

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7565408号
(P7565408)

(45)発行日 令和6年10月10日(2024.10.10)

(24)登録日 令和6年10月2日(2024.10.2)

(51)国際特許分類	F I
H 1 0 K 59/131 (2023.01)	H 1 0 K 59/131
G 0 9 G 3/20 (2006.01)	G 0 9 G 3/20 6 1 1 A
G 0 9 G 3/3233(2016.01)	G 0 9 G 3/20 6 1 1 H
G 0 9 F 9/30 (2006.01)	G 0 9 G 3/3233
H 1 0 K 50/10 (2023.01)	G 0 9 G 3/20 6 2 4 B
請求項の数 4 (全68頁) 最終頁に続く	

(21)出願番号 特願2023-95308(P2023-95308)	(73)特許権者 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3 9 8 番地
(22)出願日 令和5年6月9日(2023.6.9)	(72)発明者 木村 肇 神奈川県厚木市長谷3 9 8 番地 株式会 社半導体エネルギー研究所内
(62)分割の表示 特願2021-184539(P2021-184539))の分割	審査官 横川 美穂
原出願日 平成18年12月1日(2006.12.1)	
(65)公開番号 特開2023-130349(P2023-130349 A)	
(43)公開日 令和5年9月20日(2023.9.20)	
審査請求日 令和5年7月7日(2023.7.7)	
(31)優先権主張番号 特願2005-349780(P2005-349780)	
(32)優先日 平成17年12月2日(2005.12.2)	
(33)優先権主張国・地域又は機関 日本国(JP)	
	最終頁に続く

(54)【発明の名称】 表示装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の画素を含む画素部を有し、
前記複数の画素のそれぞれは、
第1の方向に延びる走査線と、
前記第1の方向と交差する第2の方向に延びる第1の部分と、屈曲部を有し且つ前記
屈曲部が前記走査線と重なる第2の部分と、を有する信号線と、
第1のトランジスタ、第2のトランジスタ及び第3のトランジスタと、
前記第1のトランジスタ、前記第2のトランジスタ及び前記第3のトランジスタと電
氣的に接続される第1の導電層と、
前記第1の導電層の上方に設けられた画素電極と、
電源線と、を少なくとも有し、
前記第1のトランジスタ、前記第2のトランジスタ及び前記第3のトランジスタのそれ
ぞれは、
ゲート電極と、
前記ゲート電極上方に設けられ、アモルファスシリコンを有する半導体層と、
前記半導体層の上方に設けられたソース電極及びドレイン電極と、を有し、
前記走査線は、前記第1のトランジスタの前記ゲート電極としての機能を有する領域を
有し、
前記信号線の前記第2の部分は、前記第1のトランジスタの前記ソース電極及び前記ド

レイン電極の一方としての機能を有し、

前記第 1 の導電層は、第 3 の部分と、第 4 の部分と、第 5 の部分と、第 6 の部分と、を有し、

前記第 1 の導電層の前記第 3 の部分は、前記第 1 のトランジスタの前記ソース電極及び前記ドレイン電極の他方としての機能を有し、

前記第 1 の導電層の前記第 4 の部分は、前記第 2 のトランジスタの前記ソース電極及び前記ドレイン電極の一方としての機能を有し、

前記第 1 の導電層の前記第 5 の部分は、前記画素電極の第 1 の領域と重なり、

前記第 1 の導電層の前記第 6 の部分は、前記第 3 のトランジスタの前記ゲート電極と電気的に接続され、

前記第 3 のトランジスタの前記ソース電極及び前記ドレイン電極の一方は、前記画素電極の第 2 の領域と電気的に接続され、

前記第 3 のトランジスタの前記ソース電極及び前記ドレイン電極の他方は、前記電源線と電気的に接続されている、表示装置。

【請求項 2】

請求項 1 において、

前記信号線と前記第 1 の導電層とは同層である、表示装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 において、

前記画素電極を有する表示素子は有機 EL 素子である、表示装置。

【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかにおいて、

平面視において、前記第 1 のトランジスタのチャンネル形成領域は曲がった形状を有する、表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は負荷に供給する電流をトランジスタで制御する機能を設けた半導体装置に係り、信号によって輝度が増減する電流駆動型表示素子で形成された画素や、その画素を駆動させる信号線駆動回路や走査線駆動回路を含む表示装置に関する。また、その駆動方法に関する。また、その表示装置を表示部に有する電子機器に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、画素をエレクトロルミネッセンス (EL: Electro Luminescence) などの発光素子を用いた自発光型の表示装置、いわゆる発光装置が注目を浴びている。このような自発光型の表示装置に用いられる発光素子としては、有機発光ダイオード (OLED (Organic Light Emitting Diode))、EL 素子が注目を集めており、EL ディスプレイなどに用いられるようになってきている。これらの発光素子は自ら発光するため、液晶ディスプレイに比べて画素の視認性が高く、バックライトが不要である。また、応答速度が速い等の利点がある。なお、発光素子の輝度は、そこを流れる電流値によって制御されるものが多い。

【0003】

また、発光素子の発光を制御するトランジスタが画素ごとに設けられたアクティブマトリクス型表示装置の開発が進められている。アクティブマトリクス型表示装置は、パッシブマトリクス型表示装置では困難な高精細、大画面の表示を可能とするだけでなく、パッシブマトリクス型表示装置を上回る低い消費電力で動作するため実用化が期待されている。

【0004】

従来のアクティブマトリクス型表示装置の画素の構成を図 45 に示す (特許文献 1)。

図 45 に示した画素は、薄膜トランジスタ (Thin Film Transistor

10

20

30

40

50

: T F T) 1 1、T F T 1 2、容量素子 1 3、発光素子 1 4 を有し、信号線 1 5 及び走査線 1 6 に接続されている。なお、T F T 1 2 のソースもしくはドレイン電極のいずれか一方及び容量素子 1 3 の一方の電極には電源電位 V_{dd} が供給され、発光素子 1 4 の対向電極にはグランド電位が供給されている。

【0005】

このとき、発光素子に供給する電流値を制御する T F T 1 2、即ち駆動用 T F T の半導体層にアモルファスシリコンを用いた場合、劣化等によりしきい値電圧 (V_{th}) に変動が生じる。この場合、異なる画素に信号線 1 5 から同じ電位を印加したにもかかわらず、発光素子 1 4 に流れる電流は画素ごとに異なり、表示される輝度が画素によって不均一となる。なお、駆動用 T F T の半導体層にポリシリコンを用いた場合においても、トランジスタの特性が劣化したり、ばらついたりする。

10

【0006】

この問題を改善すべく、特許文献 2 において図 4 6 の画素を用いた動作方法が提案されている。図 4 6 に示した画素は、トランジスタ 2 1、発光素子 2 4 に供給する電流値を制御する駆動用トランジスタ 2 2、容量素子 2 3、発光素子 2 4 を有し、画素は信号線 2 5、走査線 2 6 に接続されている。なお、駆動用トランジスタ 2 2 は N M O S トランジスタであり、駆動用トランジスタ 2 2 のソース電極もしくはドレイン電極のいずれか一方にはグランド電位が供給され、発光素子 2 4 の対向電極には V_{ca} が供給される。

【0007】

この画素の動作におけるタイミングチャートを図 4 7 に示す。図 4 7 において、1 フレーム期間は、初期化期間 3 1、しきい値 (V_{th}) 書き込み期間 3 2、データ書き込み期間 3 3 及び発光期間 3 4 に分割される。なお、1 フレーム期間とは 1 画面分の画像を表示する期間に相当し、初期化期間、しきい値 (V_{th}) 書き込み期間及びデータ書き込み期間をまとめてアドレス期間と呼ぶ。

20

【0008】

まず、しきい値書き込み期間 3 2 において、駆動用トランジスタ 2 2 のしきい値電圧が容量素子に書き込まれる。その後、データ書き込み期間 3 3 において、画素の輝度を示すデータ電圧 (V_{data}) が容量素子に書き込まれ、 $V_{data} + V_{th}$ が容量素子に蓄積される。そして、発光期間において駆動用トランジスタ 2 2 はオンとなり、 V_{ca} を変化させることでデータ電圧によって指定された輝度で発光素子 2 4 が点灯する。このような動作により、駆動用トランジスタのしきい値の変動による輝度のばらつきを低減している。

30

【0009】

特許文献 3 においても、駆動用 T F T のしきい値電圧にデータ電位を加えた電圧がゲート・ソース間電圧となり、T F T のしきい値電圧が変動した場合であっても発光素子に流れる電流は変化しないことが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【文献】特開平 8 - 2 3 4 6 8 3 号公報

40

【文献】特開 2 0 0 4 - 2 9 5 1 3 1 号公報

【文献】特開 2 0 0 4 - 2 8 0 0 5 9 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

特許文献 2 及び 3 に記載されている動作方法はいずれの場合においても、 V_{ca} の電位を 1 フレーム期間当たりに数度と変化させることで上述した初期化、しきい値電圧の書き込み、発光を行っていた。これらの画素において、 V_{ca} が供給されている発光素子の一方の電極、即ち対向電極は画素領域全体に形成されているため、初期化及びしきい値電圧の書き込み以外にデータの書き込み動作を行っている画素がたとえ一つでもあると発光素

50

子を発光させることができない。よって、図48に示すように、1フレーム期間における発光期間の割合（即ち、デューティー比）が小さくなってしまふ。

【0012】

デューティー比が低いと発光素子や駆動用トランジスタに流す電流値を大きくする必要があるので、発光素子にかかる電圧が大きくなり消費電力が大きくなる。また、発光素子や駆動用トランジスタが劣化しやすくなるため、劣化前と同等の輝度を得るにはさらに大きな電力を要することになる。

【0013】

また、対向電極は全画素接続されているため、発光素子は容量の大きい素子として機能する。よって、対向電極の電位を変えるためには、高い消費電力が必要となる。

10

【0014】

上記問題を鑑み、本発明は、消費電力が低く、デューティー比の高い表示装置を提供することを課題とする。また、データ電位によって指定された輝度からのずれが少ない画素構成、半導体装置、及び表示装置を得ることを課題とする。

【0015】

なお、発光素子を有する表示装置のみが対象となるわけではなく、本発明はトランジスタのしきい値電圧のばらつきに起因する電流値のばらつきを抑制することを課題とする。よって、駆動用トランジスタにより制御された電流を供給する先は、発光素子に限定されない。

【課題を解決するための手段】

20

【0016】

本発明の一は、トランジスタと、第1のスイッチと、第2のスイッチと、第1の配線と、第2の配線とを含む画素を有し、前記トランジスタのソース電極及びドレイン電極の一方は画素電極及び前記第2のスイッチに電氣的に接続され、前記トランジスタのソース電極及びドレイン電極の他方は前記第1の配線に電氣的に接続され、前記トランジスタのゲート電極は前記第1のスイッチを介して前記第2の配線に電氣的に接続され、前記トランジスタのゲート電極には、前記画素の階調に従った信号が入力されることを特徴とする半導体装置である。

【0017】

本発明の一は、トランジスタと、保持容量と、第1のスイッチと、第2のスイッチと、第3のスイッチとを有し、前記トランジスタのソース電極及びドレイン電極の一方は画素電極と電氣的に接続され、かつ当該ソース電極及びドレイン電極の一方は前記第3のスイッチを介して第3の配線と電氣的に接続され、前記トランジスタのソース電極及びドレイン電極の他方は第1の配線と電氣的に接続され、前記トランジスタのゲート電極は、前記第2のスイッチを介して第2の配線と電氣的に接続され、かつ当該ゲート電極は前記第1のスイッチを介して第4の配線と電氣的に接続され、前記トランジスタのソース電極及びドレイン電極の一方は前記保持容量を介して前記トランジスタのゲート電極と電氣的に接続されていることを特徴とする半導体装置である。

30

【0018】

前記第3の配線は前行もしくは次行の第1乃至第3のスイッチを制御する配線のいずれかであってもよい。

40

【0019】

本発明の一は、トランジスタと、保持容量と、第1のスイッチと、第2のスイッチと、第3のスイッチ、第4のスイッチとを有し、前記トランジスタのソース電極及びドレイン電極の一方は画素電極と電氣的に接続され、かつ当該ソース電極及びドレイン電極の一方は前記第3のスイッチを介して第3の配線と電氣的に接続され、前記トランジスタのソース電極及びドレイン電極の他方は第1の配線と電氣的に接続され、前記トランジスタのゲート電極は、前記第4のスイッチ及び前記第2のスイッチを介して第2の配線と電氣的に接続され、かつ当該ゲート電極は前記第4のスイッチ及び第1のスイッチを介して第4の配線と電氣的に接続され、前記トランジスタのソース電極及びドレイン電極の一方は前記

50

保持容量及び前記第4のスイッチを介して前記トランジスタのゲート電極と電氣的に接続されていることを特徴とする半導体装置である。

【0020】

本発明の一は、トランジスタと、保持容量と、第1のスイッチと、第2のスイッチと、第3のスイッチと、第4のスイッチとを有し、前記トランジスタのソース電極及びドレイン電極の一方は画素電極と電氣的に接続され、かつ当該ソース電極及びドレイン電極の一方は前記第3のスイッチを介して第3の配線と電氣的に接続され、前記トランジスタのソース電極及びドレイン電極の他方は第1の配線と電氣的に接続され、前記トランジスタのゲート電極は、前記第2のスイッチを介して第2の配線と電氣的に接続され、かつ当該ゲート電極は前記第4のスイッチ及び第1のスイッチを介して第4の配線と電氣的に接続され、前記トランジスタのソース電極及びドレイン電極の一方は前記保持容量及び前記第4のスイッチを介して前記トランジスタのゲート電極と電氣的に接続されていることを特徴とする半導体装置である。

10

【0021】

本発明の一は、トランジスタと、保持容量と、第1のスイッチと、第2のスイッチと、第3のスイッチと、第4のスイッチとを有し、前記トランジスタのソース電極及びドレイン電極の一方は画素電極と電氣的に接続され、かつ当該ソース電極及びドレイン電極の一方は前記第3のスイッチを介して第3の配線と電氣的に接続され、前記トランジスタのソース電極及びドレイン電極の他方は前記第4のスイッチを介して第1の配線と電氣的に接続され、前記トランジスタのゲート電極は、前記第2のスイッチを介して第2の配線と電氣的に接続され、かつ当該ゲート電極は前記第1のスイッチを介して第4の配線と電氣的に接続され、前記トランジスタのソース電極及びドレイン電極の一方は前記保持容量を介して前記トランジスタのゲート電極と電氣的に接続されていることを特徴とする半導体装置である。

20

【0022】

本発明の一は、トランジスタと、保持容量と、第1のスイッチと、第2のスイッチと、第3のスイッチと、第4のスイッチとを有し、前記トランジスタのソース電極及びドレイン電極の一方は前記第4のスイッチを介して画素電極と電氣的に接続され、かつ当該ソース電極及びドレイン電極の一方は前記第4のスイッチ及び前記第3のスイッチを介して第3の配線と電氣的に接続され、前記トランジスタのソース電極及びドレイン電極の他方は前記第1の配線と電氣的に接続され、前記トランジスタのゲート電極は、前記第2のスイッチを介して第2の配線と電氣的に接続され、かつ当該ゲート電極は前記第1のスイッチを介して第4の配線と電氣的に接続され、前記トランジスタのソース電極及びドレイン電極の一方は前記第4のスイッチ及び前記保持容量を介して前記トランジスタのゲート電極と電氣的に接続されていることを特徴とする半導体装置である。

30

【0023】

前記第3の配線は、前記第3のスイッチを制御する配線と同一であってもよい。

【0024】

前記第3の配線は前行もしくは次行の第1乃至第4のスイッチを制御する配線のいずれかであってもよい。

40

【0025】

前記トランジスタは、Nチャネル型トランジスタであってもよい。また、前記トランジスタの半導体層は、非結晶性半導体膜からなることを特徴としてもよい。さらに、前記トランジスタの半導体層は、アモルファスシリコンからなることを特徴としてもよい。

【0026】

また、前記トランジスタの半導体層は、結晶性半導体膜からなることを特徴としてもよい。

【0027】

上記発明において、前記第2の配線に供給される電位は前記第3の配線に供給される電位よりも高い電位であり、その差分は前記トランジスタのしきい値電圧分より大きいこと

50

を特徴としてもよい。

【0028】

また、前記トランジスタは、Pチャネル型トランジスタであってもよい。その場合、上記発明において、前記第2の配線に供給される電位は前記第3の配線に供給される電位よりも低い電位であり、その差分は前記トランジスタのしきい値電圧の絶対値分より大きいことを特徴としてもよい。

【0029】

本発明の一は、ソース電極及びドレイン電極の一方が第1の配線に電氣的に接続され、ソース電極及びドレイン電極の他方が第3の配線に電氣的に接続され、ゲート電極が第2の配線及び第4の配線に電氣的に接続されるトランジスタと、前記トランジスタのゲートソース間電圧を保持する保持容量と、前記第2の配線に供給される第1の電位及び前記第3の配線に供給される第2の電位を前記保持容量に印加することにより、前記保持容量に第1の電圧を保持させる手段と、前記保持容量の電圧を第2の電圧まで放電させる手段と、前記第1の電位に第3の電圧を加算した電位を前記第4の配線より前記保持容量に印加し、前記第2の電圧と第4の電圧とを加算した第5の電圧を前記保持容量に保持させる手段と、前記第5の電圧に応じた前記トランジスタに設定された電流を負荷に供給する手段とを有することを特徴とする半導体装置である。

10

【0030】

本発明の一は、ソース電極及びドレイン電極の一方が第1の配線に電氣的に接続され、ソース電極及びドレイン電極の他方が第3の配線に電氣的に接続され、ゲート電極が第2の配線及び第4の配線に電氣的に接続されるトランジスタと、前記トランジスタのゲートソース間電圧を保持する保持容量と、前記第2の配線に供給される第1の電位及び前記第3の配線に供給される第2の電位を前記保持容量に印加することにより、前記保持容量に第1の電圧を保持させる手段と、前記保持容量の電圧を前記トランジスタのしきい値電圧まで放電させる手段と、前記第1の電位に第2の電圧を加算した電位を前記第4の配線より前記保持容量に印加し、前記トランジスタのしきい値電圧と第3の電圧とを加算した第4の電圧を前記保持容量に保持させる手段と、前記第4の電圧に応じた前記トランジスタに設定された電流を負荷に供給する手段とを有することを特徴とする半導体装置である。

20

【0031】

前記トランジスタは、Nチャネル型トランジスタであってもよい。また、前記トランジスタの半導体層は、非結晶性半導体膜からなることを特徴としてもよい。さらに、前記トランジスタの半導体層は、アモルファスシリコンからなることを特徴としてもよい。

30

【0032】

また、前記トランジスタの半導体層は、結晶性半導体膜からなることを特徴としてもよい。

【0033】

上記発明において、前記第1の電位は前記第2の電位よりも高い電位であり、その差分は前記トランジスタのしきい値電圧分より大きいことを特徴としてもよい。

【0034】

また、前記トランジスタは、Pチャネル型トランジスタであってもよい。この場合、前記第1の電位は前記第2の電位よりも低い電位であり、その差分は前記トランジスタのしきい値電圧の絶対値分より大きいことを特徴としてもよい。

40

【0035】

また、本発明の一は、上記に記載した半導体装置を有する表示装置である。また、前記表示装置を表示部に有する電子機器である。

【0036】

なお、明細書に示すスイッチは、電流の流れを制御できるものなら、電氣的スイッチでも機械的なスイッチでも特に限定されない。トランジスタでもよいし、ダイオードでもよいし、それらを組み合わせた論理回路でもよい。スイッチとしてトランジスタを用いる場合、そのトランジスタは、単なるスイッチとして動作するため、トランジスタの極性(導

50

電型)は特に限定されない。ただし、オフ電流が少ない方の極性のトランジスタを用いることが望ましい。オフ電流が少ないトランジスタとしては、LDD領域を設けているものやマルチゲート構造にしているもの等がある。また、スイッチとして動作させるトランジスタのソース電極の電位が、低電位側電源(V_{ss} 、GND、0Vなど)に近い状態で動作する場合はNチャンネル型を、反対に、ソース電極の電位が、高電位側電源(V_{dd} など)に近い状態で動作する場合はPチャンネル型を用いることが望ましい。なぜなら、ゲートソース間電圧の絶対値を大きくできるため、スイッチとして、動作しやすいからである。なお、Nチャンネル型とPチャンネル型の両方を用いて、CMOS型のスイッチにしてもよい。

【0037】

なお、本発明において接続されているとは、電気的に接続されていることと同義である。したがって、間に別の素子やスイッチなどが配置されていてもよい。

【0038】

なお、負荷は、何でもよい。例えば、EL素子(有機EL素子、無機EL素子又は有機物及び無機物を含むEL素子)、電子放出素子などの発光素子の他、液晶素子、電子インクなど、電気磁気的作用によりコントラストが変化する表示媒体を適用することができる。なお、電子放出素子を用いた表示装置としてはフィールドエミッションディスプレイ(FED)、SED方式平面型ディスプレイ(SED: Surface-conduction Electron-emitter Display)などが挙げられる。また電子インクを用いた表示装置としては電子ペーパーがある。

【0039】

本発明において、適用可能なトランジスタの種類に限定はなく、非晶質シリコンや多結晶シリコンに代表される非単結晶半導体膜を用いた薄膜トランジスタ(TFT)、半導体基板やSOI基板を用いて形成されるトランジスタ、MOS型トランジスタ、接合型トランジスタ、バイポーラトランジスタ、有機半導体やカーボンナノチューブを用いたトランジスタ、その他のトランジスタを適用することができる。また、トランジスタが配置されている基板の種類に限定はなく、単結晶基板、SOI基板、ガラス基板、プラスチック基板などに配置することが出来る。

【0040】

なお、上述したように、本発明におけるトランジスタは、どのようなタイプのトランジスタでもよいし、どのような基板上に形成されていてもよい。したがって、回路の全てがガラス基板上に形成されていてもよいし、プラスチック基板や単結晶基板上に形成されていてもよいし、SOI基板上に形成されていてもよいし、どのような基板上に形成されていてもよい。あるいは、回路の一部が、ある基板上に形成されており、回路の別の一部が、別の基板上に形成されていてもよい。つまり、回路の全てが同じ基板上に形成されていなくてもよい。例えば、回路の一部は、ガラス基板上にTFTを用いて形成し、回路の別の一部は、単結晶基板上に形成し、そのICチップをCOG(Chip On Glass)で接続してガラス基板上に配置してもよい。あるいは、そのICチップをTAB(Tape Automated Bonding)やプリント基板を用いてガラス基板と接続してもよい。

【0041】

本明細書においては、一画素とは色要素を示すものとする。よって、R(赤)G(緑)B(青)の色要素からなるフルカラー表示装置の場合には、一画素とはRの色要素やGの色要素やBの色要素のいずれか一をいうものとする。

【0042】

なお、本明細書において、画素がマトリクスに配置されているとは、縦縞と横縞を組み合わせたいわゆる格子状に配置されている場合はもちろんのこと、三色の色要素(例えばRGB)でフルカラー表示を行う場合に、1つの画像の最小要素を表す三色の色要素の画素がいわゆるデルタ配置されている場合も含むものとする。また、色要素毎にその画素の大きさが異なってもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 3 】

なお、本明細書において、半導体装置とは半導体素子（トランジスタやダイオードなど）を含む回路を有する装置をいう。また、表示装置とは、基板上に負荷を含む複数の画素やそれらの画素を駆動させる周辺駆動回路が形成された表示パネル本体だけでなく、それにフレキシブルプリントサーキット（FPC）やプリント配線基盤（PWB）が取り付けられたものも含む。

【発明の効果】

【 0 0 4 4 】

本発明により、トランジスタのしきい値電圧のばらつきに起因する電流値のばらつきを抑制することができる。そのため、発光素子をはじめとする負荷に所望の電流を供給することができる。特に、負荷として発光素子を用いる場合、輝度のばらつきが少なくデューティ比が高い表示装置を提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 5 】

【図1】実施の形態1に示す画素構成を説明する図。

【図2】図1で示した画素の動作を説明するタイミングチャート。

【図3】図1で示した画素の動作を説明する図。

【図4】チャンネル長変調による電圧 - 電流特性のモデル図。

【図5】実施の形態1に示す画素構成を説明する図。

【図6】実施の形態1に示す画素構成を説明する図。

20

【図7】実施の形態1に示す画素構成を説明する図。

【図8】実施の形態1に示す画素構成を説明する図。

【図9】実施の形態1に示す表示装置を説明する図。

【図10】実施の形態1に示す表示装置の書き込み動作を説明する図。

【図11】実施の形態2に示す画素構成を説明する図。

【図12】実施の形態4に示す画素構成を説明する図。

【図13】実施の形態4に示す画素構成を説明する図。

【図14】実施の形態4に示す画素構成を説明する図。

【図15】実施の形態4に示す画素構成を説明する図。

【図16】実施の形態3に示す画素構成を説明する図。

30

【図17】実施の形態8に示す画素の部分断面図。

【図18】実施の形態8に示す発光素子を説明する図。

【図19】実施の形態8に示す光の取り出し方向を説明する図。

【図20】実施の形態8に示す画素の部分断面図。

【図21】実施の形態8に示す画素の部分断面図。

【図22】実施の形態8に示す画素の部分断面図。

【図23】実施の形態8に示す画素の部分断面図。

【図24】実施の形態8に示す画素の部分断面図。

【図25】実施の形態9に示す表示装置を説明する図。

【図26】実施の形態9に示す表示装置を説明する図。

40

【図27】実施の形態9に示す表示装置を説明する図。

【図28】実施の形態9に示す画素の部分断面図。

【図29】実施の形態5に示す画素構成を説明する図。

【図30】実施の形態5に示す画素構成を説明する図。

【図31】実施の形態6に示す画素構成を説明する図。

【図32】図31で示した画素の動作を説明するタイミングチャート。

【図33】本発明を適用可能な電子機器を説明する図。

【図34】携帯電話機の構成例を示す図。

【図35】ELモジュールの例を示す図。

【図36】ELテレビ受像器の主要な構成を示すブロック図。

50

- 【図 3 7】実施の形態 6 に示す画素構成を説明する図。
 【図 3 8】実施の形態 6 に示す画素構成を説明する図。
 【図 3 9】実施の形態 7 に示す画素構成を説明する図。
 【図 4 0】図 3 9 で示した画素の動作を説明するタイミングチャート。
 【図 4 1】図 3 9 で示した画素の動作を説明する図。
 【図 4 2】実施の形態 2 に示す画素構成を説明する図。
 【図 4 3】図 1 1 に示す画素の上面図。
 【図 4 4】図 1 1 に示す画素の上面図。
 【図 4 5】従来技術の画素構成を説明する図。
 【図 4 6】従来技術の画素構成を説明する図。
 【図 4 7】従来技術に示した画素を動作させるタイミングチャート。
 【図 4 8】従来技術を用いた際の 1 フレーム期間における発光期間の割合を説明する図。
 【図 4 9】デジタル階調方式と時間階調方式とを組み合わせた駆動方式を説明する図。
 【発明を実施するための形態】
 【0046】

以下、本発明の一態様について説明する。但し、本発明は多くの異なる態様で実施することが可能であり、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本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、以下に説明する本発明の構成において、同じものを指す符号は異なる図面間で共通して用いる。

【0047】

(実施の形態 1)

本発明の画素の基本構成について、図 1 を用いて説明する。図 1 に示す画素は、トランジスタ 1 1 0、第 1 のスイッチ 1 1 1、第 2 のスイッチ 1 1 2、第 3 のスイッチ 1 1 3、第 4 のスイッチ 1 1 4、容量素子 1 1 5、発光素子 1 1 6 を有する。なお、画素は、信号線 1 1 7、第 1 の走査線 1 1 8、第 2 の走査線 1 1 9、第 3 の走査線 1 2 0、第 4 の走査線 1 2 1、第 1 の電位供給線 1 2 2、第 2 の電位供給線 1 2 3 及び電源線 1 2 4 に接続されている。本実施の形態において、トランジスタ 1 1 0 は N チャンネル型トランジスタとし、そのゲート・ソース間電圧 (V_{gs}) がしきい値電圧 (V_{th}) を上回ったとき、導通状態になるものとする。また、発光素子 1 1 6 の画素電極は陽極、対向電極 1 2 5 は陰極とする。なお、トランジスタのゲート・ソース間電圧は V_{gs} 、ドレイン・ソース間電圧は V_{ds} 、しきい値電圧は V_{th} 、容量素子に蓄積された電圧は V_{cs} と記し、電源線 1 2 4、第 1 の電位供給線 1 2 2、第 2 の電位供給線 1 2 3 及び信号線 1 1 7 を、それぞれ第 1 の配線、第 2 の配線、第 3 の配線、第 4 の配線とも呼ぶ。

【0048】

トランジスタ 1 1 0 の第 1 の電極 (ソース電極及びドレイン電極の一方) は、発光素子 1 1 6 の画素電極に接続され、第 2 の電極 (ソース電極及びドレイン電極の他方) は電源線 1 2 4 に接続され、ゲート電極は第 4 のスイッチ 1 1 4 及び第 2 のスイッチ 1 1 2 を介して第 1 の電位供給線 1 2 2 と接続されている。なお、第 4 のスイッチ 1 1 4 は、トランジスタ 1 1 0 のゲート電極と第 2 のスイッチ 1 1 2 の間に接続されている。また、第 4 のスイッチ 1 1 4 と第 2 のスイッチ 1 1 2 との接続箇所をノード 1 3 0 とすると、ノード 1 3 0 は第 1 のスイッチ 1 1 1 を介して信号線 1 1 7 と接続されている。また、トランジスタ 1 1 0 の第 1 の電極は第 3 のスイッチ 1 1 3 を介して第 2 の電位供給線 1 2 3 とも接続されている。

【0049】

さらに、ノード 1 3 0 とトランジスタ 1 1 0 の第 1 の電極との間に容量素子 1 1 5 が接続されている。つまり、容量素子 1 1 5 の第 1 の電極が第 4 のスイッチ 1 1 4 を介してトランジスタ 1 1 0 のゲート電極に、第 2 の電極がトランジスタ 1 1 0 の第 1 の電極に接続されている。容量素子 1 1 5 は、配線、半導体層や電極によって絶縁膜を挟むことで形成しても良いし、場合によってはトランジスタ 1 1 0 のゲート容量を用いて省略することもで

きる。これらの電圧を保持する手段を保持容量と言う。なお、ノード130と、第1のスイッチ111と容量素子115の第1の電極とが接続されている配線との接続箇所をノード131とし、トランジスタ110の第1の電極と、容量素子115の第2の電極と発光素子116の画素電極とが接続されている配線との接続箇所をノード132とする。

【0050】

なお、第1の走査線118、第2の走査線119、第3の走査線120、第4の走査線121に信号を入力することにより、それぞれ第1のスイッチ111、第2のスイッチ112、第3のスイッチ113、第4のスイッチ114のオンオフが制御される。

【0051】

信号線117には、ビデオ信号に相当する画素の階調に従った信号、即ち輝度データに応じた電位が入力される。

10

【0052】

次に、図1で示した画素の動作について図2のタイミングチャート及び図3を用いて説明する。なお、図2において1画面分の画像を表示する期間に相当する1フレーム期間は、初期化期間、しきい値書き込み期間、データ書き込み期間及び発光期間に分割される。また、初期化期間、しきい値書き込み期間、データ書き込み期間をまとめてアドレス期間と呼ぶ。1フレーム期間は特に限定はないが、画像をみる人がちらつき（フリッカ）を感じないように少なくとも1/60秒以下とすることが好ましい。

【0053】

なお、発光素子116の対向電極125及び第1の電位供給線122には V_1 の電位が、第2の電位供給線123には $V_1 - V_{th}$ （ V_{th} ：任意の正の数）の電位が入力される。また、電源線124には、 V_2 の電位が入力される。

20

【0054】

ここでは動作を説明するために、発光素子116の対向電極125の電位は、第1の電位供給線122の電位と同じであるとしたが、発光素子116が発光するために少なくとも必要とする電位差を V_{EL} とすると、対向電極125の電位は $V_1 - V_{th} - V_{EL}$ の電位より高い値であれば良い。また、電源線124の電位 V_2 は、対向電極125の電位に発光素子116が発光するために少なくとも必要とする電位差（ V_{EL} ）を加算した値より大きい値であれば良いが、説明上ここでは対向電極125の電位を V_1 としたため、 V_2 は $V_1 + V_{EL}$ より大きい値であれば良い。

30

【0055】

まず、図2（A）及び図3（A）に示すように初期化期間では、第1のスイッチ111をオフとし、第2のスイッチ112、第3のスイッチ113及び第4のスイッチ114をオンとする。このとき、トランジスタ110の第1の電極はソース電極となり、その電位は第2の電位供給線123と等しくなるため $V_1 - V_{th}$ となる。一方、ゲート電極の電位は V_1 となる。よって、トランジスタ110のゲート・ソース間電圧 V_{gs} は $V_{th} + V_{th}$ となり、トランジスタ110は導通状態となる。そして、トランジスタ110のゲート電極と第1の電極との間に設けられた容量素子115に $V_{th} + V_{th}$ が保持される。なお、第4のスイッチ114はオンとした場合について説明したが、オフとしても良い。

【0056】

40

次に、図2（B）及び図3（B）に示すしきい値書き込み期間では、第3のスイッチ113をオフとする。そのため、トランジスタ110の第1の電極即ちソース電極の電位は次第に上昇し $V_1 - V_{th}$ となったところ、つまりトランジスタ110のゲート・ソース間電圧 V_{gs} がしきい値電圧（ V_{th} ）となったところで、トランジスタ110は非導通状態となる。よって、容量素子115に保持される電圧は V_{th} となる。

【0057】

その後の図2（C）及び図3（C）に示すデータ書き込み期間においては、第2のスイッチ112及び第4のスイッチ114をオフとした後、第1のスイッチ111をオンとし、信号線117より輝度データに応じた電位（ $V_1 + V_{data}$ ）を入力する。なお、第4のスイッチ114をオフにすることにより、トランジスタ110を非導通状態に保つこ

50

とができる。そのため、データ書き込み時の電源線 1 2 4 から供給される電流による、容量素子 1 1 5 の第 2 の電極の電位の変動を抑制することができる。よって、このとき容量素子 1 1 5 に保持される電圧 V_{cs} は、容量素子 1 1 5 及び発光素子 1 1 6 の静電容量をそれぞれ C_1 、 C_2 とすると式 (1) のように表すことができる。

【数 1】

$$V_{cs} = V_{th} + V_{data} \times \frac{C_2}{C_1 + C_2} \quad \dots(1)$$

【 0 0 5 8 】

ただし、発光素子 1 1 6 は容量素子 1 1 5 に比べ膜厚が薄いうえ電極面積が大きいため、 $C_2 \gg C_1$ となる。よって、 $C_2 / (C_1 + C_2) \approx 1$ より容量素子 1 1 5 に保持される電圧 V_{cs} は式 (2) となる。なお、次の発光期間において発光素子 1 1 6 を非発光としたい場合には、 $V_{data} = 0$ の電位を入力する。

10

【数 2】

$$V_{cs} = V_{th} + V_{data} \quad \dots(2)$$

【 0 0 5 9 】

次に、図 2 (D) 及び図 3 (D) に示す発光期間では、第 1 のスイッチ 1 1 1 をオフとし、第 4 のスイッチ 1 1 4 をオンとする。このとき、トランジスタ 1 1 0 のゲート・ソース間電圧は $V_{gs} = V_{th} + V_{data}$ となり、トランジスタ 1 1 0 が導通状態になる。よって、輝度データに応じた電流がトランジスタ 1 1 0 及び発光素子 1 1 6 に流れ、発光素子 1 1 6 が発光する。

20

【 0 0 6 0 】

なお、発光素子に流れる電流 I は、トランジスタ 1 1 0 を飽和領域で動作させた場合、式 (3) で表される。

【数 3】

$$\begin{aligned} I &= \frac{1}{2} \left(\frac{W}{L} \right) \mu_{Cox} (V_{gs} - V_{th})^2 \\ &= \frac{1}{2} \left(\frac{W}{L} \right) \mu_{Cox} (V_{th} + V_{data} - V_{th})^2 \\ &= \frac{1}{2} \left(\frac{W}{L} \right) \mu_{Cox} (V_{data})^2 \quad \dots(3) \end{aligned}$$

30

【 0 0 6 1 】

また、トランジスタ 1 1 0 を線形領域で動作させた場合、発光素子に流れる電流 I は式 (4) で表される。

【数 4】

$$\begin{aligned} I &= \left(\frac{W}{L} \right) \mu_{Cox} \left[(V_{gs} - V_{th})V_{ds} - \frac{1}{2} V_{ds}^2 \right] \\ &= \left(\frac{W}{L} \right) \mu_{Cox} \left[(V_{th} + V_{data} - V_{th})V_{ds} - \frac{1}{2} V_{ds}^2 \right] \\ &= \left(\frac{W}{L} \right) \mu_{Cox} \left[(V_{data})V_{ds} - \frac{1}{2} V_{ds}^2 \right] \quad \dots(4) \end{aligned}$$

40

【 0 0 6 2 】

ここで、 W はトランジスタ 1 1 0 のチャネル幅、 L はチャネル長、 μ は移動度、 C_{ox} は蓄積容量を指す。

【 0 0 6 3 】

50

式(3)及び式(4)より、トランジスタ110の動作領域が飽和領域、線形領域のいずれの場合においても、発光素子116に流れる電流は、トランジスタ110のしきい値電圧(V_{th})に依存しない。よって、トランジスタ110のしきい値電圧のばらつきに起因した電流値のばらつきを抑制し、輝度データに対応した電流値を発光素子116に供給することができる。

【0064】

以上のことから、トランジスタ110のしきい値電圧のばらつきに起因した輝度のばらつきを抑制することができる。また、対向電極の電位を一定として動作させるため消費電力を低くすることが可能である。

【0065】

さらに、トランジスタ110を飽和領域で動作させた場合においては、発光素子116の劣化による輝度のばらつきも抑制できる。発光素子116が劣化すると、発光素子116の V_{EL} は増大し、トランジスタ110の第1の電極、即ちソース電極の電位は上昇する。このとき、トランジスタ110のソース電極は容量素子115の第2の電極に、トランジスタ110のゲート電極は容量素子115の第1の電極に接続されており、なおかつゲート電極側は浮遊状態となっている。そのため、ソース電位の上昇に伴い、同じ電位だけトランジスタ110のゲート電位も上昇する。よって、トランジスタ110の V_{gs} は変化しないため、たとえ発光素子が劣化してもトランジスタ110及び発光素子116に流れる電流に影響しない。なお、式(3)においても発光素子に流れる電流 I はソース電位やドレイン電位に依存しないことがわかる。

【0066】

よって、トランジスタ110を飽和領域で動作させた場合においては、トランジスタ110のしきい値電圧のばらつき及び発光素子116の劣化に起因したトランジスタ110に流れる電流のばらつきを抑制することができる。

【0067】

なお、トランジスタ110を飽和領域で動作させた場合、チャンネル長 L が短いほど、降伏現象によりドレイン電圧を著しく増大させると電流が大量に流れやすい。

【0068】

また、ドレイン電圧をピンチオフ電圧より増大させるとピンチオフ点がソース側に移動し、実質チャンネルとして機能する実効的なチャンネル長は減少する。これにより、電流値が増大する。この現象をチャンネル長変調と呼ぶ。なお、ピンチオフ点とはチャンネルが消滅していきゲート下においてチャンネルの厚さが0となる境界箇所であり、ピンチオフ電圧とはピンチオフ点がドレイン端となる時の電圧を指す。この現象も、チャンネル長 L が短いほど起こり易い。例えば、チャンネル長変調による電圧-電流特性のモデル図を図4に示す。なお、図4において、トランジスタのチャンネル長 L は $(a) > (b) > (c)$ である。

【0069】

以上のことから、トランジスタ110を飽和領域で動作させる場合、ドレイン・ソース間電圧 V_{ds} に対する電流 I はより一定に近い方が好ましい。よって、トランジスタ110のチャンネル長 L は長い方がより好ましい。たとえば、トランジスタのチャンネル長 L はチャンネル幅 W より大きい方が好ましい。また、チャンネル長 L は $10\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下、より望ましくは $15\mu\text{m}$ 以上 $40\mu\text{m}$ 以下が好ましい。しかし、チャンネル長 L 及びチャンネル幅 W はこれに限定されない。

【0070】

また、初期化期間において発光素子116に逆方向のバイアス電圧を印加しているため、発光素子における短絡箇所を絶縁化したり、発光素子の劣化を抑制することができる。よって、発光素子の寿命を延ばすことができる。

【0071】

なお、トランジスタのしきい値電圧のばらつきに起因する電流値のばらつきを抑制することができるため、そのトランジスタによって制御された電流の供給先は特に限定されない。そのため、図1に示した発光素子116は、 EL 素子(有機 EL 素子、無機 EL 素子

10

20

30

40

50

又は有機物及び無機物を含むEL素子)、電子放出素子、液晶素子、電子インクなどを適用することができる。

【0072】

また、トランジスタ110は発光素子116に供給する電流値を制御する機能を有していれば良く、トランジスタの種類は特に限定されない。そのため、結晶性半導体膜を用いた薄膜トランジスタ(TFT)、非晶質シリコンや多結晶シリコンに代表される非単結晶半導体膜を用いた薄膜トランジスタ、半導体基板やSOI基板を用いて形成されるトランジスタ、MOS型トランジスタ、接合型トランジスタ、バイポーラトランジスタ、有機半導体やカーボンナノチューブを用いたトランジスタ、その他のトランジスタを適用することができる。

10

【0073】

第1のスイッチ111は画素の階調に従った信号を容量素子に入力するタイミングを選択し、トランジスタ110のゲート電極に供給する信号を制御するものであり、第2のスイッチ112はトランジスタ110のゲート電極に所定の電位を与えるタイミングを選択し、トランジスタ110のゲート電極に所定の電位を供給するか否かを制御するものであり、第3のスイッチ113は容量素子115に書き込まれた電位を初期化するための所定の電位を与えるタイミングを選択したり、トランジスタ110の第1の電極の電位を低くするものである。なお、第4のスイッチ114はトランジスタ110のゲート電極と容量素子115とを接続するか否かを制御するものである。そのため、第1のスイッチ111、第2のスイッチ112、第3のスイッチ113、第4のスイッチ114は、上記機能を有していれば特に限定されない。たとえば、トランジスタやダイオードでもよいし、それらを組み合わせた論理回路でもよい。なお、第1乃至第3のスイッチは、上記のタイミングで信号もしくは電位を画素に与えることができれば特に必要はない。また、第4のスイッチを設けなくてもよい場合については実施の形態2に示す。

20

【0074】

次に、図5に第1のスイッチ111、第2のスイッチ112、第3のスイッチ113、第4のスイッチ114にNチャネル型のトランジスタを適用した場合について示す。なお、図1の構成と共通するところは共通の符号を用いてその説明を省略する。

【0075】

第1のスイッチングトランジスタ511が第1のスイッチ111に相当し、第2のスイッチングトランジスタ512が第2のスイッチ112に相当し、第3のスイッチングトランジスタ513が第3のスイッチ113に相当し、第4のスイッチングトランジスタ514が第4のスイッチ114に相当する。なお、トランジスタ110のチャンネル長は、第1のスイッチングトランジスタ511、第2のスイッチングトランジスタ512、第3のスイッチングトランジスタ513及び第4のスイッチングトランジスタ514のいずれのトランジスタのチャンネル長より長い方が好ましい。

30

【0076】

第1のスイッチングトランジスタ511はゲート電極が第1の走査線118に接続され、第1の電極が信号線117に接続され、第2の電極がノード131に接続されている。

【0077】

また、第2のスイッチングトランジスタ512はゲート電極が第2の走査線119に接続され、第1の電極が第1の電位供給線122に接続され、第2の電極がノード130に接続されている。

40

【0078】

第3のスイッチングトランジスタ513はゲート電極が第3の走査線120に接続され、第1の電極がノード132に接続され、第2の電極が第2の電位供給線123に接続されている。

【0079】

また、第4のスイッチングトランジスタ514はゲート電極が第4の走査線121に接続され、第1の電極がトランジスタ110のゲート電極に接続され、第2の電極がノード

50

130に接続されている。

【0080】

各々のスイッチングトランジスタは、それぞれの走査線に入力される信号がHレベルのときにオンとなり、入力される信号がLレベルのときにオフとなる。

【0081】

図5の画素構成においても、図1と同様の動作方法によりトランジスタ110のしきい値電圧のばらつきに起因した電流値のばらつきを抑制することができる。よって、輝度データに対応した電流を発光素子116に供給することができ、輝度のばらつきを抑制することが可能となる。また、トランジスタ110を飽和領域で動作させた場合においては、発光素子116の劣化に起因した輝度のばらつきも抑制することができる。

10

【0082】

また、Nチャネル型のトランジスタのみで画素を構成することができるため、製造工程の簡略化を図ることができる。また、画素を構成するトランジスタの半導体層にアモルファス半導体やセミアモルファス半導体（若しくは微結晶半導体ともいう）などの非晶質半導体を用いることができる。例えば、アモルファス半導体としてアモルファスシリコン（a-Si:H）が挙げられる。これら非晶質半導体を用いることにより、さらに製造工程の簡略化が可能である。したがって、製造コストの削減や歩留まりの向上を図ることができる。

【0083】

なお、第1のスイッチングトランジスタ511、第2のスイッチングトランジスタ512、第3のスイッチングトランジスタ513及び第4のスイッチングトランジスタ514は、単なるスイッチとして動作させるため、トランジスタの極性（導電型）は特に限定されない。ただし、オフ電流が少ないトランジスタを用いることが望ましい。オフ電流が少ないトランジスタとしては、LDD領域を設けているものやマルチゲート構造にしているものなどがある。また、Nチャネル型とPチャネル型の両方を用いて、CMOS型のスイッチにしてもよい。

20

【0084】

また、図1に示した第4のスイッチ114は、ノード130とノード131の間に接続しても良い。このような構成を図6に示す。なお、図1における第4のスイッチ114は、第4のスイッチ614に相当し、図1の構成と共通するところは共通の符号を用いてその説明を省略する。

30

【0085】

図6の画素構成においても、図1と同様の動作方法によりトランジスタ110のしきい値電圧のばらつきに起因した電流値のばらつきを抑制することができる。よって、輝度データに対応した電流を発光素子116に供給することができ、輝度のばらつきを抑制することが可能となる。また、トランジスタ110を飽和領域で動作させた場合においては、発光素子116の劣化に起因した輝度のばらつきも抑制することができる。

【0086】

また、図1に示した第4のスイッチ114は、ノード132からトランジスタ110の第2の電極と電源線124との接続箇所までの経路に設けても良い。

40

【0087】

このような構成の一つを図7に示す。図7の構成において、図1における第4のスイッチ114は第4のスイッチ714に相当し、トランジスタ110の第2の電極と電源線124との間に接続されている。なお、図1の構成と共通するところは共通の符号を用いてその説明を省略する。

【0088】

第4のスイッチ714により、データ書き込み時においてトランジスタ110が導通状態となった場合においても、第4のスイッチ714をオフにすることによりトランジスタ110への電流を遮断することができる。よって、データ書き込み期間における容量素子115の第2の電極の電位の変動を抑制することができる。

50

【 0 0 8 9 】

したがって、図 7 の画素構成においても、図 1 と同様の動作方法によりトランジスタ 1 1 0 のしきい値電圧のばらつきに起因した電流値のばらつきを抑制することができる。よって、輝度データに対応した電流を発光素子 1 1 6 に供給することができ、輝度のばらつきを抑制することが可能となる。また、トランジスタ 1 1 0 を飽和領域で動作させた場合においては、発光素子 1 1 6 の劣化に起因した輝度のばらつきも抑制することができる。また、初期化期間において、第 4 のスイッチ 7 1 4 をオフさせた場合には消費電力の低減が可能である。

【 0 0 9 0 】

また、他の構成の一つを図 8 に示す。図 8 の構成において、図 1 における第 4 のスイッチ 1 1 4 は第 4 のスイッチ 8 1 4 に相当し、トランジスタ 1 1 0 の第 1 の電極とノード 1 3 2 との間に接続されている。なお、図 1 の構成と共通するところは共通の符号を用いてその説明を省略する。

10

【 0 0 9 1 】

第 4 のスイッチ 8 1 4 により、データ書き込み時においてトランジスタ 1 1 0 が導通状態となった場合においても、第 4 のスイッチ 8 1 4 をオフにすることによりノード 1 3 2 に流れる電流を遮断することができる。よって、データ書き込み期間における容量素子 1 1 5 の第 2 の電極の電位の変動を抑制することができる。

【 0 0 9 2 】

したがって、図 8 の画素構成においても、図 1 と同様の動作方法によりトランジスタ 1 1 0 のしきい値電圧のばらつきに起因した電流値のばらつきを抑制することができる。よって、輝度データに対応した電流を発光素子 1 1 6 に供給することができ、輝度のばらつきを抑制することが可能となる。また、トランジスタ 1 1 0 を飽和領域で動作させた場合においては、発光素子 1 1 6 の劣化に起因した輝度のばらつきも抑制することができる。また、初期化期間において、第 4 のスイッチ 8 1 4 をオフさせた場合には消費電力の低減が可能である。

20

【 0 0 9 3 】

なお、第 4 のスイッチ 6 1 4、第 4 のスイッチ 7 1 4 及び第 4 のスイッチ 8 1 4 においても、第 1 乃至第 3 のスイッチと同様、トランジスタやダイオードでもよいし、それらを組み合わせた論理回路でもよい。

30

【 0 0 9 4 】

また、図 7 及び 8 で示したように第 4 のスイッチをノード 1 3 2 からトランジスタ 1 1 0 の第 2 の電極と電源線 1 2 4 との接続箇所までの経路に設けた場合、発光期間において第 4 のスイッチ 1 1 4 をオフすることにより強制的に非発光状態を作ることにも可能である。このような動作によって、発光期間を自由に設定できる。また、黒表示を挿入することで、残像を見えにくくし、動画特性の向上を図ることも可能である。

【 0 0 9 5 】

続いて、上述した本発明の画素を有する表示装置について図 9 を用いて説明する。

【 0 0 9 6 】

表示装置は、信号線駆動回路 9 1 1、走査線駆動回路 9 1 2 及び画素部 9 1 3 を有し、画素部 9 1 3 には、信号線駆動回路 9 1 1 から列方向に伸張して配置された複数の信号線 $S_1 \sim S_m$ 、第 1 の電位供給線 $P_{1_1} \sim P_{m_1}$ 、電源線 $P_{1_3} \sim P_{m_3}$ と、走査線駆動回路 9 1 2 から行方向に伸張して配置された複数の第 1 の走査線 $G_{1_1} \sim G_{n_1}$ 、第 2 の走査線 $G_{1_2} \sim G_{n_2}$ 、第 3 の走査線 $G_{1_3} \sim G_{n_3}$ 及び第 4 の走査線 $G_{1_4} \sim G_{n_4}$ と、信号線 $S_1 \sim S_m$ に対応してマトリクスに配置された複数の画素 9 1 4 とを有する。また、第 1 の走査線 $G_{1_1} \sim G_{n_1}$ と平行に複数の第 2 の電位供給線 $P_{1_2} \sim P_{n_2}$ を有している。そして、各画素 9 1 4 は、信号線 S_j (信号線 $S_1 \sim S_m$ のうちいずれか一)、第 1 の電位供給線 P_{j_1} 、電源線 P_{j_3} 、第 1 の走査線 G_{i_1} (走査線 $G_{1_1} \sim G_{n_1}$ のうちいずれか一)、第 2 の走査線 G_{i_2} 、第 3 の走査線 G_{i_3} 、第 4 の走査線 G_{i_4} 、第 2 の電位供給線 P_{i_2} と接続されて

40

50

いる。

【0097】

なお、信号線 S_j 、第1の電位供給線 P_{j_1} 、電源線 P_{j_3} 、第1の走査線 G_{i_1} 、第2の走査線 G_{i_2} 、第3の走査線 G_{i_3} 、第4の走査線 G_{i_4} 、第2の電位供給線 P_{i_2} は、それぞれ図1の信号線117、第1の電位供給線122、電源線124、第1の走査線118、第2の走査線119、第3の走査線120、第4の走査線121、第2の電位供給線123に相当する。

【0098】

走査線駆動回路912から出力される信号により、動作させる画素の行を選択すると共に同行に属するそれぞれの画素に対し同時に図2に示した動作を行う。なお、図2のデータ書き込み期間においては、選択された行の画素に信号線駆動回路911から出力されたビデオ信号を書き込む。このとき、それぞれの画素に輝度データに応じた電位が各信号線 $S_1 \sim S_m$ に入力される。

10

【0099】

図10に示すように、例えば i 行目のデータ書き込み期間を終えると $i+1$ 行目に属する画素へ信号の書き込みを行う。なお、図10には、各行におけるデータ書き込み期間を表すためにこれを忠実に表すことができる図2の第1のスイッチ111の動作のみを抜き出して記載している。そして、 i 行目においてデータ書き込み期間を終えた画素は、発光期間に移り、その画素へ書き込まれた信号にしたがって発光する。

【0100】

よって、各行におけるデータ書き込み期間さえ重複しなければ、各行自由に初期化開始時期を設定することができる。また、各画素は自身のアドレス期間を除き発光することが可能であるため、1フレーム期間における発光期間の割合（即ち、デューティ比）を非常に大きくでき、おおむね100%にすることも可能となる。よって、輝度のばらつきが少なくデューティ比が高い表示装置を得ることができる。

20

【0101】

また、しきい値書き込み期間を長く設定することも可能であるため、トランジスタのしきい値電圧をより正確に容量素子に書き込むことができる。よって、表示装置としての信頼性が向上させることができる。

【0102】

なお、図9に示した表示装置の構成は一例であって本発明はこれに限定されない。例えば、第1の電位供給線 $P_{1_1} \sim P_{m_1}$ は信号線 $S_1 \sim S_m$ と平行に配置されている必要はなく、第1の走査線 $G_{1_1} \sim G_{n_1}$ に平行に配置されていても良い。

30

【0103】

ところで、表示装置の階調を表現する駆動方式には、アナログ階調方式とデジタル階調方式がある。アナログ階調方式には、発光素子の発光強度をアナログ制御する方式と発光素子の発光時間をアナログ制御する方式がある。アナログ階調方式においては発光素子の発光強度をアナログ制御する方式がよく用いられている。一方、デジタル階調方式はデジタル制御で発光素子をオンオフさせ、階調を表現している。デジタル階調方式の場合、デジタル信号で処理できるためノイズに強いというメリットがあるが、発光・非発光の2状態しかないため、このままでは2階調しか表現できない。そこで、別の手法を組み合わせ、多階調化を図ることが行われている。多階調化のための手法としては、画素の発光面積に重みをつけてその選択により階調表示を行う面積階調方式と、発光時間に重みをつけてその選択により階調表示を行う時間階調方式とがある。

40

【0104】

このデジタル階調方式と時間階調方式とを組み合わせた場合、図49に示すように、1フレーム期間を複数のサブフレーム期間 (SFn) に分割する。各サブフレーム期間は、初期化期間、しきい値書き込み期間及びデータ書き込み期間を有するアドレス期間 (Ta) と、発光期間 (Ts) とを有する。なお、サブフレーム期間は表示ビット数 n に応じた数を1フレーム期間に設ける。また、各サブフレーム期間における発光期間の長さの比を

50

$2(n-1) : 2(n-2) : \dots : 2 : 1$ とし、各発光期間で発光素子の発光、もしくは非発光を選択し、発光素子が発光している1フレーム期間中の合計時間の差を利用して階調表現を行う。1フレーム期間において、発光している合計時間が長ければ輝度が高く、短ければ輝度が低くなる。なお、図49においては4ビット階調の例を示しており、1フレーム期間は4つのサブフレーム期間に分割され、発光期間の組み合わせによって、 $2^4 = 16$ 階調を表現できる。なお、発光期間の長さの比は、特に2のべき乗の比としなくても、階調表現は可能である。また、あるサブフレーム期間をさらに分割していても良い。

【0105】

なお、上記のように時間階調方式を用いて多階調化を図る場合、下位ビットの発光期間の長さは短いため、発光期間の終了後直ちに次のサブフレーム期間のデータ書き込み動作を開始しようとする、前のサブフレーム期間のデータ書き込み動作と重複してしまい、正常な動作ができなくなる。そのため、図7及び図8で示したように第4のスイッチをノード132からトランジスタ110の第2の電極と電源線124との接続箇所までの間に設け、発光期間において第4のスイッチをオフし強制的に非発光状態を作ることによって、全行に要するデータ書き込み期間より短い発光も表現することができる。よって、アナログ階調において特に有効であることはもちろん、上記のようなデジタル階調方式と時間階調方式とを組み合わせた方式においても有効である。

【0106】

なお、しきい値電圧のばらつきには、画素間における各トランジスタのしきい値電圧の違いのほか、1つのトランジスタに注目した場合において経時的なしきい値電圧の変化も含むものとする。さらに、各トランジスタのしきい値電圧の違いは、トランジスタの作製時におけるトランジスタ特性の違いによるものも含まれるものとする。なお、ここでいうトランジスタは発光素子等の負荷に電流を供給する機能を有するトランジスタを指す。

【0107】

(実施の形態2)

本実施形態では、実施の形態1とは異なる構成の画素を図11に示す。なお、実施の形態1と同様のものに関しては共通の符号を用いて示し、同一部分又は同様な機能を有する部分の詳細な説明は省略する。

【0108】

図11に示す画素は、トランジスタ110、第1のスイッチ111、第2のスイッチ112、第3のスイッチ113、容量素子115、発光素子116を有する。なお、画素は、信号線117、第1の走査線118、第2の走査線119、第3の走査線120、第1の電位供給線122、第2の電位供給線123及び電源線124に接続されている。

【0109】

トランジスタ110の第1の電極(ソース電極及びドレイン電極の一方)は、発光素子116の画素電極に接続され、第2の電極(ソース電極及びドレイン電極の他方)は電源線124に接続され、ゲート電極は第2のスイッチ112を介して第1の電位供給線122と接続されている。また、トランジスタ110のゲート電極は、第1のスイッチ111を介して信号線117とも接続されており、第1の電極は第3のスイッチ113を介して第2の電位供給線123とも接続されている。

【0110】

さらに、トランジスタ110のゲート電極と第1の電極との間に容量素子115が接続されている。つまり、容量素子115の第1の電極がトランジスタ110のゲート電極に、容量素子115の第2の電極がトランジスタ110の第1の電極に接続されている。容量素子115は、配線、半導体層や電極によって絶縁膜を挟むことで形成しても良いし、トランジスタ110のゲート容量を用いて省略することもできる。

【0111】

つまり、図11に示す画素は、図1に示す画素が有する第4のスイッチ114が設けられていない構成である。図11に示す画素においても、図2のタイミングチャートに従い

10

20

30

40

50

、動作させる。

【0112】

図1の画素とは異なり、図2(C)のデータ書き込み期間において、信号線117より輝度データに応じた電位($V_1 + V_{data}$)を入力する際、トランジスタ110が導通状態となり、容量素子115の第2の電極の電位が上昇してしまう。よって、容量素子115に保持される電圧 V_{cs} は $V_{th} + V_{data}$ より小さくなってしまう。このような場合には、容量素子115の第2の電極の電位の変動を加味した電位($V_1 + V'_{data}$)を信号線117より入力すれば良い。

【0113】

ただし、容量素子115と発光素子116との静電容量の違いによっては、必ずしも信号線より入力する電位を $V_1 + V'_{data}$ とする必要はなく、容量素子115の第2の電極の電位の変動が容量素子115に保持されるべき電圧にさほど影響を及ぼさない程度であれば、実施の形態1と同様、信号線より入力する電位を $V_1 + V_{data}$ としても良い。

【0114】

実施の形態1に示したように、第1のスイッチ111は画素の階調に従った信号を容量素子に入力するタイミングを選択し、トランジスタ110のゲート電極に供給する信号を制御するものであり、第2のスイッチ112はトランジスタ110のゲート電極に所定の電位を与えるタイミングを選択し、トランジスタ110のゲート電極に所定の電位を供給するか否かを制御するものであり、第3のスイッチ113は容量素子115に書き込まれた電位を初期化するための所定の電位を与えるタイミングを選択したり、トランジスタ110の第1の電極の電位を低くするものである。そのため、第1のスイッチ111、第2のスイッチ112、第3のスイッチ113は、上記機能を有していれば特に限定されない。たとえば、トランジスタやダイオードでもよいし、それらを組み合わせた論理回路でもよい。なお、第1乃至第3のスイッチは、上記のタイミングで信号もしくは電位を画素に与えることができれば特に必要はない。例えば、画素の階調に従った信号をトランジスタ110のゲート電極に入力することができる場合には、図42に示すように第1のスイッチ111を設けなくても良い。図42に示す画素は、トランジスタ110、第2のスイッチ112、第3のスイッチ113、画素電極4240を有する。そして、トランジスタ110の第1の電極(ソース電極及びドレイン電極の一方)は画素電極4240と第3のスイッチ113とに接続され、ゲート電極は第2のスイッチ112を介して第1の電位供給線122に接続されている。なお、トランジスタ110のゲート容量4215を保持容量として利用しているため、図11における容量素子115を特に設ける必要はない。このような画素においても、図11と同様に各スイッチを動作させ、それぞれの電極に所望の電位を供給することで、トランジスタ110のしきい値電圧のばらつきに起因した電流値のばらつきを抑制することができる。よって、画素電極4240に所望の電流を供給することができる。

【0115】

また、第1の電位供給線122は、第1の走査線118等と平行に設けられていても良い。このような場合の図11の上面図の一形態を図43に示す。なお、図43において、各スイッチは、スイッチングトランジスタとして記載した。図11における第1のスイッチ111、第2のスイッチ112、第3のスイッチ113は、それぞれ第1のスイッチングトランジスタ4301、第2のスイッチングトランジスタ4302、第3のスイッチングトランジスタ4303に相当とする。

【0116】

導電層4310は、第1の走査線118と第1のスイッチングトランジスタ4301のゲート電極として機能する部分を含み、導電層4311は信号線117と第1のスイッチングトランジスタ4301の第1の電極として機能する部分とを含む。また、導電層4312は第1のスイッチングトランジスタ4301の第2の電極として機能する部分と、容量素子115の第1の電極として機能する部分と、第2のスイッチングトランジスタ43

10

20

30

40

50

02の第1の電極として機能する部分とを含む。導電層4313は第2のスイッチングトランジスタ4302のゲート電極として機能する部分を含み、配線4314を介して第2の走査線119と接続されている。導電層4315は、第1の電位供給線122と第2のスイッチングトランジスタ4302の第2の電極として機能する部分とを含む。導電層4316はトランジスタ110のゲート電極として機能する部分を含み、配線4317を介して導電層4312と接続されている。導電層4318は電源線124とトランジスタ110の第2の電極として機能する部分とを含む。導電層4319は、トランジスタ110の第1の電極として機能する部分を含み、発光素子の画素電極4344と接続されている。また、導電層4320は第3のスイッチングトランジスタ4303の第1の電極として機能する部分を含み、画素電極4344と接続されている。導電層4321は、第3のスイッチングトランジスタ4303の第2の電極として機能する部分を含み、第2の電位供給線123と接続されている。また、導電層4322は、第3の走査線120と第3のスイッチングトランジスタ4303のゲート電極として機能する部分を含む。

10

【0117】

なお、各々の導電層のうち第1のスイッチングトランジスタ4301のゲート電極、第1の電極及び第2の電極として機能する部分は半導体層4333と重なって形成されている部分であり、第2のスイッチングトランジスタ4302のゲート電極、第1の電極及び第2の電極として機能する部分は半導体層4334と重なって形成されている部分であり、第3のスイッチングトランジスタ4303のゲート電極、第1の電極及び第2の電極として機能する部分は半導体層4335と重なって形成されている部分である。また、トランジスタ110のゲート電極、第1の電極及び第2の電極として機能する部分は半導体層4336と重なって形成されている導電層部分である。容量素子115は、導電層4312と画素電極4344が重なっている部分に形成されている。

20

【0118】

導電層4310、導電層4313、導電層4316、導電層4322、第2の走査線119及び第2の電位供給線123は、同一材料で同じ層で作製することができる。また、半導体層4333、半導体層4334、半導体層4335及び半導体層4336や、導電層4311、導電層4312、導電層4315、導電層4318、導電層4319、導電層4320及び導電層4321はそれぞれ同一材料で同じ層で作製することができる。また、画素電極4344と同一材料で同じ層に、配線4314、配線4317、配線4323及び配線4324を作製することができる。なお、第1の電位供給線122は、配線4324を用いて隣の画素の第一の電位供給線と接続されている。

30

【0119】

次に、第1の電位供給線122が図43とは異なる層で作製された画素の上面図を図44に示す。なお、図44において、図43と同様のものに関しては共通の符号を用いて示す。

【0120】

第1の電位供給線4422を第2の走査線119等と同一材料で同じ層で作製している。また、第2のスイッチングトランジスタ4302の第2の電極として機能する部分4401は、導電層4312等と同一材料で同じ層に作製し、画素電極4344と同じ層かつ同一材料で作製した配線4402を介して第1の電位供給線4422と接続している。このように、画素を示す上面図は図43及び44のものに限られない。

40

【0121】

また、図9の表示装置に本実施形態で示した画素を適用することができる。実施の形態1と同様、各行におけるデータ書き込み期間さえ重複しなければ、各行自由に初期化開始時期を設定することができる。また、各画素は自身のアドレス期間を除き発光することが可能であるため、1フレーム期間における発光期間の割合（即ち、デューティ比）を非常に大きくでき、おおむね100%にすることも可能となる。よって、輝度のばらつきが少なくデューティ比が高い表示装置を得ることができる。

【0122】

50

また、しきい値書き込み期間を長く設定することも可能であるため、トランジスタのしきい値電圧をより正確に容量素子に書き込むことができる。よって、表示装置としての信頼性が向上させることができる。

【 0 1 2 3 】

本実施形態は、上述した図 1 以外に他の実施の形態に示した画素構成とも自由に組み合わせることができる。つまり、他の実施形態に示した画素においても第 4 のスイッチを省略することができる。

【 0 1 2 4 】

(実施の形態 3)

本実施形態では、実施の形態 1 とは異なる構成の画素を図 1 6 に示す。なお、図 1 と同様のものに関しては共通の符号を用いて示し、同一部分又は同様な機能を有する部分の詳細な説明は省略する。

【 0 1 2 5 】

図 1 6 (A) に示す画素は、トランジスタ 1 1 0、第 1 のスイッチ 1 1 1、第 2 のスイッチ 1 1 2、第 4 のスイッチ 1 1 4、容量素子 1 1 5、発光素子 1 1 6 及び整流素子 1 6 1 3 を有する。なお、画素は、信号線 1 1 7、第 1 の走査線 1 1 8、第 2 の走査線 1 1 9、第 4 の走査線 1 2 1、第 1 の電位供給線 1 2 2、第 3 の走査線 1 6 2 0 及び電源線 1 2 4 に接続されている。

【 0 1 2 6 】

図 1 6 (A) に示した画素は、図 1 における第 3 のスイッチ 1 1 3 に整流素子 1 6 1 3 を用いた構成となっており、容量素子 1 1 5 の第 2 の電極、トランジスタ 1 1 0 の第 1 の電極及び発光素子 1 1 6 の画素電極が、整流素子 1 6 1 3 を介して第 3 の走査線 1 6 2 0 に接続されている。つまり、整流素子 1 6 1 3 はトランジスタ 1 1 0 の第 1 の電極から第 3 の走査線 1 6 2 0 に電流が流れるように接続されている。もちろん、実施の形態 1 に示したように第 1 のスイッチ 1 1 1、第 2 のスイッチ 1 1 2 及び第 4 のスイッチ 1 1 4 については、トランジスタ等を用いてもよい。また、整流素子 1 6 1 3 には、図 1 6 (B) に示すショットキー・バリア型 1 6 5 1、PIN 型 1 6 5 2、PN 型 1 6 5 3 のダイオードの他、ダイオード接続されているトランジスタ 1 6 5 4、1 6 5 5 等を用いることができる。ただし、トランジスタ 1 6 5 4 及びトランジスタ 1 6 5 5 は、電流を流す方向によってトランジスタの極性を適宜選択する必要がある。

【 0 1 2 7 】

整流素子 1 6 1 3 は、第 3 の走査線 1 6 2 0 に H レベルの信号が入力されたときには電流が流れず、L レベルの信号が入力されたときには整流素子 1 6 1 3 に電流が流れる。よって、図 1 6 (A) の画素を図 1 と同様に動作させる際には、初期化期間において第 3 の走査線 1 6 2 0 に L レベルの信号を入力し、それ以外の期間においては H レベルの信号を入力する。ただし、L レベルの信号は整流素子 1 6 1 3 にただ電流が流れるだけでなく容量素子 1 1 5 の第 2 の電極の電位を $V_1 - V_{th} -$ (: 任意の正の数) にまで下げる必要があるため、 $V_1 - V_{th} -$ (: 任意の正の数) の電位であることとする。なお、 V_1 は整流素子 1 6 1 3 の順方向におけるしきい値電圧を指す。

【 0 1 2 8 】

上記事項を考慮し、図 1 6 の画素構成においても図 1 と同様に動作させることによりトランジスタ 1 1 0 のしきい値電圧のばらつきに起因した電流値のばらつきを抑制することができる。よって、輝度データに対応した電流を発光素子 1 1 6 に供給することができ、輝度のばらつきを抑制することが可能となる。また、トランジスタ 1 1 0 を飽和領域で動作させた場合においては、発光素子 1 1 6 の劣化に起因した輝度のばらつきも抑制することができる。さらに、整流素子 1 6 1 3 を用いることで、配線数を減らすことが可能となり、開口率を向上させることができる。

【 0 1 2 9 】

さらに、本実施形態で示した画素を図 9 の表示装置に適用することができる。実施の形態 1 と同様、各行におけるデータ書き込み期間さえ重複しなければ、各行自由に初期化開

10

20

30

40

50

始時期を設定することができる。また、各画素は自身のアドレス期間を除き発光することが可能であるため、1フレーム期間における発光期間の割合（即ち、デューティー比）を非常に大きくでき、おおむね100%にすることもできる。よって、輝度のばらつきが少なくデューティー比が高い表示装置を得ることができる。

【0130】

また、しきい値書き込み期間を長く設定することも可能であるため、発光素子に流れる電流値を制御するトランジスタのしきい値電圧をより正確に容量素子に書き込むことができる。よって、表示装置としての信頼性が向上する。

【0131】

また、本実施形態は、上述した図1以外にその他の実施の形態に示した画素構成とも自由に組み合わせることができる。例えば、第4のスイッチ114がノード130とノード131との間やトランジスタ110の第1の電極とノード132との間に接続されている場合や、トランジスタ110の第2の電極が第4のスイッチ114を介して電源線124と接続されている場合である。また、実施の形態2に示したように第4のスイッチを設けない画素であっても良い。つまり、整流素子1613は、他の実施形態に示した画素にも適用することが可能である。

【0132】

（実施の形態4）

本実施形態では、実施の形態1とは異なる構成の画素を図12乃至15に示す。なお、実施の形態1と同様のものに関しては共通の符号を用いて示し、同一部分又は同様な機能を有する部分の詳細な説明は省略する。

【0133】

図12に示す画素1200はトランジスタ110、第1のスイッチ111、第2のスイッチ112、第3のスイッチ113、第4のスイッチ114、容量素子115、発光素子116を有する。なお、画素は、信号線117、第1の走査線1218、第2の走査線119、第3の走査線120、第4の走査線121、第1の電位供給線122、電源線124及び次行の第1の走査線1218に接続されている。

【0134】

実施の形態1に示した図1の画素ではトランジスタ110の第1の電極は第3のスイッチ113を介して第2の電位供給線123に接続していたのに対し、図12では次行の第1の走査線1218に接続することができる。これは、第2の電位供給線123に限らず、初期化期間においてトランジスタ110の第1の電極に所定の電位を供給できれば良いからである。そのため、初期化期間において所定の電位をトランジスタ110の第1の電極に供給できれば供給する配線は絶えず一定の電位である必要はない。よって、第2の電位供給線のかわりに次行の第1の走査線1218を用いることができる。このように、次行と配線を共有することで配線数を減らすことが可能となり、開口率を向上させることができる。

【0135】

なお、図12に示した画素構成においても、実施の形態1と同様の動作をさせることにより、トランジスタ110のしきい値電圧のばらつきに起因した電流値のばらつきを抑制することができる。よって、輝度データに対応した電流を発光素子116に供給することができ、輝度のばらつきを抑制することが可能となる。また、対向電極の電位を一定として動作させるため消費電力を低くすることが可能である。なお、トランジスタ110の動作領域は特に限定されないが、飽和領域の場合の方が効果は顕著にあらわれる。さらに、トランジスタ110を飽和領域で動作させた場合には、発光素子116の劣化に起因したトランジスタ110に流れる電流のばらつきを抑制することができる。

【0136】

ただし、第1の走査線1218において第1のスイッチ111をオフさせる信号はV1 - V_{th} - （：任意の正の数）の電位となる。そのため、V1 - V_{th} - （：任意の正の数）の電位でオフとなる第1のスイッチ111を使用する必要がある。また、画

10

20

30

40

50

素 1 2 0 0 が属する行の初期化期間は配線を共有した行のデータ書き込み期間と重ならないように動作させる必要がある。

【 0 1 3 7 】

なお、第 3 のスイッチ 1 1 3 に N チャンネル型トランジスタを用いた場合、第 3 の走査線 1 2 0 において第 3 のスイッチ 1 1 3 をオフさせる電位は、第 1 の走査線 1 2 1 8 において第 1 のスイッチ 1 1 1 をオフさせる信号である $V_1 - V_{th}$ の電位より下げてもよく、この場合トランジスタがオフとなる際のゲート・ソース間電圧を負の値とすることが可能となる。よって、第 3 のスイッチ 1 1 3 がオフした際の電流漏れを少なくすることができる。

【 0 1 3 8 】

また、図 1 3 の画素 1 3 0 0 に示すように図 1 の第 2 の電位供給線 1 2 3 を次行の第 2 の走査線 1 3 1 9 と共有しても良い。画素 1 3 0 0 においても、実施の形態 1 と同様の動作をさせることができる。なお、第 2 の走査線 1 3 1 9 に $V_1 - V_{th}$ (: 任意の正の数) の電位が入力された際にオフとなる、第 2 のスイッチ 1 1 2 を使用することが好ましい。この場合、画素 1 3 0 0 が属する行の初期化期間は配線を共有した行のしきい値書き込み期間と重ならないように動作させる必要がある。

【 0 1 3 9 】

なお、第 3 のスイッチ 1 1 3 に N チャンネル型トランジスタを用いた場合、第 3 の走査線 1 2 0 において第 3 のスイッチ 1 1 3 をオフさせる信号は、第 2 の走査線 1 3 1 9 において第 2 のスイッチ 1 1 2 をオフさせる信号である $V_1 - V_{th}$ の電位より下げてもよく、この場合第 3 のスイッチ 1 1 3 がオフした際の電流漏れを少なくすることができる。

【 0 1 4 0 】

また、図 1 4 の画素 1 4 0 0 に示すように図 1 の第 2 の電位供給線 1 2 3 を前行の第 3 の走査線 1 4 2 0 と共有しても良い。画素 1 4 0 0 においても、実施の形態 1 と同様の動作をさせることができる。ただし、第 3 の走査線 1 4 2 0 において第 3 のスイッチ 1 1 3 をオフさせる信号は $V_1 - V_{th}$ (: 任意の正の数) の電位となる。そのため、 $V_1 - V_{th}$ (: 任意の正の数) の電位でオフとなる第 3 のスイッチ 1 1 3 を使用する必要がある。また、画素 1 4 0 0 が属する行の初期化期間は配線を共有した行の初期化期間と重ならないように動作させる必要があるが、初期化期間がデータ書き込み期間より短く設定されている場合には特に問題はない。

【 0 1 4 1 】

また、図 1 2 乃至 1 4 の画素において実施の形態 2 に示したように動作させた場合には第 4 のスイッチ 1 1 4 は特に設けなくても良い。

【 0 1 4 2 】

また、図 1 5 の画素 1 5 0 0 に示すように図 1 の第 2 の電位供給線 1 2 3 を次行の第 4 の走査線 1 5 2 1 と共有しても良い。画素 1 5 0 0 においても、実施の形態 1 と同様の動作をさせることができる。なお、第 4 の走査線 1 5 2 1 において H レベルの信号が入力された場合にオフとなり、 $V_1 - V_{th}$ (: 任意の正の数) である L レベルの信号が入力された場合にオンとなる、第 4 のスイッチ 1 1 4 を用いることが好ましい。この場合、画素 1 5 0 0 が属する行の初期化期間は配線を共有した行のデータ書き込み期間と重ならないように動作させる必要がある。また、初期化期間において第 4 のスイッチ 1 1 4 をオフとさせる場合には、配線を共有した行の初期化期間と重ならないように動作させる必要がある。

【 0 1 4 3 】

なお、本実施形態では図 1 の第 2 の電位供給線 1 2 3 が次行もしくは前行の走査線と共有する場合について示したが、初期化期間に $V_1 - V_{th}$ (: 任意の正の数) の電位を供給することが可能な配線であればそれ以外でも良い。

【 0 1 4 4 】

さらに、本実施形態で示した画素を図 9 の表示装置に適用することができる。なお、表示装置において、図 1 2 乃至図 1 5 に記載した画素ごとの動作の制約及び各行におけるデ

10

20

30

40

50

ータ書き込み期間が重複しない範囲内で、各行自由に初期化開始時期を設定することができる。また、各画素は自身のアドレス期間を除き発光することが可能であるため、1フレーム期間における発光期間の割合（即ち、デューティ比）を非常に大きくでき、おおむね100%にすることも可能となる。よって、輝度のばらつきが少なくデューティ比が高い表示装置を得ることができる。

【0145】

また、しきい値書き込み期間を長く設定することも可能であるため、発光素子に流れる電流値を制御するトランジスタのしきい値電圧をより正確に容量素子に書き込むことができる。よって、表示装置としての信頼性が向上する。

【0146】

なお、第4のスイッチ114は、ノード130とトランジスタ110のゲート電極との間に接続されたものに限らず、ノード130とノード131との間やトランジスタ110の第1の電極とノード132との間に接続されていてもよい。また、トランジスタ110の第2の電極が第4のスイッチ114を介して電源線124と接続されていてもよい。

【0147】

上記に限らず、本実施の形態は、他の実施形態に示した画素構成とも自由に組み合わせることができる。

【0148】

（実施の形態5）

本実施形態では、実施の形態1とは異なる構成の画素について図29に示す。なお、実施の形態1と同様のものについては共通の符号を用いて示し、同一部分又は同様な機能を有する部分の詳細な説明は省略する。

【0149】

図29に示す画素は、トランジスタ2910、第1のスイッチ111、第2のスイッチ112、第3のスイッチ113、第4のスイッチ114、容量素子115、発光素子116を有する。なお、画素は、信号線117、第1の走査線118、第2の走査線119、第3の走査線120、第4の走査線121、第1の電位供給線122、第2の電位供給線123及び電源線124に接続されている。

【0150】

本実施形態におけるトランジスタ2910は、トランジスタを2つ直列に接続したマルチゲート型トランジスタであり、実施の形態1のトランジスタ110と同じ位置に設けられている。ただし、直列に接続されるトランジスタの数は特に限定されない。

【0151】

図1の画素と同様に図29に示した画素を動作させることにより、トランジスタ2910のしきい値電圧のばらつきに起因した電流値のばらつきを抑制することができる。よって、輝度データに対応した電流を発光素子116に供給することができ、輝度のばらつきを抑制することが可能となる。また、対向電極の電位を一定として動作させるため消費電力を低くすることが可能である。なお、トランジスタ2910の動作領域は特に限定されないが、飽和領域の場合の方が効果は顕著にあらわれる。

【0152】

さらに、トランジスタ2910を飽和領域で動作させた場合には、発光素子116の劣化に起因したトランジスタ2910に流れる電流のばらつきを抑制することができる。

【0153】

本実施形態におけるトランジスタ2910のチャンネル長 L は、直列に接続された2つのトランジスタのチャンネル幅が等しい場合、各トランジスタのチャンネル長の合計として作用する。よって、飽和領域においてドレイン・ソース間電圧 V_{ds} にかかわらず、より一定に近い電流値を得られやすい。特に、トランジスタ2910は長いチャンネル長 L を有するトランジスタの作製が困難な場合に有効である。なお、2つのトランジスタの接続部は抵抗として機能する。

【0154】

10

20

30

40

50

なお、トランジスタ2910は発光素子116に供給する電流値を制御する機能を有していれば良く、トランジスタの種類は特に限定されない。そのため、結晶性半導体膜を用いた薄膜トランジスタ(TFT)、非晶質シリコンや多結晶シリコンに代表される非単結晶半導体膜を用いた薄膜トランジスタ、半導体基板やSOI基板を用いて形成されるトランジスタ、MOS型トランジスタ、接合型トランジスタ、バイポーラトランジスタ、有機半導体やカーボンナノチューブを用いたトランジスタ、その他のトランジスタを適用することができる。

【0155】

また、図29に示した画素は、図1に示した画素と同様、第1のスイッチ111、第2のスイッチ112、第3のスイッチ113、第4のスイッチ114はトランジスタ等を用いることができる。

10

【0156】

なお、第4のスイッチ114は、ノード130とトランジスタ110のゲート電極との間に接続されたものに限らず、ノード130とノード131との間やトランジスタ110の第1の電極とノード132との間に接続されていてもよい。また、トランジスタ110の第2の電極が第4のスイッチ114を介して電源線124と接続されていてもよい。

【0157】

また、実施の形態2に示したように動作させた場合には第4のスイッチ114は特に設けなくても良い。

【0158】

20

さらに、図9の表示装置に本実施形態で示した画素を適用することができる。実施の形態1と同様、各行におけるデータ書き込み期間さえ重複しなければ、各行自由に初期化開始時期を設定することができる。また、各画素は自身のアドレス期間を除き発光することが可能であるため、1フレーム期間における発光期間の割合(即ち、デューティ比)を非常に大きくでき、おおむね100%にすることも可能となる。よって、輝度のばらつきが少なくデューティ比が高い表示装置を得ることができる。

【0159】

また、しきい値書き込み期間を長く設定することも可能であるため、発光素子に流れる電流値を制御するトランジスタのしきい値電圧をより正確に容量素子に書き込むことができる。よって、表示装置としての信頼性が向上する。

30

【0160】

なお、トランジスタ2910は直列に接続されたトランジスタに限らず、図30のトランジスタ3010に示すような並列にトランジスタが接続された構成であっても良い。トランジスタ3010により、より大きな電流を発光素子116に供給することができる。また、並列に接続した2つのトランジスタによってトランジスタの特性が平均化されるため、トランジスタ3010を構成するトランジスタ本来の特性ばらつきをより小さくすることができる。よって、ばらつきが小さいとトランジスタのしきい値電圧のばらつきに起因する電流値のばらつきをより抑制しやすくすることができる。

【0161】

上記に限らず、本実施の形態は、他の実施形態に示した画素構成とも自由に組み合わせることができる。つまり、トランジスタ2910もしくはトランジスタ3010は、他の実施の形態に示した画素構成にも適用することが可能である。

40

【0162】

(実施の形態6)

本実施形態では、本発明の画素において、発光素子に供給する電流値を制御するトランジスタを期間毎に切り替えることにより、トランジスタの経時的な劣化を平均化する画素構成について図31を用いて説明する。

【0163】

図31に示す画素は、第1のトランジスタ3101、第2のトランジスタ3102、第1のスイッチ3111、第2のスイッチ3112、第3のスイッチ3113、第4のスイ

50

ッチ 3 1 1 4、第 5 のスイッチ 3 1 0 3、第 6 のスイッチ 3 1 0 4、容量素子 3 1 1 5、発光素子 3 1 1 6 を有する。なお、画素は、信号線 3 1 1 7、第 1 の走査線 3 1 1 8、第 2 の走査線 3 1 1 9、第 3 の走査線 3 1 2 0、第 4 の走査線 3 1 2 1、第 1 の電位供給線 3 1 2 2、第 2 の電位供給線 3 1 2 3 及び電源線 3 1 2 4 に接続されている。さらに図 3 1 には図示していないが、画素は、第 5 のスイッチ 3 1 0 3 及び第 6 のスイッチ 3 1 0 4 のオン、オフを制御する、第 5 及び第 6 の走査線にも接続されている。本実施形態において、第 1 のトランジスタ 3 1 0 1 及び第 2 のトランジスタ 3 1 0 2 は N チャンネル型トランジスタとし、それぞれのトランジスタはゲート・ソース間電圧 (V_{gs}) がしきい値電圧を上回ったとき、導通状態になるものとする。また、発光素子 3 1 1 6 の画素電極は陽極、対向電極 3 1 2 5 は陰極とする。なお、トランジスタのゲート・ソース間電圧は V_{gs} 、容量素子に蓄積された電圧は V_{cs} と記す。また、第 1 のトランジスタ 3 1 0 1 のしきい値電圧を V_{th1} 、第 2 のトランジスタ 3 1 0 2 のしきい値電圧を V_{th2} と記す。電源線 3 1 2 4、第 1 の電位供給線 3 1 2 2、第 2 の電位供給線 3 1 2 3 及び信号線 3 1 1 7 を、それぞれ第 1 の配線、第 2 の配線、第 3 の配線、第 4 の配線とも呼ぶ。

【 0 1 6 4 】

第 1 のトランジスタ 3 1 0 1 の第 1 の電極 (ソース電極及びドレイン電極の一方) は、第 5 のスイッチ 3 1 0 3 を介して発光素子 3 1 1 6 の画素電極に接続され、第 2 の電極 (ソース電極及びドレイン電極の他方) は電源線 3 1 2 4 に接続され、ゲート電極は第 4 のスイッチ 3 1 1 4 及び第 2 のスイッチ 3 1 1 2 を介して第 1 の電位供給線 3 1 2 2 と接続されている。なお、第 4 のスイッチ 3 1 1 4 は、第 1 のトランジスタ 3 1 0 1 のゲート電極と第 2 のスイッチ 3 1 1 2 の間に接続されている。また、第 4 のスイッチ 3 1 1 4 と第 2 のスイッチ 3 1 1 2 との接続箇所をノード 3 1 3 0 とすると、ノード 3 1 3 0 は第 1 のスイッチ 3 1 1 1 を介して信号線 3 1 1 7 と接続されている。また、第 1 のトランジスタ 3 1 0 1 の第 1 の電極は第 5 のスイッチ 3 1 0 3 及び第 3 のスイッチ 3 1 1 3 を介して第 2 の電位供給線 3 1 2 3 とも接続されている。

【 0 1 6 5 】

第 2 のトランジスタ 3 1 0 2 の第 1 の電極 (ソース電極及びドレイン電極の一方) は、第 6 のスイッチ 3 1 0 4 を介して発光素子 3 1 1 6 の画素電極に接続され、第 2 の電極 (ソース電極及びドレイン電極の他方) は電源線 3 1 2 4 に接続され、ゲート電極は第 4 のスイッチ 3 1 1 4 を介してノード 3 1 3 0 と接続されている。また、第 2 のトランジスタ 3 1 0 2 の第 1 の電極は第 6 のスイッチ 3 1 0 4 及び第 3 のスイッチ 3 1 1 3 を介して第 2 の電位供給線 3 1 2 3 とも接続されている。なお、第 1 のトランジスタ 3 1 0 1 のゲート電極と第 2 のトランジスタ 3 1 0 2 のゲート電極とは接続されている。また、第 1 のトランジスタ 3 1 0 1 の第 1 の電極と第 2 のトランジスタ 3 1 0 2 の第 1 の電極とは、第 5 のスイッチ 3 1 0 3 及び第 6 のスイッチ 3 1 0 4 を介して接続されており、第 5 のスイッチ 3 1 0 3 と第 6 のスイッチ 3 1 0 4 との接続箇所をノード 3 1 3 3 とする。

【 0 1 6 6 】

さらに、ノード 3 1 3 3 とノード 3 1 3 0 との間に容量素子 3 1 1 5 が接続されている。つまり、容量素子 3 1 1 5 の第 1 の電極は第 4 のスイッチ 3 1 1 4 を介し接続された第 1 のトランジスタ 3 1 0 1 と第 2 のトランジスタ 3 1 0 2 のゲート電極に、容量素子 3 1 1 5 の第 2 の電極は第 5 のスイッチ 3 1 0 3 を介して第 1 のトランジスタ 3 1 0 1 の第 1 の電極及び第 6 のスイッチ 3 1 0 4 を介して第 2 のトランジスタ 3 1 0 2 の第 1 の電極に接続されている。容量素子 3 1 1 5 は、配線、半導体層や電極によって絶縁膜を挟むことで形成しても良いし、場合によっては接続された第 1 のトランジスタ 3 1 0 1 と第 2 のトランジスタ 3 1 0 2 のゲート容量を用いて省略することもできる。なお、容量素子 3 1 1 5 の第 1 の電極と、第 1 のスイッチ 3 1 1 1 とノード 3 1 3 0 とが接続された配線との接続箇所をノード 3 1 3 1 とし、ノード 3 1 3 3 と容量素子 3 1 1 5 の第 2 の電極とが接続された配線と発光素子 3 1 1 6 の画素電極との接続箇所をノード 3 1 3 2 とする。

【 0 1 6 7 】

第 1 の走査線 3 1 1 8、第 2 の走査線 3 1 1 9、第 3 の走査線 3 1 2 0、第 4 の走査線

10

20

30

40

50

3 1 2 1 に信号を入力することにより、それぞれ第 1 のスイッチ 3 1 1 1、第 2 のスイッチ 3 1 1 2、第 3 のスイッチ 3 1 1 3、第 4 のスイッチ 3 1 1 4 のオンオフが制御される。図 3 1 においては、第 5 のスイッチ 3 1 0 3 及び第 6 のスイッチ 3 1 0 4 のオンオフを制御する走査線は省略している。

【 0 1 6 8 】

信号線 3 1 1 7 には、ビデオ信号に相当する画素の階調に従った信号、即ち輝度データに応じた電位が入力される。

【 0 1 6 9 】

次に、図 3 1 で示した画素の動作について図 3 2 のタイミングチャートを用いて説明する。なお、図 3 2 において 1 画面分の画像を表示する期間に相当する 1 フレーム期間は、初期化期間、しきい値書き込み期間、データ書き込み期間及び発光期間に分割される。

10

【 0 1 7 0 】

なお、発光素子 3 1 1 6 の対向電極 3 1 2 5 及び第 1 の電位供給線 3 1 2 2 には V_1 の電位が、第 2 の電位供給線 3 1 2 3 には $V_1 - V_{th} -$ (: 任意の正の数) の電位が入力される。 V_{th} は、 V_{th1} もしくは V_{th2} の大きい方の値とする。また、電源線 3 1 2 4 には、 V_2 の電位が入力される。ここでは動作を説明するために、発光素子 3 1 1 6 の対向電極 3 1 2 5 の電位は、第 1 の電位供給線 3 1 2 2 の電位と同じであるとしたが、発光素子 3 1 1 6 が発光するために少なくとも必要とする電位差を V_{EL} とすると、対向電極 3 1 2 5 の電位は $V_1 - V_{th} - V_{EL}$ の電位より高い値であれば良い。また、電源線 3 1 2 4 の電位 V_2 は、対向電極 3 1 2 5 の電位に発光素子 1 1 6 が発光するために少なくとも必要とする電位差 (V_{EL}) を加算した値より大きい値であれば良いが、説明上ここでは対向電極 3 1 2 5 の電位を V_1 としたため、 V_2 は $V_1 + V_{EL}$ より大きい値であれば良い。

20

【 0 1 7 1 】

まず、図 3 2 (A) に示すように初期化期間では、第 1 のスイッチ 3 1 1 1 及び第 6 のスイッチ 3 1 0 4 をオフとし、第 2 のスイッチ 3 1 1 2、第 3 のスイッチ 3 1 1 3、第 4 のスイッチ 3 1 1 4 及び第 5 のスイッチ 3 1 0 3 をオンとする。このとき、第 1 のトランジスタ 3 1 0 1 の第 1 の電極はソース電極となり、その電位は第 2 の電位供給線 3 1 2 3 と等しくなるため $V_1 - V_{th} -$ となる。一方、ゲート電極の電位は V_1 となる。よって、第 1 のトランジスタ 3 1 0 1 のゲート・ソース間電圧 V_{gs} は $V_{th} +$ となり第 1 のトランジスタ 3 1 0 1 は導通状態となる。そして、第 1 のトランジスタ 3 1 0 1 のゲート電極と第 1 の電極との間に設けられた容量素子 3 1 1 5 に $V_{th} +$ が保持される。なお、第 4 のスイッチ 3 1 1 4 をオンとした場合について説明したが、オフとしても良い。

30

【 0 1 7 2 】

次に、図 3 2 (B) に示すしきい値書き込み期間では、第 3 のスイッチ 3 1 1 3 をオフとする。そのため、第 1 のトランジスタ 3 1 0 1 の第 1 の電極即ちソース電極の電位は次第に上昇し $V_1 - V_{th1}$ となったところ、つまり第 1 のトランジスタ 3 1 0 1 のゲート・ソース間電圧 V_{gs} がしきい値電圧 (V_{th1}) となったところで、第 1 のトランジスタ 3 1 0 1 は非導通状態となる。よって、容量素子 3 1 1 5 に保持される電圧は V_{th1} となる。

40

【 0 1 7 3 】

その後の図 3 2 (C) に示すデータ書き込み期間においては、第 2 のスイッチ 3 1 1 2 及び第 4 のスイッチ 3 1 1 4 をオフとした後、第 1 のスイッチ 3 1 1 1 をオンとし、信号線 3 1 1 7 より輝度データに応じた電位 ($V_1 + V_{data}$) を入力する。なお、第 4 のスイッチ 3 1 1 4 をオフにすることにより、第 1 のトランジスタ 3 1 0 1 を非導通状態に保つことができる。そのため、データ書き込み時の電源線 3 1 2 4 から供給される電流による容量素子 3 1 1 5 の第 2 の電極の電位の変動を抑制することができる。よって、このとき容量素子 3 1 1 5 に保持される電圧 V_{cs} は、 $V_{th1} + V_{data}$ となる。なお、次の発光期間において発光素子 3 1 1 6 を非発光としたい場合には、 $V_{data} = 0$ の電位を入力する。

50

【0174】

次に、図32(D)に示す発光期間では、第1のスイッチ3111をオフとし、第4のスイッチ3114をオンとする。このとき、第1のトランジスタ3101のゲート・ソース間電圧は $V_{gs} = V_{th1} + V_{data}$ となり、第1のトランジスタ3101が導通状態になる。よって、輝度データに応じた電流が第1のトランジスタ3101及び発光素子3116に流れ、発光素子116が発光する。

【0175】

このような動作により、発光素子3116に流れる電流は、第1のトランジスタ3101の動作領域が飽和領域、線形領域のいずれの場合においても、第1のトランジスタ3101のしきい値電圧(V_{th1})に依存しない。

10

【0176】

さらに、図32(E)に示す次の1フレーム期間における初期化期間では、第5のスイッチ3103をオフとし、第2のスイッチ3112、第3のスイッチ3113、第4のスイッチ3114及び第6のスイッチ3104をオンとする。このとき、第2のトランジスタ3102の第1の電極はソース電極となり、その電位は第2の電位供給線3123と等しくなるため $V_1 - V_{th-}$ となる。一方、ゲート電極の電位は V_1 となる。よって、第2のトランジスタ3102のゲート・ソース間電圧 V_{gs} は V_{th+} となり、第2のトランジスタ3102は導通状態となる。そして、第2のトランジスタ3102のゲート電極と第1の電極との間に設けられた容量素子3115に V_{th+} が保持される。なお、第4のスイッチ3114をオンとした場合について説明したが、オフとしても良い。

20

【0177】

次に、図32(F)に示すしきい値書き込み期間では、第3のスイッチ3113をオフとする。そのため、第2のトランジスタ3102の第1の電極即ちソース電極の電位は次第に上昇し $V_1 - V_{th2}$ となったところ、つまり第2のトランジスタ3102のゲート・ソース間電圧 V_{gs} がしきい値電圧(V_{th2})となったところで、第2のトランジスタ3102は非導通状態となる。よって、容量素子3115に保持される電圧は V_{th2} となる。

【0178】

その後の図32(G)に示すデータ書き込み期間においては、第2のスイッチ3112及び第4のスイッチ3114をオフとした後、第1のスイッチ3111をオンとし、信号線3117より輝度データに応じた電位($V_1 + V_{data}$)を入力する。なお、第4のスイッチ3114をオフにすることにより、第2のトランジスタ3102を非導通状態に保つことができる。そのため、データ書き込み時の電源線3124から供給される電流による、容量素子3115の第2の電極の電位の変動を抑制することができる。よって、このときに、容量素子3115に保持される電圧 V_{cs} は、 $V_{th2} + V_{data}$ となる。

30

【0179】

次に、図32(H)に示す発光期間では、第1のスイッチ3111をオフとし、第4のスイッチ3114をオンとする。このとき、第2のトランジスタ3102のゲート・ソース間電圧は $V_{gs} = V_{th2} + V_{data}$ となり、第2のトランジスタ3102が導通状態になる。よって、輝度データに応じた電流が第2のトランジスタ3102及び発光素子3116に流れ、発光素子3116が発光する。

40

【0180】

また、第2のトランジスタ3102の動作領域が飽和領域、線形領域のいずれの場合においても、発光素子3116に流れる電流はしきい値電圧(V_{th2})に依存しない。

【0181】

よって、第1のトランジスタ3101、第2のトランジスタ3102のいずれのトランジスタを用いて発光素子に供給する電流を制御してもトランジスタのしきい値電圧のばらつきに起因した電流値のばらつきを抑制し、輝度データに対応した電流値を発光素子3116に供給することができる。なお、第1のトランジスタ3101、第2のトランジスタ3102を切り替えて用いることにより一つのトランジスタに加わる負荷を軽くすること

50

によりトランジスタの経時的なしきい値の変化を小さいものとする事ができる。

【0182】

以上のことから、第1のトランジスタ3101、第2のトランジスタ3102のしきい値電圧に起因した輝度のばらつきを抑制することができる。また、対向電極の電位を一定とするため消費電力を低くすることが可能である。

【0183】

さらに、第1のトランジスタ3101、第2のトランジスタ3102を飽和領域で動作させた場合においては、発光素子3116の劣化による各々のトランジスタに流れる電流のばらつきも抑制できる。

【0184】

なお、第1のトランジスタ3101、第2のトランジスタ3102を飽和領域で動作させた場合、これらトランジスタのチャネル長Lは長い方がより好ましい。

【0185】

また、初期化期間において発光素子3116に逆方向のバイアス電圧を印加しているため、発光素子における短絡箇所を絶縁化したり、発光素子の劣化を抑制することができる。よって、発光素子の寿命を延ばすことができる。

【0186】

なお、トランジスタのしきい値電圧のばらつきに起因する電流値のばらつきを抑制することができるため、そのトランジスタによって制御された電流の供給先は特に限定されない。そのため、図31に示した発光素子3116は、EL素子(有機EL素子、無機EL素子又は有機物及び無機物を含むEL素子)、電子放出素子、液晶素子、電子インクなどを適用することができる。

【0187】

また、第1のトランジスタ3101、第2のトランジスタ3102は発光素子3116に供給する電流値を制御する機能を有していれば良く、トランジスタの種類は特に限定されない。そのため、結晶性半導体膜を用いた薄膜トランジスタ(TFT)、非晶質シリコンや多結晶シリコンに代表される非単結晶半導体膜を用いた薄膜トランジスタ、半導体基板やSOI基板を用いて形成されるトランジスタ、MOS型トランジスタ、接合型トランジスタ、バイポーラトランジスタ、有機半導体やカーボンナノチューブを用いたトランジスタ、その他のトランジスタを適用することができる。

【0188】

第1のスイッチ3111は画素の階調に従った信号を容量素子に入力するタイミングを選択するものであり、第2のスイッチ3112は第1のトランジスタ3101もしくは第2のトランジスタ3102のゲート電極に所定の電位を与えるタイミングを選択するものであり、第3のスイッチ3113は容量素子3115に書き込まれた電位を初期化するための所定の電位を与えるタイミングを選択するものであり、第4のスイッチは第1のトランジスタ3101もしくは第2のトランジスタ3102のゲート電極と容量素子3115との接続を遮断するためのものである。そのため、第1のスイッチ3111、第2のスイッチ3112、第3のスイッチ3113、第4のスイッチ3114は、上記機能を有していれば特に限定されない。たとえば、トランジスタやダイオードでもよいし、それらを組み合わせた論理回路でもよい。また、第5のスイッチ3103及び第6のスイッチ3104についても特に限定されず、たとえばトランジスタやダイオードでもよいし、それらを組み合わせた論理回路でもよい。

【0189】

第1のスイッチ3111、第2のスイッチ3112、第3のスイッチ3113、第4のスイッチ3114、第5のスイッチ3103、第6のスイッチ3104にNチャネル型のトランジスタを用いた場合、Nチャネル型のトランジスタのみで画素を構成することができるため、製造工程の簡略化を図ることができる。また、画素を構成するトランジスタの半導体層にアモルファス半導体やセミアモルファス半導体(若しくは微結晶半導体ともいう)などの非晶質半導体を用いることができる。例えば、アモルファス半導体としてアモ

10

20

30

40

50

ルファスシリコン (a - S i : H) が挙げられる。これら非晶質半導体を用いることにより、さらに製造工程の簡略化が可能である。したがって、製造コストの削減や歩留まりの向上を図ることができる。

【 0 1 9 0 】

なお、第 1 のスイッチ 3 1 1 1、第 2 のスイッチ 3 1 1 2、第 3 のスイッチ 3 1 1 3、第 4 のスイッチ 3 1 1 4、第 5 のスイッチ 3 1 0 3、第 6 のスイッチ 3 1 0 4 にトランジスタを用いた場合、トランジスタの極性 (導電型) は特に限定されない。ただし、オフ電流が少ないトランジスタを用いることが望ましい。

【 0 1 9 1 】

また、第 1 のトランジスタ 3 1 0 1 と第 5 のスイッチ 3 1 0 3 及び第 2 のトランジスタ 3 1 0 2 と第 6 のスイッチ 3 1 0 4 は、図 3 7 に示すようにそれぞれ入れ替わっていても良い。つまり、第 1 のトランジスタ 3 1 0 1 及び第 2 のトランジスタ 3 1 0 2 の第 1 の電極は容量素子 3 1 1 5 を介して第 1 のトランジスタ 3 1 0 1 及び第 2 のトランジスタ 3 1 0 2 のゲート電極に接続されている。また、第 1 のトランジスタ 3 1 0 1 の第 2 の電極は第 5 のスイッチ 3 1 0 3 を介して電源線 3 1 2 4 と接続され、第 2 のトランジスタ 3 1 0 2 の第 2 の電極は第 6 のスイッチ 3 1 0 4 を介して電源線 3 1 2 4 と接続されている。

【 0 1 9 2 】

また、図 3 1 及び図 3 7 ではトランジスタとスイッチをセットにして、つまり第 1 のトランジスタ 3 1 0 1 と第 5 のスイッチ 3 1 0 3、第 2 のトランジスタ 3 1 0 2 と第 6 のスイッチ 3 1 0 4 をセットにして並列数が 2 の場合について記載したが、並列に配置する数は特に限定されない。

【 0 1 9 3 】

なお、第 4 のスイッチ 3 1 1 4 は、ノード 3 1 3 0 と第 1 のトランジスタ 3 1 0 1 及び第 2 のトランジスタ 3 1 0 2 のゲート電極との間に接続されたものに限らず、ノード 3 1 3 0 とノード 3 1 3 1 との間やノード 3 1 3 3 とノード 3 1 3 2 との間に接続されていてもよい。

【 0 1 9 4 】

また、図 3 8 に示すように第 4 のスイッチ 3 1 1 4 は特に設けなくてもよい。本実施形態に示した画素では、第 5 のスイッチ 3 1 0 3 及び第 6 のスイッチ 3 1 0 4 の両方をデータ書き込み期間にオフさせることにより、第 4 のスイッチ 3 1 1 4 を有さなくても電源線 3 1 2 4 からノード 3 1 3 3 に供給される電流を遮断することができる。よって、容量素子 3 1 1 5 の第 2 の電極の電位の変動を抑制することができるため、特に第 4 のスイッチ 3 1 1 4 を必要とすることなく容量素子 3 1 1 5 に $V_{th1} + V_{data}$ もしくは $V_{th2} + V_{data}$ の電圧を保持させることが可能である。したがって、輝度データに応じたより正確な電流を発光素子 3 1 1 6 に供給することができる。もちろん、図 3 1 に示すような第 5 のスイッチ 3 1 0 3 及び第 6 のスイッチ 3 1 0 4 がそれぞれ第 1 のトランジスタ 3 1 0 1、第 2 のトランジスタ 3 1 0 2 の第 1 の電極とノード 3 1 3 3 との間に接続されている際にも同様のことが言える。

【 0 1 9 5 】

また、発光期間において第 5 のスイッチ 3 1 0 3 及び第 6 のスイッチ 3 1 0 4 の両方をオフさせることにより、強制的に非発光状態を作ることにも可能である。このような動作によって、発光期間を自由に設定することができる。また、黒表示を挿入することで、残像を見えにくくし、動画特性の向上を図ることも可能である。

【 0 1 9 6 】

また、図 9 の表示装置に本実施形態で示した画素を適用することで、実施の形態 1 と同様、各行におけるデータ書き込み期間さえ重複しなければ、各行自由に初期化開始時期を設定することができる。また、各画素は自身のアドレス期間を除き発光することが可能であるため、1 フレーム期間における発光期間の割合 (即ち、デューティ比) を非常に大きくでき、おおむね 1 0 0 % にすることもできる。よって、輝度のばらつきが少なくデューティ比が高い表示装置を得ることができる。

10

20

30

40

50

【0197】

また、しきい値書き込み期間を長く設定することも可能であるため、発光素子に流れる電流値を制御するトランジスタのしきい値電圧をより正確に容量素子に書き込むことができる。よって、表示装置としての信頼性が向上する。

【0198】

なお、実施の形態4と同様、第2の電位供給線3123は他の行の配線と共有することができる。また、第1のトランジスタ3101及び第2のトランジスタ3101のそれぞれに、トランジスタが直列に接続されたマルチゲート型トランジスタや並列に配置されたトランジスタを用いても良い。これらに限らず、本実施の形態は、実施の形態1乃至5に示した画素構成に適用することが可能である。

10

【0199】

(実施の形態7)

本実施形態では、発光素子に供給する電流値を制御するトランジスタにPチャネル型トランジスタを適用した場合について図39を用いて説明する。

【0200】

図39に示す画素は、トランジスタ3910、第1のスイッチ3911、第2のスイッチ3912、第3のスイッチ3913、第4のスイッチ3914、容量素子3915、発光素子3916を有する。なお、画素は、信号線3917、第1の走査線3918、第2の走査線3919、第3の走査線3920、第4の走査線3921、第1の電位供給線3922、第2の電位供給線3923及び電源線3924に接続されている。本実施の形態において、トランジスタ3910はPチャネル型トランジスタとし、そのゲート・ソース間電圧の絶対値($|V_{gs}|$)がしきい値電圧($|V_{th}|$)を上回ったとき(V_{gs} が V_{th} を下回ったとき)、導通状態になるものとする。また、発光素子3916の画素電極は陰極、対向電極3925は陽極とする。なお、トランジスタのゲート・ソース間電圧の絶対値を $|V_{gs}|$ 、しきい値電圧の絶対値を $|V_{th}|$ と記し、電源線3924、第1の電位供給線3922、第2の電位供給線3923及び信号線3917を、それぞれ第1の配線、第2の配線、第3の配線、第4の配線とも呼ぶ。

20

【0201】

トランジスタ3910の第1の電極(ソース電極及びドレイン電極の一方)は、発光素子3916の画素電極に接続され、第2の電極(ソース電極及びドレイン電極の他方)は電源線3924に接続され、ゲート電極は第4のスイッチ3914及び第2のスイッチ3912を介して第1の電位供給線3922と接続されている。なお、第4のスイッチ3914は、トランジスタ3910のゲート電極と第2のスイッチ3912の間に接続されている。また、第4のスイッチ3914と第2のスイッチ3912との接続箇所をノード3930とすると、ノード3930は第1のスイッチ3911を介して信号線3917と接続されている。また、トランジスタ3910の第1の電極は第3のスイッチ3913を介して第2の電位供給線3923とも接続されている。

30

【0202】

さらに、ノード3930とトランジスタ3910第1の電極との間に容量素子3915が接続されている。つまり、容量素子3915の第1の電極が第4のスイッチ3914を介してトランジスタ3910のゲート電極に、第2の電極がトランジスタ3910の第1の電極に接続されている。容量素子3915は、配線、半導体層や電極によって絶縁膜を挟むことで形成しても良いし、場合によってはトランジスタ3910のゲート容量を用いて省略することもできる。また、ノード3930と、第1のスイッチ3911と容量素子3915の第1の電極とが接続されている配線との接続箇所をノード3931とし、トランジスタ3910の第1の電極と、容量素子3915の第2の電極と発光素子3916の画素電極とが接続されている配線との接続箇所をノード3932とする。

40

【0203】

なお、第1の走査線3918、第2の走査線3919、第3の走査線3920、第4の走査線3921に信号を入力することにより、それぞれ第1のスイッチ3911、第2の

50

スイッチ 3912、第3のスイッチ 3913、第4のスイッチ 3914 のオンオフが制御される。

【0204】

信号線 3917 には、ビデオ信号に相当する画素の階調に従った信号、即ち輝度データに応じた電位が入力される。

【0205】

次に、図 39 で示した画素の動作について図 40 のタイミングチャート及び図 41 を用いて説明する。なお、図 40 において 1 画面分の画像を表示する期間に相当する 1 フレーム期間は、初期化期間、しきい値書き込み期間、データ書き込み期間及び発光期間に分割される。また、初期化期間、しきい値書き込み期間、データ書き込み期間をまとめてアドレス期間と呼ぶ。1 フレーム期間は特に限定はないが、画像をみる人がちらつき（フリッカ）を感じないように少なくとも 1 / 60 秒以下とすることが好ましい。

10

【0206】

なお、発光素子 3916 の対向電極 3925 及び第 1 の電位供給線 3922 には V_1 の電位が、第 2 の電位供給線 3923 には $V_1 + |V_{th}| +$ (: 任意の正の数) の電位が入力される。また、電源線 3924 には、 V_2 の電位が入力される。

【0207】

ここでは動作を説明するために、発光素子 3916 の対向電極 3925 の電位は、第 1 の電位供給線 3922 の電位と同じであるとしたが、発光素子 3916 が発光するために少なくとも必要とする電位差を V_{EL} とすると、対向電極 3925 の電位は $V_1 + |V_{th}| + V_{EL}$ の電位より低い値であれば良い。また、電源線 3924 の電位 V_2 は、対向電極 3925 の電位から発光素子 3916 が発光するために少なくとも必要とする電位差 (V_{EL}) を引いた値より小さい値であれば良いが、説明上ここでは対向電極 3925 の電位を V_1 としたため、 V_2 は $V_1 - V_{EL}$ より小さい値であれば良いということになる。

20

【0208】

まず、図 40 (A) 及び図 41 (A) に示すように初期化期間では、第 1 のスイッチ 3911 をオフとし、第 2 のスイッチ 3912、第 3 のスイッチ 3913 及び第 4 のスイッチ 3914 をオンとする。このとき、トランジスタ 3910 の第 1 の電極はソース電極となり、その電位は第 2 の電位供給線 3923 と等しくなるため $V_1 + |V_{th}| +$ となる。一方、ゲート電極の電位は V_1 となる。よって、トランジスタ 3910 のゲート・ソース間電圧の絶対値 $|V_{gs}|$ は $|V_{th}| +$ となり、トランジスタ 3910 は導通状態となる。そして、トランジスタ 3910 のゲート電極と第 1 の電極との間に設けられた容量素子 3915 に $|V_{th}| +$ が保持される。なお、第 4 のスイッチ 3914 をオンとした場合について説明したが、オフとしても良い。

30

【0209】

次に、図 40 (B) 及び図 41 (B) に示すしきい値書き込み期間では、第 3 のスイッチ 3913 をオフとする。そのため、トランジスタ 3910 の第 1 の電極即ちソース電極の電位は次第に下降し $V_1 + |V_{th}|$ となったところで、トランジスタ 3910 は非導通状態となる。よって、容量素子 3915 に保持される電圧は $|V_{th}|$ となる。

40

【0210】

その後の図 40 (C) 及び図 41 (C) に示すデータ書き込み期間においては、第 2 のスイッチ 3912 及び第 4 のスイッチ 3914 をオフとした後、第 1 のスイッチ 3911 をオンとし、信号線 3917 より輝度データに応じた電位 ($V_1 - V_{data}$) を入力する。なお、第 4 のスイッチ 3914 をオフにすることにより、トランジスタ 3910 を非導通状態に保つことができる。そのため、データ書き込み時の電源線 3924 から供給される電流による、容量素子 3915 の第 2 の電極の電位の変動を抑制することができる。よって、このとき容量素子 3915 に保持される電圧 V_{cs} は、容量素子 3915 及び発光素子 3916 の静電容量をそれぞれ C_1 、 C_2 とすると式 (5) のように表すことができる。

50

【数 5】

$$V_{cs} = \left| -|V_{th}| - V_{data} \times \frac{C_2}{C_1 + C_2} \right| \dots(5)$$

【0 2 1 1】

ただし、発光素子 3 9 1 6 は容量素子 3 9 1 5 に比べ膜厚が薄いうえ電極面積が大きい
ため、 $C_2 \gg C_1$ となる。よって、 $C_2 / (C_1 + C_2) \approx 1$ より容量素子 3 9 1 5 に
保持される電圧 V_{cs} は式 (6) となる。なお、次の発光期間において発光素子 3 9 1 6
を非発光としたい場合には、 $V_{data} = 0$ の電位を入力する。

【数 6】

$$V_{cs} = \left| -|V_{th}| - V_{data} \right| \dots(6)$$

10

【0 2 1 2】

次に、図 4 0 (D) 及び図 4 1 (D) に示す発光期間では、第 1 のスイッチ 3 9 1 1 を
オフとし、第 4 のスイッチ 3 9 1 4 をオンとする。このとき、トランジスタ 3 9 1 0 のゲ
ート・ソース間電圧は $V_{gs} = -V_{data} - |V_{th}|$ となり、トランジスタ 3 9 1 0
が導通状態になる。よって、輝度データに応じた電流がトランジスタ 3 9 1 0 及び発光素
子 3 9 1 6 に流れ、発光素子 3 9 1 6 が発光する。

【0 2 1 3】

なお、発光素子に流れる電流 I は、トランジスタ 3 9 1 0 を飽和領域で動作させた場合
、式 (7) で表される。

20

【数 7】

$$\begin{aligned} I &= \frac{1}{2} \left(\frac{W}{L} \right) \mu_{Cox} (V_{gs} - V_{th})^2 \\ &= \frac{1}{2} \left(\frac{W}{L} \right) \mu_{Cox} (-V_{data} - |V_{th}| - V_{th})^2 \dots(7) \end{aligned}$$

【0 2 1 4】

トランジスタ 3 9 1 0 は P チャネル型のトランジスタであるため、 $V_{th} < 0$ である。
よって、式 (7) は式 (8) に変形できる。

30

【数 8】

$$I = \frac{1}{2} \left(\frac{W}{L} \right) \mu_{Cox} (-V_{data})^2 \dots(8)$$

【0 2 1 5】

また、トランジスタ 3 9 1 0 を線形領域で動作させた場合、発光素子に流れる電流 I は
式 (9) で表される。

40

【数 9】

$$\begin{aligned} I &= \left(\frac{W}{L} \right) \mu_{Cox} \left[(V_{gs} - V_{th})V_{ds} - \frac{1}{2} V_{ds}^2 \right] \\ &= \left(\frac{W}{L} \right) \mu_{Cox} \left[(-V_{data} - |V_{th}| - V_{th})V_{ds} - \frac{1}{2} V_{ds}^2 \right] \dots(9) \end{aligned}$$

【0 2 1 6】

$V_{th} < 0$ より、式 (9) は式 (10) に変形できる。

【数 10】

50

$$I = \left(\frac{W}{L} \right) \mu_{\text{Cox}} [(-V_{\text{data}})V_{\text{ds}} - \frac{1}{2} V_{\text{ds}}^2] \dots (10)$$

【0217】

ここで、Wはトランジスタ3910のチャンネル幅、Lはチャンネル長、 μ は移動度、 C_{ox} は蓄積容量を指す。

【0218】

式(8)及び式(10)より、トランジスタ3910の動作領域が飽和領域、線形領域のいずれの場合においても、発光素子3916に流れる電流は、トランジスタ3910のしきい値電圧(V_{th})に依存しない。よって、トランジスタ3910のしきい値電圧のばらつきに起因した電流値のばらつきを抑制し、輝度データに対応した電流値を発光素子3916に供給することができる。

10

【0219】

以上のことから、トランジスタ3910のしきい値電圧のばらつきに起因した輝度のばらつきを抑制することができる。また、対向電極の電位を一定として動作させるため消費電力を低くすることが可能である。

【0220】

さらに、トランジスタ3910を飽和領域で動作させた場合においては、発光素子3916の劣化による輝度のばらつきも抑制できる。発光素子3916が劣化すると、発光素子3916の V_{EL} は増大し、トランジスタ3910の第1の電極、即ちソース電極の電位は減少する。このとき、トランジスタ3910のソース電極は容量素子3915の第2の電極に、トランジスタ3910のゲート電極は容量素子3915の第1の電極に接続されており、なおかつゲート電極側は浮遊状態となっている。そのため、ソース電位の減少に伴い、同じ電位だけトランジスタ3910のゲート電位も減少する。よって、トランジスタ3910の V_{gs} は変化しないため、たとえ発光素子が劣化してもトランジスタ3910及び発光素子3916に流れる電流に影響しない。なお、式(8)においても発光素子に流れる電流Iはソース電位やドレイン電位に依存しないことがわかる。

20

【0221】

よって、トランジスタ3910を飽和領域で動作させた場合においては、トランジスタ3910のしきい値電圧のばらつき及び発光素子3916の劣化に起因したトランジスタ3910に流れる電流のばらつきを抑制することができる。

30

【0222】

なお、トランジスタ3910を飽和領域で動作させた場合、降伏現象やチャンネル長変調による電流量の増加を抑制するために、トランジスタ3910のチャンネル長Lは長い方がより好ましい。

【0223】

また、初期化期間において発光素子3916に逆方向のバイアス電圧を印加しているため、発光素子における短絡箇所を絶縁化したり、発光素子の劣化を抑制することができる。よって、発光素子の寿命を延ばすことができる。

40

【0224】

なお、トランジスタのしきい値電圧のばらつきに起因する電流値のばらつきを抑制することができるため、そのトランジスタによって制御された電流の供給先は特に限定されない。そのため、図39に示した発光素子3916は、EL素子(有機EL素子、無機EL素子又は有機物及び無機物を含むEL素子)、電子放出素子、液晶素子、電子インクなどを適用することができる。

【0225】

また、トランジスタ3910は発光素子3916に供給する電流値を制御する機能を有していれば良く、トランジスタの種類は特に限定されない。そのため、結晶性半導体膜を用いた薄膜トランジスタ(TFT)、非晶質シリコンや多結晶シリコンに代表される非単

50

結晶半導体膜を用いた薄膜トランジスタ、半導体基板やSOI基板を用いて形成されるトランジスタ、MOS型トランジスタ、接合型トランジスタ、バイポーラトランジスタ、有機半導体やカーボンナノチューブを用いたトランジスタ、その他のトランジスタを適用することができる。

【0226】

第1のスイッチ3911は画素の階調に従った信号を容量素子に入力するタイミングを選択し、トランジスタ3910のゲート電極に供給する信号を制御するものであり、第2のスイッチ3912はトランジスタ3910のゲート電極に所定の電位を与えるタイミングを選択し、トランジスタ3910のゲート電極に所定の電位を供給するか否かを制御するものであり、第3のスイッチ3913は容量素子3915に書き込まれた電位を初期化するための所定の電位を与えるタイミングを選択したり、トランジスタ3910の第1の電極の電位を高くするものである。なお、第4のスイッチはトランジスタ3910のゲート電極と容量素子3915とを接続するか否かを制御するものである。そのため、第1のスイッチ3911、第2のスイッチ3912、第3のスイッチ3913、第4のスイッチ3914は、上記機能を有していれば特に限定されない。たとえば、トランジスタやダイオードでもよいし、それらを組み合わせた論理回路でもよい。

10

【0227】

なお、トランジスタを用いた場合、トランジスタの極性(導電型)は特に限定されない。ただし、オフ電流が少ないトランジスタを用いることが望ましい。オフ電流が少ないトランジスタとしては、LDD領域を設けているものやマルチゲート構造にしているものなどがある。また、Nチャネル型とPチャネル型の両方を用いて、CMOS型のスイッチにしてもよい。

20

【0228】

たとえば、第1のスイッチ3911、第2のスイッチ3912、第3のスイッチ3913、第4のスイッチ3914にPチャネル型のトランジスタを適用した場合、それぞれのスイッチのオンオフを制御する走査線にはオンさせたいときにはLレベルの信号が、オフさせたいときにはHレベルの信号が入力される。

【0229】

この場合、Pチャネル型のトランジスタのみで画素を構成することができるため、製造工程の簡略化を図ることができる。

30

【0230】

さらに、図9の表示装置に本実施形態で示した画素を適用することでき、実施の形態1と同様、各行におけるデータ書き込み期間さえ重複しなければ、各行自由に初期化開始時期を設定することができる。また、各画素は自身のアドレス期間を除き発光することが可能であるため、1フレーム期間における発光期間の割合(即ち、デューティ比)を非常に大きくでき、おおむね100%にすることもできる。よって、輝度のばらつきが少なくデューティ比が高い表示装置を得ることができる。

【0231】

また、しきい値書き込み期間を長く設定することも可能であるため、発光素子に流れる電流値を制御するトランジスタのしきい値電圧をより正確に容量素子に書き込むことができる。よって、表示装置としての信頼性が向上する。

40

【0232】

なお、本実施形態は、その他の実施の形態に示した画素構成とも自由に組み合わせることができる。例えば、第4のスイッチ3914がノード3930とノード3931との間やトランジスタ3910の第1の電極とノード3932との間に接続されている場合や、トランジスタ3910の第2の電極が第4のスイッチ3914を介して電源線3924と接続されている場合などがある。また、実施の形態2に示したように第4のスイッチを設けない画素であっても良い。これらに限らず、トランジスタ3910は、他の実施形態に示した画素にも適用することが可能である。

【0233】

50

(実施の形態 8)

本実施形態では、本発明の画素の部分断面図の一形態について図 17 を用いて説明する。なお、本実施形態における部分断面図に示されているトランジスタは、発光素子に供給する電流値を制御する機能を有するトランジスタである。

【0234】

まず、絶縁表面を有する基板 1711 上に下地膜 1712 を形成する。絶縁表面を有する基板 1711 としては、ガラス基板、石英基板、プラスチック基板（ポリイミド、アクリル、ポリエチレンテレフタレート、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリエーテルスルホン等）、セラミックス基板等の絶縁性基板の他、金属基板（タンタル、タングステン、モリブデン等）や半導体基板等の表面に絶縁膜を形成したのもを用いることができる。ただし、少なくともプロセス中に発生する熱に耐えうる基板を使用する必要がある。

10

【0235】

下地膜 1712 としては、酸化珪素膜、窒化珪素膜または酸化窒化珪素膜（ SiO_xN_y ）等の絶縁膜を用い、これら絶縁膜を単層又は 2 以上の複数層で形成する。なお、下地膜 1712 は、スパッタ法、CVD 法等を用いて形成すればよい。本実施形態では下地膜 1712 を単層としているが、もちろん 2 以上の複数層でも構わない。

【0236】

次に、下地膜 1712 上にトランジスタ 1713 を形成する。トランジスタ 1713 は、少なくとも半導体層 1714 と、半導体層 1714 上に形成されたゲート絶縁膜 1715 と、半導体層 1714 上にゲート絶縁膜 1715 を介して形成されたゲート電極 1716 から構成されており、半導体層 1714 は、ソース領域及びドレイン領域を有する。

20

【0237】

半導体層 1714 は、アモルファスシリコン（ a-Si:H ）の他、シリコン、シリコン・ゲルマニウム（ SiGe ）等を主成分とする非晶質半導体、非晶質状態と結晶状態とが混在したセミアモルファス半導体、及び非晶質半導体中に $0.5\text{nm} \sim 20\text{nm}$ の結晶粒を観察することができる微結晶半導体から選ばれたいずれかの非結晶性状態を有する膜（即ち、非結晶性半導体膜）やポリシリコン（ p-Si:H ）等の結晶性半導体膜を用いることができる。なお、 $0.5\text{nm} \sim 20\text{nm}$ の結晶粒を観察することができる微結晶状態はいわゆるマイクロクリスタルと呼ばれている。なお、半導体層 1714 に非結晶性半導体膜を用いる場合には、スパッタ法、CVD 法等を用いて形成すれば良く、結晶性半導体膜を用いる場合には、例えば非結晶性半導体膜を形成した後さらに結晶化すれば良い。また、必要があればトランジスタのしきい値を制御するために上記主成分の他に、微量な不純物元素（リン、ヒ素、ボロン等）が含まれていても良い。

30

【0238】

次に、半導体層 1714 を覆ってゲート絶縁膜 1715 を形成する。ゲート絶縁膜 1715 には、例えば酸化珪素、窒化珪素または窒化酸化珪素等を用いて単層または複数の膜を積層させて形成する。なお、成膜方法には、CVD 法、スパッタ法等を用いることができる。

【0239】

続いて、半導体層 1714 の上方にゲート絶縁膜 1715 を介してそれぞれゲート電極 1716 を形成する。ゲート電極 1716 は単層で形成してもよいし、複数の金属膜を積層して形成してもよい。なお、ゲート電極は、タンタル（ Ta ）、タングステン（ W ）、チタン（ Ti ）、モリブデン（ Mo ）、アルミニウム（ Al ）、銅（ Cu ）、クロム（ Cr ）等から選ばれた金属元素の他にも、前記元素を主成分とする合金材料若しくは化合物材料で形成することができる。例えば、第 1 の導電層として窒化タンタル（ TaN ）を用い、第 2 の導電層としてタングステン（ W ）を用いた、第 1 の導電膜と第 2 の導電膜からなるゲート電極としてもよい。

40

【0240】

次に、ゲート電極 1716 またはレジストを形成しパターニングしたものをマスクとして用い、半導体層 1714 に n 型または p 型の導電性を付与する不純物を選択的に添加す

50

る。このようにして、半導体層 1714 に、チャンネル形成領域および不純物領域（ソース領域、ドレイン領域、GOLD領域、LDD領域を含む）が形成される。また、添加される不純物元素の導電型によりNチャンネル型トランジスタ、またはPチャンネル型トランジスタとを区別して作製することができる。

【0241】

なお、図17は、LDD領域1720を自己整合的に作製するために、ゲート電極1716を覆うようにシリコン化合物、例えば、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜若しくは酸化窒化シリコン膜を形成した後、エッチバックしてサイドウォール1717を形成する。その後、半導体層1714に導電性を付与する不純物を添加することにより、ソース領域1718、ドレイン領域1719及びLDD領域1720を形成することができる。そのため、LDD領域1720はサイドウォール1717の下部に位置する。なお、サイドウォール1717は、LDD領域1720を自己整合的に形成するために設けるのであって、必ずしも設けなくともよい。なお、導電性を付与する不純物としてはリン、ヒ素、ボロン等が用いられる。

10

【0242】

次に、ゲート電極1716を覆って、第1の層間絶縁膜1730として第1の絶縁膜1721、第2の絶縁膜1722を積層し形成する。第1の絶縁膜1721、第2の絶縁膜1722としては、酸化珪素膜、窒化珪素膜または酸化窒化珪素膜（ SiO_xN_y ）等の無機絶縁膜、もしくは低誘電率の有機樹脂膜（感光性や非感光性の有機樹脂膜）を用いることができる。また、シロキサンを含む膜を用いてもよい。なお、シロキサンは、シリコン（Si）と酸素（O）との結合で骨格構造が構成される材料であり、置換基としては、有機基（例えばアルキル基、芳香族炭化水素）が用いられる。また、置換基にフルオロ基を含んでいても良い。

20

【0243】

なお、第1の絶縁膜1721、第2の絶縁膜1722に同一材料の絶縁膜を用いても良い。本実施形態では第1の層間絶縁膜1730を2層の積層構造としたが、1層としても良いし、3層以上の積層構造としても良い。

【0244】

なお、第1の絶縁膜1721、第2の絶縁膜1722は、スパッタ法、CVD法、スピニング法等を用いて形成すればよく、有機樹脂膜やシロキサンを含む膜を用いる場合には塗布法を用いて形成すればよい。

30

【0245】

その後、第1の層間絶縁膜1730上にソース電極及びドレイン電極1723を形成する。なお、ソース電極及びドレイン電極1723は、それぞれコンタクトホールを介してソース領域1718、ドレイン領域1719に接続されている。

【0246】

なお、ソース電極及びドレイン電極1723は、銀（Ag）、金（Au）、銅（Cu）、ニッケル（Ni）、白金（Pt）、パラジウム（Pd）、イリジウム（Ir）、ロジウム（Rh）、タングステン（W）、アルミニウム（Al）、タンタル（Ta）、モリブデン（Mo）、カドミウム（Cd）、亜鉛（Zn）、鉄（Fe）、チタン（Ti）、珪素（Si）、ゲルマニウム（Ge）、ジルコニウム（Zr）、バリウム（Ba）等の金属又はその合金、若しくはその金属窒化物、又はこれらの積層膜を用いることができる。

40

【0247】

次に、ソース電極及びドレイン電極1723を覆って第2の層間絶縁膜1731を形成する。第2の層間絶縁膜1731としては、無機絶縁膜や、樹脂膜、又はこれらの積層を用いることができる。無機絶縁膜としては、窒化珪素膜、酸化珪素膜、酸化窒化珪素膜又はこれらを積層した膜を用いることができる。樹脂膜としては、ポリイミド、ポリアミド、アクリル、ポリイミドアミド、エポキシなどを用いることができる。

【0248】

第2の層間絶縁膜1731上には画素電極1724を形成する。次に、画素電極172

50

4の端部を覆うように絶縁物1725を形成する。絶縁物1725は、後に形成される発光物質を含む層1726の成膜を良好なものとするため、絶縁物1725の上端部または下端部が曲率を有する曲面となるように形成することが好ましい。例えば、絶縁物1725の材料としてポジ型の感光性アクリルを用いた場合、絶縁物1725の上端部のみに曲率半径(0.2 μ m~3 μ m)を有する曲面を持たせることが好ましい。また、絶縁物1725として、感光性の光によってエッチャントに不溶解性となるネガ型、あるいは光によってエッチャントに溶解性となるポジ型のいずれも使用することができる。さらには、絶縁物1725の材料として有機物に限らず酸化珪素、酸窒化珪素等の無機物も用いることができる。

【0249】

次に、画素電極1724及び絶縁物1725上に発光物質を含む層1726及び対向電極1727を形成する。

【0250】

なお、画素電極1724と対向電極1727とにより発光物質を含む層1726が挟まれた領域では発光素子1728が形成されている。

【0251】

次に、発光素子1728の詳細について図18を用いて説明する。なお、図17における画素電極1724及び対向電極1727は、それぞれ図18の画素電極1801、対向電極1802に相当する。また、図18(a)においては、画素電極を陽極、対向電極を陰極とする。

【0252】

図18(a)に示すように、画素電極1801と対向電極1802との間には、発光層1813の他、正孔注入層1811、正孔輸送層1812、電子輸送層1814、電子注入層1815等も設けられている。これらの層は、画素電極1801の電位が対向電極1802の電位よりも高くなるように電圧を印加したときに、画素電極1801側から正孔が注入され対向電極1802側から電子が注入されるように積層されている。

【0253】

このような発光素子において、画素電極1801から注入された正孔と、対向電極1802から注入された電子とは、発光層1813において再結合し、発光物質を励起状態にする。そして、励起状態の発光物質が基底状態に戻るときに発光する。なお、発光物質とは、ルミネセンス(エレクトロルミネセンス)が得られる物質であれば良い。

【0254】

発光層1813を形成する物質について特に限定はなく、発光物質のみから形成された層であっても良いが、濃度消光を生じる場合には発光物質が有するエネルギーギャップよりも大きいエネルギーギャップを有する物質(ホスト)からなる層中に発光物質が分散するように混合された層であることが好ましい。これによって、発光物質の濃度消光を防ぐことができる。なお、エネルギーギャップとは最低空分子軌道(LUMO: Lowest Unoccupied Molecular Orbital)準位と最高被占分子軌道(HOMO: Highest Occupied Molecular Orbital)準位とのエネルギー差をいう。

【0255】

また、発光物質についても特に限定はなく、所望の発光波長の発光をし得る物質を用いればよい。例えば、赤色系の発光を得たいときには、4-ジシアノメチレン-2-イソプロピル-6-[2-(1,1,7,7-テトラメチルジュロリジン-9-イル)エテニル]-4H-ピラン(略称:DCJT I)、4-ジシアノメチレン-2-メチル-6-[2-(1,1,7,7-テトラメチルジュロリジン-9-イル)エテニル]-4H-ピラン(略称:DCJT)、4-ジシアノメチレン-2-tert-ブチル-6-[2-(1,1,7,7-テトラメチルジュロリジン-9-イル)エテニル]-4H-ピラン(略称:DCJT B)やペリフランテン、2,5-ジシアノ-1,4-ビス[2-(10-メトキシ-1,1,7,7-テトラメチルジュロリジン-9-イル)エテニル]ベンゼン等、6

10

20

30

40

50

00 nmから680 nmに発光スペクトルのピークを有する発光を呈する物質を用いることができる。また、緑色系の発光を得たいときは、N, N' - ジメチルキナクリドン (略称: DMQd)、クマリン6やクマリン545T、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム (略称: Alq)、N, N' - ジフェニルキナクリドン (略称: DPQd) 等、500 nmから550 nmに発光スペクトルのピークを有する発光を呈する物質を用いることができる。また、青色系の発光を得たいときは、9, 10 - ビス(2-ナフチル) - tert - ブチルアントラセン (略称: t - BuDNA)、9, 9' - ビアントリル、9, 10 - ジフェニルアントラセン (略称: DPA) や9, 10 - ビス(2-ナフチル)アントラセン (略称: DNA)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト) - 4 - フェニルフェノラト - ガリウム (BGaq)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト) - 4 - フェニルフェノラト - アルミニウム (BAAlq) 等、420 nmから500 nmに発光スペクトルのピークを有する発光を呈する物質を用いることができる。

【0256】

発光物質を分散状態にするために用いる物質についても特に限定はなく、例えば、9, 10 - ジ(2-ナフチル) - 2 - tert - ブチルアントラセン (略称: t - BuDNA) 等のアントラセン誘導体、または4, 4' - ビス(N-カルバゾリル)ピフェニル (略称: CBP) 等のカルバゾール誘導体の他、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)ピリジナト]亜鉛 (略称: Znpp₂)、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)ベンゾオキサゾラト]亜鉛 (略称: ZnBOX) 等の金属錯体等を用いることができる。

【0257】

画素電極1801を形成する陽極材料は特に限定はされないが、仕事関数の大きい(仕事関数4.0 eV以上)金属、合金、電気伝導性化合物、及びこれらの混合物などを用いることが好ましい。このような陽極材料の具体例としては、金属材料の酸化物として、インジウム錫酸化物 (略称: ITO)、酸化珪素を含有するITO、酸化インジウムに2~20 [wt%]の酸化亜鉛(ZnO)を混合したターゲットを用いて形成されるインジウム亜鉛酸化物 (略称: IZO)の他、金(Au)、白金(Pt)、ニッケル(Ni)、タングステン(W)、クロム(Cr)、モリブデン(Mo)、鉄(Fe)、コバルト(Co)、銅(Cu)、パラジウム(Pd)、または金属材料の窒化物(例えば、TiN)等を挙げることができる。

【0258】

一方、対向電極1802を形成する物質としては、仕事関数の小さい(仕事関数3.8 eV以下)金属、合金、電気伝導性化合物、及びこれらの混合物などを用いることができる。このような陰極材料の具体例としては、周期表の1族または2族に属する元素、すなわちリチウム(Li)やセシウム(Cs)等のアルカリ金属またはマグネシウム(Mg)、カルシウム(Ca)、ストロンチウム(Sr)等のアルカリ土類金属、及びこれらを含む合金(Mg:Ag, Al:Li)が挙げられる。また、対向電極1802と発光層1813との間に、電子注入性に優れた層を当該対向電極と積層して設けることにより、仕事関数の大小に関わらず、Al、Ag、ITOや酸化珪素を含有するITO等の画素電極1801の材料として挙げた材料も含めた様々な導電性材料を対向電極1802として用いることができる。また、後述する電子注入層1815に、特に電子を注入する機能に優れた材料を用いることにより同様の効果を得ることができる。

【0259】

なお、発光した光を外部に取り出すために、画素電極1801と対向電極1802のいずれか一方または両方がITO等の透明電極、または可視光が透過出来るような数~数十nmの厚さで形成された電極であることが好ましい。

【0260】

画素電極1801と発光層1813の間には、図18(a)に示すように正孔輸送層1812を有する。正孔輸送層とは、画素電極1801から注入された正孔を発光層1813へ輸送する機能を有する層である。このように、正孔輸送層1812を設け、画素電極1801と発光層1813とを離すことによって、発光が金属に起因して消光すること

10

20

30

40

50

を防ぐことができる。

【0261】

なお、正孔輸送層1812には、正孔輸送性の高い物質を用いて形成することが好ましく、特に $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有する物質を用いて形成することが好ましい。なお、正孔輸送性の高い物質とは、電子よりも正孔の移動度が高い物質をいう。正孔輸送層1812を形成するのに用いることができる物質の具体例としては、4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル(略称:NPB)、4,4'-ビス[N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル(略称:TPD)、4,4',4''-トリス(N,N-ジフェニルアミノ)トリフェニルアミン(略称:TDATA)、4,4',4''-トリス[N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ]トリフェニルアミン(略称:MTDATA)、4,4'-ビス{N-[4-(N,N-ジ-m-トリルアミノ)フェニル]-N-フェニルアミノ}ビフェニル(略称:DNTPD)、1,3,5-トリス[N,N-ジ(m-トリル)アミノ]ベンゼン(略称:m-MTDAB)、4,4',4''-トリス(N-カルバゾリル)トリフェニルアミン(略称:TCTA)、フタロシアニン(略称:H₂Pc)、銅フタロシアニン(略称:CuPc)、バナジルフタロシアニン(略称:VOPc)等が挙げられる。また、正孔輸送層1812は、以上に述べた物質から成る層を二以上組み合わせて形成した多層構造の層であってもよい。

10

【0262】

また、対向電極1802と発光層1813との間には、図18(a)に示すように電子輸送層1814を有していてもよい。ここで、電子輸送層とは、対向電極1802から注入された電子を発光層1813へ輸送する機能を有する層である。このように、電子輸送層1814を設け、対向電極1802と発光層1813とを離すことによって、発光が金属に起因して消光することを防ぐことができる。

20

【0263】

電子輸送層1814について特に限定はなく、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(略称:Alq)、トリス(4-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(略称:Almq₃)、ビス(10-ヒドロキシベンゾ[h]-キノリナト)ベリリウム(略称:BeBq₂)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)-4-フェニルフェノラト-アルミニウム(略称:BA1q)など、キノリン骨格またはベンゾキノリン骨格を有する金属錯体等によって形成されたものを用いることができる。その他、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)-ベンゾオキサゾラト]亜鉛(略称:Zn(BOX)₂)、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)-ベンゾチアゾラト]亜鉛(略称:Zn(BTZ)₂)などのオキサゾール系、チアゾール系配位子を有する金属錯体等によって形成されたものであってもよい。また、2-(4-ビフェニリル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール(略称:PBd)や、1,3-ビス[5-(p-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール-2-イル]ベンゼン(略称:OXD-7)、3-(4-tert-ブチルフェニル)-4-フェニル-5-(4-ビフェニリル)-1,2,4-トリアゾール(略称:TAZ)、3-(4-tert-ブチルフェニル)-4-(4-エチルフェニル)-5-(4-ビフェニリル)-1,2,4-トリアゾール(略称:p-EtTAZ)、バソフェナントロリン(略称:BPhen)、バソキュプロイン(略称:BCP)等を用いて形成されたものであってもよい。電子輸送層1814は、以上に記載したような正孔の移動度よりも電子の移動度が高い物質を用いて形成することが好ましい。また、電子輸送層1814は、 $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の電子移動度を有する物質を用いて形成することがより好ましい。なお、電子輸送層1814は、以上に述べた物質から成る層を二以上組み合わせて形成した多層構造であってもよい。

30

40

【0264】

さらに、画素電極1801と正孔輸送層1812との間には、図18(a)に示すように、正孔注入層1811を有していてもよい。ここで、正孔注入層とは、陽極として機能する電極から正孔輸送層1812へ正孔の注入を促す機能を有する層である。

50

【0265】

正孔注入層1811について特に限定はなく、モリブデン酸化物(MoO_x)やバナジウム酸化物(VO_x)、ルテニウム酸化物(RuO_x)、タングステン酸化物(WO_x)、マンガン酸化物(MnO_x)等の金属酸化物によって形成されたものを用いることができる。この他、フタロシアニン(略称: H_2Pc)や銅フタロシアニン(CuPc)等のフタロシアニン系の化合物、4,4-ビス(N-(4-(N,N-ジ-m-トリルアミノ)フェニル)-N-フェニルアミノ)ピフェニル(略称:DNTPD)等の芳香族アミン系の化合物、或いはポリ(エチレンジオキシチオフェン)/ポリ(スチレンスルホン酸)水溶液(PEDOT/ PSS)等の高分子等によっても正孔注入層1811を形成することができる。

10

【0266】

また、前記金属酸化物と、正孔輸送性の高い物質とを混合したものを、画素電極1801と正孔輸送層1812との間に設けても良い。このような層は、厚膜化しても駆動電圧の上昇を伴わないため、層の膜厚を調整することでマイクロキャピティ効果や光の干涉効果を利用した光学設計を行うことができる。そのため、色純度に優れ、視野角に依存する色変化などが小さい高品質な発光素子を作製することができる。また、画素電極1801の表面に成膜時に発生する凹凸や電極表面に残った微少な残渣の影響で画素電極1801と対向電極1802がショートすることを防ぐ膜厚を選ぶことができる。

【0267】

また、対向電極1802と電子輸送層1814との間には、図18(a)に示すように、電子注入層1815を有していてもよい。ここで、電子注入層とは、陰極として機能する電極から電子輸送層1814へ電子の注入を促す機能を有する層である。なお、電子輸送層を特に設けない場合は、陰極として機能する電極と発光層との間に電子注入層を設け、発光層への電子の注入を補助してもよい。

20

【0268】

電子注入層1815について特に限定はなく、フッ化リチウム(LiF)、フッ化セシウム(CsF)、フッ化カルシウム(CaF_2)等のようなアルカリ金属又はアルカリ土類金属の化合物を用いて形成されたものを用いることができる。この他、Alqまたは4,4-ビス(5-メチルベンズオキサゾル-2-イル)スチルベン(BzOs)等のように電子輸送性の高い物質と、マグネシウムまたはリチウム等のようにアルカリ金属又はアルカリ土類金属とを混合したのも、電子注入層1815として用いることができる。

30

【0269】

なお、正孔注入層1811、正孔輸送層1812、発光層1813、電子輸送層1814、電子注入層1815は、それぞれ、蒸着法、インクジェット法、または塗布法等、いずれの方法で形成しても構わない。また、画素電極1801または対向電極1802についても、スパッタ法または蒸着法等、いずれの方法を用いて形成しても構わない。

【0270】

また、発光素子の層構造は、図18(a)に記載したものに限定されず、図18(b)に示すように陰極として機能する電極から順に作製してもよい。つまり、画素電極1801を陰極とし、画素電極1801上に電子注入層1815、電子輸送層1814、発光層1813、正孔輸送層1812、正孔注入層1811、対向電極1802の順で積層しても良い。なお、対向電極1802は陽極として機能する。

40

【0271】

なお、発光素子は、発光層が一層のものについて記載したが、複数の発光層を有するものであってもよい。複数の発光層を設け、それぞれの発光層からの発光を混合することで、白色光を得ることができる。たとえば2層の発光層を有する発光素子の場合、第1の発光層と第2の発光層との間には、間隔層や、正孔を発生する層及び電子を発生する層を設けることが好ましい。このような構成により、外部に射出したそれぞれの発光は、視覚的に混合され、白色光として視認される。よって、白色光を得ることができる。

【0272】

50

また、発光は、図 17 において画素電極 1724 または対向電極 1727 のいずれか一方または両方を通して外部に取り出される。従って、画素電極 1724 または対向電極 1727 のいずれか一方または両方は、透光性を有する物質で成る。

【0273】

対向電極 1727 のみが透光性を有する物質からなる場合、図 19 (a) に示すように、発光は対向電極 1727 を通って基板と逆側から取り出される。また、画素電極 1724 のみが透光性を有する物質からなる場合、図 19 (b) に示すように発光は画素電極 1724 を通って基板側から取り出される。画素電極 1724 および対向電極 1727 がいずれも透光性を有する物質からなるものである場合、図 19 (c) に示すように、発光は画素電極 1724 および対向電極 1727 を通って、基板側および基板と逆側の両方から取り出される。

10

【0274】

次に、トランジスタ 1713 に非結晶性の半導体膜を半導体層に用いた順スタガ構造のトランジスタについて説明する。画素の部分断面図を図 20 に示す。なお、図 20 では、順スタガ構造のトランジスタを記すと共に、画素が有する容量素子についても合わせて説明する。

【0275】

図 20 に示すように、基板 2011 上に下地膜 2012 が形成されている。さらに下地膜 2012 上に画素電極 2013 が形成されている。また、画素電極 2013 と同層に同じ材料からなる第 1 の電極 2014 が形成されている。

20

【0276】

さらに、下地膜 2012 上に配線 2015 及び配線 2016 が形成され、画素電極 2013 の端部は配線 2015 で覆われている。配線 2015 及び配線 2016 の上部に N 型の導電性を有する N 型半導体層 2017 及び N 型半導体層 2018 が形成されている。また、配線 2015 と配線 2016 の間であって、下地膜 2012 上に半導体層 2019 が形成されている。そして、半導体層 2019 の一部は N 型半導体層 2017 及び N 型半導体層 2018 上にまで延長されている。なお、この半導体層はアモルファスシリコン (a-Si:H) 等の非晶質半導体、セミアモルファス半導体、微結晶半導体等の非結晶性の半導体膜で形成されている。また、半導体層 2019 上にゲート絶縁膜 2020 が形成されている。また、ゲート絶縁膜 2020 と同層の同じ材料からなる絶縁膜 2021 が第 1 の電極 2014 上にも形成されている。

30

【0277】

さらに、ゲート絶縁膜 2020 上に、ゲート電極 2022 が形成され、トランジスタ 2025 が形成されている。また、ゲート電極 2022 と同層に同じ材料でなる第 2 の電極 2023 が第 1 の電極 2014 上に絶縁膜 2021 を介して形成され、絶縁膜 2021 が第 1 の電極 2014 と第 2 の電極 2023 とで挟まれた構成の容量素子 2024 が形成されている。また、画素電極 2013 の端部、トランジスタ 2025 及び容量素子 2024 を覆って、層間絶縁膜 2026 が形成されている。

【0278】

層間絶縁膜 2026 及びその開口部に位置する画素電極 2013 上に発光物質を含む層 2027 及び対向電極 2028 が形成され、発光物質を含む層 2027 が画素電極 2013 と対向電極 2028 とで挟まれた領域で発光素子 2029 が形成されている。

40

【0279】

また、図 20 (a) に示す第 1 の電極 2014 を図 20 (b) に示すように配線 2015 及び 2016 と同層の同一材料で形成し、絶縁膜 2021 が第 1 の電極 2030 と第 2 の電極 2023 とで挟まれた構成の容量素子 2031 としても良い。また、図 20 において、トランジスタ 2025 に N チャネル型トランジスタを用いたが、P チャネル型トランジスタでも良い。

【0280】

基板 2011、下地膜 2012、画素電極 2013、ゲート絶縁膜 2020、ゲート電

50

極 2 0 2 2、層間絶縁膜 2 0 2 6、発光物質を含む層 2 0 2 7 及び対向電極 2 0 2 8 に用いられる材料は、図 1 7 説明した基板 1 7 1 1、下地膜 1 7 1 2、画素電極 1 7 2 4、ゲート絶縁膜 1 7 1 5、ゲート電極 1 7 1 6、層間絶縁膜 1 7 3 0 及び 1 7 3 1、発光物質を含む層 1 7 2 6 及び対向電極 1 7 2 7 と同様の材料をそれぞれ用いることができる。また、配線 2 0 1 5、配線 2 0 1 6 は、図 1 7 におけるソース電極及びドレイン電極 1 7 2 3 と同様の材料を用いれば良い。

【 0 2 8 1 】

次に、半導体層に非結晶性の半導体膜を用いたトランジスタの他の構成として、基板と半導体層の間にゲート電極が挟まれた構造、つまり半導体層の下にゲート電極が位置するボトムゲート型のトランジスタを有する画素の部分断面図を図 2 1 に示す。

10

【 0 2 8 2 】

基板 2 1 1 1 上に下地膜 2 1 1 2 が形成されている。さらに下地膜 2 1 1 2 上にゲート電極 2 1 1 3 が形成されている。また、ゲート電極 2 1 1 3 と同層に同じ材料からなる第 1 の電極 2 1 1 4 が形成されている。ゲート電極 2 1 1 3 の材料には図 1 7 におけるゲート電極 1 7 1 6 に使用される材料の他、リンが添加された多結晶シリコンや金属とシリコンの化合物であるシリサイドでもよい。

【 0 2 8 3 】

また、ゲート電極 2 1 1 3 及び第 1 の電極 2 1 1 4 を覆うようにゲート絶縁膜 2 1 1 5 が形成されている。

【 0 2 8 4 】

20

ゲート絶縁膜 2 1 1 5 上に、半導体層 2 1 1 6 が形成されている。また、半導体層 2 1 1 6 と同層に同じ材料からなる半導体層 2 1 1 7 が第 1 の電極 2 1 1 4 上に形成されている。なお、この半導体層はアモルファスシリコン (a - S i : H) 等の非晶質半導体、セミアモルファス半導体、微結晶半導体等の非結晶性の半導体膜で形成されている。

【 0 2 8 5 】

半導体層 2 1 1 6 上には N 型の導電性を有する N 型半導体層 2 1 1 8 及び N 型半導体層 2 1 1 9 が形成され、半導体層 2 1 1 7 上には N 型半導体層 2 1 2 0 が形成されている。

【 0 2 8 6 】

N 型半導体層 2 1 1 8 及び N 型半導体層 2 1 1 9 上にはそれぞれ配線 2 1 2 1、配線 2 1 2 2 が形成され、トランジスタ 2 1 2 9 が形成された。また、N 型半導体層 2 1 2 0 上には配線 2 1 2 1 及び配線 2 1 2 2 と同層の同一材料からなる導電層 2 1 2 3 が形成され、この導電層 2 1 2 3 と、N 型半導体層 2 1 2 0 と、半導体層 2 1 1 7 とで第 2 の電極を構成している。なお、この第 2 の電極と第 1 の電極 2 1 1 4 とでゲート絶縁膜 2 1 1 5 が挟まれた構成の容量素子 2 1 3 0 が形成されている。

30

【 0 2 8 7 】

また、配線 2 1 2 1 の一方の端部は延在し、その延在した配線 2 1 2 1 上部に接して画素電極 2 1 2 4 が形成されている。

【 0 2 8 8 】

また、画素電極 2 1 2 4 の端部、トランジスタ 2 1 2 9 及び容量素子 2 1 3 0 を覆うように絶縁物 2 1 2 5 が形成されている。

40

【 0 2 8 9 】

画素電極 2 1 2 4 及び絶縁物 2 1 2 5 上には発光物質を含む層 2 1 2 6 及び対向電極 2 1 2 7 が形成され、画素電極 2 1 2 4 と対向電極 2 1 2 7 とで発光物質を含む層 2 1 2 6 が挟まれた領域では発光素子 2 1 2 8 が形成されている。

【 0 2 9 0 】

容量素子 2 1 3 0 の第 2 の電極の一部となる半導体層 2 1 1 7 及び N 型半導体層 2 1 2 0 は特に設けなくても良い。つまり、第 2 の電極を導電層 2 1 2 3 とし、第 1 の電極 2 1 1 4 と導電層 2 1 2 3 とでゲート絶縁膜 2 1 1 5 が挟まれた構造の容量素子としてもよい。

【 0 2 9 1 】

50

また、トランジスタ 2 1 2 9 に N チャネル型トランジスタを用いたが、P チャネル型トランジスタでも良い。

【0 2 9 2】

なお、図 2 1 (a) において、配線 2 1 2 1 を形成する前に画素電極 2 1 2 4 を形成することで、図 2 1 (b) に示すような画素電極 2 1 2 4 と同層の同一材料からなる第 2 の電極 2 1 3 1 と第 1 の電極 2 1 1 4 とでゲート絶縁膜 2 1 1 5 が挟まれた構成の容量素子 2 1 3 2 を形成することができる。

【0 2 9 3】

逆スタガ型のチャネルエッチ構造のトランジスタについて示したが、もちろんチャネル保護構造のトランジスタでも良い。次に、チャネル保護構造のトランジスタの場合について図 2 2 を用いて説明する。なお、図 2 2 において、図 2 1 と同様のものに関しては共通の符号を用いて示す。

【0 2 9 4】

図 2 2 (a) に示すチャネル保護型構造のトランジスタ 2 2 0 1 は図 2 1 (a) に示したチャネルエッチ構造のトランジスタ 2 1 2 9 とは半導体層 2 1 1 6 においてチャネルが形成される領域上にエッチングのマスクとなる絶縁物 2 2 0 2 が設けられている点で異なる。

【0 2 9 5】

同様に、図 2 2 (b) に示すチャネル保護型構造のトランジスタ 2 2 0 1 は図 2 1 (b) に示したチャネルエッチ構造のトランジスタ 2 1 2 9 とは半導体層 2 1 1 6 においてチャネルが形成される領域上にエッチングのマスクとなる絶縁物 2 2 0 2 が設けられている点で異なる。

【0 2 9 6】

本発明の画素を構成するトランジスタの半導体層に非結晶性の半導体膜を用いることで、製造コストを削減することができる。なお、各材料には図 1 7 において説明したものをを用いることができる。

【0 2 9 7】

また、トランジスタの構造や容量素子の構成は上述したものに限られず、さまざまな構造もしくは構成のトランジスタや容量素子を用いることができる。

【0 2 9 8】

また、トランジスタの半導体層にはアモルファスシリコン (a - S i : H) 等の非晶質半導体、セミアモルファス半導体、微結晶半導体等の非結晶性の半導体膜の他、ポリシリコン (p - S i : H) 等の結晶性半導体膜を用いても良い。

【0 2 9 9】

図 2 3 に、半導体層に結晶性半導体膜を用いたトランジスタを有する画素の部分断面図を示し、以下に説明する。なお、図 2 3 に示すトランジスタ 2 3 1 8 は、図 2 9 で示したマルチゲート型のトランジスタである。

【0 3 0 0】

図 2 3 に示すように、基板 2 3 0 1 上に下地膜 2 3 0 2 が形成され、その上に半導体層 2 3 0 3 が形成されている。なお、半導体層 2 3 0 3 は、結晶性半導体膜を所望の形状にパターンニングし形成する。

【0 3 0 1】

結晶性半導体膜の作製方法の一例を以下に記す。まず、基板 2 3 0 1 上にスパッタ法、CVD 法等によりアモルファスシリコン膜を成膜する。成膜材料は、アモルファスシリコン膜に限定する必要はなく、非晶質半導体、セミアモルファス半導体、微結晶半導体等の非結晶性半導体膜であれば良い。また、非晶質シリコンゲルマニウム膜などの非晶質構造を含む化合物半導体膜を用いても良い。

【0 3 0 2】

そして、成膜したアモルファスシリコン膜を熱結晶化法、レーザー結晶化法、またはニッケルなどの触媒元素を用いた熱結晶化法等を用いて結晶化し、結晶性半導体膜を得る。

10

20

30

40

50

なお、これらの結晶化方法を組み合わせて結晶化しても良い。

【0303】

熱結晶化法により結晶性半導体膜を形成する場合には、加熱炉、レーザー照射、若しくはRTA (Rapid Thermal Annealing)、又はこれらを組み合わせて用いることができる。

【0304】

また、レーザー結晶化法により結晶性半導体膜を形成する場合には、連続発振型のレーザービーム (CWレーザービーム) やパルス発振型のレーザービーム (パルスレーザービーム) を用いることができる。ここで用いることができるレーザービームは、Arレーザー、Krレーザー、エキシマレーザーなどの気体レーザー、単結晶のYAG、YVO₄、フォルステライト (Mg₂SiO₄)、YAlO₃、GdVO₄、若しくは多結晶 (セラミック) のYAG、Y₂O₃、YVO₄、YAlO₃、GdVO₄に、ドーパントとしてNd、Yb、Cr、Ti、Ho、Er、Tm、Taのうち1種または複数種添加されているものを媒質とするレーザー、ガラスレーザー、ルビーレーザー、アレキサンドライトレーザー、Ti:サファイアレーザー、銅蒸気レーザーまたは金蒸気レーザーのうち一種または複数種から発振されるものを用いることができる。このようなレーザービームの基本波、及びこれらの基本波の第2高調波から第4高調波のレーザービームを照射することで、大粒径の結晶を得ることができる。例えば、Nd:YVO₄レーザー (基本波1064nm) の第2高調波 (532nm) や第3高調波 (355nm) を用いることができる。このときレーザーのエネルギー密度は0.01~100MW/cm²程度 (好ましくは0.1~10MW/cm²) 必要である。そして、走査速度を10~2000cm/sec程度として照射する。

【0305】

なお、単結晶のYAG、YVO₄、フォルステライト (Mg₂SiO₄)、YAlO₃、GdVO₄、若しくは多結晶 (セラミック) のYAG、Y₂O₃、YVO₄、YAlO₃、GdVO₄に、ドーパントとしてNd、Yb、Cr、Ti、Ho、Er、Tm、Taのうち1種または複数種添加されているものを媒質とするレーザー、Arイオンレーザー、またはTi:サファイアレーザーは、連続発振をさせることが可能であり、Qスイッチ動作やモード同期などを行うことによって10MHz以上の発振周波数でパルス発振をさせることも可能である。10MHz以上の発振周波数でレーザービームを発振させると、半導体膜がレーザーによって溶融してから固化するまでの間に、次のパルスが半導体膜に照射される。従って、発振周波数が低いパルスレーザーを用いる場合と異なり、半導体膜中において固液界面を連続的に移動させることができるため、走査方向に向かって連続的に成長した結晶粒を得ることができる。

【0306】

また、ニッケルなどの触媒元素を用いた熱結晶化法により結晶性半導体膜を形成する場合には、結晶化後にニッケルなどの触媒元素を除去するゲッターリング処理を行うことが好ましい。

【0307】

上述した結晶化によって、非晶質半導体膜に部分的に結晶化された領域が形成される。この部分的に結晶化された結晶性半導体膜を所望の形状にパターンニングして島状の半導体膜を形成する。この半導体膜をトランジスタの半導体層2303に用いる。

【0308】

また、結晶性半導体層は、トランジスタ2318のチャネル形成領域2304及びソース領域又はドレイン領域となる不純物領域2305に用いられる他、容量素子2319の下部電極となる半導体層2306及び不純物領域2308にも用いられる。なお、不純物領域2308は特に設ける必要はない。また、チャネル形成領域2304及び半導体層2306にはチャネルドープが行われていても良い。

【0309】

次に、半導体層2303及び容量素子2319の下部電極上にはゲート絶縁膜2309が形成されている。さらに、半導体層2303上にはゲート絶縁膜2309を介してゲー

ト電極 2310 が、容量素子 2319 の半導体層 2306 上にはゲート絶縁膜 2309 を介してゲート電極 2310 と同層に同じ材料からなる上部電極 2311 が形成されている。このようにして、トランジスタ 2318 及び容量素子 2319 が作製される。

【0310】

次に、トランジスタ 2318 及び容量素子 2319 を覆って層間絶縁膜 2312 が形成され、層間絶縁膜 2312 上にはコンタクトホールを介して不純物領域 2305 と接する配線 2313 が形成されている。そして、配線 2313 に接して層間絶縁膜 2312 上には画素電極 2314 が形成され、画素電極 2314 の端部及び配線 2313 を覆って絶縁物 2315 が形成されている。さらに、画素電極 2314 上に発光物質を含む層 2316 及び対向電極 2317 が形成され、画素電極 2314 と対向電極 2317 とで発光物質を含む層 2316 が挟まれた領域では発光素子 2320 が形成されている。

10

【0311】

また、半導体層にポリシリコン (p-Si:H) 等の結晶性半導体膜を用いたボトムゲート型のトランジスタを有する画素の部分断面を図 24 に示す。

【0312】

基板 2401 上に下地膜 2402 が形成され、その上にゲート電極 2403 が形成されている。また、ゲート電極 2403 と同層に同じ材料からなる容量素子 2423 の第 1 の電極 2404 が形成されている。

【0313】

また、ゲート電極 2403 及び第 1 の電極 2404 を覆うようにゲート絶縁膜 2405 が形成されている。

20

【0314】

また、ゲート絶縁膜 2405 上に、半導体層が形成されている。なお、半導体膜は、非晶質半導体、セミアモルファス半導体、微結晶半導体等の非結晶性半導体膜を熱結晶化法、レーザー結晶化法、またはニッケルなどの触媒元素を用いた熱結晶化法等を用いて結晶化し、所望の形状にパターニングして半導体層を形成する。

【0315】

なお、半導体層を用いてトランジスタ 2422 のチャネル形成領域 2406、LDD 領域 2407 及びソース領域又はドレイン領域となる不純物領域 2408、並びに容量素子 2423 の第 2 の電極となる領域 2409、不純物領域 2410 及び不純物領域 2411 が形成される。なお、不純物領域 2410 及び不純物領域 2411 は特に設けなくても良い。また、チャネル形成領域 2406 及び領域 2409 は不純物が添加されていても良い。

30

【0316】

なお、容量素子 2423 はゲート絶縁膜 2405 が第 1 の電極 2404 及び半導体層から形成された領域 2409 等からなる第 2 の電極で挟まれた構成である。

【0317】

次に、半導体層を覆って第 1 の層間絶縁膜 2412 が形成され、第 1 の層間絶縁膜 2412 上にコンタクトホールを介して不純物領域 2408 と接する配線 2413 が形成されている。

40

【0318】

また、第 1 の層間絶縁膜 2412 には開口部 2415 が形成されている。トランジスタ 2422、容量素子 2423 及び開口部 2415 を覆うように第 2 の層間絶縁膜 2416 が形成され、第 2 の層間絶縁膜 2416 上にコンタクトホールを介して、配線 2413 と接続された画素電極 2417 が形成されている。また、画素電極 2417 の端部を覆って絶縁物 2418 が形成されている。そして、画素電極 2417 上に発光物質を含む層 2419 及び対向電極 2420 が形成され、画素電極 2417 と対向電極 2420 とで発光物質を含む層 2419 が挟まれた領域では発光素子 2421 が形成されている。なお、発光素子 2421 の下部に開口部 2415 が位置している。つまり、発光素子 2421 からの発光を基板側から取り出すときには第 1 の層間絶縁膜 2412 に開口部 2415 を有する

50

ため透過率を高めることができる。

【0319】

本発明の画素を構成するトランジスタの半導体層に結晶性半導体膜を用いることで、例えば、図9における走査線駆動回路912及び信号線駆動回路911を画素部913と一体形成することが容易になる。

【0320】

なお、半導体層に結晶性半導体膜を用いたトランジスタにおいても構造は上述したものに限られず、さまざまな構造をとることができる。なお、容量素子においても同様である。また、本実施形態において、特に断りがない限り図17における材料を適宜使用することができる。

10

【0321】

また、本実施形態で示したトランジスタは、実施の形態1乃至7に記載した画素において発光素子に供給する電流値を制御するトランジスタとして利用することができる。よって、実施の形態1乃至7に記載したように画素を動作させることで、トランジスタのしきい値電圧のばらつきに起因した電流値のばらつきを抑制することができる。よって、輝度データに対応した電流を発光素子に供給することができ、輝度のばらつきを抑制することが可能となる。また、対向電極の電位を一定として動作させるため消費電力を低くすることが可能である。

【0322】

また、このような画素を図6の表示装置に適用することにより、各画素は自身のアドレス期間を除き発光することが可能であるため、1フレーム期間における発光期間の割合（即ち、デューティ比）を非常に大きくでき、おおむね100%にすることもできる。よって、輝度のばらつきが少なくデューティ比が高い表示装置を得ることができる。

20

【0323】

また、しきい値書き込み期間を長く設定することも可能であるため、発光素子に流れる電流値を制御するトランジスタのしきい値電圧をより正確に容量素子に書き込むことができる。よって、表示装置としての信頼性が向上する。

【0324】

（実施の形態9）

本実施の形態では、本発明の表示装置の一形態について図25を用いて説明する。

30

【0325】

図25(a)は、表示装置を示す上面図、図25(b)は図25(a)中A-A'線断面図(A-A'で切断した断面図)である。表示装置は、基板2510上に図中において点線で示された信号線駆動回路2501、画素部2502、第1の走査線駆動回路2503、第2の走査線駆動回路2506を有する。さらに、封止基板2504、シール材2505を有し、これらで囲まれた表示装置の内側は、空間2507となっている。

【0326】

なお、配線2508は第1の走査線駆動回路2503、第2の走査線駆動回路2506及び信号線駆動回路2501に入力される信号を伝送するための配線であり、外部入力端子となるFPC(フレキシブルプリントサーキット)2509からビデオ信号、クロック信号、スタート信号等を受け取る。FPC2509と表示装置との接続部上にはICチップ(メモリ回路や、バッファ回路などが形成された半導体チップ)2518及び2519がCOG(Chip On Glass)等で実装されている。なお、ここではFPCしか図示していないが、このFPCにはプリント配線基盤(PWB)が取り付けられていてもよい。本発明の表示装置とは、表示装置本体だけでなく、FPCもしくはPWBが取り付けられた状態も含むものとする。また、ICチップなどが実装されたものを含むものとする。

40

【0327】

断面構造について図25(b)を用いて説明する。基板2510上には画素部2502とその周辺駆動回路(第1の走査線駆動回路2503、第2の走査線駆動回路2506及

50

び信号線駆動回路2501)が形成されているが、ここでは、信号線駆動回路2501と、画素部2502が示されている。

【0328】

なお、信号線駆動回路2501はNチャンネル型トランジスタ2520、2521のように同一導電型のトランジスタで構成されている。もちろん、Pチャンネル型トランジスタや同一導電型のトランジスタだけでなくPチャンネル型トランジスタも用いてCMOS回路を形成しても良い。また、本実施形態では、基板上に周辺駆動回路を一体形成した表示パネルを示しているが、必ずしもその必要はなく、周辺駆動回路の全てもしくは一部をICチップなどに形成し、COGなどで実装しても良い。

【0329】

画素部2502は、実施の形態1乃至7に記載した画素が用いられている。なお、図25(b)にはスイッチとして機能するトランジスタ2511と、発光素子に供給する電流値を制御するトランジスタ2512と、発光素子2528が示されている。なお、トランジスタ2512の第1の電極は発光素子2528の画素電極2513と接続されている。また、画素電極2513の端部を覆って絶縁物2514が形成されている。ここでは、絶縁物2514はポジ型の感光性アクリル樹脂膜を用いることにより形成する。

【0330】

また、カバレッジを良好なものとするため、絶縁物2514の上端部または下端部に曲率を有する曲面が形成されるようにする。例えば、絶縁物2514の材料としてポジ型の感光性アクリルを用いた場合、絶縁物2514の上端部のみに曲率半径(0.2 μ m~3 μ m)を有する曲面を持たせることが好ましい。また、絶縁物2514として、感光性の光によってエッチャントに不溶解性となるネガ型、或いは光によってエッチャントに溶解性となるポジ型のいずれも使用することができる。

【0331】

また、画素電極2513上には、発光物質を含む層2516および対向電極2517が形成される。発光物質を含む層2516には、少なくとも発光層が設けられていれば、その他の層については特には限定されず、適宜選択することができる。

【0332】

さらにシール材2505を用いて封止基板2504と基板2510とを貼り合わせることにより、基板2510、封止基板2504、およびシール材2505で囲まれた空間2507に発光素子2528が備えられた構造になっている。なお、空間2507には、不活性気体(窒素やアルゴン等)が充填される場合の他、シール材2505で充填される構成も含むものとする。

【0333】

なお、シール材2505にはエポキシ系樹脂を用いることが好ましい。また、これらの材料はできるだけ水分や酸素を透過しない材料であることが望ましい。封止基板2504に用いる材料としては、ガラス基板や石英基板の他、FRP(Fiberglass-Reinforced Plastics)、PVF(ポリビニルフロライド)、マイラー、ポリエステルまたはアクリル等からなるプラスチック基板を用いることができる。

【0334】

画素部2502に実施の形態1乃至7に記載した画素を用い動作させることで、画素間もしくは画素における経時的な輝度のばらつきを抑制することができ、さらにデューティ比が高い高品質な表示装置を得ることができる。また、本発明では、対向電極の電位を一定とし動作させるため消費電力を低くすることが可能である。

【0335】

図25示すように、信号線駆動回路2501、画素部2502、第1の走査線駆動回路2503及び第2の走査線駆動回路2506を一体形成することで、表示装置の低コスト化が図れる。また、この場合において、信号線駆動回路2501、画素部2502、第1の走査線駆動回路2503及び第2の走査線駆動回路2506に用いられるトランジスタを同一導電型とすることで作製工程の簡略化が図れるためさらなる低コスト化を図ること

10

20

30

40

50

ができる。

【0336】

以上のようにして、本発明の表示装置を得ることができる。なお、上述した構成は一例であって本発明の表示装置の構成はこれに限定されない。

【0337】

なお、表示装置の構成としては、図26に示すように信号線駆動回路2601をICチップ上に形成して、COG等で表示装置に実装した構成としても良い。なお、図26(a)における基板2600、画素部2602、第1の走査線駆動回路2603、第2の走査線駆動回路2604、FPC2605、ICチップ2606、ICチップ2607、封止基板2608、シール材2609はそれぞれ図25(a)における基板2510、画素部2502、第1の走査線駆動回路2503、第2の走査線駆動回路2506、FPC2509、ICチップ2518、ICチップ2519、封止基板2504、シール材2505に相当する。

10

【0338】

つまり、駆動回路の高速動作が要求される信号線駆動回路のみを、CMOS等を用いてICチップに形成し、低消費電力化を図る。また、ICチップはシリコンウエハ等の半導体チップとすることで、より高速動作且つ低消費電力化を図ることが可能である。

【0339】

なお、第1の走査線駆動回路2603や第2の走査線駆動回路2604を画素部2602と一体形成することで、低コスト化が図れる。そして、この第1の走査線駆動回路2603、第2の走査線駆動回路2604及び画素部2602は同一導電型のトランジスタで構成することでさらなる低コスト化が図れる。そのとき、第1の走査線駆動回路2603及び第2の走査線駆動回路2604にブートラップ回路を用いることにより出力電位が低くなってしまふことを防止することができる。また、第1の走査線駆動回路2603及び第2の走査線駆動回路2604を構成するトランジスタの半導体層にアモルファスシリコンを用いた場合、劣化によりしきい値が変動するため、これを補正する機能を有することが好ましい。

20

【0340】

なお、画素部2602に実施の形態1乃至7に記載した画素を用い動作させることで、画素間もしくは画素における経時的な輝度のばらつきを抑制することができ、さらにデュエティー比が高い高品質な表示装置を得ることができる。また、本発明では、対向電極の電位を一定とし動作させるため消費電力を低くすることが可能である。また、FPC2605と基板2600との接続部において機能回路(メモリやバッファ)が形成されたICチップを実装することで基板面積を有効利用することができる。

30

【0341】

また、図25(a)の信号線駆動回路2501、第1の走査線駆動回路2503及び第2の走査線駆動回路2506に相当する信号線駆動回路2611、第1の走査線駆動回路2613及び第2の走査線駆動回路2614を、図26(b)に示すようにICチップ上に形成して、COG等で表示パネルに実装した構成としても良い。なお、図26(b)における基板2610、画素部2612、FPC2615、ICチップ2616、ICチップ2617、封止基板2618、シール材2619はそれぞれ図25(a)における基板2510、画素部2502、FPC2509、ICチップ2518、ICチップ2519、封止基板2504、シール材2505に相当する。

40

【0342】

また、画素部2612のトランジスタの半導体層に非結晶性の半導体膜、例えばアモルファスシリコン(a-Si:H)を用いることにより低コスト化を図ることができる。さらに、大型の表示パネルを作製することも可能となる。

【0343】

また、画素の行方向及び列方向に第1の走査線駆動回路、第2の走査線駆動回路及び信号線駆動回路を設けなくても良い。例えば、図27(a)に示すようにICチップ上に形

50

成された周辺駆動回路 2701 が図 26 (b) に示す第 1 の走査線駆動回路 2613、第 2 の走査線駆動回路 2614 及び信号線駆動回路 2611 の機能を有するようになっていても良い。なお、図 27 (a) における基板 2700、画素部 2702、FPC 2704、IC チップ 2705、IC チップ 2706、封止基板 2707、シール材 2708 はそれぞれ図 25 (a) の基板 2510、画素部 2502、FPC 2509、IC チップ 2518、IC チップ 2519、封止基板 2504、シール材 2505 に相当する。

【0344】

なお、図 27 (a) の表示装置の配線の接続を説明する模式図を図 27 (b) に示す。なお、図 27 (b) には、基板 2710、周辺駆動回路 2711、画素部 2712、FPC 2713、FPC 2714 が図示されている。

10

【0345】

FPC 2713 及び FPC 2714 は周辺駆動回路 2711 に外部からの信号及び電源電位を入力する。そして、周辺駆動回路 2711 からの出力は、画素部 2712 の有する画素に接続された行方向及び列方向の配線に入力される。

【0346】

また、発光素子に白色の発光素子を用いる場合、封止基板にカラーフィルターを設けることでフルカラー表示を実現することができる。このような表示装置にも本発明を適用することが可能である。図 28 に、画素部の部分断面図の一例を示す。

【0347】

図 28 に示すように、基板 2800 上に下地膜 2802 が形成され、その上に発光素子に供給する電流値を制御するトランジスタ 2801 が形成され、トランジスタ 2801 の第 1 の電極に接して画素電極 2803 が形成され、その上に発光物質を含む層 2804 と対向電極 2805 が形成されている。

20

【0348】

なお、画素電極 2803 と対向電極 2805 とで発光物質を含む層 2804 が挟まれているところが発光素子となる。なお、図 28 においては白色光を発光するものとする。そして、発光素子の上部には赤色のカラーフィルター 2806R、緑色のカラーフィルター 2806G、青色のカラーフィルター 2806B が設けられており、フルカラー表示を行うことができる。また、これらのカラーフィルターを隔離するためにブラックマトリクス (BMともいう) 2807 が設けられている。

30

【0349】

本実施形態の表示装置は実施の形態 1 乃至 7 だけではなく、実施の形態 8 に記載した構成とも適宜組み合わせることが可能である。また、表示装置の構成は上記に限らず、本発明を他の構成の表示装置においても適用することができる。

【0350】

(実施の形態 10)

本発明の表示装置は様々な電子機器に適用することができる。具体的には、電子機器の表示部に適用することができる。なお、電子機器として、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ゴーグル型ディスプレイ、ナビゲーションシステム、音響再生装置 (カーオーディオ、オーディオコンポ等)、コンピュータ、ゲーム機器、携帯情報端末 (モバイルコンピュータ、携帯電話、携帯型ゲーム機又は電子書籍等)、記録媒体を備えた画像再生装置 (具体的には Digital Versatile Disc (DVD) 等の記録媒体を再生し、その画像を表示しうるディスプレイを備えた装置) などが挙げられる。

40

【0351】

図 33 (A) はディスプレイであり、筐体 3301、支持台 3302、表示部 3303、スピーカー部 3304、ビデオ入力端子 3305 等を含む。

【0352】

なお、表示部 3303 には実施の形態 1 乃至 7 に記載した画素が用いられている。本発明により、画素間もしくは画素における経時的な輝度のばらつきを抑制することができ、さらにデューティー比が高い高品質な表示部を有するディスプレイを得ることができる。

50

また、本発明では、対向電極の電位を一定とし動作させるため消費電力を低くすることが可能である。なお、ディスプレイは、パーソナルコンピュータ用、テレビジョン放送受信用、広告表示用などの全ての情報表示用表示装置が含まれる。

【0353】

なお、近年、ディスプレイの大型化のニーズが強くなっているなか、ディスプレイの大型化に伴い価格の上昇が問題となっている。そのため、いかに製造コストの削減を図り、高品質な製品を少しでも低価格に抑えるかが課題となる。

【0354】

本発明の画素は、同一導電型のトランジスタで作製することができるため、工程数を減らし製造コストを削減することができる。また、画素を構成するトランジスタの半導体層に非結晶性の半導体膜、例えばアモルファスシリコン(a-Si:H)を用いることで、工程を簡略化し、さらなるコストダウンが図れる。この場合には、画素部周辺の駆動回路をICチップ上に形成し、COG(Chip On Glass)等で表示パネルに実装すると良い。なお、動作速度の高い信号線駆動回路はICチップ上に形成し、比較的動作速度の低い走査線駆動回路は画素部と共に同一導電型のトランジスタで構成される回路で一体形成しても良い。

10

【0355】

図33(B)はカメラであり、本体3311、表示部3312、受像部3313、操作キー3314、外部接続ポート3315、シャッター3316等を含む。

【0356】

なお、表示部3312には実施の形態1乃至7に記載した画素が用いられている。本発明により、画素間もしくは画素における経時的な輝度のばらつきを抑制することができ、さらにデューティ比が高い高品質な表示部を有するカメラを得ることができる。また、本発明では、対向電極の電位を一定とし動作させるため消費電力を低くすることが可能である。

20

【0357】

また、近年、デジタルカメラなどの高性能化に伴い、生産競争は激化している。そして、高性能なものをいかに低価格に抑えるかが重要となる。

【0358】

本発明の画素は、同一導電型のトランジスタで作製することができるため、工程数を減らし製造コストを削減することができる。また、画素を構成するトランジスタの半導体層に非結晶性の半導体膜、例えばアモルファスシリコン(a-Si:H)を用いることで、工程を簡略化し、さらなるコストダウンが図れる。この場合には、画素部周辺の駆動回路をICチップ上に形成し、COG等で表示パネルに実装すると良い。なお、動作速度の高い信号線駆動回路はICチップ上に形成し、比較的動作速度の低い走査線駆動回路は画素部と共に同一導電型のトランジスタで構成される回路で一体形成しても良い。

30

【0359】

図33(C)はコンピュータであり、本体3321、筐体3322、表示部3323、キーボード3324、外部接続ポート3325、ポインティングデバイス3326等を含む。なお、表示部3323には実施の形態1乃至7に記載した画素が用いられている。本発明により、画素間もしくは画素における経時的な輝度のばらつきを抑制することができ、さらにデューティ比が高い高品質な表示部を有するコンピュータを得ることができる。また、本発明では、対向電極の電位を一定とし動作させるため消費電力を低くすることが可能である。また、画素部を構成するトランジスタに同一導電型のトランジスタやトランジスタの半導体層に非結晶性の半導体膜を用いることで低コスト化を図ることができる。

40

【0360】

図33(D)はモバイルコンピュータであり、本体3331、表示部3332、スイッチ3333、操作キー3334、赤外線ポート3335等を含む。なお、表示部3332には実施の形態1乃至7に記載した画素が用いられている。本発明により、画素間もしくは

50

は画素における経時的な輝度のばらつきを抑制することができ、さらにデューティー比が高い高品質な表示部を有するモバイルコンピュータを得ることができる。また、本発明では、対向電極の電位を一定とし動作させるため消費電力を低くすることが可能である。また、画素部を構成するトランジスタに同一導電型のトランジスタやトランジスタの半導体層に非結晶性の半導体膜を用いることで低コスト化を図ることができる。

【0361】

図33(E)は記録媒体を備えた携帯型の画像再生装置(具体的にはDVD再生装置)であり、本体3341、筐体3342、表示部A3343、表示部B3344、記録媒体(DVD等)読み込み部3345、操作キー3346、スピーカー部3347等を含む。表示部A3343は主として画像情報を表示し、表示部B3344は主として文字情報を表示することができる。なお、表示部A3343や表示部B3344には実施の形態1乃至7に記載した画素が用いられている。本発明により、画素間もしくは画素における経時的な輝度のばらつきを抑制することができ、さらにデューティー比が高い高品質な表示部を有する画像再生装置を得ることができる。また、本発明では、対向電極の電位を一定とし動作させるため消費電力を低くすることが可能である。また、画素部を構成するトランジスタに同一導電型のトランジスタやトランジスタの半導体層に非結晶性の半導体膜を用いることで低コスト化を図ることができる。

10

【0362】

図33(F)はゴーグル型ディスプレイであり、本体3351、表示部3352、アーム部3353を含む。なお、表示部3352には実施の形態1乃至7に記載した画素が用いられている。本発明により、画素間もしくは画素における経時的な輝度のばらつきを抑制することができ、さらにデューティー比が高い高品質な表示部を有するゴーグル型ディスプレイを得ることができる。また、本発明では、対向電極の電位を一定とし動作させるため消費電力を低くすることが可能である。また、画素部を構成するトランジスタに同一導電型のトランジスタやトランジスタの半導体層に非結晶性の半導体膜を用いることで低コスト化を図ることができる。

20

【0363】

図33(G)はビデオカメラであり、本体3361、表示部3362、筐体3363、外部接続ポート3364、リモコン受信部3365、受像部3366、バッテリー3367、音声入力部3368、操作キー3369、接眼部3360等を含む。なお、表示部3362には実施の形態1乃至7に記載した画素が用いられている。本発明により、画素間もしくは画素における経時的な輝度のばらつきを抑制することができ、さらにデューティー比が高い高品質な表示部を有するビデオカメラを得ることができる。また、本発明では、対向電極の電位を一定とし動作させるため消費電力を低くすることが可能である。また、画素部を構成するトランジスタに同一導電型のトランジスタやトランジスタの半導体層に非結晶性の半導体膜を用いることで低コスト化を図ることができる。

30

【0364】

図33(H)は携帯電話機であり、本体3371、筐体3372、表示部3373、音声入力部3374、音声出力部3375、操作キー3376、外部接続ポート3377、アンテナ3378等を含む。なお、表示部3373には実施の形態1乃至7に記載した画素が用いられている。本発明により、画素間もしくは画素における経時的な輝度のばらつきを抑制することができ、さらにデューティー比が高い高品質な表示部を有する携帯電話機を得ることができる。また、本発明では、対向電極の電位を一定とし動作させるため消費電力を低くすることが可能である。また、画素部を構成するトランジスタに同一導電型のトランジスタやトランジスタの半導体層に非結晶性の半導体膜を用いることで低コスト化を図ることができる。

40

【0365】

このように本発明は、あらゆる電子機器に適用することが可能である。

【0366】

(実施の形態11)

50

本実施の形態において、本発明の表示装置を表示部に有する携帯電話の構成例について図34を用いて説明する。

【0367】

表示パネル3410はハウジング3400に脱着自在に組み込まれる。ハウジング3400は表示パネル3410のサイズに合わせて、形状や寸法を適宜変更することができる。表示パネル3410を固定したハウジング3400はプリント基板3401に嵌入されモジュールとして組み立てられる。

【0368】

表示パネル3410はFPC3411を介してプリント基板3401に接続される。プリント基板3401には、スピーカー3402、マイクロフォン3403、送受信回路3404、CPU及びコントローラなどを含む信号処理回路3405が形成されている。このようなモジュールと、入力手段3406、バッテリー3407を組み合わせ、筐体3409及び筐体3412に収納する。なお、表示パネル3410の画素部は筐体3412に形成された開口窓から視認できよう配置する。

10

【0369】

表示パネル3410は、画素部と一部の周辺駆動回路（複数の駆動回路のうち動作周波数の低い駆動回路）をトランジスタを用いて基板上に一体形成し、他の一部の周辺駆動回路（複数の駆動回路のうち動作周波数の高い駆動回路）をICチップ上に形成し、そのICチップをCOG（Chip On Glass）で表示パネル3410に実装しても良い。あるいは、そのICチップをTAB（Tape Automated Bonding）やプリント基板を用いてガラス基板と接続してもよい。また、全ての周辺駆動回路をICチップ上に形成し、そのICチップをCOGなどで表示パネルに実装しても良い。

20

【0370】

なお、画素部には、実施の形態1乃至7に記載した画素を用いる。本発明により、画素間もしくは画素における経時的な輝度のばらつきを抑制することができ、さらにデューティ比が高い高品質な表示部を有する表示パネル3410を得ることができる。また、本発明では、対向電極の電位を一定とし動作させるため消費電力を低くすることが可能である。また、画素部を構成するトランジスタに同一導電型のトランジスタやトランジスタの半導体層に非結晶性の半導体膜を用いることで低コスト化を図ることができる。

【0371】

また、本実施形態に示した構成は携帯電話の一例であって、このような構成の携帯電話に限られず様々な構成の携帯電話に適用することができる。

30

【0372】

（実施の形態12）

本実施形態では、表示パネルと、回路基板を組み合わせたELモジュールについて図35及び図36を用いて説明する。

【0373】

図35に示すように、表示パネル3501は画素部3503、走査線駆動回路3504及び信号線駆動回路3505を有している。回路基板3502には、例えば、コントロール回路3506や信号分割回路3507などが形成されている。なお、表示パネル3501と回路基板3502は接続配線3508によって接続されている。接続配線3508にはFPC等を用いることができる。

40

【0374】

表示パネル3501は、画素部と一部の周辺駆動回路（複数の駆動回路のうち動作周波数の低い駆動回路）をトランジスタを用いて基板上に一体形成し、一部の周辺駆動回路（複数の駆動回路のうち動作周波数の高い駆動回路）をICチップ上に形成し、そのICチップをCOG（Chip On Glass）で表示パネル3501に実装しても良い。あるいは、そのICチップをTAB（Tape Automated Bonding）やプリント基板を用いてガラス基板と接続してもよい。また、全ての周辺駆動回路をICチップ上に形成し、そのICチップをCOGなどで表示パネルに実装しても良い。

50

【 0 3 7 5 】

なお、画素部には、実施の形態 1 乃至 7 に記載した画素を用いる。本発明により、画素間もしくは画素における経時的な輝度のばらつきを抑制することができ、さらにデューティ比が高い高品質な表示パネル 3 5 0 1 を得ることができる。また、本発明では、対向電極の電位を一定とし動作させるため消費電力を低くすることが可能である。また、画素部を構成するトランジスタに同一導電型のトランジスタやトランジスタの半導体層に非結晶性の半導体膜を用いることで低コスト化を図ることができる。

【 0 3 7 6 】

このような E L モジュールにより E L テレビ受像機を完成させることができる。図 3 6 は、E L テレビ受像機の主要な構成を示すブロック図である。チューナ 3 6 0 1 は映像信号と音声信号を受信する。映像信号は、映像信号増幅回路 3 6 0 2 と、そこから出力される信号を赤、緑、青の各色に対応した色信号に変換する映像信号処理回路 3 6 0 3 と、その映像信号を駆動回路の入力仕様に変換するためのコントロール回路 3 5 0 6 により処理される。コントロール回路 3 5 0 6 は、走査線側と信号線側にそれぞれ信号を出力する。デジタル駆動する場合には、信号線側に信号分割回路 3 5 0 7 を設け、入力デジタル信号を m 個に分割して供給する構成としても良い。

10

【 0 3 7 7 】

チューナ 3 6 0 1 で受信した信号のうち、音声信号は音声信号増幅回路 3 6 0 4 に送られ、その出力は音声信号処理回路 3 6 0 5 を経てスピーカー 3 6 0 6 に供給される。制御回路 3 6 0 7 は受信局（受信周波数）や音量の制御情報を入力部 3 6 0 8 から受け、チューナ 3 6 0 1 や音声信号処理回路 3 6 0 5 に信号を送出する。

20

【 0 3 7 8 】

実施の形態 9 に記載した図 3 3 (A) の筐体 3 3 0 1 に、図 3 5 の E L モジュールを組みこんで、テレビ受像機を完成させることができる。

【 0 3 7 9 】

もちろん、本発明はテレビ受像機に限定されず、パーソナルコンピュータのモニタをはじめ、鉄道の駅や空港などにおける情報表示盤や、街頭における広告表示盤など特に大面積の表示媒体として様々な用途に適用することができる。

【 符号の説明 】

【 0 3 8 0 】

- 1 1 0 トランジスタ
- 1 1 1 第 1 のスイッチ
- 1 1 2 第 2 のスイッチ
- 1 1 3 第 3 のスイッチ
- 1 1 4 第 4 のスイッチ
- 1 1 5 容量素子
- 1 1 6 発光素子
- 1 1 7 信号線
- 1 1 8 第 1 の走査線
- 1 1 9 第 2 の走査線
- 1 2 0 第 3 の走査線
- 1 2 1 第 4 の走査線
- 1 2 2 第 1 の電位供給線
- 1 2 3 第 2 の電位供給線
- 1 2 4 電源線
- 1 2 5 対向電極
- 5 1 1 第 1 のスイッチングトランジスタ
- 5 1 2 第 2 のスイッチングトランジスタ
- 5 1 3 第 3 のスイッチングトランジスタ
- 5 1 4 第 4 のスイッチングトランジスタ

30

40

50

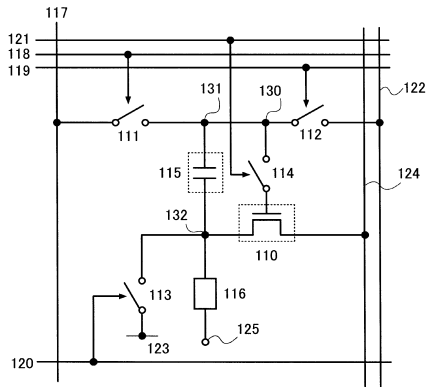
6 1 4	第 4 のスイッチ	
7 1 4	第 4 のスイッチ	
8 1 4	第 4 のスイッチ	
9 1 1	信号線駆動回路	
9 1 2	走査線駆動回路	
9 1 3	画素部	
9 1 4	画素	
1 2 0 0	画素	
1 2 1 8	第 1 の走査線	
1 3 0 0	画素	10
1 3 1 9	第 2 の走査線	
1 4 0 0	画素	
1 4 2 0	第 3 の走査線	
1 5 0 0	画素	
1 5 2 1	第 4 の走査線	
1 6 1 3	整流素子	
1 6 2 0	第 3 の走査線	
1 6 5 1	ショットキー・バリア型ダイオード	
1 6 5 2	P I N 型ダイオード	
1 6 5 3	P N 型ダイオード	20
1 6 5 4	トランジスタ	
1 6 5 5	トランジスタ	
2 9 1 0	トランジスタ	
3 0 1 0	トランジスタ	
3 1 0 1	トランジスタ	
3 1 0 2	トランジスタ	
3 1 0 3	第 5 のスイッチ	
3 1 0 4	第 6 のスイッチ	
3 1 1 1	第 1 のスイッチ	
3 1 1 2	第 2 のスイッチ	30
3 1 1 3	第 3 のスイッチ	
3 1 1 4	第 4 のスイッチ	
3 1 1 5	容量素子	
3 1 1 6	発光素子	
3 1 1 7	信号線	
3 1 1 8	第 1 の走査線	
3 1 1 9	第 2 の走査線	
3 1 2 0	第 3 の走査線	
3 1 2 1	第 4 の走査線	
3 1 2 2	第 1 の電位供給線	40
3 1 2 3	第 2 の電位供給線	
3 1 2 3	対向電極	
3 1 2 4	電源線	
3 1 2 5	対向電極	
3 9 1 0	トランジスタ	
3 9 1 1	第 1 のスイッチ	
3 9 1 2	第 2 のスイッチ	
3 9 1 3	第 3 のスイッチ	
3 9 1 4	第 4 のスイッチ	
3 9 1 5	容量素子	50

- 3 9 1 6 発光素子
- 3 9 1 7 信号線
- 3 9 1 8 第 1 の走査線
- 3 9 1 9 第 2 の走査線
- 3 9 2 0 第 3 の走査線
- 3 9 2 1 第 4 の走査線
- 3 9 2 2 第 1 の電位供給線
- 3 9 2 3 第 2 の電位供給線
- 3 9 2 4 電源線
- 3 9 2 5 対向電極
- 4 2 1 5 ゲート容量
- 4 2 4 0 画素電極
- 4 2 5 0 画素電極
- 4 3 0 1 第 1 のスイッチングトランジスタ
- 4 3 0 2 第 2 のスイッチングトランジスタ
- 4 3 0 3 第 3 のスイッチングトランジスタ

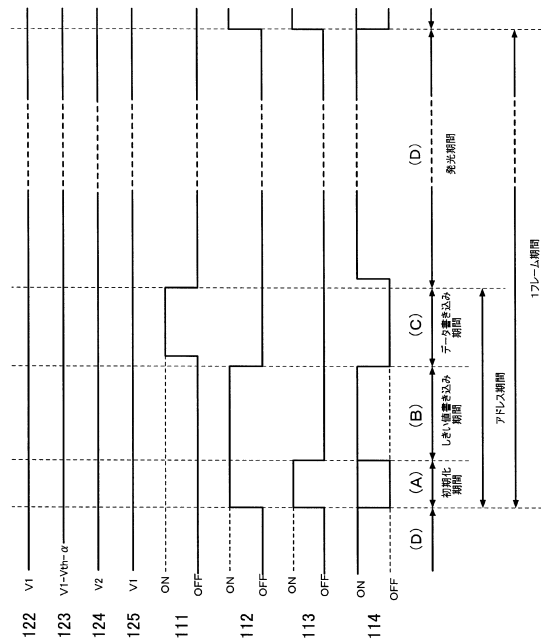
10

【図面】

【図 1】



【図 2】



20

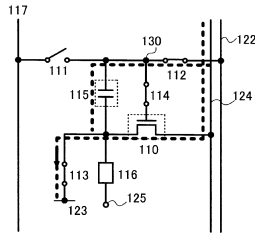
30

40

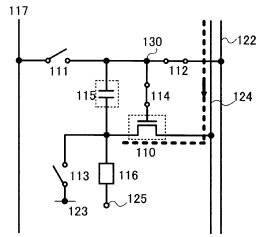
50

【図3】

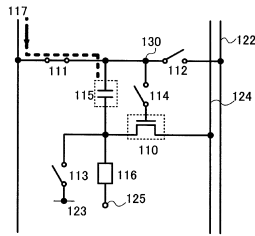
(A) 初期化



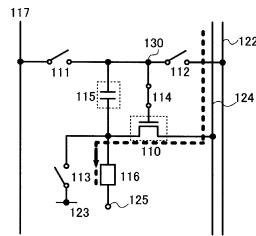
(B) しきい値書き込み



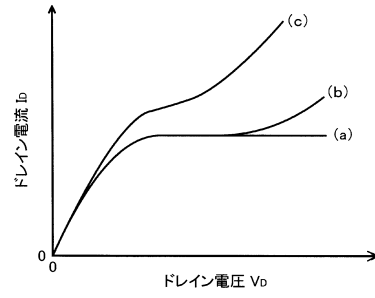
(C) データ書き込み



(D) 発光

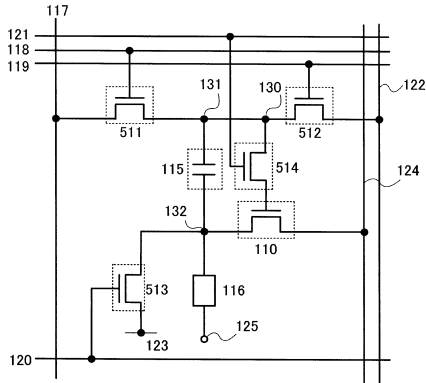


【図4】

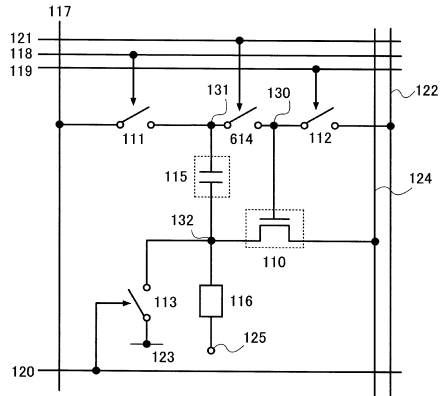


10

【図5】



【図6】



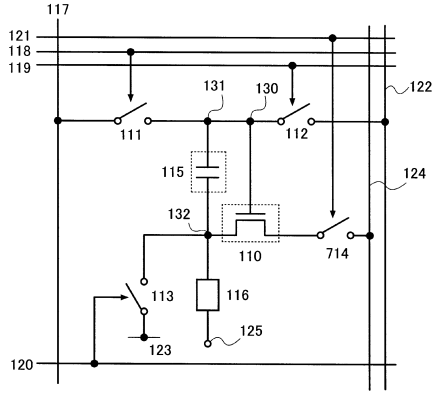
20

30

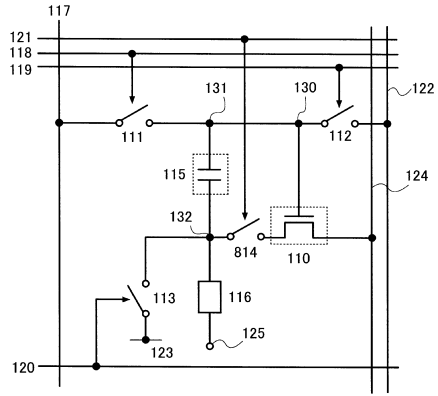
40

50

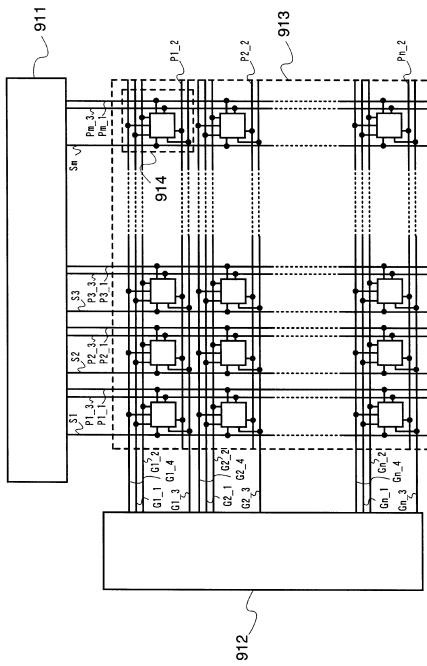
【図 7】



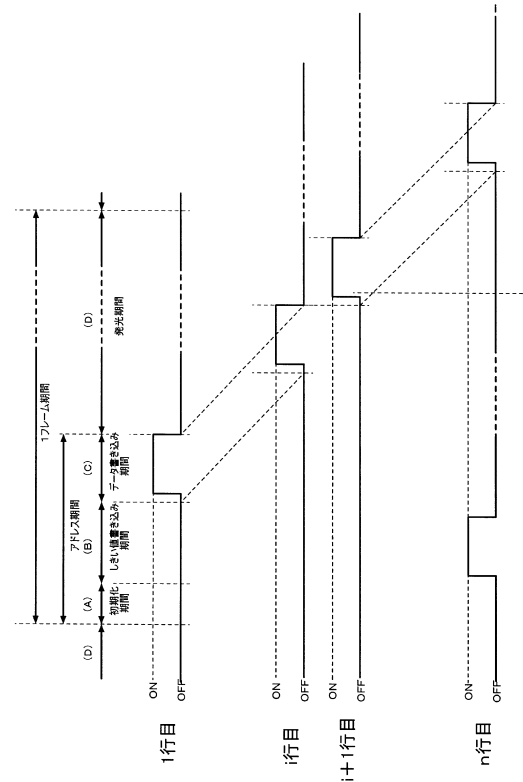
【図 8】



【図 9】



【図 10】



10

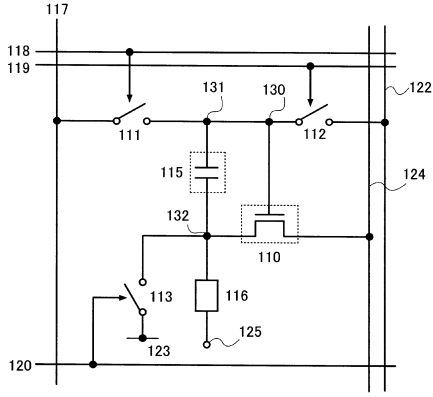
20

30

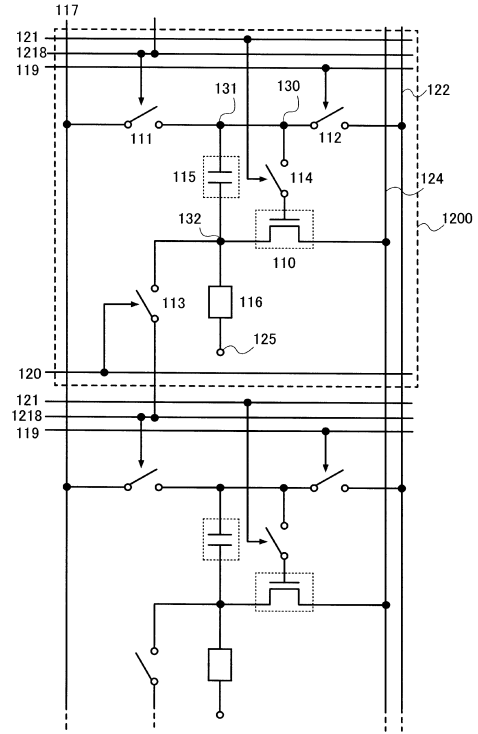
40

50

【図 1 1】



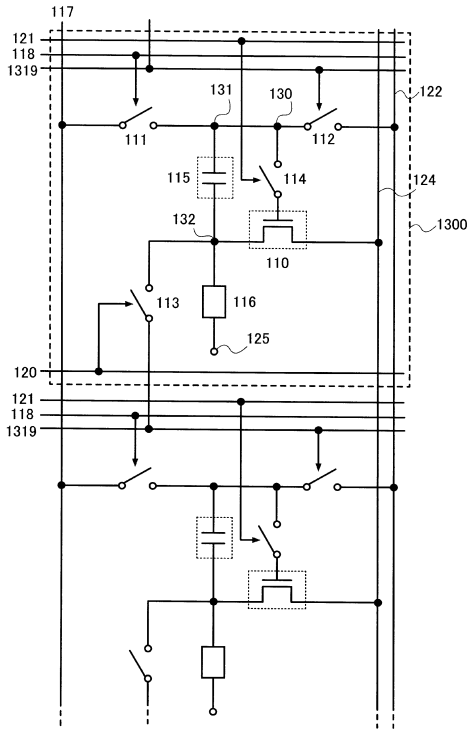
【図 1 2】



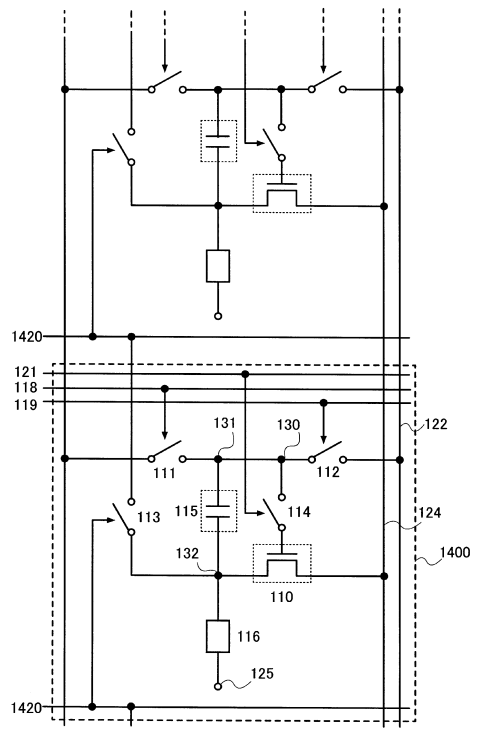
10

20

【図 1 3】



【図 1 4】

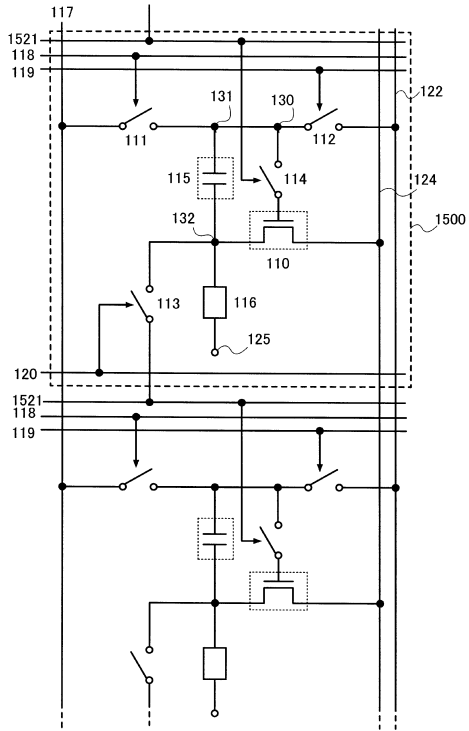


30

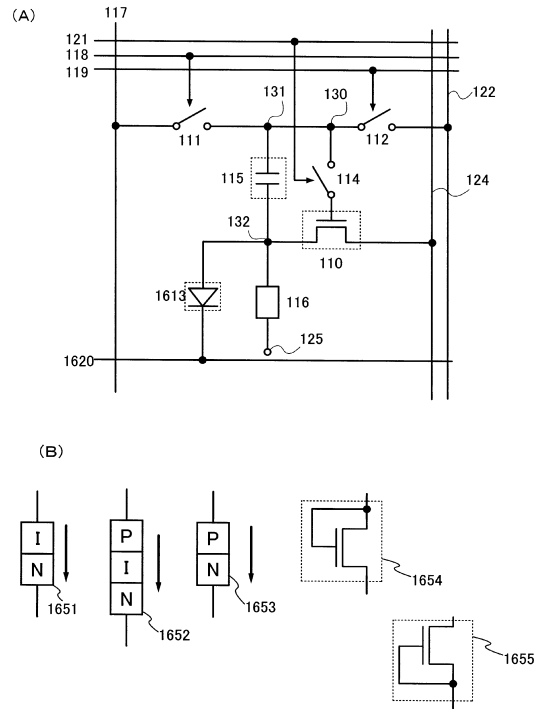
40

50

【 15 】



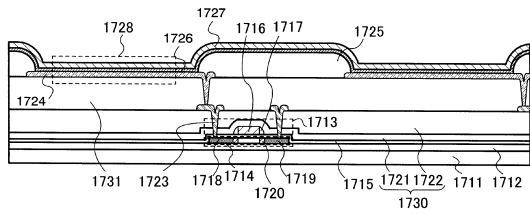
【 16 】



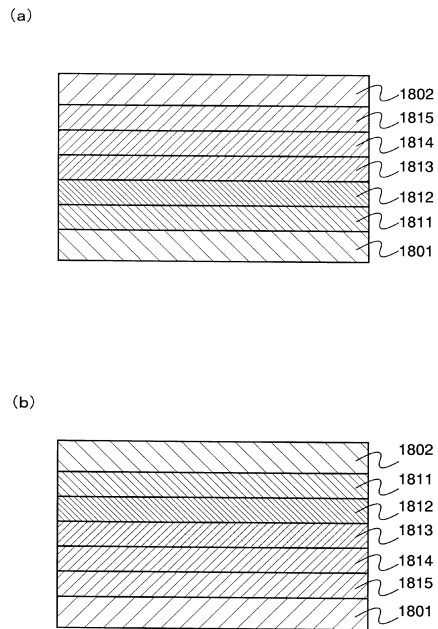
10

20

【 17 】



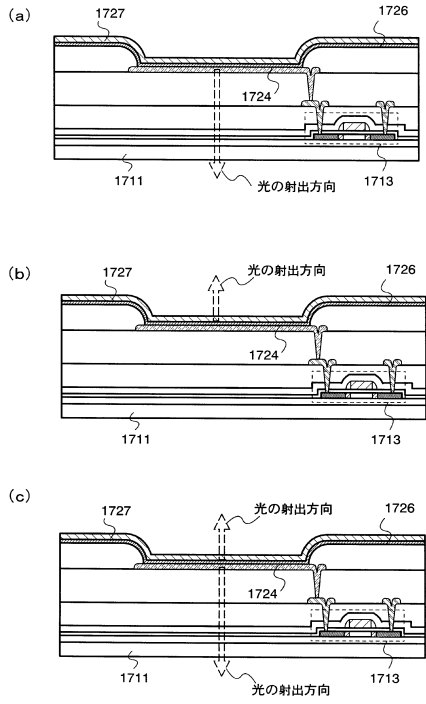
【 18 】



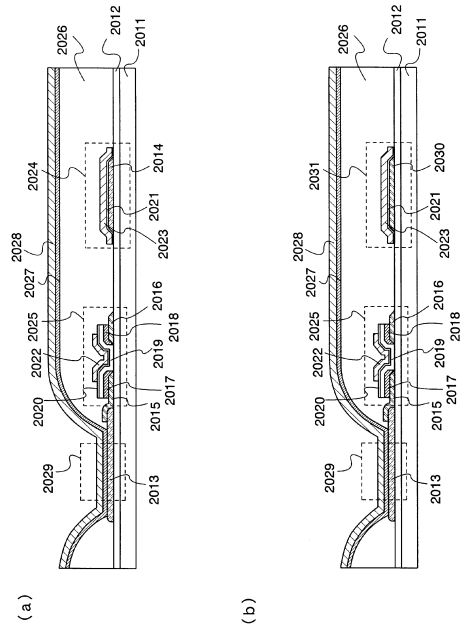
30

40

【 図 19 】



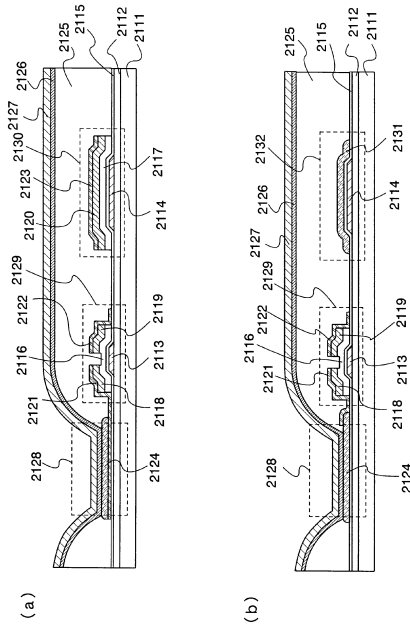
【 図 20 】



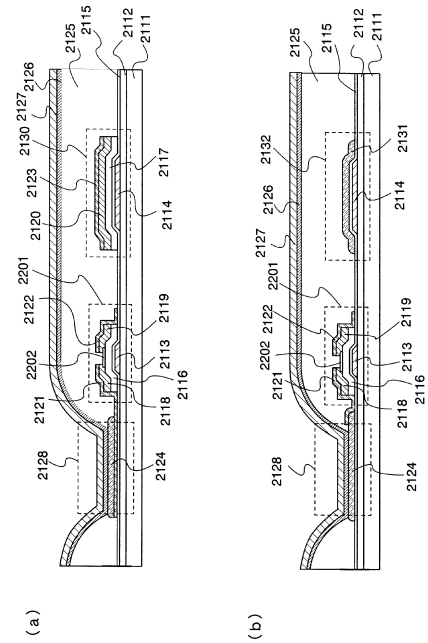
10

20

【 図 21 】



【 図 22 】

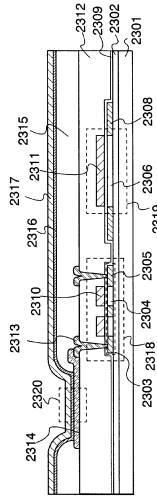


30

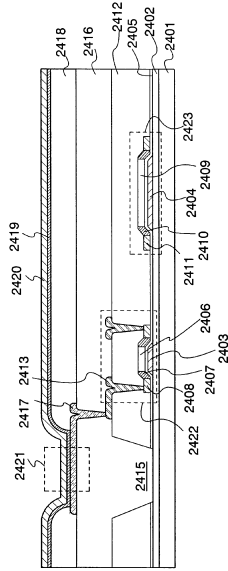
40

50

【 2 3 】

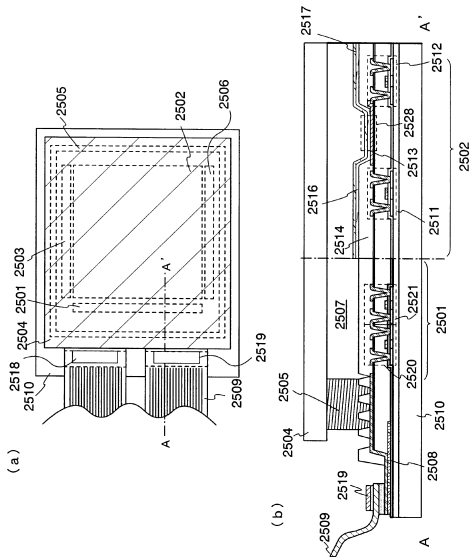


【 2 4 】

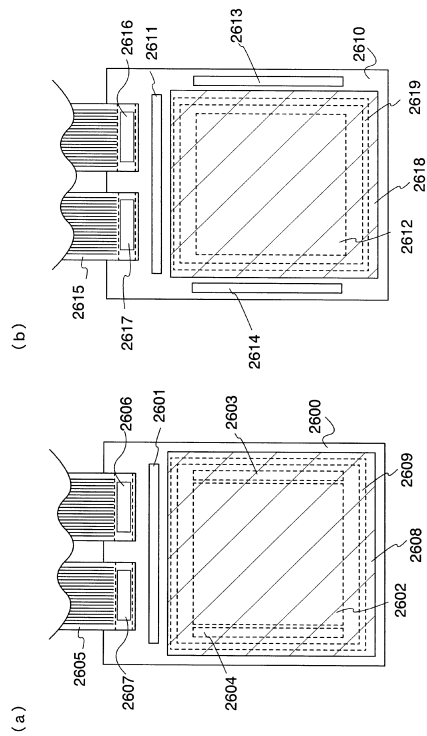


10

【 2 5 】



【 2 6 】



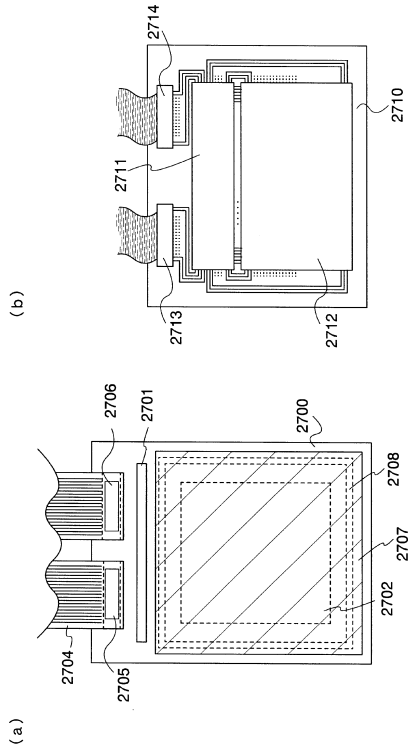
20

30

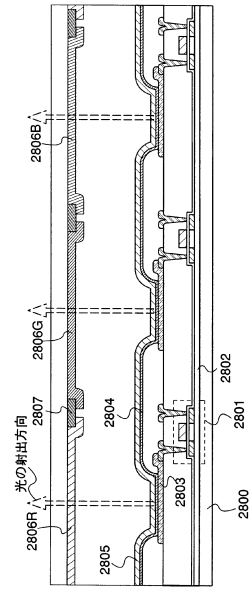
40

50

【図 27】



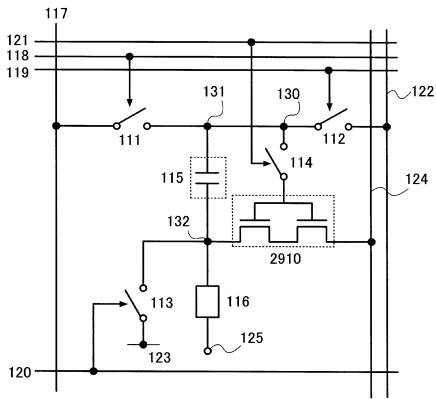
【図 28】



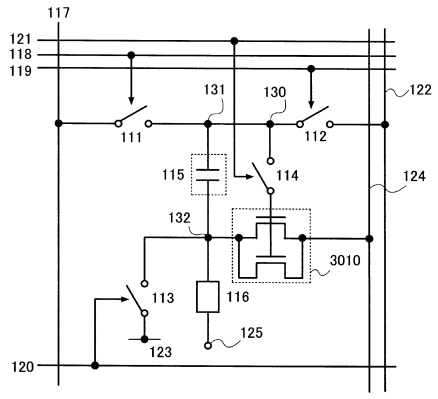
10

20

【図 29】



【図 30】

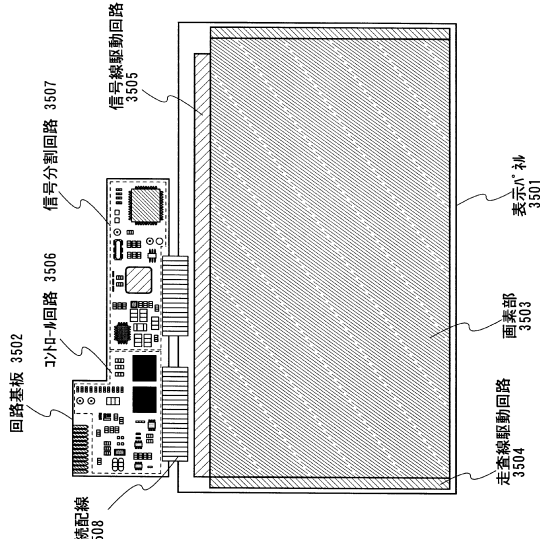


30

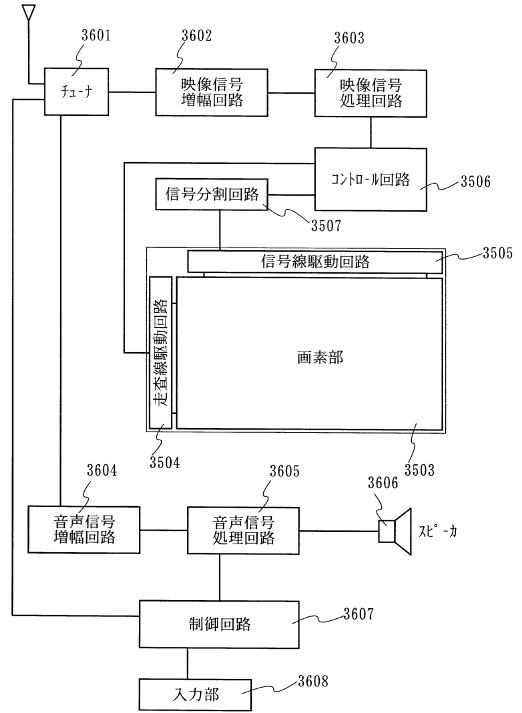
40

50

【図 3 5】



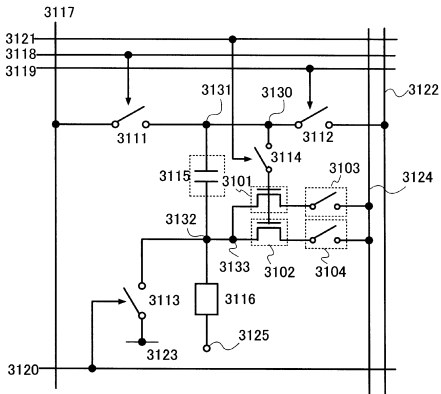
【図 3 6】



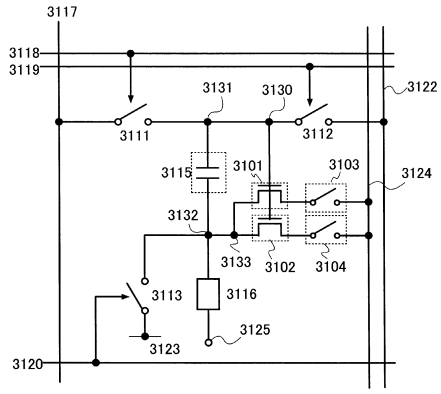
10

20

【図 3 7】



【図 3 8】

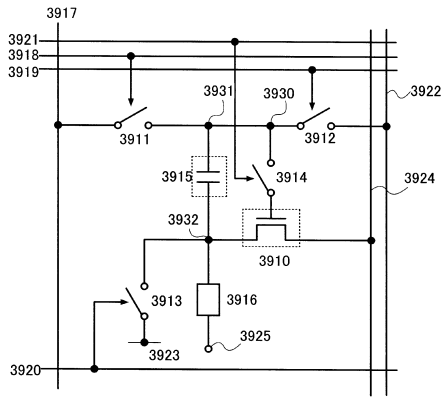


30

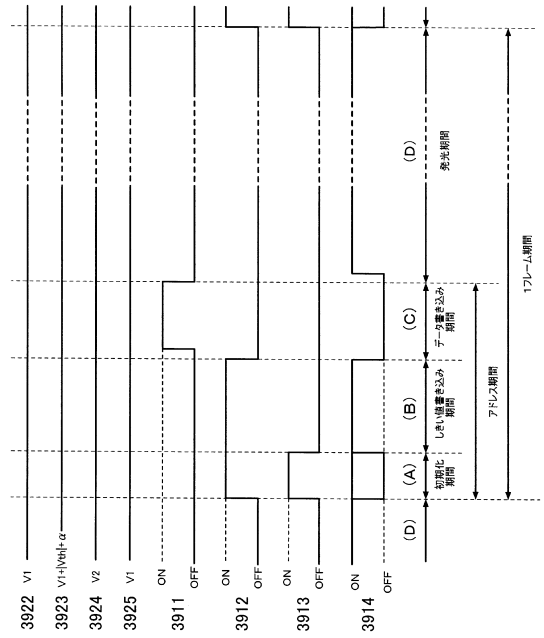
40

50

【図 39】



【図 40】

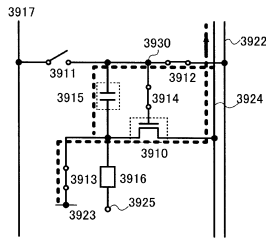


10

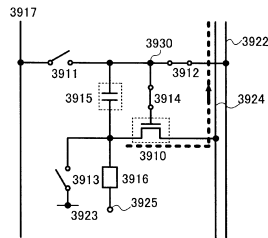
20

【図 41】

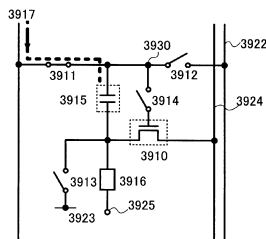
(A) 初期化



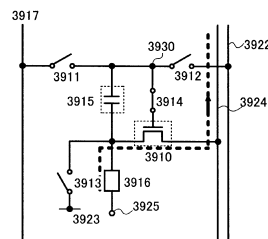
(B) しきい値書き込み



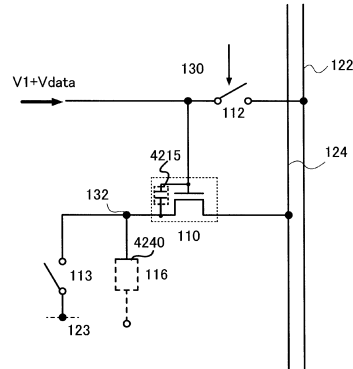
(C) データ書き込み



(D) 発光



【図 42】

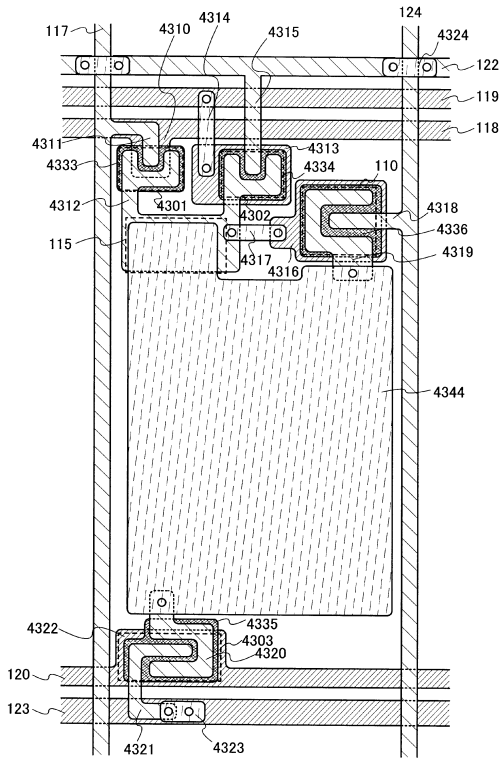


30

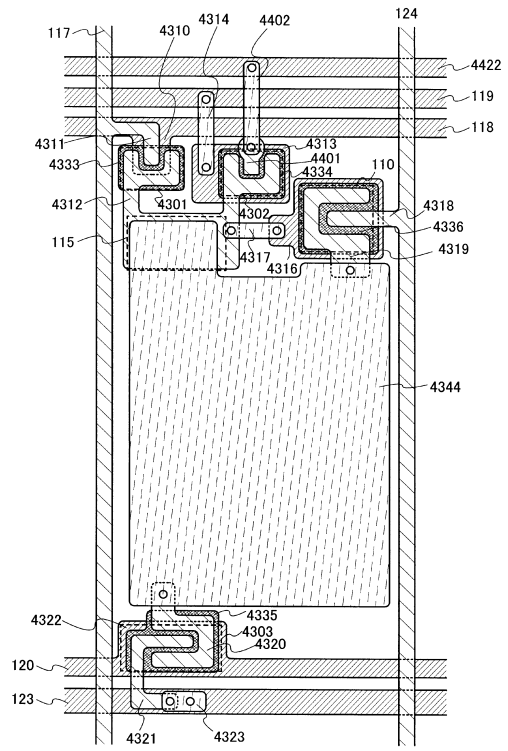
40

50

【 図 4 3 】



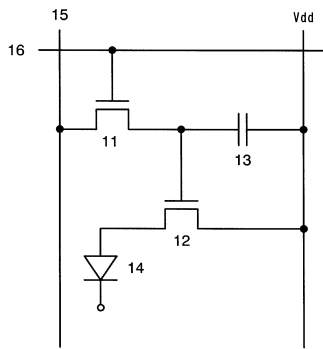
【 図 4 4 】



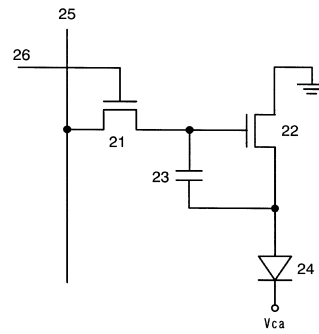
10

20

【 図 4 5 】



【 図 4 6 】

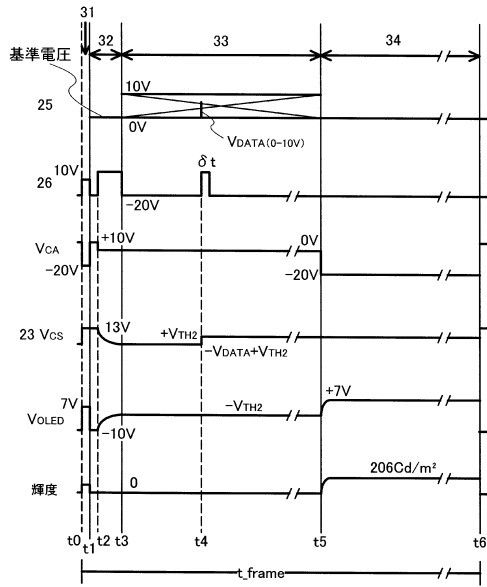


30

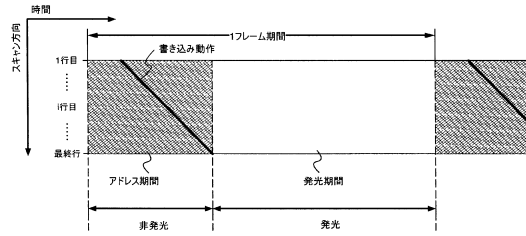
40

50

【 図 4 7 】

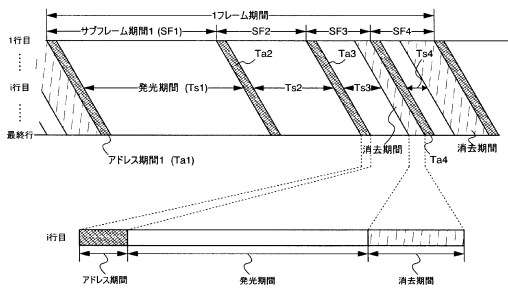


【 図 4 8 】



10

【 図 4 9 】



20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類	F I		
H 1 0 K 59/12 (2023.01)	G 0 9 G	3/20	6 4 2 A
H 1 0 K 59/123 (2023.01)	G 0 9 G	3/20	6 7 0 J
H 1 0 K 59/95 (2023.01)	G 0 9 G	3/20	6 2 1 M
H 1 0 K 50/81 (2023.01)	G 0 9 F	9/30	3 3 8
G 0 2 F 1/1368(2006.01)	H 1 0 K	50/10	
G 0 2 F 1/133(2006.01)	H 1 0 K	59/12	
	H 1 0 K	59/123	
	H 1 0 K	59/95	
	H 1 0 K	50/81	
	G 0 2 F	1/1368	
	G 0 2 F	1/133	5 5 0

- (56)参考文献 特開2004 - 347993 (J P , A)
 特開2004 - 361585 (J P , A)
 特開2004 - 102278 (J P , A)
 特開2005 - 037415 (J P , A)
 特開2003 - 216110 (J P , A)
 特開2003 - 186437 (J P , A)
 特開2003 - 173154 (J P , A)

- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
 H 1 0 K 5 0 / 0 0 - 1 0 2 / 2 0
 H 0 5 B 3 3 / 0 0 - 3 3 / 2 8
 G 0 9 G 3 / 2 0
 G 0 9 G 3 / 3 2 3 3
 G 0 9 F 9 / 3 0
 G 0 2 F 1 / 1 3 6 8
 G 0 2 F 1 / 1 3 3