

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6112915号  
(P6112915)

(45) 発行日 平成29年4月12日(2017.4.12)

(24) 登録日 平成29年3月24日(2017.3.24)

(51) Int.Cl.

F I

HO 4 N 5/32 (2006.01)  
 A 6 1 B 6/00 (2006.01)  
 GO 1 T 7/00 (2006.01)  
 HO 4 N 5/367 (2011.01)

HO 4 N 5/32  
 A 6 1 B 6/00 3 0 0 S  
 A 6 1 B 6/00 3 0 0 W  
 GO 1 T 7/00 C  
 GO 1 T 7/00 A

請求項の数 8 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-44595 (P2013-44595)  
 (22) 出願日 平成25年3月6日(2013.3.6)  
 (65) 公開番号 特開2014-175726 (P2014-175726A)  
 (43) 公開日 平成26年9月22日(2014.9.22)  
 審査請求日 平成28年3月3日(2016.3.3)

(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  
 (74) 代理人 100090273  
 弁理士 國分 孝悦  
 (72) 発明者 大栗 洋和  
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放射線撮影装置及び放射線撮影装置の制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

行列状に配置された複数の画素を有するセンサと、

放射線撮影装置の内部に流れる電流であって、前記放射線撮影装置に放射線が照射されると値が変化する電流に基づいて、前記放射線撮影装置に放射線が照射されたことを検出する検出手段と、

前記センサを1つまたは複数の行ごとに選択し、選択したセンサに接続された走査線に選択信号を与えて、前記選択したセンサを一定期間オンにする走査を行い、前記検出手段により前記放射線撮影装置に放射線が照射されたことが検出されると、前記走査を停止する走査手段と、

前記検出手段により前記放射線撮影装置に放射線が照射されたことが検出されると、前記センサをオフにして前記センサに電荷を蓄積させ、前記センサをオンにして蓄積した電荷を読み出すことにより放射線画像を生成する放射線画像生成手段と、

前記走査を停止した位置と前記検出手段により前記放射線撮影装置に放射線が照射されたことが検出されたときの前記電流とに基づいて得られる情報であって、前記放射線画像を補正するための補正情報と前記放射線画像とを送信する送信手段と、

前記放射線画像生成手段により前記放射線画像が生成された後に、前記放射線の照射のない状態で前記走査を模擬した走査を行って、暗電流に基づく画像である暗電流画像を生成する暗電流画像生成手段と、

前記暗電流画像生成手段により生成された暗電流画像に基づいて、前記放射線画像生成

手段により生成された放射線画像に対してオフセット補正を行うオフセット補正手段とを有し、

前記送信手段は、前記オフセット補正手段によりオフセット補正が行われた放射線画像を送信し、前記補正情報の送信を、前記走査の模擬が行われている期間に行うことを特徴とする放射線撮影装置。

【請求項 2】

前記送信手段は、前記補正情報の送信が完了してから、前記放射線画像の送信を開始することを特徴とする請求項 1 に記載の放射線撮影装置。

【請求項 3】

前記補正情報は、前記放射線の照射により前記センサで発生する電荷の流出により値が変化する電流に基づく情報と、前記走査を停止したときに選択されていた行に配置された前記走査線の位置を示す走査線位置情報と、を含むことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の放射線撮影装置。

【請求項 4】

前記放射線画像のプレビュー画像を生成して表示装置に表示するプレビュー処理手段を有し、

前記送信手段は、前記放射線画像を、前記放射線画像の画素の位置に応じて分割した複数の分割画像として順次送信し、

前記プレビュー処理手段は、前記複数の分割画像の一部に基づいてプレビュー画像を生成して前記表示装置に表示することを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項に記載の放射線撮影装置。

【請求項 5】

前記送信手段は、前記放射線画像の送信に使用する通信プロトコルよりも、送信効率が低く且つ信頼性が高い通信プロトコルを用いて前記補正情報を送信することを特徴とする請求項 1 ~ 4 の何れか 1 項に記載の放射線撮影装置。

【請求項 6】

行列状に配置された複数の画素を有するセンサと、

放射線撮影装置の内部に流れる電流であって、前記放射線撮影装置に放射線が照射されると値が変化する電流に基づいて、前記放射線撮影装置に放射線が照射されたことを検出する検出手段と、

前記センサを 1 つまたは複数の行ごとに選択し、選択したセンサに接続された走査線に選択信号を与えて、前記選択したセンサを一定期間オンにする走査を行い、前記検出手段により前記放射線撮影装置に放射線が照射されたことが検出されると、前記走査を停止する走査手段と、

前記検出手段により前記放射線撮影装置に放射線が照射されたことが検出されると、前記センサをオフにして前記センサに電荷を蓄積させ、前記センサをオンにして蓄積した電荷を読み出すことにより放射線画像を生成する放射線画像生成手段と、

前記走査を停止した位置と、前記検出手段により前記放射線撮影装置に放射線が照射されたことが検出されたときの前記電流とに基づいて得られる情報であって、前記放射線画像を補正するための補正情報と前記放射線画像とを送信する送信手段とを有し、

前記送信手段は、前記放射線画像の送信を開始するよりも前に、前記補正情報の送信を開始する放射線撮影装置と、

前記送信手段により送信された前記補正情報を用いて、前記送信手段により送信された前記放射線画像を補正する画像補正手段を有する画像処理装置とを有し、

前記画像処理装置は、前記放射線画像または前記補正情報を所定の時間内に受信できない場合、そのことに関わる情報を報知する報知手段を有することを特徴とする放射線撮影システム。

【請求項 7】

放射線撮影装置の内部に流れる電流であって、前記放射線撮影装置に放射線が照射されると値が変化する電流に基づいて、前記放射線撮影装置に放射線が照射されたことを検出

10

20

30

40

50

する検出工程と、

行列状に配置された複数の画素を有するセンサを１つまたは複数の行ごとに選択し、選択したセンサに接続された走査線に選択信号を与えて、前記選択したセンサを一定期間オンにする走査を行い、前記検出工程により前記放射線撮影装置に放射線が照射されたことが検出されると、前記走査を停止する走査工程と、

前記検出工程により前記放射線撮影装置に放射線が照射されたことが検出されると、前記センサをオフにして前記センサに電荷を蓄積させ、前記センサをオンにして蓄積した電荷を読み出すことにより放射線画像を生成する放射線画像生成工程と、

前記走査を停止した位置と前記検出工程により前記放射線撮影装置に放射線が照射されたことが検出されたときの前記電流とに基づいて得られる情報であって、前記放射線画像を補正するための補正情報と前記放射線画像とを送信する送信工程と、

前記放射線画像生成工程により前記放射線画像が生成された後に、前記放射線の照射のない状態で前記走査を模擬した走査を行って、暗電流に基づく画像である暗電流画像を生成する暗電流画像生成工程と、

前記暗電流画像生成工程により生成された暗電流画像に基づいて生成された放射線画像に対してオフセット補正を行うオフセット補正工程とを有し、

前記送信工程では、前記オフセット補正が行われた放射線画像を送信し、前記補正情報の送信を、前記走査の模擬が行われている期間に行うことを特徴とする放射線撮影装置の制御方法。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の放射線撮影装置の制御方法の各工程を、コンピュータに実行させることを特徴とするコンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、放射線撮影装置及び放射線撮影装置の制御方法に関し、特に、被写体を透過した放射線の強度分布を放射線画像として取得するために用いて好適なものである。

【背景技術】

【0002】

従来より、X線照射源（X線発生装置）からX線を被写体に照射し、当該被写体を透過したX線の強度分布であるX線画像をデジタル化し、デジタル化したX線画像に必要な画像処理を施して、より鮮明なX線画像を生成することが行われている。このようなX線画像を生成するデジタルX線撮影装置及びX線撮影システムでは、X線撮影装置とX線発生装置とが同期して通信を行う。X線撮影装置は、取得したX線画像データを画像処理や保存のためにパーソナルコンピュータ等の画像処理装置に送信する。画像処理装置は、ディスプレイ等の表示装置に、画像処理済みのX線画像データを表示させる。

【0003】

X線撮影装置と、画像処理装置及びX線発生装置とは、互いに接続されるために必要なインタフェースを介したうえで、汎用的なUTP（Unshielded Twist Pair）ケーブル等を用いて接続されるのが一般的である。また、設置の容易性・取り回し・撮影の自由度の向上の目的から、IEEE 802.11に代表される無線LAN等の無線インタフェースにより、これらが接続される事例も多くなっている。

X線発生装置からのX線の照射の開始を、X線撮影装置自身が検出可能とすることでX線撮影装置とX線発生装置とのつなぎこみを不要とし、設置の容易性や取り回し等をさらに向上させたX線撮影装置及びX線撮影システムも実現されている。

【0004】

X線の照射開始の検出を行う方法として以下の方法が開示されている（特許文献 1、2 を参照）。すなわち、X線撮影装置の各走査線を順次選択して、二次元センサのオン状態／オフ状態を切り換えながら待機し、X線撮影装置内に流れる電流の変化を検出したことをもってX線の照射開始の検出を行う方法が開示されている。この方法によると、X線の照

10

20

30

40

50

射開始を検出して走査を停止した走査線に対応する画素においては、X線の照射によって生じた電荷の一部が流出し、結果的にX線画像に線状の欠陥を生じる可能性がある。そこで、特許文献1、2では、その欠陥に対する対策の一つとして、画像処理装置が、X線撮影装置内に流れる電流値を用いてX線画像に生じた線状の欠陥を補正することを提案している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2011-247605号公報

【特許文献2】特開2011-249891号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、例えば、X線発生装置から照射されたX線が微弱であった場合や、被写体の影響等でX線撮影装置に到達したX線の多くが減衰していた場合には、X線撮影装置内に流れる電流値の信号対雑音比(S/N比)が悪い可能性がある。その場合、X線撮影装置内に流れる電流値を補正に使用するには事前に処理が必要となる場合があり、そのための処理時間が生じる。また、X線撮影装置内に流れる電流値を画像処理装置へ送信する時間や、X線撮影装置内に流れる電流値を用いてX線画像の補正処理時間も生じる。一方、X線撮影システムにおいては、X線を照射して撮影した後、できるだけ早く撮影画像を表示して結果を確認したいという要望が大きい、これらは相反するものである。

20

本発明は、このような問題点に鑑みてなされたものであり、被写体を透過したX線等の放射線の強度分布である放射線画像に生じる欠陥を補正しつつ、放射線画像の表示が遅れることを抑制することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の放射線撮影装置は、行列状に配置された複数の画素を有するセンサと、放射線撮影装置の内部に流れる電流であって、前記放射線撮影装置に放射線が照射されると値が変化する電流に基づいて、前記放射線撮影装置に放射線が照射されたことを検出する検出手段と、前記センサを1つまたは複数の行ごとに選択し、選択したセンサに接続された走査線に選択信号を与えて、前記選択したセンサを一定期間オンにする走査を行い、前記検出手段により前記放射線撮影装置に放射線が照射されたことが検出されると、前記走査を停止する走査手段と、前記検出手段により前記放射線撮影装置に放射線が照射されたことが検出されると、前記センサをオフにして前記センサに電荷を蓄積させ、前記センサをオンにして蓄積した電荷を読み出すことにより放射線画像を生成する放射線画像生成手段と、前記走査を停止した位置と前記検出手段により前記放射線撮影装置に放射線が照射されたことが検出されたときの前記電流とに基づいて得られる情報であって、前記放射線画像を補正するための補正情報と前記放射線画像とを送信する送信手段と、前記放射線画像生成手段により前記放射線画像が生成された後に、前記放射線の照射のない状態で前記走査を模擬した走査を行って、暗電流に基づく画像である暗電流画像を生成する暗電流画像生成手段と、前記暗電流画像生成手段により生成された暗電流画像に基づいて、前記放射線画像生成手段により生成された放射線画像に対してオフセット補正を行うオフセット補正手段とを有し、前記送信手段は、前記オフセット補正手段によりオフセット補正が行われた放射線画像を送信し、前記補正情報の送信を、前記走査の模擬が行われている期間に行うことを特徴とする。

30

40

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、被写体を透過したX線等の放射線の強度分布である放射線画像に生じる欠陥を補正しつつ、放射線画像の表示が遅れることを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

50

## 【 0 0 0 9 】

【図 1】 X 線撮影システムの構成を示す図である。

【図 2】 X 線撮影装置の構成の第 1 の例を示す図である。

【図 3】 画像処理装置の構成を示す図である。

【図 4】 X 線センサ部の構成を示す図である。

【図 5】 X 線センサ部の走査順の第 1 の例を示す図である。

【図 6】 X 線センサ部の走査順の第 2 の例を示す図である。

【図 7】 X 線センサ部の走査順の第 3 の例を示す図である。

【図 8】 検出部の構成を示す図である。

【図 9】 X 線撮影システムの動作の第 1 の例を示すタイムチャートである。

10

【図 10】 デジタル値及び信号処理を行ったデジタル値を示す図である。

【図 11】 画像処理装置に画素を送信する方法の第 1 の例を説明する図である。

【図 12】 画像処理装置に画素を送信する方法の第 2 の例を説明する図である。

【図 13】 X 線撮影システムの動作を説明するフローチャートである。

【図 14】 X 線撮影システムの動作の第 2 の例を示すタイムチャートである。

【図 15】 X 線撮影装置の構成の第 2 の例を示す図である。

【図 16】 X 線撮影システムの動作の第 3 の例を示すタイムチャートである。

【図 17】 X 線照射時と暗電流画像生成時の X 線センサ部の走査順を示す図である。

【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 1 0 】

20

以下、図面を参照して、本発明を実施するための形態を詳細に説明する。

(第 1 の実施形態)

まず、第 1 の実施形態について説明する。

## 【 0 0 1 1 】

図 1 は、X 線撮影システム（放射線撮影システム）の構成の一例を示す図である。また、図 13 は、X 線撮影システム（放射線撮影システム）の動作の一例を説明するフローチャートである。

本実施形態の X 線撮影システムは、X 線撮影装置（放射線撮影装置）101、X 線管球 102、X 線発生装置 103、制御装置 104、及び画像処理装置 105 を有する。

本実施形態の X 線撮影装置 101 は、無線送受信装置を内蔵しており、外部装置と無線通信をすることが可能である。X 線管球 102 は、X 線撮影装置 101 に相対して設置される。制御装置 104 は、X 線発生装置 103 を制御する。画像処理装置 105 は、無線送受信装置を内蔵しており、外部装置と無線通信をすることが可能である。

30

## 【 0 0 1 2 】

図 2 は、X 線撮影装置 101 の構成の一例を示す図である。

図 2 において、X 線撮影装置 101 は、その内部に、X 線センサ部 201、画像用メモリ 211、画像分割部 212、通信部 213、電源回路 214、及び、無線で動作するためのバッテリー 215 等を含む。放射線イメージセンサの一例である X 線センサ部 201 から出力された画像データは、画像用メモリ 211 に一時的に保存される。画像分割部 212 は、画像用メモリ 211 から、画像データを読み出し、後述の方法により画像を分割処理する。通信部 213 は、通信回路を備え、無線通信インタフェース、有線通信インタフェース、及びこれらのインタフェースの切り換え回路を備える。また、通信部 213 は、有線通信用のケーブル接続部を備える。通信部 213 は、画像分割部 212 で分割された画像を画像処理装置 105 へ送信する。尚、画像分割部 212 は、画像用メモリ 211 の前に位置していてもよい。

40

図 3 は、画像処理装置 105 の構成の一例を示す図である。

画像処理装置 105 には、一般的にパーソナルコンピュータ等が用いられる。画像処理装置 105 は、入力インタフェース 301 や表示装置 302 上のコンソール等を介して X 線撮影装置 101 への動作指示や X 線撮影装置 101 の状態取得を行う。さらに画像処理装置 105 は、通信部 303、前処理部 304、プレビュー画像生成部 305、画像処理

50

部 3 0 6、及び記憶装置 3 0 7 等を備え、画像処理、画像保存、及び表示等を行う。X 線撮影装置 1 0 1 と画像処理装置 1 0 5 とは、通信部 2 1 3、3 0 3 の無線通信インタフェースまたは有線通信インタフェースを介して、情報の授受、及びデータの送受信を行う。

#### 【 0 0 1 3 】

X 線撮影装置 1 0 1 は、画像処理装置 1 0 5 から指示を受けると、電源回路等の準備動作を行った後、X 線管球 1 0 2 からの X 線の照射の検出を行う状態に遷移する。以下の説明では、「X 線管球 1 0 2 からの X 線の照射の検出を行う状態」を必要に応じて「X 線照射検出状態」と称する。

この後、ユーザは、制御装置 1 0 4 を操作して、所望の照射条件等の設定を行い、不図示のスイッチを押下することで X 線発生装置 1 0 3 へ X 線の照射指示を伝える。X 線発生装置 1 0 3 は、この照射指示に基づいて、X 線管球 1 0 2 から X 線を照射させる。X 線撮影装置 1 0 1 は、X 線撮影装置 1 0 1 の内部に流れる電流値の変化により、X 線管球 1 0 2 からの X 線の照射を検出すると、X 線照射検出状態から電荷蓄積状態に遷移する。X 線撮影装置 1 0 1 は、電荷蓄積状態に遷移してから所定の時間が経過した後に、2 次元センサに蓄積した電荷を読み出して X 線画像を生成する。X 線撮影装置 1 0 1 は、X 線画像を送信するよりも前に、X 線画像に生じた欠陥を補正するために使用する情報を画像処理装置 1 0 5 へ送信する。以下の説明では、「X 線画像に生じた欠陥を補正するために使用する情報」を必要に応じて「欠陥補正情報」と称する。画像処理装置 1 0 5 は、欠陥補正情報の事前処理を行い、続いて X 線画像の欠陥の補正処理（画像補正）を行う。

#### 【 0 0 1 4 】

図 4 は、X 線撮影装置 1 0 1 の内部の X 線センサ部 2 0 1 の概略構成の一例を示す図である。図 4 では、簡便化のため 2 行 × 2 列の 2 次元マトリックス状に複数の画素（2 次元センサ）が配置された X 線センサ部を示す。しかしながら、実際には数千行 × 数千列の画素を有したものが X 線センサ部として用いられる。画素の行数・列数、及び画素数は限定されるものではない。

画像処理装置 1 0 5 から、X 線撮影装置 1 0 1 への動作指示を受けると、制御部 2 0 2 は、走査部 2 0 3 を駆動して、1 つ又は複数の行ごとに T F T 2 0 4 を一定期間オンする走査を行う。すなわち、2 次元センサの走査が開始する（図 1 3 のステップ S 1 3 0 1）。走査部 2 0 3 から T F T 2 0 4 にパルス信号が与えられることにより、当該 T F T 2 0 4 が一定期間オンする。走査する順番や、同時に T F T 2 0 4 をオンする行数は問わない。図 5、図 6、図 7 は、L 1 ~ L n までの n 行の走査線を持つ X 線センサ部の走査順の一例を示す図である。図 5 に示すように、X 線センサ部 2 0 1 の上端の行から順次一行ずつ次の行へ走査してもよいし、図 6 に示すように、複数行を同時に選択しながら走査してもよい。また、図 7 に示すように、順次ではなく所定数の行を飛ばしながら走査してもよいし、図 6 と図 7 を組み合わせた方法で走査（所定数の行を飛ばしながら複数行ずつ走査）してもよい。

#### 【 0 0 1 5 】

X 線撮影装置 1 0 1 は、X 線の照射を検出するまで走査を行う。全ての走査線を駆動した場合、X 線撮影装置 1 0 1 は、最初に駆動した走査線から再度駆動を繰り返す。図 8 は、検出部 2 0 5 の構成の一例を示す図である。

走査線の駆動が行われている間、検出部 2 0 5 は、検出回路を備え、バイアス電源 2 0 9 に接続されたバイアス線 2 0 6 に流れる電流を、電流 - 電圧変換回路 6 0 1、増幅器 6 0 2、A/D 変換器 6 0 3、及び信号処理回路 6 0 4 を通してデジタル値へ変換する。そして、比較器 6 0 5 は、前記デジタル値と所定の閾値との比較（モニタ）を行い、この比較の結果を示す信号を、X 線照射検出信号として制御部 2 0 2 等へ出力する。ここで、制御部 2 0 2 は、デジタル値が所定の閾値を超える場合、バイアス線 2 0 6 に流れる電流（2 次元センサの内部電流）に所定の変化があり、X 線の照射を検出したと判断できる（図 1 3 のステップ S 1 3 0 2）。また、検出部 2 0 5 は、前記デジタル値を記憶回路 6 0 6 に順次記憶する。これらの動作を行っている状態が前記 X 線照射検出状態に相当する。尚、バイアス電源 2 0 9 は、光電変換素子 2 0 7 にバイアス電圧を供給するためのものである

。

## 【0016】

A/D変換器603のサンプリング頻度は任意であり、ある走査線のTF T204をオンしているタイミングにおいて複数回サンプリングしてもよいが、最終的には加算平均等をして一行に対して一つのデジタル値とすることがデータ処理においては望ましい。また、ある走査線を選択している状態において、TF T204をオンしている状態での前記デジタル値と、TF T204をオフしている状態での前記デジタル値とを取得し、これらの差分を算出する相関二重サンプリングを行うことが望ましい。外来的なノイズへの耐性を高めることができるからである。前記デジタル値は、走査に同調して順次値が更新される。したがって、記憶回路606は、前記デジタル値を順次上書きして更新し、少なくとも、全走査線につき1つのデジタル値が保持できる容量を持つことが望ましい。このように、少なくとも放射線の照射が検出された前後のタイミングにおける前記デジタル値の情報を得ることができる。

10

## 【0017】

X線管球102からX線が照射されると、不図示のシンチレータ層からの発光により光電変換素子207に電荷が生じてバイアス線206に流出する。これによりバイアス線206に流れる電流に変化が生じる。検出部205は、前述の回路（電流-電圧変換回路601、増幅器602、A/D変換器603、及び信号処理回路604）を通して、この電流の変化を検出し、前述した走査を停止する指示を制御部202に出力する（図13のステップS1303）。これにより、X線センサ部201は、所定の期間、走査線の全行においてTF T204をオフする（図13のステップS1304）。これにより、X線の照射に起因する電荷蓄積状態に遷移する。走査が停止すると、記憶回路606は、前記デジタル値の更新を停止して当該デジタル値を保持し、制御部202は、走査を停止した走査線を特定する走査線番号（走査線位置情報）を不図示のレジスタに記憶する。尚、走査を停止した位置を特定できれば、必ずしも走査線番号を用いる必要はない。

20

本実施形態では、バイアス線206に流れる電流を、X線の照射の検出に使用する例を示した。しかしながら、X線撮影装置101の内部に流れる電流であって、X線の照射の検出により値が変化する電流を使用していれば、必ずしもバイアス線206に流れる電流を使用する必要はない。

## 【0018】

30

図9は、X線画像を撮影する際のX線発生装置103、X線撮影装置101、及び画像処理装置105の動作の一例を示すタイムチャートである。

X線撮影装置101は、画像処理装置105からの指示を受け、前述した走査線の駆動（走査）を行い、X線の照射を待つ（期間T701）。X線発生装置103からの指示によりX線管球102からX線の照射があると、X線撮影装置101は、X線が照射されたことを検出し、この検出に基づいて、走査線の駆動を順次停止してTF T204をオフする。全走査線においてTF T204がオフすると、電荷蓄積状態となる（期間T702）。この電荷蓄積状態が開始するタイミングでX線撮影装置101は、前記デジタル値（内部電流値情報）を記憶回路606から読み出すと共に、走査を停止した走査線（走査停止行）を特定する走査線番号を制御部202のレジスタから読み出す。そして、X線撮影装置101は、読み出したデジタル値と走査線番号を、画像処理装置105へ送信する（期間T703、図13のステップS1305）。画像処理装置105は、前記デジタル値に対して信号処理を行う（期間T704）。

40

## 【0019】

図10は、デジタル値及び信号処理を行ったデジタル値の一例を示す図である。縦軸は、値の大きさを示し、横軸は、走査線の位置を示す。図10の横軸の右端が、X線の照射を検出して走査を停止した走査線でのデジタル値を表す。図10の破線で示すグラフ801が、前記デジタル値を示し、実線で示すグラフ802が、信号処理後の前記デジタル値を示す。信号処理は、X線画像の補正をより行いやすくする目的で行われる。具体的に、信号処理は、前記デジタル値のノイズ成分を除去する処理であり、当該処理は、低域通過

50

フィルタ等で実現される。

#### 【 0 0 2 0 】

所定の時間が経過すると X 線撮影装置 1 0 1 は、電荷蓄積状態（期間 T 7 0 2）を終了し、走査部 2 0 3 と画像生成部 2 0 8 とを動作させて、T F T 2 0 4 を順次オンして電荷の読み出しを行う。そして、電流 - 電圧変換回路 6 0 1 による電圧変換と増幅器 6 0 2 による増幅とが行われた後、A D 変換器 6 0 3 でデジタル値に変換されて各画素値となる。このようにして、X 線画像（放射線画像）を生成する放射線画像生成処理が行われる（期間 T 7 0 5、図 1 3 のステップ S 1 3 0 6）。本実施形態では、所定の時間が経過することを電荷蓄積状態の終了条件としたが、必ずしもこのようにする必要はない。例えば、X 線の照射終了を検出したことを、電荷蓄積状態の終了条件としてもよい。また、所定の時間は固定でもよいが、照射条件等に合わせて可変であることが望ましい。

10

#### 【 0 0 2 1 】

X 線画像の生成後、X 線撮影装置 1 0 1 は、X 線画像のデータを画像処理装置 1 0 5 へ送信する。X 線撮影装置 1 0 1 は、X 線画像を送信する際、所定のルールに則り所定の数の画像に分割し、各分割画像を画像処理装置 1 0 5 に順次送信する。このようにすることによって、画像処理装置 1 0 5 は、全画像分のデータを受け取る前に、その一部に基づくプレビュー画像を生成して表示するプレビュー処理を行うことができる。図 1 1、図 1 2 は、画像処理装置 1 0 5 に画素を送信する方法の一例を説明する図である。図 1 1、図 1 2 では、画素位置ごとに画像を分割して、1 枚の X 線画像を 4 枚の画像として順次送信する例を示す。

20

#### 【 0 0 2 2 】

図 1 1 に示す例では、X 線撮影装置 1 0 1 は、X 線画像 9 0 1 を  $2 \times 2$  画素の単位で区画する（X 線画像 9 0 1 の太枠を参照）。そして、X 線撮影装置 1 0 1 は、当該  $2 \times 2$  画素の中での相対的な画素位置が同じ画素を集結することで、X 線画像 9 0 1 を、4 枚の分割画像 9 0 2 ~ 9 0 5 に分割する。

図 1 2 に示す例では、X 線撮影装置 1 0 1 は、X 線画像 1 0 0 1 を  $4 \times 4$  画素の単位で区画する（X 線画像 1 0 0 1 の太枠を参照）。X 線撮影装置 1 0 1 は、当該  $4 \times 4$  画素の 1 つの対角線及び当該対角線に並行な直線上に並ぶ画素を一纏まりの画素として、行及び列がそれぞれ異なる 4 つの画素を抽出する。X 線撮影装置 1 0 1 は、抽出した 4 つの画素から、当該  $4 \times 4$  画素における相対的に画素位置が同じ画素を集結することで、X 線画像 1 0 0 1 を、4 枚の分割画像 1 0 0 2 ~ 1 0 0 5 に分割する。尚、X 線画像 9 0 1、1 0 0 1 を分割する方法は、これら以外の方法でも構わない。また、全画像から所定のルールに則り間引いたプレビュー用画像を最初に画像処理装置 1 0 5 に送信し、その後改めて全画像を画像処理装置 1 0 5 に送信してもよい。または、これらの方法を組み合わせてもよい。

30

#### 【 0 0 2 3 】

X 線撮影装置 1 0 1 は、最初に分割画像 9 0 2 又は 1 0 0 2 を画像処理装置 1 0 5 へ送信する（期間 T 7 0 6、図 1 3 のステップ S 1 3 0 7）。画像処理装置 1 0 5 は、それを受信しながら、X 線撮影装置 1 0 1 から先に送信されて既に必要な信号処理を行ったデジタル値 8 0 2 と、走査を停止した走査線を特定する走査線番号とを用いて、補正処理及び画像処理を必要に応じて順次行う（期間 T 7 0 7）。画像処理は、例えば、オフセット補正、欠陥画素補正、諧調補正、ゲイン補正）等である。

40

尚、本実施形態では、暗電流に起因する電荷によるオフセット成分の補正は、X 線画像の撮影に先立ち取得されている暗電流画像によって行われるものとする。

#### 【 0 0 2 4 】

以上のようにして画像処理が完了すると、画像処理装置 1 0 5 は、ディスプレイ等の表示装置に一次プレビュー画像を表示する（期間 T 7 0 8）。X 線撮影装置 1 0 1 は、次の分割画像 9 0 3 又は 1 0 0 3 を画像処理装置 1 0 5 へ送信する（期間 T 7 0 9）。画像処理装置 1 0 5 は、それを受信しながら、既に受信している分割画像 9 0 2 又は 1 0 0 2 と合成し、前記と同様に補正処理及び画像処理を行う（期間 T 7 1 0）。画像処理装置 1 0

50



5 は、補正処理及び画像処理が完了したところで一次プレビュー画像よりも精細度が高い（高精細な）二次プレビュー画像を表示する（期間 T 7 1 1）。その後、X線撮影装置 1 0 1 は、残りの分割画像 9 0 4 又は 1 0 0 4 と分割画像 9 0 5 又は 1 0 0 5 を画像処理装置 1 0 5 へ送信する（期間 T 7 1 2、T 7 1 3）。画像処理装置 1 0 5 は、それらを受信しながら、既に受信している分割画像 9 0 2、9 0 3 又は 1 0 0 2、1 0 0 3 と合成し、前記と同様に補正処理及び画像処理を行う（期間 T 7 1 4）。画像処理装置 1 0 5 は、補正処理及び画像処理が完了したところで最終的な X 線画像を表示する（期間 T 7 1 5、図 1 3 のステップ S 1 3 0 8）。

#### 【0025】

X線撮影装置 1 0 1 と画像処理装置 1 0 5 との間の通信状態が悪い場合、欠陥補正情報（デジタル値 8 0 1 と走査線番号）や X 線画像（分割画像）の送信できない、或いは送信完了ができないことが起こり得る。したがって、所定の時間内（タイムアウト期間内）に、これらの少なくとも何れか一方を受信できない場合、画像処理装置 1 0 5 は、タイムアウトしたことから、環境を変える等して改めて送信処理を行う選択を促すこと等をユーザに報知するための動作を行ってもよい。例えば、表示装置上の GUI（Graphical User Interface）などで表示することができる。またサウナなどを用いて音で通知するようにしてもよい。尚、この動作は、X線撮影装置 1 0 1 側で行ってもよい。

また、X線画像に比べて、デジタル値 8 0 1 と走査線番号はデータ量が小さい。このため、デジタル値 8 0 1 と走査線番号の通信に使用する通信プロトコルとして、X線画像の通信に使用する通信プロトコルに比べて、送信効率は低い信頼性の高い通信プロトコルを用いてもよい。例えば、X線撮影装置 1 0 1 と画像処理装置 1 0 5 との間を無線 LAN 等で接続する場合、X線画像については、高速性を重視し UDP（User Datagram Protocol）を使用できる。一方、デジタル値 8 0 1 と走査線番号については、伝達性が保証された TCP（Transmission Control Protocol）を使用できる。

#### 【0026】

以上のように本実施形態では、X線撮影装置 1 0 1 は、X線が照射されたことを検出すると、走査線の駆動を停止し、電荷蓄積状態に移行する。X線撮影装置 1 0 1 は、この電荷蓄積状態を開始するタイミングでバイアス線 2 0 6 に流れる電流のデジタル値と、走査を停止した走査線を特定する走査線番号とを欠陥補正情報として画像処理装置 1 0 5 に送信する。X線撮影装置 1 0 1 は、欠陥補正情報を送信した後に、X線画像（を分割した分割画像）を画像処理装置 1 0 5 に送信する。したがって、X線画像（分割画像）に対する補正処理を開始する前に、X線撮影装置 1 0 1 の内部に流れる電流であって、X線の照射の検出により値が変化する電流のデジタル値を処理することができる。また、このようにすることで画像処理装置 1 0 5 は、X線画像（分割画像）を受信しながら、当該電流の値を用いて X 線画像（分割画像）に対する補正処理を順次行うことができる。したがって、X線画像（分割画像）に対して適切な補正処理を行い、且つ X 線画像（分割画像）の表示を遅らせないことが可能となる。

#### 【0027】

本実施形態では、欠陥補正情報の送信が完了した後に、X線画像（を分割した分割画像）を画像処理装置 1 0 5 の送信を開始する場合を例に挙げて説明した。しかしながら、欠陥補正情報の送信を開始した後に X 線画像（を分割した分割画像）を画像処理装置 1 0 5 の送信を開始していれば、前述した効果を得られるので、必ずしもこのようにする必要はない。例えば、本実施形態では、X線画像（放射線画像）を生成した後に、欠陥補正情報の送信を開始する場合を例に挙げて説明した。しかしながら、欠陥補正情報の送信を開始した後に、X線画像（放射線画像）を生成してもよい（図 1 3 のステップ S 1 3 0 5、S 1 3 0 6 は逆であってもよい）。

#### 【0028】

また、本実施形態では、X線撮影装置 1 0 1 と画像処理装置 1 0 5 とが無線通信を行う場合を例に挙げて説明した。しかしながら、各装置間の通信は汎用ケーブルを用いた有線通信でもよい。また、X線撮影装置 1 0 1 及び画像処理装置 1 0 5 は、無線送受信装置を

10

20

30

40

50

内蔵したものとしたが、別途無線アクセスポイントを設け、これらとの通信を行う構成としてもよい。

#### 【0029】

また、本実施形態では、X線が照射されたことがX線撮影装置101で検出されたことに基づいて電荷蓄積情報（期間T702）に移行する場合を例に挙げて説明した。しかしながら、必ずしもこのようにする必要はない。

図14は、X線画像を撮影する際のX線発生装置103、X線撮影装置101、及び画像処理装置105の動作の変形例を示すタイムチャートである。

図14において、X線発生装置103は、X線撮影装置101に、同期通信信号Reqを送信する。X線撮影装置101は、同期通信信号Reqを受信した後、電荷蓄積状態に移行すると共に（期間T702）、X線発生装置103に同期通信信号Grantを送信する。X線発生装置103は、同期通信信号Grantを受信すると、X線の照射を開始する。尚、このようにした場合でも、図9で示したのと同様に、X線撮影装置101は、電荷蓄積状態が開始するタイミングで欠陥補正情報を生成して画像処理装置105へ送信し、画像処理装置105は、欠陥補正情報に対して信号処理を行うことができる。

#### 【0030】

（第2の実施形態）

次に、第2の実施形態について説明する。本実施形態では、第1の実施形態に対し、X線画像の撮影後、X線の照射が無い状態で再度撮影動作を行って暗電流画像を取得し、X線画像と暗電流画像を用いてオフセット補正を行う。このように、本実施形態は、第1の実施形態に対し、暗電流画像を取得することに関連する処理を追加した点が主として異なる。したがって、本実施形態の説明において、第1の実施形態と同一の部分については、図1～図10に付した符号と同一の符号を付す等して詳細な説明を省略する。

#### 【0031】

図15は、X線撮影装置101の構成の一例を示す図である。本実施形態のX線撮影装置101は、図2に示したX線撮影装置101に対し、オフセット補正部216が追加されたものである。

図16は、X線画像を撮影する際のX線発生装置103、X線撮影装置101、及び画像処理装置105の動作の一例を示すタイムチャートである。

第1の実施形態で説明した図9と比較し、X線の照射を待ち（期間T701）、X線の照射を検出して電荷を蓄積し（期間T702）、電荷を読み出してX線画像を生成する（期間T705）ことは、本実施形態でも同じである。X線撮影装置101は、X線画像を生成した後、期間T701で行った走査線の駆動（TF T204）を再度行う（期間T1101）。

図17は、期間T701と期間T1101で行う走査の内容の一例を示す図である。

図17（a）において、期間T701での走査がL2行で停止した場合、期間T1101で行う走査は、制御部202のレジスタに記憶された走査線番号に基づいて期間T701での走査を模擬し、同様にL2行で走査を停止する。尚、期間T1101では期間T701と異なり、X線の照射の検出をする必要がないので、検出部205は動作させない。

#### 【0032】

図17（b）において、期間T1101で、走査線の駆動（走査の模擬）を行っている間に、X線撮影装置101は、デジタル値と走査線番号とを欠陥補正情報として画像処理装置105へ送信する（期間T703）。欠陥補正情報の送信は、第1の実施形態と同様に、X線の照射による電荷蓄積状態（期間T702）中に行っても構わないし、暗電流電荷蓄積状態（期間T1102）中に行っても構わない。画像処理装置105は、欠陥補正情報を受信して、第1の実施形態と同様に処理を行う（期間T704）。暗電流電荷蓄積状態の期間（期間T1102）が、X線の照射による電荷蓄積状態（期間T702）の期間と同じ時間になるようにする。

#### 【0033】

X線撮影装置101は、期間1103において、暗電流電荷を読み出して暗電流画像を

生成する暗電流画像生成処理を行う。そして、オフセット補正部 216 は、先に取得した X 線画像から暗電流画像を減算してオフセット補正を行う。以降、オフセット補正した X 線画像を画像処理装置 105 へ送信して処理、表示を行う。これらの手順や処理内容は、第 1 の実施形態と同様である。

【0034】

本実施形態では、電荷の読み出し中（期間 T705 又は期間 T1103）に X 線撮影装置 101 が通信を行うことにより生成される画像にノイズが生じる可能性を避けるため、データの送信を電荷の読み出し期間外に行うものとした。しかしながら、例えば、ノイズの影響が十分小さい場合や、より早いプレビュー表示が求められるには、必ずしもこのようにしなくてもよい。

10

【0035】

以上のようにすれば、第 1 の実施形態で説明した効果に加えて、X 線画像に対するオフセット補正を適切に行うことができるという効果が得られる。

本実施形態においても、第 1 の実施形態で説明した種々の変形例を採用することができる。

【0036】

尚、前述した実施形態は、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、様々な形で実施することができる。

20

【0037】

（その他の実施例）

本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、まず、以上の実施形態の機能を実現するソフトウェア（コンピュータプログラム）を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給する。そして、そのシステム或いは装置のコンピュータ（又は CPU や MPU 等）が当該コンピュータプログラムを読み出して実行する。

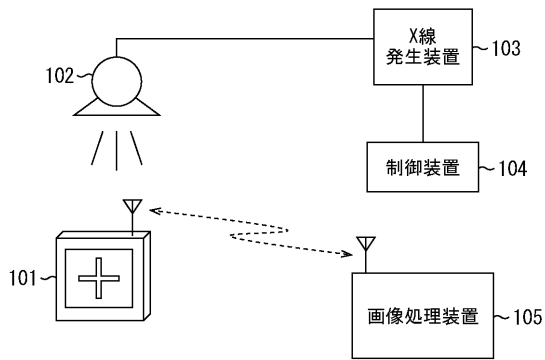
【符号の説明】

【0038】

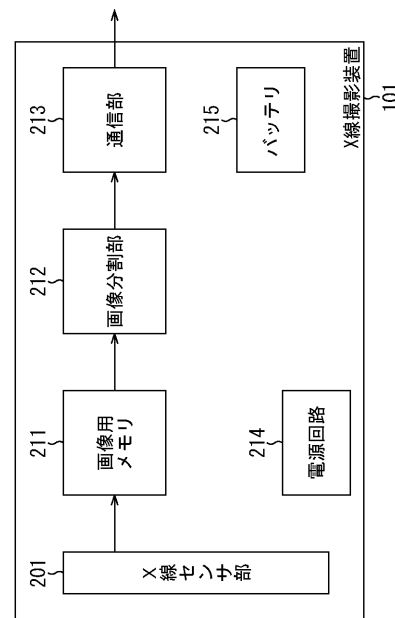
101 X 線撮影装置、102 X 線管球、103 X 線発生装置、104 制御装置  
、105 画像処理装置

30

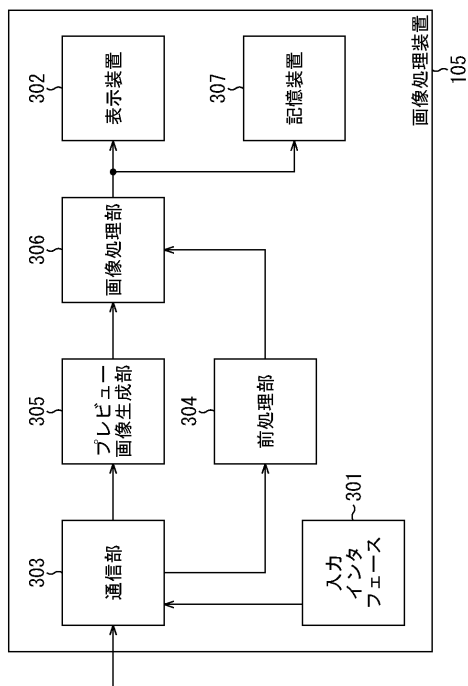
【図 1】



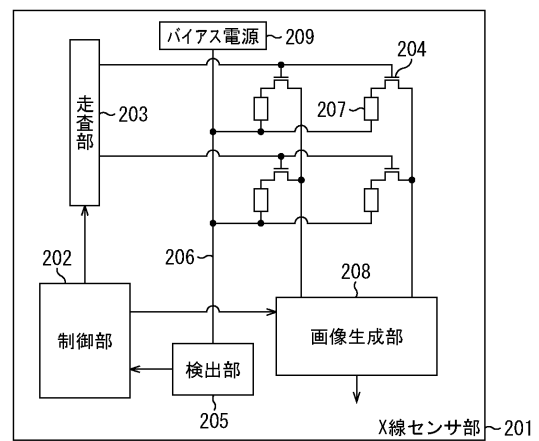
【図 2】



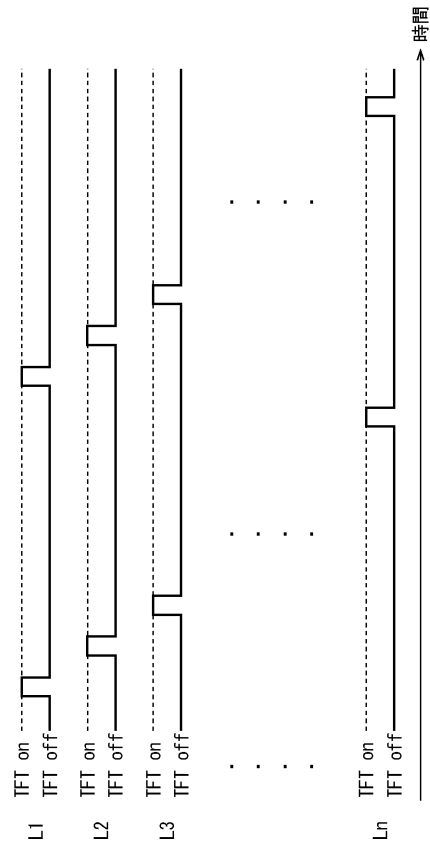
【図 3】



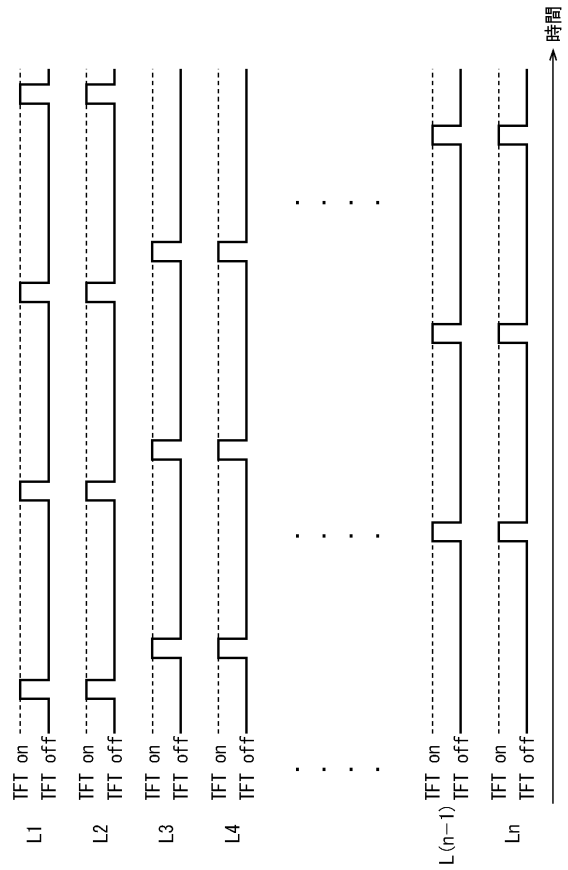
【図 4】



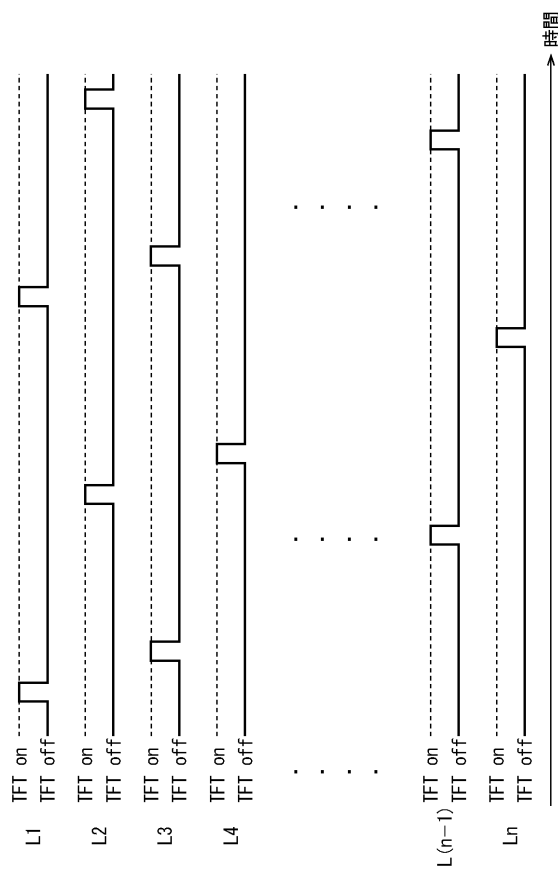
【図 5】



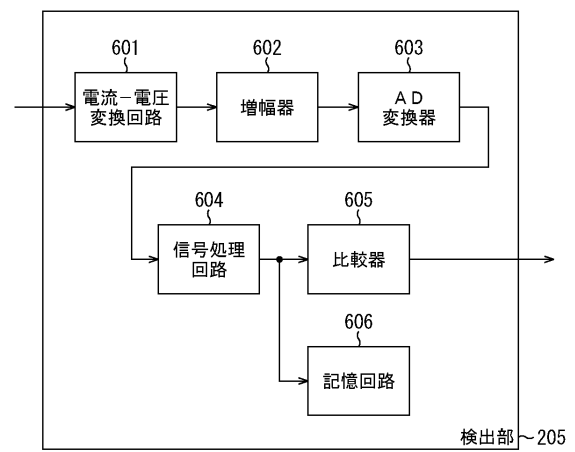
【図 6】



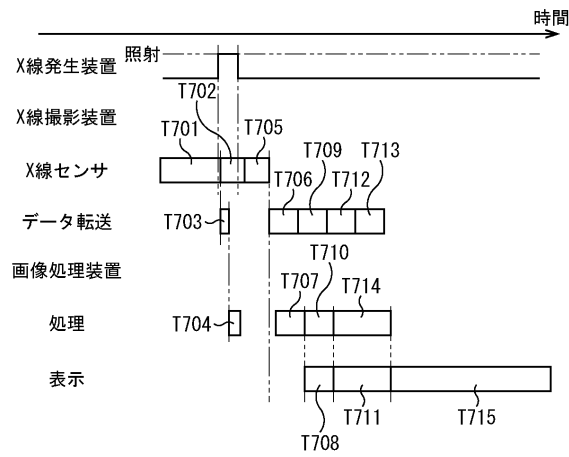
【図 7】



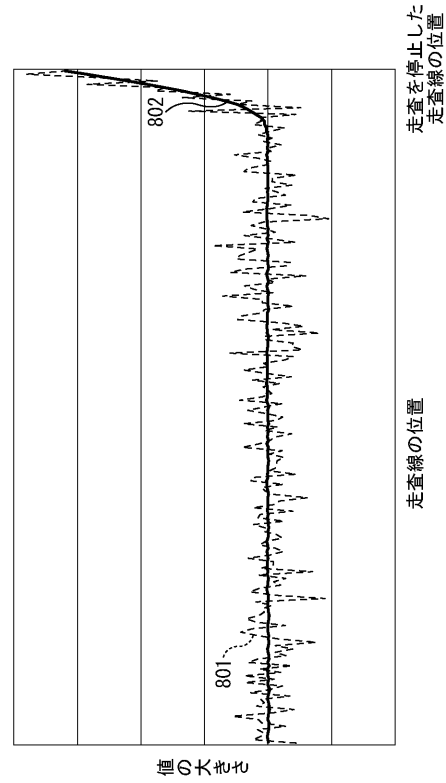
【図 8】



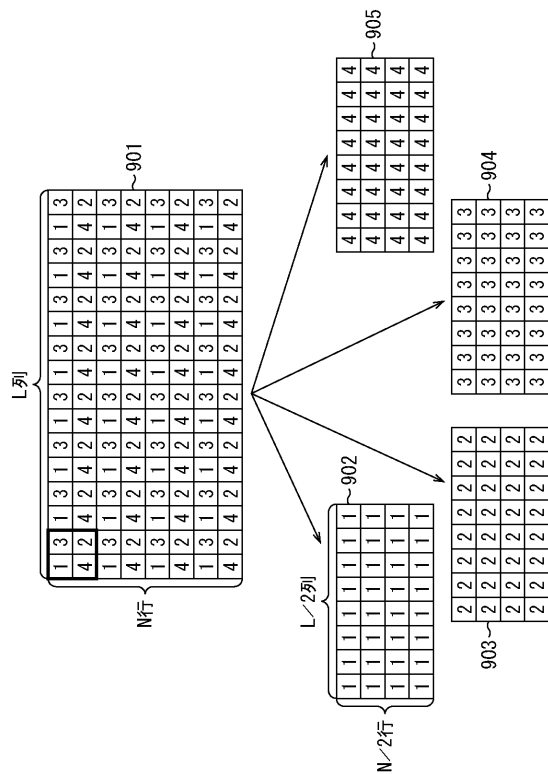
【図 9】



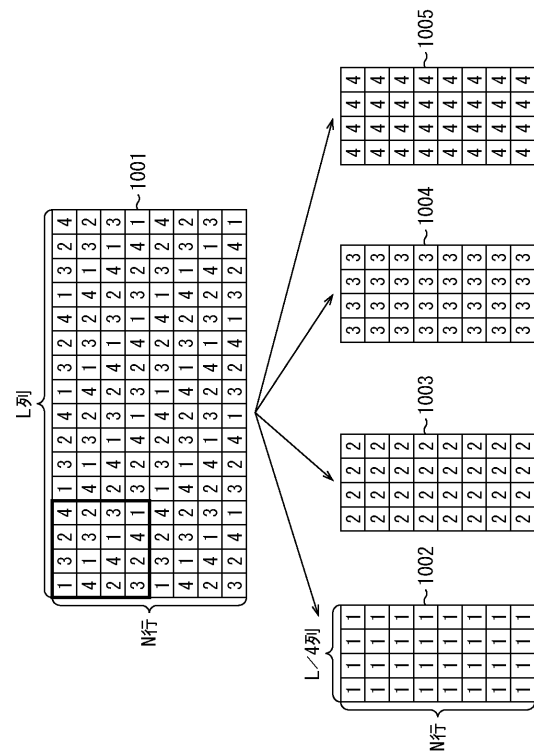
【図 10】



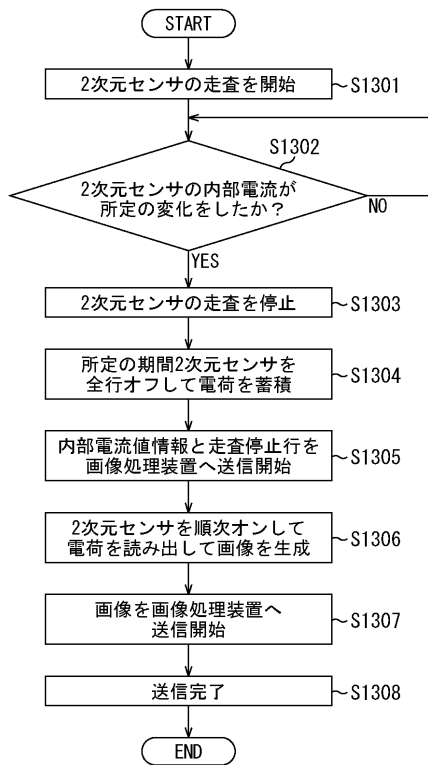
【図 11】



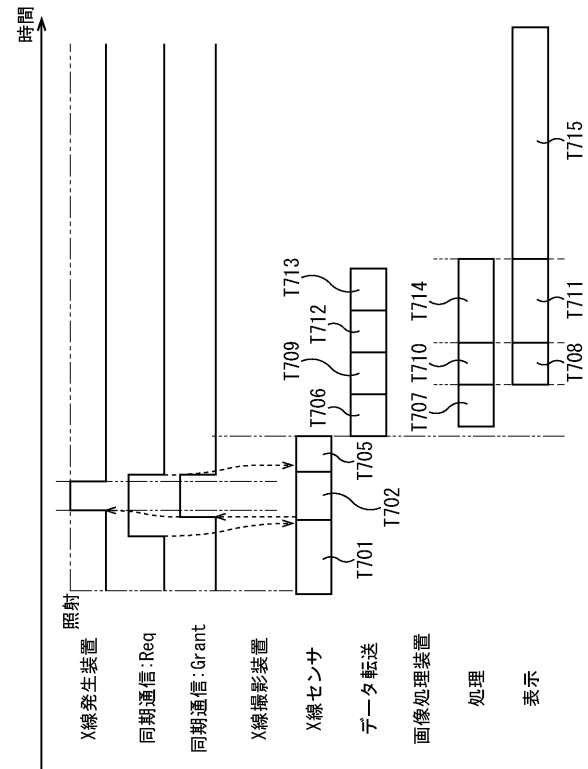
【図 12】



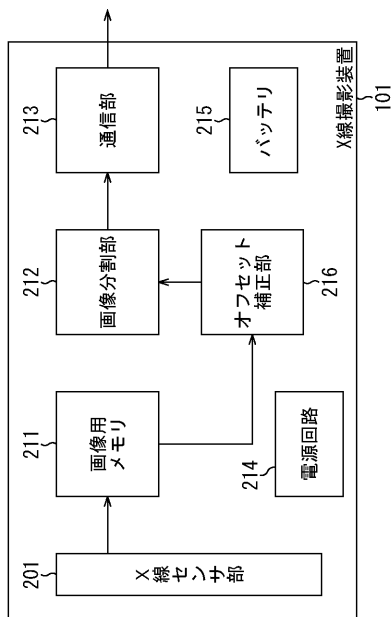
【図 13】



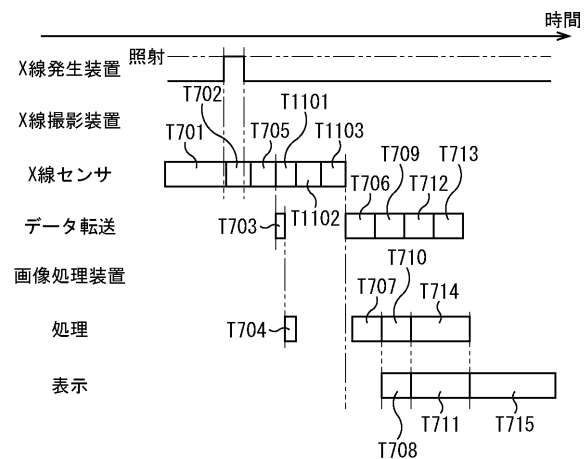
【図 14】



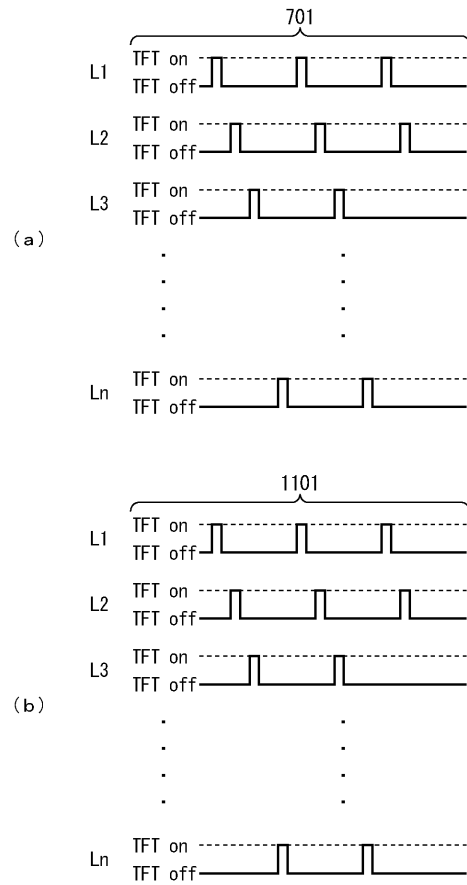
【図 15】



【図 16】



【図 17】





---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
H 0 4 N 5/335 6 7 0

(56)参考文献 特開 2 0 1 1 - 2 4 9 8 9 1 ( J P , A )  
特開 2 0 1 1 - 1 3 3 3 0 2 ( J P , A )  
国際公開第 2 0 0 9 / 1 5 7 2 1 6 ( W O , A 1 )  
特開 2 0 1 3 - 0 3 9 2 0 8 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
H 0 4 N 5 / 3 2  
A 6 1 B 6 / 0 0  
G 0 1 T 7 / 0 0  
H 0 4 N 5 / 3 6 7