

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-81358

(P2014-81358A)

(43) 公開日 平成26年5月8日(2014.5.8)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 0 1 T 1/20 (2006.01)	G 0 1 T 1/20 L	2 G 1 8 8
A 6 1 B 6/00 (2006.01)	G 0 1 T 1/20 E	4 C 0 9 3
	G 0 1 T 1/20 G	
	A 6 1 B 6/00 3 0 0 S	
	A 6 1 B 6/00 3 0 0 Q	
審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 16 頁)		

(21) 出願番号 特願2013-156699 (P2013-156699)
 (22) 出願日 平成25年7月29日 (2013.7.29)
 (31) 優先権主張番号 特願2012-213873 (P2012-213873)
 (32) 優先日 平成24年9月27日 (2012.9.27)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 306037311
 富士フイルム株式会社
 東京都港区西麻布2丁目26番30号
 (74) 代理人 100075281
 弁理士 小林 和憲
 (72) 発明者 岡田 美広
 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
 富士フイルム株式会社内
 (72) 発明者 中津川 晴康
 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
 富士フイルム株式会社内
 Fターム(参考) 2G188 AA03 BB02 BB04 BB06 CC15
 CC17 CC18 CC19 CC22 CC24
 DD05 DD12 DD35 DD38 DD44
 DD47 EE21

最終頁に続く

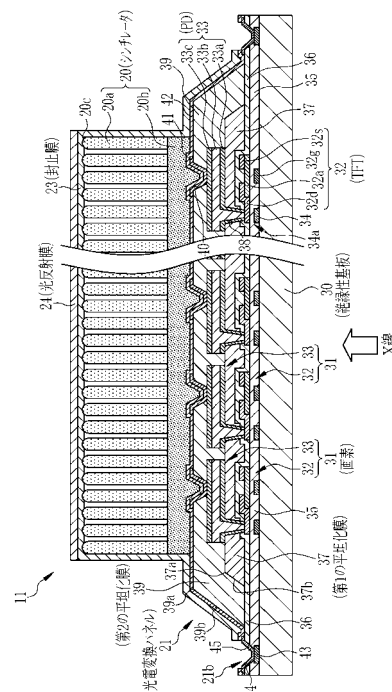
(54) 【発明の名称】 放射線画像検出装置

(57) 【要約】

【課題】シンチレータが光電変換パネルから容易に剥がれることのないI S S型の放射線画像検出装置を提供する。

【解決手段】光電変換パネル21は、絶縁性基板30上に複数のT F T 3 2が形成されており、複数のT F T 3 2は、第1の平坦化膜37で覆われている。この第1の平坦化膜37上に複数のフォトダイオード(P D) 33が形成されており、複数のP D 33及び第1の平坦化膜37は、第2の平坦化膜39で覆われている。シンチレータ20は、ヨウ化セシウムを含有し、光電変換パネル21上に直接蒸着されている。シンチレータ20の形成領域は、第2の平坦化膜39上において、第1の平坦化膜37の端部37a及び第2の平坦化膜39の端部39aよりも内側で、かつT F T 3 2及びP D 33の形成領域よりも外側である。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

絶縁性基板と、
前記絶縁性基板上に形成された複数のスイッチング素子と、
前記複数のスイッチング素子を覆うように形成され、表面が平坦化された第 1 の平坦化膜と、

前記第 1 の平坦化膜上に形成された複数のフォトダイオードと、
前記複数のフォトダイオード及び前記第 1 の平坦化膜を覆うように形成され、表面が平坦化された第 2 の平坦化膜と、

を有する光電変換パネルと、

前記第 2 の平坦化膜上において、前記第 1 の平坦化膜の端部及び前記第 2 の平坦化膜の端部よりも内側であって、かつ前記スイッチング素子及び前記フォトダイオードの形成領域を覆う領域に蒸着されたヨウ化セシウムを含有するシンチレータと、

を備え、

撮影時に放射線源から放射線が入射する側から、前記光電変換パネル、前記シンチレータの順番に配置されていることを特徴とする放射線画像検出装置。

【請求項 2】

前記第 1 の平坦化膜の端部は、前記第 2 の平坦化膜の端部よりも内側に位置していることを特徴とする請求項 1 に記載の放射線画像検出装置。

【請求項 3】

前記絶縁性基板上には、1つの前記スイッチング素子と1つの前記フォトダイオードとを含む画素がマトリクス状に複数配列されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の放射線画像検出装置。

【請求項 4】

前記スイッチング素子は、逆スタガ型の T F T であることを特徴とする請求項 3 に記載の放射線画像検出装置。

【請求項 5】

前記スイッチング素子と前記第 1 の平坦化膜との間に、第 1 の保護膜を備えることを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の放射線画像検出装置。

【請求項 6】

前記第 2 の平坦化膜と前記シンチレータとの間に、第 2 の保護膜を備えることを特徴とする請求項 5 に記載の放射線画像検出装置。

【請求項 7】

前記シンチレータは、非柱状結晶層と、この非柱状結晶層上に形成された複数の柱状結晶とを有し、

前記非柱状結晶層が前記柱状結晶よりも前記光電変換パネル側に位置していることを特徴とする請求項 1 から 6 いずれか 1 項に記載の放射線画像検出装置。

【請求項 8】

前記第 1 の平坦化膜の端面と前記第 2 の平坦化膜の端面は、テーパ形状であることを特徴とする請求項 1 から 7 いずれか 1 項に記載の放射線画像検出装置。

【請求項 9】

前記シンチレータの表面及び前記第 2 の平坦化膜の端面を覆う封止膜を備えることを特徴とする請求項 1 から 8 いずれか 1 項に記載の放射線画像検出装置。

【請求項 10】

前記封止膜上に光反射膜が設けられていることを特徴とする請求項 9 に記載の放射線画像検出装置。

【請求項 11】

前記光電変換パネル及び前記シンチレータは、モノコック構造の筐体に収容されていることを特徴とする請求項 1 から 10 いずれか 1 項に記載の放射線画像検出装置。

【請求項 12】

10

20

30

40

50

前記絶縁性基板は、ガラスにより形成されていることを特徴とする請求項 1 から 1 1 いずれか 1 項に記載の放射線画像検出装置。

【請求項 1 3】

前記シンチレータの前記光電変換パネルとは反対側に固着された支持基板を備えることを特徴とする請求項 1 から 1 2 いずれか 1 項に記載の放射線画像検出装置。

【請求項 1 4】

前記光電変換パネルは、前記各フォトダイオードにバイアス電圧を供給するためのバイアス線を有し、前記バイアス線は、前記各フォトダイオードと前記絶縁性基板との間に形成されていることを特徴とする請求項 1 から 1 3 いずれか 1 項に記載の放射線画像検出装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、放射線画像を検出する放射線画像検出装置に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

近年、医療分野において、画像診断を行うために、放射線源から被写体（患者）の撮影部位に向けて放射され、撮影部位を透過した放射線（例えば、X 線）を検出して電荷に変換し、この電荷に基づいて撮影部位の放射線画像を表す画像データを生成する放射線画像検出装置が用いられている。この放射線画像検出装置には、放射線を直接電荷に変換する直接変換方式のものと、放射線を一旦可視光に変換し、この可視光を電荷に変換する間接変換方式のものがある。

20

【0 0 0 3】

間接変換方式の放射線画像検出装置は、放射線を可視光に変換するシンチレータ（蛍光体層）と、可視光を検出して電荷に変換する光電変換パネルとを有する。シンチレータには、ヨウ化セシウム（CsI）やガドリニウムオキサライドサルファ（GOS）が用いられている。光電変換パネルは、ガラス製の絶縁性基板の表面に薄膜トランジスタ及びフォトダイオードがマトリクス状に配列されたものである。

【0 0 0 4】

CsI は、GOS に比べて製造コストが高いものの、放射線から可視光への変換効率が高く、かつ柱状結晶構造を有し、光ガイド効果により画像データの S/N 比が向上することから、特にハイエンド向けの放射線画像検出装置のシンチレータとして用いられている。

30

【0 0 0 5】

CsI をシンチレータとして用いた放射線画像検出装置には、シンチレータを蒸着した蒸着基板と光電変換パネルとを、シンチレータが光電変換パネルに対向するように粘着層を介して貼り付ける貼り付け方式と、シンチレータを光電変換パネルに直接蒸着する直接蒸着方式とが知られている。貼り付け方式は、CsI の柱状結晶の先端部が光電変換パネルに近接し、この先端部から放出された可視光が効率良く光電変換パネルに入射するため、高解像度の放射線画像が得られる。しかし、貼り付け方式は、蒸着基板が必要であり、製造工程数が多くなるため、高コストである。

40

【0 0 0 6】

一方、直接蒸着方式は、蒸着基板が不要であり、製造工程数が少ないため、低コストである。この直接蒸着方式では、CsI の柱状結晶の先端部が光電変換パネルとは反対側に配置されるため、放射線画像の画質は、貼り付け方式の場合よりはやや劣るが、シンチレータを GOS で形成する場合よりは優れる。このため、直接蒸着方式は、性能面とコスト面とのバランスが良い。

【0 0 0 7】

この直接蒸着方式の放射線画像検出装置において、筐体内に収容される光電変換パネルとシンチレータのうち、光電変換パネルを放射線源側に配置し、放射線源から放射された放射線を、光電変換パネルを介してシンチレータに入射させる ISS（Irradiation Side

50

Sampling)型が知られている(特許文献1参照)。このISS型では、シンチレータは、光電変換パネル側で発光するため、画質及び輝度に優れる放射線画像が得られる。また、ISS型では、光電変換パネルの放射線透過性を向上させるために、絶縁性基板の厚みが薄くされている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2012-105879号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0009】

しかしながら、直接蒸着方式のISS型放射線画像検出装置では、光電変換パネルからシンチレータが剥がれやすいことが問題である。これには、以下の第1～第3の原因が挙げられる。

【0010】

第1の原因は、光電変換パネルとシンチレータ(CsI)との熱膨張率が大きく異なる(1桁程度異なる)ことである。第2の原因は、ISS型では、光電変換パネルが筐体と近接することにより、光電変換パネルが筐体からの荷重を受けやすく、撓みやすいことである。第3の原因は、ISS型では、光電変換パネルが薄型化されることにより、撓みやすいことである。光電変換パネルの撓みは、端部で大きくなるため、シンチレータの剥がれは、特に端部で生じやすい。

20

【0011】

本発明は、シンチレータが光電変換パネルから容易に剥がれることのないISS型の放射線画像検出装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記課題を解決するために、本発明の放射線画像検出装置は、絶縁性基板と、絶縁性基板上に形成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を覆うように形成され、表面が平坦化された第1の平坦化膜と、第1の平坦化膜上に形成された複数のフォトダイオードと、複数のフォトダイオード及び第1の平坦化膜を覆うように形成され、表面が平坦化された第2の平坦化膜と、を有する光電変換パネルと、第2の平坦化膜上において、第1の平坦化膜の端部及び第2の平坦化膜の端部よりも内側であって、かつスイッチング素子及びフォトダイオードの形成領域を覆う領域に蒸着されたヨウ化セシウムを含有するシンチレータと、を備え、撮影時に放射線源から放射線が入射する側から、前記光電変換パネル、前記シンチレータの順番に配置されている。

30

【0013】

第1の平坦化膜の端部は、第2の平坦化膜の端部よりも内側に位置していることが好ましい。

【0014】

絶縁性基板上には、1つのスイッチング素子と1つのフォトダイオードとを含む画素がマトリクス状に複数配列されていることが好ましい。スイッチング素子は、逆スタガ型のTFTであることが好ましい。

40

【0015】

スイッチング素子と第1の平坦化膜との間に、第1の保護膜を備えることが好ましい。第2の平坦化膜とシンチレータとの間に、第2の保護膜を備えることが好ましい。

【0016】

シンチレータは、非柱状結晶層と、この非柱状結晶層上に形成された複数の柱状結晶とを有し、非柱状結晶層が柱状結晶よりも光電変換パネル側に位置していることが好ましい。

【0017】

50

第１の平坦化膜の端面と第２の平坦化膜の端面は、テーパ形状であることが好ましい。

【００１８】

シンチレータの表面及び第２の平坦化膜の端面を覆う封止膜を備えることが好ましい。
封止膜上に光反射膜が設けられていることが好ましい。

【００１９】

光電変換パネル及びシンチレータは、モノコック構造の筐体に收容されていることが好ましい。絶縁性基板は、ガラスにより形成されていることが好ましい。

【００２０】

シンチレータの光電変換パネルとは反対側に固着された支持基板を備えることが好ましい。

【００２１】

光電変換パネルは、各フォトダイオードにバイアス電圧を供給するためのバイアス線を有し、バイアス線は、各フォトダイオードと絶縁性基板との間に形成されていることが好ましい。

【発明の効果】

【００２２】

本発明の放射線画像検出装置によれば、複数のスイッチング素子を覆う第１の平坦化膜と、複数のフォトダイオード及び第１の平坦化膜を覆う第２の平坦化膜を備え、第２の平坦化膜上において、第１の平坦化膜の端部及び第２の平坦化膜の端部よりも内側であって、かつスイッチング素子及びフォトダイオードの形成領域を覆う領域にヨウ化セシウムを含有するシンチレータを蒸着しているので、シンチレータが光電変換パネルから容易に剥がれることはない。

【図面の簡単な説明】

【００２３】

【図１】 X線画像検出装置の一部破断斜視図である。

【図２】 X線画像検出装置の断面図である。

【図３】 FPDの断面図である。

【図４】 シンチレータの形成領域を説明する説明図である。

【図５】 光電変換パネルの構成を示す回路図である。

【図６】 撮影時のX線画像検出装置の配置例を説明する説明図である。

【図７】 封止膜の変形例を示すX線画像検出装置の断面図である。

【図８】 下層バイアス線構造の画素を示す平面図である。

【図９】 図８のA-A線に沿う断面図である。

【図１０】 X線画像検出装置の変形例を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００２４】

図１において、X線画像検出装置１０は、フラットパネル検出器（FPD）１１と、支持基板１２と、制御ユニット１３と、これらを收容する筐体１４により構成されている。筐体１４は、X線の透過性が高く、軽量で耐久性の高い炭素繊維強化樹脂（カーボンファイバー）により一体形成されたモノコック構造である。

【００２５】

筐体１４の１つの側面には開口（図示せず）が形成され、この開口を塞ぐように蓋部材（図示せず）が形成されている。X線画像検出装置１０の製造時には、この開口からFPD１１や制御ユニット１３が筐体１４内に挿入される。

【００２６】

この筐体１４の上面１４aは、撮影時にX線源７０（図６参照）から放射され、被写体（患者）７１（図６参照）を透過したX線が照射される照射面である。照射面１４aには、X線源７０や被写体７１を位置合わせするためにアライメントマーク（図示せず）が設けられている。

【００２７】

X線画像検出装置10は、従来のX線フィルムカセットと同様に可搬性を有し、X線フィルムカセットに代えて用いることが可能であるため、電子カセットと称されている。

【0028】

筐体14内には、撮影時にX線が照射される照射面14a側から順に、FPD11、支持基板12が配置されている。支持基板12は、回路基板25(図2参照)を支持しており、筐体14にネジ止め等の方法で固定されている。制御ユニット13は、筐体14内の短手方向に沿った一端側に配置されている。

【0029】

制御ユニット13は、マイクロコンピュータやバッテリー(いずれも図示せず)を収容している。このマイクロコンピュータは、有線または無線の通信部(図示せず)を介して、X線源70と接続されたコンソール(図示せず)と通信して、FPD11の動作を制御する。

【0030】

図2において、FPD11は、X線を可視光に変換するシンチレータ20と、この可視光を電荷に変換する光電変換パネル21を有している。X線画像検出装置10は、ISS(Irradiation Side Sampling)型であり、撮影時にX線が入射する側(照射面14a側)から、光電変換パネル21、シンチレータ20の順番に配置されている。シンチレータ20は、光電変換パネル21を透過したX線を可視光に変換して放出する。光電変換パネル21は、シンチレータ20から放出された可視光を光電変換して電荷に変換する。

【0031】

光電変換パネル21は、筐体14の照射面14a側に、エポキシ樹脂等からなる接着層22を介して貼り付けられている。

【0032】

シンチレータ20は、光電変換パネル21の表面21a上にタリウム賦活ヨウ化セシウム(CsI: Tl)を蒸着することにより形成されている。シンチレータ20は、複数の柱状結晶20aと非柱状結晶層20bとからなり、光電変換パネル21側に非柱状結晶層20bが形成されている。柱状結晶20aは、非柱状結晶層20bから結晶成長したものであり、非柱状結晶層20bとは反対側に先端部20cを有する。

【0033】

柱状結晶20aは、非柱状結晶層20b上に複数形成されており、各柱状結晶20aは、隣接する柱状結晶20aと空気層を介して離間している。柱状結晶20aは、屈折率が約1.81と、空気層の屈折率(約1.0)より大きいため、光ガイド効果を備えている。この光ガイド効果により、各柱状結晶20a内で発生した可視光の大部分は、発生した柱状結晶20a内を伝搬し、非柱状結晶層20bを介して光電変換パネル21に入射する。

【0034】

このシンチレータ20には、柱状結晶20a及び非柱状結晶層20bを封止する封止膜23が形成されている。封止膜23は、防湿性を有するポリバラキシレンにより形成されている。このポリバラキシレンとして、例えば、パリレンC(日本パリレン株式会社製の商品名;「パリレン」は登録商標)が用いられる。封止膜23は、シンチレータ20を防湿している。

【0035】

柱状結晶20aの先端部20cを覆う封止膜23の表面上には、光反射膜24が形成されている。光反射膜24は、アルミニウムフィルムやアルミニウム蒸着膜により形成されている。この光反射膜24により、柱状結晶20aの先端部20cから放出された可視光が反射され、柱状結晶20aに戻るため、X線の電荷への変換効率が向上する。

【0036】

支持基板12は、シンチレータ20のX線入射側とは反対側に配置されている。支持基板12と光反射膜24とは、空気層を介して対向している。支持基板12は、筐体14の側部14bにビス等で固着されている。支持基板12のシンチレータ20とは反対側の下

10

20

30

40

50

面 1 2 a には、回路基板 2 5 が接着剤等を介して固着されている。

【 0 0 3 7 】

回路基板 2 5 と光電変換パネル 2 1 とは、フレキシブルプリント基板 2 6 を介して電氣的に接続されている。フレキシブルプリント基板 2 6 は、いわゆる T A B (Tape Automat ed Bonding) ボンディング法により、光電変換パネル 2 1 の端部に設けられた外部端子 2 1 b に接続されている。

【 0 0 3 8 】

フレキシブルプリント基板 2 6 には、光電変換パネル 2 1 を駆動するためのゲートドライバ 2 6 a や、光電変換パネル 2 1 から出力された電荷を電圧信号に変換するチャージアンプ 2 6 b が集積回路 (I C) チップとして搭載されている。回路基板 2 5 には、チャージアンプ 2 6 b により変換された電圧信号に基づいて画像データを生成する信号処理部 2 5 a や、画像データを記憶する画像メモリ 2 5 b が搭載されている。

10

【 0 0 3 9 】

図 3 において、光電変換パネル 2 1 は、無アルカリガラス等からなる絶縁性基板 3 0 と、この上に配列された複数の画素 3 1 を有する。絶縁性基板 3 0 は、X 線の透過性を向上させるために、厚みが 0 . 5 mm 以下であることが好ましい。

【 0 0 4 0 】

各画素 3 1 は、薄膜トランジスタ (T F T) 3 2 と、この T F T 3 2 に接続されたフォトダイオード (P D) 3 3 とを有する。P D 3 3 は、シンチレータ 2 0 により生成された可視光を光電変換して電荷を発生し、これを蓄積する。T F T 3 2 は、P D 3 3 に蓄積された電荷を読み出すためのスイッチング素子である。

20

【 0 0 4 1 】

T F T 3 2 は、逆スタガ型であり、ゲート電極 3 2 g、ソース電極 3 2 s、ドレイン電極 3 2 d、及び活性層 3 2 a を有する。ゲート電極 3 2 g は、絶縁性基板 3 0 上に形成されている。また、絶縁性基板 3 0 上には、各画素 3 1 の電荷の蓄積容量を増加させるために、電荷蓄積用電極 3 4 が形成されている。

【 0 0 4 2 】

絶縁性基板 3 0 上には、ゲート電極 3 2 g 及び電荷蓄積用電極 3 4 を覆うように、窒化シリコン (S i N _x) 等からなる絶縁膜 3 5 が形成されている。この絶縁膜 3 5 上には、ゲート電極 3 2 g に対向するように、活性層 3 2 a が配置されている。ソース電極 3 2 s 及びドレイン電極 3 2 d は、活性層 3 2 a 上に所定間隔だけ離して配置されている。ドレイン電極 3 2 d は、その一部が絶縁膜 3 5 上に延在し、絶縁膜 3 5 を介して電荷蓄積用電極 3 4 と対向して、キャパシタ 3 4 a を構成している。

30

【 0 0 4 3 】

ゲート電極 3 2 g、ソース電極 3 2 s、ドレイン電極 3 2 d、電荷蓄積用電極 3 4 は、アルミニウム (A l) や銅 (C u) で形成されている。活性層 3 2 a は、アモルファスシリコンで形成されている。そして、ソース電極 3 2 s、ドレイン電極 3 2 d、及び活性層 3 2 a を覆うように、絶縁膜 3 5 上には、窒化シリコン (S i N _x) 等からなる T F T 保護膜 3 6 が形成されている。

【 0 0 4 4 】

この T F T 保護膜 3 6 上には、T F T 3 2 による凹凸構造をなくすように、表面が平坦な第 1 の平坦化膜 3 7 が形成されている。この第 1 の平坦化膜 3 7 は、低誘電率 (比誘電率 $\epsilon_r = 2 \sim 4$) の感光性の有機材料 (例えば、ポジ型感光性アクリル系樹脂 : メタクリル酸とグリシジルメタクリレートとの共重合体からなるベースポリマーに、ナフトキノンジアジド系ポジ型感光剤を混合した材料など) を塗布し、1 ~ 4 μ m の膜厚に形成したものである。

40

【 0 0 4 5 】

この第 1 の平坦化膜 3 7 及び T F T 保護膜 3 6 には、ドレイン電極 3 2 d と対向する位置にコンタクトホール 3 8 が形成されている。P D 3 3 は、コンタクトホール 3 8 を介して T F T 3 2 のドレイン電極 3 2 d に接続している。P D 3 3 は、下部電極 3 3 a、半導

50

体層 33b、上部電極 33c により形成されている。

【0046】

下部電極 33a は、コンタクトホール 38 内を覆い、かつ TFT 32 上を覆うように、第 1 の平坦化膜 37 上に形成されており、ドレイン電極 32d に接続されている。この下部電極 33a は、アルミニウム (Al) や酸化スズインジウム (ITO) で形成されている。半導体層 33b は、下部電極 33a 上に積層されている。半導体層 33b は、PIN 型のアモルファスシリコンであり、下から順に n^+ 層、 i 層、 p^+ 層が積層されたものである。上部電極 33c は、半導体層 33b 上に形成されている。この上部電極 33c は、酸化スズインジウム (ITO) や酸化亜鉛インジウム (IZO) などの透光性の高い材料で形成されている。

10

【0047】

この PD 33 及び第 1 の平坦化膜 37 上には、PD 33 による凹凸構造をなくすように、表面が平坦な第 2 の平坦化膜 39 が形成されている。この第 2 の平坦化膜 39 は、第 1 の平坦化膜 37 と同様の感光性の有機材料を塗布し、 $1 \sim 4 \mu m$ の膜厚に形成したものである。

【0048】

第 2 の平坦化膜 39 には、上部電極 33c を露呈させるようにコンタクトホール 40 が形成されている。そして、このコンタクトホール 40 を介して上部電極 33c にバイアス線 41 が接続されている。バイアス線 41 は、各 PD 33 の上部電極 33c に共通に接続されており、バイアス電圧を上部電極 33c に印加するために用いられる。上部電極 33c は、アルミニウム (Al) や銅 (Cu) で形成されている。

20

【0049】

第 2 の平坦化膜 39 及びバイアス線 41 上には、保護絶縁膜 42 が形成されている。保護絶縁膜 42 は、TFT 保護膜 36 と同様に、窒化シリコン (SiN_x) 等で形成されている。

【0050】

前述のように、第 1 の平坦化膜 37 は、有機材料を塗布することにより形成されているため、その端部 (第 1 端部) 37a よりも外側に位置する端面 37b はテーパ状に傾斜している。同様に、第 2 の平坦化膜 39 の端部 (第 2 端部) 39a よりも外側に位置する端面 39b はテーパ状に傾斜している。第 1 端部 37a は、第 1 の平坦化膜 37 の平坦な部分の最外部 (端面 37b との境界) である。第 2 端部 39a は、第 2 の平坦化膜 39 の平坦な部分の最外部 (端面 39b との境界) である。第 2 端部 39a は、第 1 端部 37a より外側に位置している。第 2 端部 39a のさらに外側に、前述の外部端子 21b が設けられている。

30

【0051】

外部端子 21b は、絶縁性基板 30 上に形成された端子電極 43 と、絶縁膜 35 及び TFT 保護膜 36 に形成されたコンタクトホール 44 を覆うように設けられた金属膜 45 とで形成されている。

【0052】

バイアス線 41 は、バイアス電圧供給用の 1 つの外部端子 21b と、端面 39b 上に配置された配線 (図示せず) により接続されている。この配線は、端面 39b 上に蒸着形成されるため、端面 39b の傾斜が急であると膜厚が薄くなり断線する恐れがある。このため、端面 39b は、ある程度緩やかな傾斜であることが好ましい。

40

【0053】

シンチレータ 20 は、第 2 の平坦化膜 39 の平坦面上に、保護絶縁膜 42 を介して形成されている。具体的には、図 4 に示すように、シンチレータ 20 の形成領域 50 は、第 2 端部 39a 及び第 1 端部 37a よりも内側であり、かつ画素 31 の形成領域 51 を覆っている。

【0054】

形成領域 50 の保護絶縁膜 42 上には、非柱状結晶層 20b が真空蒸着により形成され

50

ている。この非柱状結晶層 20 b は、複数の粒子状の結晶からなり、結晶間の空隙が少ない（空間充填率が高い）ため、保護絶縁膜 42 との間で高い密着性を有する。非柱状結晶層 20 b の厚みは、5 μ m 程度である。柱状結晶 20 a は、非柱状結晶層 20 b を基礎として結晶成長されたものである。柱状結晶 20 a の径は、その長手方向に沿ってほぼ均一であり、6 μ m 程度である。

【0055】

シンチレータ 20 の周囲には、前述のように封止膜 23 が形成されている。この封止膜 23 は、端面 39 b の外側まで形成されている。封止膜 23 上には、前述のように光反射膜 24 が形成されている。

【0056】

図 5 において、画素 31 は、絶縁性基板 30 上に 2 次元マトリクス状に配列されている。各画素 31 には、前述のように、TFT 32、PD 33、及びキャパシタ 34 a が含まれている。各画素 31 は、ゲート配線 60 とデータ配線 61 とに接続されている。ゲート配線 60 は、行方向に延在し、列方向に複数配列されている。データ配線 61 は、列方向に延在し、ゲート配線 60 と交わるように、行方向に複数配列されている。ゲート配線 60 は、TFT 32 のゲート電極 32 g に接続されている。データ配線 61 は、TFT 32 のドレイン電極 32 d に接続されている。

【0057】

ゲート配線 60 の一端は、ゲートドライバ 26 a に接続されている。データ配線 61 の一端は、チャージアンプ 26 b に接続されている。ゲートドライバ 26 a は、各ゲート配線 60 に順にゲート駆動信号を与え、各ゲート配線 60 に接続された TFT 32 をオンさせる。TFT 32 がオンすると、PD 33 及びキャパシタ 34 a に蓄積された電荷がデータ配線 61 に出力される。

【0058】

チャージアンプ 26 b は、データ配線 61 に出力された電荷を積算して電圧信号に変換する。信号処理部 25 a は、チャージアンプ 26 b から出力された電圧信号に A/D 変換やゲイン補正処理等を施して画像データを生成する。画像メモリ 25 b は、フラッシュメモリなどからなり、信号処理部 25 a により生成された画像データを記憶する。画像メモリ 25 b に記憶された画像データは、有線や無線の通信部（図示せず）を介して外部に読み出し可能である。

【0059】

次に、X 線画像検出装置 10 の作用を説明する。X 線画像検出装置 10 を用いて撮影を行うには、図 6 に示すように、撮影者（例えば、放射線技師）は、X 線画像検出装置 10 上に被写体 71 を載置し、被写体 71 に対向するように X 線源 70 を配置する。

【0060】

撮影者は、コンソールを操作して X 線源 70 及び X 線画像検出装置 10 に撮影開始を指示する。そうすると、X 線源 70 から X 線が射出され、被写体 71 を透過した X 線が X 線画像検出装置 10 の照射面 14 a に照射される。照射面 14 a に照射された X 線は、筐体 14、接着層 22、光電変換パネル 21 を順に通過して、シンチレータ 20 に入射する。

【0061】

シンチレータ 20 は、入射した X 線を吸収して可視光を発生する。シンチレータ 20 の可視光の発生は、主に、柱状結晶 20 a 内の非柱状結晶層 20 b 側で生じる。柱状結晶 20 a 内で発生した可視光は、光ガイド効果により、各柱状結晶 20 a 内を伝搬し、非柱状結晶層 20 b を通過して光電変換パネル 21 に入射する。また、柱状結晶 20 a 内を先端部 20 c の方向に伝搬し、先端部 20 c から射出された可視光は、光反射膜 24 によって反射されて柱状結晶 20 a 内に戻り、非柱状結晶層 20 b を通過して光電変換パネル 21 に入射する。

【0062】

光電変換パネル 21 に入射した可視光は、画素 31 毎に PD 33 により電荷に変換され、PD 33 及びキャパシタ 34 a に電荷が蓄積される。X 線源 70 からの X 線照射が終了

10

20

30

40

50

すると、ゲートドライバ26aにより、ゲート配線60を介してTFT32のゲート電極32gに順にゲート駆動信号が印加される。これにより、行方向に並んだTFT32が列方向に順にオンとなり、オンとなったTFT32を介してPD33及びキャパシタ34aに蓄積された電荷がデータ配線61に出力される。

【0063】

データ配線61に出力された電荷は、チャージアンプ26bにより電圧信号に変換されて信号処理部25aに入力される。信号処理部25aにより、全画素31分の電圧信号に基づいて画像データが生成され、画像メモリ25bに記憶される。

【0064】

この撮影の際に、図6において二点鎖線で示すように、X線画像検出装置10が被写体71からの荷重によって僅かに撓むことがある。X線画像検出装置10は、ISS型であり、光電変換パネル21が照射面14a側に配置されているため、被写体71からの荷重は、筐体14を介して光電変換パネル21に作用する。この光電変換パネル21の絶縁性基板30は、X線の透過性を向上させるように、0.5mm以下と厚みが薄く形成されているため、撓みやすい。また、筐体14は、モノコック構造であり、軽量化に優れる反面、耐荷重性が低いため、被写体71からの荷重により撓みやすい。

10

【0065】

しかし、本実施形態では、シンチレータ20は、第2端部39a及び第1端部37aよりも内側の第2の平坦化膜39の平坦面上に形成されているため、光電変換パネル21から容易に剥がれることはない。また、シンチレータ20は、空間充填率が高く、光電変換パネル21と密着性のよい非柱状結晶層20bが光電変換パネル21に直接蒸着されていることにより、光電変換パネル21からの剥がれがより防止される。さらに、光電変換パネル21上の画素31の形成領域51には、バイアス線41等により微細な凸凹が生じているが、シンチレータ20は、画素31の形成領域51を覆うように、形成領域51外の完全な平坦部まで蒸着されているため、光電変換パネル21からの剥がれが防止される。

20

【0066】

また、本実施形態では、第2端部39aを第1端部37aよりも外側に配置している。もし、第2端部39aが第1端部37aよりも内側に位置していると、第2の平坦化膜39の残渣によりテーパ状の端面39bの表面形状が不均一となり、保護絶縁膜42の剥がれやクラックが生じることがあるが、本実施形態では第2端部39aが第1端部37aよりも外側にあるため、この問題は防止されている。

30

【0067】

また、本実施形態では、表面形状が不均一な端面39b及び端面37b上にはシンチレータ20を蒸着しないため、非平坦面で柱状結晶が異常成長することにより発生する異常成長突起がシンチレータ20に含まれる確率は低い。

【0068】

また、本実施形態では、端面39bは、塗布法で形成され、実際に形成される表面形状は不安定であるため、封止膜23の端部が端面39b上に位置していると封止膜23が剥がれやすいが、本実施形態の封止膜23は、シンチレータ20を封止するとともに、第2の平坦化膜39の端面39bを完全に覆っているため、剥がれは生じにくい。

40

【0069】

なお、上記実施形態では、TFT32の活性層32aをアモルファスシリコンにより形成しているが、これに代えて、非晶質酸化物（例えば、In-O系）、有機半導体材料、カーボンナノチューブなどにより形成してもよい。

【0070】

また、上記実施形態では、PD33の半導体層33bをアモルファスシリコンにより形成しているが、これに代えて、有機光電変換材料（例えば、キナクリドン系有機化合物やフタロシアニン系有機化合物）により形成してもよい。アモルファスシリコンは、幅広い吸収スペクトルを持つが、有機光電変換材料は、可視域にシャープな吸収スペクトルを持つため、シンチレータ20で発光された可視光以外の電磁波を吸収することが殆どなく、

50

ノイズを抑制することができる。

【0071】

また、上記実施形態では、ポリパラキシレンにより形成された封止膜23を用いているが、PET (Polyethylene terephthalate) やアルミニウム (Al) 膜により封止膜を用いてもよい。この場合には、図7に示すように、封止膜80がシンチレータ20を覆い、かつ、封止膜80の端部が第2の平坦化膜39の端部39aよりも内側に位置するように形成することが好ましい。この封止膜80の形成には、マスクを用いた蒸着法や、ホットメルト法を用いることができる。

【0072】

また、上記実施形態では、図3に示すように、PD33の上部電極33cにバイアス電圧を印加するためのバイアス線41を、PD33の上方 (シンチレータ20側) に設けた上層バイアス線構造としている。この上層バイアス線構造では、バイアス線41上に保護絶縁膜42を介してシンチレータ20が蒸着形成される。シンチレータ20は、湿気により潮解しやすいCsI : Tlにより形成されているため、シンチレータ20が潮解した場合に、保護絶縁膜42を介してバイアス線41が腐食し、劣化する恐れがある。バイアス線41が腐食劣化した場合には、バイアス電圧の印加不良が生じる恐れがあるため、保護絶縁膜42を厚くしてバイアス線41の腐食劣化を防止することが考えられるが、保護絶縁膜42を厚くすると、PD33とシンチレータ20との間の間隔が大きくなり、画像劣化を生じさせてしまう。

【0073】

そこで、図8及び図9に示すように、PD33の下方 (シンチレータ20とは反対側) にバイアス線90を設けた下層バイアス線構造とすることが好ましい。バイアス線90は、アルミニウム (Al) や銅 (Cu) により、TFT32のソース電極32s及びドレイン電極32dと同一の層 (絶縁膜35とTFT保護膜36との間) に形成されている。また、バイアス線90は、データ配線61に沿う方向 (列方向) に延在しており、ゲート配線60と交差する位置において、コンタクトプラグ91によりPD33の上部電極33cと接続されている。

【0074】

この下層バイアス線構造では、バイアス線90がPD33の下方に配置されているため、シンチレータ20が潮解することによる影響を受けず、バイアス電圧の印加不良が防止される。また、上層バイアス線構造では、PD33とシンチレータ20の間にバイアス線41が形成されていることにより、シンチレータ20で生じた可視光の一部がバイアス線41によって遮蔽され、PD33による受光効率が低下するが、下層バイアス線構造では、バイアス線90は、PD33とシンチレータ20の間に存在しないため、PD33の受光効率が向上する。

【0075】

また、上記実施形態では、図2に示すように、FPD11は、接着層22を介して筐体14の照射面14a側に貼り付けられているが、図10に示すように、FPD11を支持基板12に固定してもよい。この場合は、接着層22を省略することができる。支持基板12は、厚みが1mm程度のカーボン板であることが好ましい。FPD11は、例えば、シンチレータ20側を支持基板12にアクリル系の接着剤等で貼り付ける。この場合、シンチレータ20の光反射膜24側の全面に接着剤を塗布してもよいし、周縁部のみに接着剤を塗布してもよい。

【0076】

また、支持基板12は、カーボン板と緩衝層との積層構成としてもよい。緩衝層は、粘弾性を有する高分子材料 (例えば、アイソタクチックポリプロピレンや、ポリ - メチルスチレン) 等により形成し、シンチレータ20に対向させることが好ましい。この場合、緩衝層により、柱状結晶20aの先端部20cが衝撃等から保護される。

【0077】

このようにFPD11を支持基板12に固定する場合には、FPD11と支持基板12

10

20

30

40

50

とを接着したものをモジュールとして作成しておき、モジュール化された F P D 1 1 と支持基板 1 2 とを筐体 1 4 内に組み込むことにより X 線画像検出装置 1 0 を製造してもよい。

【 0 0 7 8 】

また、上記実施形態では、保護絶縁膜 4 2 上にシンチレータ 2 0 を形成しているが、保護絶縁膜 4 2 の上に平坦化膜を形成し、この平坦化膜上にシンチレータ 2 0 を形成してもよい。この平坦化膜の材料としては、特表 2 0 0 2 - 5 2 4 8 4 1 号公報に記載されたバリアを形成するものが好ましく、例えば、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、ベンゾシクロブテン (B C B) 系の樹脂、シリコーン樹脂ポリパラキシレン及びポリテトラフルオロパラキシレン等そのハロゲン誘導体、熱帯用ワニス、ゾル - ゲル状の鉱物成分、溶性珪酸 (いわゆる液体ガラス)、ポリエステル薄膜などを用いることが好ましい。

10

【 0 0 7 9 】

また、上記実施形態では、放射線として X 線を用いているが、 γ 線や 線等、X 線以外の放射線を用いてもよい。さらに、上記実施形態では、可搬型の放射線画像検出装置である電子カセットを例に挙げて本発明を説明しているが、本発明は、立位型や臥位型の放射線画像検出装置や、マンモグラフィ装置等にも適用可能である。

【 符号の説明 】

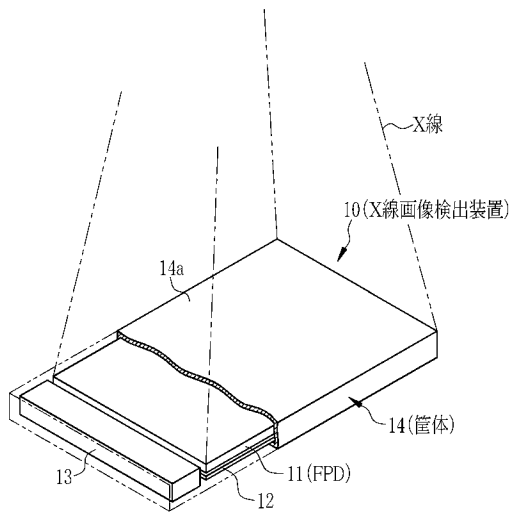
【 0 0 8 0 】

- 1 0 X 線画像検出装置
- 2 0 シンチレータ
- 2 0 a 柱状結晶
- 2 0 b 非柱状結晶層
- 2 1 光電変換パネル
- 2 3 封止膜
- 2 4 光反射膜
- 3 0 絶縁性基板
- 3 1 画素
- 3 6 保護膜
- 3 7 第 1 の平坦化膜
- 3 7 a 第 1 端部
- 3 7 b 端面
- 3 9 第 2 の平坦化膜
- 3 9 a 第 2 端部
- 3 9 b 端面
- 4 2 保護絶縁膜

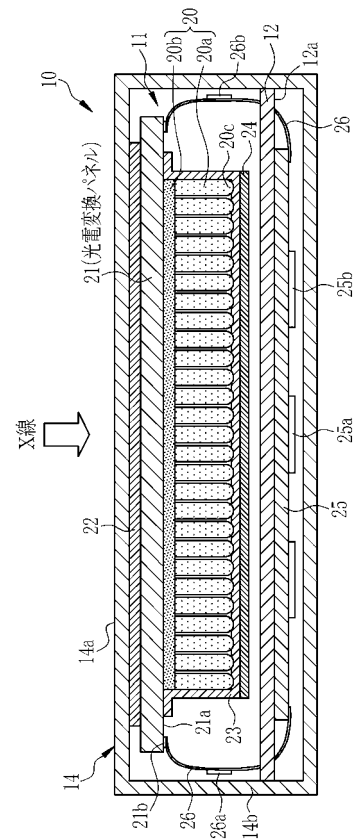
20

30

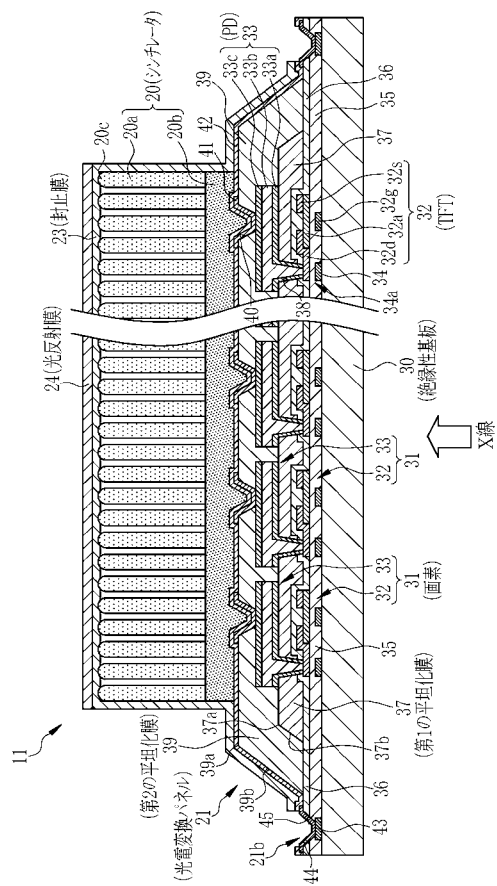
【図 1】



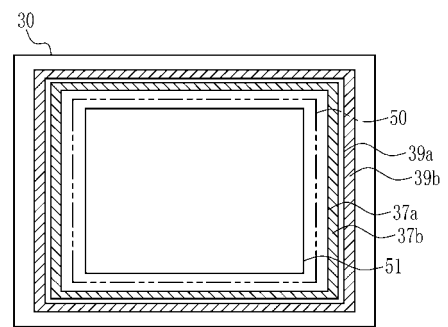
【図 2】



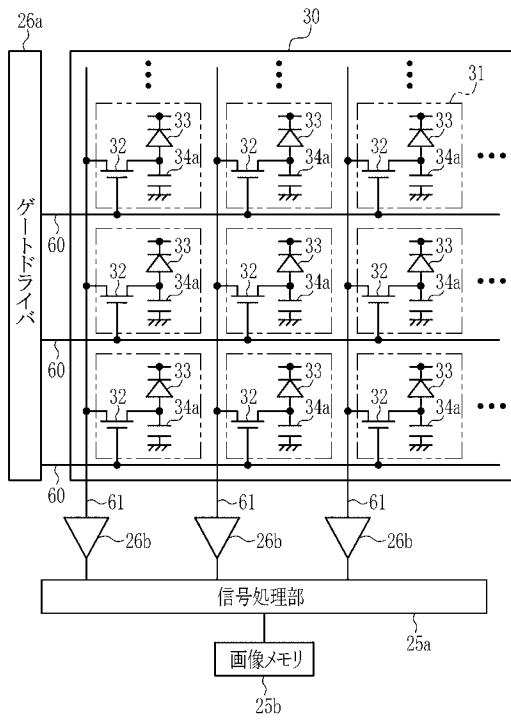
【図 3】



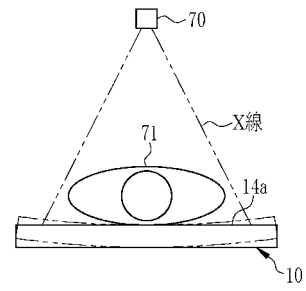
【図 4】



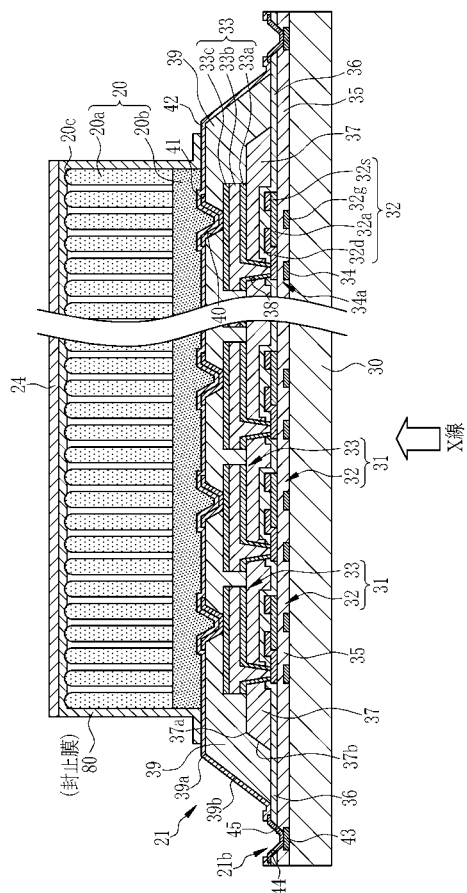
【 図 5 】



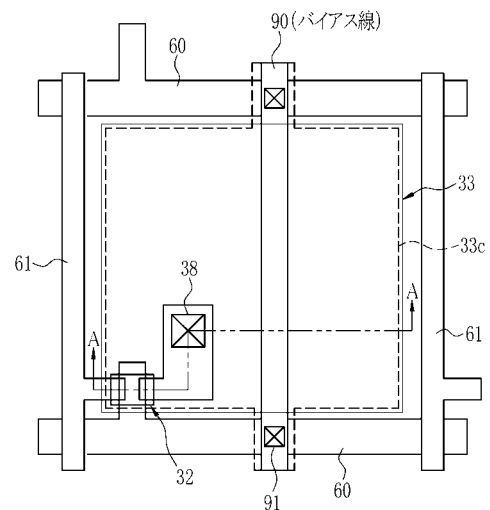
【 図 6 】



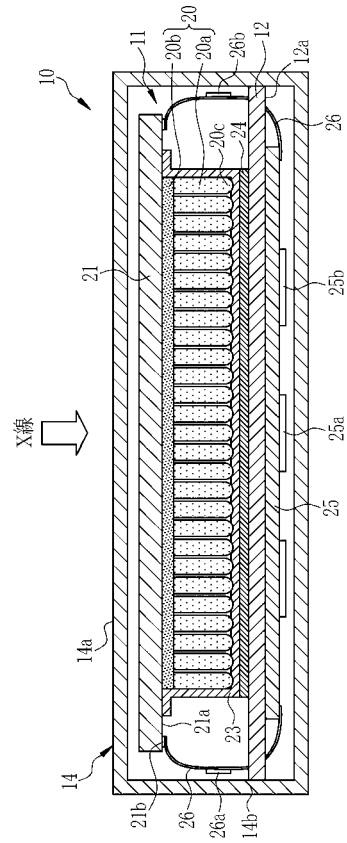
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 1 0 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4C093 AA03 CA38 EB12 EB17 EB20 FA32