

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7196020号
(P7196020)

(45)発行日 令和4年12月26日(2022.12.26)

(24)登録日 令和4年12月16日(2022.12.16)

(51)国際特許分類		F I	
G 0 1 T	1/20 (2006.01)	G 0 1 T	1/20 G
A 6 1 B	6/00 (2006.01)	A 6 1 B	6/00 3 0 0 S
G 0 1 T	1/202(2006.01)	A 6 1 B	6/00 3 0 0 Q
		A 6 1 B	6/00 3 3 3
		G 0 1 T	1/20 E
請求項の数 12 (全18頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2019-111274(P2019-111274)	(73)特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22)出願日	令和1年6月14日(2019.6.14)	(74)代理人	100090273 弁理士 國分 孝悦
(65)公開番号	特開2020-204488(P2020-204488 A)	(72)発明者	長野 和美 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
(43)公開日	令和2年12月24日(2020.12.24)	(72)発明者	猿田 尚志郎 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
審査請求日	令和3年10月18日(2021.10.18)	(72)発明者	市村 知昭 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	藤本 加代子 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 放射線検出装置及び放射線撮影システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

入射した放射線を光に変換する第1のシンチレータと、前記第1のシンチレータからの前記光を電気信号に変換する第1の光電変換部を備える第1のセンサ基板と、を含む第1の放射線パネルと、

前記第1の放射線パネルを介して入射した前記放射線を光に変換する第2のシンチレータと、前記第2のシンチレータからの前記光を電気信号に変換する第2の光電変換部を備える第2のセンサ基板と、を含む第2の放射線パネルと、
を有し、

前記第1のセンサ基板は、前記第1の光電変換部を含む基板中央領域の厚みを t_1 とし、前記第1の光電変換部を含まない基板周辺領域の厚みを t_2 とすると、 $t_1 < t_2$ となる凹部を有する基板であり、

前記第2のシンチレータは、前記凹部に、少なくとも一部の領域が収容されていることを特徴とする放射線検出装置。

【請求項2】

前記第2のシンチレータの厚みを t_3 とすると、 $t_2 - t_1 > t_3$ であることを特徴とする請求項1に記載の放射線検出装置。

【請求項3】

前記第2のシンチレータは、前記凹部に、前記第1のセンサ基板の厚み方向において一部の領域が収容されていることを特徴とする請求項1または2に記載の放射線検出装置。

【請求項 4】

前記第 2 のシンチレータは、前記凹部に、前記第 1 のセンサ基板の厚み方向において全部の領域が収容されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の放射線検出装置。

【請求項 5】

前記凹部は、前記第 2 のシンチレータとの間の隙間が樹脂で充填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 項に記載の放射線検出装置。

【請求項 6】

前記第 2 のセンサ基板は、前記第 2 の光電変換部を含む基板中央領域の厚みを t_4 とし、前記第 2 の光電変換部を含まない基板周辺領域の厚みを t_5 とするとき、 $t_4 < t_5$ となる凹部を有する基板であり、

前記第 2 のセンサ基板の当該凹部に、前記放射線に基づく散乱線の発生を防止する散乱線防止部材を更に有することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の放射線検出装置。

【請求項 7】

前記第 1 のシンチレータは、前記第 1 の光電変換部において前記放射線が入射する側に配置されており、

前記第 2 のシンチレータは、前記第 2 の光電変換部において前記放射線が入射する側に配置されていることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の放射線検出装置。

【請求項 8】

前記第 1 のシンチレータおよび前記第 2 のシンチレータは、柱状結晶を有する蛍光体であってヨウ化セシウムを含む蛍光体である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】

入射した放射線を光に変換する第 1 のシンチレータおよび第 2 のシンチレータと、
前記第 1 のシンチレータからの前記光を電気信号に変換する光電変換部を備えるセンサ基板と、

を有し、

前記第 2 のシンチレータの少なくとも一部は、前記センサ基板において前記第 1 のシンチレータが設けられている側の面とは反対側の面の凹部に設けられることを特徴とする放射線検出装置。

【請求項 10】

前記センサ基板と実装基板とを電気的に接続するための接続配線部を更に有し、
前記接続配線部は、前記センサ基板における基板周辺領域に設けられた接続パッド部に接続されていることを特徴とする請求項 9 に記載の放射線検出装置。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の放射線検出装置と、
前記放射線を発生させる放射線発生装置と、
前記第 1 のシンチレータからの前記光を電気信号に変換する第 1 の光電変換部で得られた電気信号と前記第 2 のシンチレータからの前記光を電気信号に変換する第 2 の光電変換部で得られた電気信号とを用いて、前記放射線に係る画像を生成する画像生成装置と、
を有することを特徴とする放射線撮影システム。

【請求項 12】

前記画像は、エネルギーサブトラクション画像であること特徴とする請求項 11 に記載の放射線撮影システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、入射した放射線を検出する放射線検出装置、及び、当該放射線検出装置を含み構成された放射線撮影システムに関するものである。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

現在、放射線検出装置は、放射線撮影による医療画像診断や非破壊検査等に広く利用されている。現在、放射線撮影は、患者が、放射線検出装置を含む放射線撮影装置（放射線撮影システム）の設置された放射線ルームへ移動して行われる撮影や、放射線ルームに運べない患者のための可搬型の放射線撮影装置を用いた撮影等の、数多くの撮影が提案されている。この際、放射線撮影装置は、放射線検出装置に加えて放射線発生装置（放射線管球）、高圧発生器及びバッテリー等から構成されており、フィルムカセット或いは輝尽性蛍光板を用いたイメージングプレートとともに、複数の病室等に持ち運びして使用されうる。

【 0 0 0 3 】

現在、上述の放射線検出装置を用いて、例えば、被写体に対してエネルギー成分が異なる放射線の放射線画像を複数取得し、取得した放射線画像の差分から、特定の被写体部分を分離または強調したエネルギーサブトラクション画像を取得する方法が知られている。例えば、特許文献 1 や特許文献 2 には、ワンショット法（1 回曝射法）によるエネルギーサブトラクション撮影に関する放射線検出装置として、2 つの放射線パネルを備えた装置が記載されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 4 】

【 文献 】特開 2 0 1 6 - 1 5 6 7 1 9 号公報

特許第 5 3 7 6 8 9 7 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

上述したように、特許文献 1 や特許文献 2 には、2 つの放射線パネルを備えた放射線検出装置が記載されている。このような放射線検出装置では、一般的に、2 つの放射線パネルに加えて、フィルターや 2 つの放射線パネルと電気的に接続される実装基板等が積層されて構成されうる。この点、特許文献 1 や特許文献 2 に記載の放射線検出装置では、単に 2 つの放射線パネルを積層する構成であるため、装置が厚型化してしまうという問題があった。さらに、特許文献 1 や特許文献 2 に記載の放射線検出装置では、単に 2 つの放射線パネルを積層する構成であるため、放射線パネルに含まれるシンチレータの周辺に広範囲の空隙部があり、この広範囲の空隙部によって装置が荷重に弱く堅牢性が足りないという問題もあった。

【 0 0 0 6 】

本発明は、このような問題点に鑑みてなされたものであり、2 つの放射線パネルを備えた放射線検出装置において、厚型化を抑制するとともに堅牢性の向上を実現する仕組み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 】

【 0 0 0 7 】

本発明の放射線検出装置は、入射した放射線を光に変換する第 1 のシンチレータと、前記第 1 のシンチレータからの前記光を電気信号に変換する第 1 の光電変換部を備える第 1 のセンサ基板と、を含む第 1 の放射線パネルと、前記第 1 の放射線パネルを介して入射した前記放射線を光に変換する第 2 のシンチレータと、前記第 2 のシンチレータからの前記光を電気信号に変換する第 2 の光電変換部を備える第 2 のセンサ基板と、を含む第 2 の放射線パネルと、を有し、前記第 1 のセンサ基板は、前記第 1 の光電変換部を含む基板中央領域の厚みを t_1 とし、前記第 1 の光電変換部を含まない基板周辺領域の厚みを t_2 とするとき、 $t_1 < t_2$ となる凹部を有する基板であり、前記第 2 のシンチレータは、前記凹部に、少なくとも一部の領域が収容されている。

本発明の放射線検出装置における他の態様は、入射した放射線を光に変換する第 1 のシンチレータおよび第 2 のシンチレータと、前記第 1 のシンチレータからの前記光を電気信号に変換する光電変換部を備えるセンサ基板と、を有し、前記第 2 のシンチレータの少な

10

20

30

40

50

くとも一部は、前記センサ基板において前記第 1 のシンチレータが設けられている側の面とは反対側の面の凹部に設けられる。

また、本発明は、上述した放射線検出装置を含み構成された放射線撮影システムを含む。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、2つの放射線パネルを備えた放射線検出装置において、厚型化を抑制するとともに堅牢性の向上を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る放射線検出装置において、放射線の入射する側から見た概略図である。

10

【図2】本発明の第1の実施形態に係る放射線検出装置において、図1のI-I断面における内部構成の一例を示す図である。

【図3】比較例に係る放射線検出装置において、図1のI-I断面における内部構成の一例を示す図である。

【図4】本発明の第2の実施形態に係る放射線検出装置において、図1のI-I断面における内部構成の一例を示す図である。

【図5】本発明の第3の実施形態に係る放射線検出装置において、図1のI-I断面における内部構成の一例を示す図である。

【図6】本発明の第4の実施形態を示し、第1～第3の実施形態のうちのいずれかの実施形態に係る放射線検出装置100を含む放射線撮影システムの概略構成の一例を示す図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下に、図面を参照しながら、本発明を実施するための形態（実施形態）について説明する。なお、以下に記載する本発明の各実施形態において、放射線は、典型的には、X線であるが、本発明においては、このX線に限定されるものではなく、例えば、線、線または線等であってもよい。

【0011】

（第1の実施形態）

30

まず、本発明の第1の実施形態について説明する。

【0012】

図1は、本発明の第1の実施形態に係る放射線検出装置100において、放射線の入射する側から見た概略図である。図1に示すように、放射線検出装置100の放射線が入射する側には、第1の放射線パネルに含まれる第1のセンサ基板111及び第1の保護層113が配置されている。また、図1には、第1のセンサ基板111と電氣的に接続される第1の接続配線部130が示されている。また、図1では、放射線の入射方向をZ軸方向とし、このZ軸方向と直交する2軸方向であって第1のセンサ基板111の放射線入射面である第1面1110aを定める相互に直交する2軸方向をX軸方向及びY軸方向とした、XYZ座標系を図示している。

40

【0013】

図2は、本発明の第1の実施形態に係る放射線検出装置100において、図1のI-I断面における内部構成の一例を示す図である。この図2では、図1に示したXYZ座標系に対応させたXYZ座標系を図示するとともに、放射線Rの入射方向を白抜き矢印で図示している。また、図2において、図1に示す構成と同様の構成については同じ符号を付している。また、以降の説明においては、図2に示す第1の実施形態に係る放射線検出装置100を「放射線検出装置100-1」と記載する。

【0014】

第1の実施形態に係る放射線検出装置100-1は、図2に示すように、第1の放射線パネル110、第2の放射線パネル120、第1の接続配線部130、第1の実装基板1

50

40、第2の接続配線部150、及び、第2の実装基板160を有して構成されている。放射線検出装置100-1は、図2に示すように、第1の放射線パネル110と第2の放射線パネル120を積層して構成されている。

【0015】

第1の放射線パネル110は、図2に示すように、第1のセンサ基板111、第1のシンチレータ112、及び、第1の保護層113を有して構成されている。

【0016】

第1のセンサ基板111は、放射線Rが入射する放射線入射面である第1面1110aに配置された第1の光電変換部1111、及び、第1の接続パッド部1112を備えて構成されている。なお、図2では、第1の光電変換部1111は、第1のセンサ基板111の内部に配置されている態様を例示しているが、本実施形態においてはこの態様に限定されず、第1のセンサ基板111の上部に配置されている態様も、本実施形態に適用可能である。第1の光電変換部1111は、第1のシンチレータ112からの光を電気信号である放射線画像信号に変換する構成部である。第1の光電変換部1111は、例えば、X軸方向及びY軸方向の2次元状に複数の画素が配設されて形成されている。また、第1の光電変換部1111の各画素は、光を電荷に変換する光電変換素子と、光電変換素子で発生した電荷に応じた電気信号を出力するためのスイッチング素子とを含みうる。第1の接続パッド部1112には、第1のセンサ基板111を第1の実装基板140と接続するためのフレキシブルケーブルなどの第1の接続配線部130が接続される。この第1の接続パッド部1112は、例えば第1の接続配線部130を加熱加圧により圧着することによって配置されるので、具体的には、第1の接続パッド部1112を含む基板周辺領域1114は、少なくとも0.30mm以上あることが望ましい。

【0017】

また、第1のセンサ基板111には、第1面1110aとは反対側の第2面1110bに、第1の光電変換部1111を含む（具体的には、第1の光電変換部1111及びその外周辺の一部を含む）基板中央領域1113の厚みを t_1 とし、第1の光電変換部1111を含まない（第1の接続パッド部1112を含む）基板周辺領域1114の厚みを t_2 とすると、以下の(1)式

$$t_1 < t_2 \quad \cdots (1)$$

を満たす凹部1110cが設けられている。

具体的に、第1のセンサ基板111の基板中央領域1113の厚み t_1 は、第1のセンサ基板111の基板中央領域1113におけるZ軸方向の長さに相当する。また、第1のセンサ基板111の基板周辺領域1114の厚み t_2 は、第1のセンサ基板111の基板周辺領域1114におけるZ軸方向の長さに相当する。即ち、第1のセンサ基板111の基板周辺領域1114の厚み t_2 と第1のセンサ基板111の基板中央領域1113の厚み t_1 との差によって、第1のセンサ基板111の基板中央領域1113に凹部1110cが形成される。

【0018】

第1のシンチレータ112は、第1の保護層113を介して入射した放射線Rを光に変換する構成部である。この第1のシンチレータ112によって変換された光は、第1の光電変換部1111に入射する。図2では、第1のシンチレータ112は、第1の光電変換部1111において放射線Rが入射する側に配置されている。第1の保護層113は、第1のシンチレータ112を保護する機能の他、電磁シールドまたは反射層として機能しうる。第1のシンチレータ112で変換された光は、第1の保護層113で反射されうる。本実施形態においては、第1のシンチレータ112及び第1の保護層113は、第1の波長変換部を構成しうる。

【0019】

第2の放射線パネル120は、図2に示すように、第2のセンサ基板121、第2のシンチレータ122、及び、第2の保護層123を有して構成されている。

【0020】

10

20

30

40

50

第2のセンサ基板121は、放射線Rが入射する放射線入射面である第1面1210aに配置された第2の光電変換部1211、及び、第2の接続パッド部1212を備えて構成されている。なお、図2では、第2の光電変換部1211は、第2のセンサ基板121の内部に配置されている態様を例示しているが、本実施形態においてはこの態様に限定されず、第2のセンサ基板121の上部に配置されている態様も、本実施形態に適用可能である。第2の光電変換部1211は、第2のシンチレータ122からの光を電気信号である放射線画像信号に変換する構成部である。第2の光電変換部1211は、例えば、X軸方向及びY軸方向の2次元状に複数の画素が配設されて形成されている。また、第2の光電変換部1211の各画素は、光を電荷に変換する光電変換素子と、光電変換素子で発生した電荷に応じた電気信号を出力するためのスイッチング素子とを含みうる。第2の接続パッド部1212には、第2のセンサ基板121を第2の実装基板160と接続するためのフレキシブルケーブルなどの第2の接続配線部150が接続される。また、図2には、第2のセンサ基板121において、第1面1210aとは反対側の面を第2面1210bとして示している。

【0021】

第2のシンチレータ122は、第1の放射線パネル110を介して入射した放射線Rを光に変換する構成部である。この第2のシンチレータ122によって変換された光は、第2の光電変換部1211に入射する。図2では、第2のシンチレータ122は、第2の光電変換部1211において放射線Rが入射する側に配置されている。第2の保護層123は、第2のシンチレータ122を保護する機能の他、電磁シールドまたは反射層として機能しうる。第2のシンチレータ122で変換された光は、第2の保護層123で反射されうる。本実施形態においては、第2のシンチレータ122及び第2の保護層123は、第2の波長変換部を構成しうる。

【0022】

第1の接続配線部130は、第1のセンサ基板111と第1の実装基板140とを電気的に接続するためのフレキシブルケーブルなどの接続配線部である。第1の実装基板140は、例えば、第1の接続配線部130を介して第1のセンサ基板111と各種の信号を送受信する通信を行う実装基板である。

【0023】

第2の接続配線部150は、第2のセンサ基板121と第2の実装基板160とを電気的に接続するためのフレキシブルケーブルなどの接続配線部である。第2の実装基板160は、例えば、第2の接続配線部150を介して第2のセンサ基板121と各種の信号を送受信する通信を行う実装基板である。

【0024】

以下、図2に示す各構成部について、更に具体的に説明する。

第1のセンサ基板111及び第2のセンサ基板121の材料は、例えば、ガラス基板などの透明な絶縁性基板でありうる。

【0025】

また、本実施形態においては、第1の放射線パネル110及び第2の放射線パネル120には、それぞれ、第1の光電変換部1111及び第2の光電変換部1211を保護するセンサ保護層（不図示）を更に含みうる。この際、センサ保護層は、それぞれ、第1の光電変換部1111及び第2の光電変換部1211を覆うように配置される。また、センサ保護層は、例えば、SiN、TiO₂、LiF、Al₂O₃またはMgOで構成されうる。或いは、センサ保護層は、例えば、ポリフェニレンサルファイド樹脂、フッ素樹脂、ポリエーテルエーテルケトン樹脂、液晶ポリマー、ポリエーテルニトリル樹脂、ポリスルホン樹脂、ポリエーテルサルホン樹脂、ポリアリレート樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリエーテルイミド樹脂、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂またはシリコン樹脂で構成されてもよい。ただし、センサ保護層は、第1のシンチレータ112によって変換された光を通過することができるように、第1のシンチレータ112で変換された光の波長について高い透過率を有する材料で構成される。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 6 】

第1のシンチレータ112及び第2のシンチレータ122は、それぞれ、第1の光電変換部1111及び第2の光電変換部1211の領域に対応して配置され、例えば、柱状結晶を有する蛍光体や、粒子状結晶を有する蛍光体を用いられる。例えば、柱状結晶を有する蛍光体からなるシンチレータは、蛍光体で発生した光が柱状結晶内を伝搬するので光散乱が少なく高い解像度の放射線画像を得ることができる。柱状結晶を有する蛍光体からなるシンチレータの材料としては、ハロゲン化アルカリを主成分とする材料が好適に用いられ、例えば、CsI:Tl、CsI:Na、CsBr:Tl、NaI:Tl、LiI:Eu、KI:Tl等を用いられる。その作製方法は、例えばCsI:Tlでは、CsI(ヨウ化セシウム)とTlIを同時に蒸着することで形成できる。一方、粒子状結晶を有する蛍光体からなるシンチレータは、放射線を光に変換する複数のシンチレータ粒子と、複数のシンチレータ粒子を互いに固定するバインダーとを含み、塗布などで容易に形成することができるために安価な蛍光体層を得ることができる。例えば、粒子状結晶を有する蛍光体からなるシンチレータの材料としては、微量のテルビウム(Tb)が添加された硫酸化ガドリニウム(GOS:Tb)等を用いられる。また、粒子状結晶を有する蛍光体からなるシンチレータにおいて、シンチレータ粒子は、耐湿性、発光効率、熱プロセス耐性、残光性の観点で、一般式 $Me_2O_2S:Re$ で示される金属酸硫化物で構成されることが好ましい。ここで、例えば、Meは、La、Y、Gdのいずれか1つであり、Reは、Tb、Sm、Eu、Ce、Pr、Tmの少なくとも1つである。また、粒子状結晶を有する蛍光体からなるシンチレータにおいて、バインダーは、例えば樹脂で構成される。この際、バインダーは、有機溶剤に溶解するものであり、かつクソトロピックな特性を有するものが好ましい。具体的には、エチルセルロース、ニトロセルロース等のセルロース系樹脂、ポリメチルメタアクリレート等のアクリル系、ポリビニルブチラル樹脂系グレードなどのポリビニルアセタール系樹脂で構成されることが好ましい。また、バインダーは、これらの樹脂の2種類以上の組み合わせで構成されてもよい。そして、シンチレータ粒子及びバインダーは、バインダーを溶解する有機溶剤に添加される。これによってペーストが形成される。なお、粒子状結晶を有する蛍光体からなるシンチレータは、ペーストをセンサ基板に直接塗布して形成されてもよいし、または、別の工程でシート状に形成してから接着材を介してセンサ基板に貼り合わせ形成されてもよい。

【 0 0 2 7 】

第1の保護層113は、第1のシンチレータ112を保護する他、電磁シールドまたは反射層として機能しうる。第1のシンチレータ112で変換された光は、第1の保護層113で反射されうる。第1の保護層113は、例えば、金属箔または金属薄膜で構成されうる。ここで、第1の保護層113の厚みは、 $1\mu m$ 以上かつ $100\mu m$ 以下であることが好ましい。これは、第1の保護層113の厚みが $1\mu m$ より薄いと、第1の保護層113の形成時にピンホール欠陥が発生しやすく、また遮光性に劣るからである。他方、第1の保護層113の厚みが $100\mu m$ を超えると、放射線Rの吸収量が大きくなり過ぎ、また、第1の保護層113によって形成される段差が大きくなり過ぎるからである。第1の保護層113の材料としては、例えば、アルミニウム、金、銀、銅、アルミ合金などの金属材料を挙げることができる。また、第1の保護層113は、金属材料層に耐擦傷性を向上させるためにPETなど所望の樹脂層を最外層に配置することができる。また、第1の保護層113は、第1のシンチレータ112の形成側に接着性を有するシートなどの樹脂層を配置することができる。この樹脂層は、粘着材料やホットメルト材料で第1のシンチレータ112及び第1のセンサ基板111と第1の保護層113とを貼り合わせるために使用される。

【 0 0 2 8 】

第2の放射線パネル120は、第1の放射線パネル110と同様の材料を使用することができる。また、図2では、凹部1110cが形成された第1のセンサ基板111と凹部が形成されていない第2のセンサ基板121を用いる例を図示しているが、ともに凹部が形成されたセンサ基板111及び121を使用してもよい。

【 0 0 2 9 】

次に、比較例に係る放射線検出装置について説明する。

図 3 は、比較例に係る放射線検出装置 2 0 0 において、図 1 の I - I 断面における内部構成の一例を示す図である。この図 3 では、図 1 に示した X Y Z 座標系に対応させた X Y Z 座標系を図示するとともに、放射線 R の入射方向を白抜き矢印で図示している。

【 0 0 3 0 】

比較例に係る放射線検出装置 2 0 0 は、図 3 に示すように、第 1 の放射線パネル 2 1 0 、第 2 の放射線パネル 2 2 0 、第 1 の接続配線部 2 3 0 、第 1 の実装基板 2 4 0 、第 2 の接続配線部 2 5 0 、及び、第 2 の実装基板 2 6 0 を有して構成されている。放射線検出装置 2 0 0 は、図 3 に示すように、第 1 の放射線パネル 2 1 0 と第 2 の放射線パネル 2 2 0 を積層して構成されている。

10

【 0 0 3 1 】

第 1 の放射線パネル 2 1 0 は、図 3 に示すように、第 1 のセンサ基板 2 1 1 、第 1 のシンチレータ 2 1 2 、及び、第 1 の保護層 2 1 3 を有して構成されている。

【 0 0 3 2 】

第 1 のセンサ基板 2 1 1 は、放射線 R が入射する放射線入射面である第 1 面 2 1 1 0 a に形成された第 1 の光電変換部 2 1 1 1 、及び、第 1 の接続パッド部 2 1 1 2 を備えて構成されている。第 1 の光電変換部 2 1 1 1 は、第 1 のシンチレータ 2 1 2 からの光を電気信号である放射線画像信号に変換する構成部である。第 1 の接続パッド部 2 1 1 2 には、第 1 のセンサ基板 2 1 1 を第 1 の実装基板 2 4 0 と接続するための第 1 の接続配線部 2 3 0 が接続される。図 3 に示す比較例に係る放射線検出装置 2 0 0 では、第 1 のセンサ基板 2 1 1 において第 1 面 2 1 1 0 a とは反対側の第 2 面 2 1 1 0 b に凹部が設けられていない点で、図 2 に示す第 1 の実施形態に係る放射線検出装置 1 0 0 - 1 とは異なる。また、図 3 に示す第 1 のシンチレータ 2 1 2 及び第 1 の保護層 2 1 3 は、それぞれ、図 2 に示す第 1 のシンチレータ 1 1 2 及び第 1 の保護層 1 1 3 に相当する構成である。

20

【 0 0 3 3 】

第 2 の放射線パネル 2 2 0 は、図 3 に示すように、第 2 のセンサ基板 2 2 1 、第 2 のシンチレータ 2 2 2 、及び、第 2 の保護層 2 2 3 を有して構成されている。この図 3 に示す第 2 の放射線パネル 2 2 0 は、図 2 に示す第 2 の放射線パネル 1 2 0 に相当する構成である。

30

【 0 0 3 4 】

また、図 3 に示す第 1 の接続配線部 2 3 0 及び第 1 の実装基板 2 4 0 は、それぞれ、図 2 に示す第 1 の接続配線部 1 3 0 及び第 1 の実装基板 1 4 0 に相当する構成である。また、図 3 に示す第 2 の接続配線部 2 5 0 及び第 2 の実装基板 2 6 0 は、それぞれ、図 2 に示す第 2 の接続配線部 1 5 0 及び第 2 の実装基板 1 6 0 に相当する構成である。

【 0 0 3 5 】

ここで、図 2 に示す第 1 の実施形態に係る放射線検出装置 1 0 0 - 1 と、図 3 に示す比較例に係る放射線検出装置 2 0 0 との比較を行う。

図 3 に示す比較例に係る放射線検出装置 2 0 0 では、第 1 のセンサ基板 2 1 1 の第 2 面 2 1 1 0 b に凹部が設けられていないのに対して、図 2 に示す第 1 の実施形態に係る放射線検出装置 1 0 0 - 1 では、第 1 のセンサ基板 1 1 1 の第 2 面 1 1 1 0 b に凹部 1 1 1 0 c が設けられている。そして、図 2 に示す第 1 の実施形態に係る放射線検出装置 1 0 0 - 1 では、凹部 1 1 1 0 c が設けられているため、第 2 の放射線パネル 1 2 0 の第 2 のシンチレータ 1 2 2 は、この凹部 1 1 1 0 c に、少なくとも一部の領域が収容されるように配置されている。図 2 に示す例では、第 2 の放射線パネル 1 2 0 の第 2 のシンチレータ 1 2 2 は、凹部 1 1 1 0 c に、第 1 のセンサ基板 1 1 1 の厚み方向において一部の領域が収容されるように配置されている。より詳細に、図 2 に示す第 1 の実施形態に係る放射線検出装置 1 0 0 - 1 では、第 1 の放射線パネル 1 1 0 及び第 2 の放射線パネル 1 2 0 の積層構造において、凹部 1 1 1 0 c に、第 2 のシンチレータ 1 2 2 及び第 2 の保護層 1 2 3 を含む第 2 の波長変換部が嵌合するように配置されて構成されている。かかる図 2 に示す第 1

40

50

の実施形態の構成によれば、第1のセンサ基板111の凹部1110cに、第2のシンチレータ122の少なくとも一部の領域が収容されるように配置したため、放射線検出装置100-1の厚み（Z軸方向の長さ）を薄くすることができる。さらに、図2に示す第1の実施形態の構成によれば、第2のシンチレータ122の周辺の空隙部を小さくすることができ、その結果、放射線検出装置100-1の耐荷重性を高めることができる。即ち、図2に示す第1の実施形態に係る放射線検出装置100-1によれば、厚型化を抑制するとともに堅牢性の向上を実現することができる。

【0036】

また、本実施形態では、図2に示す第1の放射線パネル110と第2の放射線パネル120との積層構造においては、第1のセンサ基板111の基板中央領域1113における凹部1110cの底面を第2の放射線パネル120と樹脂等で貼り合わせることができる。さらに、本実施形態では、第1の放射線パネル110における凹部1110cの底面を第2の放射線パネル120と貼り合わせるだけでなく、嵌合する凹部1110cと第2の放射線パネル120との間に形成される隙間を樹脂で充填することもできる。これらの構成により、放射線検出装置100-1の剛性、堅牢性を更に向上させることができる。

【0037】

[実施例]

次に、図2に示す第1の実施形態に係る放射線検出装置100-1の実施例について説明する。

【0038】

第1の実施形態に係る放射線検出装置100-1の実施例では、まず、第1のシンチレータ112からの光を受光する第1の光電変換部1111と、第1の接続パッド部1112とが形成された第1のセンサ基板111を作製した。この際、第1のセンサ基板111の厚みを0.5mmとした。

【0039】

続いて、第1のセンサ基板111における第1の光電変換部1111が形成された領域に、エッチングからの保護を目的として微粘着の樹脂フィルムを転写した。さらに、第1のセンサ基板111の第2面1110bに凹部1110cの底面を形成するために、第1のセンサ基板111の第2面1110bにおける凹部形成領域以外の領域に、同様に微粘着の樹脂フィルムを転写した。

【0040】

その後、第1のセンサ基板111を10%のフッ酸溶液に浸漬させた。この際の浸漬時間は、例えば予め算出したエッチングレートによって決定し、所望の厚みまでエッチングを行う。本実施例では、例えば400μmのエッチングを行い、第1のセンサ基板111の凹部1110cが形成された基板中央領域1113の厚みt1として、100μm程度を得た。

【0041】

このエッチング後、第1のセンサ基板111を純水を用いて十分にリンスする。続いて、第1のセンサ基板111の両面に各々貼り付けた樹脂フィルムを剥離し、凹部1110cを有する第1のセンサ基板111を得た。さらに、第1の光電変換部1111に対してポリイミドからなる保護層材料を塗布し、これを200度で2時間硬化させることによってセンサ保護層（不図示）を形成した。

【0042】

続いて、センサ保護層（不図示）が形成された第1のセンサ基板111上に、CsI：Tlからなる第1のシンチレータ112を、第1の光電変換部1111の領域に合わせて形成した。具体的には、第1の光電変換部1111の領域に対応してマスキングを行い、その後、蒸着によって所望の領域に第1のシンチレータ112を500μmの厚みで形成した。

【0043】

続いて、PETからなる層にAlからなる防湿保護層が積層されたフィルム状シートに

10

20

30

40

50

シート接着層を配置した第1の保護層113を、第1のシンチレータ112の全体を覆うように貼り合わせた。この貼り合わせには、真空ラミネーターを使用し、積層シートを配置して、0.4Pa、90で5分保持し、第1のシンチレータ112の全体が第1の保護層113によって被覆され、また、第1の保護層113の周端が第1のセンサ基板111に接着シートを介して全周接するように接着した。

【0044】

続いて、第1のセンサ基板111に設けられた第1の接続パッド部1112に第1の接続配線部130を熱圧着した。これにより、第1の接続配線部130を介して第1の実装基板140と電気的に接続された第1の放射線パネル110を得た。

【0045】

次に、第2のセンサ基板121に凹部を形成しない以外の他の工程は、第1のセンサ基板111と同様にして、第2のセンサ基板121を作製した。その後、上述した第1のシンチレータ112及び第1の保護層113と同様の工程によって、第2のセンサ基板121の第1面1210a上に、第2のシンチレータ122及び第2の保護層123を形成した。続いて、第2のセンサ基板121に設けられた第2の接続パッド部1212に第2の接続配線部150を熱圧着した。これにより、第2の接続配線部150を介して第2の実装基板160と電気的に接続された第2の放射線パネル120を得た。

【0046】

その後、第1の放射線パネル110と第2の放射線パネル120との貼り合わせを行った。具体的には、第1のセンサ基板111の第2面1110bの凹部1110c及び平面部にエポキシ樹脂を塗布し、第2の放射線パネル120の第2のシンチレータ122及び第2の保護層123が凹部1110cに嵌合するように両パネルを重ねて貼り合わせた。この貼り合わせにより、第1のセンサ基板111の凹部1110cと第2の放射線パネル120との間の隙間がエポキシ樹脂で充填された、第1の実施形態に係る放射線検出装置100-1を得た。

【0047】

上述した工程を経て作製した第1の実施形態に係る放射線検出装置100-1を評価等するため、図3に示す比較例に係る放射線検出装置200の作製も行った。

図3に示す比較例に係る放射線検出装置200の第1の放射線パネル210及び第2の放射線パネル220としては、上述した工程を経て作製した第1の実施形態に係る放射線検出装置100-1の第2の放射線パネル120と同様の工程によって、作製した。その後、作製した第1の放射線パネル210と第2の放射線パネル220とを重ね合わせて、比較例に係る放射線検出装置200を作製した。

【0048】

上述した実施例において作製した第1の実施形態に係る放射線検出装置100-1は、比較例に係る放射線検出装置200よりも厚み（Z軸方向の長さ）が薄く、また、比較例に係る放射線検出装置200よりも装置盤面への耐荷重性が良好であった。即ち、第1の実施形態の実施例によれば、第1の実施形態に係る放射線検出装置100-1では、厚型化を抑制できるとともに堅牢性の向上を実現できることが分かった。

【0049】

（第2の実施形態）

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。なお、以下に記載する第2の実施形態の説明では、上述した第1の実施形態と共通する事項については説明を省略し、上述した第1の実施形態と異なる事項について説明を行う。

【0050】

第2の実施形態に係る放射線検出装置において放射線の入射する側から見た概略図は、図1に示す第1の実施形態に係る放射線検出装置100において放射線の入射する側から見た概略図と同様である。

【0051】

図4は、本発明の第2の実施形態に係る放射線検出装置100において、図1のI-I

10

20

30

40

50

断面における内部構成の一例を示す図である。この図 4 では、図 1 に示した X Y Z 座標系に対応させた X Y Z 座標系を図示するとともに、放射線 R の入射方向を白抜き矢印で図示している。また、図 4 において、図 1 及び図 2 に示す構成と同様の構成については同じ符号を付しており、その詳細な説明は省略する。また、以降の説明においては、図 4 に示す第 2 の実施形態に係る放射線検出装置 100 を「放射線検出装置 100 - 2」と記載する。

【0052】

第 2 の実施形態に係る放射線検出装置 100 - 2 は、図 4 に示すように、第 1 の放射線パネル 110、第 2 の放射線パネル 120、第 1 の接続配線部 130、第 1 の実装基板 140、第 2 の接続配線部 150、及び、第 2 の実装基板 160 を有して構成されている。放射線検出装置 100 - 2 は、図 4 に示すように、第 1 の放射線パネル 110 と第 2 の放射線パネル 120 を積層して構成されている。

10

【0053】

第 2 の実施形態では、第 1 のセンサ基板 111 には、第 2 面 1110b に、第 1 の光電変換部 1111 を含む（具体的には、第 1 の光電変換部 1111 及びその外周辺の一部を含む）基板中央領域 1113 の厚みを t_1 とし、第 1 の光電変換部 1111 を含まない（第 1 の接続パッド部 1112 を含む）基板周辺領域 1114 の厚みを t_2 、第 2 のシンチレータ 122 の厚みを t_3 とするとき、以下の（2）式

$$t_2 - t_1 > t_3 \quad \cdots (2)$$

を満たす凹部 1110c が設けられている。

【0054】

また、本実施形態では、図 4 に示す第 1 の放射線パネル 110 と第 2 の放射線パネル 120 との積層構造においては、第 1 のセンサ基板 111 の基板中央領域 1113 における凹部 1110c の底面を第 2 の放射線パネル 120 と樹脂等で貼り合わせることができる。図 4 に示す第 2 の実施形態に係る放射線検出装置 100 - 2 では、（2）式を満たす凹部 1110c が設けられているため、第 2 の放射線パネル 120 の第 2 のシンチレータ 122 は、この凹部 1110c に、第 1 のセンサ基板 111 の厚み方向において全部の領域が収容されるように配置されている。図 4 に示すように、第 2 のシンチレータ 122 を第 1 のセンサ基板 111 の凹部 1110c に嵌合するように配置することにより、第 1 のセンサ基板 111 は、第 2 のシンチレータ 122 の防湿保護及び剛性保護を兼ねることができる。また、図 4 に示すように、第 1 のセンサ基板 111 と第 2 のセンサ基板 121 との貼り合わせ面に、第 2 の放射線パネル 120 の第 2 の接続パッド部 1212 及び第 2 の接続配線部 150 を含まないように配置することにより、防湿性をより向上させることができる。また、本実施形態では、第 1 のセンサ基板 111 の凹部 1110c と第 2 の放射線パネル 120 を嵌合させた後、この凹部 1110c に残る隙間を適切な樹脂等によって充填しうる。また、本実施形態では、第 2 のシンチレータ 122 で発光した光を第 2 の光電変換部 1211 で効率よく得るために、第 1 のセンサ基板 111 の凹部 1110c に金属反射層を設ける、または、凹部 1110c に充填する樹脂に反射性を有する粒子、例えば酸化チタンなどを含有させた樹脂を用いることができる。

20

30

【0055】

[実施例]

次に、図 4 に示す第 2 の実施形態に係る放射線検出装置 100 - 2 の実施例について説明する。

【0056】

第 2 の実施形態に係る放射線検出装置 100 - 2 の実施例では、まず、上述した第 1 の実施形態に係る放射線検出装置 100 - 1 の実施例と同様の工程によって、第 1 の放射線パネル 110 を得た。

【0057】

続いて、第 2 のセンサ基板 121 上に、第 2 のシンチレータ 122 を $300 \mu\text{m}$ の厚みで形成して、第 2 の放射線パネル 120 を得た。

【0058】

40

50

その後、第１の放射線パネル１１０と第２の放射線パネル１２０との貼り合わせを行った。具体的には、第１のセンサ基板１１１の凹部１１１０ｃに第２のシンチレータ１２２が嵌合するように両方の放射線パネルを配置し、第１のセンサ基板１１１の第２面１１１０ｂの平面部と第２のセンサ基板１２１の第１面１２１０ａとの接する部分をエポキシ樹脂により貼り合わせた。第２のシンチレータ１２２は、第１のセンサ基板１１１の凹部１１１０ｃに囲まれて配置されることによって防湿性・剛性が向上する。以上の工程により、第２の実施形態に係る放射線検出装置１００－２を得た。

【００５９】

上述した実施例において作製した第２の実施形態に係る放射線検出装置１００－２は、比較例に係る放射線検出装置２００よりも厚み（Ｚ軸方向の長さ）が薄く、また、比較例に係る放射線検出装置２００よりも装置盤面への耐荷重性が良好であった。即ち、第２の実施形態の実施例によれば、第２の実施形態に係る放射線検出装置１００－２では、厚型化を抑制できるとともに堅牢性の向上を実現できることが分かった。

【００６０】

（第３の実施形態）

次に、本発明の第３の実施形態について説明する。なお、以下に記載する第３の実施形態の説明では、上述した第１及び第２の実施形態と共通する事項については説明を省略し、上述した第１及び第２の実施形態と異なる事項について説明を行う。

【００６１】

第３の実施形態に係る放射線検出装置において放射線の入射する側から見た概略図は、図１に示す第１の実施形態に係る放射線検出装置１００において放射線の入射する側から見た概略図と同様である。

【００６２】

図５は、本発明の第３の実施形態に係る放射線検出装置１００において、図１のⅠ－Ⅰ断面における内部構成の一例を示す図である。この図５では、図１に示したＸＹＺ座標系に対応させたＸＹＺ座標系を図示するとともに、放射線Ｒの入射方向を白抜き矢印で図示している。また、図５において、図１、図２及び図４に示す構成と同様の構成については同じ符号を付しており、その詳細な説明は省略する。また、以降の説明においては、図５に示す第３の実施形態に係る放射線検出装置１００を「放射線検出装置１００－３」と記載する。

【００６３】

第３の実施形態に係る放射線検出装置１００－３は、図５に示すように、第１の放射線パネル１１０、第２の放射線パネル１２０、第１の接続配線部１３０、第１の実装基板１４０、第２の接続配線部１５０、第２の実装基板１６０、及び、散乱線防止部材１７０を有して構成されている。放射線検出装置１００－３は、図５に示すように、第１の放射線パネル１１０と第２の放射線パネル１２０、及び、第２の放射線パネル１２０と散乱線防止部材１７０とを積層して構成されている。

【００６４】

第３の実施形態に係る放射線検出装置１００－３では、第１の放射線パネル１１０の第１のセンサ基板１１１における第２面１１１０ｂに加えて、第２の放射線パネル１２０の第２のセンサ基板１２１における第２面１２１０ｂにも凹部１２１０ｃが形成されている。図５に示すように、第２のセンサ基板１２１は、第２面１２１０ｂに、第２の光電変換部１２１１を含む（具体的には、第２の光電変換部１２１１及びその外周辺の一部を含む）基板中央領域１２１３の厚みを t_4 とし、第２の光電変換部１２１１を含まない（第２の接続パッド部１２１２を含む）基板周辺領域１２１４の厚みを t_5 とすると、以下の（３）式

$$t_4 < t_5 \quad \cdots (3)$$

を満たす凹部１２１０ｃが設けられている。さらに、第３の実施形態に係る放射線検出装置１００－３では、第２の放射線パネル１２０の第２のセンサ基板１２１における凹部１２１０ｃに、図５に示すように、放射線Ｒに基づく散乱線の発生を防止する散乱線防止部

材 1 7 0 が配置されている。

【 0 0 6 5 】

第 3 の実施形態に係る放射線検出装置 1 0 0 - 3 では、図 5 に示すように、凹部 1 1 1 0 c 及び 1 2 1 0 c は、光電変換部 1 1 1 1 及び 1 2 1 1 の領域を基準に形成されている。このため、2 つのセンサ基板 1 1 1 及び 1 2 1 の両方の凹部 1 1 1 0 c 及び 1 2 1 0 c を重ね合わせることで、より正確に放射線画像の重ね合わせを行うことができる。また、このような放射線検出装置 1 0 0 - 3 において、例えばシンチレータ面から放射線 R を入射する場合には、図 5 に示すように第 2 のセンサ基板 1 2 1 の凹部 1 2 1 0 c に散乱線防止部材 1 7 0 を配置することにより、装置の厚型化を抑制しつつ、S / N の向上した放射線画像を取得することができる。また、センサ基板面から放射線 R を入射する場合には、凹部 1 2 1 0 c にグリッドやフィルターを配置することにより、装置の厚型化を抑制しつつ、S / N の向上した放射線画像を取得することができる。

10

【 0 0 6 6 】

なお、図 5 に示す例では、図 2 に示す第 1 の実施形態に係る第 2 の放射線パネル 1 2 0 の第 2 のセンサ基板 1 2 1 における第 2 面 1 2 1 0 b に凹部 1 2 1 0 c を形成する態様を示しているが、本実施形態においては、この態様に限定されるものではない。例えば、図 4 に示す第 2 の実施形態に係る第 2 の放射線パネル 1 2 0 の第 2 のセンサ基板 1 2 1 における第 2 面 1 2 1 0 b に凹部 1 2 1 0 c を形成する態様も、本実施形態に適用可能である。

【 0 0 6 7 】

[実施例]

20

次に、図 5 に示す第 3 の実施形態に係る放射線検出装置 1 0 0 - 3 の実施例について説明する。

【 0 0 6 8 】

第 3 の実施形態に係る放射線検出装置 1 0 0 - 3 の実施例では、まず、上述した第 1 の実施形態に係る放射線検出装置 1 0 0 - 1 の実施例の第 1 の放射線パネル 1 1 0 と同様の作製工程によって、第 1 の放射線パネル 1 1 0 及び第 2 の放射線パネル 1 2 0 を得た。

【 0 0 6 9 】

その後、上述した第 1 の実施形態に係る放射線検出装置 1 0 0 - 1 の実施例と同様の工程によって、第 1 の放射線パネル 1 1 0 と第 2 の放射線パネル 1 2 0 との貼り合わせを行った。

30

【 0 0 7 0 】

続いて、第 2 の放射線パネル 1 2 0 の第 2 のセンサ基板 1 2 1 における凹部 1 2 1 0 c が埋まるように、凸状の放射線 R の散乱線防止部材 1 7 0 を形成して、第 3 の実施形態に係る放射線検出装置 1 0 0 - 3 を得た。

【 0 0 7 1 】

上述した実施例において作製した第 3 の実施形態に係る放射線検出装置 1 0 0 - 3 は、比較例に係る放射線検出装置 2 0 0 よりも厚み（Z 軸方向の長さ）が薄く、また、比較例に係る放射線検出装置 2 0 0 よりも装置盤面への耐荷重性が良好であった。即ち、第 3 の実施形態の実施例によれば、第 3 の実施形態に係る放射線検出装置 1 0 0 - 3 では、厚型化を抑制できるとともに堅牢性の向上を実現できることが分かった。さらに、第 3 の実施形態に係る放射線検出装置 1 0 0 - 3 では、散乱線防止部材 1 7 0 を設けたので、放射線 R の散乱線による影響を軽減できるため、S / N が良好な放射線画像を得ることができた。また、図 5 に示すように、同じような凹部 1 1 1 0 c 及び 1 2 1 0 c が形成されたセンサ基板 1 1 1 及び 1 2 1 を使用することにより、積層の位置合わせが容易となった。

40

【 0 0 7 2 】

(第 4 の実施形態)

次に、本発明の第 4 の実施形態について説明する。なお、以下に記載する第 4 の実施形態の説明では、上述した第 1 ~ 第 3 の実施形態と共通する事項については説明を省略し、上述した第 1 ~ 第 3 の実施形態と異なる事項について説明を行う。

【 0 0 7 3 】

50

第４の実施形態は、上述した第１～第３の実施形態に係る放射線検出装置１００を、放射線撮影システムの一部に適用した形態である。

【００７４】

図６は、本発明の第４の実施形態を示し、第１～第３の実施形態のうちのいずれかの実施形態に係る放射線検出装置１００を含む放射線撮影システムの概略構成の一例を示す図である。

【００７５】

図６に示す放射線検出装置１００は、上述した第１～第３の実施形態のうちのいずれかの実施形態に係る放射線検出装置１００である。図６に示す放射線撮影システムにおいて、放射線ルーム（例えばＸ線ルーム）及びコントロールルームには、例えば、放射線検出装置１００、放射線発生装置６０５０、画像生成装置６０７０、及び、ディスプレイ６０８０が構成されている。ここで、放射線発生装置６０５０は、放射線Ｒ（例えばＸ線）を発生させる装置である。また、画像生成装置６０７０は、放射線検出装置１００の第１の光電変換部１１１１で得られた電気信号である放射線画像信号と第２の光電変換部１２１１で得られた電気信号である放射線画像信号とを用いて、放射線Ｒに係る画像を生成する装置である。この画像生成装置６０７０は、イメージプロセッサ等を含む信号処理部を備えて構成されている。

10

【００７６】

具体的に、例えば、放射線発生装置６０５０で発生した放射線Ｒ（例えばＸ線）は、患者等の被検者６０６０の胸部６０６１を透過し、放射線検出装置１００に入射する。入射した放射線Ｒ（例えばＸ線）には、被検者６０６０の体内部の情報が含まれている。そして、放射線検出装置１００では、入射した放射線Ｒに応じた電気的情報である放射線画像信号が得られる。

20

【００７７】

ここで、本実施形態では、放射線検出装置１００に入射する放射線Ｒのエネルギー分布を、低エネルギー成分と高エネルギー成分との２つのエネルギー成分に大まかに分類して説明を行う。第１のシンチレータ１１２に放射線Ｒが入射すると、高エネルギー成分の放射線Ｒになるほど透過率が高くなることから、まず、第１のシンチレータ１１２では、放射線Ｒの低エネルギー成分が吸収され、これが光に変換される。そして、この第１のシンチレータ１１２で発生した光が第１の光電変換部１１１１で電気信号である放射線画像信号に変換される。即ち、第１の光電変換部１１１１では、主として低エネルギー成分の放射線Ｒに係る放射線画像信号が取得される。また、第１のシンチレータ１１２で吸収されずに第１のシンチレータ１１２を透過した高エネルギー成分の放射線Ｒは、第１の放射線パネル１１０を透過して第２のシンチレータ１２２に入射することになる。第２のシンチレータ１２２では、この入射した高エネルギー成分の放射線Ｒが吸収され、これが光に変換される。そして、この第２のシンチレータ１２２で発生した光が第２の光電変換部１２１１で電気信号である放射線画像信号に変換される。即ち、第２の光電変換部１２１１では、主として高エネルギー成分の放射線Ｒに係る放射線画像信号が取得される。その後、第１の光電変換部１１１１で取得された低エネルギー成分の放射線Ｒに係る放射線画像信号と、第２の光電変換部１２１１で取得された高エネルギー成分の放射線Ｒに係る放射線画像信号は、画像生成装置６０７０において、デジタル信号に変換された後、各種の信号処理がなされる。例えば、画像生成装置６０７０は、信号処理の１つとして、上述した第１の光電変換部１１１１で取得された低エネルギー成分の放射線Ｒに係る放射線画像信号と、第２の光電変換部１２１１で取得された高エネルギー成分の放射線Ｒに係る放射線画像信号とを用いてエネルギーサブトラクション処理を行い、エネルギーサブトラクション画像を生成する。

30

40

【００７８】

そして、画像生成装置６０７０で生成された放射線Ｒに係る画像（例えば、上述したエネルギーサブトラクション画像）は、コントロールルーム（制御室）のディスプレイ６０８０（表示部）により検査結果として表示されうる。また、この画像生成装置６０７０で

50

生成された放射線 R に係る画像は、電話、LAN、インターネット等のネットワーク 6090（伝送処理手段）により遠隔地へ転送されうる。これにより、画像生成装置 6070 で生成された放射線 R に係る画像を、ドクタールーム等の別の場所におけるディスプレイ 6081 に検査結果として表示し、遠隔地の医師が診断することが可能である。また、この放射線 R に係る画像及び検査結果を、例えば、光ディスク等に保存することもできるし、フィルムプロセッサ 6100 によってフィルム 6110 等の記録媒体に記録することもできる。

【0079】

[実施例]

次に、図 6 に示す第 4 の実施形態に係る放射線撮影システムの実施例について説明する。

10

【0080】

第 4 の実施形態に係る放射線撮影システムの実施例では、放射線 R として X 線を用いて、放射線検出装置 100 と放射線発生装置 6050 との間に、軟 X 線除去用の 20 mm Al フィルターをセットした。次いで、放射線検出装置 100 と放射線発生装置 6050 との距離を 130 cm に調整し、放射線検出装置 100 を電気駆動系に接続した。この状態で、放射線発生装置 6050 において、管電圧 80 kV、管電流 250 mA、50 ms で、放射線 R として X 線パルスを送り出し、放射線検出装置 100 において放射線画像信号を取得した。本実施例では、上述したように、放射線検出装置 100 の第 1 の光電変換部 1111 及び第 2 の光電変換部 1211 において、異なるエネルギー成分の 2 つの放射線画像信号を取得した。そして、画像生成装置 6070 では、この異なるエネルギー成分の 2 つの放射線画像信号を用いて、エネルギーサブトラクション画像を生成した。

20

【0081】

なお、上述した本発明の実施形態は、いずれも本発明を実施するにあたっての具体化の例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されてはならないものである。即ち、本発明はその技術思想、又はその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施することができる。

【符号の説明】

【0082】

100：放射線検出装置、110：第 1 の放射線パネル、111：第 1 のセンサ基板、1110a：第 1 のセンサ基板の第 1 面、1110b：第 1 のセンサ基板の第 2 面、1110c：凹部、1111：第 1 の光電変換部、1112：第 1 の接続パッド部、1113：基板中央領域、1114：基板周辺領域、112：第 1 のシンチレータ、113：第 1 の保護層、120：第 2 の放射線パネル、121：第 2 のセンサ基板、1210a：第 2 のセンサ基板の第 1 面、1210b：第 2 のセンサ基板の第 2 面、1211：第 2 の光電変換部、1212：第 2 の接続パッド部、122：第 2 のシンチレータ、123：第 2 の保護層、130：第 1 の接続配線部、140：第 1 の実装基板、150：第 2 の接続配線部、160：第 2 の実装基板、R：放射線

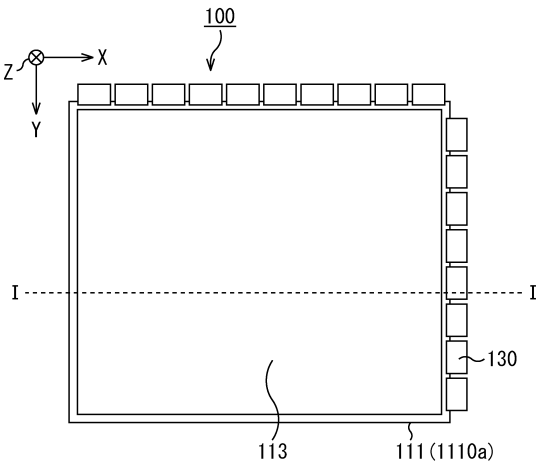
30

40

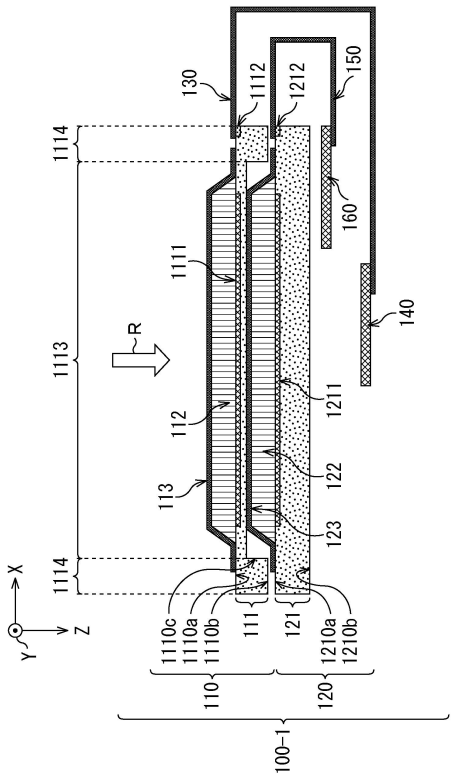
50

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

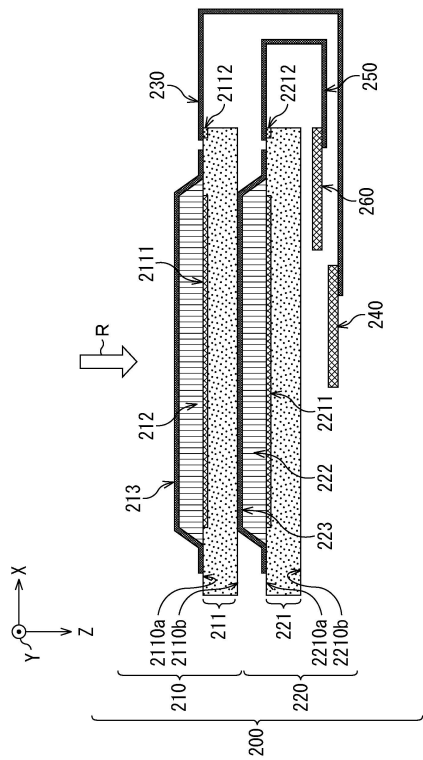
20

30

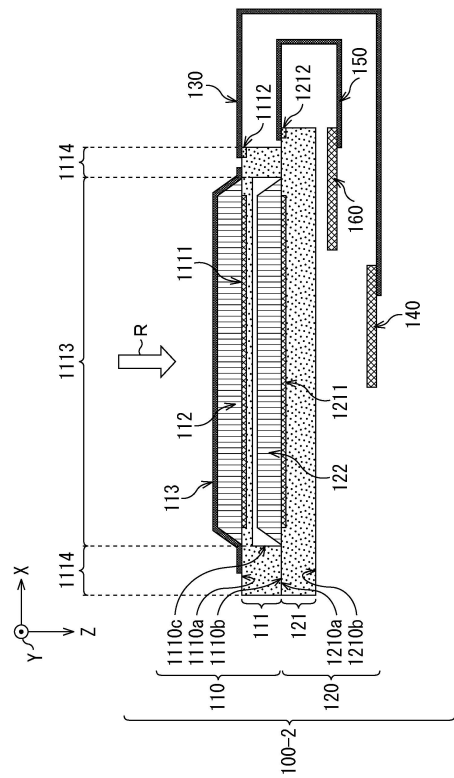
40

50

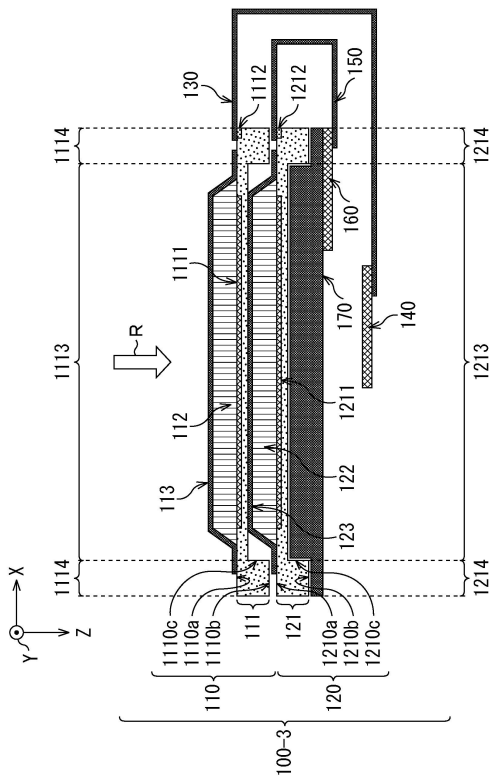
【図 3】



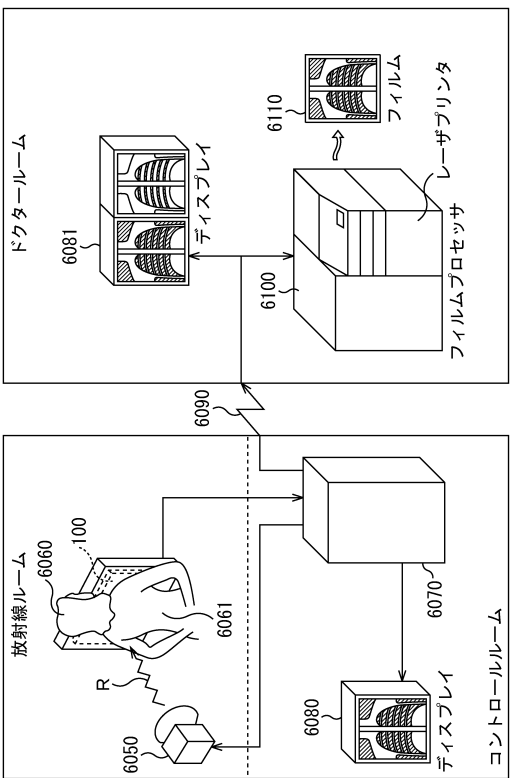
【図 4】



【図 5】



【図 6】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

G 0 1 T

1/20

B

G 0 1 T

1/202

(56)参考文献

特表 2 0 1 8 - 5 2 9 0 8 3 (J P , A)

特開 2 0 1 8 - 1 0 7 3 4 3 (J P , A)

特開 2 0 1 9 - 0 8 6 4 8 2 (J P , A)

米国特許第 0 9 6 9 8 1 9 3 (U S , B 1)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

G 0 1 T 1 / 2 0

G 0 1 T 1 / 2 0 2

A 6 1 B 6 / 0 0