

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5127492号
(P5127492)

(45) 発行日 平成25年1月23日 (2013. 1. 23)

(24) 登録日 平成24年11月9日 (2012. 11. 9)

(51) Int. Cl.

F 1

G O 1 N 23/04 (2006. 01)
A 6 1 B 6/00 (2006. 01)G O 1 N 23/04
A 6 1 B 6/00 3 2 O Z

請求項の数 11 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2008-29588 (P2008-29588)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成20年2月8日 (2008. 2. 8)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2009-186439 (P2009-186439A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成21年8月20日 (2009. 8. 20)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成23年2月7日 (2011. 2. 7)		弁理士 大塚 康徳
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ワイヤレスX線透視システム及びそのユニット間の同期方法、コンピュータプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

透視撮影のフレーム単位にX線の曝射を行うX線生成ユニットと、
曝射された前記X線を電荷分布情報に変換し画像データとして出力するセンサを含むセンサユニットと、

前記X線生成ユニットの前記曝射を指示し、前記センサユニットから前記画像データを受信する画像処理ユニットと

を備え、

前記センサユニットと前記画像処理ユニットとは無線リンクで通信し、

前記センサユニットは、

前記無線リンクで通信されるビーコン信号に応じてリセットされ計数を再開する第1のカウントと、

フレームの開始から前記画像データの読出しを開始するまでの時間を規定する読出トリガオフセットに対応する計数値を保存する手段とを備え、

前記第1のカウントの計数値が保存された前記読出トリガオフセットに対応する計数値に合致した場合に前記読出しを開始し、読み出された前記画像データを前記無線リンクを介して前記画像処理ユニットに転送し、

前記画像処理ユニットは、

前記無線リンクの前記ビーコン信号に応じてリセットされ計数を再開する第2のカウントと、

10

20

フレームの開始から前記曝射を開始するまでの時間を規定する曝射トリガオフセットに対応する計数値を保存する手段とを備え、

前記第2のカウンタの計数値が保存された前記曝射トリガオフセットに対応する計数値に合致した場合に前記X線生成ユニットに前記曝射を開始させることを特徴とするワイヤレスX線透視システム。

【請求項2】

前記ビーコン信号の通信間隔を前記フレームの周期であるフレーム周期に一致させたことを特徴とする請求項1に記載のワイヤレスX線透視システム。

【請求項3】

前記ビーコン信号の通信間隔を前記フレームの周期であるフレーム周期を所定の自然数で除算した値に一致させ、

前記ビーコンが前記自然数の回数だけ発信するごとに前記第1のカウンタと前記第2のカウンタとがリセットされ計数を再開することを特徴とする請求項1に記載のワイヤレスX線透視システム。

【請求項4】

前記ビーコン信号の通信間隔を前記フレームの周期であるフレーム周期に所定の自然数を乗算した値に一致させ、

前記センサユニットは、前記第1のカウンタの計数値が前記読出トリガオフセットに対応する計数値に合致した後も、前記ビーコン信号の通信間隔の間は、該第1のカウンタの計数値が前記フレーム周期に対応する計数値を計数するごとに前記読出しを開始し、

前記画像処理ユニットは、前記第2のカウンタの計数値が前記曝射トリガオフセットに対応する計数値に合致した後も、前記ビーコン信号の通信間隔の間は、該第2のカウンタの計数値が前記フレーム周期に対応する計数値を計数するごとに前記曝射を開始することを特徴とする請求項1に記載のワイヤレスX線透視システム。

【請求項5】

透視撮影の間に前記フレーム周期を第1のフレーム周期から第2のフレーム周期に変更する場合に、

前記センサ読出トリガオフセットを保存する手段は、前記第1のフレーム周期で使用される第1のセンサ読出トリガオフセットと前記第2のフレーム周期で使用される第2のセンサ読出トリガオフセットとを保存し、

前記曝射トリガオフセットを保存する手段は、前記第1のフレーム周期で使用される第1の曝射トリガオフセットと前記第2のフレーム周期で使用される第2の曝射トリガオフセットとを保存し、

前記センサユニット又は前記画像処理ユニットが前記ビーコン信号の通信間隔を前記第2のフレーム周期に変更し、

前記通信間隔の変更に通信されたビーコン信号に応じて、前記センサユニットは前記第1のセンサ読出トリガオフセットを前記第2のセンサ読出トリガオフセットに切り替え、前記画像処理ユニットは前記第1の曝射トリガオフセットを前記第2の曝射トリガオフセットに切り替える

ことを特徴とする請求項2乃至請求項4のいずれか1項に記載のワイヤレスX線透視システム。

【請求項6】

前記フレームの開始から前記無線リンクにおけるデータ転送を中止させるまでの時間を規定する転送中止オフセットに対応する計数値に、前記第1のカウンタ又は前記第2のカウンタの計数値が合致した場合に、前記無線リンクにおけるデータ転送が、前記ビーコン信号を新たに通信するまで中止されることを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれか1項に記載のワイヤレスX線透視システム。

【請求項7】

前記画像処理ユニットは、前記ビーコン信号を発信する無線通信手段を備えることを特徴とする請求項1乃至請求項6のいずれか1項に記載のワイヤレスX線透視システム。

【請求項 8】

前記センサユニットは、前記ビーコン信号を発信する無線通信手段を備えることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項に記載のワイヤレス X 線透視システム。

【請求項 9】

前記無線リンクで用いられるプロトコルが C S M A / C A 方式であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 8 に記載のワイヤレス X 線透視システム。

【請求項 10】

透視撮影のフレーム単位に X 線の曝射を行う X 線生成ユニットと、
曝射された前記 X 線を電荷分布情報に変換し画像データとして出力するセンサを含むセンサユニットと、

前記 X 線生成ユニットの前記曝射を指示し、前記センサユニットから前記画像データを受信する画像処理ユニットと
を備え、

前記センサユニットと前記画像処理ユニットとは無線リンクで通信するワイヤレス X 線透視システムにおいて、

前記センサユニットは、

前記無線リンクで通信されるビーコン信号に応じてリセットされ計数を再開する第 1 のカウンタとフレームの開始から読出しを開始するまでの時間を規定する読出トリガオフセットに対応する計数値を保存する手段とを備え、

前記第 1 のカウンタの計数値が保存された前記読出トリガオフセットに対応する計数値に合致した場合に前記読出しを開始し、読み出された前記画像データを前記無線リンクを介して前記画像処理ユニットに転送し、

前記画像処理ユニットは、

前記無線リンクで通信される前記ビーコン信号に応じてリセットされ計数を再開する第 2 のカウンタと、フレームの開始から前記曝射を開始するまでの時間を規定する曝射トリガオフセットに対応する計数値を保存する手段とを備え、

前記第 2 のカウンタの計数値が保存された前記曝射トリガオフセットに対応する計数値に合致した場合に前記 X 線生成ユニットに前記曝射を開始させることを特徴とするワイヤレス X 線透視システムにおけるユニット間の同期方法。

【請求項 11】

コンピュータを請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか 1 項に記載のワイヤレス X 線透視システムとして機能させるための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、センサ部を物理的に分離可能な X 線透視システム及びそのユニット間の同期方法、コンピュータプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

X 線撮影システムにおいて、センサ部を物理的に分離可能なユニット構造とすることで、センサユニットのハンドリング性能を向上し、使い勝手を向上させる試みが行われている。X 線撮影には X 線透視撮影と X 線静止画撮影とがある。X 線透視撮影はフレーム単位で撮影が行われる。

【0003】

センサユニットを物理的に分離した X 線撮影システムの構成例を図 1 に示す。図 1 は、センサユニットが分離した X 線撮影システムの一例を説明する図である。X 線撮影システムは、センサユニット 110、画像処理ユニット 120、および X 線生成ユニット 130 を備える。

【0004】

センサユニット 110 は、物理的にその他のユニットから分離可能である。

【0005】

画像処理ユニット120は、タイミング生成部121を備え、センサユニット110から送信された撮影画像の画像処理を行う。タイミング生成部121は、センサユニット110やX線生成ユニット130の同期制御を行うためのトリガ信号を生成する。

【0006】

X線生成ユニット130は、X線管131とコリメータ132とを備え、X線を生成してセンサユニット110に向けてX線を曝射する。X線管131は、X線曝射のための放射線を生成する。コリメータ132は、曝射する放射線の調整を行う。

【0007】

図2を用いてX線曝射ごとに1度だけセンサ読み出しを行う場合を説明する。図2は、CMOSセンサ使用時の曝射と読み出しのタイミングチャートの一例である。X線出力201は、X線生成ユニット130へ送信される曝射トリガ200によって有効となり、センサ読出203は、センサ読出トリガ202によって開始される。X線曝射開始からセンサ読み出しを開始するまでに遅延時間が必要となるため、センサ読出トリガ202は曝射トリガから一定のオフセット204を有する。また、センサ読み出しが完了するまでには一定の時間が必要となるため、センサ読み出し完了前に次のX線曝射が開始されてしまうと正確な撮影データを読み出せなくなる。そこで、センサ読み出し完了から次のX線曝射開始までの時間205が正となる必要がある。

10

【0008】

図3を用いてX線曝射ごとに2回のセンサ読み出しを行う場合を説明する。図3は、LANMITセンサ使用時の曝射と読み出しのタイミングチャートの一例である。LANMITセンサでは、フレームごとにX線照射直後の電荷分布情報から非照射時の電荷分布情報を差し引くことによって、X線強度分布情報を算出する。そのため、2回のセンサ読み出しが必要となる。

20

【0009】

この場合も図2で説明した場合と同様に、2回目のセンサ読み出し完了から次のX線曝射開始までの時間300が正となる必要がある。

【0010】

以上の説明の通り、図1に示すようなセンサユニット110が物理的に分離可能な構成においても、X線生成ユニット130とセンサユニット110とは、厳密に同期して動作することが必要となる。このような要求を満たすために、センサユニット110が分離可能なX線撮影システムにおいては、図1に示すような専用線140を用いたトリガ信号伝送が行われてきた。

30

【0011】

しかし、センサユニット110を分離可能としたX線撮影システムのメリットは、センサユニット110のポータビリティが向上し、様々な位置に設置しての撮影が可能となることである。このような観点からは、センサユニット110は完全なワイヤレス状態であることが望ましい。センサユニット110をワイヤレス化するためには、電源や大容量の画像データをどのようにハンドリングするかといった問題も存在する。しかし、最大の問題は、前述のようにセンサユニット110とX線生成ユニット130との同期をワイヤレスでどのように実現するかである。

40

【0012】

通常、ワイヤレス通信に利用されるプロトコルとしては、IEEE802.11（無線LAN）やIEEE802.15.3（UWB）等がある。これらのプロトコルを用いた無線通信では、構築したネットワーク内で、ヘッダとペイロードとから構成されたパケットを用いてデータ通信を行うことが可能である。しかしながら、無線LAN等の通信プロトコル上で専用のパケットを定義して同期を取ることは困難である。無線通信プロトコルで一般的であるベストエフォート型のアクセス制御方式であるCSMA/CA（Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance）では必要な調停時間が不定となるためである。

50

【0013】

一方、無線通信プロトコルでは、C S M A / C A 方式ではなく T D M A (Time Division Multiple Access) 方式による Quality of Service (Q o S) を考慮した品質優先の通信手法も定義されている。図 4 は T D M A 方式を利用した無線通信規格である I E E E 8 0 2 . 1 5 . 3 の通信単位であるスーパーフレーム 4 0 0 の構成の一例である。図 4 に示すように、この無線通信規格では、スーパーフレーム 4 0 0 を繰り返すことによって無線通信を行う。スーパーフレーム 4 0 0 # m 構成において、ビーコン 4 0 1 # m には、同スーパーフレーム 4 0 0 # m における各構成要素 (Contention access period、M C T A、C T A) の時間割り当て情報が含まれている。

【0014】

ビーコン 4 0 1 を受信したノードは、それぞれのノードに割り当てられた優先通信可能期間 (M C T A) を、内蔵タイマを用いて μ 秒単位で計数し、指定された時間に Q o S 通信を実施する。このような Q o S 通信を実施することで、無線調停にかかる時間を短縮することが出来る。

【0015】

しかしながら、調停にかかる時間を限りなく短縮したとしても、プロトコル解析を行って無線通信された無線パケットからペイロードに含まれる実際のタイミング情報を取り出す必要がある。取り出したタイミング情報をトリガ信号として使用するには遅延が発生してしまう。このプロトコル解析による時間ロスが存在するという点も、無線パケットによる同期を難しくする要因の一つである。

【0016】

両ユニットが物理的に分離されたワイヤレス環境下で、センサユニット 1 1 0 と X 線生成ユニット 1 3 0 との同期を実現するための手法が、特許文献 1 で開示されている。この手法では、分離されるそれぞれのユニットに内蔵タイマを持たせ、両ユニットを分離する前に有線接続して両タイマ間の同期を行い、分離後はそれぞれに内蔵されたタイマ値を基に同期を行う。

【0017】

また、その他にも図 5 に示すような構成もある。図 5 はワイヤレス X 線撮影システムのシステム図の一例である。図 1 との共通部分は同じ参照番号を付し、説明は省略する。この構成では、データ通信を行う無線リンク 5 0 0 以外に、通信調停が必要なくプロトコル解析時間も短くて済む同期専用の第 2 の無線リンク 5 0 1 を設ける。この専用の無線リンク 5 0 1 を用いてトリガ信号を送信する。

【特許文献 1】特開 2 0 0 6 - 3 0 5 1 0 6 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0018】

特許文献 1 で開示された手法を用いた場合、時間経過と共にそれぞれのユニットに内蔵されたタイマ間に誤差が生じ、同期がとれなくなるという課題がある。また、同期専用の別系統の無線リンクを設ける方法はコストの面で課題がある。

【0019】

そこで、本発明は単一の無線リンクの構成で使用でき、ユニット間での同期の誤差が少ないワイヤレス X 線透視システム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】

【0020】

本発明に係るワイヤレス X 線透視システムは、
透視撮影のフレーム単位に X 線の曝射を行う X 線生成ユニットと、
曝射された前記 X 線を電荷分布情報に変換し画像データとして出力するセンサを含むセンサユニットと、

前記 X 線生成ユニットの前記曝射を指示し、前記センサユニットから前記画像データを受信する画像処理ユニットと

10

20

30

40

50

を備え、

前記センサユニットと前記画像処理ユニットとは無線リンクで通信し、

前記センサユニットは、

前記無線リンクで通信されるビーコン信号に応じてリセットされ計数を再開する第1のカウンタと、

フレームの開始から前記画像データの読出しを開始するまでの時間を規定する読出トリガオフセットに対応する計数値を保存する手段とを備え、

前記第1のカウンタの計数値が保存された前記読出トリガオフセットに対応する計数値に合致した場合に前記読出しを開始し、読み出された前記画像データを前記無線リンクを介して前記画像処理ユニットに転送し、

10

前記画像処理ユニットは、

前記無線リンクの前記ビーコン信号に応じてリセットされ計数を再開する第2のカウンタと、

フレームの開始から前記曝射を開始するまでの時間を規定する曝射トリガオフセットに対応する計数値を保存する手段とを備え、

前記第2のカウンタの計数値が保存された前記曝射トリガオフセットに対応する計数値に合致した場合に前記X線生成ユニットに前記曝射を開始させる

ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0021】

20

本発明により、時間経過による誤差の蓄積を防止でき、ユニット間での同期の誤差を軽減することが出来る。また、同期時間をフレーム周期ごとにオフセット値で管理することが出来るため、同期オフセット値管理を簡略化することが出来る。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、添付の図面を参照しつつ本発明に係るワイヤレスX線透視システムの実施形態を説明する。なお、X線透視撮影を単に透視と表現する。

【0023】

<第1の実施形態>

図6を用いて本実施形態の概要を説明する。本発明の第1の実施形態の概要を説明するためのシステムブロック図の一例である。

30

【0024】

本発明に係るX線透視システムは、他のユニットから物理的に分離したセンサユニット610と、センサユニット610と同期して動作する必要があるX線生成ユニット630を含む画像処理ユニット620とを備える。

【0025】

センサユニット610は、無線通信部A611とコンペアタイマA612とを備える。コンペアタイマA612は、センサ読出トリガを生成する。このセンサ読出トリガにより、センサ読み出しが開始される。

【0026】

40

画像処理ユニット620は、無線通信部B621、コンペアタイマB622、およびタイミング生成部623を備える。コンペアタイマB622は、X線管631の曝射トリガを生成する。この曝射トリガにより、X線曝射が開始される。タイミング生成部623は、センサユニット610やX線生成ユニット630の同期制御を行うためのタイミング信号624を生成する。

【0027】

センサユニット610と画像処理ユニット620との間には、IEEE802.11やIEEE802.15.3等の無線リンク640が確立される。この無線リンク640を通じて、撮影した画像データ等が通信される。本実施形態では、無線通信部B621がIEEE802.11のアクセスポイント(AP)やIEEE802.15.3のピコネッ

50

ト・コーディネーター（PNC）として機能しているものとする。しかし、無線通信部 A 6 1 1 やそれ以外の無線通信装置（不図示）が AP や PNC として機能してもよい。無線通信部 A 6 1 1 が AP や PNC として機能する場合は、第 6 の実施形態で説明する。

【0028】

AP や PNC は、定期的にビーコン信号を発信する。本実施形態では、タイミング生成部 6 2 3 が生成したタイミング信号 6 2 4 を受信して、無線通信部 B 6 2 1 がビーコン信号を発信する。

【0029】

X 線生成ユニット 6 3 0 は、X 線管 6 3 1 とコリメータ 6 3 2 とを備え、X 線を生成してセンサユニット 6 1 0 に向けて X 線を曝射する。X 線管 6 3 1 は、X 線曝射のための放射線を生成する。コリメータ 6 3 2 は、曝射する放射線の調整を行う。

【0030】

まず、画像処理ユニット 6 2 0 の動作を説明する。タイミング信号 6 2 4 を受信した無線通信部 B 6 2 1 はビーコン信号を発信すると同時に、有線で接続されたコンペアタイマ B 6 2 2 へコンペアタイマ B リセット信号 6 2 5 を送信する。コンペアタイマ B 6 2 2 のカウント値は、コンペアタイマ B リセット信号の受信によりリセットされた後、カウントアップを再開する。コンペアタイマ B 6 2 2 には事前に、コンペアタイマ B 6 2 2 がリセットされてから曝射トリガ信号 6 4 1 を送信するまでの計数値を設定しておく。カウント値がこの計数値に合致したとき、コンペアタイマ B 6 2 2 は X 線管 6 3 1 へ曝射トリガ信号 6 4 1 を送信する。これにより、ビーコン信号を発信してから所定の時間経過後に X 線曝射を開始することができる。曝射時間は例えば 10 ミリ秒である。

【0031】

つづいて、センサユニット 6 1 0 の動作を説明する。ビーコン信号を受信した無線通信部 A 6 1 1 は、ビーコン信号を受信した直後にコンペアタイマ A 6 1 2 にコンペアタイマ A リセット信号 6 1 5 を送信する。コンペアタイマ A 6 1 2 のカウント値は、コンペアタイマ A リセット信号 6 1 5 の受信によりリセットされた後、カウントアップを再開する。コンペアタイマ A 6 1 2 には事前に、センサ読出トリガ信号を送信するまでの計数値を設定しておく。カウント値がこの係数値に合致したとき、コンペアタイマ A 6 1 2 はセンサ読出トリガ信号を送信する。これにより、ビーコン信号が発信されてから所定の時間経過後に、センサ読み出しを開始することができる。

【0032】

以上のように、ビーコン信号が発信されると同時にセンサユニット 6 1 0 が備える第 1 のカウンタと画像処理ユニット 6 2 0 が備える第 2 のカウンタとを同時にリセットすることにより、ビーコン信号が発信されるたびに両ユニットの同期をとることができる。また、ビーコン信号の発信をきっかけとしてフレームが開始されるため、ビーコン信号の通信間隔を透視時のフレーム周期と一致させることで、所望のフレーム周期で透視を実施することができる。

【0033】

以上で概要を説明した動作を、図 7 から図 9 を用いて以下に詳細に説明する。まず、それぞれの図を説明する。

【0034】

図 7 は、システムブロック図の一例を説明する図である。図 6 との共通部分は同じ参照番号を付し、説明は省略する。

【0035】

センサユニット 6 1 0 は、図 6 で説明した構成要素に加えて、X 線センサ 7 1 1、センサフロントエンド 7 1 2、CPU 7 1 3、およびメモリ 7 1 4 をさらに備える。X 線センサ 7 1 1 は、パネル上の各エリアにおける X 線の強度分布情報を光電変換素子によって電化情報へと変換する。センサフロントエンド 7 1 2 は、センサ読出トリガ信号 7 1 6 を受けて X 線センサ 7 1 1 から逐次読み出し処理を行う。CPU 7 1 3 は、センサユニット 6 1 0 の制御を司る。メモリ 7 1 4 は、X 線センサ 7 1 1 からの読み出しデータを蓄積する

。

【0036】

画像処理ユニット620は、図6で説明した構成要素に加えて、CPU721、メモリ722、画像処理エンジン723、HDD724、およびインターフェースコントローラ725をさらに備える。

【0037】

CPU721は、画像処理ユニット620の制御を司る。メモリ722は、CPU721や画像処理ユニット620でのワークメモリとして利用される。画像処理エンジン723は、画像処理をハードウェア的にアシストする。HDD724は、画像データを蓄積する二次記憶装置である。インターフェースコントローラ725は、例えばController Area Network (CAN) で、画像処理ユニット620が外部機器をコントロールするために設けられる。

10

【0038】

X線生成ユニット630は、図6で説明した構成要素に加えて、高電圧生成部731をさらに備える。高電圧生成部731は、X線のための高電圧生成を行う。

【0039】

図8はコンペアタイマ800の内部ブロック図の一例を説明する図である。コンペアタイマA612もコンペアタイマB622も、図8の構成を備える。

【0040】

コンペアタイマ800は、カウンタ801、ビーコンカウンタ802、トリガ有効レジスタ803、比較レジスタa804、比較レジスタb805、…、比較レジスタn806、及び発振器(OSC)820を備える。

20

【0041】

発振器820は一定間隔でクロックを生成する。カウンタ801は、発振器820からのクロック出力を計数する。ビーコンカウンタ802は、コンペアタイマリセット信号821を受けてカウンタ801へカウンタリセット信号809の出力を行うか否かの制御を行う。ここで、コンペアタイマリセット信号821は、コンペアタイマAリセット信号615またはコンペアタイマBリセット信号625に対応する。トリガ有効レジスタ803は、コンペアタイマ800からのトリガ出力を許可するか否かの設定に使用される。

【0042】

許可する場合は「トリガ出力可」が設定され、トリガ信号許可出力811が出力される。許可しない場合は「トリガ出力不可」が設定され、何も出力されない。比較レジスタa804、比較レジスタb805、および比較レジスタn806は、同レジスタに事前設定された計数値とカウンタ801のカウント値とを比較する。両者が合致する場合はワンショットパルス出力を出力する。比較レジスタの出力する各ワンショットパルス出力は、ORゲート807で論理積がとられる。

30

【0043】

そのため、比較レジスタの少なくとも一つからワンショットパルス出力が出力されたときは、ORゲート807からもワンショットパルス出力が出力される。ORゲート807から出力されたワンショットパルス出力は、ANDゲート808でトリガ信号許可出力811との論理和が取られ、それを元にトリガ信号823を出力する。そのため、トリガ有効レジスタ803が「トリガ出力不可」に設定されている限り、ANDゲート808からトリガ信号823が出力されることはない。トリガ信号823は、曝射トリガ信号641又はセンサ読出トリガ信号716に対応する。

40

【0044】

図9はタイミングシーケンス図の一例を説明する図である。透視では、フレーム周期900ごとにX線曝射を行い、その際にセンサユニット610で得られた電界強度分布情報の読み出しを実施する。このX線曝射タイミングとセンサ読み出しタイミングとには厳密な管理が必要であることは前述の通りである。本実施形態では1フレームごとに2回のセンサ読み出しが必要な場合を扱うが、本発明は、1フレームごとに1回以上のセンサ読み

50

出しが必要な場合で実施可能である。このことは後続の実施形態でも同様であるため、後続の実施形態では特に言及はしない。

【0045】

フレーム周期900は、X線画像を撮影する周期であり、秒間2枚であれば500msとなり、秒間30枚であれば約33.3msとなる。曝射トリガオフセット901は、フレーム開始から、コンペアタイマB622が曝射トリガ信号を出力するまでのオフセットである。読出トリガオフセットa902は、フレーム開始から、コンペアタイマA612が1回目のセンサ読出トリガ信号を出力するまでのオフセットである。読出トリガオフセットb903は、フレーム開始から、コンペアタイマA612が2回目のセンサ読出トリガ信号を出力するまでのオフセットである。ビーコン信号(B)904は無線リンク640で使用されるビーコン信号である。センサユニット610で読み出しが終了すると、無線リンク640経由で画像データが転送905、906される。

10

【0046】

以上で説明した図7から図9を適宜参照しつつ、本発明に係るX線透視装置全体の動作を詳細に説明する。この動作は各ユニットのCPU713、721がそれぞれメモリ714、722に読み込まれたプログラムを実行することにより処理される。

【0047】

まず、透視に先立ち、以下の設定を行う。

【0048】

画像処理ユニット620内のタイミング生成部623にフレーム周期900を設定する。また、コンペアタイマB622内の比較レジスタa804に、曝射トリガオフセット901に相当する計数値を設定する。この計数値は、所望の時間内に発振器820が生成するクロック数である。以下の計数値についても同様である。同様に、コンペアタイマA612内の比較レジスタa804に、読出トリガオフセットa902に相当する計数値を設定する。また、比較レジスタb805には、読出トリガオフセットb903に相当する計数値を設定する。

20

【0049】

さらに、上記で計数値を設定した比較レジスタ以外の比較レジスタは、本実施形態では使用しないため、余計なワンショットパルス出力を生成しないように"0"クリアしておく。

30

【0050】

なお、本実施形態では、両コンペアタイマ612、622のビーコンカウンタ802は、コンペアタイマリセット信号821を受信した場合、必ずカウンタリセット信号809を出力するものとする。また、両コンペアタイマ612、622のトリガ有効レジスタ803は「トリガ出力可」に設定されているものとする。

【0051】

上記初期設定を元に、フレーム開始後の画像処理ユニット620およびセンサユニット610の動作を説明する。

【0052】

まず、画像処理ユニット620の動作を説明する。タイミング生成部623は、事前に設定された間隔で無線通信部B621へタイミング信号624を送信する。前述の通り、その間隔にはフレーム周期が事前に設定されている。タイミング信号624を受けた無線通信部B621はビーコン信号904発信の準備を行い、ビーコン信号904を無線リンク640で発信する。それと同時にコンペアタイマB622に対してコンペアタイマリセット信号625を送信する。コンペアタイマリセット信号625を受けたコンペアタイマB622のビーコンカウンタ802は、カウンタリセット信号809を出力する。

40

【0053】

カウンタリセット信号809を受信したコンペアタイマB622のカウンタ801はリセットされ、"0"からの計数を開始する。カウンタ801は発振器820の発生するクロックごとにカウントアップするため、コンペアタイマB622内の各比較レジスタは、

50

カウントアップごとに各比較レジスタに設定されているオフセット値との比較を行う。前述の通り、比較レジスタ a 8 0 4 には曝射トリガオフセット 9 0 1 に相当する計数値が設定されている。そのため、比較レジスタ a 8 0 4 はカウンタ 8 0 1 の計数値が曝射トリガオフセット 9 0 1 の計数値に合致したらワンショットパルス出力を出力する。

【0054】

比較レジスタ a 8 0 4 から出力されたワンショットパルス出力により、その他の比較レジスタからの出力にかかわらず OR ゲート 8 0 7 から信号が出力される。さらに、本実施形態では、トリガ有効レジスタ 8 0 3 が「トリガ出力可」に設定されているため、AND ゲート 8 0 8 を通り、曝射トリガ信号 6 4 1 がコンペアタイマ B 6 2 2 から出力される。

【0055】

出力された曝射トリガ信号 6 4 1 は有線経由で X 線生成ユニット 6 3 0 の高電圧生成部 7 3 1 へ送信され、X 線管 6 3 1 から放射線が照射される。

【0056】

つづいて、センサユニット 6 1 0 の動作を説明する。ビーコン信号 9 0 4 を受信した無線通信部 A 6 1 1 は、受信した信号がビーコン信号 9 0 4 であることを確認した直後にコンペアタイマ A 6 1 2 に対して、コンペアタイマ A リセット信号 6 1 5 を出力する。コンペアタイマ A リセット信号 6 1 5 を受けたコンペアタイマ A 6 1 2 のビーコンカウンタ 8 0 2 は、カウンタリセット信号 8 0 9 を出力する。

【0057】

カウンタリセット信号 8 0 9 を受信したコンペアタイマ A 6 1 2 のカウンタ 8 0 1 はリセットされ、“0”からの計数を開始する。カウンタ 8 0 1 は発振器 8 2 0 の発生するクロックごとにカウントアップするため、コンペアタイマ A 6 1 2 内の各比較レジスタは、カウントアップごとに各比較レジスタに設定されているオフセット値との比較を行う。ここでは前述の通り、比較レジスタ a 8 0 4 に読出トリガオフセット a 9 0 2 に相当する計数値が設定されている。また、比較レジスタ b 8 0 5 に読出トリガオフセット b 9 0 3 に相当する計数値が設定されている。このため、比較レジスタ a 8 0 4 はカウンタ 8 0 1 の計数値が読出トリガオフセット a 9 0 2 に相当する計数値と合致したらワンショットパルス出力を出力する。

【0058】

比較レジスタ a 8 0 4 から出力されたワンショットパルス出力により、その他の比較レジスタからの出力にかかわらず OR ゲート 8 0 7 から信号が出力される。さらに、本実施形態では、トリガ有効レジスタ 8 0 3 がトリガ出力許可に設定されているため、AND ゲート 8 0 8 を通り、1 回目のセンサ読出トリガ信号 7 1 6 がコンペアタイマ A 6 1 2 からセンサフロントエンド 7 1 2 へ送信される。センサ読出トリガ信号 7 1 6 を受信したセンサフロントエンド 7 1 2 は、X 線センサ 7 1 1 の読み出しを開始する。ここで読み出されるのは、例えば放射線照射時の画像である。

【0059】

さらにカウンタ 8 0 1 がカウントアップしてカウンタ 8 0 1 の計数値が読出トリガオフセット b 9 0 3 に相当する計数値と合致したら、比較レジスタ b 8 0 5 はワンショットパルス出力を出力する。先程と同様にして、センサフロントエンド 7 1 2 は、X 線センサ 7 1 1 の読み出しを開始する。ここで読み出されるのは、例えば放射線非照射時の画像である。

【0060】

以上の動作がフレーム周期 9 0 0 に同期させたビーコンの発信によって繰り返される。これにより、センサユニット 6 1 0 内のコンペアタイマ A 6 1 2 と画像処理ユニット 6 2 0 内のコンペアタイマ B 6 2 2 とのタイミング同期をフレーム周期 9 0 0 ごとに実施できる。その結果、両ユニット 6 1 0、6 2 0 の同期の誤差を軽減することができる。

【0061】

＜第 2 の実施形態＞

第 1 の実施形態では、フレーム周期に同期させたビーコン信号によって、ワイヤレス接

10

20

30

40

50

続されたセンサユニットと画像処理ユニットとの間のタイミング同期を行う手法について述べた。第2の実施形態では、フレーム周期を変化させながら透視を行う血管造影等の手技を行う際の本発明の適用形態について述べる。

【0062】

本実施形態の概要を説明するために、第1のフレーム周期から第2のフレーム周期へ変更される場合を考える。第1のフレーム周期で使用される第1のセンサ読出トリガオフセットと第1の曝射トリガオフセットとで透視が行われているとする。ここで、第2のフレーム周期で使用される第2のセンサ読出トリガオフセットと第2の曝射トリガオフセットとを、あらかじめセンサユニット610と画像処理ユニット620とに保存しておく。そして、ビーコン信号の発信に応じて、第2のフレーム周期に切り替える。

10

【0063】

本実施形態の構成を図10、11を用いて説明する。図10は、本発明の第2の実施形態に係るシステムブロック図の一例を説明する図である。図10において、第1の実施形態で説明した図7との共通部分は同じ参照番号を付し、説明を省略する。

【0064】

画像処理ユニットは、図7の構成に加えて、I/Oコントローラ1020、表示制御部1021、入力機器1022、およびディスプレイ1023をさらに備える。I/Oコントローラ1020は、ユーザにパラメータ設定や作業選択などのためのユーザインターフェースを提供する。表示制御部1021は、ユーザが透視システムを操作するためのグラフィカルユーザインターフェースを生成する。入力機器1022は、ユーザが直接操作するキーボードやタッチパネルやマウスなどである。ディスプレイ1023は、グラフィカルユーザインターフェースを表示する。

20

【0065】

図11は、本発明の第2の実施形態に係るコンペアタイマの内部ブロック図の一例を説明する図である。第1の実施形態で説明した図8との共通部分は同じ参照番号を付し、説明を省略する。

【0066】

コンペアタイマ800は、図8の構成要素に加えて、比較レジスタc1100、比較レジスタd1101、各比較レジスタ内のフラグ(OE)1102~1106をさらに備える。フラグ1102~1106は、比較レジスタからのワンショットパルス出力可否を制御する。フラグが「出力可」に設定されているときは、ワンショットパルス出力を出力することが可能である。フラグが「出力不可」に設定されているときは、たとえその比較レジスタの計数値がカウント値と合致しても、ワンショットパルス出力は出力されない。

30

【0067】

続いて、図12を用いて本実施形態におけるタイミングシーケンスを説明する。本発明の第2の実施形態に係るタイミングシーケンス図の一例を説明する図である。第1の実施形態で説明した図9との共通部分は同じ参照番号を付し、説明を省略する。

【0068】

本実施形態における透視では、まずフレーム周期a1201ごとにX線曝射を行い、センサユニット610で得られた電界強度分布情報の読み出しを実施する。その後、途中からフレーム周期b1202にフレームレートを切り替える。変更されたフレーム周期に対応するように、曝射トリガオフセット及び読出トリガオフセットの値も変更される。フレーム周期a1201の透視では、曝射トリガオフセットa1203、読出トリガオフセットa1204、および読出トリガオフセットb1205が用いられる。フレーム周期b1202の透視では、曝射トリガオフセットb1206、読出トリガオフセットc1207、および読出トリガオフセットd1208が用いられる。

40

【0069】

図13を用いて本発明を適用したX線透視システムの起動時からフレームレート変更までの、画像処理ユニット620とセンサユニット610との処理を説明する。図13は、本発明の第2の実施形態に係るフレームレート切換フローチャートの一例を説明する図で

50

ある。このフローチャートはCPU713、721がそれぞれのメモリ714、722に読み込まれたプログラムを実行することで処理される。

【0070】

ステップ1300で、画像処理ユニット620を起動し、初期化処理を行う。ステップ1350で、センサユニット610を起動し、初期化処理を行う。

【0071】

その後、ステップ1301で、画像処理ユニット620内のコンペアタイマB622に設けられたトリガ有効レジスタ803に「トリガ出力不可」を設定する。ステップ1351で、センサユニット610内のコンペアタイマA612に設けられたトリガ有効レジスタ803に「トリガ出力不可」を設定する。これらの設定によって各コンペアタイマ800からのトリガ信号823の出力は禁止される。

10

【0072】

ステップ1302で、無線通信部B621を初期化する。ステップ1352で、無線通信部A611を初期化する。これらの処理により、無線通信部B621をAP又はPNCとする無線リンク640が確立される。このときはまだ無線リンク640のために用いるビーコン間隔を規定する必要があるため、無線通信規格で適当な周期を用いる。

【0073】

ここまでの準備が完了したら、ステップ1303で、画像処理ユニット620は、表示制御部1021を介してディスプレイ1023にグラフィカルユーザインターフェース（GUI）を表示し、ユーザからの作業内容の選択を受け付ける。ユーザは、GUIを参照しながら、入力機器1022を操作して、所望する作業内容の手技を選択する。

20

【0074】

ステップ1304で、手技の選択が終了したかを判定する。終了しない場合（ステップ1304において「NO」）はステップ1303に戻り、手技選択画面を表示し続ける。終了した場合（ステップ1304において「YES」）は、ステップ1304に移行する。

【0075】

ステップ1305で、入力機器1022から入力された手技情報はI/Oコントローラ1020を介してCPU721へと伝達される。ここで手技として「透視」が選択されたかどうかを判定する。選択された場合（ステップ1305において「YES」）、ステップ1306に移行する。「透視」が選択されない場合（ステップ1305において「NO」）はその他の手技を行うが、その他の手技は本発明の範囲外であるため記載しない。

30

【0076】

ステップ1306で、CPU721は、続けて透視時に適用するフレームレートや管電流、管電圧等の透視パラメータ設定をユーザに促すためのGUIをディスプレイ1023に表示しユーザ入力を受け付ける。

【0077】

第1の実施形態で示したように、ユーザ設定されるフレームレートから定まるフレーム周期をビーコン間隔に用いる。そこで、CPU721は、設定されたフレームレートからビーコン間隔及びそれに対応する曝射トリガオフセットと読出トリガオフセットとに対応する計数値を算出する。画像処理ユニット620は、ユーザにより設定されたパラメータや算出した読出トリガオフセットに対応する計数値などのセンサユニット610が必要とする透視パラメータ1321をセンサユニット610に送信する。

40

【0078】

ステップ1307で、タイミング生成部623にビーコン間隔を設定する。これにより、ビーコン信号はタイミング生成部623に設定したビーコン間隔で送信される。

【0079】

また、フレーム周期a1201では曝射トリガオフセットa1203が用いられるので、この値に相当する計数値をコンペアタイマB622の比較レジスタa804に設定する。さらに、比較レジスタaのフラグ1102を「出力可」に設定する。その他の比較レジ

50

スタのフラグ1103～1106は「出力不可」に設定する。

【0080】

ここで、フラグが有効に設定された比較レジスタからワンショットパルス出力が出力される場合がある。しかし、ステップ1301でトリガ有効レジスタ803を「トリガ出力不可」に設定しているため、X線曝射が誤って開始されることはない。

【0081】

ステップ1353で、センサユニット610は、受信した透視パラメータ1321に含まれる読出トリガオフセットに相当する計数値をコンペアタイマA612へ設定する。フレーム周期a1201では読出トリガオフセットa1204と読出トリガオフセットb1205とが用いられるので、これらの値に相当する計数値をそれぞれコンペアタイマA612の比較レジスタa804、比較レジスタb805に設定する。さらに、この比較レジスタのフラグ1102、1103を「出力可」に設定する。また、その他の比較レジスタのフラグ1104～1106は「出力不可」に設定する。

10

【0082】

ここで、フラグが有効に設定された比較レジスタからワンショットパルス出力が出力される場合がある。しかし、ステップ1351でトリガ有効レジスタ803を「トリガ出力不可」に設定しているため、センサ読出しが誤って開始されることはない。

【0083】

以上で透視のための準備が完了したため、ステップ1308で、画像処理ユニット620はユーザからの透視開始指示を受け付ける。

20

【0084】

ユーザからの透視開始指示により（ステップ1308において「YES」）、ステップ1309で、CPU721はコンペアタイマB622のトリガ有効レジスタ803に対して「トリガ出力可」を設定する。同時に、無線通信部B621からセンサユニット610へトリガ有効要求メッセージ1322を送信する。ステップ1354で、センサユニット610は、トリガ有効要求メッセージ1322を受信したか否かを判定する。受信した場合（ステップ1354において「YES」）、ステップ1355でコンペアタイマA612のトリガ有効レジスタ803に対して「トリガ出力可」を設定する。

【0085】

以上の処理を経て、ステップ1310で、ビーコン信号1323発信ごとにカウンタ801がリセットされ、第1の実施形態と同様に、曝射トリガオフセットa1203経過後にX線管631からX線が照射される。また、ステップ1356で、ビーコン信号1323受信ごとにカウンタ801がリセットされ、第1の実施形態と同様に、読出トリガオフセットa1204経過時にセンサ読出しがなされる。また、読出トリガオフセットb1205経過時にもセンサ読出しがなされる。これにより、フレーム周期a1201での透視が開始される。

30

【0086】

次に、フレーム周期a1201による透視中にフレームレートを変更する要求が為された場合を考える。ステップ1311で、ユーザからフレームレートの変更命令を受けたか否かを判定する。受けた場合（ステップ1311で「YES」）はステップ1312に移行する。例えば、図12で示すように、フレーム周期a1201で透視中にユーザからフレームレート変更命令1210を受けたとする。

40

【0087】

図13に戻りステップ1312で、フレームレート変更命令1210により、CPU721は要求された変更後のフレームレートから、フレーム周期と、曝射トリガオフセット及び読出トリガオフセットとを算出する。フレーム周期b1202では、曝射トリガオフセットb1206、読出トリガオフセットc1207、及び読出トリガオフセットd1208が用いられる。

【0088】

CPU721は、曝射トリガオフセットb1206に相当する計数値をコンペアタイマ

50

B 6 2 2 の比較レジスタ b 8 0 5 に設定する。比較レジスタ b 8 0 5 のフラグ 1 1 0 3 は「出力不可」の設定のままにしておく。現時点で「出力可」に設定されているフラグを有するのは比較レジスタ a 8 0 4 だけなので、比較レジスタ b 8 0 5 の設定後も、フレーム周期 a 1 2 0 1 に対応した X 線曝射が継続される。

【0089】

また、画像処理ユニット 6 2 0 は、フレームレート変更要求メッセージ 1 2 1 1 を無線リンク 6 4 0 経由でセンサユニット 6 1 0 へ送信する。フレームレート変更要求メッセージ 1 2 1 1 には、読出トリガオフセット c 1 2 0 7 及び読出トリガオフセット d 1 2 0 8 に相当する計数値が含まれる。図 1 2 で示すように、フレームレート変更要求メッセージ 1 2 1 1 は、例えばデータ転送の間に送信される。

10

【0090】

図 1 3 のステップ 1 3 5 7 でセンサユニット 6 1 0 はフレームレート変更要求メッセージ 1 2 1 1 を受信したか否かを判定する。受信した場合（ステップ 1 3 5 7 において「YES」）、ステップ 1 3 5 8 に移行する。

【0091】

ステップ 1 3 5 8 で、CPU 7 1 3 は、読出トリガオフセット c 1 2 0 7、読出トリガオフセット d 1 2 0 8 に相当する計数値をそれぞれコンペアタイマ A 6 1 2 の比較レジスタ c 1 1 0 0、比較レジスタ d 1 1 0 1 に設定する。対応するフラグ 1 1 0 4、1 1 0 5 は「出力不可」の設定のままにしておく。現時点で「出力可」に設定されているフラグを有するのは比較レジスタ a 8 0 4 と比較レジスタ b 8 0 5 とだけなので、この設定後も、フレーム周期 a 1 2 0 1 に対応したセンサ読み出しが継続される。

20

【0092】

ステップ 1 3 5 9 で、コンペアタイマ A 6 1 2 の変更作業が完了したら、センサユニット 6 1 0 は、フレームレート変更確認メッセージ 1 2 1 2 を画像処理ユニット 6 2 0 に対して送信する。図 1 2 で示すとおり、フレームレート変更確認メッセージ 1 2 1 2 はフレームレート変更要求メッセージ 1 2 1 1 とは別のフレームで通信されることもある。

【0093】

図 1 3 のステップ 1 3 1 3 で、画像処理ユニット 6 2 0 はフレームレート変更確認メッセージ 1 2 1 2 を受信したか否かを判定する。受信した場合（ステップ 1 3 1 3 において「YES」）、画像処理ユニット 6 2 0 は、画像処理ユニット 6 2 0 とセンサユニット 6 1 0 とのどちらもフレーム周期 b 1 2 0 2 で動作できる状態にあることを判断できる。そこで、ステップ 1 3 1 4 に移行して、タイミング生成部のタイミング信号発生間隔をフレーム周期 b 1 2 0 2 に変更する。これにより、次のタイミング信号からフレーム周期 b 1 2 0 2 でビーコン信号が発信されるようになる。

30

【0094】

画像処理ユニット 6 2 0 はステップ 1 3 1 5 でビーコン信号 1 2 1 3 を発信したかを判定する。発信した場合（ステップ 1 3 1 5 において「YES」）、ステップ 1 3 1 6 に移行する。

【0095】

ステップ 1 3 1 6 で、画像処理ユニット 6 2 0 は、ビーコン信号 1 2 1 3 発信直後に、コンペアタイマ B 6 2 2 の比較レジスタ a 8 0 4 のフラグ 1 1 0 2 を出力不可に設定し、比較レジスタ b 8 0 5 のフラグ 1 1 0 2 に出力可を設定する。以上の処理によって、このビーコン信号 1 2 1 3 発信以降は、フレーム周期 b 1 2 0 2 で X 線曝射が行われる。

40

【0096】

一方、センサユニット 6 1 0 はステップ 1 3 6 0 で、ビーコン信号 1 2 1 3 を受信したかを判定する。発信した場合（ステップ 1 3 6 0 において「YES」）、ステップ 1 3 6 1 に移行する。

【0097】

ステップ 1 3 6 1 で、センサユニット 6 1 0 は、ビーコン信号 1 2 1 3 受信直後に、コンペアタイマ A 6 1 2 の比較レジスタ a 8 0 4、比較レジスタ b 8 0 5 のフラグを出力不可

50

可に設定する。また、比較レジスタ c 1 1 0 0、比較レジスタ d 1 1 0 1 のフラグに出力可を設定する。以上の処理によって、このビーコン信号 1 2 1 3 受信以降は、フレーム周期 b 1 2 0 2 でセンサ読み出しが行われる。

【0098】

フラグの変更は曝射トリガオフセットや読出トリガオフセットと比較してきわめて短時間で処理される。そのため、ビーコン信号 1 2 1 3 の発信により、両ユニットとも、フレーム周期 b 1 2 0 2 に対応したトリガオフセットで開始することができる。なお、前述の通り、ビーコン信号 1 2 1 3 が発信される前は、フレーム周期 b 1 2 0 2 に対応するオフセット値が比較レジスタに登録されたとしても、引き続きフレーム周期 a 1 2 0 1 に対応したトリガオフセットで透視される。そのため、画像処理ユニット 6 2 0 内の比較レジスタへの登録とセンサユニット 6 1 0 内の比較レジスタへの登録とが、別々のフレームで行われていたとしてもかまわない。

10

【0099】

本実施形態では、ユーザのフレームレート変更命令 1 2 1 0 によるフレームレート変更について述べたが、フレームレート変更の要因は、予めプログラミングされ自動要求される場合であっても同様である。

【0100】

ステップ 1 3 1 8 で透視の終了が要求された場合や、ステップ 1 3 1 7 で透視後の静止画撮影が要求された場合、ステップ 1 3 1 9 に移行する。

【0101】

ステップ 1 3 1 9 で、画像処理ユニット 6 2 0 の CPU 7 2 1 はコンペアタイマ B 6 2 2 のトリガ有効レジスタ 8 0 3 に対して「トリガ出力不可」を設定する。それと共に、無線通信部 B 6 2 1 からセンサユニット 6 1 0 へトリガ出力を無効にするように透視終了メッセージ 1 3 2 7 を送信する。

20

【0102】

ステップ 1 3 6 2 でセンサユニット 6 1 0 は、透視終了メッセージ 1 3 2 7 を受信したか否かを判定する。受信した場合（ステップ 1 3 6 2 において「YES」）、ステップ 1 3 6 3 でコンペアタイマ A 6 1 2 のトリガ有効レジスタ 8 0 3 に対して「トリガ出力不可」を設定する。

【0103】

以上により、本実施形態では、フレームレートを変えながらの透視を実行する際も、ビーコン出力ごとに両コンペアタイマのタイミング同期を実施でき、両ユニット 6 1 0、6 2 0 の同期の誤差を軽減することができる。また、システムを停止することなく、連続的にフレーム周期の変更が可能となる。

30

【0104】

<第3の実施形態>

前述までの実施形態では、フレーム周期に同期させたビーコン信号によって、ワイヤレス接続されたセンサユニットと画像処理ユニット間のタイミング同期を簡単かつ正確に行う手法について述べた。第3の実施形態では、フレームレートとビーコン間隔との同期実現のための手法について述べる。

40

【0105】

一般的にフレーム周期とビーコン間隔とを一致させると言っても、独自の無線通信規格を定義しない限り、ビーコン間隔を自由に選択することは出来ないことがある。例えば、図4に示したとおり、IEEE 802.15.3 (UWB) 規格のビーコン間隔は、512 μ sec. から 65535 μ sec. までの間からしか選択できない。これをフレームレートで表すと、1953 fps (= 1 / 512 μ sec.) から 15.26 fps (= 1 / 65535 μ sec.) までとなる。実際の透視は、0.1 fps から 200 fps 程度のフレームレートで透視することが一般的であるため、このままでは、15.26 fps よりも低速な透視に適用できない。このように、フレーム周期とビーコン間隔とを同一に出来ない場合、前述までの実施形態をそのままの形で適用できない。そこで、第3の

50

実施形態では、このような場合に対処するための手法を説明する。

【0106】

第3の実施形態においてもシステム構成は、図10に示した構成と同一である。また、同システム構成におけるコンペアタイマのブロック図も図11と同一である。

【0107】

前述した規格値を満たすビーコン間隔とフレーム周期とを調整するため、本実施形態では、コンペアタイマ800内のビーコンカウンタ802を特に利用する。ビーコンカウンタ802は、コンペアタイマリセット信号821をカウントし、所定の回数を受信したときだけカウンタリセット信号809でカウンタ801をリセットする。

【0108】

図14にIEEE802.15.3規格を用いて、10fpsの透視を行う場合のタイミングシーケンス図を示す。図14は、本発明の第3の実施形態に係るタイミングシーケンス図の一例を説明するための図である。前述したとおり、IEEE802.15.3規格で設定可能な最長のビーコン間隔は、65.535msである。10fpsの透視を実施する際のフレーム周期1400は100msであるため、前述までの実施形態のように、フレーム周期とビーコン間隔とを一致させることはできない。そこで、ビーコン間隔1405を33.33msに設定すると共に、コンペアタイマ800内のビーコンカウンタ802にカウント数として、フレーム周期をビーコン間隔で除算した結果の自然数である「3」を設定する。こうすることで、コンペアタイマリセット信号821を3回検知した際に、1回だけカウンタリセット信号809が出力される。ここで、前述の通りコンペアタイマリセット信号821はビーコン信号が発信するたびに出力されるため、ビーコン信号が3回発信されるたびに、1度だけコンペアタイマA612およびコンペアタイマB622のカウンタ801がリセットされる。従って、 $33.33\text{ms} \times 3 = 100\text{ms}$ ごとにカウンタ801はリセットされ、「0」から計数を開始する。

【0109】

たとえば、ビーコン信号1401が発信されたときにカウンタリセット信号809が出力されたとする。カウンタリセット信号809の受信にともない、フレームが開始される。次に発信されたビーコン信号1402により、コンペアタイマリセット信号821がビーコンカウンタ802に出力される。しかし、ビーコンカウンタ802はまだ所定の回数に達していないため、カウンタリセット信号809を出力しない。そのため、フレームは継続される。ビーコン信号1403が発信された場合も同様である。ビーコン信号1404が発信されると、今度はビーコンカウンタ802がカウンタリセット信号809を出力し、新たなフレームが開始される。

【0110】

図15を用いて、所定の回数のビーコン発生時にコンペアタイマ800のカウンタ801のリセットを行う場合の処理を説明する。本発明の第3の実施形態に係るフレームレート切替フローチャートの一例を説明する図である。図15において、図13と同一の処理は説明を省略し、異なる処理だけを参照番号を付して説明する。

【0111】

ステップ1501およびステップ1551では、前述の通り、ビーコン信号を所定の回数だけ受信するたびに両ユニットのコンペアタイマ800のカウンタ801がリセットされる。

【0112】

ステップ1502およびステップ1552では、カウンタ801がリセットされたか否かを判定して変更後のフレーム周期にあわせた設定値に変更する。ビーコン信号の受信でフレーム周期変更のタイミングを判断すると、フレームの途中にもかかわらず、設定値が変更されてしまう恐れがあるためである。

【0113】

以上より、本実施形態によれば、ビーコン間隔を長くできない無線通信規格の場合にも、フレームごとに両コンペアタイマのタイミング同期を実施でき、両ユニット610、6

10

20

30

40

50

20の同期の誤差を軽減することができる。

【0114】

<第4の実施形態>

第3の実施形態では、無線通信規格で定められたビーコン間隔よりも長い値にフレーム周期を設定したい際に、本発明を適用する手法について述べた。第4の実施形態では、ビーコン間隔よりも短い値にフレーム周期を設定したい際の手法について述べる。

【0115】

IEEE802.11（無線LAN）規格のビーコン間隔は、msオーダーで1msから数十秒程度の間隔まで選択できる。しかしながら、どのような無線通信規格においてもビーコン間隔を短くすると、通信にしめるビーコン送信時間が増加し、実際のデータ通信に利用できる期間が短くなる。そのため、同期精度は高まるものの伝送速度に対するペナルティが増加するという問題がある。

【0116】

このような問題に対処するため、本実施形態では、1回のビーコン間隔中に複数回の曝射を行う手法について説明する。第4の実施形態においてもシステム構成は、図10に示した構成と同一である。又、同システム構成におけるコンペアタイマ800のブロック図も図11と同一である。

【0117】

図16を用いて1回のビーコン間隔内に複数の曝射を行う場合のタイミングシーケンス図を示す。本発明の第4の実施形態に係るタイミングシーケンス図の一例を説明する図である。本実施形態では、1回のビーコン信号発生の際に2回の曝射を行う透視を説明する。しかし、2回以上の曝射を行う場合であっても同様に本発明を適用可能である。

【0118】

本発明におけるコンペアタイマ800には、前記したような1回のビーコン間隔中に複数回の曝射を実現するために、複数の比較レジスタを設けてある。ここで、コンペアタイマB622には、比較レジスタa804に曝射トリガオフセット1601に相当する計数値を設定する。また、比較レジスタb805には曝射トリガオフセット1601にフレーム周期1600を加えた値1602に相当する計数値を設定する。1回のビーコン間隔の間に3個以上のフレームを含めたい場合は、フレーム周期1600に自然数を乗算した値を曝射トリガオフセット1601に加算する。

【0119】

同様にコンペアタイマA612の比較レジスタa804及び比較レジスタb805には、それぞれ読出トリガオフセットa1603と読出トリガオフセットb1604に相当する計数値を設定する。そして、比較レジスタc1100には、読出トリガオフセットa1603にフレーム周期1600を加えた値に相当する計数値を設定する。また、比較レジスタd1101には、読出トリガオフセットb1604にフレーム周期1600を加えた値に相当する計数値を設定する。

【0120】

以上の設定を行うことによって、単一のビーコン信号に同期した2回のフレームを実行できる。

【0121】

また、本実施形態におけるフレームレート変更処理は、第2の実施形態で説明した内容と同様である。従って、本実施形態を用いた場合、フレームレート変更は、1ビーコン間隔に同期づけられた複数フレーム透視が終了した際に適用される。このため、フレームレート変更までのタイムロスが発生するが、本実施形態で述べたケースで適用されるビーコン間隔は通常1秒以内であるため、大きな問題とはならない。

【0122】

以上より、本実施形態では、本発明を適用して画像処理ユニット620とセンサユニット610とのビーコンごとの同期を実現しながら、データ転送に利用できる時間を増やすことができる。

【0123】

<第5の実施形態>

上記までの実施形態では、無線X線透視システムにおいて、センサユニットと画像処理ユニットとの間でビーコン信号をフレームレートに合致することで、ビーコン信号ごとに両ユニット間のタイミング同期を実現する手法について述べた。しかしながら、ビーコン発信時の多量のデータ通信の実行などにより、AP又はPNCは一定のビーコン間隔でビーコン信号の発信が出来ないこともある。

【0124】

この場合、フレームごとの同期は可能なものの一定のフレームレートが確保できず、フレームごとにジッタが発生してしまう。このような問題に対処するためにTDMA方式による時間管理が可能なIEEE802.15.3規格を使用することも考えうる。しかし、IEEE802.11等のCSMA/CA方式によるベストエフォート型の調停を用いる無線通信規格を用いる必要がある場合もある。第5の実施形態では、このようなCSMA/CA方式等のベストエフォート型の無線通信で、本発明を適用しつつ、正確なフレームレートを確保する手法について説明する。

【0125】

図18を用いて本実施形態の構成を説明する。本発明の第5の実施形態に係るシステムブロック図の一例を説明する図である。図18において、図10との共通部分は同じ参照番号を付し、説明を省略する。

【0126】

コンペアタイマB622は無線通信部B621に対してデータ転送の中止を要求する転送中止要求信号b1820を送信する。これにより、データ転送が中止される。また、コンペアタイマA612も無線通信部A611に対してデータ転送の中止を要求する転送中止要求信号a1810を送信する。

【0127】

図19を用いて本実施形態におけるコンペアタイマ800の内部構成を説明する。図11との共通部分は同じ参照番号を付し、説明を省略する。比較レジスタn806は転送中止トリガ信号1900をワンショットパルス出力として出力する。

【0128】

図17を用いて本実施例におけるタイミングシーケンス図を説明する。図17は本実施形態に係るタイミングシーケンス図の一例である。タイミングシーケンスは図9で説明した第1の実施形態と同様であるため、相違点を中心に説明する。

【0129】

本実施形態における透視では、第1の実施形態と同じく、フレーム周期1700に一致したビーコン信号毎にコンペアタイマ800のカウンタ801のリセットを行い、そこからのオフセット時間でX線曝射やセンサ読み出しタイミングを制御する。

【0130】

ここで、両コンペアタイマ800内の比較レジスタn806には転送中止オフセット1703に相当する計数値を設定する。転送中止オフセット1703は、フレーム周期1700から、無線通信部B621及び無線通信部A611が実施中の無線通信を中止するのに必要十分な時間を差し引いた値である。この設定を行うことで、両無線通信部611、612は、次のビーコン信号1701が発信される直前に転送中止トリガ信号1900をコンペアタイマ800から受信する。転送中止トリガ信号1900を受信した無線通信部は、無線通信中であれば直ちに通信を停止し、ビーコン信号1701の発信に備える。

【0131】

以上により、本実施形態では、ビーコン信号発信時に他の無線通信が行われることによる透視時のジッタ発生を防止し、本発明によるタイミング同期を所望のフレーム周期で実行することが出来る。

【0132】

<第6の実施形態>

10

20

30

40

50

前述までの実施形態では、X線生成ユニット630を含む画像処理ユニット620内の無線通信部B621にAP又はPNCの機能を持たせ、無線通信部B621からビーコン信号をフレーム周期に同期させて発信していた。しかしながら、本発明で述べるところのAP又はPNC機能は、画像処理ユニット内の無線通信部に必須の機能ではなく、センサユニット内の無線通信部又は、全く別ユニットの無線通信装置の中に存在してもよい。

【0133】

本実施形態では、センサユニット610の無線通信部にAP又はPNC機能を持たせ、センサユニット610の状況に応じてビーコン信号の発信可否を判断する手法について説明する。

【0134】

図20を用いて本実施形態における構成図を説明する。図20は本実施形態の構成図の一例を説明するための図である。図10との共通部分は同一の参照番号を付し、説明を省略する。

【0135】

本実施形態では、タイミング生成部2010はセンサユニット610内にあり、無線通信部A611にタイミング信号2011を出力する。タイミング信号2011を受信して、無線通信部A611はビーコン信号を発信する。すなわち、本実施形態では、センサユニット610が、AP又はPNCの役割を果たす。

【0136】

図21を用いて本実施形態で透視を行う際の処理フローを説明する。図21は本実施形態に係るフローチャートの一例を説明する図である。図21において、図13と同一の処理は説明を省略し、異なる処理だけを参照番号を付して説明する。

【0137】

AP又はPNCはセンサユニット610に含まれるため、ステップ2150のビーコン間隔の変更はセンサユニット610で実施される。

【0138】

ステップ2151で、ビーコン信号を発信する前に、センサユニット610のCPU713は、センサフロントエンド712がX線センサ711の読み出し中か否かを判定する。ラインバッファを利用してセンサ読み出しを行い、ライン単位で読み出しデータを無線通信で送信するような場合に、電波状態や外乱の発生によって無線通信が妨害され、エラーが発生し、再送などに要する時間等によってセンサ読み出し時間の延長が引き起こされる。このような場合はセンサ読み出しが完了するまで次のX線曝射を延期する必要がある。そこで、読み出しが完了したか否かの判定をビーコン発信前に行う。読み出しが未完了の場合には、ビーコン信号の発信を遅らせることで、次の曝射が開始され読み出しデータが破壊されるのを防止することが出来る。

【0139】

読み出し状態検査の結果、センサ読み出し中で無ければ、ステップ2152で、ビーコン間隔を経過したか否かを判定する。ビーコン間隔を経過した場合、次のステップへ移行する。以降の処理は図12での説明と同様である。

【0140】

フレームレート変更時にもステップ2152とステップ2153とで同様の処理を行う。

【0141】

以上により、本実施形態では、センサユニット610にAP又はPNCの役割を持たしても、両ユニット610、620の同期の誤差を軽減することができる。

【0142】

[その他の実施形態]

なお、本発明は、複数の機器（例えばホストコンピュータ、インタフェイス機器、リーダなど）から構成されるシステムに適用しても、一つの機器からなる装置（例えば、複写機など）に適用してもよい。

10

20

30

40

50

【0143】

また、本発明の目的は、前述した機能を実現するコンピュータプログラムのコードを記録した記憶媒体を、システムに供給し、そのシステムがコンピュータプログラムのコードを読み出し実行することによっても達成される。この場合、記憶媒体から読み出されたコンピュータプログラムのコード自体が前述した実施形態の機能を実現し、そのコンピュータプログラムのコードを記憶した記憶媒体は本発明を構成する。また、そのプログラムのコードの指示に基づき、コンピュータ上で稼働しているオペレーティングシステム（OS）などが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した機能の実現される場合も含まれる。

【0144】

10

さらに、以下の形態で実現しても構わない。すなわち、記憶媒体から読み出されたコンピュータプログラムコードを、コンピュータに挿入された機能拡張カードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書込む。そして、そのコンピュータプログラムのコードの指示に基づき、その機能拡張カードや機能拡張ユニットに備わるCPUなどが実際の処理の一部または全部を行って、前述した機能の実現される場合も含まれる。

【0145】

本発明を上記記憶媒体に適用する場合、その記憶媒体には、先に説明したフローチャートに対応するコンピュータプログラムのコードが格納されることになる。

【図面の簡単な説明】

20

【0146】

【図1】センサユニットが分離したX線撮影システムの一例を説明する図である。

【図2】CMOSセンサ使用時の曝射と読み出しのタイミングチャートの一例である。

【図3】LANMITSセンサ使用時の曝射と読み出しのタイミングチャートの一例である。

。

【図4】IEEE802.15.3規格のスーパーフレーム構成図の一例である。

【図5】ワイヤレスX線撮影システムのシステム図の一例である。

【図6】本発明の第1の実施形態の概要を説明するためのシステムブロック図の一例である。

【図7】本発明の第1の実施形態に係るシステムブロック図の一例を説明する図である。

30

【図8】本発明の第1の実施形態に係るコンペアタイマの内部ブロック図の一例を説明する図である。

【図9】本発明の第1の実施形態に係るタイミングシーケンス図の一例を説明する図である。

【図10】本発明の第2の実施形態に係るシステムブロック図の一例を説明する図である。

。

【図11】本発明の第2の実施形態に係るコンペアタイマの内部ブロック図の一例を説明する図である。

【図12】本発明の第2の実施形態に係るタイミングシーケンス図の一例を説明する図である。

40

【図13】本発明の第2の実施形態に係るフレームレート切替フローチャートの一例を説明する図である。

【図14】本発明の第3の実施形態に係るタイミングシーケンス図の一例を説明するための図である。

【図15】本発明の第3の実施形態に係るフレームレート切替フローチャートの一例を説明する図である。

【図16】本発明の第4の実施形態に係るタイミングシーケンス図の一例を説明する図である。

【図17】本発明の第6の実施形態に係るタイミングシーケンス図の一例を説明する図である。

50

【図 1 8】 本発明の第 5 の実施形態に係るシステムブロック図の一例を説明する図である。

【図 1 9】 本発明の第 5 の実施形態に係るコンペアタイマの内部ブロック図である。

【図 2 0】 本発明の第 6 の実施形態に係るシステムブロック図の一例を説明する図である。

【図 2 1】 本発明の第 6 の実施形態に係るフローチャートの一例を説明する図である。

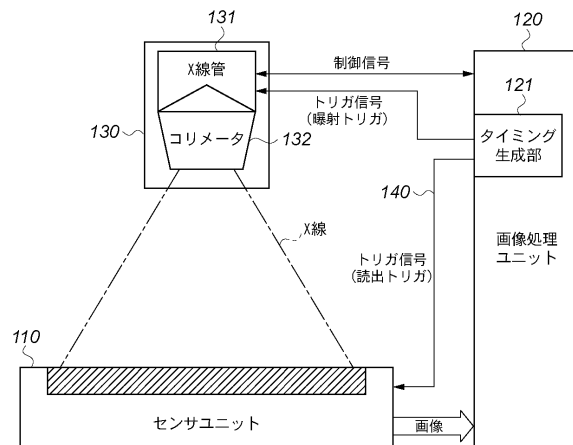
【符号の説明】

【 0 1 4 7 】

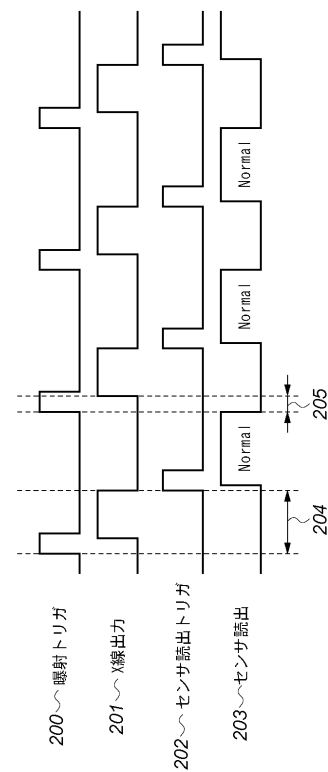
- 1 1 0 センサユニット
- 1 2 0 画像処理ユニット
- 1 2 1 タイミング生成器
- 1 3 0 X線生成ユニット
- 1 3 1 X線管
- 1 3 2 コリメータ

10

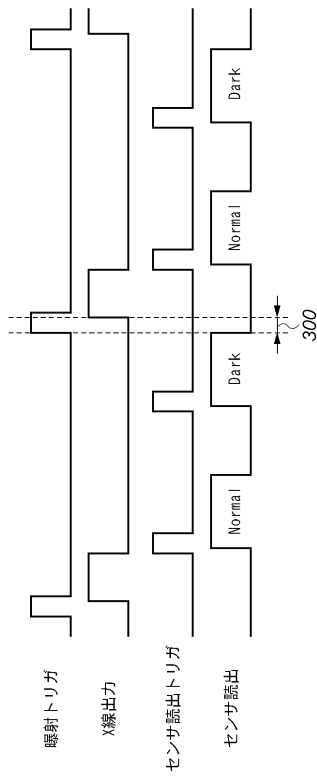
【図 1】



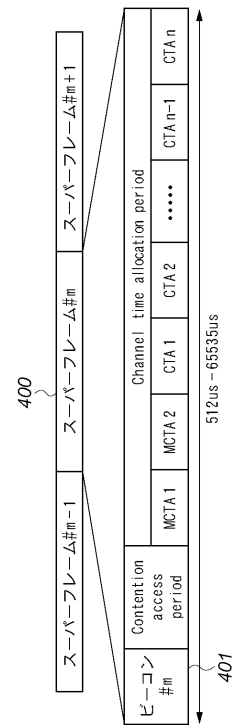
【図 2】



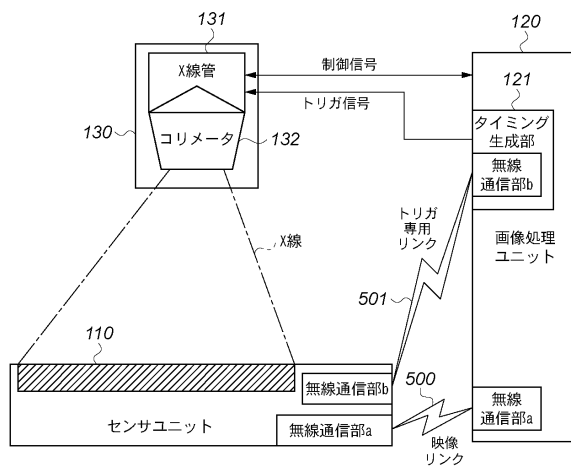
【図 3】



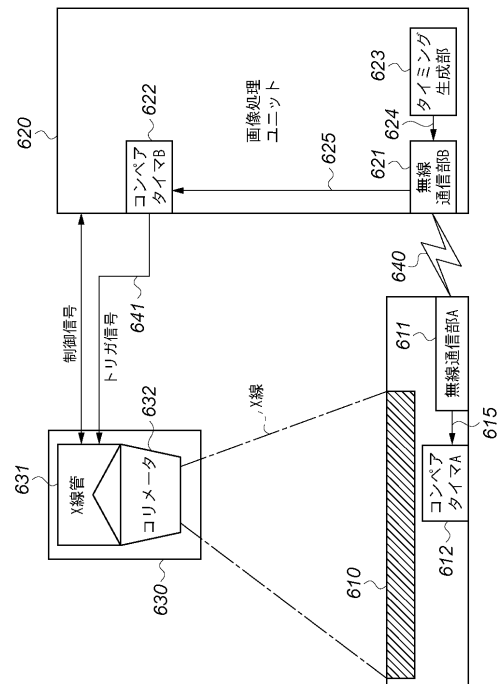
【図 4】



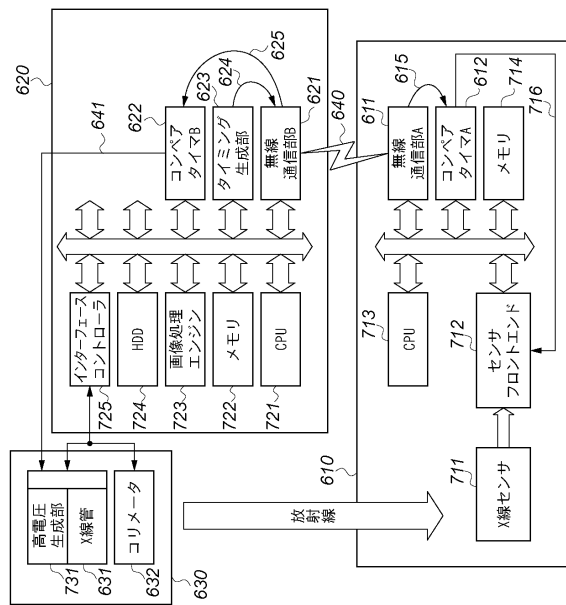
【図 5】



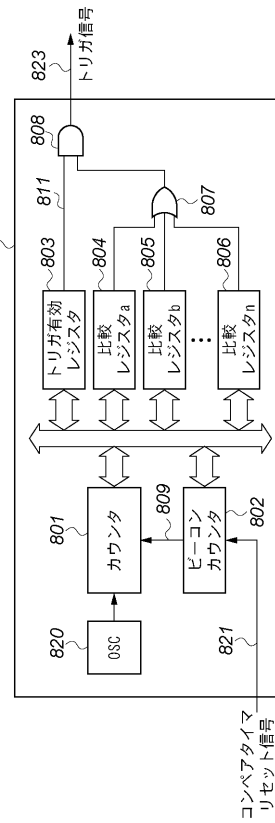
【図 6】



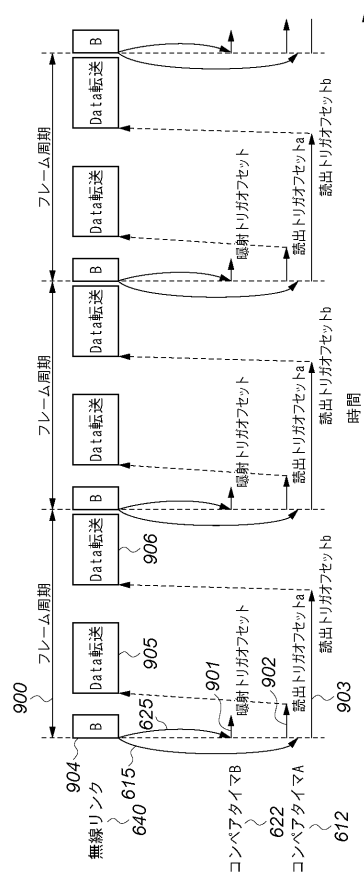
【図 7】



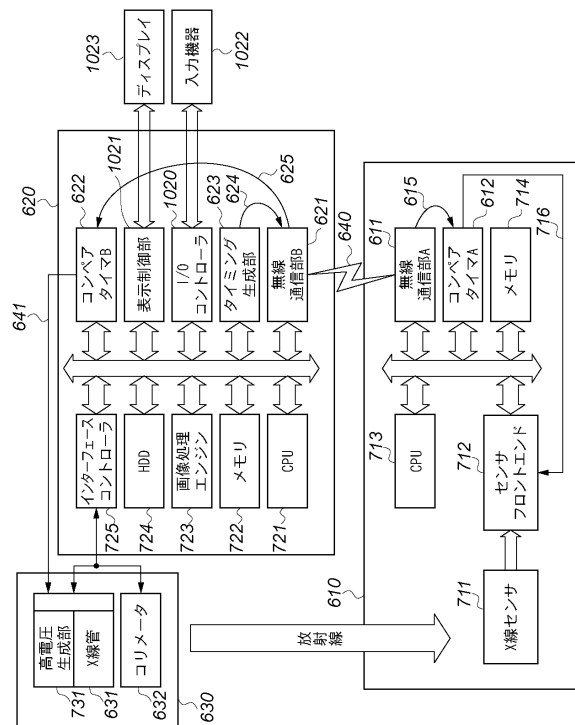
【図 8】



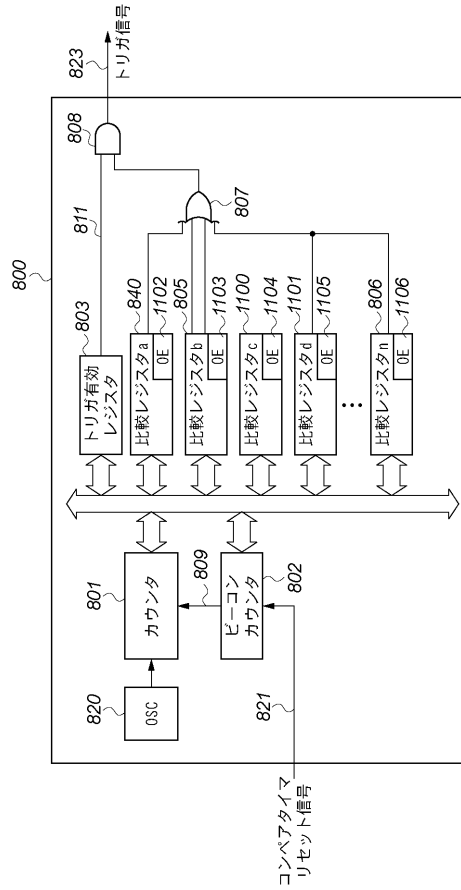
【图 9】



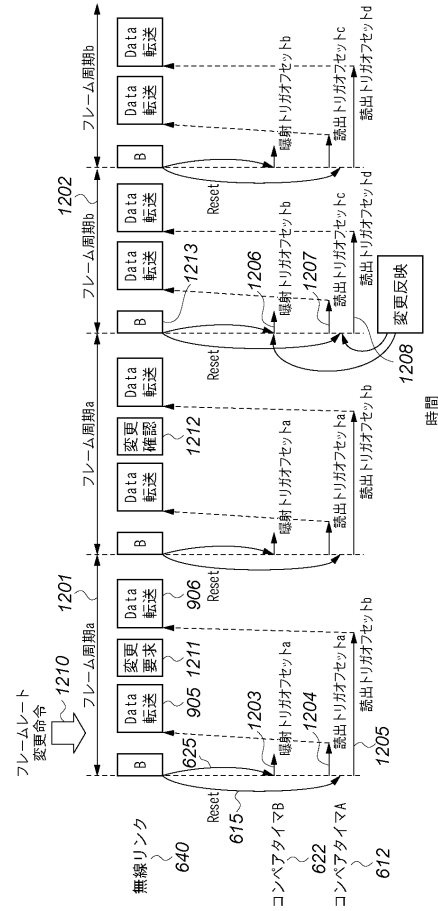
【図 10】



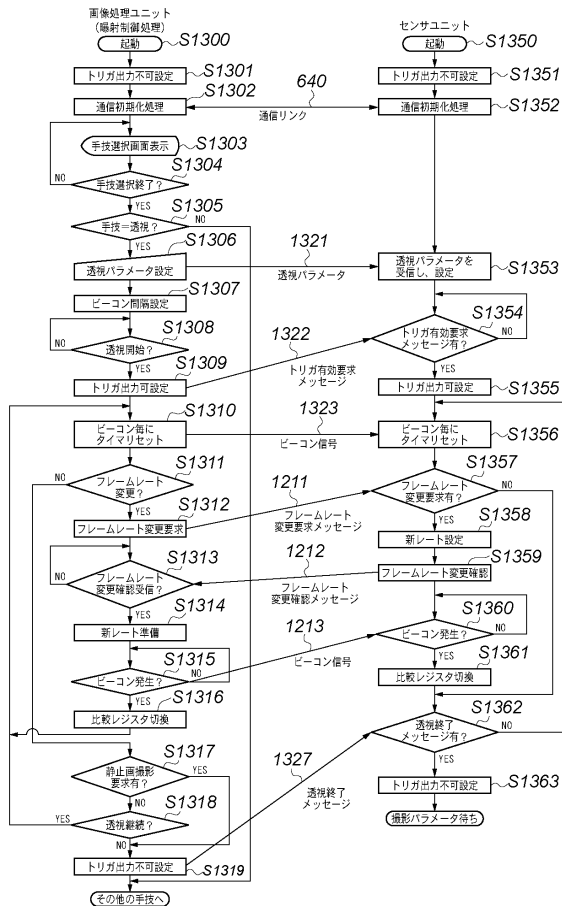
【図 1 1】



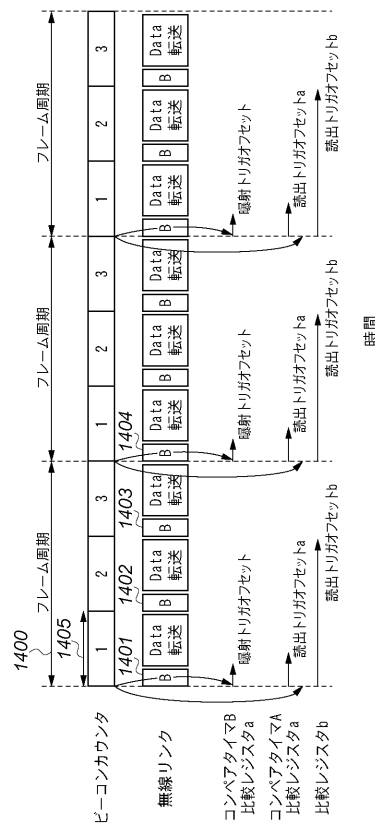
【図 1 2】



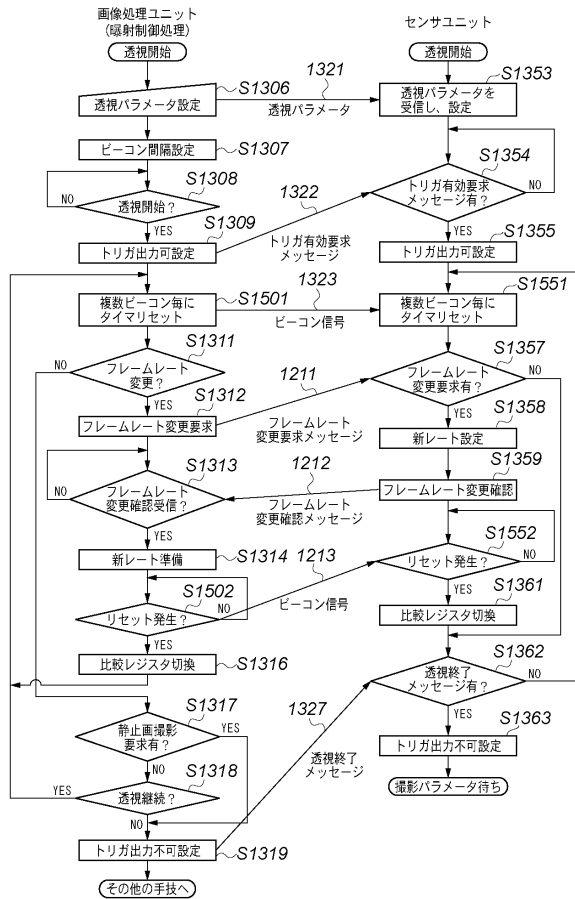
【図 1 3】



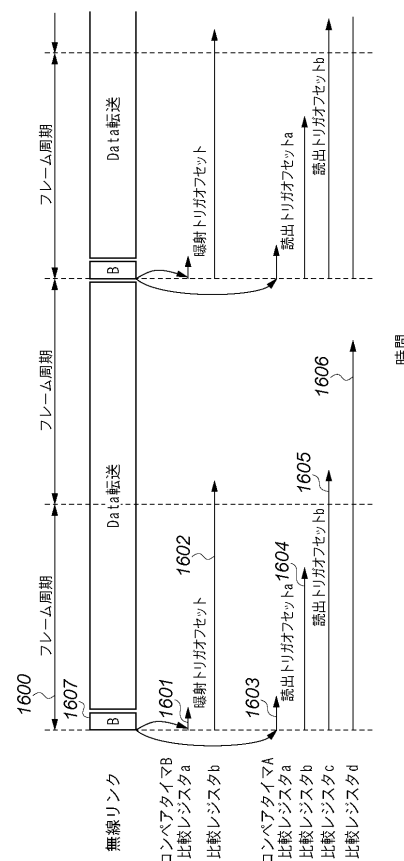
【図 1 4】



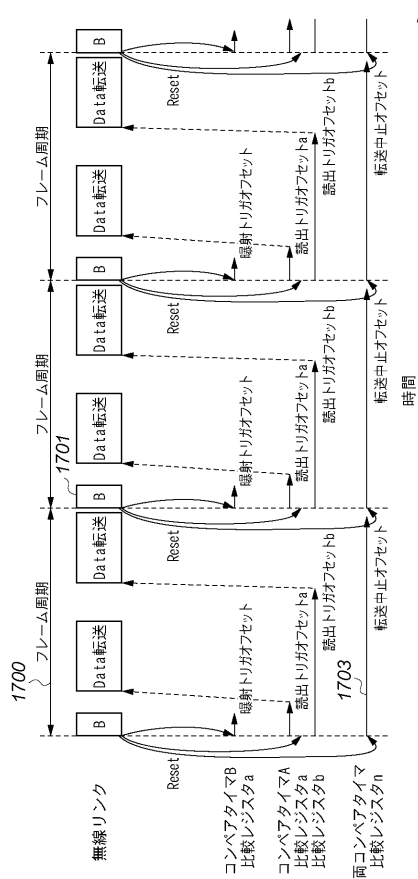
【図 15】



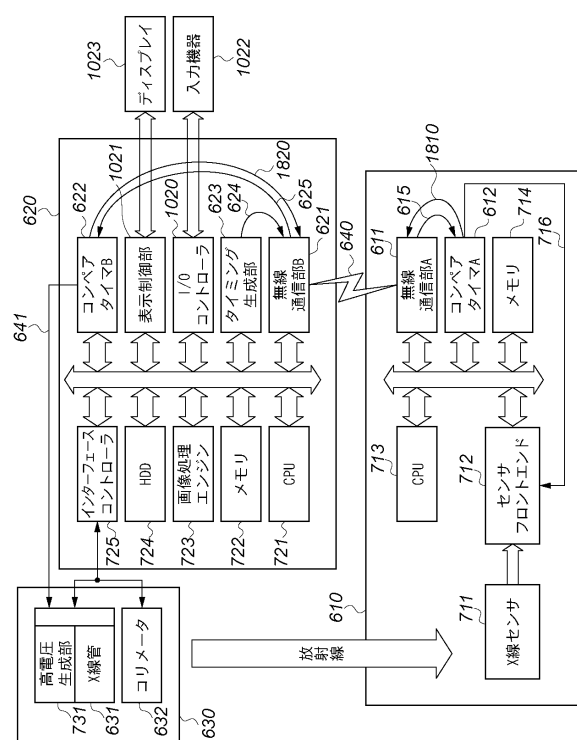
【図 16】



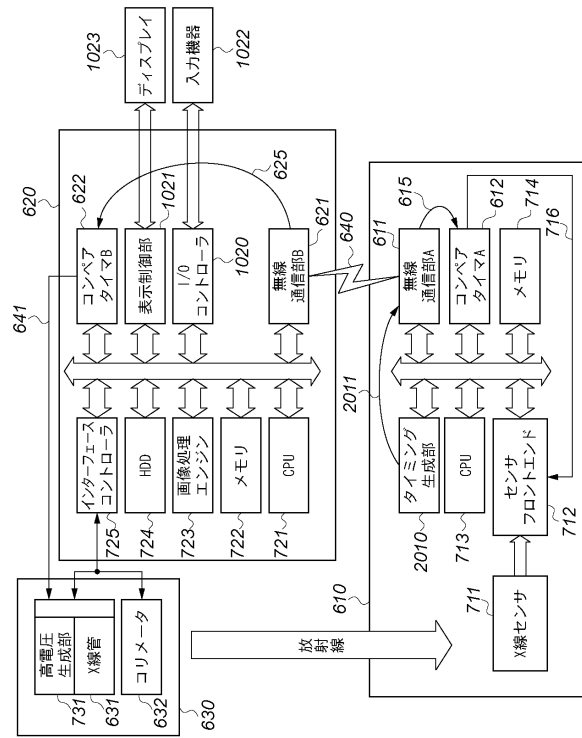
【図 17】



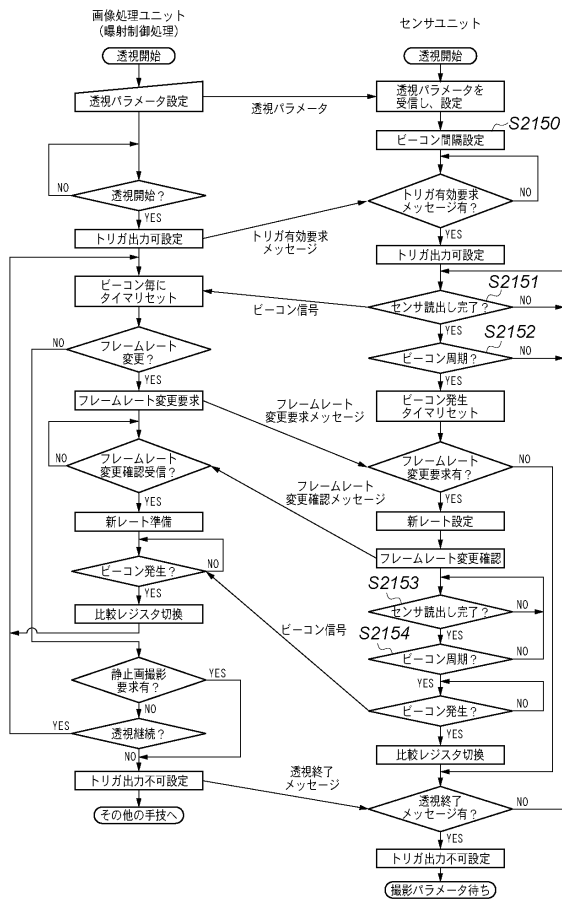
【図 18】



【図 20】



【図 2 1】



フロントページの続き

(72)発明者 立川 博英
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 ▲高▼場 正光

(56)参考文献 特開2006-305106 (JP, A)
特開2006-068507 (JP, A)
特開2006-333898 (JP, A)
国際公開第2006/101232 (WO, A1)
特開2007-007243 (JP, A)
特開2008-142314 (JP, A)
特開2005-013272 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01N23/00-23/227
A61B6/00-6/14