

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4803876号
(P4803876)

(45) 発行日 平成23年10月26日(2011.10.26)

(24) 登録日 平成23年8月19日(2011.8.19)

(51) Int.Cl. F 1
A 6 1 B 6/00 (2006.01)
 A 6 1 B 6/00 3 2 0 Z
 A 6 1 B 6/00 3 2 1
 A 6 1 B 6/00 3 0 0 W

請求項の数 6 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2000-392374 (P2000-392374)	(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	平成12年12月25日(2000.12.25)	(74) 代理人	100126240 弁理士 阿部 琢磨
(65) 公開番号	特開2002-191586 (P2002-191586A)	(74) 代理人	100124442 弁理士 黒岩 創吾
(43) 公開日	平成14年7月9日(2002.7.9)	(72) 発明者	田村 敏和 東京都大田区下丸子三丁目30番2号 キ ヤノン株式会社内
審査請求日	平成19年12月20日(2007.12.20)	審査官	原 俊文

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 X線撮像装置及びこれらの通信方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

X線画像を取得するX線検出器が所定の範囲に近接したことを検知することによって前記X線検出器の固有情報を取得し、前記X線検出器の固有情報を取得した際に前記X線検出器との無線通信に必要な個別IDキーを割り付ける通信制御手段と、

前記通信制御手段で固有情報が取得された前記X線検出器を前記個別IDキーを用いて無線で制御する撮像制御手段と、を有することを特徴とするX線撮像装置。

【請求項 2】

X線画像を取得するX線検出器が所定の範囲に近接したことを検知することによって、前記X線検出器の固有情報を取得する通信制御手段と、

前記通信制御手段で固有情報が取得された前記X線検出器を無線通信に必要な個別IDキーを用いて無線で制御する撮像制御手段と、を有し、

前記通信制御手段は、前記X線検出器の固有情報を取得した際に前記X線検出器との無線通信に必要な前記個別IDキーを割り付けるID付与手段と、

前記ID付与手段で割り振った前記個別IDキーに対応する有効期間をカウントする有効期間カウンタを有することを特徴とするX線撮像装置。

【請求項 3】

前記個別IDキーは前記通信制御手段のIDを反映していることを特徴とする請求項1又は2に記載のX線撮像装置。

【請求項 4】

10

20

前記 X 線検出器は固有情報として I D を持つことを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の X 線撮像装置。

【請求項 5】

前記 X 線検出器と前記通信制御手段とが無線で接続することにより前記 X 線検出器と前記通信制御手段との間の無線通信のための前記個別 I D キーを決定することを特徴とする請求項 2 乃至 4 のいずれか一項に記載の X 線撮像装置。

【請求項 6】

通信制御手段が、X 線画像を取得する X 線検出器が所定の範囲に近接したことを検知することによって、前記 X 線検出器の固有情報を取得し、前記 X 線検出器の固有情報を取得した際に前記 X 線検出器との無線通信に必要な個別 I D キーを割り付ける工程と、

10

撮像制御手段が、前記工程で固有情報が取得された前記 X 線検出器を前記個別 I D キーを用いて無線で制御する工程と、を有することを特徴とする通信方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像作成の複数画素から構成される固体撮像素子を使用し、特にケーブルレス撮像部を用いた X 線撮像装置及びこれらの通信方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来の X 線撮像装置では、X 線源から医療患者のような被分析対象を通して X 線ビームを投射し、X 線ビームが被検体を通過した後に、スクリーンフィルムカセット、フィルムオートチェンジャ、C R (Computed radiography)、F P D (Flat Panel Detector) などにより撮像される。

20

【0003】

民生機器においては、カメラはアナログフィルムカメラからデジタルカメラへの過渡期にある。X 線写真においても、F P D を用いた高分解能の固体 X 線検出器が提案されており、これは各次元に 3000 ~ 4000 個のフォトダイオードなどに代表される検出素子を用いた二次元アレーで構成されている。各素子は検出器に投射される X 線像の画素輝度に対応する電気信号を作成する。各検出素子からの信号は個別に読み出されてデジタル化され、その後に画像処理、記憶及び表示される。

30

【0004】

しかしながら、F P D を用いた X 線デジタル撮像装置は、その原理上、民生機器のように結像光学系を用いた小型化が難しく、X 線スクリーンフィルムカセットのように、例えば特開平 6 - 342099 号公報などに提案されている小型、薄型化は難しい。しかしながら、薄型化、高信頼性技術の向上に伴い、その実現が可能となりつつある。

【0005】

このようにスクリーンフィルムカセットのようなワイヤレス薄型化 X 線撮像装置の使用に当たり、従来のワイヤード X 線撮像装置では問題とならなかった複数の X 線撮像部の固体識別、X 線同期、画像転送などの点が新たに問題点として取り上げられる。

【0006】

40

【発明が解決しようとする課題】

複数個の X 線撮像部が存在し、操作者が種々の X 線撮影室間を行き来しながら撮影するような場合に、X 線発生装置との同期等を対象 X 線撮像部と間違えることなく、的確に X 線撮像部の固体識別を行う必要がある。

【0007】

従来から使われている X 線撮像部の独特なシリアルナンバで、固体を単に識別するシステムでは、複数の X 線発生装置から同じ X 線撮像部への呼びかけに応じてしまう等の問題が発生することがある。

【0008】

本発明の目的は、複数又は複数種のケーブルレスデジタル X 線検出手段を使用する際の

50

同期の取り方や、X線撮像システムとの通信の仕方を容易にするX線撮像装置及びこれらの通信方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するための本発明に係るX線撮像装置は、X線画像を取得するX線検出器が所定の範囲に近接したことを検知することによって前記X線検出器の固有情報を取得し、前記X線検出器の固有情報を取得した際に前記X線検出器との無線通信に必要な個別IDキーを割り付ける通信制御手段と、

前記通信制御手段で固有情報が取得された前記X線検出器を前記個別IDキーを用いて無線で制御する撮像制御手段と、を有することを特徴とする。

10

【0010】

また、本発明に係る通信方法は、通信制御手段が、X線画像を取得するX線検出器が所定の範囲に近接したことを検知することによって、前記X線検出器の固有情報を取得し、前記X線検出器の固有情報を取得した際に前記X線検出器との無線通信に必要な個別IDキーを割り付ける工程と、

撮像制御手段が、前記工程で固有情報が取得された前記X線検出器を前記個別IDキーを用いて無線で制御する工程と、を有することを特徴とする。

【0011】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明を図示の実施の形態を基に詳細に説明する。

20

図1は実施の形態を示すX線撮像システムの構成図を示し、1はX線室、2はX線制御室、3は診断・操作室である。

【0012】

X線室1には、X線を発生するX線発生器11が置かれ、このX線発生器11はX線を発生するX線管球12、X線管球12を駆動する高圧発生電源13、X線管球12により発生されたX線ビームを所望の撮像領域に絞り込むX線絞り14から成っている。撮影用寝台15の下には、被検体S及び撮影用寝台15を透過したX線ビームを検出するX線検出器16が配置されている。

【0013】

X線検出器16は、グリッド17、シンチレータ18、光検出器アレー19、X線露光量モニタ20の積層体と、光検出器アレー19を駆動する駆動器21とから構成されている。グリッド17は被検体Sを透過することによって生ずるX線散乱の影響を低減するために設けられており、X線低吸収部材と高吸収部材とから成り、例えばA1とPbのストライプ構造から成っている。光検出器アレー19とグリッド17との格子比の関係によりモアレ縞が生じないように、X線照射時にはX線検出器16は後述するX線制御室2の撮像制御器からの設定に基づいて、駆動器21の制御信号に従ってグリッド17を振動させる。

30

【0014】

シンチレータ18では、エネルギーの大きいX線によって蛍光体の母体物質が励起（吸収）され、その再結合エネルギーにより可視領域の蛍光が発生し、X線を可視光に変換する。その蛍光はCaWO₄やCdWO₄等の母体自身によるものや、CsI：TlやZnS：Ag等の母体内に付加された発光中心物質によるものがある。光検出器アレー19はシンチレータ18による可視光を電気信号に変換する。本実施の形態では、シンチレータ18と光検出器アレー19とを別々の構成としているが、X線を電子に直接変換する検出器で構成するものにも適用される。例えば、アモルファスSeやPbI₂等の受光部とアモルファスシリコンTFE等から成る放射線（X線）検出器である。

40

【0015】

X線露光量モニタ20はX線透過量を監視する目的で配置されている。X線露光量モニタ20としては、結晶シリコンの受光素子等を用いてX線を直接検出してもよいし、シンチレータ18による蛍光を検出してもよい。本実施の形態では、X線露光量モニタ20は光

50

検出器アレー 1 9 の基板裏面に成膜されたアモルファス・シリコン受光素子から成り、光検出器アレー 1 9 を透過した X 線量に比例した過視光を検知して、その光量情報を撮像制御器に伝達する。

【 0 0 1 6 】

また、四肢等の撮影のために別に薄型 X 線検出器 2 2 が配置され、この薄型 X 線検出器 2 2 は中継器 2 3 を介して X 線制御室 2 に接続されている。図 1 では、薄型 X 線検出器 2 2 は複数種のセンサの代表として 1 つを図示してあるが、空間分解能が異なったり、薄型 X 線検出器 2 2 の大きさ、つまり撮像領域の大きさが異なるもの等を交換して使用することが可能である。X 線検出器 1 6 と薄型 X 線検出器 2 2 との相違点は、第 1 には薄型 X 線検出器 2 2 の厚さが、フィルムスクリーン系カセットに匹敵する程度の約 2 0 m m 以下である点、簡易電源、1 0 画像 ~ 2 0 画像の大容量メモリを内蔵している点、中継器 2 3 とケーブルレスで画像信号及び制御のやり取りが可能である点に特長がある。

10

【 0 0 1 7 】

薄型 X 線検出器 2 2 と中継器 2 3 を接続するケーブル 2 4 はあってもなくても動作可能であり、ケーブル 2 4 を使用した場合には画像転送が高速に行えるため、X 線撮像後の画像取得、処理、確認の動作がより短い時間で達成され、更に充電の必要がないため長時間撮影を続けることが可能である。なお、ケーブル 2 4 を使用する場合には着脱容易かつ高信頼性のコネクタを使用する必要がある。中継器 2 3 は薄型 X 線検出器 2 2 との通信を中継する他に、自動 I D 割付や充電器更には未使用時ホルダとしての機能を有する。

20

【 0 0 1 8 】

X 線制御室 2 には、本 X 線撮像システムの全体的な動作を制御するシステム制御器 3 1、操作者インタフェース 3 2、ディスプレイモニタ 3 3 が配置されている。システム制御器 3 1 には、前述の撮像制御器 3 4、例えば R A I D 等のハードディスクアレーから成る画像処理器 3 5、処理された基本画像データを記憶する大容量高速の記憶装置 3 6、モニタ 3 3 を制御して種々の文字及び画像を表示させる表示制御器 3 7、例えば光磁気ディスク等の大容量の外部記憶装置 3 8、X 線制御室 2 の装置と診断・操作室 3 の装置を接続し、X 線室 1 での撮影画像等を診断・操作室 3 の装置に転送する L A N ボード 3 9 が内蔵されている。

30

【 0 0 1 9 】

インタフェース 3 2 は、X 線曝射要求スイッチ、タッチパネル、マウス、キーボード、ジョイスティック及びフットスイッチ等から成り、操作者 O が種々の指令をシステム制御器 3 1 に入力するために使用される。操作者 O の指示内容は、例えば静止画 / 動画、X 線管電圧、管電流及び X 線照射時間等の撮影条件、撮影タイミング、画像処理条件、被検者 I D 及び取込画像の処理方法等がある。撮像制御器 3 4 は X 線室 1 に置かれた X 線発生器 1 1、撮影用寝台 1 5、駆動器 2 1、中継器 2 3 に接続され、画像処理器 3 5 は X 線室 1 の駆動器 2 1、中継器 2 3 と接続され、X 線撮像系による画像を画像処理する。画像処理器 3 5 における画像処理は、例えば画像データの補正、空間フィルタリング、リカーシブ処理、階調処理、散乱線補正及びダイナミックレンジ (D R) 圧縮処理等が挙げられる。

40

【 0 0 2 0 】

診断・操作室 3 には、被検体 S の情報及び撮影方法等を、X 線制御室 2 の L A N ボード 3 9 を経由して指示するための H I S / L I S 等に接続されていたり、L A N ボード 3 9 からの画像を画像処理、診断支援する画像処理端末 4 1、L A N ボード 3 9 からの画像 (動画 / 静止画) を映像表示するモニタ 4 2、イメージプリンタ 4 3、画像データを格納するファイルサーバ 4 4 が設けられている。

【 0 0 2 1 】

なお、システム制御器 3 1 からの各機器に対する制御信号は、X 線制御室 2 内の操作者インタフェース 3 2、或いは診断・操作室 3 内にある画像処理端末 4 1 からの指示により発生可能である。システム制御器 3 1 は X 線撮像系のシーケンスを制御する撮像制御器 3 4 に、操作者 O の指示に基づいた撮影条件を指令し、撮像制御器 3 4 はその指令に基づいて

50

、X線発生器11、撮影用寝台15及びX線検出器16を駆動してX線像を撮影させる。撮影用寝台15上に患者である被検体Sが横たわると、撮影用寝台15は撮像制御器34からの制御信号に従って駆動され、X線発生器11からのX線ビームに対する被検体Sの向きを変更できる。X線検出器16から出力されるX線画像信号は画像処理器35に供給され、操作者Oが指定する画像処理を施されてモニタ33に画像表示され、同時に基本画像データとして記憶装置36に格納される。システム制御器31は更に操作者Oの指示に基づいて、再画像処理とその結果の画像表示、ネットワーク上の装置への画像データの転送、保存、映像表示及びフィルム印刷等を実行する。

【0022】

X線発生器11の高圧発生電源13は、撮像制御器34からの制御信号に従ってX線管球12にX線発生のための高電圧を印加すると、X線管球12はX線ビームを発生する。発生されたX線ビームはX線絞り14を介して被検体Sに照射される。X線絞り14はX線ビームを照射すべき位置に応じて、撮像制御器34により制御される。即ち、X線絞り14は撮像領域の変更に伴い、不要な照射を行わないようにX線ビームを整形する。

【0023】

X線発生器11が出力するX線ビームは、X線透過性の撮影用寝台15上に横になった被検体S、撮影用寝台15を透過してX線検出器16に入射する。なお、撮影用寝台15は被検体Sの異なる部位又は方向でX線ビームが透過するように、撮像制御器34により制御される。また、薄型X線検出器22を使用する場合は、X線発生器11から出力されたX線ビームが被検体Sを透過して薄型X線検出器22に入射するように、操作者Oが薄型X線検出器22及び被検体Sを調節する。

【0024】

X線検出器16のグリッド17は、前述したように被検体Sを透過することによって生ずるX線散乱の影響を低減する。撮像制御器34は光検出器アレー19とグリッド17との格子比の関係によりモアレ縞が生じないように、X線照射時にグリッド17を振動させる。シンチレータ18ではエネルギーの大きいX線によって蛍光体の母体物質がX線を吸収して励起され、その際に発生する再結合エネルギーにより可視領域の蛍光を発生する。シンチレータ18に積層して配置された光検出器アレー19は、シンチレータ18で発生する蛍光を電気信号に変換する。即ち、シンチレータ18がX線像を過視光像に変換し、光検出器アレー19が過視光像を電気信号に変換する。

【0025】

X線露光量モニタ20は光検出器アレー19を透過したX線量に比例した過視光を検出し、その検出量情報を撮像制御器34に供給する。撮像制御器34はこのX線露光量情報に基づいて高圧発生電源13を制御して、X線を遮断又は調節する。駆動器21は撮像制御器34の制御の下で光検出器アレー19を駆動し、光検出器アレー19の各素子から画素信号を読み出す。

【0026】

X線検出器16、薄型X線検出器22から出力される画素信号は、X線制御室2内の画像処理器35に出力される。X線室1内はX線発生に伴うノイズが大きいので、X線検出器16から画像処理器35への信号伝送路は耐雑音性の高いものである必要があり、具体的には高度の誤り訂正機能を具備するデジタル伝送系としたり、差動ドライバによるシールド付き撚り電線対又は光ファイバを用いることが望ましいことは言うまでもない。

【0027】

画像処理器35については詳細は後述するが、システム制御器31からの指令に基づき画像信号の表示形式を切換え、その他には画像信号の補正、空間フィルタリング及びリカーシブ処理等をリアルタイムで行い、階調処理、散乱線補正及びDR圧縮処理等を実行できる。画像処理器35により処理された画像は、モニタ33の画面に表示される。リアルタイム画像処理と同時に、画像補正のみを行われた基本画像情報は、記憶装置36に保存される。また、操作者Oの指示に基づいて、記憶装置36に格納される画像情報は、例えばImage Save & Carry (IS & C)の所定の規格を満たすように再構成された後に、外部記

10

20

30

40

50

憶装置 38 及びファイルサーバ 44 内のハードディスク等に格納される。

【0028】

X線制御室 2 の装置は、LAN ボード 39 を介して LAN (又は WAN) に接続する。LAN には複数の X 線撮像システムを接続できることは勿論である。LAN ボード 39 は例えば Digital Imaging and Communication in Medicine (DICOM) 所定のプロトコルに従って画像データを出力する。LAN (又は WAN) に接続されたモニタ 42 の画面に、X 線画像を高解像静止画及び動画を表示することにより、X 線撮影とほぼ同時に医師によるリアルタイムの遠隔診断が可能になる。

【0029】

図 2 は光検出器アレー 19 の構成単位の等価回路の一例を示す。1 素子は光検出部 51 と電荷の蓄積及び読み取りを制御するスイッチング TFT (薄膜トランジスタ) 52 から成り、一般にはガラス基板上にアモルファスシリコン (a-Si) により形成されている。光検出部 51 は更に光ダイオード 51a とコンデンサ 51b の並列回路から成り、光電効果による電荷をセンサ内電流源 53 として記述している。コンデンサ 51b は光ダイオード 51a の寄生容量でも、光ダイオード 51a のダイナミックレンジを改善する追加的なコンデンサでもよい。光ダイオード 51a のカソードは、共通電極 (D 電極) であるバイアス配線 Lb を介してバイアス電源 54 に接続されている。光ダイオード 51a のアノードは、ゲート電極 G からスイッチング TFT 52 を介してコンデンサ 55 及び電荷読出用プリアンプ 56 に接続されている。プリアンプ 56 の入力のリセット用スイッチ 57 及び信号線バイアス電源 58 を介してアースに接続されている。

【0030】

先ず、スイッチング TFT 52 とリセット用スイッチ 57 を一時的にオンにして、コンデンサ 51b をリセットし、スイッチング TFT 52 とリセット用スイッチ 57 をオフにする。その後、X 線を発生させて被検体 S に曝射する。被検体 S を透過した X 線像をシンチレータ 18 が可視光像に変換し、光ダイオード 51a はその可視光像により導通状態になり、コンデンサ 51b の電荷を放電させる。スイッチング TFT 52 をオンにして、コンデンサ 51b とコンデンサ 55 を接続する。これにより、コンデンサ 51b の放電量の情報がコンデンサ 55 にも伝達され、更にプリアンプ 56 によりコンデンサ 55 の蓄積電荷による電圧の増幅又は点線で示したコンデンサ 59 により電荷 - 電圧変換され外部に出力される。

【0031】

図 3 は図 2 に示す光電変換素子を二次元に拡張して構成した二次元配列の光電変換素子を具備する光検出器アレー 19 の等価回路である。二次元読出動作は先の 2 種類の等価回路において同様であるので、図 3 は図 2 に示した等価回路を用いて現している。光検出器アレー 19 は $2000 \times 2000 \sim 4000 \times 4000$ 程度の画素から構成され、アレー面積は $200 \text{ mm} \times 200 \text{ mm} \sim 500 \text{ mm} \times 500 \text{ mm}$ 程度である。図 3 では光検出器アレー 19 は 4096×4096 の画素から構成され、アレー面積は $430 \text{ mm} \times 430 \text{ mm}$ であり、1 画素のサイズは約 $105 \times 105 \mu\text{m}$ であり、横方向に配置した 4096 個の画素を 1 ブロックとし、 4096 個のブロックを縦方向に配置して二次元構成とされている。

【0032】

図 3 では 4096×4096 画素から成る光検出器アレー 19 を 1 枚の基板で構成しているが、 2048×2048 画素を持つ 4 枚の光検出器アレーを組み合わせてもよいことは勿論である。この場合に、4 つの光検出器アレーを組み付ける手間が発生するが、各光検出器アレーの歩留まりが向上するので、全体としても歩留まりが向上するという利点がある。

【0033】

図 2 で説明したように、1 画素は 1 つの光検出部 51 とスイッチング TFT 52 とから成る。光電変換素子 PD (1, 1) ~ (4096, 4096) は光検出部 51 に対応し、転送用スイッチ SW (1, 1) ~ (4096, 4096) はスイッチング TFT 52 に対応

10

20

30

40

50

している。光電変換素子 $PD(m, n)$ のゲート電極 G は、対応するスイッチ $SW(m, n)$ を介してその列に対する共通の列信号線 L_{cm} に接続されている。例えば、第 1 列の光電変換素子 $PD(1, 1) \sim (4096, 1)$ は、第 1 の列信号線 L_{c1} に接続され、各光電変換素子 $PD(m, n)$ の共通電極 D は、全てバイアス配線 L_b を介してバイアス電源 54 に接続されている。

【0034】

同じ行のスイッチ $SW(m, n)$ の制御端子は、共通の行選択線 L_{rn} に接続する。例えば、第 1 行のスイッチ $SW(1, 1) \sim (1, 4096)$ は行選択線 L_{r1} に接続され、行選択線 $L_{r1} \sim 4096$ はラインセクタ 61 を介して撮像制御器 34 に接続されている。ラインセクタ 61 は撮像制御器 34 からの制御信号を解釈し、どのラインの光電変換素子 PD の信号電荷を読み出すべきかを決定するアドレスデコーダ 62 と、このアドレスデコーダ 62 の出力に従って開閉される 4096 個のスイッチ素子 63 から構成されている。この構成により、任意のライン L_{rn} に接続するスイッチ $SW(m, n)$ に接続する光電変換素子 $PD(m, n)$ の信号電荷を読み出すことができる。ラインセクタ 61 の最も簡単なものとしては、単に液晶ディスプレイ等に用いられているシフトレジスタによって構成してもよい。

10

【0035】

列信号線 $L_{c1} \sim 4096$ は、撮像制御器 34 により制御される信号読出回路 71 に接続されている。信号読出回路 71 には、それぞれ列信号線 $L_{c1} \sim 4096$ をリセット基準電位電源 72 にリセットするリセット用スイッチ 73 - 1 ~ 4096 、それぞれ列信号線 $L_{c1} \sim 4096$ からの信号電位を増幅するプリアンプ 74 - 1 ~ 4096 、それぞれのプリアンプ 74 - 1 ~ 4096 の出力をサンプルホールドする S/H (サンプルホールド) 回路 75 - 1 ~ 4096 、 S/H 回路 75 - 1 ~ 4096 の出力を時間軸上で多重化するアナログ・マルチプレクサ 76、マルチプレクサ 76 のアナログ出力をディジタル化し画像処理器 35 に供給する A/D 変換器 77 が設けられている。

20

【0036】

図 3 に示す光検出器アレーでは、 4096×4096 個の画素を列信号線 $L_{c1} \sim 4096$ により 4096 個の列に分け、1 行当りの 4096 画素の信号電荷を同時に読み出し、各列信号線 $L_{c1} \sim 4096$ 、プリアンプ 74 - 1 ~ 4096 及び S/H 回路 75 - 1 ~ 4096 を介してアナログ・マルチプレクサ 76 に転送し、ここで時間軸多重化して、順次に A/D 変換器 77 によりディジタル信号に変換する。

30

【0037】

図 3 においては、信号読出回路 71 が 1 つの A/D 変換器 77 のみを具備するように図示しているが、実際には 4 ~ 32 系統で同時に A/D 変換を実行する。これはアナログ信号帯域と A/D 変換レートを不必要に大きくすることなく、画像信号の読取時間を短くすることが要求されるためである。信号電荷の蓄積時間と A/D 変換時間とは密接な関係にあり、高速に A/D 変換を行うとアナログ回路の帯域が広くなり、所望の高 S/N を達成することが難しくなるので、通常は A/D 変換速度を不必要に速くすることなく、画像信号の読取時間を短くすることが要求される。多くの A/D 変換器 77 でマルチプレクサ 76 の出力を A/D 変換すればよいが、 A/D 変換器 77 の数を増せばそれだけコストが高くなる。従って、上述の点を考慮して適当な数の A/D 変換器 77 を用いる。

40

【0038】

X 線の照射時間は約 10 ~ 500 m 秒であるので、全画面の取込時間或いは電荷蓄積時間を 100 m 秒のオーダー或いは少々短めにすることが適当である。例えば、全画素を順次に駆動して 100 m 秒で画像を取り込むためには、アナログ信号帯域を 50 MHz 程度にし、例えば 10 MHz のサンプリングレートで A/D 変換を行うと、最低でも 4 系統の A/D 変換器 77 が必要になる。本実施の形態では、16 系統で同時に A/D 変換を行い、16 系統の A/D 変換器 77 の出力はそれぞれに対応する 16 系統の図示しないメモリ (FIFO 等) に入力される。そのメモリを選択して切換えることにより、連続した 1 ラインの走査線に相当する画像データが画像処理器 35 に転送される。

50

【 0 0 3 9 】

図 4 はセンサ読み出しの概要タイミングチャート図であり、図 3 と併せて 1 回の X 線照射により静止画撮像を行う場合の二次元駆動について述べる。図 4 において、(a) は X 線への曝射要求制御信号、(b) は X 線の曝射状態、(c) はセンサ内電流源 5 3 の電流、(d) は行選択線 L_{rn} の制御状態、(e) は A / D 変換器 7 7 へのアナログ入力をそれぞれ模式的に表している。

【 0 0 4 0 】

バイアス配線を光電変換時のバイアス値 V_s のまま、全ての列信号配線 L_c をリセット基準電位電源 7 2 に接続し、列信号線をリセットする。その後、行選択配線 L_{r1} に正電圧 V_{gh} を印加し、スイッチ $SW(1, 1) \sim (1, 4096)$ をオンし、第 1 列の光電変換素子のゲート電極 G を V_{bt} にリセットする。次に、行選択配線 L_{r1} を正電圧 V_{g1} にして、スイッチ $SW(1, 1) \sim (1, 4096)$ をオフする。行の選択を順次に繰り返して、全ての画素のリセットを行うと撮影準備が完了する。

10

【 0 0 4 1 】

以上の動作は信号電荷の読み出し操作と同じであり、信号電荷を取り込むか否かの差がないので、このリセット操作を以後「空読み」と呼ぶ。この空読み動作中で、行選択配線 L_r を全て同時に V_{gh} にすることは可能であるが、この場合では読出準備完了時に、信号配線電位がリセット電圧 V_{bt} から大きくずれることとなり、高 S/N の信号を得ることが難しい。また前述の例では、行選択配線 L_r を 1 から列信号配線 4096 にリセットしたが、撮像制御器 3 4 の設定に基づいた駆動器 2 1 の制御により、任意の順番でリセットを行うことが可能である。空読み動作を繰り返して X 線の曝射要求を待ち、曝射要求が発生すると、画像取得準備のために空読み動作を再度行い X 線曝射に備える。画像取得準備が整ったときに、撮像制御器 3 4 の指示に従って X 線が曝射される。

20

【 0 0 4 2 】

X 線の曝射後に、光検出部 5 1 の信号電荷を読み出す。まず、光電変換素子 PD の或る行 (例えば L_{r1}) に対する行選択配線 L_r に V_{gh} を印加し、蓄積電荷信号を信号配線 $L_{c1} \sim 4096$ に出力する。列信号配線 $L_{c1} \sim 4096$ から 1 列ずつ 4096 画素分の信号を同時に読み出す。次に、異なる行選択配線 L_r 、例えば L_{r2} に V_{gh} を印加し、蓄積電荷信号を信号配線 $L_{c1} \sim 4096$ に出力する。列信号配線 $L_{c1} \sim 4096$ から 1 列ずつ 4096 画素分の信号を同時に読み出す。この動作を列信号配線 4096 に順次繰り返すことにより、全ての画像情報を読み出す。

30

【 0 0 4 3 】

上記の動作中に、各センサの電荷蓄積時間はリセット動作が完了したとき、即ち空読み時のスイッチング $TFT52$ をオフしてから、次に電荷読み出しが行われるために $TFT52$ がオンするまでの間であるために、各行選択線毎に蓄積時間、時刻が異なる。

【 0 0 4 4 】

X 線画像を読み出した後に補正用画像を取得する。これは X 線画像の補正に使用するためであり、高画質の画像を取得するために必要な補正データである。基本的な画像取得方法は X 線を曝射しない点以外は同じである。電荷蓄積時間は X 線画像を読み出す際と、補正画像を読み出す際とで同じにする。また、高分解能の画像情報が必要でない場合や、画像データ取り込速度を速くしたい場合には、全ての画像情報を常に取り込む必要はなく、操作者 O の撮影方法の選択により、撮像制御器 3 4 は間引き、画素平均、領域抽出の駆動指示を駆動器 2 1 に設定する。

40

【 0 0 4 5 】

間引きを行うには、まず行選択配線 L_{r1} を選択し、列信号配線 L_c から信号を出力する際に、例えば L_{c2n-1} (n : 自然数) の n を 0 から 1 つずつ増加させるように 1 列の読み出しを行い、その後の行を選択する際に行選択配線 L_{r2m-1} (m : 自然数) の m を 1 から 1 つずつ増加させて、1 行の信号を読み出すことにより行われる。この例では、画素数を $1/4$ に間引いたことになるが、撮像制御器 3 4 の設定指示に従って、駆動器 2 1 は $1/9$ 、 $1/16$ 等に画素数を間引く。

50

【0046】

また画素平均について、上述の動作中に行選択配線 L_{r2m} と L_{r2m+1} とに同時に V_{gh} を印加することにより、 $TFT_{2m, 2n}$ と $TFT_{2m+1, 2n}$ とが同時にターンオンし、列方向の2画素のアナログ加算を行うことが可能である。これは2画素の加算に限っただけではなく、列信号配線方向の複数画素のアナログ加算を容易に行うことができることを表している。更に、行方向の加算については、 A/D 変換出力後に隣り合う画素同士 (L_{c2n} と L_{c2n+1}) をデジタル加算することにより、上述のアナログ加算と合わせて、 2×2 の正方形画素の加算値を得ることができる。

【0047】

これにより、照射されたX線を無駄にすることなく、高速にデータを読み出すことが可能である。その他に、総画素数を減少して高速化を目指す方法として、画像の取込領域を制限する方法がある。これは、操作者Oが必要な領域を操作者インタフェース32から入力し、それに基づいて撮像制御器34は駆動器21に指示を出力し、駆動器21はデータ取込範囲を変更して光検出器アレー19を駆動する。

10

【0048】

本実施の形態では、高速取込モードでは 1024×1024 の画素を $30F/S$ で取り込む。即ち、光検出器アレー19の全領域では 4×4 画素の加算処理を行って $1/16$ に間引き、最も小さい範囲では 1024×1024 の領域で間引きなしで撮像する。このように、撮像することでデジタルズーム画像が得られる。

【0049】

20

図5はX線検出器16の撮像動作を含むタイミングチャート図である。操作者インタフェース32に対する撮像要求信号 (f)、レディ信号 (g)、実X線曝射状態 (h)、操作者Oの指示に基づいた撮像制御器34から駆動器21への撮影要求信号 (i)、X線検出器16の撮影レディ信号 (j)、グリッド17の駆動信号 (k)、X線検出器16内のパワー制御信号 (l)、X線検出器16の駆動状態、特に光検出器アレー19からの電荷読出動作 (m)、画像データの転送状態や、画像処理や表示の状態 (n) を表している。

【0050】

操作者Oからの検出器準備要求又は撮影要求があるまで、駆動器21は (l) に示すようにパワー制御をオフ状態で待機する。具体的には、図3において行選択線 L_r 、列信号線 L_c 、バイアス配線 L_b の電位を図示しないスイッチにより同電位特に接地電位に保ち、光検出器アレー19にバイアスを印加しない。更には、信号読出回路71、ラインセクタ61、バイアス電源54を含む電源を遮断することにより、行選択線 L_r 、列信号線 L_c 、バイアス配線 L_b の電位を接地電位に保つようにしてもよい。

30

【0051】

操作者Oの操作者インタフェース32に対する撮影準備のための通常の管球のロータアップ等が開始する第1スイッチによる撮像要求信号 (f) により、撮像制御器34はX線発生器11を (g) の撮影レディ状態に遷移させると共に、X線検出器16に対して撮影準備状態へ移行させる指示を出力する。指示を受けた駆動器21は光検出器アレー19にバイアスを印加すると共に、空読み F_i を繰り返す。要求指示は例えばX線発生装置への曝射要求スイッチの第1スイッチや、X線検出器16が撮影準備のために数秒以上の所定時間を要する場合等には、X線検出器16の準備を開始するための指示である。

40

【0052】

この場合に、操作者OがX線検出器16に対すして意識的に撮影準備の要求指示を出さなくてもよい。即ち、操作者インタフェース32に対して被検体情報、撮影情報等が入力されたことにより、撮像制御器34は検出器準備の要求指示と解釈して、X線検出器16を検出器準備状態に移行させてもよい。

【0053】

検出器準備状態では、光電変換モードにおいて空読みの後に、光検出部51に暗電流が徐々に蓄積されて、コンデンサ51bが飽和状態で保持されることを避けるため、空読み F_i を所定間隔で繰り返す。操作者Oからのこの撮影準備要求がありながら、実際のX線曝

50

射要求が発生していない期間に行う駆動、即ち検出器準備状態に行う空読み F_i を所定の時間間隔 T_1 で繰り返す駆動を以後「アイドリング駆動」と呼び、アイドリング駆動を行っている検出器準備状態の期間を「アイドリング駆動期間」と呼ぶ。このアイドリング駆動期間はどの程度続くかが実使用上では未定義のため、光検出器アレー 19、特にスイッチング TFT 52 に負荷の掛かる読出動作を極力少なくするために、時間間隔 T_1 は通常の撮影動作時よりも長く設定し、通常の読出駆動 F_r よりも TFT 52 のオン時間の短いアイドリング専用空読み駆動 F_i を行う。

【0054】

X線検出器 16 の X線画像取得時の駆動は大きく 2 つの画像取得から成る。(m) に示した通り、1 つは X線画像取得駆動であり、残りは補正用暗画像取得駆動である。それぞれの駆動は概ね同じであり、X線曝射が行われる動作があるか否かが主な違いである。更に、それぞれの駆動は共に撮像準備シーケンス、電荷蓄積（曝射ウィンドウ）、画像読み出しの 3 つの部分から構成される。

【0055】

以下に、順を追って X線画像取得について述べると、操作者 O から操作者インタフェース 32 に対する第 2 スwitch による撮影要求信号 (f) により、撮像制御器 34 は X線発生器 11 と X線検出器 16 との同期を取りながら撮影動作を制御する。撮影要求信号 (f) に従って (i) の X線曝射要求信号に示すタイミングで、X線検出器 16 に対し撮像要求信号 (f) をアサートする。駆動器 21 は撮像要求信号 (f) に呼応して (m) の撮像駆動状態に示すように所定の撮像準備シーケンス駆動を行う。具体的には、リフレッシュが必要な場合はリフレッシュを行い、そして、撮像シーケンスのための専用空読み F_p を所定回数及び電荷蓄積状態専用空読み F_{pf} を行って、電荷蓄積状態（撮像ウィンドウ： T_4 ）に遷移する。

【0056】

その際に、撮像シーケンスのための空読み F_p の回数及び時間間隔 T_2 は、撮像制御器 34 から撮像要求に先んじて予め設定された値に基づいて行う。これは操作者 O の要求により操作性重視なのか或いは画質重視なのか、又は撮像部位により自動的に最適な駆動を選択して切替える。曝射要求から撮影準備完了までの期間 T_3 は所用時間が短いことが実使用上要求されるので、そのために撮像準備シーケンス専用空読み F_p を行う。更に、アイドリング駆動の如何なる状態からも曝射要求が発生した場合は、即時に撮像準備シーケンス駆動に入ることにより、曝射要求から撮影準備完了までの期間 T_3 を短くすることによって操作性の向上を図る。

【0057】

さて、駆動器 21 は検出器アレー 19 の撮像準備を行うことと同期して、グリッド 17 を移動させ始める。これは (h) の実 X線曝射に同期してグリッドを最適な移動状態で撮像を行うためである。この場合も、駆動器 21 は撮像制御器 34 により設定された最適グリッド移動開始タイミング、最適グリッド移動速度で動作する。

【0058】

X線検出器 16 の撮像準備が整った時点で、駆動器 21 は撮像制御器 34 に対し、X線検出器レディ信号 (j) を返し、撮像制御器 34 はこの信号の遷移を元にして、X線の発生要求信号として X線発生器 11 にアサートする。X線発生器 11 は (h) による X線発生要求信号が与えられている間、X線を発生する。所定量の X線を発生すると撮像制御器 34 は (h) の X線発生要求信号をネグートすると共に、(i) の X線撮像要求信号をネグートすることにより、X線検出器 16 に画像取得タイミングを通知する。

【0059】

このタイミングを基にして駆動器 21 は直ちにグリッド 17 を静止し、それまで待機状態であった信号読出回路 71 の動作を開始させる。グリッド静止時間及び信号読出回路 71 の安定のための所定待機時間後に、駆動器 21 に基づいて X線検出器アレー 19 から画像データを読み出して、画像処理器 35 に生画像を取得する。転送が完了すると、駆動器 21 は読出回路 71 を再び待機状態に遷移させる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 0 】

引き続き、X線検出器16は補正画像を取得する。即ち、先の撮像のための撮像シーケンスを繰り返し、X線照射のない暗画像を取得し、画像処理器35に補正用暗画像を転送する。このとき、撮像シーケンスは撮影の度にX線曝射時間等が若干異なる可能性があるが、それも含めて全く同じ撮影シーケンスを再現して暗画像を取得することによって、より高画質な画像が得られる。ただし、グリッド17の動作はこの限りでなく、暗画像取得時には振動の影響を抑えるために静止させておく。暗画像の取得後に、画質に影響しない所定のタイミングでグリッド17の初期化動作を行う。

【 0 0 6 1 】

図6は画像処理器35のブロック回路構成図であり、駆動器21からの信号はマルチプレクサ81で二岐され、それぞれX線画像用フレームメモリ82、暗画像用フレームメモリ83に接続され、これらのメモリ82、83の出力はオフセット補正回路84に接続されている。オフセット補正回路84の出力はゲイン補正回路85、欠陥補正回路86、画像処理回路87を経て、外部の表示制御器37に接続されている。なお、ゲイン補正回路85にはゲイン補正用フレームメモリ88が接続されている。

【 0 0 6 2 】

図6において、X線画像取得フレームFr x oフレームで取得されたX線画像が、マルチプレクサ81を経由してX線画像用フレームメモリ82に記憶され、続いて補正画像取得フレームFr n oフレームで取得された補正画像が、同様にマルチプレクサ81を経由して暗画像用フレームメモリ83に記憶される。暗画像の記憶完了から、オフセット補正回路84により例えばFr x o - Fr n oのオフセット補正が行われる。引き続き、予め取得されゲイン補正用フレームメモリ88に記憶してあるゲイン補正用データF gを用いて、ゲイン補正回路85が例えば(Fr x o - Fr n o) / F gのゲイン補正を行う。欠陥補正回路86に転送されたデータは、不感画素や複数パネルで構成されたX線検出器16の継ぎ目部等に違和感を生じないように画像を連続的に補間して、X線検出器16に由来するセンサ依存の補正処理を完了する。

【 0 0 6 3 】

本実施の形態では、画像処理器35をシステム制御器31内に構成したが、上述の光検出器アレー19に大きく依存した画像処理機能は、X線検出器16及び薄型X線検出器22に内蔵するように構成してもよい。そして、その他の画像処理回路87により、一般的な画像処理、例えば階調処理、周波数処理、強調処理等の処理を施した後に、表示制御器37に処理済データを転送して、モニタ33に撮影画像を表示する。

【 0 0 6 4 】

図7は薄型X線検出器22と中継器23のブロック回路構成図を示し、薄型X線検出器22内にはM P U 9 1、データ駆動制御部92、画像メモリ93、無線通信モジュール94、外部接続コネクタ95、電源96が設けられている。M P U 9 1は薄型X線検出器22内の様々な動作、状態を制御し、M P U 9 1の内部には後述する個別通信キーを唯一つ記憶する個別通信キーレジスタ97やその個別IDキーの有効期間を監視する有効期間カウンタ98がソフトウェアにより構成されている。

【 0 0 6 5 】

データ駆動制御部92の機能は、物理層レベルの通信制御等のロジックレベル制御を行うほか、M P U 9 1の指示に基づいて光検出器アレー19を駆動し、それに基づく光検出器アレー19からのアナログ出力を図示しないA D変換部によりディジタル変換された画像を取り込み、取り込まれたディジタル画像を画像メモリ93に書き込む。更に、縮小画像データを無線通信モジュール94を介して中継器23に出力し、機械的に接続されている場合には、全画像データをコネクタ95を介して中継器23に出力する。なお、撮影間隔等に余裕がある場合には無線通信を用いて全画像データを転送してもよいが、撮影動作のための通信のほう画像転送動作よりも優先されるため、画像転送は屢々中断される。このため、画像分割送信、画像再送機能等を有する必要がある。

【 0 0 6 6 】

画像メモリ 9 3 は 2 ～ 3 枚程度の画像の揮発性メモリ、例えば S R A M、D R A M (特に S D R A M) と 2 0 枚程度の不揮発性メモリ、例えばフラッシュ R O M、メモリバックアップされた R A M 等で構成されている。また、この不揮発メモリは場合によってはリムーバブルメディアで構成されてもよく、その場合には不揮発性メモリは着脱可能な機械構造を有する。

【 0 0 6 7 】

電源 9 6 は図示しない配線により薄型 X 線検出器 2 2 内の全ての部分に電源を供給するための充電可能な容量電源であり、充電時間が短く撮影時の短時間大消費電力に対応可能な電気二重層コンデンサで形成されている。容量は約 2 0 枚程度以下の連続撮影が可能な程度に設定されている。このとき、例えば 4 0 0 F 程度の容量に設定する。また、電源 9 6 は場合によっては二次電池等で構成してもよいが、電池交換が必要であり、充電時間を要する等の使用上の制限事項が電気二重層コンデンサに比べて多くなる。

【 0 0 6 8 】

中継器 2 3 内には、M P U 1 0 1、画像データフロー制御器 1 0 2、画像メモリ 1 0 3、充電器 1 0 4 が設けられている。M P U 1 0 1 は中継器 2 3 内の制御を行うと共に、複数の薄型 X 線検出器 2 2 の制御を行う。M P U 1 0 1 の内部には、後述する個別通信キーを接続可能な薄型 X 線検出器 2 2 の台数分を記憶する個別通信キーレジスタ 1 0 5 や、その個別 I D キーの有効期間を監視する有効期間カウンタ 1 0 6、更には固有通信キー割付のための通信キー用カウンタ 1 0 7 がソフトウェアにより構成されている。

【 0 0 6 9 】

画像データフロー制御器 1 0 2 は M P U 1 0 1 の指示に基づいて、薄型 X 線検出器 2 2 から送られてくる X 線画像の転送を制御する。画像メモリ 1 0 3 は揮発性メモリで D R A M で構成されるフレームバッファ用途のメモリである。特に、無線通信時等は誤り訂正の発生や画像再送の必要性が生ずる可能性があり、画像転送が完了前にシステム制御器 3 1 にデータを流し初めてしまうと、システム制御器 3 1 内での制御が煩雑になるので、薄型 X 線検出器 2 2 と中継器 2 3 との画像転送が完了した後に、システム制御器 3 1 へ画像を転送するために画像メモリ 1 0 3 が必要となる。充電器 1 0 4 は薄型 X 線検出器 2 2 の電源 9 6 を急速に充電するに足る十分な容量、例えば 3 0 秒程度で 5 0 0 m W h 程度の容量を充電できる能力を確保しなければならない。

【 0 0 7 0 】

図 7 において、薄型 X 線検出器 2 2 と中継器 2 3 との間の波状矢印は無線通信を表し、点線は有線接続又はコネクタによる直接接続を表している。有線接続又はコネクタ接続がされている場合には無線モジュールは停止する。コネクタ 9 5 は着脱容易かつ高信頼性のコネクタが使用されなければならない。更に云えば、充電器 1 0 4 による充電動作を含めて、データのやり取りをトランス等による電磁結合により行い、必ずしも明確なコネクタ 9 5 を設ける必要はない。ただし、この場合には、充電時間や転送時間が延びる他に、薄型 X 線検出器 2 2 と中継器 2 3 とが近接したことを検知する機構等が必要となる。

【 0 0 7 1 】

図 8 は操作者インタフェース 3 2 の表示画面の例を示し、表示画面 1 1 1 内には、取得画像の縮小簡易画像表示領域 1 1 2、各 X 線検出器 1 6 又は薄型 X 線検出器 2 2 に応じた撮影対象部位 1 1 3、有効 X 線検出器表示エリア 1 1 4 が存在する。薄型 X 線検出器 2 2 を使用した場合に、先の無線通信により転送する画像を基に再処理を行って画像表示を行う。有効 X 線検出器表示エリア 1 1 4 には、システム制御器 3 1 が制御可能状態にある X 線検出器 1 6 又は薄型 X 線検出器 2 2 を表すアイコンが表示される。

【 0 0 7 2 】

図 9 は有効 X 線検出器表示エリア 1 1 4 の例を示し、各アイコン 1 2 1 中で最上段は X 線検出器の種類、中段は撮影エリア、下段は画素サイズをそれぞれ表している。(a) の場合は、臥位タイプの X 線検出器 2 2 がシステム制御器 3 1 により識別されており、更にグレーになっていることは臥位タイプの X 線検出器 1 6 が現在の制御対象であることを表している。また、(a) で点線によるアイコン 1 2 1 が 3 つあることは、現在のシステム設

10

20

30

40

50

定で3台までの薄型X線検出器22を登録可能な設定であることを表している。この場合に、中継器23中のMPU101中の個別通信キーレジスタ105、及び有効期間カウンタ106も3個ずつ用意されるように設定されている。

【0073】

さて、(a)の状態新たに薄型X線検出器22が中継器23に接続されると、(b)に示すようにシステム制御器31が制御可能状態であるX線検出器22が、新しいアイコン121として追加され、(b)で「カセット」と書かれたアイコン121がそれを表している。薄型X線検出器22をシステム制御器31が認識した時点で、システム制御器31は薄型X線検出器22を現在の制御対象として自動的に変更している。ユーザが(b)の状態から臥位タイプで撮影を行いたい場合には、臥位タイプのアイコンをタッチパネルやマウス操作により選択することにより、制御対象を臥位タイプに変更することが可能である。また、このとき撮影対象部位113の表示も制御対象のX線検出器22に応じた撮影対象部位113に自動的に変更される。

10

【0074】

図9、図10、図11を用いて、複数種の薄型X線検出器22と中継器23とのデータ及び制御の取り交わし方法について説明する。図10の手順1のように複数の薄型X線検出器22A(カセット/大四つ/100 μ m)、22B(カセット/半切/160 μ m)等が存在する場合に、ケーブルレスでX線撮影を行おうとすると、どの薄型X線検出器22を使用してX線撮影を行うか否かが薄型X線検出器22側で分からなくなる。予め、固有のX線検出器情報を中継器23を含むシステム制御器31に薄型X線検出器22のIDを全て記憶させ、そのIDを用いてシステム制御器31側から一方的に使用する薄型X線検出器22のIDを出力するようにしてもよいが、その場合には例えば複数のX線室1を有する病院で、多くの薄型カセットを共通で使用する場合等は、操作者Oが使用する薄型X線検出器22の番号等を調べて入力する必要がある。

20

【0075】

本実施の形態では、使用すべき薄型X線検出器22Aを、撮影前に図10の手順1のように中継器23にセットする。有効X線検出器表示エリア114の状態は、手順1の時点では、図9(b)の状態つまり1台の臥位タイプX線検出器16と1台のカセットタイプの薄型X線検出器22Bとが制御可能状態である。図10の手順2の時点で、先ず中継器23は薄型X線検出器22Aの固有情報を取得し、図9(c)に示すようにシステム制御器31に伝達して、操作者インタフェース32にその存在を表示する。

30

【0076】

次に、中継器23中のMPU101は、薄型X線検出器22Aに予め定められたルールに基づいて互いの通信キーを割り振る。即ち、MPU101は先ず通信キーを作成し、2つのMPU101及び91中の通信キーレジスタ105、96に作成した通信キーを記憶させ、同時に通信キーに対応する有効期間カウンタ106を初期化する。通信キーは例えばX線発生器11又は単に中継器23のID番号と薄型X線検出器22を識別するためのシリアルIDを通信キーとして割り振ってもよい。時として、X線室1には複数のX線発生器11が設置されているが、この場合でも何れか1つのX線発生器11からしか同時にはX線は発生されないため、X線発生器11のシリアルIDよりもそれら複数又は複数のX線発生器11を制御するシステム制御器31又は中継器23のID番号を基に通信キーを作成することが望ましい。

40

【0077】

図12はシリアルIDの例であり、図12(h)中の通信キー用カウンタ107は通信キーが割り振られるごとに、+1インクリメントされるMPU101中のカウンタである。また、このID割付時に念のため重複がないかどうかをケーブルレス通信を試みて、応答がないことをチェックしておく。勿論、このチェックの際には、まだ割り付けられる薄型X線検出器22Aはチェック用問いかけには応じない。仮に重複があるようであれば、次のIDを割り付けて上述の割付作業を問題がなくなるまで繰り返す。通信キーは薄型X線検出器22と中継器23との間のみで使用するように構成することが可能であり、その割付

50

タイミングは薄型X線検出器22を中継器23にセットしたときをトリガとして開始する。

【0078】

また、図10の手順2ではID割付の他に、薄型X線検出器22の充電も行う。前述のように、複数の薄型X線検出器22を使用する場合等は、撮影中以外も中継器23に接続されとは限らないため、放電状態で放置されている可能性も高い。そのため、急速な充電が要求されることも十分に考えられ、二次電池よりも電気二重層コンデンサのような急速充電可能な電源が望ましい。

【0079】

実際にX線撮影を行う際には、図10の手順3のように、操作者Oは薄型X線検出器22を中継器23から取り外して撮影すべき状態に、X線発生器11、被検体S、薄型X線検出器22のそれぞれの位置を調整する。操作者Oは操作者インタフェース32に表示された薄型X線検出器22Aを選択することにより、中継器23は無線で薄型X線検出器22Aにその情報を伝達する。この際に、先に割り当てた通信キーを使用することにより、薄型X線検出器22Bや隣室の薄型X線検出器22等を作動状態にすることなく、薄型X線検出器22Aのみを作動状態にすることができる。通信キーのようなIDを用いた通信技術そのものはごく一般的であり、例えば単に通信相手を通信キーを用いて指定した後に、所定ビット長又は所定デリミタまでのパケット通信を行う。

【0080】

さて、作動状態になる際には、薄型X線検出器22は選択表示LED等が点灯すると同時にブザー音を発する。また、操作者Oの所望のタイミングでアイコン121を選択することで、薄型X線検出器22はブザー音等を発し、操作者Oが使用している薄型X線検出器22が間違っていないことを確認することもできる。更には、薄型X線検出器22には図示しない選択用スイッチが用意されており、その選択スイッチを押すことにより、そのスイッチが押された薄型X線検出器22を強制的に作動状態にすることも可能である。

【0081】

その際に、薄型X線検出器22の選択状態はアイコン121がグレーに変わるように操作者インタフェース32に表されるため、操作者Oが手にしている薄型X線検出器22が操作者インタフェース32上のどのボタンに対応しているのか、又はそこにリストアップされていないのかを確認可能である。また、電波等を利用して、X線発生器11の正面を対象となる薄型X線検出器22が存在しているか否かをチェックするような構成してもよい。

【0082】

以後に、同様に通信キーを使用して図5に示したようなX線同期を取りながらX線撮影を行うことができる。ここで、(i)のX線撮像要求信号及び(j)のX線検出器レディ信号そして(h)のX線曝射信号は、撮影ミスを最小限に抑えるために、それらの遷移タイミングのみに通信を行うのではなく、アサート期間中には常に発信し続けることが望ましい。場合によっては、それらの信号として変調等を施した音波等を使用してもよい。

【0083】

更に、X線曝射時には薄型X線検出器22はX線発生器11から、その曝射そのものの情報例えばトータル曝射回数、撮影情報例えば撮影対象部位、更には被検体情報例えば被検体IDを、X線曝射時に取得するように構成しておくともよい。取得タイミングはX線曝射前が望ましく、取得完了しないうちは(j)のX線検出器レディ信号をアサートしないようにするとよい。この曝射情報、撮影情報、被検体情報とを画像ヘッダに付加し、これを基にデータ処理することにより、被検体情報入力に対する後の撮影画像のずれは発生しなくなる。

【0084】

X線撮像が完了した時点で、ケーブルレス状態では転送速度の制限から、撮影した全画像をケーブル接続状態のような短時間の内に転送することは難しい。そのため、縮小画像を最初に転送して、明らかな撮像ミスがないか否かを確認できる画像を先の取得画像の縮小

10

20

30

40

50

簡易画像表示領域 1 1 2 に表示する。撮像した全画像は薄型 X 線検出器 2 2 内の内蔵メモリに蓄えておく。薄型カセット内には、約 2 0 枚程度以下の不揮発性画像メモリとその撮影に耐え得る電源程度が搭載されていればよい。

【 0 0 8 5 】

それ以上の撮影の際には、薄型 X 線検出器 2 2 を交換する。これは、通常では 1 被検体当りの撮像枚数は 2 0 枚以下であることと、撮像された画像データ収集を迅速に行うためである。即ち、図 1 0 に示す手順 3 の状態はあまり長く続けさせず、被検体 S が代わる度に手順 1 から繰り返す。より作業を迅速に進めるためには、薄型 X 線検出器 2 2 B を薄型 X 線検出器 2 2 A と同じ仕様のもを用意して、交互に使用することにより時間の損失が殆どない状態で、次の被検体 S の撮像に移ることができる。図 1 0 では、中継器 2 3 には薄型 X 線検出器 2 2 を 2 個までセットしてあるが、この数を増やすように構成してもよいことは勿論である。

10

【 0 0 8 6 】

手順 3 から手順 1 へ戻った場合に、一旦、通信キーを割り付けられた薄型 X 線検出器 2 2 A は、例えば 1 時間の所定有効期間内に中継器 2 3 にセットつまり接続されれば、従来の通信キーはそのまま有効として通信キーレジスタ 1 0 5 に残され、先の有効期間を計測するため対応する有効期間カウンタ 1 0 6 は初期化される。

【 0 0 8 7 】

ただし、有効期間内であっても、所定の手続きにより先の有効 X 線検出器表示エリア 1 1 4 からその薄型 X 線検出器 2 2 に対応するアイコン 1 2 1 が既に削除されている場合には、混乱を避けるために新たに通信キーを割り振り、再度、アイコン 1 2 1 を有効 X 線検出器表示エリア 1 1 4 に表示させる。逆に、例えば 1 時間の所定時間内に中継器 2 3 に戻って来ない薄型 X 線検出器 2 2 の通信キーは無効となり、例えば図 9 (e) (f) の上から 3 つめのアイコン 1 2 1 のように点線状アイコンに変更される。無効となった通信キー、対応する通信キーレジスタ 1 0 5 及び有効期間カウンタ 1 0 6 は、新たに中継器 2 3 に接続された薄型 X 線検出器 2 2 のために開放される。

20

【 0 0 8 8 】

勿論、無効になった直後に全く同じ通信キーをアサインすると、誤認識の原因になり得るために、1 個の中継器 2 3 当り例えば ID カウンタ 1 0 7 による 1 2 8 個程度の通信キーがあれば、図 1 2 に示すようにそれを順次に使用するだけでシステム運用上問題のない時間間隔となる。また、薄型 X 線検出器 2 2 及び中継器 2 3 は有効期間カウンタ 1 0 6 による通信キーの有効期間がタイムアウトした時点で通信キーを忘れる、つまり通信キーレジスタ 1 0 5 をクリアする。通信キーをクリアした薄型 X 線検出器 2 2 は、再度手順 1 から始めれば何ら問題はない。更に、未収集の画像データがあっても、これは不揮発性メモリに蓄えられており、先の曝射時情報を不揮発性メモリ内にヘッダとして持っているため、例えば撮像時の中継器 2 3 とは異なる中継器 2 3 ' から画像を収集しても、何ら画像及び被検体の整合性に問題はない。

30

【 0 0 8 9 】

さて、図 1 0 の手順 2 のような状態で、図示しない別の薄型 X 線検出器 2 2 C を使用する場合には、薄型 X 線検出器 2 2 A 又は 2 2 B を単に中継器 2 3 から取り外して、その空いた接続部に薄型 X 線検出器 2 2 C をセットすればよい。その状態では、図 9 (d) のように表示され、使用可能な薄型 X 線検出器 2 2 が 3 台となっている。更に、この図 9 (d) の状態中に、全ての薄型 X 線検出器 2 2 A、2 2 B、2 2 C の有効状態で、新たな 4 台目の薄型 X 線検出器 2 2 D が中継器 2 3 に接続された場合に、有効期間カウンタ 1 0 6 によって管理された最も長い間中継器 2 3 から外されている薄型 X 線検出器 2 2 が、システム制御器 3 1 の有効 X 線検出器表示エリア 1 1 4 から削除され、削除された部分に新たに登録された薄型 X 線検出器 2 2 D が表示される。

40

【 0 0 9 0 】

その際に、通信キーは新たな薄型 X 線検出器 2 2 D 用に更新される。有効 X 線検出器表示エリア 1 1 4 は、図 9 (d) (e) のように表示が変更される。(d) (e) の例で

50

は、(d)の上から2つめのアイコンに対応する薄型X線検出器22(カセット/半切/160 μ m)が最も長時間、中継器23から外れていたことを表しており、(e)ではその部分に新規アイコンが登録されている。以上の例からも分かる通り、図10では中継器23の装着可能ホルダ部が2箇所であるが、同時に2つを超える薄型X線検出器22を取り扱うことが可能である。

【0091】

また、図9(e)の状態では、同じ種類の3台の薄型X線検出器22が制御可能状態にあるが、まさに本発明の技術を用いて各アイコン121に対応する薄型X線検出器22毎に個別通信キーが割り振られ、作動状態に選択されている薄型X線検出器22のみを制御することが可能である。

10

【0092】

【発明の効果】

以上説明したように本発明に係るX線撮像装置及びこれらの通信方法は、複数の二次元放射線検出手段とワイヤレス通信可能な通信制御手段とを備え、検出手段と通信制御手段とは容易に物理的に接続することを可能とし、接続の際に通信制御手段は複数の検出手段にそれぞれ個別IDキーを付与し、個別IDキーに基づいてワイヤレス通信を行うことにより誤動作なくX線撮像を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】X線撮像システムの概要図である。

【図2】第1の光検出部の等価回路図である。

20

【図3】光検出器アレーの構成図である。

【図4】光検出器アレー駆動のタイミングチャート図である。

【図5】第1の実施の形態のX線撮像システムタイミングチャート図である。

【図6】画像処理器のブロック回路構成図である。

【図7】薄型X線検出器と中継器のブロック回路構成図である。

【図8】操作者インタフェースの表示画面の説明図である。

【図9】有効X線検出器表示エリアの説明図である。

【図10】通信用キー割り当て手順の説明図である。

【図11】通信用キー割り当て手順フローチャート図である。

【図12】通信用キーの説明図である。

30

【符号の説明】

1 X線室

2 X線制御室

3 診断・操作室

11 X線発生器

15 撮影用寝台

16 X線検出器

17 グリッド

18 シンチレータ

19 光検出器アレー

40

21 駆動器

22 薄型X線検出器

23 中継器

31 システム制御器

33 モニタ

34 撮像制御器

35 画像処理器

51 光検出部

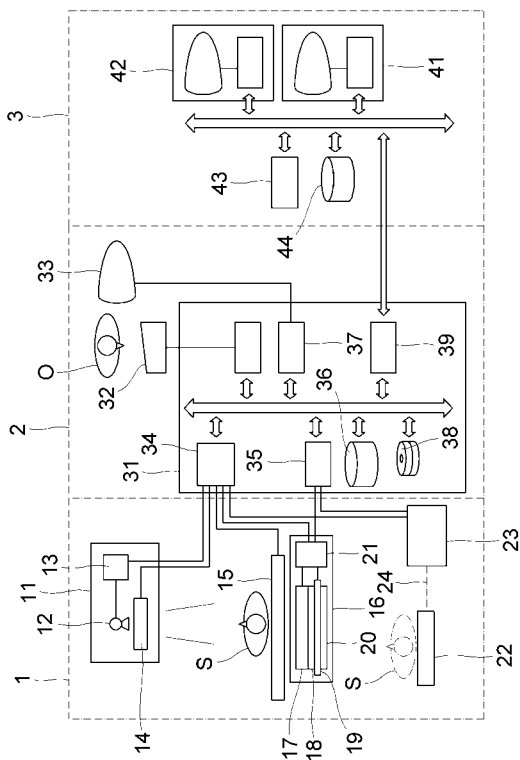
52 スイッチングTFT

111 表示画面

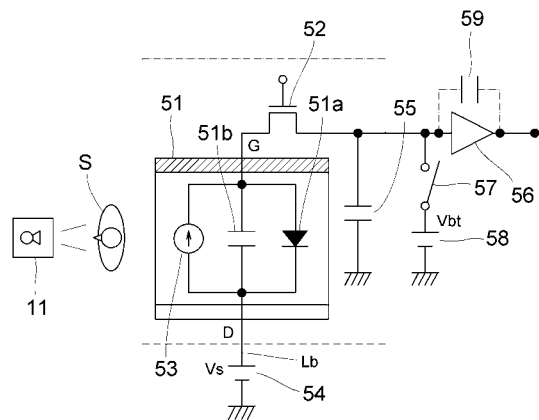
50

1 1 4 有効 X 線検出器表示エリア

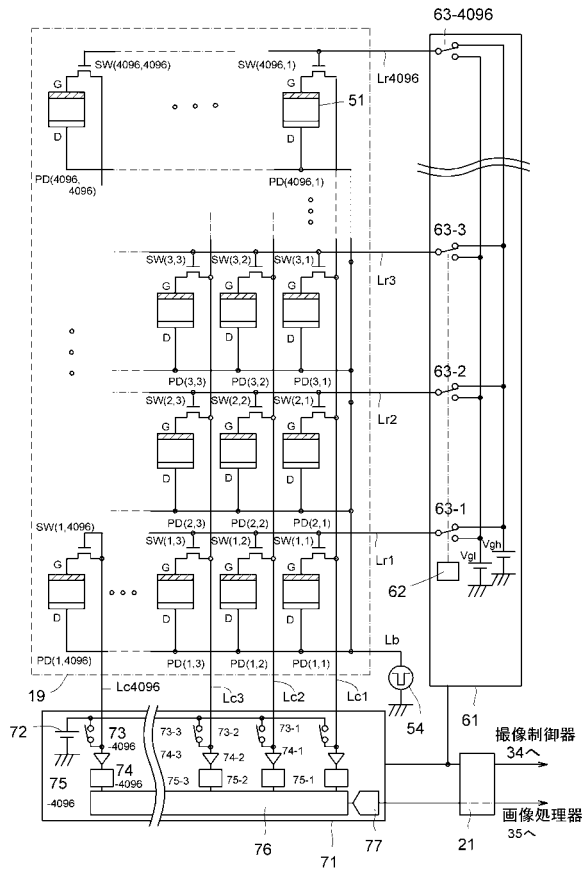
【 図 1 】



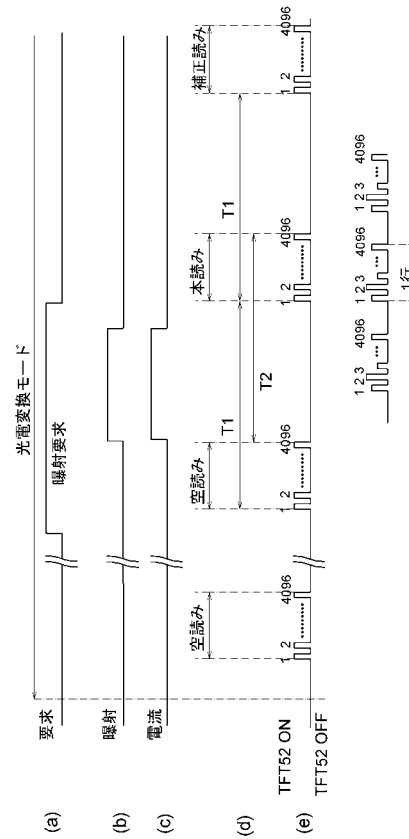
【圖 2】



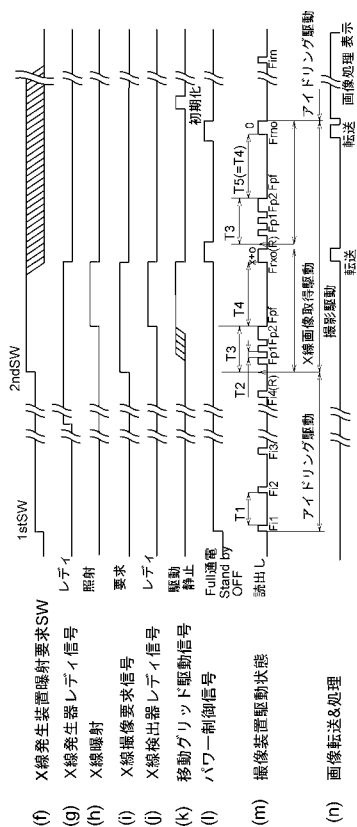
【図 3】



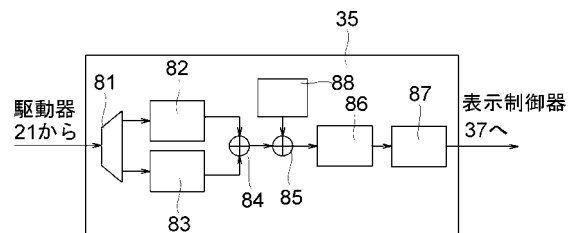
【図 4】



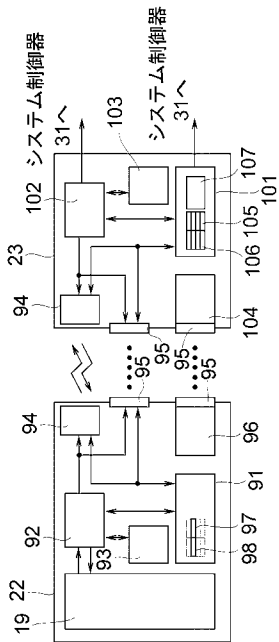
【図 5】



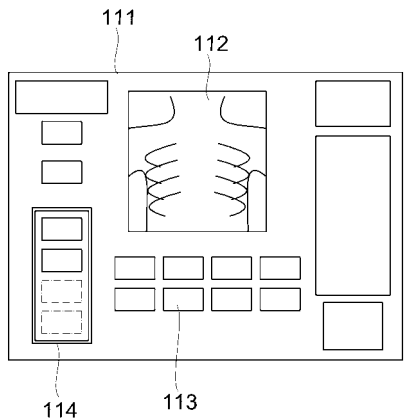
【図 6】



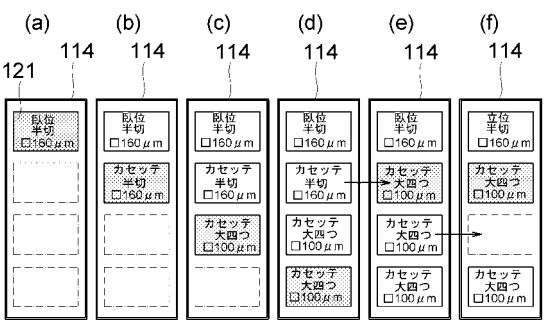
【図 7】



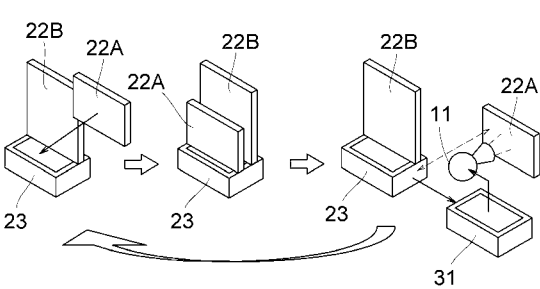
【図 8】



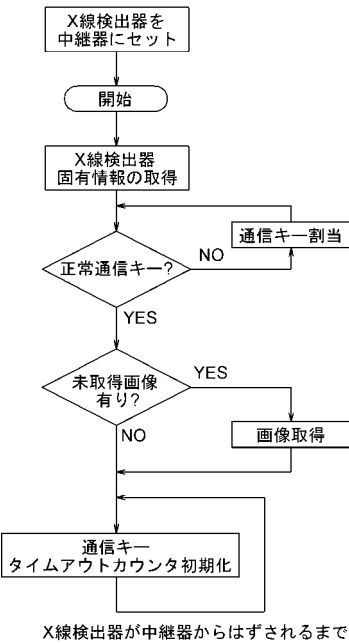
【図 9】



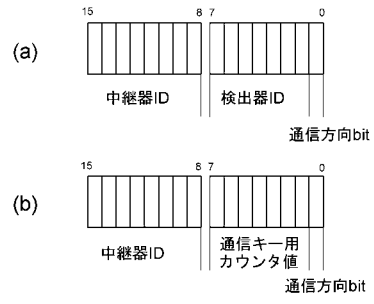
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2000-347330(JP,A)
特開2000-245719(JP,A)
特開平11-104127(JP,A)
特開平11-104128(JP,A)
特開平08-289884(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 6/00