

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7199332号
(P7199332)

(45)発行日 令和5年1月5日(2023.1.5)

(24)登録日 令和4年12月22日(2022.12.22)

(51)国際特許分類	F I
G 0 1 T 1/20 (2006.01)	G 0 1 T 1/20 D
A 6 1 B 6/00 (2006.01)	G 0 1 T 1/20 E
A 6 1 B 6/03 (2006.01)	G 0 1 T 1/20 G
	A 6 1 B 6/00 3 0 0 Q
	A 6 1 B 6/00 3 0 0 S
請求項の数 1 (全11頁) 最終頁に続く	

(21)出願番号	特願2019-184226(P2019-184226)	(73)特許権者	503382542 キャノン電子管デバイス株式会社 栃木県大田原市下石上1385番地
(22)出願日	令和1年10月7日(2019.10.7)	(74)代理人	100108062 弁理士 日向寺 雅彦
(65)公開番号	特開2021-60258(P2021-60258A)	(74)代理人	100168332 弁理士 小崎 純一
(43)公開日	令和3年4月15日(2021.4.15)	(74)代理人	100146592 弁理士 市川 浩
審査請求日	令和4年2月21日(2022.2.21)	(74)代理人	100157901 弁理士 白井 達哲
		(74)代理人	100172188 弁理士 内田 敬人
		(74)代理人	100197538 弁理士 竹内 功
		最終頁に続く	

(54)【発明の名称】 放射線検出モジュールの製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の光電変換部が設けられた領域を覆い、平面視における寸法が、前記複数の光電変換部が設けられた領域よりも大きいシンチレータを形成する工程と、

前記シンチレータの上に、可視光を吸収可能な吸光部を形成する工程と、
を備え、

平面視において、前記吸光部は、前記複数の光電変換部が設けられた領域の外側に形成され、

前記吸光部を形成する際に、前記シンチレータの表面に紫外線を照射し、前記シンチレータの表面を変色させる放射線検出モジュールの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、放射線検出モジュールの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

放射線検出器の一例にX線検出器がある。X線検出器には、X線を蛍光に変換するシンチレータと、蛍光を電荷に変換するアレイ基板とが設けられている。この場合、アレイ基板には、複数の光電変換部が設けられている。シンチレータは、アレイ基板の、複数の光電変換部が設けられた領域(有効画素領域)の上に設けられている。

ここで、有効画素領域の上のみにシンチレータを形成することは難しい。そのため、シンチレータは、有効画素領域の外側の近傍にも設けられている。この場合、有効画素領域の外側にあるシンチレータにもX線が入射する場合がある。そのため、有効画素領域の外側にあるシンチレータにおいても蛍光が発生する場合がある。また、外部からの光がシンチレータに侵入する場合がある。

【0003】

X線画像の品質を向上させるためには、各光電変換部の上方において発生した蛍光を電荷に変換することが好ましい。ところが、有効画素領域の外側にあるシンチレータにおいて生じた蛍光が、シンチレータの側面などで反射して、光電変換部に入射する場合がある。有効画素領域の外側にあるシンチレータにおいて生じた蛍光や、外部から侵入した光は、ノイズ要因となるので、これらの光が光電変換部に入射するとX線画像の品質が低下するおそれがある。

10

そこで、放射線画像の品質を向上させることができる技術の開発が望まれていた。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2009-128023号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

20

本発明が解決しようとする課題は、放射線画像の品質を向上させることができる放射線検出モジュールの製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

実施形態に係る放射線検出モジュールの製造方法は、複数の光電変換部が設けられた領域を覆い、平面視における寸法が、前記複数の光電変換部が設けられた領域よりも大きいシンチレータを形成する工程と、前記シンチレータの上に、可視光を吸収可能な吸光部を形成する工程と、を備え、平面視において、前記吸光部は、前記複数の光電変換部が設けられた領域の外側に形成され、前記吸光部を形成する際に、前記シンチレータの表面に紫外線を照射し、前記シンチレータの表面を変色させる。

30

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本実施の形態に係るX線検出器を例示するための模式斜視図である。

【図2】X線検出モジュールを例示するための模式断面図である。

【図3】X線検出器のブロック図である。

【図4】蛍光が発生する様子を例示するための模式断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、図面を参照しつつ、実施の形態について例示をする。なお、各図面中、同様の構成要素には同一の符号を付して詳細な説明は適宜省略する。

40

また、本発明の実施形態に係る放射線検出器は、X線のほかにもγ線などの各種放射線に適用させることができる。ここでは、一例として、放射線の中の代表的なものとしてX線に係る場合を例にとり説明をする。したがって、以下の実施形態の「X線」を「他の放射線」に置き換えることにより、他の放射線にも適用させることができる。

また、放射線検出器は、例えば、一般医療などに用いることができる。ただし、放射線検出器の用途は、一般医療に限定されるわけではない。

また、本明細書において、「平面視」とは、放射線検出器を、放射線の入射側から見た場合のことを言う。

【0009】

(X線検出器1およびX線検出モジュール10)

50

図 1 は、本実施の形態に係る X 線検出器 1 を例示するための模式斜視図である。

なお、煩雑となるのを避けるために、図 1 においては、保護層 2 f、反射部 4、防湿部 5、および接着部 6などを省いて描いている。

図 2 は、X 線検出モジュール 10 を例示するための模式断面図である。

図 3 は、X 線検出器 1 のブロック図である。

【 0 0 1 0 】

図 1 および図 2 に示すように、X 線検出器 1 には、X 線検出モジュール 10、および回路基板 11 を設けることができる。また、X 線検出器 1 には、図示しない筐体を設けることができる。筐体の内部には、X 線検出モジュール 10、および回路基板 11 を設けることができる。例えば、筐体の内部に板状の支持板を設け、支持板の X 線の入射側の面には X 線検出モジュール 10 を設け、支持板の X 線の入射側とは反対側の面には回路基板 11 を設けることができる。

10

【 0 0 1 1 】

X 線検出モジュール 10 には、アレイ基板 2、シンチレータ 3、反射部 4、防湿部 5、接着部 6、および、吸光部 7 を設けることができる。

アレイ基板 2 には、基板 2 a、光電変換部 2 b、制御ライン（又はゲートライン）2 c 1、データライン（又はシグナルライン）2 c 2、配線パッド 2 d 1、配線パッド 2 d 2 および保護層 2 f を設けることができる。

なお、光電変換部 2 b、制御ライン 2 c 1、およびデータライン 2 c 2 の数などは例示をしたものに限定されるわけではない。

20

【 0 0 1 2 】

基板 2 a は、板状を呈し、無アルカリガラスなどのガラスから形成することができる。基板 2 a の平面形状は、四角形とすることができる。基板 2 a の厚みは、例えば、0.7 mm 程度とすることができる。

光電変換部 2 b は、基板 2 a の一方の面側に複数設けることができる。光電変換部 2 b は、矩形状を呈し、制御ライン 2 c 1 とデータライン 2 c 2 とにより画された領域に設けることができる。複数の光電変換部 2 b は、マトリクス状に並べることができる。なお、1 つの光電変換部 2 b は、例えば、X 線画像の 1 つの画素 (pixel) に対応する。

【 0 0 1 3 】

複数の光電変換部 2 b のそれぞれには、光電変換素子 2 b 1 と、スイッチング素子である薄膜トランジスタ (TFT; Thin Film Transistor) 2 b 2 を設けることができる。また、光電変換素子 2 b 1 において変換した信号電荷を蓄積する図示しない蓄積キャパシタを設けることができる。蓄積キャパシタは、例えば、矩形平板状を呈し、各薄膜トランジスタ 2 b 2 の下に設けることができる。ただし、光電変換素子 2 b 1 の容量によっては、光電変換素子 2 b 1 が蓄積キャパシタを兼ねることができる。

30

【 0 0 1 4 】

光電変換素子 2 b 1 は、例えば、フォトダイオードなどとすることができる。

薄膜トランジスタ 2 b 2 は、蓄積キャパシタへの電荷の蓄積および放出のスイッチングを行うことができる。薄膜トランジスタ 2 b 2 は、ゲート電極 2 b 2 a、ドレイン電極 2 b 2 b 及びソース電極 2 b 2 c を有することができる。薄膜トランジスタ 2 b 2 のゲート電極 2 b 2 a は、対応する制御ライン 2 c 1 と電氣的に接続することができる。薄膜トランジスタ 2 b 2 のドレイン電極 2 b 2 b は、対応するデータライン 2 c 2 と電氣的に接続することができる。薄膜トランジスタ 2 b 2 のソース電極 2 b 2 c は、対応する光電変換素子 2 b 1 と蓄積キャパシタとに電氣的に接続することができる。また、光電変換素子 2 b 1 のアノード側と蓄積キャパシタは、グランドに電氣的に接続することができる。なお、光電変換素子 2 b 1 のアノード側と蓄積キャパシタは、図示しないバイアスラインに電氣的に接続することもできる。

40

【 0 0 1 5 】

制御ライン 2 c 1 は、所定の間隔をあけて互いに平行に複数設けることができる。制御ライン 2 c 1 は、例えば、行方向に延びるものとすることができる。

50

1つの制御ライン2c1は、基板2aの周縁近傍に設けられた複数の配線パッド2d1のうちの1つと電氣的に接続することができる。1つの配線パッド2d1には、フレキシブルプリント基板2e1に設けられた複数の配線のうちの1つを電氣的に接続することができる。フレキシブルプリント基板2e1に設けられた複数の配線の他端は、回路基板11に設けられた読み出し回路11aとそれぞれ電氣的に接続することができる。

【0016】

データライン2c2は、所定の間隔をあけて互いに平行に複数設けることができる。データライン2c2は、例えば、行方向に直交する列方向に延びるものとすることができる。1つのデータライン2c2は、基板2aの周縁近傍に設けられた複数の配線パッド2d2のうちの1つと電氣的に接続することができる。1つの配線パッド2d2には、フレキシブルプリント基板2e2に設けられた複数の配線のうちの1つを電氣的に接続することができる。フレキシブルプリント基板2e2に設けられた複数の配線の他端は、回路基板11に設けられた信号検出回路11bとそれぞれ電氣的に接続することができる。

10

制御ライン2c1、およびデータライン2c2は、例えば、アルミニウムやクロムなどの低抵抗金属を用いて形成することができる。

【0017】

保護層2fは、第1層2f1および第2層2f2を有することができる。第1層2f1は、光電変換部2b、制御ライン2c1、およびデータライン2c2を覆うことができる。第2層2f2は、第1層2f1の上に設けることができる。

第1層2f1および第2層2f2は、絶縁性材料から形成することができる。絶縁性材料は、例えば、酸化物絶縁材料、窒化物絶縁材料、酸窒化物絶縁材料、および樹脂などとするすることができる。

20

【0018】

シンチレータ3は、複数の光電変換部2bの上に設けられ、入射するX線を蛍光すなわち可視光に変換することができる。シンチレータ3は、基板2a上の、複数の光電変換部2bが設けられた領域(有効画素領域A)を覆うように設けることができる。

【0019】

シンチレータ3は、例えば、ヨウ化セシウム(CsI):タリウム(Tl)、ヨウ化ナトリウム(NaI):タリウム(Tl)、あるいは臭化セシウム(CsBr):ユーロピウム(Eu)などを用いて形成することができる。シンチレータ3は、真空蒸着法を用いて形成することができる。真空蒸着法を用いてシンチレータ3を形成すれば、複数の柱状結晶の集合体からなるシンチレータ3が形成される。

30

【0020】

なお、真空蒸着法を用いてシンチレータ3を形成する際には、開口を有するマスクを用いることができる。この場合、アレイ基板2上の開口に対峙する位置(有効画素領域Aの上)にシンチレータ3を形成することができる。また、蒸着による膜は、マスクの表面にも形成される。そして、マスクの開口の近傍においては、膜は、開口の内部に徐々に張り出すように成長する。開口の内部に膜が張り出すと、開口の近傍において、アレイ基板2への蒸着が抑制される。そのため、図1および図2に示すように、シンチレータ3の周縁近傍は、外側になるに従い厚みが漸減している。

40

【0021】

また、シンチレータ3は、例えば、テルビウム賦活硫酸化ガドリニウム(Gd₂O₂S/Tb、又はGOS)などを用いて形成することもできる。この場合、複数の光電変換部2bごとに四角柱状のシンチレータ3が設けられるように、マトリクス状の溝部を設けることができる。

【0022】

反射部4は、蛍光の利用効率を高めて感度特性を改善するために設けることができる。すなわち、反射部4は、シンチレータ3において生じた蛍光のうち、光電変換部2bが設けられた側とは反対側に向かう光を反射させて、光電変換部2bに向かうようにすることができる。ただし、反射部4は、必ずしも必要ではなく、X線検出モジュール10に求め

50

られる感度特性などに応じて設けるようにすればよい。

以下においては、一例として、反射部 4 が設けられる場合を説明する。

【0023】

反射部 4 は、シンチレータ 3 の上に設けることができる。反射部 4 は、シンチレータ 3 の X 線の入射側に設けることができる。反射部 4 は、例えば、シンチレータ 3 の上面 3 a の、有効画素領域 A と対峙する領域を覆うように設けることができる。反射部 4 は、例えば、酸化チタン (TiO_2) などからなる光散乱性粒子と、樹脂と、溶媒とを混合した材料をシンチレータ 3 上に塗布し、これを乾燥させることで形成することができる。

【0024】

また、例えば、銀合金やアルミニウムなどの光反射率の高い金属からなる層をシンチレータ 3 上に成膜することで反射部 4 を形成することができる。また、例えば、表面が銀合金やアルミニウムなどの光反射率の高い金属からなるシートや、光散乱性粒子を含む樹脂シートなどをシンチレータ 3 上に接合することで反射部 4 とすることもできる。この場合、例えば、両面テープなどを用いて、シートとシンチレータ 3 とを接合することができる。

10

【0025】

防湿部 5 は、空気中に含まれる水分により、反射部 4 の特性やシンチレータ 3 の特性が劣化するのを抑制するために設けることができる。防湿部 5 は、シンチレータ 3 および吸光部 7 を覆うものとするすることができる。反射部 4 が設けられる場合には、防湿部 5 は、シンチレータ 3、反射部 4、および吸光部 7 を覆うものとするすることができる。防湿部 5 と反射部 4 などとの間には隙間があってもよいし、防湿部 5 と反射部 4 などとが接触するようにしてもよい。例えば、大気圧よりも減圧された環境において防湿部 5 の周縁近傍とアレイ基板 2 とを接着すれば、防湿部 5 と反射部 4 などとが接触するようにすることができる。

20

【0026】

防湿部 5 は、透湿係数の小さい材料から形成することができる。防湿部 5 は、例えば、金属を含むものとするすることができる。防湿部 5 は、例えば、銅を含む金属、アルミニウムを含む金属、ステンレス、コパール材などの金属から形成することができる。防湿部 5 は、例えば、樹脂膜と金属膜とが積層された積層膜から形成することもできる。この場合、樹脂膜は、例えば、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、ポリエチレンテレフタレート樹脂、テフロン (登録商標)、低密度ポリエチレン、高密度ポリエチレン、弾性ゴムなどから形成されたものとするすることができる。金属膜は、例えば、銅を含む金属、アルミニウムを含む金属、ステンレス、コパール材などの金属から形成されたものとするすることができる。この場合、金属を含む防湿部 5 とすれば、防湿部 5 を透過する水分をほぼ完全になくすことができる。

30

【0027】

また、防湿部 5 の厚みは、X 線の吸収や剛性などを考慮して決定することができる。この場合、防湿部 5 の厚みを厚くしすぎると X 線の吸収が大きくなりすぎる。防湿部 5 の厚みを薄くしすぎると剛性が低下して破損しやすくなる。防湿部 5 は、例えば、厚みが 0 . 1 mm のアルミニウム箔を用いて形成することができる。

【0028】

図 2 に示すように、接着部 6 は、防湿部 5 の周縁近傍とアレイ基板 2 との間に設けることができる。接着部 6 は、防湿部 5 の周縁近傍とアレイ基板 2 とを接着している。接着部 6 は、例えば、紫外線硬化型接着剤や二液混合型接着剤などが硬化することで形成されたものとするすることができる。

40

【0029】

図 1 に示すように、回路基板 11 は、アレイ基板 2 の、シンチレータ 3 が設けられる側とは反対側に設けることができる。回路基板 11 は、X 線検出モジュール 10 (アレイ基板 2) と電気的に接続することができる。

図 3 に示すように、回路基板 11 には、読み出し回路 11 a および信号検出回路 11 b を設けることができる。なお、これらの回路を 1 つの基板に設けることもできるし、これらの回路を複数の基板に分けて設けることもできる。

50

【 0 0 3 0 】

読み出し回路 1 1 a は、薄膜トランジスタ 2 b 2 のオン状態とオフ状態を切り替えることができる。読み出し回路 1 1 a は、複数のゲートドライバ 1 1 a a と行選択回路 1 1 a b とを有することができる。

【 0 0 3 1 】

行選択回路 1 1 a b には、X線検出器 1 の外部に設けられた図示しない画像処理部などから制御信号 S 1 を入力することができる。行選択回路 1 1 a b は、X線画像の走査方向に従って、対応するゲートドライバ 1 1 a a に制御信号 S 1 を入力することができる。

【 0 0 3 2 】

ゲートドライバ 1 1 a a は、対応する制御ライン 2 c 1 に制御信号 S 1 を入力することができる。例えば、読み出し回路 1 1 a は、フレキシブルプリント基板 2 e 1 を介して、制御信号 S 1 を各制御ライン 2 c 1 毎に順次入力することができる。制御ライン 2 c 1 に入力された制御信号 S 1 により薄膜トランジスタ 2 b 2 がオン状態となり、蓄積キャパシタから電荷（画像データ信号 S 2 ）を読み出すことができるようになる。

10

【 0 0 3 3 】

信号検出回路 1 1 b は、複数の積分アンプ 1 1 b a 、複数の選択回路 1 1 b b 、および複数の A D コンバータ 1 1 b c を有することができる。

1 つの積分アンプ 1 1 b a は、1 つのデータライン 2 c 2 と電気的に接続することができる。積分アンプ 1 1 b a は、光電変換部 2 b からの画像データ信号 S 2 を順次受信することができる。そして、積分アンプ 1 1 b a は、一定時間内に流れる電流を積分し、その積分値に対応した電圧を選択回路 1 1 b b へ出力することができる。この様にすれば、所定の時間内にデータライン 2 c 2 を流れる電流の値（電荷量）を電圧値に変換することができる。すなわち、積分アンプ 1 1 b a は、シンチレータ 3 において発生した蛍光の強弱分布に対応した画像データ情報を、電位情報へと変換することができる。

20

【 0 0 3 4 】

選択回路 1 1 b b は、読み出しを行う積分アンプ 1 1 b a を選択し、電位情報へと変換された画像データ信号 S 2 を順次読み出すことができる。

A D コンバータ 1 1 b c は、読み出された画像データ信号 S 2 をデジタル信号に順次変換することができる。デジタル信号に変換された画像データ信号 S 2 は、配線を介して画像処理部に入力することができる。なお、デジタル信号に変換された画像データ信号 S 2 は、無線により画像処理部に送信されるようにしてもよい。

30

【 0 0 3 5 】

画像処理部は、デジタル信号に変換された画像データ信号 S 2 に基づいて X 線画像を構成することができる。なお、画像処理部は、回路基板 1 1 と一体化することもできる。

【 0 0 3 6 】

ここで、前述したように、シンチレータ 3 は、真空蒸着法を用いて有効画素領域 A の上に形成したり、有効画素領域 A の上に材料を塗布したりして形成される。そのため、有効画素領域 A の上のみシンチレータ 3 を形成することは難しい。すなわち、有効画素領域 A とシンチレータ 3 との間には、位置合わせ精度によるズレがある。この場合、有効画素領域 A の周縁近傍が、シンチレータ 3 の外側に設けられないようにするためには、平面視における寸法が、有効画素領域 A よりも大きいシンチレータ 3 とすればよい。そのため、一般的には、図 2 に示すように、シンチレータ 3 は、有効画素領域 A の外側の近傍にも設けられている。

40

【 0 0 3 7 】

また、X線検出器 1 に入射する X 線は、X線が照射される被写体の大きさに応じて照射領域が設定される。そのため、有効画素領域 A の外側にも X 線が照射されることがある。

【 0 0 3 8 】

シンチレータ 3 に入射した X 線は、シンチレータ 3 によって蛍光に変換される。

図 4 は、蛍光が発生する様子を例示するための模式断面図である。

図 4 に示すように、有効画素領域 A の上方に入射した X 線 1 0 0 により発生した蛍光 L

50

1は、蛍光L1の下方に位置する光電変換部2b(光電変換素子2b1)に入射し、電荷に変換される。一方、有効画素領域Aの外側の上方に入射したX線101により発生した蛍光L2は、蛍光L2の下方に光電変換部2b(光電変換素子2b1)がない。そのため、蛍光L2は、電荷に変換されず散乱する。散乱した蛍光L2の一部は、シンチレータ3の側面3bや上面3aにおいて反射され、有効画素領域Aに照射される場合がある。

【0039】

また、X線検出器1が設けられる筐体の内部には動作確認用の発光ダイオードなどが設けられている。また、筐体の微細な隙間から筐体の内部に外光が入射する場合もある。前述したように、基板2aは、ガラスから形成されている。そのため、図4に示すように、発光ダイオードから出射した光や外光などの光L3が、基板2aを介して、シンチレータ3の内部に侵入する場合がある。シンチレータ3の内部に侵入した光L3は、シンチレータ3の側面3bや上面3aにおいて反射され、有効画素領域Aに照射される場合がある。

10

【0040】

そのため、蛍光L2や光L3が発生すると、光電変換素子2b1の上方で発生した蛍光L1と、蛍光L2や光L3とが混合して光電変換素子2b1に入射するおそれがある。

【0041】

また、人体に対して大量のX線照射を行うと健康への悪影響があるため、人体へのX線照射量は必要最低限に抑えられる。そのため、X線検出器1に入射するX線の強度は非常に小さいものとなり、シンチレータ3において発生する蛍光の強度が非常に小さくなる。そのため、X線検出器1に設けられる光電変換素子2b1は非常に高感度なものとされている。その結果、蛍光L2や光L3が、光電変換素子2b1により電荷に変換されやすくなる。

20

【0042】

蛍光L2や光L3による成分が混入した画像データ信号S2から構成されたX線画像は、これらが混入していない画像データ信号S2から構成されたX線画像に比べて、画像コントラストが低くなったり、画像ノイズが増加したりして、画像品質が悪くなるおそれがある。

【0043】

そこで、本実施の形態に係るX線検出器1には、吸光部7が設けられている。

図1、図2、および図4に示すように、吸光部7は、シンチレータ3の上に設けることができる。平面視において、吸光部7は、有効画素領域Aの外側に設けることができる。例えば、吸光部7は、シンチレータ3の側面3bに設けることができる。また、反射部4が設けられる場合には、吸光部7は、平面視において、反射部4の外側に設けることができる。例えば、吸光部7は、シンチレータ3の上面3aにおける反射部4の外側、および、シンチレータ3の側面3bに設けることができる。

30

【0044】

吸光部7は、可視光を吸収可能なものとすることができる。吸光部7は、可視光を吸収可能な色を有することができる。この場合、吸光部7の色は、例えば、黒色、または、黒色に近似する色とすることが好ましい。吸光部7の色が、黒色、または、黒色に近似する色であれば、前述した蛍光L2や光L3を吸収するのが容易となる。黒色に近似する色は、例えば、黒と青の混色(例えば、紺色)、黒と赤の混色(例えば、茶色)などとする

40

ことができる。

【0045】

吸光部7の色を黒とする場合には、吸光部7は、例えば、炭素系黒色顔料や酸化物系黒色顔料などを含むものとするすることができる。炭素系黒色顔料は、例えば、カーボンブラックやグラファイトなどとするすることができる。酸化物系黒色顔料は、例えば、鉄の酸化物、銅とクロムの複合酸化物、銅とクロムと亜鉛の複合酸化物などとする

ことができる。

【0046】

吸光部7の厚みには特に限定がない。吸光部7の厚みは、例えば、1 μ m程度と

することができる。

50

【0047】

吸光部7は、例えば、黒色または黒色に近似する色の顔料、樹脂、および溶媒を混合した材料をシンチレータ3の表面に塗布し、これを乾燥させることで形成することができる。

また、吸光部7は、シンチレータ3の表面に紫外線などを照射し、シンチレータ3の表面を、例えば、茶色などに変色させることで形成することもできる。

【0048】

前述した蛍光L2や光L3が吸光部7に入射すると、蛍光L2や光L3の一部が吸光部7に吸収される。そのため、蛍光L2や光L3が発生したとしても、光電変換素子2b1に入射する蛍光L2や光L3の量を少なくすることができる。その結果、画像コントラストが低くなったり、画像ノイズが増加したりするのを抑制することができるので、画像品質の向上を図ることができる。

10

【0049】

(X線検出モジュール10の製造方法、およびX線検出器1の製造方法)

まず、基板2aの上に、制御ライン2c1、データライン2c2、配線パッド2d1、配線パッド2d2、光電変換部2b、および保護層2fなどを順次形成してアレイ基板2を製造する。アレイ基板2は、例えば、半導体製造プロセスを用いて製造することができる。なお、アレイ基板2の製造には既知の技術を適用することができるので詳細な説明は省略する。

【0050】

次に、基板2aの有効画素領域Aを覆うようにシンチレータ3を形成する。

20

例えば、シンチレータ3は、真空蒸着法を用いて形成することができる。真空蒸着法を用いてシンチレータ3を形成すれば、複数の柱状結晶の集合体からなるシンチレータ3が形成される。シンチレータ3の厚みは、X線検出器1に求められるDQE特性、感度特性、解像度特性などに応じて適宜変更することができる。シンチレータ3の厚みは、例えば、600 μ m程度とすることができる。

【0051】

また、発光物質とバインダ材とを混合し、混合した材料を有効画素領域Aを覆うように塗布し、これを焼成し、焼成された材料にマトリクス状の溝部を形成して複数の光電変換部2bごとに四角柱状のシンチレータ3が設けられるようにしてもよい。

【0052】

次に、必要に応じて、シンチレータ3の上に反射部4を形成する。

30

例えば、反射部4は、複数の光散乱性粒子、樹脂、および溶媒を混合した材料をシンチレータ3上に塗布し、これを乾燥させることで形成することができる。また、例えば、光反射率の高い金属からなる層をシンチレータ3上に成膜したり、光散乱性粒子を含む樹脂シートなどをシンチレータ3上に接合したりして、反射部4を形成することもできる。

【0053】

次に、シンチレータ3の上に吸光部7を形成する。

例えば、吸光部7は、平面視において、シンチレータ3の表面の、有効画素領域Aの外側に位置する領域に、顔料、樹脂、および溶媒を混合した材料を塗布し、これを乾燥させることで形成することができる。

40

また、吸光部7は、シンチレータ3の表面に紫外線などを照射し、シンチレータ3の表面を、例えば、茶色などに変色させることで形成することもできる。

【0054】

次に、シンチレータ3および吸光部7を覆うように防湿部5を設ける。反射部4が設けられる場合には、シンチレータ3、反射部4、および吸光部7を覆うように防湿部5を設ける。例えば、シート状またはハット状の防湿部5の周縁近傍をアレイ基板2に接着することができる。この場合、接着剤が硬化することで、接着部6が形成される。

【0055】

大気圧よりも減圧された環境において防湿部5をアレイ基板2に接着すれば、防湿部5の内部に水蒸気を含む空気が収納されるのを抑制することができる。また、航空機により

50

X線検出器1を輸送する場合などのように、X線検出器1が大気圧よりも減圧された環境に置かれる場合であっても、防湿部5の内部にある空気により防湿部5が膨張したり変形したりするのを抑制することができる。また、大気圧により防湿部5が押さえつけられるので、防湿部5がシンチレータ3などに密着する。

以上の様にして、X線検出モジュール10を製造することができる。

【0056】

次に、フレキシブルプリント基板2e1、2e2を介して、アレイ基板2と回路基板11を電氣的に接続する。

その他、回路部品などを適宜実装する。

【0057】

次に、図示しない筐体の内部にアレイ基板2、回路基板11などを格納する。

そして、必要に応じて、光電変換素子2b1の異常の有無や電氣的な接続の異常の有無を確認する電気試験、X線画像試験などを行う。

以上のようにして、X線検出器1を製造することができる。

なお、製品の防湿信頼性や温度環境の変化に対する信頼性を確認するために、高温高湿試験、冷熱サイクル試験などを実施することもできる。

【0058】

以上に説明したように、本実施の形態に係るX線検出モジュール10の製造方法は以下の工程を備えることができる。

複数の光電変換部2bが設けられた領域(有効画素領域A)を覆い、平面視における寸法が、複数の光電変換部2bが設けられた領域よりも大きいシンチレータ3を形成する工程。

シンチレータ3の上に、可視光を吸収可能な吸光部7を形成する工程。

この場合、平面視において、吸光部7は、複数の光電変換部2bが設けられた領域の外側に形成される。

【0059】

吸光部7を形成する際に、シンチレータ3の表面に紫外線を照射し、シンチレータ3の表面を変色させることができる。

吸光部7を形成する際に、顔料を含む材料をシンチレータ3の表面に塗布することができる。

【0060】

以上、本発明のいくつかの実施形態を例示したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更などを行うことができる。これら実施形態やその変形例は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。また、前述の各実施形態は、相互に組み合わせて実施することができる。

【符号の説明】

【0061】

1 X線検出器、2 アレイ基板、2a 基板、2b 光電変換部、2b1 光電変換素子、3 シンチレータ、3a 上面、3b 側面、7 吸光部、10 X線検出モジュール、11 回路基板

10

20

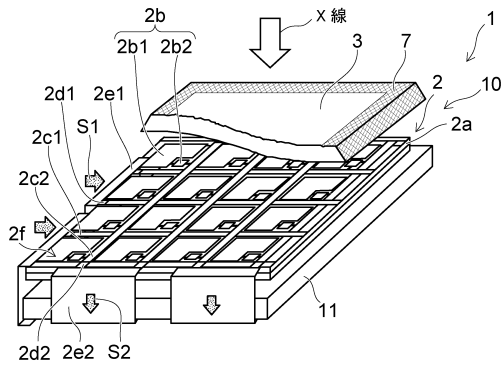
30

40

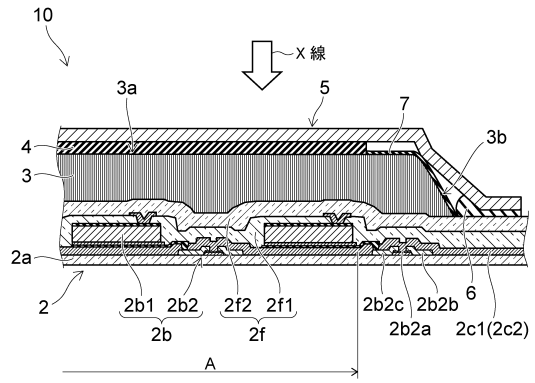
50

【図面】

【図 1】



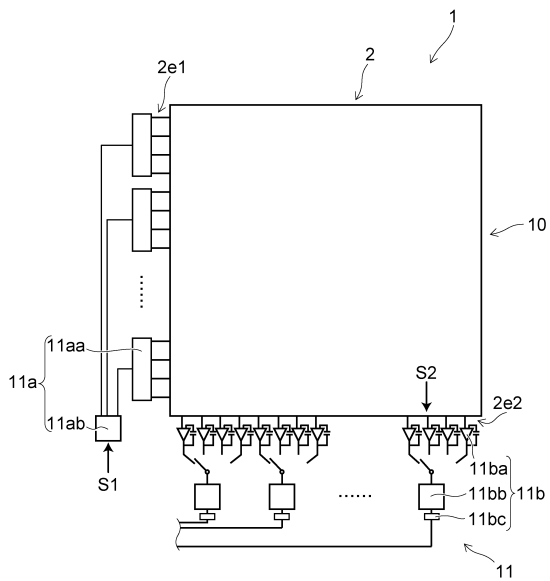
【図 2】



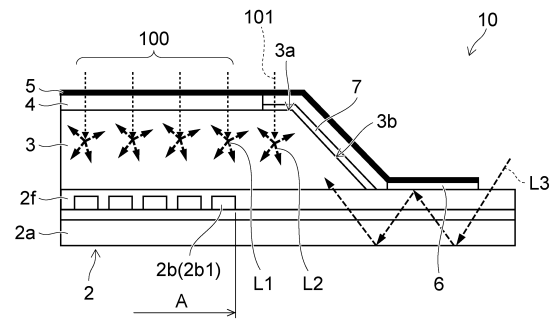
10

20

【図 3】



【図 4】



30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

A 6 1 B

6/03

3 2 0 5

(72)発明者 會田 博之

栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 キヤノン電子管デバイス株式会社内

(72)発明者 堀内 弘

栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 キヤノン電子管デバイス株式会社内

審査官 中尾 太郎

(56)参考文献 特開 2 0 1 1 - 1 2 8 0 8 5 (J P , A)

特開 2 0 1 4 - 1 0 6 0 2 2 (J P , A)

特開 2 0 1 4 - 1 2 2 8 9 8 (J P , A)

特開 2 0 1 9 - 0 5 2 9 0 7 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

G 0 1 T 1 / 2 0

A 6 1 B 6 / 0 0

A 6 1 B 6 / 0 3