

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5706277号
(P5706277)

(45) 発行日 平成27年4月22日 (2015.4.22)

(24) 登録日 平成27年3月6日 (2015.3.6)

(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 0 0 Y

請求項の数 11 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2011-193189 (P2011-193189)	(73) 特許権者	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
(22) 出願日	平成23年9月5日 (2011.9.5)	(74) 代理人	100075281 弁理士 小林 和憲
(65) 公開番号	特開2013-52149 (P2013-52149A)	(72) 発明者	桑原 健 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
(43) 公開日	平成25年3月21日 (2013.3.21)	(72) 発明者	神谷 毅 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
審査請求日	平成25年12月5日 (2013.12.5)	(72) 発明者	北川 祐介 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放射線撮影システムおよび放射線撮影システムの自動露出制御方法、並びに放射線画像検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

放射線を被検体に向けて照射する放射線源と、
 前記放射線源の駆動を制御する線源制御装置と、
 被検体を透過した放射線を受けて放射線画像を検出する放射線画像検出装置であり、被検体を透過した放射線の線量を検出し、その積算値が予め設定した照射停止閾値に達したら前記放射線源による放射線の照射を停止させる自動露出制御を行うためのAECセンサを有する放射線画像検出装置とを備え、
 前記放射線画像検出装置側では、同じ管電圧、または同じ撮影部位に対して、複数種類の前記照射停止閾値が設定可能で、
 前記線源制御装置側では、同じ前記管電圧、または同じ前記撮影部位に対して、前記放射線画像検出装置側の前記照射停止閾値よりも少ない種類の照射停止閾値が設定可能である放射線撮影システムにおいて、
 前記放射線画像検出装置側で設定された前記照射停止閾値と前記AECセンサの検出信号の積算値とを比較する比較手段と、
 前記比較手段で前記AECセンサの検出信号の積算値が前記放射線画像検出装置側で設定された前記照射停止閾値に達したときに、前記放射線画像検出装置側で設定された前記照射停止閾値と同じ前記管電圧、または同じ前記撮影部位の前記線源制御装置側で設定された照射停止閾値と等しい電圧値の検出信号を前記線源制御装置に送信する通信手段とを備えることを特徴とする放射線撮影システム。

【請求項 2】

前記放射線源に備え付けの旧 A E C センサの採光野の位置情報に基づき、前記旧 A E C センサの採光野に合わせて前記 A E C センサの採光野を選択する採光野選択手段を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の放射線撮影システム。

【請求項 3】

前記採光野選択手段は、前記放射線画像検出装置の姿勢に応じて採光野を選択することを特徴とする請求項 2 に記載の放射線撮影システム。

【請求項 4】

前記旧 A E C センサに代えて前記 A E C センサを用いた場合の前記放射線源と前記放射線画像検出装置の検出パネルの撮像面との間に配置される中間部材の構成の違いによる検出信号への影響を排除するよう、前記 A E C センサの検出信号を前記旧 A E C センサの検出信号に相当する検出信号とする補正手段を備えることを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の放射線撮影システム。

10

【請求項 5】

前記 A E C センサの検出信号と前記旧 A E C センサの検出信号の対応関係を記憶する記憶手段を備え、

前記補正手段はこの対応関係に基づき補正を行うことを特徴とする請求項 4 に記載の放射線撮影システム。

【請求項 6】

中間部材は、前記放射線画像検出装置の検出パネルを覆う筐体、放射線を可視光線に変換するシンチレータ、および被検体内で散乱された放射線を除去するためのグリッドのうちの少なくとも一つを含むことを特徴とする請求項 4 または 5 に記載の放射線撮影システム。

20

【請求項 7】

前記補正手段から出力された検出信号を積算する積算手段を備え、

前記比較手段は、前記線源制御装置側の照射停止閾値に置き換えられた前記放射線画像検出装置側の前記照射停止閾値と、前記積算手段から出力された検出信号の積算値とを比較することを特徴とする請求項 4 ないし 6 のいずれか一項に記載の放射線撮影システム。

【請求項 8】

前記放射線画像検出装置に付属の前記 A E C センサは、信号電荷を読み出すための信号線にスイッチング素子を介さず直接接続された画素であることを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれか一項に記載の放射線撮影システム。

30

【請求項 9】

前記放射線画像検出装置は、検出パネルが可搬型の筐体に収納された電子カセットであることを特徴とする請求項 1 ないし 8 のいずれか一項に記載の放射線撮影システム。

【請求項 10】

放射線を被検体に向けて照射する放射線源と、

前記放射線源の駆動を制御する線源制御装置と、

被検体を透過した放射線を受けて放射線画像を検出する放射線画像検出装置であり、被検体を透過した放射線の線量を検出し、その積算値が予め設定した照射停止閾値に達したら前記放射線源による放射線の照射を停止させる自動露出制御を行うための A E C センサを有する放射線画像検出装置とを備え、

40

前記放射線画像検出装置側では、同じ管電圧、または同じ撮影部位に対して、複数種類の前記照射停止閾値が設定可能で、

前記線源制御装置側では、同じ前記管電圧、または同じ前記撮影部位に対して、前記放射線画像検出装置側の前記照射停止閾値よりも少ない種類の照射停止閾値が設定可能である放射線撮影システムの自動露出制御方法において、

前記放射線画像検出装置側で設定された前記照射停止閾値と前記 A E C センサの検出信号の積算値とを比較する比較ステップと、

前記比較ステップで前記 A E C センサの検出信号の積算値が前記放射線画像検出装置側

50

で設定された前記照射停止閾値に達したときに、前記放射線画像検出装置側で設定された前記照射停止閾値と同じ前記管電圧、または同じ前記撮影部位の前記線源制御装置側で設定された照射停止閾値と等しい電圧値の検出信号を前記線源制御装置に送信する通信ステップとを備えることを特徴とする放射線撮影システムの自動露出制御方法。

【請求項 11】

線源制御装置により駆動制御される放射線源から照射されて被検体を透過した放射線を受けて放射線画像を検出する放射線画像検出装置であり、

被検体を透過した放射線の線量を検出し、その積算値が予め設定した照射停止閾値に達したら放射線源による放射線の照射を停止させる自動露出制御を行うための A E C センサを備え、同じ管電圧、または同じ撮影部位に対して、複数種類の前記照射停止閾値が設定可能である放射線画像検出装置において、

前記線源制御装置側では、同じ前記管電圧、または同じ前記撮影部位に対して、前記放射線画像検出装置側の前記照射停止閾値よりも少ない種類の照射停止閾値が設定可能であり、

放射線画像検出装置側で設定された前記照射停止閾値と前記 A E C センサの検出信号の積算値との比較により、前記 A E C センサの検出信号の積算値が放射線画像検出装置側で設定された前記照射停止閾値に達したときに、放射線画像検出装置側で設定された前記照射停止閾値と同じ前記管電圧、または同じ前記撮影部位の前記線源制御装置側で設定された照射停止閾値と等しい電圧値の検出信号を線源制御装置に送信することを特徴とする放射線画像検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、放射線撮影システムおよび放射線撮影システムの自動露出制御方法、並びに放射線画像検出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

医療分野において、放射線、例えば X 線を利用した X 線撮影システムが知られている。X 線撮影システムは、X 線を発生する X 線発生装置と、X 線を受けて X 線画像を撮影する X 線撮影装置とからなる。X 線発生装置は、X 線を被検体に向けて照射する X 線源、X 線源の駆動を制御する線源制御装置、および X 線の照射開始指示を入力するための照射スイッチを有している。X 線撮影装置は、被検体を透過した X 線を受けて X 線画像を検出する X 線画像検出装置、および X 線画像検出装置の駆動を制御するとともに X 線画像に各種画像処理を施すコンソールを有している。

【0003】

最近の X 線撮影システムの分野では、X 線フィルムやイメージングプレート (I P) に代わり、フラットパネルディテクタ (F P D ; flat panel detector) を検出パネルとして用いた X 線画像検出装置が普及している。F P D には、X 線の入射量に応じた信号電荷を蓄積する画素がマトリクス状に配列されている。F P D は、画素毎に信号電荷を蓄積し、蓄積した信号電荷を信号処理回路で電圧信号に変換することで、被検体の画像情報を表す X 線画像を検出し、これをデジタルな画像データとして出力する。

【0004】

F P D を直方体形状の筐体に内蔵した電子カセット (可搬型の X 線画像検出装置) も実用化されている。電子カセットは、撮影台に据え付けられて取り外し不可なタイプと違って、フィルムカセットや I P カセット用の既存の撮影台や専用の撮影台に着脱可能に取り付けて使用される他、据え付け型では撮影困難な部位を撮影するためにベッド上に置いたり被検体自身に持たせたりして使用される。また、自宅療養中の高齢者や、事故、災害等による急病人を撮影するため、撮影台の設備がない病院外に持ち出して使用されることもある。

【0005】

10

20

30

40

50

X線撮影システムでは、被検体を透過したX線量を検出するイオンチャンバ（電離箱）等のセンサを設けて、センサで検出したX線量の積算値が予め設定した閾値に達したら、X線源によるX線の照射を停止させる自動露出制御（AEC；Automatic Exposure Control）を行っている。

【0006】

特許文献1では、X線透過率や構造、材料の違い、シンチレータの種類等のカセット種別に応じてAECの曝射停止閾値（照射停止閾値）を変更している。

【0007】

特許文献2には、フォトタイマ（AECセンサ）を電子カセットに内蔵し、一台のフォトタイマにて複数のX線管球（X線源）で撮影可能とすることが記載されている。フォトタイマからの出力信号をX線遮断信号（照射停止信号）、またはアナログ信号（検出信号、電圧値）のいずれとしてもよく、前者の場合はフォトタイマからの電荷を電子カセット内部で積分（積算）し、積分値（積算値）と閾値を比較して閾値を超えた時点でX線遮断信号を出力し、後者の場合は受信側（X線発生装置側）でアナログ信号を積分して閾値との比較によりX線を遮断する、との記載がある。

10

【0008】

特許文献3には、AEC画素内蔵の放射線検出器において、グリッド着脱状態、グリッドの種類、撮影条件等に応じてAEC画素の検出値（検出信号）を較正（補正）することが記載されている。そして、較正した検出値と曝射停止閾値（照射停止閾値）の比較結果に応じて曝射停止信号（照射停止信号）をX線発生装置に出力している。

20

【0009】

特許文献4には、複数の画素のうちの所定画素をX線露光量検出画素（AECセンサ）として利用することが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】特開2008-220724号公報

【特許文献2】特開2003-302716号公報

【特許文献3】特開2004-166724号公報

【特許文献4】特開平07-201490号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

一般的にイオンチャンバ等の従来のAECセンサを用いた場合、AECセンサ内でX線を検出するセンサは複数個持つが、その数は三～五個程度のものが標準的であった。一方で特許文献4のような画素をAECセンサとして用いる検出パネルでは、多数ある画素の中からAECセンサとして用いる画素を多数選択できるため、その数を比較的多くすることが可能となってきた。

【0012】

線源制御装置は従来のイオンチャンバ等のAECセンサに対応して作られているものが多く、線源制御装置側で設定可能な撮影条件および照射停止閾値は、従来からのセンサ数に引きずられ、電子カセット側で設定可能なそれらよりもバリエーションが少ないという問題が生じてきている。このため、線源制御装置側でAECセンサの検出信号を受けてX線の照射停止を判断する場合は、電子カセット側で様々な撮影条件に合わせたより細かな照射停止閾値の設定ができるにも関わらず、バリエーションの少ない照射停止閾値を用いざるを得ず、X線画像の画質が落ちることがある。

40

【0013】

電子カセット側のバリエーション豊富な撮影条件および照射停止閾値でAECを行うためには、電子カセット側でX線の照射停止を判断して照射停止信号を線源制御装置に送るか、もしくは線源制御装置の改造が必要となる。

50

【 0 0 1 4 】

しかし、前者の場合、照射停止信号用の I / F (照射信号 I / F) は接続作業に様々な障害があるという問題がある。というのも、イメージングプレートを用いて撮影を行っていたようなシステムの場合、そもそも線源制御装置と電子カセット間の同期をとる必要がなかったため、線源制御装置に照射停止信号用の I / F 自体がないものがある。

【 0 0 1 5 】

後者の場合は改造費用が掛かるためデメリットが大きい。

【 0 0 1 6 】

特許文献 1 ~ 4 には、線源制御装置側で設定される撮影条件および照射停止閾値が電子カセット側のそれらよりもバリエーションが少ない場合の対処については記載されていない。

10

【 0 0 1 7 】

本発明は、上記課題を鑑みてなされたもので、線源制御装置側で設定される撮影条件および照射停止閾値が放射線画像検出装置側のそれらよりもバリエーションが少ない場合に、労せずして放射線画像検出装置側のバリエーション豊富な撮影条件および照射停止閾値で A E C を行うことができる放射線撮影システムおよび放射線撮影システムの自動露出制御方法、並びに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】

【 0 0 1 8 】

本発明の放射線撮影システムは、放射線を被検体に向けて照射する放射線源と、前記放射線源の駆動を制御する線源制御装置と、被検体を透過した放射線を受けて放射線画像を検出する放射線画像検出装置であり、被検体を透過した放射線の線量を検出し、その積算値が予め設定した照射停止閾値に達したら前記放射線源による放射線の照射を停止させる自動露出制御を行うための A E C センサを有する放射線画像検出装置とを備え、前記線源制御装置側で設定可能な撮影条件および照射停止閾値が放射線画像検出装置側のそれらよりもバリエーションが少ない放射線撮影システムにおいて、前記放射線画像検出装置側の照射停止閾値と前記 A E C センサの検出信号の積算値とを比較する比較手段と、前記比較手段で前記 A E C センサの検出信号の積算値が前記放射線画像検出装置側の照射停止閾値に達したときに、前記放射線画像検出装置側の撮影条件と対をなす前記線源制御装置側の撮影条件の照射停止閾値と等しい電圧値の検出信号を前記線源制御装置と前記放射線画像検出装置間で遣り取りする通信手段とを備えることを特徴とする。なお、対をなす撮影条件とは、例えば管電圧や撮影部位が同じ撮影条件である。

20

30

【 0 0 1 9 】

今まで使用していた旧 A E C センサを廃して、前記放射線画像検出装置に付属の前記 A E C センサを前記線源制御装置に接続して用いる際に、前記旧 A E C センサの採光野の位置情報に基づき、前記旧 A E C センサの採光野に合わせて前記 A E C センサの採光野を選択する採光野選択手段を備える。前記採光野選択手段は、前記放射線画像検出装置の姿勢に応じて採光野を選択する。

【 0 0 2 0 】

前記旧 A E C センサに代えて前記 A E C センサを用いた場合の前記放射線源と前記放射線画像検出装置の検出パネルの撮像面との間に配置される中間部材の構成の違いによる検出信号への影響を排除するよう、前記 A E C センサの検出信号を前記旧 A E C センサの検出信号に相当する検出信号とする補正手段を備える。

40

【 0 0 2 1 】

前記 A E C センサの検出信号と前記旧 A E C センサの検出信号の対応関係を記憶する記憶手段を備え、前記補正手段はこの対応関係に基づき補正を行う。なお、中間部材は、前記放射線画像検出装置の検出パネルを覆う筐体、放射線を可視光線に変換するシンチレータ、および被検体内で散乱された放射線を除去するためのグリッドのうちの少なくとも一つを含む。

【 0 0 2 2 】

50

前記補正手段から出力された検出信号を積算する積算手段を備える。前記比較手段は、前記線源制御装置側の照射停止閾値に置き換えられた前記放射線画像検出装置側の照射停止閾値と、前記積算手段から出力された検出信号の積算値とを比較する。

【0023】

前記放射線画像検出装置に付属の前記AECセンサは、信号電荷を読み出すための信号線にスイッチング素子を介さず直接接続された画素である。また、前記放射線画像検出装置は、検出パネルが可搬型の筐体に収納された電子カセットである。

【0024】

また、本発明の放射線撮影システムの自動露出制御方法は、放射線を被検体に向けて照射する放射線源と、前記放射線源の駆動を制御する線源制御装置と、被検体を透過した放射線を受けて放射線画像を検出する放射線画像検出装置であり、被検体を透過した放射線の線量を検出し、その積算値が予め設定した照射停止閾値に達したら前記放射線源による放射線の照射を停止させる自動露出制御を行うためのAECセンサを有する放射線画像検出装置とを備え、前記線源制御装置側で設定可能な撮影条件および照射停止閾値が放射線画像検出装置側のそれらよりもバリエーションが少ない放射線撮影システムの自動露出制御方法において、前記放射線画像検出装置側の照射停止閾値と前記AECセンサの検出信号の積算値とを比較する比較ステップと、前記比較ステップで前記AECセンサの検出信号の積算値が前記放射線画像検出装置側の照射停止閾値に達したときに、前記放射線画像検出装置側の撮影条件と対をなす前記線源制御装置側の撮影条件の照射停止閾値と等しい電圧値の検出信号を前記線源制御装置と前記放射線画像検出装置間で遣り取りする通信ステップとを備えることを特徴とする。

【0025】

また、本発明は、被検体を透過した放射線を受けて放射線画像を検出する放射線画像検出装置であり、被検体を透過した放射線の線量を検出し、その積算値が予め設定した照射停止閾値に達したら放射線源による放射線の照射を停止させる自動露出制御を行うためのAECセンサを備える放射線画像検出装置において、放射線源の駆動を制御する線源制御装置側で設定可能な撮影条件および照射停止閾値が放射線画像検出装置側のそれらよりもバリエーションが少ない場合、放射線画像検出装置側の照射停止閾値と前記AECセンサの検出信号の積算値との比較により、前記AECセンサの検出信号の積算値が放射線画像検出装置側の照射停止閾値に達したときに、放射線画像検出装置側の撮影条件と対をなす線源制御装置側の撮影条件の照射停止閾値と等しい電圧値の検出信号を線源制御装置に送信することを特徴とする。

【発明の効果】

【0026】

本発明は、線源制御装置側で設定可能な撮影条件および照射停止閾値が放射線画像検出装置側のそれらよりもバリエーションが少ない場合に、放射線画像検出装置に付属のAECセンサの検出信号の積算値が放射線画像検出装置側の照射停止閾値に達したときに、放射線画像検出装置側の撮影条件と対をなす線源制御装置側の撮影条件の照射停止閾値と等しい電圧値の検出信号を線源制御装置と放射線画像検出装置間で遣り取りするので、線源制御装置側の撮影条件の照射停止閾値と等しい電圧値の検出信号が照射停止信号の役割を果たし、線源制御装置側では自ら放射線の照射停止を判断しているようにみえるが、実質的には放射線画像検出装置側のバリエーション豊富な照射停止閾値で放射線の照射停止を判断することができる。従って、線源制御装置側で設定される撮影条件および照射停止閾値が放射線画像検出装置側のそれらよりもバリエーションが少ない場合に、労せずして放射線画像検出装置側のバリエーション豊富な撮影条件および照射停止閾値でAECを行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】X線撮影システムの構成を示す概略図である。

【図2】線源制御装置の内部構成と線源制御装置と他の装置との接続関係を示す図である

10

20

30

40

50

- 。
- 【図3】電子カセットの内部構成を示すブロック図である。
- 【図4】電子カセットのFPDの検出画素の配置を説明するための図である。
- 【図5】電子カセットのAEC部および通信部の内部構成を示すブロック図である。
- 【図6】コンソールに設定された撮影条件を示す図である。
- 【図7】コンソールの内部構成を示すブロック図である。
- 【図8】コンソールの機能および情報の流れを示すブロック図である。
- 【図9】線源情報を示す図である。
- 【図10】設置簡便性優先、設置簡便性非優先の地域別タイプの比較表である。
- 【図11】地域別タイプが設置簡便性優先で、且つ線源制御装置に積分回路がある場合の通信部およびAEC部の稼働状況を表す図である。 10
- 【図12】地域別タイプが設置簡便性優先で、且つ線源制御装置に積分回路がない場合の通信部およびAEC部の稼働状況を表す図である。
- 【図13】地域別タイプが設置簡便性非優先であった場合の通信部およびAEC部の稼働状況を表す図である。
- 【図14】通信部およびAEC部の動作の流れを示すフローチャートである。
- 【図15】通信部およびAEC部の動作の流れを示すフローチャートである。
- 【図16】地域別タイプを手動入力するためのタイプ選択ウィンドウの例を示す図である。
- 。
- 【図17】コンバータを設けた例を示すブロック図である。 20
- 【図18】線源制御装置側で設定可能な撮影条件および照射停止閾値が電子カセット側のそれらよりも少ない場合の対処を説明するための図である。
- 【図19】照射信号I/Fで照射停止信号以外の信号を遣り取りし、検出信号I/Fで検出信号を遣り取りする例を示すブロック図である。
- 【図20】照射信号I/Fで照射停止信号以外の信号を遣り取りし、照射停止信号専用I/Fで照射停止信号を遣り取りする例を示すブロック図である。
- 【発明を実施するための形態】
- 【0028】
- 図1において、X線撮影システム2は、X線を放射するX線管を内蔵したX線源10と、X線源10の動作を制御する線源制御装置11と、X線の照射開始を指示するための照射スイッチ12と、被検体を透過したX線を検出してX線画像を出力する電子カセット13と、電子カセット13の動作制御やX線画像の画像処理を担うコンソール14と、被検体を立位姿勢で撮影するための立位撮影台15と、臥位姿勢で撮影するための臥位撮影台16とを有する。X線源10、線源制御装置11、および照射スイッチ12はX線発生装置、電子カセット13、およびコンソール14はX線撮影装置をそれぞれ構成する。なお、この他にもX線源10を所望の方向および位置にセットするための線源移動装置（図示せず）等が設けられている。なお、線源制御装置11とコンソール14を一体化した装置としてもよい。
- 【0029】 40
- X線源10は、X線を放射するX線管と、X線管が放射するX線の照射野を限定する照射野限定器（コリメータ）とを有する。X線管は、熱電子を放出するフィラメントからなる陰極と、陰極から放出された熱電子が衝突してX線を放射する陽極（ターゲット）とを有している。照射野限定器は、例えば、X線を遮蔽する複数枚の鉛板を井桁状に配置し、X線を透過させる照射開口が中央に形成されたものであり、鉛板の位置を移動することで照射開口の大きさを変化させて、照射野を限定する。
- 【0030】
- 図2に示すように、線源制御装置11は、トランスによって入力電圧を昇圧して高圧の管電圧を発生し、高電圧ケーブルを通じてX線源10に供給する高電圧発生器20と、X線源10が照射するX線のエネルギースペクトルを決める管電圧、単位時間当たりの照射量を定める管電流、およびX線の照射時間を制御する制御部21と、コンソール14との 50

主要な情報、信号の送受信を媒介する通信 I / F 2 2 とを備える。

【 0 0 3 1 】

制御部 2 1 には照射スイッチ 1 2 とメモリ 2 3 とタッチパネル 2 4 が接続されている。照射スイッチ 1 2 は、放射線技師等のオペレータによって操作される例えば二段階押しのスイッチであり、一段階押しで X 線源 1 0 のウォームアップを開始させるためのウォームアップ開始信号を発生し、二段階押しで X 線源 1 0 に照射を開始させるための照射開始信号を発生する。これらの信号は信号ケーブルを通じて線源制御装置 1 1 に入力される。制御部 2 1 は、照射スイッチ 1 2 から照射開始信号を受けたときに高電圧発生器 2 0 から X 線源 1 0 への電力供給を開始させる。

【 0 0 3 2 】

メモリ 2 3 は、管電圧、管電流照射時間積 (m A s 値) といった撮影条件を予め数種類格納している。本例の場合、撮影条件として、No . と管電圧 (No . 1 の 1 2 0 k V 、 No . 2 の 9 0 k V 、 No . 3 の 7 0 k V 、 No . 4 の 5 0 k V の四種類) 毎に、管電流照射時間積、X 線源 1 0 に備え付けの A E C センサ (旧 A E C センサという) 2 5 の採光野、および旧 A E C センサ 2 5 の検出信号 (X 線の入射線量を電圧に換算した値、旧 A E C 検出信号という) の積算値と比較して X 線の照射停止を判断するための照射停止閾値等が記憶されている。照射停止閾値には X 線源 1 0 の出荷時にデフォルト値 t h 1 ~ t h 4 が予め設定されている。No . 1 の 1 2 0 k V と No . 3 の 7 0 k V に示すように、使用中にオペレータによりデフォルト値が調整された場合は、その調整値とデフォルト値の両方が記憶される。撮影条件は No . を指定する等してタッチパネル 2 4 を通じてオペレータにより手動で設定される。線源制御装置 1 1 は、指定された撮影条件 No . に対応付けられた管電圧や管電流照射時間積で X 線を照射しようとする。A E C はこれに対して必要十分な線量に到達したことを検出すると、線源制御装置 1 1 側で照射しようとしていた管電流照射時間積 (照射時間) 以下であっても X 線の照射を停止するように機能する。なお、目標線量に達して A E C による照射停止の判断がされる前に X 線の照射が終了して線量不足に陥ることを防ぐために、X 線源 1 0 の撮影条件には電流照射時間積 (照射時間でも可) の最大値が設定される。

【 0 0 3 3 】

メモリ 2 3 には X 線源 1 0 固有の I D (線源 I D) も記憶されている。制御部 2 1 は、設置完了後コンソール 1 4 との通信が確立されたときに、撮影条件の照射停止閾値の情報とともにメモリ 2 3 から読み出した線源 I D を通信 I / F 2 2 を介してコンソール 1 4 に送信させる。

【 0 0 3 4 】

旧 A E C センサ 2 5 は従来周知のイオンチャンバ (電離箱) 等からなり、入射線量に応じた旧 A E C 検出信号を出力する。旧 A E C センサ 2 5 は、X 線撮影システム 2 で使用するカセットと略同じ平面サイズをもち、カセットの撮像面の前面に置いた状態で使用される。旧 A E C センサ 2 5 には、胸部撮影で肺にあたる上側左右と、下側中央の計三つの採光野 a 、 b 、 c が設けられている。図 2 の撮影条件の採光野の項目は、これら三つの採光野 a ~ c のうちいずれを使用するかを表している。

【 0 0 3 5 】

旧 A E C センサ 2 5 は検出信号 I / F 2 6 に接続される。旧 A E C 検出信号は、検出信号 I / F 2 6 を介して制御部 2 1 に入力される。この際入力される旧 A E C 検出信号は、旧 A E C センサ 2 5 が積分回路をもっている場合は旧 A E C 検出信号の積算値、積分回路がない場合は旧 A E C 検出信号そのもの (瞬時値) である。後者の場合は制御部 2 1 に積分回路があり、制御部 2 1 内で旧 A E C 検出信号を積算する。本例の場合は旧 A E C センサ 2 5 側に積分回路をもち、制御部 2 1 に積分回路がないタイプ (図 9 参照) であるため、制御部 2 1 には旧 A E C 検出信号の積算値が入力される。なお、旧 A E C センサ 2 5 から送る旧 A E C 検出信号の瞬時値または積算値は、採光野毎の値でもよいし、各採光野の合計値、平均値でもよい。

【 0 0 3 6 】

10

20

30

40

50

制御部 2 1 は、照射スイッチ 1 2 から照射開始信号を受けたときに旧 A E C 検出信号の積算値のモニタリングを開始する。そして、積算値と撮影条件で設定された照射停止閾値とを適宜のタイミングで比較する。引き続き X 線源 1 3 から X 線が照射されて積算値が照射停止閾値に達したとき、制御部 2 1 は X 線の照射を停止させる旨の照射停止信号を高電圧発生器 2 0 に送信する。高電圧発生器 2 0 は、照射停止信号に応じて X 線源 1 5 への電力供給を止め、X 線の照射を停止する。

【 0 0 3 7 】

照射信号 I / F 2 7 は、通信 I / F 2 2、検出信号 I / F 2 6 とは異なり、X 線の照射開始タイミングを規定する場合、または電圧値を出力する旧 A E C センサ 2 5 以外の方式で X 線の停止タイミングを規定する場合に設けられる。照射信号 I / F 2 7 には、旧 A E C センサ 2 5 および制御部 2 1 と同等の機能をもつ A E C センサ、または本例の電子カセット 1 3 のような旧 A E C センサ 2 5 および制御部 2 1 と同等の機能をもつ電子カセットが接続される。

10

【 0 0 3 8 】

照射信号 I / F 2 7 に旧 A E C センサ 2 5 および制御部 2 1 と同等の機能をもつ電子カセットが接続される場合、制御部 2 1 は、照射スイッチ 1 2 からウォームアップ開始信号を受けたときに、照射信号 I / F 2 7 を介して問い合わせ信号を電子カセットに送信させる。電子カセットは問い合わせ信号を受信すると後述するリセット処理の完了や蓄積開始処理等の準備処理を行う。そして、電子カセットから問い合わせ信号の応答である照射許可信号を照射信号 I / F 2 7 で受け、さらに照射スイッチ 1 2 から照射開始信号を受けたときに高電圧発生器 2 0 から X 線源 1 0 への電力供給を開始させる。また、制御部 2 1 は、旧 A E C センサ 2 5 および制御部 2 1 と同等の機能をもつ A E C センサまたは電子カセットから発せられる照射停止信号を照射信号 I / F 2 7 で受けたときに、高電圧発生器 2 0 から X 線源 1 0 への電力供給を停止させ、X 線の照射を停止させる。図では説明の便宜上、検出信号 I / F 2 6 と照射信号 I / F 2 7 の両方と電子カセット 1 3 が接続されているように描いているが、実際は X 線照射停止の処理にはいずれか一方が使用され、両方が同時に使用されることはない。

20

【 0 0 3 9 】

図 3 において、電子カセット 1 3 は、周知の如くフラットパネルディテクタ (F P D ; flat panel detector) 3 5 と F P D 3 5 を収容する可搬型の筐体とからなる。電子カセット 1 3 の筐体は略矩形状で偏平な形状を有し、平面サイズはフィルムカセットや I P カセット (C R カセットとも呼ばれる) と同様の大きさ (国際規格 I S O 4 0 9 0 : 2 0 0 1 に準拠した大きさ) である。このため、フィルムカセットや I P カセット用の既存の撮影台にも取り付け可能である。

30

【 0 0 4 0 】

電子カセット 1 3 は X 線撮影システム 2 が設置される撮影室一部屋に複数台、例えば立位撮影台 1 5、臥位撮影台 1 6 用に二台配備される。電子カセット 1 3 は、F P D 3 5 の撮像面 3 6 が X 線源 1 0 と対向する姿勢で保持されるよう、立位撮影台 1 5、臥位撮影台 1 6 に着脱自在にセットされる。電子カセット 1 3 は、立位撮影台 1 5 や臥位撮影台 1 6 にセットするのではなく、被検体が仰臥するベッド上に置いたり被検体自身に持たせたりして単体で使用することも可能である。

40

【 0 0 4 1 】

電子カセット 1 3 にはアンテナ 3 7、およびバッテリー 3 8 が内蔵されており、コンソール 1 4 との無線通信が可能である。アンテナ 3 7 は、無線通信のための電波をコンソール 1 4 との間で送受信する。バッテリー 3 8 は、電子カセット 1 3 の各部を動作させるための電力を供給する。バッテリー 3 8 は、薄型の電子カセット 1 3 内に収まるよう比較的小型のものが使用される。また、バッテリー 3 8 は、電子カセット 1 3 から外部に取り出して専用のクレードルにセットして充電することも可能である。バッテリー 3 8 を無線給電可能な構成としてもよい。

【 0 0 4 2 】

50

電子カセット 13 には、アンテナ 37 に加えてソケット 39 が設けられている。ソケット 39 はコンソール 14 と有線接続するために設けられており、バッテリー 38 の残量不足等で電子カセット 13 とコンソール 14 との無線通信が不可能になった場合に使用される。ソケット 39 にコンソール 14 からのケーブルを接続した場合、コンソール 14 との有線通信が可能になる。この際、コンソール 14 から電子カセット 13 に給電してもよい。

【0043】

アンテナ 37 およびソケット 39 は、通信部 40 に接続されている。通信部 40 は、アンテナ 37 またはソケット 39 と制御部 41、メモリ 42 間の画像データを含む各種情報、信号の送受信を媒介する。

【0044】

F P D 35 は、T F T アクティブマトリクス基板を有し、この基板上に X 線の入射量に応じた信号電荷を蓄積する複数の画素 45 を配列してなる撮像面 36 を備えている。複数の画素 45 は、所定のピッチで二次元に n 行 (x 方向) × m 列 (y 方向) のマトリクス状に配列されている。

【0045】

F P D 35 はさらに、X 線を可視光に変換するシンチレータ (蛍光体) を有し、シンチレータによって変換された可視光を画素 45 で光電変換する間接変換型である。シンチレータは、C s I (ヨウ化セシウム) や G O S (ガドリウムオキシサルファイド) 等からなり、画素 45 が配列された撮像面 36 の全面と対向するように配置されている。なお、シンチレータと F P D 35 は、X 線の入射する側からみてシンチレータ、F P D 35 の順に配置される P S S (Penetration Side Sampling) 方式でもよいし、逆に F P D 35、シンチレータの順に配置される I S S (Irradiation Side sampling) 方式でもよい。また、シンチレータを用いず、X 線を直接電荷に変換する変換層 (アモルファスセレン等) を用いた直接変換型の F P D を用いてもよい。

【0046】

画素 45 は、可視光の入射によって電荷 (電子 - 正孔対) を発生する光電変換素子であるフォトダイオード 46、フォトダイオード 46 が発生した電荷を蓄積するキャパシタ (図示せず)、およびスイッチング素子として薄膜トランジスタ (T F T) 47 を備える。

【0047】

フォトダイオード 46 は、電荷を発生する半導体層 (例えば P I N 型) とその上下に上部電極および下部電極を配した構造を有している。フォトダイオード 46 は、下部電極に T F T 47 が接続され、上部電極にはバイアス線 48 が接続されており、バイアス線 48 は撮像面 36 内の画素 45 の行数分 (n 行分) 設けられて結線 49 に結束されている。結線 49 はバイアス電源 50 に繋がれている。結線 49、バイアス線 48 を通じて、バイアス電源 50 からフォトダイオード 46 の上部電極にバイアス電圧 V b が印加される。バイアス電圧 V b の印加により半導体層内に電界が生じ、光電変換により半導体層内で発生した電荷 (電子 - 正孔対) は、一方がプラス、他方がマイナスの極性を持つ上部電極と下部電極に移動し、キャパシタに電荷が蓄積される。

【0048】

T F T 47 は、ゲート電極が走査線 51 に、ソース電極が信号線 52 に、ドレイン電極がフォトダイオード 46 にそれぞれ接続される。走査線 51 と信号線 52 は格子状に配線されており、走査線 51 は撮像面 36 内の画素 45 の行数分 (n 行分)、信号線 52 は画素 45 の列数分 (m 列分) それぞれ設けられている。走査線 51 はゲートドライバ 53 に接続され、信号線 52 は信号処理回路 54 に接続される。

【0049】

ゲートドライバ 53 は、T F T 47 を駆動することにより、X 線の入射量に応じた信号電荷を画素 45 に蓄積する蓄積動作と、画素 45 から信号電荷を読み出す読み出し (本読み) 動作と、リセット (空読み) 動作とを行わせる。制御部 41 は、ゲートドライバ 53 によって実行される上記各動作の開始タイミングを制御する。

【0050】

10

20

30

40

50

蓄積動作ではT F T 4 7がオフ状態にされ、その間に画素4 5に信号電荷が蓄積される。読み出し動作では、ゲートドライバ5 3から同じ行のT F T 4 7を一斉に駆動するゲートパルスG 1 ~ G nを順次発生して、走査線5 1を一行ずつ順に活性化し、走査線5 1に接続されたT F T 4 7を一行分ずつオン状態とする。画素4 5のキャパシタに蓄積された電荷は、T F T 4 7がオン状態になると信号線5 2に読み出されて、信号処理回路5 4に入力される。

【 0 0 5 1 】

フォトダイオード4 6の半導体層には、X線の入射の有無に関わらず暗電荷が発生する。この暗電荷はバイアス電圧V bが印加されているためにキャパシタに蓄積される。画素4 5において発生する暗電荷は、画像データに対してはノイズ成分となるので、これを除去するためにリセット動作が行われる。リセット動作は、画素4 5において発生する暗電荷を、信号線5 2を通じて掃き出す動作である。

10

【 0 0 5 2 】

リセット動作は、例えば、一行ずつ画素4 5をリセットする順次リセット方式で行われる。順次リセット方式では、信号電荷の読み出し動作と同様、ゲートドライバ5 3から走査線5 1に対してゲートパルスG 1 ~ G nを順次発生して、画素4 5のT F T 4 7を一行ずつオン状態にする。T F T 4 7がオン状態になっている間、画素4 5から暗電荷が信号線5 2を通じて積分アンプ6 0に流れる。リセット動作では、読み出し動作と異なり、マルチプレクサ(M U X) 6 1による積分アンプ6 0に蓄積された電荷の読み出しは行われず、各ゲートパルスG 1 ~ G nの発生と同期して、制御部4 1からリセットパルスR S T

20

【 0 0 5 3 】

順次リセット方式に代えて、配列画素の複数行を一グループとしてグループ内で順次リセットを行い、グループ数分の行の暗電荷を同時に掃き出す並列リセット方式や、全行にゲートパルスを入れて全画素の暗電荷を同時に掃き出す全画素リセット方式を用いてもよい。並列リセット方式や全画素リセット方式によりリセット動作を高速化することができる。

【 0 0 5 4 】

信号処理回路5 4は、積分アンプ6 0、M U X 6 1、およびA / D変換器6 2等を備える。積分アンプ6 0は、各信号線5 2に対して個別に接続される。積分アンプ6 0は、オペアンプとオペアンプの入出力端子間に接続されたキャパシタとからなり、信号線5 2はオペアンプの一方の入力端子に接続される。積分アンプ6 0のもう一方の入力端子はグラウンド(G N D)に接続される。積分アンプ6 0は、信号線5 2から入力される電荷を積算し、電圧信号D 1 ~ D mに変換して出力する。各列の積分アンプ6 0の出力端子には、増幅器6 3、サンプルホールド(S / H)部6 4を介してM U X 6 1が接続される。M U X 6 1の出力側には、A / D変換器6 2が接続される。

30

【 0 0 5 5 】

M U X 6 1は、パラレルに接続される複数の積分アンプ6 0から順に一つの積分アンプ6 0を選択し、選択した積分アンプ6 0から出力される電圧信号D 1 ~ D mをシリアルにA / D変換器6 2に入力する。A / D変換器6 2は、入力された電圧信号D 1 ~ D mをデジタルデータに変換して、電子カセット1 3に内蔵されるメモリ4 2に出力する。なお、M U X 6 1とA / D変換器6 2の間に増幅器を接続してもよい。

40

【 0 0 5 6 】

M U X 6 1によって積分アンプ6 0から一行分の電圧信号D 1 ~ D mが読み出されると、制御部4 1は、積分アンプ6 0に対してリセットパルスR S Tを出力し、積分アンプ6 0のリセットスイッチ6 0 aをオンする。これにより、積分アンプ6 0に蓄積された一行分の信号電荷がリセットされる。積分アンプ6 0がリセットされると、ゲートドライバ5 3から次の行のゲートパルスが出力され、次の行の画素4 5の信号電荷の読み出しを開始させる。これらの動作を順次繰り返して全行の画素4 5の信号電荷を読み出す。

【 0 0 5 7 】

50

全行の読み出しが完了すると、一画面分のX線画像を表す画像データがメモリ42に記録される。この画像データはメモリ42から読み出され、通信部40を通じてコンソール14に出力される。こうして被検体のX線画像が検出される。

【0058】

照射信号I/F27がある場合は、線源制御装置11の制御部21からの問い合わせ信号を受信したタイミングで、電子カセット13の制御部41はFPD35にリセット動作を行わせて線源制御装置11に照射許可信号を返信する。そして、照射開始信号を受信したタイミングでFPD35の動作をリセット動作から蓄積動作へ移行させる。照射信号I/F27がない場合は、FPD35ではリセット動作を繰り返し行いつつ、後述する検出画素65でX線の照射開始を検出している。X線の照射開始が検出されると、制御部41は、FPD35の動作をリセット動作から蓄積動作へ移行させる。そして、検出画素65でX線の照射停止が検出されたら、FPD35を蓄積動作から読み出し動作に移行させる。

10

【0059】

FPD35は、上述のようにTF T47を介して信号線52に接続された画素45の他に、TF T47を介さず信号線52に短絡して接続された検出画素65を同じ撮像面36内に複数備えている。検出画素65は、被検体を透過して撮像面36に入射するX線の線量を検出するために利用される画素であり、照射開始センサとして機能したり、照射終了検出センサおよびAECセンサとして機能する。検出画素65は撮像面36内の画素45の数%程度を占める。

20

【0060】

図4に示すように、検出画素65は、撮像面36内で局所的に偏ることなく撮像面36内に満遍なく散らばるよう、撮像面36の中心に関して左右対称な点線で示す波形の軌跡66に沿って設けられている。検出画素65は、同じ信号線52が接続された画素45の列に一個ずつ設けられ、検出画素65が設けられた列は、検出画素65が設けられない列を例えば二～三列挟んで設けられる。検出画素65の位置はFPD35の製造時に既知であり、FPD35は全検出画素65の位置(座標)を不揮発性のメモリ(図示せず)に予め記憶している。

【0061】

検出画素65は信号線52との間にTF T47が設けられておらず、信号線52に直に接続されているので、検出画素65で発生した信号電荷は、直ちに信号線52に読み出される。同列にある通常の画素45がTF T47をオフ状態とされ、信号電荷を蓄積する蓄積動作中であっても同様である。このため検出画素65が接続された信号線52上の積分アンプ60には、検出画素65で発生した電荷が常に流入する。

30

【0062】

AEC部67は、検出画素65が接続された信号線52からの電圧値(新AEC検出信号という)をA/D変換器62を介して取得する。図5において、AEC部67は、採光野選択回路75、補正回路76、積分回路77、比較回路78、および閾値発生回路79を有する。AEC部67には、この他にも検出画素65からの新AEC検出信号と予め設定された閾値との比較によりX線の照射開始と停止を検出する照射開始・停止検出回路が設けられている。

40

【0063】

採光野選択回路75は、撮像面36内に散らばった複数の検出画素65のうち、どの検出画素65の新AEC検出信号をAECに用いるかを選択する。補正回路76は、新AEC検出信号を旧AEC検出信号に相当する値(検出信号という)に補正する。積分回路77は検出信号を積算する。比較回路78は、X線の照射開始が検出されたときに積分回路77からの検出信号の積算値のモニタリングを開始する。そして、積算値と閾値発生回路79から与えられる照射停止閾値(線源制御装置11側の照射停止閾値と同じ)とを適宜のタイミングで比較する。積算値が閾値に達したとき、比較回路78は照射停止信号を出力する。

50

【 0 0 6 4 】

通信部 4 0 には、検出信号 I / F 8 0 と照射信号 I / F 8 1 が設けられている。検出信号 I / F 8 0 には線源制御装置 1 1 の検出信号 I / F 2 6 が、照射信号 I / F 8 1 には線源制御装置 1 1 の照射信号 I / F 2 7 がそれぞれ信号ケーブルで相互接続される。検出信号 I / F 8 0 には A E C 部 6 7 の補正回路 7 6 と積分回路 7 7 が接続されている。検出信号 I / F 8 0 からは、補正回路 7 6 の出力、すなわち新 A E C 検出信号の検出信号、または積分回路 7 7 の出力、すなわち検出信号の積算値のいずれかが選択的に出力される。照射信号 I / F 8 1 は、問い合わせ信号の受信、問い合わせ信号に対する照射許可信号の送信、比較回路 7 8 の出力、すなわち照射停止信号の送信を行う。線源制御装置 1 1 の場合と同様、X 線照射停止の処理には検出信号 I / F 8 0 と照射信号 I / F 8 1 はいずれか一方が使用され、両方が同時に使用されることはない。

10

【 0 0 6 5 】

コンソール 1 4 は、有線方式や無線方式により電子カセット 1 3 と通信可能に接続されており、電子カセット 1 3 の動作を制御する。具体的には、電子カセット 1 3 に対して撮影条件を送信して、F P D 3 5 の信号処理の条件（蓄積される信号電荷に応じた電圧を増幅するアンプのゲイン等）を設定させるとともに、電子カセット 1 3 の電源のオンオフ、省電力モードや撮影準備状態へのモード切り替え等の制御を行う。

【 0 0 6 6 】

コンソール 1 4 は、電子カセット 1 3 から送信される X 線画像データに対してオフセット補正やゲイン補正、欠陥補正等の各種画像処理を施す。欠陥補正では、検出画素 6 5 がある列の画素値を隣り合う検出画素 6 5 がない列の画素値で補間する。画像処理済みの X 線画像はコンソール 1 4 のディスプレイ 8 9（図 7 参照）に表示される他、そのデータがコンソール 1 4 内のストレージデバイス 8 7 やメモリ 8 6（ともに図 7 参照）、あるいはコンソール 1 4 とネットワーク接続された画像蓄積サーバといったデータストレージに記憶される。

20

【 0 0 6 7 】

コンソール 1 4 は、患者の性別、年齢、撮影部位、撮影目的といった情報が含まれる検査オーダーの入力を受け付けて、検査オーダーをディスプレイ 8 9 に表示する。検査オーダーは、H I S（病院情報システム）や R I S（放射線情報システム）といった患者情報や放射線検査に係る検査情報を管理する外部システムから入力されるか、オペレータにより手動入力される。検査オーダーには、頭部、胸部、腹部等の撮影部位、正面、側面、斜位、P A（X 線を被検体の背面から照射）、A P（X 線を被検体の正面から照射）といった撮影方向が含まれる。オペレータは、検査オーダーの内容をディスプレイ 8 9 で確認し、その内容に応じた撮影条件をコンソール 1 4 の操作画面を通じて入力する。

30

【 0 0 6 8 】

図 6 に示すように、コンソール 1 4 では、一つの管電圧（撮影部位）に対して一つの撮影条件しかない線源制御装置 1 1 側の撮影条件とは異なり、一つの管電圧（撮影部位）に対して複数通り（管電圧 1 2 0 k V の胸部 P A、胸部 A P 等）のより細かい撮影条件を設定可能である。また、線源制御装置 1 1 側の撮影条件の照射停止閾値と同等の値として、撮影条件毎に S 値が記憶されている。S 値は X 線画像データをヒストグラム解析して得られるもので、E I 値、R E X 値と並んで代表的な線量の指標値である。この撮影条件の情報はストレージデバイス 8 7 に格納されている。

40

【 0 0 6 9 】

図 7 において、コンソール 1 4 を構成するコンピュータは、C P U 8 5、メモリ 8 6、ストレージデバイス 8 7、通信 I / F 8 8、ディスプレイ 8 9、および入力デバイス 9 0 を備えている。これらはデータバス 9 1 を介して相互接続されている。

【 0 0 7 0 】

ストレージデバイス 8 7 は、例えば H D D（Hard Disk Drive）である。ストレージデバイス 8 7 には、制御プログラムやアプリケーションプログラム（以下、A P という）9 2 が記憶される。A P 9 2 は、検査オーダーや X 線画像の表示処理、X 線画像に対する画像

50

処理、撮影条件の設定等、X線撮影に関する様々な機能をコンソール14に実行させるためのプログラムである。

【0071】

メモリ86は、CPU85が処理を実行するためのワークメモリである。CPU85は、ストレージデバイス87に記憶された制御プログラムをメモリ86へロードして、プログラムに従った処理を実行することにより、コンピュータの各部を統括的に制御する。通信I/F88は、RIS、HIS、画像蓄積サーバ、電子カセット13等の外部装置との伝送制御を行うネットワークインターフェースである。入力デバイス90は、キーボードやマウス、あるいはディスプレイ89と一体となったタッチパネル等である。

【0072】

図8において、コンソール14のCPU85は、AP92を起動すると、格納・検索処理部95、入出力制御部96、および主制御部97として機能する。格納・検索処理部95は、各種データのストレージデバイス87への格納処理、およびストレージデバイス87に記憶された各種データの検索処理を実行する。入出力制御部96は、入力デバイス90の操作に応じた描画データをストレージデバイス87から読み出し、読み出した描画データに基づいたGUIによる各種操作画面をディスプレイ89に出力する。また、入出力制御部96は、操作画面を通じて入力デバイス90からの操作指示の入力を受け付ける。主制御部97は、電子カセット13の動作制御を担うカセット制御部98を有し、コンソール14の各部の動作を統括的に制御する。

【0073】

ストレージデバイス87には、図9に示す線源情報99が格納されている。線源情報99には、X線源のID毎にそのX線源の地域別タイプ、撮影条件、AEC仕様が記憶されている。

【0074】

地域別タイプは、国内、北米、欧州、アジアといった地域毎にX線撮影システムの設置簡便性とX線画像の画質等の設置簡便性以外の項目のいずれかを優先するかを示すものである。従来使用していた旧AECセンサ25を廃して新たなAECセンサを導入し、検出信号I/F26の代わりに照射信号I/F27を使用する場合、照射信号I/F27に接続するための新たなAECセンサの接続プラグを線源制御装置11の仕様に応じて選定したり付け替えたり、場合によっては検出信号I/F26の機能を殺したりする手間が掛かる可能性がある。こうした手間は設置を担当するサービスマンのスキルによっては難易度が高く設置を完遂できない場合も考えられる。このため設置簡便性を優先するならば、今まで使用していた旧AECセンサ25と変わりがなく、サービスマンのスキルによって結果が左右されない検出信号I/F26を用いるほうがよい。地域別タイプで設置簡便性優先とされているものは、サービスマンのスキルが比較的低い地域やX線画像の画質に拘らない地域である(図10参照)。

【0075】

一方、図2と図6で対比して説明したように、線源制御装置11側の撮影条件は数に制約があってあまり細かい設定はできないものが多いのに対し、電子カセット13を導入した場合は様々な撮影手技でAECを使用することが可能となるため、コンソール14で撮影条件をより細かく設定することができる。このため、線源制御装置11側の照射停止閾値で大雑把にAECを行うよりも、電子カセット13側で細かな撮影条件に応じた照射停止閾値に基づきAECを行う、より具体的には電子カセット13側で細かな撮影条件に応じた閾値でX線の照射停止を判断し、照射信号I/F27、81を通じて照射停止信号を送受信するほうがX線画像の画質が良くなる等の設置簡便性以外のメリットがある。地域別タイプで設置簡便性非優先とされているものは、サービスマンのスキルの問題がない地域や設置簡便性を捨ててもX線画像の画質等の設置簡便性以外のメリットを優先したい地域である(図10参照)。

【0076】

線源情報99の撮影条件は、オペレータによって調整される可能性のある照射停止閾値

10

20

30

40

50

以外は各 X 線源の線源制御装置に記憶されたものと同じものが記憶されている。A E C 仕様には A E C 検出信号を積算する積分回路の有無、x y 座標で表す採光野の位置（採光野が矩形の場合は対角線で結ぶ二点の x y 座標）をはじめ、採光野毎の値、各採光野の合計値、平均値のいずれを出力するか（図示せず）といった項目がある。採光野の x y 座標は、電子カセット 1 3 の画素 4 5（検出画素 6 5 も含む）の撮像面 3 6 内における位置と対応しており、走査線 5 1 に平行な方向を x 軸、信号線 5 2 に平行な方向を y 軸とし、左上の画素 4 5 の座標を原点（0、0）において表現する。

【0077】

線源情報 9 9 には補正情報も記憶されている。補正情報は、各 X 線源の新 A E C 検出信号と旧 A E C 検出信号の対応関係を管電圧毎に表したものであり、データテーブルまたは関数の形式で記憶される。

10

【0078】

旧 A E C センサ 2 5 はカセットの撮像面の前面に置いた状態で使用されるため、X 線源からカセットの撮像面に入射する X 線の量を旧 A E C センサ 2 5 そのものが減少させることになる。この場合、旧 A E C センサ 2 5 の照射停止閾値は、画質に必要な線量に自身が吸収する線量分だけ上乗せして設定することになる。一方、電子カセット 1 3 では検出画素 6 5 を新 A E C センサとして用いるため、X 線源との間に電子カセット 1 3 の筐体等の中間部材が配置される。電子カセット 1 3 が X 線の入射する側からみてシンチレータ、F P D 3 5 の順に配置される P S S 方式の場合はシンチレータも中間部材となる（逆に I S S 方式ではシンチレータは中間部材とならない）。また、電子カセット 1 3 の導入に伴い、被検体内で散乱された X 線を除去するためのグリッドを X 線源 1 0 と電子カセット 1 3 間に設けた場合も同様である。旧 A E C センサ 2 5 に代えて電子カセット 1 3 の検出画素 6 5 を A E C に用いた場合、旧 A E C 検出信号では「1」の値が出力される線量で、電子カセット 1 3 の検出画素 6 5 による新 A E C 検出信号では中間部材の介在によって「0.8」と低くなるのが有り得る。

20

【0079】

さらには、旧 A E C 検出信号が最小値 - 5 V、最大値 5 V で表現するのに対し、新 A E C 検出信号が最小値 0 m V、最大値 5 m V で表現する場合等、旧 A E C 検出信号と新 A E C 検出信号のレンジフォーマットが異なることもある。このため、新旧どちらの A E C センサを使用するか、あるいは中間部材の有無やレンジフォーマットの違いによる旧 A E C 検出信号と新 A E C 検出信号のずれを解消し、新 A E C 検出信号が旧 A E C 検出信号ではどのような値となるかを知る必要がある。補正情報はまさに新 A E C 検出信号が旧 A E C 検出信号ではどのような値となるかを知り、旧 A E C 検出信号と新 A E C 検出信号のずれを解消するための情報である。補正情報は、旧 A E C センサ 2 5 等の今まで使用していた装置と、電子カセット 1 3 等のこれから使用する装置の構成（P S S 方式か I S S 方式か、シンチレータの有無と有りの場合は材料、グリッドの有無と有りの場合は材料等々）を照らし合わせて事前に実験やシミュレーションにより求められる。なお、シンチレータの有無は、P S S 方式か I S S 方式かを示す電子カセット 1 3 の仕様情報から取得する。また、グリッドの有無は、コンソール 1 4 のディスプレイ 8 9 に G U I を表示させて選択させる。なお、中間部材だけではなく、そもそも新旧の A E C センサで X 線に対する検出原理が異なるため同じ照射量に対して検出する線量も異なる。この検出原理が異なることによる検出線量のずれも上記の実験やシミュレーションで解消される。

30

40

【0080】

線源情報 9 9 は、X 線源の新製品がリリースされる度にネットワーク経由等で最新の情報が提供されて随時更新される。あるいは自動更新するのではなく、システムで使用する可能性のある X 線源の情報を製造元から入手して入力デバイス 9 0 で手動入力してもよい。

【0081】

ここで、図 1 0 の表、図 1 1 ~ 図 1 3 の通信部 4 0 および A E C 部 6 7 の稼働状況を表す図、および図 1 4、図 1 5 のフローチャートを参照しながら、X 線撮影システム 2 にお

50

いて、今まで使用していたカセットとコンソールを電子カセット 13 とコンソール 14 に交換し、X線源 10 に備え付けの旧 A E C センサ 25 を廃して電子カセット 13 の検出画素 65 を新たに A E C センサとして用いる場合を考える。

【 0 0 8 2 】

図 14 のステップ 10 (S 1 0) に示すように、格納・検索処理部 95 は、線源制御装置 11 との通信が確立されて線源制御装置 11 の通信 I / F 22 から送られた線源 I D と照射停止閾値の情報をストレージデバイス 87 に記憶させる (図 8 も参照) 。格納・検索処理部 95 は、線源制御装置 11 から受信した線源 I D と出荷時に予め設定された地域とに応じたタイプを線源情報 99 の地域別タイプの項から検索、抽出する (S 1 1) 。また、該線源 I D に対応する撮影条件、A E C 仕様、補正情報を線源情報 99 から抽出する。格納・検索処理部 95 により抽出したこれらの情報は、照射停止閾値の情報とともにカセット制御部 98 から電子カセット 13 に与えられる。

10

【 0 0 8 3 】

[出力先と出力フォーマットの選択]

電子カセット 13 の制御部 41 は、コンソール 14 から与えられた地域別タイプの情報を元に、A E C 用信号の出力先と出力フォーマットを選択する。具体的には、図 10 に示すように、地域別タイプが設置簡便性優先であった場合 (S 1 2 で Y E S) は、通信部 40 の出力先を検出信号 I / F 80、出力フォーマットを検出信号とする (S 1 3) 。地域別タイプが設置簡便性非優先であった場合 (S 1 2 で N O) は、出力先を照射信号 I / F 81、出力フォーマットを照射停止信号とする (S 1 4) 。前者の場合、A E C 仕様の積分回路の有無、採光野毎の値、各採光野の合計値、平均値のいずれを出力するかの情報に基づき、さらに詳細な出力フォーマットの選択を行う。

20

【 0 0 8 4 】

[採光野位置合わせ]

採光野選択回路 75 は、コンソール 14 から与えられた旧 A E C センサ 25 の採光野位置の情報に基づき、A / D 変換器 62 から入力される複数の検出画素 65 の新 A E C 検出信号のうち、旧 A E C センサ 25 の採光野位置に存在する検出画素 65 からの新 A E C 検出信号を選別し、選別した新 A E C 検出信号を補正回路 76 に出力する (S 1 6) 。本例の線源 I D 「 0 0 0 1 」 の場合、採光野 a ~ c に相当する図 4 に示す枠内 a ' ~ c ' に存在する検出画素 65 の新 A E C 検出信号が採光野選択回路 75 により選択される。

30

【 0 0 8 5 】

[カセットの姿勢を加味した採光野の位置合わせ]

撮影台には、縦置き、横置き等、電子カセットの姿勢を 90° 変えて装着可能なものがある。こうした撮影台を用いる場合は、上記実施形態の如く旧 A E C センサ 25 の採光野位置の情報を鵜呑みにして採光野選択回路 75 で採光野を選択すると、電子カセットの姿勢によっては全く違う箇所に採光野が選択されてしまう。これを防ぐために、例えば特開 2011-067314 号公報に記載されているように、フォトセンサ等を用いて電子カセットの撮影台への装着姿勢を検知し、この検知結果の情報を元に採光野選択回路 75 で採光野を選択することが好ましい。

【 0 0 8 6 】

より具体的には、旧 A E C センサ 25 の採光野位置の情報が縦置きの場合を表し、電子カセットの装着姿勢が横置きであった場合、旧 A E C センサ 25 の採光野位置の情報 (座標) を、カセットの撮像面の中心を軸に 90° または 270° 回転させたいうで使用する。あるいは、縦置き、横置きに対応した旧 A E C センサ 25 の採光野位置の情報を線源情報 99 として予めもっておき、カセットの装着姿勢の検知結果に応じて使用する情報を選択してもよい。

40

【 0 0 8 7 】

[検出信号の補正]

補正回路 76 は、採光野選択回路 75 から入力された新 A E C 検出信号を、そのときの撮影条件 (管電圧) に見合った補正情報に基づき検出信号に変換する (S 1 7) 。補正回

50

路 7 6 は、採光野毎の値、各採光野の合計値、平均値のいずれを出力するかの情報に基づき、必要に応じて検出信号に合計、平均等の演算を施す。上記の採光野の選択、およびこの補正は地域別タイプに関わらず必ず行われる（図 1 0 も参照）。

【 0 0 8 8 】

地域別タイプが設置簡便性優先で、且つ A E C 仕様の積分回路の有無の情報により線源制御装置 1 1 に積分回路があると判断した場合（図 1 5 の S 1 8 で Y E S ）、補正回路 7 6 から出力された検出信号そのもの（瞬時値）が一定の送信間隔で検出信号 I / F 8 0 を介して線源制御装置 1 1 の検出信号 I / F 2 6 に向けて送信される（S 1 9 ）。この場合の A E C 部 6 7 は、図 1 1 に示すように採光野選択回路 7 5 と補正回路 7 6 のみが稼働する。

10

【 0 0 8 9 】

一方、地域別タイプが設置簡便性優先で線源制御装置 1 1 に積分回路がない場合（S 1 8 で N O ）、補正回路 7 6 は検出信号を積分回路 7 7 に出力し、積分回路 7 7 は検出信号を積算する（S 2 0 ）。そして、積分回路 7 7 からの検出信号の積算値が一定の送信間隔で検出信号 I / F 8 0 を介して線源制御装置 1 1 の検出信号 I / F 2 6 に向けて送信される（S 2 1 ）。検出信号の瞬時値または積算値の送信は、X 線の照射停止が検出される（S 2 2 で Y E S ）まで続けられる。A E C 部 6 7 は、図 1 2 に示すように採光野選択回路 7 5 、補正回路 7 6 、および積分回路 7 7 が稼働するかたちとなる。

【 0 0 9 0 】

地域別タイプが設置簡便性優先の場合は、電子カセット 1 3 から線源制御装置 1 1 に検出信号の瞬時値または積算値が送られる。X 線の照射停止の判断は、検出信号の瞬時値または積算値を送られた線源制御装置 1 1 側で行われる。旧 A E C センサ 2 5 を使用していたときと同様に検出信号の積算値と照射停止閾値との比較によって X 線の照射停止が判断される。このため地域別タイプが設置簡便性優先の場合は線源制御装置 1 1 側の照射停止閾値の情報は不要で、地域別タイプが設置簡便性非優先であった場合の後述する閾値の置き換えも不要である（図 1 0 参照）。

20

【 0 0 9 1 】

地域別タイプが設置簡便性非優先であった場合は、図 1 3 に示すようにさらに比較回路 7 8 と閾値発生回路 7 9 が稼働する。まず、地域別タイプが設置簡便性優先で線源制御装置 1 1 に積分回路がない場合と同様に、補正回路 7 6 は検出信号を積分回路 7 7 に出力し、積分回路 7 7 は検出信号を積算する（S 2 3 ）。

30

【 0 0 9 2 】

[閾値の置き換え]

閾値発生回路 7 9 は、コンソール 1 4 側の撮影条件の照射停止閾値として設定されている S 値を線源制御装置 1 1 側の撮影条件の照射停止閾値に置き換える（図 1 4 の S 1 5 ）。ここで、線源制御装置 1 1 側の撮影条件は一つの管電圧（撮影部位）に対して一つしかなく、照射停止閾値も同様であるので、一つの管電圧（撮影部位）に対して複数通りあるコンソール 1 4 側の S 値にそのまま適用することはできない。そこで、コンソール 1 4 側の複数通りの撮影条件のうち、代表的な一つの撮影条件（例えば胸部 P A ）の S 値を線源制御装置 1 1 の撮影条件の照射停止閾値に置き換える。照射停止閾値が調整値の場合は調整値、デフォルト値の場合はデフォルト値に置き換えられる。

40

【 0 0 9 3 】

代表的な撮影条件ではない他の撮影条件については、代表的な撮影条件も含めて元々の S 値を線量に変換し、次いで変換した線量を照射停止閾値に換算して、代表的な撮影条件の照射停止閾値との比を求め、これを置き換えた照射停止閾値に乗算することで照射停止閾値を求める。一例を挙げると、代表的な撮影条件の管電圧 1 2 0 k V 、胸部 P A の置き換えた照射停止閾値が 6 、元々の S 値から換算した照射停止閾値が 5 で、同じく管電圧 1 2 0 k V 、胸部 A P の元々の S 値から換算した照射停止閾値が 4 であった場合、 $6 \times (4 / 5) = 4.8$ が胸部 A P の撮影条件の照射停止閾値となる。閾値発生回路 7 9 は、コンソール 1 4 側で設定された撮影条件に応じて、線源制御装置 1 1 側の撮影条件のものに置

50

き換えた照射停止閾値を比較回路 7 8 に出力する。

【 0 0 9 4 】

比較回路 7 8 は、積分回路 7 7 からの検出信号の積算値と閾値発生回路 7 9 からの照射停止閾値とを比較 (図 1 5 の S 2 4) し、積算値が閾値に達したとき (S 2 5 で Y E S) に照射停止信号を出力する。比較回路 7 8 から出力された照射停止信号は照射信号 I / F 2 7 を介して線源制御装置 1 1 の照射信号 I / F 2 7 に向けて送信される (S 2 6) 。

【 0 0 9 5 】

地域別タイプが設置簡便性非優先の場合は、検出画素 6 5 からの新 A E C 検出信号は補正回路 7 6 によって旧 A E C 検出信号相当の検出信号に変換され、この検出信号が線源制御装置 1 1 側の撮影条件のものに置き換えられた照射停止閾値と比較されて X 線の照射停止が判断される。つまり旧 A E C センサ 2 5 を用いて線源制御装置 1 1 の制御部 2 1 で行っていた A E C と全く同じことを電子カセット 1 3 側で行っていることになる。但し、照射停止閾値は複数通りの撮影条件に応じて変わるため、線源制御装置 1 1 側で行っていた A E C よりもきめ細かな A E C を実現することができる。

10

【 0 0 9 6 】

以上説明したように、本発明によれば、設置簡便性優先、設置簡便性非優先の地域別タイプに応じて、A E C 用信号の出力先と出力フォーマットを選択するので、X 線撮影システム 2 を設置する現場の状況に柔軟に対応することができる。

【 0 0 9 7 】

線源制御装置 1 1 側の照射停止閾値は補正せずに旧態のままとし、電子カセット 1 3 側で新 A E C 検出信号を旧 A E C 検出信号相当の値に補正したうえで X 線の照射停止を判断するので、線源制御装置 1 1 側の設定変更なしに検出画素 6 5 を新 A E C センサとして備えた電子カセット 1 3 を支障なく使用することができる。X 線発生装置と X 線撮影装置はメーカーが異なることがあるため、線源制御装置 1 1 側の照射停止閾値を補正するためには線源メーカーのサービスマンをわざわざ呼ばなければならず非常に手間が掛かるのに対して、本発明では電子カセット 1 3 側のみで補正が完了するため煩わしさがなく、新システムを導入する際のセールスポイントにもなる。さらに、線量を低くして患者への被曝を低減したり、線量を多めにして X 線画像の濃度を高めにしたといったオペレータの傾向や病院の方針を旧態のまま受け継ぐことができる。

20

【 0 0 9 8 】

旧 A E C センサ 2 5 と同じ採光野となるよう採光野選択回路 7 5 で検出画素 6 5 を選択するので、旧態と変わらぬ A E C を行うことができる。

30

【 0 0 9 9 】

本発明は、上記実施形態に限らず、本発明の要旨を逸脱しない限り種々の構成を採り得ることはもちろんである。

【 0 1 0 0 】

上記実施形態では、設置完了後、線源制御装置 1 1 とコンソール 1 4 との通信が確立されたときに線源 I D を遣り取りし、線源情報 9 9 からその線源 I D の X 線源 1 0 の地域別タイプを検索、抽出しているが、地域別タイプをオペレータに手動入力させてもよい。この場合はコンソール 1 4 のディスプレイ 8 9、あるいは電子カセット 1 3 の表示部 (図示せず) に図 1 6 に示すタイプ選択ウィンドウ 1 0 0 を表示する。タイプ選択ウィンドウ 1 0 0 は、設置簡便性優先、設置簡便性非優先の各タイプを択一的に選択するためのラジオボタン 1 0 1 を有する。入力デバイス 9 0 や電子カセット 1 3 の操作部 (図示せず) を介してポインタ 1 0 2 等でラジオボタン 1 0 1 をクリックさせることでオペレータにタイプを選択させる。同様に線源 I D も自動的に取得するのではなくオペレータに手動入力させてもよい。

40

【 0 1 0 1 】

また、設置簡便性優先、設置簡便性非優先の各タイプは電子カセット 1 3 内の設定値としてだけ持っておき、出荷時にどちらにするかを予め電子カセット 1 3 のメーカー側またはメーカーの代理店で設定できるようにしてもよい。電子カセット 1 3 は設定されたタイプに

50

応じて振る舞いを切り替える。こうすれば、顧客側の病院でいちいちタイプを選択する手間がはぶける。また電子カセット13を制御するソフトウェアをタイプ毎に用意したり、地域によって作り分けたソフトウェアを選択してインストールするといったメーカー側の手間も省け生産性がよい。

【0102】

[コンバータの使用]

上記実施形態では、検出信号I/F80と照射信号I/F81を両方もつ電子カセット13で、X線源10の地域別タイプに応じてどちらのI/Fを使用するかを選択しているが、図17に示すように、電子カセット105には標準装備の検出信号I/F106のみを設けて検出信号I/F106からは新AEC検出信号を出力する構成とし、さらに電子カセット105と線源制御装置11の間に、図5に示すAEC部67と通信部40の機能をそっくり移植したコンバータ110を設けて、このコンバータ110で出力先、出力フォーマットの選択を行ってもよい。

10

【0103】

この場合、コンバータ110はコンソール14と接続され、線源情報99の地域別タイプや撮影条件、AEC仕様、補正情報、照射停止閾値等をコンソール14から受け取る。採光野選択回路111をはじめとして検出信号、照射信号の両I/F116、117等のコンバータ110の各部は、符号が違うだけで図5のAEC部67と通信部40と同じ機能である。コンバータ110は、コンソール14から送られた地域別タイプに応じて出力先、出力フォーマットを決定し、X線源10が交換されない限りはその状態を保持する。

20

【0104】

AEC部67等の機能をコンバータ110に移植した分、電子カセット105の小型・軽量化を促進することができる。また、複数の撮影室をもつ病院で電子カセット105を撮影室間で使い回す場合、各撮影室のX線源10の地域別タイプが異なると上記実施形態の電子カセット13では一々出力先、出力フォーマットを切り替える必要があるが、コンバータ110を線源制御装置11と電子カセット105の間に設けることで、電子カセット側での出力先、出力フォーマットの切替の手間を省くことができる。

【0105】

[検出信号I/Fを用いたAEC]

地域別タイプが設置簡便性優先であった場合は、出力先が検出信号I/F、出力フォーマットが電圧値(検出信号)となり、照射停止の判断を撮影条件(照射停止閾値)の数に制約がある線源制御装置11側で行うため、電子カセット13側で細かな撮影条件に応じた照射停止閾値に基づきAECを行うよりもX線画像の画質は多少劣化する。そこで、図18に示すように工夫することで、線源制御装置11側の撮影条件の数が電子カセット13側のそれよりも少ない場合、検出信号I/Fを用いながらも、細かな撮影条件に応じた照射停止閾値に基づきAECを行えるようにする。

30

【0106】

まず、採光野を選択して照射停止の判断を下すまでは、上記実施形態の地域別タイプが設置簡便性非優先の場合と全く同じプロセスで行う。但し、I/Fは照射信号I/F81ではなく検出信号I/F80を用い、また、検出信号の積算値が閾値発生回路79からの照射停止閾値に達したときに、照射信号I/F81から照射停止信号を出力せず、代わりに検出信号I/F80からその管電圧における線源制御装置11側の照射停止閾値(図2の t_{h1} 、 t_{h2} 等)と等しい電圧値を送信する。

40

【0107】

閾値発生回路79で発せられる照射停止閾値はコンソール14側で設定された撮影条件に応じて同じ管電圧でも色々な値をとる(図6参照)。X線の照射停止の判断も撮影条件に応じた閾値に基づき行うため、そのタイミングも撮影条件によって様々である。しかしこの方法によれば、電子カセット13から線源制御装置11に送る信号は、線源制御装置11側の照射停止閾値と等しい電圧値のみ(本例では一種類)である。つまり線源制御装置11側の照射停止閾値と等しい電圧値が照射停止信号の役割を果たしており、検出信号

50

I / F 2 6、8 0 は照射停止信号の送受信専用の I / F であるといえる。照射停止の判断は実質的に電子カセット 1 3 側で済ましているが、線源制御装置 1 1 側からすれば、あくまでも照射停止閾値と等しい電圧値を受信したことで照射停止を自ら判断しているようにみえる。

【 0 1 0 8 】

検出信号 I / F 8 0 を用いることによる設置簡便性の利点と、照射信号 I / F 8 1 を用いることによる高画質化の利点とを同時に活かすことができる。上記実施形態の地域別タイプに設置簡便性 / 画質両立タイプとしてこの形態を組み込んでよい。なお、線源制御装置 1 1 側の撮影条件が同じ管電圧で二種類以上ある場合は、コンソール 1 4 側の撮影条件を予めグループ分けして、各グループに線源制御装置 1 1 側の同じ管電圧の撮影条件のうちの一つを紐付けておき、紐付けた線源制御装置 1 1 側の撮影条件の照射停止閾値と等しい電圧値を送信する。

10

【 0 1 0 9 】

[A E C の高速化]

上記実施形態で説明したように、線源制御装置 1 1 の照射信号 I / F 2 7 は照射停止信号だけでなく問い合わせ信号や照射許可信号といった他の照射信号を電子カセット 1 3 の照射信号 I / F 8 1 と遣り取りする。このため受け取った信号がどういったものであるかを判断して、それに応じて何をするかを決定する分岐処理が必要であり、迅速性に欠ける。また、タイミングを同じくして異なる種類の信号を受信する可能性もあり、A E C、特に X 線の照射停止の処理が遅れることが懸念される。例えば胸部撮影では照射時間が 5 0 m s 程度と極めて短いため、X 線の照射停止の処理を迅速に行わなければならない。

20

【 0 1 1 0 】

そこで、図 1 9 に示すように、線源制御装置 1 1 の検出信号 I / F 2 6 と電子カセット 1 3 の検出信号 I / F 8 0、および線源制御装置 1 1 の照射信号 I / F 2 7 と電子カセット 1 3 の照射信号 I / F 8 1 を両方繋げ、照射信号 I / F 2 7、8 1 では照射停止信号以外の他の信号を遣り取りし、検出信号 I / F 2 6、8 0 では検出信号を遣り取りする。すなわち検出信号の遣り取りは上記実施形態の設置簡便性優先タイプ、それ以外の照射許可信号等は設置簡便性非優先タイプと同じ処理を実行する。

【 0 1 1 1 】

あるいは図 2 0 に示すように、照射信号 I / F 2 7、8 1 とは独立して設けられ、照射停止信号のみを遣り取りする照射停止信号専用 I / F 1 2 0、1 2 1 を設けた線源制御装置 1 2 2、電子カセット 1 2 3 を用いてもよい。この場合は上記実施形態の設置簡便性非優先タイプと同じ処理を実行するが、照射停止信号の送受信だけは照射信号 I / F 2 7、8 1 ではなく照射停止信号専用 I / F 1 2 0、1 2 1 が担う。このように、X 線の照射停止の判断に関わる検出信号、または照射停止信号をそれ以外の信号を遣り取りする I / F とは別の専用の I / F で遣り取りすれば、信号の種類を判断してそれに応じた処理を決定する分岐処理を行う必要がなくなり、タイミングを同じくして異なる種類の信号を受信することもなくなるので、X 線の照射停止の処理を迅速化することができる。

30

【 0 1 1 2 】

なお、線源制御装置と電子カセット間で照射停止信号を送受信する際に、電子カセット側からはその他の信号を送信しないよう制御することで、線源制御装置側でタイミングを同じくして異なる種類の信号を受信することを一応は防ぐことはできる。しかしこの方法では電子カセット側の信号送信制御が複雑化するという問題がある。本実施形態では X 線の照射停止の判断に関わる検出信号、または照射停止信号を専用の I / F で遣り取りするので、電子カセット側で特に信号送信制御を行わずに済み簡便である。

40

【 0 1 1 3 】

また、X 線発生装置と X 線撮影装置は別メーカーであることが多く、互いに内部でどのような処理をしているかが細部までは分からない。このためメーカーの異なる X 線源および線源制御装置と電子カセットおよびコンソールを組み合わせた場合、X 線の照射停止の処理がしっかりと遅延なく行われているかを保証することが難しい。本実施形態では X 線の照

50

射停止の判断に関わる検出信号、または照射停止信号を専用の I / F で遣り取りするので、電子カセット側の信号の送信性能、線源制御装置側の信号の受信性能をそれぞれ評価して X 線の照射停止の処理がしっかりと遅延なく行われていることを保証すれば、これらをシステムとして組み合わせたときの動作保証もしたことになるため好適である。

【 0 1 1 4 】

さらに、上述した制御の複雑化の問題は多少あるものの、照射停止の処理迅速化の目的を鑑みたときに、照射停止信号のみを専用の I / F で遣り取りするのではなく、システムの処理シーケンスを考慮した場合に明らかに照射停止信号とタイミングが衝突しない信号に限り、照射停止信号を遣り取りする専用の I / F で通信してもよい。こうすれば、実質的に X 線の照射停止の処理迅速化に影響を与えない。具体的には、照射開始信号は X 線が照射停止するタイミングで発生することはまず考えられないため、同じ I / F で遣り取りするようにし、バッテリー残量のチェック信号等、どのタイミングで発生するか分からない（タイミングが不定期な）信号は異なる I / F で遣り取りする。但しこの場合は、照射停止を検出信号で判断する場合は除かれ、照射停止信号で判断する場合に限る。

10

【 0 1 1 5 】

なお、図 19、図 20 に示す例では、コンソール 14 との無線通信に加えて、線源制御装置 11 の照射信号 I / F 27 と電子カセット 13 の照射信号 I / F 81 の検出信号または照射停止信号以外の信号の遣り取りを無線で行ってもよい。検出信号または照射停止信号は有線にて確実に送受信し、その他の信号は無線通信とすることで電子カセット 13 の機動性を確保する。

20

【 0 1 1 6 】

[安全性の確保]

電子カセット 13 の検出画素 65 に不具合が発生したり、線源制御装置 11 と電子カセット 13 の間の通信が配線断等で撮影中に途絶えたりすると、検出信号や照射停止信号が正しく送受信されず、AEC が効かなくなる場合も考えられる。特に線源制御装置 11 側は撮影条件として電流照射時間積の最大値が設定されるため、AEC が効かなくなると患者への被曝量が上限値以上になってしまうおそれもある。そこで、電子カセット 13 にテストモードを設け、設置直後や一日の撮影前にコンソール 14 がもつ全撮影条件にてテスト撮影を行わせる。そして、電子カセット 13 が照射停止信号や照射停止信号に相当する検出信号を線源制御装置 11 に送信してからも検出画素 65 で X 線の検出を続行し、所定時間内に X 線の照射停止が検出された場合は正常に AEC が行われていると判断し、検出されなかった場合は何らかの故障が発生したと判断してコンソール 14 のディスプレイ 89 に警告メッセージを表示する。

30

【 0 1 1 7 】

また、線源制御装置 11 と電子カセット 13 の検出信号 I / F 26、80、または照射信号 I / F 27、81 を有線と無線の両方で接続可能な構成とした場合、電波強度等のモニタリングの結果、無線による通信が不安定な状態であると判断したときに有線に切り替えるよう警告表示をしてもよい。

【 0 1 1 8 】

上記実施形態では、説明の便宜上、X 線源 10、電子カセット 13、およびコンソール 14 が一台ずつで各々一対一に接続する場合を例に挙げたが、本発明は比較的規模の大きい病院や回診車で集団検診を行う際等、一台の X 線源とコンソールのペアを撮影室または回診車毎に配置し、数台の電子カセットを各撮影室または各回診車で使い回したり、複数台の X 線源の動作を一台のコンソールで集中管理したりする場合を想定している。前者の場合は個々の構成は上記実施形態の各々一対一接続する場合と同じであるため、上記実施形態と同様、X 線源とコンソールの通信が確立したときに線源 ID を送受信する。後者の場合は、コンソールのディスプレイの GUI 上で複数台の X 線源のうちどの X 線源を撮影に使用するかを選択させ、選択された X 線源の線源 ID を X 線源とコンソールとの間で遣り取りする。

40

【 0 1 1 9 】

50

上記実施形態では、コンソール14のストレージデバイス87に線源情報99を格納し、コンソール14から電子カセット13に地域別タイプや補正情報等を送っているが、本発明はこれに限定されず、電子カセット13の制御部41の内蔵メモリ(図示せず)に線源情報99を記憶させておいてもよい。この場合はコンソール経由で線源IDを電子カセットに送ってもらう。X線源が複数台ある場合は、IPアドレス、SSID、ESSIDといったコンソールまたは無線アクセスポイント(コンソールと電子カセットが無線接続される場合)の固有IDと線源IDとの対応関係の情報を電子カセット側でもっておき、コンソールまたは無線アクセスポイントと接続したときにそのIDを取得して、取得したコンソールまたは無線アクセスポイントのIDと対応する線源IDを上記対応関係の情報から読み出してもよい。無線アクセスポイントのIDを取得する際には、電波強度等の通信特性が最も良好な無線アクセスポイントを選ぶ。回診車の場合は、コンソールまたは無線アクセスポイントの固有IDに代えて、回診車の固有IDを用いてもよい。

10

【0120】

上記実施形態では、新AECセンサとしてTF T 47を介さず信号線52に短絡して接続された検出画素65を用いているが、各画素45にバイアス電圧Vbを供給するバイアス線48に画素45で発生する電荷に基づく電流が流れることを利用して、ある特定の画素45に繋がるバイアス線48の電流をモニタリングして線量を検出してもよく、全てのTF T 47をオフ状態にしたときに画素45から漏れるリーク電荷に基づき線量を検出してもよい。さらに画素45とは別に構成が異なり出力が独立したAEC用の検出画素を撮像面36と同一平面に設けてもよい。

20

【0121】

なお、補正回路で検出信号を補正した後に積分回路で検出信号を積算するのではなく、逆に積分回路から出力された検出信号の積算値に補正を施してもよい。この場合は採光野選択回路から積分回路に新AEC検出信号を入れ、積分回路で積算値にしてからこれを補正回路に入れて上記実施形態と同様の補正を施す。

【0122】

上記実施形態では、X線源10に備え付けの旧AECセンサ25を廃して電子カセット13の検出画素65を新たにAECセンサとして用いる、いわゆるレトロフィットを例示したが、X線源等が別メーカーで電子カセットのみをそのメーカーの製品としてOEM供給する場合も、電子カセットの製造メーカーからみれば別メーカーのX線源等に適合するよう自動露出制御用信号の出力フォーマットを切り替える必要があるので同様に本発明を適用することができる。

30

【0123】

上記実施形態では、コンソール14と電子カセット13が別体である例で説明したが、コンソール14は独立した装置である必要はなく、電子カセット13にコンソール14の機能を搭載してもよい。また、可搬型のX線画像検出装置である電子カセットに限らず、撮影台に据え付けるタイプのX線画像検出装置に適用してもよい。

【0124】

上記実施形態では、線源制御装置と電子カセットのAECに関する仕様の不整合を理由に新AEC検出信号を旧AEC検出信号に相当する検出信号に補正する補正回路76を設けたが、整合性が取れている場合には補正回路76は不要である。

40

【0125】

本発明は、X線に限らず、線等の他の放射線を使用する撮影システムにも適用することができる。

【符号の説明】

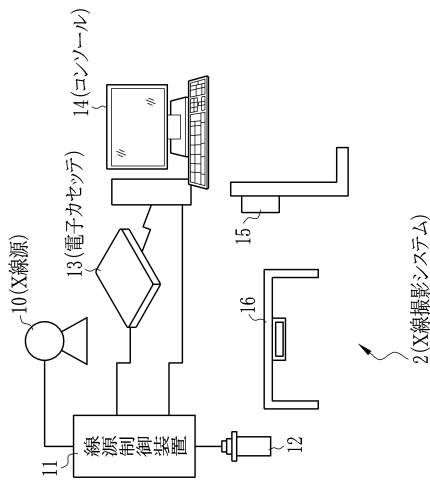
【0126】

- 2 X線撮影システム
- 10 X線源
- 11、122 線源制御装置
- 13、105、123 電子カセット

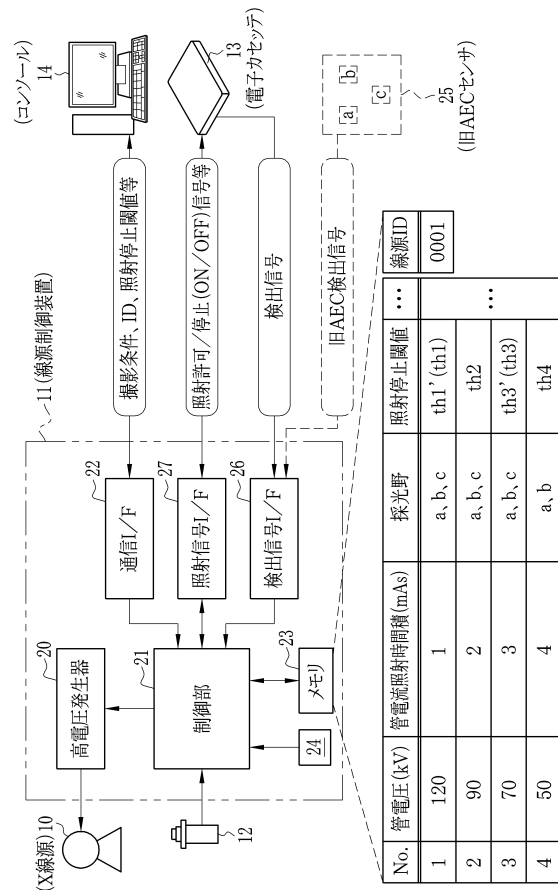
50

- 1 4 コンソール
- 2 1 制御部
- 2 5 旧AECセンサ
- 2 6、8 0、1 0 6、1 1 6 検出信号 I / F
- 2 7、8 1、1 1 7 照射信号 I / F
- 3 5 F P D
- 4 0 通信部
- 4 1 制御部
- 4 5 画素
- 6 5 検出画素
- 6 7 A E C 部
- 7 5、1 1 1 採光野選択回路
- 7 6、1 1 2 補正回路
- 7 7、1 1 3 積分回路
- 7 8、1 1 4 比較回路
- 7 9、1 1 5 閾値発生回路
- 1 2 0、1 2 1 照射停止信号専用 I / F

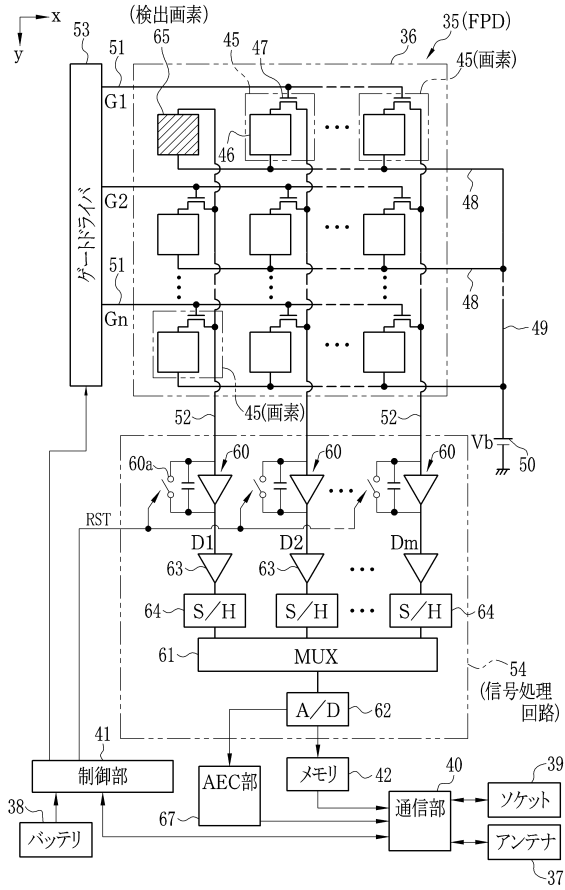
【 図 1 】



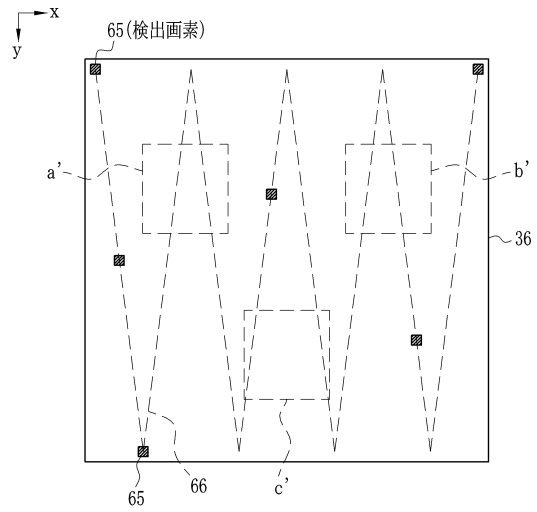
【 図 2 】



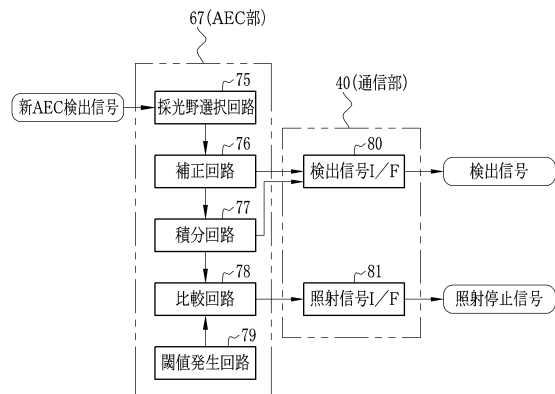
【図3】



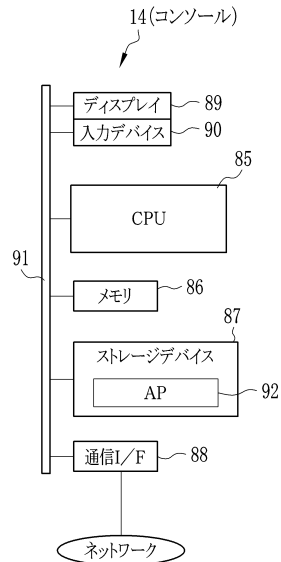
【図4】



【図5】



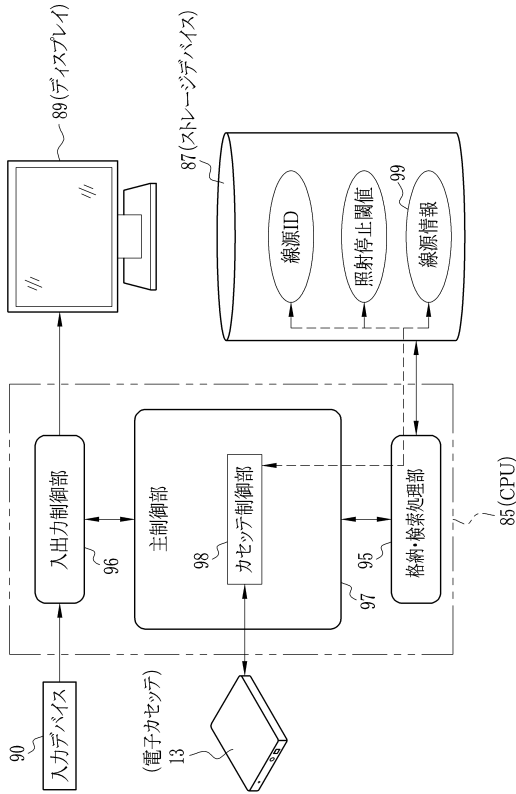
【図7】



【図6】

No.	撮影部位	管電圧(kV)	S値	...
1	胸部PA	120	S1	...
2	胸部AP		S2	
3	胸部正面		S3	
⋮	⋮		⋮	
48	頭部PA	50	S48	...
49	頭部AP		S49	
50	頭部側面		S50	
⋮	⋮		⋮	

【図8】



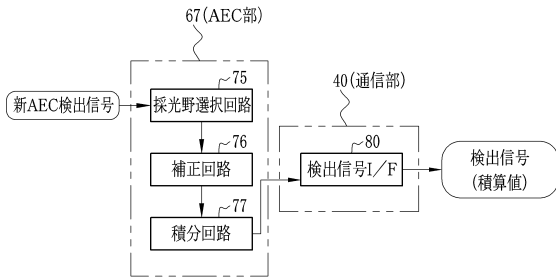
【図9】

線源ID	地域別タイプ		撮影条件	積分回路	AEC仕様 採光野位置	補正情報
	地域	タイプ				
0001	国内1	設置簡便性非優先	No. 1 120kV 1mA 採光野a, b, ...	なし	a: (x1, y1) ~ (x2, y2) ...	新AEC検出信号 管電圧A 管電圧B 管電圧C 管電圧D ... 旧AEC検出信号
	国内2	設置簡便性非優先				
	北米1	設置簡便性優先				
	北米2	設置簡便性非優先				
	欧州1	設置簡便性優先				
	欧州2	設置簡便性優先				
0002	アジア1	設置簡便性優先	No. 1 115kV 1.5mA 採光野a~e, ...	あり	a: (x3, y3) ~ (x4, y4) ...	新AEC検出信号 管電圧A 管電圧B 管電圧C 管電圧D ... 旧AEC検出信号
	アジア2	設置簡便性優先				
	国内1	設置簡便性非優先				
	国内2	設置簡便性非優先				
	北米1	設置簡便性優先				
	北米2	設置簡便性優先				

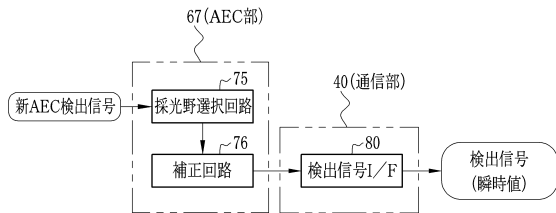
【図10】

地域別タイプ	設置簡便性優先	設置簡便性非優先
設置簡便性	○	△
画質	△	○
出力先	検出信号I/F	照射信号I/F
出力フォーマット	検出信号	照射停止信号
検出値の補正	要	要
閾値の置き換え	不要	要
照射停止の判断	X線源側	電子カセット側

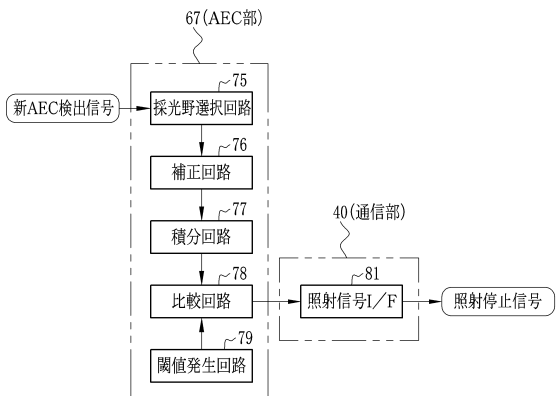
【図12】



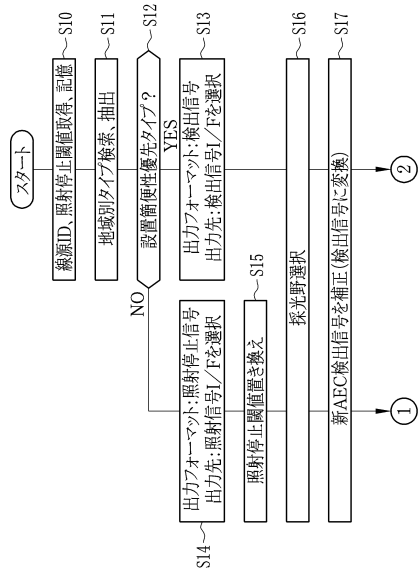
【図11】



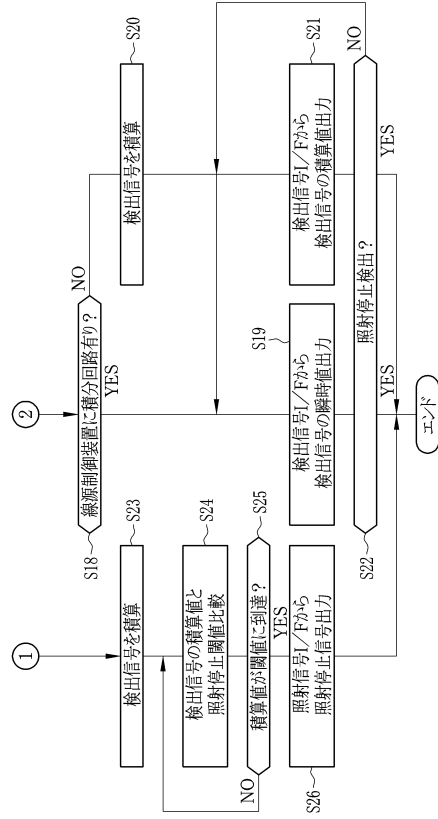
【図13】



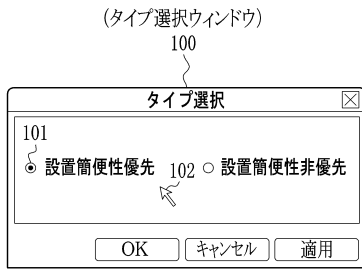
【図14】



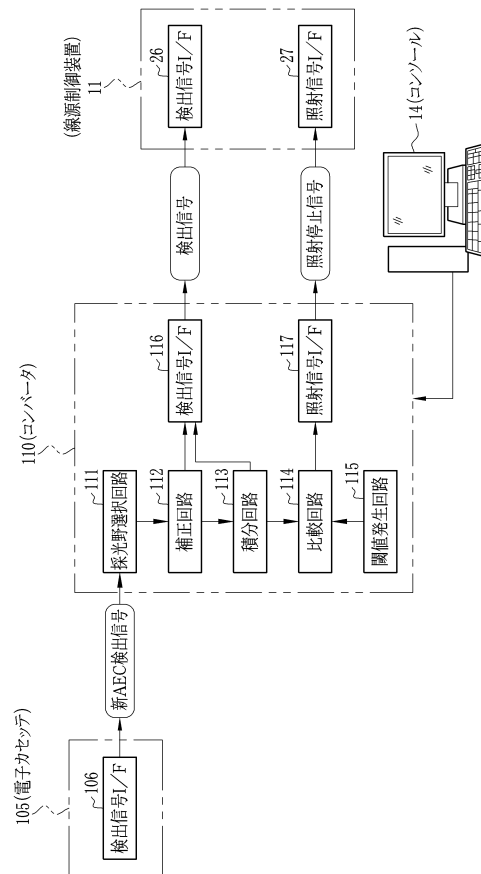
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

審査官 原 俊文

- (56)参考文献 特開2003-302716(JP,A)
特開2008-212644(JP,A)
特開2004-223157(JP,A)
特開2004-166724(JP,A)
特開2008-000595(JP,A)
特表2010-501238(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 6/00-6/14