

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-107444  
(P2018-107444A)

(43) 公開日 平成30年7月5日(2018.7.5)

(5) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
<b>HO 1 L</b>	<b>51/50</b>	(2006.01)	HO 5 B 33/14 A 2 H 1 4 8
<b>HO 1 L</b>	<b>27/32</b>	(2006.01)	HO 1 L 27/32 3 K 1 0 7
<b>HO 5 B</b>	<b>33/12</b>	(2006.01)	HO 5 B 33/12 E 5 C 0 9 4
<b>GO 2 B</b>	<b>5/20</b>	(2006.01)	HO 5 B 33/12 B
<b>GO 9 F</b>	<b>9/30</b>	(2006.01)	GO 2 B 5/20 1 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 82 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-243426 (P2017-243426)  
 (22) 出願日 平成29年12月20日 (2017.12.20)  
 (31) 優先権主張番号 特願2016-250228 (P2016-250228)  
 (32) 優先日 平成28年12月23日 (2016.12.23)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000153878  
 株式会社半導体エネルギー研究所  
 神奈川県厚木市長谷398番地  
 (72) 発明者 豊高 耕平  
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社  
 半導体エネルギー研究所内

F ターム (参考) 2H148 BG06 BH05  
 3K107 AA01 BB01 CC14 CC21 CC31  
 CC35 CC36 CC45 DD89 DD90  
 DD91 EE04 EE22  
 5C094 AA05 AA10 AA22 AA31 AA43  
 BA03 BA27 CA19 DA15 DB04  
 FA02 FB01 FB02 FB12 FB14  
 FB15 HA01 HA02 HA03 HA05  
 HA06 HA07 HA08

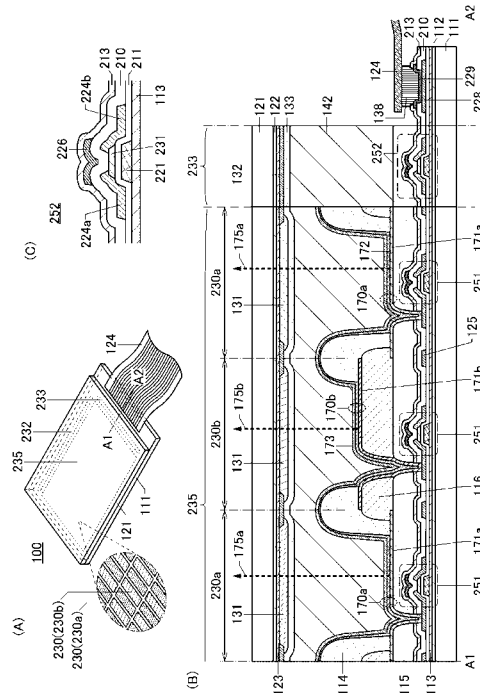
(54) 【発明の名称】 表示装置

(57) 【要約】

【課題】表示品位が良好な表示装置を提供する。

【解決手段】複数の画素を有する表示装置において、隣接する画素電極を異なる絶縁層上に設ける。これにより、平面図で見た場合に、デザインルールの制約を受けることなく隣接する画素電極同士を近づけることができる。隣接する画素の開口部（発光領域）を近づけることができるため粒状感が改善される。隣接する画素電極の段差を利用することにより、隣接する画素にまたがる領域のEL層を高抵抗化して、クロストークを抑制する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

第 1 電極と、第 2 電極と、第 3 電極と、第 1 絶縁層と、第 2 絶縁層と、第 3 絶縁層と、有機層と、を有する表示装置であって、

前記第 1 絶縁層は、前記第 2 絶縁層に覆われる領域を有し、

前記第 1 電極は、前記第 1 絶縁層上に設けられ、

前記第 2 電極は、前記第 2 絶縁層上に設けられ、

前記第 2 絶縁層は、前記第 1 電極の端部を覆う領域を有し、

前記第 3 絶縁層は、前記第 1 電極の一部と接する領域と、前記第 2 電極の端部を覆う領域と、を有し、

前記有機層は、前記第 1 電極と重なる第 1 領域と、前記第 2 電極と重なる第 2 領域と、を有し、

前記第 3 電極は、前記第 1 領域を介して前記第 1 電極と重なる領域と、前記第 2 領域を介して前記第 2 電極と重なる領域と、を有し、

前記有機層は、可視光を発光する機能を有することを特徴とする表示装置。

10

## 【請求項 2】

第 1 トランジスタと、第 2 トランジスタと、第 1 電極と、第 2 電極と、第 3 電極と、第 1 絶縁層と、第 2 絶縁層と、第 3 絶縁層と、有機層と、を有する表示装置であって、

前記第 1 トランジスタおよび前記第 2 トランジスタは、前記第 1 絶縁層に覆われ、

前記第 1 絶縁層は、前記第 2 絶縁層に覆われる領域を有し、

前記第 1 電極は、前記第 1 絶縁層上に設けられ、

前記第 2 電極は、前記第 2 絶縁層上に設けられ、

前記第 2 絶縁層は、前記第 1 電極の端部を覆う領域を有し、

前記第 3 絶縁層は、前記第 1 電極の一部と接する領域と、前記第 2 電極の端部を覆う領域と、を有し、

前記有機層は、前記第 1 電極と重なる第 1 領域と、前記第 2 電極と重なる第 2 領域と、を有し、

前記第 3 電極は、前記第 1 領域を介して前記第 1 電極と重なる領域と、前記第 2 領域を介して前記第 2 電極と重なる領域と、前記第 3 絶縁層と重なる領域と、を有し、

前記第 1 電極は前記第 1 トランジスタと電氣的に接続され、

前記第 2 電極は前記第 2 トランジスタと電氣的に接続され、

前記有機層は、可視光を発光する機能を有することを特徴とする表示装置。

20

30

## 【請求項 3】

請求項 2 において、

前記第 1 トランジスタおよび前記第 2 トランジスタは、

チャンネルが形成される半導体層に酸化物半導体が含まれることを特徴とする表示装置。

## 【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一項において、

前記有機層は、発光物質を含むことを特徴とする表示装置。

## 【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一項において、

第 1 着色層と、第 2 着色層と、を有し、

前記第 1 着色層は、前記第 1 領域と互いに重なる領域を有し、

前記第 2 着色層は、前記第 2 領域と互いに重なる領域を有し、

前記着色層は、前記可視光の色相を変化させる機能を有することを特徴とする表示装置

40

## 【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一項において、

前記第 1 電極と前記第 2 電極は、

前記第 2 絶縁層を介して互いに重なる領域を有することを特徴とする表示装置。

50

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本明細書等で開示する発明の一態様は、物、方法、または、製造方法に関する。または、本明細書等で開示する発明の一態様は、プロセス、マシン、マニファクチャ、または、組成物（コンポジション・オブ・マター）に関する。特に、表示装置および表示装置の作製方法に関する。

## 【0002】

なお、本明細書等において半導体装置とは、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。表示装置（液晶表示装置、発光表示装置など）、投影装置、照明装置、電気光学装置、蓄電装置、記憶装置、半導体回路、撮像装置および電子機器などは、半導体装置と言える場合がある。もしくは、これらは半導体装置を有すると言える場合がある。

10

## 【背景技術】

## 【0003】

各画素に表示素子を駆動するためのトランジスタを有するアクティブマトリクス型の表示装置が知られている。例えば、表示素子として液晶素子を用いたアクティブマトリクス型の液晶表示装置や、表示素子として有機EL（Electro Luminescence）素子などの発光素子を用いたアクティブマトリクス型の発光表示装置などが知られている。これらのアクティブマトリクス型の表示装置は、単純マトリクス型の表示装置に比べて画面の大型化や高精細化が容易であり、消費電力の低減などの面で有利である。

20

## 【0004】

特許文献1には、表示素子として有機EL素子が用いられた発光表示装置が開示されている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0005】

【特許文献1】特開2014-197522号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

近年、表示装置に対して、高精細化および高開口率化の要求が高まっている。また、表示装置には、高い信頼性と、生産コストの低減とが求められている。

30

## 【0007】

本発明の一態様は、視認性が良好な表示装置または電子機器などを提供することを課題の一とする。または、表示品位が良好な表示装置または電子機器などを提供することを課題の一つとする。または、消費電力の少ない表示装置または電子機器などを提供することを課題の一とする。または、生産性の良好な表示装置または電子機器などを提供することを課題の一とする。または、信頼性が良好な表示装置または電子機器などを提供することを課題の一つとする。または、新規な表示装置または電子機器などを提供することを課題の一つとする。

40

## 【0008】

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、自ずと明らかとなるものであり、明細書、図面、請求項などの記載から、これら以外の課題を抽出することが可能である。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0009】

複数の画素を有する表示装置において、隣接する画素電極を異なる絶縁層上に設ける。これにより、平面図で見た場合に、デザインルールの制約を受けることなく隣接する画素電極同士を近づけることができる。隣接する画素の開口部（発光領域）を近づけることがで

50

きるため粒状感が改善される。隣接する画素電極の段差を利用することにより、隣接する画素にまたがる領域のEL層を高抵抗化して、クロストークを抑制する。

【0010】

本発明の一態様は、第1電極と、第2電極と、第3電極と、第1絶縁層と、第2絶縁層と、第3絶縁層と、有機層と、を有する表示装置であって、第1絶縁層は、第2絶縁層に覆われる領域を有し、第1電極は、第1絶縁層上に設けられ、第2電極は、第2絶縁層上に設けられ、第2絶縁層は、第1電極の端部を覆う領域を有し、第3絶縁層は、第1電極の一部と接する領域と、第2電極の端部を覆う領域と、を有し、有機層は、第1電極と重なる第1領域と、第2電極と重なる第2領域と、を有し、第3電極は、第1領域を介して第1電極と重なる領域と、第2領域を介して第2電極と重なる領域と、を有し、有機層は、可視光を発光する機能を有することを特徴とする表示装置である。

10

【0011】

本発明の一態様は、第1トランジスタと、第2トランジスタと、第1電極と、第2電極と、第3電極と、第1絶縁層と、第2絶縁層と、第3絶縁層と、有機層と、を有する表示装置であって、第1トランジスタおよび第2トランジスタは、第1絶縁層に覆われ、第1絶縁層は、第2絶縁層に覆われる領域を有し、第1電極は、第1絶縁層上に設けられ、第2電極は、第2絶縁層上に設けられ、第2絶縁層は、第1電極の端部を覆う領域を有し、第3絶縁層は、第1電極の一部と接する領域と、第2電極の端部を覆う領域と、を有し、有機層は、第1電極と重なる第1領域と、第2電極と重なる第2領域と、を有し、第3電極は、第1領域を介して第1電極と重なる領域と、第2領域を介して第2電極と重なる領域と、第3絶縁層と重なる領域と、を有し、第1電極は第1トランジスタと電気的に接続され、第2電極は第2トランジスタと電気的に接続され、有機層は、可視光を発光する機能を有することを特徴とする表示装置である。

20

【0012】

第1トランジスタおよび第2トランジスタは、チャンネルが形成される半導体層に酸化物半導体が含まれるトランジスタであることが好ましい。有機層は、発光物質を含む層であることが好ましい。

【0013】

また、本発明の一態様の表示装置は、可視光の色相を変化させる機能を有する着色層を有することが好ましい。例えば、第1領域と互いに重なる領域に第1着色層を設けることが好ましい。第2領域と互いに重なる領域に第2着色層を設けることが好ましい。

30

【発明の効果】

【0014】

本発明の一態様によれば、視認性が良好な表示装置または電子機器などを提供できる。または、表示品位が良好な表示装置または電子機器などを提供できる。または、消費電力の少ない表示装置または電子機器などを提供できる。または、生産性の良好な表示装置または電子機器などを提供できる。または、信頼性が良好な表示装置または電子機器などを提供できる。または、新規な表示装置または電子機器などを提供できる。

【0015】

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、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、自ずと明らかとなるものであり、明細書、図面、請求項などの記載から、これら以外の効果を抽出することが可能である。

40

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】表示装置を説明する図。

【図2】表示装置を説明する図。

【図3】表示装置を説明する図。

【図4】表示装置を説明する図。

【図5】表示装置を説明する図。

50

- 【図6】表示装置を説明する図。
- 【図7】表示装置を説明する図。
- 【図8】表示装置を説明する図。
- 【図9】表示装置の作製方法を説明する図。
- 【図10】表示装置の作製方法を説明する図。
- 【図11】表示装置の作製方法を説明する図。
- 【図12】表示装置の作製方法を説明する図。
- 【図13】表示装置の作製方法を説明する図。
- 【図14】表示装置の作製方法を説明する図。
- 【図15】多階調マスクの一例を説明する図。 10
- 【図16】表示装置の作製方法を説明する図。
- 【図17】表示装置の作製方法を説明する図。
- 【図18】表示装置の作製方法を説明する図。
- 【図19】表示装置の作製方法を説明する図。
- 【図20】表示装置の作製方法を説明する図。
- 【図21】表示装置を説明する図。
- 【図22】表示装置の作製方法を説明する図。
- 【図23】表示装置の作製方法を説明する図。
- 【図24】表示装置を説明する図。
- 【図25】表示装置を説明する図。 20
- 【図26】表示装置を説明する図。
- 【図27】表示装置の構成例を説明する図。
- 【図28】画素の回路構成例を説明する図。
- 【図29】発光素子の構成例を説明する図。
- 【図30】動作モードを説明する、回路図及びタイミングチャート。
- 【図31】タッチセンサのブロック図及びタイミングチャート図。
- 【図32】タッチセンサの回路図。
- 【図33】表示装置のブロック図及びタイミングチャート図。
- 【図34】表示装置およびタッチセンサの動作を説明する図。
- 【図35】表示装置およびタッチセンサの動作を説明する図。 30
- 【図36】表示装置に用いるトランジスタの一例を示す上面図及び断面図。
- 【図37】表示装置に用いるトランジスタの一例を示す上面図及び断面図。
- 【図38】表示装置に用いるトランジスタの一例を示す上面図及び断面図。
- 【図39】電子機器の一例を示す図。
- 【図40】電子機器の一例を示す図。
- 【図41】電子機器の一例を示す図。
- 【発明を実施するための形態】
- 【0017】
- 実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。但し、本発明は以下の説明に限定されず、本発明の趣旨およびその範囲から逸脱することなくその形態および詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本発明は以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。なお、以下に説明する発明の構成において、同一部分また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場合がある。 40
- 【0018】
- また、図面などにおいて示す各構成の、位置、大きさ、範囲などは、発明の理解を容易とするため、実際の位置、大きさ、範囲などを表していない場合がある。このため、開示する発明は、必ずしも、図面などに開示された位置、大きさ、範囲などに限定されない。例えば、実際の製造工程において、エッチングなどの処理により層やレジストマスクなどが意図せずに目減りすることがあるが、発明の理解を容易とするため、省略して示すことが 50

ある。

【0019】

また、特に上面図（「平面図」ともいう。）や斜視図などにおいて、発明の理解を容易とするため、一部の構成要素の記載を省略する場合がある。また、一部の隠れ線などの記載を省略する場合がある。

【0020】

本明細書等において、「第1」、「第2」などの序数詞は、構成要素の混同を避けるために付すものであり、工程順または積層順など、なんらかの順番や順位を示すものではない。また、本明細書等において序数詞が付されていない用語であっても、構成要素の混同を避けるため、特許請求の範囲において序数詞が付される場合がある。また、本明細書等において付された序数詞と、特許請求の範囲において付された序数詞が異なる場合がある。また、本明細書等において序数詞が付されている用語であっても、特許請求の範囲などにおいて序数詞を省略する場合がある。

10

【0021】

また、本明細書等において「電極」や「配線」の用語は、これらの構成要素を機能的に限定するものではない。例えば、「電極」は「配線」の一部として用いられることがあり、その逆もまた同様である。さらに、「電極」や「配線」の用語は、複数の「電極」や「配線」が一体となって設けられている場合なども含む。

【0022】

なお、チャンネル長とは、例えば、トランジスタの上面図において、半導体（またはトランジスタがオン状態のときに半導体の中で電流の流れる部分）とゲート電極とが互いに重なる領域、またはチャンネルが形成される領域における、ソース（ソース領域またはソース電極）とドレイン（ドレイン領域またはドレイン電極）との間の距離をいう。なお、一つのトランジスタにおいて、チャンネル長が全ての領域で同じ値をとるとは限らない。即ち、一つのトランジスタのチャンネル長は、一つの値に定まらない場合がある。そのため、本明細書では、チャンネル長は、チャンネルの形成される領域における、いずれか一の値、最大値、最小値または平均値とする。

20

【0023】

チャンネル幅とは、例えば、半導体（またはトランジスタがオン状態のときに半導体の中で電流の流れる部分）とゲート電極とが互いに重なる領域、またはチャンネルが形成される領域における、ソースとドレインとが向かい合っている部分の長さをいう。なお、一つのトランジスタにおいて、チャンネル幅がすべての領域で同じ値をとるとは限らない。即ち、一つのトランジスタのチャンネル幅は、一つの値に定まらない場合がある。そのため、本明細書では、チャンネル幅は、チャンネルの形成される領域における、いずれか一の値、最大値、最小値または平均値とする。

30

【0024】

なお、トランジスタの構造によっては、実際にチャンネルの形成される領域におけるチャンネル幅（以下、「実効的なチャンネル幅」ともいう。）と、トランジスタの上面図において示されるチャンネル幅（以下、「見かけ上のチャンネル幅」ともいう。）と、が異なる場合がある。例えば、ゲート電極が半導体層の側面を覆う場合、実効的なチャンネル幅が、見かけ上のチャンネル幅よりも大きくなり、その影響が無視できなくなる場合がある。例えば、微細かつゲート電極が半導体の側面を覆うトランジスタでは、半導体の側面に形成されるチャンネル形成領域の割合が大きくなる場合がある。その場合は、見かけ上のチャンネル幅よりも、実効的なチャンネル幅の方が大きくなる。

40

【0025】

このような場合、実効的なチャンネル幅の、実測による見積もりが困難となる場合がある。例えば、設計値から実効的なチャンネル幅を見積もるためには、半導体の形状が既知という仮定が必要である。したがって、半導体の形状が正確にわからない場合には、実効的なチャンネル幅を正確に測定することは困難である。

【0026】

50

そこで、本明細書では、見かけ上のチャンネル幅を、「囲い込みチャンネル幅 ( S C W : S u r r o u n d e d C h a n n e l W i d t h ) 」と呼ぶ場合がある。また、本明細書では、単にチャンネル幅と記載した場合には、囲い込みチャンネル幅または見かけ上のチャンネル幅を指す場合がある。または、本明細書では、単にチャンネル幅と記載した場合には、実効的なチャンネル幅を指す場合がある。なお、チャンネル長、チャンネル幅、実効的なチャンネル幅、見かけ上のチャンネル幅、囲い込みチャンネル幅などは、断面 T E M 像などを解析することなどによって、値を決定することができる。

【 0 0 2 7 】

なお、トランジスタの電界効果移動度や、チャンネル幅当たりの電流値などを計算して求める場合、囲い込みチャンネル幅を用いて計算する場合がある。その場合には、実効的なチャンネル幅を用いて計算する場合とは異なる値をとる場合がある。

10

【 0 0 2 8 】

また、本明細書等において、フォトリソグラフィ法によりレジストマスクを形成し、その後エッチング工程 ( 除去工程 ) を行う場合は、特段の説明がない限り、当該レジストマスクは、エッチング工程終了後に除去するものとする。

【 0 0 2 9 】

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

20

【 0 0 3 0 】

また、本明細書等において、トランジスタとは、ゲートと、ドレインと、ソースとを含む少なくとも三つの端子を有する素子である。そして、ドレイン ( ドレイン端子、ドレイン領域またはドレイン電極 ) とソース ( ソース端子、ソース領域またはソース電極 ) の間にチャンネル形成領域を有しており、チャンネル形成領域を介してソースとドレインとの間に電流を流すことができるものである。なお、本明細書等において、チャンネル形成領域とは、電流が主として流れる領域をいう。

【 0 0 3 1 】

また、本明細書等に示すトランジスタは、特に断りがない場合、エンハンスメント型 ( ノーマリーオフ型 ) の電界効果トランジスタとする。また、本明細書等に示すトランジスタは、特に断りがない場合、nチャンネル型のトランジスタとする。よって、そのしきい値電圧 ( 「 V t h 」ともいう。 ) は、特に断りがない場合、0 V よりも大きいものとする。

30

【 0 0 3 2 】

なお、本明細書等において、バックゲートを有するトランジスタの V t h とは、特に断りがない場合、バックゲートの電位をソースまたはゲートと同電位としたときの V t h をいう。

【 0 0 3 3 】

また、本明細書等において、特に断りがない場合、オフ電流とは、トランジスタがオフ状態 ( 非導通状態、遮断状態、ともいう ) にあるときのドレイン電流をいう。オフ状態とは、特に断りがない場合、nチャンネル型トランジスタでは、ソースを基準とした時のゲートとソースの間の電位差 ( 以下、「 V g 」ともいう。 ) がしきい値電圧 V t h よりも低い状態、pチャンネル型トランジスタでは、ゲートとソースの間の電圧 V g がしきい値電圧 V t h よりも高い状態をいう。例えば、nチャンネル型のトランジスタのオフ電流とは、V g がしきい値電圧 V t h よりも低いときのドレイン電流を言う場合がある。

40

【 0 0 3 4 】

トランジスタのオフ電流は、V g に依存する場合がある。従って、トランジスタのオフ電流が I 以下である、とは、トランジスタのオフ電流が I 以下となる V g の値が存在することを言う場合がある。トランジスタのオフ電流は、所定の V g におけるオフ状態、所定の範囲内の V g におけるオフ状態、または、十分に低減されたオフ電流が得られる V g におけるオフ状態、等におけるオフ電流を指す場合がある。

50

## 【0035】

一例として、 $V_{th}$ が0.5Vであり、 $V_g$ が0.5Vにおけるドレイン電流が $1 \times 10^{-9}$ Aであり、 $V_g$ が0.1Vにおけるドレイン電流が $1 \times 10^{-13}$ Aであり、 $V_g$ が-0.5Vにおけるドレイン電流が $1 \times 10^{-19}$ Aであり、 $V_g$ が-0.8Vにおけるドレイン電流が $1 \times 10^{-22}$ Aであるようなnチャネル型トランジスタを想定する。当該トランジスタのドレイン電流は、 $V_g$ が-0.5Vにおいて、または、 $V_g$ が-0.5V乃至-0.8Vの範囲において、 $1 \times 10^{-19}$ A以下であるから、当該トランジスタのオフ電流は $1 \times 10^{-19}$ A以下である、と言う場合がある。当該トランジスタのドレイン電流が $1 \times 10^{-22}$ A以下となる $V_g$ が存在するため、当該トランジスタのオフ電流は $1 \times 10^{-22}$ A以下である、と言う場合がある。

10

## 【0036】

トランジスタのオフ電流は、温度に依存する場合がある。本明細書において、オフ電流は、特に記載がない場合、室温(RT: Room Temperature)、60、85、95、または125におけるオフ電流を表す場合がある。または、当該トランジスタが含まれる半導体装置等の信頼性が保証される温度、または、当該トランジスタが含まれる半導体装置等が使用される温度(例えば、5以上35以下の温度)におけるオフ電流、を表す場合がある。トランジスタのオフ電流がI以下である、とは、RT、60、85、95、125、当該トランジスタが含まれる半導体装置の信頼性が保証される温度、または、当該トランジスタが含まれる半導体装置等が使用される温度(例えば、5以上35以下の温度)、におけるトランジスタのオフ電流がI以下となる $V_g$ の値が存在することを指す場合がある。

20

## 【0037】

トランジスタのオフ電流は、ソースを基準とした時のドレインとソースの間の電圧(以下、「 $V_d$ 」ともいう。)に依存する場合がある。本明細書において、オフ電流は、特に記載がない場合、 $V_d$ が0.1V、0.8V、1V、1.2V、1.8V、2.5V、3V、3.3V、10V、12V、16V、または20Vにおけるオフ電流を表す場合がある。または、当該トランジスタが含まれる半導体装置等の信頼性が保証される $V_d$ 、または、当該トランジスタが含まれる半導体装置等において使用される $V_d$ におけるオフ電流、を表す場合がある。トランジスタのオフ電流がI以下である、とは、 $V_d$ が0.1V、0.8V、1V、1.2V、1.8V、2.5V、3V、3.3V、10V、12V、16V、20V、当該トランジスタが含まれる半導体装置の信頼性が保証される $V_d$ 、または、当該トランジスタが含まれる半導体装置等において使用される $V_d$ 、におけるトランジスタのオフ電流がI以下となる $V_g$ の値が存在することを指す場合がある。

30

## 【0038】

上記オフ電流の説明において、ドレインをソースと読み替えてもよい。つまり、オフ電流は、トランジスタがオフ状態にあるときのソースを流れる電流を言う場合もある。

## 【0039】

また、本明細書等では、オフ電流と同じ意味で、リーク電流と記載する場合がある。また、本明細書等において、オフ電流とは、例えば、トランジスタがオフ状態にあるときに、ソースとドレインとの間に流れる電流を指す場合がある。

40

## 【0040】

なお、本明細書等において「上」や「下」の用語は、構成要素の位置関係が直上または直下で、かつ、直接接していることを限定するものではない。例えば、「絶縁層A上の電極B」の表現であれば、絶縁層Aの上に電極Bが直接接して設けられている必要はなく、絶縁層Aと電極Bとの間に他の構成要素を含むものを除外しない。

## 【0041】

また、本明細書等において、「平行」とは、明示されている場合を除き、二つの直線が-10°以上10°以下の角度で配置されている状態をいう。従って、-5°以上5°以下の場合も含まれる。また、「略平行」とは、明示されている場合を除き、二つの直線が-30°以上30°以下の角度で配置されている状態をいう。また、「垂直」および「直交

50

」とは、明示されている場合を除き、二つの直線が $80^\circ$ 以上 $100^\circ$ 以下の角度で配置されている状態をいう。従って、 $85^\circ$ 以上 $95^\circ$ 以下の場合も含まれる。また、「略垂直」とは、明示されている場合を除き、二つの直線が $60^\circ$ 以上 $120^\circ$ 以下の角度で配置されている状態をいう。

【0042】

なお、本明細書等において、計数值および計量値に関して「同一」、「同じ」、「等しい」または「均一」（これらの同意語を含む）などと言う場合は、明示されている場合を除き、プラスマイナス20%の誤差を含むものとする。

【0043】

本明細書等において、金属酸化物 (metal oxide) とは、広い表現での金属の酸化物である。金属酸化物は、酸化物絶縁体、酸化物導電体 (透明酸化物導電体を含む)、酸化物半導体 (Oxide Semiconductor または単に OS ともいう) などに分類される。例えば、トランジスタの活性層に金属酸化物を用いた場合、当該金属酸化物を酸化物半導体と呼称する場合がある。つまり、金属酸化物が増幅作用、整流作用、及びスイッチング作用の少なくとも1つを有する場合、当該金属酸化物を、金属酸化物半導体 (metal oxide semiconductor)、略して OS と呼ぶことができる。また、OS FET と記載する場合においては、金属酸化物または酸化物半導体を有するトランジスタと換言することができる。

10

【0044】

また、本明細書等において、窒素を有する金属酸化物も金属酸化物 (metal oxide) と総称する場合がある。また、窒素を有する金属酸化物を、金属酸窒化物 (metal oxynitride) と呼称してもよい。

20

【0045】

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

【0046】

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

30

【0047】

また、本明細書等において、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。

40

【0048】

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 $0.5\text{ nm}$ 以上 $10\text{ nm}$ 以下、好ましくは $0.5\text{ nm}$ 以上 $3\text{ nm}$ 以下のサイズで材料中に分散している場合がある。

【0049】

50

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

10

## 【0050】

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

## 【0051】

(実施の形態1)

本発明の一態様の表示装置100について、図面を用いて説明する。

## 【0052】

<構成例>

図1(A)は、表示装置100の斜視概略図である。表示装置100は、基板111と基板121とが貼り合わされた構成を有する。表示装置100は、表示領域235、周辺回路領域232、周辺回路領域233等を有する。図1(A)では表示装置100にFPC124が実装されている例を示している。そのため、図1(A)に示す構成は、表示装置100およびFPC124を有する表示モジュールということもできる。

20

## 【0053】

周辺回路領域232および周辺回路領域233には、表示領域235に信号を供給するための回路が含まれる。周辺回路領域232および周辺回路領域233に含まれる回路の総称を、「周辺駆動回路」という場合がある。周辺駆動回路に含まれる回路としては、例えば、走査線駆動回路、および信号線駆動回路などがある。

## 【0054】

周辺駆動回路の一部または全部を、IC(集積回路)で実装してもよい。例えば、周辺駆動回路の一部または全部が含まれるICを、COG(Chip On Glass)方式またはCOF(Chip on Film)方式等により、基板111に設けてもよい。また、ICを、COF方式等により、FPC124に実装してもよい。

30

## 【0055】

表示領域235、周辺回路領域232、および周辺回路領域233に供給される信号および電力は、FPC124を介して外部から入力される。

## 【0056】

図1(A)には、表示領域235の一部の拡大図を示している。表示領域235には、複数の画素230がマトリクス状に配置されている。画素230は、断面構造の違いにより画素230aと画素230bの二種類に分類される。また、画素230aと画素230bは、互いに隣接して設けられる。なお、本明細書などにおいて、単に「画素230」と示す場合は、画素230aと画素230bの双方を示す。

40

## 【0057】

[断面構成例]

図1(B)は、図1(A)にA1-A2の一点鎖線で示す部位の断面図である。図1(B)では、表示領域235の一部、周辺回路領域233の一部、およびFPC124を含む領域の一部の断面を示している。

## 【0058】

複数の画素230は、それぞれが表示素子として発光素子170を有する。本明細書など

50

では、画素 230 a が有する発光素子 170 を「発光素子 170 a」と示し、画素 230 b が有する発光素子 170 を「発光素子 170 b」と示す。なお、本明細書などにおいて、単に「発光素子 170」と示す場合は、発光素子 170 a と発光素子 170 b の双方を示す。

【0059】

また、複数の画素 230 は、それぞれが表示素子を駆動するためのトランジスタ 251 を有する。また、周辺回路領域 232、および周辺回路領域 233 は、複数のトランジスタを有する。図 1 (B) では、周辺回路領域 233 に含まれるトランジスタの一例として、トランジスタ 252 を示している。

【0060】

表示装置 100 は、基板 111 と基板 121 の間に、トランジスタ 251、トランジスタ 252、発光素子 170、着色層 131、遮光層 132 等を有する。基板 111 と基板 121 は、接着層 142 を介して接着されている。

【0061】

接着層 142 としては、紫外線硬化型等の光硬化型接着剤、反応硬化型接着剤、熱硬化型接着剤、嫌気型接着剤などの各種硬化型接着剤を用いることができる。これら接着剤としてはエポキシ樹脂、アクリル樹脂、シリコン樹脂、フェノール樹脂、ポリイミド樹脂、イミド樹脂、PVC (ポリビニルクロライド) 樹脂、PVB (ポリビニルブチラル) 樹脂、EVA (エチレンビニルアセテート) 樹脂等が挙げられる。特に、エポキシ樹脂等の透湿性が低い材料が好ましい。また、二液混合型の樹脂を用いてもよい。また、接着シート等を用いてもよい。

【0062】

基板 121 には、接着層 122、絶縁層 123、着色層 131、遮光層 132、および絶縁層 133 などが設けられている。絶縁層 133 は、平坦化層としての機能を有しているもよい。

【0063】

基板 111 には、接着層 112、および絶縁層 113 を介して、トランジスタ 251、トランジスタ 252、発光素子 170 が設けられている。

【0064】

図 1 (C) に、トランジスタ 252 の拡大図を示す。なお、トランジスタ 251 もトランジスタ 252 と同様の構造とすることができる。

【0065】

トランジスタ 252 は、電極 221、半導体層 231、電極 224 a、電極 224 b、および電極 226 を有する。電極 221 は絶縁層 113 上に設けられ、電極 221 を覆って絶縁層 211 が設けられている。絶縁層 211 上に半導体層 231 が設けられている。絶縁層 211 上に電極 224 a および電極 224 b が設けられ、電極 224 a は半導体層 231 の一部と接する領域を有し、電極 224 b は半導体層 231 の他の一部と接する領域を有する。電極 224 a または電極 224 b の一方はソース電極として機能できる。電極 224 a または電極 224 b の他方はドレイン電極として機能できる。

【0066】

また、電極 224 a、電極 224 b、半導体層 231 を覆って絶縁層 210 が設けられている。絶縁層 210 上に電極 226 が設けられている。電極 226 は半導体層 231 と重なる領域を有する。電極 226 を覆って絶縁層 213 が設けられている。

【0067】

図 1 (B) では、トランジスタ 251、およびトランジスタ 252 としてボトムゲート型のトランジスタを図示している。トランジスタ 251 は、発光素子 170 に流れる電流を制御するトランジスタ (駆動トランジスタともいう) である。

【0068】

また、絶縁層 213 上に絶縁層 115 が設けられている。絶縁層 115 は、平坦化層としての機能を有する。トランジスタ 251、およびトランジスタ 252 は、絶縁層 213 お

10

20

30

40

50

よび絶縁層 115 に覆われている。トランジスタを覆う絶縁層の数は限定されず、単層であっても 2 層以上であってもよい。

【0069】

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

【0070】

図 1 (B) に示す画素 230 a において、絶縁層 115 上に電極 171 a が設けられている。電極 171 a は、絶縁層 115 に設けられた開口部で、画素 230 a が有するトランジスタ 251 のソース電極またはドレイン電極の一方と電氣的に接続されている。

10

【0071】

また、図 1 (B) に示す画素 230 b において、絶縁層 115 上に絶縁層 116 が設けられている。絶縁層 116 は、電極 171 a の端部と重なる領域を有する。絶縁層 116 上に電極 171 b が設けられている。絶縁層 116 上に設けられた電極 171 b は、絶縁層 115 および絶縁層 116 に設けられた開口部で、画素 230 b が有するトランジスタ 251 のソース電極またはドレイン電極の一方と電氣的に接続されている。

【0072】

また、電極 171 a および電極 171 b の端部を覆って、絶縁層 114 が設けられている。また、絶縁層 114 は、電極 171 a の一部と重なる領域と、電極 171 b の一部と重なる領域と、を有する。図 1 (B) では、絶縁層 114 は、電極 171 a の一部と接する領域と、電極 171 b の一部と接する領域と、を有している。

20

【0073】

また、電極 171 a、電極 171 b、および絶縁層 114 上に EL 層 172 が設けられ、EL 層 172 上に電極 173 が設けられている。電極 173 は、EL 層 172 の一部を介して電極 171 a と互いに重なる領域と、EL 層 172 の他の一部を介して電極 171 b と互いに重なる領域と、絶縁層 114 と互いに重なる領域と、を有する。

【0074】

絶縁層 114 は隔壁として機能できる。絶縁層 114 は、その側壁がテーパまたは連続した曲率を持って形成される傾斜面となるように形成することが好ましい。絶縁層 114 の側壁をこのような形状とすることで、後に形成される電極 173 の被覆性を良好なものとする事ができる。

30

【0075】

また、図 1 (B) に示す表示装置 100 では、配線 125、電極 228、および電極 229 が設けられている。配線 125 および電極 228 は絶縁層 211 上に設けられている。また、電極 229 は、絶縁層 210 に設けられた、電極 228 と重なる開口部において、電極 228 と電氣的に接続されている。配線 125 および電極 228 は、電極 224 a および電極 224 b と同じ工程で同時に形成できる。電極 229 は、電極 226 と同じ工程で同時に形成できる。

【0076】

また、FPC 124 は、接続層 138 を介して電極 229 と電氣的に接続されている。電極 229 は周辺駆動回路と電氣的に接続される。

40

【0077】

接続層 138 としては、異方性導電フィルム (ACF: Anisotropic Conductive Film)、異方性導電ペースト (ACP: Anisotropic Conductive Paste) などを用いることができる。

【0078】

図 1 (B) に示す発光素子 170 は、トップエミッション型の発光素子である。発光素子 170 a は、絶縁層 115 側から電極 171 a、EL 層 172、および電極 173 の順に積層された積層構造を有する。発光素子 170 b は、絶縁層 115 側から電極 171 b、

50

EL層172、および電極173の順に積層された積層構造を有する。

【0079】

電極171aおよび電極171bは可視光を反射する機能を有し、電極173は可視光を透過する機能を有する。電極173は、一部が発光素子170aの共通電極として機能し、他の一部が発光素子170bの共通電極として機能する。

【0080】

EL層172は少なくとも発光層を有する。また、EL層172は、発光層以外の層として、正孔注入性の高い物質、正孔輸送性の高い物質、正孔ブロック材料、電子輸送性の高い物質、電子注入性の高い物質、またはパイポラ性の物質（電子輸送性及び正孔輸送性が高い物質）等を含む層を有していてもよい。

10

【0081】

発光素子170の発光色は、EL層172を構成する材料によって、白、赤、緑、青、シアン、マゼンタ、または黄などに変化させることができる。

【0082】

カラー表示を実現する方法としては、発光色が白色の発光素子170と着色層を組み合わせる方法と、画素毎に発光色の異なる発光素子170を設ける方法がある。前者の方法は後者の方法よりも生産性が高い。言い換えれば、後者の方法では画素毎にEL層172を作り分ける必要があるため、前者の方法よりも生産性が劣る。ただし、後者の方法では、前者の方法よりも色純度の高い発光色を得ることができる。後者の方法に加えて、発光素子170にマイクロキャビティ構造を付与することにより色純度をさらに高めることができる。

20

【0083】

EL層172には低分子系化合物および高分子系化合物のいずれを用いることもでき、無機化合物を含んでもよい。EL層172を構成する層は、それぞれ、蒸着法（真空蒸着法を含む）、転写法、印刷法、インクジェット法、塗布法等の方法で形成することができる。

【0084】

EL層172は、量子ドットなどの無機化合物を有していてもよい。例えば、量子ドットを発光層に用いることで、発光材料として機能させることもできる。

【0085】

表示装置100では、発光色が白色の発光素子170を用いる。すなわち、発光素子170aが発する光175aと発光素子170bが発する光175bは、どちらも白色光である。なお、本明細書などにおいて、単に「光175」と示す場合は、光175aと光175bの双方を示す。

30

【0086】

発光素子170が発する光175は、着色層131等を介して、基板121側に射出される。着色層131を構成する材料によって、着色層131を透過した光175の波長域が変化する。すなわち、着色層131を透過させることによって、光175を、赤、緑、青、シアン、マゼンタまたは黄などの色相に変化させることができる。

【0087】

画素によって制御する光の色相を変えることによって、カラー表示を実現することができる。カラー表示を実現するために、発光素子170の発光色と組み合わせる着色層の色は、赤、緑、青の組み合わせだけでなく、黄、シアン、マゼンタの組み合わせであってもよい。組み合わせる着色層の色は、目的または用途などに応じて適宜設定すればよい。

40

【0088】

[基板]

基板111および基板121に用いる材料に大きな制限はない。目的に応じて、透光性の有無や加熱処理に耐えうる程度の耐熱性などを勘案して決定すればよい。例えばバリウムホウケイ酸ガラスやアルミノホウケイ酸ガラスなどのガラス基板、セラミック基板、石英基板、サファイア基板などを用いることができる。また、半導体基板、可撓性基板（フレ

50

キシブル基板)、貼り合わせフィルム、基材フィルムなどを用いてもよい。

【0089】

半導体基板としては、例えば、シリコン、もしくはゲルマニウムなどを材料とした半導体基板、または炭化シリコン、シリコンゲルマニウム、ヒ化ガリウム、リン化インジウム、酸化亜鉛、もしくは酸化ガリウムを材料とした化合物半導体基板などがある。また、半導体基板は、単結晶半導体であってもよいし、多結晶半導体であってもよい。

【0090】

なお、表示装置100の可撓性を高めるため、基板111および基板121には可撓性基板(フレキシブル基板)、貼り合わせフィルム、基材フィルムなどを用いてもよい。

【0091】

可撓性基板、貼り合わせフィルム、基材フィルムなどの材料としては、例えば、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリエチレンナフタレート(PEN)等のポリエステル樹脂、ポリアクリロニトリル樹脂、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、ポリメチルメタクリレート樹脂、ポリカーボネート(PC)樹脂、ポリエーテルスルホン(PES)樹脂、ポリアミド樹脂(ナイロン、アラミド等)、ポリシロキサン樹脂、シクロオレフィン樹脂、ポリスチレン樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂、ポリ塩化ビニリデン樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)樹脂、ABS樹脂、セルロースナノファイバーなどを用いることができる。

【0092】

基板として上記材料を用いることにより、軽量な表示装置を提供することができる。また、基板として上記材料を用いることにより、衝撃に強い表示装置を提供することができる。また、基板として上記材料を用いることにより、破損しにくい表示装置を提供することができる。

【0093】

基板111および基板121に用いる可撓性基板は、線膨張率が低いほど環境による変形が抑制されて好ましい。基板111および基板121に用いる可撓性基板は、例えば、線膨張率が $1 \times 10^{-3} / K$ 以下、 $5 \times 10^{-5} / K$ 以下、または $1 \times 10^{-5} / K$ 以下である材質を用いればよい。特に、アラミドは、線膨張率が低いため、可撓性基板として好適である。

【0094】

[導電層]

トランジスタのゲート、ソースおよびドレインのほか、表示装置を構成する各種配線および電極などの導電層に用いることのできる導電性材料としては、アルミニウム、クロム、銅、銀、金、白金、タンタル、ニッケル、チタン、モリブデン、タングステン、ハフニウム(Hf)、バナジウム(V)、ニオブ(Nb)、マンガン、マグネシウム、ジルコニウム、ベリリウム等から選ばれた金属元素、上述した金属元素を成分とする合金、または上述した金属元素を組み合わせた合金などを用いることができる。また、リン等の不純物元素を含有させた多結晶シリコンに代表される半導体、ニッケルシリサイドなどのシリサイドを用いてもよい。導電性材料の形成方法は特に限定されず、蒸着法、CVD法、スパッタリング法、スピコート法などの各種形成方法を用いることができる。

【0095】

また、導電層に用いることのできる導電性材料として、インジウム錫酸化物、酸化タングステンを含むインジウム酸化物、酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、酸化チタンを含むインジウム錫酸化物、インジウム亜鉛酸化物、酸化ケイ素を添加したインジウム錫酸化物などの酸素を有する導電性材料を用いることもできる。また、窒化チタン、窒化タンタル、窒化タングステンなどの窒素を含む導電性材料を用いることもできる。また、酸素を有する導電性材料、窒素を含む導電性材料、前述した金属元素を含む材料を適宜組み合わせた積層構造とすることもできる。

【0096】

導電層に用いることのできる導電性材料は、単層構造でも、二層以上の積層構造としても

10

20

30

40

50

よい。例えば、シリコンを含むアルミニウム層の単層構造、アルミニウム層上にチタン層を積層する二層構造、窒化チタン層上にチタン層を積層する二層構造、窒化チタン層上にタングステン層を積層する二層構造、窒化タンタル層上にタングステン層を積層する二層構造、チタン層と、そのチタン層上にアルミニウム層を積層し、さらにその上にチタン層を形成する三層構造などがある。また、導電性材料として、チタン、タンタル、タングステン、モリブデン、クロム、ネオジム、スカンジウムから選ばれた一または複数の元素を含むアルミニウム合金を用いてもよい。

【0097】

電極171aおよび電極171bは、EL層172が発する光を効率よく反射する導電性材料を用いて形成することが好ましい。なお、電極171aおよび電極171bは単層に限らず、複数層の積層構造としてもよい。例えば、電極171aおよび電極171bを陽極として用いる場合、EL層172と接する層を、インジウム錫酸化物などの透光性を有する層とし、その層に接して反射率の高い層（アルミニウム、アルミニウムを含む合金、または銀など）を設けてもよい。

10

【0098】

可視光を反射する導電性材料としては、例えば、アルミニウム、金、白金、銀、ニッケル、タングステン、クロム、モリブデン、鉄、コバルト、銅、もしくはパラジウム等の金属材料、またはこれら金属材料を含む合金を用いることができる。また、上記金属材料や合金に、ランタン、ネオジム、またはゲルマニウム等が添加されていてもよい。また、アルミニウムとチタンの合金、アルミニウムとニッケルの合金、アルミニウムとネオジムの合金等のアルミニウムを含む合金（アルミニウム合金）や、銀と銅の合金、銀とパラジウムと銅の合金、銀とマグネシウムの合金等の銀を含む合金を用いて形成することができる。銀と銅を含む合金は、耐熱性が高いため好ましい。さらに、金属膜または合金膜と金属酸化物膜を積層してもよい。例えばアルミニウム合金膜に接するように金属膜あるいは金属酸化物膜を積層することで、アルミニウム合金膜の酸化を抑制することができる。金属膜、金属酸化物膜の他の例としては、チタン、酸化チタンなどが挙げられる。また、上述したように、透光性を有する導電膜と金属材料からなる膜とを積層してもよい。例えば、銀とインジウム錫酸化物の積層膜、銀とマグネシウムの合金とインジウム錫酸化物（ITO：Indium Tin Oxide）の積層膜などを用いることができる。

20

【0099】

なお、図1(B)では、トップエミッション構造の表示装置について例示しているが、表示装置をボトムエミッション構造（下面射出構造）の表示装置とする場合においては、電極171に可視光を透過する導電性材料を用い、電極173に可視光を反射する導電性材料を用いればよい。または、表示装置をデュアルエミッション構造（両面射出構造）の表示装置とする場合においては、電極171および電極173ともに、可視光を透過する導電性材料を用いればよい。

30

【0100】

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

40

【0101】

50

ここで、金属酸化物の一種である酸化物導電体について説明を行う。本明細書等において、酸化物導電体をOC (Oxide Conductor) と呼称してもよい。酸化物導電体としては、例えば、金属酸化物に酸素欠損を形成し、該酸素欠損に水素を添加すると、伝導帯近傍にドナー準位が形成される。この結果、金属酸化物は、導電性が高くなり導電体化する。導電体化された金属酸化物を、酸化物導電体とすることができる。一般に、酸化物半導体はエネルギーギャップが大きいいため、可視光に対して透光性を有する。一方、酸化物導電体は、伝導帯近傍にドナー準位を有する金属酸化物である。したがって、酸化物導電体は、ドナー準位による吸収の影響は小さく、可視光に対して酸化物半導体と同程度の透光性を有する。

【0102】

[絶縁層]

各絶縁層は、窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、窒化酸化アルミニウム、酸化窒化アルミニウム、酸化マグネシウム、窒化シリコン、酸化シリコン、窒化酸化シリコン、酸化窒化シリコン、酸化ガリウム、酸化ゲルマニウム、酸化イットリウム、酸化ジルコニウム、酸化ランタン、酸化ネオジウム、酸化ハフニウム、酸化タンタル、アルミニウムシリケートなどから選ばれた材料を、単層でまたは積層して用いる。また、酸化物材料、窒化物材料、酸化窒化物材料、窒化酸化物材料のうち、複数の材料を混合した材料を用いてもよい。

【0103】

なお、本明細書中において、窒化酸化物とは、酸素よりも窒素の含有量が多い化合物をいう。また、酸化窒化物とは、窒素よりも酸素の含有量が多い化合物をいう。なお、各元素の含有量は、例えば、ラザフォード後方散乱法 (RBS: Rutherford Backscattering Spectrometry) 等を用いて測定することができる。

【0104】

特に絶縁層113および絶縁層213は、不純物が透過しにくい絶縁性材料を用いて形成することが好ましい。例えば、ホウ素、炭素、窒素、酸素、フッ素、マグネシウム、アルミニウム、シリコン、リン、塩素、アルゴン、ガリウム、ゲルマニウム、イットリウム、ジルコニウム、ランタン、ネオジウム、ハフニウムまたはタンタルを含む絶縁材料を、単層で、または積層で用いればよい。不純物が透過しにくい絶縁性材料の一例として、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、酸化窒化アルミニウム、窒化酸化アルミニウム、酸化ガリウム、酸化ゲルマニウム、酸化イットリウム、酸化ジルコニウム、酸化ランタン、酸化ネオジウム、酸化ハフニウム、酸化タンタル、窒化シリコンなどを挙げることができる。

【0105】

絶縁層113に不純物が透過しにくい絶縁性材料を用いることで、基板111側からの不純物の拡散を抑制し、トランジスタの信頼性を高めることができる。絶縁層213に不純物が透過しにくい絶縁性材料を用いることで、絶縁層115側からの不純物の拡散を抑制し、トランジスタの信頼性を高めることができる。

【0106】

また、平坦化層として機能できる絶縁層としては、ポリイミド、アクリル樹脂、ベンゾシクロブテン樹脂、ポリアミド、エポキシ樹脂等の、耐熱性を有する有機材料を用いることができる。また上記有機材料の他に、低誘電率材料 (Low-k材料)、シロキサン系樹脂、PSG (リンガラス)、BPSG (リンボロンガラス) 等を用いることができる。なお、これらの材料で形成される絶縁層を複数積層してもよい。

【0107】

なお、シロキサン系樹脂とは、シロキサン系材料を出発材料として形成されたSi-O-Si結合を含む樹脂に相当する。シロキサン系樹脂は置換基としては有機基 (例えばアルキル基やアリール基) やフルオロ基を用いても良い。また、有機基はフルオロ基を有していても良い。

【0108】

10

20

30

40

50

また、絶縁層などの表面にCMP処理を行なってもよい。CMP処理を行うことにより、試料表面の凹凸を低減し、この後形成される絶縁層や導電層の被覆性を高めることができる。

【0109】

[着色層]

着色層に用いることのできる材料としては、金属材料、樹脂材料、顔料または染料が含まれた樹脂材料などが挙げられる。

【0110】

[遮光層]

遮光層として用いることのできる材料としては、カーボンブラック、チタンブラック、金属、金属酸化物、複数の金属酸化物の固溶体を含む複合酸化物等が挙げられる。遮光層は、樹脂材料を含む膜であってもよいし、金属などの無機材料の薄膜であってもよい。また、遮光層に、着色層の材料を含む膜の積層膜を用いることもできる。例えば、ある色の光を透過する着色層に用いる材料を含む膜と、他の色の光を透過する着色層に用いる材料を含む膜との積層構造を用いることができる。着色層と遮光層の材料を共通化することで、装置を共通化できるほか工程を簡略化できるため好ましい。

10

【0111】

[トランジスタについて]

本発明の一態様において、表示装置が有するトランジスタの構造は特に限定されない。例えば、プレーナ型のトランジスタとしてもよいし、スタガ型のトランジスタとしてもよい。また、トップゲート構造またはボトムゲート構造のいずれのトランジスタ構造としてもよい。または、チャンネルの上下にゲート電極が設けられていてもよい。

20

【0112】

周辺駆動回路が有するトランジスタと、画素回路が有するトランジスタは、同じ構造であってもよく、異なる構造であってもよい。周辺駆動回路が有するトランジスタは、全て同じ構造であってもよく、2種類以上の構造が組み合わせて用いられていてもよい。同様に、画素回路が有するトランジスタは、全て同じ構造であってもよく、2種類以上の構造が組み合わせて用いられていてもよい。

【0113】

なお、チャンネルの上下に設けられたゲート電極の一方を、「ゲート電極」という場合、他方を「バックゲート電極」という。また、チャンネルの上下に設けられたゲート電極の一方を、「ゲート」という場合、他方を「バックゲート」という。なお、ゲート電極のことを「フロントゲート電極」という場合がある。同様に、ゲートのことを「フロントゲート」という場合がある。

30

【0114】

例えば、トランジスタ252が有する電極221はゲート電極として機能できる。また、トランジスタ252が有する電極226はバックゲート電極として機能できる。よって、絶縁層210および絶縁層211は、どちらもゲート絶縁層として機能できる。

【0115】

ゲート電極とバックゲート電極を設けることで、トランジスタの半導体層を、ゲート電極から生じる電界とバックゲート電極から生じる電界によって電氣的に取り囲むことができる。ゲート電極およびバックゲート電極から生じる電界によって、チャンネルが形成される半導体層を電氣的に取り囲むトランジスタの構造をSurrounded channel (S-channel)構造と呼ぶことができる。

40

【0116】

バックゲート電極はゲート電極と同様に機能させることができる。バックゲート電極の電位は、ゲート電極と同電位としてもよいし、接地電位や、任意の電位としてもよい。また、バックゲート電極の電位をゲート電極と連動させず独立して変化させることで、トランジスタのしきい値電圧を変化させることができる。

【0117】

50

ゲート電極とバックゲート電極を設けることで、更には、両者を同電位とすることで、半導体層においてキャリアの流れる領域が膜厚方向においてより大きくなるため、キャリアの移動量が増加する。この結果、トランジスタのオン電流が大きくなると共に、電界効果移動度が高くなる。

【0118】

したがって、トランジスタを占有面積に対して大きいオン電流を有するトランジスタとすることができる。すなわち、求められるオン電流に対して、トランジスタの占有面積を小さくすることができる。よって、集積度の高い半導体装置を実現することができる。

【0119】

また、表示装置にオン電流の大きなトランジスタを用いることで、表示装置を大型化、または高精細化したときに配線数が増大したとしても、各配線における信号遅延を低減することが可能であり、表示品位の低下を抑制することができる。

10

【0120】

また、ゲート電極とバックゲート電極は導電層で形成されるため、トランジスタの外部で生じる電界が、チャンネルが形成される半導体層に作用しないようにする機能（特に静電気などに対する電界遮蔽機能）を有する。なお、平面視において、バックゲート電極を半導体層よりも大きく形成し、バックゲート電極で半導体層を覆うことで、電界遮蔽機能を高めることができる。

【0121】

ゲート電極とバックゲート電極は、それぞれが外部からの電界を遮蔽する機能を有するため、トランジスタの上方および下方に生じる荷電粒子等の電荷が半導体層のチャンネル形成領域に影響しない。この結果、ストレス試験（例えば、ゲートに負の電圧を印加する NGBT (Negative Gate Bias - Temperature) ストレス試験（「NBT」または「NBTS」ともいう。）の劣化が抑制される。また、ゲート電極とバックゲート電極は、ドレイン電極から生じる電界が半導体層に作用しないように遮断することができる。よって、ドレイン電圧の変動に起因する、オン電流の立ち上がり電圧の変動を抑制することができる。なお、この効果は、ゲート電極およびバックゲート電極に電位が供給されている場合において顕著に生じる。

20

【0122】

また、バックゲート電極を有するトランジスタは、ゲートに正の電圧を印加する PGBT (Positive Gate Bias - Temperature) ストレス試験（「PBT」または「PBTS」ともいう。）前後におけるしきい値電圧の変動も、バックゲート電極を有さないトランジスタより小さい。

30

【0123】

なお、NGBTおよびPGBTなどのBTストレス試験は加速試験の一種であり、長期間の使用によって起こるトランジスタの特性変化（経年変化）を短時間で評価することができる。特に、BTストレス試験前後におけるトランジスタのしきい値電圧の変動量は、信頼性を調べるための重要な指標となる。BTストレス試験前後において、しきい値電圧の変動量が少ないほど、信頼性が高いトランジスタであるといえる。

【0124】

また、ゲート電極およびバックゲート電極を有し、且つ両者を同電位とすることで、しきい値電圧の変動量が低減される。このため、複数のトランジスタ間における電気特性のばらつきも同時に低減される。

40

【0125】

また、バックゲート電極側から光が入射する場合に、バックゲート電極を、遮光性を有する導電膜で形成することで、バックゲート電極側から半導体層に光が入射することを防ぐことができる。よって、半導体層の光劣化を防ぎ、トランジスタのしきい値電圧がシフトするなどの電気特性の劣化を防ぐことができる。

【0126】

[半導体材料]

50

トランジスタの半導体層に用いる半導体材料の結晶性について大きな制限はない。非晶質半導体、結晶性を有する半導体（微結晶半導体、多結晶半導体、単結晶半導体、または一部に結晶領域を有する半導体）のいずれを用いてもよい。なお、結晶性を有する半導体を用いると、トランジスタ特性の劣化を抑制できるため好ましい。

【0127】

また、例えば、トランジスタの半導体層に用いる半導体材料として、シリコンや、ゲルマニウム等を用いることができる。また、炭化シリコン、ガリウム砒素、金属酸化物、窒化物半導体などの化合物半導体や、有機半導体などを用いることができる。

【0128】

例えば、トランジスタに用いる半導体材料として、多結晶シリコン（ポリシリコン）や、非晶質シリコン（アモルファスシリコン）などを用いることができる。また、トランジスタに用いる半導体材料として、金属酸化物の一種である酸化物半導体を用いることができる。代表的には、インジウムを含む酸化物半導体などを用いることができる。

10

【0129】

特にシリコンよりもバンドギャップが広く、且つキャリア密度の小さい半導体材料を用いると、トランジスタのオフ状態におけるソースとドレインの間に流れる電流を低減できるため好ましい。

【0130】

半導体層は、例えば少なくともインジウム、亜鉛およびM（アルミニウム、チタン、ガリウム、ゲルマニウム、イットリウム、ジルコニウム、ランタン、セリウム、スズ、ネオジウムまたはハフニウム等の金属）を含むIn-M-Zn系酸化物で表記される材料を含むことが好ましい。また、該酸化物半導体を用いたトランジスタの電気特性のばらつきを減らすため、それらと共に、スタビライザーを含むことが好ましい。

20

【0131】

スタビライザーとしては、上記Mで記載の金属を含め、例えば、ガリウム、スズ、ハフニウム、アルミニウム、またはジルコニウム等がある。また、他のスタビライザーとしては、ランタノイドである、ランタン、セリウム、プラセオジウム、ネオジウム、サマリウム、ユウロピウム、ガドリニウム、テルビウム、ジスプロシウム、ホルミウム、エルビウム、ツリウム、イッテルビウム、ルテチウム等がある。

【0132】

半導体層を構成する酸化物半導体として、例えば、In-Ga-Zn系酸化物、In-Al-Zn系酸化物、In-Sn-Zn系酸化物、In-Hf-Zn系酸化物、In-La-Zn系酸化物、In-Ce-Zn系酸化物、In-Pr-Zn系酸化物、In-Nd-Zn系酸化物、In-Sm-Zn系酸化物、In-Eu-Zn系酸化物、In-Gd-Zn系酸化物、In-Tb-Zn系酸化物、In-Dy-Zn系酸化物、In-Ho-Zn系酸化物、In-Er-Zn系酸化物、In-Tm-Zn系酸化物、In-Yb-Zn系酸化物、In-Lu-Zn系酸化物、In-Sn-Ga-Zn系酸化物、In-Hf-Ga-Zn系酸化物、In-Al-Ga-Zn系酸化物、In-Sn-Al-Zn系酸化物、In-Sn-Hf-Zn系酸化物、In-Hf-Al-Zn系酸化物を用いることができる。

30

【0133】

なお、ここで、In-Ga-Zn系酸化物とは、InとGaとZnを主成分として有する酸化物という意味であり、InとGaとZnの比率は問わない。また、InとGaとZn以外の金属元素が入っていてもよい。

【0134】

金属酸化物の一種である酸化物半導体は、単結晶酸化物半導体と、非単結晶酸化物半導体と、に分けられる。非単結晶酸化物半導体としては、CAAC-OS (c-axis-aligned crystalline oxide semiconductor)、多結晶酸化物半導体、nc-OS (nanocrystalline oxide semiconductor)、擬似非晶質酸化物半導体 (a-like OS: amorp

40

50

hous-like oxide semiconductor)、及び非晶質酸化半導体などがある。

【0135】

また、本発明の一態様で開示されるトランジスタの半導体層には、CAC-OS(Cloud-Aligned Composite oxide semiconductor)を用いてもよい。

【0136】

なお、本発明の一態様で開示されるトランジスタの半導体層は、上述した非単結晶酸化半導体またはCAC-OSを用いることが好ましい。また、非単結晶酸化半導体としては、nc-OSまたはCAAC-OSを用いることが好ましい。

10

【0137】

図2(A)は、表示領域235の一部を拡大した平面図である。図2(A)は電極171a、電極171b、および絶縁層114の配置例を示している。図2(B)は、図2(A)にB1-B2の一点鎖線で示す部位に相当する断面図である。図2(B)では、基板111から電極173までの構成を示している。

【0138】

画素230aと画素230bは、方向Rに沿って交互に配置される。また、画素230aと画素230bは、方向Cに沿って交互に配置される。すなわち、電極171aと電極171bは、方向Rに沿って交互に配置され、かつ、方向Cに沿って交互に配置される。なお、方向Rと方向Cは、平面図において互いに直交する方向である。

20

【0139】

本発明の一態様の表示装置100では、電極171aを絶縁層115上に形成し、電極171bを絶縁層116上に形成する。電極171aと電極171bを異なる層上に設けることによって、両電極の短絡を防ぐことができる。また、図2(C)に示すように、隣接する電極171aと電極171bを、絶縁層116を介して重ねることができる。よって、隣接する電極171aと電極171bの距離Gを実質的に無くすることができる。

【0140】

図3(A)は、絶縁層116を設けない場合の表示領域235の一部を拡大した平面図である。図3(A)は電極171a、および絶縁層114の配置例を示している。図3(B)は、図3(A)にC1-C2の一点鎖線で示す部位に相当する断面図である。図3(B)では、絶縁層116を設けない場合の基板111から電極173までの構成を示している。絶縁層116を設けない場合は、電極171bを設けることができない。よって、画素230bを設けることができない。

30

【0141】

図3(B)に示す構造では、隣接する電極171a同士の短絡や、寄生容量の増加を防ぐため、距離Grを一定以上大きくする必要がある。また、距離Grの増加に伴って絶縁層114の幅Frが広がる。その一方で、絶縁層116を設けないことにより、製造コストの低減、生産性の向上などが実現できる。

【0142】

また、本発明の一態様の表示装置100では、距離Gを実質的に無くすることができるため、絶縁層114の幅Fを幅Frよりも狭くすることができる(図2(A)および図3(A)参照)。また、幅Fを狭くすることができるため、画素230が占有する面積に対する発光素子170の発光面積の比(「開口率」ともいう。)を大きくすることができる。

40

【0143】

例えば、一定の発光輝度(発光量)を得る場合、発光素子170の発光面積を広くすることにより、単位面積当たりの発光輝度を下げることができる。すなわち、開口率を大きくすることにより、発光素子170の劣化が低減され、表示装置の信頼性を高めることができる。また、表示装置の視認性を高めることができる。また、表示装置の表示品位性を高めることができる。

【0144】

50

絶縁層 114 は、隣接する電極 171a と電極 171b (または、隣接する電極 171a と電極 171a) 間の電氣的短絡を防止するための隔壁として機能する。また、EL層 172 の形成にメタルマスクを用いる場合、メタルマスクが発光素子 170 を形成する領域に接触しないようにする機能も有する。

【0145】

しかしながら、絶縁層 114 の表面に沿って形成される EL 層 172 を介して、隣接する発光素子 170 に電荷が供給され、意図しない発光(「クロストーク」ともいう。)が生じる場合がある。クロストークは、絶縁層 114 の表面に沿って形成される EL 層 172 の距離  $K_r$  が小さくなると生じ易い。よって、幅  $F$  および幅  $F_r$  が狭くなるほど生じ易い。

10

【0146】

本発明の一態様の表示装置 100 では、絶縁層 116 を設けることにより、幅  $F$  が狭くなっても、絶縁層 114 の表面に沿って形成される EL 層 172 の距離  $K$  を一定以上に保つことができる(図 2(B)参照。)

【0147】

また、絶縁層 116 を設けることにより、絶縁層 114 の頂点から電極 171a の表面までの距離を長く(段差を大きく)することができる。また、絶縁層 116 を設けることにより、EL層 172 の段差被覆性が悪化しやすくなる。よって、絶縁層 114 上の EL 層 172 の抵抗値を高くすることができる。絶縁層 116 を設けることにより、クロストークが低減され、表示装置の表示品位を高めることができる。

20

【0148】

観察者の頭部に装着して使用するヘッドマウント型の表示装置(「ヘッドマウントディスプレイ」または「HMD」ともいう。)が知られている。HMD は、観察者が高い没入感を得ることができるため、VR(Virtual Reality)用の表示装置として使用されることも多い。

【0149】

HMD の装着者はレンズにより拡大された画像を観察する。このため、解像度が高くても幅  $F$  が広い表示装置では、画素一つ一つが認識され易くなり粒状感を強く感じてしまう。特に、表示素子として自発光素子を用いた表示装置はコントラスト比が大きいいため、粒状感が強くなり易い。

30

【0150】

本発明の一態様によれば、表示装置の幅  $F$  を狭くすることができる。よって、表示画像の粒状感を低減することができる。本発明の一態様の表示装置を用いることにより、没入感の高い HMD を実現できる。

【0151】

〔変形例 1〕

表示装置 100 の変形例である表示装置 100A の断面を図 4 に示す。表示装置 100A は、基板 121 と着色層 131 の間にタッチセンサ 370 を有する。本実施の形態では、タッチセンサ 370 は導電層 374、絶縁層 375、導電層 376a、導電層 376b、導電層 377、および絶縁層 378 を有する。

40

【0152】

導電層 376a、導電層 376b、および導電層 377 は、透光性を有する導電性材料で形成することが好ましい。ただし、一般に、透光性を有する導電性材料は、透光性を有さない導電性材料(遮光性を有する導電性材料)よりも抵抗率が高い。よって、タッチセンサの大型化、高精細化を実現するため、導電層 376a、導電層 376b、および導電層 377 を抵抗率が低い金属材料で形成する場合がある。

【0153】

また、導電層 376a、導電層 376b、および導電層 377 を金属材料で形成する場合、外光反射を低減することが好ましい。一般的に金属材料は反射率が大きい材料であるが、酸化処理などを施すことにより反射率を小さくして、暗色にすることができる。

50

## 【0154】

また、導電層376a、導電層376b、および導電層377を、金属層と反射率の小さい層（「暗色層」ともいう。）の積層としてもよい。暗色層は抵抗率が高いため、金属層と暗色層の積層とすることが好ましい。暗色層の一例としては、酸化銅を含む層、塩化銅または塩化テルルを含む層などがある。また、暗色層を、Ag粒子、Agファイバー、Cu粒子等の金属微粒子、カーボンナノチューブ（CNT）、またはグラフェン等のナノ炭素粒子、ならびに、PEDOT、ポリアニリン、またはポリピロールなどの導電性高分子などを用いて形成してもよい。

## 【0155】

また、タッチセンサ370として、抵抗膜方式または静電容量方式のタッチセンサのほか、光電変換素子を用いた光学式のタッチセンサなどを用いてもよい。静電容量方式としては、表面型静電容量方式、投影型静電容量方式等がある。投影型静電容量方式としては、主に駆動方式の違いから、自己容量方式、相互容量方式などがある。相互容量方式を用いると同時多点検出が可能となるため好ましい。

10

## 【0156】

なお、その他の構成については、表示装置100と同様のため、詳細な説明を省略する。

## 【0157】

また、基板121と着色層131の間にタッチセンサ370を設けずに、基板121の外側にタッチセンサを設けてもよい。例えば、シート状のタッチセンサ176を表示領域235に重ねて設けてもよい（図5参照。）。

20

## 【0158】

## 〔変形例2〕

表示装置100の変形例である表示装置100Bの断面を図6に示す。表示装置100Bは、基板121上に機能性部材135を有する。

## 【0159】

機能性部材135としては、偏光板、位相差板、光拡散層（拡散フィルムなど）、反射防止層（「Anti Reflection層」または「AR層」ともいう。）、防眩層（「Anti Glare層」または「AG層」ともいう。）および集光フィルム等の光学部材が挙げられる。また、光学部材以外の機能性部材としては、ゴミの付着を抑制する帯電防止膜、汚れを付着しにくくする撥水性の膜、使用に伴う傷の発生を抑制するハードコート膜などが挙げられる。機能性部材135として、上記部材を組み合わせて用いてもよい。例えば、直線偏光板と位相差板を組み合わせた円偏光板を用いてもよい。

30

## 【0160】

AR層は、光の干渉作用を利用して、外光の正反射（鏡面反射）を低減する機能を有する。機能性部材135としてAR層を用いる場合、AR層は、基板121の屈折率と異なる屈折率を有する材料で形成される。AR層は、例えば、酸化ジルコニウム、フッ化マグネシウム、酸化アルミニウム、酸化シリコンなどの材料を用いて形成することができる。

## 【0161】

また、AR層に代えて防眩層（「Anti Glare層」または「AG層」ともいう。）を設けてもよい。AG層は、入射した外光を拡散させることにより、正反射（鏡面反射）を低減する機能を有する。

40

## 【0162】

AG層の形成方法としては、表面に微細な凹凸を設ける方法、屈折率の異なる材料を混合する方法、または、双方を組み合わせる方法などが知られている。例えば、透光性を有する樹脂に、セルロース繊維などのナノファイバ、酸化シリコンなどの無機ビーズ、または樹脂ビーズなどを混合して、AG層を形成することができる。

## 【0163】

また、AR層に重ねてAG層を設けてもよい。AR層とAG層を積層して設けることで、外光の反射や映り込みを防ぐ機能をより高めることができる。AR層、および/またはAG層などを用いることにより、表示装置の表面の外光反射率を1%未満、好ましくは0.

50

3%未満とするとよい。

【0164】

なお、その他の構成については、表示装置100と同様のため、詳細な説明を省略する。

【0165】

〔変形例3〕

表示装置100の変形例である表示装置100Cの断面を図7に示す。表示装置100Cは、画素毎に発光色の異なる発光素子170を有する。図7では、一例として、赤色の光175Rを発光する発光素子170R、緑色の光175Gを発光する発光素子170G、青色の光175Bを発光する発光素子170B、を示している。

【0166】

発光素子170Rは、電極171a、EL層172R、および電極173を有する。発光素子170Gは、電極171b、EL層172G、および電極173を有する。発光素子170Bは、電極171a（発光素子170Rの電極171aとは異なる電極。）、EL層172B、および電極173を有する。

【0167】

画素毎に発光色の異なるEL層172（図7では、EL層172R、EL層172G、およびEL層172B。）を設けることで、色純度の高い発光色を得ることができる。よって、着色層131の形成を省略することができる。また、前述したように、発光素子170R、発光素子170G、および発光素子170Bにマイクロキャビティ構造を付与することにより色純度をさらに高めることができる。

【0168】

〔変形例4〕

表示装置100の変形例である表示装置100Dの断面を図8に示す。表示装置100Dは、発光素子170がマイクロキャビティ構造を有する表示装置である。

【0169】

発光素子170にマイクロキャビティ構造を付与することで、各画素に同じ発光色（例えば白色）のEL層172を用いても、画素毎に異なる発光色を得ることができる。図8では、一例として、赤色の光175Rを発光する発光素子170R、緑色の光175Gを発光する発光素子170G、青色の光175Bを発光する発光素子170B、を示している。

【0170】

発光素子170をマイクロキャビティ構造にする場合、電極173を一定割合の光を透過して一定割合の光を反射する（半透過）導電性材料を用いて形成し、電極171を、反射率の高い（可視光の反射率が、好ましくは80%以上100%以下、より好ましくは90%以上100%以下）導電性材料と、透過率の高い（可視光の透過率が好ましくは70%以上100%以下、より好ましくは90%以上100%以下）導電性材料の積層で形成する。ここでは、電極171を、可視光を反射する機能を有する導電性材料で形成された電極171\_\_1と、可視光を透過する機能を有する導電性材料で形成された電極171\_\_2の積層としている。電極171\_\_2は、EL層172と電極171\_\_1の間に設ける。電極171\_\_1は反射電極として機能できる。

【0171】

例えば、電極173として、厚さ1nm乃至30nm、好ましくは1nm乃至15nmの銀（Ag）を含む導電性材料、またはアルミニウム（Al）を含む導電性材料などを用いればよい。例えば、電極173として厚さ10nmの銀とマグネシウムを含む導電性材料を用いる。

【0172】

また、電極171\_\_1として厚さ50nm乃至500nm、好ましくは50nm乃至200nmの銀（Ag）を含む導電性材料、またはアルミニウム（Al）を含む導電性材料などを用いればよい。例えば、電極171\_\_1として厚さ100nmの銀を含む導電性材料を用いる。

10

20

30

40

50

## 【0173】

また、電極171\_2として厚さ1nm乃至200nm、好ましくは5nm乃至100nmのインジウム(In)を含む導電性酸化物、または亜鉛(Zn)を含む導電性酸化物などを用いればよい。例えば、電極171\_2としてインジウム錫酸化物を用いる。また、電極171\_1の下に、さらに導電性酸化物を設けてもよい。

## 【0174】

電極171\_2の厚さtを変えることで、電極173とEL層172の界面Aから電極171\_1と電極171\_2の界面Bまでの距離dを任意の値に設定することができる。言い換えると、界面Aから界面Bまでの光路長を任意の値に設定することができる。

## 【0175】

EL層172で生じた光の波長を  $\lambda$  とすると、マイクロキャビティ構造を有する発光素子170では、 $\lambda/2$ の整数倍が光路長と等しくなる光が射出される。よって、スペクトル幅の狭い発光を得ることができる。また、画素ごとに電極171\_2の厚さtを変えることで、同じEL層172を用いても、画素ごとに異なる波長の発光が得られる。

## 【0176】

マイクロキャビティ構造を用いることによって、各発光色の色純度を高め、色再現性の良好な表示装置を実現することができる。また、画素ごと(発光色ごと)に異なるEL層172を形成する必要がないため、表示装置の生産性を高めることができる。また、表示装置の高精細化を容易とすることができる。

## 【0177】

なお、距離dの調整方法は上記の調整方法に限定されない。例えば、EL層172の厚さを変えることで距離dを調整してもよい。

## 【0178】

また、マイクロキャビティ構造の発光素子170と着色層131を組み合わせることで用いてもよい。これにより、外部から入射した光(「外光」ともいう。)の映り込みを軽減することができる。

## 【0179】

例えば、マイクロキャビティ構造によって赤色の光175Rを発する発光素子170と、赤色光を透過する着色層131を組み合わせる場合を考える。外光が有する波長域のうち、赤以外の波長は、赤色光を透過する着色層131で吸収される。また、着色層131を通過して発光素子170内に入射した赤色の外光は、マイクロキャビティ構造の効果によって、大部分が消失する。

## 【0180】

マイクロキャビティ構造の発光素子170と着色層131を組み合わせることで用いることにより、外光の映り込みが軽減され、表示装置の視認性を高めることができる。また、表示品位の良好な表示装置を実現することができる。また、映りこみ防止のための機能性部材を設ける必要がないため、表示装置の生産性を高めることができる。

## 【0181】

本実施の形態は、他の実施の形態などに記載した構成と適宜組み合わせることで実施することが可能である。

## 【0182】

(実施の形態2)

表示装置100の作製方法の一例について、図面を用いて説明する。本実施の形態では、表示領域235に着目して作製方法を説明する。

## 【0183】

なお、表示装置を構成する絶縁層、半導体層、電極や配線を形成するための導電層などは、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: Pulse Laser Deposition)法、原子層成膜(ALD: Atomic Layer Deposition)法など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

10

20

30

40

50

学気相堆積 (PECVD) 法や、熱CVD法でもよい。熱CVD法の例として、有機金属化学気相堆積 (MOCVD: Metal Organic CVD) 法を用いてもよい。

【0184】

また、表示装置を構成する絶縁層、半導体層、電極や配線を形成するための導電層などは、スピコート、ディップ、スプレー塗布、インクジェット、ディスペンス、スクリーン印刷、オフセット印刷、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してもよい。

【0185】

PECVD法は、比較的低温で高品質の膜が得られる。MOCVD法、ALD法、または熱CVD法などの、成膜時にプラズマを用いない成膜方法を用いると、被形成面にダメージが生じにくい。例えば、半導体装置に含まれる配線、電極、素子(トランジスタ、容量素子など)などは、プラズマから電荷を受け取ることでチャージアップする場合がある。このとき、蓄積した電荷によって、半導体装置に含まれる配線、電極、素子などが破壊される場合がある。一方、プラズマを用いない成膜方法の場合、こういったプラズマダメージが生じないため、半導体装置の歩留まりを高くすることができる。また、成膜中のプラズマダメージが生じないため、欠陥の少ない膜が得られる。

10

【0186】

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

20

【0187】

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

30

【0188】

なお、ALD法により成膜する場合は、材料ガスとして塩素を含まないガスを用いることが好ましい。

【0189】

また、スパッタリング法で酸化物半導体を形成する場合、スパッタリング装置におけるチャンパーは、酸化物半導体にとって不純物となる水等を可能な限り除去すべくクライオポンプのような吸着式の真空排気ポンプを用いて、高真空( $5 \times 10^{-7}$  Paから $1 \times 10^{-4}$  Pa程度まで)に排気することが好ましい。特に、スパッタリング装置の待機時における、チャンパー内の $H_2O$ に相当するガス分子( $m/z = 18$ に相当するガス分子)の分圧を $1 \times 10^{-4}$  Pa以下、好ましく $5 \times 10^{-5}$  Pa以下とすることが好ましい。成膜温度はRT以上500以下が好ましく、RT以上300以下がより好ましく、RT以上200以下がさらに好ましい。

40

【0190】

また、スパッタリングガスの高純度化も必要である。例えば、スパッタリングガスとして用いる酸素ガスやアルゴンガスは、露点が-40以下、好ましくは-80以下、より好ましくは-100以下、より好ましくは-120以下にまで高純度化したガスを用いることで酸化物半導体膜に水分等が取り込まれることを可能な限り防ぐことができる。

【0191】

50

また、スパッタリング法で絶縁層、導電層、または半導体層などを形成する場合、酸素を含むスパッタリングガスを用いることで、被形成層に酸素を供給することができる。スパッタリングガスに含まれる酸素が多いほど、被形成層に供給される酸素が多くなりやすい。

【0192】

表示装置を構成する層（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。または、遮蔽マスクを用いた成膜方法により、島状の層を形成してもよい。または、ナノインプリント法、サンドブラスト法、リフトオフ法などにより層を加工してもよい。フォトリソグラフィ法としては、加工したい層（薄膜）上にレジストマスクを形成して、レジストマスクをマスクとして用いて、当該層（薄膜）の一部を選択的に除去し、その後レジストマスクを除去する方法と、感光性を有する層を成膜した後に、露光、現像を行って、当該層を所望の形状に加工する方法と、がある。

10

【0193】

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

20

【0194】

層（薄膜）の除去（エッチング）には、ドライエッチング法、ウエットエッチング法、サンドブラスト法などを用いることができる。また、これらのエッチング方法を組み合わせて用いてもよい。

【0195】

< 作製方法例 >

本実施の形態に示す表示装置100は、第1素子基板181（図9（D）参照。）と第2素子基板182（図14参照。）を組み合わせる作製する。

30

【0196】

〔第1素子基板181〕

まず、第1素子基板181の作製方法について説明する。

【0197】

[工程A1]

支持基板331上に剥離層332を形成し、剥離層332上に層333を形成する（図9（A）参照。）。支持基板331としては、基板111または基板121と同様の材料を用いることができる。また、支持基板331は、紫外光を透過する機能を有することが好ましい。

40

【0198】

本実施の形態では支持基板331としてガラス基板を用いる。また、支持基板331は表示装置100の作製工程に耐えうる機械的強度を有することが好ましい。言い換えると、支持基板331は、搬送が容易となる程度に剛性を有し、かつ作製工程にかかる温度に対して耐熱性を有することが好ましい。

【0199】

剥離層332は、後に工程C6で照射する光を吸収する機能を有することが好ましい。剥離層332としては、金属層または金属酸化物層などを用いることができる。例えば、剥離層332として、酸化チタン（TiO<sub>x</sub>）、酸化モリブデン、酸化アルミニウム、酸化タンゲステン、シリコンを含むインジウム錫酸化物（ITO）、インジウム亜鉛酸化物、In-Ga-Zn酸化物などを用いることができる。

50

## 【0200】

剥離層332の形成方法に特に限定は無い。例えば、スパッタリング法、プラズマCVD法、蒸着法、ゾルゲル法、電気泳動法、スプレー法等を用いて形成することができる。

## 【0201】

剥離層332に金属酸化物を用いる場合は、金属層を成膜した後に、当該金属層に酸素を導入することで、剥離層332を形成することができる。このとき、金属層の表面のみ、または金属層全体を酸化させる。前者の場合、金属層に酸素を導入することで、金属層と金属酸化物層との積層構造が形成される。

## 【0202】

また、金属層を、酸素を含む雰囲気下で金属層を加熱することで酸化させてもよい。この場合、酸素を含むガスを流しながら金属層を加熱することが好ましい。金属層を加熱する温度は、100以上500以下が好ましく、100以上450以下がより好ましく、100以上400以下がより好ましく、100以上350以下がさらに好ましい。

10

## 【0203】

金属層を加熱する温度は、トランジスタの作製における最高温度以下が好ましい。これにより、表示装置の作製における最高温度が高くなることを防止できる。トランジスタの作製における最高温度以下とすることで、トランジスタの作製工程における製造装置などを流用することが可能となるため、追加の設備投資などを抑制することができる。したがって、生産コストが抑制された表示装置とすることができる。例えば、トランジスタの作製温度が350までである場合、加熱処理の温度は350以下とすることが好ましい。

20

## 【0204】

金属層を形成し、金属層の表面にラジカル処理を行って剥離層332としてもよい。ラジカル処理では、酸素ラジカル及びヒドロキシラジカルのうち少なくとも一方を含む雰囲気中に、金属層の表面を曝すことが好ましい。例えば、酸素または水蒸気(H<sub>2</sub>O)のうち一方または双方を含む雰囲気中でプラズマ処理を行うことが好ましい。

## 【0205】

ラジカル処理は、プラズマ発生装置またはオゾン発生装置を用いて行うことができる。例えば、酸素プラズマ処理、水素プラズマ処理、水プラズマ処理、オゾン処理等で行うことができる。酸素プラズマ処理は、酸素を含む雰囲気中でプラズマを生成して行うことができる。水素プラズマ処理は、水素を含む雰囲気中でプラズマを生成して行うことができる。水プラズマ処理は、水蒸気(H<sub>2</sub>O)を含む雰囲気中でプラズマを生成して行うことができる。特に水プラズマ処理を行うことで、剥離層332の表面または内部に水分を多く含ませることができ好ましい。

30

## 【0206】

また、酸素、水素、水(水蒸気)、及び不活性ガス(代表的にはアルゴン)のうち、2種以上を含む雰囲気下でのプラズマ処理を行ってもよい。当該プラズマ処理としては、例えば、酸素と水素とを含む雰囲気下でのプラズマ処理、酸素と水とを含む雰囲気下でのプラズマ処理、水とアルゴンとを含む雰囲気下でのプラズマ処理、酸素とアルゴンとを含む雰囲気下でのプラズマ処理、または酸素と水とアルゴンとを含む雰囲気下でのプラズマ処理などが挙げられる。プラズマ処理のガスの一つとして、アルゴンガスを用いることで剥離層332にダメージを与えながら、プラズマ処理を行うことが可能となるため好適である。

40

## 【0207】

2種以上のプラズマ処理を大気に暴露することなく連続で行ってもよい。例えば、アルゴンプラズマ処理を行った後に、水プラズマ処理を行ってもよい。

## 【0208】

これにより、剥離層332の表面または内部に、水素、酸素、水素ラジカル(H<sup>\*</sup>)、酸素ラジカル(O<sup>\*</sup>)、ヒドロキシラジカル(OH<sup>\*</sup>)等を含ませることができる。また、これらが、加熱処理や光照射により加熱され、H<sub>2</sub>Oとなる。

50

## 【0209】

剥離層332の厚さは、1nm以上200nm以下が好ましく、5nm以上100nm以下がより好ましく、5nm以上50nm以下がより好ましい。なお、金属層を酸化して剥離層332を形成する場合、最終的に形成される剥離層332の厚さは、成膜した金属層の厚さよりも厚くなることもある。

## 【0210】

後に行う、剥離層332と層333の分離前または分離中に、剥離層332と層333との界面に水を含む液体を供給することで、分離に要する力を低減させることができる。剥離層332と当該液体との接触角が小さいほど、分離に要する力を低減させることができる。具体的には、剥離層332の水を含む液体との接触角は、0°より大きく60°以下が好ましく、0°より大きく50°以下がより好ましい。なお、水を含む液体に対する濡れ性が極めて高い場合（例えば接触角が約20°以下の場合）には、接触角の正確な値の取得が困難なことがある。剥離層332は、水を含む液体に対する濡れ性が高いほど好適であるため、上記接触角の正確な値が取得できないほど、水を含む液体に対する濡れ性が高くてもよい。

10

## 【0211】

剥離層332には、酸化チタン、酸化タングステン等が好適である。酸化チタンを用いると、酸化タングステンよりもコストを低減でき、好ましい。

## 【0212】

剥離層332は光触媒機能を有してもよい。光触媒機能を有する剥離層332に光を照射することで、光触媒反応を生じさせることができる。これにより、剥離層332と層333との結合力を弱め、容易に分離できる場合がある。剥離層332には、剥離層332を活性化させる波長の光を適宜照射することができる。例えば、剥離層332に紫外光を照射する。例えば、剥離層332の成膜後、他の層を介することなく、剥離層332に直接、紫外光を照射してもよい。紫外光の照射には、紫外光ランプを好適に用いることができる。紫外光ランプとしては、水銀ランプ、水銀キセノンランプ、メタルハライドランプ等が挙げられる。または、分離前に行うレーザ照射工程によって、剥離層332を活性化させてもよい。

20

## 【0213】

剥離層332として、金属元素もしくは窒素を添加した酸化チタンを用いてもよい。これらの元素を添加した酸化チタンを用いて剥離層332を形成すると、紫外光でなく、可視光によって剥離層332と層333を分離することができる。

30

## 【0214】

層333は、各種樹脂材料（樹脂前駆体を含む）を用いて形成することができる。層333は、熱硬化性を有する材料を用いて形成することが好ましい。層333は、感光性を有する材料を用いて形成してもよく、感光性を有さない材料（非感光性の材料ともいう）を用いて形成してもよい。

## 【0215】

感光性を有する材料を用いると、光を用いたフォトリソグラフィ法により、層333の一部を除去し、所望の形状の層333を形成することができる。

40

## 【0216】

層333は、ポリイミド樹脂またはポリイミド樹脂前駆体を含む材料を用いて形成されることが好ましい。層333は、例えば、ポリイミド樹脂と溶媒を含む材料、またはポリアミック酸と溶媒を含む材料等を用いて形成できる。ポリイミドは、表示装置の平坦化膜等に好適に用いられる材料であるため、成膜装置や材料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や材料を必要としない。

## 【0217】

そのほか、層333の形成に用いることができる樹脂材料としては、例えば、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、ポリアミド樹脂、ポリイミドアミド樹脂、シロキサン樹脂、ベンゾシクロブテン系樹脂、フェノール樹脂、及びこれら樹脂の前駆体等が挙げられる。

50

## 【0218】

層333は、スリットコートまたはスピンコートなどを用いて形成することが好ましい。スピンコート法を用いることで、大判基板に薄い膜を均一に形成することができる。

## 【0219】

層333は、粘度が5cP以上500cP未満、好ましくは5cP以上100cP未満、より好ましくは10cP以上50cP以下の溶液を用いて形成することが好ましい。溶液の粘度が低いほど、塗布が容易となる。また、溶液の粘度が低いほど、気泡の混入を抑制でき、良質な層を形成できる。

## 【0220】

また、層333として、加熱により水素を放出する無機材料を用いてもよい。例えば、層333として、水素を含む非晶質シリコンなどを用いてもよい。

10

## 【0221】

次に、層333に対して加熱処理を行い、層333を硬化させる。加熱処理は、例えば、加熱装置のチャンバーの内部に、酸素、窒素、及び希ガス（アルゴンなど）のうち一つまたは複数を含むガスを流しながら行うことができる。または、加熱処理は、大気雰囲気下で加熱装置のチャンパー、ホットプレート等を用いて行うことができる。

## 【0222】

大気雰囲気下や酸素を含むガスを流しながら加熱処理を行うと、層333が酸化により着色し、可視光に対する透過性が低下することがある。そのため、窒素ガスを流しながら、加熱を行うことが好ましい。これにより、層333の可視光に対する透過性を高めることができる。

20

## 【0223】

加熱処理の温度は、トランジスタの作製における最高温度以下とすることが好ましい。例えば、トランジスタの作製温度が350 までである場合、加熱処理の温度は350 以下とすることが好ましい。

## 【0224】

加熱処理の時間は、例えば、5分以上24時間以下が好ましく、30分以上12時間以下がより好ましく、1時間以上6時間以下がさらに好ましい。なお、加熱処理の時間はこれに限定されない。例えば、加熱処理を、RTA (Rapid Thermal Annealing) 法を用いて行う場合などは、5分未満としてもよい。

30

## 【0225】

加熱装置としては、電気炉や、抵抗発熱体などの発熱体からの熱伝導または熱輻射によって被処理物を加熱する装置等、様々な装置を用いることができる。例えば、GRTA (Gas Rapid Thermal Anneal) 装置、LRTA (Lamp Rapid Thermal Anneal) 装置等のRTA装置を用いることができる。LRTA装置は、ハロゲンランプ、メタルハライドランプ、キセノンアークランプ、カーボンアークランプ、高圧ナトリウムランプ、高圧水銀ランプなどのランプから発する光（電磁波）の輻射により、被処理物を加熱する装置である。GRTA装置は、高温のガスを用いて加熱処理を行う装置である。RTA装置を用いることによって、処理時間が短縮することができるので、量産する上で好ましい。また、加熱処理はインライン型の加熱装置を用いて行ってもよい。

40

## 【0226】

加熱処理を行う前に、層333に含まれる溶媒を除去するための熱処理（プリベーク処理ともいう）を行ってもよい。プリベーク処理の温度は用いる材料に応じて適宜決定することができる。例えば、50 以上180 以下、80 以上150 以下、または90 以上120 以下で行うことができる。または、加熱処理がプリベーク処理を兼ねてもよく、加熱処理によって、層333に含まれる溶媒を除去してもよい。

## 【0227】

層333の厚さは、0.01 $\mu$ m以上10 $\mu$ m未満であることが好ましく、0.1 $\mu$ m以上5 $\mu$ m以下であることがより好ましく、0.5 $\mu$ m以上3 $\mu$ m以下であることがさらに

50

好ましい。層 3 3 3 を薄く形成することで、低コストで表示装置を作製できる。

【 0 2 2 8 】

層 3 3 3 の熱膨張係数は、 $0.1 \text{ ppm} /$  以上  $50 \text{ ppm} /$  以下であることが好ましく、 $0.1 \text{ ppm} /$  以上  $20 \text{ ppm} /$  以下であることがより好ましく、 $0.1 \text{ ppm} /$  以上  $10 \text{ ppm} /$  以下であることがさらに好ましい。層 3 3 3 の熱膨張係数が低いほど、加熱により、トランジスタ等を構成する層にクラックが生じることや、トランジスタ等が破損することを抑制できる。

【 0 2 2 9 】

剥離層 3 3 2 と層 3 3 3 の分離は、上記の光照射による分離方法以外に、物理的に分離する方法がある。

10

【 0 2 3 0 】

剥離層 3 3 2 と層 3 3 3 を物理的に分離する場合は、例えば、剥離層 3 3 2 としてタンゲステンなどの高融点金属材料を含む層と、当該金属材料の酸化物を含む層を積層して用いる。高融点金属材料を含む金属層を形成し、該金属層の表面を酸素プラズマ処理などにより酸化させてもよい。

【 0 2 3 1 】

また、剥離層 3 3 2 と層 3 3 3 を物理的に分離する場合は、例えば、層 3 3 3 として、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコンなどの酸素を含む無機絶縁材料を用いる。

【 0 2 3 2 】

例えば、剥離層 3 3 2 を形成した支持基板 3 3 1 に、垂直方向に引っ張る力を加えることにより、剥離層 3 3 2 と層 3 3 3 を分離することができる。

20

【 0 2 3 3 】

光照射による分離方法と同様に物理的に分離する方法においても、分離時に、分離界面に水や水溶液など、水を含む液体を添加し、該液体が分離界面に浸透するように分離を行うことで、分離を容易に行うことができる。また、分離時に生じる静電気が、トランジスタなどの機能素子に悪影響を及ぼすこと（半導体素子が静電気により破壊されるなど）を抑制できる。

【 0 2 3 4 】

供給する液体としては、水（好ましくは純水）、中性、アルカリ性、もしくは酸性の水溶液や、塩が溶けている水溶液が挙げられる。また、エタノール、アセトン等が挙げられる。また、各種有機溶剤を用いてもよい。

30

【 0 2 3 5 】

なお、光照射による分離方法を用いる場合は、剥離層 3 3 2 を形成しなくても構わない。ただし、剥離層 3 3 2 を形成することにより、照射する光の吸収を高めることができる。また、剥離層 3 3 2 を形成することにより、分離工程の歩留まりを高めることができる。よって、表示装置の生産性を高めることができる。

【 0 2 3 6 】

また、層 3 3 3 に水溶性の樹脂材料を用いてもよい。層 3 3 3 に水溶性の樹脂材料を用いることで、例えば、支持基板 3 3 1 の分離工程を洗浄工程で兼ねることができる。よって、光照射工程、物理的に引き剥がす工程などを削減できる。また、後に行なう層 3 3 3 の除去工程も削減できる。

40

【 0 2 3 7 】

[ 工程 A 2 ]

次に、層 3 3 3 の上に絶縁層 1 2 9 を設ける。

【 0 2 3 8 】

[ 工程 A 3 ]

次に、絶縁層 1 2 9 の上に遮光層 1 3 2 を設ける（図 9（B）参照。）。。

【 0 2 3 9 】

[ 工程 A 4 ]

50

次に、絶縁層 1 2 9 および遮光層 1 3 2 の上に着色層 1 3 1 を設ける（図 9（C）参照。）。

【0240】

着色層 1 3 1 は、感光性の材料を用いて形成することで、フォトリソグラフィ法等により島状に加工することができる。着色層 1 3 1 と遮光層 1 3 2 は、必要に応じて設ければよい。よって、着色層 1 3 1 と遮光層 1 3 2 の少なくとも一方を設けない場合もありうる。なお、表示装置 1 0 0 では、周辺回路領域 2 3 2 および周辺回路領域 2 3 3 等と重ねて遮光層 1 3 2 を設けている。

【0241】

[工程 A 5]

次に、着色層 1 3 1 および遮光層 1 3 2 上に、絶縁層 1 3 3 を形成する（図 9（D）参照。）。

【0242】

絶縁層 1 3 3 は、平坦化層として機能することが好ましい。絶縁層 1 3 3 には、アクリル樹脂、エポキシ樹脂などの樹脂材料を好適に用いることができる。絶縁層 1 3 3 として無機絶縁層を用いてもよい。

【0243】

以上のようにして、第 1 素子基板 1 8 1 を作製することができる。

【0244】

[第 2 素子基板 1 8 2]

続いて、第 2 素子基板 1 8 2 の作製方法について説明する。

【0245】

[工程 B 1]

支持基板 3 3 4 上に剥離層 3 3 5 を形成し、剥離層 3 3 5 上に層 3 3 6 を形成し、層 3 3 6 上に絶縁層 1 1 3 を形成する（図 10（A）参照。）。支持基板 3 3 4 としては、支持基板 3 3 1 と同様の材料を用いることができる。また、剥離層 3 3 5 は、剥離層 3 3 2 と同様の材料および方法で形成する。また、層 3 3 6 は、層 3 3 3 と同様の材料および方法で形成する。また、絶縁層 1 1 3 は、絶縁層 1 2 9 と同様の材料および方法で形成する。

【0246】

[工程 B 2]

次に、絶縁層 1 1 3 上に電極 2 2 1 を形成する。電極 2 2 1 は、導電膜を成膜した後、レジストマスクを形成し、当該導電膜をエッチングした後にレジストマスクを除去することで形成できる（図 10（B）参照。）。

【0247】

[工程 B 3]

次に、絶縁層 1 1 3 および電極 2 2 1 上に、絶縁層 2 1 1 を形成する（図 10（C）参照。）。絶縁層 2 1 1 としては、例えば、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、窒化アルミニウム膜などの無機絶縁膜を用いることができる。また、酸化ハフニウム膜、酸化イットリウム膜、酸化ジルコニウム膜、酸化ガリウム膜、酸化タンタル膜、酸化マグネシウム膜、酸化ランタン膜、酸化セリウム膜、及び酸化ネオジム膜等を用いてもよい。また、上述の絶縁膜を 2 以上積層して用いてもよい。

【0248】

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

【0249】

また、半導体層 2 3 1 に酸化物半導体を用いる場合は、半導体層 2 3 1 と接する領域を有する絶縁層は、加熱により酸素が放出される絶縁層（以下、「過剰酸素を含む絶縁層」ともいう。）であることが好ましい。よって、半導体層 2 3 1 に酸化物半導体を用いる場合

10

20

30

40

50

は、絶縁層 2 1 1 は過剰酸素を含む絶縁層であることが好ましい。

【0250】

なお、本明細書などにおいて、加熱により層中から放出される酸素を「過剰酸素」という。過剰酸素を含む絶縁層は、絶縁層の表面温度が 100 以上 700 以下、好ましくは 100 以上 500 以下の加熱処理で行われる TDS 分析にて、酸素原子に換算した酸素の脱離量が、 $1.0 \times 10^{18}$  atoms/cm<sup>3</sup> 以上、 $1.0 \times 10^{19}$  atoms/cm<sup>3</sup> 以上、または  $1.0 \times 10^{20}$  atoms/cm<sup>3</sup> 以上となる場合もある。

【0251】

[工程 B 4]

次に、半導体層 2 3 1 を形成する (図 10 (C) 参照。)。本実施の形態では、半導体層 2 3 1 として、酸化物半導体層を形成する。酸化物半導体層は、酸化物半導体膜を成膜した後、レジストマスクを形成し、当該酸化物半導体膜をエッチングした後にレジストマスクを除去することで形成できる。

10

【0252】

酸化物半導体膜の成膜時の基板温度は、350 以下が好ましく、室温以上 200 以下がより好ましく、室温以上 130 以下がさらに好ましい。

【0253】

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

20

【0254】

酸化物半導体膜は、少なくともインジウムまたは亜鉛を含むことが好ましい。特にインジウム及び亜鉛を含むことが好ましい。

【0255】

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

30

【0256】

特に、エネルギーギャップが 2.5 eV 以上の半導体材料は、可視光の透過率が高いため好ましい。

【0257】

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

【0258】

[工程 B 5]

続いて、電極 2 2 4 a、電極 2 2 4 b、および配線 1 2 5 を形成する (図 10 (D) 参照。)。電極 2 2 4 a、電極 2 2 4 b、および配線 1 2 5 は、導電膜を成膜した後、レジストマスクを形成し、当該導電膜をエッチングした後にレジストマスクを除去することにより形成できる。電極 2 2 4 a および電極 2 2 4 b は、それぞれ、半導体層 2 3 1 と接続される。

40

【0259】

なお、電極 2 2 4 a および電極 2 2 4 b を形成する際に、レジストマスクに覆われていない半導体層 2 3 1 の一部がエッチングにより薄膜化する場合がある。

【0260】

[工程 B 6]

次に、絶縁層 2 1 0 を形成する (図 11 (A) 参照。)。絶縁層 2 1 0 として、酸素を含む雰囲気下で成膜した酸化シリコン層や酸化窒化シリコン層等の酸化物絶縁層を用いるこ

50

とが好ましい。酸化物絶縁層を酸素を含む雰囲気下で形成することで、過剰酸素を含む絶縁層とすることができる。

【0261】

[工程B7]

次に、絶縁層210上に電極226を形成する(図11(B)参照。)。電極226は半導体層231と重なる領域を有する。このようにしてトランジスタ251を形成することができる。なお、図示していないが、トランジスタ252も同様に形成される。

【0262】

[工程B8]

次に、絶縁層213を形成する(図11(C)参照。)。絶縁層213は、窒化シリコンなどの酸素を拡散、透過しにくい絶縁材料で形成することが好ましい。

10

【0263】

絶縁層210が過剰酸素を含む絶縁層である場合、酸素を拡散、透過しにくい絶縁膜を積層した状態で、加熱処理を行うことにより、酸化物半導体層に酸素を効率よく供給することができる。その結果、酸化物半導体層中の酸素欠損、および酸化物半導体層と絶縁層210の界面の欠陥を修復し、欠陥準位を低減することができる。これにより、極めて信頼性の高いトランジスタを実現できる。また、表示装置に当該トランジスタを用いることで、表示装置の信頼性を高めることができる。

【0264】

[工程B9]

次に、絶縁層115を形成する(図11(D)参照。)。絶縁層115は、後に形成する表示素子の被形成面となる層であるため、平坦化層として機能することが好ましい。

20

【0265】

[工程B10]

次に、絶縁層115、絶縁層213、および絶縁層210に、電極224aに達する開口161を形成する(図11(D)参照。)。

【0266】

[工程B11]

次に、絶縁層115上の、後に画素230aとなる領域に、電極171aを形成する(図12(A)参照。)。電極171aは、導電膜を成膜した後、レジストマスクを形成し、当該導電膜をエッチングした後にレジストマスクを除去することにより形成できる。ここで、後に画素230aとなる領域のトランジスタ251が有する電極224aと電極171aが電氣的に接続する。電極171aは、可視光を反射する導電材料を用いて形成する。

30

【0267】

[工程B12]

次に、絶縁層116を形成する(図12(B)参照。)。絶縁層116は、後に形成する表示素子の被形成面となる層であるため、平坦化層として機能することが好ましい。絶縁層116は、絶縁層115と同様の材料および方法で形成すればよい。

【0268】

[工程B13]

次に、絶縁層116に開口162を形成する(図12(B)参照。)。開口162は、後に画素230bとなる領域の開口161と重なるように形成する。

40

【0269】

[工程B14]

次に、絶縁層116上の、後に画素230bとなる領域に、電極171bを形成する(図12(C)参照。)。電極171bは、導電膜を成膜した後、レジストマスクを形成し、当該導電膜をエッチングした後にレジストマスクを除去することにより形成できる。ここで、後に画素230bとなる領域のトランジスタ251が有する電極224aと電極171bが電氣的に接続する。電極171bは、電極171aと同様の材料および方法で形成

50

すればよい。

【0270】

[工程B15]

次に、電極171aと重なる領域の、絶縁層116の一部を除去し、電極171a表面を露出させる(図13(A)参照。)

【0271】

[工程B16]

次に、電極171aおよび電極171bの端部を覆う絶縁層114を形成する(図13(B)参照。)。絶縁層114は、電極171aと重なる開口と、電極171bと重なる開口と、を有する。

10

【0272】

[工程B17]

次に、EL層172を形成する(図13(C)参照。)。本実施の形態では、EL層172を有機ELで形成する。よって、本実施の形態におけるEL層172は有機層である。EL層172は、蒸着法、塗布法、印刷法、吐出法などの方法で形成することができる。なお、EL層172を画素毎に作り分ける場合、メタルマスクなどのシャドウマスクを用いた蒸着法、またはインクジェット法等により形成することができる。EL層172を画素毎に作り分けない場合には、メタルマスクを用いない蒸着法を用いることができる。

【0273】

EL層172の形成後に行う各工程は、EL層172にかかる温度が、EL層172の耐熱温度以下となるように行う。

20

【0274】

[工程B18]

次に、電極173を形成する(図14参照。)。電極173は、一部が発光素子170aの共通電極として機能し、他の一部が発光素子170bの共通電極として機能する。電極173は、可視光を透過する導電材料を用いて形成する。

【0275】

以上のようにして、第2素子基板182を作製することができる。

【0276】

なお、フォトリソグラフィ工程に多階調マスクを用いることで、表示装置の生産性を高めることができる。ここで、図15を用いて、多階調マスクについて説明しておく。多階調マスクとは、露光部分、中間露光部分、及び未露光部分に3つの露光レベルを行うことが可能なマスクであり、透過した光が複数の強度となる露光マスクである。一度の露光および現像工程により、複数(代表的には二種類)の厚さの領域を有するレジストマスクを形成することが可能である。このため、多階調マスクを用いることで、露光マスク(フォトマスク)の枚数を削減することが可能である。

30

【0277】

多階調マスクの代表例としては、図15(A)に示すようなグレーンマスク801a、図15(C)に示すようなハーフーンマスク801bがある。

【0278】

図15(A)に示すように、グレーンマスク801aは、透光性基板802及びその上に形成される遮光部803並びに回折格子804で構成される。遮光部803においては、光の透過率が0%である。一方、回折格子804はスリット、ドット、メッシュ等の光透過部の間隔を、露光に用いる光の解像度限界以下の間隔とすることにより、光の透過率を制御することができる。なお、回折格子804は、周期的なスリット、ドット、メッシュ、または非周期的なスリット、ドット、メッシュどちらも用いることができる。

40

【0279】

透光性基板802としては、石英等の透光性基板を用いることができる。遮光部803及び回折格子804は、クロムや酸化クロム等の光を吸収する遮光材料を用いて形成することができる。

50

## 【0280】

グレートンマスク801aに露光光を照射した場合、図15(B)に示すように、遮光部803においては、光透過率805は0%であり、遮光部803も回折格子804も設けられていない領域の光透過率805は100%である。また、回折格子804においては、10~70%の範囲で調整可能である。回折格子804における光の透過率の調整は、回折格子のスリット、ドット、またはメッシュの間隔及びピッチの調整により可能である。

## 【0281】

図15(C)に示すように、ハーフトンマスク801bは、透光性基板802及びその上に形成される半透過部807並びに遮光部806で構成される。半透過部807は、M o S i N、M o S i、M o S i O、M o S i O N、C r S iなどを用いることができる。遮光部806は、クロムや酸化クロム等の光を吸収する遮光材料を用いて形成することができる。

10

## 【0282】

ハーフトンマスク801bに露光光を照射した場合、図15(D)に示すように、遮光部806においては、光透過率808は0%であり、遮光部806も半透過部807も設けられていない領域の光透過率808は100%である。また、半透過部807においては、10~70%の範囲で調整可能である。半透過部807に於ける光の透過率は、半透過部807の材料により調整可能である。

20

## 【0283】

多階調マスクを用いて形成されたレジストマスクは、厚さの異なる複数の領域(ここでは、2つの領域)からなるレジストマスクであり、厚さの厚い領域と、薄い領域を有する。多階調マスクを用いて形成されたレジストマスクにおいて、厚い領域をレジストマスクの凸部と呼び、薄い領域をレジストマスクの凹部と呼ぶ場合がある。

20

## 【0284】

[表示装置100]

次に、第1素子基板181と第2素子基板182を用いた表示装置100の作製方法について説明する。

## 【0285】

[工程C1]

第1素子基板181と第2素子基板182を、着色層131と発光素子170が向かい合うように、接着層142を挟んで貼り合わせる(図16(A)参照。)。この時、発光素子170の発光領域が、着色層131と重なるように貼りあわせる。

30

## 【0286】

接着層142としては、紫外線硬化型等の光硬化型接着剤、反応硬化型接着剤、熱硬化型接着剤、嫌気型接着剤等の各種硬化型接着剤を用いることができる。また、接着シート等を用いてもよい。

## 【0287】

[工程C2]

次に、支持基板334を剥離層335とともに層336から分離するために、支持基板334側から剥離層335に紫外光を照射する(図16(B)参照。)

40

## 【0288】

なお、支持基板334の分離方法は、光照射による分離方法、または物理的に分離する方法がある。両方法とも、分離前に、層336の一部を支持基板334または剥離層335から分離することで、分離の起点を形成してもよい。例えば、支持基板334と層336との間に、刃物などの鋭利な形状の器具を差し込むことで分離の起点を形成してもよい。または、レーザアブレーション法等のレーザを用いた方法で、分離の起点を形成してもよい。

## 【0289】

本実施の形態では、光照射による分離方法について説明する。紫外光の照射は、線状レー

50

ザ装置を用いて行うことが好ましい。線状レーザ装置は、低温ポリシリコン（LTPS（Low Temperature Poly-Silicon））等の製造ラインで使用されている。よって、LTPS等の製造ラインの有効利用が可能である。線状レーザとは、矩形長尺状に集光（線状レーザビームに成形）されたレーザ光である。

【0290】

本実施の形態では、線状レーザ装置を用いる。具体的には、支持基板334と線状のレーザ光を、線状のレーザ光の長軸方向と垂直な方向かつ支持基板334の表面と平行な方向に相対的に移動させる。レーザ光が照射された領域は、剥離層335と層336の結合力が低下する。

【0291】

照射する光の波長は、180nm以上450nm以下が好ましい。特に、波長領域が308nm、またはその近傍の波長を含むことが好ましい。光のエネルギー密度は、250mJ/cm<sup>2</sup>以上400mJ/cm<sup>2</sup>以下が好ましく、250mJ/cm<sup>2</sup>以上360mJ/cm<sup>2</sup>以下がより好ましい。

【0292】

レーザ装置を用いて光を照射する場合、同一箇所照射されるレーザ光のショット数は、1ショット以上50ショット以下とすることができ、1ショットより多く10ショット以下が好ましく、1ショットより多く5ショット以下がより好ましい。

【0293】

ビームの短軸方向の両端には、光の強度が低い部分が存在する。そのため、当該光の強度が低い部分の幅以上、一つのショットと次のショットの間にオーバーラップする部分を設けることが好ましい。そのため、レーザ光のショット数は、1.1ショット以上とすることが好ましく、1.25ショット以上とすることがより好ましい。

【0294】

なお、本明細書中、レーザ光のショット数とは、ある点（領域）に照射されるレーザ光の照射回数を指し、ビーム幅、スキャン速度、周波数、またはオーバーラップ率などで決定される。また、線状のビームをあるスキャン方向に移動させているパルスとパルスの間、即ち、一つのショットと次のショットの間にオーバーラップする部分があり、その重なる比率がオーバーラップ率である。なお、オーバーラップ率が100%に近ければ近いほどショット数は多く、離れれば離れるほどショット数は少なくなり、スキャン速度が速ければ速いほどショット数は少なくなる。

【0295】

上記のレーザ光のショット数が1.1ショットとは、連続する2つのショットの間にビームの10分の1程度の幅のオーバーラップを有することを示し、オーバーラップ率10%といえる。同様に、1.25ショットとは、連続する2つのショットの間にビームの4分の1程度の幅のオーバーラップを有することを示し、オーバーラップ率25%といえる。

【0296】

ちなみに、LTPSのレーザ結晶化の工程で照射する光のエネルギー密度は高く、例えば350mJ/cm<sup>2</sup>以上400mJ/cm<sup>2</sup>以下が挙げられる。また、レーザのショット数も多く必要であり、例えば10ショット以上100ショット以下が挙げられる。

【0297】

一方、本実施の形態において、剥離層335と層336を分離するために行う光の照射は、レーザ結晶化の工程で用いる条件よりも低いエネルギー密度、または少ないショット数で行うことができる。そのため、レーザ装置での処理可能な基板枚数を増やすことができる。また、レーザ装置のメンテナンスの頻度の低減など、レーザ装置のランニングコストの低減が可能となる。したがって、表示装置などの作製コストを低減することができる。

【0298】

また、光の照射が、レーザ結晶化の工程で用いる条件よりも低いエネルギー密度、または少ないショット数で行われることから、基板がレーザ光の照射による受けるダメージを低減できる。そのため、基板を一度使用しても、強度が低下しにくく、支持基板を再利用で

10

20

30

40

50

きる。したがって、コストを抑えることが可能となる。

【0299】

また、本実施の形態では、支持基板334と層336の間に剥離層335を配置している。剥離層335を用いることで、剥離層335を用いない場合に比べて、光の照射を、低いエネルギー密度、または少ないショット数で行うことができることがある。

【0300】

支持基板を介して光を照射する際、支持基板の光照射面にゴミなどの異物が付着していると、光の照射ムラが生じ、剥離性が低い部分が形成され、剥離層335と層336とを分離する工程の歩留まりが低下することがある。そのため、光を照射する前、または光を照射している間に、光照射面を洗浄することが好ましい。例えば、アセトンなどの有機溶剤、水等を用いて支持基板の光照射面を洗浄することができる。また、エアナイフを用いて気体を噴きつけながら光を照射してもよい。これにより、光の照射ムラを低減し、分離の歩留まりを向上させることができる。

10

【0301】

[工程C3]

続いて、支持基板334を剥離層335とともに層336から分離する(図17(A)参照。)

【0302】

分離前または分離中に、分離界面に水を含む液体を供給することが好ましい。分離界面に水が存在することで、剥離層335と層336との密着性もしくは接着性をより低下させ、分離に要する力を低減させることができる。また、分離界面に水を含む液体を供給することで、剥離層335と層336の間の結合を弱めるもしくは切断する効果を奏することがある。液体との化学結合を利用して、剥離層335と層336の間の結合を切って分離を進行させることができる。例えば、剥離層335と層336の間に水素結合が形成されている場合、水を含む液体が供給されることで、水と、剥離層335または層336との間に水素結合が形成され、剥離層335と層336の間の水素結合が切れることが考えられる。

20

【0303】

剥離層335は、表面張力が小さく、水を含む液体に対する濡れ性が高いことが好ましい。剥離層335の表面全体に水を含む液体を行き渡らせ、分離界面に水を含む液体を容易に供給できる。剥離層335全体に水が広がることで、均一な分離ができる。

30

【0304】

分離界面に水を含む液体が存在することで、分離時に生じる静電気が、第2素子基板182に含まれる機能素子に悪影響を及ぼすこと(半導体素子が静電気により破壊されるなど)を抑制できる。また、イオナイザなどを用いて、分離により露出した第2素子基板182の表面を除電してもよい。

【0305】

分離界面に液体を供給した場合は、分離により露出した第2素子基板182の表面を乾燥してもよい。

【0306】

40

[工程C4]

次に、層336を除去する。例えば、ドライエッチング法などを用いて層336を除去することができる(図17(B)参照。)。これにより、絶縁層113が露出する。図17(B)では、除去された層336を破線で示している。

【0307】

[工程C5]

次に、接着層112を介して基板111と絶縁層113を貼り合わせる(図18(A)参照。)。接着層112は、接着層142と同様の材料を用いればよい。本実施の形態では、基板111としてPETフィルムを用いる。これにより表示装置の軽量化、薄型化が可能となる。また、PETフィルムなどのフィルム基板を用いた表示装置は、ガラスや金属

50

などを用いる場合に比べて、破損しにくい。また、表示装置の可撓性を高めることができる。

【0308】

[工程C6]

次に、支持基板331を剥離層332とともに層333から分離するために、支持基板331側から剥離層332に紫外光を照射する(図18(B)参照。)。本工程は、工程C2と同様に行なえばよい。

【0309】

[工程C7]

続いて、支持基板331を剥離層332とともに層333から分離する(図19(A)参照。)。本工程は、工程C3と同様に行なえばよい。

10

【0310】

[工程C8]

次に、層333を除去する(図19(B)参照。)。これにより、絶縁層123が露出する。図19(B)では、除去された層333を破線で示している。本工程は、工程C4と同様に行なえばよい。

【0311】

[工程C9]

次に、接着層122を介して基板121と絶縁層123を貼りあわせる(図20参照。)。接着層122は、接着層142と同様の材料を用いればよい。また、基板121は、基板111と同様の材料を用いればよい。

20

【0312】

以上のようにして、表示装置100を作製することができる。

【0313】

本実施の形態は、他の実施の形態などに記載した構成と適宜組み合わせる実施することが可能である。

【0314】

(実施の形態3)

本実施の形態では表示装置100と異なる構成を有する表示装置150について説明する。なお、説明の繰り返しを軽減するため、主に表示装置100と異なる部分について説明する。

30

【0315】

<構成例>

表示装置150は、表示装置100が有するトランジスタとは異なる構成のトランジスタを有する。図21(A)に表示装置150の断面の一例を示す。図21(A)は、図1(A)にA1-A2の一点鎖線で示す部位に相当する断面図である。表示装置150は、基板111と基板121の間に、トランジスタ251S、トランジスタ252S、発光素子170、着色層131、遮光層132等を有する。トランジスタ251Sはトランジスタ251に相当し、トランジスタ252Sはトランジスタ252に相当する。

【0316】

40

表示装置150が有する、トランジスタ251Sおよびトランジスタ252Sは、トップゲート型のトランジスタである。図21(B)に、トランジスタ252Sの拡大図を示す。なお、トランジスタ251Sもトランジスタ252Sと同様の構造とすることができる。

【0317】

<作製方法例>

次に、表示装置150の作製方法例を説明する。表示装置150は、第1素子基板181と第2素子基板182Aを組み合わせる作製する。

【0318】

[第1素子基板181]

50

表示装置 150 の作製に用いる第 1 素子基板 181 は、表示装置 100 の作製に用いる第 1 素子基板 181 と同様に作製すればよい。

【0319】

〔第 2 素子基板 182 A〕

表示装置 150 の作製に用いる第 2 素子基板 182 A の作製方法について説明する。なお、説明の繰り返しを軽減するため、主に表示装置 100 の作製に用いる第 2 素子基板 182 の作製方法と異なる部分について説明する。

【0320】

まず、実施の形態 2 に示した工程 B 4 まで同様に行なう（図 22（A）参照。）。

【0321】

〔工程 D 1〕

次に、絶縁層 225 を形成する（図 22（B）参照。）。絶縁層 225 は、絶縁層 211 と同様の材料および方法で設けることができる。絶縁層 225 は、トランジスタのゲート絶縁層として機能できる。

【0322】

〔工程 D 2〕

次に、絶縁層 225 上に、半導体層 231 と重なる領域を有する電極 226 を設ける（図 22（C）参照。）。電極 226 は、導電膜を形成した後、レジストマスクを形成し、当該導電膜をエッチングした後にレジストマスクを除去することにより形成できる。

【0323】

〔工程 D 3〕

次に、電極 226 をマスクとして用いて、絶縁層 225 の一部を選択的に除去する（図 22（D）参照。）。工程 D 3 を行なうことにより、島状の絶縁層 225 が形成される。また、工程 D 3 を行なうことにより、半導体層 231 の電極 226 と重ならない領域が露出する。

【0324】

〔工程 D 4〕

次に、工程 D 3 で半導体層 231 の露出した領域に、導電率を高めるための不純物 227 を添加する（図 23（A）参照。）。本実施の形態では、半導体層 231 に酸化物半導体を用いるため、半導体層 231（酸化物半導体層）中に酸素欠損を形成して導電率を高めるための不純物を添加する。酸化物半導体層に酸素欠損を形成する不純物としては、例えば、リン、砒素、アンチモン、ホウ素、アルミニウム、シリコン、窒素、ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノン、インジウム、フッ素、塩素、チタン、亜鉛、及び炭素のいずれかから選択される一つ以上を用いることができる。当該不純物の添加方法としては、プラズマ処理法、イオン注入法、イオンドーピング法、プラズマイメージョンイオンインプラネーション法などを用いることができる。

【0325】

不純物元素として、上記元素が酸化物半導体層に添加されると、酸化物半導体層中の金属元素および酸素の結合が切断され、酸素欠損が形成される。酸化物半導体層に含まれる酸素欠損と、酸化物半導体層中に残存または後から添加される水素の相互作用により、酸化物半導体層の導電率を大きくすることができる。

【0326】

不純物元素の添加により酸素欠損が形成された酸化物半導体に水素が入ると、酸素欠損サイトに水素が入り伝導帯近傍にドナー準位が形成される。その結果、酸化物半導体の導電率を大きくすることができる。言い換えると、酸化物半導体の抵抗率を小さくすることができる。

【0327】

半導体層 231 の不純物 227 が添加されて導電率が大きくなった領域は、トランジスタのソース領域またはドレイン領域として機能できる。本実施の形態では、電極 226 をマスクとして用いて、不純物 227 を添加する。すなわち、トランジスタのソース領域また

10

20

30

40

50

はドレイン領域は、自己整合（セルフアライン）で形成される。

【0328】

[工程D5]

次に、絶縁層210を設け、絶縁層210上に絶縁層213を設ける（図23（B）参照）。絶縁層210は、絶縁層211と同様の材料および方法で設けることができる。

【0329】

なお、絶縁層210として、酸素を含む雰囲気下で成膜した酸化シリコン膜や酸化窒化シリコン膜等の絶縁膜を用いることが好ましい。また、絶縁層210は過剰酸素を含む絶縁層であることが好ましい。

【0330】

絶縁層213は、窒化シリコン膜などの酸素を拡散、透過しにくい絶縁層であることが好ましい。酸素を含む雰囲気下で形成した絶縁層、および過剰酸素を含む絶縁層は、加熱により多くの酸素を放出しやすい。このような酸素を放出する絶縁層と、酸素を拡散、透過しにくい絶縁層を積層した状態で、加熱処理を行うことにより、半導体層231のチャネル形成領域に酸素を供給することができる。その結果、チャネル形成領域中の酸素欠損、およびチャネル形成領域と絶縁層225の界面の欠陥を修復し、欠陥準位を低減することができる。これにより、極めて信頼性の高いトランジスタを実現できる。よって、極めて信頼性の高い表示装置を実現できる。

【0331】

[工程D6]

次に、絶縁層210の一部および絶縁層213の一部を選択的に除去し、半導体層231のソース領域に達する開口、および半導体層231のドレイン領域に達する開口を設ける（図23（C）参照。）。

【0332】

[工程D7]

次に、絶縁層213上に、電極224a、電極224b、および配線125を形成する（図23（D）参照。）。電極224a、電極224b、および配線125の形成は、実施の形態2に示した工程B5と同様に行なえばよい。

【0333】

このようにして、トップゲート型のトランジスタ251Sを作製することができる。なお、図示していないが、トップゲート型のトランジスタ252Sも同時に作製することができる。これ以降の工程を、実施の形態2に示した工程B8以降と同様に行なうことにより、第2素子基板182Aを作製することができる。

【0334】

[表示装置150]

第1素子基板181と第2素子基板182Aを、着色層131と発光素子170が向かい合うように、接着層142を挟んで貼り合わせることで、表示装置150を作製することができる。

【0335】

第1素子基板181と第2素子基板182Aを用いた表示装置150の作製方法は、実施の形態2に示した工程C1以降と同様に行なえばよい。

【0336】

本実施の形態は、他の実施の形態などに記載した構成と適宜組み合わせる実施することが可能である。

【0337】

(実施の形態4)

本実施の形態では表示装置100と異なる構成を有する表示装置200について説明する。なお、説明の繰り返しを軽減するため、主に表示装置100と異なる部分について説明する。

【0338】

10

20

30

40

50

## &lt; 構成例 &gt;

表示装置 200 は、表示領域 235 において、表示装置 100 が有するトランジスタ 251 とは異なる構成のトランジスタ 251 T を有する。図 24 (A) に表示装置 200 の断面の一例を示す。図 24 (A) は、図 1 (A) に A1 - A2 の一点鎖線で示す部位に相当する断面図である。表示装置 200 は、基板 111 と基板 121 の間に、トランジスタ 251 T、トランジスタ 252、および発光素子 170 等を有する。図 24 (B) に、トランジスタ 252 T の拡大図を示す。図 24 (C) に、トランジスタ 252 の拡大図を示す。

## 【0339】

トランジスタ 251 T は、電極 221 T、電極 226 T、電極 224 a T、および電極 224 b T を有する。また、電極 221 T、電極 226 T、電極 224 a T、および電極 224 b T の少なくとも 1 つ、好ましくは全てを、可視光を透過する機能を有する導電性材料で形成する。よって、トランジスタ 251 T は、可視光を透過する機能を有する。

10

## 【0340】

表示装置 200 では、発光素子 170 にボトムエミッション構造の発光素子を用いる。よって、発光素子 170 が発する光 175 は、基板 111 側から射出される。また、前述した表示装置 100 C と同様に、画素毎に発光色の異なる EL 層 172 を設けることで、着色層 131 の形成を省略することができる。

## 【0341】

また、発光素子 170 と重なるトランジスタ 251 T は可視光を透過する機能を有する。発光素子 170 が発する光 175 は、トランジスタ 251 T で遮られることなく基板 111 側から射出することができる。図 24 (D) は、発光素子 170 から発せられた光 175 が、トランジスタ 251 T を透過して射出される様子を説明する画素 230 の斜視模式図である。

20

## 【0342】

また、図示していないが、各画素に設ける容量素子の電極も可視光を透過する機能を有する導電性材料で形成することが好ましい。また、各画素内のトランジスタおよび容量素子などを電氣的に接続する導電層も、可視光を透過する機能を有する導電性材料で形成することが好ましい。

## 【0343】

一般に、ボトムエミッション構造の表示装置では、各画素に設けるトランジスタ、容量素子などによって発光素子から射出される光が遮られるため、開口率を大きくしにくかった。本発明の一態様によれば、ボトムエミッション構造の表示装置であっても、開口率の大きな表示装置を実現できる。

30

## 【0344】

なお、透光性を有する導電性材料としては、例えば、酸化インジウム、インジウム錫酸化物、インジウム亜鉛酸化物、酸化亜鉛、ガリウムを添加した酸化亜鉛などの導電性酸化物などを用いればよい。特に、エネルギーバンドギャップが 2.5 eV 以上の導電性材料は、可視光の透過率が高いため好ましい。

## 【0345】

一方で、透光性を有する導電性材料は、銅やアルミニウムなどの遮光性を有する導電性材料と比較して抵抗率が大きい。よって、走査線、信号線、および電源線などのバスラインは、信号遅延を防ぐため、抵抗率が小さい遮光性を有する導電性材料（金属材料）を用いて形成することが好ましい。ただし、表示領域 235 の大きさや、バスラインの幅、バスラインの厚さなどによっては、バスラインに透光性を有する導電性材料を用いてもかまわない場合もある。

40

## 【0346】

また、周辺回路領域 233 に設けられるトランジスタ 252 は、高速動作が要求されるため、抵抗率が小さい遮光性を有する導電性材料（金属材料）を用いて形成することが好ましい。

50

## 【0347】

また、前述したように、電極173は、一部が発光素子170aの共通電極として機能し、他の一部が発光素子170bの共通電極として機能する。このため、電極173の抵抗値は小さいほど好ましい。特に、表示装置の大型化、または高精細化などを実現するために、電極173の抵抗値は小さいほど好ましい。ボトムエミッション構造の表示装置では、電極173に遮光性を有する導電性材料を用いることができるため、電極173を抵抗率の小さい導電性材料で形成することができる。よって、電極173の抵抗値を小さくすることができる。

## 【0348】

## 〔変形例1〕

表示装置200の変形例である表示装置200Aの断面を図25に示す。表示装置200Aは、トランジスタ251Tと絶縁層115の間に着色層131を有する。また、表示装置200Aでは、発光色が白色の発光素子170を用いる。

## 【0349】

発光素子170が発する光175は、着色層131等を介して、基板111側に射出される。着色層131を構成する材料によって、発光素子170が発する光175を赤、緑、青、シアン、マゼンタまたは黄などの色相に変化させることができる。

## 【0350】

## 〔変形例2〕

電極171と配線125を重ねて設ける場合、配線125の電位変動に応じて電極171の電位が意図せず変動する場合がある。例えば、配線125がビデオ信号を供給する配線である場合、特定の画素230にビデオ信号の書き込みが終了した後に、当該画素230と重なる配線125の電位が変動すると、当該画素230に書き込まれた電位が意図せず変動する場合がある。よって、表示装置の表示品位が低下する場合がある。

## 【0351】

表示装置200Aの変形例である表示装置200Bの断面を図26に示す。表示装置200Bは、配線125が重なる領域の着色層131上に電極126が設けられている。また、電極126は絶縁層115で覆われている。電極126には、共通電位または電源電位などの固定電位が供給される。

## 【0352】

電極171と配線125が重なる領域において、電極171と配線125の間に電極126を設けることで、配線125の電位変動の影響を遮断し、電極171の意図しない電位変動を防ぐことができる。

## 【0353】

なお、本実施の形態では着色層131上に電極126を設ける例を示しているが、これに限定されない。例えば、電極126を絶縁層213上に設けてもよいし、電極126を絶縁層210上に設けてもよい。

## 【0354】

電極126は、透光性を有する導電性材料を用いて形成してもよいし、遮光性を有する導電性材料を用いて形成してもよい。

## 【0355】

本実施の形態は、他の実施の形態などに記載した構成と適宜組み合わせることで実施することが可能である。

## 【0356】

## (実施の形態5)

本実施の形態では、表示装置100のより具体的な構成例について説明する。図27(A)は、表示装置100を説明するブロック図である。実施の形態1で説明したように、表示装置100は、表示領域235、周辺回路領域232、および周辺回路領域233を有する。

## 【0357】

10

20

30

40

50

周辺回路領域 232 に含まれる回路は、例えば走査線駆動回路として機能する。周辺回路領域 232 に含まれる回路は、例えば信号線駆動回路として機能する。なお、表示領域 235 をはさんで周辺回路領域 232 と向き合う位置に、何らかの回路を設けてもよい。表示領域 235 をはさんで周辺回路領域 233 と向き合う位置に、何らかの回路を設けてもよい。なお、前述したとおり、周辺回路領域 232 および周辺回路領域 233 に含まれる回路の総称を、「周辺駆動回路」という場合がある。

【0358】

周辺駆動回路には、シフトレジスタ、レベルシフタ、インバータ、ラッチ、アナログスイッチ、論理回路等の様々な回路を用いることができる。周辺駆動回路には、トランジスタおよび容量素子等を用いることができる。周辺駆動回路が有するトランジスタは、画素 230 に含まれるトランジスタと同じ工程で形成することができる。

10

【0359】

また、表示装置 200 は、各々が略平行に配設され、且つ、周辺回路領域 232 に含まれる回路によって電位が制御される m 本の配線 236 と、各々が略平行に配設され、且つ、周辺回路領域 233 に含まれる回路によって電位が制御される n 本の配線 237 と、を有する。

【0360】

表示領域 235 はマトリクス状に配設された複数の画素 230 を有する。赤色光を制御する画素 230、緑色光を制御する画素 230、および青色光を制御する画素 230 をまとめて 1 つの画素 240 として機能させ、それぞれの画素 230 の発光量（発光輝度）を制御することで、フルカラー表示を実現することができる。よって、当該 3 つの画素 230 はそれぞれが副画素として機能する。すなわち、3 つの副画素は、それぞれが赤色光、緑色光、または青色光の、発光量などを制御する（図 27（B1）参照。）。なお、3 つの副画素それぞれが制御する光の色は、赤（R）、緑（G）、青（B）の組み合わせに限らず、シアン（C）、マゼンタ（M）、黄（Y）であってもよい（図 27（B2）参照。）。

20

【0361】

また、4 つの副画素をまとめて 1 つの画素として機能させてもよい。例えば、赤色光、緑色光、青色光をそれぞれ制御する 3 つの副画素に、白色光を制御する副画素を加えてもよい（図 27（B3）参照。）。白色光を制御する副画素を加えることで、表示領域の輝度を高めることができる。また、赤色光、緑色光、青色光をそれぞれ制御する 3 つの副画素に、黄色光を制御する副画素を加えてもよい（図 27（B4）参照。）。また、シアン色光、マゼンタ色光、黄色光をそれぞれ制御する 3 つの副画素に、白色光を制御する副画素を加えてもよい（図 27（B5）参照。）。

30

【0362】

1 つの画素として機能させる副画素の数を増やし、赤、緑、青、シアン、マゼンタ、および黄などの光を制御する副画素を適宜組み合わせることで、中間調の再現性を高めることができる。よって、表示品位を高めることができる。

【0363】

また、本発明の一態様の表示装置は、さまざまな規格の色域を再現することができる。例えば、テレビ放送で使われる PAL（Phase Alternating Line）規格および NTSC（National Television System Committee）規格、パーソナルコンピュータ、デジタルカメラ、プリンタなどの電子機器に用いる表示装置で広く使われている sRGB（standard RGB）規格および Adobe RGB 規格、HDTV（High Definition Television、ハイビジョンともいう）で使われる ITU-R BT.709（International Telecommunication Union Radiocommunication Sector Broadcasting Service（Television）709）規格、デジタルシネマ映写で使われる DCI-P3（Digital Cinema Initiatives P3）規格、UHDTV（UL

40

50

tra High Definition Television、スーパーハイビジョンともいう)で使われるITU-R BT.2020(REC.2020(Recommendation 2020))規格などの色域を再現することができる。

【0364】

また、画素240を1920×1080のマトリクス状に配置すると、いわゆるフルハイビジョン(「2K解像度」、「2K1K」、または「2K」などとも言われる。)の解像度でフルカラー表示可能な表示装置100を実現することができる。また、例えば、画素240を3840×2160のマトリクス状に配置すると、いわゆるウルトラハイビジョン(「4K解像度」、「4K2K」、または「4K」などとも言われる。)の解像度でフルカラー表示可能な表示装置100を実現することができる。また、例えば、画素240を7680×4320のマトリクス状に配置すると、いわゆるスーパーハイビジョン(「8K解像度」、「8K4K」、または「8K」などとも言われる。)の解像度でフルカラー表示可能な表示装置100を実現することができる。画素240を増やすことで、16Kや32Kの解像度でフルカラー表示可能な表示装置100を実現することも可能である。

10

【0365】

<画素230の回路構成例>

図28(A)および(B)は、画素230の回路構成例を示す図である。画素230は、画素回路431および表示素子432を有する。

【0366】

各配線236は、表示領域235においてm行n列に配設された画素回路431のうち、いずれかの行に配設されたn個の画素回路431と電氣的に接続される。また、各配線237は、m行n列に配設された画素回路431のうち、いずれかの列に配設されたm個の画素回路431に電氣的に接続される。m、nは、ともに1以上の整数である。

20

【0367】

[発光表示装置用画素回路の一例]

図28(A)は、表示装置100の画素230に用いることができる回路構成例を示している。また、図28(A)に示す画素回路431は、トランジスタ436と、容量素子433と、トランジスタ251と、トランジスタ434と、を有する。また、画素回路431は、表示素子432として機能する発光素子170と電氣的に接続されている。

30

【0368】

トランジスタ436のソース電極およびドレイン電極の一方は、データ信号(「ビデオ信号」ともいう。)が与えられる配線(以下、信号線DL<sub>n</sub>という)に電氣的に接続される。さらに、トランジスタ436のゲート電極は、ゲート信号が与えられる配線(以下、走査線GL<sub>m</sub>という)に電氣的に接続される。信号線DL<sub>n</sub>と走査線GL<sub>m</sub>はそれぞれ配線237と配線236に相当する。

【0369】

トランジスタ436は、データ信号のノード435への書き込みを制御する機能を有する。

【0370】

容量素子433の一对の電極の一方は、ノード435に電氣的に接続され、他方は、ノード437に電氣的に接続される。また、トランジスタ436のソース電極およびドレイン電極の他方は、ノード435に電氣的に接続される。

40

【0371】

容量素子433は、ノード435に書き込まれたデータを保持する保持容量としての機能を有する。

【0372】

トランジスタ251のソース電極およびドレイン電極の一方は、電位供給線VL<sub>a</sub>に電氣的に接続され、他方はノード437に電氣的に接続される。さらに、トランジスタ251のゲート電極は、ノード435に電氣的に接続される。

50

## 【0373】

トランジスタ434のソース電極およびドレイン電極の一方は、電位供給線V0に電氣的に接続され、他方はノード437に電氣的に接続される。さらに、トランジスタ434のゲート電極は、走査線GL<sub>m</sub>に電氣的に接続される。

## 【0374】

発光素子170のアノードまたはカソードの一方は、電位供給線VL<sub>b</sub>に電氣的に接続され、他方は、ノード437に電氣的に接続される。

## 【0375】

発光素子170としては、例えば有機エレクトロルミネセンス素子（有機EL素子ともいう）などを用いることができる。ただし、発光素子170は、これに限定されず、例えば無機材料からなる無機EL素子を用いても良い。

10

## 【0376】

なお、電源電位としては、例えば相対的に高電位側の電位または低電位側の電位を用いることができる。高電位側の電源電位を高電源電位（「VDD」ともいう）といい、低電位側の電源電位を低電源電位（「VSS」ともいう）という。また、接地電位を高電源電位または低電源電位として用いることもできる。例えば高電源電位が接地電位の場合には、低電源電位は接地電位より低い電位であり、低電源電位が接地電位の場合には、高電源電位は接地電位より高い電位である。

## 【0377】

例えば、電位供給線VL<sub>a</sub>または電位供給線VL<sub>b</sub>の一方には、高電源電位VDDが与えられ、他方には、低電源電位VSSが与えられる。

20

## 【0378】

図28(A)の画素回路431を有する表示装置では、周辺回路領域232に含まれる回路によって各行の画素回路431を順次選択し、トランジスタ436、およびトランジスタ434をオン状態にしてデータ信号をノード435に書き込む。

## 【0379】

ノード435にデータが書き込まれた画素回路431は、トランジスタ436、およびトランジスタ434がオフ状態になることで保持状態になる。さらに、ノード435に書き込まれたデータの電位に応じてトランジスタ251のソース電極とドレイン電極の間に流れる電流量が制御され、発光素子170は、流れる電流量に応じた輝度で発光する。これを毎行に順次行うことにより、画像を表示できる。

30

## 【0380】

〔液晶表示装置用画素回路の一例〕

図28(B)に示す画素回路431は、トランジスタ436と、容量素子433と、を有する。また、画素回路431は、表示素子432として機能する液晶素子180と電氣的に接続されている。

## 【0381】

液晶素子180の一对の電極の一方の電位は、画素回路431の仕様に応じて適宜設定される。液晶素子180は、ノード435に書き込まれるデータにより配向状態が設定される。なお、複数の画素回路431のそれぞれが有する液晶素子180の一对の電極の一方に、共通の電位（コモン電位）を与えてもよい。また、各行の画素回路431毎の液晶素子180の一对の電極の一方に異なる電位を与えてもよい。

40

## 【0382】

液晶素子180としては、例えば垂直配向（VA：Vertical Alignment）モードが適用された液晶素子を用いることができる。垂直配向モードとしては、MVA（Multi-Domain Vertical Alignment）モード、PVA（Patterned Vertical Alignment）モード、ASV（Advanced Super View）モードなどを用いることができる。

## 【0383】

液晶素子180には、様々なモードが適用された液晶素子を用いることができる。例えば

50

V Aモードのほかに、T N ( T w i s t e d N e m a t i c )モード、I P S ( I n - P l a n e - S w i t c h i n g )モード、V A - I P Sモード、F F S ( F r i n g e F i e l d S w i t c h i n g )モード、A S M ( A x i a l l y S y m m e t r i c a l i g n e d M i c r o - c e l l )モード、O C B ( O p t i c a l l y C o m p e n s a t e d B i r e f r i n g e n c e )モード、F L C ( F e r r o e l e c t r i c L i q u i d C r y s t a l )モード、A F L C ( A n t i F e r r o e l e c t r i c L i q u i d C r y s t a l )モード、ゲスト - ホストモード等が適用された液晶素子を用いることができる。

【0384】

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

10

【0385】

液晶材料としては、ポジ型の液晶、またはネガ型の液晶のいずれを用いてもよく、適用するモードや設計に応じて最適な液晶材料を用いればよい。

【0386】

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

20

30

【0387】

なお、液晶素子180にゲスト - ホストモードで動作する液晶材料を用いることにより、光拡散層や偏光板などの機能性部材を省略することができる。よって、表示装置の生産性を高めることができる。また、偏光板などの機能性部材を設けないことにより、液晶素子180の反射輝度を高めることができる。よって、表示装置の視認性を高めることができる。

【0388】

また、円偏光板を用いる反射型の液晶表示装置のオン状態とオフ状態の切り替え（明状態と暗状態の切り替え）は、液晶分子の長軸を基板と略垂直な方向にそろえるか、基板と略水平な方向にそろえるか、によって行なわれる。一般に、I P Sモードなどの横電界方式で動作する液晶素子は、オン状態およびオフ状態ともに液晶分子の長軸が基板と略水平な方向にそろうため、反射型の液晶表示装置に用いることが難しい。

40

【0389】

V A - I P Sモードで動作する液晶素子は、横電界方式で動作し、かつ、オン状態とオフ状態の切り替えを、液晶分子の長軸を基板と略垂直な方向にそろえるか、基板と略水平な方向にそろえるか、によって行なわれる。このため、反射型の液晶表示装置に横電界方式で動作する液晶素子を用いる場合は、V A - I P Sモードで動作する液晶素子を用いることが好ましい。

【0390】

なお、後述するように、表示素子として、発光素子170および液晶素子180以外の表

50

示素子を適用することも可能である。

【0391】

m行n列目の画素回路431において、トランジスタ436のソース電極およびドレイン電極の一方は、信号線DL<sub>n</sub>に電氣的に接続され、他方はノード435に電氣的に接続される。トランジスタ436のゲート電極は、走査線GL<sub>m</sub>に電氣的に接続される。トランジスタ436は、ノード435へのデータ信号の書き込みを制御する機能を有する。

【0392】

容量素子433の一对の電極の一方は、特定の電位が供給される配線(以下、容量線CL)に電氣的に接続され、他方は、ノード435に電氣的に接続される。また、液晶素子180の一对の電極の他方はノード435に電氣的に接続される。なお、容量線CLの電位の値は、画素回路431の仕様に依じて適宜設定される。容量素子433は、ノード435に書き込まれたデータを保持する保持容量としての機能を有する。

10

【0393】

例えば、図28(B)の画素回路431を有する表示装置では、周辺回路領域232に含まれる回路により各行の画素回路431を順次選択し、トランジスタ436をオン状態にしてノード435にデータ信号を書き込む。

【0394】

ノード435にデータ信号が書き込まれた画素回路431は、トランジスタ436がオフ状態になることで保持状態になる。これを行毎に順次行うことにより、表示領域235に画像を表示できる。

20

【0395】

〔表示素子〕

本発明の一態様の表示装置は、様々な形態を用いること、または様々な表示素子を有することが出来る。表示素子は、例えば、LED(白色LED、赤色LED、緑色LED、青色LEDなど)などを含むEL(エレクトロルミネッセンス)素子(有機物および無機物を含むEL素子、有機EL素子、無機EL素子)、トランジスタ(電流に応じて発光するトランジスタ)、プラズマディスプレイパネル(PDP)、電子放出素子、液晶素子、電気泳動素子、グレーティングライトバルブ(GLV)やデジタルマイクロミラーデバイス(DMD)、DMS(デジタル・マイクロ・シャッター)素子、MIRASOL(登録商標)ディスプレイ、IMOD(インターフェロメトリック・モジュレーション)素子、圧電セラミックディスプレイなどのMEMS(マイクロ・エレクトロ・メカニカル・システム)を用いた表示素子、エレクトロウエッチング素子などが挙げられる。これらの他にも、電氣的または磁氣的作用により、コントラスト、輝度、反射率、透過率などが変化する表示媒体を有していても良い。また、表示素子として量子ドットを用いてもよい。

30

【0396】

EL素子を用いた表示装置の一例としては、ELディスプレイなどがある。電子放出素子を用いた表示装置の一例としては、フィールドエミッションディスプレイ(FED)またはSED方式平面型ディスプレイ(SED: Surface-conduction Electron-emitter Display)などがある。液晶素子を用いた表示装置の一例としては、液晶ディスプレイ(透過型液晶ディスプレイ、半透過型液晶ディスプレイ、反射型液晶ディスプレイ、直視型液晶ディスプレイ、投射型液晶ディスプレイ)などがある。電気泳動素子を用いた表示装置の一例としては、電子ペーパーなどがある。量子ドットを用いた表示装置の一例としては、量子ドットディスプレイなどがある。

40

【0397】

なお、半透過型液晶ディスプレイや反射型液晶ディスプレイを実現する場合には、画素電極の一部、または、全部が、反射電極としての機能を有するようによい。例えば、画素電極の一部、または、全部が、アルミニウム、銀、などを有するようによい。さらに、その場合、反射電極の下に、SRAMなどの記憶回路を設けることも可能である。これにより、さらに、消費電力を低減することができる。

【0398】

50

本実施の形態は、他の実施の形態に記載した構成と適宜組み合わせることで実施することが可能である。

【0399】

(実施の形態6)

本実施の形態では、発光素子170に用いることができる発光素子の構成例について説明する。なお、本実施の形態に示すEL層320が、他の実施の形態に示したEL層172に相当する。

【0400】

<発光素子の構成>

図29(A)に示す発光素子311は、一对の電極(電極318、電極322)間にEL層320が挟まれた構造を有する。電極318、電極322、EL層320は、それぞれ上記実施の形態の電極171、電極173、EL層172に相当する。なお、以下の本実施の形態の説明においては、例として、電極318を陽極として用い、電極322を陰極として用いるものとする。

10

【0401】

また、EL層320は、少なくとも発光層を含んで形成されていればよく、発光層以外の機能層を含む積層構造であっても良い。発光層以外の機能層としては、正孔注入性の高い物質、正孔輸送性の高い物質、電子輸送性の高い物質、電子注入性の高い物質、バイポーラ性(電子および正孔の輸送性の高い物質)の物質等を含む層を用いることができる。具体的には、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層等の機能層を適宜組み合わせることで用いることができる。

20

【0402】

図29(A)に示す発光素子311は、電極318と電極322との間に与えられた電位差により電流が流れ、EL層320において正孔と電子とが再結合し、発光するものである。つまりEL層320に発光領域が形成されるような構成となっている。

【0403】

本発明において、発光素子311からの発光は、電極318、または電極322側から外部に取り出される。従って、電極318、または電極322のいずれか一方は透光性を有する物質で成る。

【0404】

なお、EL層320は図29(B)に示す発光素子312のように、電極318と電極322との間に複数積層されていても良い。n層(nは2以上の自然数)の積層構造を有する場合には、m番目(mは、 $1 < m < n$ を満たす自然数)のEL層320と、(m+1)番目のEL層320との間には、それぞれ電荷発生層320aを設けることが好ましい。電極318と電極322を除く構成が上記実施の形態のEL層172に相当する。

30

【0405】

電荷発生層320aは、有機化合物と金属酸化物の複合材料を用いて形成することができる。金属酸化物としては、例えば、酸化バナジウムや酸化モリブデンや酸化タングステン等が挙げられる。有機化合物としては、芳香族アミン化合物、カルバゾール誘導体、芳香族炭化水素、または、それらを基本骨格とするオリゴマー、 dendリマー、ポリマーなど、種々の化合物を用いることができる。なお、有機化合物としては、正孔輸送性有機化合物として正孔移動度が $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上であるものを適用することが好ましい。但し、電子よりも正孔の輸送性の高い物質であれば、これら以外のものを用いてもよい。なお、電荷発生層320aに用いるこれらの材料は、キャリア注入性、キャリア輸送性に優れているため、発光素子312の低電流駆動、および低電圧駆動を実現することができる。上記複合材料以外にも、上記複合材料にアルカリ金属、アルカリ土類金属、アルカリ金属化合物、アルカリ土類金属化合物などを加えた材料を電荷発生層320aに用いることができる。

40

【0406】

なお、電荷発生層320aは、有機化合物と金属酸化物の複合材料と他の材料とを組み合わせ

50

わせて形成してもよい。例えば、有機化合物と金属酸化物の複合材料を含む層と、電子供与性物質の中から選ばれた一の化合物と電子輸送性の高い化合物とを含む層とを組み合わせ形成してもよい。また、有機化合物と金属酸化物の複合材料を含む層と、透明導電膜とを組み合わせ形成してもよい。

【0407】

このような構成を有する発光素子312は、隣接するEL層320同士でのエネルギーの移動が起こり難く、高い発光効率と長い寿命とを併せ持つ発光素子とすることが容易である。また、一方の発光層で燐光発光、他方で蛍光発光を得ることも容易である。

【0408】

なお、電荷発生層320aとは、電極318と電極322に電圧を印加したときに、電荷発生層320aに接して形成される一方のEL層320に対して正孔を注入する機能を有し、他方のEL層320に電子を注入する機能を有する。

10

【0409】

図29(B)に示す発光素子312は、EL層320に用いる発光物質の種類を変えることにより様々な発光色を得ることができる。また、発光物質として発光色の異なる複数の発光物質を用いることにより、ブロードなスペクトルの発光や白色光を得ることもできる。

【0410】

図29(B)に示す発光素子312を用いて、白色光を得る場合、複数のEL層の組み合わせとしては、赤、青および緑色の光を含んで白色に発光する構成であればよく、例えば、青色の蛍光材料を発光物質として含むEL層と、緑色と赤色の燐光材料を発光物質として含むEL層を有する構成が挙げられる。また、赤色の発光を示すEL層と、緑色の発光を示すEL層と、青色の発光を示すEL層とを有する構成とすることもできる。または、補色の関係にある光を発するEL層を有する構成であっても白色光が得られる。EL層が2層積層された積層型素子において、これらのEL層からの発光色を補色の関係にする場合、補色の関係としては、青色と黄色、あるいは青緑色と赤色などの組合せが挙げられる。

20

【0411】

なお、上述した積層型素子の構成において、積層される発光層の間に電荷発生層を配置することにより、電流密度を低く保ったまま高輝度発光が得られ、また、長寿命の素子を実現することができる。

30

【0412】

本実施の形態は、他の実施の形態に記載した構成と適宜組み合わせ実施することが可能である。

【0413】

(実施の形態7)

本実施の形態では、表示装置100で行うことができる動作モードについて、図30を用いて説明する。

【0414】

なお、本実施の形態では、通常フレーム周波数(代表的には60Hz以上240Hz以下)で動作する通常動作モード(Normal mode)と、低速フレーム周波数で動作するアイドル・ストップ(IDS)駆動モードと、を例示して説明する。

40

【0415】

なお、IDS駆動モードとは、画像データの書き込み処理を実行した後、画像データの書き換えを停止する駆動方法のことをいう。一旦画像データの書き込みをして、その後、次の画像データの書き込みまでの間隔を延ばすことで、その間の画像データの書き込みに要する分の消費電力を削減することができる。IDS駆動モードは、例えば、通常動作モードの1/100乃至1/10程度のフレーム周波数とすることができる。静止画は、連続するフレーム間でビデオ信号が同じである。よって、IDS駆動モードは、静止画を表示する場合に特に有効である。IDS駆動を用いて画像を表示させることで、消費電力が低

50

減されるとともに、画面のちらつき（フリッカー）が抑制され、眼精疲労も低減できる。

【0416】

図30(A1)、図30(A2)、図30(B)、および図30(C)は、画素回路、および通常駆動モードとIDS駆動モードを説明するタイミングチャートである。なお、図30(A1)では、表示素子501と、表示素子501に電氣的に接続される画素回路431と、を示している。表示素子501として、例えば液晶素子180を用いる。また、図30(A1)に示す画素回路431では、信号線SLと、ゲート線GLと、信号線SLおよびゲート線GLに接続されたトランジスタM1と、トランジスタM1に接続される容量素子 $C_{SLC}$ とを示している。なお、表示素子501の一方の電極、トランジスタM1のソースまたはドレインの一方、および容量素子 $C_{SLC}$ が接続されたノードをノードND1とする。

10

【0417】

また、図30(A2)では、表示素子502と、表示素子502に電氣的に接続される画素回路431と、を示している。表示素子502として、例えば発光素子170(EL素子)を用いる。また、図30(A2)に示す画素回路431では、信号線SLと、ゲート線GLと、信号線SLおよびゲート線GLに接続されたトランジスタM1と、トランジスタM1および表示素子502に接続されたトランジスタM2と、トランジスタM1、トランジスタM2、および表示素子502に接続される容量素子 $C_{SEL}$ と、を示している。

。

【0418】

データ $D_1$ は信号線SLから供給される。また、データ $D_1$ は、トランジスタM1を介してノードND1に供給される。トランジスタM1をオフ状態にすることでノードND1にデータ $D_1$ が保持される。よって、トランジスタM1は、信号線SLからノードND1に供給されたデータ $D_1$ のリークパスと成り得る。トランジスタM1のオフ電流は小さいほど好ましい。トランジスタM1としては、チャンネルが形成される半導体層に金属酸化物を有するトランジスタを用いることが好ましい。金属酸化物が増幅作用、整流作用、およびスイッチング作用の少なくとも1つを有する場合、当該金属酸化物を、金属酸化物半導体(metal oxide semiconductor)または酸化物半導体(oxide semiconductor)、略してOSと呼ぶことができる。以下、トランジスタの代表例として、チャン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(「OSTランジスタ」ともいう。)を用いて説明する。OSTランジスタは、多結晶シリコンなどを用いたトランジスタよりも非導通状態時のリーク電流(オフ電流)が極めて低い特徴を有する。トランジスタM1にOSTランジスタを用いることでノードND1に供給された電荷を長期間保持することができる。

20

30

【0419】

特に、表示素子502として用いるEL素子は、液晶素子と比較して応答速度が速く、ノードND1の電圧変動に敏感である。よって、画素回路431のトランジスタM1にOSTランジスタを用いることで、ノードND1の電荷の変動を原因とするフリッカーを低減することが可能であり、好ましい。

【0420】

また、トランジスタM2に用いるトランジスタも、オフ電流が小さいほど好ましい。トランジスタM2にオフ電流が小さいトランジスタを用いることで、黒表示時にわずかに発光してしまう現象(「黒浮き」ともいう。)を低減することができる。よって、画素回路431のトランジスタM2にOSTランジスタを用いることが好ましい。

40

【0421】

なお、図30(A2)に示す回路図において、表示素子502として用いる液晶素子はデータ $D_1$ のリークパスとなる。したがって、適切にIDS駆動を行うには、液晶素子の抵抗率を $1.0 \times 10^{14} \cdot \text{cm}$ 以上とすることが好ましい。

【0422】

なお、上記OSTランジスタのチャンネル形成領域には、例えば、In-Ga-Zn酸化物

50

、In-Zn酸化物などを好適に用いることができる。また、上記In-Ga-Zn酸化物としては、代表的には、In:Ga:Zn=4:2:4.1[原子数比]近傍の組成を用いることができる。

#### 【0423】

また、図30(B)は、通常駆動モードでの信号線SLおよびゲート線GLにそれぞれ与える信号の波形を示すタイミングチャートである。通常駆動モードでは通常のフレーム周波数(例えば60Hz)で動作する。図30(B)に期間 $T_1$ から $T_3$ までを表す。各フレーム期間でゲート線GLに走査信号を与え、信号線SLからデータ $D_1$ をノードND1に書き込む動作を行う。この動作は、期間 $T_1$ から $T_3$ までで同じデータ $D_1$ を書き込む場合、または異なるデータを書き込む場合でも同じである。

10

#### 【0424】

一方、図30(C)は、IDS駆動モードでの信号線SLおよびゲート線GLに、それぞれ与える信号の波形を示すタイミングチャートである。IDS駆動では低速のフレーム周波数(例えば1Hz)で動作する。1フレーム期間を期間 $T_1$ で表し、その中でデータの書き込み期間を期間 $T_W$ 、データの保持期間を期間 $T_{RET}$ で表す。IDS駆動モードは、期間 $T_W$ でゲート線GLに走査信号を与え、信号線SLのデータ $D_1$ を書き込み、期間 $T_{RET}$ でゲート線GLをローレベルの電圧に固定し、トランジスタM1を非導通状態として一旦書き込んだデータ $D_1$ を保持させる動作を行う。なお、低速のフレーム周波数としては、例えば、0.1Hz以上60Hz未満とすればよい。

20

#### 【0425】

本実施の形態は、他の実施の形態などに記載した構成と適宜組み合わせることで実施することが可能である。

#### 【0426】

(実施の形態8)

本実施の形態では、タッチセンサの駆動方法の一例について、図面を参照して説明する。

#### 【0427】

[センサの検知方法の例]

図31(A)は、相互容量方式のタッチセンサの構成を示すブロック図である。図31(A)では、パルス電圧出力回路551、電流検出回路552を示している。なお図31(A)では、パルス電圧が与えられる電極521、電流の変化を検知する電極522をそれぞれ、X1-X6、Y1-Y6のそれぞれ6本の配線として示している。また図31(A)は、電極521および電極522が重畳することで形成される容量553を図示している。なお、電極521と電極522とはその機能を互いに置き換えてもよい。

30

#### 【0428】

パルス電圧出力回路551は、X1-X6の配線に順にパルス電圧を印加するための回路である。X1-X6の配線にパルス電圧が印加されることで、容量553を形成する電極521と電極522の間に電界が生じる。この電極間に生じる電界が遮蔽等により容量553の相互容量に変化を生じさせることを利用して、被検知体の近接、または接触を検出することができる。

#### 【0429】

電流検出回路552は、容量553での相互容量の変化による、Y1乃至Y6の配線での電流の変化を検出するための回路である。Y1乃至Y6の配線では、被検知体の近接、または接触がないと検出される電流値に変化はないが、検出する被検知体の近接、または接触により相互容量が減少する場合には電流値が減少する変化を検出する。なお電流の検出は、積分回路等を用いて行えばよい。

40

#### 【0430】

なお、パルス電圧出力回路551および電流検出回路552のいずれか一方、または両方を、第1素子基板181または第2素子基板182上に形成してもよい。例えば、画素回路や周辺駆動回路などと同時に形成すると、工程を簡略化できることに加え、タッチセンサの駆動に用いる部品数を削減することができるため好ましい。また、パルス電圧出力回

50

路 5 5 1 および電流検出回路 5 5 2 のいずれか一方、または両方を、IC に実装してもよい。

【0431】

特に、第2素子基板 182 上に形成されるトランジスタとして、チャンネルが形成される半導体層に多結晶シリコンや単結晶シリコンなどの結晶性シリコンや、酸化物半導体などを用いると、パルス電圧出力回路 5 5 1 や電流検出回路 5 5 2 等の回路の駆動能力が向上し、タッチセンサの感度を向上させることができる。

【0432】

次いで図 3 1 ( B ) には、図 3 1 ( A ) で示す相互容量方式のタッチセンサにおける入出力波形のタイミングチャートを示す。図 3 1 ( B ) では、1 フレーム期間で各行列での被検知体の検出を行うものとする。また図 3 1 ( B ) では、被検知体を検出しない場合（非タッチ）と被検知体を検出する場合（タッチ）との2つの場合について示している。なお Y 1 - Y 6 の配線については、検出される電流値に対応する電圧値とした波形を示している。

10

【0433】

X 1 - X 6 の配線には、順にパルス電圧が与えられ、該パルス電圧にしたがって Y 1 - Y 6 の配線での波形が変化する。被検知体の近接または接触がない場合には、X 1 - X 6 の配線の電圧の変化に応じて Y 1 - Y 6 の波形が一樣に変化する。一方、被検知体が近接または接触する箇所では、電流値が減少するため、これに対応する電圧値の波形も変化する。

20

【0434】

このように、相互容量の変化を検出することにより、被検知体の近接または接触を検知することができる。

【0435】

また、図 3 1 ( A ) ではタッチセンサとして配線の交差部に容量 5 5 3 のみを設けるパッシブマトリクス方式のタッチセンサの構成を示したが、タッチセンサはトランジスタと容量とを備えたアクティブマトリクス方式のタッチセンサであってもよい。図 3 2 にアクティブマトリクス方式のタッチセンサに含まれる一つのセンサ回路の例を示している。

【0436】

センサ回路は容量 5 5 3 と、トランジスタ 5 6 1 と、トランジスタ 5 6 2 と、トランジスタ 5 6 3 とを有する。トランジスタ 5 6 3 はゲートに信号 S 2 が与えられ、ソース又はドレインの一方に電圧 V R E S が与えられ、他方が容量 5 5 3 の一方の電極およびトランジスタ 5 6 1 のゲートと電気的に接続する。トランジスタ 5 6 1 はソース又はドレインの一方がトランジスタ 5 6 2 のソース又はドレインの一方と電気的に接続し、他方に電圧 V S S が与えられる。トランジスタ 5 6 2 はゲートに信号 S 1 が与えられ、ソース又はドレインの他方が配線 M L と電気的に接続する。容量 5 5 3 の他方の電極には電圧 V S S が与えられる。

30

【0437】

続いて、センサ回路の動作について説明する。まず信号 S 2 としてトランジスタ 5 6 3 をオン状態とする電位が与えられることで、トランジスタ 5 6 1 のゲートが接続されるノード n に電圧 V R E S に対応した電位が与えられる。次いで信号 S 2 としてトランジスタ 5 6 3 をオフ状態とする電位が与えられることで、ノード n の電位が保持される。

40

【0438】

続いて、指等の被検知体の近接または接触により、容量 5 5 3 の相互容量が変化することに伴い、ノード n の電位が V R E S から変化する。

【0439】

読み出し動作は、信号 S 1 にトランジスタ 5 6 2 をオン状態とする電位を与える。ノード n の電位に応じてトランジスタ 5 6 1 に流れる電流、すなわち配線 M L に流れる電流が変化する。この電流を検出することにより、被検知体の近接または接触を検出することができる。

50

## 【0440】

トランジスタ561、トランジスタ562、トランジスタ563としては、チャン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を用いることが好ましい。特にトランジスタ563のチャンネルを形成する半導体層に酸化物半導体を適用することにより、ノードnの電位を長期間に亘って保持することが可能となり、ノードnにVRESを供給しなおす動作（リフレッシュ動作）の頻度を減らすことができる。

## 【0441】

〔表示装置の駆動方法例〕

図33(A)は、表示装置の構成例を示すブロック図である。図33(A)ではゲート駆動回路GD（走査線駆動回路）、ソース駆動回路SD（信号線駆動回路）、複数の画素pixを有する表示部を示している。なお図33(A)では、ゲート駆動回路GDに電氣的に接続されるゲート線x<sub>1</sub>乃至x<sub>m</sub>（mは自然数）、ソース駆動回路SDに電氣的に接続されるソース線y<sub>1</sub>乃至y<sub>n</sub>（nは自然数）に対応して、画素pixではそれぞれに（1, 1）乃至（n, m）の符号を付している。

10

## 【0442】

次いで図33(B)は、図33(A)で示す表示装置におけるゲート線およびソース線に与える信号のタイミングチャート図である。図33(B)では、1フレーム期間ごとにデータ信号を書き換える場合と、データ信号を書き換えない場合と、に分けて示している。なお図33(B)では、帰線期間等の期間を考慮していない。

20

## 【0443】

1フレーム期間ごとにデータ信号を書き換える場合、x<sub>1</sub>乃至x<sub>m</sub>のゲート線には、順に走査信号が与えられる。走査信号がHレベルの期間である水平走査期間1Hでは、各列のソース線y<sub>1</sub>乃至y<sub>n</sub>にデータ信号Dが与えられる。

## 【0444】

1フレーム期間ごとにデータ信号を書き換えない場合、ゲート線x<sub>1</sub>乃至x<sub>m</sub>に与える走査信号を停止する。また水平走査期間1Hでは、各列のソース線y<sub>1</sub>乃至y<sub>n</sub>に与えるデータ信号を停止する。

## 【0445】

1フレーム期間ごとにデータ信号を書き換えない駆動方法は、特に、画素pixが有するトランジスタとしてチャンネルが形成される半導体層に酸化物半導体を適用する場合に有効である。酸化物半導体が適用されたトランジスタはシリコン等の半導体が適用されたトランジスタに比べて極めてオフ電流を小さくすることが可能である。そのため、1フレーム期間ごとにデータ信号の書き換えを行わずに前の期間に書き込んだデータ信号を保持させることができ、例えば1秒以上、好ましくは5秒以上に亘って画素の階調を保持することもできる。

30

## 【0446】

また、画素pixが有するトランジスタとしてチャンネルが形成される半導体層に多結晶シリコンなどを適用する場合には、画素が有する保持容量の大きさをあらかじめ大きくしておくことが好ましい。保持容量が大きいほど、画素の階調を長時間に亘って保持することができる。保持容量の大きさは、保持容量に電氣的に接続するトランジスタや表示素子のリーク電流に応じて設定すればよいが、例えば、1画素あたりの保持容量を5fF以上5pF以下、好ましくは10fF以上5pF以下、より好ましくは20fF以上1pF以下とすると、1フレーム期間ごとにデータ信号の書き換えを行わずに前の期間に書き込んだデータ信号を保持させることができ、例えば数フレームまたは数10フレームの期間に亘って画素の階調を保持することが可能となる。

40

## 【0447】

〔表示部とタッチセンサの駆動方法の例〕

図34(A)乃至(D)は、一例として図31(A)、(B)で説明したタッチセンサと、図33(A)、(B)で説明した表示部を1sec.(1秒間)駆動する場合に、連続するフレーム期間の動作について説明する図である。なお図34(A)では、表示部の1

50

フレーム期間を16.7ms(フレーム周波数:60Hz)、タッチセンサの1フレーム期間を16.7ms(フレーム周波数:60Hz)とした場合について示している。

【0448】

本発明の一態様の表示装置は、表示部の動作とタッチセンサの動作は互いに独立しており、表示期間と平行してタッチ検知期間を設けることができる。そのため図34(A)に示すように、表示部およびタッチセンサの1フレーム期間を共に16.7ms(フレーム周波数:60Hz)と設定することができる。また、タッチセンサと表示部のフレーム周波数を異ならせてもよい。例えば図34(B)に示すように、表示部の1フレーム期間を8.3ms(フレーム周波数:120Hz)と設定し、タッチセンサの1フレーム期間を16.7ms(フレーム周波数:60Hz)とすることもできる。また、図示しないが、表示部のフレーム周波数を33.3ms(フレーム周波数:30Hz)としてもよい。

10

【0449】

また表示部のフレーム周波数を切り替え可能な構成とし、動画像の表示の際にはフレーム周波数を大きく(例えば60Hz以上または120Hz以上)し、静止画像の表示の際にはフレーム周波数を小さく(例えば60Hz以下、30Hz以下、または1Hz以下)することで、表示装置の消費電力を低減することができる。またタッチセンサのフレーム周波数を切り替え可能な構成とし、待機時と、タッチを感知した時とでフレーム周波数を異ならせてもよい。

【0450】

また本発明の一態様の表示装置は、表示部におけるデータ信号の書き換えを行わずに、前の期間に書き換えたデータ信号を保持することで、表示部の1フレーム期間を16.7msよりも長い期間とすることができる。そのため、図34(C)に示すように、表示部の1フレーム期間を1sec.(フレーム周波数:1Hz)と設定し、タッチセンサの1フレーム期間を16.7ms(フレーム周波数:60Hz)とすることもできる。

20

【0451】

なお、表示部におけるデータ信号の書き換えを行わずに、前の期間に書き換えたデータ信号を保持する構成については、先に説明のIDS駆動モードを参照することができる。なお、IDS駆動モードについては、表示部におけるデータ信号の書き換えを特定の領域だけ行う、部分IDS駆動モードとしてもよい。部分IDS駆動モードとは、表示部におけるデータ信号の書き換えを特定の領域だけ行い、それ以外の領域においては、前の期間に書き換えたデータ信号を保持する構成である。

30

【0452】

また、本実施の形態に開示するタッチセンサの駆動方法によれば、図34(C)に示す駆動を行う場合、継続してタッチセンサの駆動を行うことができる。そのため、図34(D)に示すようにタッチセンサにおける被検知体の近接または接触を検知したタイミングで、表示部のデータ信号を書き換えることもできる。

【0453】

ここで、タッチセンサのセンシング期間に表示部のデータ信号の書き換え動作を行うと、データ信号の書き換え時に生じるノイズがタッチセンサに伝わることで、タッチセンサの感度を低下させてしまう恐れがある。したがって、表示部のデータ信号の書き換え期間と、タッチセンサのセンシング期間とをずらすように駆動することが好ましい。

40

【0454】

図35(A)では、表示部のデータ信号の書き換えと、タッチセンサのセンシングとを交互に行う例を示している。また、図35(B)では、表示部のデータ信号の書き換え動作を2回行うごとに、タッチセンサのセンシングを1回行う例を示している。なお、これに限られず3回以上の書き換え動作を行うごとにタッチセンサのセンシングを1回行う構成としてもよい。

【0455】

また、画素pixelに適用されるトランジスタのチャンネルが形成される半導体層に酸化物半導体を用いる場合、オフ電流を極めて低減することが可能なため、データ信号の書き換え

50

の頻度を十分に低減することができる。具体的には、データ信号の書き換えを行った後、次にデータ信号を書き換えるまでの間に、十分に長い休止期間を設けることが可能となる。休止期間は、例えば0.5秒以上、1秒以上、または5秒以上とすることができる。休止期間の上限は、トランジスタに接続される容量や表示素子等のリーク電流によって制限されるが、例えば1分以下、10分以下、1時間以下、または1日以下などとすることができる。

【0456】

図35(C)では、5秒間に1度の頻度で表示部のデータ信号の書き換えを行う例を示している。図35(C)では、表示部はデータ信号を書き換えたのち、次のデータ信号の書き換え動作までの期間は、書き換え動作を停止する休止期間が設けられている。休止期間では、タッチセンサがフレーム周波数*i* Hz (*i*は表示装置のフレーム周波数以上、ここでは0.2 Hz以上)で駆動することができる。また図35(C)に示すように、タッチセンサのセンシングを休止期間に行い、表示部のデータ信号の書き換え期間には行わないようにすると、タッチセンサの感度を向上させることができ好ましい。また、図35(D)に示すように、表示部のデータ信号の書き換えとタッチセンサのセンシングを同時に行うと、駆動のための信号を簡略化することができる。

10

【0457】

また、表示部のデータ信号の書き換え動作を行わない休止期間では、表示部へのデータ信号の供給を停止するだけでなく、ゲート駆動回路GDおよびソース駆動回路SDの一方、または双方の動作を停止してもよい。さらに、ゲート駆動回路GDおよびソース駆動回路SDの一方、または双方への電力供給を停止してもよい。このようにすることで、ノイズをより低減し、タッチセンサの感度をさらに良好なものとするすることができる。また、表示装置の消費電力をさらに低減することができる。

20

【0458】

上記のような駆動方法を行うことで、消費電力を低減させ、且つタッチセンサの検出感度が高められた優れた表示装置を実現することができる。

【0459】

本発明の一態様の表示装置は、2つの基板で表示部とタッチセンサが挟持された構成を有する。よって、表示部とタッチセンサの距離を極めて近づけることができる。このとき、表示部の駆動時のノイズがタッチセンサに伝搬しやすくなり、タッチセンサの感度が低下してしまう恐れがある。本実施の形態で例示した駆動方法を適用することで、薄型化と高い検出感度を両立した、タッチセンサを有する表示装置を実現できる。

30

【0460】

本実施の形態は、他の実施の形態などに記載した構成と適宜組み合わせることで実施することが可能である。

【0461】

(実施の形態9)

本実施の形態では、図36乃至図38を用いて、本発明の一態様に係る表示装置に用いることができるトランジスタの構成例について説明を行う。

【0462】

<トランジスタの構成例1>

まず、トランジスタの構造の一例として、トランジスタ3200aについて、図36(A)(B)(C)を用いて説明する。図36(A)はトランジスタ3200aの上面図である。図36(B)は、図36(A)に示す一点鎖線X1-X2間における切断面の断面図に相当し、図36(C)は、図36(A)に示す一点鎖線Y1-Y2間における切断面の断面図に相当する。なお、図36(A)において、煩雑になることを避けるため、トランジスタ3200aの構成要素の一部(ゲート絶縁層としての機能を有する絶縁層等)を省略して図示している。なお、以下において、一点鎖線X1-X2方向をチャンネル長方向、一点鎖線Y1-Y2方向をチャンネル幅方向と呼称する場合がある。なお、トランジスタの上面図においては、以降の図面においても図36と同様に、構成要素の一部を省略して図

40

50

示する場合がある。

【0463】

トランジスタ3200aは、絶縁層3224上の導電層3221と、絶縁層3224及び導電層3221上の絶縁層3211と、絶縁層3211上の金属酸化物層3231と、金属酸化物層3231上の導電層3222aと、金属酸化物層3231上の導電層3222bと、金属酸化物層3231、導電層3222a、及び導電層3222b上の絶縁層3212と、絶縁層3212上の導電層3223と、絶縁層3212及び導電層3223上の絶縁層3213と、を有する。

【0464】

また、絶縁層3211及び絶縁層3212は、開口部3235を有する。導電層3223は、開口部3235を介して、導電層3221と電氣的に接続される。

10

【0465】

ここで、絶縁層3211は、トランジスタ3200aの第1のゲート絶縁層としての機能を有し、絶縁層3212は、トランジスタ3200aの第2のゲート絶縁層としての機能を有し、絶縁層3213は、トランジスタ3200aの保護絶縁層としての機能を有する。また、トランジスタ3200aにおいて、導電層3221は、第1のゲートとしての機能を有し、導電層3222aは、ソースまたはドレインの一方としての機能を有し、導電層3222bは、ソースまたはドレインの他方としての機能を有する。また、トランジスタ3200aにおいて、導電層3223は、第2のゲートとしての機能を有する。

20

【0466】

なお、トランジスタ3200aは、所謂チャネルエッチ型のトランジスタであり、デュアルゲート構造である。

【0467】

また、トランジスタ3200aは、導電層3223を設けない構成にすることもできる。この場合、トランジスタ3200aは、所謂チャネルエッチ型のトランジスタであり、ボトムゲート構造である。

【0468】

図36(B)(C)に示すように、金属酸化物層3231は、導電層3221、及び導電層3223と対向するように位置し、2つのゲートの機能を有する導電層に挟まれている。導電層3223のチャネル長方向の長さ、及び導電層3223のチャネル幅方向の長さは、金属酸化物層3231のチャネル長方向の長さ、及び金属酸化物層3231のチャネル幅方向の長さよりもそれぞれ長く、金属酸化物層3231の全体は、絶縁層3212を介して導電層3223に覆われている。

30

【0469】

別言すると、導電層3221及び導電層3223は、絶縁層3211及び絶縁層3212に設けられる開口部3235において接続され、且つ金属酸化物層3231の側端部よりも外側に位置する領域を有する。

【0470】

このような構成を有することで、トランジスタ3200aに含まれる金属酸化物層3231を、導電層3221及び導電層3223の電界によって電氣的に囲むことができる。トランジスタ3200aのように、第1のゲート及び第2のゲートの電界によって、チャネル形成領域が形成される金属酸化物層を、電氣的に囲むトランジスタのデバイス構造を *Surrounded channel (S-channel)* 構造と呼ぶことができる。

40

【0471】

トランジスタ3200aは、*S-channel* 構造を有するため、第1のゲートの機能を有する導電層3221によってチャネルを誘起させるための電界を効果的に金属酸化物層3231に印加することができるため、トランジスタ3200aの電流駆動能力が向上し、高いオン電流特性を得ることが可能となる。また、オン電流を高くすることが可能であるため、トランジスタ3200aを微細化することが可能となる。また、トランジスタ3200aは、金属酸化物層3231が、第1のゲートの機能を有する導電層3221及

50

び第2のゲートの機能を有する導電層3223によって囲まれた構造を有するため、トランジスタ3200aの機械的強度を高めることができる。

【0472】

例えば、金属酸化物層3231は、Inと、M(Mは、ガリウム、アルミニウム、シリコン、ホウ素、イットリウム、スズ、銅、バナジウム、ベリリウム、チタン、鉄、ニッケル、ゲルマニウム、ジルコニウム、モリブデン、ランタン、セリウム、ネオジウム、ハフニウム、タンタル、タングステン、またはマグネシウム)と、Znと、を有すると好ましい。

【0473】

また、金属酸化物層3231は、Inの原子数比がMの原子数比より多い領域を有すると好ましい。一例としては、金属酸化物層3231のIn、M、及びZnの原子数の比を、 $In : M : Zn = 4 : 2 : 3$ 近傍とすると好ましい。ここで、近傍とは、Inが4の場合、Mが1.5以上2.5以下であり、且つZnが2以上4以下を含む。または、金属酸化物層3231のIn、M、及びZnの原子数の比を、 $In : M : Zn = 5 : 1 : 6$ 近傍とすると好ましい。

10

【0474】

また、金属酸化物層3231は、CAC-OSまたはCAC-metal oxideであると好適である。金属酸化物層3231が、Inの原子数比がMの原子数比より多い領域を有し、且つCAC-OSまたはCAC-metal oxideであることで、トランジスタ3200aの電界効果移動度を高くすることができる。

20

【0475】

また、s-channel構造であるトランジスタ3200aは電界効果移動度が高く、且つ駆動能力が高いので、トランジスタ3200aを駆動回路、代表的にはゲート信号を生成するゲートドライバに用いることで、額縁幅の狭い(狭額縁ともいう)表示装置を提供することができる。また、トランジスタ3200aを、表示装置が有する信号線への信号の供給を行うソースドライバ(とくに、ソースドライバが有するシフトレジスタの出力端子に接続されるデマルチプレクサ)に用いることで、表示装置に接続される配線数が少ない表示装置を提供することができる。

30

【0476】

また、トランジスタ3200aはそれぞれチャンネルエッチ構造のトランジスタであるため、低温ポリシリコンを用いたトランジスタと比較して、作製工程数が少ない。また、トランジスタ3200aは、金属酸化物層をチャンネルに用いているため、低温ポリシリコンを用いたトランジスタのように、レーザ結晶化工程が不要である。これらのため、大面積基板を用いた表示装置であっても、製造コストを低減することが可能である。さらに、ウルトラハイビジョン(「4K解像度」、「4K2K」、「4K」)、スーパーハイビジョン(「8K解像度」、「8K4K」、「8K」)のように高解像度であり、且つ大型の表示装置において、トランジスタ3200aのように電界効果移動度が高いトランジスタを駆動回路及び表示部に用いることで、短時間での書き込みが可能であり、表示不良を低減することが可能であり好ましい。

40

【0477】

また、金属酸化物層3231と接する絶縁層3211及び絶縁層3212は、酸化物絶縁膜であることが好ましく、化学量論的組成よりも過剰に酸素を含有する領域(過剰酸素領域)を有することがより好ましい。別言すると、絶縁層3211及び絶縁層3212は、酸素を放出することが可能な絶縁膜である。なお、絶縁層3211及び絶縁層3212に過剰酸素領域を設けるには、例えば、酸素雰囲気下にて絶縁層3211及び絶縁層3212を形成する、もしくは成膜後の絶縁層3211及び絶縁層3212を酸素雰囲気下で熱処理すればよい。

【0478】

金属酸化物層3231としては、金属酸化物の一種である酸化物半導体を用いることができる。

【0479】

50

金属酸化物層 3 2 3 1 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は、 $In > M$  を満たすことが好ましい。このようなスパッタリングターゲットの金属元素の原子数比として、 $In : M : Zn = 2 : 1 : 3$ 、 $In : M : Zn = 3 : 1 : 2$ 、 $In : M : Zn = 4 : 2 : 4$ 、 $In : M : Zn = 5 : 1 : 6$ 、 $In : M : Zn = 5 : 1 : 7$ 、 $In : M : Zn = 5 : 1 : 8$ 、 $In : M : Zn = 6 : 1 : 6$ 、 $In : M : Zn = 5 : 2 : 5$  等が挙げられる。

【0480】

また、金属酸化物層 3 2 3 1 が、 $In - M - Zn$  酸化物で形成される場合、スパッタリングターゲットとしては、多結晶の  $In - M - Zn$  酸化物を含むターゲットを用いると好ましい。多結晶の  $In - M - Zn$  酸化物を含むターゲットを用いることで、結晶性を有する金属酸化物層 3 2 3 1 を形成しやすくなる。なお、成膜される金属酸化物層 3 2 3 1 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、金属酸化物層 3 2 3 1 に用いるスパッタリングターゲットの組成が  $In : Ga : Zn = 4 : 2 : 4$  [原子数比] の場合、成膜される金属酸化物層 3 2 3 1 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。

10

【0481】

また、金属酸化物層 3 2 3 1 は、エネルギーギャップが 2 eV 以上、好ましくは 2.5 eV 以上である。このように、エネルギーギャップの広い酸化物半導体を用いることで、トランジスタのオフ電流を低減することができる。

20

【0482】

また、金属酸化物層 3 2 3 1 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、CAAC (C Axis Aligned Crystalline)、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 は最も欠陥準位密度が低い。

【0483】

金属酸化物層 3 2 3 1 としては、不純物濃度が低く、欠陥準位密度の低い金属酸化物膜を用いることで、優れた電気特性を有するトランジスタを作製することができ好ましい。ここでは、不純物濃度が低く、欠陥準位密度の低い (酸素欠損の少ない) ことを高純度真性または実質的に高純度真性とよぶ。なお、金属酸化物膜中の不純物としては、代表的には水、水素などが挙げられる。本明細書等において、金属酸化物膜中から水及び水素を低減または除去することを、脱水化、脱水素化と表す場合がある。また、金属酸化物膜、または酸化物絶縁膜中に酸素を添加することを、加酸素化と表す場合があり、加酸素化され且つ化学量論的組成よりも過剰の酸素を有する状態を過酸素化状態と表す場合がある。

30

【0484】

高純度真性または実質的に高純度真性である金属酸化物膜は、キャリア発生源が少ないため、キャリア密度を低くすることができる。従って、該金属酸化物膜にチャネル形成領域が形成されるトランジスタは、しきい値電圧がマイナスとなる電気特性 (ノーマリーオンともいう。) になることが少ない。また、高純度真性または実質的に高純度真性である金属酸化物膜は、欠陥準位密度が低いため、トラップ準位密度も低くなる場合がある。また、高純度真性または実質的に高純度真性である金属酸化物膜は、オフ電流が著しく小さく、チャネル幅が  $1 \times 10^6 \mu m$  でチャネル長が  $10 \mu m$  の素子であっても、ソース電極とドレイン電極間の電圧 (ドレイン電圧) が 1 V から 10 V の範囲において、オフ電流が、半導体パラメータアナライザの測定限界以下、すなわち  $1 \times 10^{-13} A$  以下という特性を得ることができる。

40

【0485】

絶縁層 3 2 1 3 は、水素及び窒素のいずれか一方または双方を有する。または、絶縁層 3 2 1 3 は、窒素及びシリコンを有する。また、絶縁層 3 2 1 3 は、酸素、水素、水、アルカリ金属、アルカリ土類金属等のプロッキングできる機能を有する。絶縁層 3 2 1 3 を設けることで、金属酸化物層 3 2 3 1 からの酸素の外部への拡散と、絶縁層 3 2 1 2 に含ま

50

れる酸素の外部への拡散と、外部から金属酸化物層 3 2 3 1 への水素、水等の入り込みを防ぐことができる。

【0486】

絶縁層 3 2 1 3 としては、例えば、窒化物絶縁膜を用いることができる。該窒化物絶縁膜としては、窒化シリコン、窒化酸化シリコン、窒化アルミニウム、窒化酸化アルミニウム等がある。

【0487】

<トランジスタの構成例 2 >

次に、トランジスタの構造の一例として、トランジスタ 3 2 0 0 b について、図 3 7 ( A ) ( B ) ( C ) を用いて説明する。図 3 7 ( A ) はトランジスタ 3 2 0 0 b の上面図である。図 3 7 ( B ) は、図 3 7 ( A ) に示す一点鎖線 X 1 - X 2 間における切断面の断面図に相当し、図 3 7 ( C ) は、図 3 7 ( A ) に示す一点鎖線 Y 1 - Y 2 間における切断面の断面図に相当する。

10

【0488】

トランジスタ 3 2 0 0 b は、金属酸化物層 3 2 3 1、導電層 3 2 2 2 a、導電層 3 2 2 2 b、および絶縁層 3 2 1 2 が積層構造である点において、トランジスタ 3 2 0 0 a と異なる。

【0489】

絶縁層 3 2 1 2 は、金属酸化物層 3 2 3 1、導電層 3 2 2 2 a 及び導電層 3 2 2 2 b の上の絶縁層 3 2 1 2 a と、絶縁層 3 2 1 2 a の上の絶縁層 3 2 1 2 b を有する。絶縁層 3 2 1 2 は、金属酸化物層 3 2 3 1 に酸素を供給する機能を有する。すなわち、絶縁層 3 2 1 2 は、酸素を有する。また、絶縁層 3 2 1 2 a は、酸素を透過することのできる絶縁層である。なお、絶縁層 3 2 1 2 a は、後に形成する絶縁層 3 2 1 2 b を形成する際の、金属酸化物層 3 2 3 1 へのダメージ緩和膜としても機能する。

20

【0490】

絶縁層 3 2 1 2 a としては、厚さが 5 nm 以上 1 5 0 nm 以下、好ましくは 5 nm 以上 5 0 nm 以下の酸化シリコン、酸化窒化シリコン等を用いることができる。

【0491】

また、絶縁層 3 2 1 2 a は、欠陥量が少ないことが好ましく、代表的には、E S R 測定により、シリコンのダングリングボンドに由来する  $g = 2.001$  に現れる信号のスピン密度が  $3 \times 10^{17} \text{ spins/cm}^3$  以下であることが好ましい。これは、絶縁層 3 2 1 2 a に含まれる欠陥密度が多いと、該欠陥に酸素が結合してしまい、絶縁層 3 2 1 2 a における酸素の透過性が減少してしまう。

30

【0492】

なお、絶縁層 3 2 1 2 a においては、外部から絶縁層 3 2 1 2 a に入った酸素が全て絶縁層 3 2 1 2 a の外部に移動せず、絶縁層 3 2 1 2 a にとどまる酸素もある。また、絶縁層 3 2 1 2 a に酸素が入ると共に、絶縁層 3 2 1 2 a に含まれる酸素が絶縁層 3 2 1 2 a の外部へ移動することで、絶縁層 3 2 1 2 a において酸素の移動が生じる場合もある。絶縁層 3 2 1 2 a として酸素を透過することができる酸化物絶縁層を形成すると、絶縁層 3 2 1 2 a 上に設けられる、絶縁層 3 2 1 2 b から脱離する酸素を、絶縁層 3 2 1 2 a を介して金属酸化物層 3 2 3 1 に移動させることができる。

40

【0493】

また、絶縁層 3 2 1 2 a は、窒素酸化物に起因する準位密度が低い酸化物絶縁層を用いて形成することができる。なお、当該窒素酸化物に起因する準位密度は、金属酸化物膜の価電子帯の上端のエネルギー ( $E_{v\_os}$ ) と金属酸化物膜の伝導帯の下端のエネルギー ( $E_{c\_os}$ ) の間に形成され得る場合がある。上記酸化物絶縁層として、窒素酸化物の放出量が少ない酸化窒化シリコン膜、または窒素酸化物の放出量が少ない酸化窒化アルミニウム膜等を用いることができる。

【0494】

なお、窒素酸化物の放出量の少ない酸化窒化シリコン膜は、昇温脱離ガス分析法 ( T D S

50

: Thermal Desorption Spectroscopy)において、窒素酸化物の放出量よりアンモニアの放出量が多い膜であり、代表的にはアンモニアの放出量が  $1 \times 10^{18} / \text{cm}^3$  以上  $5 \times 10^{19} / \text{cm}^3$  以下である。なお、アンモニアの放出量は、膜の表面温度が  $50$  以上  $650$  以下、好ましくは  $50$  以上  $550$  以下の加熱処理による放出量とする。

【0495】

窒素酸化物 ( $\text{NO}_x$ 、 $x$  は 0 よりも大きく 2 以下、好ましくは 1 以上 2 以下)、代表的には  $\text{NO}_2$  または  $\text{NO}$  は、絶縁層 3212a などに準位を形成する。当該準位は、金属酸化物層 3231 のエネルギーギャップ内に位置する。そのため、窒素酸化物が、絶縁層 3212a 及び金属酸化物層 3231 の界面に拡散すると、当該準位が絶縁層 3212a 側に  
10

【0496】

また、窒素酸化物は、加熱処理においてアンモニア及び酸素と反応する。絶縁層 3212a に含まれる窒素酸化物は、加熱処理において、絶縁層 3212b に含まれるアンモニアと反応するため、絶縁層 3212a に含まれる窒素酸化物が低減される。このため、絶縁層 3212a 及び金属酸化物層 3231 の界面において、電子がトラップされにくい。

【0497】

絶縁層 3212a として、上記酸化物絶縁層を用いることで、トランジスタのしきい値電圧のシフトを低減することが可能であり、トランジスタの電気特性の変動を低減することができる。  
20

【0498】

また、上記酸化物絶縁層は、SIMS で測定される窒素濃度が  $6 \times 10^{20} \text{ atoms} / \text{cm}^3$  以下である。

【0499】

基板温度が  $220$  以上  $350$  以下であり、シラン及び一酸化二窒素を用いた PECVD 法を用いて、上記酸化物絶縁層を形成することで、緻密であり、且つ硬度の高い膜を形成することができる。

【0500】

絶縁層 3212b は、化学量論的組成を満たす酸素よりも多くの酸素を含む酸化物絶縁層である。上記の酸化物絶縁層は、加熱により酸素の一部が脱離する。なお、TDS において、上記の酸化物絶縁層は、酸素の放出量が  $1.0 \times 10^{19} \text{ atoms} / \text{cm}^3$  以上、好ましくは  $3.0 \times 10^{20} \text{ atoms} / \text{cm}^3$  以上の領域を有する。また、上記の酸素の放出量は、TDS における加熱処理の温度が  $50$  以上  $650$  以下、または  $50$  以上  $550$  以下の範囲での総量である。また、上記の酸素の放出量は、TDS における酸素原子に換算しての総量である。  
30

【0501】

絶縁層 3212b としては、厚さが  $30 \text{ nm}$  以上  $500 \text{ nm}$  以下、好ましくは  $50 \text{ nm}$  以上  $400 \text{ nm}$  以下の、酸化シリコン、酸化窒化シリコン等を用いることができる。  
40

【0502】

また、絶縁層 3212b は、欠陥量が少ないことが好ましく、代表的には、ESR 測定により、シリコンのダングリングボンドに由来する  $g = 2.001$  に現れる信号のスピン密度が  $1.5 \times 10^{18} \text{ spins} / \text{cm}^3$  未満、さらには  $1 \times 10^{18} \text{ spins} / \text{cm}^3$  以下であることが好ましい。なお、絶縁層 3212b は、絶縁層 3212a と比較して金属酸化物層 3231 から離れているため、絶縁層 3212a より、欠陥密度が多くともよい。

【0503】

また、絶縁層 3212 は、同種の材料の絶縁層を用いることができるため、絶縁層 3212a と絶縁層 3212b の界面が明確に確認できない場合がある。したがって、本実施の  
50

形態においては、絶縁層3212aと絶縁層3212bの界面は、破線で図示している。なお、本実施の形態においては、絶縁層3212aと絶縁層3212bの2層構造について説明したが、これに限定されず、例えば、絶縁層3212aの単層構造、あるいは3層以上の積層構造としてもよい。

#### 【0504】

トランジスタ3200bにおいて、金属酸化物層3231は、絶縁層3211上の金属酸化物層3231\_\_1と、金属酸化物層3231\_\_1上の金属酸化物層3231\_\_2と、を有する。なお、金属酸化物層3231\_\_1及び金属酸化物層3231\_\_2は、それぞれ同じ元素を有する。例えば、金属酸化物層3231\_\_1及び金属酸化物層3231\_\_2は、上述の金属酸化物層3231が有する元素を、それぞれ独立に有することが好ましい。

10

#### 【0505】

また、金属酸化物層3231\_\_1及び金属酸化物層3231\_\_2は、それぞれ独立に、 $I_n$ の原子数比がMの原子数比より多い領域を有すると好ましい。一例としては、金属酸化物層3231\_\_1及び金属酸化物層3231\_\_2の $I_n$ 、M、及び $Z_n$ の原子数の比を、 $I_n : M : Z_n = 4 : 2 : 3$ 近傍とすると好ましい。ここで、近傍とは、 $I_n$ が4の場合、Mが1.5以上2.5以下であり、且つ $Z_n$ が2以上4以下を含む。または、金属酸化物層3231\_\_1及び金属酸化物層3231\_\_2の $I_n$ 、M、及び $Z_n$ の原子数の比を、 $I_n : M : Z_n = 5 : 1 : 6$ 近傍とすると好ましい。このように、金属酸化物層3231\_\_1及び金属酸化物層3231\_\_2を概略同じ組成とすることで、同じスパッタリングターゲットを用いて形成できるため、製造コストを抑制することが可能である。また、同じ

20

#### 【0506】

ここで、金属酸化物層3231\_\_1は、金属酸化物層3231\_\_2よりも結晶性が低い領域を有していてもよい。なお、金属酸化物層3231\_\_1及び金属酸化物層3231\_\_2の結晶性としては、例えば、X線回折(XRD: X-Ray Diffraction)を用いて分析する、あるいは、透過型電子顕微鏡(TEM: Transmission Electron Microscope)を用いて分析することで解析できる。

30

#### 【0507】

金属酸化物層3231\_\_1の結晶性が低い領域が過剰酸素の拡散経路となり、金属酸化物層3231\_\_1よりも結晶性の高い金属酸化物層3231\_\_2にも過剰酸素を拡散させることができる。このように、結晶構造が異なる金属酸化物層の積層構造とし、結晶性の低い領域を過剰酸素の拡散経路とすることで、信頼性の高いトランジスタを提供することができる。

#### 【0508】

また、金属酸化物層3231\_\_2が、金属酸化物層3231\_\_1より結晶性が高い領域を有することにより、金属酸化物層3231に混入しうる不純物を抑制することができる。特に、金属酸化物層3231\_\_2の結晶性を高めることで、導電層3222a及び導電層3222bを加工する際のダメージを抑制することができる。金属酸化物層3231の表面、すなわち金属酸化物層3231\_\_2の表面は、導電層3222a及び導電層3222bの加工の際のエッチャントまたはエッチングガスに曝される。しかしながら、金属酸化物層3231\_\_2は、結晶性が高い領域を有する場合、結晶性が低い金属酸化物層3231\_\_1と比較してエッチング耐性に優れる。したがって、金属酸化物層3231\_\_2は、エッチングストップパとして機能する。

40

#### 【0509】

また、金属酸化物層3231\_\_1は、金属酸化物層3231\_\_2よりも結晶性が低い領域を有することで、キャリア密度が高くなる場合がある。

#### 【0510】

50

また、金属酸化物層 3 2 3 1 \_\_ 1 のキャリア密度が高くなると、金属酸化物層 3 2 3 1 \_\_ 1 の伝導帯に対してフェルミ準位が相対的に高くなる場合がある。これにより、金属酸化物層 3 2 3 1 \_\_ 1 の伝導帯の下端が低くなり、金属酸化物層 3 2 3 1 \_\_ 1 の伝導帯下端と、ゲート絶縁膜（ここでは、絶縁層 3 2 1 1）中に形成されうるトラップ準位とのエネルギー差が大きくなる場合がある。該エネルギー差が大きくなることにより、ゲート絶縁膜中にトラップされる電荷が少なくなり、トランジスタのしきい値電圧の変動を小さくできる場合がある。また、金属酸化物層 3 2 3 1 \_\_ 1 のキャリア密度が高くなると、金属酸化物層 3 2 3 1 の電界効果移動度を高めることができる。

【0511】

なお、トランジスタ 3 2 0 0 b においては、金属酸化物層 3 2 3 1 を 2 層の積層構造にする例を示したが、これに限定されず、3 層以上積層する構成にしてもよい。

10

【0512】

トランジスタ 3 2 0 0 b が有する導電層 3 2 2 2 a は、導電層 3 2 2 2 a \_\_ 1 と、導電層 3 2 2 2 a \_\_ 1 上の導電層 3 2 2 2 a \_\_ 2 と、導電層 3 2 2 2 a \_\_ 2 上の導電層 3 2 2 2 a \_\_ 3 と、を有する。また、トランジスタ 3 2 0 0 b が有する導電層 3 2 2 2 b は、導電層 3 2 2 2 b \_\_ 1 と、導電層 3 2 2 2 b \_\_ 1 上の導電層 3 2 2 2 b \_\_ 2 と、導電層 3 2 2 2 b \_\_ 2 上の導電層 3 2 2 2 b \_\_ 3 と、を有する。

【0513】

例えば、導電層 3 2 2 2 a \_\_ 1、導電層 3 2 2 2 b \_\_ 1、導電層 3 2 2 2 a \_\_ 3、及び導電層 3 2 2 2 b \_\_ 3 としては、チタン、タングステン、タンタル、モリブデン、インジウム、ガリウム、錫、及び亜鉛の中から選ばれるいずれか一つまたは複数を有すると好適である。また、導電層 3 2 2 2 a \_\_ 2 及び導電層 3 2 2 2 b \_\_ 2 としては、銅、アルミニウム、及び銀の中から選ばれるいずれか一つまたは複数を有すると好適である。

20

【0514】

より具体的には、導電層 3 2 2 2 a \_\_ 1、導電層 3 2 2 2 b \_\_ 1、導電層 3 2 2 2 a \_\_ 3、及び導電層 3 2 2 2 b \_\_ 3 に In - Sn 酸化物または In - Zn 酸化物を用い、導電層 3 2 2 2 a \_\_ 2 及び導電層 3 2 2 2 b \_\_ 2 に銅を用いることができる。

【0515】

また、導電層 3 2 2 2 a \_\_ 1 の端部は、導電層 3 2 2 2 a \_\_ 2 の端部よりも外側に位置する領域を有し、導電層 3 2 2 2 a \_\_ 3 は、導電層 3 2 2 2 a \_\_ 2 の上面及び側面を覆い、且つ導電層 3 2 2 2 a \_\_ 1 と接する領域を有する。また、導電層 3 2 2 2 b \_\_ 1 の端部は、導電層 3 2 2 2 b \_\_ 2 の端部よりも外側に位置する領域を有し、導電層 3 2 2 2 b \_\_ 3 は、導電層 3 2 2 2 b \_\_ 2 の上面及び側面を覆い、且つ導電層 3 2 2 2 b \_\_ 1 と接する領域を有する。

30

【0516】

上記構成とすることで、導電層 3 2 2 2 a 及び導電層 3 2 2 2 b の配線抵抗を低くし、且つ金属酸化物層 3 2 3 1 への銅の拡散を抑制できるため好適である。

【0517】

<トランジスタの構成例 3 >

次に、トランジスタの構造の一例として、トランジスタ 3 2 0 0 c について、図 3 8 (A) (B) (C) を用いて説明する。図 3 8 (A) はトランジスタ 3 2 0 0 c の上面図である。図 3 8 (B) は、図 3 8 (A) に示す一点鎖線 X 1 - X 2 間における切断面の断面図に相当し、図 3 8 (C) は、図 3 8 (A) に示す一点鎖線 Y 1 - Y 2 間における切断面の断面図に相当する。

40

【0518】

図 3 8 (A) (B) (C) に示すトランジスタ 3 2 0 0 c は、絶縁層 3 2 2 4 上の導電層 3 2 2 1 と、導電層 3 2 2 1 上の絶縁層 3 2 1 1 と、絶縁層 3 2 1 1 上の金属酸化物層 3 2 3 1 と、金属酸化物層 3 2 3 1 上の絶縁層 3 2 1 2 と、絶縁層 3 2 1 2 上の導電層 3 2 2 3 と、絶縁層 3 2 1 1、金属酸化物層 3 2 3 1、及び導電層 3 2 2 3 上の絶縁層 3 2 1 3 と、を有する。なお、金属酸化物層 3 2 3 1 は、導電層 3 2 2 3 と重なるチャネル形成

50

領域 3 2 3 1 i と、絶縁層 3 2 1 3 と接するソース領域 3 2 3 1 s と、絶縁層 3 2 1 3 と接するドレイン領域 3 2 3 1 d と、を有する。

【0519】

また、絶縁層 3 2 1 3 は、窒素または水素を有する。絶縁層 3 2 1 3 と、ソース領域 3 2 3 1 s 及びドレイン領域 3 2 3 1 d と、が接することで、絶縁層 3 2 1 3 中の窒素または水素がソース領域 3 2 3 1 s 及びドレイン領域 3 2 3 1 d 中に添加される。ソース領域 3 2 3 1 s 及びドレイン領域 3 2 3 1 d は、窒素または水素が添加されることで、キャリア密度が高くなる。

【0520】

また、トランジスタ 3 2 0 0 c は、絶縁層 3 2 1 3 上の絶縁層 3 2 1 5 と、絶縁層 3 2 1 3 及び絶縁層 3 2 1 5 に設けられた開口部 3 2 3 6 a を介して、ソース領域 3 2 3 1 s に電氣的に接続される導電層 3 2 2 2 a と、絶縁層 3 2 1 3 及び絶縁層 3 2 1 5 に設けられた開口部 3 2 3 6 b を介して、ドレイン領域 3 2 3 1 d に電氣的に接続される導電層 3 2 2 2 b と、を有していてもよい。

10

【0521】

絶縁層 3 2 1 5 としては、酸化物絶縁膜を用いることができる。また、絶縁層 3 2 1 5 としては、酸化物絶縁膜と、窒化物絶縁膜との積層膜を用いることができる。絶縁層 3 2 1 5 として、例えば酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン、酸化アルミニウム、酸化ハフニウム、酸化ガリウムまたは Ga - Zn 酸化物などを用いればよい。また、絶縁層 3 2 1 5 としては、外部からの水素、水等のバリア膜として機能する膜であることが好ましい。

20

【0522】

絶縁層 3 2 1 1 は、第 1 のゲート絶縁膜としての機能を有し、絶縁層 3 2 1 2 は、第 2 のゲート絶縁膜としての機能を有する。また、絶縁層 3 2 1 3 及び絶縁層 3 2 1 5 は保護絶縁膜としての機能を有する。

【0523】

また、絶縁層 3 2 1 2 は、過剰酸素領域を有する。絶縁層 3 2 1 2 が過剰酸素領域を有することで、金属酸化物層 3 2 3 1 が有するチャンネル形成領域 3 2 3 1 i 中に過剰酸素を供給することができる。よって、チャンネル形成領域 3 2 3 1 i に形成されうる酸素欠損を過剰酸素により補填することができるため、信頼性の高い半導体装置を提供することができる。

30

【0524】

なお、金属酸化物層 3 2 3 1 中に過剰酸素を供給させるためには、金属酸化物層 3 2 3 1 の下方に形成される絶縁層 3 2 1 1 に過剰酸素を供給してもよい。この場合、絶縁層 3 2 1 1 中に含まれる過剰酸素は、金属酸化物層 3 2 3 1 が有するソース領域 3 2 3 1 s、及びドレイン領域 3 2 3 1 d にも供給されうる。ソース領域 3 2 3 1 s、及びドレイン領域 3 2 3 1 d 中に過剰酸素が供給されると、ソース領域 3 2 3 1 s、及びドレイン領域 3 2 3 1 d の抵抗が高くなる場合がある。

【0525】

一方で、金属酸化物層 3 2 3 1 の上方に形成される絶縁層 3 2 1 2 に過剰酸素を有する構成とすることで、チャンネル形成領域 3 2 3 1 i にのみ選択的に過剰酸素を供給させることが可能となる。あるいは、チャンネル形成領域 3 2 3 1 i、ソース領域 3 2 3 1 s、及びドレイン領域 3 2 3 1 d に過剰酸素を供給させたのち、ソース領域 3 2 3 1 s 及びドレイン領域 3 2 3 1 d のキャリア密度を選択的に高めることで、ソース領域 3 2 3 1 s、及びドレイン領域 3 2 3 1 d の抵抗が高くなることを抑制することができる。

40

【0526】

また、金属酸化物層 3 2 3 1 が有するソース領域 3 2 3 1 s 及びドレイン領域 3 2 3 1 d は、それぞれ、酸素欠損を形成する元素、または酸素欠損と結合する元素を有すると好ましい。当該酸素欠損を形成する元素、または酸素欠損と結合する元素としては、代表的には水素、ホウ素、炭素、窒素、フッ素、リン、硫黄、塩素、チタン、希ガス等が挙げられ

50

る。また、希ガス元素の代表例としては、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。上記酸素欠損を形成する元素が、絶縁層 3 2 1 3 中に 1 または複数含まれる場合、当該元素が絶縁層 3 2 1 3 からソース領域 3 2 3 1 s、及びドレイン領域 3 2 3 1 d に拡散する。また、酸素欠損を形成する元素を不純物添加処理によりソース領域 3 2 3 1 s、及びドレイン領域 3 2 3 1 d 中に添加してもよい。

【0527】

不純物元素が酸化物半導体膜に添加されると、酸化物半導体膜中の金属元素と酸素の結合が切断され、酸素欠損が形成される。または、不純物元素が酸化物半導体膜に添加されると、酸化物半導体膜中の金属元素と結合していた酸素が不純物元素と結合し、金属元素から酸素が脱離され、酸素欠損が形成される。これらの結果、酸化物半導体膜においてキャリア密度が増加し、導電性が高くなる。

10

【0528】

また、導電層 3 2 2 1 は、第 1 のゲート電極としての機能を有し、導電層 3 2 2 3 は、第 2 のゲート電極としての機能を有し、導電層 3 2 2 2 a は、ソース電極としての機能を有し、導電層 3 2 2 2 b は、ドレイン電極としての機能を有する。

【0529】

また、図 3 8 ( C ) に示すように、絶縁層 3 2 1 1 及び絶縁層 3 2 1 2 には開口部 3 2 3 7 が設けられる。また、導電層 3 2 2 1 は、開口部 3 2 3 7 を介して、導電層 3 2 2 3 と、電氣的に接続される。よって、導電層 3 2 2 1 と導電層 3 2 2 3 には、同じ電位が与えられる。なお、開口部 3 2 3 7 を設けずに、導電層 3 2 2 1 と、導電層 3 2 2 3 と、異なる電位を与えてもよい。または、開口部 3 2 3 7 を設けずに、導電層 3 2 2 1 を遮光膜として用いてもよい。例えば、導電層 3 2 2 1 を遮光性の材料により形成することで、チャンネル形成領域 3 2 3 1 i に照射される下方からの光を抑制することができる。

20

【0530】

また、図 3 8 ( B ) ( C ) に示すように、金属酸化物層 3 2 3 1 は、第 1 のゲート電極として機能する導電層 3 2 2 1 と、第 2 のゲート電極として機能する導電層 3 2 2 3 のそれぞれと対向するように位置し、2 つのゲート電極として機能する導電膜に挟まれている。

【0531】

また、トランジスタ 3 2 0 0 c もトランジスタ 3 2 0 0 a 及びトランジスタ 3 2 0 0 b と同様に S - c h a n n e l 構造をとる。このような構成を有することで、トランジスタ 3 2 0 0 c に含まれる金属酸化物層 3 2 3 1 を、第 1 のゲート電極として機能する導電層 3 2 2 1 及び第 2 のゲート電極として機能する導電層 3 2 2 3 の電界によって電氣的に取り囲むことができる。

30

【0532】

トランジスタ 3 2 0 0 c は、S - c h a n n e l 構造を有するため、導電層 3 2 2 1 または導電層 3 2 2 3 によってチャンネルを誘起させるための電界を効果的に金属酸化物層 3 2 3 1 に印加することができるため、トランジスタ 3 2 0 0 c の電流駆動能力が向上し、高いオン電流特性を得ることが可能となる。また、オン電流を高くすることが可能であるため、トランジスタ 3 2 0 0 c を微細化することが可能となる。また、トランジスタ 3 2 0 0 c は、金属酸化物層 3 2 3 1 が、導電層 3 2 2 1、及び導電層 3 2 2 3 によって取り囲まれた構造を有するため、トランジスタ 3 2 0 0 c の機械的強度を高めることができる。

40

【0533】

なお、トランジスタ 3 2 0 0 c を、導電層 3 2 2 3 の金属酸化物層 3 2 3 1 に対する位置、または導電層 3 2 2 3 の形成方法から、T G S A ( T o p G a t e S e l f A l i g n ) 型の F E T と呼称してもよい。

【0534】

なお、トランジスタ 3 2 0 0 c においても、トランジスタ 3 2 0 0 b と同様に金属酸化物層 3 2 3 1 を 2 層以上積層する構成にしてもよい。

【0535】

また、トランジスタ 3 2 0 0 c において、絶縁層 3 2 1 2 が導電層 3 2 2 3 と重なる部分

50

にのみ設けられているが、これに限られることなく、絶縁層 3 2 1 2 が金属酸化物層 3 2 3 1 を覆う構成にすることもできる。また、導電層 3 2 2 1 を設けない構成にすることもできる。

【0536】

本実施の形態は、他の実施の形態などに記載した構成と適宜組み合わせることで実施することが可能である。

【0537】

(実施の形態 10)

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について説明する。

【0538】

本発明の一態様の表示装置を、電子機器の表示部に適用することができる。したがって、表示品位の高い電子機器を実現できる。または、極めて高精細な電子機器を実現できる。または、信頼性の高い電子機器を実現できる。

10

【0539】

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

【0540】

本発明の一態様の電子機器は、家屋もしくはビルの内壁もしくは外壁、または、自動車の内装もしくは外装の曲面に沿って組み込むことができる。

20

【0541】

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。

【0542】

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。

【0543】

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、表示部で映像や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。

30

【0544】

本発明の一態様の電子機器は、センサ（力、変位、位置、速度、加速度、角速度、回転数、距離、光、液、磁気、温度、化学物質、音声、時間、硬度、電場、電流、電圧、電力、放射線、流量、湿度、傾度、振動、にのみまたは赤外線を測定する機能を含むもの）を有していてもよい。

【0545】

本発明の一態様の電子機器は、様々な機能を有することができる。例えば、様々な情報（静止画、動画、テキスト画像など）を表示部に表示する機能、タッチパネル機能、カレンダー、日付または時刻などを表示する機能、様々なソフトウェア（プログラム）を実行する機能、無線通信機能、記録媒体に記録されているプログラムまたはデータを読み出す機能等を有することができる。

40

【0546】

さらに、複数の表示部を有する電子機器においては、一つの表示部を主として画像情報を表示し、別の一つの表示部を主として文字情報を表示する機能、または複数の表示部に視差を考慮した画像を表示することで立体的な画像を表示する機能等を有することができる。さらに、受像部を有する電子機器においては、静止画または動画を撮影する機能、撮影した画像を自動または手動で補正する機能、撮影した画像を記録媒体（外部または電子機

50

器に内蔵)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することができる。なお、本発明の一態様の電子機器が有する機能はこれらに限定されず、様々な機能を有することができる。

【0547】

本発明の一態様の表示装置は、極めて高精細な画像を表示することができる。そのため、特に携帯型の電子機器、装着型の電子機器(ウェアラブル機器)、及び電子書籍端末などに好適に用いることができる。また、VR(Virtual Reality)機器やAR(Augmented Reality)機器などにも好適に用いることができる。

【0548】

図39(A)に、ファインダー850を取り付けた状態の、カメラ840の外観を示す。

10

【0549】

カメラ840は、筐体841、表示部842、操作ボタン843、シャッターボタン844等を有する。またカメラ840には、着脱可能なレンズ846が取り付けられている。

【0550】

ここではカメラ840として、レンズ846を筐体841から取り外して交換することが可能な構成としたが、レンズ846と筐体が一体となってもよい。

【0551】

カメラ840は、シャッターボタン844を押すことにより、撮像することができる。また、表示部842はタッチパネルとしての機能を有し、表示部842をタッチすることにより撮像することも可能である。

20

【0552】

カメラ840の筐体841は、電極を有するマウントを有し、ファインダー850のほか、ストロボ装置等を接続することができる。

【0553】

ファインダー850は、筐体851、表示部852、ボタン853等を有する。

【0554】

筐体851は、カメラ840のマウントと係合するマウントを有しており、ファインダー850をカメラ840に取り付けることができる。また当該マウントには電極を有し、当該電極を介してカメラ840から受信した映像等を表示部852に表示させることができる。

30

【0555】

ボタン853は、電源ボタンとしての機能を有する。ボタン853により、表示部852の表示のオン・オフを切り替えることができる。

【0556】

カメラ840の表示部842、及びファインダー850の表示部852に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。

【0557】

なお、図39(A)では、カメラ840とファインダー850とを別の電子機器とし、これらを脱着可能な構成としたが、カメラ840の筐体841に、本発明の一態様の表示装置を備えるファインダーが内蔵されていてもよい。

40

【0558】

図39(B)には、ヘッドマウントディスプレイ860の外観を示している。

【0559】

ヘッドマウントディスプレイ860は、装着部861、レンズ862、本体863、表示部864、ケーブル865等を有している。また装着部861には、バッテリー866が内蔵されている。

【0560】

ケーブル865は、バッテリー866から本体863に電力を供給する。本体863は無線受信機等を備え、受信した画像データ等の映像情報を表示部864に表示させることができる。また、本体863に設けられたカメラで使用者の眼球やまぶたの動きを捉え、その

50

情報をもとに使用者の視点の座標を算出することにより、使用者の視点を入力手段として用いることができる。

【0561】

また、装着部861には、使用者に触れる位置に複数の電極が設けられていてもよい。本体863は使用者の眼球の動きに伴って電極に流れる電流を検知することにより、使用者の視点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を検知することにより、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861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864に表示する機能を有していてもよい。また、使用者の頭部の動きなどを検出し、表示部864に表示する映像をその動きに合わせて変化させてもよい。

10

【0562】

表示部864に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。

【0563】

図39(C)、(D)には、ヘッドマウントディスプレイ870の外観を示している。

【0564】

ヘッドマウントディスプレイ870は、筐体871、2つの表示部872、操作ボタン873、及びバンド状の固定具874を有する。

【0565】

ヘッドマウントディスプレイ870は、上記ヘッドマウントディスプレイ860が有する機能に加え、2つの表示部を備える。

20

【0566】

2つの表示部872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872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や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。

【0567】

操作ボタン873は、電源ボタンなどの機能を有する。また操作ボタン873の他にボタンを有していてもよい。

30

【0568】

また、図39(E)に示すように、表示部872と使用者の目の位置との間に、レンズ875を有していてもよい。レンズ875により、使用者は表示部872を拡大して見ることができるため、より臨場感が高まる。このとき、図39(E)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876を有していてもよい。

【0569】

表示部872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39(E)のようにレンズ875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。

40

【0570】

図40(A)、(B)には、1枚の表示部872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。

【0571】

表示部872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。

【0572】

50

また、表示部 872 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。

【0573】

また、上述したレンズ 875 設けてもよい。表示部 872 には、2つの画像を並べて表示させてもよいし、表示部 872 に一つの画像を表示させ、レンズ 875 を介して両目で同じ画像を見ることのできる構成としてもよい。

【0574】

また、表示部 872 は湾曲していなくてもよく、表示面が平面であってもよい。例えば、図 40 (C)、(D) には、曲面を有さない 1 枚の表示部 872 を有する場合の例を示している。

10

【0575】

本実施の形態は、他の実施の形態などに記載した構成と適宜組み合わせることで実施することが可能である。

【0576】

(実施の形態 11)

本実施の形態では、本明細書等の開示した表示装置などを用いた電子機器の一例について説明する。

【0577】

本発明の一態様に係る表示装置などを用いた電子機器として、テレビ、モニタ等の表示装置、照明装置、デスクトップ型或いはノート型のパーソナルコンピュータ、ワードプロセッサ、DVD (Digital Versatile Disc) などの記録媒体に記憶された静止画又は動画を再生する画像再生装置、ポータブル CD プレーヤ、ラジオ、テープレコーダ、ヘッドホンステレオ、ステレオ、置き時計、壁掛け時計、コードレス電話子機、トランシーバ、自動車電話、携帯電話、携帯情報端末、タブレット型端末、携帯型ゲーム機、パチンコ機などの固定式ゲーム機、電卓、電子手帳、電子書籍端末、電子翻訳機、音声入力機器、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、電気シェーバ、電子レンジ等の高周波加熱装置、電気炊飯器、電気洗濯機、電気掃除機、温水器、扇風機、毛髪乾燥機、エアコンディショナー、加湿器、除湿器などの空調設備、食器洗い器、食器乾燥器、衣類乾燥器、布団乾燥器、電気冷蔵庫、電気冷凍庫、電気冷凍冷蔵庫、DNA 保存用冷凍庫、懐中電灯、チェーンソー等の工具、煙感知器、透析装置等の医療機器などが挙げられる。さらに、誘導灯、信号機、ベルトコンベア、エレベータ、エスカレータ、産業用ロボット、電力貯蔵システム、電力の平準化やスマートグリッドのための蓄電装置等の産業機器が挙げられる。また、燃料を用いたエンジンや、蓄電体からの電力を用いた電動機により推進する移動体なども、電子機器の範疇に含まれる場合がある。上記移動体として、例えば、電気自動車 (EV)、内燃機関と電動機を併せ持ったハイブリッド車 (HEV)、プラグインハイブリッド車 (PHEV)、これらのタイヤ車輪を無限軌道に変えた装軌車両、電動アシスト自転車を含む原動機付自転車、自動二輪車、電動車椅子、ゴルフ用カート、小型又は大型船舶、潜水艦、ヘリコプター、航空機、ロケット、人工衛星、宇宙探査機や惑星探査機、宇宙船などが挙げられる。

20

30

40

【0578】

図 41 (A) に示す情報端末 2910 は、筐体 2911、表示部 2912、マイク 2917、スピーカ部 2914、カメラ 2913、外部接続部 2916、および操作スイッチ 2915 等を有する。表示部 2912 には、可撓性基板が用いられた表示パネルおよびタッチスクリーンを備える。また、情報端末 2910 は、筐体 2911 の内側にアンテナ、バッテリーなどを備える。情報端末 2910 は、例えば、スマートフォン、携帯電話、タブレット型情報端末、タブレット型パーソナルコンピュータ、電子書籍端末等として用いることができる。

【0579】

図 41 (B) に示すノート型パーソナルコンピュータ 2920 は、筐体 2921、表示部

50

2922、キーボード2923、およびポインティングデバイス2924等を有する。また、ノート型パーソナルコンピュータ2920は、筐体2921の内側にアンテナ、バッテリーなどを備える。

【0580】

図41(C)に示すビデオカメラ2940は、筐体2941、筐体2942、表示部2943、操作スイッチ2944、レンズ2945、および接続部2946等を有する。操作スイッチ2944およびレンズ2945は筐体2941に設けられており、表示部2943は筐体2942に設けられている。また、ビデオカメラ2940は、筐体2941の内側にアンテナ、バッテリーなどを備える。そして、筐体2941と筐体2942は、接続部2946により接続されており、筐体2941と筐体2942の間の角度は、接続部2946により変えることが可能な構造となっている。筐体2941に対する筐体2942の角度によって、表示部2943に表示される画像の向きの変更や、画像の表示/非表示の切り換えを行うことができる。

10

【0581】

図41(D)にバングル型の情報端末の一例を示す。情報端末2950は、筐体2951、および表示部2952等を有する。また、情報端末2950は、筐体2951の内側にアンテナ、バッテリーなどを備える。表示部2952は、曲面を有する筐体2951に支持されている。表示部2952には、可撓性基板を用いた表示パネルを備えているため、フレキシブルかつ軽くて使い勝手の良い情報端末2950を提供することができる。

20

【0582】

図41(E)に腕時計型の情報端末の一例を示す。情報端末2960は、筐体2961、表示部2962、バンド2963、バックル2964、操作スイッチ2965、入出力端子2966などを備える。また、情報端末2960は、筐体2961の内側にアンテナ、バッテリーなどを備える。情報端末2960は、携帯電話、電子メール、文章閲覧及び作成、音楽再生、インターネット通信、コンピュータゲームなどの種々のアプリケーションを実行することができる。

【0583】

表示部2962の表示面は湾曲しており、湾曲した表示面に沿って表示を行うことができる。また、表示部2962はタッチセンサを備え、指やスタイラスなどで画面に触れることで操作することができる。例えば、表示部2962に表示されたアイコン2967に触れることで、アプリケーションを起動することができる。操作スイッチ2965は、時刻設定のほか、電源のオン、オフ動作、無線通信のオン、オフ動作、マナーモードの実行及び解除、省電力モードの実行及び解除など、様々な機能を持たせることができる。例えば、情報端末2960に組み込まれたオペレーティングシステムにより、操作スイッチ2965の機能を設定することもできる。

30

【0584】

また、情報端末2960は、通信規格された近距離無線通信を実行することが可能である。例えば無線通信可能なヘッドセットと相互通信することによって、ハンズフリーで通話することもできる。また、情報端末2960は入出力端子2966を備え、他の情報端末と入出力端子2966を介して直接データのやりとりを行うことができる。また入出力端子2966を介して充電を行うこともできる。なお、充電動作は入出力端子2966を介さずに無線給電により行ってもよい。

40

【0585】

図41(F)はタブレット型のパーソナルコンピュータ5300であり、筐体5301、筐体5302、表示部5303、光センサ5304、光センサ5305、スイッチ5306等を有する。表示部5303は、筐体5301および筐体5302によって支持されている。そして、表示部5303は可撓性を有する基板を用いて形成されているため形状をフレキシブルに曲げることができる機能を有する。筐体5301と筐体5302の間の角度をヒンジ5307および5308において変更することで、筐体5301と筐体5302が重なるように、表示部5303を折りたたむことができる。図示してはいないが、開

50

閉センサを内蔵させ、上記角度の変化を表示部 5 3 0 3 において使用条件の情報として用いても良い。

【 0 5 8 6 】

図 4 1 ( G ) は、テレビジョン装置 9 1 0 0 を示す斜視図である。テレビジョン装置 9 1 0 0 は、筐体 9 0 0 0、表示部 9 0 0 1、スピーカ 9 0 0 3、操作キー 9 0 0 5 ( 電源スイッチ、又は操作スイッチを含む )、接続端子 9 0 0 6、センサ 9 0 0 7 ( 距離、光、温度などを測定する機能を含むもの )、などを有する。テレビジョン装置 9 1 0 0 は、表示部 9 0 0 1 に、例えば、5 0 インチ以上、または 1 0 0 インチ以上の表示装置を組み込むことが可能である。

【 0 5 8 7 】

本実施の形態に示す電子機器の表示部には、本発明の一態様の表示装置が搭載されている。電子機器の表示部に本発明の一態様に係る表示装置および駆動方法を用いることで、視認性が良好な電子機器を実現できる。

【 0 5 8 8 】

本実施の形態は、他の実施の形態などに記載した構成と適宜組み合わせることで実施することが可能である。

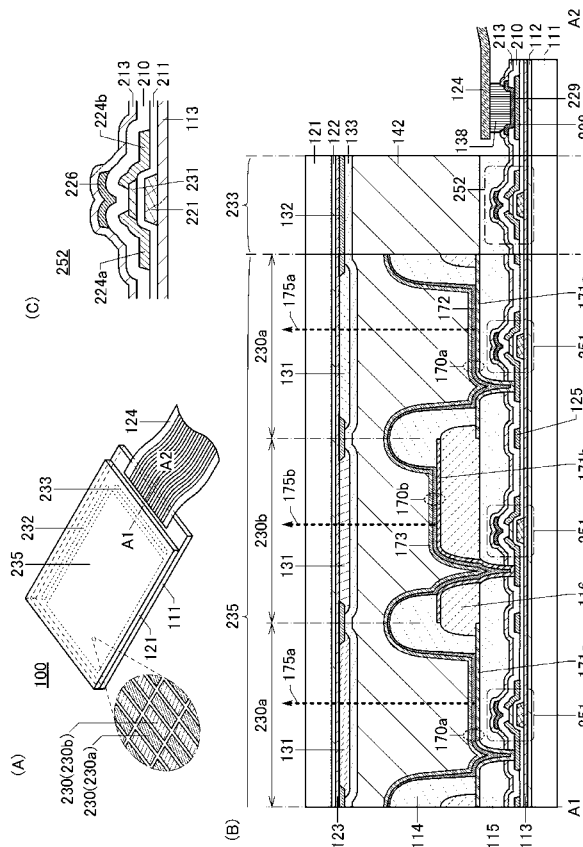
【 符号の説明 】

【 0 5 8 9 】

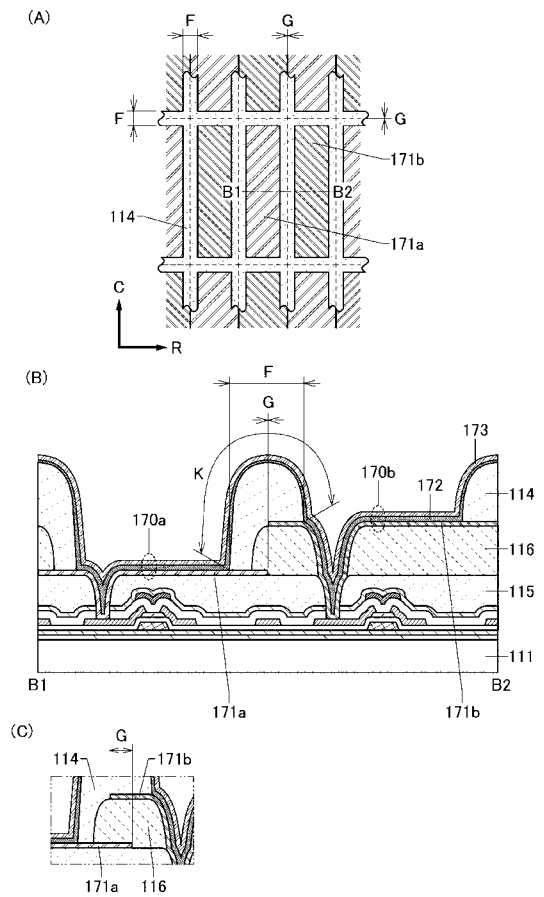
1 0 0	表示装置	
1 1 1	基板	20
1 1 2	接着層	
1 1 3	絶縁層	
1 1 4	絶縁層	
1 1 5	絶縁層	
1 1 6	絶縁層	
1 2 1	基板	
1 2 2	接着層	
1 2 3	絶縁層	
1 2 4	F P C	
1 2 5	配線	30
1 2 9	絶縁層	
1 3 1	着色層	
1 3 2	遮光層	
1 3 3	絶縁層	
1 3 5	機能性部材	
1 3 8	接続層	
1 4 2	接着層	
1 5 0	表示装置	
1 6 1	開口	
1 6 2	開口	40
1 7 0	発光素子	
1 7 1	電極	
1 7 2	E L 層	
1 7 3	電極	
1 7 5	光	
1 7 6	タッチセンサ	
1 8 0	液晶素子	
1 8 1	素子基板	
1 8 2	素子基板	
2 0 0	表示装置	50

- 2 1 0 絶縁層
- 2 1 1 絶縁層
- 2 1 3 絶縁層
- 2 2 1 電極
- 2 2 5 絶縁層
- 2 2 6 電極
- 2 2 7 不純物
- 2 2 8 電極
- 2 2 9 電極
- 2 3 0 画素
- 2 3 1 半導体層
- 2 3 2 周辺回路領域
- 2 3 3 周辺回路領域
- 2 3 5 表示領域
- 2 3 6 配線
- 2 3 7 配線
- 2 4 0 画素
- 2 5 1 トランジスタ
- 2 5 2 トランジスタ

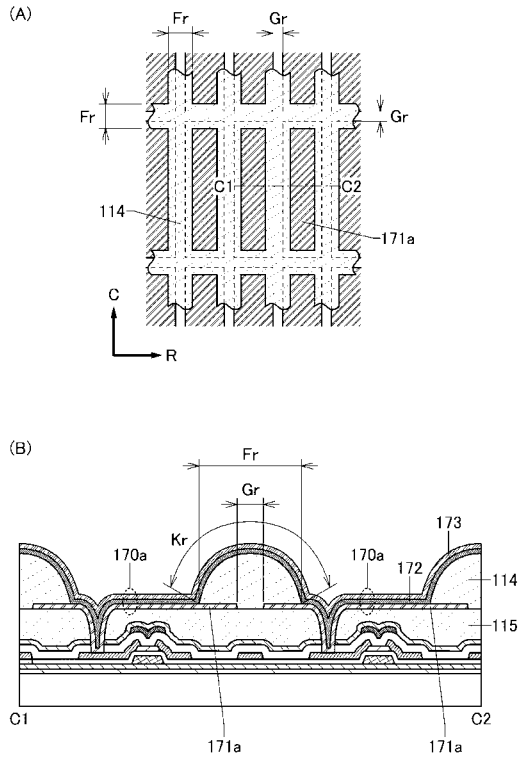
【 図 1 】



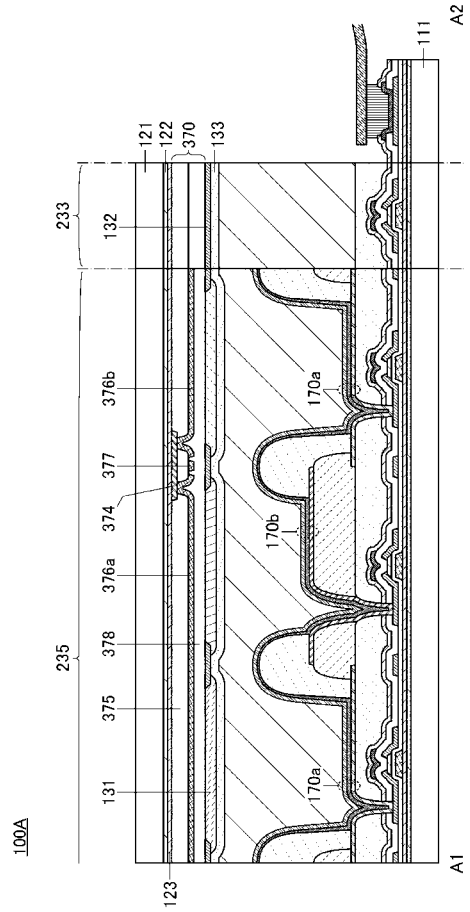
【 図 2 】



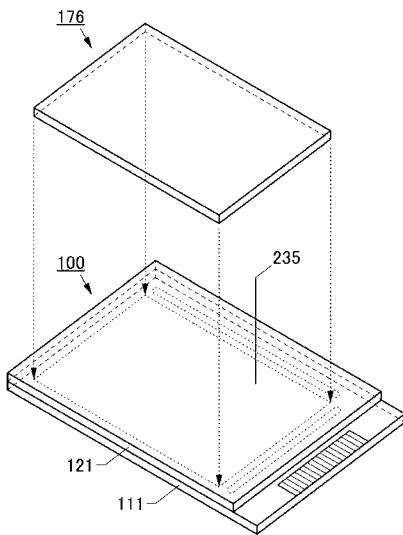
【 図 3 】



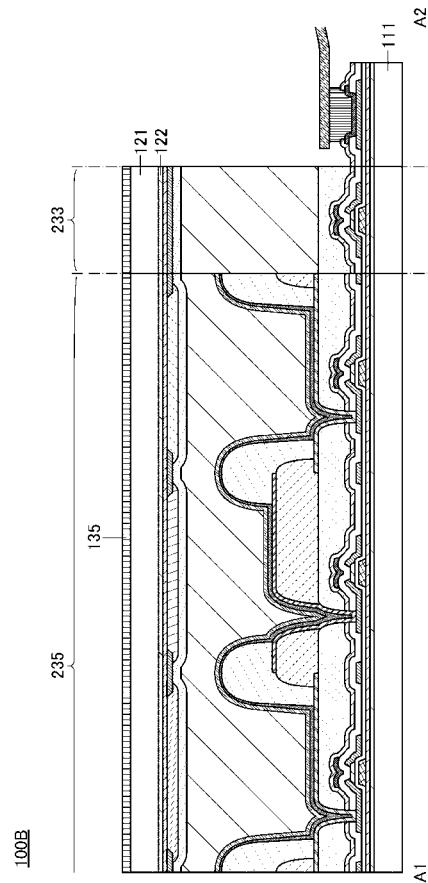
【 図 4 】



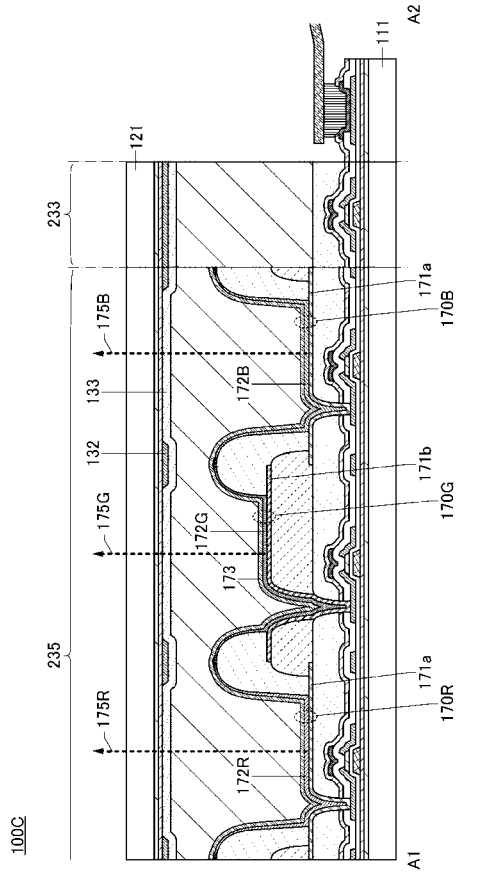
【 図 5 】



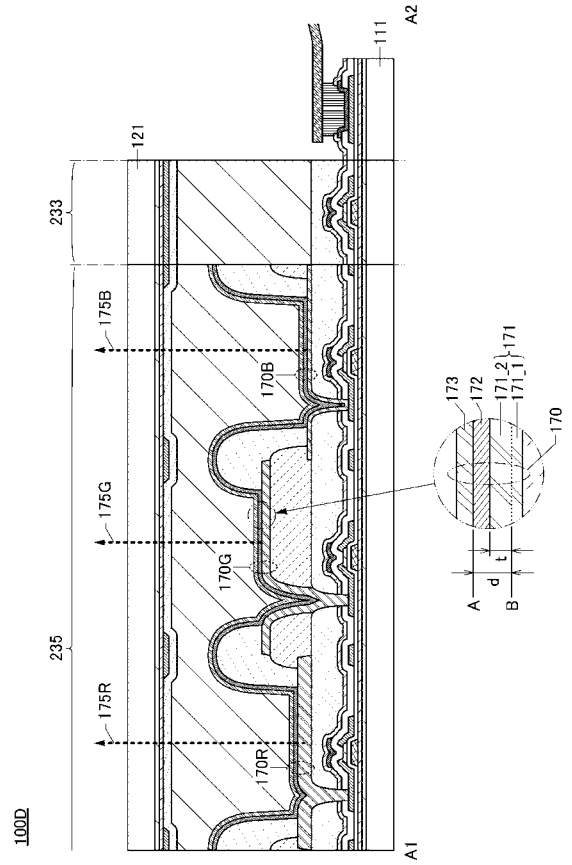
【 図 6 】



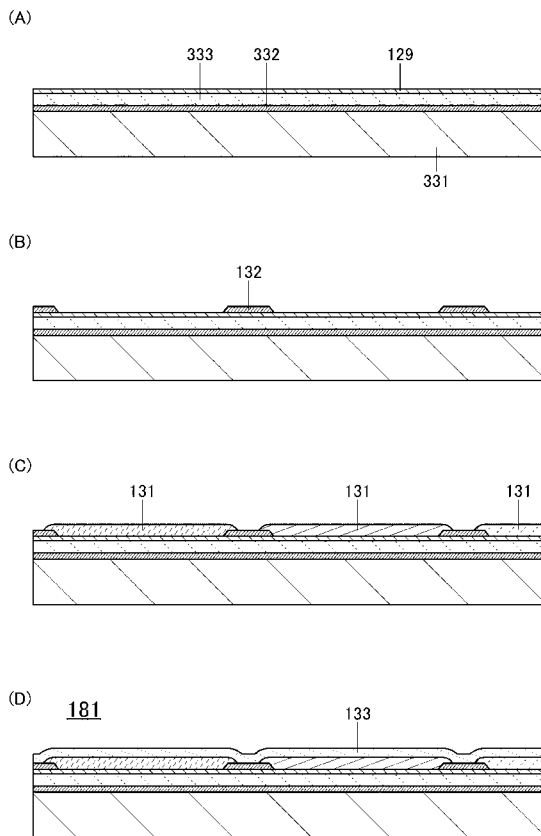
【 図 7 】



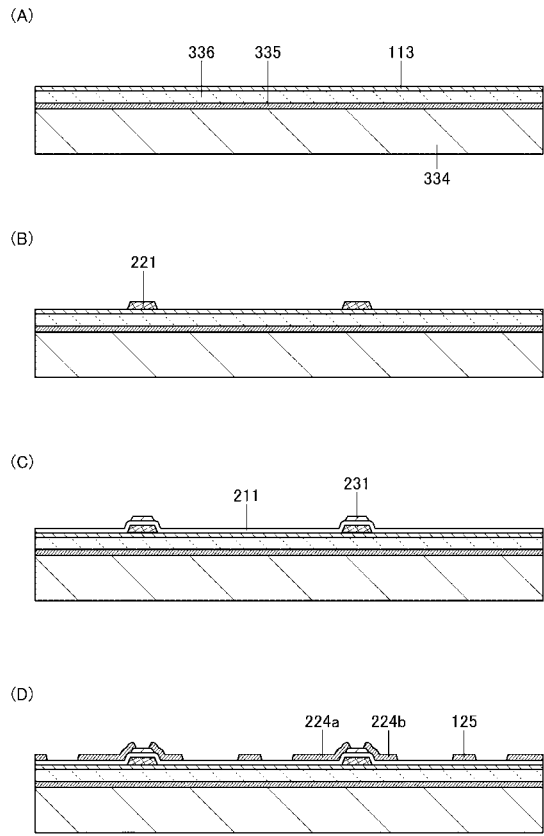
【 図 8 】



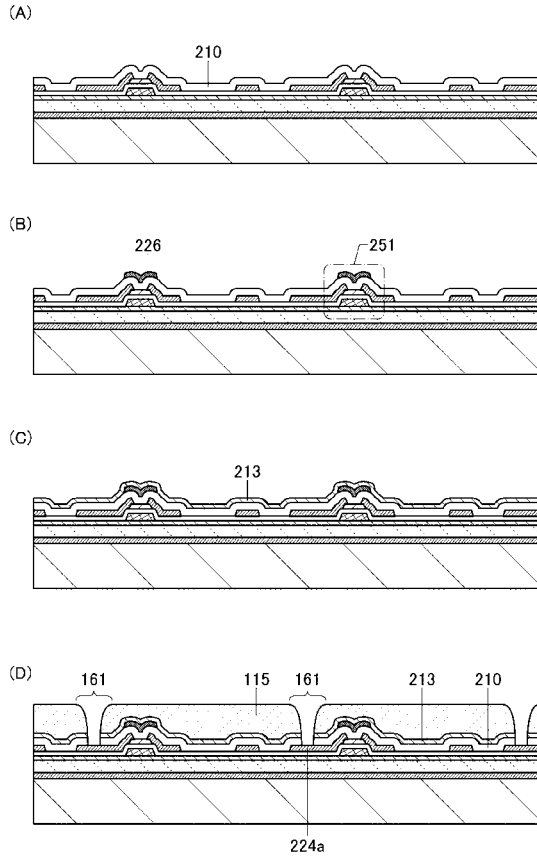
【 図 9 】



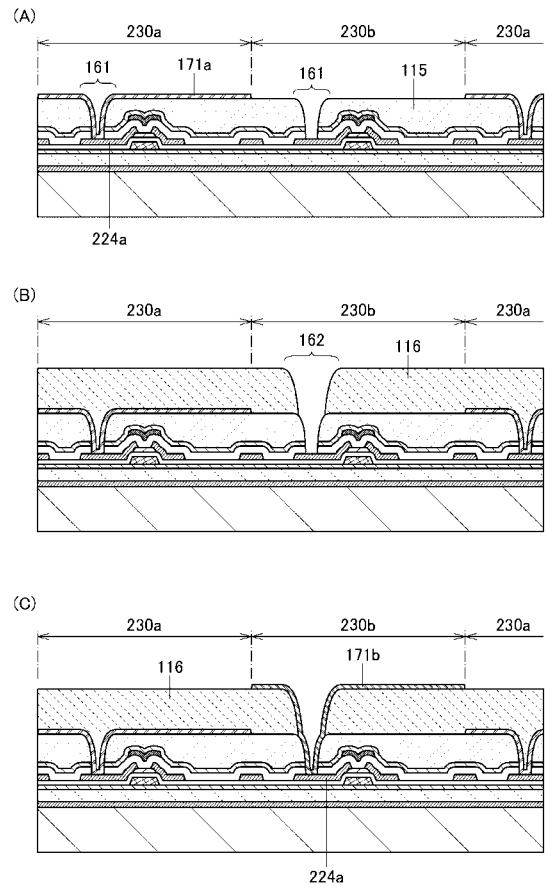
【 図 10 】



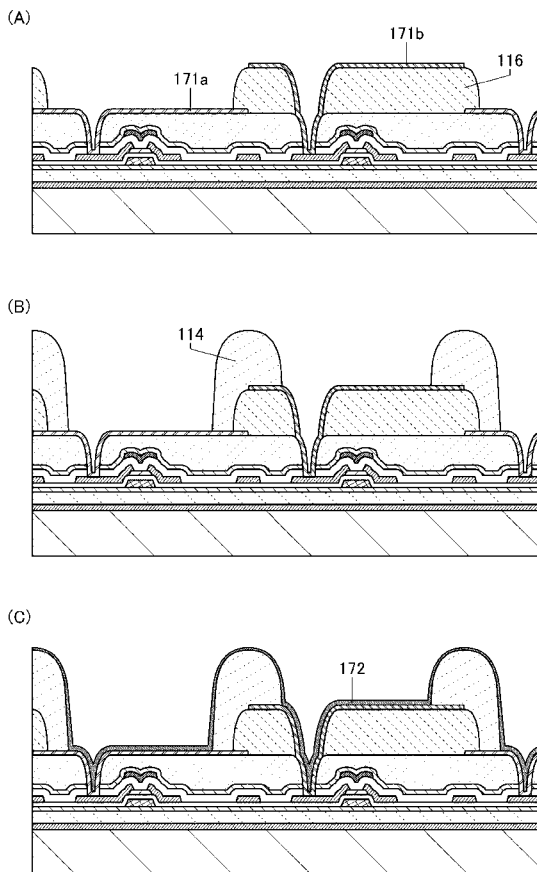
【 図 1 1 】



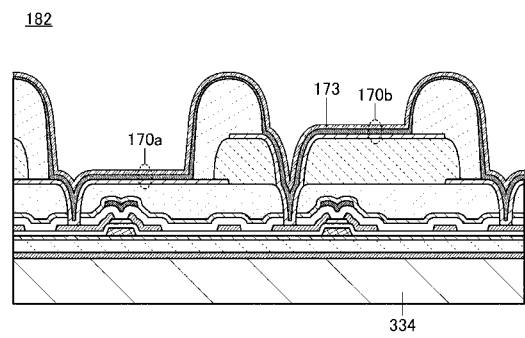
【 図 1 2 】



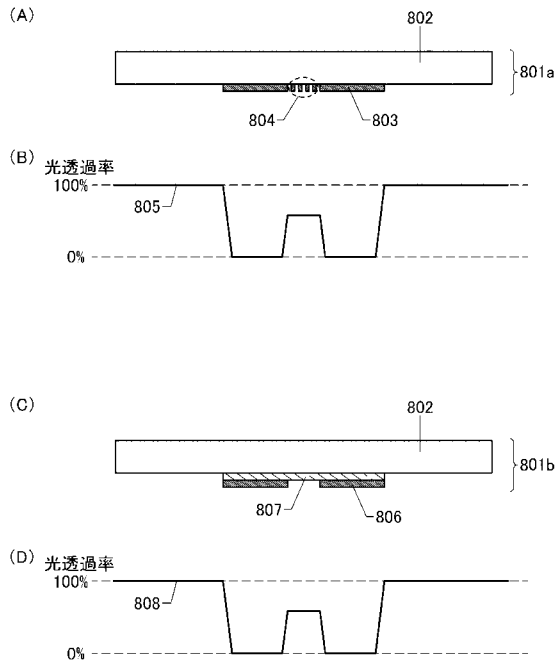
【 図 1 3 】



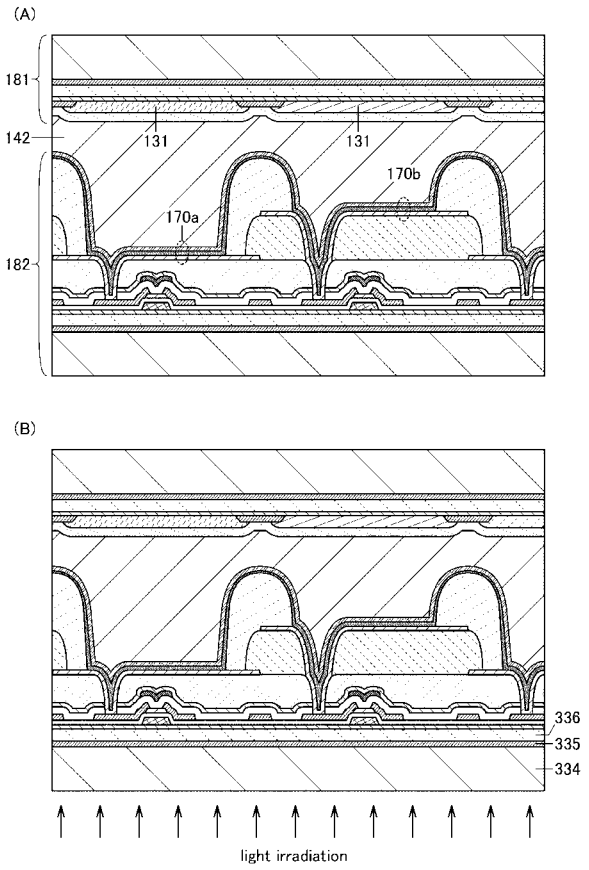
【 図 1 4 】



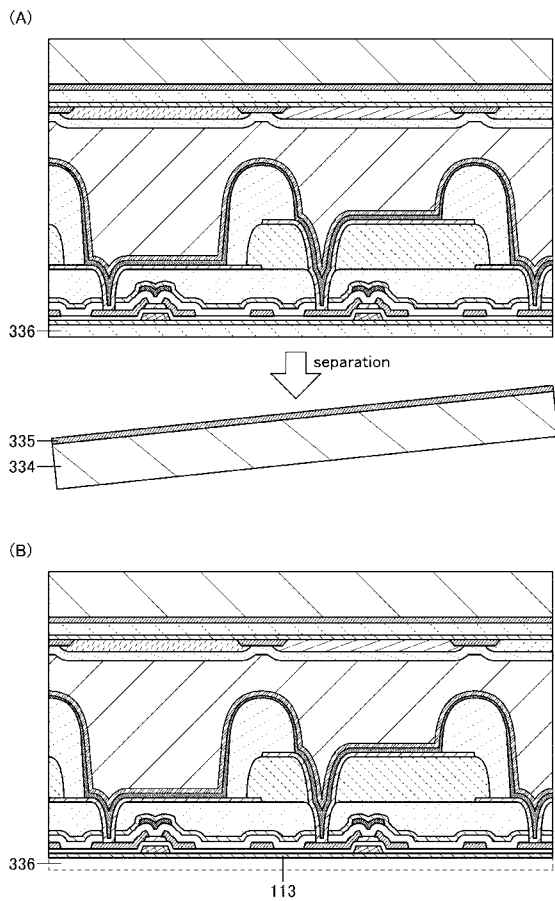
【 図 1 5 】



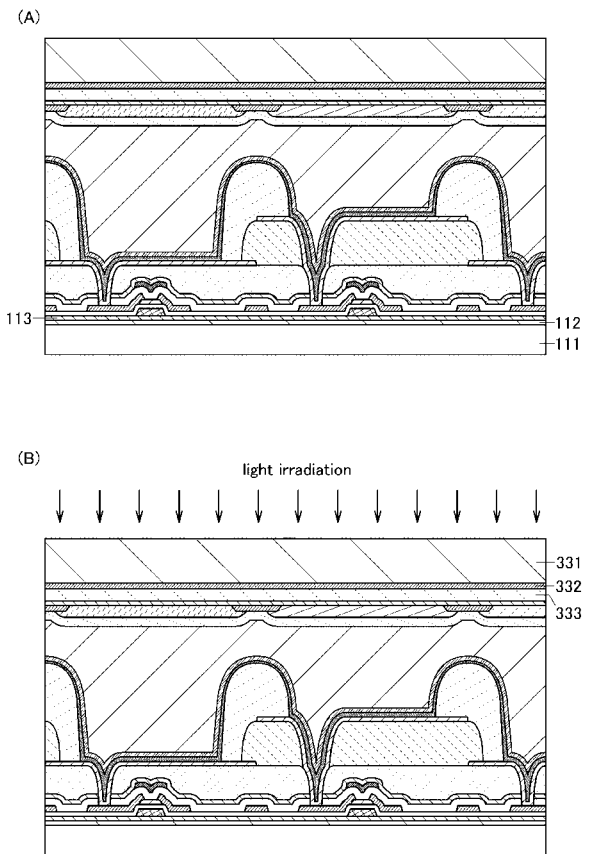
【 図 1 6 】



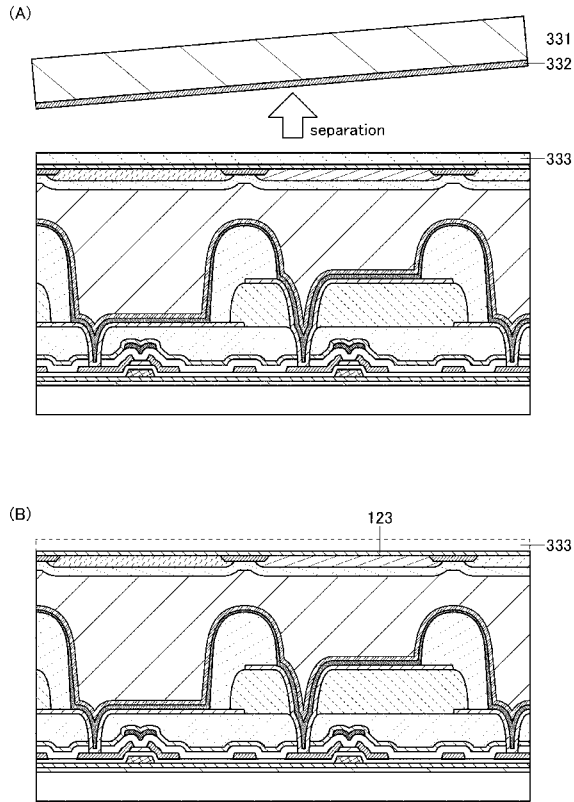
【 図 1 7 】



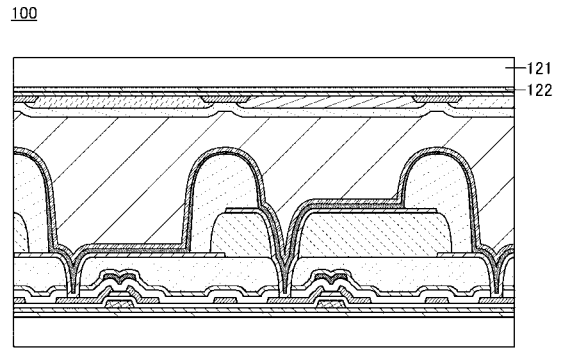
【 図 1 8 】



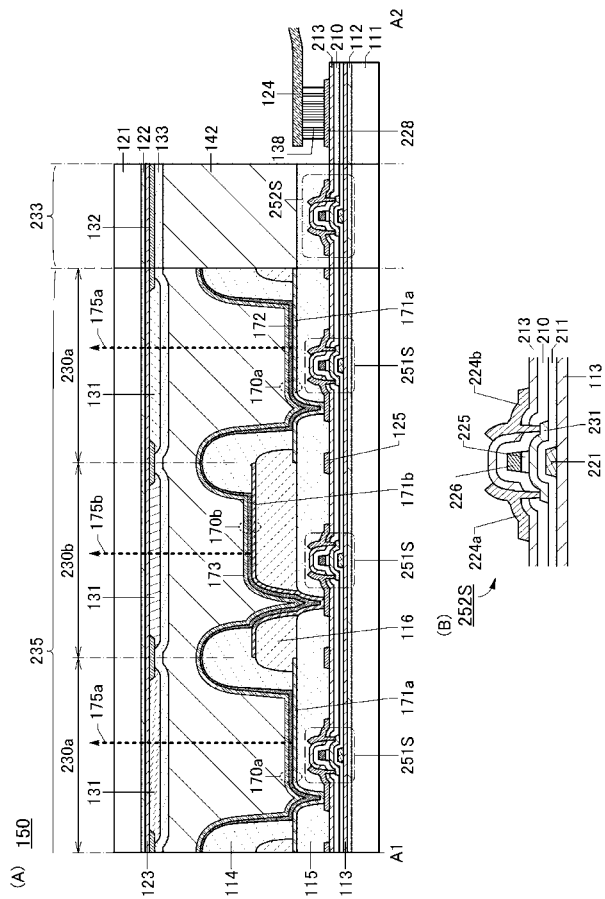
【 図 1 9 】



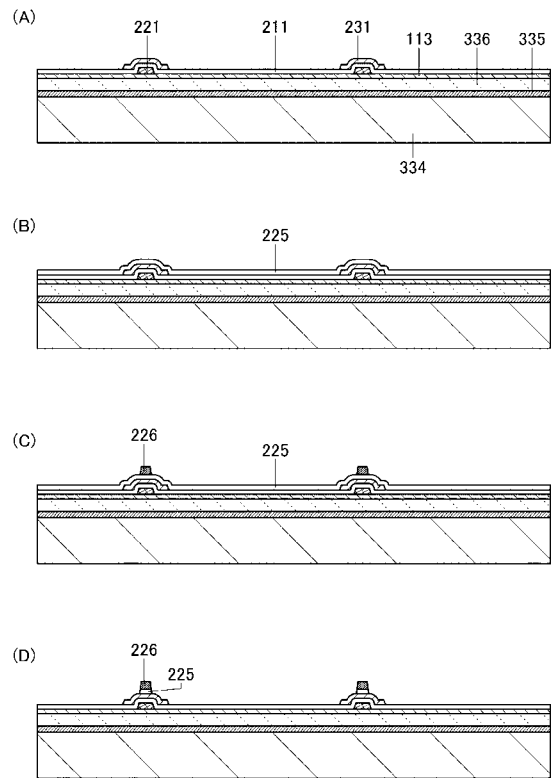
【 図 2 0 】



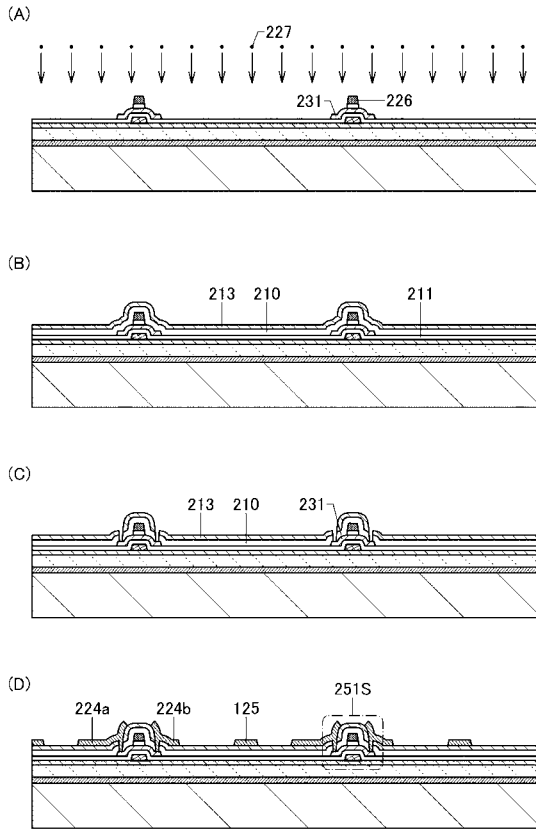
【 図 2 1 】



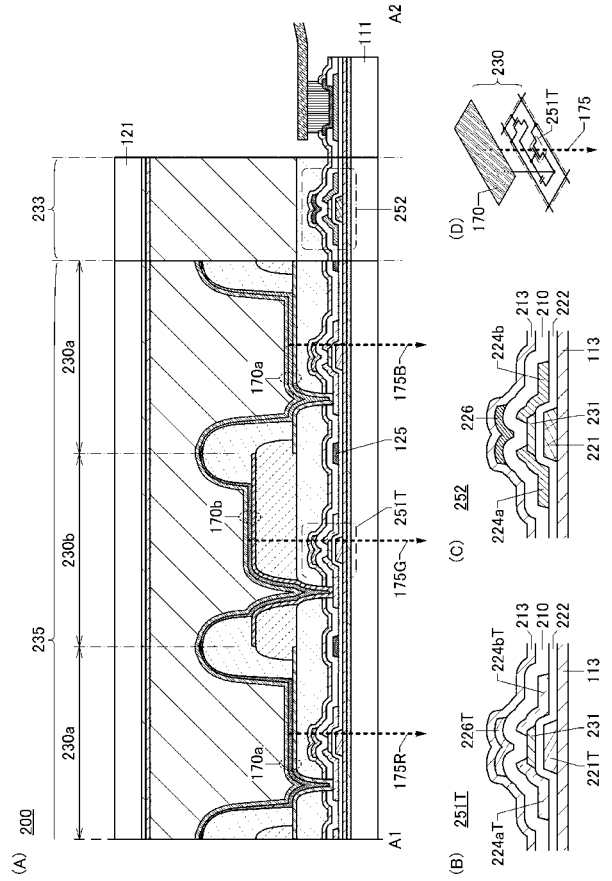
【 図 2 2 】



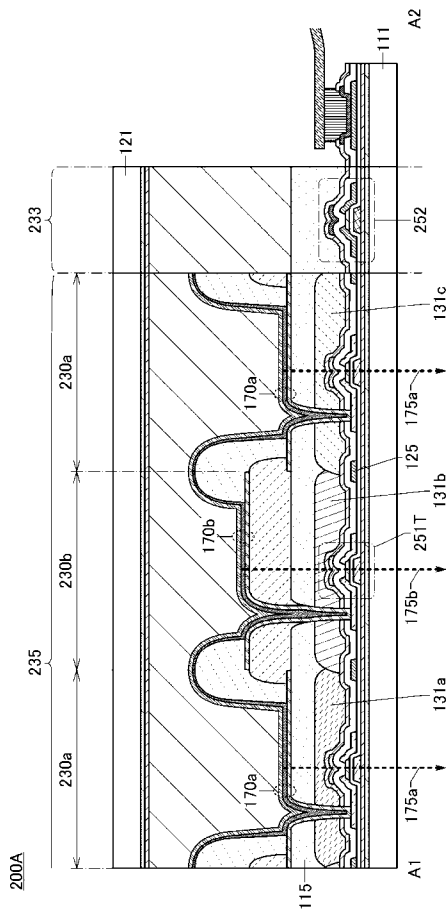
【 2 3 】



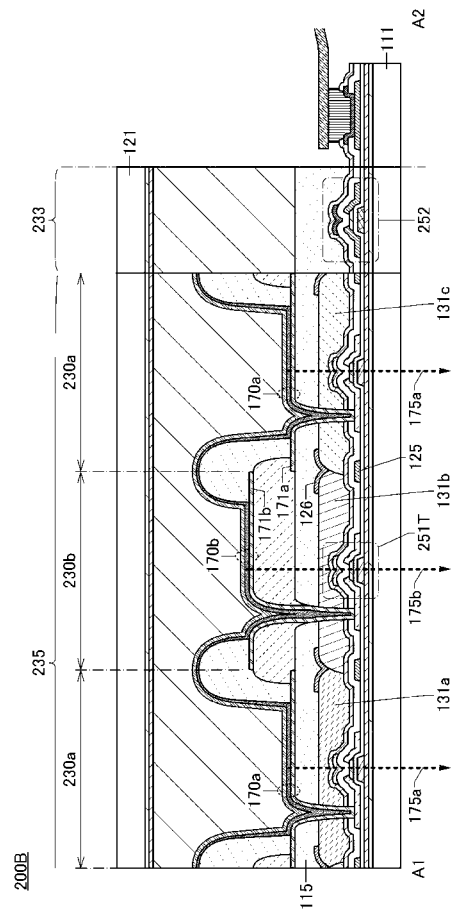
【 2 4 】



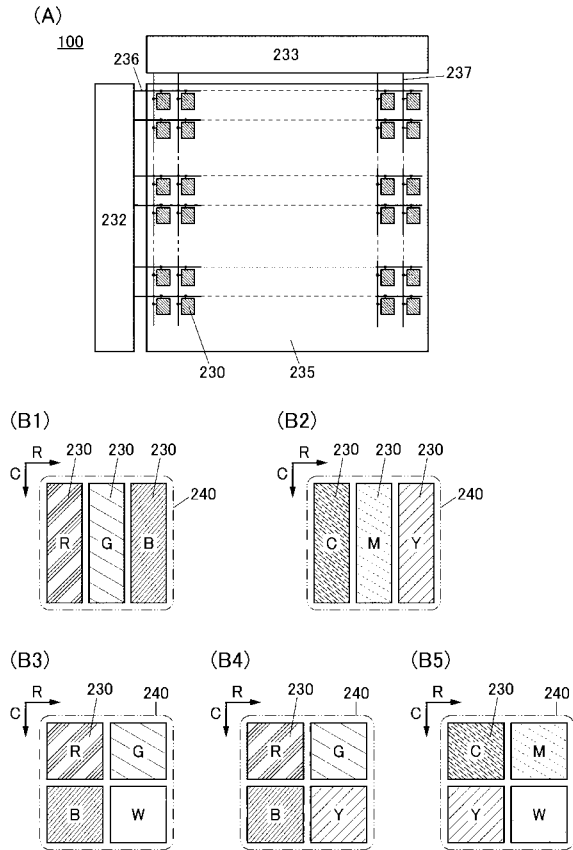
【 2 5 】



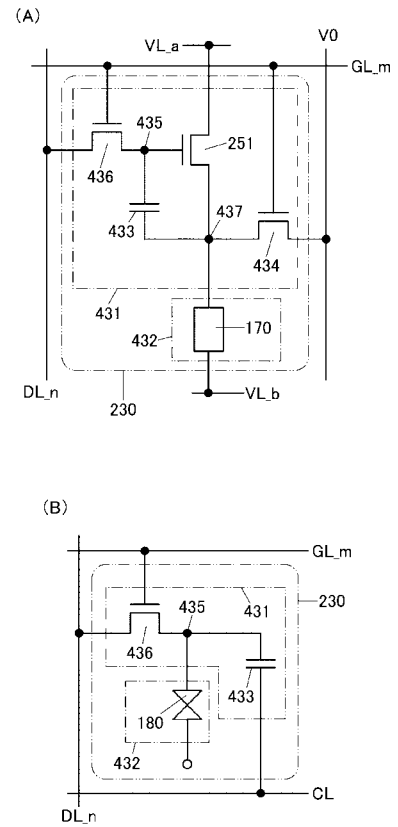
【 2 6 】



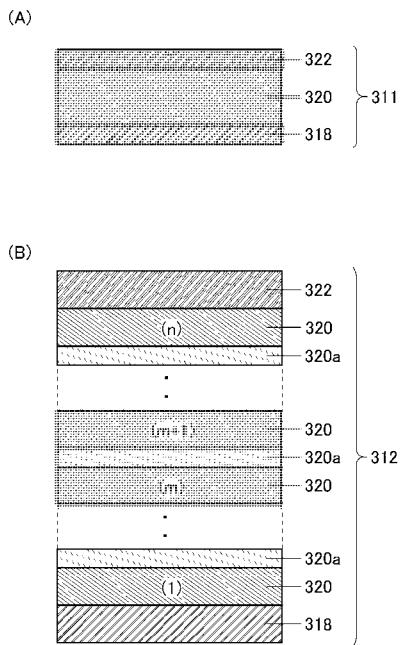
【 図 2 7 】



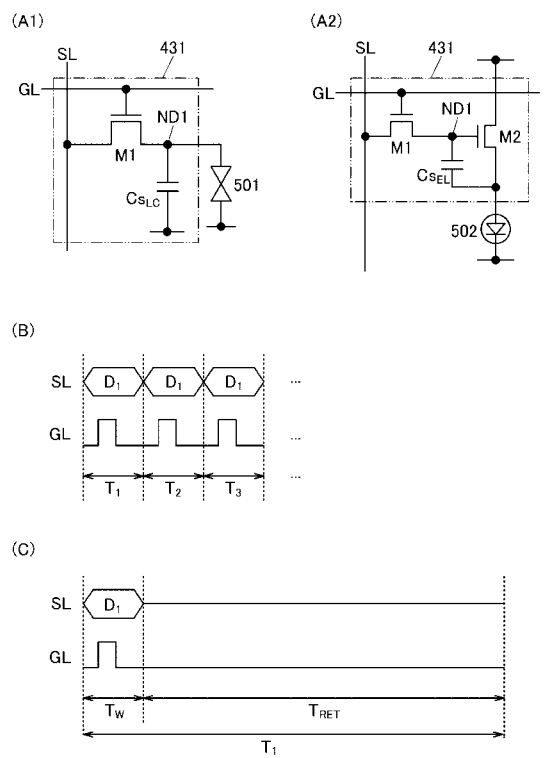
【 図 2 8 】



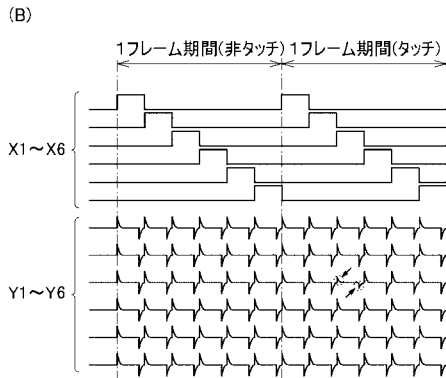
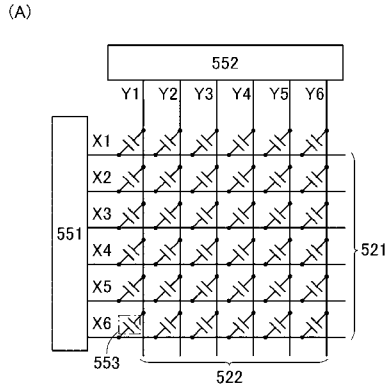
【 図 2 9 】



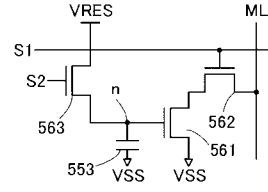
【 図 3 0 】



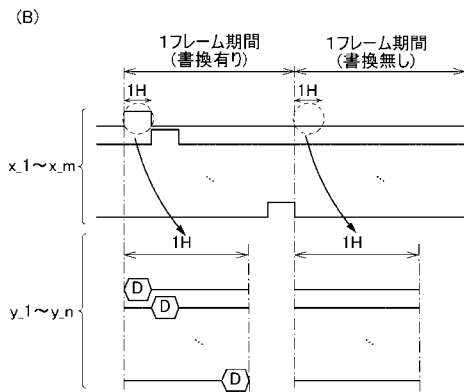
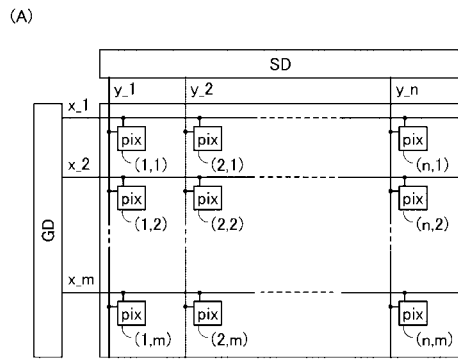
【 図 3 1 】



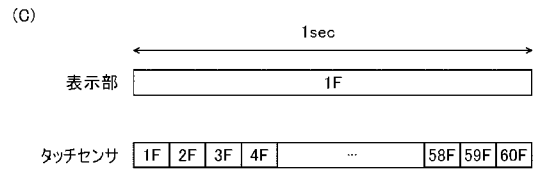
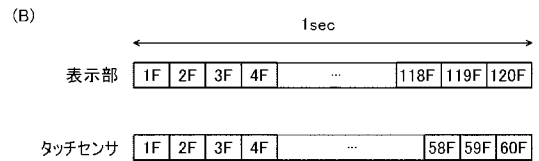
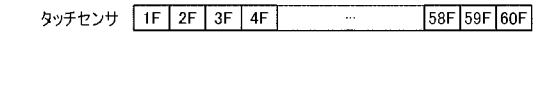
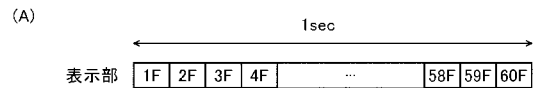
【 図 3 2 】



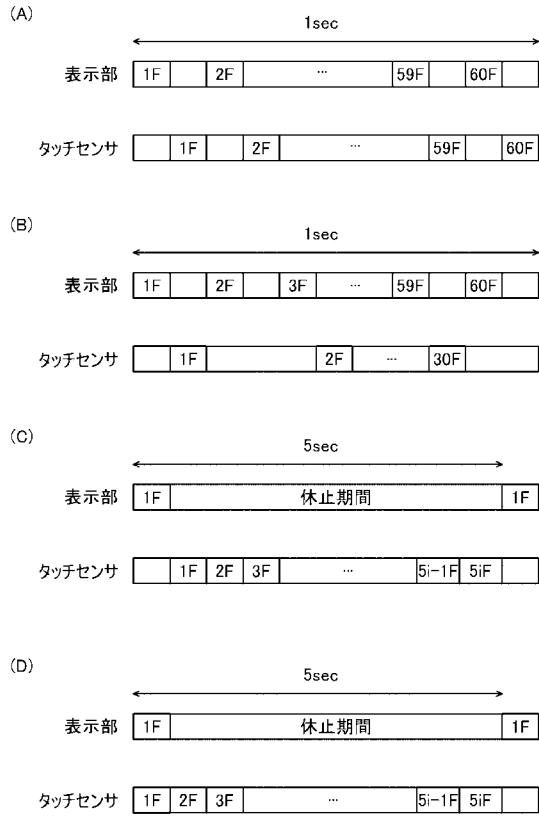
【 図 3 3 】



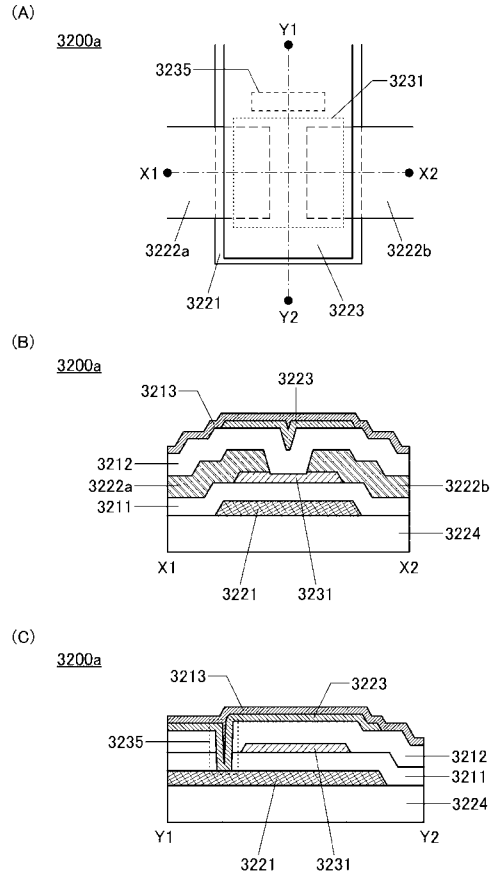
【 図 3 4 】



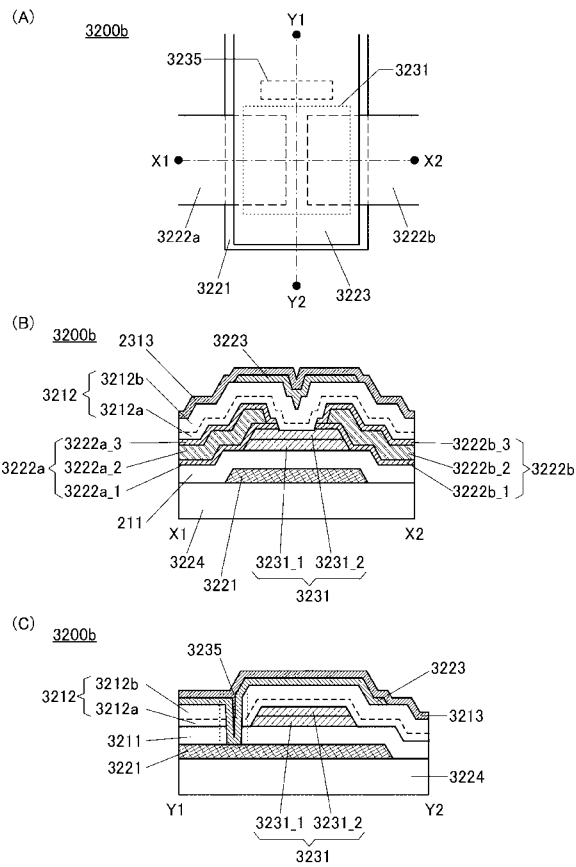
【図 3 5】



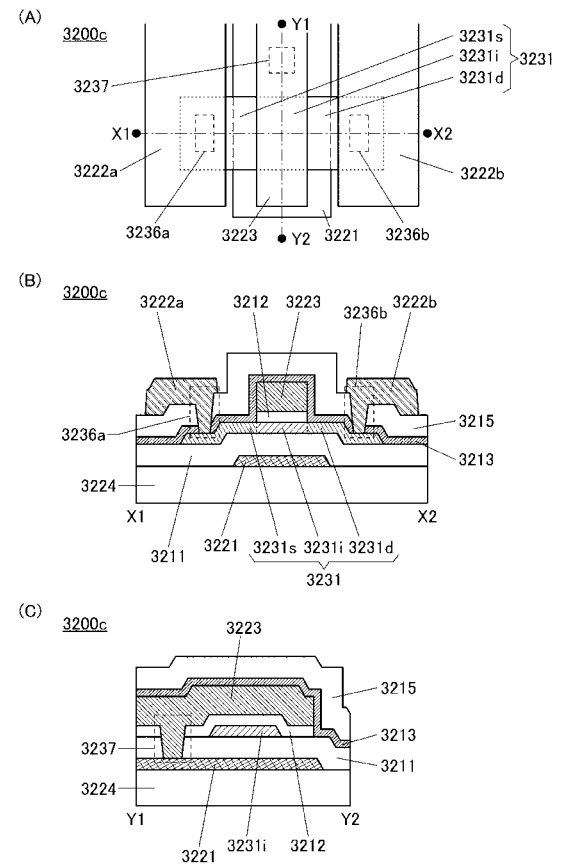
【図 3 6】



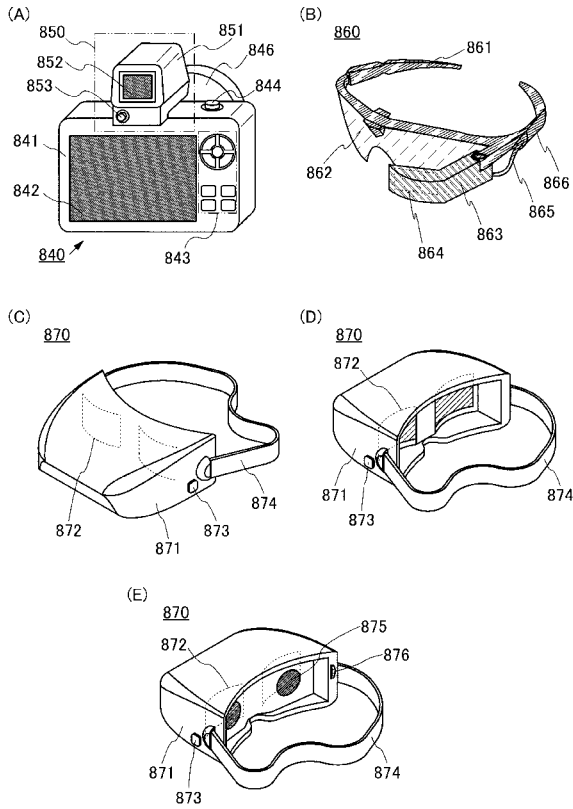
【図 3 7】



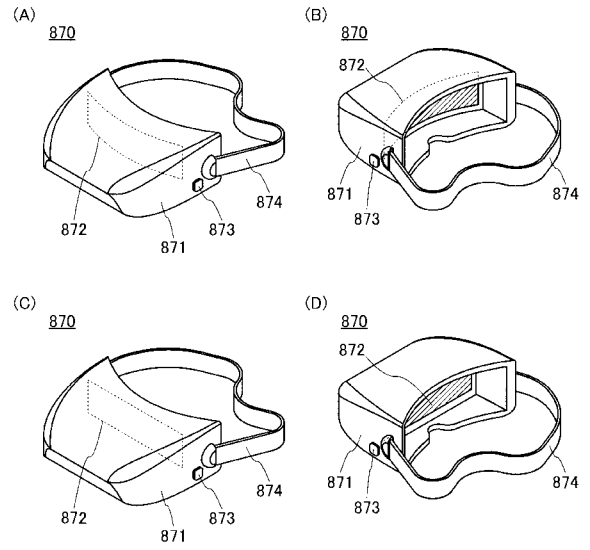
【図 3 8】



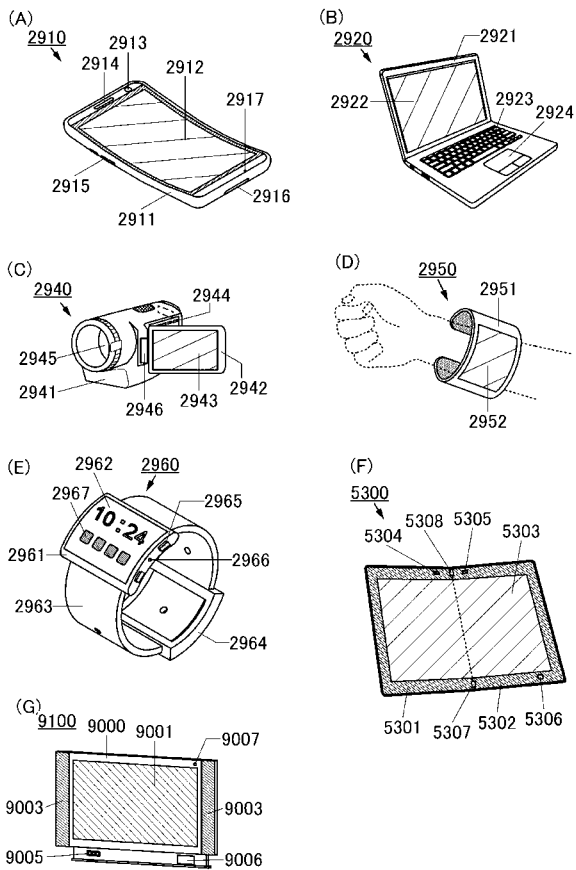
【 図 3 9 】



【 図 4 0 】



【 図 4 1 】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード(参考)
H 0 5 B	33/22	(2006.01)	G 0 9 F	9/30	3 6 5
			G 0 9 F	9/30	3 3 8
			H 0 5 B	33/22	Z

专利名称(译)	表示装置		
公开(公告)号	<a href="#">JP2018107444A</a>	公开(公告)日	2018-07-05
申请号	JP2017243426	申请日	2017-12-20
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社半导体能源研究所		
申请(专利权)人(译)	半导体能源研究所有限公司		
[标]发明人	豊高耕平		
发明人	豊高 耕平		
IPC分类号	H01L51/50 H01L27/32 H05B33/12 G02B5/20 G09F9/30 H05B33/22		
CPC分类号	G02F1/134336 G02F1/133345 H01L27/32 H01L27/3204 H01L27/3218 H01L27/3246 H01L27/3258 H01L27/3283 H01L27/3295 H01L51/5203 H01L51/5212		
FI分类号	H05B33/14.A H01L27/32 H05B33/12.E H05B33/12.B G02B5/20.101 G09F9/30.365 G09F9/30.338 H05B33/22.Z		
F-TERM分类号	2H148/BG06 2H148/BH05 3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC14 3K107/CC21 3K107/CC31 3K107/CC35 3K107/CC36 3K107/CC45 3K107/DD89 3K107/DD90 3K107/DD91 3K107/EE04 3K107/EE22 5C094/AA05 5C094/AA10 5C094/AA22 5C094/AA31 5C094/AA43 5C094/BA03 5C094/BA27 5C094/CA19 5C094/DA15 5C094/DB04 5C094/FA02 5C094/FB01 5C094/FB02 5C094/FB12 5C094/FB14 5C094/FB15 5C094/HA01 5C094/HA02 5C094/HA03 5C094/HA05 5C094/HA06 5C094/HA07 5C094/HA08		
优先权	2016250228 2016-12-23 JP		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

要解决的问题：提供具有高显示质量的显示装置。解决方案：在包括多个像素的显示装置中，相邻的像素电极形成在不同的绝缘层上。因此，当在平面图中看时，相邻的像素电极可以彼此靠近而不受设计规则的约束。相邻像素的开口（发光区域）可以彼此靠近，从而导致颗粒度的改善。使用在相邻像素电极之间提供的台阶可以增加EL层跨相邻像素的电阻，以减少串扰。图1：图1

