

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5207583号
(P5207583)

(45) 発行日 平成25年6月12日 (2013. 6. 12)

(24) 登録日 平成25年3月1日 (2013. 3. 1)

(51) Int. Cl.	F I
H O 1 L 31/09 (2006. 01)	H O 1 L 31/00 A
G O 1 T 1/20 (2006. 01)	G O 1 T 1/20 E
G O 1 T 1/24 (2006. 01)	G O 1 T 1/24
G O 1 T 7/00 (2006. 01)	G O 1 T 7/00 A
H O 1 L 27/144 (2006. 01)	H O 1 L 27/14 K

請求項の数 9 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2005-214226 (P2005-214226)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成17年7月25日 (2005. 7. 25)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2007-35773 (P2007-35773A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成19年2月8日 (2007. 2. 8)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成20年7月24日 (2008. 7. 24)		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】 放射線検出装置および放射線検出システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

互いに反対側の面である第1面と第2面とを有する光透過性の絶縁基板と前記絶縁基板の前記第1面の上に配された複数の画素とを有するセンサ基板を含み、前記絶縁基板に対して前記センサ基板の裏面側である前記第2面の側から光を照射する光源を備えたシステムに取り付けられる放射線検出装置であって、

前記複数の画素のそれぞれは、前記センサ基板の表面側に配されていて前記センサ基板の表面側から照射される放射線を光に変換する波長変換体と、該光を電気信号に変換する光電変換素子と、前記光電変換素子の全体領域のうちの一部と前記絶縁基板との間に配されたスイッチ素子と、前記光電変換素子と前記スイッチ素子との間及び前記光電変換素子と前記絶縁基板との間に配された光透過性の層間絶縁層とを備え、

前記光電変換素子は、前記絶縁基板の側から順に配された第1電極、a - S iからなる半導体層、及び第2電極を備え、

前記第1電極は、前記光源からの光を透過させるように光透過性導電材料で構成され、

前記スイッチ素子は、前記光電変換素子からの前記電気信号を伝達するチャネル部、及び前記チャネル部に対して前記光源からの光を遮光するように配された遮光性部材を備え、前記光源からの光は、前記層間絶縁層における前記光電変換素子と前記絶縁基板の間の部分及び前記第1電極を透過して、前記光電変換素子の前記全体領域のうちの他の部分に入射する、

ことを特徴とする放射線検出装置。

【請求項 2】

互いに反対側の面である第 1 面と第 2 面とを有する光透過性の絶縁基板と前記絶縁基板の前記第 1 面の上に配された複数の画素とを有するセンサ基板、及び、前記絶縁基板に対して前記センサ基板の裏面側である前記第 2 面の側から光を照射する光源を備えた放射線検出装置であって、

前記複数の画素のそれぞれは、前記センサ基板の表面側に配されていて前記センサ基板の表面側から照射される放射線を光に変換する波長変換体と、該光を電気信号に変換する光電変換素子と、前記光電変換素子の全体領域のうちの一部と前記絶縁基板との間に配されたスイッチ素子と、前記光電変換素子と前記スイッチ素子との間及び前記光電変換素子と前記絶縁基板の間に配された光透過性の層間絶縁層とを備え、

前記光電変換素子は、前記絶縁基板の側から順に配された第 1 電極、a - S i からなる半導体層、及び第 2 電極を備え、

前記第 1 電極は、前記光源からの光を透過させるように光透過性導電材料で構成され、

前記スイッチ素子は、前記光電変換素子からの前記電気信号を伝達するチャネル部、及び前記チャネル部に対して前記光源からの光を遮光するように配された遮光性部材を備え、前記光源からの光は、前記層間絶縁層における前記光電変換素子と前記絶縁基板の間の部分及び前記第 1 電極を透過して、前記光電変換素子の前記全体領域のうちの他の部分に入射する、

ことを特徴とする放射線検出装置。

【請求項 3】

前記スイッチ素子は、前記絶縁基板上に配置された薄膜トランジスタを含み、

前記遮光性部材は前記薄膜トランジスタのゲート電極である、

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の放射線検出装置。

【請求項 4】

前記遮光性部材は、前記スイッチ素子の前記チャネル部よりも大きい面積を有し、前記チャネル部と前記絶縁基板との間に配置されている、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の放射線検出装置。

【請求項 5】

前記層間絶縁層は光透過性の有機絶縁材料によって構成されている、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に放射線検出装置。

【請求項 6】

前記層間絶縁層の厚さは $2 \sim 10 \mu\text{m}$ である、

ことを特徴とする請求項 5 に記載の放射線検出装置。

【請求項 7】

前記第 1 の電極の屈折率は、前記層間絶縁層の屈折率より大きく、

前記第 1 の電極の屈折率と前記層間絶縁層の屈折率との差は、 0.2 以下である、

ことを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の放射線検出装置。

【請求項 8】

前記光電変換素子は M I S 型センサ、又は P I N 型センサを含む、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の放射線検出装置。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項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、

放射線を発生させるための放射線源と、を具備する、

ことを特徴とする放射線撮像システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、X線、線などの放射線を検出する放射線検出装置に好適に用いられ、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される。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

可視光、赤外線等の光や、X線、線などの放射線を含む電磁波を電気信号に変換する変換素子として、水素化非晶質シリコン（以下 a - S i と略記する）等の非単結晶半導体を用いた変換素子が知られている。このような変換素子を用いた放射線検出装置として、絶縁基板上に非単結晶半導体によって準備された変換素子と、非単結晶半導体によって準備された薄膜トランジスタ（以下 T F T と略記する）等のスイッチ素子とを有する画素が、2次元マトリクス状に複数配置されて構成されたフラットパネル検出器（以下 F P D と略記する）を用いたものが注目されている。この F P D は、変換素子に所定のバイアスが印加された状態で画像情報を有する放射線を変換素子により電荷に変換し、この電荷をスイッチ素子によって読み出すことにより画像情報に基づいた電気信号を取得することができるものである。このような非単結晶半導体を用いた変換素子は、長時間にわたる変換素子へのバイアス印加により、センサ特性の劣化を誘発する場合がある。そこで、撮影時以外は変換素子へ零電位バイアスを印加し、撮影時にのみ変換素子へ所定のバイアスを印加することにより、長時間使用によるセンサ特性の劣化を低減する試みがなされている。しかしながら、変換素子に対して撮影時にのみ所定のバイアス印加が行なわれると、非単結晶半導体の本質的問題である非単結晶半導体内の欠陥準位に捕獲される電荷等による不要な電流が発生し、この不要な電流がノイズの原因となって信号対ノイズ比である感度を低下させる場合がある。

10

20

【 0 0 0 3 】

このような不要な電流に起因する感度の低下に対して、変換素子への所定のバイアス印加後に所定の期間変換素子からの信号を読み出さない待機期間を設けることで、不要な電流に起因する感度の低下を低減させることは可能である。しかしながら、変換素子からの信号を読み出さない期間を設けるために、実際の装置の稼動においては即時性を考えると改善すべき点であった。

【 0 0 0 4 】

そこで、特許文献 1 に開示されている様に、a - S i を用いた変換素子である光電変換素子に対して、放射線を照射する前に画像情報を有さない光によって照射を行うことにより、変換素子への所定のバイアス印加後直ちに変換素子の撮像が可能となる駆動方法及び装置が知られている。特許文献 1 に開示された装置は、光電変換素子を設けた基板の裏面に画像情報を有さない光を照射する光源が配置され、その光源からの光が光電変換素子もしくは画素の間を通過して、光電変換素子の受光面から光を受ける構造となっている。また、特許文献 2 においても、同様な構成が開示されている。

30

【特許文献 1】特開 2 0 0 2 - 0 4 0 1 4 4 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 2 - 0 5 5 1 6 8 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

40

【 0 0 0 5 】

上記の光電変換素子では、感度の向上、即ち、出力の向上とノイズの低減は常に要求されている。具体的には、出力の向上として 1 画素における変換素子の占有面積比率である開口率の向上があげられる。一方、ノイズの低減としては、各配線抵抗の低減、言い換えれば各配線の配線幅の増大があげられる。即ち、高性能な放射線検出装置を得るための感度の向上には配線幅の増大と開口率の向上を同時に達成することが求められる。

【 0 0 0 6 】

そこで、1 画素内の変換素子とスイッチ素子との間の空間や、変換素子と信号配線もしくは駆動配線との間の空間を減らすことにより開口率を上げ、また配線幅を広げる方法が考えられる。しかしながら、前述の方法では感度は改善されるが、基板裏面からの光が通

50

り抜けるスペースが縮小されるため、その分感度低下を低減するために必要な基板裏面からの光照射にかかる時間が長くなる。つまり、動作の即時性が失われることになる。

【 0 0 0 7 】

上述の方法において、単純に動作の即時性を確保し更に最大限の感度を達成するには、基板の裏面に配置された画像情報を有さない光を照射するための光源として高出力光源を用いることにより可能となるが、装置のコンパクト性の低下、価格の上昇を引き起こす場合がある。

【 0 0 0 8 】

また、基板裏面からの光照射を行う場合、変換素子以外の T F T 等のスイッチ素子にも光が照射される。そのため、半導体素子であるスイッチ素子でも光電変換がおこるためスイッチとしての機能が失われてしまう可能性がある。

【 0 0 0 9 】

そこで、本発明では、効率良く光電変換素子等の変換素子に裏面からの画像情報を有さない光を入射させ、且つ、高感度で、且つ、即時性の高い放射線検出素子を達成するデバイス構造を提案する。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

本発明の 1 つの側面は電磁波検出装置にかかり、前記電磁波検出装置は、互いに反対側の面である第 1 面と第 2 面とを有する光透過性の絶縁基板と前記絶縁基板の前記第 1 面の上に配された複数の画素とを有するセンサ基板を含み、前記絶縁基板に対して前記センサ基板の裏面側である前記第 2 面の側から光を照射する光源を備えたシステムに取り付けられる放射線検出装置であって、前記複数の画素のそれぞれは、前記センサ基板の表面側に配されていて前記センサ基板の表面側から照射される放射線を光に変換する波長変換体と、該光を電気信号に変換する光電変換素子と、前記光電変換素子の全体領域のうちの一部と前記絶縁基板との間に配されたスイッチ素子と、前記光電変換素子と前記スイッチ素子との間及び前記光電変換素子と前記絶縁基板との間に配された光透過性の層間絶縁層とを備え、前記光電変換素子は、前記絶縁基板の側から順に配された第 1 電極、a - S i からなる半導体層、及び第 2 電極を備え、前記第 1 電極は、前記光源からの光を透過させるように光透過性導電材料で構成され、前記スイッチ素子は、前記光電変換素子からの前記電気信号を伝達するチャネル部、及び前記チャネル部に対して前記光源からの光を遮光するように配された遮光性部材を備え、前記光源からの光は、前記層間絶縁層における前記光電変換素子と前記絶縁基板の間の部分及び前記第 1 電極を透過して、前記光電変換素子の前記全体領域のうち他の部分に入射する、ことを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 5 】

本発明によれば、電磁波を電気信号に変換する変換素子の基板側の電極を光透過性とすることで光入射可能な構成とするとともに、薄膜トランジスタなどのスイッチ素子の半導体層への光入射を抑えることにより、パネル特性が安定化され、即時性も失われることなく、高信頼性の電磁波検出装置、特に放射線検出装置を実現可能となる。

【 0 0 1 6 】

更に薄膜トランジスタなどのスイッチ素子上に変換素子を設ける構造とすれば、感度も同時に向上することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 7 】

[第 1 の実施形態]

本発明の第 1 の実施形態として、変換素子としての M I S 型センサとスイッチ素子としての T F T (薄膜トランジスタ) とから構成されている画素を有する基板上に、波長変換体としてのシンチレータ層を形成した放射線検出装置について説明する。

【 0 0 1 8 】

図 1 は本発明の第 1 実施形態の放射線検出装置の 1 画素分の模式的断面図である。図 1

10

20

30

40

50

において、１１０はガラス基板等の光透過性の絶縁基板、１１２は入射するＸ線等の放射線を可視光や赤外光等のＭＩＳ型センサで感知可能な波長の光に変換する波長変換体としてのヨウ化セシウム（ＣｓＩ）等のシンチレータ層である。２０１はスイッチ素子であるＴＦＴ、２０２は変換素子であるＭＩＳ型センサ、２０３はＡｌ等からなる遮光層、２０４は第１の層間絶縁層、２０５は第２の層間絶縁層である。第１の層間絶縁層２０４、及び第２の層間絶縁層２０５は蛍光体層１１２からの光及び光透過性の絶縁基板１１０を透過する裏面に配置された光源からの光を透過するものである。

【００１９】

ガラス基板等の絶縁基板１１０上に、Ａｌ合金などの遮光層２０３を形成し、その上に、ＳＯＧ（ＳｉＯ₂）を塗布、焼成することにより、平坦化層として機能する第１の層間絶縁層（光透過性絶縁層となる）２０４を形成する。その後、ＴＦＴ、及びＭＩＳ型センサを形成する。

10

【００２０】

ＴＦＴ２０１は、基板（第１の層間絶縁層）側から順に、ゲート電極、ゲート絶縁層、*a-Si*等からなる半導体層、オーミックコンタクト層として機能する不純物半導体層、ソース・ドレイン電極で構成される。また、ＭＩＳ型センサ２０２は、基板（第１の層間絶縁層）側から順に、下電極（基板側の電極）、絶縁層、*a-Si*等からなる半導体層、キャリアブロッキング層として機能する不純物半導体層、上電極（基板とは反対側の電極）で構成される。即ち、ＴＦＴとＭＩＳ型センサとは同様な層構成である。ＭＩＳ型センサの下電極（基板側の電極）は、光透過性導電材料であるＩＴＯで形成され、ＴＦＴのゲート電極もＩＴＯで形成される。

20

【００２１】

変換素子であるＭＩＳ型センサ２０２の下電極を光透過性とする事で、下電極を介して効率よく光が照射可能となり、例えば特許文献１に開示されている様に、読み込み動作前に光照射を行い、直ちに、画像読み込みが可能となる駆動方法を採用して、即時読み込みが可能となる。図１に示すように、本実施形態の放射線検出装置では、基板１１０の裏面側（ＭＩＳ型センサ２０２が形成される面と反対面）より光照射を行った場合に、図中、矢印で示している様に、ＭＩＳ型センサ２０２の下電極から光が入射する構造となっている。また、それとともに、ＭＩＳ型センサ周辺に存在するスペースから透過した光はシンチレータ層１１２で反射し、センサ受光面より入射する構造となっている。特に半導体層は光吸収、或いは、センサ容量低減（ノイズ低減）を考えると厚膜が望ましいため、光を裏面及び受光面の両面から入射させることで、半導体層全体により効率よく光入射可能となる。一方、基板１１０の裏面側（ＭＩＳ型センサが形成される面と反対面）より光照射を行った場合でも、ＴＦＴ２０１は遮光層２０３により遮光され、誤動作が防止される。ここで、遮光層２０３は、光源からの光がＴＦＴのチャネル領域に入射されないように、ＴＦＴのチャネル領域より大きい面積で形成されることが望ましい。

30

【００２２】

図２に画素を３×３配置したときの放射線検出装置の模式的回路図を示す。図中、３０１は変換素子であるＭＩＳ型センサ、３０２はＭＩＳ型センサ３０１からの信号を信号線３０４に転送するスイッチ素子であるＴＦＴ、３０３はＴＦＴ３０２に制御信号を送るゲート駆動配線である。３０４は信号線、３０５は列方向に配置されＭＩＳ型センサ３０１の上電極に共通のバイアスを加えるセンサーバイアス線、３０６は信号線３０４と接続され、電気信号が入力される信号処理回路、３０７はゲート駆動線３０３に走査信号を加える駆動回路、３０８はＡ／Ｄ変換器などの周辺回路である。

40

【００２３】

図３は、上記放射線検出装置に光源を配置した場合の模式的断面図である。１０１は変換素子とスイッチ素子を有する画素が２次元状に複数形成されたセンサ基板、１０２はセンサ基板１０１の受光面と反対側の面（裏面）から光を照射する光源、１０３はＸ線等の放射線を放出する放射線源、１０４はＸ線等の放射線が照射される検体（ここでは人間）である。センサ基板１０１は、ガラス基板等の光透過性の絶縁基板１１０上に２次元に変

50

換素子であるMIS型センサとスイッチ素子であるTF Tとからなる画素111が配列されており、その上部にはX線等の放射線を波長変換するシンチレータ層112が配置されている。ここで、先に述べたようにMIS型センサの下電極（基板側の電極）が光透過性導電材料であるITOで形成されている。検体を通過したX線等の放射線は、ヨウ化セシウム（CsI）等のシンチレータ層112で可視光、赤外線等の光113に変換され、画素111に入射する。一方、光源102は光源基板114上に2次元にLED115が複数配列されており、センサ基板101の裏面側に配置される。光源102より照射された光116はセンサ基板101の裏面（画素が設けられた面の反対面）より画素111に入射する。

【0024】

10

このように、MIS型センサの下電極（基板側の電極）を光透過性導電材料で構成することにより、センサ基板101の裏面側に配置された光源102からの光を効率よく吸収でき、読み込み動作前に光照射を行い、直ちに画像読み込みが可能となる駆動方法を採用して、即時読み込みが可能となる。

〔第2の実施形態〕

本発明の第2の実施形態として、スイッチ素子であるTF T（薄膜トランジスタ）上に層間絶縁層を介して変換素子としてのPIN型センサを積層したセンサ基板を準備し、そのセンサ基板上に、波長変換体としてのシンチレータ層を形成した放射線検出装置について説明する。

【0025】

20

本実施形態においても図3に示した配置と同様に、光透過性の絶縁基板の裏面（画素が設けられる面の反対面）側に光源が配置され、この光源から光がセンサ基板に対して照射される。

【0026】

図4は、本発明の第2実施形態の放射線検出装置の1画素分の模式的断面図である。110はガラス基板等の光透過性の絶縁基板、11は絶縁基板110上に形成されたスイッチ素子であるTF Tのゲート電極、12はゲート絶縁層、13はスイッチ素子であるTF Tのa-Si等からなる半導体層、14はオーミックコンタクト層として機能する不純物反動体層、15はスイッチ素子であるTF Tのソース・ドレイン電極、16は層間絶縁層である。17は変換素子であるPIN型センサの下電極（基板側の電極）、18はPIN型センサのa-Si等からなる半導体層、19はPIN型センサの上電極（基板とは反対側の電極）、20は保護層、21はセンサバイアス線、112は入射するX線等の放射線を可視光や赤外光等のPIN型センサで感知可能な波長の光に変換する波長変換体としてのヨウ化セシウム（CsI）等のシンチレータ層である。ここで、ゲート絶縁層12、層間絶縁層16、及び保護層20は、シンチレータ112及び光源からの光を透過する構成となっている。また、変換素子であるPIN型センサの下電極（光源が配置される側の電極）は光源からの光を透過する材料、例えばITOなどの光透過性導電材料によって構成されている。一方、スイッチ素子であるTF Tのゲート電極は、光源からの光がTF Tのチャネル領域に入射することを防止するために、光源からの光を遮光する遮光性材料によって構成されている。さらに、ゲート電極はTF Tのチャネル領域より大きい面積で形成されることが望ましい。

30

40

【0027】

本実施形態の構成では、スイッチ素子であるTF T上に変換素子であるPIN型センサを積層しており、このようにTF T作成後にPIN型センサを形成することで、TF Tの最適化、即ち、高速動作可能な構造と、高開口率、即ち、高感度が達成できる構成となっている。

【0028】

具体的には、TF Tにおいては、ゲート電極11は耐熱性が高く、低抵抗であるAl合金等の金属材料を用いるとともに、TF Tの半導体層13はTF Tに適するa-Si膜を用い、また、信号線はAl配線を用いることで、低ノイズ、高速TF Tを実現している。

50

一方、P I N型センサはT F T形成後に形成されるので、センサに適する半導体層を用いる事ができ、更に、スイッチ素子であるT F Tの直上にも変換素子であるP I N型センサを形成することが可能となるので、開口率を向上させることもできる。

【 0 0 2 9 】

I T Oなど光透過性材料は熱処理により透過率が変動する。例えばI T Oなどで下電極を形成した後に、250 前後の加熱を行うと透過率が低下することが確認されている。

そのため、I T Oなど光透過性材料からなるセンサの下電極17を形成した後に、250 前後を越える高熱処理を行うことは、透過率の低下を招くことになる。したがって、センサの下電極17としてI T O等の光透過性材料を用いる場合、透過率の低下を抑制するために、製造プロセスで250 を超えないセンサを形成することが望ましい。

10

【 0 0 3 0 】

ここで、センサの下電極17をI T Oなどの光透過性導電材料で構成し、ゲート電極を遮光性材料で構成することで、光透過性の絶縁基板110の裏面(P I N型センサが形成される面と反対面)から照射される光源からの光は、ゲート電極11で遮光され、また、センサの下電極17を透過して半導体層18(光電変換層)に効率よく入射することが可能となる。

【 0 0 3 1 】

本構成では、スイッチ素子であるT F Tと変換素子であるP I N型センサを層間絶縁層16を介して積層した構造であるので、上記のようにP I N型センサとT F Tを個別に最適化することができ高感度化を達成できる。それと共に、裏面に配置された光源からの光照射に対しては、T F Tのゲート電極は遮光構造とし、P I N型センサは光照射できる様、下電極に光透過性の導電材料を用いることが可能となる。T F Tのゲート電極は裏面に配置された光源からT F Tのチャネルへ光の照射を防ぐための遮光層として機能しており、ゲート電極の幅がチャネル長(ソース電極とドレイン電極との間の距離L)よりも大きく、さらにT F Tのチャネル領域より大きい面積で設定されることが望ましい。

20

【 0 0 3 2 】

層間絶縁層16としては光透過性の有機絶縁層が用いることができ、例えば、一般的なポジ型のアクリル樹脂(日本合成ゴム製、オプトマーP C)、或いは、ベンゾシクロブテン(ダウ・ケミカル製C Y C L O T E N)、或いは、ポリイミドなどが用いられる。かかる有機絶縁層は無機系のS i N層などに比較して低誘電率であり、また2 ~ 10 μ m程度の厚膜化が可能である利点を有する。本実施形態では、2 ~ 10 μ m、より好ましくは4 ~ 6 μ mに設定することが好ましい。T F Tの上部にP I N型センサを配置する構成を取った場合、寄生容量を抑制する観点から、低誘電率で、厚く形成可能な有機絶縁層を用いて平坦化層とすることが好ましい。層間絶縁層16としてS i Nなどの無機絶縁層を用いると、2 ~ 10 μ mの厚さまで堆積することは困難である。層間絶縁層16はS i N層等の無機絶縁層上に有機絶縁層を設けることで構成されてもよい。図4の様にT F Tがギャップエッチング型の場合は、特に、ギャップ部の安定化のため、S i Nなどの無機絶縁層を第1層に使用することが望まれる。しかし、一般的にS i Nなどの無機絶縁層の誘電率は有機絶縁層の約2倍程度であるため、特性安定化を達成するために1000 ~ 2000

30

程度を必要最低限度の厚みとし、S i Nなどの無機絶縁層からなる第1の層間絶縁層上に寄生容量低減のための有機絶縁層からなる第2の層間絶縁層を積層することが望ましい。

40

【 0 0 3 3 】

さらに、本実施形態では、光透過性の有機絶縁層からなる層間絶縁層に接してI T O等の光透過性導電材料からなるセンサ下電極が配置されており、このように構成することで、裏面からの照射光を効率良くセンサ内部に導入できる。

【 0 0 3 4 】

ここで、S i Nなどの無機絶縁層のみで層間絶縁層16を形成した場合、1 μ mを越える厚い層を用いると、大きな応力が発生し、その応力による基板のそりの発生、または、基板が割れるなどの問題が発生する場合がある。そこで、低応力化を試みるために、S i

50

の比重の大きい層を用いる方法があるが、 $S i$ の比重が大きくなると層の透過率が低下し、裏面からの光照射が十分に行なわれない場合がある。以上の理由から、無機絶縁層と有機絶縁層の組み合わせで層間絶縁層 16 を形成することが望ましい。

【0035】

勿論、TFT構造、或いは、信頼性を考慮して、層間絶縁層として有機絶縁層を単層で用いることも可能である。例えば、スイッチ素子としてギャップストッパー型のTFTを用いる場合には、有機絶縁層を単層で層間絶縁層として用いることが可能である。寧ろ、低価格化を実現する上では単層が望ましい。即ち、ITOと有機絶縁層の組み合わせは、性能の向上と低価格化を実現する事になる。

【0036】

絶縁基板 110 の裏面から入射した光は、絶縁基板 110、層間絶縁層 16、及び透過性導電材料からなるセンサ下電極 17 を通過して、PIN型センサの半導体層 18 に到達する。このとき、絶縁基板 110 であるガラスの屈折率は 1.5 ~ 1.6 程度、層間絶縁層 16 である有機絶縁層の屈折率は 1.6 ~ 1.7 程度、センサ下電極 17 であるITOの屈折率は 1.8 ~ 1.9 程度であり、光入射側から徐々に大きくなる構成となっている。また、各界面の屈折率差が 0.2 以下と小さいため、裏面からの光が各界面で反射されることを低減できる構成となっている。この結果、センサの半導体層 18 への裏面からの光照射が効率良く実行される。一方、無機絶縁層を層間絶縁層 16 として用いた場合には、無機絶縁層の屈折率は 2.5 程度となり、層間絶縁層 16 とセンサ下電極 17 との屈折率の差が大きくなる。そのため層間絶縁層 16 とセンサ下電極 17 の界面における光の反射が大きくなり、裏面からの光入射の効率が悪い構造となる。このように、層間絶縁層 16 とセンサ下電極 17 の屈折率の差が小さい、望ましくは 0.2 以下となるようにそれぞれの材料を選択して構成する。このような構成とすることにより、層間絶縁層 16 とセンサ下電極 17 との界面における反射が抑制され、裏面からセンサの半導体層 18 への光照射が効率よく行われる。

【0037】

更に、図 8 に示した様に、無機絶縁層を層間絶縁層 16 として用いた場合では、同図の円で示した部分の段差はそのまま保持される。そのため、層間絶縁層 16 の上方に形成されるセンサにもその段差が影響し、段差に形成されるセンサ下電極が良好に形成されない、或いは、センサ上電極とセンサ下電極との間でショートが発生するなどセンサの欠陥が発生する可能性があった。一方、図 9 に示すように、無機絶縁層 16-1 と有機絶縁層 16-2、少なくとも有機絶縁層 16-2 を層間絶縁層として用いることで層間絶縁層の表面を平坦化すると、配線、或いは、TFTの段差の影響が層間絶縁層で緩和されることにより、層間絶縁層上に形成されるセンサの欠陥の発生を抑制することが可能となる。

[第3の実施形態]

本発明の第3の実施形態として、1画素にスイッチ素子であるTFTを複数設け、複数のTFT上に層間絶縁層を介して、変換素子であるMIS型センサを積層した基板上に波長変換体としてのシンチレータ層を形成した放射線検出装置について説明する。

【0038】

本実施形態においても図3に示した配置と同様に、光透過性の絶縁基板の裏面（画素が設けられた面の反対面）側に光源が配置され、この光源から光が光透過性の絶縁基板を透過して変換素子に照射される。

【0039】

図5は本発明の第3実施形態の放射線検出装置の1画素分の模式的断面図である。図中、31はガラス基板等の光透過性の絶縁基板、32は絶縁基板31上に形成された転送用のスイッチ素子である転送用TFTのゲート電極、33は変換素子をリセットするためのスイッチ素子であるリセット用TFTのゲート電極、34はゲート絶縁層、35は転送用TFT及びリセット用TFTのa-Si等の半導体層、36は転送用TFT及びリセット用TFTのオーミックコンタクト層として機能する不純物半導体層、37は転送用TFT及びリセット用TFTのギャップ保護膜である。

【 0 0 4 0 】

38は不図示のリセットバイアス線に接続されるリセット用TFTのソース電極、39はセンサ下電極に接続されるリセット用TFTのドレイン電極である。また、40は不図示の信号線に接続される転送用TFTのソース電極、41はセンサ下電極に接続される転送用TFTのドレイン電極である。さらに、42は保護層、43は層間絶縁層、44は変換素子であるMIS型センサの下電極、45はMIS型センサの絶縁層、46はMIS型センサの半導体層、47はMIS型キャリアブロッキング層として機能する不純物半導体層、48はMIS型センサの上電極、49はセンサバイアス配線、50はヨウ化セシウム(CsI)等の波長変換体であるシンチレータ層である。

【 0 0 4 1 】

本実施形態においても、転送TFTのゲート電極32、リセットTFTのゲート電極33及びゲート配線は、低抵抗でかつ遮光機能を有する金属配線を用い、センサの下電極44は光透過性導電材料であるITOを用いている。ここで、ゲート電極32、33は裏面に配置された光源からTFTのチャネルへ光の照射を防ぐための遮光層として機能しており、ゲート電極の幅がチャネル長(ソース電極とドレイン電極との間の距離L)よりも大きく、さらにTFTのチャネル領域より大きい面積で設定されることが望ましい。その結果、裏面側に配置された光源からの光を十分センサ内に導入でき、また、不必要なTFTへの光入射を防止することが可能となる。また、積層構造であるため、開口率を低減することなく複数のTFTを配置することができ、高速駆動、高感度、高信頼性を同時に達成可能となる。

【 0 0 4 2 】

本実施形態の模式的回路図を図6に示す。図中、301はMIS型センサ、302はMIS型センサ301からの信号を信号線304に転送する転送用TFT、303は転送用TFT302のゲートに制御信号を送るゲート駆動配線、304は信号線、305は列方向に配置されたMIS型センサの上電極に共通のバイアスを加えるセンサバイアス線、306は信号線304と接続され、電気信号が入力される信号処理回路、307はゲート駆動線303及びゲート駆動配線310に順次走査信号を加える駆動回路、308はA/D変換器など周辺回路、309はリセット用TFT、310はリセット用TFT309のゲートに制御信号を送るゲート駆動配線、311はリセット用TFT309にリセット電圧を与えるリセットバイアス線である。

【 0 0 4 3 】

X線等の放射線は、不図示の波長変換体であるシンチレータ層により可視光、赤外光等の変換素子で検出可能な波長に変換され、その光が変換素子であるMIS型センサ301に入射する。入射光は光電変換されMIS型センサ301内に蓄積される。その後、転送用TFT302の転送動作により、信号処理回路306及び周辺回路308に読み出される。その後、リセット用TFT309を動作させて、MIS型センサ301をリセットする。

【 0 0 4 4 】

本実施形態の構造は、転送用TFTとリセット用TFTを用いることにより、各ライン毎に読出し、リセット、蓄積を行うことができ、実質的には、読出し時間の総和で駆動できる。即ち、1ラインが読み出し動作をしていると同時に、既に読み出されたラインのセンサをリセットしていることになる。その結果、30FPS以上の高速動画駆動が画像品位を低下することなく実現できるものである。

【 0 0 4 5 】

以上説明した各実施形態での放射線検出装置は、シンチレータ層と光電変換素子を用いた変換素子を用いているが、本発明はこれに限定されるものではなく、放射線を直接電荷に変換するa-Se(非晶質セレン)などの半導体層などを用いた直接型の変換素子を用いた放射線検出装置においても適応可能である。これはa-Se材料が基本的にはa-Si同様非晶質材料であり、内部に構造欠陥を有していることによる。

【 0 0 4 6 】

また各実施形態においては、MIS型センサ等の光電変換素子の上にCsI等のシンチレータを直接堆積した例を示しているが、カーボン等の放射線を透過させる材料からなる基板上にシンチレータを形成し、その蛍光シンチレータの面を接着材により、MIS型センサ等の光電変換素子とTFTが対となる画素を設けた基板と貼り合わせてもよい。

【0047】

さらに、各実施形態において図3に示すようにセンサ基板に対して、2次元にLED115が配列された光源を用いている。しかし他の形態として、特許文献1の図11に示したような、導光体とその端面にLEDを配置して光源を構成してもよく、また特許文献1の図12に示したような、基板の側面にLED等の光源を配してもよい。この場合、導光体の端面や基板の側面から光を入射させ、反射光を光電変換素子や放射線を直接、電荷に

10

【0048】

次に本発明に係わる放射線検出装置を用いた放射線検出システムについて図7を用いて説明する。

【0049】

図7に示すように、放射線源となるX線チューブ6050で発生したX線6060は、患者或いは被験者6061の胸部6062を透過し、放射線検出装置6040に入射する。この入射したX線には患者6061の体内部の情報が含まれている。X線の入射に対応して放射線検出装置6040の蛍光体は発光し、その光を光電変換して電気的情報を得る

20

【0050】

また、この情報は電話回線6090等の伝送処理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等の表示手段となるディスプレイ6081に表示又は光ディスク装置等の記録手段により光ディスク等の記録媒体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6100によりフィルム6110に記録することもできる。

【0051】

以上、放射線検出装置とそれを用いた放射線検出システムについて説明したが、本発明の技術的思想によれば、放射線検出装置とそれを用いた放射線検出システムに限られず、蛍光体層を設けず、入射する可視光や赤外光等の光を電気信号に変換する光電変換装置にも適用可能である。

30

【産業上の利用可能性】

【0052】

本発明は、可視光、赤外線等の光、X線、 γ 線などの放射線を含む電磁波を検出する電磁波検出装置、特に、X線、 γ 線などの放射線を検出する放射線検出装置に好適に用いられ、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される。

【図面の簡単な説明】

【0053】

40

【図1】本発明の第1実施形態の放射線検出装置の1画素分の模式的断面図である。

【図2】画素を3×3配置したときの放射線検出装置の模式的回路図である。

【図3】放射線検出装置に光源を配置した場合の模式的断面図である。

【図4】本発明の第2実施形態の放射線検出装置の1画素分の模式的断面図である。

【図5】本発明の第3実施形態の放射線検出装置の1画素分の模式的断面図である。

【図6】本発明の第3実施形態の放射線検出装置の模式的回路図である。

【図7】本発明に係わる放射線検出装置を用いた放射線検出システムを説明する図である。

【図8】無機絶縁層を層間絶縁層16として用いた場合の放射線検出装置の構成を示す模式的断面図である。

50

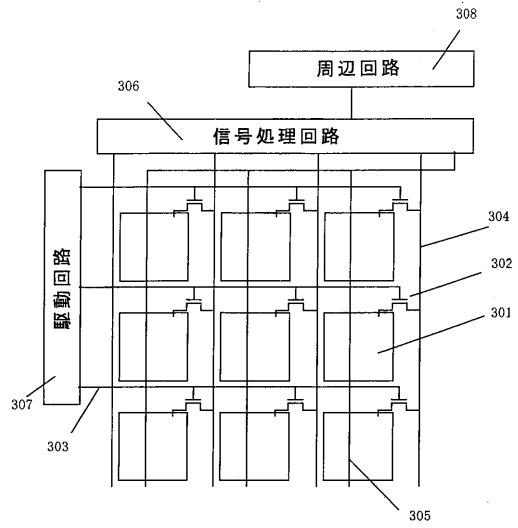
【図 9】無機絶縁層と有機絶縁層を層間絶縁層 16 として用いた場合の放射線検出装置の構成を示す模式的断面図である。

【符号の説明】

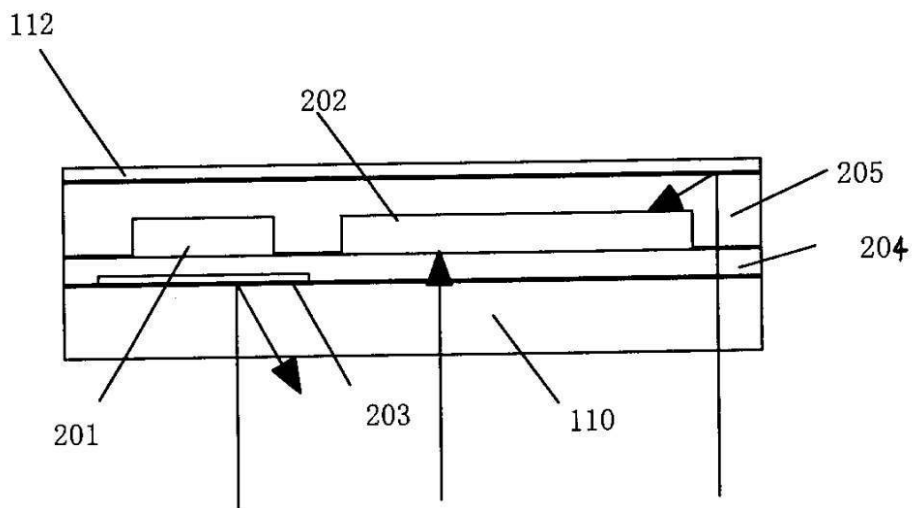
【 0 0 5 4 】

1 1	T F T の不透明なゲート電極	
1 2	光透過性ゲート絶縁層	
1 3	T F T の半導体層	
1 4	オーミックコンタクト層	
1 5	T F T ソース/ドレイン電極	
1 6	光透過性層間絶縁層	10
1 7	光透過性センサ下電極	
1 8	P I N 型、或いは、M I S 型センサ	
1 9	センサ上電極	
2 0	光透過性保護層	
2 1	センサバイアス線	
3 1	光透過性基板	
3 2	転送用 T F T の不透明なゲート電極	
3 3	リセット用 T F T の不透明なゲート電極	
3 4	ゲート絶縁層	
3 5	水素化非晶質シリコン (a - S i) 半導体層	20
3 6	オーミックコンタクト層	
3 7	ギャップ保護膜	
3 8	リセット用 T F T のソース電極	
3 9	リセット用 T F T のドレイン電極	
4 0	転送用 T F T のソース電極	
4 1	転送用 T F T のドレイン電極	
4 2	保護膜	
4 3	層間絶縁層	
4 4	光透過性のセンサ下電極	
4 5	センサ絶縁層	30
4 6	センサ半導体層	
4 7	キャリアブロッキング層	
4 8	センサ上電極	
4 9	センサバイアス配線	
5 0	蛍光体層	
1 0 1	センサ基板	
1 0 2	光源	
1 0 3	放射線源	
1 0 4	検体	
1 1 0	光透過性基板	40
1 1 2	蛍光体層	
2 0 1	T F T (薄膜トランジスタ)	
2 0 2	M I S 型センサ	
2 0 3	遮光層	
2 0 4 , 2 0 5	層間絶縁層	

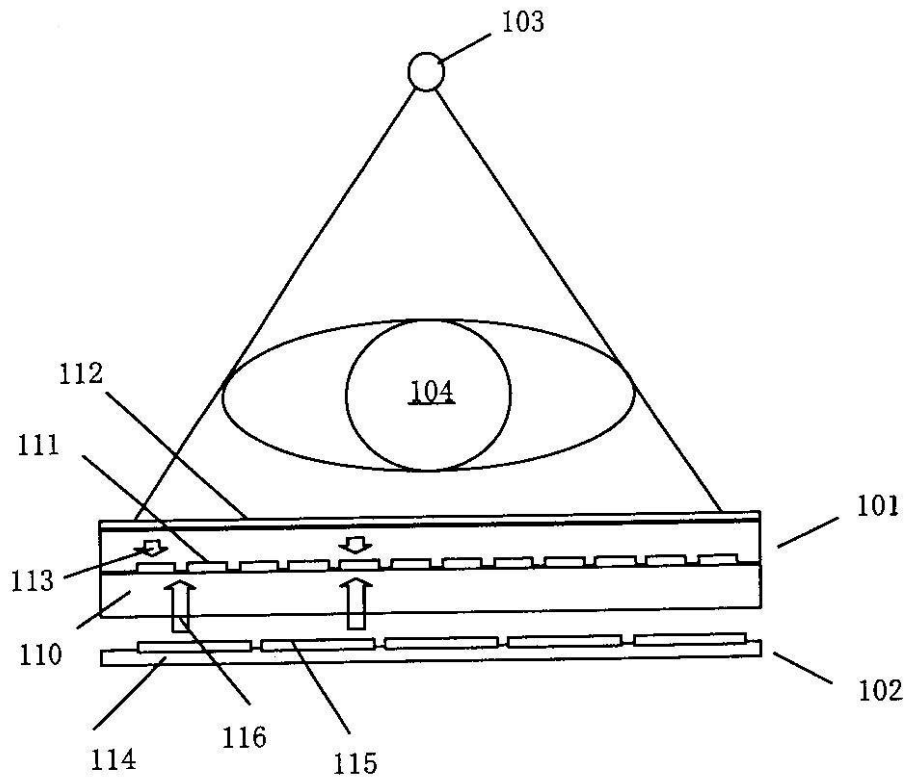
【 図 2 】



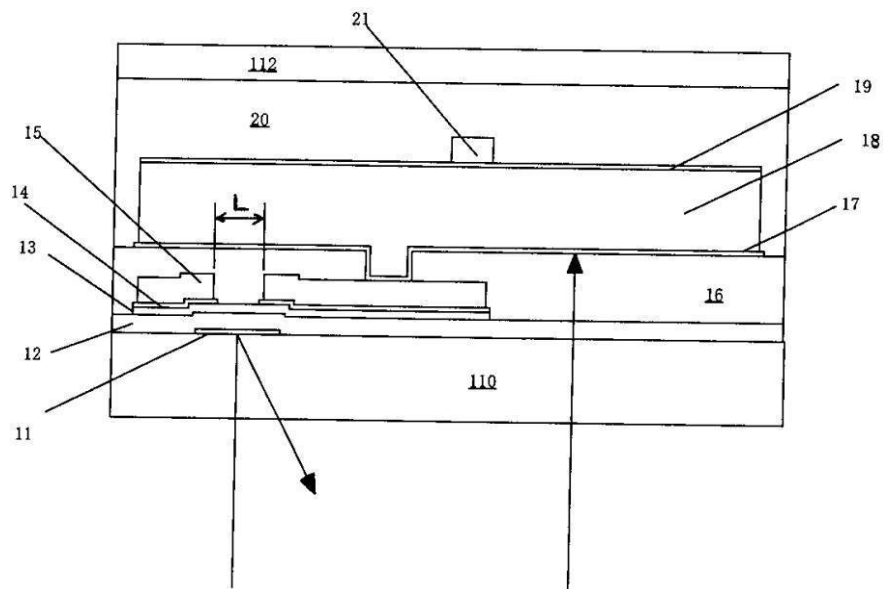
【 図 1 】



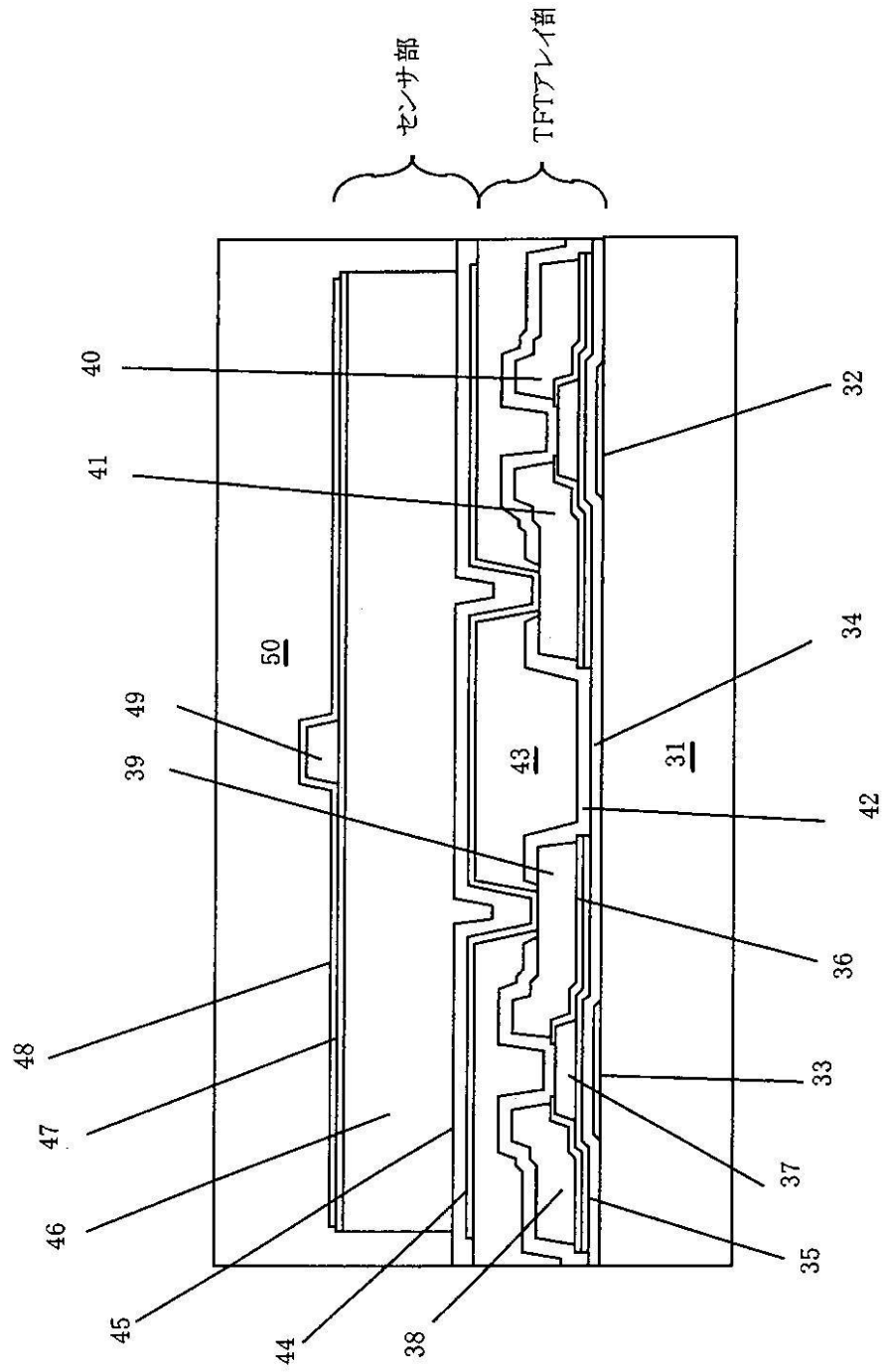
【図 3】



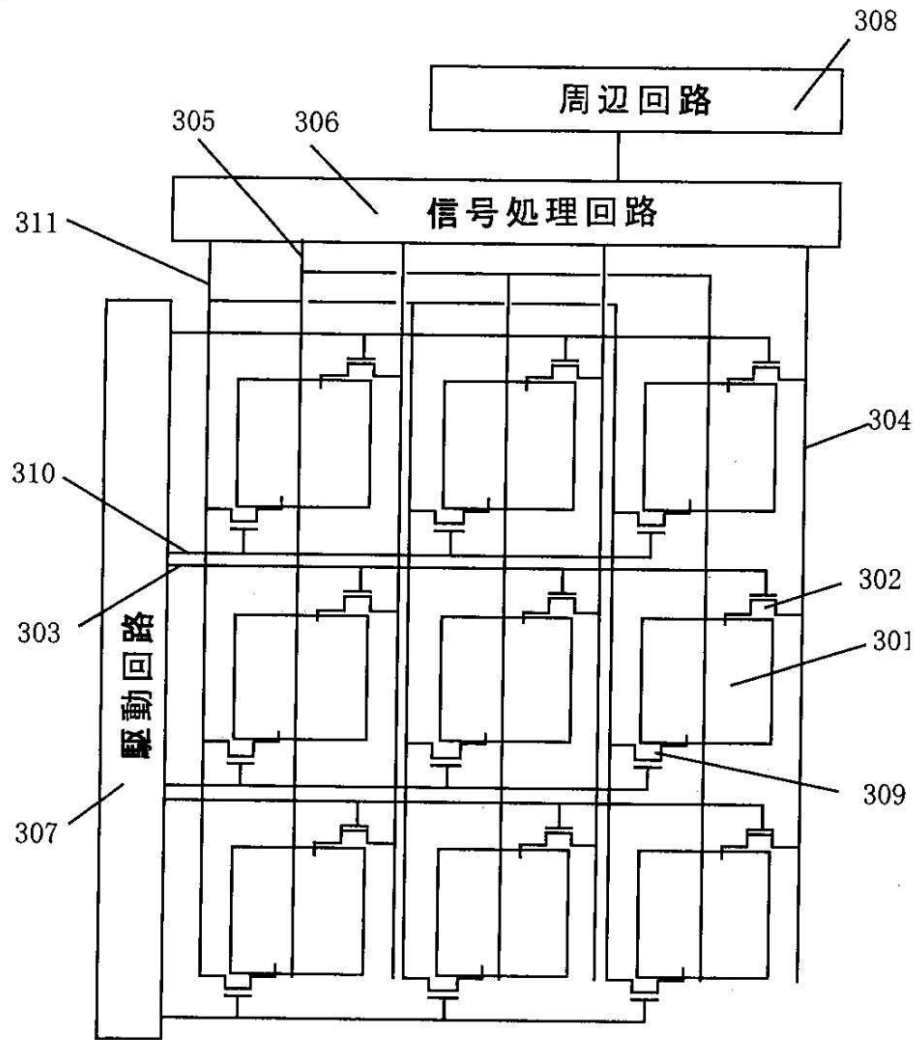
【図 4】



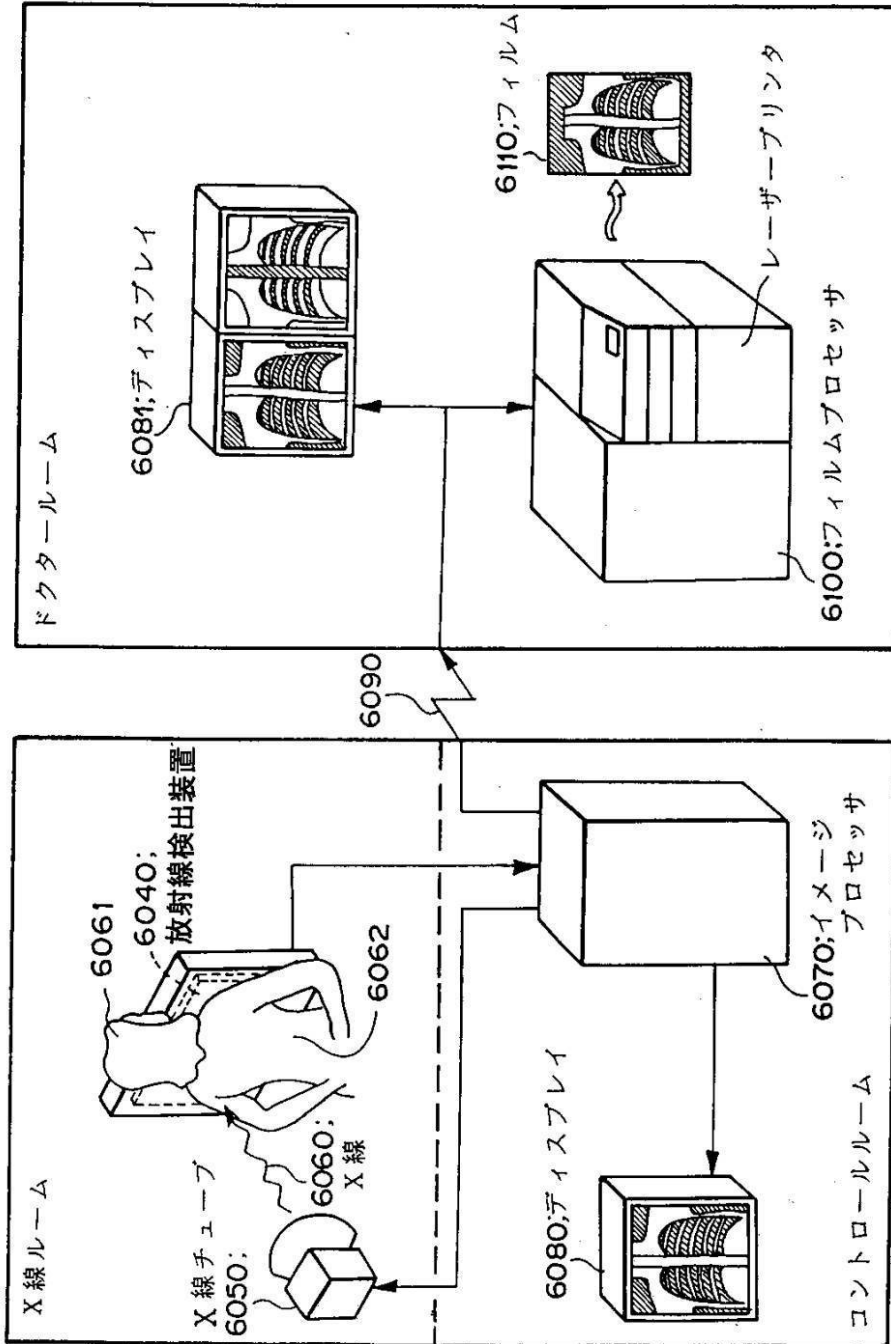
【図5】



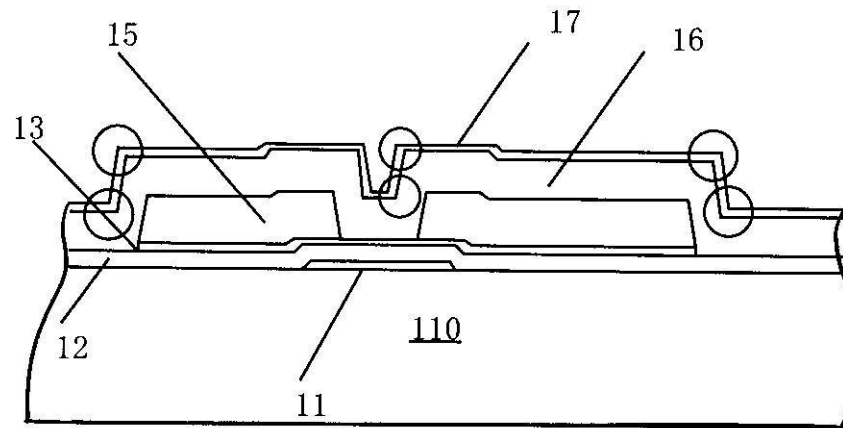
【図 6】



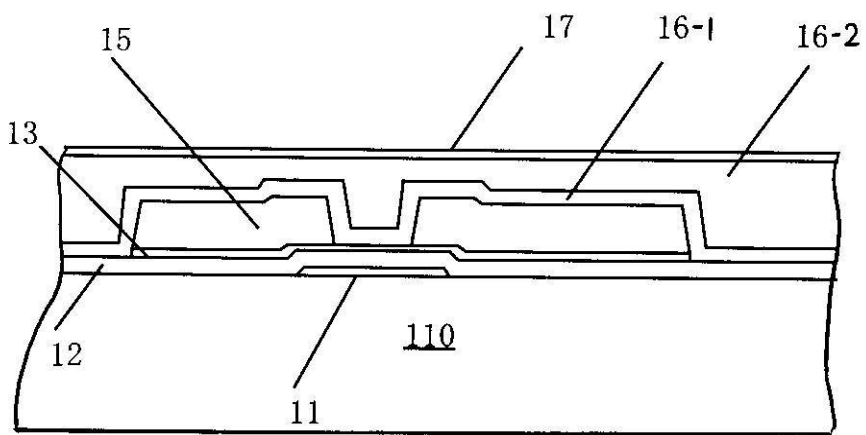
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
H 0 1 L 27/146 (2006.01)		H 0 1 L 27/14	C
H 0 4 N 5/321 (2006.01)		H 0 4 N 5/321	

(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 柴山 将隆

(56)参考文献 特開平11-125841(JP,A)
 特開昭56-138965(JP,A)
 特開昭56-138964(JP,A)
 特開2002-040144(JP,A)
 特開2005-175418(JP,A)
 特開昭63-269569(JP,A)
 特開昭62-142351(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 1 L	3 1 / 0 9
G 0 1 T	1 / 2 0
G 0 1 T	1 / 2 4
G 0 1 T	7 / 0 0
H 0 1 L	2 7 / 1 4 4
H 0 1 L	2 7 / 1 4 6
H 0 4 N	5 / 3 2 1