

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6161346号
(P6161346)

(45) 発行日 平成29年7月12日(2017.7.12)

(24) 登録日 平成29年6月23日(2017.6.23)

(51) Int. Cl.		F I	
HO4N	5/357	(2011.01)	HO4N 5/357
HO4N	5/32	(2006.01)	HO4N 5/32
HO4N	5/374	(2011.01)	HO4N 5/374
GO1T	7/00	(2006.01)	GO1T 7/00 C

請求項の数 18 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2013-56877 (P2013-56877)	(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25年3月19日(2013.3.19)	(74) 代理人	100090273 弁理士 園分 孝悦
(65) 公開番号	特開2014-183475 (P2014-183475A)	(72) 発明者	笠 拓哉 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
(43) 公開日	平成26年9月29日(2014.9.29)	(72) 発明者	亀島 登志男 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
審査請求日	平成28年3月18日(2016.3.18)	(72) 発明者	八木 朋之 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

放射線を光に変換する変換部と、
前記変換部によって変換された光を電気信号に変換する複数の画素と、
前記複数の画素から読み出された信号に基づく画像を基に、前記変換部を透過して前記画素に到達した放射線によって生じるノイズが発生した画素を抽出する抽出部と、
前記抽出部により抽出された画素から読み出された信号に対して、前記ノイズを除去するための補正を行う補正部とを有し、
前記抽出部は、前記変換部に放射線が照射される放射線照射期間のうちの第1の期間に前記変換部に照射された放射線に応じて前記複数の画素から読み出された信号に基づく第1の画像と前記放射線照射期間のうちの前記第1の期間の後の第2の期間に前記変換部に照射された放射線に応じて前記複数の画素から読み出された信号に基づく第2の画像とを
除算し、さらに、前記放射線照射期間のうちの前記第1の期間の後かつ前記第2の期間の前の第3の期間に前記変換部に照射された放射線に応じて前記複数の画素から読み出された信号に基づく第3の画像と前記第2の画像とを
除算し、前記第1の画像及び前記第2の画像の除算結果と前記第3の画像と前記第2の画像の除算結果を用いた論理演算を行うことにより、前記ノイズが発生した画素を抽出することを特徴とする撮像システム。

【請求項2】

さらに、前記複数の画素に蓄積される電気信号をリセットするリセット部を有し、
前記リセット部は、前記第1の期間に照射された放射線に応じた信号が前記複数の画素

から読み出された後かつ前記第 2 の期間に照射された放射線に応じた信号が前記複数の画素から読み出される前に、前記複数の画素をリセットしないことを特徴とする請求項 1 記載の撮像システム。

【請求項 3】

前記補正部は、前記第 2 の画像を基に補正することを特徴とする請求項 2 記載の撮像システム。

【請求項 4】

さらに、前記複数の画素に蓄積される電気信号をリセットするリセット部を有し、
前記リセット部は、前記第 1 の期間に照射された放射線に応じた信号が前記複数の画素から読み出された後かつ前記第 2 の期間に照射された放射線に応じた信号が前記複数の画素から読み出される前に、前記複数の画素をリセットすることを特徴とする請求項 1 記載の撮像システム。

10

【請求項 5】

前記補正部は、前記第 1 の画像及び前記第 2 の画像を基に補正することを特徴とする請求項 4 記載の撮像システム。

【請求項 6】

前記抽出部は、前記第 1 の画像及び前記第 2 の画像を加算することにより第 4 の画像を取得し、前記第 1 の画像及び前記第 4 の画像の除算結果並びに前記第 2 の画像及び前記第 4 の画像の除算結果を用いて論理演算を行うことにより、前記ノイズが発生した画素を抽出することを特徴とする請求項 4 又は 5 記載の撮像システム。

20

【請求項 7】

前記放射線照射期間に画像を取得する回数は、撮像条件、放射線の照射条件、及びノイズ消費電力を基に決定されることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の撮像システム。

【請求項 8】

放射線を光に変換する変換部と、
前記変換部によって変換された光を電気信号に変換する複数の画素と、
前記複数の画素から読み出された信号に基づく画像を基に、前記変換部を透過して前記画素に到達した放射線によって生じるノイズが発生した画素を抽出する抽出部と、

前記抽出部により抽出された画素から読み出された信号に対して、前記ノイズを除去するための補正を行う補正部と、

30

前記複数の画素に蓄積される電気信号をリセットするリセット部とを有し、
前記抽出部は、前記変換部に放射線が照射される放射線照射期間のうちの第 1 の期間に前記変換部に照射された放射線に応じて前記複数の画素から読み出された信号に基づく第 1 の画像と前記放射線照射期間のうちの前記第 1 の期間の後の第 2 の期間に前記変換部に照射された放射線に応じて前記複数の画素から読み出された信号に基づく第 2 の画像とを除算し、

前記リセット部は、前記第 1 の期間に照射された放射線に応じた信号が前記複数の画素から読み出された後かつ前記第 2 の期間に照射された放射線に応じた信号が前記複数の画素から読み出される前に、前記複数の画素をリセットしないことを特徴とする撮像システム。

40

【請求項 9】

前記補正部は、前記第 2 の画像を基に補正することを特徴とする請求項 8 記載の撮像システム。

【請求項 10】

前記放射線照射期間に画像を取得する回数は、撮像条件、放射線の照射条件、及びノイズ消費電力を基に決定されることを特徴とする請求項 8 又は 9 記載の撮像システム。

【請求項 11】

放射線を光に変換する変換部と、
前記変換部によって変換された光を電気信号に変換する複数の画素と、

50

前記複数の画素から読み出された信号に基づく画像を基に、前記変換部を透過して前記画素に到達した放射線によって生じるノイズが発生した画素を抽出する抽出部と、

前記抽出部により抽出された画素から読み出された信号に対して、前記ノイズを除去するための補正を行う補正部とを有し、

前記抽出部は、前記変換部に放射線が照射される放射線照射期間のうちの第1の期間に前記変換部に照射された放射線に応じて前記複数の画素から読み出された信号に基づく第1の画像と前記放射線照射期間のうちの前記第1の期間の後の第2の期間に前記変換部に照射された放射線に応じて前記複数の画素から読み出された信号に基づく第2の画像とを除算し、

前記放射線照射期間に画像を取得する回数は、撮像条件、放射線の照射条件、及び/又は消費電力を基に決定されることを特徴とする撮像システム。

10

【請求項12】

前記抽出部は、さらに、前記放射線照射期間のうちの前記第1の期間の後かつ前記第2の期間の前の第3の期間に前記変換部に照射された放射線に応じて前記複数の画素から読み出された信号に基づく第3の画像と前記第2の画像とを除算し、前記第1の画像及び前記第2の画像の除算結果と前記第3の画像と前記第2の画像の除算結果を用いた論理演算を行うことにより、前記ノイズが発生した画素を抽出することを特徴とする請求項11記載の撮像システム。

【請求項13】

さらに、前記複数の画素に蓄積される電気信号をリセットするリセット部を有し、
前記リセット部は、前記第1の期間に照射された放射線に応じた信号が前記複数の画素から読み出された後かつ前記第2の期間に照射された放射線に応じた信号が前記複数の画素から読み出される前に、前記複数の画素をリセットしないことを特徴とする請求項11又は12記載の撮像システム。

20

【請求項14】

前記補正部は、前記第2の画像を基に補正することを特徴とする請求項13記載の撮像システム。

【請求項15】

さらに、前記複数の画素に蓄積される電気信号をリセットするリセット部を有し、
前記リセット部は、前記第1の期間に照射された放射線に応じた信号が前記複数の画素から読み出された後かつ前記第2の期間に照射された放射線に応じた信号が前記複数の画素から読み出される前に、前記複数の画素をリセットすることを特徴とする請求項11又は12記載の撮像システム。

30

【請求項16】

前記補正部は、前記第1の画像及び前記第2の画像を基に補正することを特徴とする請求項15記載の撮像システム。

【請求項17】

前記抽出部は、前記第1の画像及び前記第2の画像を加算することにより第4の画像を取得し、前記第1の画像及び前記第4の画像の除算結果並びに前記第2の画像及び前記第4の画像の除算結果を用いて論理演算を行うことにより、前記ノイズが発生した画素を抽出することを特徴とする請求項15又は16記載の撮像システム。

40

【請求項18】

さらに、放射線を照射する放射線発生装置を有することを特徴とする請求項1～17のいずれか1項に記載の撮像システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、医療診断における一般撮像などの静止画撮像や透視撮像などの動画撮像に好適に用いられる撮像システムに関する。

【背景技術】

50

【0002】

近年、放射線による医療画像診断や非破壊検査に用いる撮像装置として、半導体材料によって形成された平面検出器 (Flat Panel Detector、以下検出器と略す) を用いた放射線撮像装置が実用化され始めている。このような放射線撮像装置は、例えば医療画像診断においては、一般撮像のような静止画撮像や、透視撮像のような動画撮像のデジタル撮像装置として用いられている。検出器としては、放射線を光電変換素子が感知可能な波長帯域の光に変換する蛍光体と、変換された可視光を検出するセンサとしての固体撮像素子を組み合わせた間接変換型の検出器が知られている。撮像装置としては、例えば、乳房撮影用、胸部撮影用には最大43cm角のアモルファスシリコン (a-Si) を用いた大面積の静止画撮像装置が実用化されている。

10

【0003】

ここで、放射線撮像装置に求められる技術的課題としては、高感度、高速読取り技術、大型化、低コスト化等が挙げられる。しかし、アモルファスシリコンは、半導体の特性が十分でなく、特に高感度、高速読取りの部分で求められている要求の実現が困難になっている。そこで、アモルファスシリコンを用いた撮像素子の欠点を補うために大面積のCMOS型撮像素子をタイル貼りした構成が近年実用化されている。

【0004】

しかしながら、従来のCMOS型撮像素子等の増幅型撮像素子には、固体撮像素子に蛍光体を透過して放射線が照射されてしまう場合があり、その場合、可視光による画像信号に、直接入射した放射線によるノイズ信号が重畳してしまうという不都合がある。この固体撮像素子に直接入射した放射線によるノイズ信号をプリンカーノイズと呼ぶ。

20

【0005】

特許文献1には、放射線発生器と、放射線発生器から被写体に照射され被写体を透過した放射線を電気信号に変換する放射線センサとを有する放射線撮像装置が開示されている。放射線の照射時間内に放射線センサの画素ごとの信号値を2回読み出す。プリンカーノイズ成分は放射線の照射時間内に第1の読み出しによって読み出された画素ごとの第1の信号と、第1の読み出しの後に第2の読み出しによって読み出された放射線照射時間内の画素ごとの第2の信号との差分を算出する。これによって、被写体成分を除去することでプリンカーノイズ成分を抽出し、第1の信号と第2の信号とを加算し、加算した値からノイズ成分の絶対値を減算することでノイズ成分を除去する。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特許第3894534号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献1では、放射線照射時間内に2回読み出した第1の信号と第2の信号の差分を算出することで、画像の被写体を除去し、プリンカーノイズの成分を抽出しようとしている。しかし、特許文献1の方法では、放射線照射時間内に2回読み出した第1の信号と第2の信号に全く同じ量の放射線が当たっていなければ第1の信号と第2の信号の差分を算出したときに、被写体成分が完全に除去できず、プリンカーノイズ成分を抽出できない。実際には、放射線発生器から放射される放射線は常に一定の量が出ているわけではなく、常に無作為に変動しているため、第1の信号に当たる放射線の量と、第2の信号に当たる放射線の量を全く同じに制御等することは事実上不可能である。

40

【0008】

本発明の目的は、特殊な機構が不要であり、簡単な処理で、プリンカーノイズを抽出して除去することができる撮像システムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

50

本発明の撮像システムは、放射線を光に変換する変換部と、前記変換部によって変換された光を電気信号に変換する複数の画素と、前記複数の画素から読み出された信号に基づく画像を基に、前記変換部を透過して前記画素に到達した放射線によって生じるノイズが発生した画素を抽出する抽出部と、前記抽出部により抽出された画素から読み出された信号に対して、前記ノイズを除去するための補正を行う補正部とを有し、前記抽出部は、前記変換部に放射線が照射される放射線照射期間のうちの第1の期間に前記変換部に照射された放射線に応じて前記複数の画素から読み出された信号に基づく第1の画像と前記放射線照射期間のうちの前記第1の期間の後の第2の期間に前記変換部に照射された放射線に応じて前記複数の画素から読み出された信号に基づく第2の画像とを除算し、さらに、前記放射線照射期間のうちの前記第1の期間の後かつ前記第2の期間の前の第3の期間に前記変換部に照射された放射線に応じて前記複数の画素から読み出された信号に基づく第3の画像と前記第2の画像とを除算し、前記第1の画像及び前記第2の画像の除算結果と前記第3の画像と前記第2の画像の除算結果を用いた論理演算を行うことにより、前記ノイズが発生した画素を抽出することを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0010】

簡単な処理で、プリンカーノイズを抽出して除去することができ、診断能力を向上させることができる。また、特殊な機構・部材を必要とせずにノイズの除去が行えるため、コストの上昇を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

20

【0011】

【図1】第1の実施形態による撮像システムのブロック図である。

【図2】第1の実施形態の撮像素子の全体回路を示す図である。

【図3】第1の実施形態の撮像素子の1画素の回路図である。

【図4】第1の実施形態による読み出し動作のタイミングチャートである。

【図5】第1の実施形態による読み出し動作を示す図である。

【図6】ノイズ発生画素の抽出の原理を説明するための図である。

【図7】ノイズ発生画素抽出及びノイズ除去の例を説明するための図である。

【図8】第2の実施形態による読み出し動作を示す図である。

【図9】第2の実施形態によるノイズ発生画素抽出の説明図である。

30

【図10】第3の実施形態による読み出し動作のタイミングチャートである。

【図11】第3の実施形態による読み出し動作を示す図である。

【図12】ノイズ発生画素抽出及びノイズ除去の例を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

(第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態による放射線撮像システムの構成例を示す図である。放射線撮像システムは、撮像装置100、コンピュータ108、放射線制御装置109、放射線発生装置110、制御部113及び表示装置114を有する。放射線発生装置110は、放射線(例えばX線)を照射する。撮像装置100は、蛍光体101と、撮像素子102と、駆動回路103と、読出回路104と、信号処理部105と、制御部106と、電源部107とを有する。蛍光体101は、放射線を撮像素子(光電変換素子)102が感知可能な波長帯域の光に変換する変換部である。撮像素子102は、蛍光体101によって変換された光を電気信号に変換する複数の画素を有する。駆動回路103は、撮像素子102を駆動する。読出回路104は、駆動された撮像素子102からの電気信号を画像データとして出力する。信号処理部105は、読み出し回路104からの画像データを処理して出力する。制御部106は、各構成要素に夫々制御信号を供給して、読出回路104と駆動回路103の動作を制御する。電源部107は、各構成要素に夫々バイアス電圧を供給する。信号処理部105は、後述するコンピュータ108から制御信号を入力し、制御部106に制御信号を出力する。電源部107は、不図示の外部電源や内蔵バ

40

50

ッテリから電圧を受けて、検出部101、駆動回路103、読出回路104に必要な電圧を供給するレギュレータ等を有する。コンピュータ108は、放射線の照射条件を決定する制御信号を制御卓113から入力し、放射線制御装置109と撮像装置100を同期し、曝射要求信号を放射線制御装置109に出力し、状態を決定する制御信号を撮像装置100に出力する。また、コンピュータ108は、画像情報を蓄積するフレームメモリ115を内蔵し、信号処理部105からの画像データに対して後述する画像演算を行い、さらに表示のための画像処理を行い、表示装置114に出力する。放射線制御装置109は、コンピュータ108から曝射要求信号を入力し、放射線源111や照射絞り機構112に制御信号を出力する。制御卓113は、各種制御のためのパラメータとして放射線撮影条件の入力や曝射要求の信号をコンピュータ108に出力する。表示装置114は、コンピュータ108で画像処理された画像データを表示する。

10

【0013】

次に、図2及び図3を用いて、図1の撮像装置100について説明する。なお、本実施形態においては、低消費電力で駆動でき、光電変換を行う素子とその周辺の駆動ための素子とが、同一回路内に形成されるCMOS型の固体撮像素子を用いた場合について説明する。

【0014】

図2は、本実施形態の撮像装置100の構成例を示す図である。撮像素子102は、行列状に配置された複数の画素 $S_{11} \sim S_{mn}$ を有する。図2において、画素 $S_{11} \sim S_{mn}$ は、 m 列 n 行に配置された各々の画素を表す。転送選択線 $TX_1 \sim TX_m$ 、リセット線 $RES_1 \sim RES_m$ 、行選択線 $SEL_1 \sim SEL_m$ は、駆動回路103から各画素 $S_{11} \sim S_{mn}$ に接続されており、画素 $S_{11} \sim S_{mn}$ 内のトランジスタを制御する駆動信号を、画素 $S_{11} \sim S_{mn}$ の行単位に供給する。また、各画素 $S_{11} \sim S_{mn}$ からの出力は、列ごとの信号線 $SIG_1 \sim SIG_n$ に接続されている。列方向に配列された複数の信号線 $SIG_1 \sim SIG_n$ は、複数の画素 $S_{11} \sim S_{mn}$ から出力された電気信号を並列に読出回路104に出力する。

20

【0015】

図3は、撮像素子102の1画素の回路図である。図3では、 m 行 n 列目の画素 S_{mn} の構成例を示しているが、他の画素も同様の構成を有する。画素 S_{mn} は、フォトダイオードPDと、転送トランジスタTXと、コンデンサCgと、リセットトランジスタM1と、行選択トランジスタM2と、増幅トランジスタM3とを有する。フォトダイオードPDは、入射光を電気信号に変換し、蓄積する。転送トランジスタTXは、フォトダイオードPDに蓄積された電荷をコンデンサCgへ転送する。コンデンサCgは、フォトダイオードPDから転送された電荷を蓄積する。リセットトランジスタM1は、コンデンサCgに蓄積される電気信号をリセットするリセット部である。行選択トランジスタM2は、画素の行選択を行う。増幅トランジスタM3は、コンデンサCgに蓄積された電荷の増幅を行う。フォトダイオードPDは、アノードが転送トランジスタM1のドレインに接続され、カソードがグランド電位ノードに接続されている。転送トランジスタTXのゲートは、転送選択線 TX_m に接続されている。リセットトランジスタM1のゲートは、リセット線 RES_m に接続されている。リセットトランジスタM1のドレインには、リセット電圧VRが供給される。行選択トランジスタM2のゲートは、行選択線 SEL_m に接続されている。行選択トランジスタM2のドレインは、電源電圧VDDのノードに接続されている。増幅トランジスタM3のソースは、信号線 SIG_n に接続されている。

30

40

【0016】

次に、図4を用いて、本実施形態の撮像装置100の動作を説明する。図4において、XRAYのハイレベルは放射線の照射時間を示す。RESは図3のリセット線 $RES_1 \sim RES_m$ のリセットパルスを示す。TXは図3の転送選択線 $TX_1 \sim TX_m$ の転送パルスを示す。SEL1～SELnは、行選択線 $SEL_1 \sim SEL_n$ の行選択パルスを示す。

【0017】

まず、放射線が曝射される前に、リセットパルスRES及び転送パルスTXがハイレベ

50

ルとなり、全画素のリセットトランジスタM1及び転送トランジスタTXがオンの状態となる。これにより、全画素のフォトダイオードPDとコンデンサCgがリセット電圧VRに固定されてリセットされる。

【0018】

次に、放射線発生装置110は、放射線XRAYの照射を開始する。被写体を透過した放射線が蛍光体101に当たり、可視光に変換され、撮像素子102に到達すると、光量に応じた電荷、つまり被写体を透過した放射線の量に応じた電荷がフォトダイオードPDに蓄積されていく。

【0019】

次に、放射線XRAYの照射中の任意の時間に全画素一斉転送パルスTXをハイレベルにすると、全ての画素で転送トランジスタTXがオンの状態となり、図4の期間t1の放射線照射で発生した電荷がフォトダイオードPDからコンデンサCgに転送される。

10

【0020】

次に、行選択パルスSEL1～SELnを順次ハイレベルにしていき、転送トランジスタM2を行ごとに順次オン状態にしていく。これにより、コンデンサCgに転送された電荷に応じた出力が増幅トランジスタM3を介して、1行目からn行目まで画像データを順次、信号線SIG1～SIGnに読み出していく。

【0021】

この、最初に全画素一斉の転送パルスTXをハイレベルにした後の読み出しを1回目の読み出しとする。1回目の読み出しで生成される画像は、期間t1の放射線で発生した電荷の画像となる。

20

【0022】

続いて、放射線の照射が終了した後に、全画素一斉の転送パルスTXを再度ハイレベルにし、図4の期間t2の放射線照射で発生した電荷をフォトダイオードPDからコンデンサCgに転送する。1回目の読み出しの時に転送した電荷と合わせ、コンデンサCgには期間t1+t2の放射線照射で発生した電荷が蓄積されることになる。

【0023】

その後、再度、行選択パルスSEL1～SELnを順次ハイレベルにしていき、1行目からn行目まで画像データを順次、信号線SIG1～SIGnに読み出していく。この放射線照射終了後に、転送パルスTXをハイレベルにした後の読み出しを最後の読み出しとする。最後の読み出しでは、全ての期間t1+t2の放射線照射で発生した電荷の画像となる。

30

【0024】

なお、1回目の読み出しが終了した後、最後の読み出しが始まる前までの放射線照射期間t2にさらに1回以上の読み出し動作を行い、計3枚以上の画像を取得しても良い。さらに、放射線の照射条件や撮影条件などから最適な撮影枚数を自動的に計算しても良い。本実施形態では、以上のような動作で放射線の画像の読み出しを行う。

【0025】

続いて、図5を用いて、本実施形態によるプリンカーノイズ発生画素の抽出及び補正方法について説明する。図5は、図4の読み出し動作を簡略化して書いたものである。本実施形態では、放射線の照射中に1回画像を読み出し、放射線照射終了後に再度読み出しを行い、1回の放射線照射で2フレームの画像を取得した場合の処理について説明する。

40

【0026】

図5では、放射線照射期間をt1+t2とし、放射線照射中の1回目の読み出しにより、放射線が期間t1照射された画像を画像Aとして読み出し、画像Aがコンピュータ108のフレームメモリ115に蓄積される。そして、放射線が全て照射された後に最後の読み出しを行い、放射線が期間t1+t2照射された画像として画像Bを読み出し、画像Bがフレームメモリ115に蓄積される。このとき、プリンカーノイズは、放射線照射中にランダムな時間・場所で発生する。すなわち、画像Aには期間t1で発生したプリンカーノイズが重畳し、画像Bには期間t1+t2で発生したプリンカーノイズ(=放射線照射

50

で発生したすべてのプリンカーノイズ)が重畳している。そこで、コンピュータ(抽出部)108は、例えば、複数の画素 $S_{11} \sim S_{mn}$ から出力された出力信号に基づく画像を基に、次式のような除算を用いた演算処理をする。これにより、蛍光体101を透過して画素 $S_{11} \sim S_{mn}$ に到達した放射線によって生じるノイズが発生した画素を抽出する。

$$\text{画像 C} = \text{画像 B} / \text{画像 A}$$

【0027】

画像Aと画像Bは異なる放射線強度で同じ被写体を撮影したものであり、これらを除算した商となる画像Cのうち、プリンカーノイズが重畳していない画素値は全ての画素値がある一定の値となり、被写体の情報が除去された画像となる。プリンカーノイズの重畳した画素は、画素値が通常の画素と異なるようになり、両者の区別が可能となる。

10

【0028】

以下、除算を用いた演算処理でプリンカーノイズの発生した画素を抽出する原理について、図6を用いて説明する。図6は、横軸に放射線の照射時間、縦軸に画素の信号レベルをとったもので、放射線が0から t_2 までの時間に放射線が当たった時の撮像素子102のある4点の画素(画素A、画素B、画素C、画素D)の信号レベルの変化を示している。ここで、4点の画素の信号レベルの上昇の傾きが異なっているのは、被写体の影響であり放射線の透過しやすい部分は傾きが大きく、放射線の透過しにくい部分は傾きが小さくなる。また、画素Aと画素Bは、プリンカーノイズが発生していない画素で、画素Cと画素Dは、それぞれ時刻 t_{n1} 及び t_{n2} にプリンカーノイズが発生し、信号レベルが大きくなっていることを示している。本実施形態では、放射線照射中の任意の時間に1回読み出しを行い、放射線照射後に再度読み出しを行うため、時刻 t_1 に最初1回目の読み出しを行い、時刻 t_2 に放射線の照射を終了し、最後の読み出しを行う。

20

【0029】

本実施形態では、時刻 t_1 に取得した画像Aと時刻 t_2 に取得した画像Bの割り算を行い、プリンカーノイズの発生した画素を抽出する。これは、つまり2枚の画像の信号レベルの比を取ることに等しい。時刻 t_1 での画素Aの信号レベルを a_{t1} 、画素Bの信号レベルを b_{t1} 、時刻 t_2 での画素Aの信号レベルを a_{t2} 、画素Bの信号レベルを b_{t2} とすると、2枚の画像の信号レベルの比は、画素Aでは a_{t1} / a_{t2} 、画素Bでは b_{t1} / b_{t2} となる。また、図6より、三角形の相似の関係から、次式ようになる。

$$a_{t1} : a_{t2} = b_{t1} : b_{t2}$$

$$a_{t1} / a_{t2} = b_{t1} / b_{t2}$$

30

【0030】

これは、つまり2枚の画像A及びBを、除算を用いて演算することで、画像から被写体の情報が除去できるということを示している。また、時刻 t_1 は時刻0～ t_2 の間の任意の時刻であり、この時刻が変化しても、前述した関係は変わらない。以上のことから、プリンカーノイズが発生していない画素A及びBにおいては、先述した実施形態で得られる2枚の画像A及びBを除算を用いて演算処理することで画素値がある値で一定となり、被写体情報を除去できる。

【0031】

続いて、プリンカーノイズが発生した画素の場合を述べる。図示していないが、プリンカーノイズが発生した画素である画素Cの時刻 t_1 での信号レベルを c_{t1} 、時刻 t_2 での信号レベルを c_{t2} とすると、次式ようになる。

40

$$a_{t1} : a_{t2} \quad c_{t1} : c_{t2}$$

$$a_{t1} / a_{t2} \quad c_{t1} / c_{t2}$$

【0032】

つまり、プリンカーノイズが発生した画素Cはノイズが発生していない通常の画素Aの画素値とは異なることを示している。また、プリンカーノイズの発生時刻が違う画素Dについても、時刻 t_1 での信号レベルを d_{t1} 、時刻 t_2 での信号レベルを d_{t2} とすると、次式ようになり、通常画素Aの画素値とは異なる。

$$a_{t1} / a_{t2} \quad d_{t1} / d_{t2}$$

50

【 0 0 3 3 】

前述した駆動で読み出し動作を行い、2枚の画像A及びBを取得した後に、2枚の画像A及びBの除算の演算処理をすることで、プリンカーノイズが発生していない通常の画素はある値で一定となる。これにより、プリンカーノイズが発生した画素は通常の画素とは異なる値となり、両者の区別ができることになる。

【 0 0 3 4 】

なお、プリンカーノイズの発生した画素を全て抽出するための必要条件は、全てのプリンカーノイズが、除算する画像のいずれかに入っていることである。本実施形態の場合では、画像Bに全てのプリンカーノイズが重畳しているため、この条件を満たしている。

【 0 0 3 5 】

図7の上段は、上記動作で得られた画像A及び画像Bのある行の画素値を示し、被写体画像に所々プリンカーノイズが重畳して信号レベルが高くなっていることを示している。また、図7の中段及び下段では、その後の処理の過程を示している。図7の中段では、画像Cは画像B / 画像Aをしたものを示したものであり、プリンカーノイズが重畳していない画素は一定の値になるが、プリンカーノイズが重畳した画素は通常の画素と異なる値となることがわかる。このような演算処理をした画像Cに、例えば、次式のような閾値THを設け、閾値THを超えた画素の座標をプリンカーノイズが重畳した画素として座標を抽出する。

$$\text{閾値 TH} = (\text{画像 C の 平均 値}) \pm (\text{画像 C の 平均 値} \times 10\%)$$

【 0 0 3 6 】

なお、上記の%値は、通常3～20%程度の値をとる。この閾値THは要求品質で決定され、撮像素子102のバラつきによる誤差の許容範囲と同等の許容範囲で閾値を設定することが好ましい。通常、撮像素子102には線形性等のバラつきがあり、一定の範囲内で誤差が許容されている。例えば、撮像素子102のバラつきによる誤差を10%の範囲で許容した場合、除算処理した画像Cのうちプリンカーノイズが重畳していない通常の画素値には最大10%の誤差があると考えられる。そこで、プリンカーノイズの閾値設定でも、これと同等の誤差は許容するように設定するのが好ましい。なお、平均値からプラス方向の閾値とマイナス方向の閾値で異なっても良い。また、上記では、閾値の設定に画像平均値を利用したが、例えば画像Cの標準偏差の5倍と規定しても良い。また、画像の出力値から閾値の設定値を自動的に変化させるようにしても良い。いずれであっても、プリンカーノイズが診断画像に認識されないようにするべきである。

【 0 0 3 7 】

以上のように、コンピュータ(抽出部)108は、変換部101に放射線が照射される放射線照射期間のうちの第1の期間t1に変換部101に照射された放射線に応じて複数の画素S11～Smnから出力された出力信号に基づく第1の画像Aを取得する。そして、コンピュータ(抽出部)108は、放射線照射期間のうちの第1の期間t1の後の第2の期間t2に変換部101に照射された放射線に応じて複数の画素S11～Smnから出力された出力信号に基づく第2の画像Bを取得する。そして、コンピュータ(抽出部)108は、第1の画像Aと第2の画像Bとを除算することにより、ノイズが発生した画素を抽出する。

【 0 0 3 8 】

コンピュータ(補正部)108は、ノイズが生じた画素の抽出を終えた後、図7の下段のように、画像Bからノイズ座標として抽出した画素から出力された出力信号に対して、ノイズを除去するための補正を行う。例えば、プリンカーノイズが重畳した画素として抽出された座標の画素の元の画素値を一旦破棄し、隣接画素の平均値をその画素値とすることで補正を行う。以上のように、本実施形態によれば、ノイズの少ない良質な画像が得られる。

【 0 0 3 9 】

(第2の実施形態)

本発明の第2の実施形態による撮像装置は、図1、図2及び図3に示した第1の実施形

10

20

30

40

50

態の構成と同様であり、詳細な説明は割愛する。本実施形態が第1の実施形態と異なる点は、放射線照射中に2回以上、照射後に1回以上の読み出し動作を行い、3枚以上の画像を取得した時の処理方法である。

【0040】

図8は、1回の放射線照射で画像を3回読み出しを行った時の、読み出し動作を簡略化して書いたものである。図8では、放射線照射期間を $t_1 + t_2 + t_3$ とし、放射線照射中の1回目の読み出しにより、期間 t_1 の放射線照射で発生した電荷の画像を画像Dとして読み出す。次に、放射線照射中の2回目の読み出しにより、期間 $t_1 + t_2$ の放射線照射で発生した電荷の画像を画像Eとして読み出す。最後に、放射線が全て照射された後に、最後の読み出しにより、期間 $t_1 + t_2 + t_3$ の放射線照射で発生した電荷の画像として画像Fを読み出し、画像D、E、Fをフレームメモリ115に蓄積する。

10

【0041】

次に、図9を用いて、プリンカーノイズが発生した画素を抽出する方法を説明する。図9は、画像D、画像E及び画像Fのある行の画素値で示したものであり、本実施形態で読み出した画像及びそれを用いてプリンカーノイズが発生した画素を抽出する方法を示している。本実施形態では、例えば、次式のような除算を用いた演算処理により、画像X及びYを求め、ノイズが発生した画素を抽出する。

$$\text{画像 X} = \text{画像 D} / \text{画像 F}$$

$$\text{画像 Y} = \text{画像 E} / \text{画像 F}$$

【0042】

本実施形態においても、第1の実施形態と同様に、画像X及び画像Yはプリンカーノイズが重畳していない通常の画素は全ての画素がある一定の値となり、プリンカーノイズの重畳した画素は演算後の画素値が通常の画素値と異なる値を取る。本実施形態では、第1の実施形態と同様に、例えば、次式のような閾値 TH_x 及び TH_y を設け、画像X及びYにおいて、それぞれ閾値 T_x 及び T_y を超えた画素の座標をプリンカーノイズが重畳した画素として座標を抽出する。閾値の好ましい設定値に関しては、第1の実施形態と同様であり、詳細は割愛する。

20

【0043】

$$\text{閾値 } TH_x = (\text{画像 X の 平均値}) \pm (\text{画像 X の 平均値} \times 10\%)$$

$$\text{閾値 } TH_y = (\text{画像 Y の 平均値}) \pm (\text{画像 Y の 平均値} \times 10\%)$$

30

【0044】

さらに、画像Xからの抽出座標と画像Yからの抽出座標の論理積をとり、その論理積が1である座標をプリンカーノイズが発生した画素の座標とする。このように取得した3枚以上の画像から2枚以上の演算処理画像を作成してプリンカーノイズが発生した画素の座標を抽出し、その抽出座標の論理積又は論理和を取る。これにより、プリンカーノイズ以外のノイズ成分による座標抽出誤差を低減させることができ、プリンカーノイズが発生した画素座標の抽出精度を上げることができる。

【0045】

なお、プリンカーノイズが発生した画素を抽出するための計算式は、本実施形態の方法以外にも多数あり、全てのプリンカーノイズが発生した画素を抽出するために必要な条件は、全てのプリンカーノイズが、除算する画像のいずれかに入っていることである。

40

【0046】

以上のように、コンピュータ(抽出部)108は、変換部101に放射線が照射される放射線照射期間のうちの第1の期間 t_1 に変換部101に照射された放射線に応じて複数の画素 $S_{11} \sim S_{mn}$ から出力された出力信号に基づく第1の画像Dを取得する。そして、コンピュータ(抽出部)108は、放射線照射期間のうちの第1の期間 t_1 の後かつ第2の期間 t_3 の前の第3の期間 t_2 に変換部101に照射された放射線に応じて複数の画素 $S_{11} \sim S_{mn}$ から出力された出力信号に基づく第3の画像Eを取得する。そして、コンピュータ(抽出部)108は、放射線照射期間のうちの第3の期間 t_2 の後の第2の期間 t_3 に変換部101に照射された放射線に応じて複数の画素 $S_{11} \sim S_{mn}$ から出力さ

50

れた出力信号に基づく第2の画像Fを取得する。そして、コンピュータ(抽出部)108は、第1の画像Dと第2の画像Fとを除算し、第3の画像Eと第2の画像Fとを除算する。そして、コンピュータ(抽出部)108は、第1の画像D及び第2の画像Fの除算結果画像Xと第3の画像Eと第2の画像Fの除算結果画像Yを用いた論理演算を行うことにより、ノイズが発生した画素を抽出する。

【0047】

(第3の実施形態)

本発明の第3の実施形態では、読み出し処理後に画素内に電気信号を残さない方法で読み出しを行う方法及びこの方法で読み出しを行った場合の演算処理方法について、図10、図11、図12を用いて説明する。第1の実施形態(図4及び図5)では、リセットトランジスタM1は、第1の期間t1の放射線に応じた第1の画像Aが出力された後かつ第2の期間t2の放射線に応じた第2の画像Bが出力される前に、複数の画素S11~Smnをリセットしない。また、第2の実施形態(図8)では、リセットトランジスタM1は、第1の期間t1の放射線に応じた第1の画像Dが出力された後かつ第2の期間t3の放射線に応じた第2の画像Fが出力される前に、複数の画素S11~Smnをリセットしない。これに対し、第3の実施形態(図10及び図11)では、リセットトランジスタM1は、第1の期間t1の放射線に応じた第1の画像Gが出力された後かつ第2の期間t2の放射線に応じた第2の画像Hが出力される前に、複数の画素S11~Smnをリセットする。なお、第3の実施形態に係る撮像装置は、図1、図2及び図3の第1及び第2の実施形態の構成と同様であり、詳細な説明は割愛する。

【0048】

以下、図10を用いて、第3の実施形態の撮像装置100における読み出し動作について、第1の実施形態と異なる点を説明する。図10において、XRAYのハイレベルは放射線の照射時間を示す。RESは図3のリセット線RES1~RESmのリセットパルスを示す。TXは図3の転送選択線TX1~TXmの転送パルスを示す。SEL1~SELnは、行選択線SEL1~SELnの行選択パルスを示す。

【0049】

図10における期間t1が終了するまでは第1の実施形態と同様であり、まず、放射線照射中に1回目の読み出しを行う。1回目の読み出しで生成される画像は、期間t1の放射線照射で発生した電荷の画像となる。

【0050】

次に、1回目の読み出し終了後の放射線照射中に、一度、リセットパルスRESをハイレベルにし、コンデンサCgの電荷をリセットする。続いて、放射線の照射が終了した後に、全画素一斉の転送パルスTXをハイレベルにし、図10の期間t2の放射線照射で発生した電荷がフォトダイオードPDからコンデンサCgに転送される。コンデンサCgには、期間t2の放射線照射で発生した電荷が転送されることになる。その後、第1の実施形態と同様に、最後の読み出しを行う。第3の実施形態では、最後の読み出しで生成される画像は、期間t2の放射線照射で発生した電荷の画像となる。

【0051】

なお、1回目の読み出しが終了した後、最後の読み出しが始まる前までの放射線照射期間中に、さらに1回以上の読み出し動作を行い、計3枚以上の画像を取得しても良い。また、放射線の照射条件や撮影条件などから最適な撮影枚数を自動的に計算しても良いことは、第1の実施形態と同じである。

【0052】

続いて、図11を用いて、第3の実施形態におけるプリンカーノイズ発生画素の補正方法について、第1の実施形態と異なる点を説明する。図11は、読み出し動作を簡略化して書いたものである。本実施形態では、放射線の照射中に1回画像を読み出し、放射線照射終了後に再度読み出しを行い、1回の放射線照射で2フレームの画像を取得した場合の処理について説明する。第3の実施形態では、放射線照射中に1回目の読み出しにより、放射線が期間t1照射された画像を画像Gとして読み出し、コンピュータ108のフレー

ムメモリ 115 に蓄積する。そして、放射線が全て照射された後に最後の読み出しを行い、放射線が期間 t_2 照射された画像を画像 H として読み出し、フレームメモリ 115 に蓄積する。

【0053】

このとき、プリンカーノイズは放射線照射中にランダムな時間・場所で発生するため、画像 G には期間 t_1 で発生したプリンカーノイズが重畳し、画像 H には期間 t_2 で発生したプリンカーノイズが重畳している。そこで、本実施形態では、例えば、次式のような除算を用いた演算処理することで、画像 Z を求め、ノイズが発生した画素を抽出する。

$$\text{画像 Z} = \text{画像 H} / \text{画像 G}$$

【0054】

第 1 の実施形態と同様に、画像 Z ではプリンカーノイズが重畳していない画素は全ての画素がある一定の値となり、被写体の情報が除去された画像となる。プリンカーノイズの重畳した画素は、画素値が通常の画素値と異なるようになり、両者の区別が可能となる。なお、プリンカーノイズが発生した画素を全て抽出するための必要条件は、第 1 の実施形態と同様に、全てのプリンカーノイズが、除算する画像のいずれかに入っていることである。

【0055】

第 3 の実施形態では、プリンカーノイズが期間 $t_1 + t_2$ ですべて発生しており、画像 G には期間 t_1 で発生したプリンカーノイズが、画像 H には期間 t_2 で発生したプリンカーノイズがそれぞれ重畳しているため、上記の条件を満たしている。

【0056】

図 12 の上段は、画像 G 及び画像 H のある行の画素値を示し、被写体画像の所々にプリンカーノイズが重畳して信号レベルが高くなっていることを示している。図 12 の中段及び下段では、その後の処理の過程を示している。図 12 の中段では、画像 Z は画像 H / 画像 G の演算を行ったものであり、プリンカーノイズが重畳していない画素は一定の値になるが、プリンカーノイズが重畳した画素は通常の画素と異なる値となることがわかる。このような演算処理をした画像 Z に、例えば、次式のような閾値 TH_z を設け、閾値 TH_z を超えた画素の座標をプリンカーノイズが重畳した画素として座標を抽出する。閾値の好ましい設定値に関しては、第 1 の実施形態と同様であり、詳細は割愛する。

$$\text{閾値 } TH_z = (\text{画像 Z の平均値}) \pm (\text{画像 Z の平均値} \times 10\%)$$

【0057】

続いて、抽出した座標情報からプリンカーノイズを除去するための補正を行う。第 3 の実施形態では、画像 G は期間 t_1 の放射線照射で発生した電荷の画像であり、画像 H は期間 t_2 の放射線照射で発生した電荷の画像であり、期間 $t_1 + t_2$ の放射線照射で発生した電荷の画像は取得していない。このため、次式により、画像 J を求める。

$$\text{画像 J} = \text{画像 G} + \text{画像 H}$$

【0058】

画像 J は期間 $t_1 + t_2$ の放射線照射で発生した電荷の画像となり、画像 J を用いてプリンカーノイズを除去するための補正を行う。プリンカーノイズが重畳した画素として抽出された座標の画素は、画像 J の元の画素値を一旦破棄し、例えば隣接画素の平均値をその画素値とすることで補正を行う。

【0059】

次に、ノイズが発生した画素を抽出する他の方法を説明する。放射線照射中に取得した画像を m_1 、 m_2 、 $m_3 \cdots m_{n-1}$ 、放射線照射終了後に取得した画像を m_n (n は整数) としたときに、次式 (1) の演算により複数の第 5 の画像を取得する。すなわち、コンピュータ (抽出部) 108 は、第 1 の画像 m_1 、 m_2 、 $m_3 \cdots m_{n-1}$ 及び第 2 の画像 m_n を加算することにより第 4 の画像を取得する。そして、第 1 の画像 m_1 、 m_2 、 $m_3 \cdots m_{n-1}$ 及び第 4 の画像の除算結果並びに第 2 の画像 m_n 及び第 4 の画像の除算結果を用いて式 (1) の複数の第 5 の画像を取得する。

【0060】

10

20

30

40

50

【数 1】

$$m_1 \div \sum_{k=1}^n m_k$$

$$m_2 \div \sum_{k=1}^n m_k$$

:

$$m_n \div \sum_{k=1}^n m_k \quad \dots (1)$$

10

【0061】

その後、式(1)により取得した複数の画像に対して、第2の実施形態(図9)と同様に、閾値 TH_x 及び TH_y 等を用いて、ノイズが発生した画像を抽出する。その後の補正方法は、第2の実施形態と同様である。すなわち、抽出部は、式(1)の複数の第5の画像の論理演算(論理積又は論理和)を行い、ノイズが発生した画素を抽出する。

【0062】

(第4の実施形態)

第2の実施形態に示すように、放射線照射期間に画像を取得する回数を増やすことで、プリンカーノイズが発生した画素の抽出精度を上げることができる。しかし、読み出し動作に必要な時間は決まっているため、例えば放射線の照射時間が短ければ、画像の取得回数をむやみに多くすることはできない。放射線の照射時間が長ければ画像の取得回数を多くすることはできる。しかし、むやみに多くすると消費電力が増大し、発熱による誤作動などの可能性が高くなり、バッテリーで駆動するタイプの撮像装置の場合では総撮影枚数の低下の可能性があり、画像の取得回数には限度がある。

20

【0063】

さらに、放射線の強度とプリンカーノイズの発生確率には関係性があり、例えば、放射線源111の管電圧が高いとプリンカーノイズの発生確率が低いことが分かっている。そこで、本発明の第4の実施形態では、これらの情報から放射線照射中の画像の取得回数を自動的に規定する方法について、図1を用いて説明する。

30

【0064】

制御卓113では、放射線源111の撮像条件(放射線の管電圧、管電流)、放射線の照射条件(照射時間)及び/又は消費電力などの情報が操作者から入力され、コンピュータ108にそれらの情報が出力される。コンピュータ108は、これらの情報に基づき、撮像条件の情報からプリンカーノイズが発生した画素を完全に抽出するために必要とされる撮影枚数を、放射線の照射条件の情報から撮影可能枚数を、消費電力等の関係から決定される撮影限界枚数を算出する。そして、コンピュータ108は、それらと比較して、最も少ない枚数を放射線照射中の画像の取得回数として決定する。その後、コンピュータ108は、放射線制御装置109と撮像装置100を同期し、曝射要求信号を放射線制御装置109に出力し、撮像装置100の動作を決定する制御信号を出力し、動作を開始させる。放射線照射中、照射後の駆動及びノイズ画素座標抽出のための演算手段、ノイズ補正手段に関しては、第1~第3の実施形態と同様である。

40

【0065】

第1~第4の実施形態によれば、簡単な処理で、プリンカーノイズを抽出して除去することができ、診断能力を向上させることができる。また、特殊な機構・部材を必要とせずにノイズの除去が行えるため、コストの上昇を抑制することができる。

【0066】

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

50

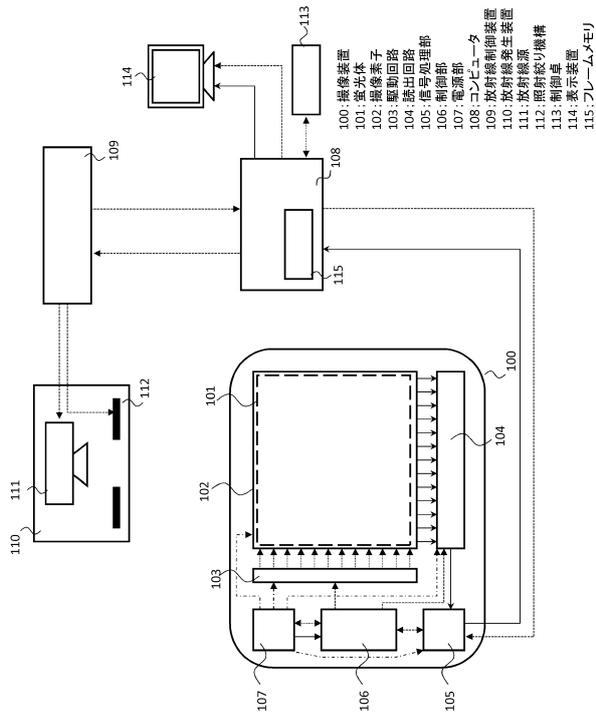
な形で実施することができる。

【符号の説明】

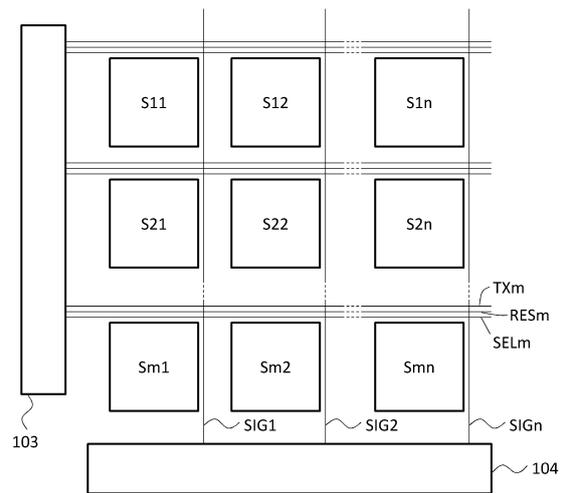
【0067】

100 撮像装置、101 蛍光体、108 コンピュータ、109 放射線制御装置、
110 放射線発生装置、S11~Smn 画素

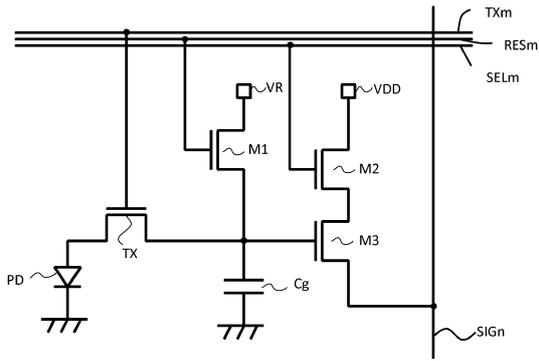
【図1】



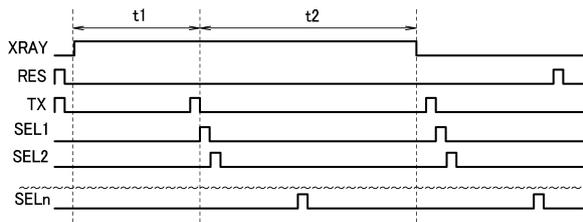
【図2】



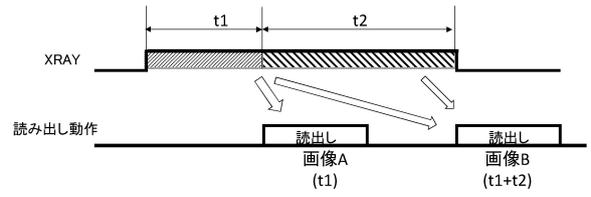
【図3】



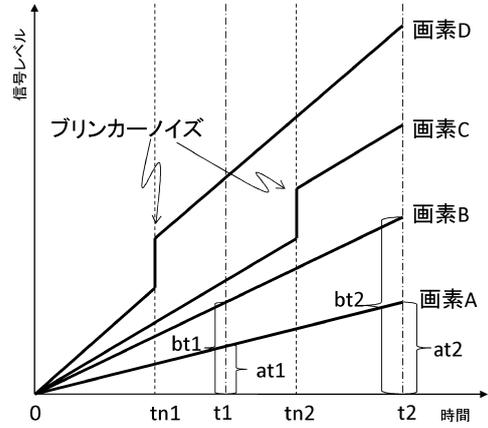
【図4】



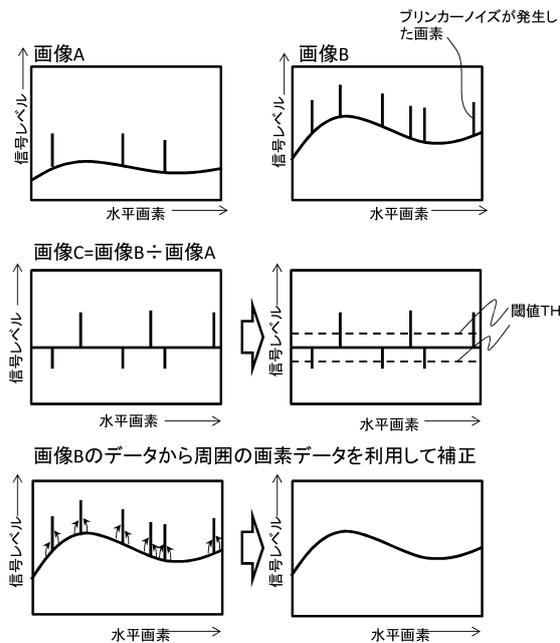
【図5】



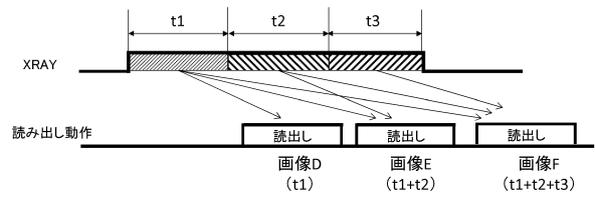
【図6】



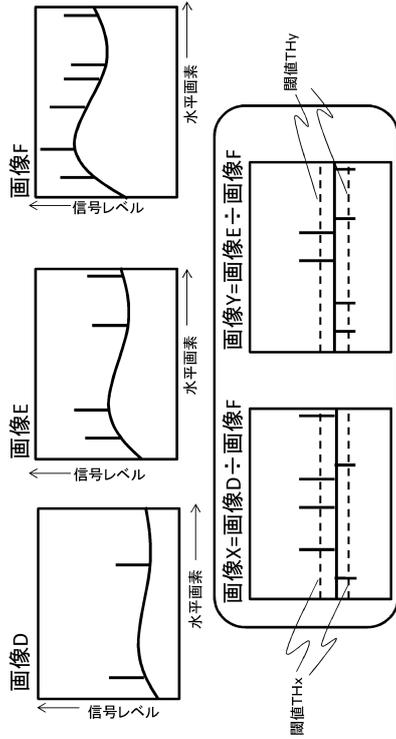
【図7】



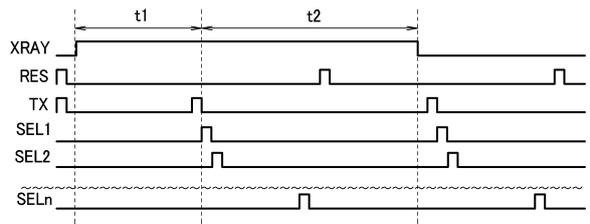
【図8】



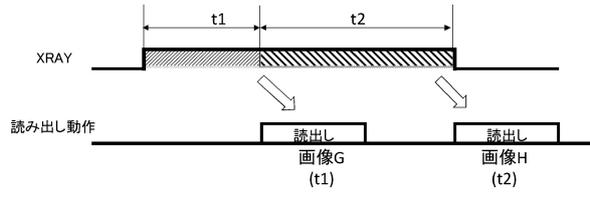
【図9】



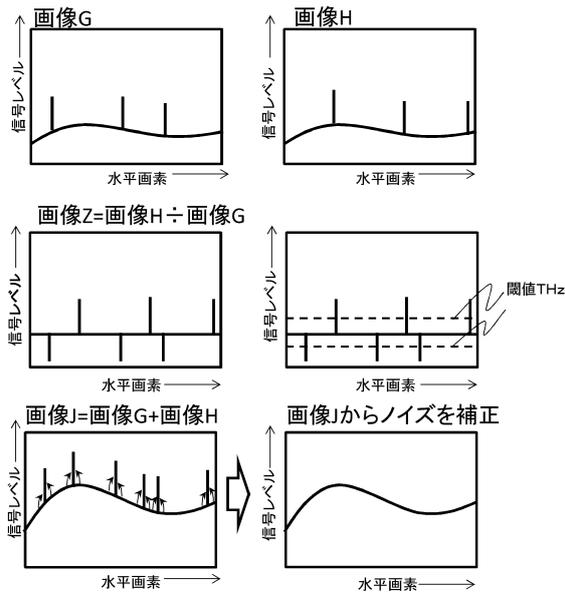
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

- (72)発明者 竹中 克郎
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 佐藤 翔
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 岩下 貴司
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 菅原 恵梨子
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 岡田 英之
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 松永 隆志

- (56)参考文献 特開2002-344813(JP,A)
特開2009-236637(JP,A)
特開平03-195991(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N	5/357
G01T	7/00
H04N	5/32
H04N	5/374