

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5578045号
(P5578045)

(45) 発行日 平成26年8月27日 (2014. 8. 27)

(24) 登録日 平成26年7月18日 (2014. 7. 18)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 J 1/42 (2006. 01)	GO 1 J 1/42 B
GO 1 J 1/02 (2006. 01)	GO 1 J 1/02 Y
GO 1 J 1/44 (2006. 01)	GO 1 J 1/44 E

請求項の数 9 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2010-260001 (P2010-260001)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成22年11月22日 (2010. 11. 22)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2011-174918 (P2011-174918A)		東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(43) 公開日	平成23年9月8日 (2011. 9. 8)	(74) 代理人	100090479
審査請求日	平成25年10月18日 (2013. 10. 18)		弁理士 井上 一
(31) 優先権主張番号	特願2010-14135 (P2010-14135)	(74) 代理人	100104710
(32) 優先日	平成22年1月26日 (2010. 1. 26)		弁理士 竹腰 昇
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100124682
			弁理士 黒田 泰
		(72) 発明者	堀内 浩
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		審査官	蔵田 真彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 検出装置、センサーデバイス及び電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

熱センサー素子と、

前記熱センサー素子の一端のノードである検出ノードの電圧を検出する検出回路と、

前記検出回路の読み出しノードに接続される読み出し回路とを含み、

前記検出回路は、

前記検出ノードによりゲートが制御される駆動トランジスターと、

前記駆動トランジスターのゲートノードと前記検出ノードとの間に設けられるスイッチ用トランジスターと、

前記検出ノードと第1の電源ノードとの間に設けられるリセット用トランジスターとを含み、

プログラム期間において、前記駆動トランジスターの前記ゲートノードが前記駆動トランジスターのしきい値電圧に対応する電圧値に設定され、

前記プログラム期間の後の読み出し期間において、前記読み出し回路が前記検出回路の検出結果の読み出し動作を行い、

前記スイッチ用トランジスターは、前記プログラム期間においてオフ状態であり、前記読み出し期間においてオン状態であり、

前記リセット用トランジスターは、前記プログラム期間においてオン状態であり、前記読み出し期間においてオフ状態であることを特徴とする検出装置。

【請求項 2】

10

20

請求項 1 において、
前記検出回路は、
前記駆動トランジスタのドレインノードと前記ゲートノードとの間に設けられるプログラミング用トランジスタを含み、
前記プログラミング用トランジスタは、前記プログラム期間においてオン状態であり、前記読み出し期間においてオフ状態であることを特徴とする検出装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 において、
前記読み出しノードは、前記駆動トランジスタのソースノードであり、
前記読み出し回路は、前記駆動トランジスタの前記ソースノードの電圧を読み出すことを特徴とする検出装置。

10

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれかにおいて、
前記読み出しノードと前記第 1 の電源ノードとの間に設けられ、前記駆動トランジスタの電流供給能力のばらつきを補償する補償回路を含むことを特徴とする検出装置。

【請求項 5】

請求項 4 において、
前記補償回路は、前記読み出しノードと前記第 1 の電源ノードとの間に設けられる抵抗素子又はトランジスタを含むことを特徴とする検出装置。

【請求項 6】

20

請求項 1 乃至 5 のいずれかにおいて、
前記読み出し回路は、前記読み出しノードと前記第 1 の電源ノードとの間に設けられる電流パス用トランジスタを含み、
前記電流パス用トランジスタは、前記プログラム期間においてオン状態であり、前記読み出し期間においてオフ状態であることを特徴とする検出装置。

【請求項 7】

複数のセンサーセルを有するセンサーアレイと、
1 又は複数の行線と、
1 又は複数の列線と、
前記 1 又は複数の行線に接続される行選択回路と、
前記 1 又は複数の列線に接続される読み出し回路とを含み、
前記複数のセンサーセルの各センサーセルは、熱センサー素子と、前記熱センサー素子の一端のノードである検出ノードの電圧を検出する検出回路とを含み、

30

前記検出回路は、
前記検出ノードによりゲートが制御される駆動トランジスタと、
前記駆動トランジスタのゲートノードと前記検出ノードとの間に設けられるスイッチ用トランジスタと、
前記検出ノードと第 1 の電源ノードとの間に設けられるリセット用トランジスタとを含み、

プログラム期間において、前記駆動トランジスタの前記ゲートノードが前記駆動トランジスタのしきい値電圧に対応する電圧値に設定され、

40

前記プログラム期間の後の読み出し期間において、前記読み出し回路が、前記 1 又は複数の列線の各列線に接続される前記検出回路の検出結果の読み出し動作を行い、

前記スイッチ用トランジスタは、前記プログラム期間においてオフ状態であり、前記読み出し期間においてオン状態であり、

前記リセット用トランジスタは、前記プログラム期間においてオン状態であり、前記読み出し期間においてオフ状態であることを特徴とするセンサーデバイス。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の検出装置を含む電子機器。

【請求項 9】

50

請求項 7 に記載のセンサーデバイスを含む電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、検出装置、センサーデバイス及び電子機器等に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、焦電素子を用いた赤外線検出回路が知られている。例えば人体からは、波長が $10\ \mu\text{m}$ 付近の赤外線が輻射されており、これを検出することで人体の存在や温度の情報を非接触で取得できる。従って、このような赤外線の検出回路を利用することで、侵入検知や物理量計測を実現できる。

10

【0003】

赤外線の検出回路の従来技術としては例えば特許文献 1、2 に開示される技術が知られている。例えば特許文献 1 の従来技術では、チョッパを用いて、焦電素子への赤外線の照射・遮断を繰り返しながら、焦電素子からの焦電流を読み出す。

【0004】

例えば特許文献 2 の従来技術では、焦電素子に対してパルス電圧を印加する方式を採用している。即ち、強誘電体により実現される焦電素子の自発分極量等は、焦電素子に入射した赤外線に起因する焦電素子の温度に応じて変化する。そこで、自発分極量等に対応して変化した焦電素子の表面電荷量を測定することで、入射した赤外線量を測定する。

20

【0005】

しかしながら、これらの従来技術では、検出回路に使用されるトランジスタの特性ばらつきによる出力電圧のばらつきが避けられず、検出精度を高めることが難しいという課題がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開昭 59 - 142427 号公報

【特許文献 2】特開平 6 - 265411 号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の幾つかの態様によれば、検出精度の高い検出装置、センサーデバイス及び電子機器等を提供できる。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一態様は、熱センサー素子と、前記熱センサー素子の一端のノードである検出ノードの電圧を検出する検出回路と、前記検出回路の読み出しノードに接続される読み出し回路とを含み、前記検出回路は、前記検出ノードによりゲートが制御される駆動トランジスタを含み、プログラム期間において、前記検出ノードが前記駆動トランジスタのしきい値電圧に対応する電圧値にプログラミングされ、前記プログラム期間の後の読み出し期間において、前記読み出し回路が前記検出回路の検出結果の読み出し動作を行う検出装置に係る。

40

【0009】

本発明の一態様によれば、プログラム期間において検出ノードの電圧を駆動トランジスタのしきい値電圧に対応する電圧値に設定することができる。こうすることで駆動トランジスタのしきい値電圧のばらつきの影響を打ち消すことができる。その結果トランジスタの特性ばらつき等による出力信号電圧のばらつきを低減することができるから、例えば検出装置の検出精度を高めることなどが可能になる。

【0010】

50

また本発明の一態様では、前記検出回路は、前記駆動トランジスタのドレインと前記検出ノードとの間に設けられるプログラミング用トランジスタを含み、前記プログラミング用トランジスタは、前記プログラム期間においてオン状態であり、前記読み出し期間においてオフ状態であってもよい。

【0011】

このようにすれば、プログラム期間においてプログラミング用トランジスタがオン状態となることで、駆動トランジスタのゲート・ソース間電圧が上昇し、ゲート・ソース間の寄生容量が充電されてしきい値電圧に対応する値になり、その電圧値が寄生容量より保持される。一方、読み出し期間においてプログラミング用トランジスタがオフ状態となることで、焦電流によりゲート・ソース間の寄生容量が充電され、駆動トランジスタのゲート・ソース間電圧がしきい値電圧に対応する値からさらに上昇する。その結果、駆動トランジスタのしきい値電圧のばらつきの影響を低減することなどが可能になる。

10

【0012】

また本発明の一態様では、前記読み出しノードは、前記駆動トランジスタのソースノードであり、前記読み出し回路は、前記駆動トランジスタの前記ソースノードの電圧を読み出してもよい。

【0013】

このようにすれば、焦電流により駆動トランジスタのゲートの電位が変化し、ゲートの電位の変化により駆動トランジスタのドレイン電流が変化し、ドレイン電流の変化によりソースノードの電位が変化するから、読み出し回路は焦電流に応じた電圧変化を読み出すことができる。

20

【0014】

また本発明の一態様では、前記読み出しノードと第1の電源ノードとの間に設けられ、前記駆動トランジスタの電流供給能力のばらつきを補償する補償回路を含んでもよい。

【0015】

このようにすれば、トランジスタの移動度や温度などのばらつきによる出力信号電圧のばらつきを低減することができるから、例えば検出装置の検出精度を高めることなどが可能になる。

【0016】

また本発明の一態様では、前記補償回路は、前記読み出しノードと前記第1の電源ノードとの間に設けられる抵抗素子又はトランジスタを含んでもよい。

30

【0017】

このようにすれば、駆動トランジスタの電流供給能力が高い場合には、読み出しノードの電位が上昇し、駆動トランジスタのドレイン・ソース間電圧が低下することでドレイン電流が減少する。また駆動トランジスタの電流供給能力が低い場合には、読み出しノードの電位が低下し、駆動トランジスタのドレイン・ソース間電圧が上昇することでドレイン電流が増加する。こうすることでトランジスタの電流供給能力のばらつきを補償することが可能になる。

【0018】

また本発明の一態様では、前記検出回路は、前記駆動トランジスタのゲートと前記検出ノードとの間に設けられるスイッチ用トランジスタと、前記検出ノードと前記第1の電源ノードとの間に設けられるリセット用トランジスタとを含み、前記スイッチ用トランジスタは、前記プログラム期間においてオフ状態であり、前記読み出し期間においてオン状態であり、前記リセット用トランジスタは、前記プログラム期間においてオン状態であり、前記読み出し期間においてオフ状態であってもよい。

40

【0019】

このようにすれば、プログラム期間では、リセット用トランジスタにより検出ノードは第1の電源ノードと電氣的に接続されるから、熱センサー素子には電圧が印加されない。一方読み出し期間では、スイッチ用トランジスタにより検出ノードは駆動トランジスタのゲートに電氣的に接続されるから、焦電流により駆動トランジスタのゲート・ソ

50

ース間電圧が変化する。こうすることで、熱センサー素子に電圧を印加させずにプログラミングを行うことができるから、検出精度を高めることなどが可能になる。

【 0 0 2 0 】

また本発明の一態様では、前記読み出し回路は、前記読み出しノードと前記第 1 の電源ノードとの間に設けられる電流パス用トランジスターを含み、前記電流パス用トランジスターは、前記プログラム期間においてオン状態であり、前記読み出し期間においてオフ状態であってもよい。

【 0 0 2 1 】

このようにすれば、プログラム期間において駆動トランジスターから電流パス用トランジスターへドレイン電流が流れ、読み出しノードの電位が上昇して、駆動トランジスターのゲート・ソース間の電圧がしきい値電圧に対応する値に設定される。そしてその電圧値がゲート・ソース間の寄生容量より保持されることで、しきい値電圧のプログラミングが可能になる。

【 0 0 2 2 】

本発明の他の態様は、複数のセンサーセルを有するセンサーアレイと、1又は複数の行線と、1又は複数の列線と、前記1又は複数の行線に接続される行選択回路と、前記1又は複数の列線に接続される読み出し回路とを含み、前記複数のセンサーセルの各センサーセルは、熱センサー素子と、前記熱センサー素子の一端のノードである検出ノードの電圧を検出する検出回路とを含み、前記検出回路は、前記検出ノードによりゲートが制御される駆動トランジスターを含み、プログラム期間において、前記検出ノードが前記駆動トランジスターのしきい値電圧に対応する電圧値にプログラミングされ、前記プログラム期間の後の読み出し期間において、前記読み出し回路が、前記1又は複数の列線の各列線に接続される前記検出回路の検出結果の読み出し動作を行うセンサーデバイスに関係する。

【 0 0 2 3 】

本発明の他の態様によれば、プログラム期間において検出ノードの電圧を駆動トランジスターのしきい値電圧に対応する電圧値に設定することができる。こうすることで駆動トランジスターのしきい値電圧のばらつきの影響を打ち消すことができる。その結果、トランジスターの特性ばらつき等による検出信号電圧の各センサーセル間のばらつきを低減することができるから、センサーデバイスの検出精度を高めることなどが可能になる。

【 0 0 2 4 】

本発明の他の態様は、上記に記載の検出装置を含む電子機器に関係する。

【 0 0 2 5 】

本発明の他の態様は、上記に記載のセンサーデバイスを含む電子機器に関係する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 6 】

【図 1】図 1 (A)、図 1 (B) は、焦電流検出方式による赤外線検出を説明する図。

【図 2】図 2 (A) ~ 図 2 (C) は、分極量検出方式による赤外線検出を説明する図。

【図 3】検出装置の第 1 の構成例。

【図 4】第 1 の構成例の信号波形の一例。

【図 5】検出装置の第 2 の構成例。

【図 6】検出装置の第 3 の構成例。

【図 7】第 3 の構成例の信号波形の一例。

【図 8】検出装置の第 3 の構成例の変形例。

【図 9】第 3 の構成例の変形例の信号波形の一例。

【図 1 0】検出装置の第 4 の構成例。

【図 1 1】検出装置の第 5 の構成例。

【図 1 2】図 1 2 (A)、図 1 2 (B) は、センサーデバイスの構成例。

【図 1 3】センサーアレイ、読み出し回路の詳細な構成例。

【図 1 4】電子機器の構成例。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 7 】

以下、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお以下に説明する本実施形態は特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではなく、本実施形態で説明される構成の全てが本発明の解決手段として必須であるとは限らない。

【 0 0 2 8 】

１．検出の方式

本実施形態の検出装置では、赤外線等を検出する素子として熱センサー素子（焦電素子、赤外線検出素子、熱型光検出素子、強誘電体素子）を用いる。熱センサー素子の一例である焦電素子は、例えばチタン酸ジルコン酸鉛（ PZT ）等の強誘電体を用いた素子であって、強誘電体の自発分極量が温度により変化することを利用して赤外線を検出する。焦電素子を用いる赤外線検出の方式としては、焦電流検出方式、分極量検出方式及び誘電率検出方式などがある。本実施形態の検出装置では、焦電流検出方式及び分極量検出方式が用いられる。以下に、焦電流検出方式及び分極量検出方式の原理を説明する。

10

【 0 0 2 9 】

図１（Ａ）、図１（Ｂ）は、焦電流検出方式による赤外線検出を説明する図である。焦電素子１０（広義には熱センサー素子）は、焦電体（強誘電体）１１及び電極１２（１２ａ、１２ｂ）を含む。図１（Ａ）に、初期状態における焦電体１１の自発分極及び電極１２ａ、１２ｂに生じる表面電荷を示す。初期状態では、焦電素子１０に赤外線は照射されていない。また、この状態では自発分極量と表面電荷とは釣り合っている、すなわち電氣的に中性であって、電荷は移動しない。従って、抵抗素子ＲＡには電流は流れない。

20

【 0 0 3 0 】

図１（Ｂ）に、焦電素子１０に赤外線が照射されて、焦電素子１０の温度が上昇している状態を示す。焦電素子１０の温度が上昇すると、焦電体１１の自発分極量は減少する。その結果、自発分極量と表面電荷との釣り合いが崩れるから、図１（Ｂ）に示すように表面電荷の一部が移動する。この表面電荷の移動によって抵抗素子ＲＡに焦電流 I_A が流れる。焦電素子１０の温度変化が大きいほど、焦電流 I_A が大きくなるから、焦電流 I_A を検出することで、赤外線源の温度を測定することができる。この焦電流は、焦電素子１０の温度が変化している期間に生じるが、焦電素子１０の温度が一定である期間では、自発分極量と表面電荷とは釣り合っているから焦電流は生じない。従って、焦電流検出方式では、チョッパー等により焦電素子に照射される赤外線を周期的に遮断することで、焦電素子の温度を変化させて焦電流を発生させる。

30

【 0 0 3 1 】

図２（Ａ）～図２（Ｃ）は、分極量検出方式による赤外線検出を説明する図である。図２（Ａ）に、初期状態における焦電体１１の自発分極及び電極１２ａ、１２ｂに生じる表面電荷を示す。初期状態では、自発分極量と表面電荷とは釣り合っている、すなわち電氣的に中性であって、電荷は移動しない。従って、抵抗素子ＲＢには電流は流れない。次に図２（Ｂ）に示すように、焦電素子１０に電圧 V_B を印加する。電圧 V_B を印加することで、表面電荷の一部が消滅して、自発分極量と表面電荷との釣り合いが崩れた状態になる。

【 0 0 3 2 】

次に図２（Ｃ）に示すように電圧源を取り去ると、再び自発分極量と表面電荷とが釣り合うように電荷が移動し、その結果電流 I_B が生じる。電流 I_B の電流値は、印加される電圧 V_B が一定であれば焦電体１１の自発分極量に依存し、また自発分極量は焦電体１１の温度に依存する。従って、この電流 I_B を検出することで、赤外線を検出し、赤外線源の温度を測定することができる。

40

【 0 0 3 3 】

以上説明したように、本実施形態の検出装置では、赤外線等を検出する素子として熱センサー素子（焦電素子）を用いる。本実施形態の検出装置では、焦電流検出方式及び分極量検出方式のどちらの方式でも用いることができる。

【 0 0 3 4 】

50

2. 検出装置

図3に本実施形態の検出装置（赤外線検出装置）の第1の構成例を示す。第1の構成例は、上述した焦電流検出方式による赤外線の検出装置であって、焦電素子10と、焦電素子10の一端のノードである検出ノードN1の電圧を検出する検出回路20と、検出回路20の読み出しノードN2に接続される読み出し回路30とを含む。なお、本実施形態の検出装置は図3の構成に限定されず、その構成要素の一部を省略したり、他の構成要素に置き換えたり、他の構成要素を追加するなどの種々の変形実施が可能である。例えば、トランジスタT1～T3としてN型トランジスタではなく、P型トランジスタを用いてもよい。

【0035】

焦電素子10（熱センサー素子、赤外線検出素子、熱型光検出素子、強誘電体素子）は、焦電体（焦電膜）と、焦電体を挟むように両端に設けられる第1、第2の電極とにより構成される。焦電体は、例えばPZT（チタン酸ジルコン酸鉛）などの強誘電体の膜により形成され、自発分極が発生している。この自発分極は、温度が高くなると小さくなるため、上述したように焦電素子の温度変化に伴って焦電流が生ずる。

【0036】

検出回路20は、検出ノードN1によりゲートが制御される駆動トランジスタT1と、駆動トランジスタT1のドレインと検出ノードN1との間に設けられるプログラミング用トランジスタT2を含む。プログラミング用トランジスタT2は、制御信号CMPによりゲートが制御され、プログラム期間TPにおいてオン状態であり、読み出し期間TRにおいてオフ状態である。

【0037】

読み出しノードN2は、駆動トランジスタT1のソースノードである。読み出し回路30は、駆動トランジスタT1のソースノードの電圧を読み出す。

【0038】

読み出し回路30は、読み出しノードN2と低電位側電源ノードVSS（広義には第1の電源ノード）との間に設けられる電流パス用トランジスタT3を含む。電流パス用トランジスタT3は、プログラム期間TPにおいてオン状態であり、読み出し期間TRにおいてオフ状態である。

【0039】

第1の構成例の動作について以下に説明する。プログラム期間TPにおいて、検出ノードN1が駆動トランジスタT1のしきい値電圧に対応する電圧値にプログラミングされる。また、プログラム期間TPに続く読み出し期間TRにおいて、読み出し回路30が検出回路20の検出結果の読み出し動作を行う。

【0040】

具体的には、プログラム期間TPでは、制御信号CMPはHレベル（高電位レベル）であり、プログラミング用トランジスタT2及び電流パス用トランジスタT3はオン状態である。T2がオンすることで、検出ノードN1すなわち駆動トランジスタT1のゲートの電位が上昇する。T1のゲートの電位が上昇することで、T1がオン状態になりT1及びT3にドレイン電流が流れる。その結果、T1のゲートとソースとの間の寄生容量CSに印加される電圧が、T1のしきい値電圧に対応する値になり、その電圧値が寄生容量CSに充電される電荷により保持される。すなわちT1のしきい値電圧に対応する電圧値がプログラミングされる。なお、寄生容量CSの他に電圧保持用キャパシタをT1のゲートとソースとの間に設けてもよい。このプログラム期間TPでは、図示していない入射光制御機構（入射光制御部材、チョッパー）により赤外線は遮断されており、焦電素子10の温度は変化しない。なお、以下では入射光制御機構の一例としてチョッパーの例で説明する。

【0041】

一方、読み出し期間TRでは、制御信号CMPはLレベル（低電位レベル）であり、プログラミング用トランジスタT2及び電流パス用トランジスタT3はオフ状態である

10

20

30

40

50

。また、読み出し期間 T_R では、焦電素子 10 に赤外線が照射され、その結果焦電素子 10 の温度が上昇して焦電流が生ずる。この焦電流により T_1 のゲート・ソース間寄生容量 C_S が充電されて、検出ノード N_1 の電位がプログラミングされた電圧 (T_1 のしきい値電圧に対応する電圧値) からさらに上昇する。検出ノード N_1 の電位が T_1 のしきい値電圧より高くなることで、 T_1 のドレイン電流が生じ、その結果読み出しノード N_2 の電位が上昇する。この電圧変化を読み出し回路 30 に含まれる増幅器 (アンプ) AMP で増幅する。

【0042】

以上説明したように、プログラム期間 T_P において検出ノード N_1 の電位が駆動トランジスタ T_1 のしきい値電圧に対応する電圧値に設定されるから、 T_1 のしきい値電圧のばらつきがあっても、ばらつきの影響を打ち消すことができる。複数のセンサーセルをアレイ状に配置したセンサーアレイなどでは、各センサーセルの検出回路に含まれるトランジスタのしきい値電圧のばらつきによって、赤外線源の温度が同じであっても読み出される出力信号電圧にばらつきが生じるおそれがある。本実施形態の検出装置によれば、検出回路に含まれるトランジスタのしきい値電圧のばらつきによる出力信号電圧のばらつきを低減することができる。その結果、検出装置の検出精度を高めることが可能になる。

【0043】

図4は、第1の構成例 (図3) の信号波形の一例である。図4では、制御信号 CMP 、チョッパ信号 CHP (広義には入射光制御信号)、駆動トランジスタ T_1 のゲート・ソース間電圧 V_{GS} 及び読み出しノード N_2 の電圧 $V(N_2)$ (出力信号電圧) を示す。チョッパ信号 CHP はチョッパ (広義には入射光制御機構) を制御する信号であって、アクティブレベルの期間には赤外線が焦電素子 10 に入射し、非アクティブレベルの期間には赤外線が遮断される。

【0044】

図4に示すように、プログラム期間 T_P では、赤外線が遮断された状態で、駆動トランジスタ T_1 のゲート・ソース間電圧 V_{GS} が、 T_1 のしきい値電圧 V_{TH} に設定される (プログラミングされる) (図4のA3)。

【0045】

次に読み出し期間 T_R では、赤外線が入射して焦電流が発生し、焦電素子 10 の温度変化に応じて V_{GS} が変化する。例えば図4では、対象物 (赤外線源) の温度が低い場合にはA1に示すように V_{GS} が変化する。また、対象物の温度が高い場合にはA2に示すように V_{GS} が変化する。この V_{GS} の変化に応じて、読み出しノード N_2 の電圧 $V(N_2)$ は、B1 (低温の場合) 又はB2 (高温の場合) に示すように変化する。

【0046】

図5に、本実施形態の検出装置の第2の構成例を示す。第2の構成例は、上述した第1の構成例 (図3) にさらに2つのトランジスタ T_4 、 T_5 を付加したものである。こうすることで、プログラム期間 T_P において焦電素子 10 に電圧が印加されないようにすることができる。

【0047】

第2の構成例では、検出回路 20 は、P型のスイッチ用トランジスタ T_4 及びN型のリセット用トランジスタ T_5 を含む。スイッチ用トランジスタ T_4 は、駆動トランジスタ T_1 のゲートと検出ノード N_1 との間に設けられる。リセット用トランジスタ T_5 は、検出ノード N_1 と低電位側電源ノード V_{SS} (広義には第1の電源ノード) との間に設けられる。

【0048】

スイッチ用トランジスタ T_4 は、プログラム期間 T_P においてオフ状態であり、読み出し期間 T_R においてオン状態である。リセット用トランジスタ T_5 は、プログラム期間 T_P においてオン状態であり、読み出し期間 T_R においてオフ状態である。したがって、プログラム期間 T_P では、検出ノード N_1 は低電位側電源ノード V_{SS} と電氣的に接続され、 T_1 のゲートと電氣的に非接続になるから、焦電素子 10 には電圧が印加されない

10

20

30

40

50

。一方読み出し期間 T_R では、 N_1 が T_1 のゲートに電氣的に接続されるから、焦電流によって寄生容量 C_S が充電されて T_1 のゲート・ソース間電圧が変化する。こうすることで、プログラム期間 T_P において焦電素子 10 に電圧が印加されなくなるから、検出装置の精度を高めることが可能になる。なお、駆動トランジスタ T_1 、プログラミング用トランジスタ T_2 及び電流バス用トランジスタ T_3 の動作は、第 1 の構成例 (図 3) と同じであるから、説明を省略する。

【0049】

図 6 に、本実施形態の検出装置の第 3 の構成例を示す。第 3 の構成例は、分極量検出方式による検出装置である。第 3 の構成例では、検出回路 20 は、 P 型の駆動トランジスタ T_{11} 、 N 型のプログラミング用トランジスタ T_{21} 、抵抗素子 R_1 を含む。抵抗素子 R_1 は検出ノード N_1 と低電位側電源ノード V_{SS} との間に設けられる。読み出し回路 30 は、上述した第 1、第 2 の構成例と同一である。

10

【0050】

図 7 に、第 3 の構成例 (図 6) の信号波形の一例を示す。以下に、図 7 に従って第 3 の構成例の動作を説明する。

【0051】

初期状態では、制御信号 CMP は L レベル (低電位レベル) であり、プログラミング用トランジスタ T_{21} 、電流バス用トランジスタ T_3 はオフ状態である。また検出ノード N_1 は L レベルであるから、駆動トランジスタ T_{11} はオン状態であり、読み出しノード N_2 は H レベル (高電位レベル) となっている。

20

【0052】

次のプログラム期間 T_P では、制御信号 CMP が H レベルになり、プログラミング用トランジスタ T_{21} 、電流バス用トランジスタ T_3 がオン状態になる。 T_{11} から T_3 にドレイン電流が流れるから、読み出しノード N_2 の電位は T_{11} と T_3 とのオン抵抗の比で決定される電圧になる。一方、オン状態となった T_{21} を介して N_2 の電位が N_1 にフィードバックされるから、検出ノード N_1 の電位は上昇する。 N_1 の電位が上昇して、 T_{11} のゲート・ソース間電圧 V_{GS} が T_{11} のしきい値電圧 V_{TH} ($V_{TH} < 0$ とする) より高くなると、 T_{11} はオフ状態になるから、 N_1 の電位は降下する。そして T_{11} の V_{GS} が V_{TH} より低くなると、再び T_{11} がオン状態になるから N_1 の電位が上昇する。このようにして、最終的には N_1 の電位は $V_{DD} + V_{TH}$ に設定される。すなわち T_{11} のゲート・ソース間電圧 V_{GS} は V_{TH} に設定される (図 7 の C_3)。この電圧値が T_{11} のゲート・ソース間寄生容量 C_S により保持されることで、しきい値電圧 V_{TH} に対応する電圧値がプログラミングされる。また、検出ノード N_1 の電位が上昇することで、焦電素子 10 に電圧が印加される。

30

【0053】

続く読み出し期間 T_R では、制御信号 CMP が L レベルになり、 T_{21} 、 T_3 はオフ状態になる。焦電素子 10 に電圧が印加されなくなるから、焦電素子 10 から抵抗素子 R_1 を介して放電電流が流れる。この放電によって検出ノード N_1 の電位が降下することで T_{11} がオン状態となり、読み出しノード N_2 の電位が上昇する。焦電素子 10 の温度によって分極量が異なるために、 N_1 の電圧降下の速さが異なり、その結果 N_2 の電圧上昇の速さが異なってくる。例えば図 7 では、低温の場合には C_1 、 D_1 に示すように急速に変化し、高温の場合には C_2 、 D_2 に示すように緩やかに変化する。この電圧変化を検出することで、赤外線源の温度を測定することが可能になる。

40

【0054】

図 8 に、本実施形態の検出装置の第 3 の構成例の変形例を示す。図 8 の構成では、読み出し回路 30 は、さらに出力リセット用トランジスタ T_4 を含む。この出力リセット用トランジスタ T_4 は、読み出しノード N_2 と低電位側電源ノード V_{SS} との間に設けられ、読み出し期間 T_R の直前 (すなわちプログラム期間 T_P の最終期間) に読み出しノード N_2 の電位を L レベル (低電位レベル) にリセットする。こうすることで、読み出し期間 T_R における読み出しノード N_2 の電圧変化が大きくなるから、電圧変化の検出が容易

50

になり、さらに温度測定の精度を高めることができる。

【0055】

図9に、第3の構成例の変形例(図8)の信号波形の一例を示す。初期状態及びプログラム期間TPの前半における動作は、図7に示した第3の構成例の動作と同じである。プログラム期間TPの前半で、検出ノードN1の電位が $V_{DD} + V_{TH}$ (V_{TH} はT11のしきい値電圧であり $V_{TH} < 0$ とする)に設定された後に、制御信号CMPがLレベルになり、リセット信号RSTが一時的にHレベルになる。リセット信号RSTがHレベルになることで出力リセット用トランジスタT4がオン状態になるから、読み出しノードN2の電位がLレベル(又はLレベル近く)まで降下する(図9のF3)。

【0056】

続く読み出し期間TRでは、上述したように、焦電素子10の放電によって検出ノードN1の電位が降下することでT11がオン状態となり、読み出しノードN2の電位が上昇する。例えば図9では、低温の場合にはE1、F1に示すように急速に変化し、高温の場合にはE2、F2に示すように緩やかに変化する。この電圧変化を検出することで、赤外線源の温度を測定することが可能になる。

【0057】

図10に、本実施形態の検出装置の第4の構成例を示す。第4の構成例は、焦電検出方式による検出装置であって、駆動トランジスタT1の電流供給能力のばらつきを補償する補償回路40を含む。補償回路40は、読み出しノードN2と低電位側電源ノードVSS(広義には第1の電源ノード)との間に設けられる抵抗素子R2を含む。抵抗素子R2を設けることで電流パスが形成されるから、読み出し回路30の電流パス用トランジスタT3を省略することができる。

【0058】

既に説明したように、本実施形態の検出装置によれば、駆動トランジスタT1のしきい値電圧のばらつきを補償することができる。しかし駆動トランジスタT1の移動度のばらつきや温度のばらつき等に起因する電流供給能力のばらつきを補償することはできない。第4の構成例によれば、補償回路40を設けることで電流供給能力のばらつきを補償し、より精度の高い検出装置を実現することが可能になる。

【0059】

駆動トランジスタT1の電流供給能力が高い場合には、抵抗素子R2を流れる電流が増加する。そうすると読み出しノードN2の電位が上昇するから、T1のドレイン・ソース間電圧が低下する。T1のドレイン・ソース間電圧が低下することで、T1のドレイン電流が減少する。

【0060】

逆に駆動トランジスタT1の電流供給能力が低い場合には、抵抗素子R2を流れる電流が減少する。そうすると読み出しノードN2の電位が低下するから、T1のドレイン・ソース間電圧が上昇する。T1のドレイン・ソース間電圧が上昇することで、T1のドレイン電流が増加する。

【0061】

このように、補償回路40を設けることで、トランジスタの電流供給能力のばらつきの影響を打ち消す効果が得られるから、T1の電流供給能力のばらつきを抑えることができる。その結果、より精度の高い検出装置を実現することが可能になる。

【0062】

図11に、本実施形態の検出装置の第5の構成例を示す。第5の構成例は、焦電検出方式による検出装置であって、第4の構成例と同様に補償回路40を含む。第5の構成例では、補償回路40は、2つのトランジスタT6、T7及び抵抗素子R3を含む。トランジスタT6は、読み出しノードN2と低電位側電源ノードVSS(広義には第1の電源ノード)との間に設けられる。抵抗素子R3は、高電位側電源ノードVDD(広義には第2の電源ノード)とT6のゲートとの間に設けられる。トランジスタT7は、T6のゲートと低電位側電源ノードVSSとの間に設けられ、T7のゲートには基準電圧VRE

10

20

30

40

50

Fが印加される。第4の構成例と同様に、第5の構成例によれば、補償回路40を設けることでトランジスターの電流供給能力のばらつきを補償し、より精度の高い検出装置を実現することが可能になる。

【0063】

各トランジスターの電流供給能力は同じようにばらつくと考えられる。例えば、駆動トランジスターT1の電流供給能力が高い方にばらつく場合には、T7の電流供給能力も高くなる。T7の電流供給能力が高くなれば、T7のドレインの電位、即ちT6のゲートの電位が低下する。T6のゲート・ソース間電圧が低下することで、読み出しノードN2の電位が上昇し、T1のドレイン・ソース間電圧が低下する。T1のドレイン・ソース間電圧が低下することで、T1のドレイン電流が減少する。

10

【0064】

逆に、トランジスターの電流供給能力が低い方にばらつく場合には、T6のゲート・ソース間電圧が上昇して、読み出しノードN2の電位が低下する。その結果、T1のドレイン・ソース間電圧が上昇して、T1のドレイン電流が増加する。

【0065】

このように、補償回路40を設けることで、トランジスターの電流供給能力のばらつきの影響を打ち消す効果が得られるから、T1の電流供給能力のばらつきを抑えることができる。その結果、より精度の高い検出装置を実現することが可能になる。

【0066】

以上説明したように、本実施形態の検出装置によれば、トランジスターのしきい値電圧のばらつきを補償することができるから、高精度の赤外線検出等が可能になる。さらに補償回路を設けることで、トランジスターの移動度や温度等のばらつきに起因する電流供給能力のばらつきを補償することができるから、検出精度をさらに向上させることが可能になる。

20

【0067】

なお、後述するセンサーアレイの構成において、図10、図11のように補償回路40を各センサーセルごとに設ける構成としてもよいし、また各列(カラム)毎に設ける構成としてもよい。

【0068】

3. センサーデバイス

30

図12(A)に本実施形態のセンサーデバイスの構成例を示す。このセンサーデバイスは、センサーアレイ100と、行選択回路(行ドライバー)110と、読み出し回路120とを含む。またA/D変換部130、カラム走査回路140、制御回路150を含むことができる。このセンサーデバイスを用いることで、例えばナイトビジョン機器などに用いられる赤外線カメラなどを実現できる。

【0069】

センサーアレイ100(焦点面アレイ)には、複数のセンサーセルが配列(配置)される。また複数の行線(ワード線、走査線)と複数の列線(データ線)が設けられる。なお行線及び列線の一方の本数が1本であってもよい。例えば行線が1本である場合には、図12(A)において行線に沿った方向(横方向)に複数のセンサーセルが配列される。一方、列線が1本である場合には、列線に沿った方向(縦方向)に複数のセンサーセルが配列される。

40

【0070】

図12(B)に示すように、センサーアレイ100の各センサーセルは、各行線と各列線の交差位置に対応する場所に配置(形成)される。例えば図12(B)のセンサーセルは、行線WL1と列線DL1の交差位置に対応する場所に配置されている。他のセンサーセルも同様である。

【0071】

行選択回路110は、1又は複数の行線に接続される。そして各行線の選択動作を行う。例えば図12(B)のようなQVGA(320×240画素)のセンサーアレイ100

50

(焦点面アレイ)を例にとれば、行線WL0、WL1、WL2・・・WL239を順次選択(走査)する動作を行う。即ちこれらの行線を選択する信号(ワード選択信号)をセンサーアレイ100に出力する。

【0072】

読み出し回路120は、1又は複数の列線に接続される。そして各列線の読み出し動作を行う。QVGAのセンサーアレイ100を例にとれば、列線DL0、DL1、DL2・・・DL319からの検出信号(検出電流、検出電荷)を読み出す動作を行う。この読み出し回路120は、例えば既に説明した検出装置の第1～第5の構成例の読み出し回路30を、各列線に対応させて配置することで実現できる。

【0073】

A/D変換部130は、読み出し回路120において取得された検出電圧(測定電圧、到達電圧)をデジタルデータにA/D変換する処理を行う。そしてA/D変換後のデジタルデータDOU Tを出力する。具体的には、A/D変換部130には、複数の列線の各列線に対応して各A/D変換器が設けられる。そして、各A/D変換器は、対応する列線において読み出し回路120により取得された検出電圧のA/D変換処理を行う。なお、複数の列線に対応して1つのA/D変換器を設け、この1つのA/D変換器を用いて、複数の列線の検出電圧を時分割にA/D変換してもよい。

【0074】

カラム走査回路140は、各カラム(列)を順次選択(走査)して、各カラムのA/D変換後のデジタルデータを時系列データとして出力するための動作を行う。なお、カラム走査回路140を設けずに、各カラムのデジタルデータを並行して(平行に)出力してもよい。

【0075】

制御回路150(タイミング生成回路)は、各種の制御信号を生成して、行選択回路110、読み出し回路120、A/D変換部130、カラム走査回路140に出力する。例えば充電や放電(リセット)の制御信号を生成して出力する。或いは、各回路のタイミングを制御する信号を生成して出力する。

【0076】

図13に、センサーアレイ100や読み出し回路120の詳細な構成例を示す。なお、図13では、センサーセル及び読み出し回路として第1の構成例(図3)を用いているが、図5、図6、図8、図10、図11に示した各種構成・手法を組み合わせた変形実施も可能である。

【0077】

各センサーセルは、焦電素子10(広義には熱センサー素子)と、焦電素子10の一端のノードである検出ノードN1の電圧を検出する検出回路20とを含む。検出回路20は、検出ノードN1によりゲートが制御される駆動トランジスタT1を含む。プログラム期間TPにおいて、検出ノードN1が駆動トランジスタT1のしきい値電圧に対応する電圧値にプログラミングされる。プログラム期間TPに続く読み出し期間TRにおいて、読み出し回路120が、1又は複数の列線DL(DL0～DL319)の各列線に接続される検出回路の検出結果の読み出し動作を行う。

【0078】

具体的には、例えば行線WL0が選択される場合には、行線WL0にゲートが接続されるトランジスタTWがオン状態になる。そして行線WL0に対応する1又は複数のセンサーセルが、それぞれ対応する列線DL(DL0～DL319)に電氣的に接続される。この時、行線WL0以外の行線WL(WL1～WL239)は非選択である。

【0079】

プログラム期間TPでは、制御信号CMPはHレベル(高電位レベル)であり、選択されたセンサーセルのプログラミング用トランジスタT2及び読み出し回路120の電流パス用トランジスタT3はオン状態である。T2がオンすることで、検出ノードN1すなわち駆動トランジスタT1のゲートの電位が上昇する。T1のゲートの電位が上昇す

10

20

30

40

50

ることで、 T_1 がオン状態になり T_1 及び T_3 にドレイン電流が流れる。その結果、 T_1 のゲートとソースとの間の寄生容量 C_S に印加される電圧が、 T_1 のしきい値電圧に対応する値になり、その電圧値が寄生容量 C_S に充電される電荷により保持される。すなわち T_1 のしきい値電圧に対応する電圧値がプログラミングされる。なお、寄生容量 C_S の他に電圧保持用キャパシターを T_1 のゲートとソースとの間に設けてもよい。このプログラム期間 T_P では、チョッパにより赤外線は遮断されており、焦電素子 10 の温度は変化しない。

【0080】

一方、読み出し期間 T_R では、制御信号 CMP は L レベル（低電位レベル）であり、プログラミング用トランジスタ T_2 及び電流パス用トランジスタ T_3 はオフ状態である。また、読み出し期間 T_R では、焦電素子 10 に赤外線が照射され、その結果焦電素子 10 の温度が上昇して焦電流が生ずる。この焦電流により T_1 のゲート・ソース間寄生容量 C_S が充電されて、検出ノード N_1 の電位が上昇する。検出ノード N_1 の電位の変化に応じて、読み出しノード N_2 の電位が変化するため、この変化を読み出し回路 120 に含まれる増幅器（アンプ）AMP で増幅する。

【0081】

このようにして、行線 WL_0 に対応する 1 又は複数のセンサーセルからの検出信号が列（カラム）毎に読み出される。その後、他の行線 WL （ $WL_1 \sim WL_{239}$ ）が順次選択され、上記と同様にして各センサーセルから検出信号が読み出される。

【0082】

以上説明したように、初期状態（すなわち赤外線が遮断されている状態）での検出ノード N_1 の電位が駆動トランジスタ T_1 のしきい値電圧に対応する電圧値に設定されるから、 T_1 のしきい値電圧のばらつきがある場合でも、ばらつきの影響を抑えることができる。

【0083】

センサーアレイなどでは、各センサーセルのトランジスタのしきい値電圧のばらつきによって、赤外線源の温度が同じであっても、センサーセル間で読み出される信号電圧にばらつきが生じるおそれがある。本実施形態のセンサーデバイスによれば、各センサーセルに含まれるトランジスタのしきい値電圧のばらつきによる検出信号電圧（読み出し信号電圧）のばらつきを低減することができる。その結果、センサーデバイスの検出精度（分解能）を高めることが可能になる。

【0084】

なお、プログラム期間 T_P 及び読み出し期間 T_R のタイミングについては、上記のように順次 1 行毎にプログラミングと読み出しとを繰り返していく方法の他に、種々の方法が可能である。例えば、赤外線計測に先立って全てのセンサーセルについて同時にプログラミングを行う方法も可能である。

【0085】

4. 電子機器

図 14 に本実施形態の検出装置やセンサーデバイスを含む電子機器の構成例を示す。この電子機器は、例えば赤外線カメラであって、光学系 200、センサーデバイス 210、画像処理部 220、処理部 230、記憶部 240、操作部 250、表示部 260 を含む。なお本実施形態の電子機器は図 14 の構成に限定されず、その構成要素の一部（例えば光学系、操作部、表示部等）を省略したり、他の構成要素を追加するなどの種々の変形実施が可能である。

【0086】

光学系 200 は、例えば 1 又は複数のレンズや、これらのレンズを駆動する駆動部などを含む。そしてセンサーデバイス 210 への物体像の結像などを行う。また必要であればフォーカス調整なども行う。

【0087】

センサーデバイス 210 は、図 12 (A) 等で説明したものであり、物体像の撮像処理

10

20

30

40

50

を行う。画像処理部 220 は、センサーデバイス 210 からのデジタルの画像データ（画素データ）に基づいて、画像補正処理などの各種の画像処理を行う。

【0088】

処理部 230 は、電子機器の全体の制御を行ったり、電子機器内の各ブロックの制御を行う。この処理部 230 は、例えば CPU 等により実現される。記憶部 240 は、各種の情報を記憶するものであり、例えば処理部 230 や画像処理部 220 のワーク領域として機能する。操作部 250 は、ユーザが電子機器を操作するためのインターフェースとなるものであり、例えば各種ボタンや GUI（Graphical User Interface）画面などにより実現される。表示部 260 は、例えばセンサーデバイス 210 により取得された画像や GUI 画面などを表示するものであり、液晶ディスプレイや有機 EL ディスプレイなどの各種のディスプレイや投射型表示装置などにより実現される。

10

【0089】

なお本実施形態は、FPA（Focal Plane Array：焦点面アレイ）を用いた赤外線カメラや赤外線カメラを用いた電子機器に適用できる。赤外線カメラを適用した電子機器としては、例えば夜間の物体像を撮像するナイトビジョン機器、物体の温度分布を取得するサーモグラフィー機器、人の侵入を検知する侵入検知機器、物体の物理情報の解析（測定）を行う解析機器（測定機器）、火や発熱を検知するセキュリティ機器、工場などに設けられる FA（Factory Automation）機器などが想定できる。ナイトビジョン機器を車載機器に適用すれば、車の走行時に夜間の人等の姿を検知して表示することができる。またサーモグラフィー機器に適用すれば、インフルエンザ検疫等に利用することができる。

20

【0090】

なお、以上のように本実施形態について詳細に説明したが、本発明の新規事項および効果から実体的に逸脱しない多くの変形が可能であることは当業者には容易に理解できるであろう。従って、このような変形例はすべて本発明の範囲に含まれるものとする。例えば、明細書又は図面において、少なくとも一度、より広義または同義な異なる用語（第 1 の電源ノード、第 2 の電源ノード）と共に記載された用語（VSS ノード、VDD ノード）は、明細書又は図面のいかなる箇所においても、その異なる用語に置き換えることができる。また検出装置、センサーデバイス及び電子機器の構成、動作も本実施形態で説明したものに限定されず、種々の変形実施が可能である。

【符号の説明】

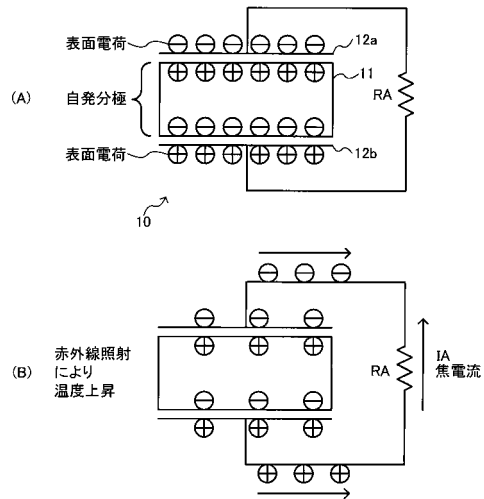
30

【0091】

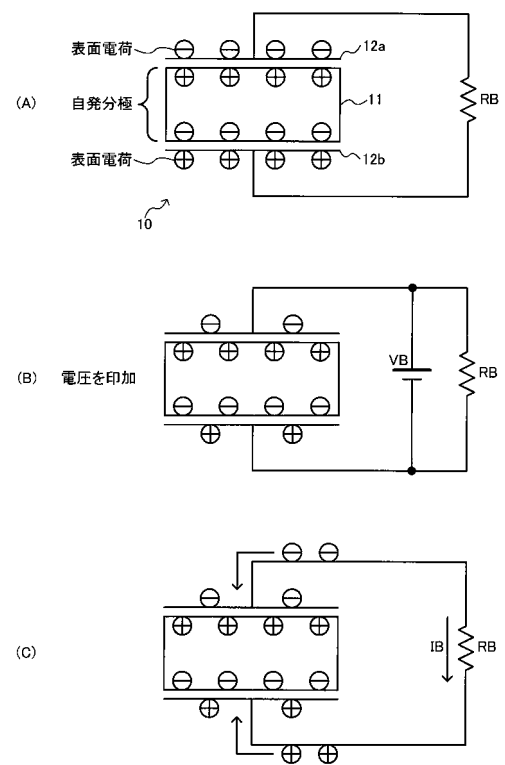
10 焦電素子、11 焦電体、12 電極、20 検出回路、
30 読み出し回路、40 補償回路、100 センサーアレイ、
110 行選択回路（行ドライバー）、120 読み出し回路、130 A/D 変換部、
140 カラム走査回路、150 制御回路、200 光学系、
210 センサーデバイス、220 画像処理部、230 処理部（CPU）、
240 記憶部、250 操作部、260 表示部、
CMP 制御信号、CS ゲート・ソース間寄生容量、N1 検出ノード、
N2 読み出しノード、T1 駆動トランジスター、
T2 プログラミング用トランジスター、T3 電流パス用トランジスター

40

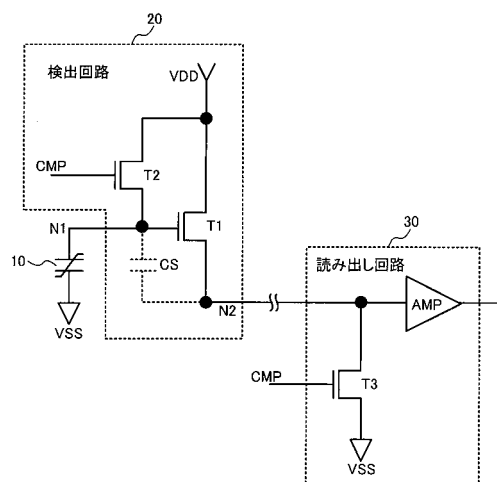
【図 1】



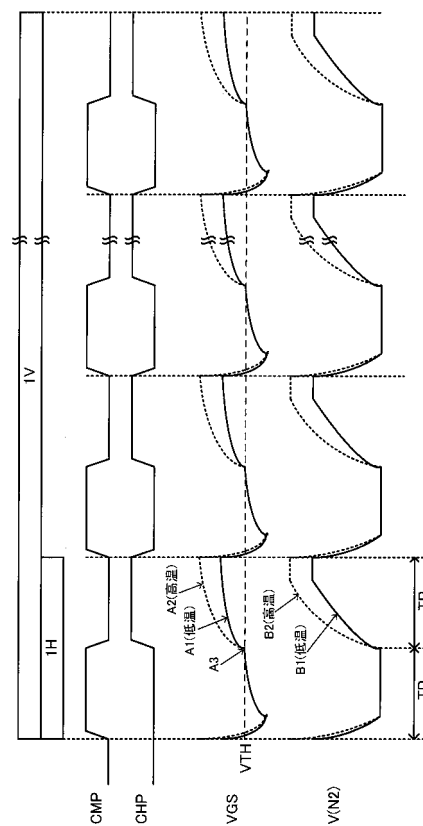
【図 2】



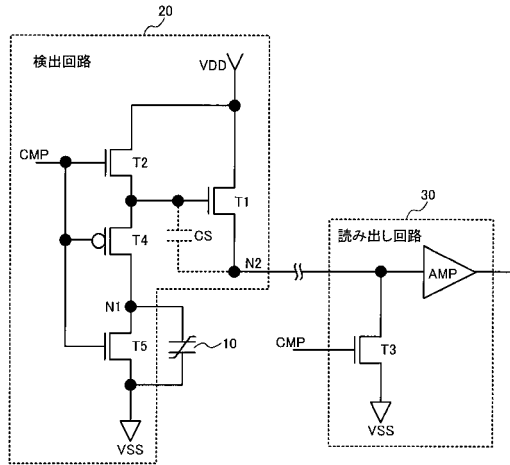
【図 3】



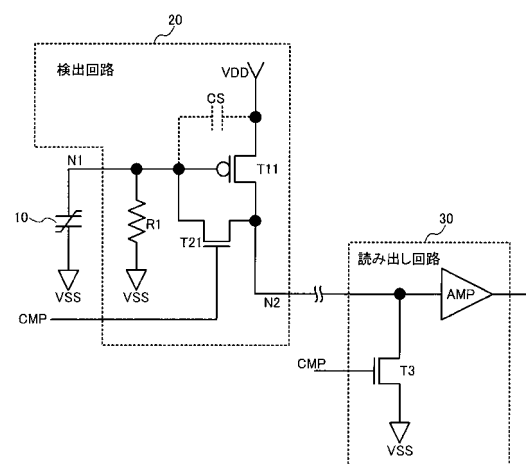
【図 4】



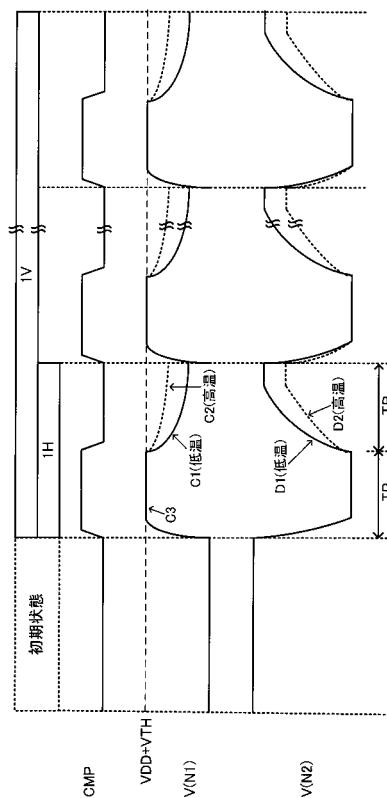
【図 5】



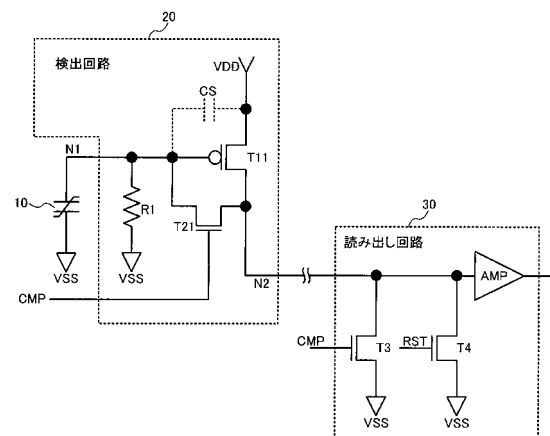
【図 6】



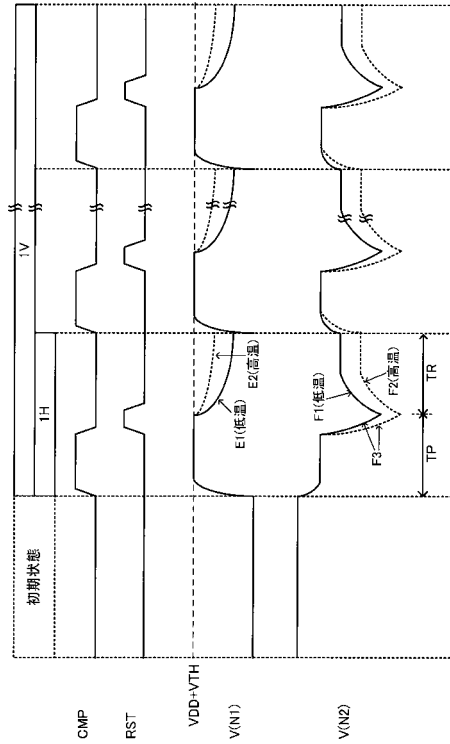
【図 7】



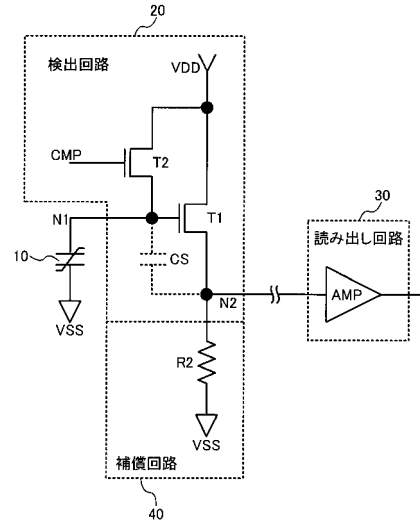
【図 8】



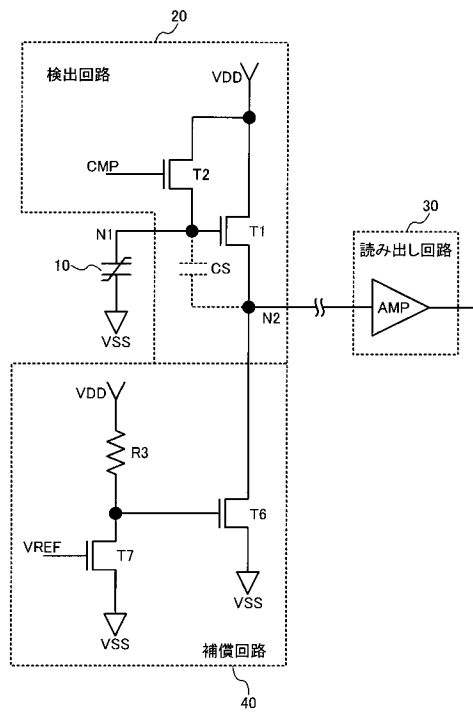
【図 9】



【図 10】

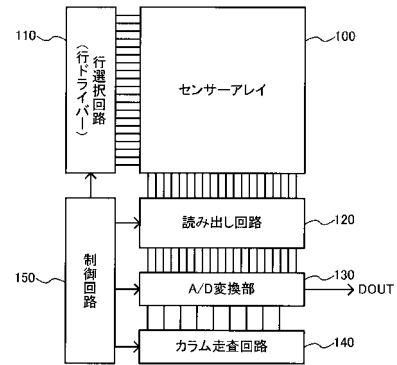


【図 11】

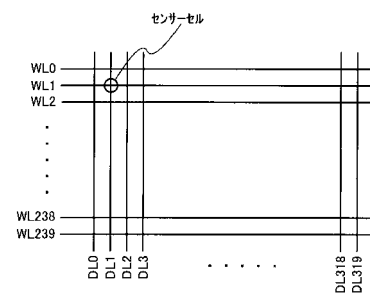


【図 12】

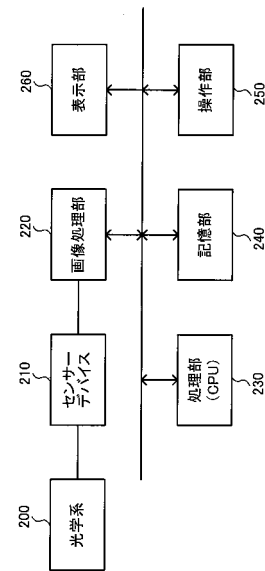
(A)



(B)



【 図 1 4 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 1 1 - 2 7 4 4 6 3 (J P , A)
特開平 0 6 - 2 6 5 4 1 1 (J P , A)
特開昭 5 9 - 1 4 2 4 2 7 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 1 5 8 9 1 6 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 3 0 0 4 7 5 (J P , A)
特開平 1 1 - 3 1 7 9 1 0 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 1 8 1 1 0 6 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 1 0 1 0 0 5 (J P , A)
特開平 0 8 - 0 3 2 0 6 5 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 1 J	1 / 4 2
G 0 1 J	1 / 0 2
G 0 1 J	1 / 4 4
G 0 1 J	5 / 0 0
H 0 4 N	5 / 3 0
H 0 1 L	2 7 / 1 4