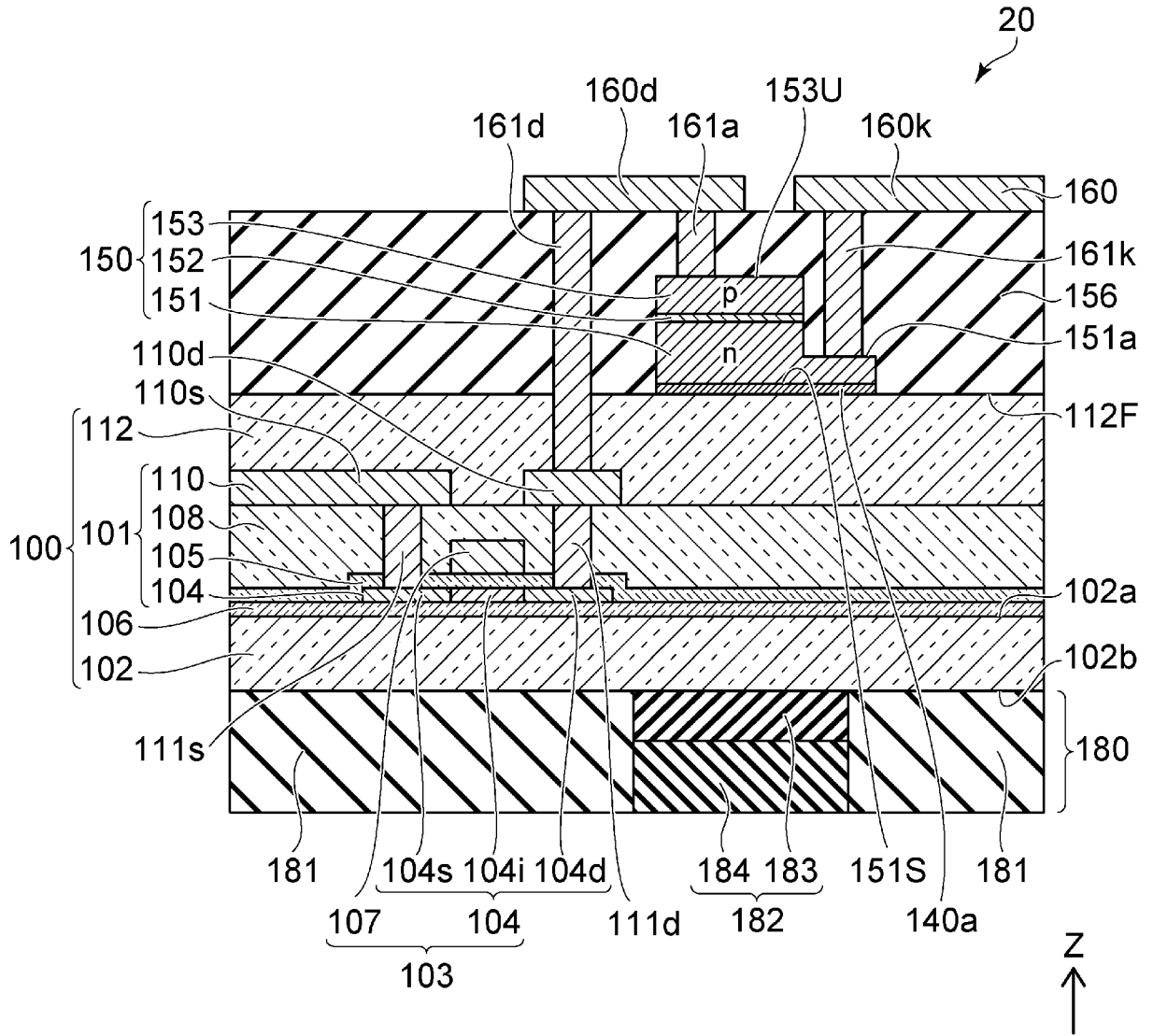
[請求項22] 第1面を有する光透過性部材と、
前記第1面上に設けられた複数のトランジスタと、
前記複数のトランジスタに電氣的に接続された第1配線層と、
前記第1面、前記複数のトランジスタおよび前記第1配線層を覆う第1絶縁膜と、
前記第1絶縁膜上に設けられたグラフェンを含む層と、
前記グラフェンを含む層上に、複数の発光領域を形成し得る発光面を含む第1半導体層と、
前記第1半導体層上に設けられた複数の発光層と、
前記複数の発光層上にそれぞれ設けられ、前記第1半導体層とは異なる導電性を有する複数の第2半導体層と、
前記第1絶縁膜、前記第1半導体層、前記複数の発光層および前記複数の第2半導体層を覆う第2絶縁膜と、
前記第1絶縁膜および前記第2絶縁膜を貫通して設けられた複数の第1ビアと、
前記第2絶縁膜上に設けられた第2配線層と、
を備え、

前記複数の第2半導体層は、前記第2絶縁膜によって分離され、
前記複数の発光層は、前記第2絶縁膜によって分離され、
前記複数の第1ビアは、前記第1配線層と前記第2配線層との間に
設けられ、前記第1配線層および前記第2配線層を電氣的に接続する
画像表示装置。

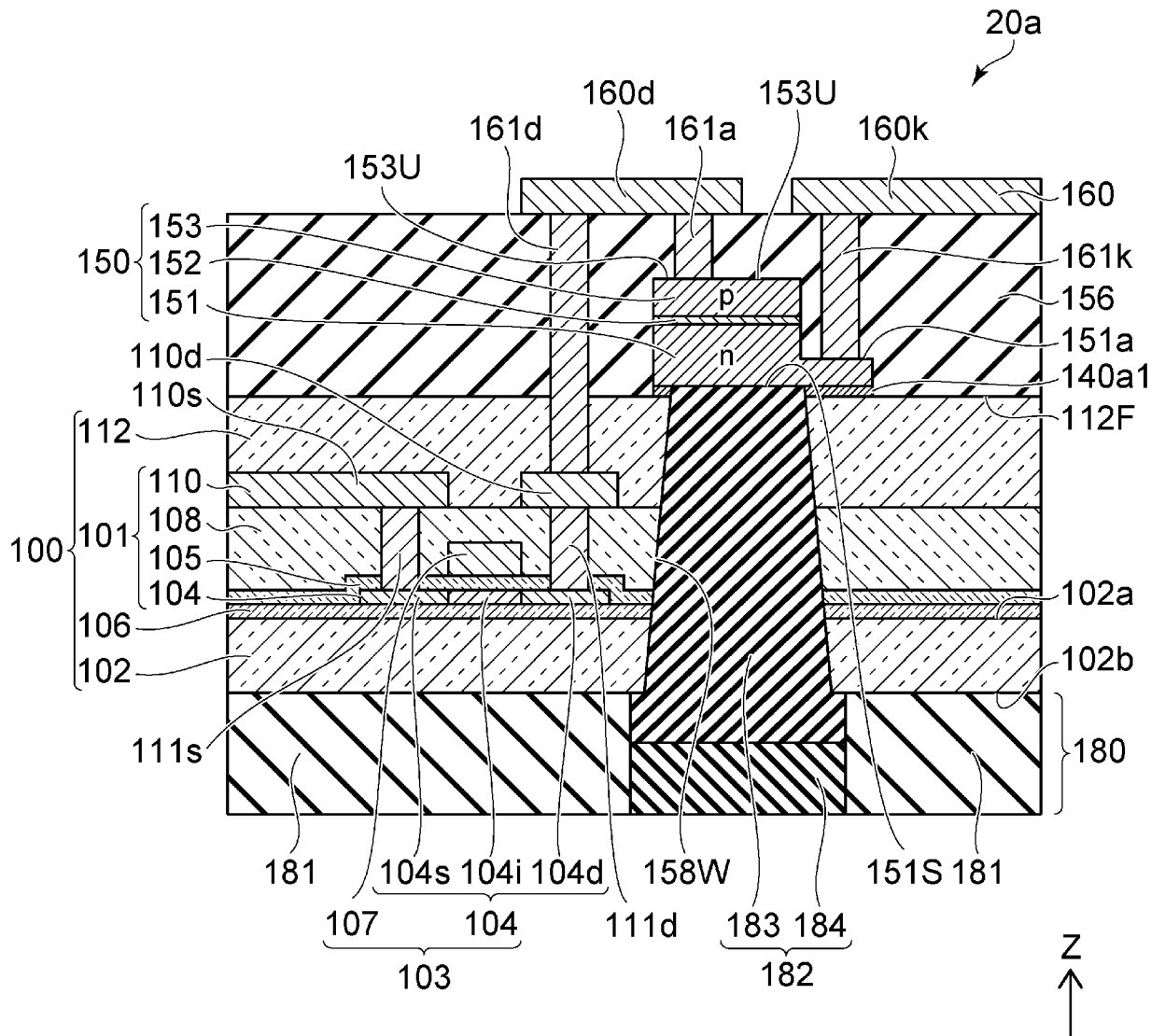
[請求項23]

第1面を有する光透過性部材と、
前記第1面上に設けられた回路素子と、
前記回路素子に電氣的に接続された第1配線層と、
前記第1面、前記回路素子および前記第1配線層を覆う第1絶縁膜
と、
前記第1絶縁膜上に設けられたグラフェンを含む層と、
前記グラフェンを含む層上の発光面と前記発光面の反対側の天面と
をそれぞれ含む複数の発光素子と、
前記第1絶縁膜および前記複数の発光素子を覆う第2絶縁膜と、
前記第1絶縁膜および前記第2絶縁膜を貫通して設けられた第1ビ
アと、
前記第2絶縁膜上に設けられた第2配線層と、
を備え、
前記第1ビアは、前記第1配線層と前記第2配線層との間に設けら
れ、前記第1配線層と前記第2配線層とを電氣的に接続する画像表示
装置。

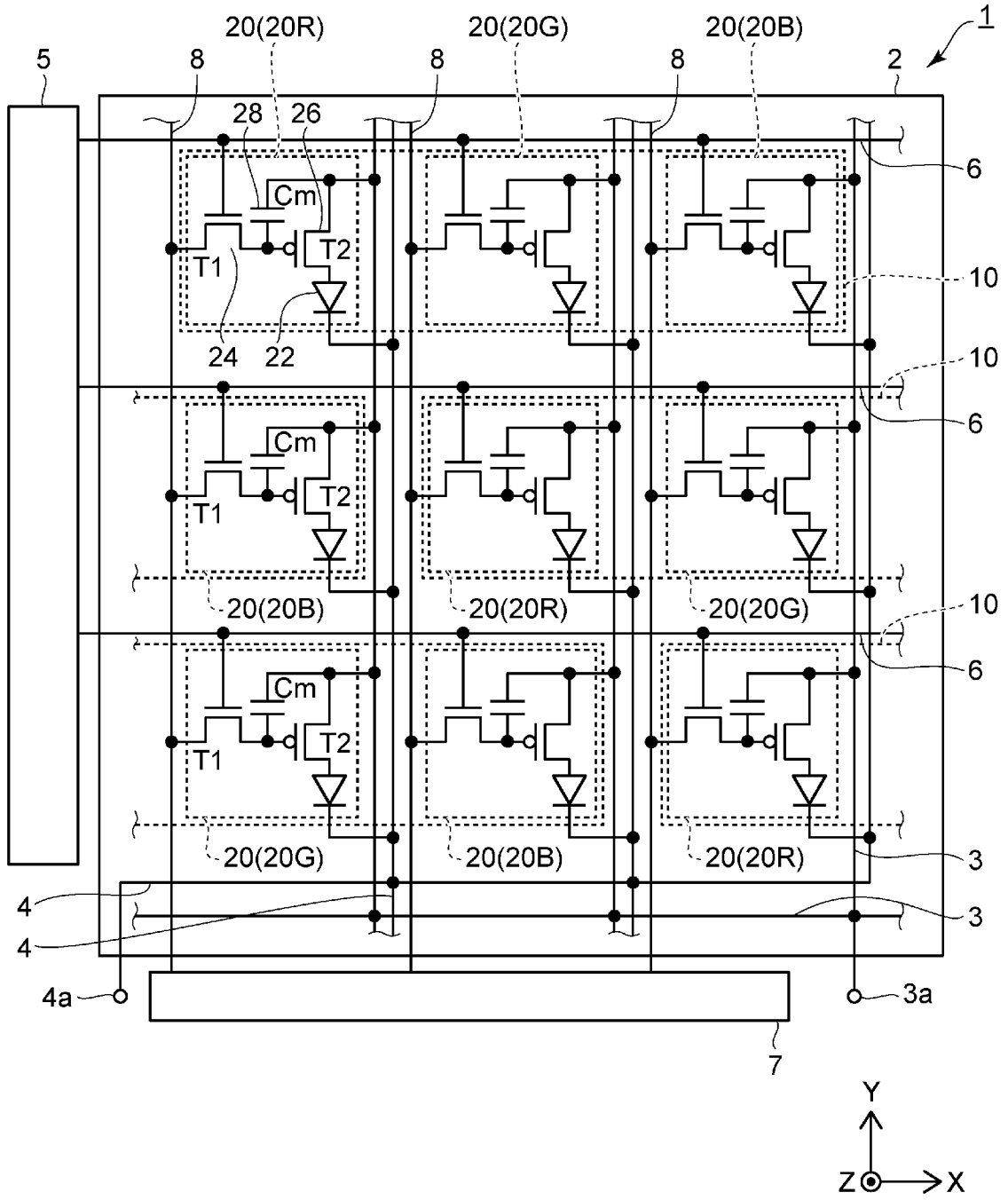
[図1]



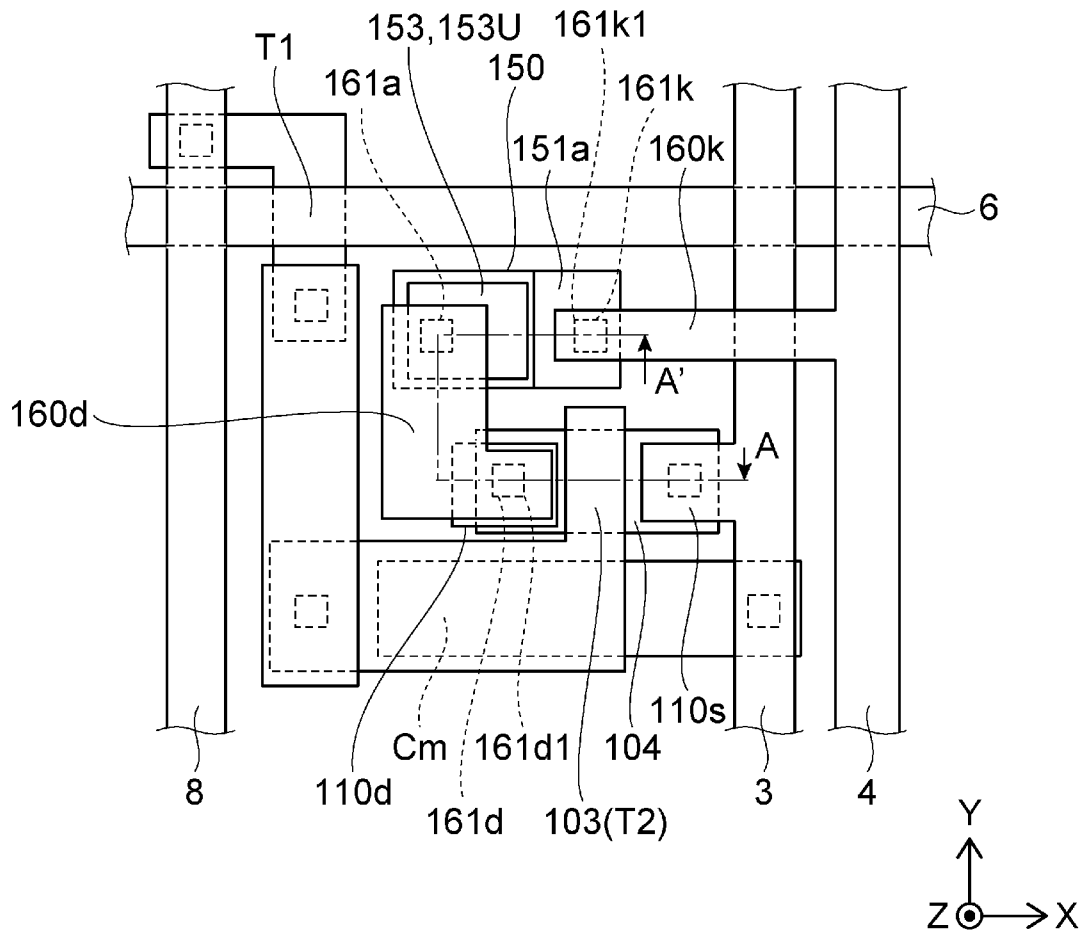
[図2]



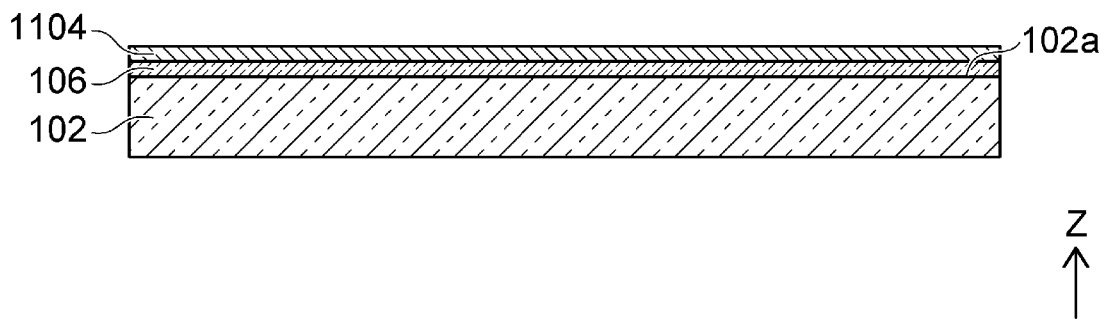
[図3]



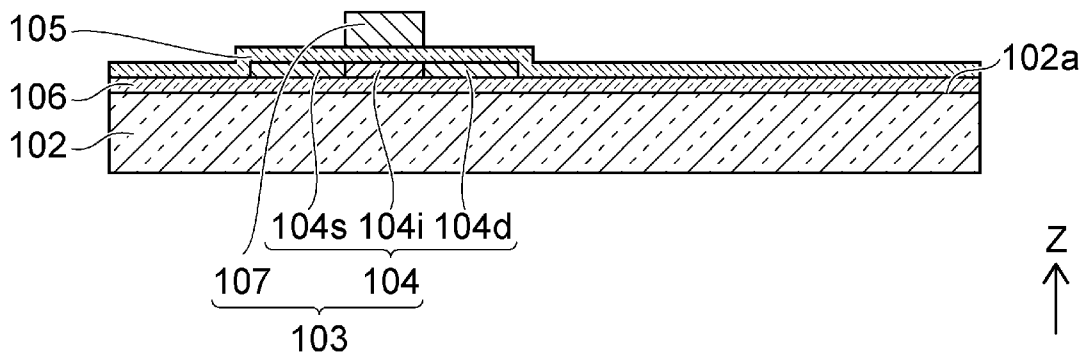
[図4]



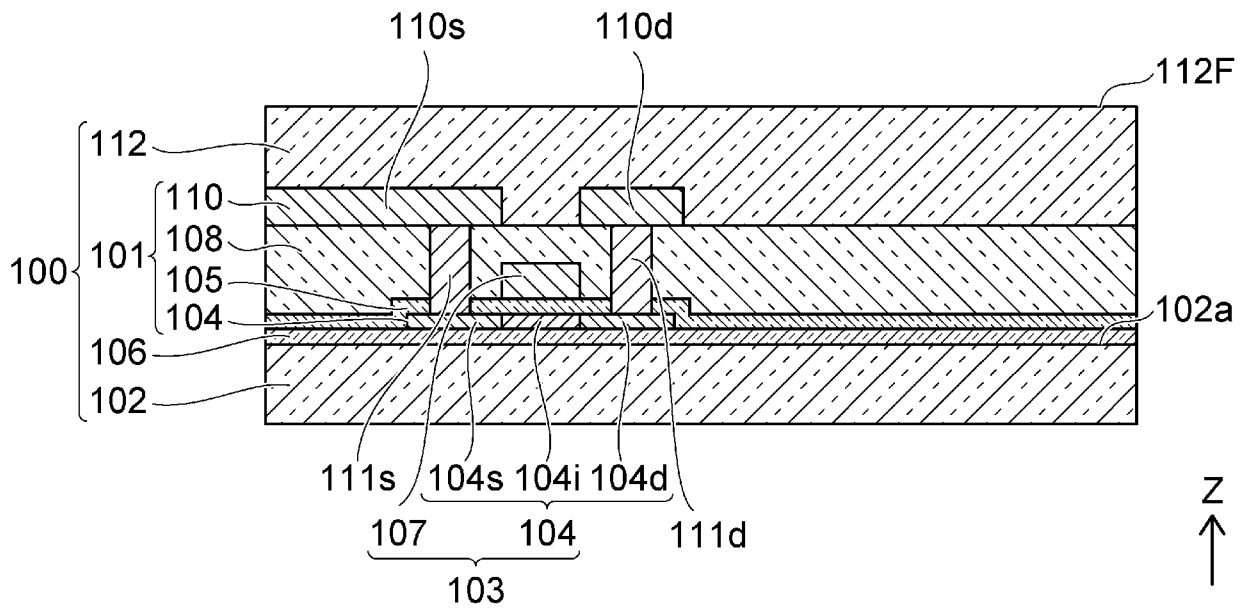
[図5A]



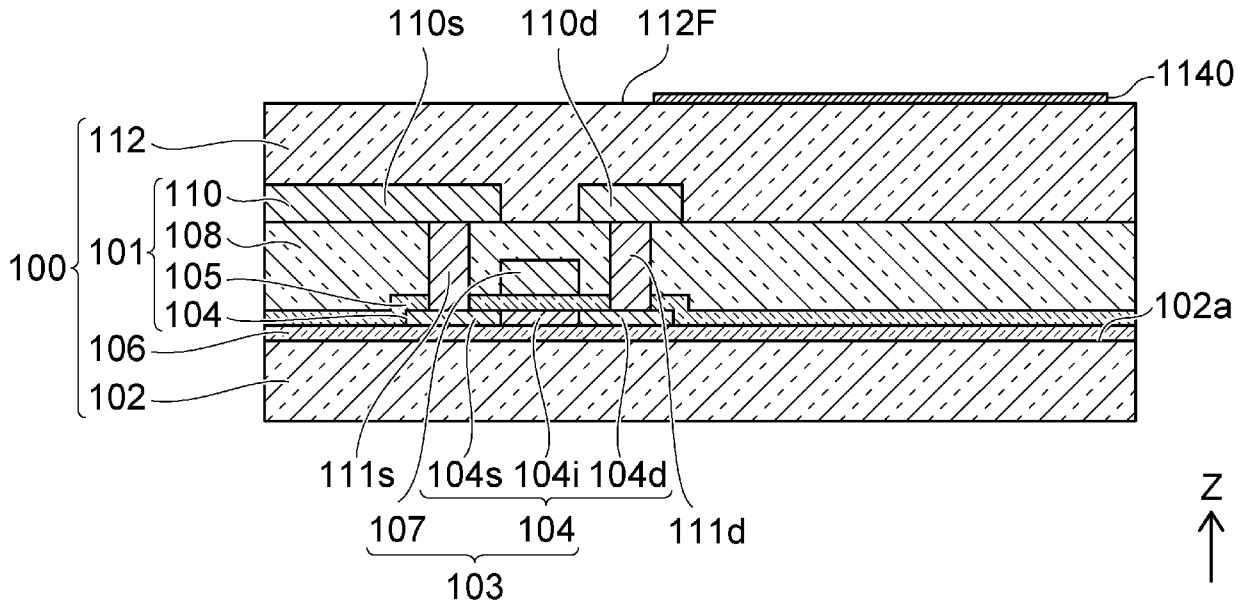
[図5B]



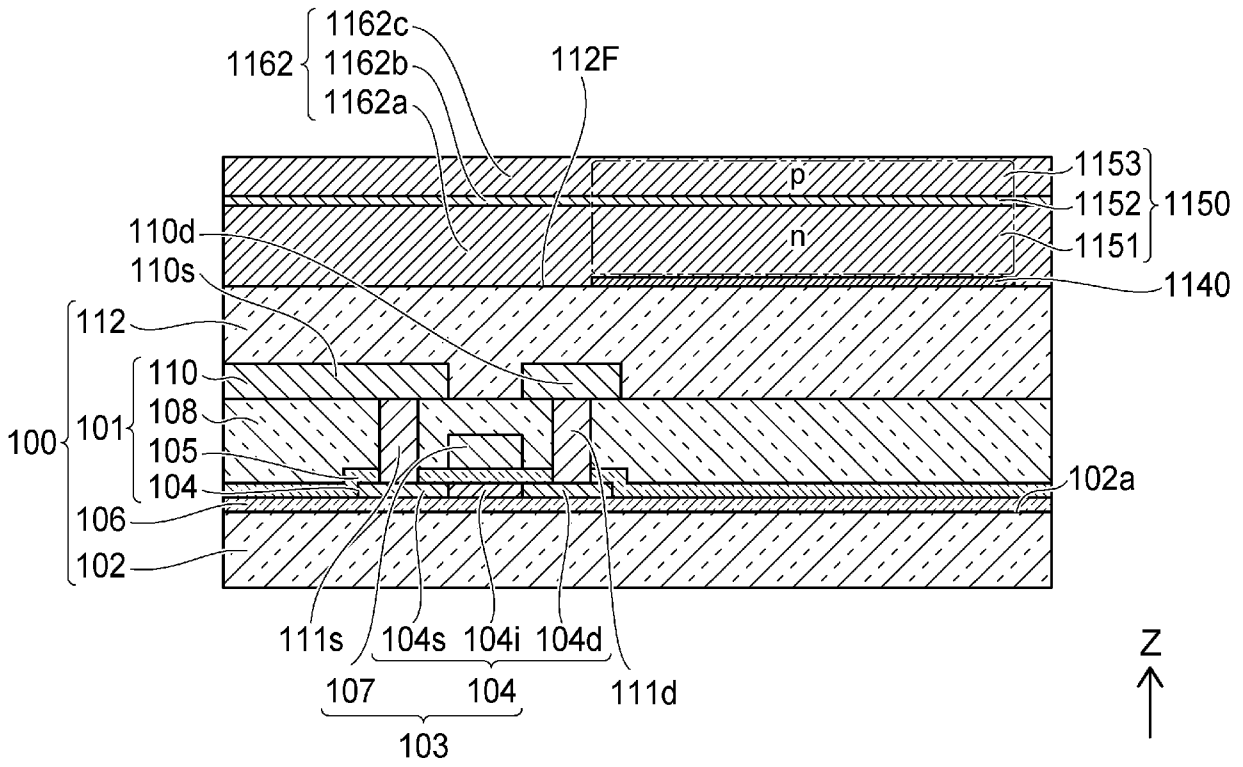
[図6A]



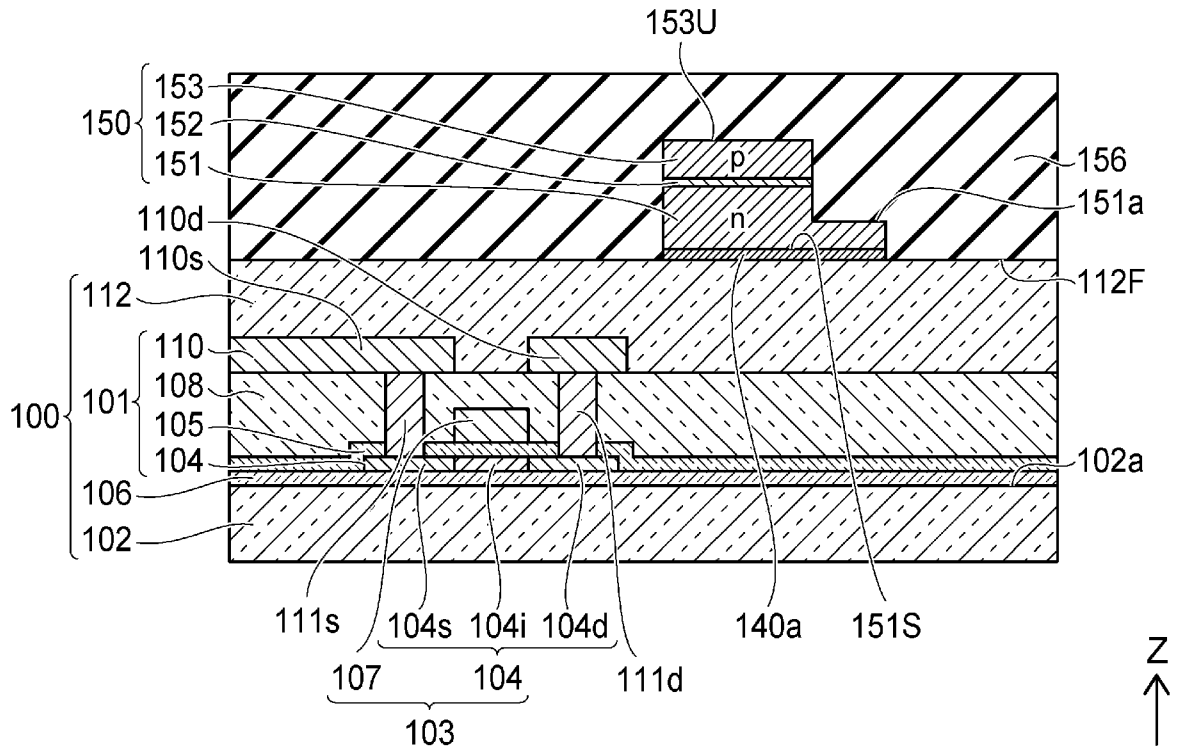
[図6B]



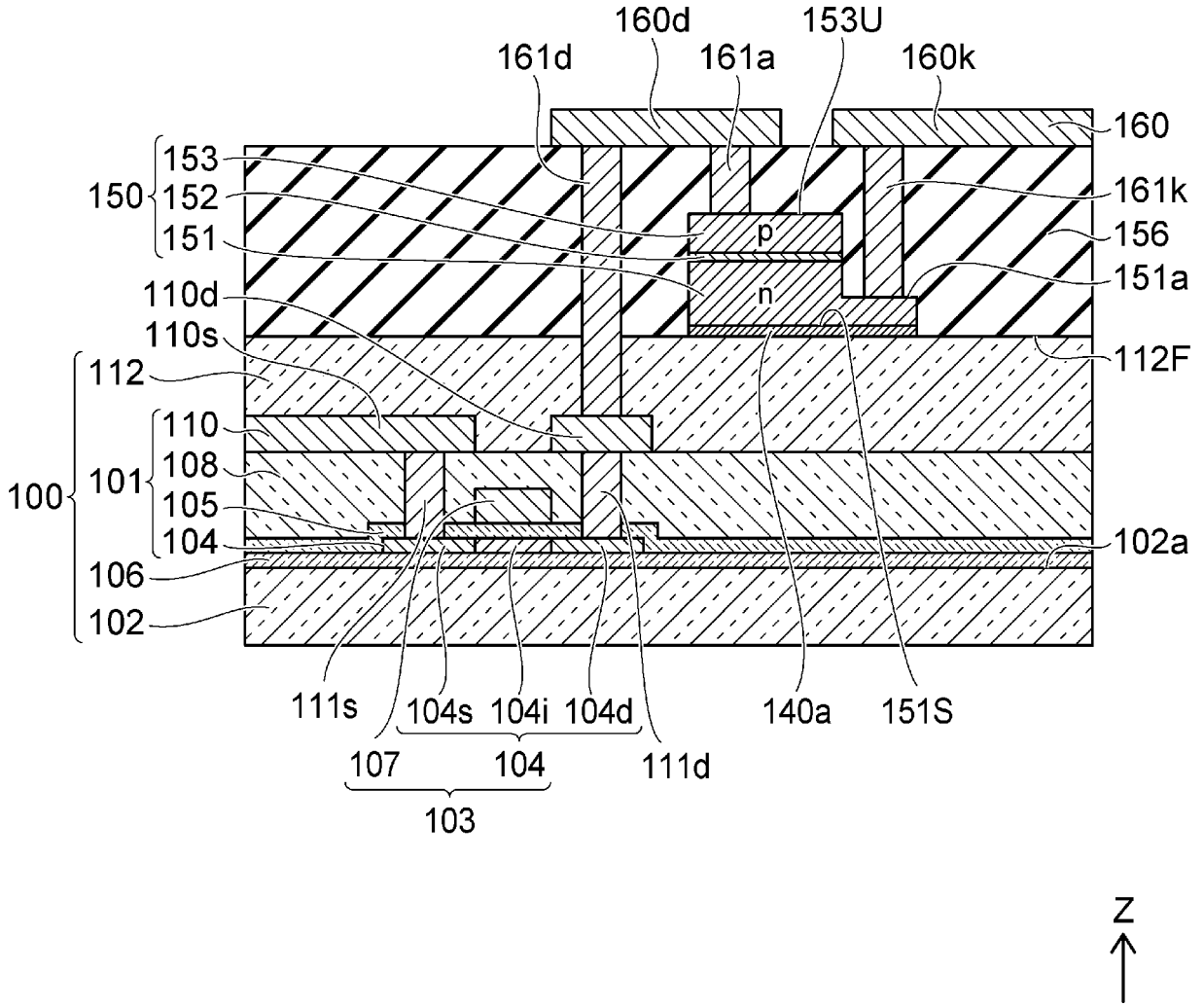
[図7A]



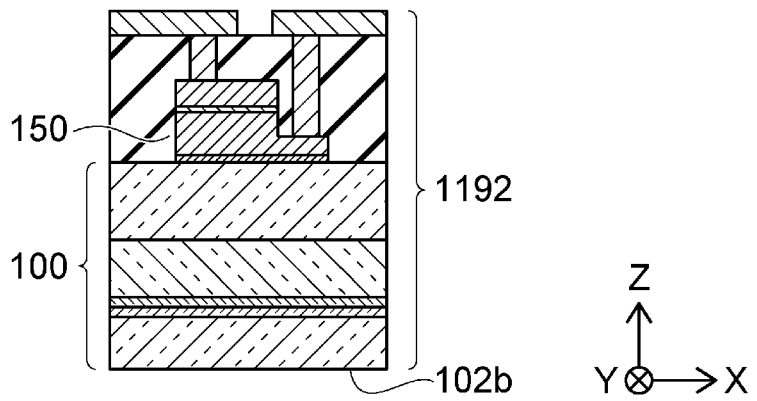
[図7B]



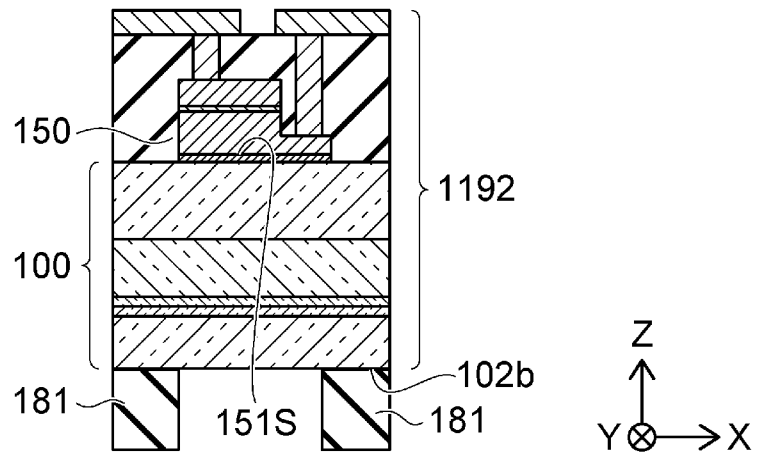
[図8]



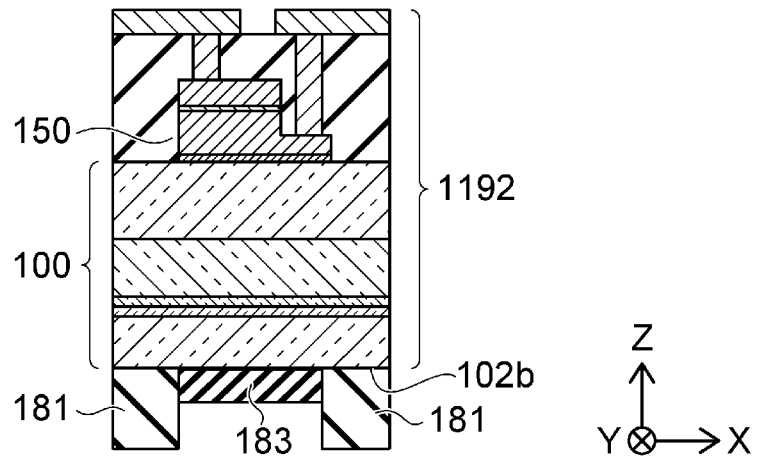
[図9A]



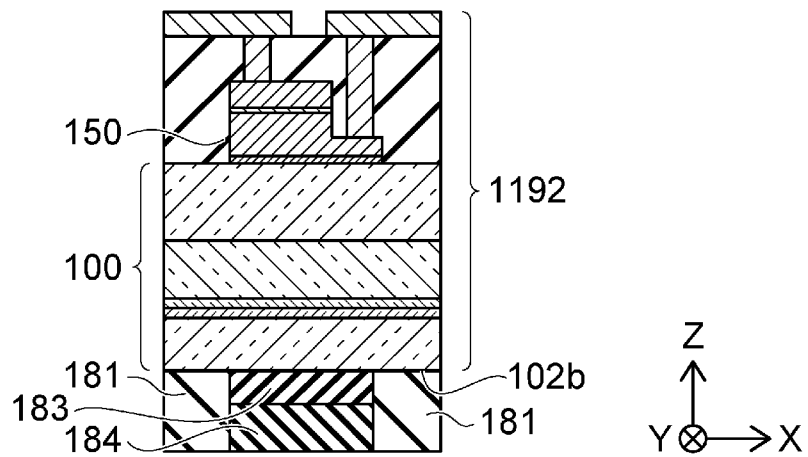
[図9B]



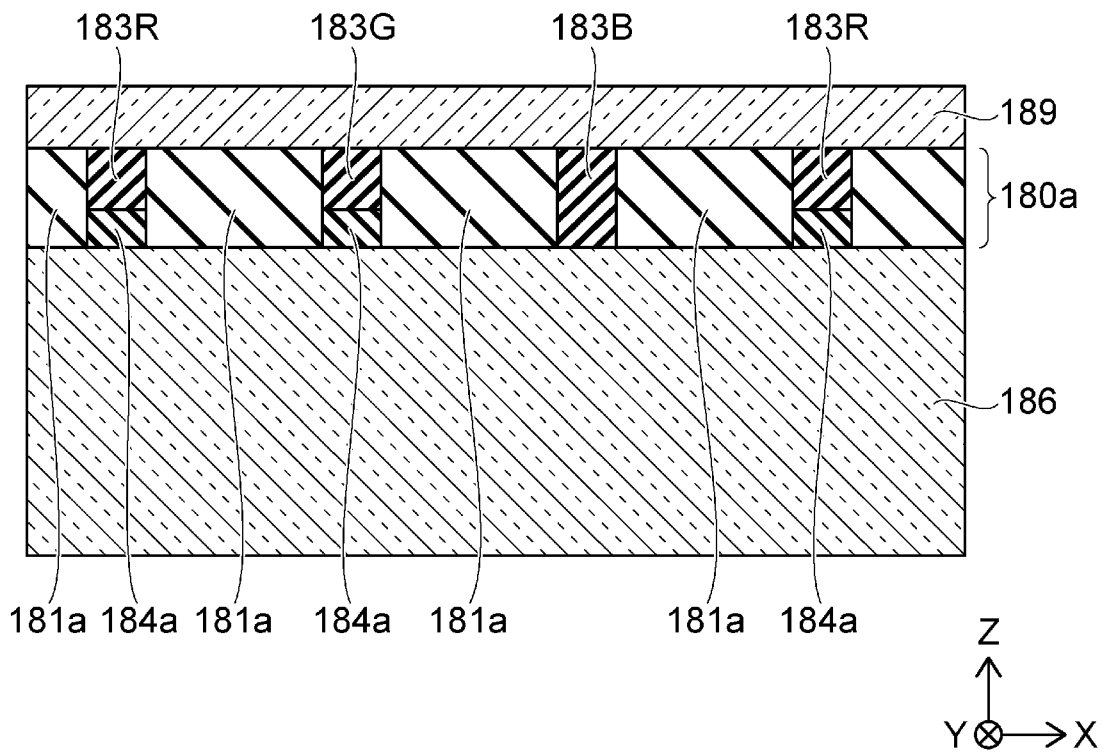
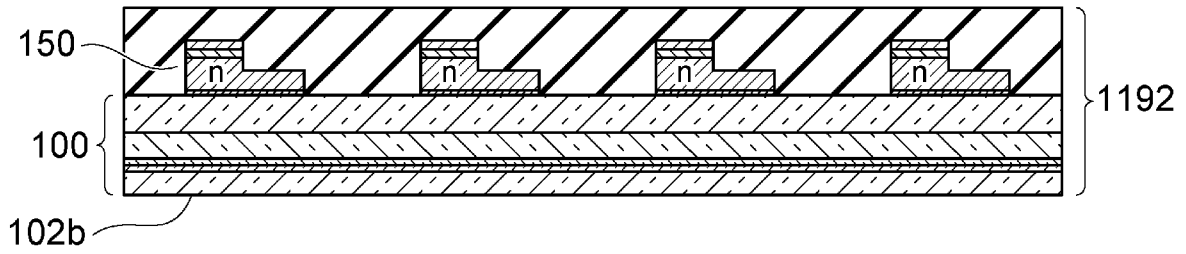
[図9C]



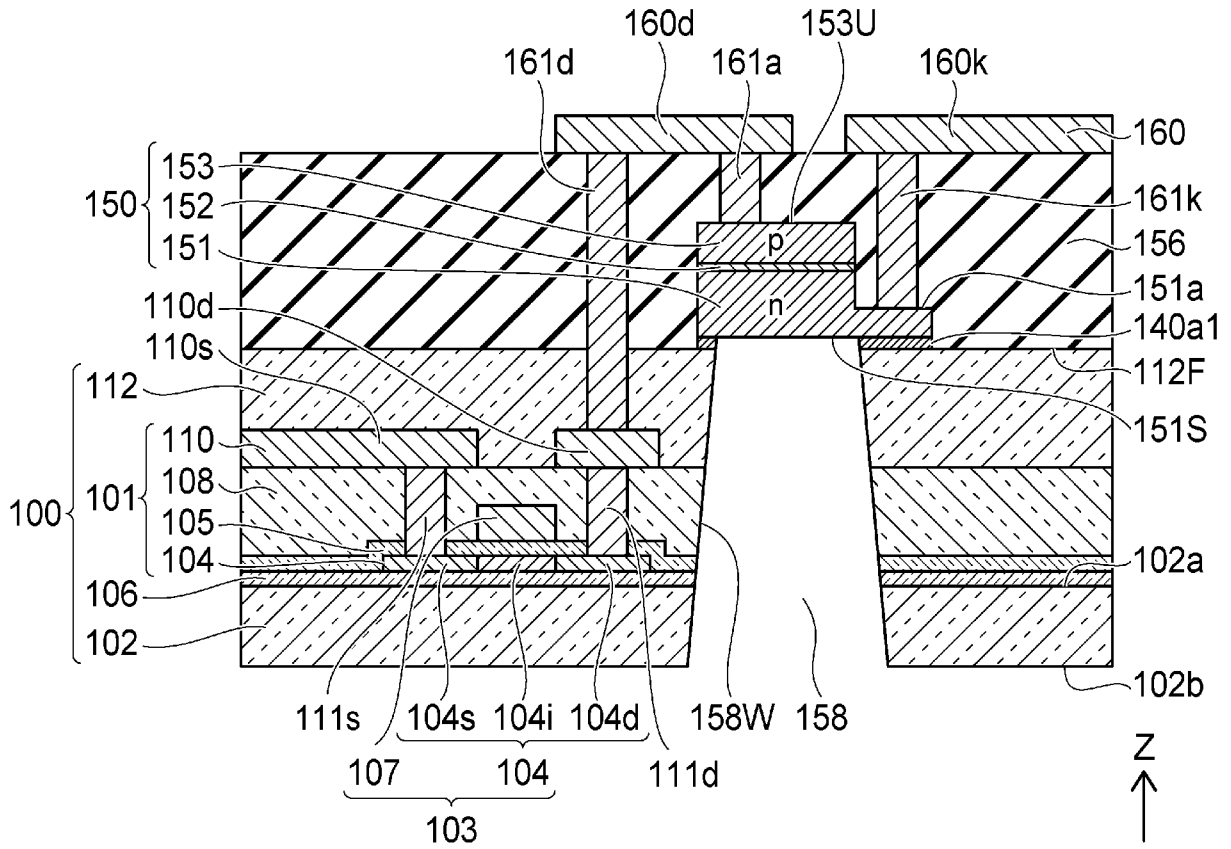
[図9D]



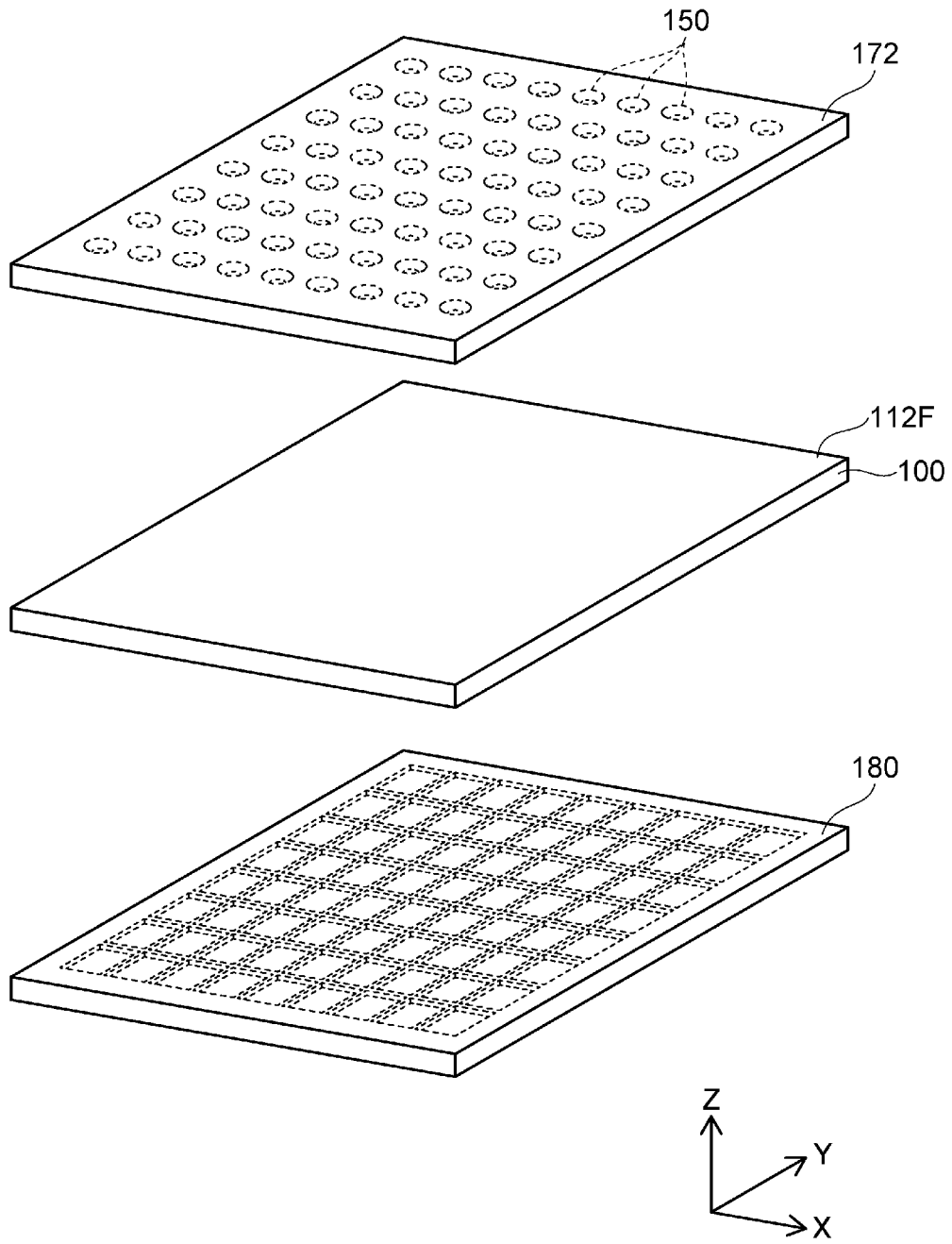
[図10]



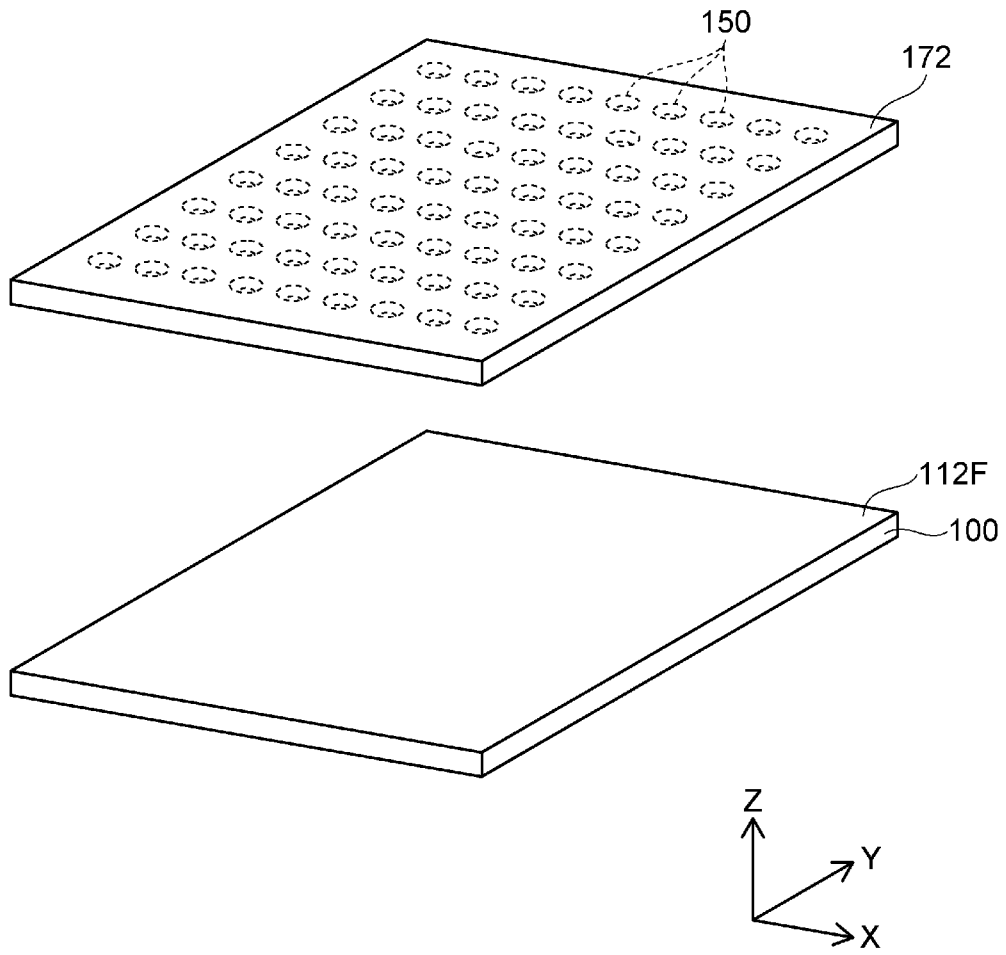
[図11]



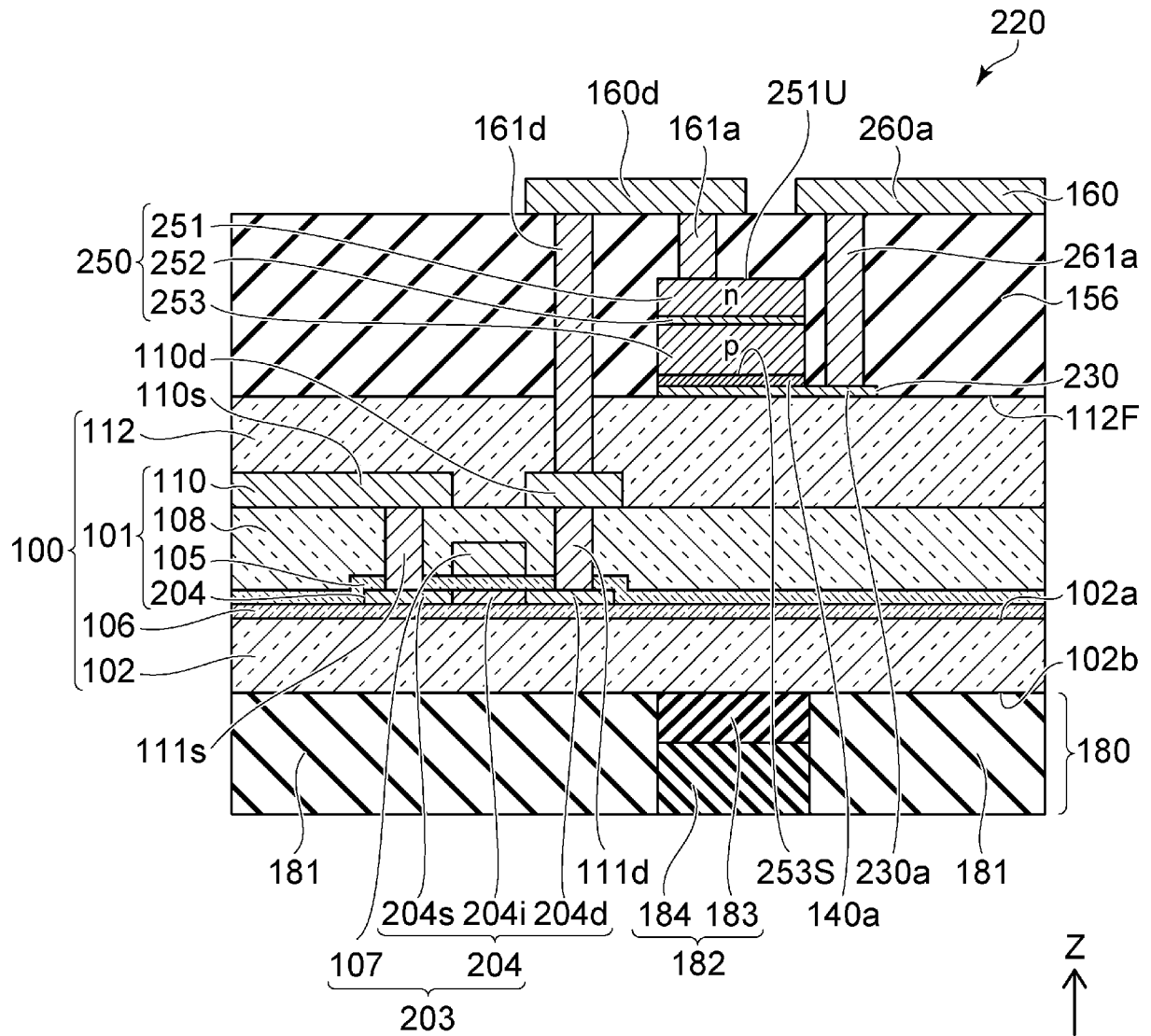
[図12]



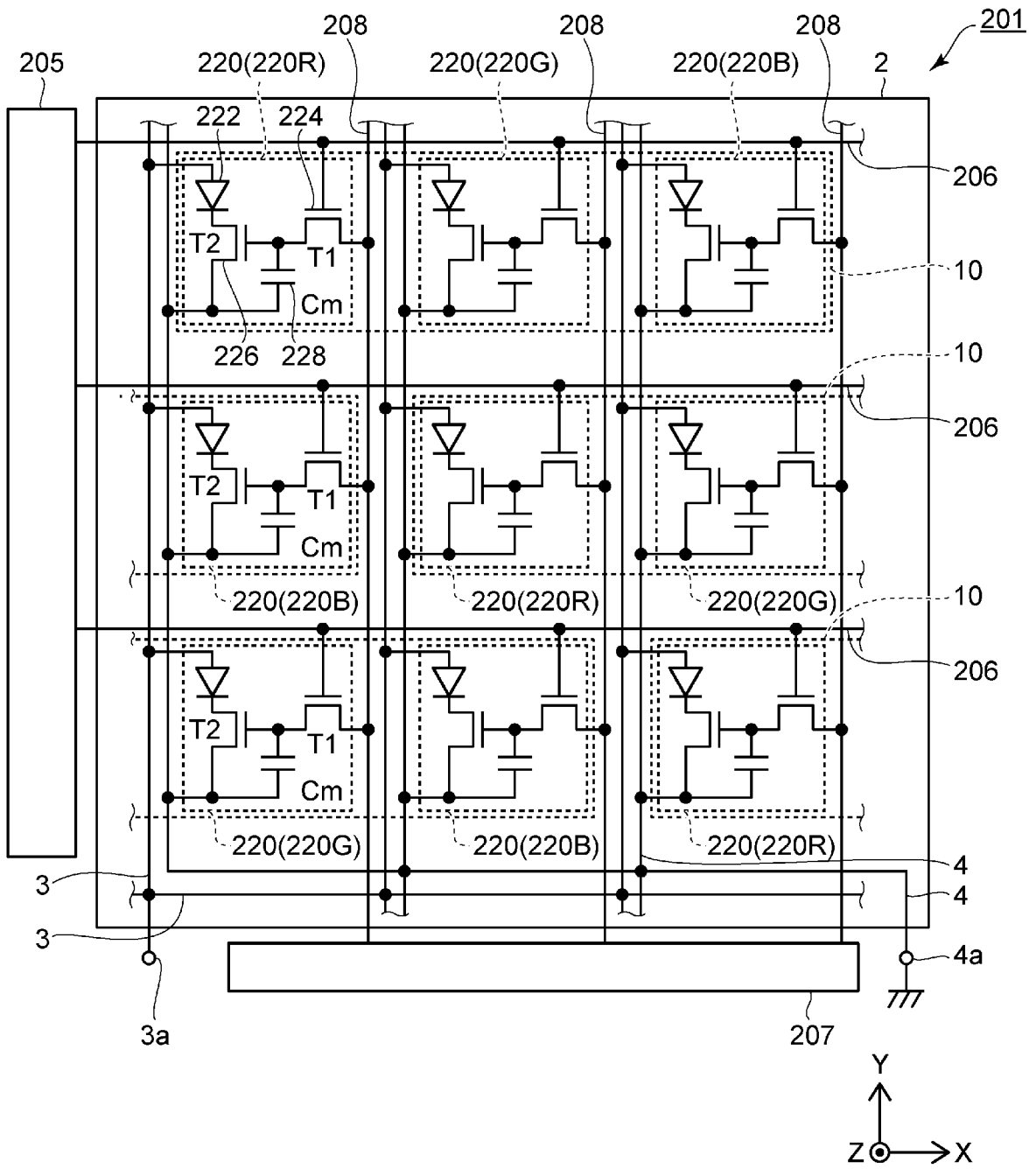
[図13]



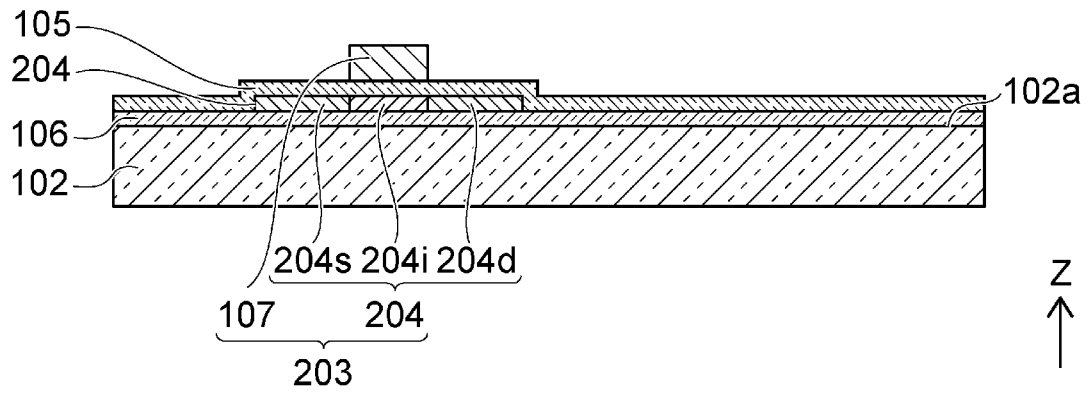
[図14]



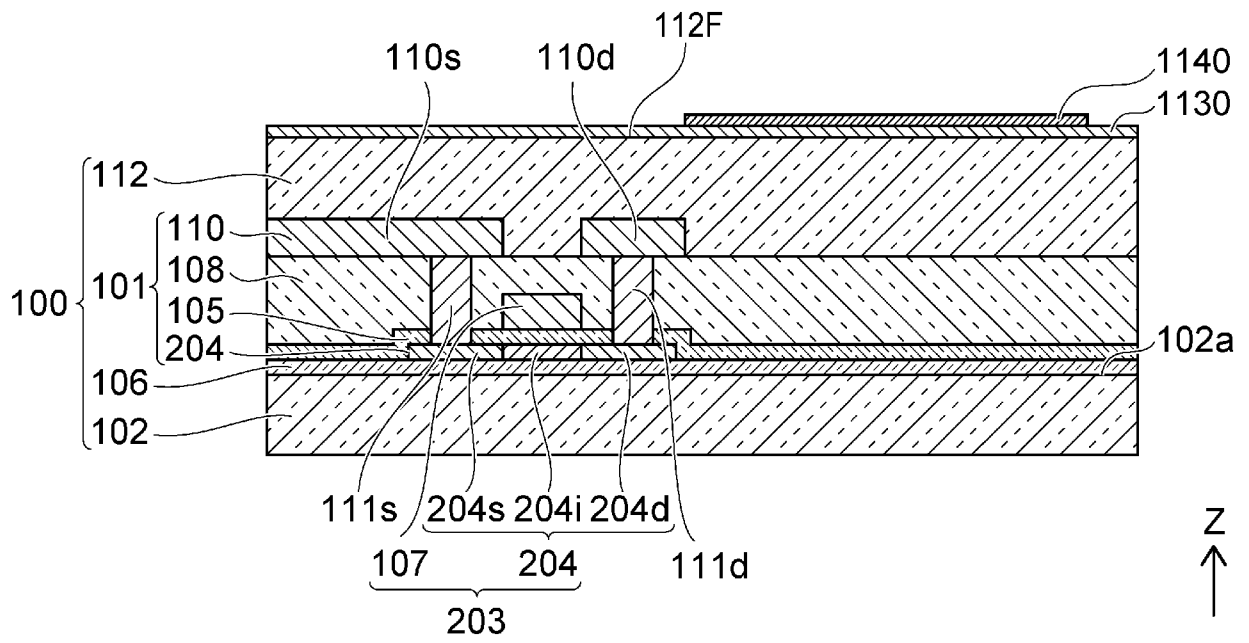
[図15]



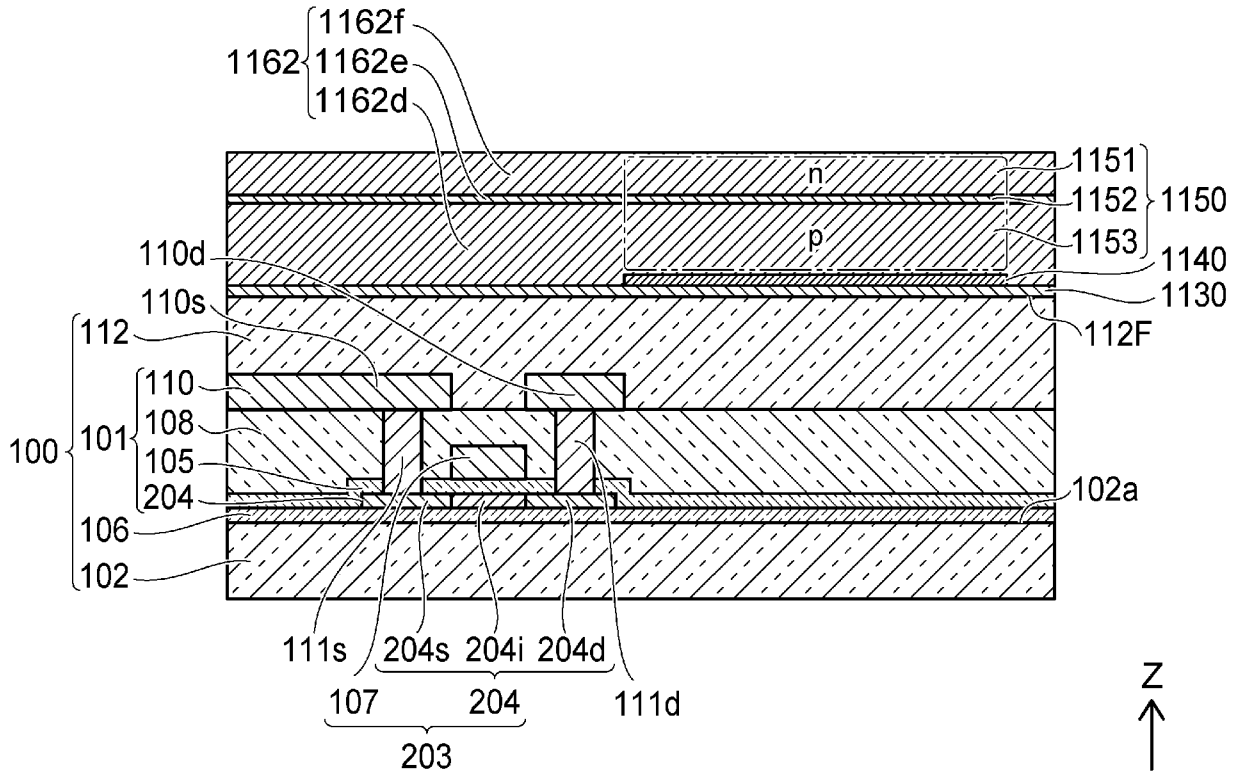
[図16A]



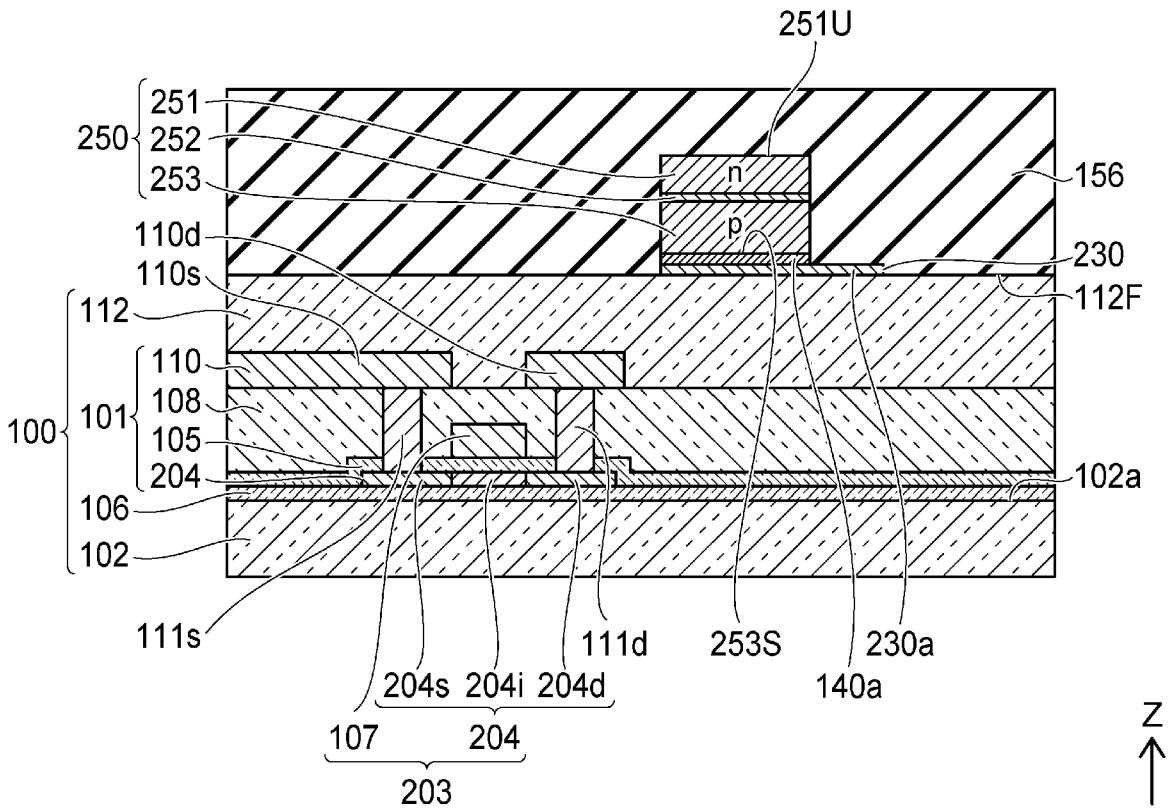
[図16B]



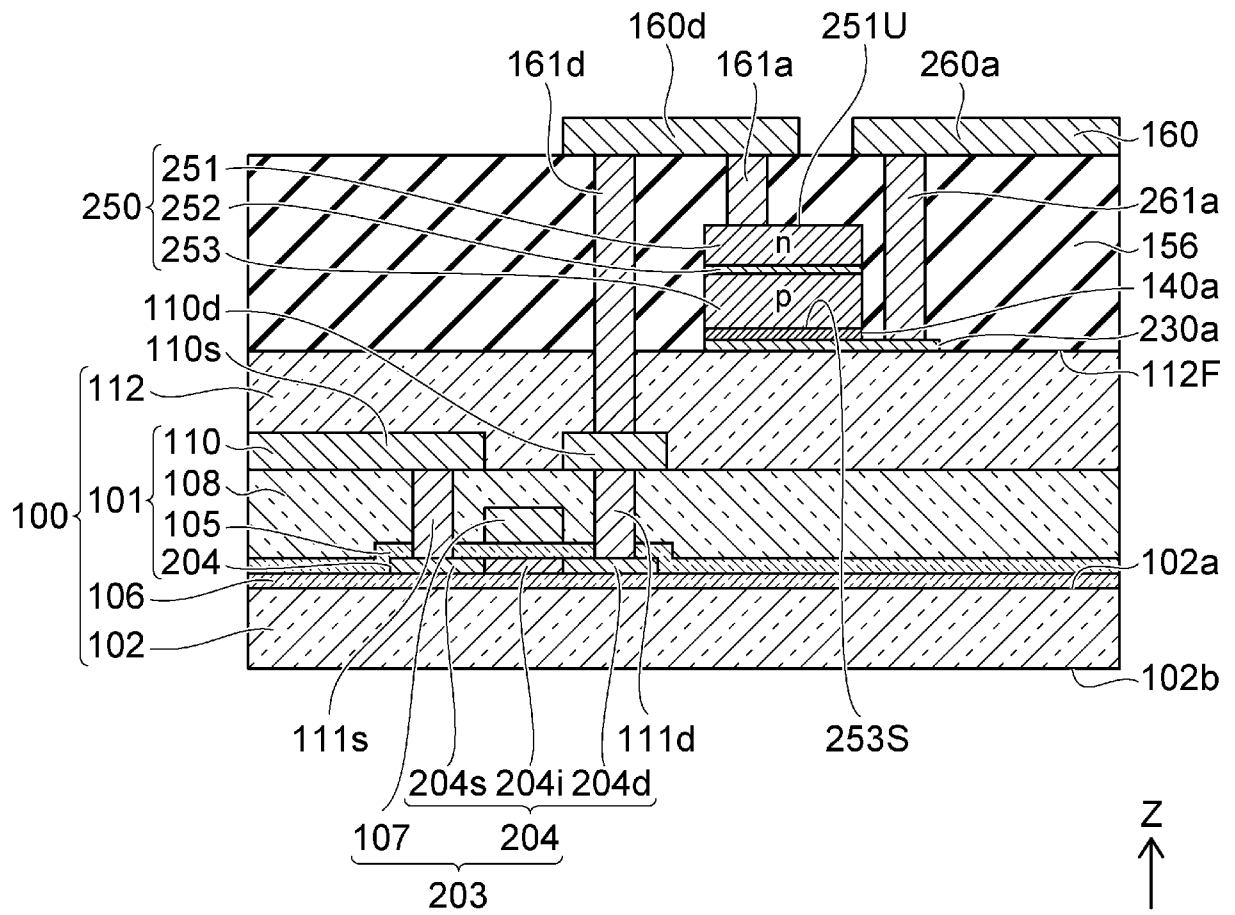
[図17A]



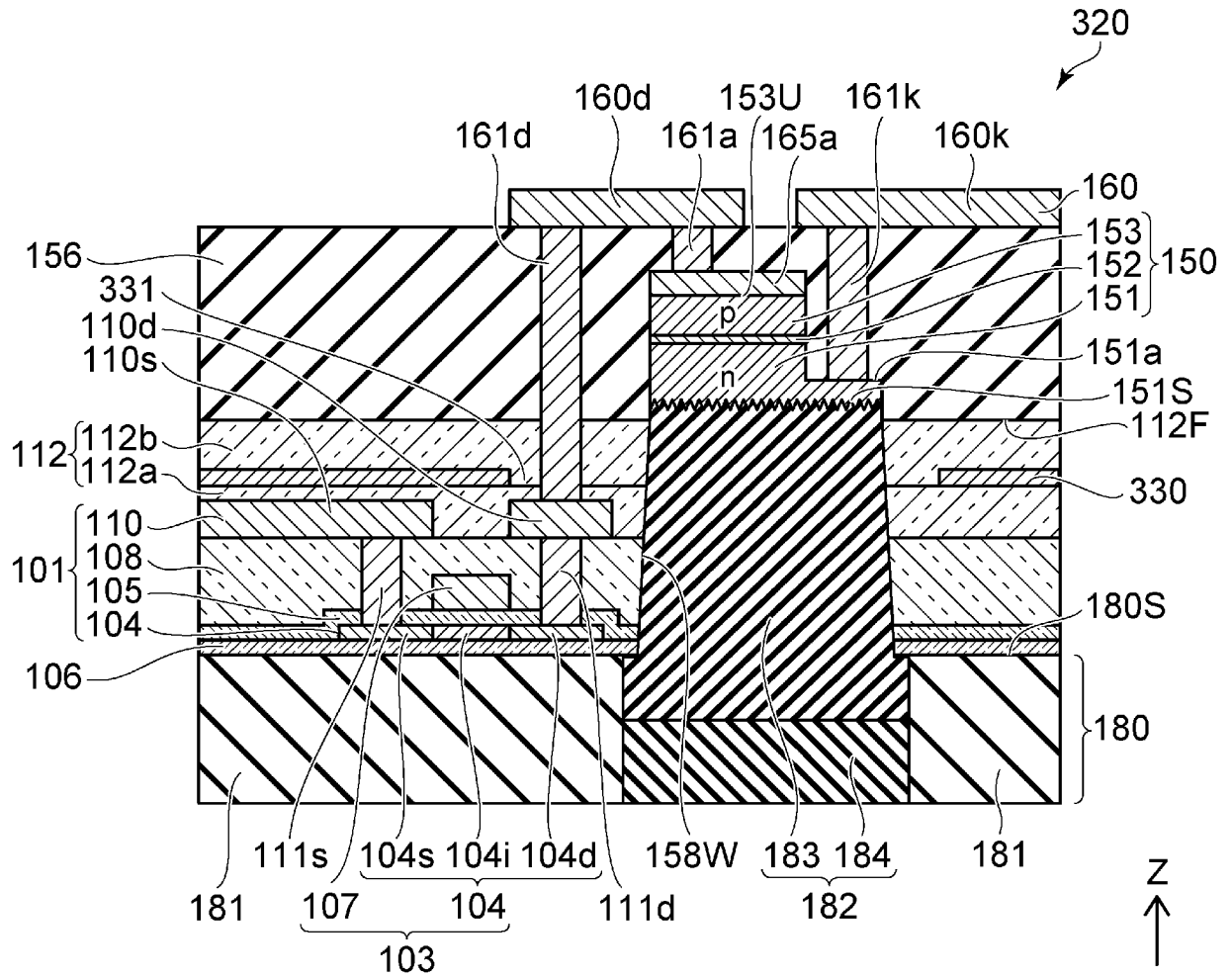
[図17B]



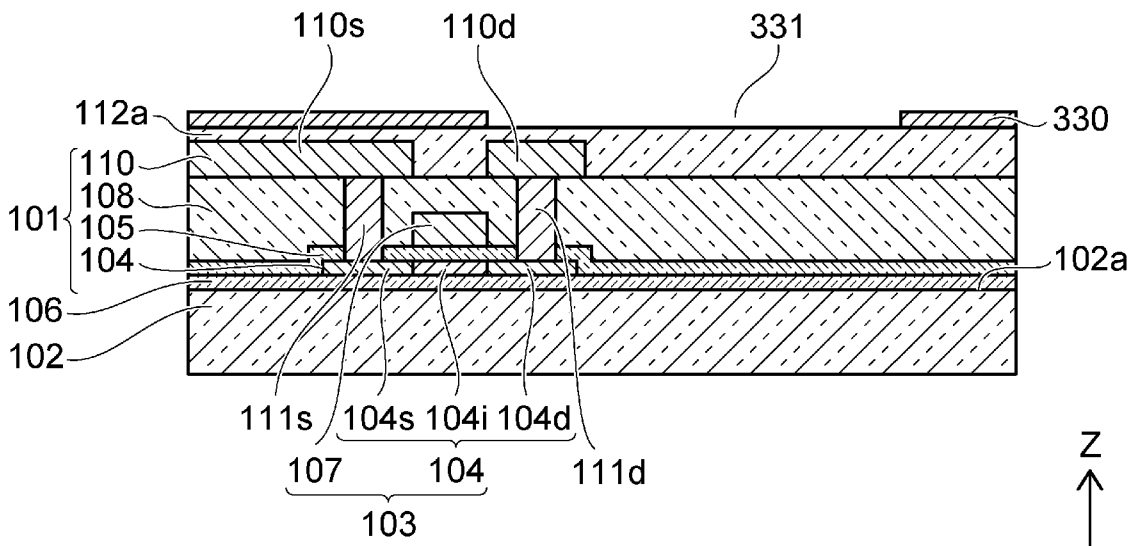
[図18]



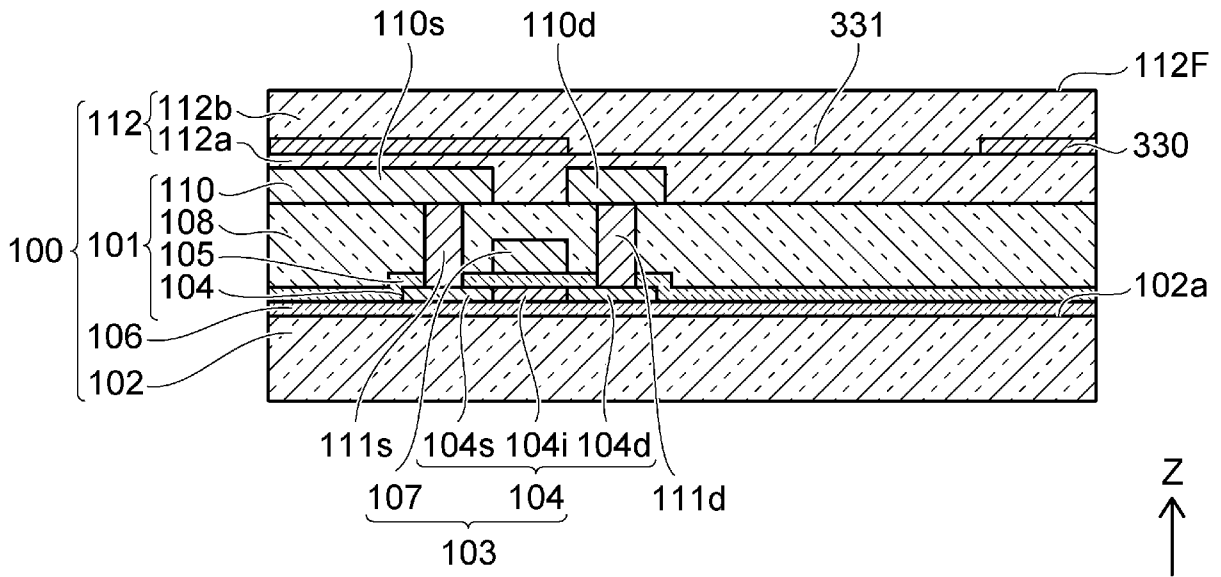
[図19]



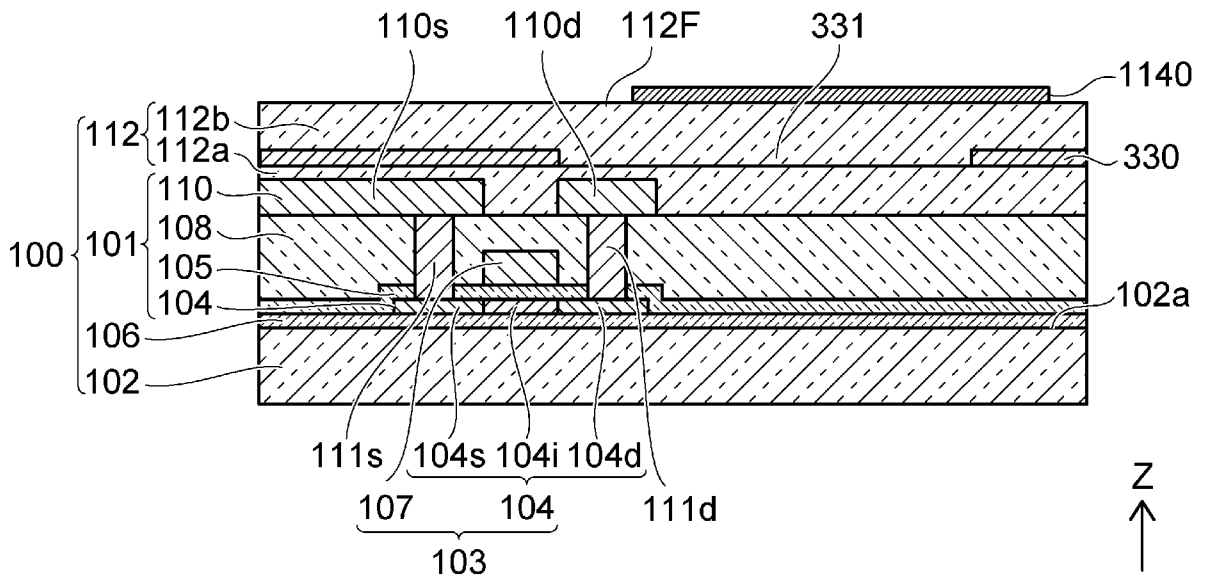
[図20A]



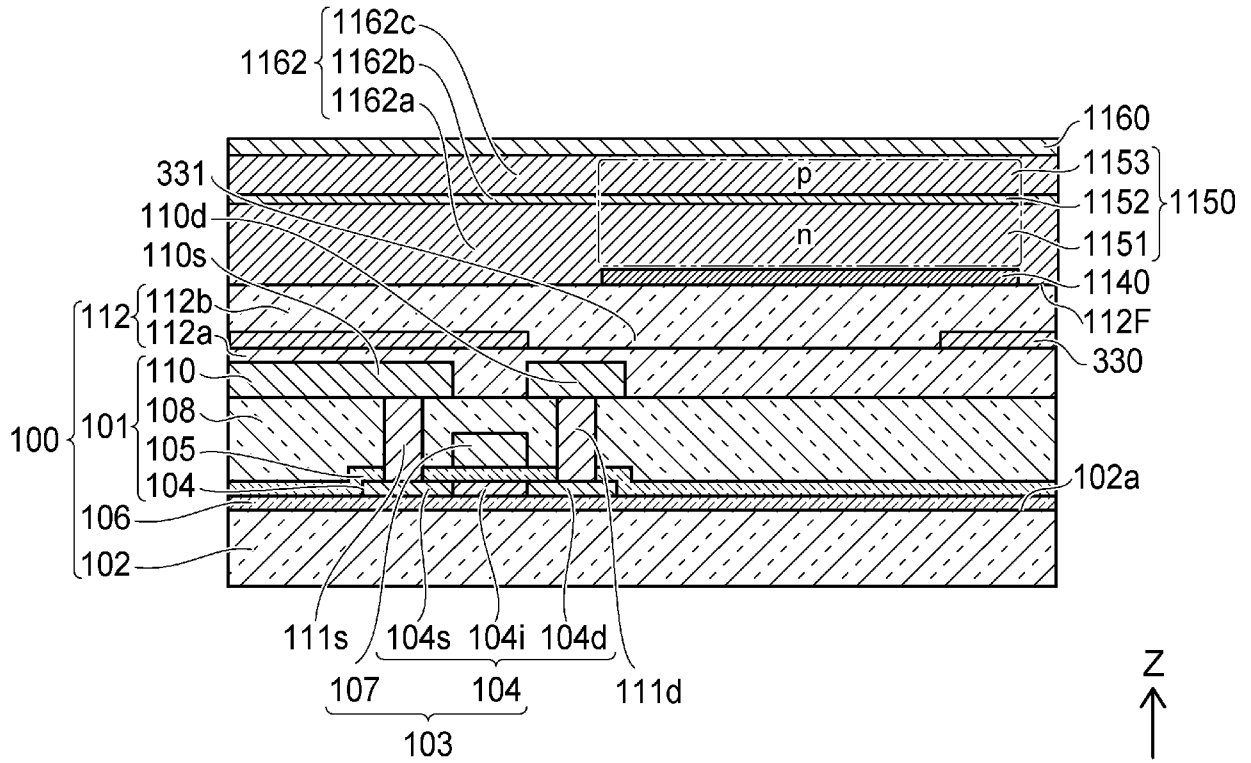
[図20B]



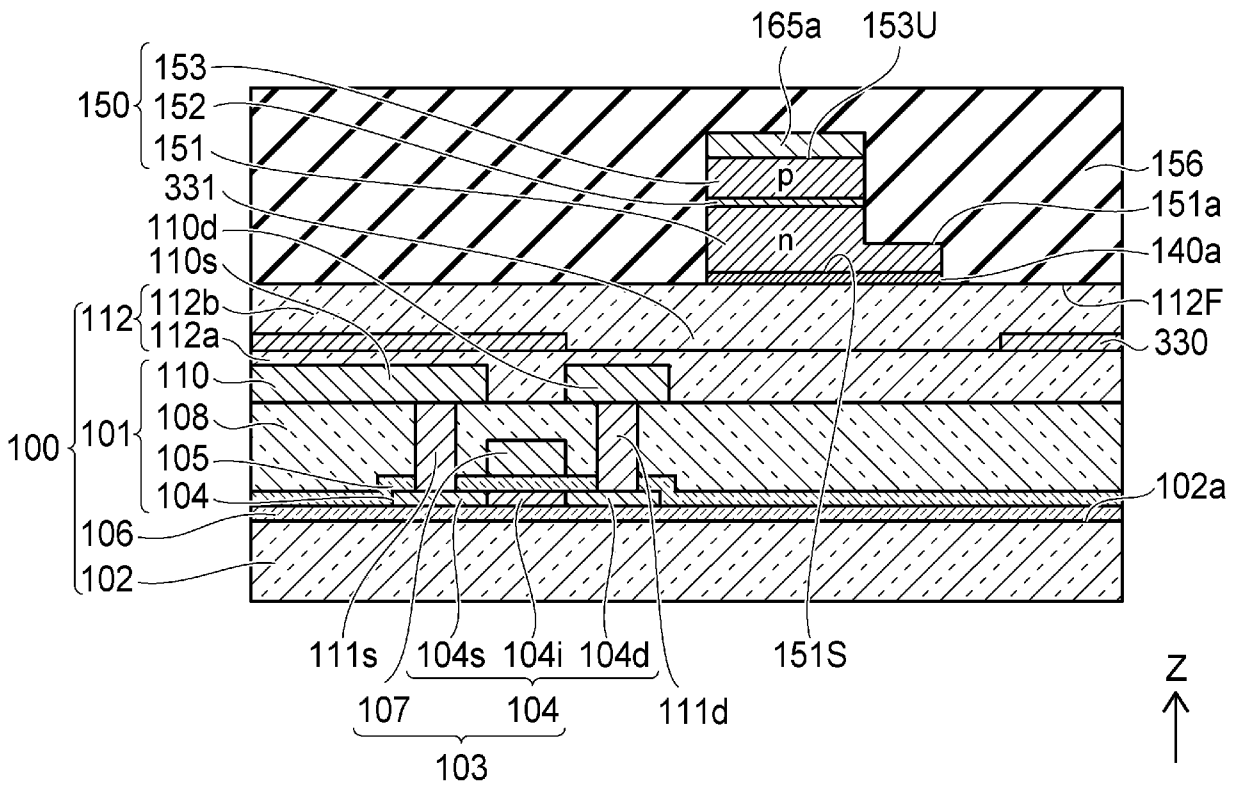
[図21A]



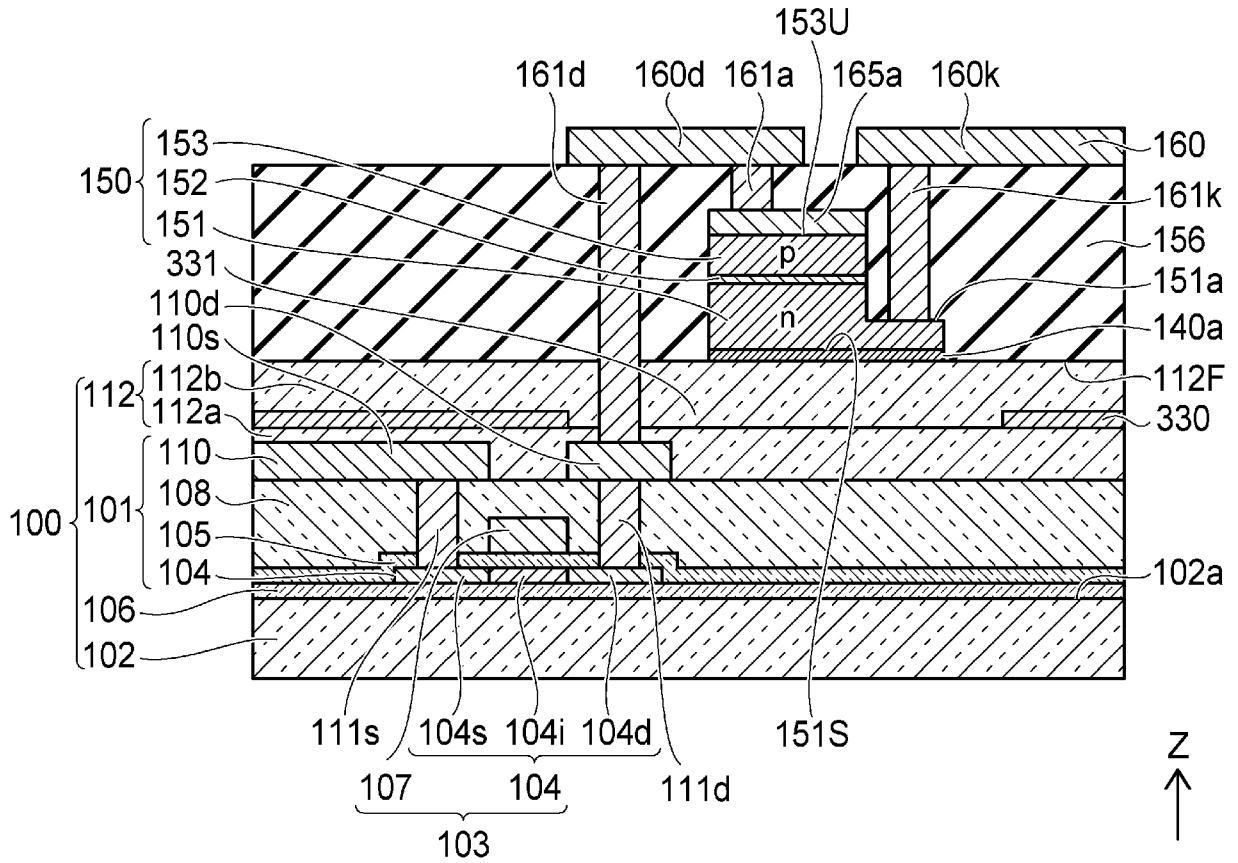
[図21B]



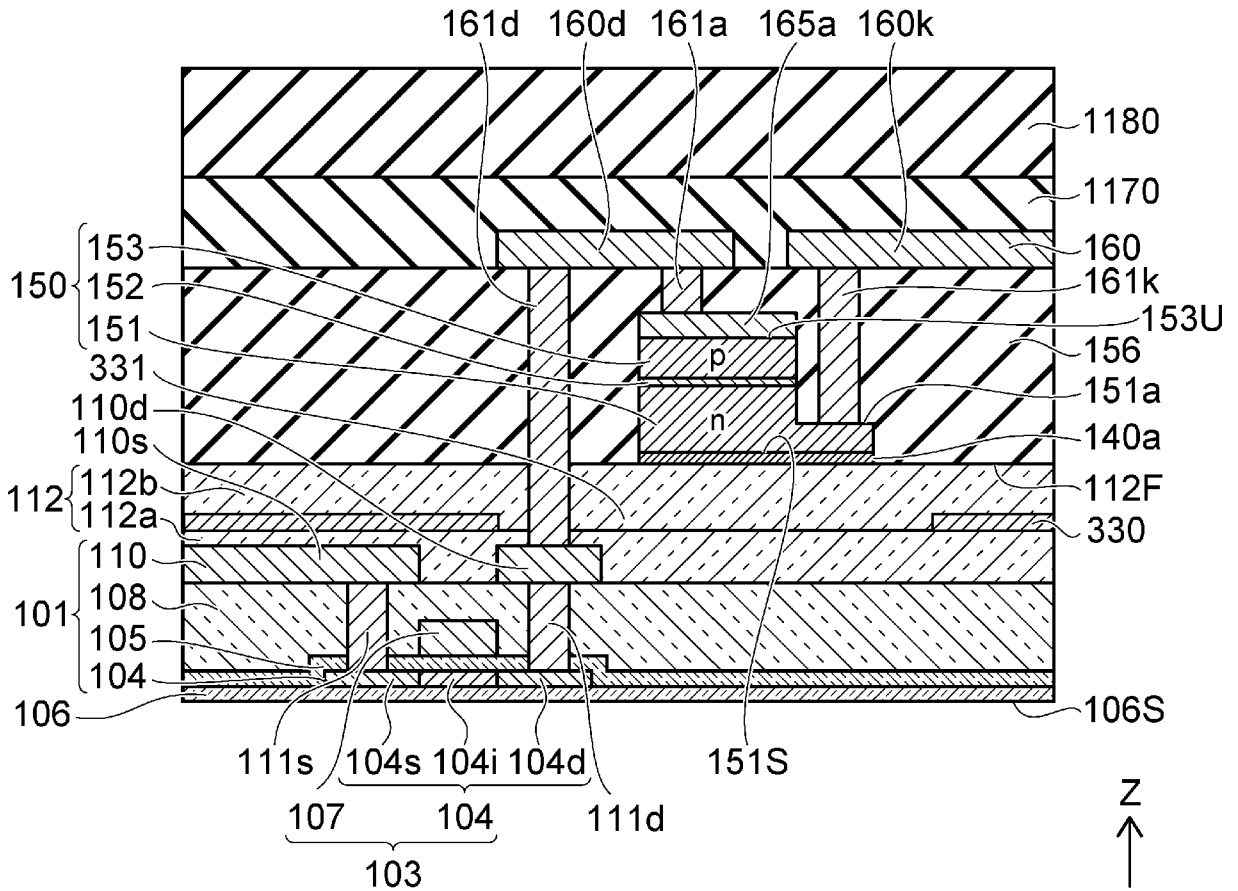
[図22A]



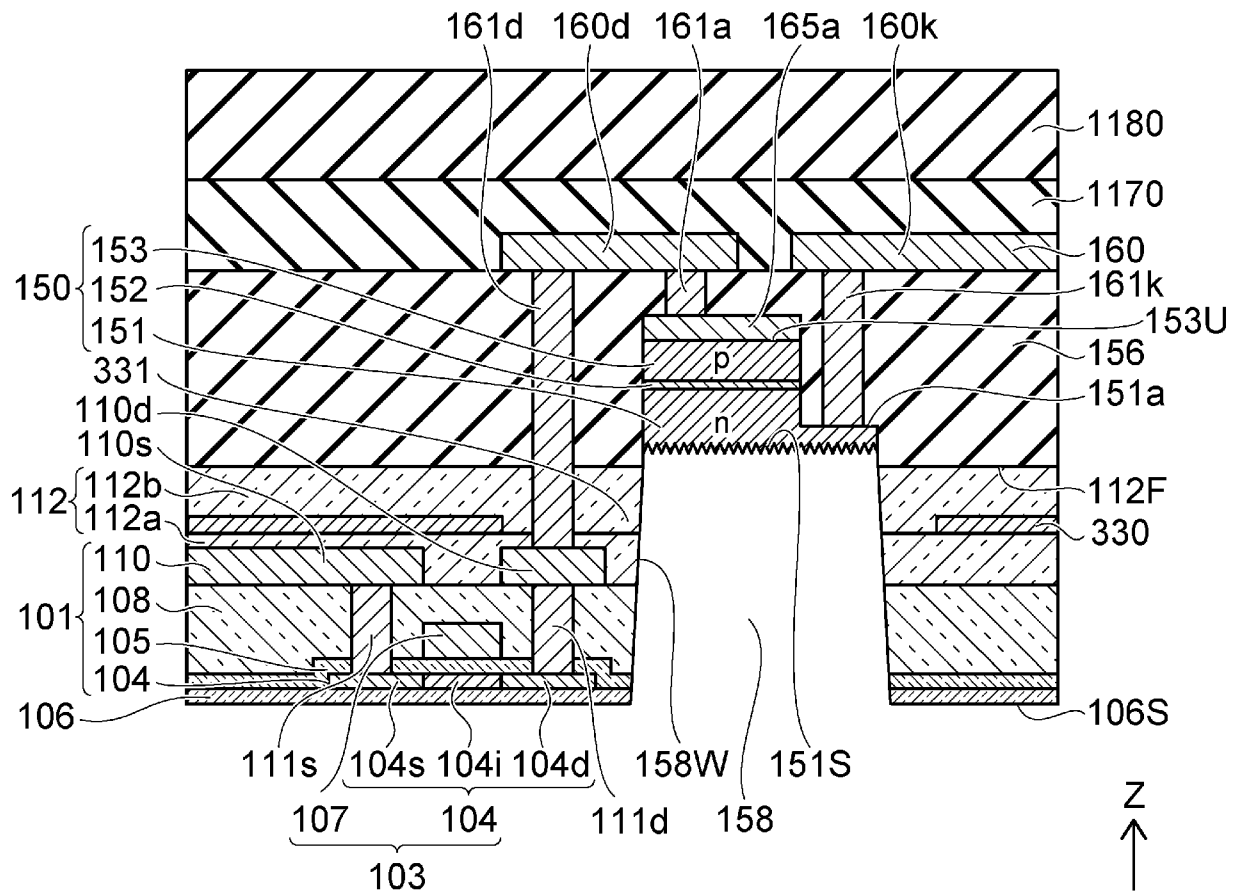
[図22B]



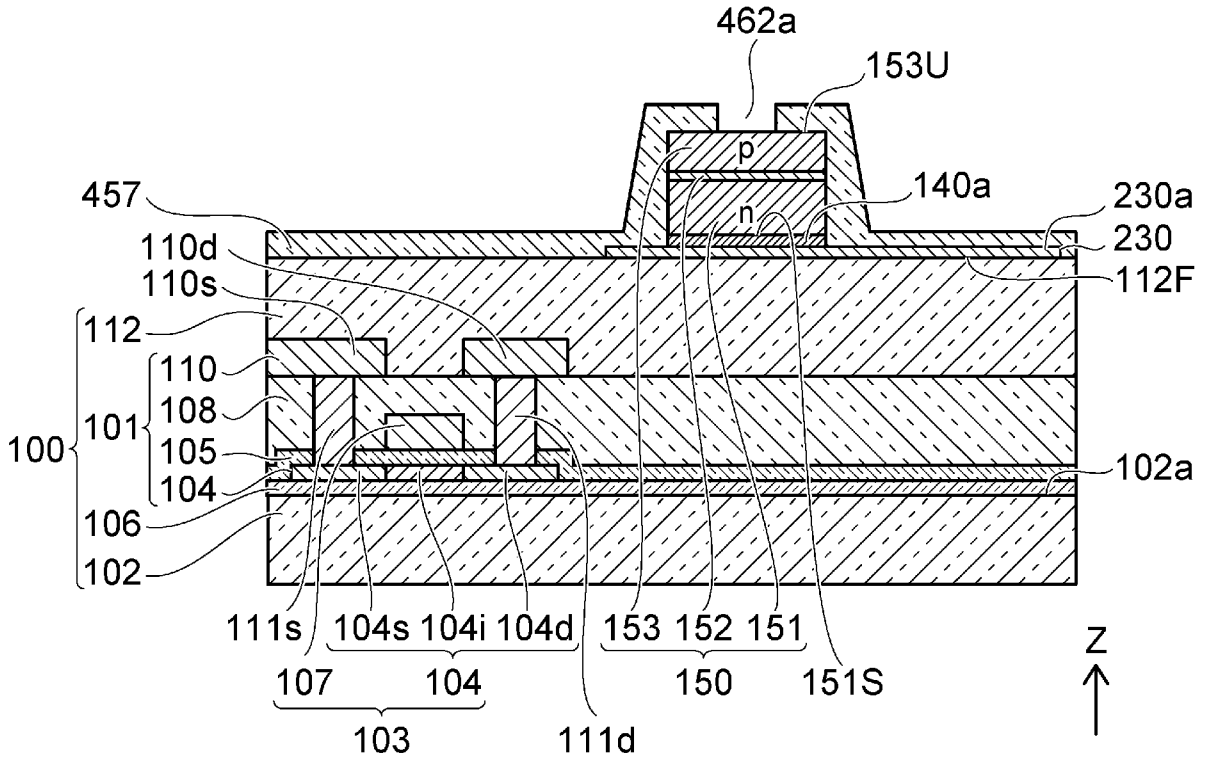
[図23A]



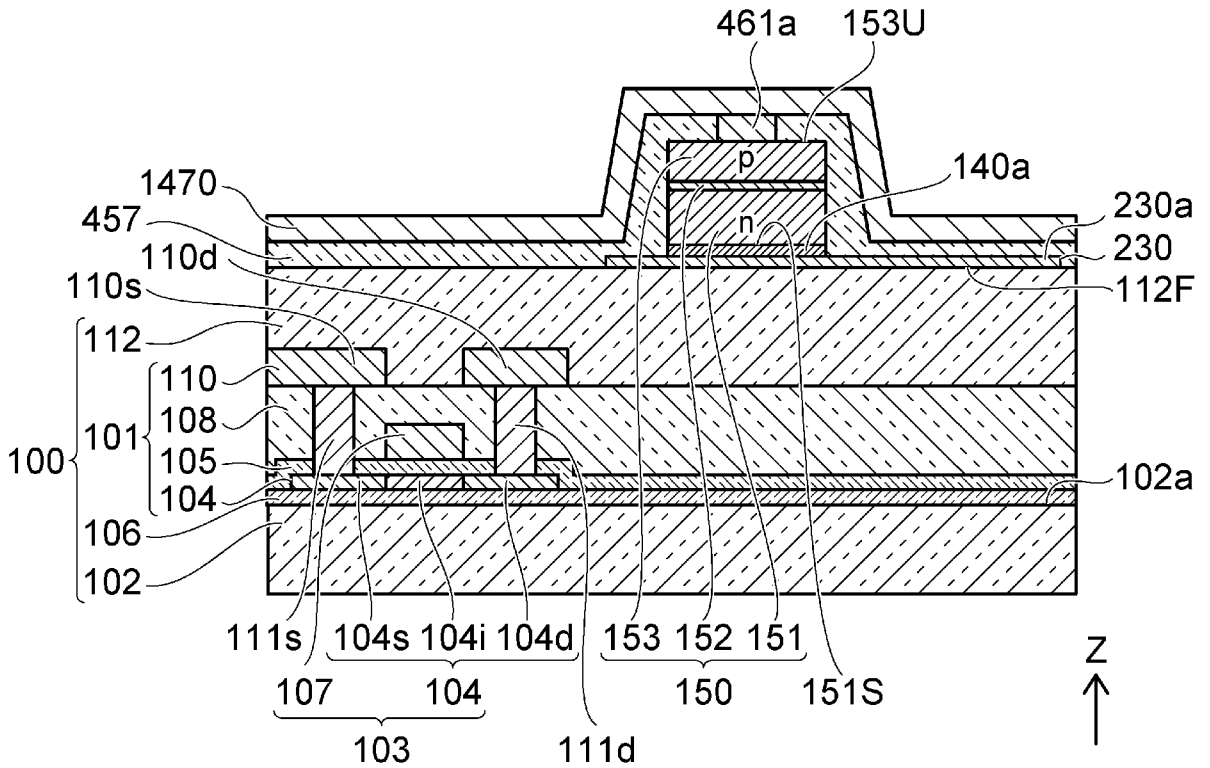
[図23B]



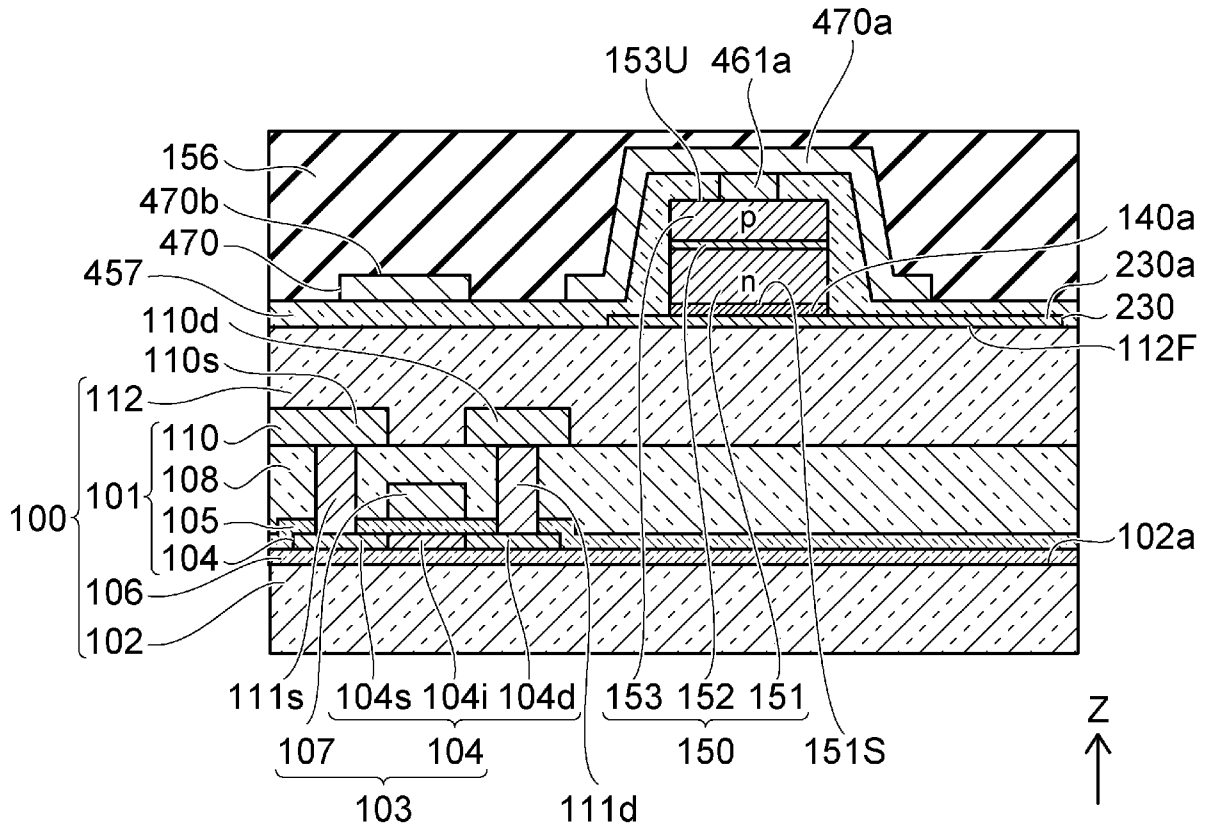
[図25A]



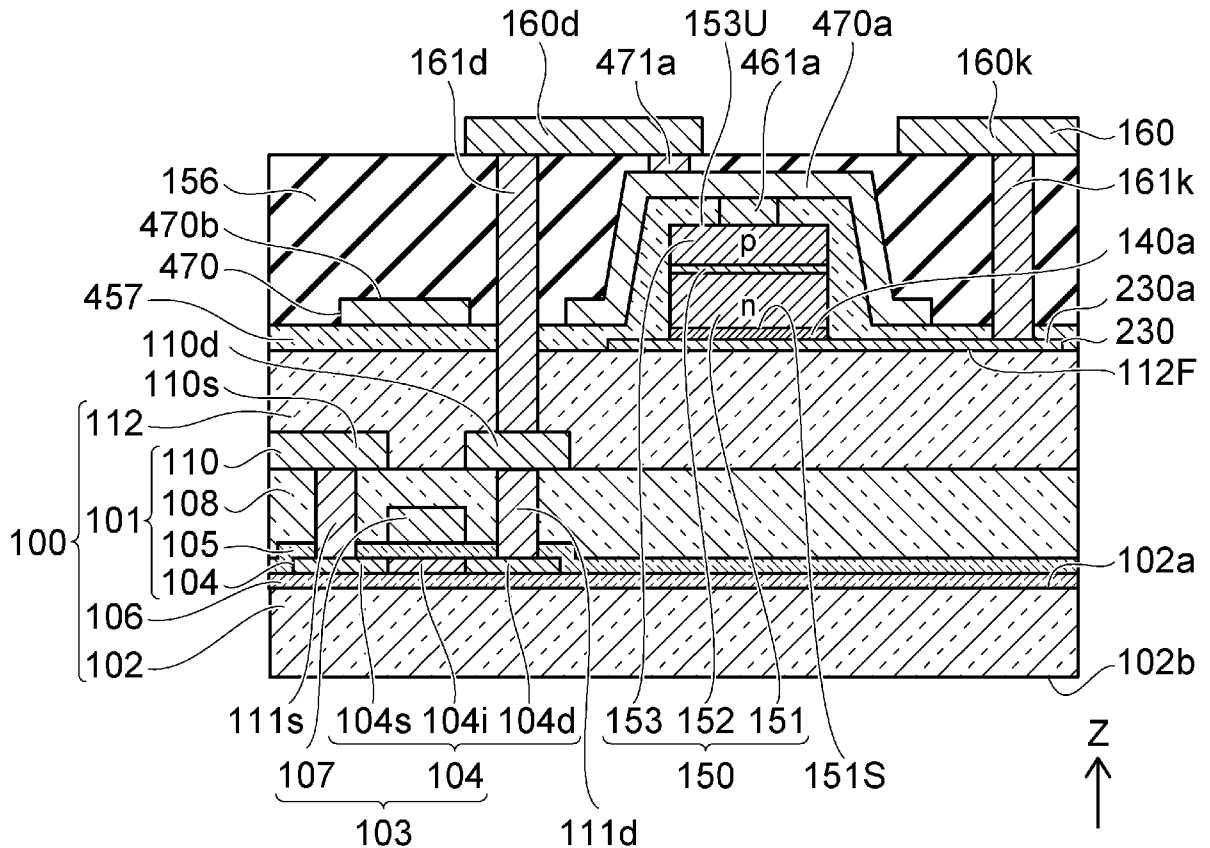
[図25B]



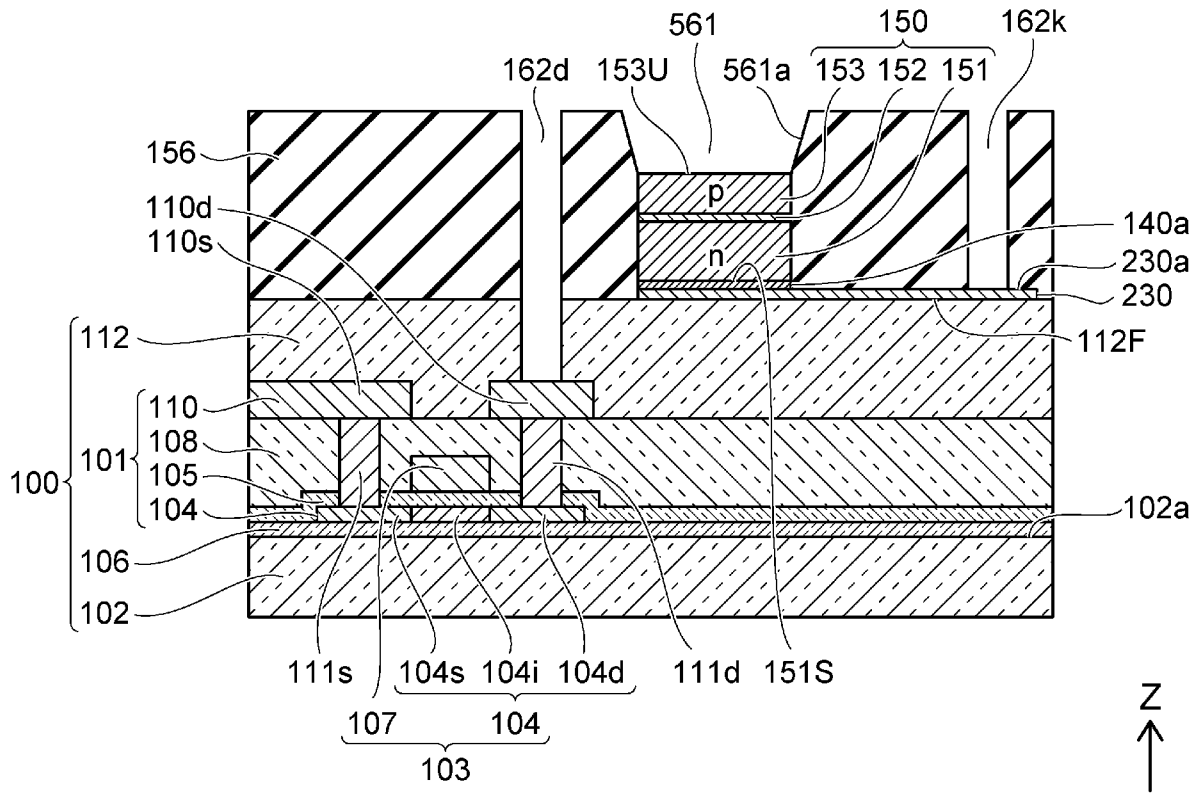
[図26A]



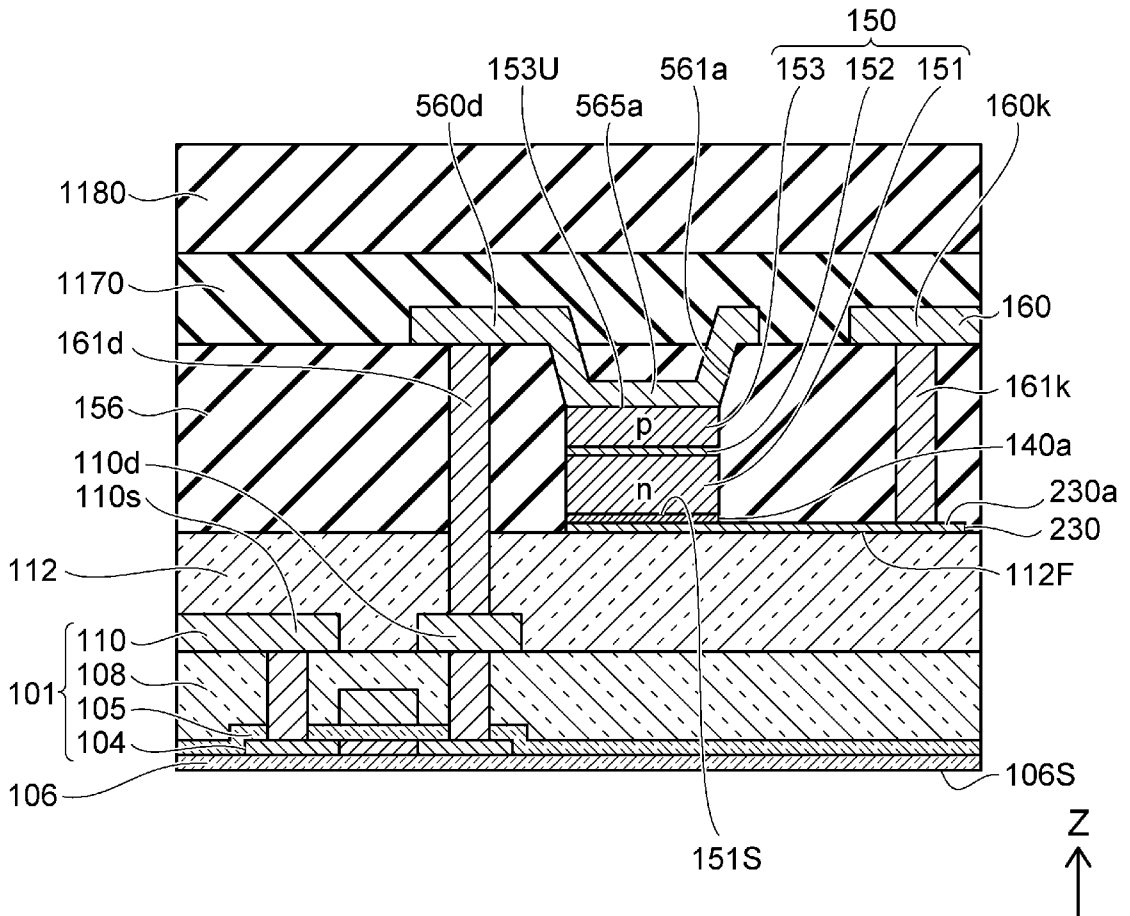
[図26B]



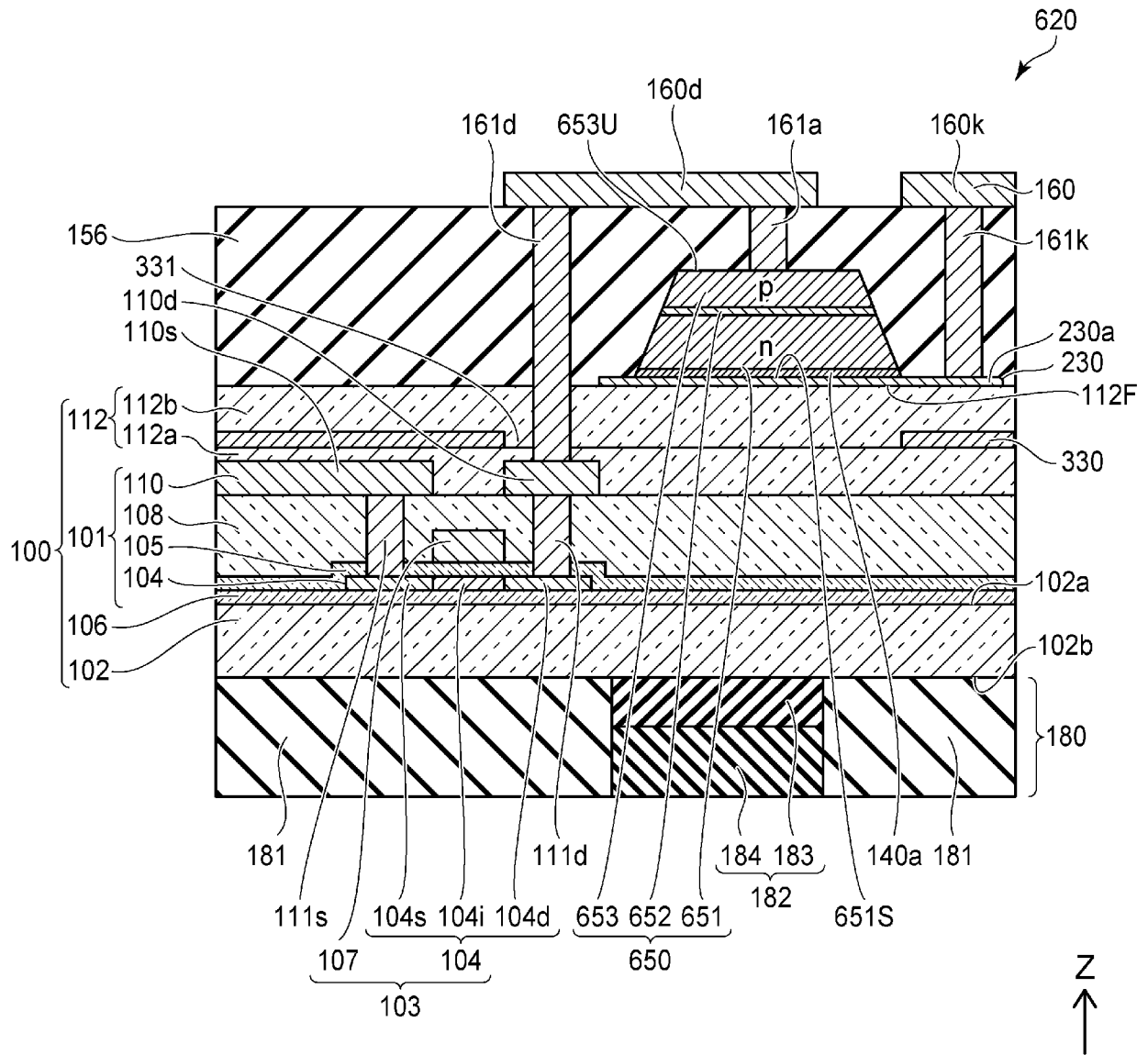
[図28A]



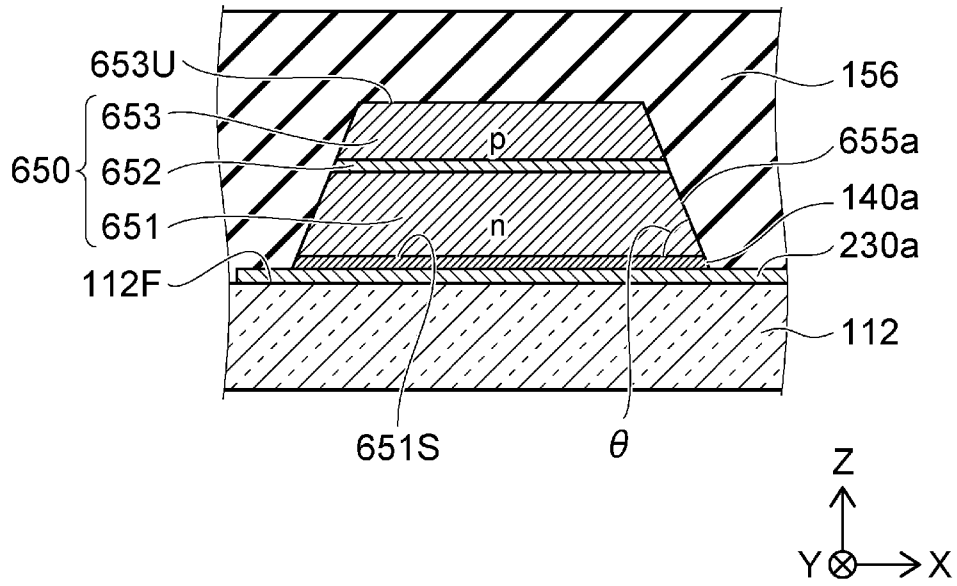
[図28B]



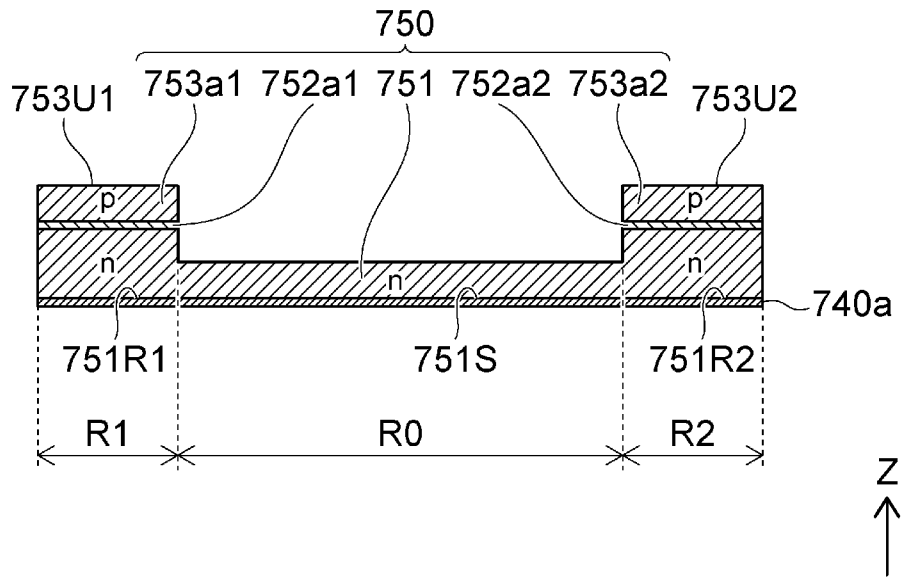
[図29]



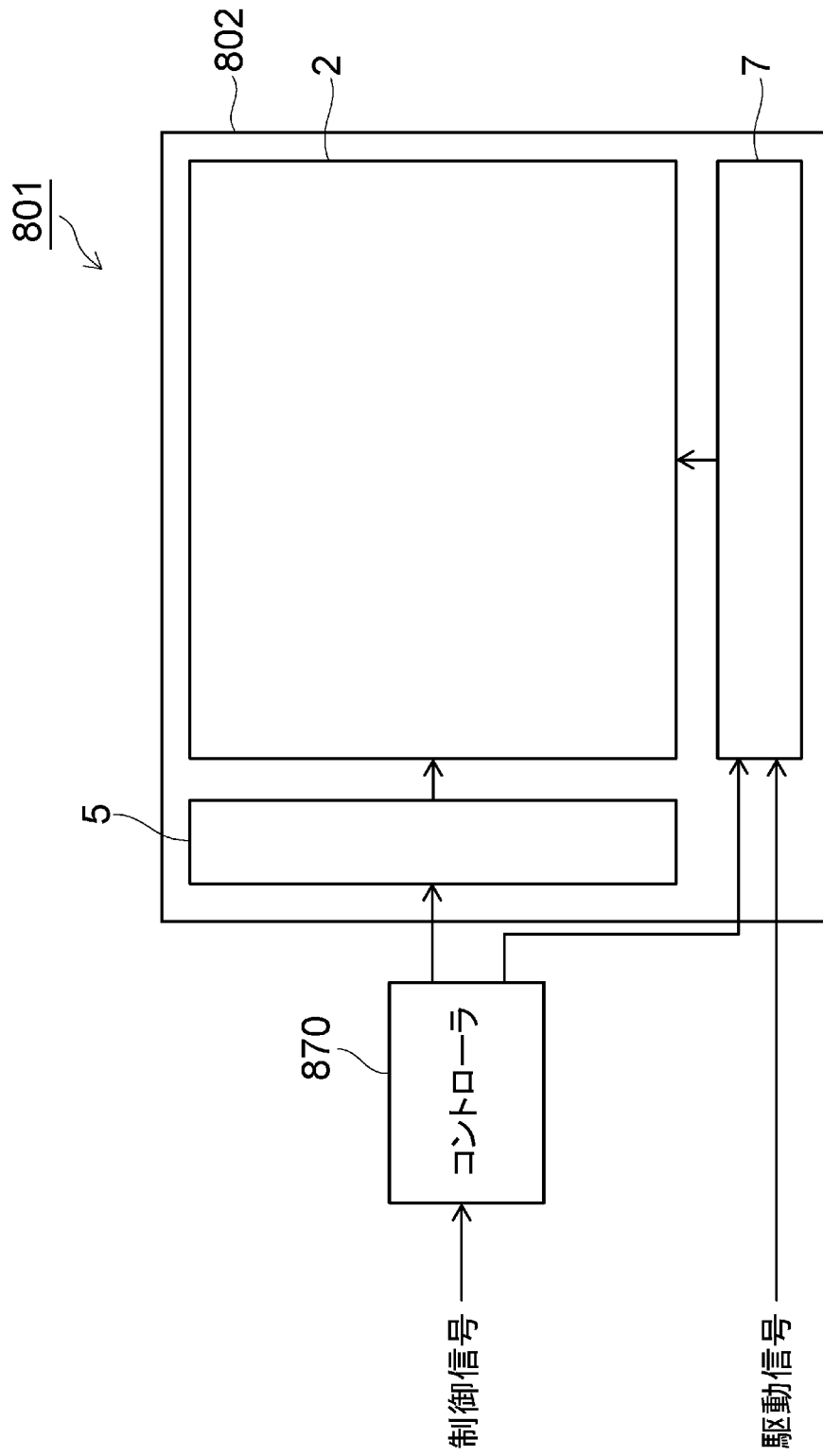
[図30]



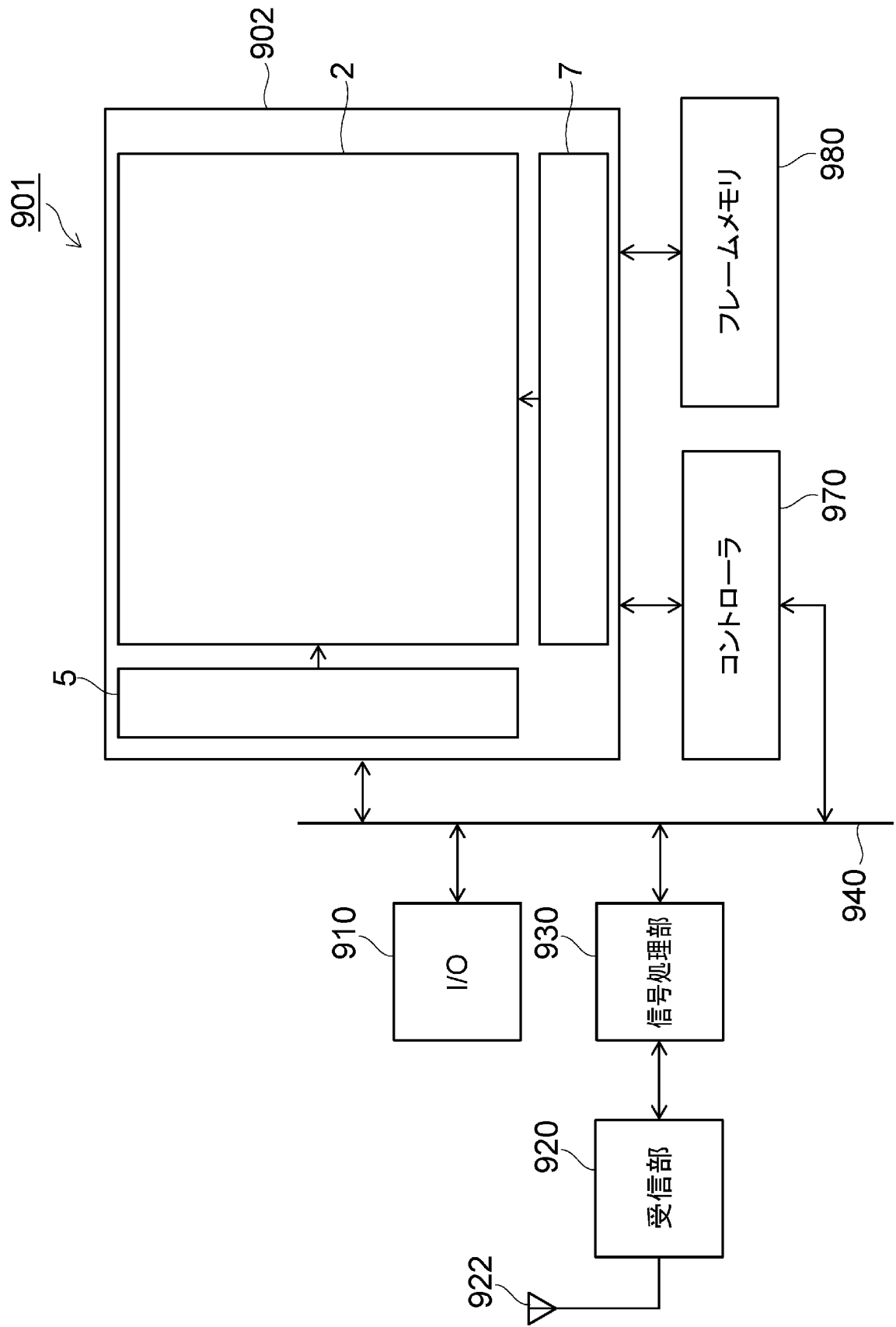
[図32]



[図33]



[図34]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/011368

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H01L 33/62</i> (2010.01)i; <i>G09F 9/00</i> (2006.01)i; <i>G09F 9/30</i> (2006.01)i; <i>G09F 9/33</i> (2006.01)i; <i>H01L 21/768</i> (2006.01)i; <i>H01L 23/522</i> (2006.01)i; <i>H01L 27/15</i> (2006.01)i; <i>H01L 29/786</i> (2006.01)i FI: G09F9/33; G09F9/00 342; G09F9/30 338; G09F9/30 348A; G09F9/30 349C; G09F9/30 349Z; H01L21/90 B; H01L27/15 B; H01L29/78 612C; H01L33/62		
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) G09F9/00-9/46; H01L25/00-25/07; H01L25/10-25/11; H01L25/16-25/18; H01L33/00-33/64; H01L21/768; H01L23/522; H01L27/15; H01L29/786		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2020/226044 A1 (NICHIA CORPORATION) 12 November 2020 (2020-11-12) paragraphs [0013]-[0045], [0072]-[0091], fig. 1, 5A-8C	1-2, 10-12, 19-21
Y	US 2014/0124799 A1 (INSTITUTE ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH) 08 May 2014 (2014-05-08) paragraphs [0039]-[0053], fig. 1	1-2, 10-12, 19-21
Y	JP 2015-15321 A (TAKATSUKI DENKI KOGYO KK) 22 January 2015 (2015-01-22) paragraphs [0014]-[0023], fig. 1	1-2, 10-12, 19-21
Y	JP 2016-512347 A (LUXVUE TECHNOLOGY CORPORATION) 25 April 2016 (2016-04-25) paragraph [0044], fig. 4D	19
Y	US 2018/0301442 A1 (SHENZHEN CHINA STAR OPTOELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.) 18 October 2018 (2018-10-18) paragraphs [0006]-[0007], fig. 1	19
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 21 April 2022		Date of mailing of the international search report 10 May 2022
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/011368

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2021/006112 A1 (NICHIA CORPORATION) 14 January 2021 (2021-01-14) entire text, all drawings	1-23
A	JP 2020-205336 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 24 December 2020 (2020-12-24) entire text, all drawings	1-23
A	JP 2018-205741 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 27 December 2018 (2018-12-27) entire text, all drawings	1-23
A	JP 2020-88392 A (LG DISPLAY CO., LTD.) 04 June 2020 (2020-06-04) entire text, all drawings	1-23
A	KR 10-2019-0048988 A (LG DISPLAY CO., LTD.) 09 May 2019 (2019-05-09) entire text, all drawings	1-23
A	US 2012/0141799 A1 (KUB, Francis et al.) 07 June 2012 (2012-06-07) entire text, all drawings	1-23
A	WO 2019/168187 A1 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 06 September 2019 (2019-09-06) entire text, all drawings	1-23

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/011368

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2020/226044	A1	12 November 2020	(Family: none)	
US	2014/0124799	A1	08 May 2014	KR 10-2014-0058969 A paragraphs [0029]-[0043], fig. 1	
JP	2015-15321	A	22 January 2015	(Family: none)	
JP	2016-512347	A	25 April 2016	US 2014/0267683 A1 paragraph [0069], fig. 4D WO 2014/149864 A1 EP 2973715 A2 KR 10-2015-0119149 A CN 105144387 A	
US	2018/0301442	A1	18 October 2018	CN 106898706 A paragraphs [0006]-[0008], fig. 1 WO 2018/152895 A1	
WO	2021/006112	A1	14 January 2021	(Family: none)	
JP	2020-205336	A	24 December 2020	US 2020/0395351 A1 entire text, all drawings	
JP	2018-205741	A	27 December 2018	US 2018/0351035 A1 entire text, all drawings EP 3413350 A1 KR 10-2018-0133192 A CN 108987423 A	
JP	2020-88392	A	04 June 2020	US 2020/0168777 A1 entire text, all drawings EP 3657542 A1 KR 10-2030323 B CN 111223888 A	
KR	10-2019-0048988	A	09 May 2019	(Family: none)	
US	2012/0141799	A1	07 June 2012	(Family: none)	
WO	2019/168187	A1	06 September 2019	TW 201947758 A entire text, all drawings	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 33/62(2010.01)i; G09F 9/00(2006.01)i; G09F 9/30(2006.01)i; G09F 9/33(2006.01)i; H01L 21/768(2006.01)i; H01L 23/522(2006.01)i; H01L 27/15(2006.01)i; H01L 29/786(2006.01)i FI: G09F9/33; G09F9/00 342; G09F9/30 338; G09F9/30 348A; G09F9/30 349C; G09F9/30 349Z; H01L21/90 B; H01L27/15 B; H01L29/78 612C; H01L33/62		
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）） G09F9/00-9/46; H01L25/00-25/07; H01L25/10-25/11; H01L25/16-25/18; H01L33/00-33/64; H01L21/768; H01L23/522; H01L27/15; H01L29/786 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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022年 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2020/226044 A1 (日亜化学工業株式会社) 12.11.2020 (2020-11-12) 段落[0013]-[0045], [0072]-[0091], 図1, 5A-8C	1-2, 10-12, 19-21
Y	US 2014/0124799 A1 (INSTITUTE ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH) 08.05.2014 (2014-05-08) 段落[0039]-[0053], 図1	1-2, 10-12, 19-21
Y	JP 2015-15321 A (高槻電器工業株式会社) 22.01.2015 (2015-01-22) 段落[0014]-[0023], 図1	1-2, 10-12, 19-21
Y	JP 2016-512347 A (ルクスビュー テクノロジー コーポレイション) 25.04.2016 (2016-04-25) 段落[0044], 図4D	19
Y	US 2018/0301442 A1 (SHENZHEN CHINA STAR OPTOELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.) 18.10.2018 (2018-10-18) 段落[0006]-[0007], 図1	19
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “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	
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの		
“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		
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日	
21.04.2022	10.05.2022	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 石本 努 21 8354 電話番号 03-3581-1101 内線 3273	

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2021/006112 A1 (日亜化学工業株式会社) 14.01.2021 (2021 - 01 - 14) 全文, 全図	1-23
A	JP 2020-205336 A (キャノン株式会社) 24.12.2020 (2020 - 12 - 24) 全文, 全図	1-23
A	JP 2018-205741 A (三星電子株式会社) 27.12.2018 (2018 - 12 - 27) 全文, 全図	1-23
A	JP 2020-88392 A (エルジー ディスプレイ カンパニー リミテッド) 04.06.2020 (2020 - 06 - 04) 全文, 全図	1-23
A	KR 10-2019-0048988 A (LG DISPLAY CO., LTD.) 09.05.2019 (2019 - 05 - 09) 全文, 全図	1-23
A	US 2012/0141799 A1 (KUB FRANCIS et al.) 07.06.2012 (2012 - 06 - 07) 全文, 全図	1-23
A	WO 2019/168187 A1 (株式会社 東芝) 06.09.2019 (2019 - 09 - 06) 全文, 全図	1-23

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/011368

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2020/226044 A1	12.11.2020	(ファミリーなし)	
US 2014/0124799 A1	08.05.2014	KR 10-2014-0058969 A 段落[0029]-[0043], 図1	
JP 2015-15321 A	22.01.2015	(ファミリーなし)	
JP 2016-512347 A	25.04.2016	US 2014/0267683 A1 段落[0069], 図4D WO 2014/149864 A1 EP 2973715 A2 KR 10-2015-0119149 A CN 105144387 A	
US 2018/0301442 A1	18.10.2018	CN 106898706 A 段落[0006]-[0008], 図1 WO 2018/152895 A1	
WO 2021/006112 A1	14.01.2021	(ファミリーなし)	
JP 2020-205336 A	24.12.2020	US 2020/0395351 A1 全文, 全図	
JP 2018-205741 A	27.12.2018	US 2018/0351035 A1 全文, 全図 EP 3413350 A1 KR 10-2018-0133192 A CN 108987423 A	
JP 2020-88392 A	04.06.2020	US 2020/0168777 A1 全文, 全図 EP 3657542 A1 KR 10-2030323 B CN 111223888 A	
KR 10-2019-0048988 A	09.05.2019	(ファミリーなし)	
US 2012/0141799 A1	07.06.2012	(ファミリーなし)	
WO 2019/168187 A1	06.09.2019	TW 201947758 A 全文, 全図	