

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4875349号
(P4875349)

(45) 発行日 平成24年2月15日 (2012.2.15)

(24) 登録日 平成23年12月2日 (2011.12.2)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 27/14 (2006.01)	HO 1 L 27/14 K
GO 1 T 1/20 (2006.01)	GO 1 T 1/20 E
GO 1 T 1/24 (2006.01)	GO 1 T 1/20 G
HO 1 L 31/09 (2006.01)	GO 1 T 1/24
HO 1 L 27/146 (2006.01)	HO 1 L 31/00 A

請求項の数 7 (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2005-338677 (P2005-338677)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成17年11月24日 (2005.11.24)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2007-149749 (P2007-149749A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成19年6月14日 (2007.6.14)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成20年11月14日 (2008.11.14)		弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】放射線検出装置、放射線撮像システム、および検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板上に配された複数の駆動配線及び複数の信号線と、
前記複数の駆動配線と前記複数の信号線の行列配置に対応して配された複数の画素要素と、

前記複数の画素要素の上に配された半導体層と、

前記半導体層の上に配された透明電極と、

前記複数の駆動配線及び前記複数の信号線のうち少なくとも一方を外部回路と接続する端子部と、を含み、

前記複数の画素要素のそれぞれは、個別電極を備えるスイッチング素子を含み、

前記半導体層及び前記透明電極は、解像度に応じた所定の数の前記画素要素のグループをそれぞれ単一画素として機能させるように、前記所定の数の画素要素にまたがって配され、

前記端子部は、前記複数の駆動配線及び前記複数の信号線のうち前記少なくとも一方と同時に前記基板上に形成された第1の引出し電極、前記第1の引出し電極の上に前記個別電極と同時に形成された第2の引出し電極、及び前記第2の引出し電極の上に前記透明電極と同時に形成された端子接続部を含み、

前記端子接続部は、前記解像度に応じた所定の数の前記第2の引出し電極ごとにまたがって配されることによって、前記複数の駆動配線及び前記複数の信号線のうち前記少なくとも一方を前記所定の数ごとに統合する、

ことを特徴とする検出装置。

【請求項 2】

前記端子接続部の上に開口を有する保護膜をさらに含み、
前記端子接続部は、前記開口を介して前記外部回路と接続される、
ことを特徴とする請求項 1 に記載の検出装置。

【請求項 3】

前記スイッチング素子は、前記駆動配線に接続されたゲート電極、前記信号線に接続されたソース電極及びドレイン電極の一方、及び前記個別電極に接続されたソース電極及びドレイン電極の他方を備える薄膜トランジスタを含む、
ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の検出装置。

10

【請求項 4】

前記半導体層が光電変換を行う請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の検出装置と、
前記半導体層の上に配置された、入射する放射線を前記半導体層が感知可能な波長帯域の光に変換する波長変換体と、を有する、
ことを特徴とする放射線検出装置。

【請求項 5】

前記半導体層が放射線を直接電気信号に変換する材料によって構成された請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の検出装置を有する、
ことを特徴とする放射線検出装置。

【請求項 6】

請求項 4 又は 5 に記載の放射線検出装置と、
前記放射線検出装置からの信号を処理する信号処理手段と、
前記信号処理手段からの信号を記録するための記録手段と、
前記信号処理手段からの信号を表示するための表示手段と、
前記信号処理手段からの信号を伝送するための伝送処理手段と、
前記放射線を発生させるための放射線源と、を備える、
ことを特徴とする放射線撮像システム。

20

【請求項 7】

検出装置の製造方法であって、

前記検出装置は、基板上に配された複数の駆動配線及び複数の信号線、前記複数の駆動配線と前記複数の信号線の行列配置に対応して配された複数の画素要素、前記複数の画素要素の上に配された半導体層、前記半導体層の上に配された透明電極、並びに前記複数の駆動配線及び前記複数の信号線のうち少なくとも一方を外部回路と接続する端子部、を含み、

30

前記複数の画素要素のそれぞれは個別電極を備えるスイッチング素子を含み、

前記端子部は、前記基板上に配された第 1 の引出し電極、前記第 1 の引出し電極の上に配された第 2 の引出し電極、及び前記第 2 の引出し電極の上に配された端子接続部を含み、

前記基板上に前記複数の駆動配線及び前記複数の信号線のうち前記少なくとも一方、及び前記第 1 の引出し電極を同時に形成する第 1 の工程と、

40

前記個別電極、及び前記第 2 の引出し電極を同時に形成する第 2 の工程と、

解像度に応じた所定の数の前記画素要素のグループをそれぞれ単一画素として機能させるように前記所定の数の画素要素にまたがって前記半導体層を形成する第 3 の工程と、

前記所定の数の画素要素にまたがって前記透明電極を形成すると同時に、前記解像度に応じた前記所定の数の前記第 2 の引出し電極ごとにまたがって、前記複数の駆動配線及び前記複数の信号線のうち前記少なくとも一方を前記所定の数ごとに統合するように前記端子接続部を形成する第 4 の工程と、を含む、

ことを特徴とする検出装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、可視光、赤外線等の光を電気信号に変換する光電変換装置、これを用いた放射線検出装置、および放射線撮像システムに係り、とくにX線、 γ 線などの放射線を検出するデジタル放射線検出装置に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

デジタル放射線検出装置は、未だ用途が限られており、量産効果による低価格化が図れていない装置である。特に医療用途においては、放射被曝低減、即ち、特性向上の要望が強く、且つ、低価格化も望まれている。このことは、デジタル放射線検出装置が広く普及する上で必須の課題となっている。

10

【 0 0 0 3 】

このような事情を背景にして、特許文献1ではM I S (Metal Insulator Semiconducto r) 型センサパネルが提案され、低価格な放射線検出装置が実現されている。この装置では、T F T (Thin Film Transistor: 薄膜トランジスタ) 素子とセンサ素子の層構成が同様なM I S 構造であることから、製造工程における簡略化が図られている。特に、C V D (Chemical Vapor Deposition) 装置を共有可能にしたことで、低価格化を実現している。

【 特許文献1 】 米国特許第 6 0 7 5 2 5 6 号明細書

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

20

【 0 0 0 4 】

しかしながら、今後更に、広くデジタル放射線検出装置を普及させるためには、現状の価格、センサ特性、仕様から低価格、高機能であり、且つ、様々な分野において様々な種類及び特性のセンサパネルを提供することが必要となる。また、広く普及することが、量産効果を誘導し、更に、低価格装置を実現できることにもなる。

【 0 0 0 5 】

例えば、医療分野においては、撮影部位として、胸部撮影と比較的高精細が必要とされる乳房撮影の差異、或いは、撮影用途として手術目的の動画像、または、一般撮影の静止画像など、求められる特性が異なり、その結果、画素サイズは様々となる。

【 0 0 0 6 】

30

本発明は、このような従来の事情を考慮してなされたもので、様々な画素サイズの高機能センサパネルを低価格で実現することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

本発明の1つの側面は検出装置にかかり、基板上に配された複数の駆動配線及び複数の信号線と、前記複数の駆動配線と前記複数の信号線の行列配置に対応して配された複数の画素要素と、前記複数の画素要素の上に配された半導体層と、前記半導体層の上に配された透明電極と、前記複数の駆動配線及び前記複数の信号線のうち少なくとも一方を外部回路と接続する端子部と、を含み、前記複数の画素要素のそれぞれは、個別電極を備えるスイッチング素子を含み、前記半導体層及び前記透明電極は、解像度に応じた所定の数の前記画素要素のグループをそれぞれ単一画素として機能させるように、前記所定の数の画素要素にまたがって配され、前記端子部は、前記複数の駆動配線及び前記複数の信号線のうち前記少なくとも一方と同時に前記基板上に形成された第1の引出し電極、前記第1の引出し電極の上に前記個別電極と同時に形成された第2の引出し電極、及び前記第2の引出し電極の上に前記透明電極と同時に形成された端子接続部を含み、前記端子接続部は、前記解像度に応じた所定の数の前記第2の引出し電極ごとにまたがって配されることによって、前記複数の駆動配線及び前記複数の信号線のうち前記少なくとも一方を前記所定の数ごとに統合する、ことを特徴とする。

40

【 発明の効果 】

【 0 0 1 2 】

50

本発明によれば、同一のTFTアレイ基板などの複数のスイッチング素子が形成された基板から、画素サイズが異なる様々な種類のパネルを実現することが可能になる。これにより、多品種パネルの共通化が達成でき、製造工程を簡略化することが可能となる。その結果、様々な画素サイズの高機能センサパネルを低価格で実現することが可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明に係る放射線検出装置、放射線撮像システム、および光電変換装置を実施するための最良の形態について図面を参照して説明する。

【実施例1】

【0014】

本発明の第1の実施例では、MIS型センサを用いた放射線検出装置について述べる。本実施例の放射線検出装置は、放射線を波長変換体であるシンチレータ層（蛍光体層）で光に変換し、光電変換素子で電気信号に変換する間接変換型のものに適用している。この放射線検出装置で用いる光電変換装置は、駆動配線と信号線に接続されたスイッチング素子としてのTFT素子と、そのTFT素子に接続されたセンサ素子とから構成されている。この構成において、駆動配線と信号線の行列配置により決定される画素要素が配列され、1つの画素として形成されるセンサ素子が複数の画素要素に接続されている。画素要素に接続されている複数の信号線は、夫々の端子部に接続され、1端子に統合されている。複数の駆動配線も、夫々の端子部に接続され、1端子に統合されている。

【0015】

図1に本実施例による放射線検出装置の模式的平面図を示す。図中、11はスイッチング素子を形成するTFT部、12は個別電極である。13はTFT部11のゲート電極に制御信号を送る駆動配線、14はセンサ部21からの信号をTFT部11のソース・ドレインを介して読み出す信号線である。21はセンサ素子を構成するセンサ部（図中、二点鎖線の輪郭で表示）である。22は端子接続部、15は端子接続部22に設けられる駆動配線13及び信号線14の引出し端子部、23は端子接続部22に設けられる最終引出し端子開口部である。駆動配線13の引出し端子部15は、最終引出し端子開口部23を介して駆動回路（非図示）に、また信号線14の引出し端子部15は、最終引出し端子開口部23を介して読み出し回路（非図示）にそれぞれ接続される。

【0016】

図中の例では、センサ部21上に波長変換体としてのシンチレータ（非図示）が実装される。シンチレータの実装工程は、センサパネル上にシンチレータ（蛍光体）を積層させたカーボンやフィルムに貼り合わせる方式でも、センサパネル上に直接シンチレータを堆積させる方式でも、いずれでも適用可能である。この構成において、X線等の放射線は、シンチレータ（非図示）により光電変換素子で検出可能な波長の光に変換され、その光がセンサ部21に入射する。入射光は、センサ部21にて光電変換及び蓄積され、その信号がTFT部11の転送動作により読み出し回路（非図示）に読み出される。

【0017】

本実施例では、TFT部11から成る2×2の画素要素が単一画素として機能している。即ち、2×2の画素要素上に1個のセンサ部21が配置されている。これに合わせて、TFT部11のゲート電極に接続される駆動配線13及びSD（ソース/ドレイン）電極に接続される信号線14は、引出し接続部22において、2ライン分が引出し端子部15を介して互いに接続される。これにより、単一画素を構成するセンサ部21毎に2×2の画素要素を成す複数のTFT部11の同時駆動および同時読み出しが可能な構造となっている。この接続構造は、TFTアレイ上、即ち、個別電極12上に形成されるセンサ部21を作成する段階で同時に形成される。また、本実施例では、2×2の画素要素を1画素として機能させているが、画素サイズはこれに限らず、例えば3×3の画素要素を1画素として機能させてもよく、1×1の画素要素を1画素として機能させてもよい。

【0018】

図2は、図1中のA-A部の模式的断面図を示す。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 9 】

図2において、101はガラス基板、102はゲート電極、103はゲート絶縁膜、104はTF T半導体層、105はTF Tチャンネル保護膜、106はオーミックコンタクト層、107はTF T SD電極である。108は保護層、109は層間絶縁層、110は個別電極である。また、201はセンサ絶縁層、202はセンサ半導体層、203はキャリアブロッキング層、204はセンサ透明電極、205はセンサバイアス線、206は保護膜である。このように、TF Tアレイ上に、層間絶縁層109を介して、センサ部を形成することにより、開口率を上げ、また信号線などの配線幅を広げてノイズを低減させ、センサ感度向上を達成することができる。

【 0 0 2 0 】

本実施例では、センサ半導体層202が複数の個別電極110にまたがって配置されている。これによれば、1つの画素要素が欠陥であっても、他の3つの画素要素で駆動でき、画素欠陥低減に効果があり、画像品位を向上させる利点もある。

【 0 0 2 1 】

図3は、図1中のB - B部の模式的断面図を示す。

【 0 0 2 2 】

図3において、101はガラス基板、103はゲート絶縁膜、108、206は保護膜、301は図2においてTF T SD電極107と同時に形成される引出し電極、302は図2において個別電極110と同時に形成される引出し電極、303は図2においてセンサ透明電極204と同時に形成される端子接続部、304は最終引出し端子開口部である。

【 0 0 2 3 】

以上説明したように、本実施例では、例えば、 2×2 の画素要素が単一画素として機能させるため、 2×2 画素要素上に1個のセンサを配置し、引出し接続部においても、2ラインを引出し端子部で接続して同時駆動、同時読出しが可能な構造としている。この接続構造は、前述のようにTF Tアレイ上にセンサ部を作成する段階で同時に形成される。本実施例では、 2×2 の画素要素を1画素として機能させる場合を例示しているが、例えば 3×3 の画素要素を1画素として機能させたり、 1×1 の画素要素を1画素として機能させたりすることも可能である。

【 0 0 2 4 】

従って、本実施例によれば、同一のTF Tアレイ基板を用いて画素サイズが異なる様々な種類のパネルを実現することができる。これにより、多品種パネルの共通化が達成でき、製造工程を簡略化することが可能となる。その結果、低価格化と特性向上が同時に達成できる。

【 0 0 2 5 】

なお、図2で示したセンサ部を統合した構造、及び、図3で示した端子部を統合した構造は、どちらか一方の構造を採用することで十分に低価格化が達成できる。例えば、図2の構造は、開口率が向上し、複数ライン駆動など駆動方法を工夫すれば本質的な低価格化と高機能化が達成できる。また、図3の構造は、外付けのドライバー及びアンプICの固執を削減できる利点がある。しかし、最大の効果を出すためには、両構造を採用することが望ましい。また本実施例では、M I S型センサを例にとって述べているが、基本的には、P I N型センサにおいても同様に本発明は有効に機能する。

【 0 0 2 6 】

なお、本実施例では、アモルファスシリコンTF Tとして、逆スタガ型（ボトムゲート型）のものを用いているが、スタガ型（トップゲート型）のものを用いてもよい。また、アモルファスシリコンTF Tの代わりにポリシリコンTF Tを用いてもよい。

【 0 0 2 7 】

また、本実施例では、スイッチング素子の例としてTF Tを用いた場合を説明しているが、本発明は必ずしもこれに限定されるものではない。例えば、スイッチング素子として、ダイオードを用いたものでもよい。

10

20

30

40

50

【実施例 2】

【0028】

本発明の第2の実施例では、LCD (Liquid Crystal Display) パネルの TFT アレイ基板を利用した放射線検出装置について説明する。

【0029】

図4は本実施例の模式的平面図である。図中、11はTFT部、12は個別電極、13は駆動配線、14は信号線、15は引出し端子部、21はセンサ部(図中、二点鎖線の輪郭で表示)である。本実施例は3×3画素のセンサであり、1画素は3画素要素(LCDで用いるカラーフィルタの赤、緑、青の三原色パターンに対応する画素要素)より構成されている。

10

【0030】

本実施例では、3個の画素要素が1画素を構成しているが、このとき、統合された1画素は正方形であり、個々の画素要素は複数等分された長方形である。即ち、TFTアレイまでは、液晶表示素子で用いられる画素構造であり、安価に大量生産されている構造であり、センサを低価格する上で利点の大きい画素構成である。勿論、個別電極12からセンサと同様、統合することも考えられる。

【0031】

従って、本実施例によれば、前述と同様の効果に加え、LCDで大量生産されるTFTアレイ基板をそのまま利用して放射線検出装置を製造することができ、より一層の低価格化を実現することが可能になる。

20

【実施例 3】

【0032】

前述した各実施例では、入射される放射線をシンチレータで光に変換して光電変換素子で検出する間接変換型センサを用いた放射線検出装置を例示している。これに対し、本発明の第3の実施例では、入射される放射線を直接電気信号に変換するCdTeなどの直接型センサを用いた放射線検出装置について述べる。

【0033】

図5は本実施例の模式的断面図である。図中、101はガラス基板、102はゲート電極、103はゲート絶縁膜、104はTFT半導体層、105はTFTチャンネル保護膜、106はオーミックコンタクト層、107はTFT SD電極である。108は保護層、109は層間絶縁層、110は個別電極である。また、301は導電性樹脂接続部、302はセンサ部個別電極、303はCdTe等直接変換材料(半導体素子)、304はセンサ共通電極である。本実施例は、TFTアレイの複数の画素要素がセンサアレイの1画素に接続されている。そのため、接続方法は、図5の様に一括であっても、個別であっても基本的に同様である。この構成において、X線等の放射線は、直接変換材料303で電気信号に変換され、TFT部の転送動作により読み出し回路(非図示)に読み出される。

30

【0034】

なお、本実施例では、直接型センサを構成する直接変換材料(半導体素子)としてCdTeを例示しているが、本発明にこれに限定されるものではなく、例えばa-Se(アモルファスセレン)材料などでもよい。

40

【0035】

なお、上述した各実施例では、放射線検出装置を説明しているが、本発明は必ずしもこれに限らず、完全積層型の光電変換装置にも適用可能である。例えば、基板上に、光を電気信号に変換する光電変換素子と、該光電変換素子で変換された電気信号を転送するスイッチング素子とを有する画素を複数有してなる光電変換装置に用いることができる。この場合、画素は、基板上に配置された複数のスイッチング素子と、複数のスイッチング素子上に配置され、複数のスイッチング素子に接続された光電変換素子とで構成される。

【実施例 4】

【0036】

本発明の第4の実施例では、本発明に係る放射線検出装置を用いた放射線撮像システム

50

について説明する。

【 0 0 3 7 】

図 6 は本実施例の概要図である。図 6 において、X 線チューブ 6 0 5 0 で発生した X 線 6 0 6 0 は患者あるいは被験者 6 0 6 1 の胸部 6 0 6 2 を透過し、シンチレータを上部に実装した放射線検出装置 6 0 4 0 に入射する。この入射した X 線には患者 6 0 6 1 の体内部の情報が含まれている。X 線の入射に対応してシンチレータは発光し、これを光電変換して、電気的情報を得る。この情報はデジタルに変換され、イメージプロセッサ 6 0 7 0 により画像処理され制御室のディスプレイ 6 0 8 0 で観察できる。

【 0 0 3 8 】

また、この情報は電話回線 6 0 9 0 等の伝送手段により遠隔地へ転送でき、別の場所のドクタールームなどディスプレイ 6 0 8 1 に表示もしくは光ディスク等の保存手段に保存することができ、遠隔地の医師が診断することも可能である。またフィルムプロセッサ 6 1 0 0 によりフィルム 6 1 1 0 に記録することもできる。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 3 9 】

本発明は、完全積層型の光電変換装置及びこれを用いた放射線検出装置の用途に適用でき、とくに医療画像診断装置、非破壊検査装置、放射線を用いた分析装置などに応用できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 0 】

【図 1】本発明の第 1 の実施例に係る放射線検出装置の模式的平面図である。

【図 2】図 1 の A - A 部の模式的断面図である。

【図 3】図 1 の B - B 部の模式的断面図である。

【図 4】本発明の第 2 の実施例に係る LCD パネルの TFT アレイを利用した放射線検出装置の模式的平面図である。

【図 5】本発明の第 3 の実施例に係る直接型放射線検出装置の模式的断面図である。

【図 6】本発明の第 3 の実施例に係る放射線検出装置を用いた放射線撮像システムを説明する概要図である。

【符号の説明】

【 0 0 4 1 】

- 1 1 TFT 部
- 1 2 個別電極
- 1 3 駆動配線
- 1 4 信号線
- 1 5 引出し端子部
- 2 1 センサ部
- 2 2 端子接続部
- 2 3 最終引出し端子開口部
- 1 0 9 層間絶縁層
- 1 1 0 個別電極
- 2 0 1 センサ絶縁層
- 2 0 2 センサ半導体層
- 2 0 4 センサ透明電極
- 2 0 5 センサバイアス線
- 2 0 6 保護膜
- 3 0 1 導電性樹脂接続部
- 3 0 2 センサ部個別電極
- 3 0 3 CdTe 等直接変換材料
- 3 0 4 センサ共通電極

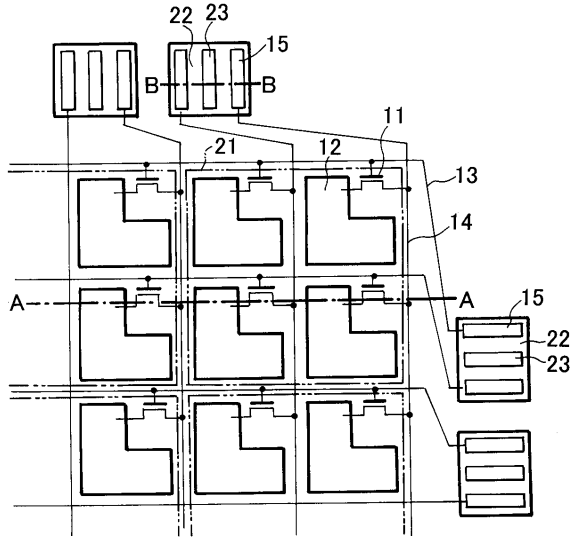
10

20

30

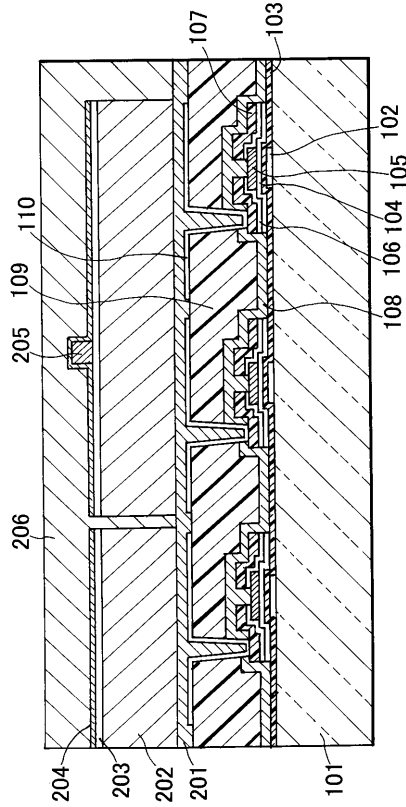
40

【図1】



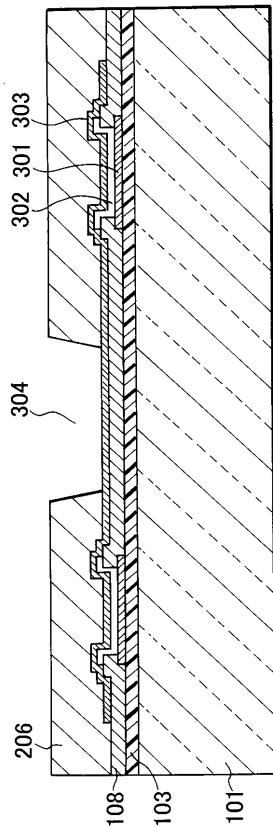
- 11: TFT部
- 12: 個別電極
- 13: 駆動配線
- 14: 信号線
- 15: 引出し端子部
- 21: センサ部
- 22: 端子接続部
- 23: 最終引出し端子開口部

【図2】



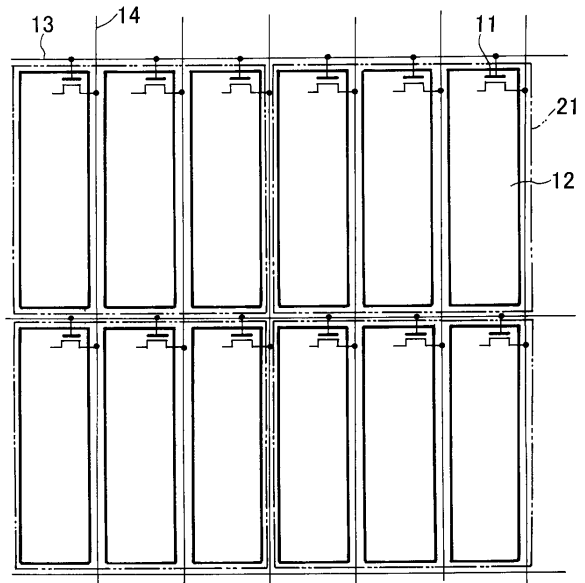
- 101: ガラス基板
- 102: ゲート電極
- 103: ゲート絶縁膜
- 104: TFT半導体層
- 105: TFTチャネル絶縁膜
- 106: オーミックコンタクト層
- 107: センサ半導体層
- 108: TFT SD電極
- 109: 保護層
- 110: 層間絶縁層
- 201: センサ絶縁層
- 202: センサ半導体層
- 203: キャリアブロッキング層
- 204: センサ透明電極
- 205: センサバイアス線
- 206: 保護膜

【図3】



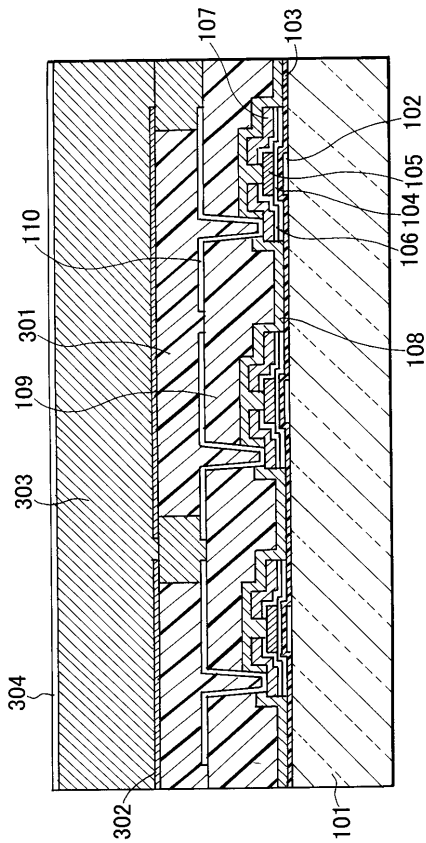
- 101: ガラス基板
- 103: ゲート絶縁膜
- 108: 保護層
- 206: 保護層
- 301, 302: 引出し電極
- 303: 端子接続部
- 304: 最終引出し端子開口部

【図4】



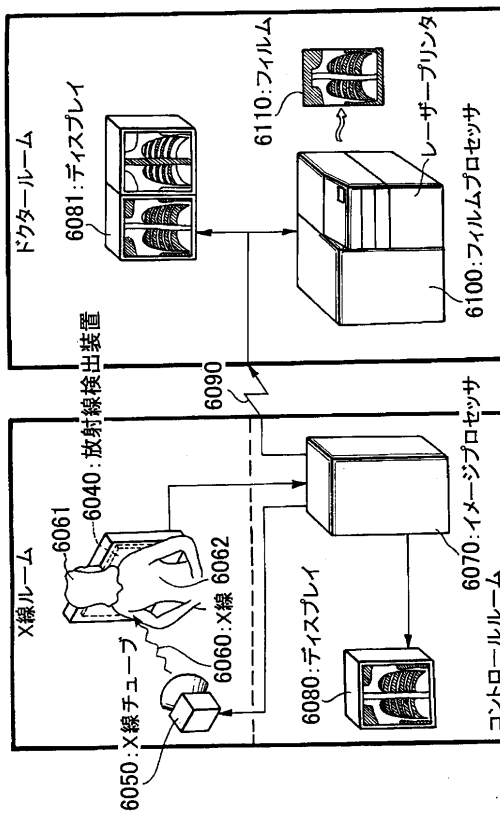
- 11: TFT部
- 12: 個別電極
- 13: 駆動配線
- 14: 信号線
- 21: センサ部

【 図 5 】



- 101: ガラス基板
- 102: ゲート電極
- 103: ゲート絶縁膜
- 104: TFT半導体層
- 105: TFTチャネル保護膜
- 106: オーム性コンタクト層
- 107: TFT SD電極
- 108: 保護層
- 109: 層間絶縁層
- 110: 個別電極
- 301: 導電性樹脂接続部
- 302: センサ部個別電極
- 303: CdTe等直接変換材料
- 304: センサ共通電極

【 図 6 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 4 N 5/32 (2006.01) H 0 1 L 27/14 C
H 0 4 N 5/32

(72)発明者 望月 千織
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
(72)発明者 渡辺 実
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
(72)発明者 石井 孝昌
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 栗野 正明

(56)参考文献 特開2004-015002(JP,A)
特開2001-320039(JP,A)
特開平05-095514(JP,A)
特開平05-145859(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 1 L 2 7 / 1 4
G 0 1 T 1 / 2 0
G 0 1 T 1 / 2 4
H 0 1 L 2 7 / 1 4 6
H 0 1 L 3 1 / 0 9
H 0 4 N 5 / 3 2