

(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5月27日(27.05.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/106943 A1

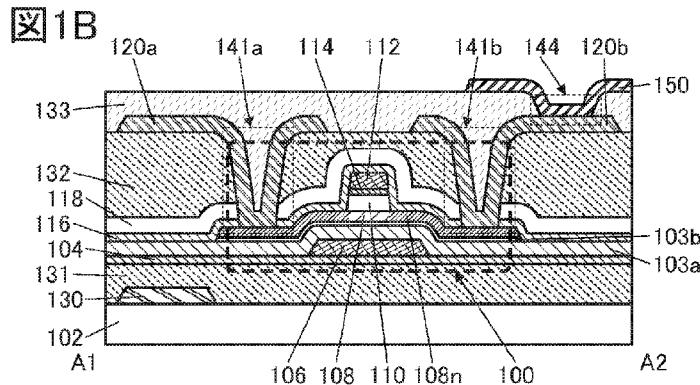
- (51) 国際特許分類:
G09F 9/30 (2006.01) *H01L 29/786* (2006.01)
H01L 21/336 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/IB2021/060110
- (22) 国際出願日: 2021年11月2日(02.11.2021)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2020-190955 2020年11月17日(17.11.2020) JP
- (71) 出願人: 株式会社半導体エネルギー研究所
(SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY
CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2430036 神奈川県厚木
市長谷398 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 山崎 舜平 (YAMAZAKI, Shunpei);
〒2430036 神奈川県厚木市長谷398株式会社
半導体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP).
岡崎 健一 (OKAZAKI, Kenichi); 〒2430036 神

奈川県厚木市長谷398株式会社半導体エネ
ルギー研究所内 Kanagawa (JP).

- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.
- (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,

(54) Title: SEMICONDUCTOR DEVICE, DISPLAY DEVICE, DISPLAY MODULE, AND ELECTRONIC APPA-
RATUS

(54) 発明の名称: 半導体装置、表示装置、表示モジュール、及び電子機器



(57) Abstract: The present invention reduces the parasitic capacitance of wiring of a display device. Provided is a display device having both high resolution and high frame frequency. Provided is a high-definition display device. A semiconductor device to be applied to a display device comprises a first resin layer between first wiring and a transistor, a first insulating layer between the first resin layer and the transistor, a second resin layer between the transistor and second wiring, and a second insulating layer between the second resin layer and the transistor. The first insulating layer and the second insulating layer each have an inorganic insulating film containing nitrogen. The first resin layer and the second resin layer respectively have lower dielectric constants than those of the first insulating layer and the second insulating layer, and are 5 to 100 times the thicknesses thereof.

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：

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

(57) 要約：表示装置の配線の寄生容量を低減する。高い解像度と、高いフレーム周波数が両立された表示装置を提供する。高精細な表示装置を提供する。表示装置に適用する半導体装置は、第1の配線とトランジスタとの間に、第1の樹脂層と、第1の樹脂層とトランジスタとの間に、第1の絶縁層と、トランジスタと第2の配線との間に、第2の樹脂層と、第2の樹脂層とトランジスタとの間に、第2の絶縁層と、を有する。第1の絶縁層と第2の絶縁層とは、窒素を含む無機絶縁膜を有する。さらに第1の樹脂層及び第2の樹脂層は、それぞれ第1の絶縁層及び第2の絶縁層よりも、誘電率が低く、且つ、厚さが5倍以上100倍以下とする。

明細書

発明の名称

半導体装置、表示装置、表示モジュール、及び電子機器

技術分野

[0001]

本発明の一態様は、半導体装置、及びその作製方法に関する。本発明の一態様は、表示装置に関する。

[0002]

なお、本発明の一態様は、上記の技術分野に限定されない。本明細書等で開示する本発明の一態様の技術分野としては、半導体装置、表示装置、発光装置、蓄電装置、記憶装置、電子機器、照明装置、入力装置、入出力装置、それらの駆動方法、又はそれらの製造方法、を一例として挙げることができる。半導体装置は、半導体特性を利用することで機能しうる装置全般を指す。

背景技術

[0003]

近年、高解像度の表示装置が求められている。例えば家庭用のテレビジョン装置（テレビ、またはテレビジョン受信機ともいう）では、解像度がフルハイビジョン（画素数 1920×1080 ）であるものが主流となっているが、今後、4K（画素数 3840×2160 ）、または8K（画素数 7680×4320 ）などのように、テレビジョン装置の高解像度化が進むと予想される。

[0004]

さらに、携帯電話、スマートフォン、タブレット端末、及びノート型のPCなどの携帯情報端末機器においても、機器の表示部に用いられる表示パネルの高解像度化が進んでいる。

[0005]

表示装置に用いられるトランジスタに適用可能な半導体材料として、金属酸化物を用いた酸化物半導体が注目されている。例えば、特許文献1では、複数の酸化物半導体層を積層し、当該複数の酸化物半導体層の中で、チャンネルとなる酸化物半導体層がインジウム及びガリウムを含み、且つインジウムの割合をガリウムの割合よりも大きくすることで、電界効果移動度を高めた半導体装置が開示されている。

[先行技術文献]

[特許文献]

[0006]

[特許文献1] 特開2014-7399号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007]

同じ画面サイズの表示装置において、解像度が高いほど画素密度が高くなるため、配線間の寄生容量が大きくなる。さらに、解像度が高いほど1本の配線が交差する配線の数も増大するため、その分寄生容量が増大する。配線の寄生容量が大きいと、配線の時定数が大きくなり、高いフレーム周波数で画像を表示することが困難になる。

[0008]

本発明の一態様は、配線の寄生容量が低減された表示装置を提供することを課題の一とする。本

発明の一態様は、高い解像度と、高いフレーム周波数が両立された表示装置を提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、高精細な表示装置を提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、信頼性の高い表示装置または半導体装置を提供することを課題の一とする。

[0009]

本発明の一態様は、新規な構成を有する半導体装置、表示装置、表示モジュール、または電子機器などを提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、上述した表示装置または半導体装置を歩留まりよく製造する方法を提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、先行技術の問題点の少なくとも一を少なくとも軽減することを課題の一とする。

[0010]

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

課題を解決するための手段

[0011]

本発明の一態様は、第1の配線と、第2の配線と、トランジスタと、を有する半導体装置である。半導体装置は、第1の配線とトランジスタとの間に、第1の樹脂層を有する。半導体装置は、第1の樹脂層とトランジスタとの間に、第1の絶縁層を有する。半導体装置は、トランジスタと第2の配線との間に、第2の樹脂層を有する。半導体装置は、第2の樹脂層とトランジスタとの間に、第2の絶縁層を有する。第1の絶縁層と第2の絶縁層とは、窒素を含む無機絶縁膜を有する。第1の樹脂層及び第2の樹脂層は、それぞれ第1の絶縁層及び第2の絶縁層よりも、誘電率が低い。また第1の樹脂層及び第2の樹脂層は、それぞれ第1の絶縁層及び第2の絶縁層よりも、厚さが5倍以上100倍以下である。

[0012]

また、第1の樹脂層及び第2の樹脂層は、同じ材料を含み、且つ、互いに厚さが等しいことが好ましい。または、第2の樹脂層の厚さが、第1の樹脂層の厚さの80%以上120%以下であることが好ましい。さらに、第1の樹脂層と第2の樹脂層とは、同一材料を用いた、同じ成膜方法により形成されることが好ましい。

[0013]

また、第1の絶縁層及び第2の絶縁層は、同じ材料を含み、且つ、互いに厚さが等しいことが好ましい。または、第2の絶縁層の厚さが、第1の絶縁層の厚さの80%以上120%以下であることが好ましい。さらに、第1の絶縁層と第2の絶縁層とは、同一材料を用いた、同じ成膜方法により形成されることが好ましい。

[0014]

また、上記において、トランジスタは、第1のゲート電極と、第2のゲート電極と、第1のゲート絶縁層と、第2のゲート絶縁層と、半導体層と、を有することが好ましい。このとき、第1のゲート絶縁層は、半導体層と第1のゲート電極との間に位置する。第2のゲート絶縁層は、半導体層と第2のゲート電極との間に位置する。第1のゲート電極と、第2のゲート電極とは、半導体層を介して重なる領域を有する。第1のゲート電極は、第1の絶縁層及び第1の樹脂層に設けられた開口部において、第1の配線と電氣的に接続される。

[0015]

また、上記において、第2の配線は、第2の樹脂層及び第2の絶縁層に設けられた開口部において、半導体層と電氣的に接続されることが好ましい。

[0016]

または、上記において、トランジスタは、第2の樹脂層と第2の絶縁層との間に第1の電極を有することが好ましい。さらに、第1の電極は、第2の絶縁層に設けられた開口部において、半導体層の一部と電氣的に接続されることが好ましい。また、第2の配線は、第2の樹脂層に設けられた開口部において、第1の電極と電氣的に接続されることが好ましい。

[0017]

また、上記いずれかにおいて、第2のゲート電極は、第1のゲート絶縁層及び第2のゲート絶縁層に設けられた開口部において、第1のゲート電極と電氣的に接続されることが好ましい。

[0018]

また、上記いずれかにおいて、半導体層は、インジウムまたは亜鉛のいずれか一方または双方と、酸素と、を含むことが好ましい。このとき、半導体層は、インジウム、ガリウム、及び亜鉛を含み、半導体層は、インジウムの原子数比が、ガリウムの2倍以上であり、且つ、亜鉛の原子数比が、ガリウムの2倍以上であることがより好ましい。

[0019]

また、上記いずれかにおいて、第1の樹脂層及び第2の樹脂層は、それぞれアクリル、またはポリイミドを含むことが好ましい。

[0020]

また、本発明の一態様は、上記いずれかの半導体装置と、画素電極と、ソース駆動回路と、ゲート駆動回路と、を有する表示装置である。また表示装置は、画素電極とトランジスタとの間に、第3の樹脂層を有することが好ましい。また、第1の配線は、ソース駆動回路と電氣的に接続され、第2の配線は、ゲート駆動回路と電氣的に接続されることが好ましい。

[0021]

また、上記において、さらに有機EL素子を有することが好ましい。このとき、上記画素電極は、有機EL素子の電極であることが好ましい。

[0022]

また、本発明の一態様は、上記いずれかの表示装置と、コネクタまたは集積回路と、を有する、表示モジュールである。

[0023]

また、本発明の一態様は、上記表示モジュールと、アンテナ、バッテリー、筐体、カメラ、スピーカ、マイク、タッチセンサ、及び操作ボタンのうち、少なくとも一つと、を有する、電子機器である。

発明の効果

[0024]

本発明の一態様によれば、配線の寄生容量が低減された表示装置を提供できる。または、高い解像度と、高いフレーム周波数が両立された表示装置を提供できる。または、高精細な表示装置を提供できる。または、信頼性の高い表示装置または半導体装置を提供できる。

[0025]

本発明の一態様によれば、新規な構成を有する半導体装置、表示装置、表示モジュール、または

電子機器などを提供できる。または、上述した表示装置または半導体装置を歩留まりよく製造する方法を提供できる。本発明の一態様によれば、先行技術の問題点の少なくとも一を少なくとも軽減することができる。

[0026]

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

図面の簡単な説明

[0027]

図1A乃至図1Cは、半導体装置の構成例を示す図である。
図2A及び図2Bは、半導体装置の構成例を示す図である。
図3A及び図3Bは、半導体装置の構成例を示す図である。
図4A乃至図4Fは、半導体装置の作製方法例を説明する図である。
図5A乃至図5Dは、半導体装置の作製方法例を説明する図である。
図6A乃至図6Cは、半導体装置の作製方法例を説明する図である。
図7A及び図7Bは、半導体装置の作製方法例を説明する図である。
図8A及び図8Bは、半導体装置の作製方法例を説明する図である。
図9A乃至図9Cは、表示装置の構成例を示す図である。
図10A乃至図10Cは、画素の構成例を示す図である。
図11は、表示装置の構成例を示す図である。
図12は、表示装置の構成例を示す図である。
図13A乃至図13Fは、電子機器の構成例を示す図である。
図14A及び図14Bは、表示モジュールの構成例を示す図である。
図15A及び図15Bは、電子機器の構成例を示す図である。
図16A乃至図16Eは、電子機器の構成例を示す図である。
図17A乃至図17Gは、電子機器の構成例を示す図である。
図18A乃至図18Dは、電子機器の構成例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0028]

以下、実施の形態について図面を参照しながら説明する。ただし、実施の形態は多くの異なる態様で実施することが可能であり、趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本発明は、以下の実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。

[0029]

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

[0030]

なお、本明細書で説明する各図において、各構成要素の大きさ、層の厚さ、または領域は、明瞭化のために誇張されている場合がある。よって、必ずしもそのスケールに限定されない。

[0031]

なお、本明細書等における「第1」、「第2」等の序数詞は、構成要素の混同を避けるために付すものであり、数的に限定するものではない。

[0032]

トランジスタは半導体素子の一種であり、電流または電圧を増幅する機能、及び、導通または非導通を制御するスイッチング動作などを実現することができる。本明細書におけるトランジスタは、IGFET (Insulated Gate Field Effect Transistor) 及び薄膜トランジスタ (TFT: Thin Film Transistor) を含む。

[0033]

また、「ソース」と「ドレイン」の機能は、異なる極性のトランジスタを採用する場合、または回路動作において電流の方向が変化する場合などには入れ替わることがある。このため、本明細書においては、「ソース」と「ドレイン」の用語は、入れ替えて用いることができるものとする。

[0034]

また、本明細書等において、「膜」という用語と、「層」という用語とは、互いに入れ替えることが可能である。例えば、「導電層」または「絶縁層」という用語は、「導電膜」または「絶縁膜」という用語に相互に交換することが可能な場合がある。

[0035]

本明細書等において、表示装置の一態様である表示パネルは表示面に画像等を表示（出力）する機能を有するものである。したがって表示パネルは出力装置の一態様である。

[0036]

また、本明細書等では、表示パネルの基板に、例えばFPC (Flexible Printed Circuit) もしくはTCP (Tape Carrier Package) などのコネクタが取り付けられたもの、または基板にCOG (Chip On Glass) 方式等によりICが実装されたものを、表示パネルモジュール、表示モジュール、または単に表示パネルなどと呼ぶ場合がある。

[0037]

(実施の形態1)

本実施の形態では、本発明の一態様の半導体装置、その作製方法、及び表示装置等について説明する。特に本実施の形態では、半導体装置の一例として、チャネルが形成される半導体層に酸化物半導体を用いたトランジスタについて説明する。

[0038]

[構成例]

[構成例1]

図1Aにトランジスタ100を含む半導体装置の上面概略図を示す。また、図1Bは、図1Aに示す一点鎖線A1-A2における断面図に相当し、図1Cは、図1Aに示す一点鎖線B1-B2における断面図に相当する。なお図1Aにおいて、構成要素の一部（ゲート絶縁層等）を省略して図示している。また図1Bは、トランジスタ100のチャネル長方向の断面、図1Cはチャネル幅方向の断面を含む断面図である。

[0039]

トランジスタ100は、基板102上に設けられ、導電層106、絶縁層103a、絶縁層10

3 b、半導体層 108、絶縁層 110、金属酸化物層 114、及び導電層 112等を有する。またトランジスタ 100と基板 102との間には、樹脂層 131が設けられている。トランジスタ 100上には樹脂層 132が設けられている。樹脂層 131とトランジスタ 100との間には、絶縁層 104が設けられている。トランジスタ 100と樹脂層 132との間には、絶縁層 116及び絶縁層 118が積層して設けられている。

[0040]

トランジスタ 100において、導電層 106の一部及び導電層 112の一部は、それぞれゲート電極として機能する。また絶縁層 103aの一部、絶縁層 103bの一部、及び絶縁層 110の一部は、それぞれゲート絶縁層として機能する。

[0041]

基板 102と樹脂層 131との間には、配線として機能する導電層 130が設けられている。また、樹脂層 132上には、導電層 120aと、導電層 120bが設けられている。導電層 120a及び導電層 120bの少なくとも一方は、配線として機能する。

[0042]

また、樹脂層 132、導電層 120a、及び導電層 120bを覆って、樹脂層 133が設けられている。さらに樹脂層 133上に、導電層 150が設けられている。導電層 150は、例えば表示素子の画素電極として用いることができる。または、導電層 150は、配線として用いてもよい。導電層 150は、樹脂層 133に設けられた開口部 144において、導電層 120bと電氣的に接続されている。

[0043]

絶縁層 104は、樹脂層 131中の水または水素などの不純物が、トランジスタ 100に拡散することを防ぐバリア膜として機能する。また、絶縁層 116も同様に、樹脂層 132に含まれる水または水素などの不純物が、トランジスタ 100に拡散することを防ぐバリア膜として機能する。このように、トランジスタ 100を絶縁層 104と絶縁層 116で包み込む構成とすることで、トランジスタ 100の上下を樹脂層で挟んだ構造としても信頼性の高い半導体装置を実現できる。

[0044]

絶縁層 104及び絶縁層 116には、水または水素が拡散しにくい無機絶縁膜を用いることができる。例えば、窒化シリコン、窒化酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化アルミニウム、窒化酸化アルミニウムなどの、窒化物を含む絶縁膜を好適に用いることができる。特に窒化シリコンは、水素及び酸素のいずれか一方または双方に対するブロッキング性を有するため、外部から半導体層 108への水素の拡散と、半導体層 108から外部への酸素の脱離の両方を防ぐことができ、信頼性の高いトランジスタを実現できる。

[0045]

樹脂層 131及び樹脂層 132には、有機樹脂を用いることができる。特にアクリルまたはポリイミドを用いることが好ましい。なお、樹脂層 131に用いることのできる材料はこれに限られず、化学的または熱的に安定な材料を用いることができる。

[0046]

樹脂層 131及び樹脂層 132は、平坦化膜として機能することが好ましい。例えばスピコート法またはスリットコート法などの塗布法により形成される膜であることが好ましい。樹脂層 131が平坦化膜として機能することで、トランジスタ 100よりも基板 102側位置する導電層 13

0による段差の影響を抑制し、トランジスタ100の被形成面を平坦にでき、トランジスタ100の電気特性のばらつきを低減できる。また、樹脂層132が平坦化膜として機能することで、トランジスタ100による段差の影響を抑制し、導電層120a、導電層120bの被形成面を平坦にでき、これらの加工不良を低減できる。さらに、画素電極などとして用いることができる導電層150の被形成面を平坦化できるため、導電層150を画素電極に用いた表示素子の電気特性および光学特性のばらつきを低減できる。

[0047]

樹脂層131及び樹脂層132は、それぞれ誘電率が低いことが好ましい。具体的には、絶縁層104及び絶縁層116のいずれか一方または両方よりも、誘電率の低い有機絶縁材料を用いることが好ましい。特に、樹脂層131及び樹脂層132は、絶縁層104及び絶縁層116の両方よりも、誘電率が低いことが好ましい。

[0048]

さらに、樹脂層131及び樹脂層132は、それぞれ厚く形成することが好ましい。例えば樹脂層131及び樹脂層132は、それぞれ絶縁層104及び絶縁層116のいずれか一方または両方よりも厚いことが好ましい。特に、樹脂層131及び樹脂層132は、絶縁層104及び絶縁層116の両方よりも厚いことが好ましい。具体的には、樹脂層131及び樹脂層132は、それぞれ厚さが絶縁層104または絶縁層116の5倍以上100倍以下、または5倍以上50倍以下、または5倍以上30倍以下の厚さとすることができる。より具体的な例としては、絶縁層104及び絶縁層116を50nm以上300nm以下の厚さとし、樹脂層131及び樹脂層132を、500nm以上20μm以下、好ましくは1μm以上10μm以下の厚さとすることができる。

[0049]

図1Bの左側には、図1Aに示す導電層130と導電層120aとの交差部における断面を示している。

[0050]

導電層130と導電層120aとの間には、少なくとも樹脂層131と、樹脂層132とが設けられる。樹脂層131及び樹脂層132は、誘電率が低く、且つ厚く形成された層であるため、導電層130と導電層120aとの交差部において、これらの間に生じる容量を極めて小さいものとすることができる。これにより、高解像度、高精細、且つ高フレームレートで駆動可能な表示装置を実現することができる。

[0051]

配線間の寄生容量を低減できるため、1つの配線に接続する画素数を大きくすることができ、高い解像度の表示装置を実現できる。解像度はフルハイビジョン（「2K解像度」、「2K1K」、または「2K」などともいう）、ウルトラハイビジョン（「4K解像度」、「4K2K」、または「4K」などともいう）またはスーパーハイビジョン（「8K解像度」、「8K4K」、または「8K」などともいう）に相当する解像度を実現することができる。

[0052]

また、配線間の寄生容量が小さいため、精細度を高めても配線の時定数の上昇を抑制できるため、高精細な表示装置を実現できる。精細度は、例えば400ppi以上、または500ppi以上、好ましくは1000ppi以上、より好ましくは2000ppi以上、さらには3000ppi以上であって、10000ppi以下、7500ppi以下、または6000ppi以下の精細度を

有する、高精細な表示装置を実現することができる。なお、400 p p i 未満の精細度の表示装置についても、上記構成を適用することで寄生容量を低減することができるため好ましい。例えば、画面の対角サイズが50 i n c h以上、60 i n c h以上、または70 i n c h以上の大型の表示装置にも、上記構成を好適に用いることができる。

[0053]

さらに、配線の時定数を小さくできるため、配線の充放電にかかる時間（例えば、画素の書き込み時間）を短縮できるため、高フレームレートで駆動することが可能となる。例えば、60 H z 駆動、120 H z 駆動、180 H z 駆動、さらには240 H z 駆動も期待できる。

[0054]

また、樹脂層131と樹脂層132とは、同じ材料を含み、且つ、互いに厚さが等しいことが好ましい。または、樹脂層132の厚さが、樹脂層131の厚さの80%以上120%以下であることが好ましい。さらに、樹脂層131と樹脂層132とは、同一材料を用いた、同じ成膜方法により形成されることが好ましい。

[0055]

トランジスタ100を挟む一対の樹脂層131と樹脂層132を同一材料で形成し、且つ、厚さを同程度とすることで、応力を同程度とすることができる。これにより、トランジスタ100の上と下とで、応力を同程度にできるため、極端な応力差が生じず、その結果、工程中における膜剥がれ（ピーリング）を抑制することができる。また、トランジスタ100に、上と下からかかる応力も均一にできるため、トランジスタ100の電気特性のばらつきを低減できる。

[0056]

さらに、絶縁層104と絶縁層116も同様に、同じ材料を含み、且つ、互いに厚さが等しいことが好ましい。または、絶縁層116の厚さが、絶縁層104の厚さの80%以上120%以下であることが好ましい。さらに、絶縁層104と絶縁層116とは、同一材料を用いた、同じ成膜方法により形成されることが好ましい。これにより、工程中の膜剥がれをより効果的に抑制できるだけでなく、トランジスタ100の電気特性のばらつきを低減できる。

[0057]

導電層106は絶縁層104上に設けられる。絶縁層103aは、導電層106を覆って設けられる。絶縁層103bは、絶縁層103a上に設けられる。島状の半導体層108は、絶縁層103b上に設けられ、導電層106の一部と重畳する。絶縁層110、金属酸化物層114、及び導電層112は、半導体層108及び絶縁層103b上にこの順に積層して設けられ、半導体層108及び導電層106と重畳する部分を有する。絶縁層116は、絶縁層103a、半導体層108、絶縁層110、金属酸化物層114、及び導電層112を覆って設けられる。絶縁層118は、絶縁層116上に設けられる。

[0058]

半導体層108は、導電層112と重畳する領域と、当該領域を挟む一対の低抵抗領域108nを有する。半導体層108の、導電層112と重畳する領域は、トランジスタ100のチャネル形成領域として機能する。一方、一対の低抵抗領域108nは、トランジスタ100のソース領域及びドレイン領域として機能する。

[0059]

導電層106側に位置する絶縁層103aには、窒素を含む絶縁膜を用いることが好ましい。一

方、半導体層 108 と接する絶縁層 103b には、酸素を含む絶縁膜を用いることが好ましい。また、絶縁層 103a 及び絶縁層 103b は、それぞれプラズマ CVD 装置を用いて、大気に触れることなく連続して成膜することが好ましい。

[0060]

絶縁層 103a としては、例えば窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、窒化アルミニウム膜、窒化ハフニウム膜などの窒素を含む絶縁膜を用いることができる。

[0061]

半導体層 108 と接する絶縁層 103b としては、その表面に水などの不純物が吸着しにくい、緻密な絶縁膜とすることが好ましい。また、可能な限り欠陥が少なく、水または水素などの不純物が低減された絶縁膜を用いることが好ましい。

[0062]

絶縁層 103b としては、例えば、酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、酸化ハフニウム膜、酸化イットリウム膜、酸化ジルコニウム膜、酸化ガリウム膜、酸化タンタル膜、酸化マグネシウム膜、酸化ランタン膜、酸化セリウム膜および酸化ネオジム膜を一種以上含む絶縁層を用いることができる。特に、酸化シリコン膜または酸化窒化シリコン膜を用いることが好ましい。

[0063]

半導体層 108 と接する絶縁層 103b は、酸化物絶縁膜を有することが好ましい。また絶縁層 103b は、化学量論的組成よりも過剰に酸素を含有する領域を有することがより好ましい。別言すると、絶縁層 103b は、酸素を放出することが可能な絶縁膜を有する。例えば、酸素雰囲気下にて絶縁層 103b を形成すること、成膜後の絶縁層 103b に対して酸素雰囲気下での熱処理を行うこと、絶縁層 110 の成膜後に酸素雰囲気下で、プラズマ処理等を行うこと、または、絶縁層 103b 上に酸素雰囲気下で酸化物膜（例えば半導体層 108 となる金属酸化物膜）を成膜することなどにより、絶縁層 103b 中に酸素を供給することもできる。なお、上記酸素を供給する各処理において、酸素に代えて、または酸素に加えて、酸化性ガス（例えば一酸化二窒素、オゾンなど）を用いてもよい。

[0064]

半導体層 108 は、半導体特性を示す金属酸化物（以下、酸化物半導体ともいう）を含む。半導体層 108 は、少なくともインジウムと酸素とを含むことが好ましい。半導体層 108 がインジウムの酸化物を含むことで、キャリア移動度を高めることができる。例えばアモルファスシリコンを用いた場合よりも大きな電流を流すことのできるトランジスタを実現できる。

[0065]

半導体層 108 の、導電層 112 と重なる領域が、チャネル形成領域として機能する。また半導体層 108 は、チャネル形成領域を挟んで、一对の低抵抗領域 108n を有することが好ましい。低抵抗領域 108n は、チャネル形成領域よりもキャリア濃度の高い領域であり、ソース領域、及びドレイン領域として機能する。

[0066]

低抵抗領域 108n は、チャネル形成領域よりも、低抵抗な領域、キャリア濃度の高い領域、酸素欠損量の多い領域、水素濃度の高い領域、または、不純物濃度の高い領域とも言うことができる。

[0067]

ここで、半導体層108の組成について説明する。半導体層108は、少なくともインジウムと酸素を含む金属酸化物を含むことが好ましい。また、半導体層108は、これらに加えて亜鉛を含んでいてもよい。また、半導体層108は、ガリウムを含んでいてもよい。

[0068]

半導体層108としては、代表的には、酸化インジウム、インジウム亜鉛酸化物（In-Zn酸化物）、インジウムガリウム亜鉛酸化物（In-Ga-Zn酸化物、IGZOとも表記する）などを用いることができる。また、インジウムスズ酸化物（In-Sn酸化物）、またはシリコンを含むインジウムスズ酸化物などを用いることもできる。

[0069]

ここで、半導体層108の組成は、トランジスタ100の電気的特性、及び信頼性などに大きく影響する。例えば、半導体層108中のインジウムの含有量を多くすることで、キャリア移動度が向上し、電界効果移動度の高いトランジスタを実現することができる。

[0070]

ここで、トランジスタの信頼性を評価する指標の1つとして、ゲートに電界を印加した状態で保持する、ゲートバイアスストレス試験（GBT: Gate Bias Stress Test）がある。その中でも、ソース電位及びドレイン電位に対して、ゲートに正の電位を与えた状態で、高温下で保持する試験をPBTS（Positive Bias Temperature Stress）試験、ゲートに負の電位を与えた状態で、高温下で保持する試験をNBTS（Negative Bias Temperature Stress）試験と呼ぶ。また、白色LED光などの光を照射した状態で行うPBTS試験及びNBTS試験を、それぞれPBITS（Positive Bias Temperature Illumination Stress）試験、NBITS（Negative Bias Temperature Illumination Stress）試験と呼ぶ。

[0071]

特に、酸化物半導体を用いたn型のトランジスタにおいては、トランジスタをオン状態（電流を流す状態）とする際にゲートに正の電位が与えられるため、PBTS試験でのしきい値電圧の変動量が、トランジスタの信頼性の指標として着目すべき重要な項目の1つとなる。

[0072]

ここで、半導体層108の組成として、ガリウムを含まない、またはガリウムの含有率の低い金属酸化物膜を用いることで、PBTS試験でのしきい値電圧の変動量を小さくすることができる。また、ガリウムを含む場合には、半導体層108の組成として、インジウムの含有量よりも、ガリウムの含有量を小さくすることが好ましい。これにより、信頼性の高いトランジスタを実現することができる。

[0073]

より具体的には、半導体層108にIn-Ga-Zn酸化物を用いた場合、Inの原子数比が、Gaの原子数比よりも高い金属酸化物膜を、半導体層108に適用することができる。また、Znの原子数比が、Gaの原子数比よりも高い金属酸化物膜を用いることが、より好ましい。言い換えると、金属元素の原子数比が、 $In > Ga$ 、且つ $Zn > Ga$ を満たす金属酸化物膜を、半導体層108に適用することが好ましい。

[0074]

例えば、半導体層 108 として、金属元素の原子数比が、 $\text{In} : \text{Ga} : \text{Zn} = 2 : 1 : 3$ 、 $\text{In} : \text{Ga} : \text{Zn} = 3 : 1 : 2$ 、 $\text{In} : \text{Ga} : \text{Zn} = 4 : 2 : 3$ 、 $\text{In} : \text{Ga} : \text{Zn} = 4 : 2 : 4$ 、 $\text{In} : \text{Ga} : \text{Zn} = 5 : 1 : 3$ 、 $\text{In} : \text{Ga} : \text{Zn} = 5 : 1 : 6$ 、 $\text{In} : \text{Ga} : \text{Zn} = 5 : 1 : 7$ 、 $\text{In} : \text{Ga} : \text{Zn} = 5 : 1 : 8$ 、 $\text{In} : \text{Ga} : \text{Zn} = 6 : 1 : 6$ 、 $\text{In} : \text{Ga} : \text{Zn} = 5 : 2 : 5$ 、またはこれらの近傍である、金属酸化物膜を用いることができる。

[0075]

または、半導体層 108 として、金属元素の原子数比が上述の範囲である金属酸化物ターゲットを用いたスパッタリング法により成膜された膜であることが好ましい。このとき、成膜後の半導体層 108 の組成は、金属酸化物ターゲットの組成からずれる場合がある。

[0076]

また、半導体層 108 に、ガリウムを含まない金属酸化物膜を適用してもよい。例えば、 In-Zn 酸化物を半導体層 108 に適用することができる。このとき、金属酸化物膜に含まれる金属元素の原子数に対する In の原子数比を高くすることで、トランジスタの電界効果移動度を高めることができる。一方、金属酸化物に含まれる金属元素の原子数に対する Zn の原子数比を高くすることで、結晶性の高い金属酸化物膜となるため、トランジスタの電気特性の変動が抑制され、信頼性を高めることができる。また、半導体層 108 には、酸化インジウムなどの、ガリウム及び亜鉛を含まない金属酸化物膜を適用してもよい。ガリウムを全く含まない金属酸化物膜を用いることで、特に PBT S 試験におけるしきい値電圧の変動を極めて小さなものとすることができる。

[0077]

例えば、酸化インジウム、インジウム亜鉛酸化物、インジウムスズ酸化物などの酸化物膜を、半導体層 108 に用いることができる。

[0078]

なお、ここでは代表的にガリウムについて説明したが、ガリウムに代えて元素 M (M は、アルミニウム、シリコン、ホウ素、イットリウム、スズ、銅、バナジウム、ベリリウム、チタン、鉄、ニッケル、ゲルマニウム、ジルコニウム、モリブデン、ランタン、セリウム、ネオジム、ハフニウム、タンタル、タングステン、またはマグネシウムから選ばれた一種または複数種) を用いた場合にも上記記載を適用できる。特に、 M は、ガリウム、アルミニウム、イットリウム、またはスズから選ばれた一種または複数種とすることが好ましい。

[0079]

半導体層 108 には、結晶性を有する金属酸化物膜を用いることが好ましい。例えば、後述する CAAC (c-axis aligned crystal) 構造、多結晶構造、微結晶構造等を有する金属酸化物膜を用いることができる。結晶性を有する金属酸化物膜を半導体層 108 に用いることにより、半導体層 108 中の欠陥準位密度を低減でき、信頼性の高い半導体装置を実現できる。

[0080]

半導体層 108 として、結晶性が高いほど、膜中の欠陥準位密度を低減できる。一方、結晶性の低い金属酸化物膜を用いることで、大きな電流を流すことのできるトランジスタを実現することができる。

[0081]

金属酸化物膜をスパッタリング法により成膜する場合、成膜時の基板温度 (ステージ温度) が高

いほど、結晶性の高い金属酸化物膜を成膜することができる。また、成膜時に用いる成膜ガス全体に対する酸素ガスの流量の割合（酸素流量比ともいう）が高いほど、結晶性の高い金属酸化物膜を成膜することができる。

[0082]

半導体層108の低抵抗領域108nは、不純物元素を含む領域である。当該不純物元素としては、例えば水素、ホウ素、炭素、窒素、フッ素、リン、硫黄、ヒ素、アルミニウム、または希ガスなどが挙げられる。なお、希ガスの代表例としては、ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、及びキセノン等がある。特に、ホウ素またはリンを含むことが好ましい。またこれら元素を2以上含んでいてもよい。

[0083]

低抵抗領域108nは、不純物濃度が、 $1 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 以上、 $1 \times 10^{23} \text{ atoms/cm}^3$ 以下、好ましくは $5 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 以上、 $5 \times 10^{22} \text{ atoms/cm}^3$ 以下、より好ましくは $1 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以上、 $1 \times 10^{22} \text{ atoms/cm}^3$ 以下である領域を含むことが好ましい。

[0084]

低抵抗領域108nに含まれる不純物の濃度は、例えば二次イオン質量分析法（SIMS: Secondary Ion Mass Spectrometry）、またはX線光電子分光法（XPS: X-ray Photoelectron Spectroscopy）等の分析法により分析することができる。XPS分析を用いる場合には、表面側または裏面側からのイオンスパッタリングとXPS分析を組み合わせることで、深さ方向の濃度分布を知ることができる。

[0085]

導電層112、金属酸化物層114、及び絶縁層110は、上面形状が互いに概略一致するように加工されている。

[0086]

なお、本明細書等において「上面形状が概略一致」とは、積層した層と層との間で少なくとも輪郭の一部が重なることをいう。例えば、上層と下層とが、同一のマスクパターン、または一部が同一のマスクパターンにより加工された場合を含む。ただし、厳密には輪郭が重なり合わず、上層が下層の内側に位置すること、または上層が下層の外側に位置することもあり、この場合も「上面形状が概略一致」という。

[0087]

絶縁層110に用いることのできる絶縁膜としては、上記絶縁層103bの記載を援用することができる。

[0088]

絶縁層110と導電層112との間に位置する金属酸化物層114は、絶縁層110に含まれる酸素が導電層112側に拡散することを防ぐバリア膜として機能する。さらに金属酸化物層114は、導電層112に含まれる水素または水が絶縁層110側に拡散することを防ぐバリア膜としても機能する。金属酸化物層114は、例えば少なくとも絶縁層110よりも酸素及び水素を透過しにくい材料を用いることが好ましい。

[0089]

金属酸化物層114により、導電層112にアルミニウムまたは銅などの酸素を吸引しやすい金

属材料を用いた場合であっても、絶縁層 110 から導電層 112 へ酸素が拡散することを防ぐことができる。また、導電層 112 が水素を含む場合であっても、導電層 112 から絶縁層 110 を介して半導体層 108 へ水素が拡散することを防ぐことができる。その結果、半導体層 108 のチャネル形成領域におけるキャリア密度を極めて低いものとすることができる。

[0090]

金属酸化物層 114 としては、絶縁性材料または導電性材料を用いることができる。金属酸化物層 114 が絶縁性を有する場合には、金属酸化物層 114 はゲート絶縁層の一部として機能する。一方、金属酸化物層 114 が導電性を有する場合には、金属酸化物層 114 はゲート電極の一部として機能する。

[0091]

金属酸化物層 114 として、酸化シリコンよりも誘電率の高い絶縁性材料を用いることが好ましい。特に、酸化アルミニウム膜、酸化ハフニウム膜、またはハフニウムアルミネート膜等を用いると、駆動電圧を低減できるため好ましい。

[0092]

金属酸化物層 114 として、例えば酸化インジウム、インジウムスズ酸化物 (ITO)、またはシリコンを含有したインジウムスズ酸化物 (ITSO) などの、導電性酸化物を用いることもできる。特にインジウムを含む導電性酸化物は、導電性が高いため好ましい。

[0093]

また、金属酸化物層 114 として、半導体層 108 と同一の元素を一以上含む酸化物材料を用いることが好ましい。特に、上記半導体層 108 に適用可能な酸化物半導体材料を用いることが好ましい。このとき、金属酸化物層 114 として、半導体層 108 と同じスパッタリングターゲットを用いて形成した金属酸化物膜を適用することで、装置を共通化できるため好ましい。

[0094]

また、金属酸化物層 114 は、スパッタリング装置を用いて形成すると好ましい。例えば、スパッタリング装置を用いて酸化物膜を形成する場合、酸素ガスを含む雰囲気中で形成することで、絶縁層 110 または半導体層 108 に好適に酸素を添加することができる。

[0095]

絶縁層 116 は、低抵抗領域 108n の上面に接して設けられる。絶縁層 116 は、低抵抗領域 108n を低抵抗化させる機能を有することが好ましい。このような絶縁層 116 としては、絶縁層 116 の成膜時、または成膜後に加熱することにより、低抵抗領域 108n 中に不純物を供給することのできる絶縁膜を用いることができる。または、絶縁層 116 の成膜時、または成膜後に加熱することにより、低抵抗領域 108n 中に酸素欠損を生じさせることのできる絶縁膜を用いることができる。または、絶縁層 116 の成膜時、または成膜後に加熱することにより、低抵抗領域 108n に歪を与えることのできる絶縁膜を用いることができる。

[0096]

例えば、絶縁層 116 として、低抵抗領域 108n に不純物を供給する供給源として機能する絶縁膜を用いることができる。このとき、絶縁層 116 は、加熱により水素を放出する膜であることが好ましい。このような絶縁層 116 を半導体層 108 に接して形成することで、低抵抗領域 108n に水素などの不純物を供給し、低抵抗領域 108n を低抵抗化させることができる。

[0097]

絶縁層 116 は、成膜の際に用いる成膜ガスに、水素元素などの不純物元素を含むガスを用いて成膜される膜であることが好ましい。また絶縁層 116 の成膜温度が低いほど、半導体層 108 に効果的に多くの不純物元素を供給することができる。絶縁層 116 の成膜温度としては、例えば 200℃以上 500℃以下、好ましくは 220℃以上 450℃以下、より好ましくは 230℃以上 400℃以下とすることができる。

[0098]

また、絶縁層 116 の成膜を減圧下で、且つ加熱して行うことで、半導体層 108 中の低抵抗領域 108n となる領域からの酸素の脱離を促進することができる。酸素欠損が多く形成された半導体層 108 に、水素などの不純物を供給することで、低抵抗領域 108n 中のキャリア密度が高まり、より効果的に低抵抗領域 108n を低抵抗化させることができる。

[0099]

絶縁層 116 としては、例えば、窒化シリコン、窒化酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化アルミニウム、窒化酸化アルミニウムなどの、窒化物を含む絶縁膜を好適に用いることができる。特に窒化シリコンは、水素または酸素などに対するブロッキング性を有するため、外部から半導体層への水素の拡散と、半導体層から外部への酸素の脱離の両方を防ぐことができ、信頼性の高いトランジスタを実現できる。または、酸化シリコン、酸化アルミニウム、酸化ハフニウムなどの酸化物を含む絶縁膜を用いることもできる。

[0100]

絶縁層 118 は、トランジスタ 100 を保護する保護層として機能する。絶縁層 110 としては、例えば酸化物または窒化物などの無機絶縁材料を用いることができる。より具体的な例としては、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化シリコン、窒化酸化シリコン、酸化アルミニウム、酸化窒化アルミニウム、窒化アルミニウム、酸化ハフニウム、ハフニウムアルミネートなどの無機絶縁材料を用いることができる。

[0101]

なお、絶縁層 116 及び絶縁層 118 のいずれか一方を設けなくてもよい。または絶縁層 116 と絶縁層 118 の積層順を変更してもよい。

[0102]

樹脂層 132 上に設けられる導電層 120a 及び導電層 120b の一部は、トランジスタ 100 の低抵抗領域 108n と電氣的に接続され、ソース電極またはドレイン電極として機能するともいえる。導電層 120a 及び導電層 120b は、それぞれ樹脂層 132、絶縁層 118、及び絶縁層 116 に設けられた開口部 141a または開口部 141b を介して、低抵抗領域 108n に電氣的に接続される。

[0103]

またここでは、導電層 112、導電層 106、及び導電層 130 が、それぞれ電氣的に接続されている例を示している。導電層 112 は、金属酸化物層 114、絶縁層 110、絶縁層 103b、及び絶縁層 103a に設けられた開口部 142 において、導電層 106 と電氣的に接続されている。また導電層 106 は、絶縁層 104 及び樹脂層 131 に設けられた開口部 143 において、導電層 130 と電氣的に接続されている。

[0104]

なお、ここでは一対のゲート電極の両方を、導電層 130 と電氣的に接続する例を示したが、い

いずれか一方を導電層 130 と電氣的に接続する構成としてもよい。例えば導電層 130 と導電層 112 を、導電層 106 を介さずに電氣的に接続する場合、導電層 106 と同一の導電膜を加工して形成した中継電極を介して、導電層 130 と導電層 106 とを電氣的に接続すればよい。または、金属酸化物層 114 から導電層 130 の上面に達する開口部を形成し、導電層 112 と導電層 130 とを直接的に接続してもよい。

[0105]

また、導電層 106 を半導体層 108 の下に設けない構成とすることで、一方のゲートのみを有するトランジスタ（シングルゲートのトランジスタともいう）としてもよい。このとき、トランジスタはチャネルが形成される半導体層 108 よりも上部にゲートを有する、いわゆるトップゲート型のトランジスタとすることができる。例えば図 1C において、導電層 106 の右側の端部が、開口部 142 と半導体層 108 との間に位置するように形成することで、シングルゲートのトランジスタを実現できる。

[0106]

〔構成例 2〕

図 2A 及び図 2B に、上記構成例 1 とは一部の構成が異なる例を示す。図 2A 及び図 2B に示す構成は、絶縁層 110 の形状が異なる点で、主に相違している。

[0107]

絶縁層 110 は、絶縁層 103b の上面、半導体層 108 の上面及び側面を覆って設けられている。絶縁層 110 は、半導体層 108 のチャネル形成領域だけでなく、低抵抗領域 108n の上面に接して設けられている。

[0108]

低抵抗領域 108n は、絶縁層 110、金属酸化物層 114、及び導電層 112 を形成した後に、導電層 112 をマスクとして、絶縁層 110 を介して不純物などを供給することで形成することができる。例えば、プラズマ処理、プラズマイオンドーピング法、またはイオン注入法などにより、絶縁層 110 を介して、上述した不純物元素を半導体層 108 に供給することができる。

[0109]

絶縁層 110 をこのような構成とすることで、導電層 112 の端部近傍における絶縁層 116 の被覆性を向上させることができるため、信頼性、および作製歩留まりを高めることができる。

[0110]

〔構成例 3〕

図 3A に示す構成は、導電層 121a 及び導電層 121b を有する点で、上記構成例 1 と主に相違している。

[0111]

導電層 120a は、導電層 121a を介して、低抵抗領域 108n と電氣的に接続されている。また導電層 120b は、導電層 121b を介して、低抵抗領域 108n と電氣的に接続されている。そのため、導電層 121a 及び導電層 121b は、それぞれ中継配線ともいうことができる。

[0112]

導電層 121a 及び導電層 121b は、絶縁層 118 と樹脂層 132 との間に設けられている。導電層 121a 及び導電層 121b は、それぞれ絶縁層 118 及び絶縁層 116 に設けられた開口部において、低抵抗領域 108n と電氣的に接続されている。

[0113]

導電層120aと導電層120bは、樹脂層132に設けられた開口部において、それぞれ導電層121a、導電層121bと電氣的に接続されている。

[0114]

このように、中継配線として機能する導電層121a及び導電層121bを、絶縁層118と樹脂層132との間に配置することで、深いコンタクトホールを形成する必要がなくなるため、作製歩留まりを高めることができる。例えば、樹脂を含む樹脂層132と、無機絶縁膜を含む絶縁層118及び絶縁層116とを、一連の工程で開口する場合では、加工条件の制約が厳しくなるだけでなく、開口部の底部に位置する半導体層108が消失してしまう、または開口径が大きくなってしまふ、などの不具合が生じる場合がある。

[0115]

また図3Aでは、導電層120aと導電層121aとの接続部において、樹脂層132に設けられた開口部と、絶縁層118及び絶縁層116に設けられた開口部とが、互いに重なる例を示している。また、導電層120bと導電層121bとの接続部のように、上記2つの開口部をずらして、これらが重畳しないように設けることもできる。

[0116]

図3Bは、上記構成例2で例示した構成に、導電層121a及び導電層121bを適用した場合の例である。導電層121a及び導電層121bは、それぞれ絶縁層118、絶縁層116、及び絶縁層110に設けられた開口部において、低抵抗領域108nと電氣的に接続されている。

[0117]

[作製方法例]

以下では、上記で例示した半導体装置の作製方法の一例について、図面を参照して説明する。ここでは、構成例2、図2A、図2Bで例示した半導体装置を例に挙げて説明する。

[0118]

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

[0119]

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

[0120]

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

を直接形成してもよい。

[0121]

フォトリソグラフィ法としては、代表的には以下の2つの方法がある。一つは、加工したい薄膜上にレジストマスクを形成して、エッチング等により当該薄膜を加工し、レジストマスクを除去する方法である。もう一つは、感光性を有する薄膜を成膜した後に、露光、現像を行って、当該薄膜を所望の形状に加工する方法である。

[0122]

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

[0123]

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

[0124]

図4A乃至図8Bには、構成例2で例示した半導体装置の作製工程の各段階におけるチャンネル長方向及びチャンネル幅方向の断面を並べて示している。

[0125]

〔導電層130の形成〕

基板102上に導電膜を成膜し、これをエッチングにより加工して、配線として機能する導電層130を形成する（図4A）。

[0126]

このとき、後に形成する樹脂層131が平坦化膜として機能し、被覆性が極めて高いため、導電層130をテーパ形状にしなくてもよい。また、導電層130を厚くすることも可能であるため、導電層130が適用された配線の配線抵抗を低減することができる。

[0127]

また、導電層106となる導電膜として、銅を含む導電膜を用いることで、配線抵抗を小さくすることができる。例えば大型の表示装置に適用する場合、または解像度の高い表示装置とする場合には、銅を含む導電膜を用いることが好ましい。また、導電層106に銅を含む導電膜を用いた場合であっても、絶縁層103aにより銅が半導体層108側に拡散することが抑制されるため、信頼性の高いトランジスタを実現できる。

[0128]

〔樹脂層131の形成〕

続いて、基板102及び導電層130を覆う樹脂層131を形成する（図4B）。

[0129]

樹脂層131は、例えばスピコート、ディップ、スプレー塗布、インクジェット、ディスペン

ス、スクリーン印刷、オフセット印刷、ドクターナイフ、スリットコート、ロールコート、カーテンコート、ナイフコート等の方法により、樹脂前駆体と溶媒の混合材料を支持基板上に形成する。その後、加熱処理を行うことにより、溶媒等を除去しつつ、材料を硬化させ、有機樹脂を含む樹脂層 131 を形成することができる。

[0130]

樹脂層 131 に用いることのできる有機樹脂としては、代表的にはポリイミドを用いることができる。ポリイミドは、耐熱性に優れるため好ましい。このほかにアクリル、エポキシ、ポリアミド、ポリイミドアミド、シロキサン、ベンゾシクロブテン系樹脂、フェノール樹脂等を用いることができる。

[0131]

例えば、ポリイミドを用いる場合には、脱水によりイミド結合が生じる樹脂前駆体を用いることができる。または、可溶性のポリイミドを含む材料を用いてもよい。

[0132]

樹脂層 131 に用いる有機樹脂は、感光性、または非感光性のいずれの樹脂を用いてもよい。感光性のポリイミドは、表示パネルの平坦化膜等に好適に用いられる材料であるため、形成装置及び材料などを共有することができる。そのため本発明の一態様の構成を実現するために新たな装置及び材料などを必要としない。また、感光性の樹脂材料を用いることにより、露光及び現像処理を施すことで、例えば、開口部を形成すること、または不要な部分を除去することができる。さらに露光方法及び露光条件などを最適化することで、表面に凹凸形状を形成することも可能となる。例えば多重露光技術、またはハーフトーンマスクもしくはグレートーンマスクを用いた露光技術などを用いればよい。

[0133]

[絶縁層 104 の形成]

続いて、樹脂層 131 上に絶縁層 104 を形成する（図 4C）。絶縁層 104 は、PECVD 法、ALD 法、スパッタリング法などを用いて形成することができる。

[0134]

[開口部 143 の形成]

続いて、絶縁層 104 上にレジストマスクを形成し、絶縁層 104 の一部をエッチングにより除去することで、絶縁層 104 に開口を形成する。続いて、絶縁層 104 をハードマスクとして用いて、樹脂層 131 の一部に、導電層 130 に達する開口を形成することで、開口部 143 を形成する（図 4D）。

[0135]

このように、絶縁層 104 をハードマスクとして用いることで、開口部 143 の径を小さくすることができる。このとき、絶縁層 104 の加工に用いたレジストマスクは、絶縁層 104 のエッチング後に除去することが好ましい。また、樹脂層 131 は、ドライエッチングによりエッチングすることが好ましい。例えば、プラズマを用いたアッシング処理によりエッチングすることができる。

[0136]

なお、上記とは異なる方法として、以下の方法を用いて開口部 143 を形成してもよい。まず、樹脂層 131 に感光性の材料を用い、露光及び現像を行うことで、導電層 130 と重なる開口を備える樹脂層 131 を形成する。続いて、絶縁層 104 を成膜したのち、樹脂層 131 の開口と重な

る部分をエッチングにより除去することで、開口部 143 を形成することができる。この方法では、厚い樹脂層 131 をエッチングする工程を省略することができる。

[0137]

〔導電層 106 の形成〕

続いて、絶縁層 104 及び開口部 143 を覆って導電膜を成膜し、これをエッチングにより加工して、ゲート電極として機能する導電層 106 を形成する（図 4E）。

[0138]

このとき、図 4E に示すように、導電層 106 の端部がテーパ形状となるように加工することが好ましい。これにより、次に形成する絶縁層 103a の段差被覆性を高めることができる。

[0139]

また、導電層 106 となる導電膜として、銅を含む導電膜を用いることで、配線抵抗を小さくすることができる。

[0140]

〔絶縁層 103a、絶縁層 103b の形成〕

続いて、絶縁層 104 及び導電層 106 を覆って、絶縁層 103a 及び絶縁層 103b を形成する（図 4F）。絶縁層 103a 及び絶縁層 103b は、PECVD 法、ALD 法、またはスパッタリング法などを用いて形成することができる。

[0141]

ここでは、絶縁層 103a 及び絶縁層 103b を積層して形成する。特に、絶縁層 103a 及び絶縁層 103b は、PECVD 法により形成することが好ましい。

[0142]

絶縁層 103b を形成した後に、絶縁層 103b に対して酸素を供給する処理を行ってもよい。例えば、酸素雰囲気下でのプラズマ処理または加熱処理などを行うことができる。または、プラズマイオンドーピング法またはイオン注入法などにより、絶縁層 103b に酸素を供給してもよい。

[0143]

〔半導体層 108 の形成〕

続いて、絶縁層 103b 上に金属酸化物膜を成膜し、その一部をエッチングすることにより、島状の半導体層 108 を形成する（図 5A）。

[0144]

金属酸化物膜は、金属酸化物ターゲットを用いたスパッタリング法により形成することが好ましい。

[0145]

金属酸化物膜は、可能な限り欠陥の少ない緻密な膜とすることが好ましい。また、金属酸化物膜は、可能な限り水素または水などの不純物が低減され、高純度な膜であることが好ましい。特に、結晶性を有する金属酸化物膜を用いることが好ましい。

[0146]

また、金属酸化物膜を成膜する際に、酸素ガスと、不活性ガス（例えば、ヘリウムガス、アルゴンガス、キセノンガスなど）とを混合させてもよい。なお、金属酸化物膜を成膜する際の成膜ガス全体に占める酸素ガスの割合（以下、酸素流量比ともいう）が高いほど、金属酸化物膜の結晶性を高めることができ、信頼性の高いトランジスタを実現できる。一方、酸素流量比が低いほど、金属

酸化物膜の結晶性が低くなり、オン電流が高められたトランジスタとすることができる。

[0147]

金属酸化物膜を成膜する際、基板温度が高いほど、結晶性が高く、緻密な金属酸化物膜とすることができる。一方、基板温度が低いほど、結晶性が低く、電気伝導性の高い金属酸化物膜とすることができる。

[0148]

金属酸化物膜の成膜条件としては、基板温度を室温以上250℃以下、好ましくは室温以上200℃以下、より好ましくは基板温度を室温以上140℃以下とすればよい。例えば基板温度を、室温以上140℃未満とすると、生産性が高くなり好ましい。また、基板温度を室温とする、または意図的に加熱しない状態で、金属酸化物膜を成膜することにより、結晶性を低くすることができる。

[0149]

また、金属酸化物膜を成膜する前に、絶縁層103bの表面に吸着した水または水素、有機物等を脱離させるための処理、及び絶縁層103b中に酸素を供給する処理のうち、少なくとも一方を行うことが好ましい。例えば、減圧雰囲気下にて70℃以上200℃以下の温度で加熱処理を行うことができる。または、酸素を含む雰囲気下におけるプラズマ処理を行ってもよい。または、一酸化二窒素(N₂O)などの酸化性気体を含む雰囲気下におけるプラズマ処理により、絶縁層103bに酸素を供給してもよい。一酸化二窒素ガスを含むプラズマ処理を行うと、絶縁層103bの表面の有機物を好適に除去しつつ、酸素を供給することができる。このような処理の後、絶縁層103bの表面を大気に暴露することなく、連続して金属酸化物膜を成膜することが好ましい。

[0150]

なお、半導体層108として、複数の金属酸化物膜を積層した積層構造とする場合には、先に形成する金属酸化物膜を成膜した後に、その表面を大気に曝すことなく連続して、次の金属酸化物膜を成膜することが好ましい。

[0151]

金属酸化物膜の加工には、ウェットエッチング法またはドライエッチング法のいずれか一方、または双方を用いればよい。このとき、半導体層108と重ならない絶縁層103bの一部がエッチングされ、薄くなる場合がある。例えば、絶縁層103bがエッチングにより消失し、絶縁層103aの表面が露出する場合もある。

[0152]

ここで、金属酸化物膜の成膜後、または金属酸化物膜を半導体層108に加工した後に、加熱処理を行うことが好ましい。加熱処理により、金属酸化物膜または半導体層108中に含まれる、または表面に吸着した水素または水を除去することができる。また、加熱処理により、金属酸化物膜または半導体層108の膜質が向上する（例えば欠陥の低減、結晶性の向上など）場合がある。

[0153]

また、加熱処理により、絶縁層103bから金属酸化物膜、または半導体層108に酸素を供給することもできる。このとき、半導体層108に加工する前に加熱処理を行うことがより好ましい。

[0154]

加熱処理の温度は、代表的には150℃以上基板の歪み点未満、または200℃以上500℃以下、または250℃以上450℃以下、または300℃以上450℃以下とすることができる。

[0155]

加熱処理は、希ガス、または窒素を含む雰囲気で行うことができる。または、当該雰囲気で加熱した後、酸素を含む雰囲気で加熱してもよい。または、乾燥空気雰囲気で加熱してもよい。なお、上記加熱処理の雰囲気に水素、水などができるだけ含まれないことが好ましい。該加熱処理は、電気炉、またはRTA (Rapid Thermal Anneal) 装置等を用いることができる。RTA装置を用いることで、加熱処理時間を短縮することができる。

[0156]

なお、当該加熱処理は不要であれば行わなくてもよい。また、ここでは加熱処理は行わず、後の工程で行われる加熱処理と兼ねてもよい。また、後の工程での高温下の処理（例えば成膜工程など）などで、当該加熱処理と兼ねることができる場合もある。

[0157]

[絶縁層110の形成]

続いて、絶縁層103b及び半導体層108を覆って、絶縁層110を形成する。

[0158]

絶縁層110は、PECVD法により形成することが好ましい。

[0159]

また、絶縁層110の成膜前に、半導体層108の表面に対してプラズマ処理を行なうことが好ましい。当該プラズマ処理により、半導体層108の表面に吸着する水などの不純物を低減することができる。そのため、半導体層108と絶縁層110との界面における不純物を低減できるため、信頼性の高いトランジスタを実現できる。特に、半導体層108の形成から、絶縁層110の成膜までの間に半導体層108の表面が大気に曝される場合には好適である。プラズマ処理としては、例えば酸素、オゾン、窒素、一酸化二窒素、アルゴンなどの雰囲気下で行うことができる。また、プラズマ処理と絶縁層110の成膜とは、大気に曝すことなく連続して行われることが好ましい。

[0160]

ここで、絶縁層110を成膜した後に、加熱処理を行うことが好ましい。加熱処理により、絶縁層110中に含まれる、または表面に吸着した水素または水を除去することができる。また、絶縁層110中の欠陥を低減することができる。

[0161]

加熱処理の条件は、上記記載を援用することができる。

[0162]

なお、当該加熱処理は不要であれば行わなくてもよい。また、ここでは加熱処理は行わず、後の工程で行われる加熱処理と兼ねてもよい。また、後の工程での高温下の処理（例えば成膜工程など）などで、当該加熱処理と兼ねることができる場合もある。

[0163]

[金属酸化物膜114fの形成]

続いて、絶縁層110上に、金属酸化物膜114fを形成する（図5B）。

[0164]

金属酸化物膜114fは、例えば酸素を含む雰囲気下で成膜することが好ましい。特に、酸素を含む雰囲気下でスパッタリング法により形成することが好ましい。これにより、金属酸化物膜114fの成膜時に絶縁層110に酸素を供給することができる。なお、金属酸化物膜114fの成膜時に、半導体層108に酸素が供給されてもよい。

[0165]

金属酸化物膜114fを、上記半導体層108の場合と同様の金属酸化物を含む酸化物ターゲットを用いたスパッタリング法により形成する場合には、上記半導体層108の記載を援用することができる。

[0166]

例えば金属酸化物膜114fの成膜条件として、成膜ガスに酸素を用い、金属ターゲットを用いた反応性スパッタリング法により、金属酸化物膜を形成してもよい。金属ターゲットとして、例えばアルミニウムを用いた場合には、酸化アルミニウム膜を成膜することができる。

[0167]

金属酸化物膜114fの成膜時に、成膜装置の成膜室内に導入する成膜ガスの全流量に対する酸素流量の割合（酸素流量比）、または成膜室内の酸素分圧が高いほど、絶縁層110中に供給される酸素を増やすことができる。酸素流量比または酸素分圧は、例えば50%以上100%以下、好ましくは65%以上100%以下、より好ましくは80%以上100%以下、さらに好ましくは90%以上100%以下とする。特に、酸素流量比を100%とし、成膜室内の酸素分圧を100%にできるだけ近づけることが好ましい。

[0168]

このように、酸素を含む雰囲気下でスパッタリング法により金属酸化物膜114fを形成することにより、金属酸化物膜114fの成膜時に、絶縁層110へ酸素を供給するとともに、絶縁層110から酸素が脱離することを防ぐことができる。その結果、絶縁層110に極めて多くの酸素を閉じ込めることができる。

[0169]

金属酸化物膜114fの成膜後に、加熱処理を行うことが好ましい。加熱処理により、絶縁層110に含まれる酸素を、半導体層108に供給することができる。金属酸化物膜114fが絶縁層110を覆った状態で加熱することにより、絶縁層110から外部へ酸素が脱離することを防ぎ、半導体層108に多くの酸素を供給することができる。その結果、半導体層108中の酸素欠損を低減でき、信頼性の高いトランジスタを実現できる。

[0170]

加熱処理の条件は、上記記載を援用することができる。

[0171]

なお、当該加熱処理は不要であれば行わなくてもよい。また、ここでは加熱処理は行わず、後の工程で行われる加熱処理と兼ねてもよい。また、後の工程での高温下の処理（例えば成膜工程など）などで、当該加熱処理と兼ねることができる場合もある。

[0172]

また、金属酸化物膜114fの成膜後、または当該加熱処理後に、金属酸化物膜114fを除去してもよい。

[0173]

[開口部142の形成]

続いて、金属酸化物膜114f、絶縁層110、絶縁層103b、及び絶縁層103aの一部をエッチングすることで、導電層106に達する開口部142を形成する（図5C）。これにより、導電層106と、後に形成する導電層112とを、開口部142を介して電氣的に接続することが

できる。

[0174]

[導電層112、金属酸化物層114の形成]

続いて、金属酸化物膜114f上に、導電層112となる導電膜112fを成膜する(図5D)。

[0175]

導電膜112fとしては、低抵抗な金属または合金材料を用いることが好ましい。また、導電膜112fとして、水素を放出しにくい材料であり、また水素が拡散しにくい材料を用いることが好ましい。また、導電膜112fとして、酸化しにくい材料を用いることが好ましい。

[0176]

例えば導電膜112fは、金属または合金を含むスパッタリングターゲットを用いたスパッタリング法により成膜することが好ましい。

[0177]

例えば、導電膜112fとして、酸化しにくく、水素が拡散しにくい導電膜と、低抵抗な導電膜とを積層した積層膜とすることが好ましい。

[0178]

続いて、導電膜112f及び金属酸化物膜114fの一部をエッチングすることで、導電層112及び金属酸化物層114を形成する。導電膜112f及び金属酸化物膜114fは、それぞれ同じレジストマスクを用いて加工することが好ましい。または、エッチング後の導電層112をハードマスクとして用いて、金属酸化物膜114fをエッチングしてもよい。

[0179]

導電膜112f及び金属酸化物膜114fのエッチングとして、特にウェットエッチング法を用いることが好ましい。

[0180]

これにより、上面形状が概略一致した導電層112及び金属酸化物層114を形成することができる。

[0181]

このように、絶縁層110をエッチングせずに、半導体層108の上面及び側面、並びに絶縁層103bを覆った構造とすることで、導電膜112f等のエッチングの際に、半導体層108、絶縁層103bなどがエッチングされ、薄膜化することを防ぐことができる。

[0182]

[不純物元素の供給処理]

続いて、導電層112をマスクとして、絶縁層110を介して半導体層108に不純物元素140を供給(添加、または注入ともいう)する処理を行う(図6A)。これにより、半導体層108の導電層112に覆われない領域に、低抵抗領域108nを形成することができる。このとき、半導体層108の導電層112と重なる領域に、不純物元素140ができるだけ供給されないように、マスクとなる導電層112等の材料及び厚さなどを考慮して、不純物元素140の供給処理の条件を決定することが好ましい。これにより、半導体層108の導電層112と重なる領域に、不純物濃度が十分に低減されたチャネル形成領域を形成することができる。

[0183]

不純物元素140の供給は、プラズマイオンドーピング法、またはイオン注入法を好適に用いる

ことができる。これらの方法は、深さ方向の濃度プロファイルを、イオンの加速電圧とドーズ量等により、高い精度で制御することができる。プラズマイオンドーピング法を用いることで、生産性を高めることができる。また質量分離を用いたイオン注入法を用いることで、供給される不純物元素の純度を高めることができる。

[0184]

不純物元素140の供給処理において、半導体層108と絶縁層110との界面、または半導体層108中の当該界面に近い部分、または絶縁層110中の当該界面に近い部分が、最も高い濃度となるように、処理条件を制御することが好ましい。これにより、一度の処理で半導体層108と絶縁層110の両方に、最適な濃度の不純物元素140を供給することができる。

[0185]

不純物元素140としては、水素、ホウ素、炭素、窒素、フッ素、リン、硫黄、ヒ素、アルミニウム、マグネシウム、シリコン、または希ガスなどが挙げられる。なお、希ガスの代表例としては、ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、及びキセノン等がある。特に、ホウ素、リン、アルミニウム、マグネシウム、またはシリコンを用いることが好ましい。

[0186]

不純物元素140の原料ガスとしては、上記不純物元素を含むガスを用いることができる。ホウ素を供給する場合、代表的には B_2H_6 ガスまたは BF_3 ガスなどを用いることができる。またリンを供給する場合には、代表的には PH_3 ガスを用いることができる。また、これらの原料ガスを希ガスで希釈した混合ガスを用いてもよい。

[0187]

その他、原料ガスとして、 CH_4 、 N_2 、 NH_3 、 AlH_3 、 $AlCl_3$ 、 SiH_4 、 Si_2H_6 、 F_2 、 HF 、 H_2 、 $(C_5H_5)_2Mg$ 、及び希ガス等を用いることができる。また、イオン源は気体に限られず、固体または液体を加熱して気化させたものを用いてもよい。

[0188]

不純物元素140の添加は、絶縁層110及び半導体層108の組成、密度、及び厚さなどを考慮して、加速電圧またはドーズ量などの条件を設定することで制御することができる。

[0189]

例えば、イオン注入法またはプラズマイオンドーピング法でホウ素またはリンの添加を行う場合、ドーズ量は、例えば $1 \times 10^{13} \text{ ions/cm}^2$ 以上 $1 \times 10^{17} \text{ ions/cm}^2$ 以下、好ましくは $1 \times 10^{14} \text{ ions/cm}^2$ 以上 $5 \times 10^{16} \text{ ions/cm}^2$ 以下、より好ましくは $1 \times 10^{15} \text{ ions/cm}^2$ 以上 $3 \times 10^{16} \text{ ions/cm}^2$ 以下の範囲とすることができる。

[0190]

なお、不純物元素140の供給方法としてはこれに限られず、例えば加熱による熱拡散を利用した処理、またはプラズマ処理などを用いてもよい。プラズマ処理法の場合、添加する不純物元素を含むガス雰囲気にてプラズマを発生させて、プラズマ処理を行うことによって、不純物元素を添加することができる。上記プラズマを発生させる装置としては、ドライエッチング装置、アッシング装置、プラズマCVD装置、高密度プラズマCVD装置等を用いることができる。

[0191]

本発明の一態様では、絶縁層110を介して不純物元素140を半導体層108に供給することができる。そのため、半導体層108が結晶性を有する場合であっても、不純物元素140の供給

の際に半導体層 108 が受けるダメージが軽減され、結晶性が損なわれてしまうことを抑制できる。そのため、結晶性の低下により電気抵抗が増大してしまうような場合には好適である。

[0192]

〔絶縁層 116 及び絶縁層 118 の形成〕

続いて、絶縁層 110、金属酸化物層 114、及び導電層 112 を覆って、絶縁層 116 及び絶縁層 118 を形成する（図 6 B）。

[0193]

絶縁層 116 及び絶縁層 118 をプラズマ CVD 法により形成する場合、成膜温度が高すぎると、低抵抗領域 108 n 等に含まれる不純物が、半導体層 108 のチャネル形成領域を含む周辺部に拡散する恐れがある。また、低抵抗領域 108 n の電気抵抗が上昇してしまう恐れがある。そのため、絶縁層 116 及び絶縁層 118 の成膜温度は、これらのことを考慮して決定すればよい。

[0194]

例えば、絶縁層 116 及び絶縁層 118 の成膜温度としては、例えば 150℃以上 400℃以下、好ましくは 180℃以上 360℃以下、より好ましくは 200℃以上 250℃以下とすることが好ましい。絶縁層 116 及び絶縁層 118 を低温で成膜することにより、チャネル長の短いトランジスタであっても、良好な電気特性を付与することができる。

[0195]

また、絶縁層 116 及び絶縁層 118 の形成後、加熱処理を行ってもよい。当該加熱処理により、低抵抗領域 108 n を、より安定して低抵抗なものとすることができる場合がある。例えば、加熱処理を行うことにより、不純物元素 140 が適度に拡散して局所的に均一化され、理想的な不純物元素の濃度勾配を有する低抵抗領域 108 n が形成されうる。なお、加熱処理の温度が高すぎる（例えば 500℃以上）と、不純物元素 140 がチャネル形成領域内にまで拡散し、トランジスタの電気特性および信頼性の悪化を招く恐れがある。

[0196]

加熱処理の条件は、上記記載を援用することができる。

[0197]

なお、当該加熱処理は不要であれば行わなくてもよい。また、ここでは加熱処理は行わず、後の工程で行われる加熱処理と兼ねてもよい。また、後の工程での高温下の処理（例えば成膜工程など）がある場合には、当該加熱処理と兼ねることができる場合もある。

[0198]

〔樹脂層 132 の形成〕

続いて、絶縁層 118 上に開口部を有する樹脂層 132 を形成する（図 6 C）。

[0199]

樹脂層 132 に用いることができる材料については上記樹脂層 131 の記載を援用できる。ここでは、感光性の材料を用い、露光及び現像を行うことで開口部を備える樹脂層 132 を形成する。

[0200]

〔開口部 141 a、開口部 141 b の形成〕

続いて、樹脂層 132 の開口部と重なる領域における、絶縁層 118、絶縁層 116、及び絶縁層 110 の一部をエッチングすることで、低抵抗領域 108 n に達する開口部 141 a 及び開口部 141 b を形成する（図 7 A）。

[0201]

ここでは、樹脂層132をエッチングマスクとして用い、絶縁層118、絶縁層116、及び絶縁層110の、樹脂層132の開口内に位置する部分をエッチングする。

[0202]

なお、上記とは異なる方法として、以下の方法を用いて開口部141a及び開口部141bを形成してもよい。まず、樹脂層132の形成前において、絶縁層118上にレジストマスクを形成し、絶縁層118、絶縁層116、及び絶縁層110にあらかじめ開口を形成する。続いて、感光性の材料を用いて、露光及び現像を行うことで、開口を有する樹脂層132を形成する。これにより、開口部141a及び開口部141bを形成することができる。

[0203]

[導電層120a、導電層120bの形成]

続いて、開口部141a及び開口部141bを覆うように、樹脂層132上に導電膜を成膜し、当該導電膜を所望の形状に加工することで、導電層120a及び導電層120bを形成する（図7B）。

[0204]

以上の工程により、トランジスタを備える半導体装置を作製することができる。

[0205]

[樹脂層133の形成]

続いて、導電層120a、導電層120b、及び樹脂層132を覆って、開口部144を有する樹脂層133を形成する（図8A）。

[0206]

樹脂層133の詳細については、樹脂層131及び樹脂層132の記載を援用できる。

[0207]

[導電層150の形成]

続いて、開口部144を覆うように、樹脂層133上に導電膜を成膜し、当該導電膜を所望の形状に加工することで、導電層150を形成する（図8B）。

[0208]

以上が、作製方法例についての説明である。

[0209]

[半導体装置の構成要素]

以下では、本実施の形態の半導体装置に含まれる構成要素について説明する。

[0210]

[基板]

基板102の材質などに大きな制限はないが、少なくとも、後の熱処理に耐えうる程度の耐熱性を有している必要がある。例えば、シリコンまたは炭化シリコンを材料とした単結晶半導体基板、多結晶半導体基板、シリコンゲルマニウム等の化合物半導体基板、SOI基板、ガラス基板、セラミック基板、石英基板、サファイア基板等を、基板102として用いてもよい。また、これらの基板上に半導体素子が設けられたものを、基板102として用いてもよい。

[0211]

また、基板102として、可撓性基板を用い、可撓性基板上に直接、半導体装置を形成してもよ

い。または、基板102と半導体装置の間に剥離層を設けてもよい。剥離層は、その上に半導体装置を一部あるいは全部完成させた後、基板102より分離し、他の基板に転載するために用いることができる。その際、半導体装置は耐熱性の劣る基板または可撓性の基板にも転載できる。

[0212]

〔導電層〕

導電層112、導電層106、導電層120a、導電層120b、導電層121a、導電層121b、導電層130、及び導電層150等は、クロム、銅、アルミニウム、金、銀、亜鉛、モリブデン、タンタル、チタン、タングステン、マンガン、ニッケル、鉄、コバルトから選ばれた金属元素、または上述した金属元素を成分とする合金か、上述した金属元素を組み合わせた合金等を用いてそれぞれ形成することができる。

[0213]

また、導電層には、In-Sn酸化物、In-W酸化物、In-W-Zn酸化物、In-Ti酸化物、In-Ti-Sn酸化物、In-Zn酸化物、In-Sn-Si酸化物、In-Ga-Zn酸化物等の酸化物導電体または金属酸化物膜を適用することもできる。

[0214]

〔半導体層〕

半導体層108がIn-M-Zn酸化物の場合、In-M-Zn酸化物を成膜するために用いるスパッタリングターゲットの金属元素の原子数比として、 $In:M:Zn=1:1:1$ 、 $In:M:Zn=1:1:1.2$ 、 $In:M:Zn=1:3:2$ 、 $In:M:Zn=1:3:4$ 、 $In:M:Zn=1:3:6$ 、 $In:M:Zn=2:2:1$ 、 $In:M:Zn=2:1:3$ 、 $In:M:Zn=3:1:2$ 、 $In:M:Zn=4:2:3$ 、 $In:M:Zn=4:2:4.1$ 、 $In:M:Zn=5:1:3$ 、 $In:M:Zn=5:1:6$ 、 $In:M:Zn=5:1:7$ 、 $In:M:Zn=5:1:8$ 、 $In:M:Zn=6:1:6$ 、 $In:M:Zn=5:2:5$ 等が挙げられる。

[0215]

また、スパッタリングターゲットとしては、多結晶の酸化物を含むターゲットを用いると、結晶性を有する半導体層108を形成しやすくなるため好ましい。なお、成膜される半導体層108の原子数比は、上記のスパッタリングターゲットに含まれる金属元素の原子数比のプラスマイナス40%の変動を含む。例えば、半導体層108に用いるスパッタリングターゲットの組成が $In:Ga:Zn=4:2:4.1$ 〔原子数比〕の場合、成膜される半導体層108の組成は、 $In:Ga:Zn=4:2:3$ 〔原子数比〕の近傍となる場合がある。

[0216]

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

[0217]

また、半導体層108は、エネルギーギャップが2eV以上、好ましくは2.5eV以上である。このように、シリコンよりもエネルギーギャップの広い金属酸化物を用いることで、トランジスタ

のオフ電流を低減することができる。

[0218]

また、半導体層108は、非単結晶構造であると好ましい。非単結晶構造は、例えば、後述するCAAC構造、多結晶構造、微結晶構造、または非晶質構造を含む。非単結晶構造において、非晶質構造は最も欠陥準位密度が高く、CAAC構造は最も欠陥準位密度が低い。

[0219]

以下では、CAAC (c-axis aligned crystal) について説明する。CAACは結晶構造の一例を表す。

[0220]

CAAC構造とは、複数のナノ結晶（最大径が10nm未満である結晶領域）を有する薄膜などの結晶構造の一つであり、各ナノ結晶はc軸が特定の方向に配向し、かつa軸及びb軸は配向性を有せずに、ナノ結晶同士が粒界を形成することなく連続的に連結しているといった特徴を有する結晶構造である。特にCAAC構造を有する薄膜は、各ナノ結晶のc軸が、薄膜の厚さ方向、被形成面の法線方向、または薄膜の表面の法線方向に配向しやすいといった特徴を有する。

[0221]

CAAC-OS (Oxide Semiconductor) は結晶性の高い酸化物半導体である。一方、CAAC-OSは、明確な結晶粒界を確認することはできないため、結晶粒界に起因する電子移動度の低下が起こりにくいといえる。また、酸化物半導体の結晶性は不純物の混入、欠陥の生成などによって低下する場合があるため、CAAC-OSは不純物及び欠陥（酸素欠損など）の少ない酸化物半導体ともいえる。従って、CAAC-OSを有する酸化物半導体は、物理的性質が安定する。そのため、CAAC-OSを有する酸化物半導体は熱に強く、信頼性が高い。

[0222]

ここで、結晶学において、単位格子を構成するa軸、b軸、及びc軸の3つの軸（結晶軸）について、特異的な軸をc軸とした単位格子を取ることが一般的である。特に層状構造を有する結晶では、層の面方向に平行な2つの軸をa軸及びb軸とし、層に交差する軸をc軸とすることが一般的である。このような層状構造を有する結晶の代表的な例として、六方晶系に分類されるグラファイトがあり、その単位格子のa軸及びb軸は劈開面に平行であり、c軸は劈開面に直交する。例えば層状構造である YbFe_2O_4 型の結晶構造をとる InGaZnO_4 の結晶は六方晶系に分類することができ、その単位格子のa軸及びb軸は層の面方向に平行となり、c軸は層（すなわちa軸及びb軸）に直交する。

[0223]

微結晶構造を有する酸化物半導体膜（微結晶酸化物半導体膜）は、TEMによる観察像では、明確に結晶部を確認することができない場合がある。微結晶酸化物半導体膜に含まれる結晶部は、1nm以上100nm以下、または1nm以上10nm以下の大きさであることが多い。特に、1nm以上10nm以下、または1nm以上3nm以下の微結晶であるナノ結晶 (nc: nanocrystal) を有する酸化物半導体膜を、nc-OS (nanocrystalline Oxide Semiconductor) 膜と呼ぶ。また、nc-OS膜は、例えば、TEMによる観察像では、結晶粒界を明確に確認できない場合がある。

[0224]

nc-OS膜は、微小な領域（例えば、1nm以上10nm以下の領域、特に1nm以上3nm

以下の領域)において原子配列に周期性を有する。また、nc-OS膜は、異なる結晶部間で結晶方位に規則性が見られない。そのため、膜全体で配向性が見られない。従って、nc-OS膜は、分析方法によっては、非晶質酸化物半導体膜と区別が付かない場合がある。例えば、nc-OS膜に対し、結晶部よりも大きい径のX線を用いるXRD装置を用いて構造解析を行うと、out-of-plane法による解析では、結晶面を示すピークが検出されない。また、nc-OS膜に対し、結晶部よりも大きいプローブ径(例えば50nm以上)の電子線を用いる電子線回折(制限視野電子線回折ともいう。)を行うと、ハローパターンのような回折パターンが観測される。一方、nc-OS膜に対し、結晶部の大きさと近い結晶部より小さいプローブ径(例えば1nm以上30nm以下)の電子線を用いる電子線回折(ナノビーム電子線回折ともいう。)を行うと、円を描くように(リング状に)輝度の高い領域が観測され、当該リング状の領域内に複数のスポットが観測される場合がある。

[0225]

nc-OS膜は、非晶質酸化物半導体膜よりも欠陥準位密度が低い。ただし、nc-OS膜は、異なる結晶部間で結晶方位に規則性が見られない。そのため、nc-OS膜は、CAAC-OS膜と比べて欠陥準位密度が高くなる。従って、nc-OS膜はCAAC-OS膜と比べて、キャリア密度が高く、電子移動度が高くなる場合がある。従って、nc-OS膜を用いたトランジスタは、高い電界効果移動度を示す場合がある。

[0226]

nc-OS膜は、CAAC-OS膜と比較して、成膜時の酸素流量比を小さくすることで形成することができる。また、nc-OS膜は、CAAC-OS膜と比較して、成膜時の基板温度を低くすることでも形成することができる。例えば、nc-OS膜は、基板温度を比較的低温(例えば130℃以下の温度)とした状態、または基板を加熱しない状態でも成膜することができるため、大型のガラス基板、または樹脂基板などを使う場合に適しており、生産性を高めることができる。

[0227]

金属酸化物の結晶構造の一例について説明する。In-Ga-Zn酸化物ターゲット(In:Ga:Zn=4:2:4.1[原子数比])を用いて、基板温度を100℃以上130℃以下として、スパッタリング法により形成した金属酸化物は、nc(nano crystal)構造及びCAAC構造のいずれか一方の結晶構造、またはこれらが混在した構造をとりやすい。一方、基板温度を室温(R.T.)として形成した金属酸化物は、ncの結晶構造をとりやすい。なお、ここでいう室温(R.T.)とは、基板を意図的に加熱しない場合の温度を含む。

[0228]

[金属酸化物の構成]

以下では、本発明の一態様で開示されるトランジスタに用いることができるCAC(Cloud-Aligned Composite)-OSの構成について説明する。

[0229]

なお、CAAC(c-axis aligned crystal)は結晶構造の一例を表し、CAC(Cloud-Aligned Composite)は機能、または材料の構成の一例を表す。

[0230]

CAC-OSまたはCAC-metal oxideとは、材料の一部では導電性の機能と、材

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

[0231]

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

[0232]

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

[0233]

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

[0234]

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

[0235]

以上が、金属酸化物の構成についての説明である。

[0236]

本実施の形態で例示した構成例、及びそれらに対応する図面等は、少なくともその一部を他の構成例、または図面等と適宜組み合わせることができる。

[0237]

（実施の形態2）

本実施の形態では、先の実施の形態で例示した半導体装置を有する表示装置の一例について説明する。

[0238]

図9Aに、以下で例示する表示装置10の上面概略図を示す。表示装置10は、画素部11、回路12、回路13、端子部15a、端子部15b、配線16a、配線16b、及び配線16cを有する。また、図9Aでは、表示装置10にIC17が実装されている例を示している。

[0239]

画素部11は、複数の画素を有し、画像を表示する機能を有する。

[0240]

回路12及びIC17は、画素部11内の各画素に、画素を駆動するための信号を出力する機能を有する。例えば回路12は、ゲート駆動回路として機能する回路である。また例えばIC17はソース駆動回路として機能する回路である。図9Aでは、画素部11を挟んで2つの回路12が設けられ、また6つのIC17が実装されている例を示している。なお、ゲート駆動回路として機能するICを実装し、回路12を設けない構成としてもよい。また、ソース駆動回路を設け、IC17を実装しない構成としてもよい。

[0241]

なお、ICなどの集積回路、またはFPC(Flexible Printed Circuit)などのコネクタが実装された形態を、表示モジュールと呼ぶこともできる。また、コネクタまたは集積回路などが実装されていない形態を、表示パネルと呼ぶこともできる。

[0242]

回路13は、IC17から入力される信号の1つを、2以上の配線に分配する機能を有する回路(例えばデマルチプレクサ回路)である。回路13を設けることにより、IC17が出力する信号の数を低減することができ、IC17の端子数を削減できる。または部品点数を削減できる。特に、4Kまたは8Kなどの極めて高解像度の表示装置を実現する場合には、回路13を設けることは特に有効である。回路13は、不要であれば設けなくてもよい。

[0243]

端子部15a及び端子部15bには複数の端子が設けられ、FPCなどのコネクタ、または他のICなどの集積回路を接続することができる。端子部15aの各端子は、複数の配線16aの一つを介して回路12と電氣的に接続される。端子部15bの各端子は、複数の配線16bの一つを介してIC17と電氣的に接続される。またIC17が有する複数の出力端子は、それぞれ複数の配線16cの一つを介して回路13と電氣的に接続される。

[0244]

図9Bは、画素部11における画素電極の配列方法の例を示す上面概略図である。画素部11は、複数の画素ユニット20を有する。図9Bには、4つの画素ユニット20を示している。画素ユニット20は、画素21aと画素21bを含んで構成されている。画素21aは、画素電極31a、画素電極32a、及び画素電極33aを有する。画素21bは、画素電極31b、画素電極32b、及び画素電極33bを有する。各画素電極は、後述する表示素子の電極として機能する。また1つの副画素の表示領域22は、その副画素が有する画素電極の内側に位置する。

[0245]

画素ユニット20が有する6つの画素電極は、縦2つ、横3つのマトリクス状に配置されている。ここで、画素電極31a、画素電極32a、及び画素電極33aは、それぞれ異なる色を呈する表示素子の電極とすることができる。また画素電極31bは画素電極31aと、画素電極32bは画

素電極 3 2 a と、画素電極 3 3 b は画素電極 3 3 a と、それぞれ同じ色を呈する表示素子の電極とすることができる。なお、ここでは 3 種類の画素電極の大きさを同じとして明示しているが、それぞれ異なる大きさとしてもよい。または各画素電極上の表示領域 2 2 の大きさを異ならせてもよい。
[0 2 4 6]

なお、ここでは説明を容易にするため画素電極 3 1 a は赤色 (R) を呈する表示素子の電極とし R の符号を付している。同様に画素電極 3 2 a は緑色 (G) を呈する表示素子の電極とし G の符号を付し、画素電極 3 3 a は青色 (B) を呈する表示素子の電極とし B の符号を付している。なお図 9 B 等に示す画素配列は一例であり、これに限られない。また、R、G、B は、これらを互いに入れ替えることができる。また、図 9 B 等に示す画素配列を左右反転または上下反転した画素配列を用いてもよい。

[0 2 4 7]

なお、表示素子の配列方法は上記に限られず、例えば 1 つの正方形の中に、長方形形状の 3 つの表示素子を配列する、いわゆるストライプ配列としてもよい。または、同じ形状の三角形を敷き詰めた格子の頂点に、3 つの表示素子のいずれかを配置する、いわゆるデルタ配列としてもよい。

[0 2 4 8]

[画素回路の構成例]

以下では、画素ユニット 2 0 が有する画素回路の例について説明する。図 9 C に、画素ユニット 2 0 の回路図の例を示す。画素ユニット 2 0 には、配線 5 1 a 及び配線 5 1 b と、配線 5 2 a 乃至配線 5 2 d と、配線 5 3 a 乃至配線 5 3 c が接続されている。図 9 C では、1 つの画素ユニット 2 0 につき信号線として機能する配線 (配線 5 2 a 等) が 4 本接続された場合の例を示している。

[0 2 4 9]

画素 2 1 a は、副画素 7 1 a、副画素 7 2 a、及び副画素 7 3 a を有する。画素 2 1 b は、副画素 7 1 b、副画素 7 2 b、及び副画素 7 3 b を有する。各々の副画素は、画素回路 (画素回路 4 1 a、画素回路 4 1 b、画素回路 4 2 a、画素回路 4 2 b、画素回路 4 3 a または画素回路 4 3 b) と表示素子 6 0 を有する。例えば副画素 7 1 a は、画素回路 4 1 a と表示素子 6 0 を有する。ここでは、表示素子 6 0 として、有機 EL 素子等の発光素子を用いた場合を示す。

[0 2 5 0]

また各々の画素回路は、トランジスタ 6 1 と、トランジスタ 6 2 と、容量素子 6 3 と、を有している。例えば画素回路 4 1 a において、トランジスタ 6 1 は、ゲートが配線 5 1 a と電気的に接続し、ソース又はドレインの一方が配線 5 2 a と電気的に接続し、ソース又はドレインの他方がトランジスタ 6 2 のゲート、及び容量素子 6 3 の一方の電極と電気的に接続している。トランジスタ 6 2 は、ソース又はドレインの一方が表示素子 6 0 の一方の電極と電気的に接続し、ソース又はドレインの他方が容量素子 6 3 の他方の電極、及び配線 5 3 a と電気的に接続している。表示素子 6 0 の他方の電極は、電位 V 1 が与えられる配線と電気的に接続している。なお、他の画素回路については、図 9 C に示すようにトランジスタ 6 1 のゲートが接続する配線、トランジスタ 6 1 のソース又はドレインの一方が接続する配線、及び容量素子 6 3 の他方の電極が接続する配線が異なる以外は、画素回路 4 1 a と同様の構成を有する。

[0 2 5 1]

図 9 C において、トランジスタ 6 1 は選択トランジスタとしての機能を有する。またトランジスタ 6 2 は、表示素子 6 0 と直列接続され、表示素子 6 0 に流れる電流を制御する機能を有する。図

9Cにおいて、選択トランジスタとして機能するトランジスタ61と、表示素子60の一方の電極（画素電極）とは、トランジスタ62を介して電氣的に接続されている、とすることができる。また容量素子63は、トランジスタ62のゲートが接続されるノードの電位を保持する機能を有する。なお、トランジスタ61のオフ状態におけるリーク電流、及びトランジスタ62のゲートを介したリーク電流等が極めて小さい場合には、容量素子63を意図的に設けなくてもよい。

[0252]

ここで、図9Cに示すように、トランジスタ62はそれぞれ電氣的に接続された第1のゲートと第2のゲートを有する構成とすることが好ましい。このように2つのゲートを有する構成とすることで、トランジスタ62の流すことのできる電流を増大させることができる。特に高精細の表示装置においては、トランジスタ62のサイズ、特にチャネル幅を大きくすることなく当該電流を増大させることができるため好ましい。

[0253]

また、表示素子60の一对の電極のうち、トランジスタ62と電氣的に接続する電極が、上記画素電極（例えば画素電極31a等）に相当する。ここで、図9Cでは、表示素子60のトランジスタ62と電氣的に接続する電極を陰極、反対側の電極を陽極とした構成を示している。このような構成は、トランジスタ62がnチャネル型のトランジスタの場合に特に有効である。すなわち、トランジスタ62がオン状態のとき、配線53aにより与えられる電位がソース電位となるため、表示素子60の電気抵抗のばらつき、及び電気抵抗の変動によらず、トランジスタ62に流れる電流を一定とすることができる。

[0254]

なお、表示素子60のトランジスタ62側の電極を陽極とし、反対側の電極を陰極とした構成としてもよい。このような構成とすることにより、表示素子60の他方の電極に与える電位V1に配線53a等と与えられる電位よりも低い固定電位を用いることができる。また当該電位V1に共通電位または接地電位など、他の回路に用いる電位と共通の電位を用いると、回路構成を簡略化できるため好ましい。

[0255]

なお、ここでは画素回路が有するトランジスタとして、nチャネル型のトランジスタを用いる例を示したが、pチャネル型のトランジスタを用いてもよい。

[0256]

[画素レイアウトの例]

以下では、画素ユニット20のレイアウトの一例について説明する。

[0257]

図10A及び図10Bには、1つの副画素のレイアウトの例を示している。ここでは見やすくするため、画素電極を形成する前の例を示している。また、図10Bは、図10Aにおける配線52等を破線で示している。図10Aに示す副画素は、トランジスタ61、トランジスタ62、及び容量素子63を有する。トランジスタ62は、半導体層を挟む2つのゲートを有するトランジスタである。

[0258]

トランジスタ61及びトランジスタ62に、実施の形態1で例示したトランジスタを適用することができる。

[0259]

図10A等では、同一の導電膜を加工して形成されたパターンに、同じハッチングパターンを付して示している。最も下側に位置する導電層（導電層130）により、配線51が形成されている。これよりも後に形成される導電層（導電層106a、導電層106b等）により、中継配線、及びトランジスタ62の一方のゲートなどが形成されている。これよりも後に形成される導電層（導電層112a、導電層112b等）により、トランジスタ61のゲート及びトランジスタ62のもう一方のゲートなどが形成されている。これよりも後に形成される導電層（導電層121a、導電層121b、導電層121c、導電層121d等）により、各トランジスタのソース電極及びドレイン電極、並びに容量素子63の一方の電極などが形成されている。これよりも後に形成される導電層（導電層120a、導電層120b、導電層120c等）により、配線52、配線53、及び中継配線等が形成されている。配線53の一部は、容量素子63のもう一方の電極として機能する。導電層120cは、トランジスタ62と画素電極31等とを接続する中継配線として機能する。また、トランジスタ61は半導体層108aを有し、トランジスタ62は半導体層108bを有する。

[0260]

図10Cには、図10Aで例示した副画素を用いた画素ユニット20のレイアウトの一例を示している。図10Cには、各画素電極と、表示領域22も明示している。

[0261]

ここでは、配線51aと電氣的に接続する3つの副画素と、配線51bと電氣的に接続する3つの副画素は、それぞれ左右対称となっている例を示している。これにより、配線52a等の延伸方向に向かって同じ色の副画素をジグザグに配列し、且つ、これら副画素が信号線として機能する一つの配線に接続する構成としたとき、副画素内の配線の長さなどを揃えることができるため、副画素間の輝度のばらつきを抑制することができる。

[0262]

なお、配線51aと電氣的に接続する3つの副画素の表示領域22と、配線51bと電氣的に接続する3つの副画素の表示領域22とが、配線51aの延伸方向に、配列ピッチの半分の距離ずれるように配列してもよい。これにより、いわゆるデルタ配列を実現できる。

[0263]

以上が画素レイアウトの例についての説明である。

[0264]

本実施の形態で例示した表示装置により、極めて高精細な表示装置を実現することができる。また、表示品位が高められた表示装置を提供できる。また、視野角特性が向上した表示装置を提供できる。また、開口率が高められた表示装置を提供できる。

[0265]

本実施の形態で例示した構成例、及びそれらに対応する図面等は、少なくともその一部を他の構成例、または図面等と適宜組み合わせることができる。

[0266]

(実施の形態3)

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置の断面構成例について説明する。

[0267]

[断面構成例1]

図11に、表示パネル700の断面概略図を示している。図11は、画素部702と、ゲートドライバ回路部706と、FPC端子部708と、を含む断面を示している。画素部702は、トランジスタ750、トランジスタ754、及び容量素子790を有する。ゲートドライバ回路部706は、トランジスタ752を有する。

[0268]

トランジスタ750、トランジスタ752、及びトランジスタ754に、実施の形態1で例示したトランジスタを適用することができる。

[0269]

トランジスタ750、トランジスタ752、及びトランジスタ754は、チャネルが形成される半導体層に、酸化物半導体を適用したトランジスタである。なお、これに限られず、半導体層に、シリコン（アモルファスシリコン、多結晶シリコン、または単結晶シリコン）、または有機半導体を用いたトランジスタなどを適用することもできる。

[0270]

本実施の形態で用いるトランジスタは、高純度化し、酸素欠損の形成を抑制した酸化物半導体膜を有する。該トランジスタは、オフ電流を著しく低くできる。そのため、このようなトランジスタが適用された画素は、画像信号等の電気信号の保持時間を長くでき、画像信号等の書き込み間隔も長く設定できる。よって、リフレッシュ動作の頻度を少なくできるため、消費電力を低減することができる。

[0271]

また、本実施の形態で用いるトランジスタは、比較的高い電界効果移動度が得られるため、高速駆動が可能である。例えば、このような高速駆動が可能なトランジスタを表示パネルに用いることで、画素部のスイッチングトランジスタと、駆動回路部に使用するドライバトランジスタを同一基板上に形成することができる。すなわち、シリコンウェハ等により形成された駆動回路を適用しない構成も可能であり、表示装置の部品点数を削減することができる。また、画素部においても、高速駆動が可能なトランジスタを用いることで、高画質な画像を提供することができる。

[0272]

容量素子790は、トランジスタ750が有する第1のゲート電極と同一の膜を加工して形成される下部電極と、半導体層と同一の金属酸化物膜を加工して形成される上部電極と、を有する。上部電極は、トランジスタ750のソース領域及びドレイン領域と同様に低抵抗化されている。また、下部電極と上部電極との間には、トランジスタ750の第1のゲート絶縁層として機能する絶縁膜の一部が設けられる。すなわち、容量素子790は、一對の電極間に誘電体膜として機能する絶縁膜が挟持された積層型の構造を有する。また、上部電極には、トランジスタ750のソース電極及びドレイン電極と同一の膜を加工して得られる配線が接続されている。

[0273]

表示パネル700は、支持基板745と、支持基板740とを有する。支持基板745及び支持基板740としては、例えばガラス基板、またはプラスチック基板等の可撓性を有する基板を用いることができる。

[0274]

トランジスタ750、トランジスタ752、トランジスタ754、及び容量素子790等は、絶縁層744上に設けられる。支持基板745と絶縁層744とは、接着層742によって貼り合さ

れている。

[0275]

導電層720は、絶縁層744上に設けられる。樹脂層722は、絶縁層744及び導電層720を覆って設けられる。絶縁層723は、樹脂層722を覆って設けられる。

[0276]

トランジスタ750、トランジスタ752、トランジスタ754、及び容量素子790等は、絶縁層723上に設けられる。

[0277]

トランジスタ750、トランジスタ752、トランジスタ754は、それぞれ第1のゲート電極として機能する導電層791、第1のゲート絶縁層として機能する絶縁層792、半導体層793、第2のゲート絶縁層として機能する絶縁層794、及び第2のゲート電極として機能する導電層795等を有する。またトランジスタ750、トランジスタ752、トランジスタ754を覆って、絶縁層726が設けられている。

[0278]

絶縁層726上には樹脂層724が設けられ、樹脂層724上に導電層725等が設けられる。

[0279]

また、導電層791と同一の導電膜を加工して形成される導電層721は、絶縁層723及び樹脂層722に設けられた開口部において、導電層720と電氣的に接続されている。

[0280]

導電層720の一部は、ゲート線として機能する。導電層725の一部は、ソース線として機能する。導電層720の一部と、導電層725の一部は、少なくとも樹脂層722及び樹脂層724を介して重畳している。

[0281]

また、トランジスタ750、トランジスタ752、トランジスタ754、及び容量素子790上には、平坦化膜として機能する絶縁層770が設けられている。

[0282]

画素部702が有するトランジスタ750、トランジスタ754、及びゲートドライバ回路部706が有するトランジスタ752は、互いに異なる構造のトランジスタを用いてもよい。例えば、いずれかにトップゲート型のトランジスタを適用し、他のいずれかにボトムゲート型のトランジスタを適用した構成としてもよい。

[0283]

FPC端子部708は、一部が接続電極として機能する配線760、異方性導電膜780、及びFPC716を有する。配線760は、異方性導電膜780を介してFPC716が有する端子と電氣的に接続される。ここでは、配線760は、トランジスタ750等のソース電極及びドレイン電極と同じ導電膜で形成されている。

[0284]

また表示パネル700は、発光素子782、着色層736、遮光層738等を有する。

[0285]

発光素子782は、導電層772、EL層786、及び導電層788を有する。導電層772は、トランジスタ750が有するソース電極またはドレイン電極と電氣的に接続される。導電層772

は、絶縁層 770 上に設けられ、画素電極として機能する。また導電層 772 の端部を覆って絶縁層 730 が設けられ、絶縁層 730 及び導電層 772 上に EL 層 786 と導電層 788 が積層して設けられている。

[0286]

導電層 772 には、可視光に対して反射性を有する材料を用いることができる。例えば、アルミニウム、銀等を含む材料を用いることができる。また、導電層 788 には、可視光に対して透光性を有する材料を用いることができる。例えば、インジウム、亜鉛、スズ等を含む酸化物材料を用いるとよい。そのため、発光素子 782 は、被形成面とは反対側（支持基板 740 側）に光を射出する、トップエミッション型の発光素子である。

[0287]

EL 層 786 は、有機化合物、または量子ドットなどの無機化合物を有する。EL 層 786 は、電流が流れた際に白色の光を呈する発光材料を含む。

[0288]

発光材料としては、蛍光材料、燐光材料、熱活性化遅延蛍光（Thermally activated delayed fluorescence: TADF）材料、無機化合物（量子ドット材料など）などを用いることができる。量子ドットに用いることのできる材料としては、コロイド状量子ドット材料、合金型量子ドット材料、コア・シェル型量子ドット材料、コア型量子ドット材料、などが挙げられる。

[0289]

遮光層 738 と、着色層 736 は、絶縁層 746 の一方の面に設けられている。着色層 736 は、発光素子 782 と重なる位置に設けられている。また、遮光層 738 は、画素部 702 において、発光素子 782 と重ならない領域に設けられている。また遮光層 738 は、ゲートドライバ回路部 706 等にも重ねて設けられていてもよい。

[0290]

支持基板 740 は、絶縁層 746 の他方の面に、接着層 747 によって貼り合されている。また、支持基板 740 と支持基板 745 とは、封止層 732 によって貼り合されている。

[0291]

ここでは、発光素子 782 が有する EL 層 786 として、白色の発光を呈する発光材料が適用されている。発光素子 782 が発する白色の発光は、着色層 736 により着色されて外部に射出される。EL 層 786 は、異なる色を呈する画素に亘って設けられる。画素部 702 に、赤色（R）、緑色（G）、または青色（B）のいずれかを透過する着色層 736 が設けられた画素をマトリクス状に配置することで、表示パネル 700 は、フルカラーの表示を行うことができる。

[0292]

また、導電層 788 として、透過性及び反射性を有する導電膜を用いてもよい。このとき、導電層 772 と導電層 788 との間で微小共振器（マイクロキャビティ）構造を実現し、特定の波長の光を強めて射出する構成とすることができる。またこのとき、導電層 772 と導電層 788 との間に光学距離を調整するための光学調整層を配置し、当該光学調整層の厚さを異なる色の画素間で異ならせることで、それぞれの画素から射出される光の色純度を高める構成としてもよい。

[0293]

なお、EL 層 786 を画素毎に島状または画素列毎に縞状に形成する、すなわち塗り分けにより

形成する場合においては、着色層 736、及び上述した光学調整層の少なくとも一方を設けない構成としてもよい。その場合、メタルマスクなどのシャドーマスクを用いた真空蒸着法により、EL 層 786 を作り分けてもよいし、フォトリソグラフィ法により、EL 層 786 を島状または縞状に加工してもよい。

[0294]

ここで、絶縁層 744 と絶縁層 746 には、それぞれ透湿性の低いバリア膜として機能する無機絶縁膜を用いることが好ましい。このような絶縁層 744 と絶縁層 746 との間に、発光素子 782 及びトランジスタ 750 等が挟持された構成とすることで、これらの劣化が抑制され、信頼性の高い表示パネルを実現できる。

[0295]

図 12 に示す表示パネル 700A は、支持基板 740 に代えて、保護層 749 を有する。

[0296]

保護層 749 は、封止層 732 と貼りあわされている。保護層 749 としては、ガラス基板、または樹脂フィルムなどを用いることができる。また、保護層 749 として、偏光板（円偏光板を含む）、散乱板などの光学部材、タッチセンサパネルなどの入力装置、またはこれらを 2 つ以上積層した構成を適用してもよい。

[0297]

また、発光素子 782 が有する EL 層 786 は、絶縁層 730 及び導電層 772 上に島状に設けられている。EL 層 786 を、副画素毎に発光色が異なるように作り分けることで、着色層 736 を用いずにカラー表示を実現することができる。

[0298]

また、発光素子 782 を覆って、保護層 741 が設けられている。保護層 741 は発光素子 782 に水などの不純物が拡散することを防ぐ機能を有する。保護層 741 は、導電層 788 側から絶縁層 741a、絶縁層 741b、及び絶縁層 741c がこの順で積層された積層構造を有している。このとき、絶縁層 741a と絶縁層 741c には、水などの不純物に対してバリア性の高い無機絶縁膜を、絶縁層 741b には平坦化膜として機能する有機絶縁膜を、それぞれ用いることが好ましい。また、保護層 741 は、ゲートドライバ回路部 706 にも延在して設けられていることが好ましい。

[0299]

また、図 12 において、保護層 741 上には導電層 761 が設けられている。導電層 761 は、配線または電極などとして用いることができる。

[0300]

また、導電層 761 は、表示パネル 700A に重ねてタッチセンサが設けられる場合に、画素を駆動する際の電氣的なノイズが、当該タッチセンサに伝わることを防ぐための静電遮蔽膜として機能させることができる。このとき、導電層 761 には所定の定電位が与えられる構成とすればよい。

[0301]

または、導電層 761 は、例えばタッチセンサの電極として用いることができる。これにより、表示パネル 700A をタッチパネルとして機能させることができる。例えば、導電層 761 は、静電容量方式のタッチセンサの電極または配線として用いることができる。このとき、導電層 761 は、検知回路が接続される配線もしくは電極、または、センサ信号が入力される配線もしくは電極

などとして用いることができる。このように、発光素子 7 8 2 上にタッチセンサを作りこむことで、部品点数を削減でき、電子機器等の製造コストを削減することができる。

[0302]

導電層 7 6 1 は、発光素子 7 8 2 と重ならない部分に設けられることが好ましい。例えば導電層 7 6 1 は、絶縁層 7 3 0 と重なる位置に設けることができる。これにより、導電層 7 6 1 として、比較的導電性の低い透明導電膜を用いる必要がなく、導電性の高い金属または合金などを用いることができるため、センサの感度を高めることができる。

[0303]

なお、導電層 7 6 1 を用いて構成することのできるタッチセンサの方式としては、静電容量方式に限られず、抵抗膜方式、表面弾性波方式、赤外線方式、光学方式、感圧方式など様々な方式を用いることができる。または、これら 2 つ以上を組み合わせ用いてもよい。

[0304]

本実施の形態で例示した構成例、及びそれらに対応する図面等は、少なくともその一部を他の構成例、または図面等と適宜組み合わせることができる。

[0305]

(実施の形態 4)

本実施の形態では、本発明の一態様の電子機器の一例として、表示装置が適用されたヘッドマウントディスプレイの例について説明する。

[0306]

図 1 3 A 及び図 1 3 B には、ヘッドマウントディスプレイ 8 3 0 0 の外観を示している。

[0307]

ヘッドマウントディスプレイ 8 3 0 0 は、筐体 8 3 0 1、表示部 8 3 0 2、操作ボタン 8 3 0 3、及びバンド状の固定具 8 3 0 4 を有する。

[0308]

操作ボタン 8 3 0 3 は、電源ボタンなどの機能を有する。また操作ボタン 8 3 0 3 の他にボタンを有していてもよい。

[0309]

また、図 1 3 C に示すように、表示部 8 3 0 2 と使用者の目の位置との間に、レンズ 8 3 0 5 を有していてもよい。レンズ 8 3 0 5 により、使用者は表示部 8 3 0 2 を拡大して見るため、より臨場感が高まる。このとき、図 1 3 C に示すように、視度調節のためにレンズの位置を変化させるダイヤル 8 3 0 6 を有していてもよい。

[0310]

表示部 8 3 0 2 に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。本発明の一態様の表示装置は、極めて精細度が高いため、図 1 3 C のようにレンズ 8 3 0 5 を用いて拡大したとしても、使用者に画素が視認されることなく、より現実感の高い映像を表示することができる。

[0311]

図 1 3 A 乃至図 1 3 C には、1 枚の表示部 8 3 0 2 を有する場合の例を示している。このような構成とすることで、部品点数を削減することができる。

[0312]

表示部 8 3 0 2 は、左右 2 つの領域にそれぞれ右目用の画像と、左目用の画像の 2 つの画像を並

べて表示することができる。これにより、両眼視差を用いた立体映像を表示することができる。

[0313]

また、表示部8302の全域に亘って、両方の目で視認可能な一つの画像を表示してもよい。これにより、視野の両端に亘ってパノラマ映像を表示することが可能となるため、現実感が高まる。

[0314]

ここで、ヘッドマウントディスプレイ8300は、ユーザーの頭部の大きさ、または目の位置などに応じて、表示部8302の曲率を適切な値に変化させる機構を有することが好ましい。例えば、表示部8302の曲率を調整するためのダイヤル8307を操作することで、ユーザー自身が表示部8302の曲率を調整してもよい。または、筐体8301にユーザーの頭部の大きさ、または目の位置などを検出するセンサ（例えばカメラ、接触式センサ、非接触式センサなど）を設け、センサの検出データに基づいて表示部8302の曲率を調整する機構を有していてもよい。

[0315]

また、レンズ8305を用いる場合には、表示部8302の曲率と同期して、レンズ8305の位置及び角度を調整する機構を備えることが好ましい。または、ダイヤル8306が、レンズの角度を調整する機能を有していてもよい。

[0316]

図13E及び図13Fには、表示部8302の曲率を制御する駆動部8308を備える例を示している。駆動部8308は、表示部8302の少なくとも一部と固定されている。駆動部8308は、表示部8302と固定される部分に変形または移動することにより、表示部8302を変形させる機能を有する。

[0317]

図13Eには、頭部の大きさが比較的大きなユーザー8310が筐体8301を装着している場合の模式図である。このとき、表示部8302の形状が、曲率が比較的小さく（曲率半径が大きくなるように、駆動部8308により調整されている。

[0318]

一方、図13Fには、ユーザー8310と比較して頭部の大きさが小さいユーザー8311が、筐体8301を装着している場合を示している。また、ユーザー8311は、ユーザー8310と比較して、両目の間隔が狭い。このとき、表示部8302の形状は、表示部8302の曲率が大きく（曲率半径が小さく）なるように、駆動部8308により調整される。図13Fには、図13Eでの表示部8302の位置及び形状を破線で示している。

[0319]

このように、ヘッドマウントディスプレイ8300は、表示部8302の曲率を調整する機構を有することで、老若男女様々なユーザーに、最適な表示を提供することができる。

[0320]

また、表示部8302に表示するコンテンツに応じて、表示部8302の曲率を変化させることで、ユーザーに高い臨場感を与えることもできる。例えば、表示部8302の曲率を振動させることで揺れを表現することができる。このように、コンテンツ内の場面に合わせた様々な演出をすることができ、ユーザーに新たな体験を提供することができる。さらにこのとき、筐体8301に設けた振動モジュールと連動させることにより、より臨場感の高い表示が可能となる。

[0321]

なお、ヘッドマウントディスプレイ 8300 は、図 13D に示すように 2 つの表示部 8302 を有していてもよい。

[0322]

2 つの表示部 8302 を有することで、使用者は片方の目につき 1 つの表示部を見ることができる。これにより、視差を用いた 3 次元表示等を行う際であっても、高い解像度の映像を表示することができる。また、表示部 8302 は使用者の目を概略中心とした円弧状に湾曲している。これにより、使用者の目から表示部の表示面までの距離が一定となるため、使用者はより自然な映像を見ることができる。また、表示部からの光の輝度及び色度が見る角度によって変化してしまうような場合であっても、表示部の表示面の法線方向に使用者の目が位置するため、実質的にその影響を無視することができるため、より現実感のある映像を表示することができる。

[0323]

本実施の形態で例示した構成例、及びそれらに対応する図面等は、少なくともその一部を他の構成例、または図面等と適宜組み合わせることができる。

[0324]

(実施の形態 5)

本実施の形態では、本発明の一態様を用いて作製することができる表示モジュールについて説明する。

[0325]

図 14A に示す表示モジュール 6000 は、上部カバー 6001 と下部カバー 6002 との間に、FPC 6005 が接続された表示装置 6006、フレーム 6009、プリント基板 6010、及びバッテリー 6011 を有する。

[0326]

例えば、本発明の一態様を用いて作製された表示装置を、表示装置 6006 に用いることができる。表示装置 6006 により、極めて消費電力の低い表示モジュールを実現することができる。

[0327]

上部カバー 6001 及び下部カバー 6002 は、表示装置 6006 のサイズに合わせて、形状及び寸法を適宜変更することができる。

[0328]

表示装置 6006 はタッチパネルとしての機能を有していてもよい。

[0329]

フレーム 6009 は、表示装置 6006 の保護機能、プリント基板 6010 の動作により発生する電磁波を遮断する機能、放熱板としての機能等を有していてもよい。

[0330]

プリント基板 6010 は、電源回路、ビデオ信号及びクロック信号を出力するための信号処理回路、バッテリー制御回路等を有する。

[0331]

図 14B は、光学式のタッチセンサを備える表示モジュール 6000 の断面概略図である。

[0332]

表示モジュール 6000 は、プリント基板 6010 に設けられた発光部 6015 及び受光部 6016 を有する。また、上部カバー 6001 と下部カバー 6002 により囲まれた領域に一对の導光

部（導光部6017a、導光部6017b）を有する。

[0333]

表示装置6006は、フレーム6009を間に介してプリント基板6010及びバッテリー6011と重ねて設けられている。表示装置6006とフレーム6009は、導光部6017a、導光部6017bに固定されている。

[0334]

発光部6015から発せられた光6018は、導光部6017aにより表示装置6006の上部を經由し、導光部6017bを通して受光部6016に達する。例えば指またはスタイラスなどの被検知体により、光6018が遮られることにより、タッチ操作を検出することができる。

[0335]

発光部6015は、例えば表示装置6006の隣接する2辺に沿って複数設けられる。受光部6016は、発光部6015と対向する位置に複数設けられる。これにより、タッチ操作がなされた位置の情報を取得することができる。

[0336]

発光部6015は、例えばLED素子などの光源を用いることができ、特に、赤外線を発する光源を用いることが好ましい。受光部6016は、発光部6015が発する光を受光し、電気信号に変換する光電素子を用いることができる。好適には、赤外線を受光可能なフォトダイオードを用いることができる。

[0337]

光6018を透過する導光部6017a、導光部6017bにより、発光部6015と受光部6016とを表示装置6006の下側に配置することができ、外光が受光部6016に到達してタッチセンサが誤動作することを抑制できる。特に、可視光を吸収し、赤外線を透過する樹脂を用いると、タッチセンサの誤動作をより効果的に抑制できる。

[0338]

本実施の形態は、少なくともその一部を本明細書中に記載する他の実施の形態と適宜組み合わせで実施することができる。

[0339]

（実施の形態6）

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置を適用可能な、電子機器の例について説明する。

[0340]

図15Aに示す電子機器6500は、スマートフォンとして用いることのできる携帯情報端末機である。

[0341]

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

[0342]

表示部6502に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。

[0343]

図15Bは、筐体6501のマイク6506側の端部を含む断面概略図である。

[0344]

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

[0345]

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

[0346]

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

[0347]

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

[0348]

本実施の形態は、少なくともその一部を本明細書中に記載する他の実施の形態と適宜組み合わせで実施することができる。

[0349]

(実施の形態7)

本実施の形態では、本発明の一態様を用いて作製された表示装置を備える電子機器について説明する。

[0350]

以下で例示する電子機器は、表示部に本発明の一態様の表示装置を備えるものである。したがって、高い解像度が実現された電子機器である。また高い解像度と、大きな画面が両立された電子機器とすることができる。

[0351]

本発明の一態様は、表示装置と、アンテナ、バッテリー、筐体、カメラ、スピーカ、マイク、タッチセンサ、及び操作ボタンのうち、少なくとも一つと、を有する。

[0352]

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

[0353]

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

[0354]

本発明の一態様の電子機器は、アンテナを有していてもよい。アンテナで信号を受信することで、表示部で映像、情報等の表示を行うことができる。また、電子機器がアンテナ及び二次電池を有する場合、アンテナを、非接触電力伝送に用いてもよい。

[0355]

本発明の一態様の電子機器の表示部には、例えばフルハイビジョン、4K2K、8K4K、16K8K、またはそれ以上の解像度を有する映像を表示させることができる。

[0356]

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

[0357]

本発明の一態様が適用された電子機器は、家屋、またはビルなどの建物の内壁または外壁、自動車等の内装または外装等有する平面または曲面に沿って組み込むことができる。

[0358]

図16Aは、ファインダー8100を取り付けた状態のカメラ8000の外観を示す図である。

[0359]

カメラ8000は、筐体8001、表示部8002、操作ボタン8003、シャッターボタン8004等を有する。またカメラ8000には、着脱可能なレンズ8006が取り付けられている。

[0360]

なおカメラ8000は、レンズ8006と筐体とが一体となってもよい。

[0361]

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

[0362]

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

[0363]

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

[0364]

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

[0365]

ボタン8103は、電源ボタン等としての機能を有する。

[0366]

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

[0367]

図１６Ｂは、ヘッドマウントディスプレイ８２００の外観を示す図である。

[０３６８]

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

[０３６９]

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

[０３７０]

また、装着部８２０１には、使用者に触れる位置に、使用者の眼球の動きに伴って流れる電流を検知可能な複数の電極が設けられ、視線を認識する機能を有していてもよい。また、当該電極に流れる電流により、使用者の脈拍をモニタする機能を有していてもよい。また、装着部８２０１には、温度センサ、圧力センサ、加速度センサ等の各種センサを有していてもよく、使用者の生体情報を表示部８２０４に表示する機能、使用者の頭部の動きに合わせて表示部８２０４に表示する映像を変化させる機能などを有していてもよい。

[０３７１]

表示部８２０４に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。

[０３７２]

図１６Ｃ、図１６Ｄ、及び図１６Ｅは、ヘッドマウントディスプレイ８３００の外観を示す図である。ヘッドマウントディスプレイ８３００は、筐体８３０１と、表示部８３０２と、バンド状の固定具８３０４と、一対のレンズ８３０５と、を有する。

[０３７３]

使用者は、レンズ８３０５を通して、表示部８３０２の表示を視認することができる。なお、表示部８３０２を湾曲して配置させると、使用者が高い臨場感を感じることができるため好ましい。また、表示部８３０２の異なる領域に表示された別の画像を、レンズ８３０５を通して視認することで、視差を用いた３次元表示等を行うこともできる。なお、表示部８３０２を１つ設ける構成に限られず、表示部８３０２を２つ設け、使用者の片方の目につき１つの表示部を配置してもよい。

[０３７４]

なお、表示部８３０２に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。本発明の一態様の半導体装置を有する表示装置は、極めて精細度が高いため、図１６Ｅのようにレンズ８３０５を用いて拡大したとしても、使用者に画素が視認されることなく、より現実感の高い映像を表示することができる。

[０３７５]

図１７Ａ乃至図１７Ｇに示す電子機器は、筐体９０００、表示部９００１、スピーカ９００３、操作キー９００５（電源スイッチ、又は操作スイッチを含む）、接続端子９００６、センサ９００７（力、変位、位置、速度、加速度、角速度、回転数、距離、光、液、磁気、温度、化学物質、音声、時間、硬度、電場、電流、電圧、電力、放射線、流量、湿度、傾度、振動、に於いて又は赤外線測定する機能を含むもの）、マイクロフォン９００８、等を有する。

[0376]

図17A乃至図17Gに示す電子機器は、様々な機能を有する。例えば、様々な情報（静止画、動画、テキスト画像など）を表示部に表示する機能、タッチパネル機能、カレンダー、日付または時刻などを表示する機能、様々なソフトウェア（プログラム）によって処理を制御する機能、無線通信機能、記録媒体に記録されているプログラムまたはデータを読み出して処理する機能、等を有することができる。なお、電子機器の機能はこれらに限られず、様々な機能を有することができる。電子機器は、複数の表示部を有していてもよい。また、電子機器にカメラ等を設け、静止画または動画を撮影し、記録媒体（外部またはカメラに内蔵）に保存する機能、撮影した画像を表示部に表示する機能、等を有していてもよい。

[0377]

図17A乃至図17Gに示す電子機器の詳細について、以下説明を行う。

[0378]

図17Aは、テレビジョン装置9100を示す斜視図である。テレビジョン装置9100は、大画面、例えば、50インチ以上、または100インチ以上の表示部9001を組み込むことが可能である。

[0379]

図17Bは、携帯情報端末9101を示す斜視図である。携帯情報端末9101は、例えばスマートフォンとして用いることができる。なお、携帯情報端末9101は、スピーカ9003、接続端子9006、センサ9007等を設けてもよい。また、携帯情報端末9101は、文字、画像情報などをその複数の面に表示することができる。図17Bでは3つのアイコン9050を表示した例を示している。また、破線の矩形で示す情報9051を表示部9001の他の面に表示することもできる。情報9051の一例としては、電子メール、SNS、電話などの着信の通知、電子メールまたはSNSなどの題名、送信者名、日時、時刻、バッテリーの残量、アンテナ受信の強度などがある。または、情報9051が表示されている位置にはアイコン9050などを表示してもよい。

[0380]

図17Cは、携帯情報端末9102を示す斜視図である。携帯情報端末9102は、表示部9001の3面以上に情報を表示する機能を有する。ここでは、情報9052、情報9053、情報9054がそれぞれ異なる面に表示されている例を示す。例えば使用者は、洋服の胸ポケットに携帯情報端末9102を収納した状態で、携帯情報端末9102の上方から観察できる位置に表示された情報9053を確認することもできる。使用者は、携帯情報端末9102をポケットから取り出すことなく表示を確認し、例えば電話を受けるか否かを判断できる。

[0381]

図17Dは、腕時計型の携帯情報端末9200を示す斜視図である。また、表示部9001はその表示面が湾曲して設けられ、湾曲した表示面に沿って表示を行うことができる。また、携帯情報端末9200は、例えば無線通信可能なヘッドセットと相互通信することによって、ハンズフリーで通話することもできる。また、携帯情報端末9200は、接続端子9006により、他の情報端末と相互にデータ伝送を行うこと、または充電を行うこともできる。なお、充電動作は無線給電により行ってもよい。

[0382]

図17E、図17F、及び図17Gは、折り畳み可能な携帯情報端末9201を示す斜視図であ

る。また、図17Eは携帯情報端末9201を展開した状態、図17Gは折り畳んだ状態、図17Fは図17Eと図17Gの一方から他方に変化する途中の状態の斜視図である。携帯情報端末9201は、折り畳んだ状態では可搬性に優れ、展開した状態では継ぎ目のない広い表示領域により表示の一覧性に優れる。携帯情報端末9201が有する表示部9001は、ヒンジ9055によって連結された3つの筐体9000に支持されている。例えば、表示部9001は、曲率半径1mm以上150mm以下で曲げることができる。

[0383]

図18Aにテレビジョン装置の一例を示す。テレビジョン装置7100は、筐体7101に表示部7500が組み込まれている。ここでは、スタンド7103により筐体7101を支持した構成を示している。

[0384]

図18Aに示すテレビジョン装置7100の操作は、筐体7101が備える操作スイッチ、または別体のリモコン操作機7111により行うことができる。または、表示部7500にタッチパネルを適用し、これに触れることでテレビジョン装置7100を操作してもよい。リモコン操作機7111は、操作ボタンの他に表示部を有していてもよい。

[0385]

なお、テレビジョン装置7100は、テレビ放送の受信機、またはネットワーク接続のための通信装置を有していてもよい。

[0386]

図18Bに、ノート型パーソナルコンピュータ7200を示す。ノート型パーソナルコンピュータ7200は、筐体7211、キーボード7212、ポインティングデバイス7213、外部接続ポート7214等を有する。筐体7211に、表示部7500が組み込まれている。

[0387]

図18C、及び図18Dに、デジタルサイネージ (Digital Signage : 電子看板) の一例を示す。

[0388]

図18Cに示すデジタルサイネージ7300は、筐体7301、表示部7500、及びスピーカ7303等を有する。さらに、LEDランプ、操作キー (電源スイッチ、または操作スイッチを含む)、接続端子、各種センサ、マイクロフォン等を有することができる。

[0389]

また、図18Dは円柱状の柱7401に取り付けられたデジタルサイネージ7400である。デジタルサイネージ7400は、柱7401の曲面に沿って設けられた表示部7500を有する。

[0390]

表示部7500が広いほど、一度に提供できる情報量を増やすことができ、また人の目につきやすいため、例えば広告の宣伝効果を高める効果を奏する。

[0391]

表示部7500にタッチパネルを適用し、使用者が操作できる構成とすると好ましい。これにより、広告用途だけでなく、路線情報、交通情報、または商用施設の案内情報など、使用者が求める情報を提供するための用途にも用いることができる。

[0392]

また、図 18 C、及び図 18 Dに示すように、デジタルサイネージ 7300 またはデジタルサイネージ 7400 は、ユーザーが所持するスマートフォン等の情報端末機 7311 と無線通信により連携可能であることが好ましい。例えば、表示部 7500 に表示される広告の情報を情報端末機 7311 の画面に表示させることができる。また、情報端末機 7311 を操作することで、表示部 7500 の表示を切り替えることもできる。

[0393]

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

[0394]

図 18 A乃至図 18 Dにおける表示部 7500 に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。

[0395]

本実施の形態の電子機器は表示部を有する構成としたが、表示部を有さない電子機器にも本発明の一態様を適用することができる。

[0396]

本実施の形態は、少なくともその一部を本明細書中に記載する他の実施の形態と適宜組み合わせで実施することができる。

[符号の説明]

[0397]

10：表示装置 11：画素部 12：回路 13：回路 15a、15b：端子部 16a-16c：配線 17：IC 20：画素ユニット 21a-21b：画素 22：表示領域 31-33：画素電極 41-43：画素回路 51-53：配線 60：表示素子 61-62：トランジスタ 63：容量素子 71-73：副画素 100：トランジスタ 102：基板 103a-103b：絶縁層 104：絶縁層 106、106a、106b：導電層 108、108a、108b：半導体層 108n：低抵抗領域 110：絶縁層 112、112a、112b：導電層 112f：導電膜 114：金属氧化物層 114f：金属氧化物膜 116、118：絶縁層 120a-120c：導電層 121-121d：導電層 130：導電層 131-133：樹脂層 140：不純物元素 141a-141b：開口部 142-144：開口部 150：導電層

請求の範囲

[請求項 1]

第 1 の配線と、第 2 の配線と、トランジスタと、を有し、
前記第 1 の配線と前記トランジスタとの間に、第 1 の樹脂層を有し、
前記第 1 の樹脂層と前記トランジスタとの間に、第 1 の絶縁層を有し、
前記トランジスタと前記第 2 の配線との間に、第 2 の樹脂層を有し、
前記第 2 の樹脂層と前記トランジスタとの間に、第 2 の絶縁層を有し、
前記第 1 の絶縁層と前記第 2 の絶縁層とは、窒素を含む無機絶縁膜を有し、
前記第 1 の樹脂層及び前記第 2 の樹脂層は、それぞれ前記第 1 の絶縁層及び前記第 2 の絶縁層よりも、誘電率が低く、

前記第 1 の樹脂層及び前記第 2 の樹脂層は、それぞれ前記第 1 の絶縁層及び前記第 2 の絶縁層よりも、厚さが 5 倍以上 100 倍以下である、半導体装置。

[請求項 2]

請求項 1 において、

前記第 1 の樹脂層及び前記第 2 の樹脂層は、同じ材料を含み、

前記第 2 の樹脂層の厚さは、前記第 1 の樹脂層の厚さの 80% 以上 120% 以下である、半導体装置。

[請求項 3]

請求項 1 または請求項 2 において、

前記第 1 の絶縁層及び前記第 2 の絶縁層は、同じ材料を含み、

前記第 2 の絶縁層の厚さは、前記第 1 の絶縁層の厚さの 80% 以上 120% 以下である、半導体装置。

[請求項 4]

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一において、

前記トランジスタは、第 1 のゲート電極と、第 2 のゲート電極と、第 1 のゲート絶縁層と、第 2 のゲート絶縁層と、半導体層と、を有し、

前記第 1 のゲート絶縁層は、前記半導体層と前記第 1 のゲート電極との間に位置し、

前記第 2 のゲート絶縁層は、前記半導体層と前記第 2 のゲート電極との間に位置し、

前記第 1 のゲート電極と、前記第 2 のゲート電極とは、前記半導体層を介して重なる領域を有し、

前記第 1 のゲート電極は、前記第 1 の絶縁層及び前記第 1 の樹脂層に設けられた開口部において、前記第 1 の配線と電氣的に接続される、半導体装置。

[請求項 5]

請求項 4 において、

前記第 2 の配線は、前記第 2 の樹脂層及び前記第 2 の絶縁層に設けられた開口部において、前記半導体層と電氣的に接続される、半導体装置。

[請求項 6]

請求項 4 において、

前記トランジスタは、第 1 の電極を有し、

前記第 1 の電極は、前記第 2 の樹脂層と前記第 2 の絶縁層との間に位置し、

前記第 1 の電極は、前記第 2 の絶縁層に設けられた開口部において、前記半導体層の一部と電気

的に接続され、

前記第2の配線は、前記第2の樹脂層に設けられた開口部において、前記第1の電極と電氣的に接続される、半導体装置。

[請求項7]

請求項4乃至請求項6のいずれか一において、

前記第2のゲート電極は、前記第1のゲート絶縁層及び前記第2のゲート絶縁層に設けられた開口部において、前記第1のゲート電極と電氣的に接続される、半導体装置。

[請求項8]

請求項4乃至請求項7のいずれか一において、

前記半導体層は、インジウムまたは亜鉛のいずれか一方または双方と、酸素と、を含む、半導体装置。

[請求項9]

請求項8において、

前記半導体層は、インジウム、ガリウム、及び亜鉛を含み、

前記半導体層は、インジウムの原子数比が、ガリウムの2倍以上であり、且つ、亜鉛の原子数比が、ガリウムの2倍以上である、半導体装置。

[請求項10]

請求項1乃至請求項9のいずれか一において、

前記第1の樹脂層及び前記第2の樹脂層は、それぞれアクリル、またはポリイミドを含む、半導体装置。

[請求項11]

請求項1乃至請求項10のいずれか一に記載の半導体装置と、画素電極と、ソース駆動回路と、ゲート駆動回路と、を有し、

前記画素電極と前記トランジスタとの間に、第3の樹脂層を有し、

前記第1の配線は、前記ソース駆動回路と電氣的に接続され、

前記第2の配線は、前記ゲート駆動回路と電氣的に接続される、表示装置。

[請求項12]

請求項11において、

有機EL素子を有し、

前記画素電極は、前記有機EL素子の電極である、表示装置。

[請求項13]

請求項11または請求項12に記載の表示装置と、コネクタまたは集積回路と、を有する、表示モジュール。

[請求項14]

請求項13に記載の表示モジュールと、

アンテナ、バッテリー、筐体、カメラ、スピーカ、マイク、タッチセンサ、及び操作ボタンのうち、少なくとも一つと、を有する、電子機器。

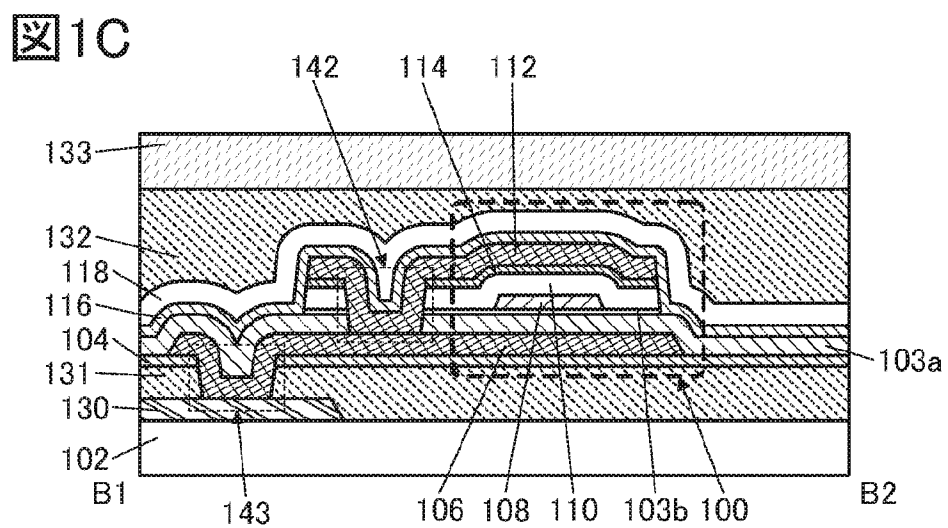
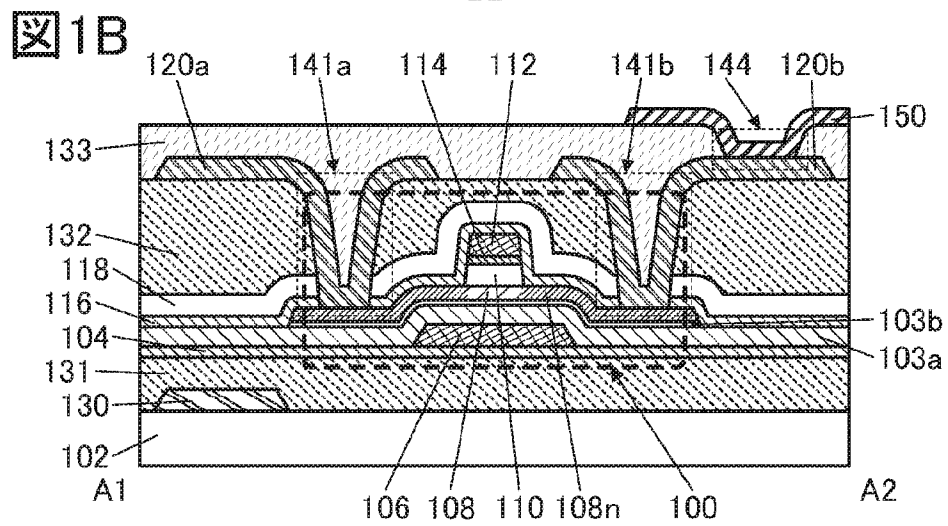
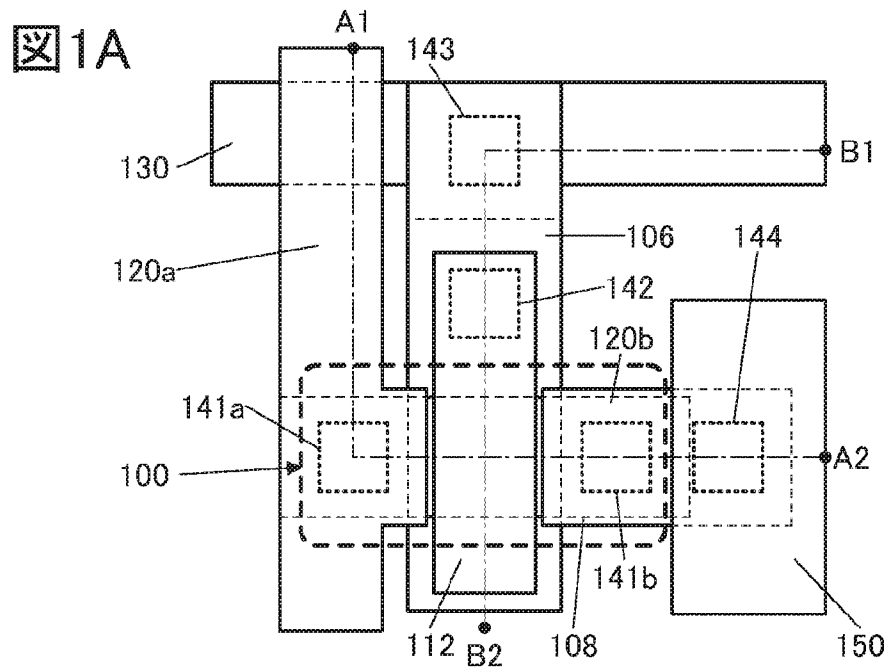


図2A

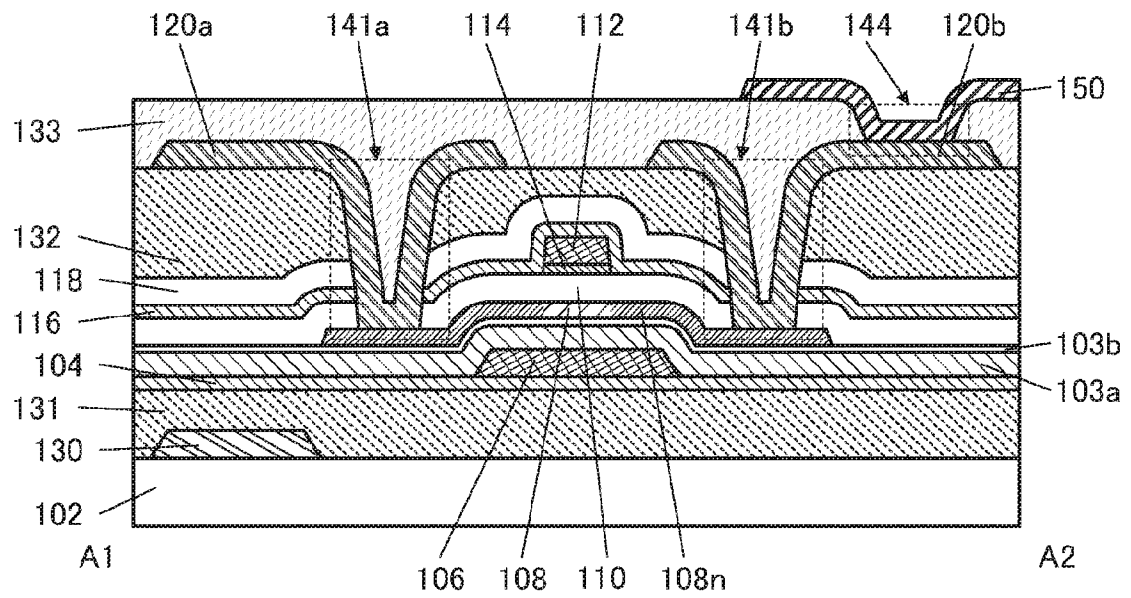
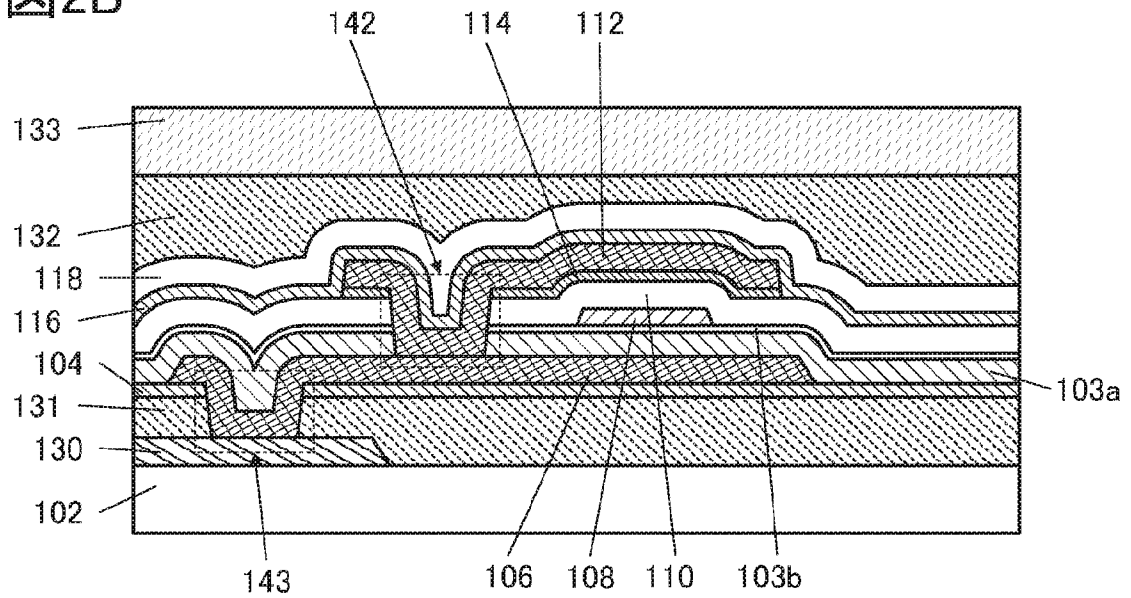


図2B



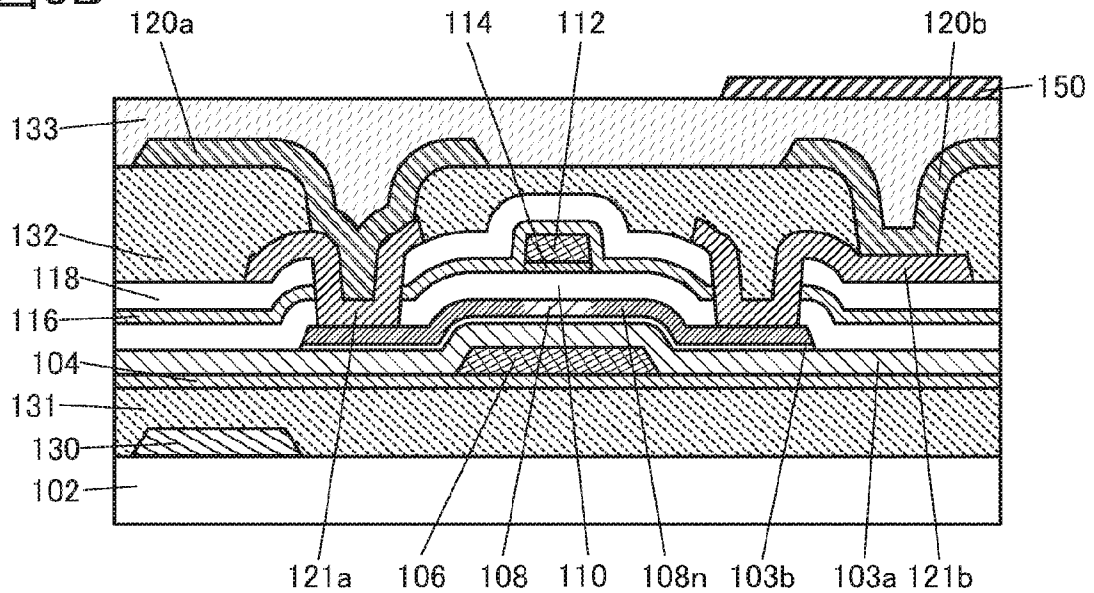
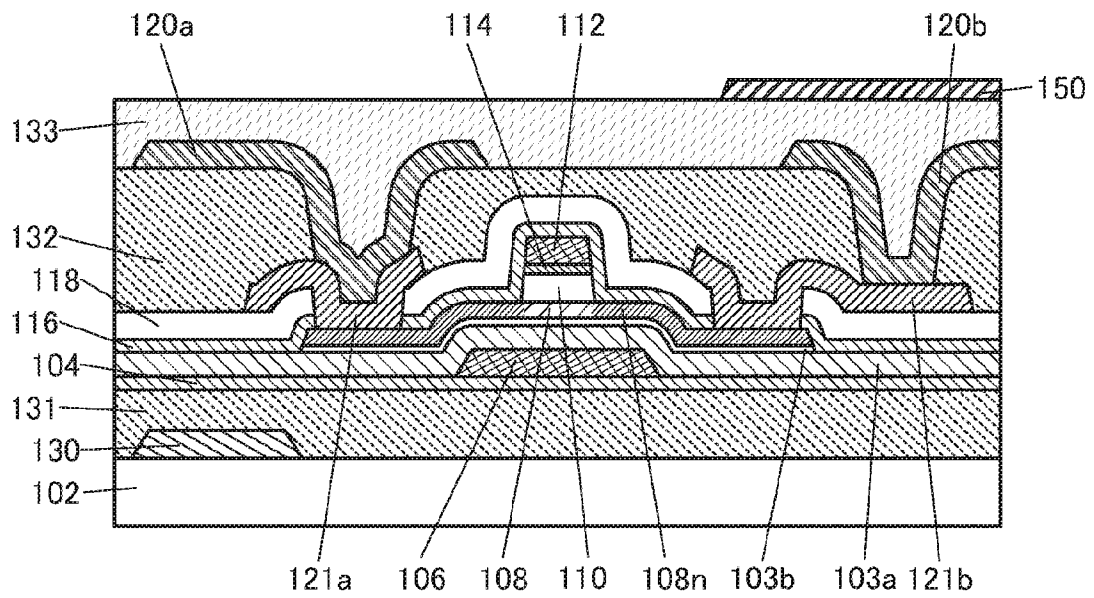


FIG 4A

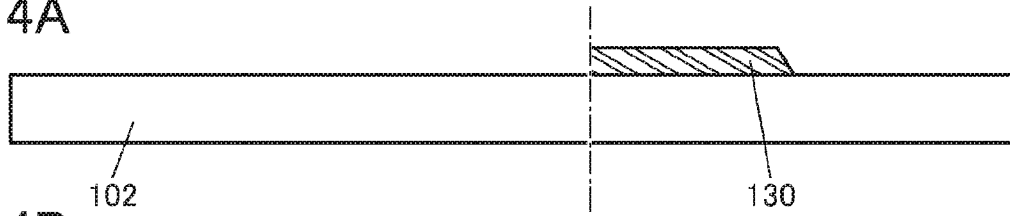


FIG 4B

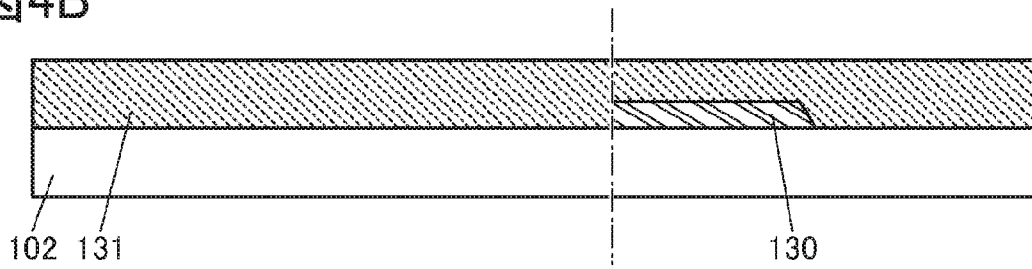


FIG 4C

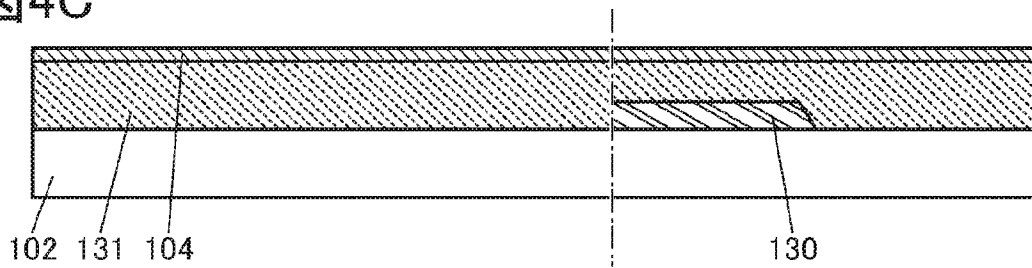


FIG 4D

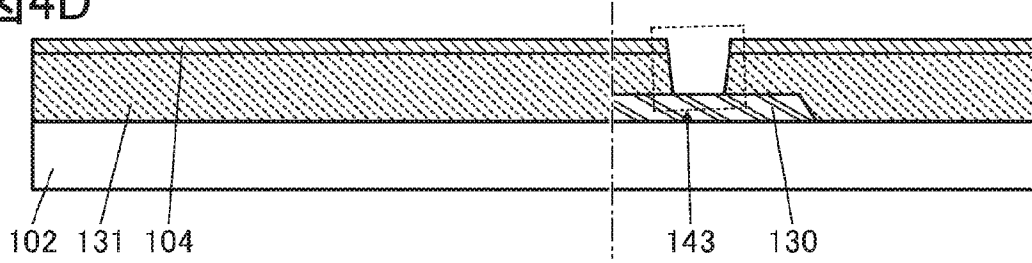


FIG 4E

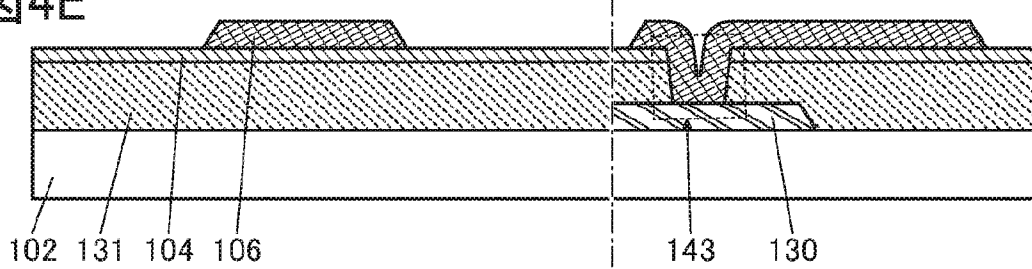


FIG 4F

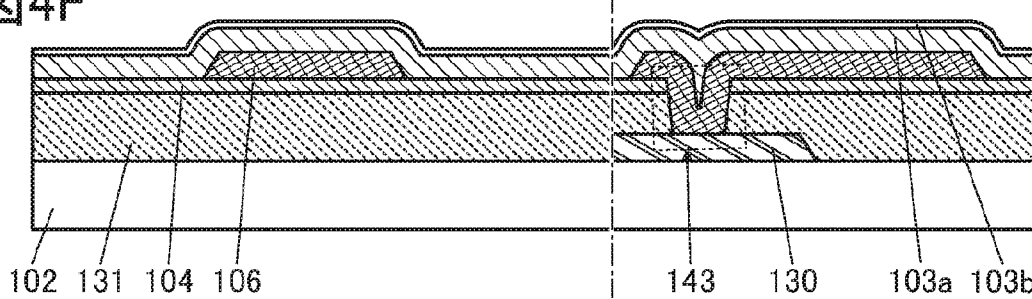


図5A

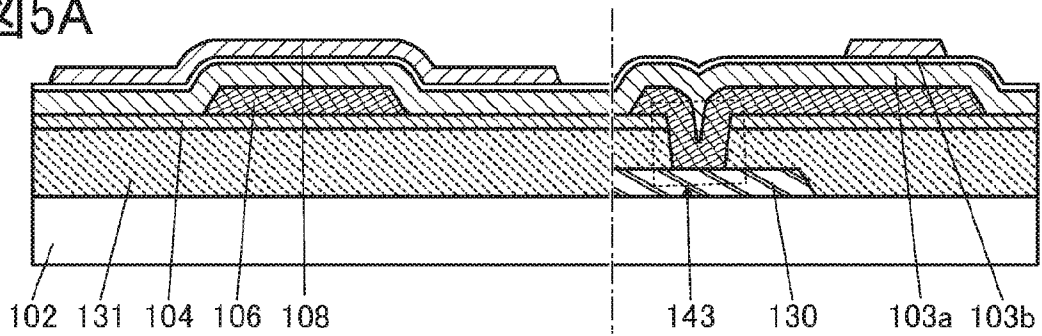


図5B

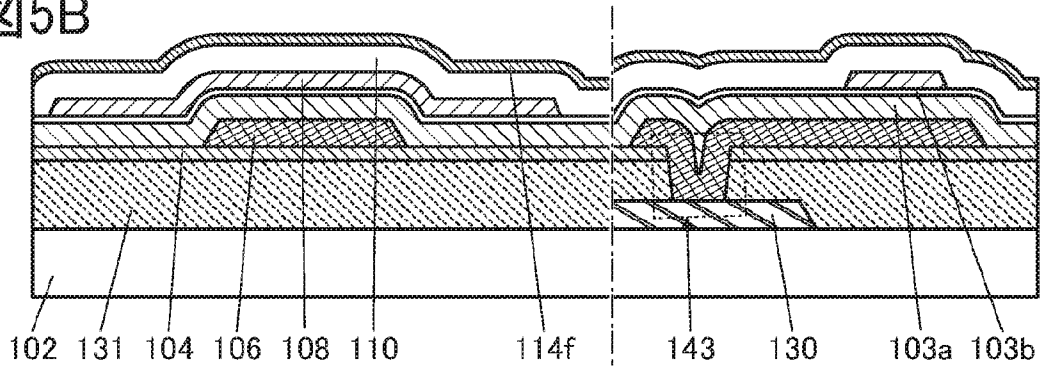


図5C

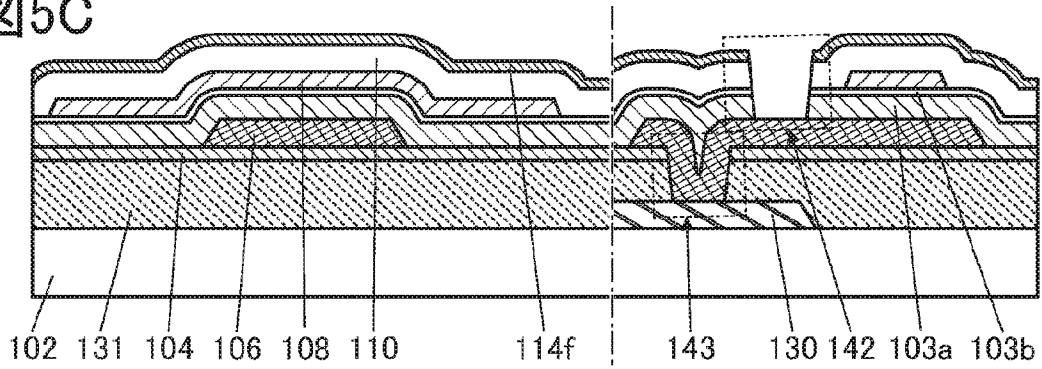


図5D

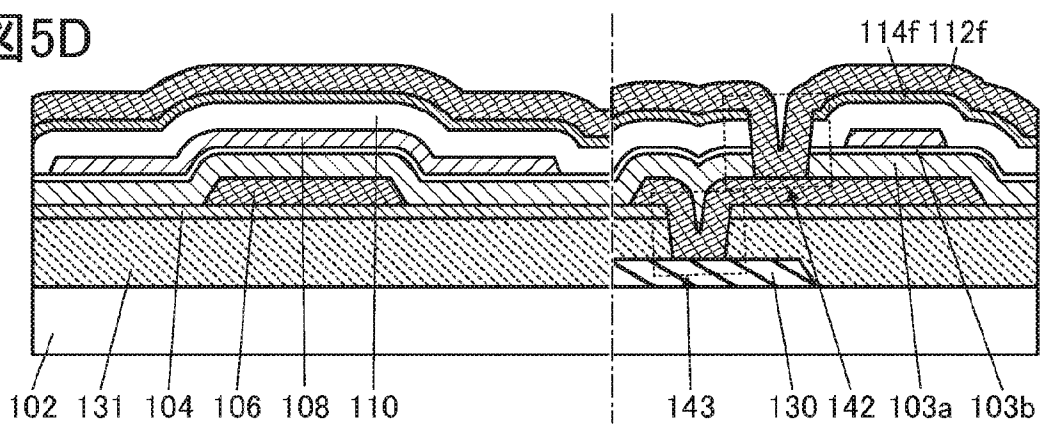


图6A

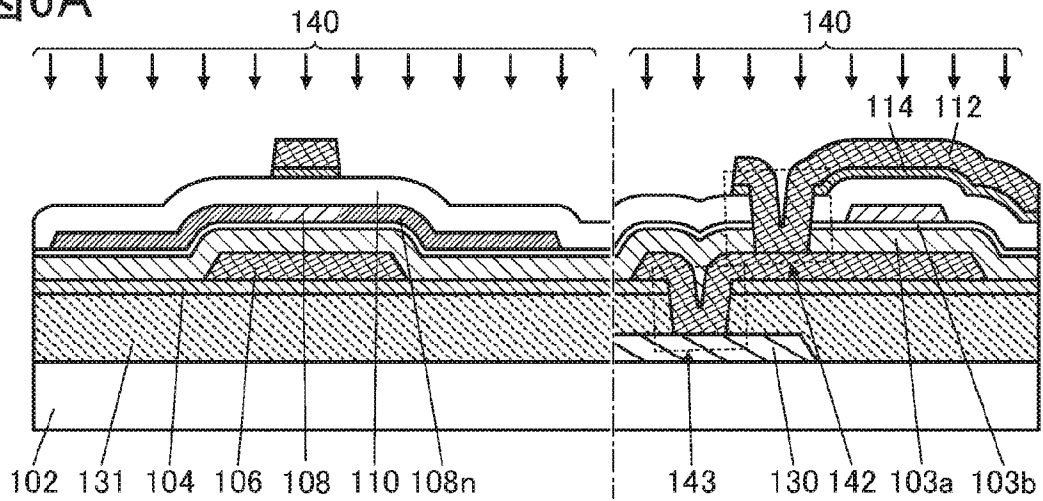


图6B

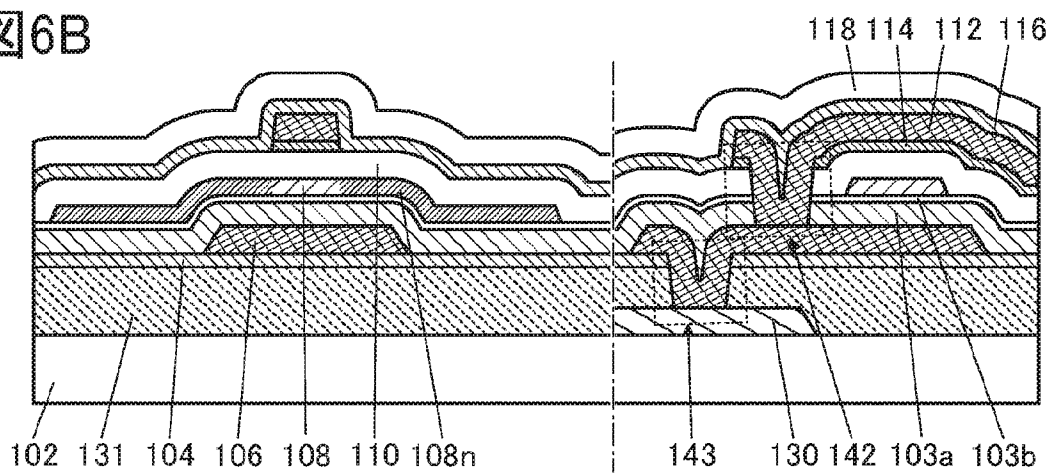
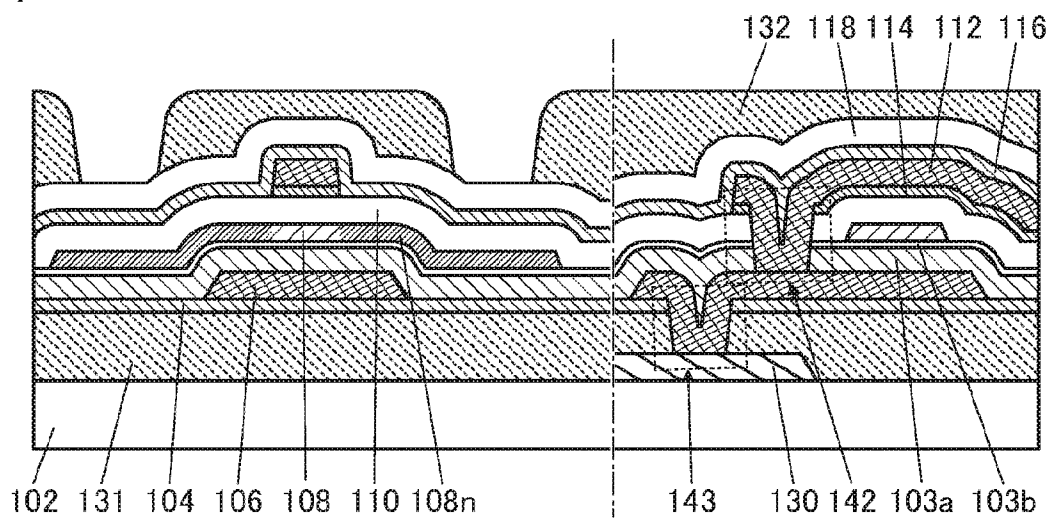
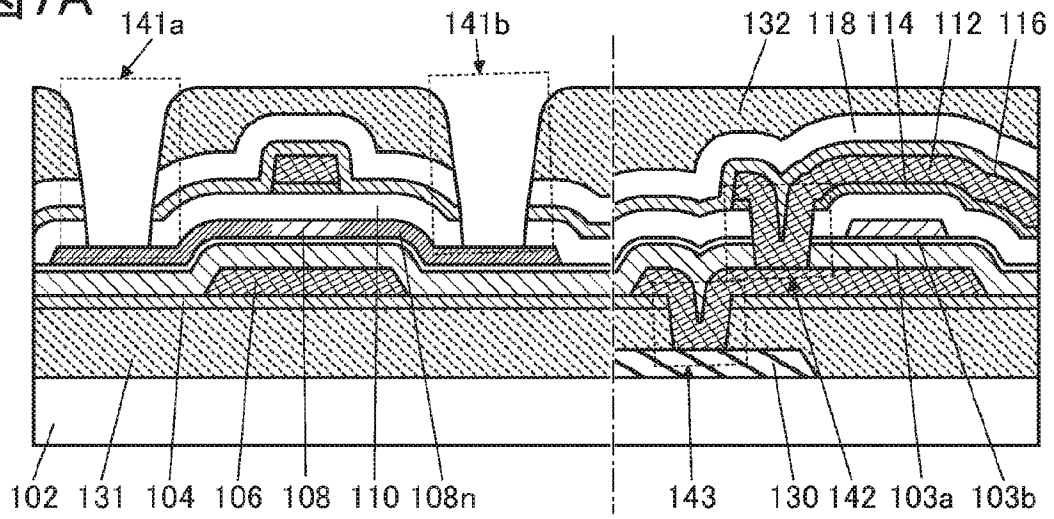


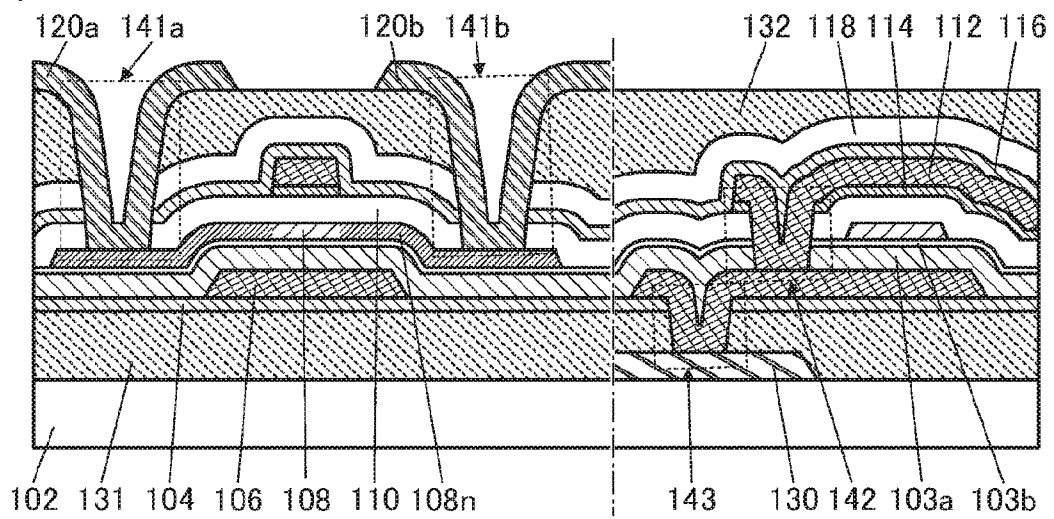
图6C



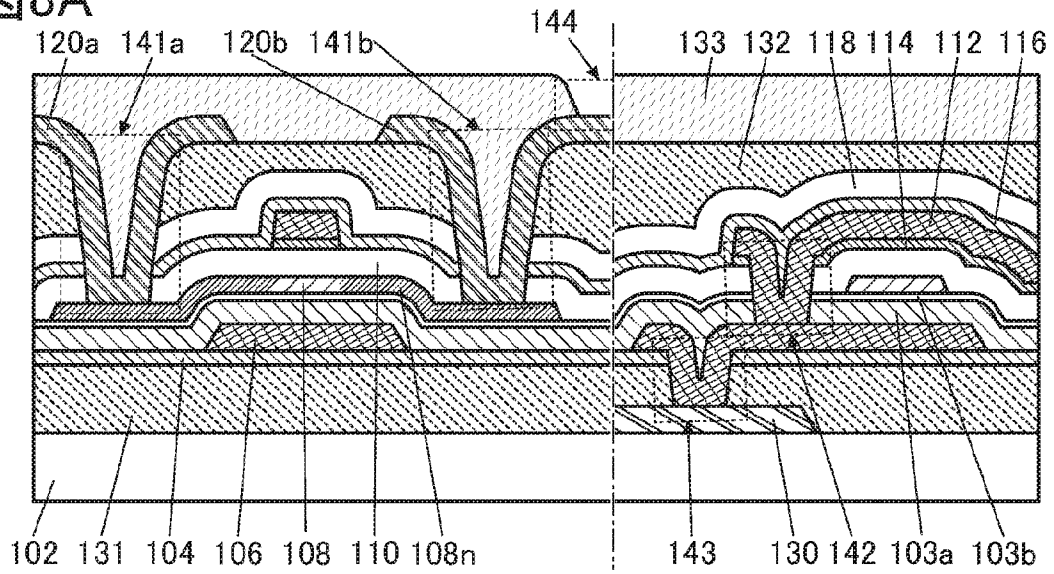
7A



7B



8A



8B

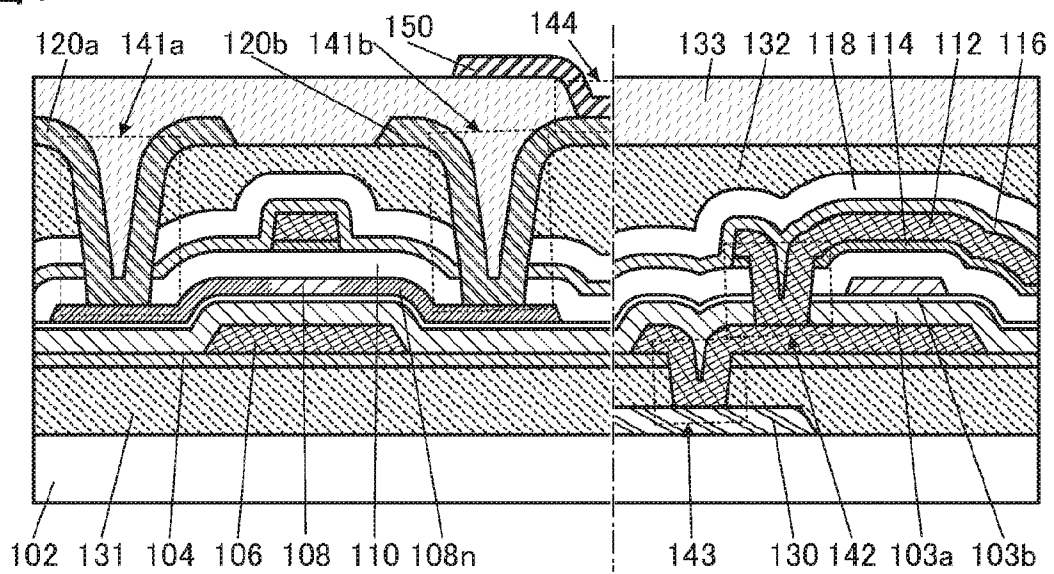


図9A

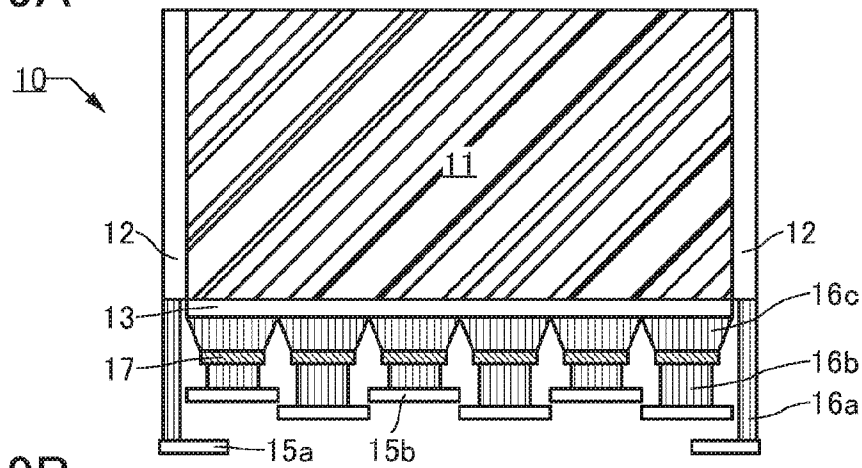


図9B

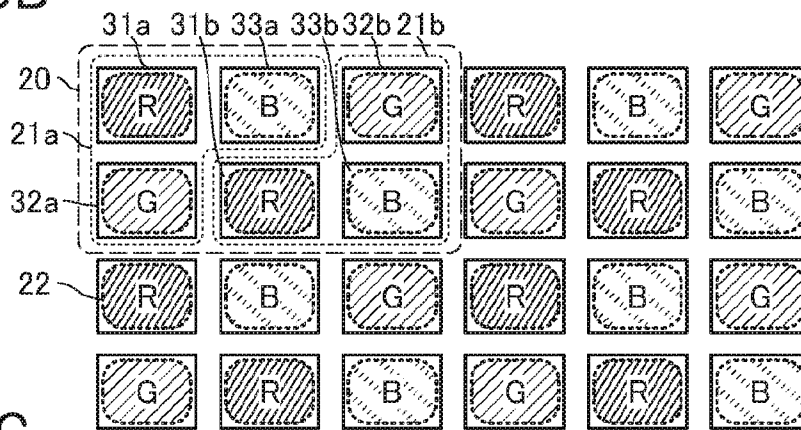


図9C

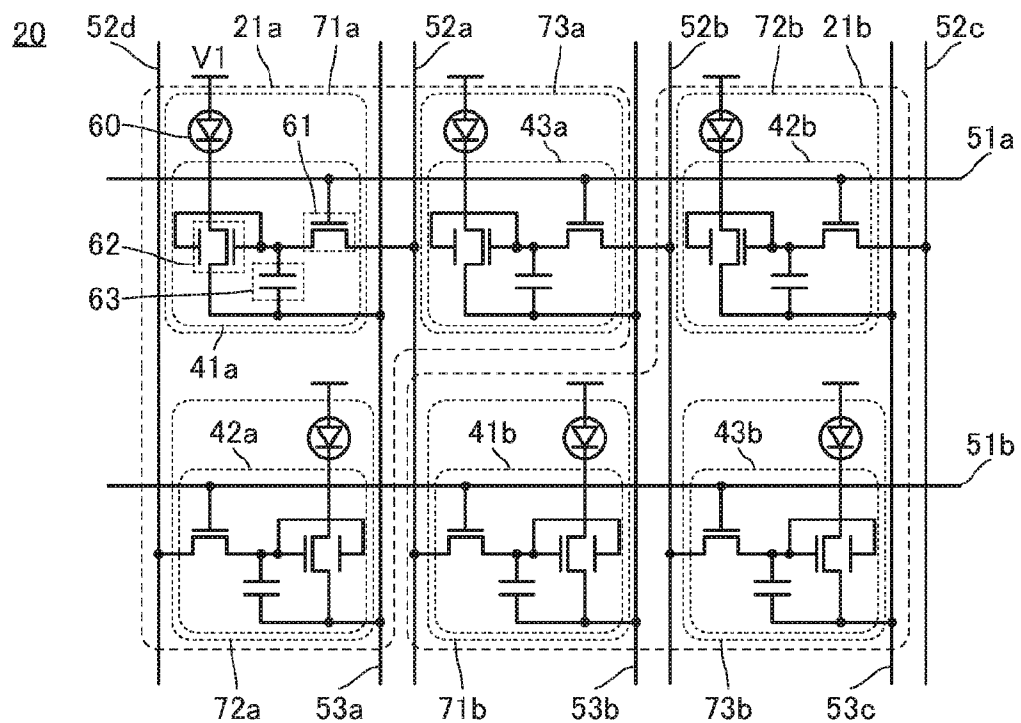


図10A

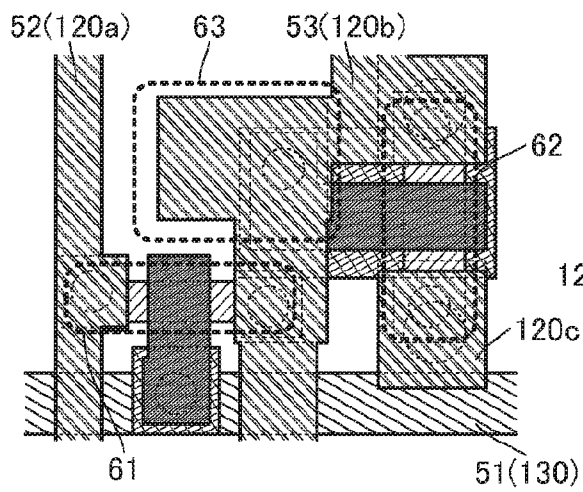


図10B

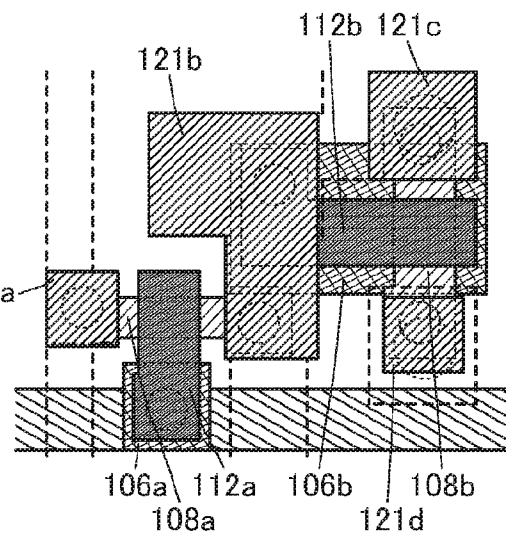
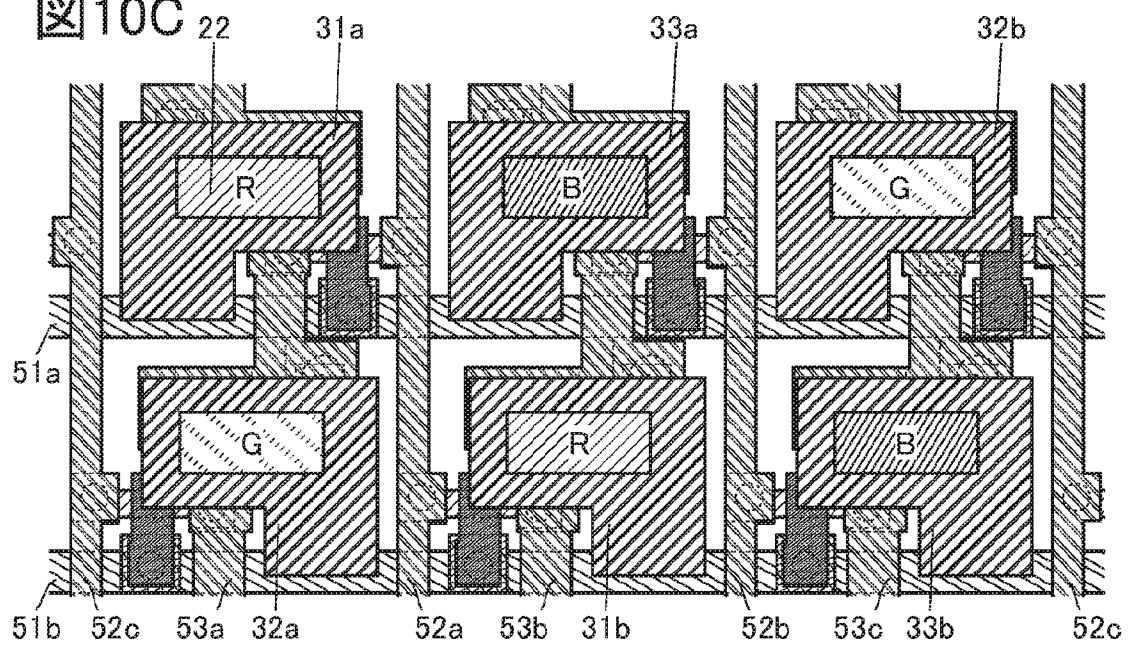
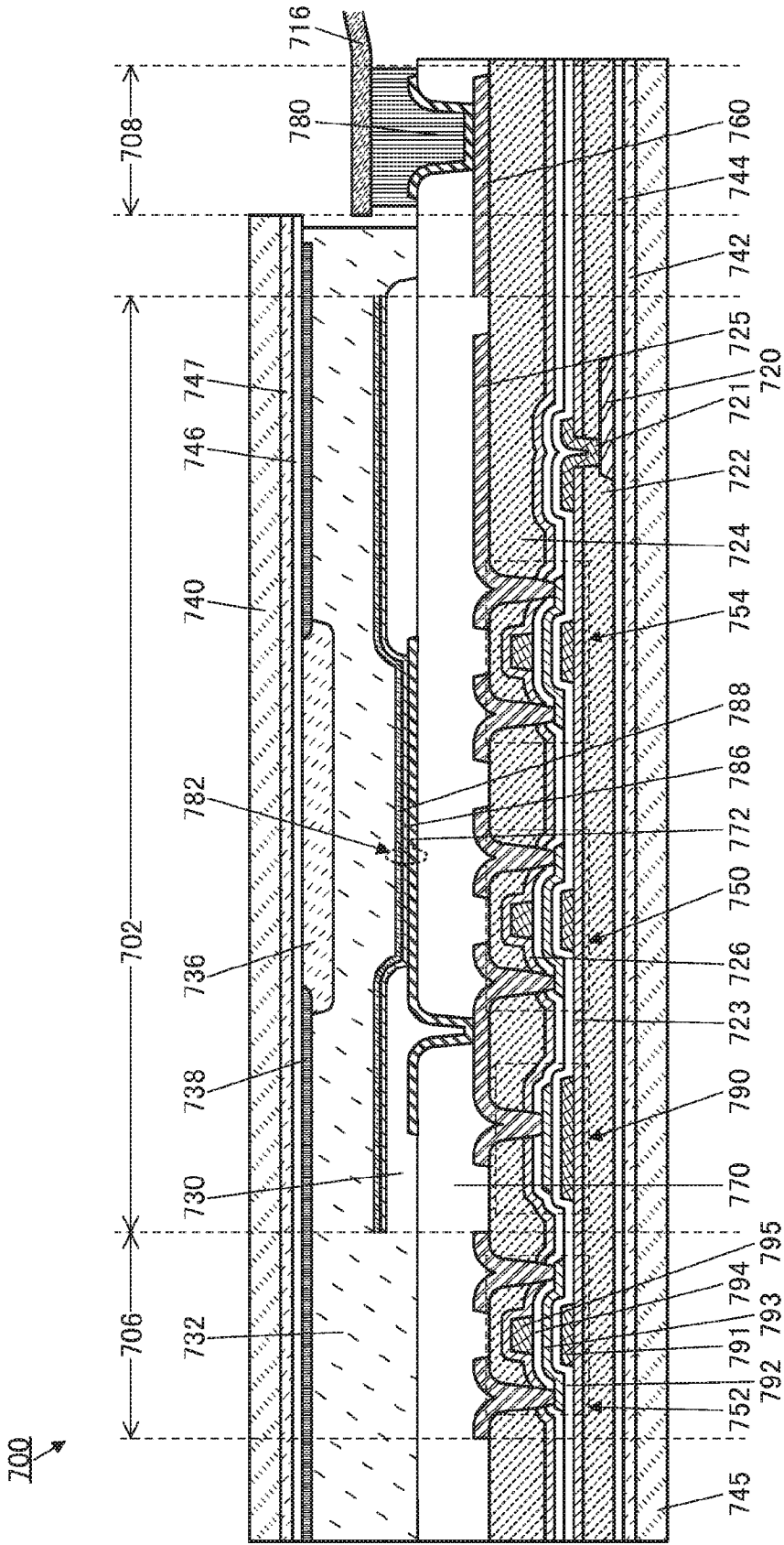


図10C



11



12

700A

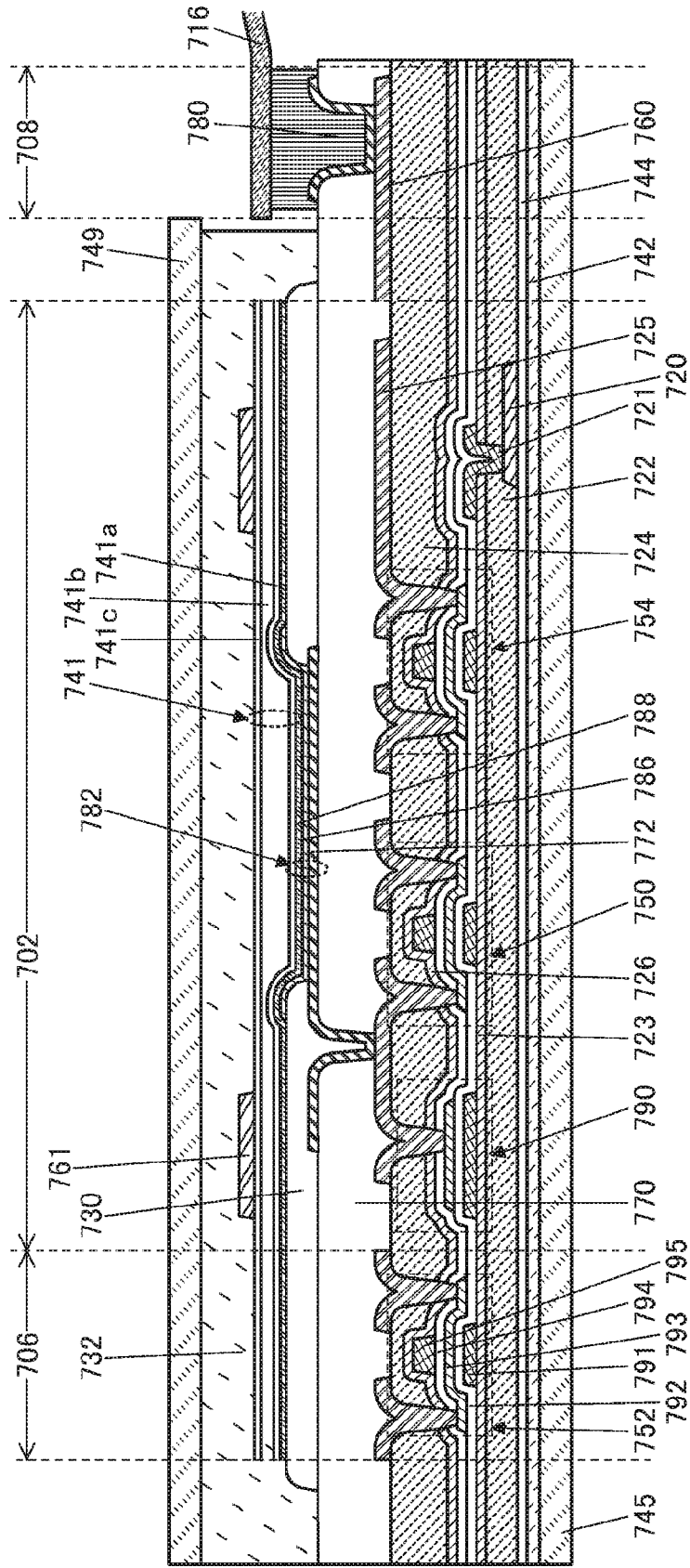


图 13A
8300

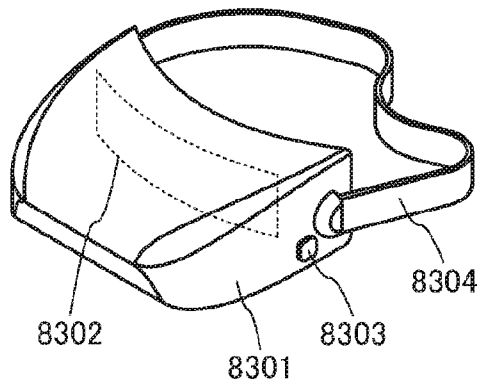


图 13B
8300

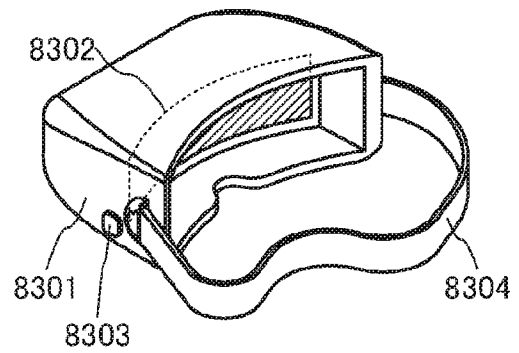


图 13C
8300

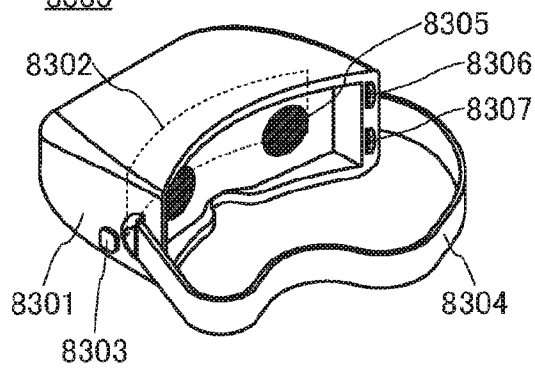


图 13D
8300

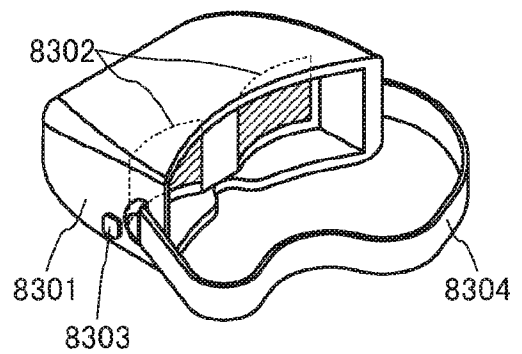


图 13E

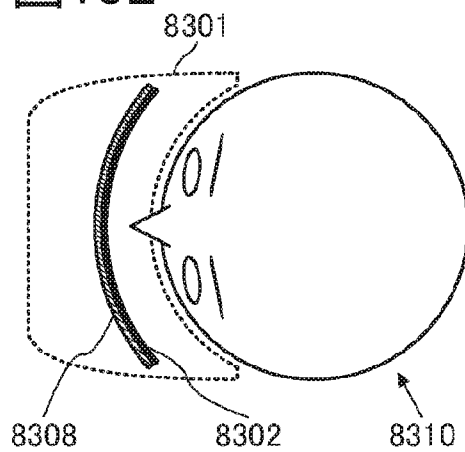


图 13F

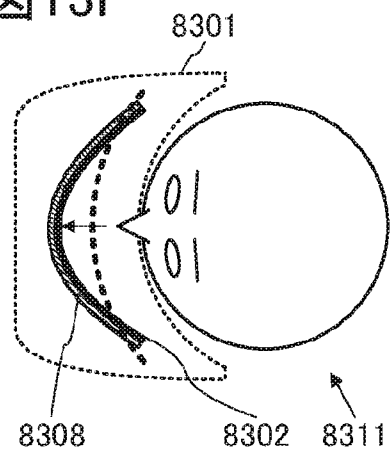


図 14A

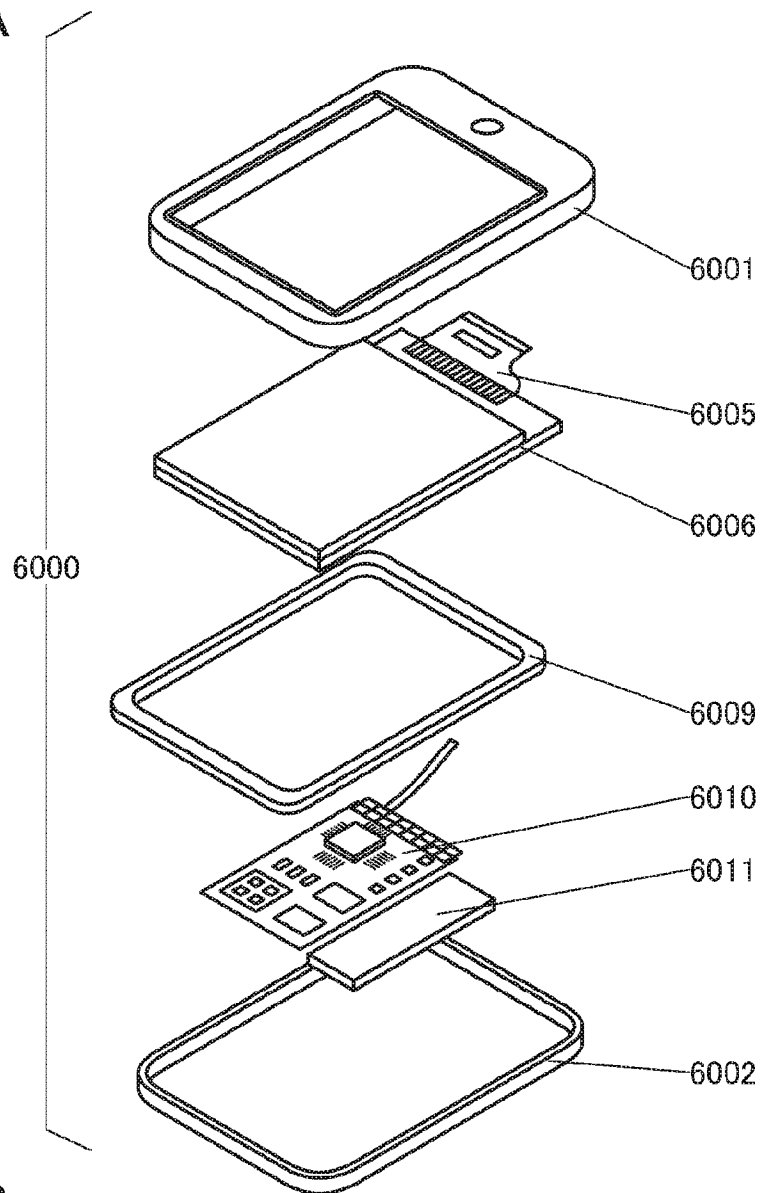


図 14B

6000

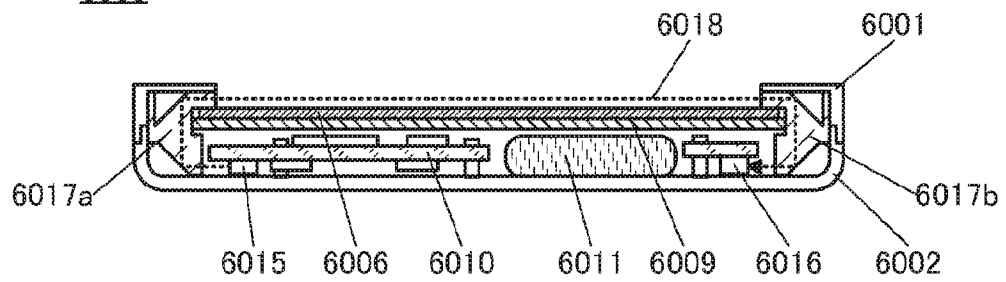


図15A

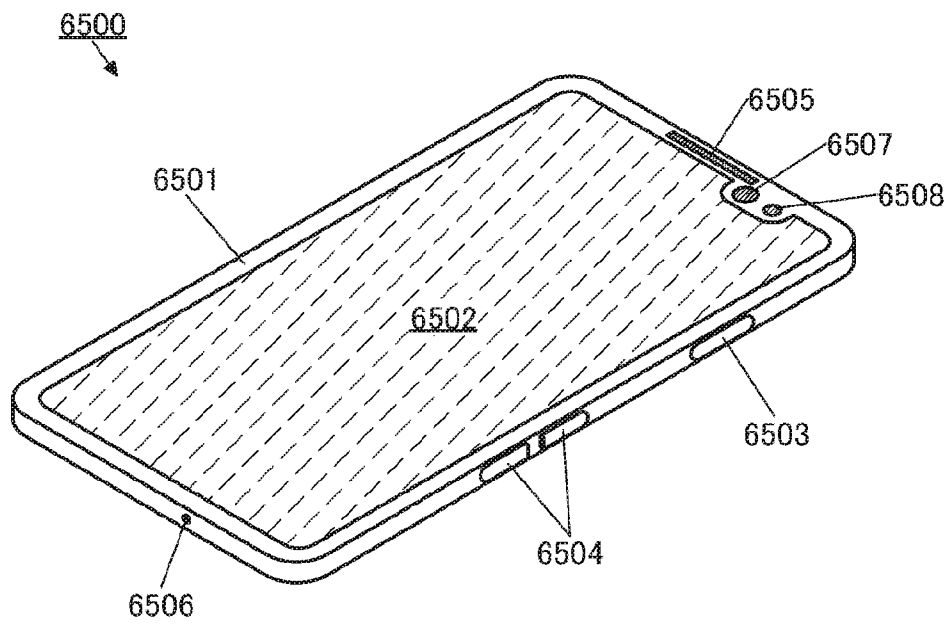


図15B

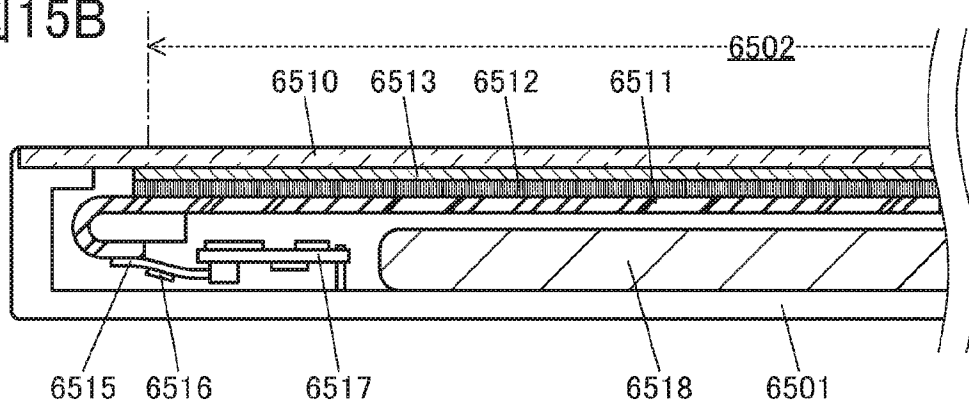


图 16A

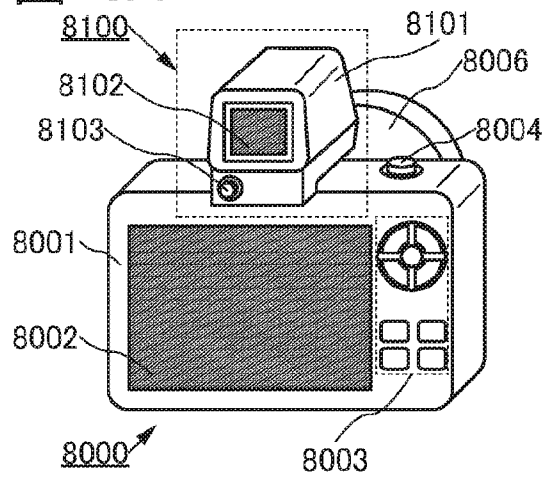


图 16B

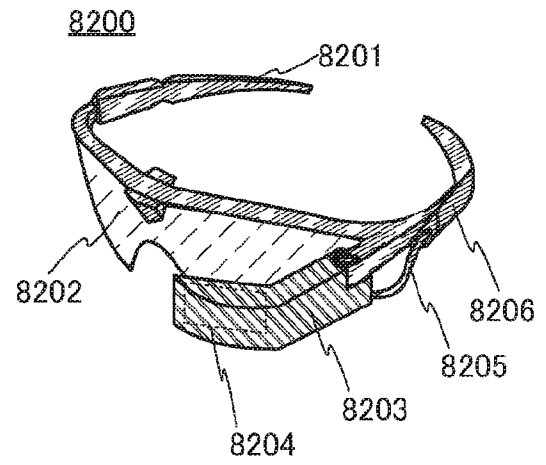


图 16C

8300

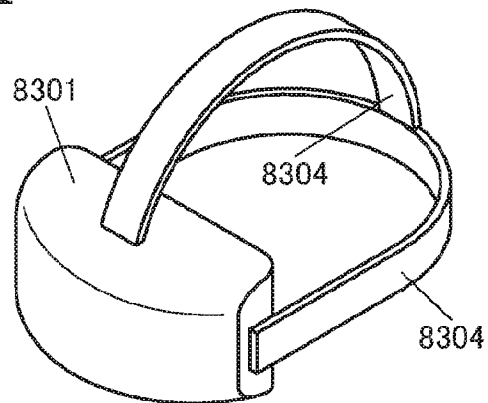


图 16D

8300

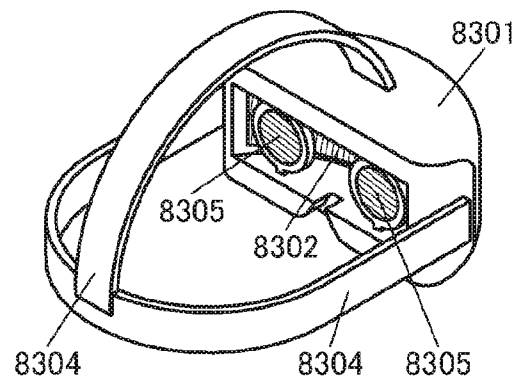


图 16E

8300

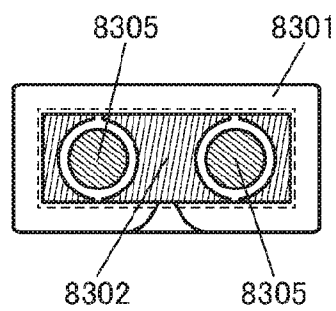


图17A

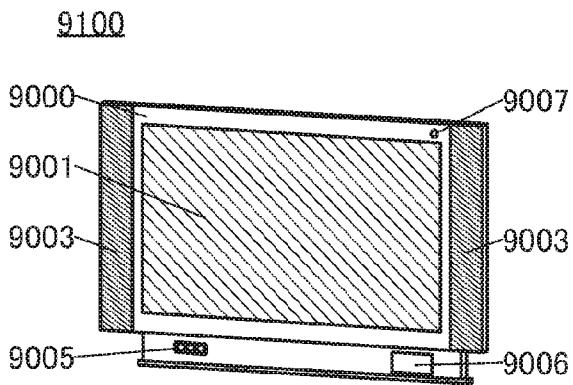


图17D

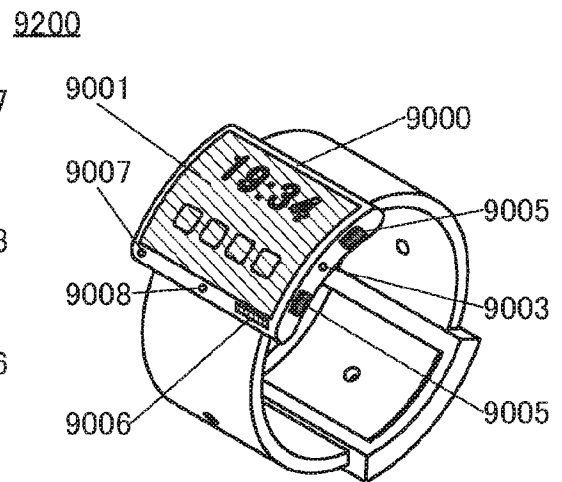


图17B

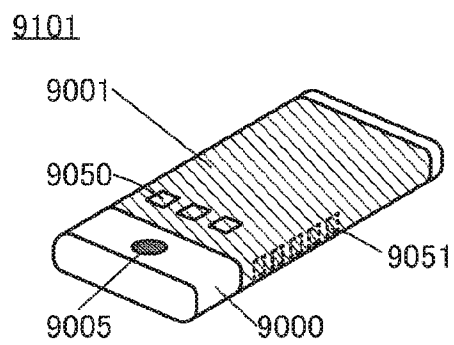


图17E

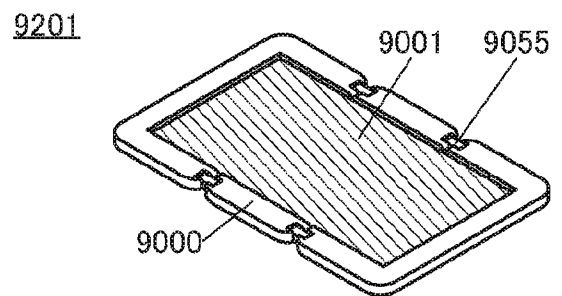


图17C

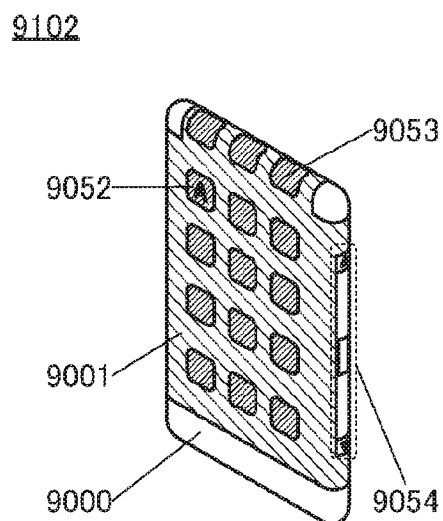


图17F

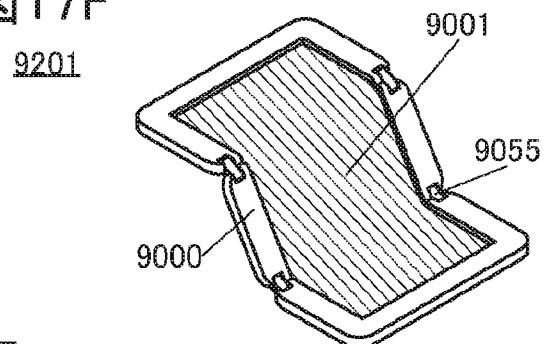


图17G

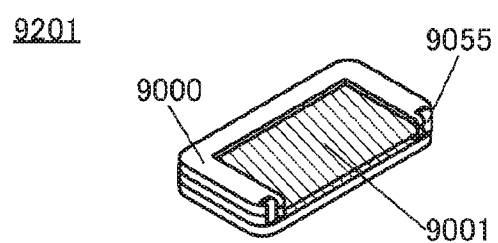


図18A

7100

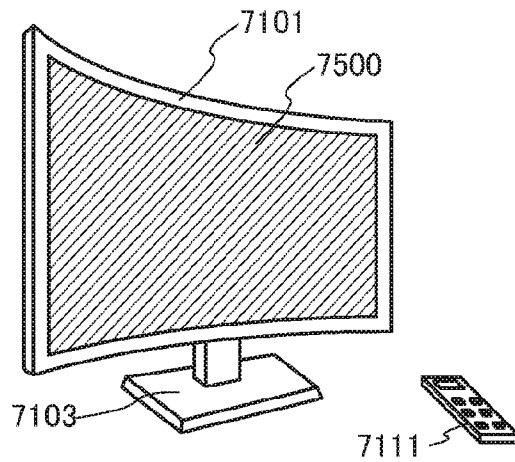


図18B

7200

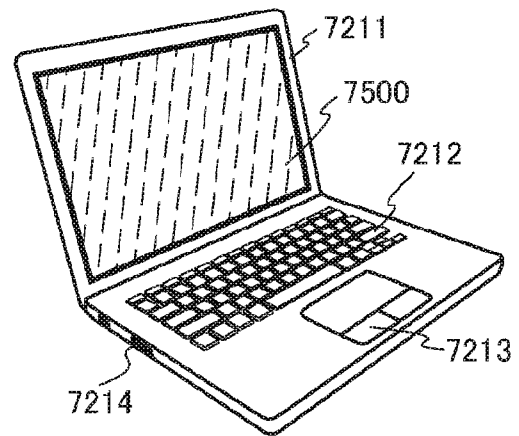


図18C

7300

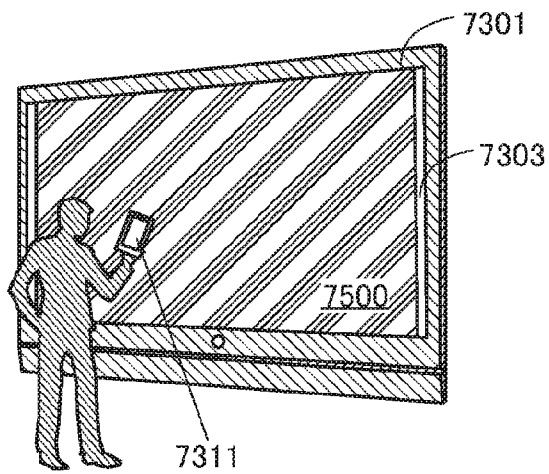
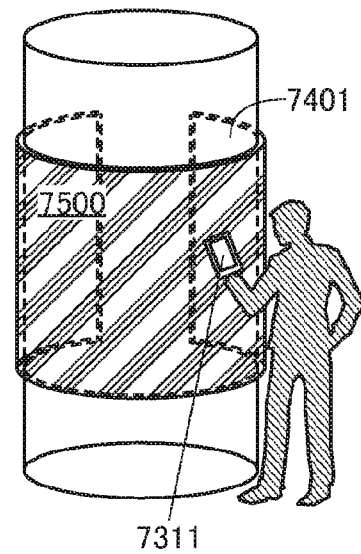


図18D

7400



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2021/060110

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G09F 9/30**(2006.01)i; **H01L 21/336**(2006.01)i; **H01L 29/786**(2006.01)i

FI: G09F9/30 338; G09F9/30 365; H01L29/78 612Z; H01L29/78 618B; H01L29/78 626C; H01L29/78 619A

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; G09G3/00-5/42; H01L51/50; H01L27/32; H05B33/00-33/28

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022

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	JP 2018-5206 A (SEMICONDUCTOR ENERGY LAB. CO., LTD.) 11 January 2018 (2018-01-11) paragraphs [0016]-[0450]	1-14
Y	JP 2015-109429 A (SEMICONDUCTOR ENERGY LAB. CO., LTD.) 11 June 2015 (2015-06-11) paragraphs [0274]-[0292]	1-14
A	US 2007/0080417 A1 (JUNG, Kwang-Chul) 12 April 2007 (2007-04-12) entire text	1-14



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 January 2022

Date of mailing of the international search report

25 January 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
Information on patent family members

International application No.

PCT/IB2021/060110

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2018-5206	A	11 January 2018	US	2017/0040344	A1	
				paragraphs [0054]-[0488]			
JP	2015-109429	A	11 June 2015	US	2015/0108472	A1	
				paragraphs [0304]-[0323]			
US	2007/0080417	A1	12 April 2007	KR	10-2007-0031644	A	
				CN	1933174	A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G09F 9/30(2006.01)i; H01L 21/336(2006.01)i; H01L 29/786(2006.01)i FI: G09F9/30 338; G09F9/30 365; H01L29/78 612Z; H01L29/78 618B; H01L29/78 626C; H01L29/78 619A														
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; G09G3/00-5/42; H01L51/50; H01L27/32; H05B33/00-33/28														
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの														
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2022年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2022年	日本国実用新案登録公報	1996-2022年	日本国登録実用新案公報	1994-2022年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2022年													
日本国実用新案登録公報	1996-2022年													
日本国登録実用新案公報	1994-2022年													
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）														
C. 関連すると認められる文献														
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号												
Y	JP 2018-5206 A（株式会社半導体エネルギー研究所）11.01.2018（2018-01-11） 段落0016-0450	1-14												
Y	JP 2015-109429 A（株式会社半導体エネルギー研究所）11.06.2015（2015-06-11） 段落0274-0292	1-14												
A	US 2007/0080417 A1（JUNG, Kwang-Chul）12.04.2007（2007-04-12） 全文	1-14												
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</td> <td>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献	“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの													
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの													
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献														
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献														
国際調査を完了した日 17.01.2022	国際調査報告の発送日 25.01.2022													
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） 中 村 直 行 21 9214 電話番号 03-3581-1101 内線 3272													

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/IB2021/060110

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2018-5206	A	11.01.2018	US	2017/0040344	A1	
				段落0054-0488			
JP	2015-109429	A	11.06.2015	US	2015/0108472	A1	
				段落0304-0323			
US	2007/0080417	A1	12.04.2007	KR	10-2007-0031644	A	
				CN	1933174	A	