(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 3 月 13 日(13.03.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/038461 A1

(51) 国際特許分類:
A61B 6/00 (2006.01) *G03B 42/04* (2006.01)
G01T 7/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/073113

(22) 国際出願日: 2013 年 8 月 29 日(29.08.2013)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2012-194583 2012 年 9 月 4 日(04.09.2012) JP

(71) 出願人: 富士フイルム株式会社(FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布２丁目２６番３０号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 今▲邨▼　亮(IMAMURA, Ryou); 〒2588538 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 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 小林　和憲(KOBAYASHI, Kazunori); 〒1700004 東京都豊島区北大塚２丁目２５番１号 太陽生命大塚ビル３階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

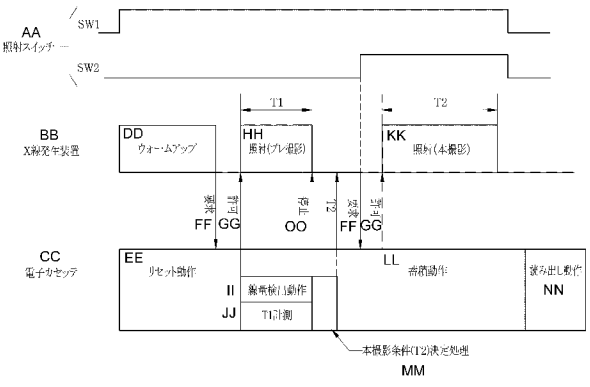
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

[続葉有]

(54) **Title**: RADIOGRAPHIC IMAGING SYSTEM, RADIATION GENERATING APPARATUS AND METHOD FOR OPERATING SAME

(54) 発明の名称 : 放射線撮影システム、放射線発生装置およびその作動方法



AA	Irradiation switch
BB	X-ray generating apparatus
CC	Electronic cassette
DD	Warm up
EE	Reset operation
FF	Request
GG	Approve
HH	Irradiation (pre-imaging)
II	Dose detection operation
JJ	T1 measurement
KK	Irradiation (actual imaging)
LL	Accumulation operation
MM	Process for determining actual imaging conditions (T2)
NN	Reading operation
OO	Stop

(57) **Abstract**: The present invention reduces the time taken for a single radiographic imaging operation in which pre-imaging and actual imaging is set. An irradiation switch of an X-ray imaging system is a two-step press switch in which SW2 cannot be switched on without first pressing SW1. A radiation source control device starts warming up an X-ray source when the irradiation switch is half pressed (i.e., SW1 is on). When the irradiation switch is kept half pressed after the X-ray source has warmed up, the warmed up state is maintained, and when the irradiation switch is pressed all the way down (i.e., SW2 is on), the X-ray source starts emitting radiation for actual imaging without carrying out a second warm up.

(57) 要約:　プレ撮影と本撮影をセットとする１回の放射線撮影に掛かる時間を短縮する。　Ｘ線撮影システムの照射スイッチは、ＳＷ１を押してからでないとＳＷ２をオンできない２段階押しスイッチである。線源制御装置は、照射スイッチが半押し（ＳＷ１オン）されると、Ｘ線源にウォームアップを開始させる。ウォームアップ完了後、半押しのままであると、前記ウォームアップが完了した状態を維持し、全押し（ＳＷ２オン）されると、２回目のウォームアップを行うことなく、Ｘ線源に本撮影の照射を開始させる。

WO 2014/038461 A1

— 補正された請求の範囲及び説明書（条約第 19 条(1)）

明　細　書

発明の名称 ：

放射線撮影システム、放射線発生装置およびその作動方法

技術分野

[0001] 本発明は、放射線画像を撮影する放射線撮影システム、放射線発生装置およびその作動方法に関する。

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、被写体（患者）を透過したＸ線で形成されるＸ線画像を撮影するＸ線撮影装置とを備えている。Ｘ線発生装置は、Ｘ線を被写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線源を動作させるための駆動指示を線源制御装置に入力する照射スイッチを有している。Ｘ線撮影装置は、被写体を透過したＸ線を電気信号に変換することによって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制御、Ｘ線画像の保存や表示を行うコンソールを有している。

[0003] Ｘ線源は、高電圧を印加することによりフィラメント（陰極）から熱電子を放出し、放出された熱電子をターゲット（陽極）に衝突させることによりＸ線を放射するＸ線管を有している。熱電子が衝突するターゲットの焦点が高温になるため、Ｘ線管としては熱を分散できるようにターゲットを回転させる回転陽極型が一般的である。回転陽極型のＸ線源では、Ｘ線の照射を行う前にターゲットの回転数を規定回転数まで上昇させる等のウォームアップが行われる。一方照射スイッチとしては、半押しと全押しの２段階の押圧操作が可能な２段階押しスイッチが一般的である。２段階押しスイッチの場合、線源制御装置は、照射スイッチから半押しによる駆動指示の入力を受けると、Ｘ線源にウォームアップを開始させ、全押しによる駆動指示の入力を受けると、Ｘ線源にＸ線の照射を開始させる。

[0004] Ｘ線撮影装置としては、Ｘ線フイルムやＩＰ（イメージングプレート）カセッテを利用したＸ線画像記録装置に代わって、Ｘ線画像を電子的に検出するＸ線画像検出装置を用いたものが普及している。Ｘ線画像検出装置は、フラットパネルディテクタ（ＦＰＤ；flat panel detector）とも呼ばれるセンサーパネルを有する。

[0005] センサーパネルは、Ｘ線の入射量に応じた信号電荷を蓄積する画素が行列状に配置された撮像領域を有する。画素は、電荷を発生し、発生した電荷を蓄積する光電変換部、およびＴＦＴ等のスイッチング素子を備える。センサーパネルは、画素毎に信号電荷を蓄積し、蓄積した信号電荷をＴＦＴ等のスイッチング素子を介して信号処理回路に読み出し、信号処理回路で電圧信号に変換することでＸ線画像を電気的に検出する。

[0006] また、Ｘ線撮影システムにおいては、被写体への被曝量を抑えつつ適正な画質の放射線画像を得るために、Ｘ線の撮影中（照射中）にＸ線の線量の積算値（累積線量）を測定して、累積線量が目標線量に達した時点でＸ線源によるＸ線の照射を停止させるＡＥＣ（Automatic Exposure Control、自動露出制御）が行われる場合がある。Ｘ線源が照射する線量は、Ｘ線の照射時間（単位；ｓ）とＸ線源が単位時間当たりに照射する線量を規定する管電流（単位；ｍＡ）との積である管電流時間積（ｍＡｓ値）によって決まる。照射時間や管電流といった撮影条件は、被写体の撮影部位（胸部や頭部）、性別、年齢などによっておおよその推奨値はあるものの、被写体の体格などの個人差によってＸ線の透過率が変わるため、より適切な画質を得るためにＡＥＣが行われる。

[0007] ＡＥＣの方法としては、例えば、特開２０１１－１１５３６８号公報に記載されているように、１回のＸ線撮影をプレ撮影と本撮影のセットで行い、プレ撮影の結果を踏まえて本撮影の撮影条件、例えばＸ線の照射時間や管電流時間積（ｍＡｓ値）を決定する方法がある。プレ撮影の撮影条件は、例えば、撮影部位と、年齢や性別などの患者情報に基づいて決定される。

[0008] 特開２０１１－１１５３６８号のＸ線撮影システムでは、照射スイッチの

１回の押圧操作に応じて、プレ撮影、本撮影の撮影条件の決定、本撮影という一連の処理が連続的に実行される。プレ撮影と本撮影の前にそれぞれＸ線源のウォームアップが行われる。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 特開２０１１－１１５３６８号では、Ｘ線源のウォームアップをプレ撮影と本撮影の前に都合２回行っているので、プレ撮影と本撮影をセットとする１回のＸ線撮影に掛かる時間がそれだけ長くなる。ウォームアップは回転陽極の回転を上昇させるといった機械的な動作が含まれるため、数秒程度掛かり、数十ミリ秒から長くても数秒のオーダのＸ線の照射時間と比較して長い。しかも、１回のＸ線撮影であればウォームアップによって増加する時間が僅かであっても、集団検診など多数の患者の撮影を行う場合にはその時間が累積されるため、診断効率への影響も大きい。

[0010] 本発明は、プレ撮影と本撮影をセットとする１回の放射線撮影に掛かる時間を短縮し、診断効率を向上させることができる放射線撮影システム、放射線発生装置およびその作動方法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

[0011] 上記目的を達成するために、本発明の放射線撮影システムは、放射線発生装置と放射線撮影装置とを備える。放射線発生装置は、被写体に向けて放射線を照射する。放射線撮影装置は、被写体を透過した放射線を受けて放射線画像を撮影する。放射線撮影システムは、放射線画像を撮影するための本撮影と、本撮影に先立って本撮影の撮影条件を決定するためのプレ撮影とにより１回の撮影を行う。放射線発生装置は、放射線源、照射スイッチ、及び線源制御装置を備える。放射線源は、プレ撮影用の第１照射と、本撮影用の第２照射を実行する。照射スイッチは、少なくとも２段階の押圧操作が可能で、押圧操作により駆動指示を入力する。線源制御装置は、駆動指示に基づいて放射線源の駆動を制御する。さらに、線源制御装置は、照射スイッチの１段階目の押圧操作による駆動指示の入力を受けて、放射線源に対して、第１

照射の前にウォームアップを開始させ、ウォームアップの完了後、１段階目の押圧操作が解除されない間はウォームアップが完了した状態を維持し、１段階目の押圧操作が解除されることなく照射スイッチの２段階目以降の押圧操作による駆動指示が入力された場合には、ウォームアップを行わずに第２照射を開始させる。

[0012] ウォームアップの完了後、第２照射が開始されるまでの間に、第１照射が行われることが好ましい。

[0013] 照射スイッチは、例えば、１段階目の押圧操作である半押しと、２段階目の押圧操作である全押しが可能な２段階押しスイッチである。この場合、線源制御装置は、半押しによる駆動指示の入力を受けてウォームアップを開始させ、さらにウォームアップに引き続き第１照射を開始させ、全押しによる駆動指示の入力を受けて第２照射を開始させる。あるいは、線源制御装置は、半押しによる駆動指示の入力を受けてウォームアップを開始させ、さらに、１回目の全押しによる駆動指示の入力を受けて第１照射を開始させ、その後、半押しに戻してからの２回目の全押しによる駆動指示の入力を受けて第２照射を開始させる。

[0014] 照射スイッチは１段階目の押圧操作である１段押し、２段階目の押圧操作である中押し、３段階目の押圧操作である全押しが可能な３段階押しスイッチであってもよい。この場合、線源制御装置は、１段押しによる駆動指示の入力を受けてウォームアップを開始させ、中押しによる駆動指示の入力を受けて第１照射を開始させ、全押しによる駆動指示の入力を受けて第２照射を開始させる。

[0015] 線源制御装置は、例えば、第１照射および第２照射のそれぞれを行う前に、放射線撮影装置に対して照射開始の許可を求める照射開始要求信号を送信し、照射開始要求信号に対する応答として、放射線撮影装置から照射許可信号を受信した場合に第１照射および第２照射のそれぞれを開始させる。

[0016] 線源制御装置は、例えば、照射スイッチによる１段階目の押圧操作による駆動指示の入力を受けた後、１段階目の押圧操作が解除された場合には、放

射線源をウォームアップ開始前の初期状態に戻す。あるいは、線源制御装置は、照射スイッチによる１段階目の押圧操作による駆動指示の入力を受けた後、１段階目の押圧操作が解除されず、かつ、２段階目以降の押圧操作による駆動指示の入力が無い状態が所定時間継続した場合には、放射線源をウォームアップ開始前の状態に戻してもよい。

[0017] 放射線撮影装置は、例えば、放射線画像検出装置、線量検出センサ、タイマー、本撮影条件決定部、及び通信部を備える。放射線画像検出装置は、被写体を透過した放射線の線量に応じた電荷を蓄積する画素が行列状に配置された撮像領域を有するセンサーパネルをもち、放射線画像を検出する。線量検出センサは、プレ撮影において、第１照射による放射線の線量を検出する。タイマーは、プレ撮影において、線量検出センサで検出した線量の積算値が、予め設定された目標線量に達するまでの第１照射の照射時間を計時する。本撮影条件決定部は、タイマーが計時した照射時間と、本撮影における第２照射に必要な線量とに基づいて、本撮影の撮影条件を決定する。通信部は、決定した本撮影の撮影条件を放射線発生装置に対して送信する。

[0018] 本撮影条件決定部は、例えば、本撮影における第２照射に必要な線量から、プレ撮影における第１照射の線量を控除した線量に基づいて、本撮影の撮影条件を決定する。

[0019] 放射線画像検出装置は、プレ撮影において、積算値が目標線量に達したときに放射線発生装置に対して第１照射を停止させるための照射停止信号を出力するＡＥＣ部を備えることが好ましい。

[0020] 放射線画像検出装置は、プレ撮影中において、第１照射の線量に応じた電荷を画像に蓄積させる蓄積動作を実行し、蓄積した電荷を掃き出さずに本撮影へ移行することが好ましい。

[0021] 放射線画像検出装置は、センサーパネル、線量検出センサおよび本撮影条件決定部が可搬型の筐体に収納された電子カセッテであることが好ましい。また、線量検出センサは、撮像領域に配置されていることが好ましい。この場合、放射線画像検出装置は、プレ撮影において、線量検出センサで検出し

た線量の積算値に基づく画像情報をプレビュー画像として出力する。

[0022] 本発明の放射線発生装置は、被写体に放射線を照射して被写体の放射線画像を撮影するための本撮影と、本撮影に先立って本撮影の撮影条件を決定するためのプレ撮影とにより１回の撮影を行う放射線撮影システムに用いられる。放射線発生装置は、放射線源、照射スイッチ、及び線源制御装置を備える。放射線源は、プレ撮影用の第１照射と、本撮影用の第２照射を実行する。照射スイッチは、少なくとも２段階の押圧操作が可能で、押圧操作により駆動指示を入力する。線源制御装置は、駆動指示に基づいて放射線源の駆動を制御する。さらに、線源制御装置は、照射スイッチの１段階目の押圧操作による駆動指示の入力を受けて、放射線源に対して、第１照射の前にウォームアップを開始させ、ウォームアップの完了後、１段階目の押圧操作が解除されない間はウォームアップが完了した状態を維持し、１段階目の押圧操作が解除されることなく照射スイッチの２段階目以降の押圧操作による駆動指示が入力された場合には、ウォームアップを行わずに第２照射を開始させる。

[0023] また、本発明の放射線発生装置の作動方法は、被写体に放射線を照射して被写体の放射線画像を撮影するための本撮影と、本撮影に先立って本撮影の撮影条件を決定するためのプレ撮影とにより１回の撮影を行う放射線撮影システムに用いられる放射線発生装置の作動方法である。放射線発生装置の作動方法は、以下を含む。プレ撮影用の第１照射と、本撮影用の第２照射を放射線源に実行させること。少なくとも２段階の押圧操作が可能で、押圧操作により駆動指示を入力するための照射スイッチから、１段階目の押圧操作による駆動指示の入力を受けて、放射線源に対して、第１照射の前にウォームアップを開始させること。ウォームアップの完了後、１段階目の押圧操作が解除されない間はウォームアップが完了した状態を維持し、１段階目の押圧操作が解除されることなく照射スイッチの２段階目以降の押圧操作による駆動指示が入力された場合には、ウォームアップを行わずに第２照射を開始させること。

発明の効果

[0024] 本発明によれば、プレ撮影と本撮影のセットで１回の放射線撮影を行う場合に、プレ撮影後、放射線源のウォームアップを行わずに本撮影を行うので、１回の放射線撮影に掛かる時間を短縮することができ、診断効率を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]Ｘ線撮影システムの概略図である。

[図2]Ｘ線の到達線量と時間の関係を表すグラフである。

[図3]線源制御装置の内部構成を示す図である。

[図4]電子カセッテを示す外観斜視図である。

[図5]電子カセッテの内部構成を示すブロック図である。

[図6]ＡＥＣと本撮影条件決定処理の説明図である。

[図7]Ｘ線撮影の手順を示すタイミングチャートである。

[図8]別の態様のＸ線撮影の手順を示すタイミングチャートである。

[図9]３段階押しの照射スイッチを用いた場合のＸ線撮影の手順を示すタイミングチャートである。

発明を実施するための形態

[0026] ［第１実施形態］

図１において、Ｘ線撮影システム２は、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線源１０へのウォームアップ開始とＸ線の照射開始を指示するための照射スイッチ１２と、被写体（患者）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テ１３と、電子カセッテ１３の動作制御やＸ線画像の表示処理を担うコンソール１４と、被写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２ａ、電子カセッテ１３、およびコンソール１４はＸ線撮影装置２ｂをそれぞれ構成する。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）が設けられており、Ｘ

線源１０は立位撮影台１５および臥位撮影台１６で共用される。

[0027] Ｘ線源１０は、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である陰極と、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。ウォームアップ開始の指示があると陽極が回転を開始し、規定の回転数となったらウォームアップが終了する。照射野限定器は、例えば、Ｘ線を遮蔽する４枚の鉛板を四角形の各辺上に配置し、Ｘ線を透過させる四角形の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。

[0028] コンソール１４は、有線方式や無線方式により電子カセッテ１３と通信可能に接続されており、キーボード等の入力デバイス１４ａを介したオペレータからの入力操作に応じて電子カセッテ１３の動作を制御する。電子カセッテ１３からのＸ線画像はコンソール１４のディスプレイ１４ｂに表示される他、そのデータがコンソール１４内のストレージデバイス１４ｃやメモリ（図示せず）、あるいはコンソール１４とネットワーク接続された画像蓄積サーバ等のデータストレージに記憶される。

[0029] コンソール１４は、被写体の性別、年齢、撮影部位、撮影目的等の情報が含まれる検査オーダの入力を受け付けて、検査オーダをディスプレイ１４ｂに表示する。検査オーダは、ＨＩＳ（病院情報システム）やＲＩＳ（放射線情報システム）等の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、放射線技師等のオペレータにより手動入力される。検査オーダには、頭部、胸部、腹部、手、指等の撮影部位の項目がある。撮影部位には、正面、側面、斜位、ＰＡ（Ｘ線を被写体の背面から照射）、ＡＰ（Ｘ線を被写体の正面から照射）等の撮影方向も含まれる。オペレータは、検査オーダの内容をディスプレイ１４ｂで確認し、その内容に応じた撮影条件をディスプレイ１４ｂに映された操作画面を通じて入力デバイス１４ａで入力する。

[0030] 撮影条件には、撮影部位の他、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；ｋＶ）、単位時間当たりの照射量を決める管電流（単位；ｍＡ）、およびＸ線の照射時間（単位；ｓ）などが含まれる。管電流と照射時間の積でＸ線の累積の照射量が決まるため、撮影条件としては、管電流と照射時間のそれぞれの値を個別に入力する代わりに、両者の積である管電流時間積（ｍＡｓ値）の値が入力される場合もある。しかし、後述するように、本例ではＡＥＣが行われて照射時間が決められる。そのため、Ｘ線撮影システム２で決定した照射時間が、コンソール１４から入力された照射時間よりも優先して適用される。

[0031] Ｘ線撮影システム２では、診断に供する１枚分のＸ線画像を取得する１回のＸ線撮影をプレ撮影と本撮影のセットで行う。プレ撮影は、本撮影において適切な画質のＸ線画像を得るために、被写体に応じて必要な本撮影の撮影条件を決めるために行われる。このためプレ撮影では本撮影よりも少ない線量のＸ線を被写体に照射する。本撮影では、プレ撮影によって決定された撮影条件にてＸ線を照射する。

[0032] 図２に示すように、同じ管電圧、管電流でＸ線を照射した場合、すなわち、Ｘ線源１０が照射するＸ線の照射量が同じであっても、被写体の体格に応じてＸ線の透過率が異なるため、電子カセッテ１３に到達する到達線量が変わる。例えば被写体厚が比較的厚い場合は、実線のグラフで示すように、被写体を透過して電子カセッテ１３に到達する単位時間当たりのＸ線の到達線量が少なくなるため、必要な累積線量に到達するための照射時間Ｔａは長くなり、逆に被写体厚が薄い場合は点線のグラフで示すように短くなる（照射時間Ｔｂ）。また、体内組織の密度が比較的高い場合もＸ線の透過率が低下するため照射時間が長くなり、低い場合は短くなる。

[0033] 良好な画質のＸ線画像を得るための必要な累積線量は決まっているので、Ｘ線撮影システム２においては、被写体の体格が異なっても必要な累積線量が得られるようにＡＥＣが行われる。具体的には、実線や点線のグラフで示される台形の面積であるＸ線の累積線量が必要な累積線量と同じになるよう

に照射時間を調節する。Ｘ線撮影システム２では、プレ撮影において、累積線量が所定の閾値まで達するまでの照射時間を測定する。プレ撮影では本撮影と比較してＸ線の照射量は少ないが、測定された照射時間は、被写体の体格に応じたＸ線の透過率が反映された値となる。Ｘ線撮影システム２は、プレ撮影の照射時間に基づいて、本撮影において必要な累積線量を得るための本撮影の照射時間を本撮影条件として決定し、その条件で本撮影を行う。

[0034] 図３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に与える管電圧および管電流と、Ｘ線の照射時間を制御する制御部２１と、コンソール１４との主要な情報、信号の送受信を媒介する通信Ｉ／Ｆ２２と、電子カセッテ１３との信号の送受信を媒介する照射信号Ｉ／Ｆ２６と、メモリ２３と、タッチパネル２４とを備える。

[0035] 制御部２１には照射スイッチ１２とメモリ２３とタッチパネル２４が接続されている。照射スイッチ１２は、制御部２１に対して駆動指示を入力するスイッチであり、照射スイッチとして一般的な、２段階の押圧操作が可能な２段階押しスイッチである。操作ボタンであるＳＷ１とＳＷ２は、入れ子構造になっており、ＳＷ１を押してからでないとＳＷ２をオンできない。こうした構造により、１段階目の押圧操作である半押し（ＳＷ１オン）と、２段階目の押圧操作である全押し（ＳＷ２のオン）の２段階の押圧操作がなされる。照射スイッチ１２が半押し（ＳＷ１オン）されると、制御部２１に対して、ＳＷ１がオンされたことを表す信号が半押しによる駆動指示として入力される。同様に全押し（ＳＷ２）されると、ＳＷ２がオンされたことを表す信号が全押しによる駆動指示として入力される。

[0036] 制御部２１は、照射スイッチ１２からの駆動指示の入力に応じて、Ｘ線源１０の駆動を制御する制御信号を発生する。制御信号には、Ｘ線源１０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と、プレ撮影用の照射を開始させるための第１照射開始信号と、本撮影用の照射を開始させる

ための第２照射開始信号と、Ｘ線源１０を初期状態に戻す初期化信号とがある。

[0037] 制御部２１は、照射スイッチ１２が半押しされると、高電圧発生器２０に対してウォームアップ開始信号を発して、Ｘ線源１０にウォームアップを開始させる。制御部２１は、ウォームアップ完了後で照射スイッチ１２の半押しが解除されていない場合は、Ｘ線撮影装置２ｂとの間で同期信号の送受信による同期制御を行ったうえで、プレ撮影用の第１照射開始信号を高電圧発生器２０に発して、Ｘ線源１０にプレ撮影用のＸ線照射を開始させる。

[0038] 照射スイッチ１２が半押しの状態からさらに押し込まれて全押しがなされると、制御部２１は、プレ撮影と同様に、Ｘ線撮影装置２ｂとの同期制御を行ったうえで、第２照射開始信号を高電圧発生器２０に発して、Ｘ線源１０に本撮影用のＸ線照射を開始させる。

[0039] 制御部２１は、照射スイッチ１２がいったん半押しされた後、半押しが解除されたときに初期化信号を発生する。制御部２１は、照射スイッチ１２が半押しされてＸ線源１０のウォームアップが開始された後、プレ撮影用の照射や本撮影の照射が完了するまでの間に、照射スイッチ１２の半押しが解除されると、高電圧発生器２０に対して初期化信号を発して、Ｘ線源１０の回転陽極の回転を停止して、Ｘ線源１０をウォームアップ開始前の初期状態に戻す。これらの信号は、信号ケーブルを通じて線源制御装置１１からＸ線源１０に入力される。

[0040] また、制御部２１は、プレ撮影のＸ線照射が停止された後も照射スイッチ１２の半押しが解除されない間はＸ線源１０を初期状態に戻さずに、ウォームアップが完了した状態を維持する。このため、半押しに続いて照射スイッチ１２が全押しされると、Ｘ線源１０は、ウォームアップを行うことなく、直ちに本撮影用のＸ線照射を開始することができる。

[0041] メモリ２３は、管電圧、管電流等の撮影条件を予め数種類格納している。撮影条件はタッチパネル２４を通じてオペレータにより手動で設定される。タッチパネル２４には、メモリ２３から読み出された撮影条件が複数種類表

示される。表示された撮影条件の中から、コンソール１４に入力した撮影条件と同じ撮影条件をオペレータが選択することにより、線源制御装置１１に対して撮影条件が設定される。もちろん、予め用意されている撮影条件の値を微調整することも可能である。コンソール１４に入力された撮影条件を線源制御装置１１に送信することで線源制御装置１１の撮影条件の設定を自動化してもよい。

[0042] 撮影条件として設定された管電圧、管電流は、プレ撮影、本撮影ともに同じ値が使用される。照射時間については、プレ撮影では、後述するようにＸ線撮影装置２ｂにおいてＡＥＣが行われて目標線量に到達するまでの照射時間が測定されるため、測定中に照射が停止しないように余裕を持った値が設定される。この値は、プレ撮影における照射時間が本撮影と比較して非常に短いこと、また、管電流や撮影部位に応じて電子カセッテ１３への到達線量が目標線量に到達するまでの照射時間が変わることなどを考慮して設定される。Ｘ線源１０において安全規制上設定されている照射時間の最大値を設定してもよい。

[0043] 本撮影の照射時間は、プレ撮影の結果に基づいてＸ線撮影装置２ｂにおいて計算で求められた値が設定される。制御部２１にはタイマー２５が設けられており、タイマー２５は、本撮影において、プレ撮影の結果に基づき決定されたＸ線の照射時間を計測する。本撮影において、制御部２１は、タイマー２５が設定された照射時間を計測したら、照射停止信号を高電圧発生器２０に発してＸ線の照射を停止させる。

[0044] 照射信号Ｉ／Ｆ２６は、線源制御装置１１がＸ線撮影装置２ｂとの間で行う同期制御において、同期信号の送受信を媒介する。制御部２１は、プレ撮影と本撮影のＸ線照射開始前に、Ｘ線撮影装置２ｂに対してＸ線の照射を開始してよいか否かを問い合わせる同期信号である照射開始要求信号を送信する。そして、Ｘ線撮影装置２ｂから、照射開始要求信号に対する応答として、照射を受ける準備が完了したことを表す同期信号である照射許可信号を受信する。また、照射信号Ｉ／Ｆ２６は、プレ撮影においてＸ線撮影装置２ｂ

がＡＥＣを実行したときに、Ｘ線撮影装置２ｂが発する照射停止信号を受信する。

[0045] 通信Ｉ／Ｆ２２は、プレ撮影の結果に基づいてＸ線撮影装置２ｂにおいて算出された本撮影の撮影条件を受信する。これら照射信号Ｉ／Ｆ２６や通信Ｉ／Ｆ２２は、有線方式でもよいし無線方式でもよい。

[0046] 図４において、電子カセッテ１３は、センサーパネル３０とこれを収容する扁平な箱型をした可搬型の筐体３１とで構成される。筐体３１は例えば導電性樹脂で形成されている。Ｘ線が入射する筐体３１の前面３１ａには矩形状の開口が形成されており、開口には天板として透過板３２が取り付けられている。透過板３２は、軽量で剛性が高く、かつＸ線透過性が高いカーボン材料で形成されている。筐体３１は、電子カセッテ１３への電磁ノイズの侵入、および電子カセッテ１３から外部への電磁ノイズの放射を防止する電磁シールドとしても機能する。なお、筐体３１には、電子カセッテ１３の各部に所定の電圧の電力を供給するためのバッテリ（二次電池）や、コンソール１４とＸ線画像等のデータの無線通信を行うためのアンテナがセンサーパネル３０の他に内蔵されている。

[0047] 筐体３１は、フイルムカセッテやＩＰカセッテと略同様の国際規格ＩＳＯ４０９０：２００１に準拠した大きさである。電子カセッテ１３は、筐体３１の前面３１ａがＸ線源１０と対向する姿勢で保持されるよう、各撮影台１５、１６のホルダ１５ａ、１６ａ（図１参照）に着脱自在にセットされる。そして、使用する撮影台に応じて、線源移動装置によりＸ線源１０が移動される。また、電子カセッテ１３は、各撮影台１５、１６にセットされる他に、被写体が仰臥するベッド上に置いたり被写体自身に持たせたりして単体で使用されることもある。なお、電子カセッテ１３は、サイズがフイルムカセッテやＩＰカセッテと略同様の大きさであるため、フイルムカセッテやＩＰカセッテ用の既存の撮影台にも取り付け可能である。

[0048] 図５において、センサーパネル３０は、ＴＦＴアクティブマトリクス基板を有し、この基板上に撮像領域４０が形成されている。撮像領域４０には、

Ｘ線の到達線量に応じた電荷を蓄積する複数の画素４１が、所定のピッチでｎ行（ｘ方向）Ｘｍ列（Ｙ方向）の行列状に配置されている。なお、ｎ、ｍは２以上の整数である。

[0049] センサーパネル３０は、Ｘ線を可視光に変換するシンチレータ（蛍光体、図示せず）を有し、シンチレータによって変換された可視光を画素４１で光電変換する間接変換型である。シンチレータは、ＣｓＩ：ＴＩ（タリウム賦活ヨウ化セシウム）やＧＯＳ（Gd_2O_2S：Ｔｂ、テルビウム賦活ガドリウムオキシサルファイド）等からなり、画素４１が配列された撮像領域４０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ＴＦＴアクティブマトリクス基板は、Ｘ線の入射する側からみてシンチレータ、基板の順に配置されるＰＳＳ（Penetration Side Sampling）方式でもよいし、逆に基板、シンチレータの順に配置されるＩＳＳ（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センサーパネルを用いてもよい。

[0050] 画素４１は、周知のように、可視光の入射によって電荷（電子ー正孔対）を発生し、発生した電荷を蓄積する光電変換部４２、およびスイッチング素子である第１ＴＦＴ４３を備える。なお、光電変換部４２とは別に電荷を蓄積するキャパシタを設けてもよい。

[0051] 光電変換部４２は、電荷を発生する半導体層（例えばＰＩＮ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。光電変換部４２は、下部電極に第１ＴＦＴ４３が接続され、上部電極にはバイアス線が接続されている。バイアス線は画素４１の行数分（ｎ行分）設けられて１本の母線に接続されている。母線はバイアス電源に繋がれている。母線とその子線のバイアス線を通じて、バイアス電源から光電変換部４２の上部電極にバイアス電圧が印加される。バイアス電圧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（電子ー正孔対）は、一方がプラス、他方がマイナスの極性をもつ上部電極と下部電極に移動て、光電変換部

４２に電荷が蓄積される。

[0052] 第１ＴＦＴ４３は、ゲート電極が第１走査線４４に、ソース電極が信号線４５に、ドレイン電極が光電変換部４２にそれぞれ接続される。第１走査線４４と信号線４５は格子状に配線されており、第１走査線４４は１行分の画素４１に対して共通に１本ずつ、画素４１の行数分（ｎ行分）設けられている。また信号線４５は１列分の画素４１に対して共通に１本ずつ、画素４１の列数分（ｍ列分）設けられている。第１走査線４４は第１ゲートドライバ４６に接続され、信号線４５は信号処理回路４７に接続される。

[0053] 第１ゲートドライバ４６は、制御部４８の制御の下に第１ＴＦＴ４３を駆動することにより、Ｘ線の到達線量に応じた信号電荷を画素４１に蓄積する蓄積動作と、画素４１から蓄積された信号電荷を読み出す読み出し動作と、リセット動作とをセンサーパネル３０に行わせる。蓄積動作では第１ＴＦＴ４３がオフ状態にされ、その間に画素４１に信号電荷が蓄積される。読み出し動作では、第１ゲートドライバ４６から同じ行の第１ＴＦＴ４３を一斉に駆動するゲートパルスＧ１～Ｇｎを所定の間隔で順次発生して、第１走査線４４を１行ずつ順に活性化し、第１走査線４４に接続された第１ＴＦＴ４３を１行分ずつオン状態とする。画素４１の光電変換部４２に蓄積された電荷は、第１ＴＦＴ４３がオン状態になると信号線４５に読み出されて、信号処理回路４７に入力される。

[0054] 光電変換部４２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が印加されているために画素４１の光電変換部４２に蓄積される。画素４１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Ｘ線の照射前には所定時間間隔でリセット動作が行われる。リセット動作は、画素４１に発生する暗電荷を、信号線４５を通じて掃き出す動作である。

[0055] リセット動作は、例えば、１行ずつ画素４１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、第１ゲートドライバ４６から第１走査線４４に対してゲートパルスＧ１～Ｇ

ｎを所定の間隔で順次発生して、第１ＴＦＴ４３を１行ずつオン状態にする。

[0056] 順次リセット方式に代えて、配列画素の複数行を１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。

[0057] 信号処理回路４７は、積分アンプ４９、ＣＤＳ回路（ＣＤＳ）５０、マルチプレクサ（ＭＵＸ）５１、およびＡ／Ｄ変換器（Ａ／Ｄ）５２等を備える。積分アンプ４９は、各信号線４５に対して個別に接続される。積分アンプ４９は、オペアンプ４９ａとオペアンプ４９ａの入出力端子間に接続されたキャパシタ４９ｂとからなり、信号線４５はオペアンプ４９ａの一方の入力端子に接続される。オペアンプ４９ａのもう一方の入力端子はグランド（ＧＮＤ）に接続される。キャパシタ４９ｂにはリセットスイッチ４９ｃが並列に接続されている。積分アンプ４９は、信号線４５から入力される電荷を積算し、アナログ電圧信号Ｖ１～Ｖｍに変換して出力する。各列のオペアンプ４９ａの出力端子には、増幅器５３、ＣＤＳ５０を介してＭＵＸ５１が接続される。ＭＵＸ５１の出力側には、Ａ／Ｄ５２が接続される。

[0058] ＣＤＳ５０はサンプルホールド回路を有し、積分アンプ４９の出力電圧信号に対して相関二重サンプリングを施してノイズを除去するとともに、サンプルホールド回路で積分アンプ４９の出力電圧信号を所定期間保持（サンプルホールド）する。ＭＵＸ５１は、シフトレジスタ（図示せず）からの動作制御信号に基づき、パラレルに接続される各列のＣＤＳ５０から順に一つのＣＤＳ５０を電子スイッチで選択し、選択したＣＤＳ５０から出力される電圧信号Ｖ１～Ｖｍをシリアルに Ａ／Ｄ５２に入力する。なお、ＭＵＸ５１とＡ／Ｄ５２の間に増幅器を接続してもよい。

[0059] Ａ／Ｄ５２は、入力された１行分のアナログの電圧信号Ｖ１～Ｖｍをデジタル値に変換して、電子カセッテ１３に内蔵されるメモリ５４に出力する。

メモリ５４には、１行分のデジタル値が、それぞれの画素４１の座標に対応付けられて、１行分のＸ線画像を表す画像データとして記録される。こうして１行分の読み出しが完了する。

[0060] ＭＵＸ５１によって積分アンプ４９からの１行分の電圧信号Ｖ１～Ｖｍが読み出されると、制御部４８は、積分アンプ４９に対してリセットパルスＲＳＴを出力し、リセットスイッチ４９ｃをオンする。これにより、キャパシタ４９ｂに蓄積された１行分の信号電荷が放電されてリセットされる。積分アンプ４９をリセットした後、再度リセットスイッチ４９ｃをオフして所定時間経過後にＣＤＳ５０のサンプルホールド回路の一つをホールドし、積分アンプ４９のｋＴＣノイズ成分をサンプリングする。その後、第１ゲートドライバ４６から次の行のゲートパルスが出力され、次の行の画素４１の信号電荷の読み出しを開始させる。さらにゲートパルスが出力されて所定時間経過後に次の行の画素４１の信号電荷をＣＤＳ５０のもう一つのサンプルホールド回路でホールドする。これらの動作を順次繰り返して全行の画素４１の信号電荷を読み出す。

[0061] 全行の読み出しが完了すると、１枚分のＸ線画像を表す画像データがメモリ５４に記録される。この画像データはメモリ５４から読み出され、制御部４８で各種画像処理を施された後通信Ｉ／Ｆ５５を通じてコンソール１４に出力される。こうして被写体のＸ線画像が検出される。

[0062] なお、リセット動作では、第１ＴＦＴ４３がオン状態になっている間、画素４１から暗電荷が信号線４５を通じて積分アンプ４９のキャパシタ４９ｂに流れる。読み出し動作と異なり、ＭＵＸ５１によるキャパシタ４９ｂ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Ｇ１～Ｇｎの発生と同期して、制御部４８からリセットパルスＲＳＴが出力されてリセットスイッチ４９ｃがオンされ、キャパシタ４９ｂに蓄積された電荷が放電されて積分アンプ４９がリセットされる。

[0063] 制御部４８には、メモリ５４のＸ線画像データに対してオフセット補正、感度補正、および欠陥補正の各種画像処理を施す回路（図示せず）が設けら

れている。オフセット補正回路は、Ｘ線を照射せずにセンサーパネル３０から取得したオフセット補正画像をＸ線画像から画素単位で差し引くことで、信号処理回路４７の個体差や撮影環境に起因する固定パターンノイズを除去する。感度補正回路はゲイン補正回路とも呼ばれ、各画素４１の光電変換部４２の感度のばらつきや信号処理回路４７の出力特性のばらつき等を補正する。欠陥補正回路は、出荷時や定期点検時に生成される欠陥画素情報に基づき、欠陥画素の画素値を周囲の正常な画素の画素値で線形補間する。また、欠陥補正回路は、後述する、ＡＥＣに用いられる検出画素４１ｂの画素値も同様に補間する。なお、上記の各種画像処理回路をコンソール１４に設け、各種画像処理をコンソール１４で行ってもよい。

[0064] 画素４１には通常画素４１ａと検出画素４１ｂがある。通常画素４１ａはＸ線画像を生成するために用いられる。一方検出画素４１ｂは撮像領域４０へのＸ線の到達線量を検出する線量検出センサとして機能する。検出画素４１ｂは、Ｘ線の到達線量が所定値に達したときに、Ｘ線源１０によるＸ線の照射を停止させるＡＥＣのために用いられる。なお、図では検出画素４１ｂにハッチングを施し通常画素４１ａと区別している。

[0065] 検出画素４１ｂは、撮像領域４０内で局所的に偏ることなく撮像領域４０内に満遍なく散らばるよう配置される。全画素４１に対して検出画素４１ｂの占める割合は約０．０１％程度であることが好ましい。検出画素４１ｂは、例えば、同じ信号線４１が接続された画素４１の列に複数個（本例では３行おき）設けられ、検出画素４１ｂが設けられた列は、検出画素４１ｂが設けられない列を複数列挟んで設けられる。画素４１が１０２４行×１０２４列のマトリクス配置であった場合、例えば１２８列毎の８本の信号線４１に対して１６個ずつ均等に検出画素４１ｂを配置すれば、検出画素４１ｂの占める割合は約０．０１％となる。検出画素４１ｂの位置はセンサーパネル３０の製造時に既知であり、センサーパネル３０は全検出画素４１ｂ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。

[0066] なお、上記例は１例であり、検出画素４１ｂの配置、個数、割合は適宜変

更が可能である。例えば、配置に関しては、本実施形態とは逆に検出画素４１ｂを局所に集中して配置してもよい。例えば乳房を撮影対象とするマンモグラフィ装置では胸壁側に集中して検出画素４１ｂを配置するとよい。

[0067] 通常画素４１ａと検出画素４１ｂは光電変換部４２等の基本的な構成は全く同じであるが、検出画素４１ｂには第１ＴＦＴ４３に加えて第２ＴＦＴ５７が接続されている。第２ＴＦＴ５７は、第１ＴＦＴ４３を駆動するための第１走査線４４および第１ゲートドライバ４６とは別の第２走査線５８および第２ゲートドライバ５９により駆動される。検出画素４１ｂは第２ＴＦＴ５７が接続されているので、同じ行の通常画素４１ａが第１ＴＦＴ４３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電荷を読み出すことが可能である。

[0068] プレ撮影と本撮影は連続的に行われるため、プレ撮影において照射されたＸ線を、本撮影終了後に読み出されるＸ線画像に反映させるために、センサーパネル３０は、プレ撮影が開始されるときに、通常画素４１ａの蓄積動作を開始して、以後、本撮影が終了するまで蓄積動作を継続する。一方、プレ撮影においては、センサーパネル３０は、ＡＥＣのために検出画素４１ｂを用いた線量検出動作を実行する。検出画素４１ｂに第２ＴＦＴ５７が接続されていることで、センサーパネル３０は、プレ撮影において、通常画素４１ａが接続されている第１ＴＦＴ４３をオフ状態として通常画素４１ａの蓄積動作を実行しながら、それと並行して、第２ＴＦＴ５７をオンオフすることにより線量検出動作を実行することができる。

[0069] プレ撮影時に実行される線量検出動作において、第２ゲートドライバ５９は、制御部４８の制御の下、同じ行の第２ＴＦＴ５７を一斉に駆動するゲートパルスｇ１、ｇ４、ｇ７、・・・、ｇｋ（ｋ＝１＋３（ｎ－１））を所定の間隔で順次発生して、第２走査線５８を１行ずつ順に活性化し、第２走査線５８に接続された第２ＴＦＴ５７を１行分ずつ順次オン状態とする。オン状態となる時間は、ゲートパルスｇ１、ｇ４、ｇ７・・・のパルス幅で規定されており、第２ＴＦＴ５７はパルス幅で規定された時間が経過するとオフ

状態に復帰する。検出画素４１ｂの光電変換部４２で発生した電荷は、第１ＴＦＴ４３のオン／オフに関わらず、第２ＴＦＴ５７がオン状態の間、信号線４５を介して積分アンプ４９のキャパシタ４９ｂに流入する。積分アンプ４９に蓄積された検出画素４１ｂからの電荷はＡ／Ｄ５２に出力され、Ａ／Ｄ５２でデジタル電圧信号（以下、線量信号という）に変換される。線量信号はメモリ５４に出力される。メモリ５４には、撮像領域４０内の各検出画素４１ｂの座標情報と対応付けて線量信号が記録される。センサーパネル３０は、こうした線量検出動作を、所定のサンプリングレートで複数回繰り返す。

[0070] 図６において、ＡＥＣ部６０は、制御部４８により駆動制御される。ＡＥＣ部６０は、プレ撮影において、所定のサンプリングレートで複数回取得される線量信号をメモリ５４から読み出して、読み出した線量信号に基づいてＡＥＣを行う。

[0071] ＡＥＣ部６０は、複数回の線量検出動作によってメモリ５４から読み出される線量信号を、座標毎に順次加算することにより、撮像領域４０に到達するＸ線の累積線量を測定する。より具体的には、ＡＥＣ部６０は、撮像領域４０を予め所定の大きさの領域に等分割した分割領域毎に累積線量を求める。各分割領域の累積線量は、例えば、各分割領域内に存在する複数の検出画素４１ｂのそれぞれの線量信号の積算値を求め、各検出画素４１ｂの積算値の加算値を検出画素４１ｂの個数で除算した平均値が使用される。ＡＥＣ部６０は、各分割領域のうちの例えば累積線量が最も低い分割領域をＡＥＣの判定対象領域となる採光野領域に定める。

[0072] なお、採光野領域の決め方は一例であり、撮影部位に応じて採光野領域を決めてもよいし、ユーザ設定により任意の領域を採光野領域として指定できるようにしてもよい。また、各分割領域の累積線量は、平均値でなくてもよく、各分割領域内の各検出画素４１ｂの線量信号の積算値の中の最大値、最頻値、または合計値でもよい。

[0073] ＡＥＣ部６０は、採光野領域の累積線量と予め設定された照射停止閾値（

目標線量）とを比較して、累積線量が照射停止閾値に達したか否かを判定する。ＡＥＣ部６０は、採光野領域の累積線量が照射停止閾値を上回り、Ｘ線の累積線量が目標線量に達したと判定したときに制御部４８に照射停止信号を出力する。

[0074] 照射信号Ｉ／Ｆ６１には、線源制御装置１１の照射信号Ｉ／Ｆ２６が有線または無線接続される。照射信号Ｉ／Ｆ６１は、線源制御装置１１との間の同期制御の際に送受信される同期信号、具体的には、線源制御装置１１からの照射開始要求信号の受信と、照射開始要求信号に対する応答である照射許可信号の線源制御装置１１への送信を媒介する。この他、ＡＥＣ部６０が出力する照射停止信号を、制御部４８を介して受け取って線源制御装置１１に向けて送信する。

[0075] 通信Ｉ／Ｆ５５は、コンソール１４および線源制御装置１１のそれぞれと有線または無線接続され、コンソール１４および線源制御装置１１との間の情報の送受信を媒介する。通信Ｉ／Ｆ５５は、コンソール１４との間では、オペレータによって入力された撮影条件と、後述する判定条件とを受信してこれらの情報を制御部４８に入力する。線源制御装置１１との間では、通信Ｉ／Ｆ２２と通信して、制御部４８が決定した本撮影条件を線源制御装置１１に送信する。

[0076] コンソール１４のストレージデバイス１４ｃには、撮影条件毎に複数の判定条件が予め記録された判定条件テーブル６２が格納されている。判定条件には、照射停止閾値と必要線量が含まれる。照射停止閾値は、上述したとおり、プレ撮影時にＡＥＣ部６０が線量信号の積算値と比較してＸ線の照射停止を判定するための情報である。プレ撮影時に照射されるＸ線は少量であるため、照射停止閾値が低すぎると、線量信号に重畳されるノイズの影響を受けて誤判定の要因となる。そのため、照射停止閾値は、ノイズの影響を受けない程度の値が設定される。必要線量は、制御部４８が本撮影の撮影条件を決定する際に用いられる。必要線量は、本撮影で必要とされるＸ線の累積線量であり、本撮影で得られるＸ線画像が診断に供する良好な画質となる値に

設定される。

[0077] コンソール１４は、オペレータによって撮影条件が入力されたときに、その撮影条件に含まれる、撮影部位、管電圧および管電流に対応する判定条件を判定条件テーブル６２から読み出す。コンソール１４は、読み出した判定条件を撮影条件と一緒に電子カセッテ１３に送信する。電子カセッテ１３は、撮影条件と判定条件を通信Ｉ／Ｆ５５で受信して、制御部４８に入力する。制御部４８は、判定条件のうち、照射停止閾値をＡＥＣ部６０に提供する。

[0078] 制御部４８にはタイマー６３が設けられている。タイマー６３は、プレ撮影時に実行されるＡＥＣにおいて、線源制御装置１１に照射許可信号を送信してからＡＥＣ部６０が照射停止信号を出力するまでの時間、すなわち、採光野領域における累積線量が照射停止閾値に達するまでの照射時間を計時する。

[0079] 制御部４８は、タイマー６３で計時されたプレ撮影におけるＸ線の照射時間（照射停止閾値に達するまでの時間）と、コンソール１４から入力された必要線量および照射停止閾値から本撮影の撮影条件である照射時間を決定する。本撮影の照射時間は、プレ撮影と同じ管電流で本撮影において必要線量が得られるまでの時間であるから、プレ撮影において照射停止閾値までに達するまでに掛かった照射時間から比例計算により求められる。求める本撮影の照射時間をＴ２、必要線量をＤ２、プレ撮影の照射時間をＴ１、照射停止閾値（プレ撮影における累積線量）をＤ１とすると、照射時間Ｔ２は、次式（１）で求められる。

Ｔ２＝Ｔ１・Ｄ２／Ｄ１・・・（１）

[0080] ただし、上述したように、通常画素４１ａの蓄積動作は、プレ撮影から本撮影まで中断することなく継続されるので、通常画素４１ａには、プレ撮影において照射された線量に応じた信号電荷も蓄積されている。そのため、本撮影における必要線量は、プレ撮影において既に照射済みの線量を控除した値とすることができる。この場合には、本撮影の照射時間Ｔ２は、次式（２

）で求められる。

Ｔ２＝Ｔ１・（Ｄ２－Ｄ１）／Ｄ１・・・（２）

[0081] 制御部４８は、こうして求めた本撮影の照射時間Ｔ２を本撮影条件として、通信Ｉ／Ｆ５５を介して線源制御装置１１に送信する。なお、本撮影条件としては、照射時間Ｔ２を送信しているが、照射時間Ｔ２と管電流の積である管電流時間積を送信してもよい。

[0082] 次に、図７のタイミングチャートを参照して、Ｘ線撮影システム２においてプレ撮影と本撮影をセットとする１回のＸ線撮影を行う場合の手順を説明する。

[0083] Ｘ線撮影システム２においてＸ線撮影を行う場合は、まず、被写体を立位、臥位の各撮影台１５、１６のいずれかの所定の撮影位置にセットし、電子カセッテ１３の高さや水平位置を調節して、被写体の撮影部位と位置を合わせる。そして、電子カセッテ１３の位置および撮影部位の大きさに応じて、Ｘ線源１０の高さや水平位置、照射野の大きさを調整する。次いで線源制御装置１１とコンソール１４に撮影条件（撮影部位、管電流、管電圧）を設定する。コンソール１４で設定された撮影条件は電子カセッテ１３に提供される。また、図６で示したように、コンソール１４において撮影条件に応じた判定条件（照射停止閾値、必要線量）が読み出されて撮影条件とともに電子カセッテ１３に提供される。

[0084] 撮影準備が完了すると、オペレータによって照射スイッチ１２が半押し（ＳＷ１オン）される。Ｘ線発生装置２ａの線源制御装置１１は、照射スイッチ１２が半押しされると、ウォームアップ開始信号を高電圧発生器２０に発して、Ｘ線源１０にウォームアップを開始させる。また、Ｘ線源１０のウォームアップが完了すると、線源制御装置１１は、照射開始要求信号（要求）を電子カセッテ１３に送信する。

[0085] Ｘ線撮影前の待機モードでは、電子カセッテ１３のセンサーパネル３０はリセット動作を繰り返し行っており、照射開始要求信号を待ち受けている。センサーパネル３０は、線源制御装置１１から照射開始要求信号を受信する

と、状態チェックを行った後に線源制御装置１１に照射許可信号（許可）を送信する。同時にセンサーパネル３０はリセット動作を終えて蓄積動作と線量検出動作を開始し、待機モードから撮影モードに切り替わる。また、タイマー６３によるプレ撮影のＸ線の照射時間Ｔ１の計測が開始される。

[0086] 線源制御装置１１は、センサーパネル３０から照射許可信号を受信すると、高電圧発生器２０に対して第１照射開始信号を発して、Ｘ線源１０にプレ撮影のＸ線照射を開始させる。Ｘ線源１０から照射されたＸ線は被写体を透過してセンサーパネル３０に入射する。

[0087] 線量検出動作において、センサーパネル３０は、検出画素４１ｂで発生した電荷の読み出しが所定のサンプリングレートで繰り返し行われる。ＡＥＣ部６０は、所定のサンプリングレートで読み出される検出画素４１ｂからの線量信号に基づいて、分割領域毎の累積線量を計算して、最小値の累積線量を示す分割領域を採光野領域に決定する。そして、ＡＥＣ部６０は、採光野領域の累積線量と照射停止閾値とを比較して、累積線量が照射停止閾値に到達したか否かを判定する。

[0088] ＡＥＣ部６０は、採光野領域の累積線量が照射停止閾値に到達すると照射停止信号を出力する。これと同時に、タイマー６３は、プレ撮影のＸ線の照射時間Ｔ１の計時を停止する。照射停止信号は線源制御装置１１に送信される。線源制御装置１１は照射停止信号を受けてＸ線源１０によるＸ線の照射を停止する。線源制御装置１１は、Ｘ線源１０によるＸ線照射を停止した後も、Ｘ線源１０を初期状態に復帰させることなく、ウォームアップを完了した状態を継続させる。

[0089] センサーパネル３０は、ＡＥＣ部６０が照射停止信号を出力した後も蓄積動作を続行する。制御部４８は、照射停止信号が送信された後、本撮影条件決定処理を実行する。本撮影条件決定処理では、制御部４８は、タイマー６３で計時した照射時間Ｔ１と、判定条件として設定された照射停止閾値および必要線量とに基づいて本撮影のＸ線の照射時間Ｔ２を決定する。決定された照射時間Ｔ２の情報は、線源制御装置１１に送信される。線源制御装置１

１では、受信した照射時間Ｔ２がタイマー２５に設定される。

[0090] オペレータは、照射スイッチ１２を半押しした後、ウォームアップおよびプレ撮影に要する時間を見計らって、照射スイッチ１２を全押しする。照射スイッチ１２が全押しされると、線源制御装置１１は、本撮影の照射を開始する前に、電子カセッテ１３に対して照射開始要求信号（開始）を送信して同期制御を行う。電子カセッテ１３において、センサーパネル３０はプレ撮影から蓄積動作を継続しているので、電子カセッテ１３は、照射開始要求信号を受信すると、直ちに線源制御装置１１に対して照射許可信号（許可）を送信する。

[0091] 線源制御装置１１は、照射許可信号を受信すると、高電圧発生器２０に対して第２照射開始信号を発して、Ｘ線源１０に本撮影のＸ線照射を開始させる。Ｘ線源１０はプレ撮影後もウォームアップが完了した状態が継続されているため、本撮影前にウォームアップを行うことなく本撮影のＸ線照射を直ちに開始することができる。線源制御装置１１は、タイマー２５で照射時間を計時して、計時した照射時間が照射時間Ｔ２に達した時点でＸ線の照射を停止させる。

[0092] センサーパネル３０ではプレ撮影から引き続いて通常画素４１ａの蓄積動作が行われている。制御部４８のタイマー６３においても、２回目に照射許可信号を送信してからの経過時間を計時する。そして、経過時間が照射時間Ｔ２となった時点で、センサーパネル３０の動作が蓄積動作から読み出し動作に移行される。これにより１枚分のＸ線画像を表す画像データがメモリ５４に出力される。読み出し動作後、センサーパネル３０はリセット動作を行う待機モードに戻る。

[0093] 制御部４８の各種画像処理回路により、読み出し動作でメモリ５４に出力されたＸ線画像に対して各種画像処理が行われる。画像処理済みのＸ線画像はコンソール１４に送信され、ディスプレイ１４ｂに表示されて診断に供される。これにてプレ撮影と本撮影をセットする１回のＸ線撮影が終了する。

[0094] 以上説明したとおり、Ｘ線撮影システム２では、プレ撮影の照射前にＸ線

源１０のウォームアップを行い、プレ撮影の照射後もＸ線源１０を初期状態に戻すことなくウォームアップを完了した状態に維持する。これにより、本撮影の照射前のウォームアップを省くことができ、従来のようにプレ撮影と本撮影の照射前に都合２回ウォームアップを行う場合と比べて１回のＸ線撮影に掛かる時間を短縮することができる。これにより診断効率が向上し、多くの患者を限られた時間内で捌く必要がある集団検診において特に効果を発揮する。

[0095] 本撮影の撮影条件を決定するために必要な累積線量が照射されるまでプレ撮影を行い、タイマー６３で計時したプレ撮影の照射時間Ｔ１、および判定条件として設定された照射停止閾値と必要線量に基づいて本撮影の撮影条件である照射時間Ｔ２を決定するので、被写体の体型や体内組織の密度等の個体差によらず常に適正な撮影条件で本撮影を行うことができる。オペレータが被写体の個体差に応じて撮影条件を調整する場合と比較して、正確でかつ簡単に適正な撮影を行うことができる。

[0096] また、ＡＥＣはＸ線の照射量が少ないプレ撮影時のみ行う。これは本撮影でＡＥＣを行う場合と比べて次のようなメリットがある。ＡＥＣを行う場合には、電子カセッテ１３から線源制御装置１１に対して照射停止信号を送信することになるが、通信遅延などが生じた場合には、照射停止信号に遅延が生じて適正なタイミングでＸ線照射を停止できない場合がある。照射停止信号が遅延すると、必要以上のＸ線が照射されることになるため、被写体の被曝量が多くなる。Ｘ線の照射量が少ないプレ撮影でＡＥＣを行えば、照射停止信号の遅延が生じた場合でも、本撮影で行う場合と比べれば無用な被曝量の増加を抑えることができる。

[0097] 上記例においては、プレ撮影と本撮影で、同じ管電流を設定しているが、例えば、プレ撮影では本撮影よりも管電流を小さくしてもよい。こうすれば、プレ撮影において照射停止信号の遅延が生じた場合でも、単位時間当たりのＸ線の照射量を決める管電流が小さい分、無用な被曝量の増加をさらに抑えることができる。ただしこの場合、本撮影条件決定処理においては、プレ

撮影と本撮影の管電流の違いを考慮して、本撮影の照射時間を計算することになる。

[0098] プレ撮影で読み出し動作を行わずプレ撮影開始から本撮影終了までは通常画素４１ａの蓄積動作を続行するため、プレ撮影で照射したＸ線が無駄にならずに済む。その分、被写体への被曝量を低減することができる。また、このようにプレ撮影の照射を診断に供するＸ線画像に反映させた場合、プレ撮影と本撮影の照射の間の被写体の体動の影響でＸ線画像の画質が劣化するおそれがあるが、本発明ではウォームアップを行わずに直ちに本撮影の照射に移り、間を空けずにプレ撮影と本撮影の照射を行うので、Ｘ線画像への体動の影響を低減することができる。

[0099] なお、プレ撮影のＸ線照射の停止時にリセット動作を行ってプレ撮影で蓄積された電荷を棄て、本撮影のＸ線照射の開始時に改めて蓄積動作を再開してもよい。この場合は、本撮影条件決定処理では式（１）を用い、必要線量（Ｄ２）から照射停止閾値に相当するプレ撮影における累積線量（Ｄ１）を減算せずに、本撮影の照射時間Ｔ２を求める。

[0100] また、上記例では、線源制御装置１１と電子カセッテ１３のプレ撮影時の同期制御に関して、図７に示すように、Ｘ線源１０のウォームアップが完了したときに線源制御装置１１から電子カセッテ１３に照射開始要求信号（要求）を送信しているが、照射スイッチ１２が半押しされたときに照射開始要求信号を送信してもよいし、ウォームアップの途中で送信してもよい。しかし、電子カセッテ１３では照射開始要求信号の応答である照射許可信号を送信してから照射時間Ｔ１の計時を開始するので、照射許可信号の送信タイミングとプレ撮影の照射開始タイミングに間隔が空くと、照射時間Ｔ１の正確性が損なわれる。そのため、上記例で示したようにウォームアップが完了したときに照射開始要求信号を送信することが好ましい。

[0101] また、上記例では、プレ撮影中の線量検出動作において検出画素４１ｂから読み出される線量信号をＡＥＣのみに利用しているが、線量信号に基づく画像情報をプレビュー画像として電子カセッテ１３からコンソール１４に送

信し、これをディスプレイ１４ｂにプレビュー表示してもよい。上記例においては、検出画素４１ｂは、撮像領域４０内の全領域に満遍なく分散配置されており、各検出画素４１ｂからの線量信号は、メモリ５４内において各検出画素４１ｂの座標と対応付けて記録される。そのため、メモリ５４に記録された画像情報は、解像度が低く診断には供せないものの、被写体の位置や撮影部位の確認には利用することができる。したがって、線量信号に基づく画像情報をプレビュー表示すれば、プレ撮影時に被写体が動いたりして被写体の位置や撮影部位が適正でないことをオペレータが確認することができる。

[0102] このように、プレ撮影時の線量信号に基づく画像情報をプレビュー画像に利用して本撮影の前にプレビュー表示を行えば、プレ撮影時に明らかに撮影失敗と分かった場合に本撮影を止めることができる。プレビュー表示の時点で本撮影を止める場合には照射スイッチ１２の半押しを解除すればよい。照射スイッチ１２の半押しが解除されると、制御部２１から初期化信号が発せられてＸ線源１０が初期状態に戻される。また、オペレータは、コンソール１４を操作して、電子カセッテ１３をセンサーパネル３０がリセット動作を繰り返す待機モード）に戻す。そして、被写体のポジショニングを修正した後に、再度最初から撮影をやり直す。

[0103] なお、プレビュー画像を確認できなかったとしても、オペレータは通常撮影室のガラス越しに被写体の体動があるか否かを撮影中に監視しているため、目視で体動に気付いたときに照射スイッチ１２の半押しを解除することで本撮影を止めることができる。

[0104] 上記実施形態では、照射スイッチ１２の半押しが解除されたときにＸ線源１０をウォームアップ開始前の初期状態に戻しているが、これに代えて、照射スイッチ１２が半押しされてからの経過時間を計り、経過時間が予め設定された閾値を過ぎても次の操作がされなかった場合は本撮影を中止したと判断してＸ線源１０を初期状態に戻してもよい。また、電子カセッテ１３では、所定回のサンプリングで線量信号がほぼ０であった場合に本撮影を中止し

たと判断してセンサーパネル３０を蓄積動作からリセット動作に移行させてもよい。

[0105] ［第２実施形態］

上記第１実施形態では、照射スイッチ１２の半押し（ＳＷ１オン）でウォームアップとプレ撮影の照射を行い、全押し（ＳＷ２オン）で本撮影の照射を行っているが、本発明はこれに限定されず、図８に示す態様としてもよい。図８に示す第２実施形態では、照射スイッチ１２の半押しでウォームアップを行い、続く全押しでプレ撮影の照射を行う。プレ撮影の照射後、１点鎖線の丸で囲むように照射スイッチ１２を半押しの状態に戻し（ＳＷ１はオンのままＳＷ２をオフし）、再び全押しすることで本撮影の照射を行う。

[0106] この場合、線源制御装置１１は、照射スイッチ１２が半押しされたときに、Ｘ線源１０に対してウォームアップ開始信号を発してウォームアップを開始させる点は、上記第１実施形態と同じである。第１実施形態では、照射スイッチ１２が半押しされていれば、ウォームアップ完了後、プレ撮影のＸ線照射が開始されたが、第２実施形態では、ウォームアップ完了後、照射スイッチ１２が全押しされたときに、線源制御装置１１が第１照射開始信号を発して、Ｘ線源１０がプレ撮影のＸ線照射を開始する。プレ撮影のＸ線照射の前には、線源制御装置１１と電子カセッテ１３との間で、照射開始要求信号と照射許可信号の送受信により同期制御が行われる。そして、照射スイッチ１２は、オペレータによって全押し状態からいったん半押し状態に戻される。その後、再び全押しされると、線源制御装置１１は、電子カセッテ１３との間で同期制御を行い、Ｘ線源１０に第２照射開始信号を発してＸ線源１０に本撮影の照射を開始させる。プレ撮影のＸ線照射中における電子カセッテ１３の動作は、照射時間Ｔ１の計測や照射時間Ｔ２の決定など、上記第１実施形態と同様である。

[0107] ［第３実施形態］

照射スイッチは２段階押しに限らず、３段階押しの照射スイッチを用いてもよい。３段階押しの照射スイッチの場合は、図９に示す第３実施形態のよ

うに、１段押し（ＳＷ１オン）でウォームアップを行い、続く中押し（ＳＷ２オン）でプレ撮影の照射を行って、全押し（ＳＷ３オン）で本撮影の照射を行えばよい。線源制御装置１１は、照射スイッチが１段押しされると、Ｘ線源１０に対してウォームアップ開始信号を発してウォームアップを開始させ、中押しされると第１照射開始信号を発してＸ線源１０にプレ撮影の照射を開始させ、全押しされると、第２照射開始信号を発してＸ線源１０に本撮影の照射を開始させる。なお、従来の照射スイッチは２段階押しが主流であるため、操作感が慣れている分、本実施形態の３段階押しよりも第１、第２実施形態の２段階押しの照射スイッチを用いるほうがより好ましい。

[0108] また、単純に照射スイッチ１２の半押しでウォームアップを行い、全押しでプレ撮影と本撮影の照射を自動的に連続して行ってもよい。ただし、このように本撮影前に照射スイッチ１２への操作を入れずにプレ撮影と本撮影の照射を自動的に行うと、プレ撮影時に被写体が動いたりして明らかに撮影失敗と分かり本撮影を止めたい場合に対処することができないため、上記第１～第３実施形態のようにワンアクション入れてから本撮影の照射を開始するほうがよい。本撮影の照射開始前にワンアクションを入れることで、オペレータが自らの操作でプレ撮影と本撮影の境目を認識することができ、プレ撮影の結果をみて本撮影を中止し、被写体のポジショニングや撮影条件を修正することもできる。

[0109] なお、電子カセッテ１３から直接本撮影条件である照射時間Ｔ２の情報を線源制御装置１１に送信するのではなく、電子カセッテ１３からコンソール１４に照射時間Ｔ２の情報を送信し、さらにコンソール１４から線源制御装置１１に照射時間Ｔ２の情報を送信してもよい。

[0110] 上記実施形態では、第１ＴＦＴ４３とは別に駆動される第２ＴＦＴ５７を設けた検出画素４１ｂを例示しているが、第１ＴＦＴ４３のソース電極とドレイン電極が短絡された画素、あるいは第１ＴＦＴ４３がなく光電変換部４２が直接信号線４５に接続された画素を検出画素としてもよい。

[0111] また、各画素にバイアス電圧を供給するバイアス線に画素で発生する電荷

に基づく電流が流れることを利用して、ある特定の画素に繋がるバイアス線の電流値をモニタリングして線量を検出してもよい。この場合は電流値をモニタリングする画素が検出画素となる。同様に画素から流れ出るリーク電流をモニタリングして線量を検出してもよく、この場合もリーク電流をモニタリングする画素が検出画素となる。さらに、画素とは別に構成が異なり出力が独立した線量検出センサを撮像領域に設けてもよい。これらＡＥＣを行うための線量検出センサの形態はその他どのようなものであってもよい。

[0112] さらに、上記実施形態では、プレ撮影において、採光野領域の累積線量と予め設定された照射停止閾値（目標線量）とをＡＥＣ部６０で比較して、累積線量が照射停止閾値に達したか否かを判定してＸ線の照射を停止する例を記載したが、プレ撮影の照射時間は固定であってもよい。この場合は検出画素４１ｂはあってもよいが、プレ撮影の画像情報を通常画素４１ａから読み出し、その値に基づいて本撮影の条件を決めるようにすれば、検出画素４１ｂがなくてもＡＥＣを行うことができる。プレ撮影の照射時間は、本撮影の照射時間よりも十分に小さい値が設定値として予め設定される。

[0113] 上記実施形態では、プレ撮影におけるＸ線の累積線量が照射停止閾値に達したら照射停止信号を出力しているが、線量信号の積算値に基づきＸ線の累積線量が照射停止閾値に達すると予測される時間を算出し、算出した予測時間に達したときに照射停止信号を線源制御装置に送信する、あるいは予測時間の情報そのものを線源制御装置に送信してもよい。また、積算値を計算するのは上記実施形態の線量信号の平均値に限らず、各分割領域の検出画素４１ｂの線量信号の最大値、最頻値、または合計値でもよい。

[0114] 上記実施形態では、コンソール１４と電子カセッテ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、電子カセッテ１３にコンソール１４の機能を搭載してもよい。また、電子カセッテ１３の機能の一部、例えば、本撮影条件を決定する処理部をコンソール１４にもたせてもよい。また、電子カセッテ１３とコンソール１４に加えて、コンソール１４が有する電子カセッテ１３を制御する機能の一部を実行する撮影制

御装置を設けてもよい。

[0115] 上記実施形態では、ＴＦＴ型のセンサーパネルを例示しているが、ＣＭＯＳ型のセンサーパネルを用いてもよい。また、可搬型のＸ線画像検出装置である電子カセッテに限らず、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。さらに、本発明は、Ｘ線に限らず、γ線等の他の放射線を撮影対象とした場合にも適用することができる。

請求の範囲

[請求項1] 被写体に向けて放射線を照射する放射線発生装置と、被写体を透過した放射線を受けて放射線画像を撮影する放射線撮影装置とを備え、放射線画像を撮影するための本撮影と、前記本撮影に先立って前記本撮影の撮影条件を決定するためのプレ撮影とにより１回の撮影を行う放射線撮影システムにおいて、

前記放射線発生装置は、

前記プレ撮影用の第１照射と、前記本撮影用の第２照射を実行する放射線源と、

少なくとも２段階の押圧操作が可能で、前記押圧操作により駆動指示を入力するための照射スイッチと、

前記照射スイッチの１段階目の押圧操作による駆動指示の入力を受けて、前記放射線源に対して、前記第１照射の前にウォームアップを開始させ、ウォームアップの完了後、前記１段階目の押圧操作が解除されない間は前記ウォームアップが完了した状態を維持し、前記１段階目の押圧操作が解除されることなく前記照射スイッチの２段階目以降の押圧操作による駆動指示が入力された場合には、ウォームアップを行わずに前記第２照射を開始させる線源制御装置とを備える放射線撮影システム。

[請求項2] 前記ウォームアップの完了後、前記第２照射が開始されるまでの間に、前記第１照射が行われる請求の範囲第１項に記載の放射線撮影システム。

[請求項3] 前記照射スイッチは１段階目の押圧操作である半押しと、２段階目の押圧操作である全押しが可能な２段階押しスイッチである請求の範囲第１項に記載の放射線撮影システム。

[請求項4] 前記線源制御装置は、前記半押しによる駆動指示の入力を受けて前記ウォームアップを開始させ、さらに前記ウォームアップに引き続き前記第１照射を開始させ、前記全押しによる駆動指示の入力を受けて

前記第２照射を開始させる請求の範囲第３項に記載の放射線撮影システム。

［請求項5］ 前記線源制御装置は、前記半押しによる駆動指示の入力を受けて前記ウォームアップを開始させ、さらに、１回目の前記全押しによる駆動指示の入力を受けて前記第１照射を開始させ、その後、前記半押しに戻してからの２回目の全押しによる駆動指示の入力を受けて前記第２照射を開始させる請求の範囲第３項の放射線撮影システム。

［請求項6］ 前記照射スイッチは１段階目の押圧操作である１段押し、２段階目の押圧操作である中押し、３段階目の押圧操作である全押しが可能な３段階押しスイッチであり、

前記線源制御装置は、１段押しによる駆動指示の入力を受けて前記ウォームアップを開始させ、中押しによる駆動指示の入力を受けて前記第１照射を開始させ、全押しによる駆動指示の入力を受けて前記第２照射を開始させる請求の範囲第１項の放射線撮影システム。

［請求項7］ 前記線源制御装置は、前記第１照射および前記第２照射のそれぞれを行う前に、前記放射線撮影装置に対して照射開始の許可を求める照射開始要求信号を送信し、

前記照射開始要求信号に対する応答として、前記放射線撮影装置から照射許可信号を受信した場合に前記第１照射および前記第２照射のそれぞれを開始させる請求の範囲第１項に記載の放射線撮影システム。

［請求項8］ 前記線源制御装置は、前記照射スイッチによる前記１段階目の押圧操作による駆動指示の入力を受けた後、前記１段階目の押圧操作が解除された場合には、前記放射線源を前記ウォームアップ開始前の初期状態に戻す請求の範囲第１項に記載の放射線撮影システム。

［請求項9］ 前記線源制御装置は、前記照射スイッチによる前記１段階目の押圧操作による駆動指示の入力を受けた後、前記１段階目の押圧操作が解除されず、かつ、２段階目以降の押圧操作による駆動指示の入力が無

い状態が所定時間継続した場合には、前記放射線源を前記ウォームアップ開始前の状態に戻す請求の範囲第１項に記載の放射線撮影システム。

[請求項10] 前記放射線撮影装置は、

被写体を透過した放射線の線量に応じた電荷を蓄積する画素が行列状に配置された撮像領域を有するセンサーパネルをもち、前記放射線画像を検出する放射線画像検出装置と、

前記プレ撮影において、前記第１照射による前記放射線の線量を検出する線量検出センサと、

前記プレ撮影において、前記線量検出センサで検出した線量の積算値が、予め設定された目標線量に達するまでの前記第１照射の照射時間を計時するタイマーと、

前記タイマーが計時した前記照射時間と、前記本撮影における前記第２照射に必要な線量とに基づいて、前記本撮影の撮影条件を決定する本撮影条件決定部と、

決定した前記本撮影の撮影条件を前記放射線発生装置に対して送信する通信部とを備える請求の範囲第１項に記載の放射線撮影システム。

[請求項11] 前記本撮影条件決定部は、前記本撮影における前記第２照射に必要な線量から、前記プレ撮影における前記第１照射の線量を控除した線量に基づいて、前記本撮影の撮影条件を決定する請求の範囲第１０項に記載の放射線撮影システム。

[請求項12] 前記放射線画像検出装置は、前記プレ撮影において、前記積算値が前記目標線量に達したときに前記放射線発生装置に対して前記第１照射を停止させるための照射停止信号を出力するＡＥＣ部を備える請求の範囲第１０項に記載の放射線撮影システム。

[請求項13] 前記放射線画像検出装置は、前記プレ撮影中において、前記第１照射の線量に応じた電荷を前記画像に蓄積させる蓄積動作を実行し、蓄

積した前記電荷を掃き出さずに前記本撮影へ移行する請求の範囲第１０項に記載の放射線撮影システム。

[請求項14] 前記放射線画像検出装置は、前記センサーパネル、前記線量検出センサおよび前記本撮影条件決定部が可搬型の筐体に収納された電子カセッテである請求の範囲第１０項に記載の放射線撮影システム。

[請求項15] 前記線量検出センサは、前記撮像領域に配置されている請求の範囲第１０項に記載の放射線撮影システム。

[請求項16] 前記放射線画像検出装置は、前記プレ撮影において、前記線量検出センサで検出した線量の積算値に基づく画像情報をプレビュー画像として出力する請求の範囲第１５項の放射線撮影システム。

[請求項17] 被写体に放射線を照射して被写体の放射線画像を撮影するための本撮影と、前記本撮影に先立って前記本撮影の撮影条件を決定するためのプレ撮影とにより１回の撮影を行う放射線撮影システムに用いられる放射線発生装置において、

前記プレ撮影用の第１照射と、前記本撮影用の第２照射を実行する放射線源と、

少なくとも２段階の押圧操作が可能で、前記押圧操作により駆動指示を入力するための照射スイッチと、

前記照射スイッチの１段階目の押圧操作による駆動指示の入力を受けて、前記放射線源に対して、前記第１照射の前にウォームアップを開始させ、ウォームアップの完了後、前記１段階目の押圧操作が解除されない間は前記ウォームアップが完了した状態を維持し、前記１段階目の押圧操作が解除されることなく前記照射スイッチの２段階目以降の押圧操作による駆動指示が入力された場合には、ウォームアップを行わずに前記第２照射を開始させる線源制御装置とを備える放射線発生装置。

[請求項18] 被写体に放射線を照射して被写体の放射線画像を撮影するための本撮影と、前記本撮影に先立って前記本撮影の撮影条件を決定するため

のプレ撮影とにより１回の撮影を行う放射線撮影システムに用いられる放射線発生装置の作動方法において、

前記プレ撮影用の第１照射と、前記本撮影用の第２照射を放射線源に実行させ、

少なくとも２段階の押圧操作が可能で、前記押圧操作により駆動指示を入力するための照射スイッチから、１段階目の押圧操作による駆動指示の入力を受けて、前記放射線源に対して、前記第１照射の前にウォームアップを開始させ、

前記ウォームアップの完了後、前記１段階目の押圧操作が解除されない間は前記ウォームアップが完了した状態を維持し、

前記１段階目の押圧操作が解除されることなく前記照射スイッチの２段階目以降の押圧操作による駆動指示が入力された場合には、ウォームアップを行わずに前記第２照射を開始させる放射線発生装置の作動方法。

補正された請求の範囲
[2013年10月30日(30.10.2013)国際事務局受理]

[請求項 1] （補正後）被写体に向けて放射線を照射する放射線発生装置と、被写体を透過した放射線を受けて放射線画像を撮影する放射線撮影装置とを備え、放射線画像を撮影するための本撮影と、前記本撮影に先立って前記本撮影の撮影条件を決定するためのプレ撮影とにより１回の撮影を行う放射線撮影システムにおいて、

前記放射線発生装置は、

前記プレ撮影用の第１照射と、前記本撮影用の第２照射を実行する放射線源と、

少なくとも２段階の押圧操作が可能で、前記押圧操作により駆動指示を入力するための照射スイッチと、

前記照射スイッチの１段階目の押圧操作による駆動指示の入力を受けて、前記放射線源に対して、前記第１照射の前にウォームアップを開始させ、ウォームアップの完了後、前記１段階目の押圧操作が解除されない間は前記ウォームアップが完了した状態を維持し、前記１段階目の押圧操作が解除されることなく前記照射スイッチの２段階目以降の押圧操作による駆動指示が入力された場合には、ウォームアップを行わずに前記第２照射を開始させる線源制御装置とを備えており、

さらに、前記ウォームアップの完了後、前記第２照射が開始されるまでの間に、前記第１照射が行われる放射線撮影システム。

[請求項2] （削除）

[請求項3] 前記照射スイッチは１段階目の押圧操作である半押しと、２段階目の押圧操作である全押しが可能な２段階押しスイッチである請求の範囲第１項に記載の放射線撮影システム。

[請求項4] 前記線源制御装置は、前記半押しによる駆動指示の入力を受けて前

記ウォームアップを開始させ、さらに前記ウォームアップに引き続き前記第１照射を開始させ、前記全押しによる駆動指示の入力を受けて前記第２照射を開始させる請求の範囲第３項に記載の放射線撮影システム。

[請求項5] 前記線源制御装置は、前記半押しによる駆動指示の入力を受けて前記ウォームアップを開始させ、さらに、１回目の前記全押しによる駆動指示の入力を受けて前記第１照射を開始させ、その後、前記半押しに戻してからの２回目の全押しによる駆動指示の入力を受けて前記第２照射を開始させる請求の範囲第３項の放射線撮影システム。

[請求項6] 前記照射スイッチは１段階目の押圧操作である１段押し、２段階目の押圧操作である中押し、３段階目の押圧操作である全押しが可能な３段階押しスイッチであり、

前記線源制御装置は、１段押しによる駆動指示の入力を受けて前記ウォームアップを開始させ、中押しによる駆動指示の入力を受けて前記第１照射を開始させ、全押しによる駆動指示の入力を受けて前記第２照射を開始させる請求の範囲第１項の放射線撮影システム。

[請求項7] 前記線源制御装置は、前記第１照射および前記第２照射のそれぞれを行う前に、前記放射線撮影装置に対して照射開始の許可を求める照射開始要求信号を送信し、

前記照射開始要求信号に対する応答として、前記放射線撮影装置から照射許可信号を受信した場合に前記第１照射および前記第２照射のそれぞれを開始させる請求の範囲第１項に記載の放射線撮影システム。

[請求項8] 前記線源制御装置は、前記照射スイッチによる前記１段階目の押圧操作による駆動指示の入力を受けた後、前記１段階目の押圧操作が解除された場合には、前記放射線源を前記ウォームアップ開始前の初期

状態に戻す請求の範囲第１項に記載の放射線撮影システム。

[請求項9] 前記線源制御装置は、前記照射スイッチによる前記１段階目の押圧操作による駆動指示の入力を受けた後、前記１段階目の押圧操作が解除されず、かつ、２段階目以降の押圧操作による駆動指示の入力が無い状態が所定時間継続した場合には、前記放射線源を前記ウォームアップ開始前の状態に戻す請求の範囲第１項に記載の放射線撮影システム。

[請求項10] 前記放射線撮影装置は、

被写体を透過した放射線の線量に応じた電荷を蓄積する画素が行列状に配置された撮像領域を有するセンサーパネルをもち、前記放射線画像を検出する放射線画像検出装置と、

前記プレ撮影において、前記第１照射による前記放射線の線量を検出する線量検出センサと、

前記プレ撮影において、前記線量検出センサで検出した線量の積算値が、予め設定された目標線量に達するまでの前記第１照射の照射時間を計時するタイマーと、

前記タイマーが計時した前記照射時間と、前記本撮影における前記第２照射に必要な線量とに基づいて、前記本撮影の撮影条件を決定する本撮影条件決定部と、

決定した前記本撮影の撮影条件を前記放射線発生装置に対して送信する通信部とを備える請求の範囲第１項に記載の放射線撮影システム。

[請求項11] 前記本撮影条件決定部は、前記本撮影における前記第２照射に必要な線量から、前記プレ撮影における前記第１照射の線量を控除した線量に基づいて、前記本撮影の撮影条件を決定する請求の範囲第１０項に記載の放射線撮影システム。

[請求項12] 前記放射線画像検出装置は、前記プレ撮影において、前記積算値が前記目標線量に達したときに前記放射線発生装置に対して前記第１照射を停止させるための照射停止信号を出力するＡＥＣ部を備える請求の範囲第１０項に記載の放射線撮影システム。

[請求項13] 前記放射線画像検出装置は、前記プレ撮影中において、前記第１照射の線量に応じた電荷を前記画像に蓄積させる蓄積動作を実行し、蓄積した前記電荷を掃き出さずに前記本撮影へ移行する請求の範囲第１０項に記載の放射線撮影システム。

[請求項14] 前記放射線画像検出装置は、前記センサーパネル、前記線量検出センサおよび前記本撮影条件決定部が可搬型の筐体に収納された電子カセッテである請求の範囲第１０項に記載の放射線撮影システム。

[請求項15] 前記線量検出センサは、前記撮像領域に配置されている請求の範囲第１０項に記載の放射線撮影システム。

[請求項16] 前記放射線画像検出装置は、前記プレ撮影において、前記線量検出センサで検出した線量の積算値に基づく画像情報をプレビュー画像として出力する請求の範囲第１５項の放射線撮影システム。

[請求項17] （補正後）被写体に放射線を照射して被写体の放射線画像を撮影するための本撮影と、前記本撮影に先立って前記本撮影の撮影条件を決定するためのプレ撮影とにより１回の撮影を行う放射線撮影システムに用いられる放射線発生装置において、

前記プレ撮影用の第１照射と、前記本撮影用の第２照射を実行する放射線源と、

少なくとも２段階の押圧操作が可能で、前記押圧操作により駆動指示を入力するための照射スイッチと、

前記照射スイッチの１段階目の押圧操作による駆動指示の入力を受

けて、前記放射線源に対して、前記第１照射の前にウォームアップを開始させ、ウォームアップの完了後、前記１段階目の押圧操作が解除されない間は前記ウォームアップが完了した状態を維持し、前記１段階目の押圧操作が解除されることなく前記照射スイッチの２段階目以降の押圧操作による駆動指示が入力された場合には、ウォームアップを行わずに前記第２照射を開始させる線源制御装置とを備えており、

さらに、前記ウォームアップの完了後、前記第２照射が開始されるまでの間に、前記第１照射が行われる放射線発生装置。

[請求項18] （補正後）被写体に放射線を照射して被写体の放射線画像を撮影するための本撮影と、前記本撮影に先立って前記本撮影の撮影条件を決定するためのプレ撮影とにより１回の撮影を行う放射線撮影システムに用いられる放射線発生装置の作動方法において、

前記プレ撮影用の第１照射と、前記本撮影用の第２照射を放射線源に実行させ、

少なくとも２段階の押圧操作が可能で、前記押圧操作により駆動指示を入力するための照射スイッチから、１段階目の押圧操作による駆動指示の入力を受けて、前記放射線源に対して、前記第１照射の前にウォームアップを開始させ、

前記ウォームアップの完了後、前記１段階目の押圧操作が解除されない間は前記ウォームアップが完了した状態を維持し、

前記１段階目の押圧操作が解除されることなく前記照射スイッチの２段階目以降の押圧操作による駆動指示が入力された場合には、ウォームアップを行わずに前記第２照射を開始させ、

さらに、前記ウォームアップの完了後、前記第２照射が開始されるまでの間に、前記第１照射が行われる放射線発生装置の作動方法。

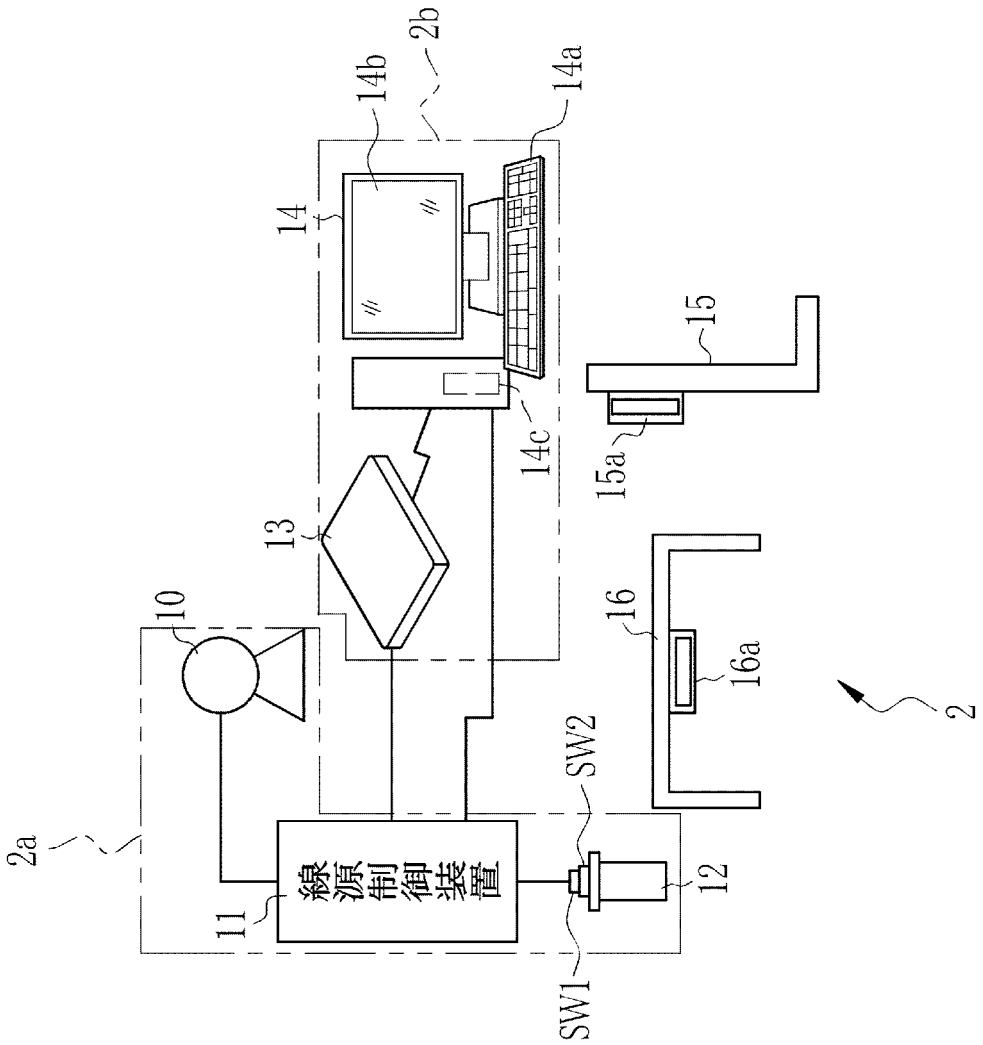
条約第１９条（１）に基づく説明書

請求の範囲第１項、第１７項及び第１８項は、請求の範囲第２項の内容を加えることによって、照射スイッチの１段階目の押圧操作によりウォームアップを開始し、第１照射は、ウォームアップ完了後、第２照射が開始される前までに行われ、１段階目の押圧操作が解除されることなく照射スイッチの２段階目以降の押圧操作が行われた場合に、ウォームアップを行わずに第２照射が開始されることを明確にした。

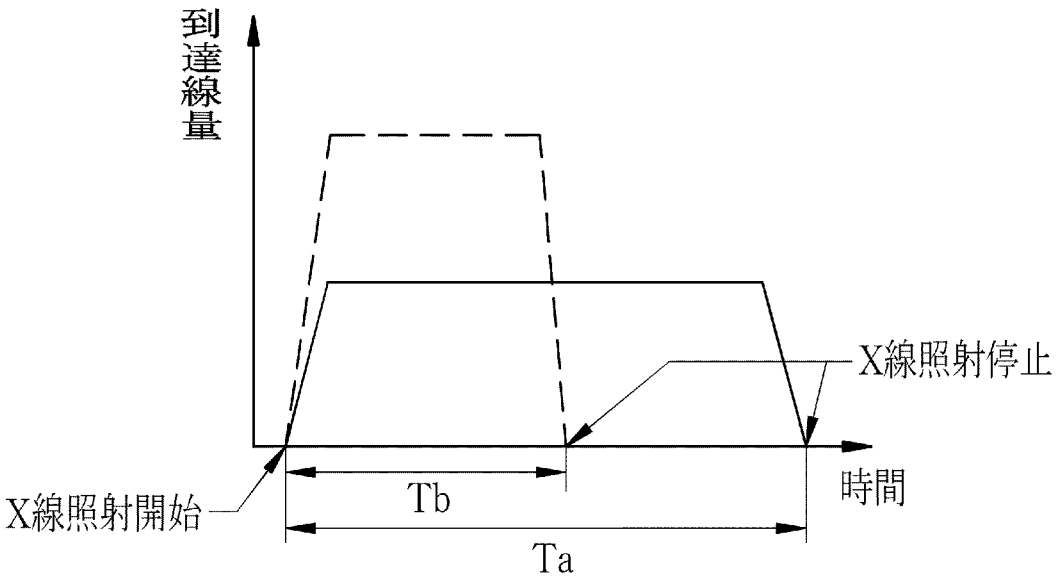
引用文献１（JP 2011-036393 A）、引用文献２（JP 08-130098 A）、引用文献３（JP 2010-005089 A）、引用文献４（JP 2011-115368 A）、のいずれにも、上記構成は記載されていない。

以上

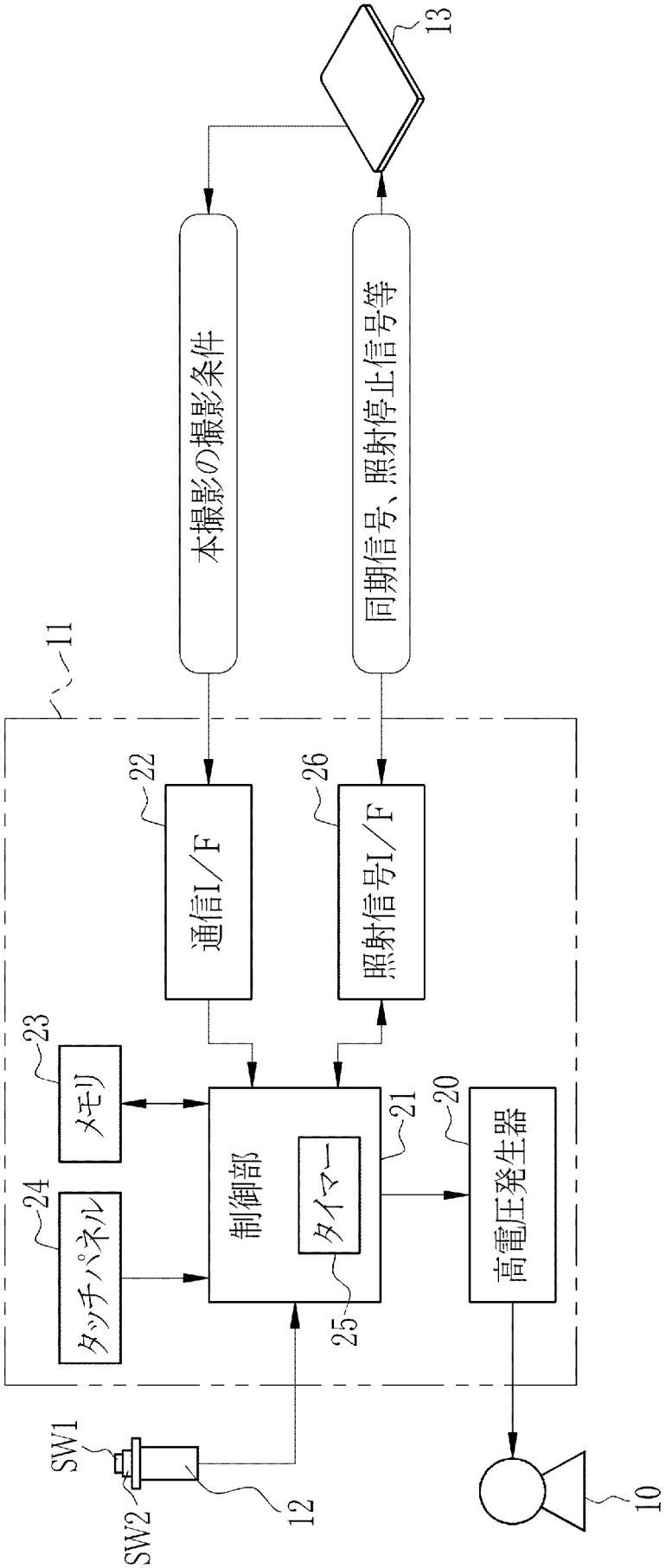
[図1]



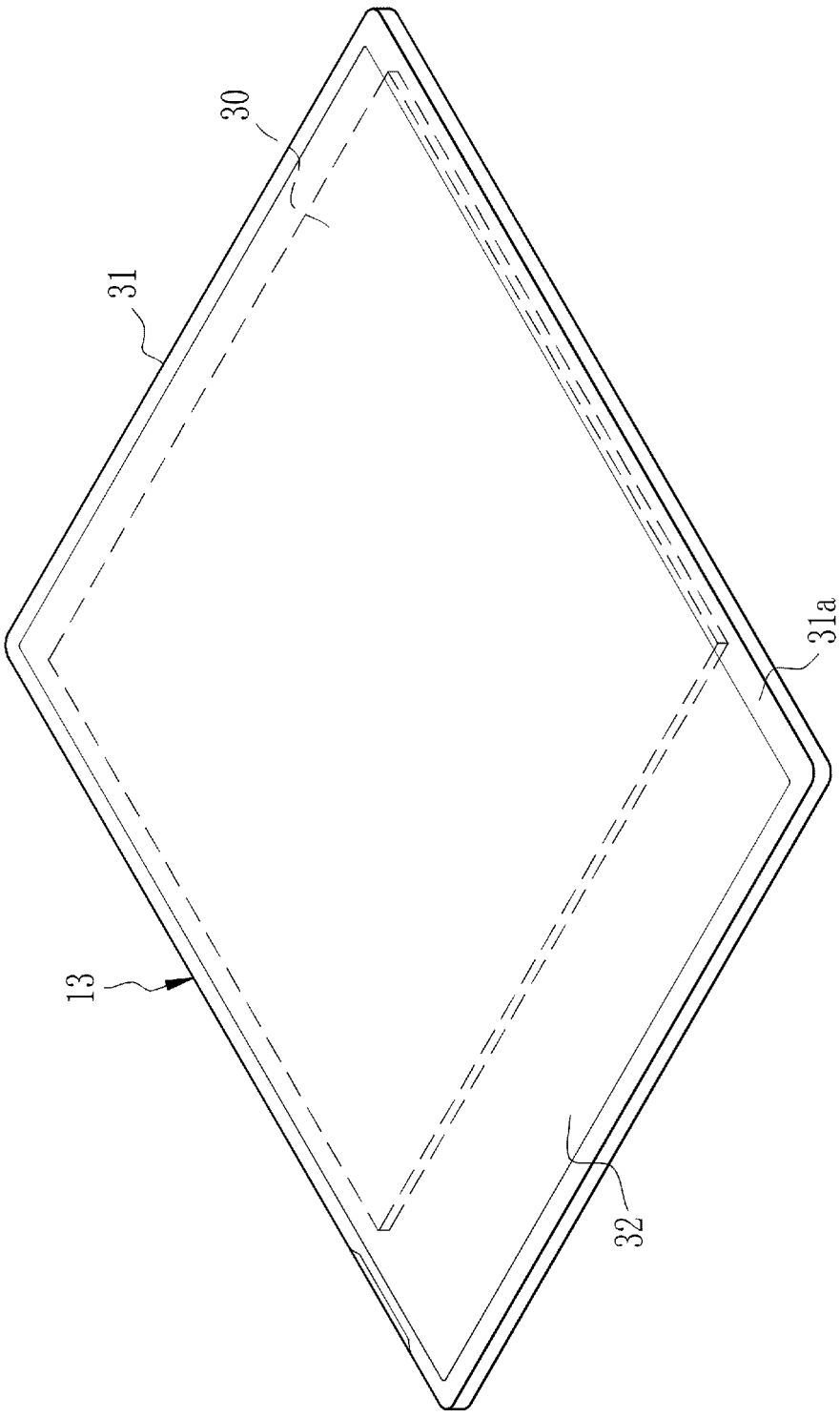
[図2]



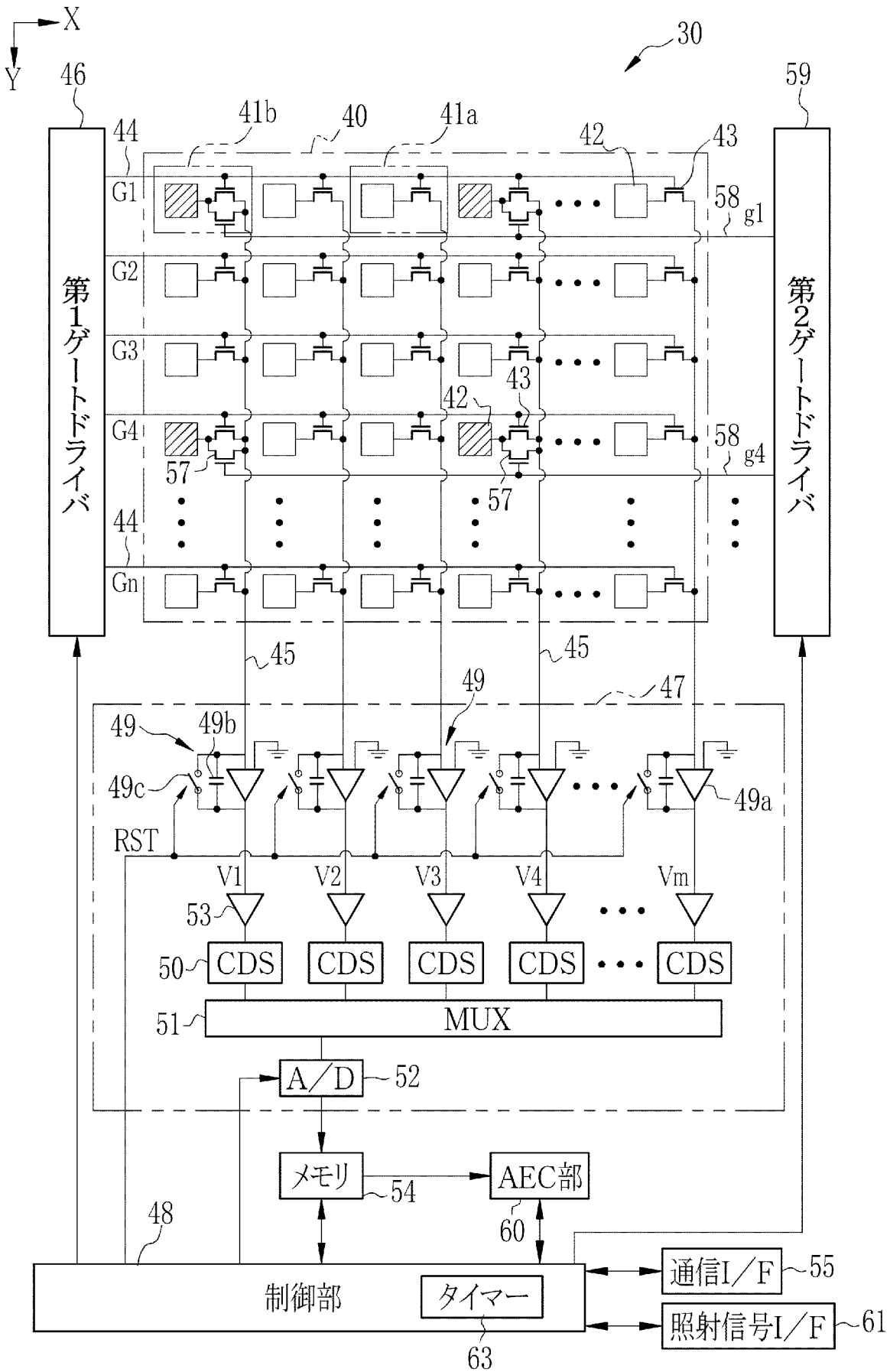
[図3]


13
本撮影の撮影条件
同期信号、照射停止信号等
11
22
通信I／F
26
照射信号I／F
23
メモリ
24
タッチパネル
制御部
タイマー
21
20
高電圧発生器
25
SW1
SW2
12
10

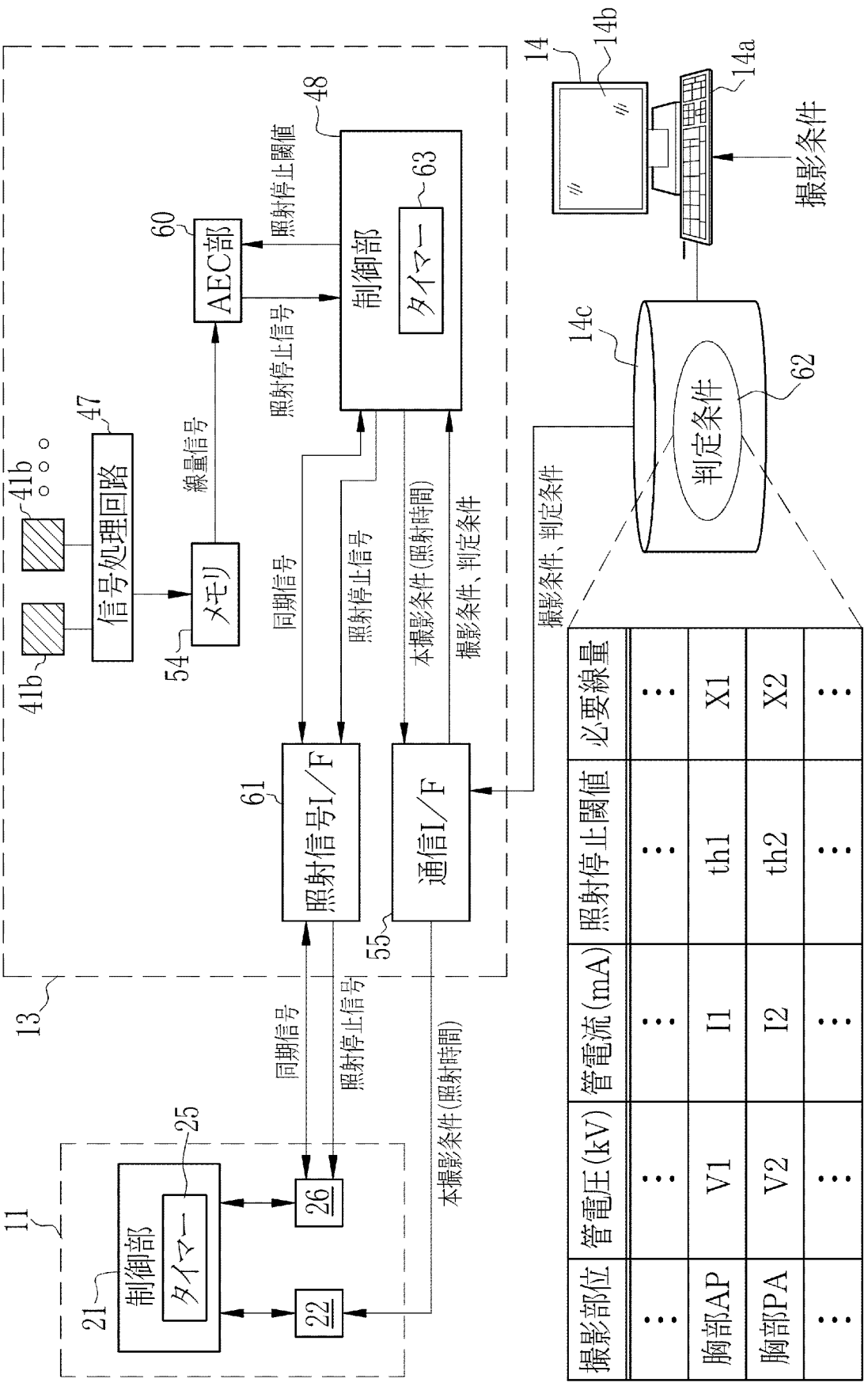
[図4]



[図5]

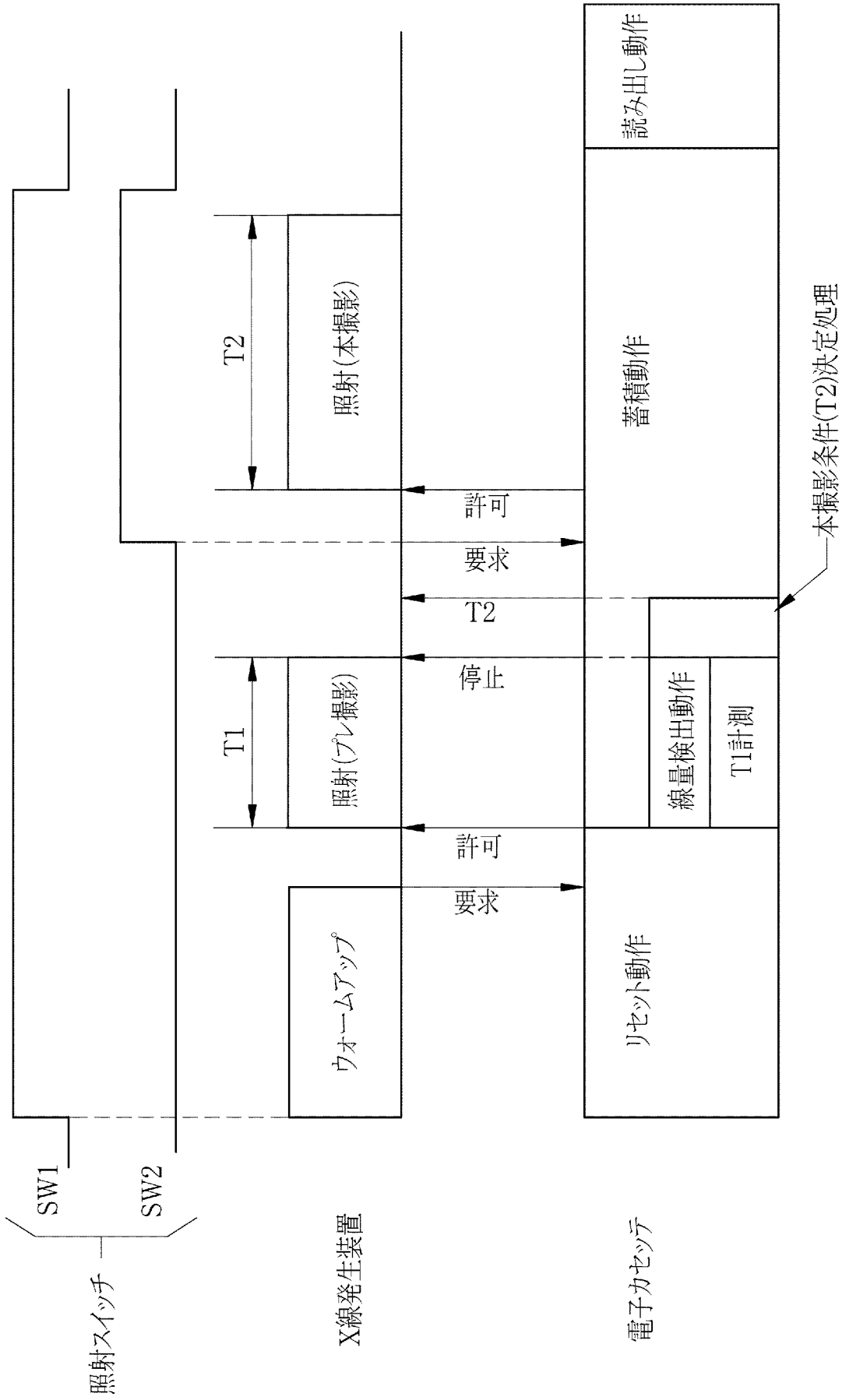

X
Y
30
46
59
44
41b
40
41a
42
43
G1
58 g1
G2
G3
G4
58 g4
57
Gn
第1ゲートドライバ
第2ゲートドライバ
45
47
49
49b
49c
49a
RST
V1
V2
V3
V4
Vm
53
50
CDS
51
MUX
A／D
52
メモリ
54
AEC部
60
48
制御部
タイマー
63
通信I／F
55
照射信号I／F
61

[図6]

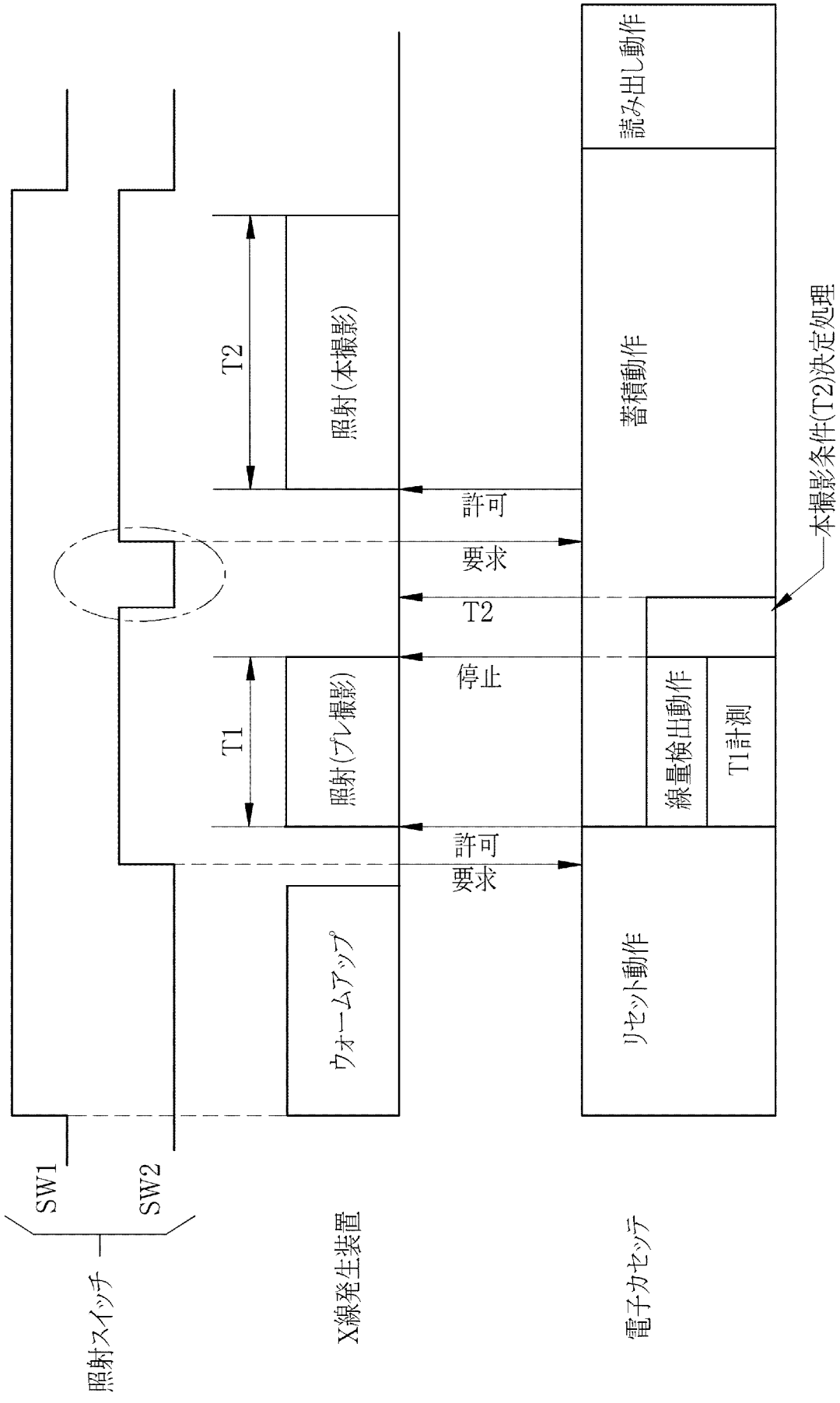


撮影部位	管電圧(kV)	管電流(mA)	照射停止閾値	必要線量
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
胸部AP	V1	I1	th1	X1
胸部PA	V2	I2	th2	X2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

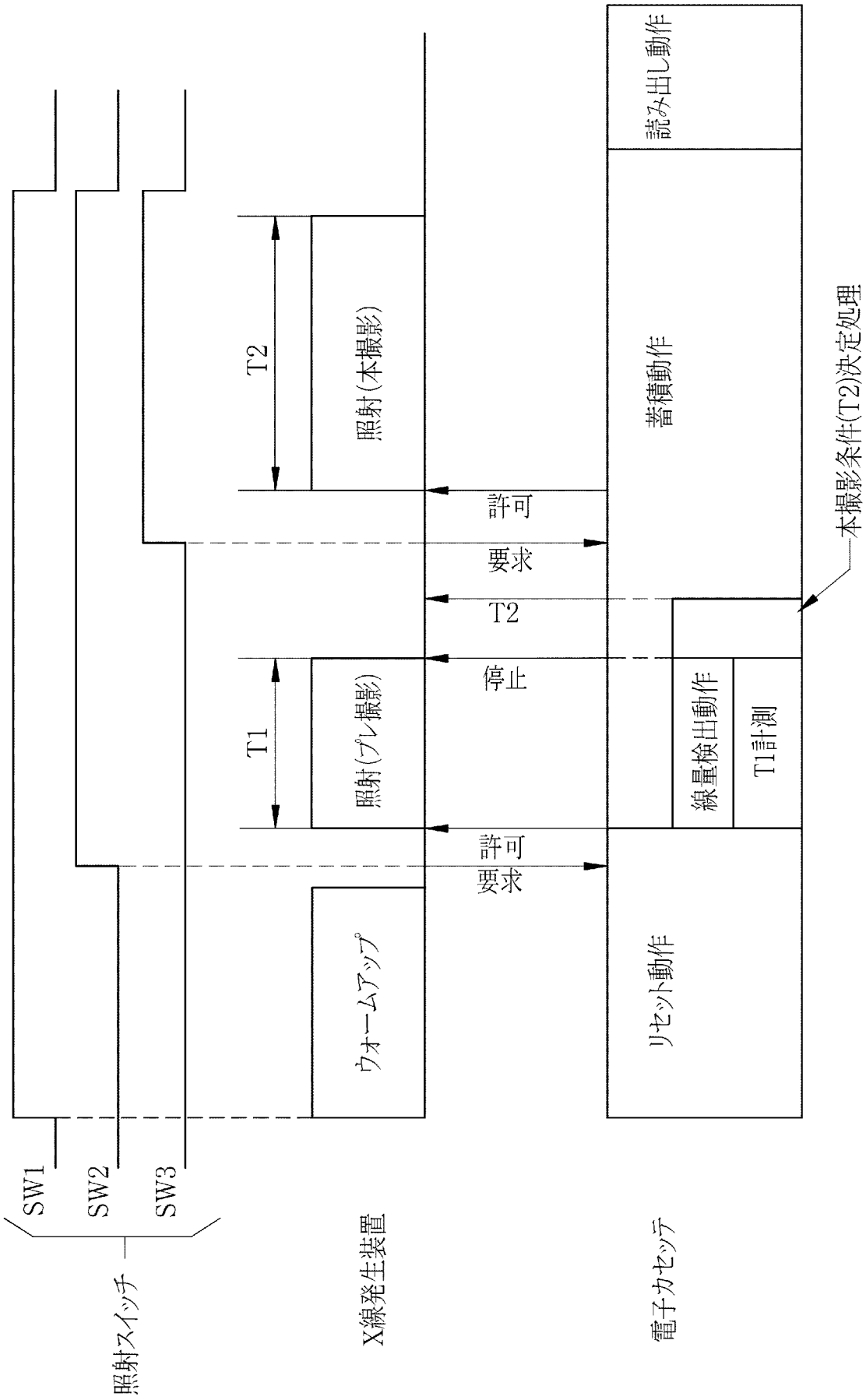
[図7]


照射スイッチ
SW1
SW2
X線発生装置
ウォームアップ
照射(プレ撮影)
T1
照射(本撮影)
T2
許可
要求
T2
停止
許可
要求
電子カセッテ
リセット動作
線量検出動作
T1計測
蓄積動作
読み出し動作
本撮影条件(T2)決定処理

[図8]


照射スイッチ
SW1
SW2
X線発生装置
電子カセッテ
ウォームアップ
照射(プレ撮影)
T1
照射(本撮影)
T2
許可
要求
T2
停止
許可
要求
リセット動作
蓄積動作
線量検出動作
T1計測
読み出し動作
本撮影条件(T2)決定処理

[図9]


照射スイッチ
SW1
SW2
SW3
X線発生装置
ウォームアップ
照射(プレ撮影)
T1
照射(本撮影)
T2
許可要求
停止
T2
許可要求
電子カセッテ
リセット動作
線量検出動作
T1計測
蓄積動作
読み出し動作
本撮影条件(T2)決定処理

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/073113

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
A61B6/00(2006.01)i, *G01T7/00*(2006.01)i, *G03B42/04*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
A61B6/00, G01T7/00, G03B42/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2011-036393 A (Konica Minolta Medical & Graphic, Inc.), 24 February 2011 (24.02.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-8,10-18 9
Y A	JP 08-130098 A (Shimadzu Corp.), 21 May 1996 (21.05.1996), entire text; all drawings (Family: none)	1-8,10-18 9
Y	JP 2010-005089 A (Fujifilm Corp.), 14 January 2010 (14.01.2010), paragraphs [0032] to [0034] (Family: none)	6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
11 September, 2013 (11.09.13)	24 September, 2013 (24.09.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/073113

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2011-115368 A (Konica Minolta Medical & Graphic, Inc.), 16 June 2011 (16.06.2011), entire text; all drawings (Family: none)	10-16

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／０７３１１３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　A61B6/00(2006.01)i, G01T7/00(2006.01)i, G03B42/04(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　A61B6/00, G01T7/00, G03B42/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１３年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y A	JP 2011-036393 A（コニカミノルタエムジー株式会社）2011.02.24, 全文、全図（ファミリーなし）	1-8,10-18 9
Y A	JP 08-130098 A（株式会社島津製作所）1996.05.21, 全文、全図（ファミリーなし）	1-8,10-18 9
Y	JP 2010-005089 A（富士フイルム株式会社）2010.01.14, 【００３２】－【００３４】（ファミリーなし）	6

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
１１．０９．２０１３	２４．０９．２０１３

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｑ　４４０４
九鬼　一慶
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２９２

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2011-115368 A（コニカミノルタエムジー株式会社）2011.06.16, 全文、全図（ファミリーなし）	10-16