

(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2012-57954

(P2012-57954A)

(43) 公開日 平成24年3月22日(2012.3.22)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)		
G 0 1 T	7/00	(2006.01)	G 0 1 T	7/00	A	2 G 0 8 8
A 6 1 B	6/03	(2006.01)	A 6 1 B	6/03	3 2 O W	4 C 0 9 3

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2010-198540 (P2010-198540)	(71) 出願人	000153498
(22) 出願日	平成22年9月6日 (2010.9.6)		株式会社日立メディコ
			東京都千代田区外神田四丁目14番1号
		(74) 代理人	100096091
			弁理士 井上 誠一
		(72) 発明者	古田 昌孝
			東京都千代田区外神田四丁目14番1号
			株式会社日立メディコ内
		Fターム(参考)	2G088 FF02 GG19 JJ04 JJ05 JJ29
			JJ33 JJ35
			4C093 AA22 CA38 EB12 EB17 EB20

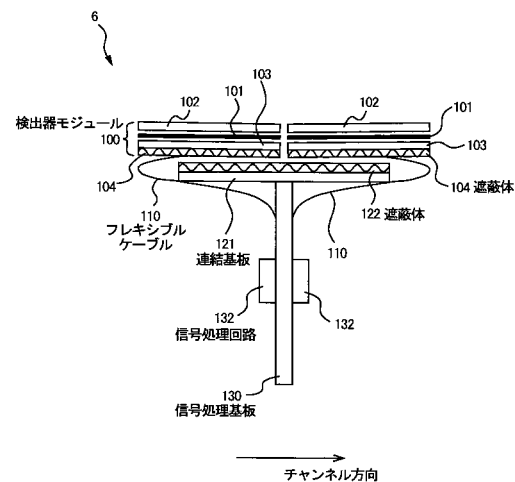
(54) 【発明の名称】 放射線検出システム及びX線CT装置

(57) 【要約】

【課題】 並設した複数の検出器モジュールの間から漏れる放射線から信号処理回路を保護することが可能な放射線検出システム及びX線CT装置を提供する。

【解決手段】 1つの信号処理基板130が、並設された2つの検出器モジュール100、100のチャンネル方向中央部に立設される構造の放射線検出システム6において、検出器モジュール100と信号処理基板130との間で、検出器モジュール100を複数並設する際に生じる隙間を覆う位置に遮蔽体122を備える。遮蔽体122は、例えば2つの検出器モジュール100、100を連結する連結基板121に支持されるか、または連結基板121自体に埋設される。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

放射線を検出し、放射線強度に応じた電気信号を出力する検出素子を配列した検出器モジュールと、

前記検出器モジュールの各検出素子から出力される電気信号をディジタル信号に変換する信号処理回路を備えた信号処理基板と、を備えた放射線検出システムであって、

前記検出器モジュールと前記信号処理基板との間であって前記検出器モジュールを複数並設する際に生じる隙間を覆う位置に、放射線を遮蔽する遮蔽手段を備えることを特徴とする放射線検出システム。

【請求項 2】

前記信号処理基板は、並設された検出器モジュールの前記検出素子の配設された面の裏面中央部に立設されることを特徴とする請求項 1 に記載の放射線検出システム。

【請求項 3】

前記信号処理基板は、並設された検出器モジュールの前記検出素子の配設された面の裏面に略平行に保持されることを特徴とする請求項 1 に記載の放射線検出システム。

【請求項 4】

前記検出器モジュールの前記検出素子の配設された面の裏面側に、更に、第 2 遮蔽手段を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の放射線検出システム。

【請求項 5】

前記検出器モジュールと前記信号処理基板とは、固定的に取り付けられることを特徴とする請求項 1 に記載の放射線検出システム。

【請求項 6】

前記検出器モジュール側と前記信号処理基板側とにそれぞれ対をなして設けられ、嵌合させた際に電氣的に接続するコネクタを更に備えることを特徴とする請求項 3 に記載の放射線検出システム。

【請求項 7】

X 線源と、前記 X 線源に対して対向配置された X 線検出器と、前記 X 線源及び前記 X 線検出器とを保持し被検体周囲に回転駆動される回転板と、前記 X 線検出器にて検出された X 線の強度に基づき、前記被検体の断層像を再構成する画像再構成手段と、を備えた X 線 CT 装置において、

前記 X 線検出器は、

X 線を検出し、X 線強度に応じた電気信号を出力する検出素子を配列した検出器モジュールと、

前記検出器モジュールの各検出素子から出力される電気信号をディジタル信号に変換する信号処理回路を備えた信号処理基板と、

前記検出器モジュールと前記信号処理基板との間であって前記検出器モジュールを複数並設する際に生じる隙間を覆う位置に設けられる、放射線を遮蔽する遮蔽手段と、

を備えることを特徴とする X 線 CT 装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、放射線検出システム及び X 線 CT 装置における、X 線、
線等の放射線からの信号処理回路の保護に関する。

【背景技術】**【0002】**

X 線 CT 装置は、被検体の周囲から X 線を照射し、被検体を透過した X 線の強度に関するデータを X 線検出器にて収集し、収集したデータに基づいて被検体内部の X 線吸収係数の分布情報を画像化する装置である。

上述の X 線検出器としては、セラミックシンチレータ等の蛍光体素子（以下、シンチレータ素子という）とフォトダイオード素子とを組み合わせた間接変換型検出器が主流とな

10

20

30

40

50

っている。また、X線検出器は、複数のシンチレータ素子及びフォトダイオード素子（以下、X線検出素子という）を配線基板上にアレイ状に設けた検出器モジュールを複数、X線管焦点を中心とした円弧状に並べた構造が多く採用されている。

また近年では、CT断層像の面内に沿ったチャンネル方向と、これに直交し、被検体の体軸方向に沿ったスライス方向とに、上述のシンチレータ素子及びフォトダイオード素子を配列したマルチスライス検出器が開発されている。マルチスライス検出器のスライス方向の素子数は、16、32、64、・・・のように増加してきている。

【0003】

ところで、上述の検出器モジュールは、入射したX線の強度に応じてX線計測信号を発生する。このアナログ信号であるX線計測信号は、検出器モジュールの各X線検出素子からケーブル等の伝送手段を介してX線入射面の後方（裏面側）に取り付けられた信号処理回路に入力され、この信号処理回路にてA/D変換等の信号処理が施され、デジタル信号として画像再構成装置に出力される。

しかし、検出器モジュールから出力される電気信号は微弱なアナログ信号であり、放射線から影響を受けやすい。また、信号処理回路はX線検出素子の後方、すなわち配線基板の裏側に設置されるために、X線検出素子で吸収しきれなかったX線が配線基板をも透過すると、信号処理基板上の信号処理回路が被曝する恐れがあった。信号処理回路が被曝すると、信号処理回路中のトランジスタの劣化が進行し、X線照射下でない場合と比較して誤動作が起きやすく寿命が短くなる傾向があるので、X線から保護する必要がある。

そこで特許文献1には、放射線防御層を埋設した半導体パッケージが記載されている。また、特許文献2には、X線検出素子を実装した配線基板の裏面にX線遮蔽手段を設置し、配線基板の後方に設けられた信号処理回路を保護するX線CT装置について記載されている。特許文献1及び特許文献2のような構造をとることにより、配線基板を直線で透過したX線から集積回路（信号処理回路）を保護することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平3-208364号公報

【特許文献2】特開2009-189384号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上述の特許文献1及び特許文献2に記載された構造では、配線基板の面積範囲内に信号処理回路が設置されているため、配線基板を直線で透過するX線からの保護は期待できるが、散乱X線による影響が考慮されていない。散乱X線とは、X線管から照射されたX線が物質を透過する際に反射・散乱を起こすことにより発生するX線である。この散乱X線が、隣り合う検出器モジュールの隙間等を通して後方に設置された集積回路を被曝させる恐れがある。

また近年では、価格低減や省スペース化のために、1枚の信号処理基板に対し2つ以上の検出器モジュールを並べて取り付ける構造のX線検出器が開発されている。このようなX線検出器では、並設された検出器モジュールの中央に信号処理基板を配置することが多いが、各検出器モジュールの間に隙間が生じてしまい、現状ではこの隙間から漏れるX線から信号処理基板を保護できないものとなっていた。

【0006】

本発明は、以上の問題点に鑑みてなされたものであり、並設した複数の検出器モジュールの隙間から漏れる放射線から信号処理回路を保護することが可能な放射線検出システム及びX線CT装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0007】

前述した目的を達成するために第1の発明は、放射線を検出し、放射線強度に応じた電

10

20

30

40

50

気信号を出力する検出素子を配列した検出器モジュールと、前記検出器モジュールの各検出素子から出力される電気信号をデジタル信号に変換する信号処理回路を備えた信号処理基板と、を備えた放射線検出システムであって、前記検出器モジュールと前記信号処理基板との間であって前記検出器モジュールを複数並設する際に生じる隙間を覆う位置に、放射線を遮蔽する遮蔽手段を備えることを特徴とする放射線検出システムである。

【 0 0 0 8 】

第 2 の発明は、X 線源と、前記 X 線源に対して対向配置された X 線検出器と、前記 X 線源及び前記 X 線検出器とを保持し被検体周囲に回転駆動される回転板と、前記 X 線検出器にて検出された X 線の強度に基づき、前記被検体の断層像を再構成する画像再構成手段と、を備えた X 線 CT 装置において、前記 X 線検出器は、X 線を検出し、X 線強度に応じた電気信号を出力する検出素子を配列した検出器モジュールと、前記検出器モジュールの各検出素子から出力される電気信号をデジタル信号に変換する信号処理回路を備えた信号処理基板と、前記検出器モジュールと前記信号処理基板との間であって前記検出器モジュールを複数並設する際に生じる隙間を覆う位置に設けられる、放射線を遮蔽する遮蔽手段と、を備えることを特徴とする X 線 CT 装置である。

10

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明により、並設した複数の検出器モジュールの隙間から漏れる放射線から信号処理回路を保護することが可能な放射線検出システム及び X 線 CT 装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

20

【 0 0 1 0 】

【図 1】本発明に係る放射線検出システムを搭載した X 線 CT 装置 1 のハードウェアブロック図

【図 2】本発明に係る放射線検出システム 6 の側面図（第 1 の実施の形態）

【図 3】本発明に係る放射線検出システム 7 の側面図（第 2 の実施の形態）

【図 4】本発明に係る放射線検出システム 8 の側面図（第 3 の実施の形態）

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

以下、添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。

【 0 0 1 2 】

30

[第 1 の実施の形態]

まず、図 1 を参照して、本発明に係る X 線 CT 装置 1 の構成について説明する。

図 1 に示すように、X 線 CT 装置 1 は、スキャナ 2、寝台 3、及び操作卓 4 を備える。また X 線 CT 装置 1 は、スキャナ 2 の X 線検出器 205 として、第 1 ～ 第 3 の実施の形態の放射線検出システム 6、7、8 を複数個配列した構成とする。

【 0 0 1 3 】

スキャナ 2 は、X 線管 201、X 線制御装置 202、コリメータ 203、コリメータ制御装置 204、X 線検出器 205、データ収集装置 206、回転板 207、回転板駆動装置 208、駆動伝達系 210、駆動制御装置 209 等を備える。

【 0 0 1 4 】

40

X 線制御装置 202 は、X 線管 201 を制御し、回転板 207 の開口部内に搬送された被検体 6 に対して X 線を照射させる。コリメータ 203 は X 線管 201 から照射される X 線を、扇状のファンビームまたは角錐状のコーンビームに成形するものであり、コリメータ制御装置 204 により制御される。被検体 6 を透過した X 線は X 線検出器 205 に入射する。

【 0 0 1 5 】

X 線検出器 205 は、後述する放射線検出システム 6、7、8（図 2 ～ 図 4 参照）のうちいずれかを複数個配列した構成である。

X 線検出器 205 は、X 線管 201 から放射されて被検体 6 を透過した X 線をシンチレータ素子とフォトダイオード素子とを組み合わせる X 線検出素子にて検出し、検出し

50

た信号（アナログ信号）を後述する信号処理回路１３２に伝送し、Ａ／Ｄ変換等の信号処理を施してデジタル信号を生成し、データ収集装置２０６に出力する。データ収集装置２０６は、Ｘ線検出器２０５の個々のＸ線検出素子にて検出され、Ａ／Ｄ変換されたＸ線計測データを収集し、操作卓４の画像再構成装置４０２に出力する。

Ｘ線検出器２０５の構造の詳細については後述する。

【００１６】

回転板２０７には、Ｘ線管２０１、コリメータ２０３、Ｘ線検出器２０５、データ収集装置２０６等が搭載される。回転板２０７は、回転板駆動装置２０８から駆動伝達系２１０を通じて伝達される駆動力によって回転される。

【００１７】

寝台３は、天板５、寝台制御装置３０１、上下動装置３０２、及び天板駆動装置３０３を備えて構成される。寝台制御装置３０１は、上下動装置３０２を駆動することにより、寝台３を高さ方向に上下動させるとともに、天板駆動装置３０３を駆動することにより天板５を体軸方向及び体幅方向に移動させる。これにより被検体６をＸ線照射範囲内の適切な位置に搬送する。

【００１８】

操作卓４は、システム制御装置４０１、画像再構成装置４０２、記憶装置４０４、表示装置４０７、及び操作装置４０８から構成される。操作卓４はデータ伝送路を介してスキャナ２に接続される。

【００１９】

表示装置４０７は、液晶パネル、ＣＲＴモニタ等のディスプレイ装置と、ディスプレイ装置と連携して表示処理を実行するための論理回路で構成され、システム制御装置４０１に接続される。表示装置４０７は画像再構成装置４０２から出力される画像、並びにシステム制御装置４０１が取り扱う種々の情報を表示する。操作装置４０８は、例えば、キーボード、マウス、テンキー等の入力装置、及び各種スイッチボタン等により構成され、操作者によって入力される各種の指示や情報をシステム制御装置４０１に出力する。操作者は、表示装置４０７及び操作装置４０８を使用して対話的にＸ線ＣＴ装置１を操作する。

【００２０】

システム制御装置４０１は、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ　Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ　Ｕｎｉｔ）、ＲＯＭ（Ｒｅａｄ　Ｏｎｌｙ　Ｍｅｍｏｒｙ）、ＲＡＭ（Ｒａｎｄｏｍ　Ａｃｃｅｓｓ　Ｍｅｍｏｒｙ）等により構成される。システム制御装置４０１は、スキャナ２内のＸ線制御装置２０２、コリメータ制御装置２０４、駆動制御装置２０９に対して所定の制御信号を送信することにより、Ｘ線管２０１、コリメータ２０３、及び回転板２０７を制御する。

【００２１】

画像再構成装置４０２は、スキャナ２から送信されたＸ線計測データに基づいて、被検体６の断層像を生成する。

記憶装置４０４は、ハードディスク等により構成されるものであり、システム制御装置４０１に接続される。記憶装置４０４は、画像再構成装置４０２が生成する断層像やＸ線ＣＴ装置１の機能を実現するためのプログラム、データ等を記憶する。

【００２２】

以上のように構成されるＸ線ＣＴ装置１において、システム制御装置４０１は、Ｘ線制御装置２０２を制御して、被検体６の周囲の複数角度方向からＸ線を照射し、被検体６を透過したＸ線の強度に関するデータをＸ線検出器２０５にて検出し、デジタル信号に変換し、データ収集装置２０６によって収集してＸ線計測データとして操作卓４の画像再構成装置４０２へ送付する。画像再構成装置４０２は、収集したＸ線計測データに基づいて被検体内部のＸ線吸収係数の分布情報を画像化する。

【００２３】

次に、Ｘ線検出器２０５の構造について説明する。

本発明のＸ線検出器２０５は、例えば、図２の放射線検出システム６、図３の放射線検

10

20

30

40

50

出システム 7、及び図 4 の放射線検出システム 8 のように、検出器モジュール 100 を複数配列して構成される。なお、本実施の形態では、検出器モジュール 100 がチャンネル方向に配列される例を示すが、スライス方向に配列されるようにしてもよい。また、チャンネル方向とスライス方向の双方に配列されるようにしてもよい。

まず、第 1 の実施の形態として、図 2 の放射線検出システム 6 を複数個配列して X 線検出器 205 を構成する例を説明する。

【0024】

図 2 は、図 1 の X 線検出器 205 のチャンネル方向を正面とした図である。

図 2 に示すように、放射線検出システム 6 は、検出器モジュール 100、信号処理基板 130、フレキシブルケーブル 110、連結基板 121、及び遮蔽体 104、122 を備える。

フレキシブルケーブル 110 は、検出器モジュール 100 の各検出素子と信号処理基板 130 の信号処理回路 132 とを電氣的に接続する。

連結基板 121 は、2 つの検出器モジュール 100、100 を連結・支持するとともに、これらの連結された検出器モジュール 100 に対して信号処理基板 130 を連結・支持する基板である。

【0025】

放射線検出システム 6 は、チャンネル方向に並設した 2 つの検出器モジュール 100、100 に対して 1 つの信号処理基板 130 を立設した構造となっている。信号処理基板 130 は 2 つの検出器モジュール 100、100 の裏面であって、チャンネル方向中央部に設けられる。

この放射線検出システム 6 は、検出器モジュール 100 のシンチレータアレイ 102 側が X 線管 201 に対向するように配置される。

【0026】

各検出器モジュール 100 は、図 2 に示すように、シンチレータをチャンネル方向及びスライス方向に 2 次元配列したシンチレータアレイ 102 と、シンチレータから導かれた蛍光を受けてその光の強度に応じた電流を発生させるフォトダイオードをチャンネル方向及びスライス方向に 2 次元配列したフォトダイオードアレイ 101 とを、接着剤等により接合させた X 線検出素子を備える。X 線検出素子は、はんだバンブやはんだボール等により配線基板 103 に電氣的に接続され、固定される。

以下の説明では、シンチレータアレイ 102 側を検出器モジュール 100 の表面または上面と呼び、その反対面となる配線基板 103 の裏側の面を、検出器モジュール 100 の裏面または下面と呼ぶ。

【0027】

配線基板 103 の裏面からは各 X 線検出素子から出力される信号を伝送するフレキシブルケーブル 110 が引き出される。フレキシブルケーブル 110 は、信号処理基板 130 の表裏に設けられた IC ソケットやコネクタ（不図示）にそれぞれ接続される。フレキシブルケーブル 110 の先端部にも、コネクタに対応したピン数のコネクタ（不図示）が設けられる。

【0028】

検出器モジュール 100 の裏側には、2 つの検出器モジュール 100 を連結して取り付けるための連結基板 121 が設置される。更に、連結基板 121 に対し、信号処理基板 130 がネジやロック付コネクタ等により固定されている。回転板 207 の高速回転時に発生する遠心力による抜けや変形を防止するため、連結基板 121 と信号処理基板 130 とは、強固に固定されることが望ましい。

【0029】

信号処理基板 130 の表面及び裏面にはそれぞれ 1 または複数の信号処理回路 132 が設けられる。例えば、図 2 の紙面鉛直方向（スライス方向）に信号処理回路 132 が並べられる。各信号処理回路 132 は、複数の X 線検出素子分の積分器、電流電圧変換器、及び A/D 変換器等を搭載した集積回路等により構成される。また、図示しないが、信号処

10

20

30

40

50

理基板 130 の表面及び裏面には、各検出器モジュール 100 から伸びるフレキシブルケーブル 110 を信号処理回路 132 に接続するためのコネクタや、信号処理回路 132 に制御信号や電源を供給する回路がそれぞれ設けられている。

【0030】

X線管 201 から照射された X 線は、そのほとんどが X 線検出素子のシンチレータで光に変換されるが、一部は配線基板 103 を直線で透過し、また構造物との干渉により散乱する。このような散乱により、並設された検出器モジュール 100, 100 の隙間から配線基板 103 の裏側に設置された信号処理基板 130 に X 線が到達することがある。また、図 2 に示すように 2 つの検出器モジュール 100, 100 を並べて 1 つの信号処理基板 130 に接続する構造では、各検出器モジュール 100 から出力される信号の伝送損失等を最小化するために 2 つの検出器モジュール 100 の中央に信号処理基板 130 を設けることが望ましい。しかし、このような構造とすると検出器モジュール 100, 100 の間に生じた僅かな隙間（数十 μm 程度）の直下に信号処理基板 130 が設けられることとなり、隙間を透過する X 線からの影響を受けやすい。

このため、X 線から信号処理基板 130 の信号処理回路を保護する必要がある。

【0031】

本実施の形態の放射線検出システム 6 では、検出器モジュール 100 と信号処理基板 130 との間であって、並設された 2 つの検出器モジュール 100, 100 の隙間を覆う位置に放射線を遮蔽する遮蔽体 122 が設けられる。遮蔽体 122 は、例えば連結基板 121 に支持されるか、または連結基板 121 自体に埋設される。

遮蔽体 122 の寸法は、チャンネル方向幅が、少なくとも信号処理基板 130 の表裏に設けられた 2 つの信号処理回路 132 の厚み幅程度であり、また、スライス方向幅は、少なくとも、検出器モジュール 100 に入射する X 線ビームのスライス方向幅程度とする。また最大でも、チャンネル方向幅は連結した 2 つの検出器モジュールの幅以内とし、スライス方向幅は信号処理回路 132 の設置範囲以内とする。信号処理回路 132 は複数個並べて信号処理基板 130 に設置されることがあるが、設置範囲は最大でも信号処理基板 130 の幅（スライス方向）以内である。遮蔽体 122 の材質は、例えば鉛、モリブデン、タングステン等の金属やそれらの合金が好適である。

【0032】

さらに、配線基板 103 の裏側の面に、放射線を遮蔽する遮蔽体 104 が取り付けられる。遮蔽体 104 の寸法は、少なくとも検出器モジュール 100, 100 に到達する X 線ビームを覆う寸法とし、チャンネル方向幅は、各検出器モジュール 100 の全チャンネル分の幅、スライス方向幅は、少なくとも X 線ビームのスライス幅である。遮蔽体 104 の材質としては、遮蔽体 122 と同様に、例えば鉛、モリブデン、タングステン等の金属やそれらの合金が好適である。

【0033】

遮蔽体 122 を設置することにより、並設された 2 つの検出器モジュール 100, 100 の隙間から X 線が漏れた場合でも、直下に設置された信号処理基板 130 上の信号処理回路 132 を保護することが可能となる。また、遮蔽体 122 と、配線基板 103 の裏側の面に設けられる遮蔽体 104 とを組み合わせることで設置することにより、X 線を遮蔽する範囲が拡大し、配線基板 103 や連結基板 121 を垂直に透過する X 線からも信号処理回路 132 を保護することが可能となる。また、配線基板 103 の下に収納されるフレキシブルケーブル 110 を、配線基板 103 や連結基板 121 を直線で透過する X 線及び隙間から散乱する X 線の両方から保護できる。

また、図 2 に示す放射線検出システム 6 は、1 つの信号処理基板 130 で 2 つの検出器モジュール 100, 100 からの信号を処理するので、信号処理基板 130 の設置数を減らすことが可能となる。このため、X 線検出器 205 を収納する容器内のスペースを確保でき、また主要な熱源である信号処理回路 132 が集中することによる冷却の集中及び効率化を図ることが可能となる。

【0034】

[第 2 の実施の形態]

次に、本発明の第 2 の実施の形態の放射線検出システムについて説明する。本実施の形態では、図 1 の X 線 CT 装置 1 の X 線検出器 205 として、図 3 に示す構造の放射線検出システム 7 を複数個配列して構成する。

なお、以下の説明において、第 1 の実施の形態と同一の各部については同一の符号を付し、説明を省略する。

【 0035 】

図 3 は、図 1 の X 線検出器 205 のチャンネル方向を正面とした図である。

図 3 に示すように、放射線検出システム 7 は、検出器モジュール 100、信号処理基板 130、フレキシブルケーブル 110、連結基板 121、及び遮蔽体 104、122 を備える。

10

また、放射線検出システム 7 は、チャンネル方向に並設した 2 つの検出器モジュール 100、100 に対して 1 つの信号処理基板 130 を略平行に設置した構造となっている。信号処理基板 130 はチャンネル方向に対称となる位置に設けられる。

この放射線検出システム 7 は、検出器モジュール 100 のシンチレータアレイ 102 側が X 線管 201 に対向するように配置される。

【 0036 】

検出器モジュール 100 は、図 2 に示す第 1 の実施の形態の検出器モジュール 100 と同様の構造であるため説明を省略する。また、図 2 に示す第 1 の実施の形態と同様に、検出器モジュール 100 の裏側には、2 つの検出器モジュール 100、100 を連結して取り付けるための連結基板 121 が設置される。更に、連結基板 121 に対し、信号処理基板 130 がネジやロック付コネクタ等により固定されている。

20

信号処理基板 130 は、検出器モジュール 100 に対して略平行に設けられ、裏面に、1 または複数の信号処理回路 132、コネクタ、制御信号や電源を供給する回路等を備えている。

フレキシブルケーブル 110 は、図 2 の放射線検出システム 6 と同様のものである。すなわち、検出器モジュール 100 の下面から引き出され、信号処理基板 130 に設けられたコネクタにそれぞれ接続される。

【 0037 】

図 3 の放射線検出システム 7 も、図 2 の放射線検出システム 6 と同様に、並設した 2 つの検出器モジュール 100、100 の間に隙間が生じることがある。

30

そこで、本実施の形態の放射線検出システム 7 においても、検出器モジュール 100 と信号処理基板 130 との間であって、並設された 2 つの検出器モジュール 100、100 の隙間を覆う位置に遮蔽体 122 が設けられる。遮蔽体 122 は、第 1 の実施の形態と同様に、例えば連結基板 121 に支持されるか、または連結基板 121 自体に埋設される。また遮蔽体 122 の材質は、第 1 の実施の形態と同様である。

【 0038 】

また図 3 の遮蔽体 122 の寸法は、チャンネル方向幅が、少なくとも信号処理基板 130 に設けられた 1 または複数の信号処理回路 132 の設置範囲程度であり、また、スライス方向幅は、少なくとも、検出器モジュール 100 に入射する X 線ビームのスライス方向幅程度とする。また最大でも、チャンネル方向幅は連結した 2 つの検出器モジュール 100、100 の幅以内とし、スライス方向幅は 1 または複数の信号処理回路 132 の設置範囲以内とする。信号処理回路 132 の設置範囲は、最大でも信号処理基板 130 の幅（スライス方向）以内である。

40

【 0039 】

また、図 2 と同様に、本実施の形態の放射線検出システム 7 においても、配線基板 103 の裏側の面に遮蔽体 104 が取り付けられている。遮蔽体 104 の寸法や材質は図 2 の遮蔽体 104 と同様である。

【 0040 】

放射線検出システム 7 において、遮蔽体 122 を設置することにより、並設された 2 つ

50

の検出器モジュール１００，１００の隙間からＸ線が漏れた場合でも、直下に設置された信号処理基板１３０上の信号処理回路１３２を保護することが可能となる。また、遮蔽体１２２と、配線基板１０３の裏側の面に設けられる遮蔽体１０４とを組み合わせることで、Ｘ線を遮蔽する範囲が拡大し、配線基板１０３や連結基板１２１を垂直に透過するＸ線からも信号処理回路１３２を保護することが可能となる。また、配線基板１０３の直下に収納されるフレキシブルケーブル１１０を、配線基板１０３や連結基板１２１を透過するＸ線及び隙間から散乱するＸ線の両方から保護できる。

【００４１】

また、図３に示すように、第２の実施の形態の放射線検出システム７では、信号処理基板１３０を検出器モジュール１００と略平行に設置するので、スライス数やチャンネル数が増大し、信号処理基板１３０を大型化する必要がある場合であっても、検出器モジュール１００の垂直方向の収納スペースを気にすることなく取り付けることができる。

また、第２の実施の形態では、検出器モジュール１００から信号処理基板１３０を取り外すことを前提とせず、固定的に取り付けたことにより、構造が簡単で部品点数が少なくなり、製造及び保守に要するコストを低減できる。特に、フレキシブルケーブル１１０を信号処理基板１３０から取り外すことを前提としないため、信号処理基板１３０上に設けるコネクタ（不図示）として許容着脱回数がごくわずかなものを採用することが可能となり、信号処理基板を小型化できる。

【００４２】

[第３の実施の形態]

次に、本発明の第３の実施の形態の放射線検出システムについて説明する。本実施の形態では、図１のＸ線ＣＴ装置１のＸ線検出器２０５として、図４に示す構造の放射線検出システム８を複数個配列して構成する。

なお、以下の説明において、第１の実施の形態と同一の各部については同じ符号を付し、説明を省略する。

【００４３】

図４は、図１のＸ線検出器２０５のチャンネル方向を正面とした図である。

図４に示すように、放射線検出システム８は、検出器モジュール１００、信号処理基板１３０、フレキシブルケーブル１１１、連結基板１２１、及び遮蔽体１０４、１２２を備える。

放射線検出システム８は、第２の実施の形態と同様に、チャンネル方向に並設した２つの検出器モジュール１００，１００に対して１つの信号処理基板１３０を略平行に設置した構造となっている。

【００４４】

本実施の形態の放射線検出システム８において、フレキシブルケーブル１１１は、第１及び第２の実施の形態とは異なり、検出器モジュール１００の下面から引き出され、連結基板１２１に設けられたコネクタ１２９を介して連結基板１２１に接続される。更に連結基板１２１には、信号処理基板１３０側に設けられるコネクタ１３５と対をなすコネクタ１２５が設けられており、これらのコネクタ１２５，１３５を介して連結基板１２１から信号処理回路１３２へ電気信号が伝送される。

【００４５】

更に、放射線検出システム８は、コネクタ１２５，１３５を着脱することにより、検出器モジュール１００側と信号処理基板１３０とを着脱できるようになっている。すなわち、コネクタ１２５及び１３５を嵌め合わせた場合に、検出器モジュール１００に固定された連結基板１２１に対して信号処理基板１３０が連結保持され、また電氣的にも接続されることとなる。コネクタ１２５，１３５は、着脱することを前提とするため、より多くの着脱回数に耐える材質、形状、構造のものを採用することが好ましい。このようなコネクタは一般に大型化してしまうが、着脱回数を優先的に考慮する。

【００４６】

なお、連結基板１２１と検出器モジュール１００とは取り外しを前提とせず、また設置

面積縮小の観点から、コネクタ 1 2 9 は、コネクタ 1 2 5 , 1 3 5 と比較して、より小型のものを採用することが望ましい。これは、一般に小型のコネクタは構造が精密で許容着脱回数が制限されるためであり、設置面積による制約を優先的に考慮するためである。

【 0 0 4 7 】

検出器モジュール 1 0 0 は、図 2 に示す第 1 の実施の形態の検出器モジュール 1 0 0 と同様の構造であるため説明を省略する。

信号処理基板 1 3 0 は第 2 の実施の形態の放射線検出システム 7 と同様に、検出器モジュール 1 0 0 に対して略平行に設けられ、裏面に、1 または複数の信号処理回路 1 3 2、制御信号や電源を供給する回路等を備えている。

【 0 0 4 8 】

連結基板 1 2 1 には、上面側に遮蔽体 1 2 2 が設けられ、下面側にコネクタ 1 2 5 が設けられる。

遮蔽体 1 2 2 は、第 1 及び第 2 の実施の形態の放射線検出システム 6 , 7 と同様に、検出器モジュール 1 0 0 と信号処理基板 1 3 0 との間であって、並設された 2 つの検出器モジュール 1 0 0 , 1 0 0 の隙間を覆う位置に設けられる。また、遮蔽体 1 2 2 は、例えば連結基板 1 2 1 に支持されるか、または連結基板 1 2 1 自体に埋設される。また遮蔽体 1 2 2 の寸法、材質は、図 3 (第 2 の実施の形態) の放射線検出システム 7 の遮蔽体 1 2 2 と同様である。

【 0 0 4 9 】

また、本実施の形態の放射線検出システム 8 においても、配線基板 1 0 3 の裏側の面に遮蔽体 1 0 4 が取り付けられている。遮蔽体 1 0 4 の寸法や材質は図 2 (第 1 の実施の形態) の遮蔽体 1 0 4 と同様である。

【 0 0 5 0 】

第 3 の実施の形態の放射線検出システム 8 では、連結基板 1 2 1 に設けられるコネクタ 1 2 5 と信号処理基板 1 3 0 に設けられるコネクタ 1 3 5 とを嵌め合わせることで、検出器モジュール 1 0 0 側と信号処理基板 1 3 0 との電氣的接続が実現されるとともに、連結・保持される。

このような構造の放射線検出システム 8 において、遮蔽体 1 2 2 を設置することにより、並設された 2 つの検出器モジュール 1 0 0 , 1 0 0 の隙間から X 線が漏れた場合でも、直下に設置された信号処理基板 1 3 0 上の信号処理回路 1 3 2 を保護することが可能となる。また、遮蔽体 1 2 2 と、配線基板 1 0 3 の裏側の面に設けられる遮蔽体 1 0 4 とを組み合わせて設置することにより、X 線を遮蔽する範囲が拡大し、配線基板 1 0 3 や連結基板 1 2 1 を垂直に透過する X 線からも信号処理回路 1 3 2 を保護することが可能となる。また、配線基板 1 0 3 の直下に収納されるフレキシブルケーブル 1 1 1 を、配線基板 1 0 3 や連結基板 1 2 1 を透過する X 線及び隙間から散乱する X 線の両方から保護できる。

【 0 0 5 1 】

また、図 4 に示すように第 3 の実施の形態の放射線検出システム 8 では、信号処理基板 1 3 0 を検出器モジュール 1 0 0 と略平行に設置するので、スライス数やチャンネル数が増大し、信号処理基板 1 3 0 を大型化する必要がある場合であっても、検出器モジュール 1 0 0 の垂直方向の収納スペースを気にすることなく取り付けることができる。

また、第 3 の実施の形態では、検出器モジュール 1 0 0 側と信号処理基板 1 3 0 側とをコネクタ 1 2 5、1 3 5 により着脱可能な構造としているため、これらのコネクタ 1 2 5、1 3 5 を嵌合して、検出器モジュール 1 0 0 側に信号処理基板 1 3 0 側を取り付けた場合には電氣的にも接続できる。また、コネクタ 1 2 5 とコネクタ 1 3 5 とを外して、信号処理基板 1 3 0 或いは検出器モジュール 1 0 0 のいずれか一方を交換したり、修理して再度取り付けたりすることが可能となるため、経済的である。

また、フレキシブルケーブル 1 1 1 が、信号処理基板 1 3 0 ではなく検出器モジュール 1 0 0 により近い連結基板 1 2 1 に接続されるため、第 1 及び第 2 の実施の形態に示すフレキシブルケーブル 1 1 0 よりもケーブル長を短縮できる。これにより電気信号の伝送損失を抑えることが可能となる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 2 】

以上説明したように、本発明の放射線検出システム 6 , 7 , 8 は、検出器モジュール 1 0 0 と信号処理基板 1 3 0 との間に、検出器モジュール 1 0 0 を複数並設する際に生じる隙間を覆う遮蔽手段（遮蔽体 1 2 2 ）を備える。

したがって、検出器モジュール 1 0 0 の隙間から散乱する X 線を遮蔽体 1 2 2 によって遮蔽できるため、検出器モジュール 1 0 0 の後ろ（裏）に取り付けられる信号処理基板 1 3 0 等を X 線から保護できる。このため、信号処理基板 1 3 0 に設けられる信号処理回路 1 3 2 内のトランジスタ等の劣化を防ぎ、誤動作の発生を防止できる。

【 0 0 5 3 】

特に、1つの信号処理基板 1 3 0 が、図 2 に示すように並設された検出器モジュール 1 0 0 の裏面中央部（2つの検出器モジュールの中央）に立設されたり、図 3 及び図 4 に示すように略平行に設置されたりする場合には、信号処理基板 1 3 0 が上述の隙間の直下に位置するため、検出器モジュール 1 0 0 の隙間から散乱する X 線を遮蔽体 1 2 2 によって遮蔽でき、信号処理基板 1 3 0 （信号処理回路 1 3 2 ）を保護できる。

更に、1つの信号処理基板 1 3 0 で複数の検出器モジュール 1 0 0 からの信号を処理する場合には、信号処理基板 1 3 0 の枚数を減らすことが可能となる。このため、X 線検出器 2 0 5 を収納する容器内のスペースを確保でき、また主要な熱源である信号処理回路 1 3 2 が集中することによる冷却の集中及び効率化を図ることが可能となる。

また、1つの信号処理基板 1 3 0 に対して複数の検出器モジュール 1 0 0 が略平行に設置される場合には、信号処理基板 1 3 0 が大型化した際にも垂直方向に伸ばすことなく取り付けることができ、X 線検出器の小型化に寄与できる。

更に、各検出器モジュール 1 0 0 の裏面にも遮蔽体 1 0 4 を設けることにより遮蔽範囲を拡大させれば、検出器モジュール 1 0 0 の配線基板 1 0 3 を直線で透過する X 線から、信号処理回路 1 3 2 やフレキシブルケーブル 1 1 0 , 1 1 1 を保護できる。

【 0 0 5 4 】

また、図 2、図 3 のように、連結基板 1 2 1 等により連結された検出器モジュール 1 0 0 に対して、信号処理基板 1 3 0 をネジ等により固定的に取り付ける場合には、回転板 2 0 7 の高速回転時に発生する遠心力による抜けや変形を防止でき、また、構造も簡単で部品点数が少なく、製造及び保守に要するコストを低減できる。

【 0 0 5 5 】

一方、図 4 に示すように、連結基板 1 2 1 等により連結された検出器モジュール 1 0 0 側と信号処理基板 1 3 0 とにそれぞれ電氣的接続を実現するコネクタ 1 2 5 , 1 3 5 を設け、検出器モジュール 1 0 0 側と信号処理基板 1 3 0 側とを着脱可能とする場合には、検出器モジュール 1 0 0 側と信号処理基板 1 3 0 側とを容易に切り離し、交換・修理を行えるため経済的である。

【 0 0 5 6 】

以上、第 1 ~ 第 3 の実施の形態として、本発明に係る X 線 CT 装置、及び放射線検出システムの例を説明したが、ここで、並設された放射線検出システムの隙間から散乱する X 線からの信号処理基板 1 3 0 の保護について追記する。

【 0 0 5 7 】

X 線 CT 装置 1 の X 線検出器 2 0 5 には、第 1 ~ 第 3 の実施の形態に示す放射線検出システム 6 , 7 , 8 のいずれかがチャンネル方向に複数並設されるが、これらの放射線検出システムの間にも隙間が生じ、この隙間からも X 線が散乱することがある。しかし、例えば図 2 に示す放射線検出システム 6 のように、保護対象とする信号処理回路 1 3 2 が放射線検出システム 6 のチャンネル方向中央に設置されている場合には、隙間の直下に信号処理基板 1 3 0 が取り付けられている場合と比較して、角度が大きく、また距離も長くなるため、信号処理回路 1 3 2 へ影響を与えにくい。また、検出器モジュール 1 0 0 の各チャンネルの間にはそれぞれコリメータ板が設けられているため、各チャンネルへの X 線の入射角はそもそも狭い。そのため、放射線検出システム 6 の端からの散乱 X 線により、中央部に位置する信号処理基板 1 3 0 が大きな影響を受けることは考えにくい。ただし、より

10

20

30

40

50

厳密に放射線からの保護を望む場合もあるため、複数の並設された放射線検出システムの検出器モジュール 1 0 0 間に生じる隙間を覆う位置に、更に遮蔽体 1 2 2 を設けてもよい。

【 0 0 5 8 】

更に、本発明は、チャンネル方向のみならず、スライス方向に検出器モジュール 1 0 0 (または放射線検出システム 6 , 7 , 8) が複数並設された場合にも適用できる。

すなわち、スライス方向に検出器モジュール 1 0 0 (または放射線検出システム 6 , 7 , 8) が複数並設された場合には、スライス方向にも検出器モジュール 1 0 0 間の隙間が生じることがある。したがって、スライス方向についても同様に、複数併設した検出器モジュール 1 0 0 の隙間から漏れる X 線から信号処理基板 1 3 0 を保護するように、遮蔽体 1 2 2 が設けられることが望ましい。

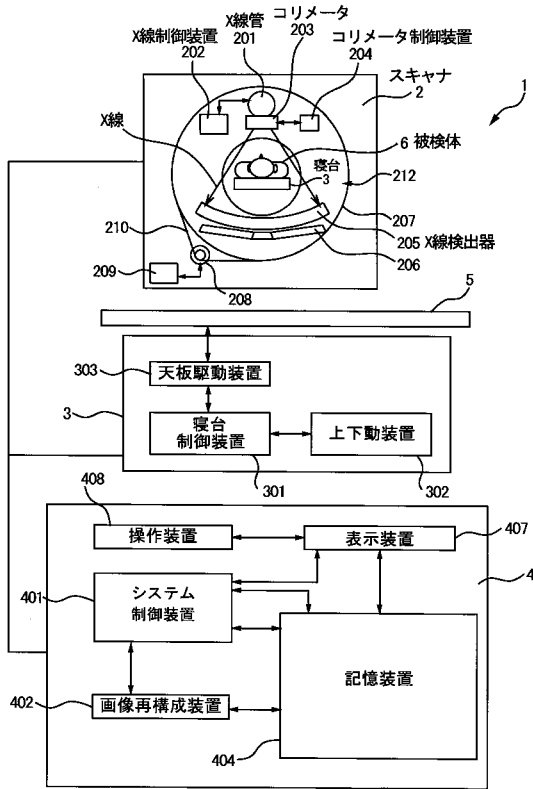
その他、当業者であれば、本願で開示した技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【 符号の説明 】

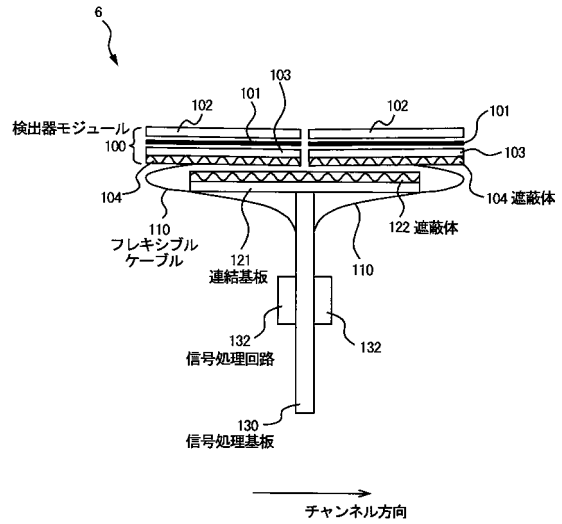
【 0 0 5 9 】

1	X 線 C T 装置	
2	スキャナ	
3	寝台	
4	操作卓	20
6	放射線検出システム (第 1 の実施の形態)	
7	放射線検出システム (第 2 の実施の形態)	
8	放射線検出システム (第 3 の実施の形態)	
2 0 5	X 線検出器	
1 0 0	検出器モジュール	
1 0 1	フォトダイオードアレイ	
1 0 2	シンチレータアレイ	
1 0 3	配線基板	
1 0 4	遮蔽体	
1 1 0	フレキシブルケーブル (第 1 、 第 2 の実施の形態)	30
1 1 1	フレキシブルケーブル (第 3 の実施の形態)	
1 2 1	連結基板	
1 2 2	遮蔽体	
1 3 0	信号処理基板	
1 3 2	信号処理回路	
1 2 5	コネクタ	
1 3 5	コネクタ	

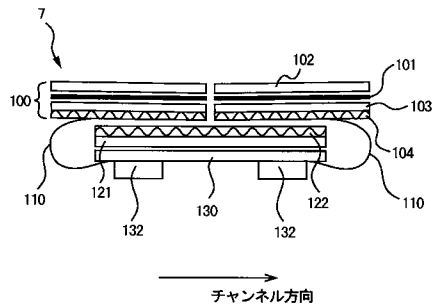
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 4】

