

(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  
2018年10月11日(11.10.2018)



(10) 国際公開番号  
**WO 2018/186275 A1**

- (51) 国際特許分類:  
A61B 6/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/013101
- (22) 国際出願日: 2018年3月29日(29.03.2018)
- (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 2017-076303 2017年4月6日(06.04.2017) JP
- (71) 出願人: キヤノン株式会社 (CANON KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 内山 暁彦 (UCHIYAMA Akehiko); 〒1468501 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 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 岡部 譲, 外 (OKABE Yuzuru et al.); 〒1070062 東京都港区南青山1-1-1 新青山ビル東館8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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,

(54) Title: RADIOGRAPHIC IMAGE CAPTURING SYSTEM, RADIOGRAPHIC IMAGE CAPTURING DEVICE, RADIOGRAPHIC IMAGE CAPTURING METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 放射線撮影システム、放射線撮影装置、放射線撮影方法、及びプログラム

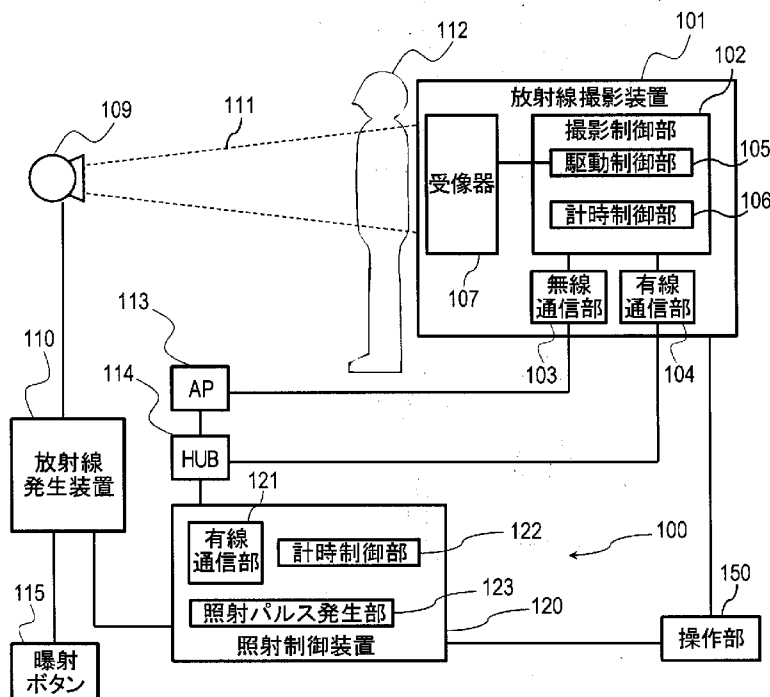


FIG. 1:  
 101 Radiographic image capturing device  
 102 Imaging control unit  
 103 Wireless communication unit  
 104, 121 Wired communication unit  
 105 Drive control unit  
 106, 122 Time measurement control unit  
 107 Image receiver  
 110 Radiation generation device  
 115 Exposure button  
 120 Emission control device  
 123 Emission pulse generation unit  
 150 Operation unit

(57) Abstract: Provided is a radiographic image capturing system for synchronizing an emission of radiation and operation of an imaging device. This radiographic image capturing system is provided with: an emission means for emitting radiation; a detection means for detecting the radiation; a setting means for setting an emission time at which the emission of radiation is started; an emission control means for controlling the emission means so that the radiation is emitted at

WO 2018/186275 A1

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, ST, 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))
- 補正された請求の範囲及び説明書 (条約第19条(1))

---

the emission time; and a detection control means for controlling the detection means so that the radiation can be detected at the emission time.

(57) 要約 : 放射線の照射と撮影装置の動作を同期させる放射線撮影システムを提供する。放射線を照射する照射手段と、放射線を検出する検出手段と、放射線の照射が開始される照射時刻を設定する設定手段と、照射時刻に放射線を照射するように照射手段を制御する照射制御手段と、照射時刻に放射線を検出可能な状態になるように検出手段を制御する検出制御手段とを備える、放射線撮影システム。

## 明 細 書

発明の名称：

**放射線撮影システム、放射線撮影装置、放射線撮影方法、及びプログラム**

### 技術分野

[0001] 本発明は、放射線撮影システム、放射線撮影装置、放射線撮影方法、及びプログラムに関する。

### 背景技術

[0002] 従来、放射線発生装置から放射線を被写体に照射し、被写体を透過した放射線強度分布をデジタル化し、デジタル化した放射線画像に画像処理を施し、鮮明な放射線画像を得る放射線撮影装置および放射線撮影システムが製品化されている。

[0003] このようなシステムの放射線撮影装置としては、受像器（放射線検出器）に撮像素子を用いた装置が一般的である。撮像素子は、入射光に応じた電荷の蓄積、蓄積された電荷の読み出し、及びリセットを繰り返して動作することが一般的である。電子シャッターを備えない撮像素子においては、電荷の読み出しやリセットの最中に撮像素子に光入射があると、得られる画像を損なう恐れがある。

[0004] 特許文献 1 に開示されたシステムでは、撮像素子の動作タイミングと放射線の照射との同期をとるために、ネットワーク回線上で撮影要求と撮影準備完了を意味するメッセージの送受信を行う。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0005] 特許文献1：特許第5404587号公報

### 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、ネットワーク回線上のメッセージは消失や遅延するという特性がある。このため、特許文献 1 に開示されたシステムでは、放射線撮影装

置の受像可能期間に時間的余裕を持たせること、すなわち、同期の要求時間精度を低くすることで、同期を実行していた。

[0007] 同期のためのメッセージがネットワーク回線上で消失や遅延している間に、放射線撮影装置の受像可能期間が終わってしまう場合がある。このため、放射線の照射ごとにメッセージの送受信を行うことにより同期をとることは困難であるという課題があった。

[0008] 本発明は、放射線の照射と放射線撮影装置の動作を同期させる放射線撮影システムを提供する。

### 課題を解決するための手段

[0009] 本発明に係る放射線動画撮影システムは、放射線を照射する照射手段と、前記放射線を検出する検出手段と、前記放射線の照射が開始される照射時刻を設定する設定手段と、前記照射時刻に放射線を照射するように前記照射手段を制御する照射制御手段と、前記照射時刻に前記放射線を検出可能な状態になるように前記検出手段を制御する検出制御手段とを備える。

[0010] 本発明のさらなる特徴が、添付の図面を参照して以下の例示的な実施形態の説明から明らかになる。

### 図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の第1の実施形態の放射線撮影システムの構成例を示す図である。

[図2]撮影開始と撮影停止を制御するメッセージの通信手順の例を示す図である。

[図3]撮影を開始するためのメッセージが不達である例を示す図である。

[図4]撮影を停止するための通信手順の例を示す図である。

[図5]正常メッセージの伝達と正常メッセージの欠落による撮影停止の例を示す図である。

[図6]異常メッセージによる撮影停止の例を示す図である。

[図7]時刻の同期処理の通信手順の例を示す図である。

[図8]放射線発生装置をマスタークロックとする時刻の同期処理の例を示す図

である。

[図9]放射線発生装置をマスタークロックとする撮影開始の通信手順の例を示す図である。

[図10]独立のマスタークロックノードによる時刻の同期処理の例を示す図である。

[図11]メッセージの送受信で伝搬時間が異なる場合における時刻の同期処理の例を示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の実施形態について、添付の図面を参照して詳細に説明する。

[0013] ただし、各実施形態に示す寸法や構造の詳細は、本文および図中に示す限りではない。なお、放射線は、X線その他、 $\alpha$ 線、 $\beta$ 線、 $\gamma$ 線、及び各種粒子線なども含む。

[0014] (第1の実施形態)

[0015] 図1に、本発明の第1の実施形態の放射線撮影システムを示す。放射線撮影システム100は、放射線撮影装置(検出制御手段)101、放射線発生装置(照射手段)110、及び放射線発生装置110を制御する照射制御装置(照射制御手段)120を含んでいる。放射線撮影装置101は、有線通信部104を備える。照射制御装置120は、有線通信部121を備える。放射線撮影装置101と照射制御装置120は、通信部により、HUB114等を含む通信ネットワークを介して互いに接続されている。

[0016] なお、放射線撮影装置101は、無線通信部103を含んでもよい。この場合、通信ネットワークインフラの一部に、無線LANアクセスポイント(AP)113が含まれ、無線通信部103と無線LANアクセスポイント(AP)113を用いて、通信ネットワークの一部の区間が無線通信によって接続される。通信ネットワークを介して接続されている機器の間では、情報がメッセージの形式で交換される。

[0017] これに対し、放射線発生装置110と照射制御装置120の接続は、通信ネットワークを介さずに、電氣的に直接接続されるため、情報はメッセージの

形式に変換されることなく、電気信号として直接伝達される。

[0018] 放射線撮影装置 101 は、放射線源 109 から放射されて被写体 112 を透過した放射線 111 に基づいて、被写体 112 の放射線画像データを取得する装置である。例えば、フラットパネルディテクタ (FPD) を用いた放射線撮影装置などが、放射線撮影装置 101 として好適に用いられる。

[0019] 放射線撮影装置 101 は、受光した放射線に応じた放射線画像データを生成する受像器 (検出手段) 107 と撮影制御部 102 を少なくとも有する。放射線撮影装置 101 は、放射線を検出する受像器 107 を制御する。撮影制御部 102 は、受像器 107 の駆動制御、撮影された放射線画像データに対する各種の画像処理、放射線画像データの保存、放射線画像データの転送タイミングの判定、及び放射線画像データの転送制御などに関する処理を行う。撮影制御部 102 で処理された放射線画像データは、図示しない制御端末に転送され、検査などの用に供される。

[0020] 放射線撮影システム 100 は、放射線画像の動画の撮影に対応しており、その動作の概要は以下の通りである。まず撮影に先だって、動画の撮影のためのパラメータ (例えば、フレームレートや 1 フレームあたりの放射線パルスの長さなど) は、あらかじめシステムの各部に設定されている。

[0021] 操作部 150 は、放射線を照射する照射時刻を設定する設定手段である。操作者は操作部 150 を介して照射時刻を任意に設定することができる。操作部 150 で設定された照射時刻は、照射制御装置 120 と放射線撮影装置 101 に伝達される。なお、操作部 150 は、放射線撮影装置 101 から出力される放射線画像を表示する機能を有していてもよい。また、曝射ボタン 115 によって、照射時刻を設定することもできる。放射線撮影システムの操作者は、撮影を実施したいタイミングで曝射ボタン 115 を押下する。曝射ボタンの押下が発生したことは、電気信号として照射制御装置 120 に伝達される。照射制御装置 120 は、この信号を受けて、放射線の照射が開始される照射時刻を設定し、撮影を開始する旨のメッセージを生成し、通信ネットワークを介して放射線撮影装置 101 とメッセージを交換する。

- [0022] 照射時刻が伝達された後、照射制御装置 120 内の照射パルス発生部 123 が、放射線照射のタイミングパルスを生成する。照射制御装置 120 内の計時制御部 122 は、時刻情報を保持する。照射パルス発生部 123 は、計時制御部 122 の時刻情報に基づいて、タイミングパルスを生成する。このタイミングパルスは、放射線発生装置 110 に伝達され、放射線発生装置 110 は、タイミングパルスに従って、放射線 111 を照射する。
- [0023] 一方、放射線撮影装置 101 では、照射時刻が伝達された後、撮影制御部 102 内の駆動制御部 105 が、受像器 107 の駆動制御信号を発生し、受像器 107 から放射線画像データを取得する。放射線撮影装置 101 内の計時制御部 106 は、時刻情報を保持する。駆動制御部 105 は、計時制御部 106 の時刻情報に基づいて、駆動制御信号を発生する。
- [0024] また、放射線画像データの取得は、放射線照射のタイミングパルスと重ならないような時刻を選んで実施される。つまり、放射線画像データの取得は、放射線照射の時間帯と異なる時間帯に行われる。
- [0025] 放射線撮影システムの操作者が撮影を終了するために曝射ボタンの押下をやめると、照射制御装置 120 は、タイミングパルスの生成を停止し、撮影を停止する旨のメッセージを生成し、放射線撮影装置 101 とメッセージを交換する。
- [0026] 以上で述べた、撮影開始と撮影停止を制御するメッセージの通信手順と、動作タイミングの発生について、図 2 を用いて詳細に説明する。
- [0027] 放射線撮影装置 101 と照射制御装置 120 は、それぞれ計時制御部 106 , 122 を備え、放射線撮影システムの起動時を起点として計時動作をしている。放射線撮影装置 101 と照射制御装置 120 の時刻は撮影に先立って同期されているが、その手法については後述する。
- [0028] 操作部 150 によって、放射線を照射する照射時刻が設定されると、照射制御装置 120 は、計時制御部 122 から現在時刻を取得する。また、曝射ボタンが押下されると、照射制御装置 120 は、計時制御部 122 から現在時刻を取得する。図 2 では、照射制御装置 120 は、計時制御部 122 から時

刻値 10260 を取得する。

- [0029] 照射制御装置 120 には、放射線の照射が開始される照射時刻が伝達される。具体的には、現在時刻から所定の時間経過した時刻に、曝射が開始される曝射開始予告時刻が設定される。現在時刻にあらかじめ設定された時間を加算することにより、曝射開始予定時刻が算出される。
- [0030] 加算される時間は、放射線撮影装置 101 と照射制御装置 120 とが伝達（メッセージ交換）を行う時間と放射線撮影装置 101 が放射線検出の撮影準備動作に移行する時間とに十分余裕のある時間である。また、加算される時間は、操作者を不要に待たせて操作感を低下させない程度の時間に設定することができる。また、加算される時間値は、システム設計時に、あらかじめ算出されて、設定されてもよいし、照射制御装置 120 と放射線撮影装置 101 の通信による事前のネゴシエーションによって、動的に決定されてもよい。
- [0031] 加算される時間値の詳細はここでは説明しないが、図 2 の例では、時間値 40 が加算され、曝射開始予定時刻 10300 が算出される。
- [0032] 曝射開始予定時刻が算出された後、照射制御装置 120 は、放射線の照射が開始される照射時刻（曝射開始予定時刻）に関する照射情報を放射線撮影装置 101 に送信する。照射制御装置 120 は、放射線撮影装置 101 に対して、撮影開始を要求する撮影要求メッセージ 200 を送信する。この撮影要求メッセージ 200 には、上記の曝射開始予定時刻がパラメータとして含まれている。
- [0033] なお、図 2 では、撮影要求メッセージ 200 に、放射線の照射時間長さ（放射線パルスの長さや照射ウィンドウなど）と照射サイクル（フレームレートなど）に相当する情報が含まれている。しかし、これらの情報が撮影要求メッセージ 200 に含まれることは必須ではなく、上記のように撮影に先立って別の手段であらかじめ設定又は伝達されていてもよい。また、ここに明示していない他のパラメータが、撮影要求メッセージ 200 に含まれて伝達されてもよい。



- [0034] 放射線撮影装置 101 には、放射線の照射が開始される照射時刻が外部から伝達される。例えば、撮影要求メッセージ 200 を受信した放射線撮影装置 101 は、撮影要求メッセージ 200 を受信した時点で、自身の計時制御部 106 から現在時刻を取得する。放射線撮影装置 101 は、現在時刻とメッセージで受け取った曝射開始予定時刻とを比較し、これから撮影する撮影モードに照らし合わせて、撮影準備動作（又は、放射線検出動作）を曝射開始予定時刻に完了できるか否かを判断する。
- [0035] 判断の結果、撮影準備動作が完了可能であれば、放射線撮影装置 101 は、照射制御装置 120 に撮影（又は、放射線の照射）を許可する撮影許可メッセージ 201 を返信すると共に、撮影準備動作を計画し、駆動制御部 105 によって撮影準備動作を実行する。
- [0036] このように、撮影制御部 102 は、放射線の照射が開始される照射時刻に関する照射情報を受信し、放射線撮影装置 101 は、照射情報（曝射開始予告時刻）に基づいて、照射時刻に放射線を検出可能な状態になるように受像器 107 を制御する。また、放射線撮影装置 101 は、受像器 107 が照射時刻に放射線を検出可能な状態になったことを示す撮影許可情報（撮影許可メッセージ 201）を照射制御装置 120 に送信する。
- [0037] 照射制御装置 120 は、照射時刻前（曝射開始予告時刻前）の所定の時間までに撮影許可メッセージ 201 を受信した場合、放射線発生装置 110 が放射線を照射するように制御する。例えば、照射制御装置 120 は、自身の計時制御部 122 の示す時刻が曝射開始予定時刻に達する前に撮影許可メッセージ 201 を受信したら、曝射開始予定時刻から放射線照射のタイミングパルスの発生を開始する。そして、照射制御装置 120 は、あらかじめ定められた放射線パルスの長さと同フレームレートになるように、計時制御部 122 の時刻を基に、放射線の照射動作を計画し、照射パルス発生部 123 が放射線の照射動作を実行する。
- [0038] このように、照射制御装置 120 は、照射時刻に放射線を照射するように放射線発生装置（照射手段） 110 を制御する。

- [0039] 一方、撮影準備動作を完了した放射線撮影装置101は、自身の計時制御部106の示す時刻が曝射開始予定時刻になったら、放射線の照射に備えて受像器107の動作を蓄積状態にする。そして、受像器107は、蓄積状態から放射線パルスの長さに相当する時間が経過した後（図2では、計時制御部106の示す時刻が10310に達した後）、蓄積した電荷（情報）を読み出す読み出し状態になり、読み出した電荷に基づいて放射線画像データを取得する。
- [0040] その後は、照射制御装置120と同様に、放射線撮影装置101は、あらかじめ定められたフレームレートになるように、計時制御部106の時刻を基に、撮影動作（蓄積動作や読み出し動作など）を計画し、撮影制御部102が撮影動作を実行する。
- [0041] 上記の通り、照射制御装置120が放射線照射のタイミングパルスを発生するのは、撮影許可メッセージ201を受信することが条件である。通信ネットワーク中でメッセージが消失したり大きく遅延したりすることで、この条件が満たせなかった場合の動作を、図3に示す。
- [0042] 照射制御装置120は、撮影許可メッセージ201が受信できなかった場合、計時制御部106の示す時刻が曝射開始予定時刻10300になってもパルスを発生しない。一方、放射線撮影装置101は、放射線撮影装置101が送信した撮影許可メッセージ201が照射制御装置120に到達したか否かを知ることはできないため、曝射開始予定時刻10300に放射線画像データの取得を開始する。結果として、放射線撮影装置101は、照射を受けていない暗画像を取得することになるが、これは被写体に放射線を照射しない状態での撮影動作であるため、不要な被曝という害はない。
- [0043] このように、照射制御装置120は、照射時刻前（曝射開始予告時刻前）の所定の時間までに撮影許可情報を受信しなかった場合、放射線発生装置110が放射線を照射しないように制御する。
- [0044] なお、撮影許可メッセージ201が届かない事象は、上記のような撮影許可メッセージ201の消失によってのみ発生するものではない。他にも、撮影

要求メッセージ200が消失したために放射線撮影装置101がそもそも撮影許可メッセージ201の返信を行っていない場合や、撮影要求メッセージ200が遅延したことがある。また、放射線撮影装置101側の理由によって放射線撮影装置101が撮影実行不可能と判断して返信を行わなかった場合などがある。

[0045] 撮影実行が不可能である場合、放射線撮影装置101が撮影許可メッセージ201に代えて撮影不可メッセージ（異常メッセージ）を照射制御装置120に返信してもよい。何れの場合であっても、不要な放射線の照射を被写体に与えることは回避される。

[0046] 次に、撮影の継続判断と停止について説明する。放射線の照射を停止すべき状況は複数ある。例えば、放射線撮影システムの操作者が曝射ボタン115の押下をやめることにより、撮影を停止する場合である。これは、正常な停止である。一方、正常でない停止の例としては、照射制御装置120が放射線撮影装置101の撮影動作などの異常を検知した場合が挙げられる。

[0047] 放射線撮影装置101は、撮影を開始するメッセージの交換の後、撮影動作を継続している間は、定期的に正常メッセージ202を照射制御装置120に送信し続ける。照射制御装置120は、正常メッセージ202を受信している間、放射線撮影装置101が正常に動作を続けているものと判定する。

[0048] このように、放射線撮影装置101は、受像器107が放射線を検出可能である場合、受像器107が正常に動作していることを示す正常情報（正常メッセージ）を照射制御装置120に送信する。そして、照射制御装置120は、正常情報に基づいて、受像器107の正常又は異常を判定する。照射制御装置120は、受像器107が正常である場合、放射線撮影装置101が放射線を照射するように制御し、受像器107が異常である場合、放射線発生装置110が放射線を照射しないように制御する。

[0049] つまり、照射制御装置120は、正常情報に基づいて、放射線撮影装置101が放射線を照射するように制御する。

[0050] なお、正常メッセージ202自体が通信ネットワーク上で消失することがあ

り得るので、正常メッセージ202の1回の欠落により、照射制御装置120が放射線撮影装置101の異常を判定するのは過剰である場合がある。そのため、正常メッセージ202の欠落の頻度により、照射制御装置120が放射線撮影装置101の異常を判定することもできる。また、速やかな判定ができるように、正常メッセージ202の送受信の間隔は、所定の閾値より短い時間間隔に設定されてもよい。ただし、この閾値は、通信ネットワークに負荷をかけない程度に長い時間間隔に設定されることができる。

[0051] このように、照射制御装置120は、正常メッセージの受信の有無、受信の頻度、受信の間隔、受信の時間、及び受信の数の少なくとも1つに基づいて、放射線発生装置110が放射線を照射するように制御する。

[0052] 正常メッセージ202の欠落が発生したときの様子を、図5に示す。照射制御装置120に届く正常メッセージ202の欠落の頻度が許容できない程度（所定の閾値以上）になったら、照射制御装置120は、放射線照射のタイミングパルスの生成を停止し、曝射が行われないようにする。放射線撮影装置101の撮影動作に異常があるのか、正常メッセージ202が通信ネットワークの不調により不達となっているのかなどの放射線撮影装置101又は通信ネットワークの状態を、照射制御装置120は判定できないまま、曝射を停止する。

[0053] そのため、放射線撮影装置101が撮影動作を継続したまま、曝射が停止する場合があります。この場合、放射線撮影装置101は、照射を受けていない暗画像を取得することになるが、これは被写体に放射線を照射しない状態での撮影動作であるため、不要な被曝という害はない。

[0054] 上記の説明は、照射制御装置120が正常メッセージ202に基づいて放射線撮影装置101の動作が正常であるか否かを受動的に判定できなかったことによる曝射の停止である。この他、放射線撮影装置101が自身の異常を能動的に照射制御装置120に通知することによっても、撮影動作又は曝射動作は停止される。

[0055] 図6にその様子を示す。放射線撮影装置101は、自身の動作の異常を検知

し、受像動作を維持できなくなったと判断した場合、正常メッセージ202の送信を停止し、異常メッセージ204の送信を開始する。このとき、正常メッセージ202と同様、異常メッセージ204も定期的に送信を繰り返す。照射制御装置120は、異常メッセージ204が届いたら、正常メッセージ202の欠落頻度の判定を待たずに、直ちに放射線照射のタイミングパルスの生成を停止する。そして、照射制御装置120は、停止要求メッセージ205を放射線撮影装置101に返信する。

[0056] このように、放射線撮影装置101は、受像器107が放射線を検出不可能である場合（所定の放射線画像データを出力不可能である場合を含む）、受像器107が正常に動作していないことを示す異常情報（異常メッセージ）を照射制御装置120に送信する。そして、照射制御装置120は、異常情報に基づいて、受像器107の正常又は異常を判定する。照射制御装置120は、受像器107が正常である場合、放射線発生装置110が放射線を照射するように制御し、受像器107が異常である場合、放射線発生装置110が放射線を照射しないように制御する。

[0057] 照射制御装置120は、異常情報を受信した場合、受像器107の異常を判定し、放射線発生装置110が放射線を照射しないように制御する。照射制御装置120は、放射線発生装置110が放射線の照射を停止した場合、受像器107の動作停止を要求する停止要求情報（停止要求メッセージ）を放射線撮影装置101に送信する。

[0058] 照射制御装置120は、異常メッセージ204が届くたびに停止要求メッセージ205の返信を行う。放射線撮影装置101は、照射制御装置120から停止要求メッセージ205を受信したら、異常メッセージ204の繰り返し送信を停止する。以上により、異常停止の手順が完了する。なお、異常メッセージ204の送信間隔は正常メッセージ202の送信間隔と同じである必要はない。異常メッセージ204の送信間隔は、異常を速やかに伝達されるように、可能な限り短い間隔とすることができ、異常メッセージ204の送信間隔は正常メッセージ202の送信間隔より短い場合もある。

- [0059] 次に、操作者の入力による正常な停止について、図4を用いて説明する。操作者が曝射ボタン115の押下をやめると、停止信号が照射制御装置120に伝達される。これを受けて、照射制御装置120は、直ちに放射線照射のタイミングパルスの生成を停止する。そして、照射制御装置120は、停止要求メッセージ203を放射線撮影装置101に送信する。停止要求メッセージ203を受信した放射線撮影装置101は、撮影動作を停止する。
- [0060] 放射線撮影装置101は、停止要求メッセージ203を確認し、応答メッセージ206を照射制御装置120に送信する。応答メッセージ206が照射制御装置120に届くまで、照射制御装置120は、停止要求メッセージ203を放射線撮影装置101に繰り返し送信する。つまり、放射線撮影装置101は、停止要求情報を受信した場合、停止要求情報を受信したことを示す応答情報（応答メッセージ）を照射制御装置120に送信し、照射制御装置120は、応答情報を受信した場合、停止要求情報の送信を停止する。以上により、正常な停止が完了する。
- [0061] なお、停止要求メッセージ203が通信ネットワーク上で消失することがあり得るので、放射線撮影装置101が撮影動作を継続したまま、曝射が停止する場合があります。この場合、放射線撮影装置101は、照射を受けていない暗画像を取得することになるが、これは被写体に放射線を照射しない状態での撮影動作であるため、不要な被曝という害はない。
- [0062] 以上が撮影開始と撮影停止を制御するメッセージの通信手順である。次に、計時制御部106と計時制御部122の時刻を同期させる機構と通信手順について説明する。時刻の同期を、通信ネットワーク上の通信によって確立する手順を図7に示す。図7では、計時制御部122が時刻サーバー（すなわち、基準となる時計）として動作し、計時制御部106が時刻クライアント（すなわち、時刻サーバーを基準として補正される時計）として動作する。
- [0063] まず、放射線撮影装置101が有線通信部104又は無線通信部103を通じて、計時制御部122の時刻（時刻情報）の送信を照射制御装置120に要求する時刻要求メッセージ207を照射制御装置120に送信する。この

とき、放射線撮影装置 101 における時刻要求メッセージ 207 の送信時刻（計時制御部 106 の時刻）が時刻要求メッセージ 207 に含まれる。図 7 の例では、時刻値 10254 が時刻要求メッセージ 207 に記録されている。

[0064] 時刻要求メッセージ 207 を受信した照射制御装置 120 は、時刻メッセージ 208 を放射線撮影装置 101 に返信する。このとき、照射制御装置 120 における時刻メッセージ 208 の送信時刻（計時制御部 122 の時刻）が時刻メッセージ 208 に含まれる。図 7 では、時刻値 10254 が時刻メッセージ 208 に含まれる。時刻メッセージ 208 が放射線撮影装置 101 に到着したら、放射線撮影装置 101 は、時刻メッセージ 208 の受信時刻を計時制御部 106 の時刻で取得する。図 7 では、時刻値 10260 が取得されている。

[0065] 放射線撮影装置 101 及び照射制御装置 120 間の時刻要求メッセージと時刻メッセージ 208 との伝搬時間がほぼ同等であると仮定する。この場合、照射制御装置 120 が時刻メッセージ 208 を返信した時刻は、計時制御部 106 の時刻では時刻値 10254 と時刻値 10260 の中間（つまり、 $(10254 + 10260) / 2 = 10257$ ）であると推定することができる。

[0066] 時刻メッセージ 208 に含まれている照射制御装置 120 の時刻値は 10254 であるので、推定時刻との時間差を取れば、 $10257 - 10254 = 3$  の時刻分、放射線撮影装置 101 の時刻が進んでいることが判明する。以上によって、計時制御部 106 と計時制御部 122 の時刻差が算出されるので、計時制御部 106 の時刻を補正することによって、計時制御部 106 と計時制御部 122 の時刻を同期させることができる。

[0067] このように、放射線撮影装置 101 は、照射制御装置 120 が参照する時刻情報（計時制御部 122 の時刻）に基づいて、放射線撮影装置 101 が参照する時刻情報（計時制御部 106 の時刻）を補正する。本実施形態では、放射線撮影装置 101 は、照射制御装置 120 が参照する時刻情報、時刻要求

情報の送信時刻、及び時刻要求情報の応答による照射制御装置 120 からの時刻情報の受信時刻に基づいて、放射線撮影装置 101 が参照する時刻情報を補正する。

[0068] なお、照射制御装置 120 が時刻差を記憶し、記憶した時刻差で計時制御部 122 の時計を調整した時刻を基に、放射線源 109 と放射線撮影装置 101 とを制御してもよい。また、放射線撮影装置 101 が時刻差を記憶して、放射線撮影装置 101 は、照射制御装置 120 からの動作タイミングに対し計時制御部 106 の時刻に時刻差を加算して動作してもよい。

[0069] 図 7 では、1 回の時刻要求メッセージ 207 と時刻メッセージ 208 の送受信に基づいて補正量を決定しているが、実際にはメッセージの伝搬時間にはばらつきが発生し得るので、補正量を調整することが要求されることがある。そのため、複数回の時刻要求メッセージ 207 と時刻メッセージ 208 の送受信を実行して、統計的に補正量を算出してもよい。

[0070] 例えば、複数の時刻要求メッセージ 207 と時刻メッセージ 208 の送受信に基づく補正量の中から、ラウンドトリップタイムの少ない順に所定の数の補正量を集めて、補正量の平均を算出することにより、統計的に補正量を算出してもよい。本実施形態のラウンドトリップタイムは、放射線撮影装置 101 が時刻要求メッセージ 207 を送信してから時刻メッセージ 208 を受信するまでの時間である。また、蓄積状態の期間に対する放射線の照射期間を基にした許容される誤差範囲内の時刻差から補正量を算出してもよい。

[0071] また、上記では補正量を一度に加算しているが、一度に大きく補正を行うと受像器 107 の駆動制御の等間隔性が補正の直後に大きく損なわれ、画質が 1 フレームだけ目立って前後フレームと異なるという現象を引き起こす。したがって、所定の閾値より大きな補正量は、時間をかけて複数回に分けて計時制御部 106 に加減算してもよい。

[0072] また、図 7 の放射線撮影装置 101 からの発信時刻が時刻要求メッセージ 207 に含まれ、時刻要求メッセージ 207 の送信時刻と時刻メッセージ 208 の送信時刻が時刻メッセージ 208 に含まれてもよい。これにより、メッ



セージが消失して、対応する時刻要求メッセージ207と時刻メッセージ208のペアが不明瞭になっても処理が可能である。

- [0073] なお、本実施形態については、最小限の動作原理を示すために図7の手順を示しているが、時刻の同期処理はこれに限られるものではなく、実施において複雑さが許容できる場合には、既存の複雑な時刻同期プロトコルを用いてもよい。既知のプロトコルとして、RFC4330 SNTTPやIEEE1588 PTPなどが挙げられる。
- [0074] 以上説明した通り、本実施形態のシステムは、撮影の開始と停止を制御する撮影処理の通信手順と、複数の計時制御部の時刻を同期させる同期処理の通信手順とを、組み合わせて実行しながら運用される。これらの通信手順は、排他的ではなく、必ずしも協調する必要はない。
- [0075] つまり、撮影が行われていて正常メッセージ202が定期的に伝達されている間に、時刻の同期処理の通信手順を実行してもよい。また、撮影の時間が長くなれば、一度同期させた計時制御部106、122間の時刻差が再び大きくなるので、撮影の最中に時刻の同期処理の通信手順を定期的に行ってもよい。一方、正常メッセージ202の間隔と時刻要求メッセージ207の間隔を相関させる必要は必ずしもなく、それぞれ異なる間隔で動作が可能である。ただし、メッセージの送受信が時間的に重複することを避けて同期精度を向上させることなどを目的として、複数のメッセージの間隔を相関させてもよい。
- [0076] 時刻の同期処理の通信手順の結果、統計的に補正量を算出することは上記の通りであるが、この統計処理の結果が撮影の開始と停止の制御に影響を与えることがある。複数の時刻要求メッセージ207によって得られた複数の補正量の分散が所定の閾値より大きい場合、真に必要な補正量を求めることは困難であり、補正前に時刻の同期が確立できている見込みも低い。このため、補正量の確度が低いときには、時刻の同期が確立できていないと見なし、撮影の開始を不許可としたり、撮影を中断したりするように制御してもよい。

- [0077] このように、照射制御装置 120 又は放射線撮影装置 101 は、時刻情報の補正量のばらつきに関する統計値（分散や標準偏差など）が所定の閾値を超える場合、放射線の照射又は検出に関する動作を停止する。
- [0078] 具体的には、放射線撮影装置 101 が撮影要求メッセージ 200 に対して撮影許可メッセージ 201 を返信しないように制御する。また、放射線撮影装置 101 が撮影中の正常メッセージ 202 の送信を中断して、異常メッセージ 204 の送信を開始するように制御してもよい。なお、このような撮影の不許可や中断の基準となる同期の確度は、動画の撮影のためのパラメータに応じて可変であることができる。時刻情報の補正量のばらつきに関する統計値（分散や標準偏差など）の所定の閾値は、放射線の照射条件又は放射線の検出条件に応じて可変である。
- [0079] 例えば、フレームレートが所定の閾値より低ければ放射線を検出する期間を長くすることが可能であるので、時刻の同期が低い確度であっても撮影を行うことが可能なように構成できる。
- [0080] （第 2 の実施形態）
- [0081] 第 1 の実施形態においては、照射制御装置 120 が備える計時制御部 122 が、システムが動作するための基準の計時手段（マスタークロック）であった。しかし、本発明はこれに限られるものではない。放射線撮影装置 101 が備える計時制御部 106 が、システムが動作するための基準の計時手段（マスタークロック）であってもよい。この場合、照射制御装置 120 は、放射線撮影装置 101 が参照する時刻情報（計時制御部 106 の時刻）に基づいて、照射制御装置 120 が参照する時刻情報（計時制御部 122 の時刻）を補正する。
- [0082] 例えば、上記の放射線撮影装置 101 の同期処理と同様に、照射制御装置 120 は、放射線撮影装置 101 が参照する時刻情報、時刻要求情報の送信時刻、及び時刻情報の受信時刻に基づいて、照射制御装置 120 が参照する時刻情報を補正する。この場合、時刻要求情報は、計時制御部 106 の時刻（時刻情報）の送信を放射線撮影装置 101 に要求する時刻要求メッセージで

ある。また、時刻情報は、時刻要求メッセージの応答による放射線撮影装置 101 からの時刻メッセージである。

[0083] さらに、照射制御装置 120 は、放射線発生装置 110 の同期パルスに基づいて、参照する時刻情報を補正してもよい。図 8 は、放射線発生装置 110 が撮影のフレームレートに従ったパルスを発生させ、計時制御部 122 がこれに追従するように構成されたシステムにおける、時刻同期の動作を示している。このように、照射制御装置 120 は、放射線発生装置 110 が参照する時刻情報（同期パルス）に基づいて、照射制御装置 120 が参照する時刻情報（計時制御部 122 の時刻）を補正してもよい。

[0084] 放射線発生装置 110 は、撮影のフレームレートに従った同期パルスを定期的に発生して、照射制御装置 120 に伝達している。放射線発生装置 110 は、同期パルスを発生していても、照射制御装置 120 からの曝射許可が与えられない限りは、曝射を行わない。

[0085] 放射線発生装置 110 が発生する同期パルスは、放射線発生装置 110 の持つ源発振器に従って発生しており、同期パルスは照射制御装置 120 の計時制御部 122 の時刻の進捗との誤差を皆無にはできない。同期しなければ、放射線発生装置 110 の同期パルスと照射制御装置 120 の時刻との時差は拡大し、計時制御部 122 の時刻に基づいて算出されるパルス発生時刻に同期パルスが発生しないという事態に陥る。

[0086] これに対処するため、照射制御装置 120 は、与えられた同期パルスの発生時刻を計時制御部 122 の時刻と比較し、両者の差を検出した場合には、計時制御部 122 を補正して同期パルスに追従させる。放射線発生装置 110 と照射制御装置 120 は、通信ネットワークを介さずに直接電氣的に接続される。したがって、通信ネットワークによる補正量の推定値のばらつきは小さいことから、真の補正值を算出するための統計処理をすることなく、差を検出したら直ちに時刻差を補正すればよい。そのため、計時制御部 122 は、同期パルスに精密に追従することができる。

[0087] 計時制御部 122 と計時制御部 106 の間の時刻同期は、第 1 の実施形態と

同様の方式によって動作する。計時制御部 122 が同期パルスに対して追従すると、これに少し遅れて計時制御部 106 が追従することになる。したがって、第 1 の実施形態に比べると、同期パルスと計時制御部 106 の時刻との差異が大きくなると考えられるが、上記の通り計時制御部 122 の同期パルスに対する追従動作は精密であるので、実際には全体として大きな影響を与えない。

[0088] 図 9 は、本実施形態での撮影開始時の動作を示す。照射制御装置 120 は、曝射ボタンの押下を検知すると、計時制御部 122 の時刻により、曝射ボタンの押下以降の同期パルス 400, 401, 402 の発生時刻を予測する。照射制御装置 120 は、放射線撮影装置 101 の撮影準備動作などの時間を考慮して、撮影動作が間に合うと予測できる曝射開始予告時刻に対応する同期パルス時刻を、同期パルス 400, 401, 402 から決定する。図 9 では、同期パルス 401 が曝射開始予定時刻として採用される。以後のメッセージ交換手順については、第 1 の実施形態と同様であるので説明を省略する。

[0089] 撮影許可メッセージ 201 を受信した照射制御装置 120 は、撮影が許可されたことを放射線発生装置 110 に通知する。放射線発生装置 110 は、この通知を受けて、自身の発生する同期パルスに合わせて放射線を発生する。

[0090] (第 3 の実施形態)

[0091] 計時制御部 106, 122 以外の計時手段が通信ネットワーク上に存在し、これをマスタークロックとして利用する場合も、本発明に含まれる。放射線撮影装置 101 は、基準となるマスタークロック (基準時刻情報) に基づいて、放射線撮影装置 101 が参照する時刻情報 (計時制御部 106 の時刻) を補正する。また、照射制御装置 120 は、基準となるマスタークロック (基準時刻情報) に基づいて、照射制御装置 120 が参照する時刻情報 (計時制御部 122 の時刻) を補正する。

[0092] 図 10 に示すように、本実施形態のシステムには、図 1 のシステム構成に加え、通信ネットワーク上に、マスタークロック (基準時刻情報) となる時刻

サーバーが存在する。時刻サーバーは、図7における第1の実施形態の計時制御部122が行っていた処理と同様の処理を実行する。本実施形態の計時制御部122は、第1の実施形態と異なり、時刻クライアントとして動作する。

[0093] 計時制御部106と計時制御部122とは共に、図10の時刻サーバーと通信し、これに追従するように自身の時刻を補正する。

[0094] 第1の実施形態においては、時刻クライアントは計時制御部106であるので、補正量の統計的推定を行うのは計時制御部106であったが、本実施形態においては、計時制御部122も時刻クライアントであるので、計時制御部106と同様の動作を行う。このため、照射制御装置120の計時制御部122がマスタークロックと同期処理を行う場合、同期の確度が低くなり、計時制御部122の同期不良の可能性が発生する。

[0095] 第1の実施形態では、補正量の確度が低いときには、放射線撮影装置101が撮影許可を与えないように制御する例を示したが、本実施形態では、補正量の確度が低いときには、照射制御装置120が放射線の照射許可を与えないように制御してもよい。

[0096] 具体的には、確度が低い状態で曝射ボタンが押下された場合、照射制御装置120はこれを無視し、撮影要求メッセージ200を放射線撮影装置101に送信しないなどの動作を行う。

[0097] (第4の実施形態)

[0098] 第1の実施形態では、図7に示すように、時刻を同期させる通信手順は、時刻要求メッセージと時刻返信のメッセージがほぼ同等の伝搬時間で伝達されると仮定していた。しかしながら、通信ネットワークでは、送受信されるメッセージの伝搬時間が同等でない場合がある。特に、無線LANのアクセスポイント(AP)と各無線局との通信で、伝搬時間の非対称性が強く表れる。

[0099] このような通信ネットワークで時刻を同期させる通信手順を実施する様子を図11に示す。図11では、同期処理を実行した後の計時制御部122の時

刻は10259であるのに対し、計時制御部106の時刻は10257を示しており、伝搬時間の非対称性が補正後にもずれを生じさせていることが分かる。この非対称性が一時的なものではなく安定している場合、同期処理を繰り返しても、非対称性を起因とする時差は解消されない。

[0100] これに対処するために、放射線撮影システム100の起動時に、有線通信部104と無線通信部103を同時に通信ネットワークに接続し、双方の通信手段で計時制御部106に対して時刻同期手順を実施することができる。一時的に有線通信部104及び無線通信部103を用いて時刻同期を行った後、有線通信部104で同期した時刻を真とし、無線通信部103で同期した時刻が定常的な補正ずれを含むとすれば、両者の時刻の差が無線通信部における同期処理の補正ずれとなる。

[0101] 上記の通り、補正ずれが安定して存在している場合、以後の同期処理では、無線通信部を用いて同期処理を継続しても、算出された補正ずれにより補正量を修正することで、補正ずれを解消することができる。

[0102] このように、放射線撮影装置101は、時刻情報を伝搬する第1の通信手段（有線通信）及び第2の通信手段（無線通信）により照射制御装置120と通信可能である。

[0103] そして、放射線撮影装置101は、第1の通信手段を介して照射制御装置120から受信した時刻情報（計時制御部122の時刻）に基づいて、放射線撮影装置101が参照する時刻情報（計時制御部106の時刻）を補正する第1の補正処理を施す。また、放射線撮影装置101は、第2の通信手段を介して照射制御装置120から受信した時刻情報（計時制御部122の時刻）に基づいて、放射線撮影装置101が参照する時刻情報（計時制御部106の時刻）を補正する第2の補正処理を施す。

[0104] 放射線撮影装置101は、第1の補正処理による補正量に基づいて、第2の補正処理による補正量を修正する。この場合、第1の補正処理による時刻情報の誤差は、第2の補正処理による時刻情報の誤差より小さいため、第1の補正処理による時刻を真の時刻として、第2の補正処理による補正量が修正

される。

[0105] なお、本実施形態では真の同期時刻として有線通信部104による同期時刻を用いるが、これに限られるものではなく、例えば、通信ネットワークを介さない直接的な同期手段を用いて真の同期時刻を設定してもよい。

[0106] (第5の実施形態)

[0107] 第1の実施形態では、放射線撮影装置101と照射制御装置120の時刻差の拡大を防ぐために、撮影中も同期処理の通信手順を継続してもよい旨を述べた。これに対して、照射制御装置120と放射線撮影装置101の計時制御部106、122の源発振器が、補正せずとも互いに極めて近い周期となるように精度を持っていれば、同期処理の通信手順を中断しても、時差が急激に拡大することがないように構成できる。

[0108] これを用いて、撮影実行中などの同期処理の通信手順を停止することができる。ただし、同期処理の停止期間が長くなれば時差の拡大は避けられない。そのため、停止期間の長さに応じて、最大で発生する時差の大きさを推定し、これが所定の閾値を超える場合、再度の同期処理を行うようにすることができる。具体的には、最後に同期処理を行ってからの経過時間に応じて、操作者に警告を発することにより再度の同期処理を要求する。

[0109] なお、ここで、時刻の同期の手段が第1の実施形態で述べた通信手順に限られることはなく、通信ネットワークを介さない同期手段であってもよい。例えば、照射制御装置120と放射線撮影装置101が、電気的な直接接続により同期された後、電気的な直接接続を切り離して撮影動作を行い、切り離されてからの経過時間に応じて、撮影動作が自動的に中断され、操作者に再度の同期処理を要求する。

[0110] 上記第1乃至第5の実施形態によれば、放射線発生装置と放射線撮影装置が同期しながら撮影可能であり、同期できない状況が推定されるときには放射線の照射を停止することで、不要な被曝を回避できる。また、時刻の同期処理を行うことで、撮影の同期の精度を向上させることができる。

[0111] 以上、本発明に係る実施形態について説明したが、本発明はこれらに限定さ

れるものではなく、請求項に記載された範囲内において変更・変形することが可能である。

- [0112] 例えば、照射制御装置 120 と放射線撮影装置 101 は、それぞれに内部時計（計時制御部 122, 106）を持ち、放射線撮影装置 101 は、自身の内部時計の時刻に基づいて撮影動作を実行する。そして、照射制御装置 120 は、自身の内部時計の時刻と、照射制御装置 120 と放射線撮影装置 101 との時刻差と、に基づいてパルス状の放射線照射を制御する。
- [0113] また、放射線撮影システム 100 は、パルス状の放射線照射のタイミングを制御する照射制御装置 120 と、1つ以上の放射線撮影装置 101 と、を少なくとも含み、相互に通信ネットワーク回線で接続される。
- [0114] そして、照射制御装置 120 は、システム内の各放射線撮影装置 101 に対して、放射線のパルス照射の時刻を含むメッセージを、通信ネットワーク回線を介して通知する。通知を受けた各放射線撮影装置 101 は、照射制御装置 120 に確認応答を返信する。照射制御装置 120 は、通知を送信したすべての放射線撮影装置 101 から確認応答の返信があったときに、特定のフレーム間隔でパルス状の放射線照射を継続し、所定のタイミングパルス数内に応答がなかったときには照射を停止する。
- [0115] また、照射制御装置 120 又は放射線撮影装置 101 は、時刻情報の補正量に基づいて補正量の経時的変化を算出し、経時的変化に基づいて補正量を推定する。そして、推定された補正量が所定の閾値を超える場合、照射制御装置 120 は、照射制御装置 120 が参照する時刻情報の補正及び放射線の照射に関する動作の停止の少なくとも1つを実行する。推定された補正量が所定の閾値を超える場合、放射線撮影装置 101 は、放射線撮影装置 101 が参照する時刻情報の補正及び放射線の検出に関する動作の停止の少なくとも1つを実行する。
- [0116] 例えば、上記のように時刻情報の補正を複数回行い、それぞれの補正量の時間あたりの変化量を算出し、それぞれの変化量の平均に経過時間を積算することで、経時的変化より補正量が推定される。



[0117] (その他の実施例)

本発明は、上述の実施形態の1以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける1つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1以上の機能を実現する回路（例えば、ASIC）によっても実現可能である。

[0118] この出願は2017年4月6日に出願された日本国特許出願第2017-076303からの優先権を主張するものであり、その内容を引用してこの出願の一部とするものである。

### 符号の説明

[0119] 100 放射線撮影システム、101 放射線撮影装置（検出制御手段）、102 撮影制御部、103 無線通信部、104 有線通信部、105 駆動制御部、106, 122 計時制御部、107 受像器（検出手段）、109 放射線源、110 放射線発生装置（照射手段）、115 曝射ボタン、120 照射制御装置（照射制御手段）、121 有線通信部、123 照射パルス発生部

## 請求の範囲

- [請求項1] 放射線を照射する照射手段と、  
前記放射線を検出する検出手段と、  
前記放射線の照射が開始される照射時刻を設定する設定手段と、  
前記照射時刻に放射線を照射するように前記照射手段を制御する照射制御手段と、  
前記照射時刻に前記放射線を検出可能な状態になるように前記検出手段を制御する検出制御手段と、  
を備える、放射線撮影システム。
- [請求項2] 前記検出制御手段は、前記検出手段が前記照射時刻に前記放射線を検出可能な状態になったことを示す撮影許可情報を前記照射制御手段に送信する、請求項1に記載の放射線撮影システム。
- [請求項3] 前記照射制御手段は、  
前記照射時刻前の所定の時間までに前記撮影許可情報を受信した場合、前記照射手段が前記放射線を照射するように制御し、  
前記照射時刻前の前記所定の時間までに前記撮影許可情報を受信しなかった場合、前記照射手段が前記放射線を照射しないように制御する、請求項2に記載の放射線撮影システム。
- [請求項4] 放射線を照射する照射手段と、  
前記照射手段を制御する照射制御手段と、  
前記放射線を検出する検出手段と、  
前記検出手段を制御する検出制御手段と、  
を備え、  
前記検出制御手段は、前記検出手段が放射線を検出可能である場合、前記検出手段が正常に動作していることを示す正常情報を前記照射制御手段に送信し、  
前記照射制御手段は、前記正常情報に基づいて、前記照射手段が前記放射線を照射するように制御する、放射線撮影システム。

- [請求項5] 前記照射制御手段は、前記正常情報の受信の有無、受信の頻度、受信の間隔、受信の時間、及び受信の数の少なくとも1つに基づいて、前記照射手段が前記放射線を照射するように制御する、請求項4に記載の放射線撮影システム。
- [請求項6] 前記検出制御手段は、前記検出手段が放射線を検出不可能である場合、前記検出手段が正常に動作していないことを示す異常情報を前記照射制御手段に送信し、  
前記照射制御手段は、前記異常情報に基づいて、前記照射手段が前記放射線を照射しないように制御する、請求項4に記載の放射線撮影システム。
- [請求項7] 前記照射制御手段は、前記異常情報を受信した場合、前記検出手段の異常を判定し、前記照射手段が前記放射線を照射しないように制御する、請求項6に記載の放射線撮影システム。
- [請求項8] 前記照射制御手段は、前記照射手段が前記放射線の照射を停止した場合、前記検出手段の動作停止を要求する停止要求情報を前記検出制御手段に送信する、請求項1乃至7の何れか1項に記載の放射線撮影システム。
- [請求項9] 前記検出制御手段は、前記停止要求情報を受信した場合、前記停止要求情報を受信したことを示す応答情報を前記照射制御手段に送信し、  
前記照射制御手段は、前記応答情報を受信した場合、前記停止要求情報の送信を停止する、請求項8に記載の放射線撮影システム。
- [請求項10] 前記検出制御手段は、前記照射制御手段が参照する時刻情報又は基準となる基準時刻情報に基づいて、前記検出制御手段が参照する時刻情報を補正する、請求項1乃至3の何れか1項に記載の放射線撮影システム。
- [請求項11] 前記検出制御手段は、前記照射制御手段が参照する時刻情報、前記時刻情報の送信を前記照射制御手段に要求する時刻要求情報の送信時刻、及び前記時刻要求情報の応答による前記照射制御手段からの前記時

刻情報の受信時刻に基づいて、前記検出制御手段が参照する時刻情報を補正する、請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の放射線撮影システム。

[請求項12] 前記照射制御手段は、前記検出制御手段が参照する時刻情報、前記照射手段が参照する時刻情報、及び基準となる基準時刻情報に基づいて、前記照射制御手段が参照する時刻情報を補正する、請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の放射線撮影システム。

[請求項13] 前記照射制御手段及び前記検出制御手段のいずれか一方は、前記時刻情報の補正量のばらつきに関する統計値が所定の閾値を超える場合、前記放射線の照射及び検出のいずれか一方に関する動作を停止する、請求項 10 乃至 12 の何れか 1 項に記載の放射線撮影システム。

[請求項14] 前記所定の閾値は、前記放射線の照射条件又は前記放射線の検出条件に応じて可変である、請求項 13 に記載の放射線撮影システム。

[請求項15] 前記照射制御手段及び前記検出制御手段のいずれか一方は、前記時刻情報の補正量に基づいて前記補正量の経時的变化を算出し、前記経時的变化に基づいて前記補正量を推定し、推定された前記補正量が所定の閾値を超える場合、前記照射制御手段が参照する時刻情報の補正、前記検出制御手段が参照する時刻情報の補正、前記放射線の照射に関する動作の停止、及び前記放射線の検出に関する動作の停止の少なくとも 1 つを実行する、請求項 10 乃至 12 の何れか 1 項に記載の放射線撮影システム。

[請求項16] 前記検出制御手段は、前記時刻情報を伝搬する第 1 の通信手段及び第 2 の通信手段により前記照射制御手段と通信可能であり、前記第 1 の通信手段を介して前記照射制御手段から受信した前記時刻情報に基づいて、前記検出制御手段が参照する前記時刻情報を補正する第 1 の補正処理を施し、前記第 2 の通信手段を介して前記照射制御手段から受信した前記時刻

情報に基づいて、前記検出制御手段が参照する前記時刻情報を補正する第2の補正処理を施し、

前記第1の補正処理による補正量に基づいて、前記第2の補正処理による補正量を修正する、請求項10又は11に記載の放射線撮影システム。

[請求項17] 前記第1の補正処理による前記時刻情報の誤差は、前記第2の補正処理による前記時刻情報の誤差より小さい、請求項16に記載の放射線撮影システム。

[請求項18] 放射線を照射する照射手段からの前記放射線を検出する検出手段と、前記放射線の照射が開始される照射時刻に関する照射情報を、外部から受信する受信手段と、前記照射情報に基づいて、前記検出手段が前記照射時刻に前記放射線を検出可能な状態になるように制御する検出制御手段と、を備える、放射線撮影装置。

[請求項19] 放射線を照射する照射手段を制御する照射制御手段を備え、前記照射制御手段は、前記放射線を検出するための検出手段が前記放射線を検出可能である場合、前記検出手段が正常に動作していることを示す正常情報を、前記検出手段を制御する検出制御手段から受信し、又は、前記放射線を検出する検出手段が前記放射線を検出不可能である場合、前記検出手段が正常に動作していないことを示す異常情報を、前記検出制御手段から受信し、前記正常情報及び前記異常情報のいずれか一方に基づいて、前記検出手段の正常及び異常のいずれか一方を判定し、前記検出手段が正常である場合、前記照射手段が前記放射線を照射するように制御し、前記検出手段が異常である場合、前記照射手段が前記放射線を照射しないように制御する、放射線撮影装置。

[請求項20] 放射線の照射が開始される照射時刻を設定する工程と、

前記照射時刻に前記放射線を照射するように、前記放射線の照射手段を制御する工程と、

前記照射時刻に前記放射線を検出可能な状態になるように、前記放射線の検出手段を制御する工程とを含む、放射線撮影方法。

[請求項21] プロセッサによって実行されると、該プロセッサに請求項20に記載の放射線撮影方法の各ステップを実行させる、プログラム。

**補正された請求の範囲**  
**[2018年8月9日(09.08.2018)国際事務局受理]**

- [請求項 1] (補正後)
- 放射線を照射する照射手段と、
- 前記放射線を検出する検出手段と、
- 前記放射線の照射が開始される照射時刻を設定する設定手段と、
- 前記照射時刻に放射線を照射するように前記照射手段を制御する照射制御手段と、
- 前記照射時刻に前記放射線を検出可能な状態になるように前記検出手段を制御する検出制御手段と、
- を備え、
- 前記検出手段が前記照射時刻に前記放射線を検出可能な状態になることができる場合、前記検出制御手段は、撮影許可情報を前記照射制御手段に送信する、放射線撮影システム。
- [請求項 2] (補正後)
- 前記検出手段が前記照射時刻に前記放射線を検出可能な状態になることができない場合、前記検出制御手段は、撮影不可情報を前記照射制御手段に送信する、請求項 1 に記載の放射線撮影システム。
- [請求項 3] 前記照射制御手段は、
- 前記照射時刻前の所定の時間までに前記撮影許可情報を受信した場合、前記照射手段が前記放射線を照射するように制御し、
- 前記照射時刻前の前記所定の時間までに前記撮影許可情報を受信しなかった場合、前記照射手段が前記放射線を照射しないように制御する、請求項 2 に記載の放射線撮影システム。
- [請求項 4] (補正後)
- 前記検出制御手段は、前記検出手段が放射線を検出可能である場合、前記検出手段が正常に動作していることを示す正常情報を前記照射制御手段に送信し、
- 前記照射制御手段は、前記正常情報に基づいて、前記照射手段が前記放射線を照射

するように制御する、請求項 1 に記載の放射線撮影システム。

[請求項 5] 前記照射制御手段は、前記正常情報の受信の有無、受信の頻度、受信の間隔、受信の時間、及び受信の数の少なくとも 1 つに基づいて、前記照射手段が前記放射線を照射するように制御する、請求項 4 に記載の放射線撮影システム。

[請求項 6] 前記検出制御手段は、前記検出手段が放射線を検出不可能である場合、前記検出手段が正常に動作していないことを示す異常情報を前記照射制御手段に送信し、  
前記照射制御手段は、前記異常情報に基づいて、前記照射手段が前記放射線を照射しないように制御する、請求項 4 に記載の放射線撮影システム。

[請求項 7] 前記照射制御手段は、前記異常情報を受信した場合、前記検出手段の異常を判定し、前記照射手段が前記放射線を照射しないように制御する、請求項 6 に記載の放射線撮影システム。

[請求項 8] 前記照射制御手段は、前記照射手段が前記放射線の照射を停止した場合、前記検出手段の動作停止を要求する停止要求情報を前記検出制御手段に送信する、請求項 1 乃至 7 の何れか 1 項に記載の放射線撮影システム。

[請求項 9] 前記検出制御手段は、前記停止要求情報を受信した場合、前記停止要求情報を受信したことを示す応答情報を前記照射制御手段に送信し、  
前記照射制御手段は、前記応答情報を受信した場合、前記停止要求情報の送信を停止する、請求項 8 に記載の放射線撮影システム。

[請求項 10] 前記検出制御手段は、前記照射制御手段が参照する時刻情報又は基準となる基準時刻情報に基づいて、前記検出制御手段が参照する時刻情報を補正する、請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の放射線撮影システム。

[請求項 11] 前記検出制御手段は、前記照射制御手段が参照する時刻情報、前記時刻情報の送信を前記照射制御手段に要求する時刻要求情報の送信時刻、及び前記時刻要求情報の応答による前記照射制御手段からの前記時刻情報の受信時刻に基づいて、前記検出制御手段が参照する時刻情報を補正する、請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の放射線撮影システム。



- [請求項 1 2] 前記照射制御手段は、前記検出制御手段が参照する時刻情報、前記照射手段が参照する時刻情報、及び基準となる基準時刻情報に基づいて、前記照射制御手段が参照する時刻情報を補正する、請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の放射線撮影システム。
- [請求項 1 3] 前記照射制御手段及び前記検出制御手段のいずれか一方は、前記時刻情報の補正量のばらつきに関する統計値が所定の閾値を超える場合、前記放射線の照射及び検出のいずれか一方に関する動作を停止する、請求項 1 0 乃至 1 2 の何れか 1 項に記載の放射線撮影システム。
- [請求項 1 4] 前記所定の閾値は、前記放射線の照射条件又は前記放射線の検出条件に応じて可変である、請求項 1 3 に記載の放射線撮影システム。
- [請求項 1 5] 前記照射制御手段及び前記検出制御手段のいずれか一方は、  
前記時刻情報の補正量に基づいて前記補正量の経時的変化を算出し、  
前記経時的変化に基づいて前記補正量を推定し、  
推定された前記補正量が所定の閾値を超える場合、前記照射制御手段が参照する時刻情報の補正、前記検出制御手段が参照する時刻情報の補正、前記放射線の照射に関する動作の停止、及び前記放射線の検出に関する動作の停止の少なくとも 1 つを実行する、請求項 1 0 乃至 1 2 の何れか 1 項に記載の放射線撮影システム。
- [請求項 1 6] 前記検出制御手段は、  
前記時刻情報を伝搬する第 1 の通信手段及び第 2 の通信手段により前記照射制御手段と通信可能であり、  
前記第 1 の通信手段を介して前記照射制御手段から受信した前記時刻情報に基づいて、前記検出制御手段が参照する前記時刻情報を補正する第 1 の補正処理を施し、  
前記第 2 の通信手段を介して前記照射制御手段から受信した前記時刻情報に基づいて、前記検出制御手段が参照する前記時刻情報を補正する第 2 の補正処理を施し、  
前記第 1 の補正処理による補正量に基づいて、前記第 2 の補正処理による補正量を修正する、請求項 1 0 又は 1 1 に記載の放射線撮影システム。
- [請求項 1 7] 前記第 1 の補正処理による前記時刻情報の誤差は、前記第 2 の補正処理による前記

時刻情報の誤差より小さい、請求項 16 に記載の放射線撮影システム。

[請求項 18] (補正後)

放射線を照射する照射手段からの前記放射線を検出する検出手段と、  
前記放射線の照射が開始される照射時刻に関する照射情報を、外部から受信する受信手段と、  
前記照射情報に基づいて、前記検出手段が前記照射時刻に前記放射線を検出可能な状態になるように制御する検出制御手段と、  
前記検出手段が前記照射時刻に前記放射線を検出可能な状態になることができる場合、外部に撮影許可情報を送信する送信手段と、  
を備える、放射線撮影装置。

[請求項 19] 放射線を照射する照射手段を制御する照射制御手段を備え、  
前記照射制御手段は、

前記放射線を検出するための検出手段が前記放射線を検出可能である場合、前記検出手段が正常に動作していることを示す正常情報を、前記検出手段を制御する検出制御手段から受信し、

又は、前記放射線を検出する検出手段が前記放射線を検出不可能である場合、前記検出手段が正常に動作していないことを示す異常情報を、前記検出制御手段から受信し、

前記正常情報及び前記異常情報のいずれか一方に基づいて、前記検出手段の正常及び異常のいずれか一方を判定し、

前記検出手段が正常である場合、前記照射手段が前記放射線を照射するように制御し、前記検出手段が異常である場合、前記照射手段が前記放射線を照射しないように制御する、放射線撮影装置。

[請求項 20] (補正後)

放射線の照射が開始される照射時刻を設定する工程と、  
前記照射時刻に前記放射線を照射するように、前記放射線の照射手段を制御する工

程と、

前記照射時刻に前記放射線を検出可能な状態になるように、前記放射線の検出手段を制御する工程と

前記検出手段が前記照射時刻に前記放射線を検出可能な状態になることができる場合、撮影許可情報を前記照射制御手段に送信する工程と、

を含む、

放射線撮影方法。

[請求項 2 1] プロセッサによって実行されると、該プロセッサに請求項 2 0 に記載の放射線撮影方法の各ステップを実行させる、プログラム。

[請求項 2 2] (追加)

放射線を照射する照射手段と、

前記放射線を検出する検出手段と、

前記放射線の照射が開始される照射時刻を設定する設定手段と、

前記照射時刻に放射線を照射するように前記照射手段を制御する照射制御手段と、

前記照射時刻に前記放射線を検出可能な状態になるように前記検出手段を制御する検出制御手段と、

を備え、

前記検出制御手段は、前記照射制御手段が参照する時刻情報又は基準となる基準時刻情報に基づいて、前記検出制御手段が参照する時刻情報を補正する、放射線撮影システム。

### 条約第19条（1）に基づく説明書

元の請求項1乃至21は新たな請求項1乃至22によって置き換えられております。

新たな請求項1は元の請求項1に対応し、明細書の段落【0035】及び【0036】に基づく構成が追加されております。

新たな請求項2は、明細書の段落【0044】及び【0045】に基づく構成によって置き換えられております。

新たな請求項3は元の請求項3に対応します。

新たな請求項4は、新たな請求項1に従属するように訂正されており、重複する記載が削除されております。

新たな請求項5乃至17は元の請求項5乃至17に対応します。

新たな請求項18は元の請求項18に対応し、明細書の段落明細書の段落【0035】及び【0036】に基づく構成が追加されております。

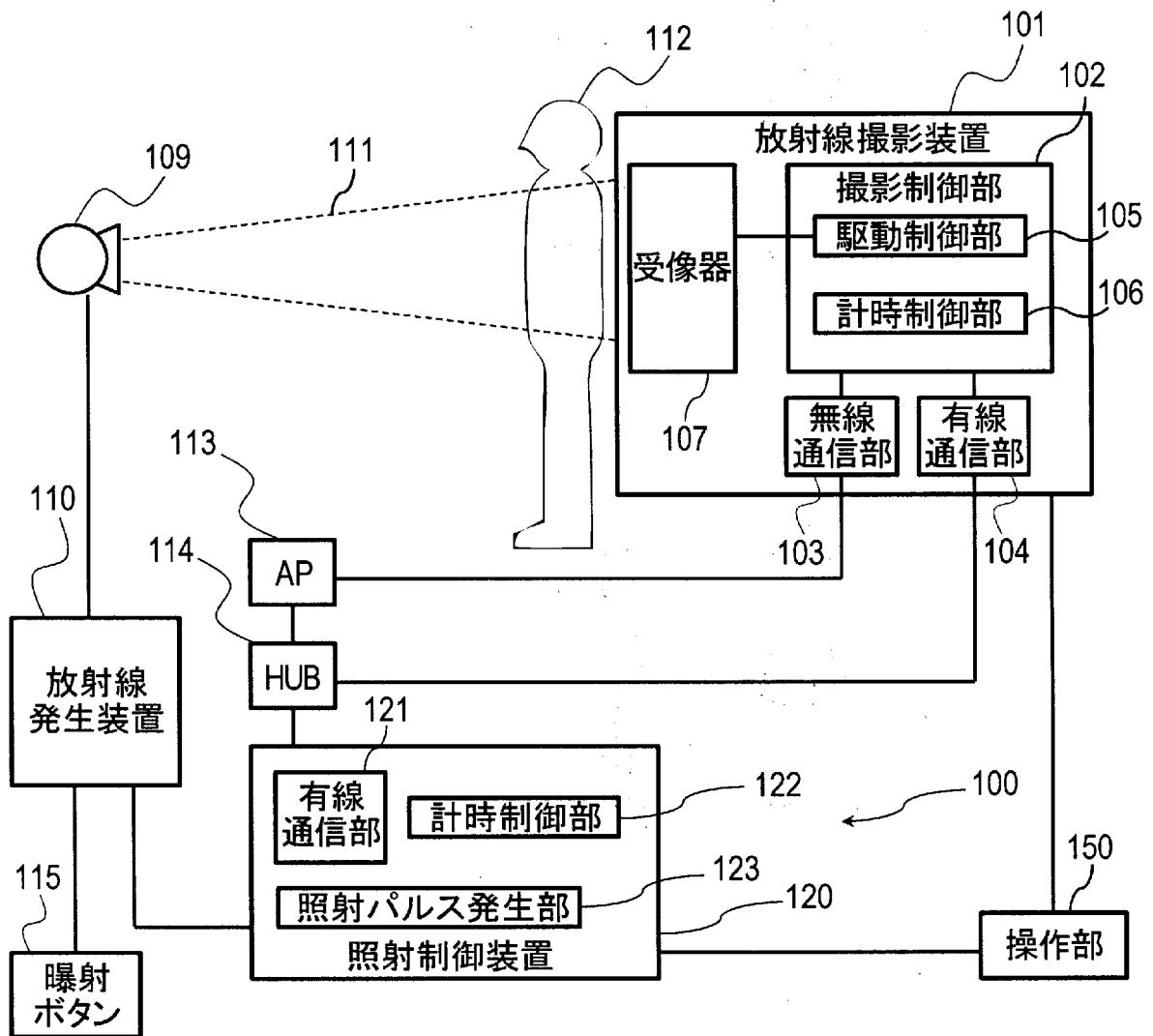
新たな請求項19は元の請求項19に対応します。

新たな請求項20は元の請求項20に対応し、明細書の段落【0035】及び【0036】に基づく構成が追加されております。

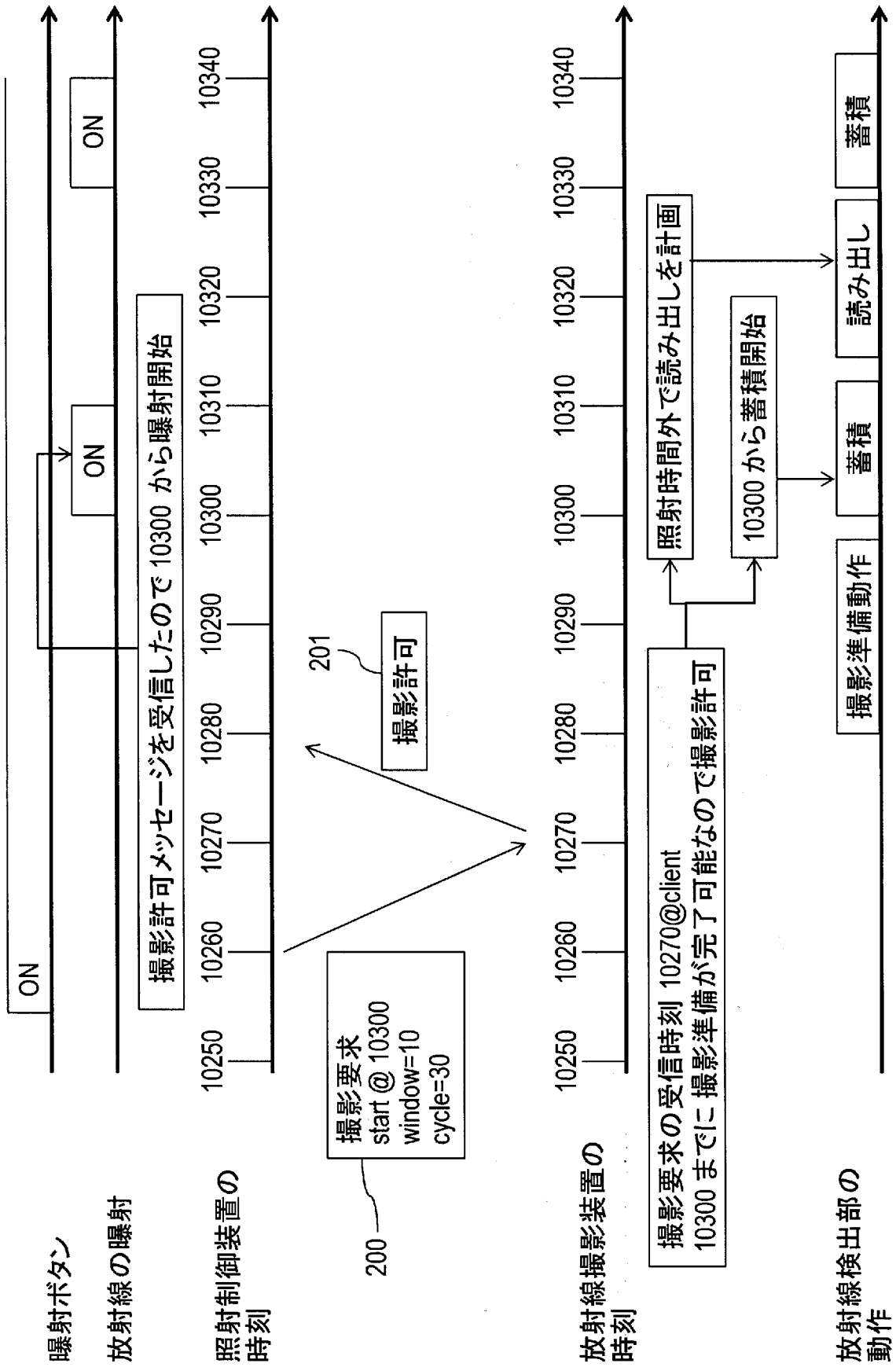
新たな請求項21は元の請求項21に対応します。

新たな請求項22は、元の請求項1及び10、並びに明細書の段落【0015】、【0019】、【0021】、【0062】乃至【0067】、【0091】乃至【0093】、及び【0103】に基づく構成を有する発明を記載してあります。

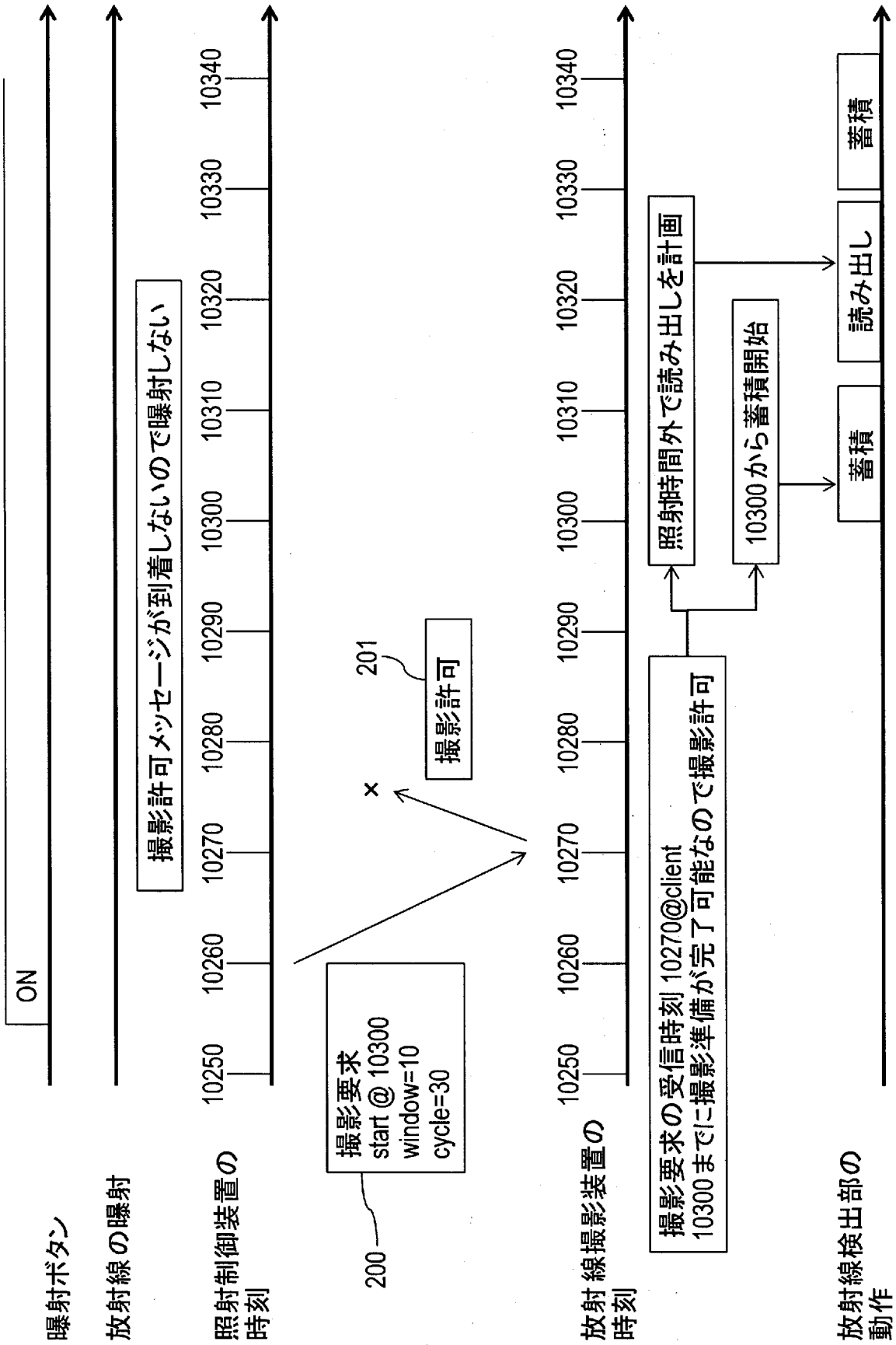
[図1]



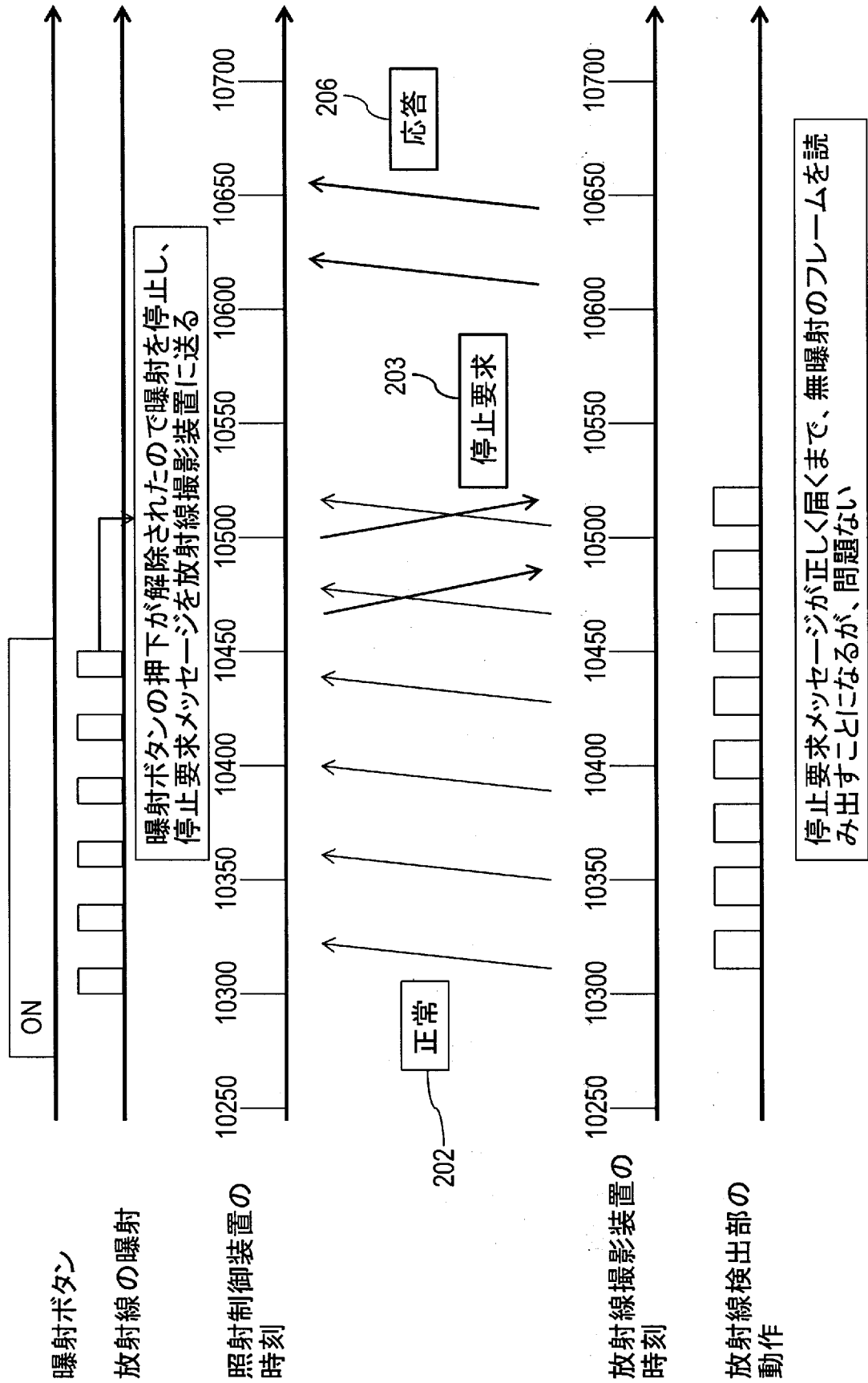
[図2]



[図3]

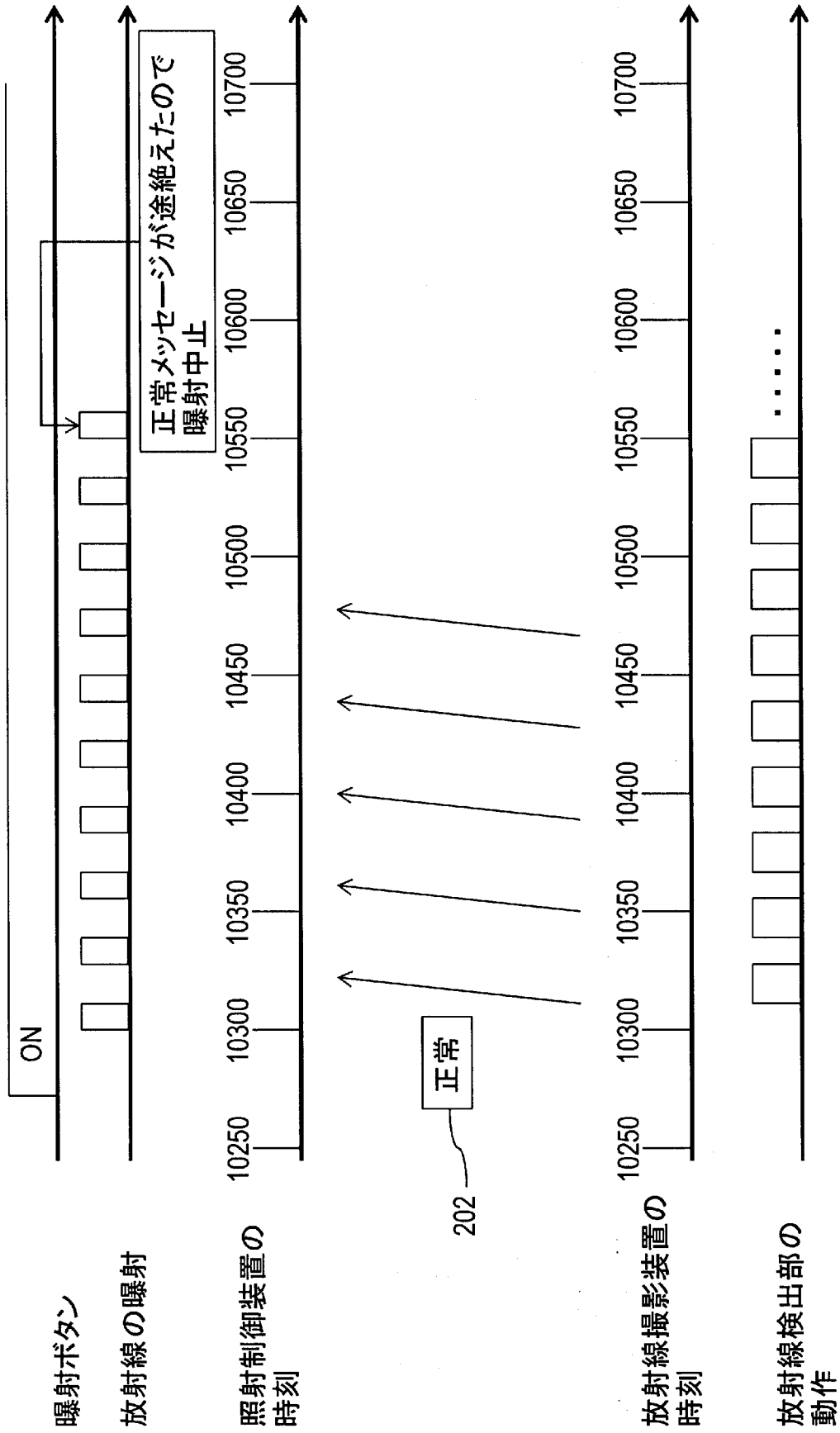


[図4]

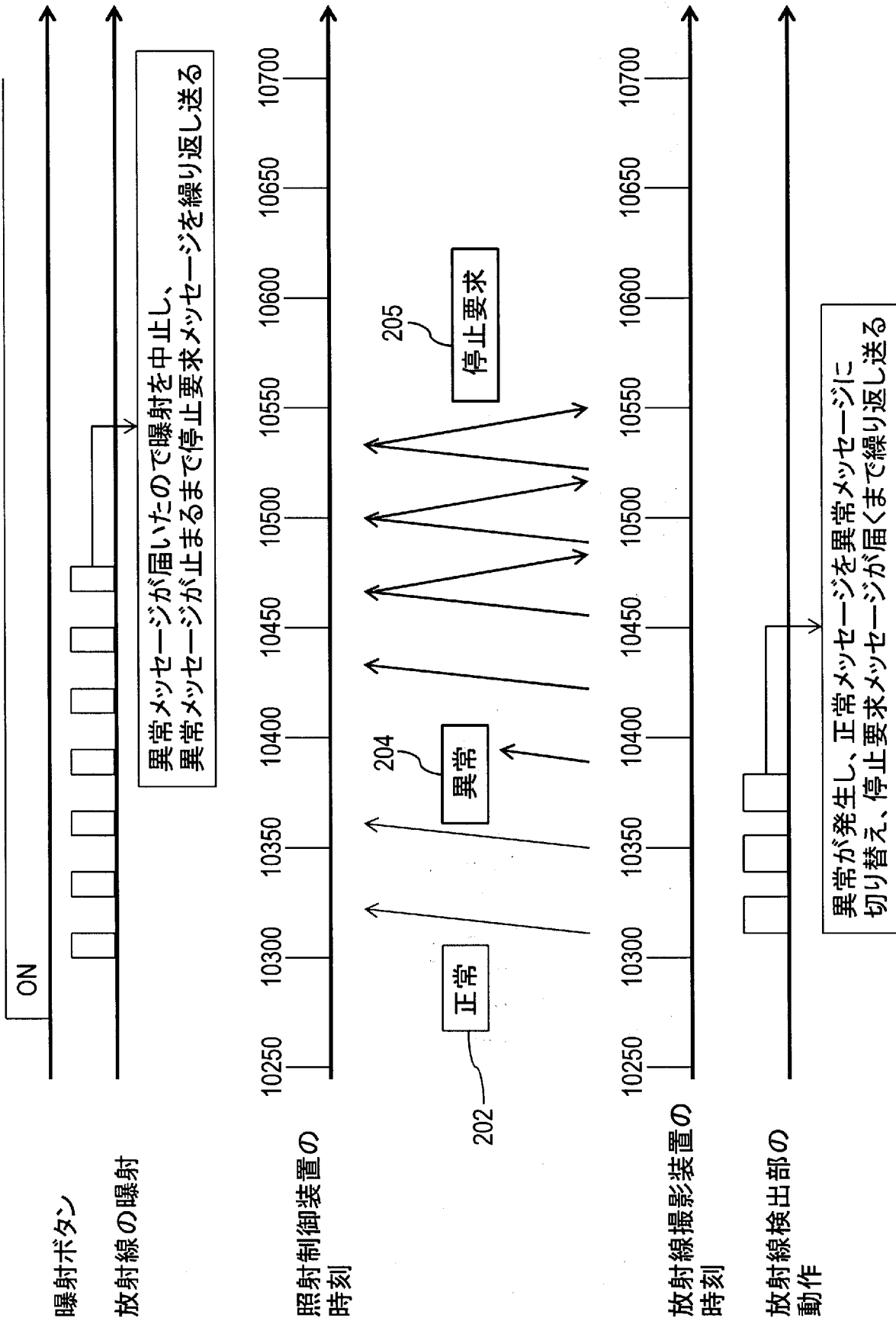




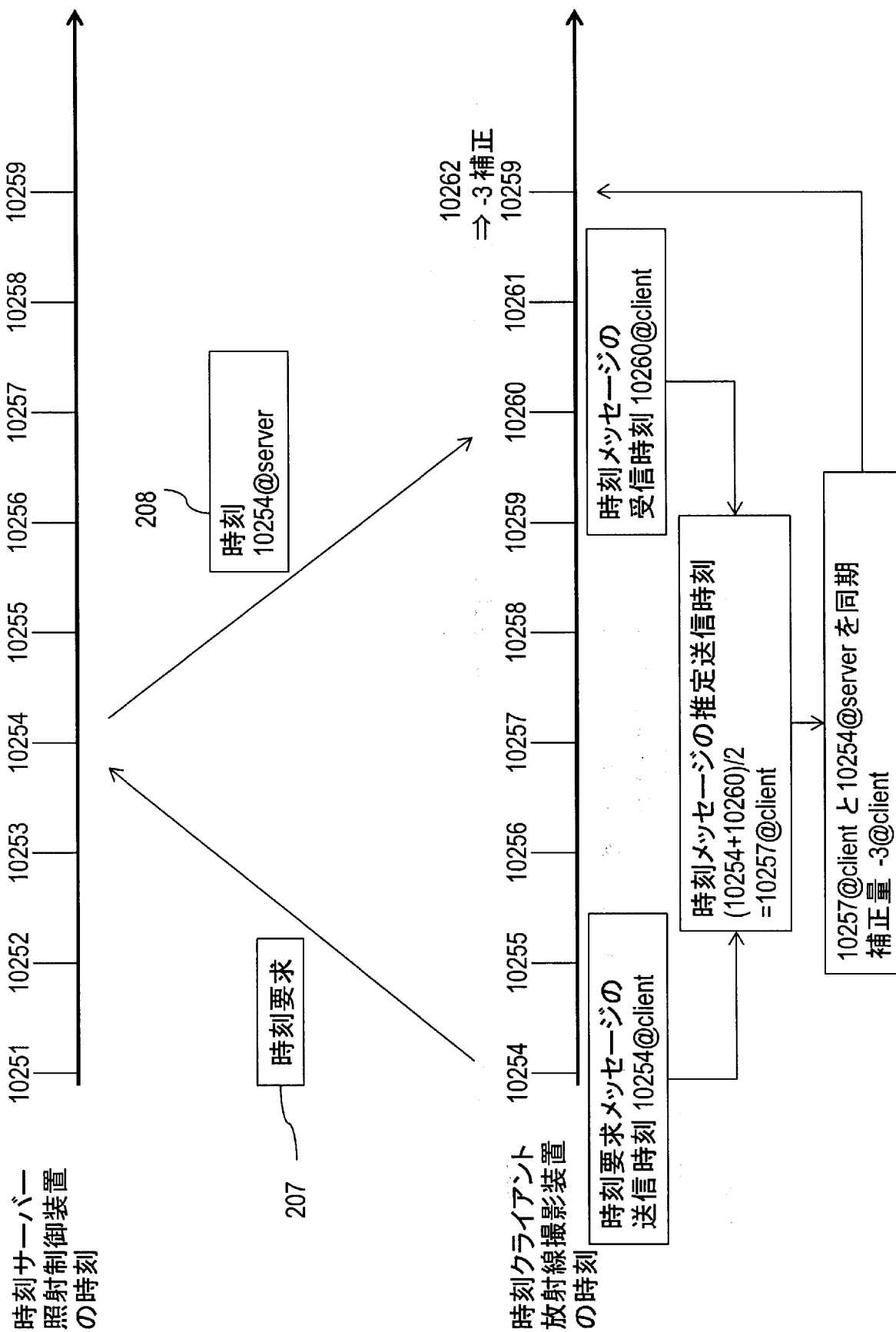
[図5]



[図6]

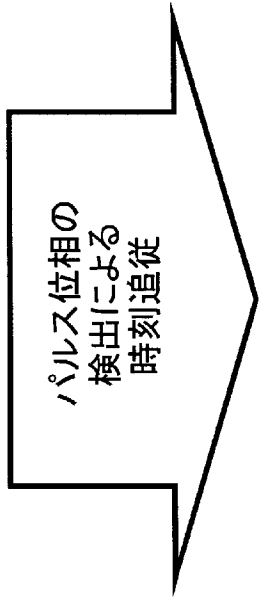
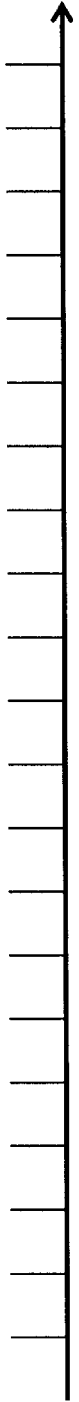


[図7]

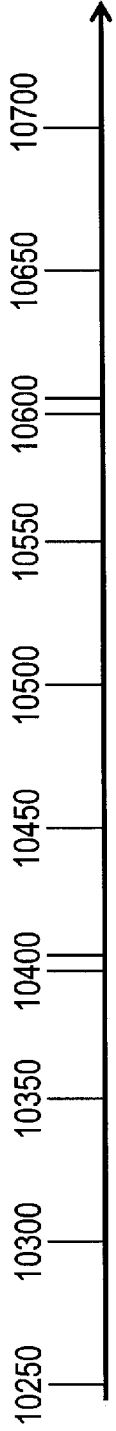


[図8]

放射線発生装置  
同期パルス出力

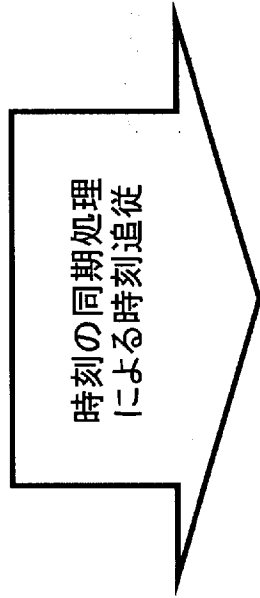


照射制御装置の  
時刻

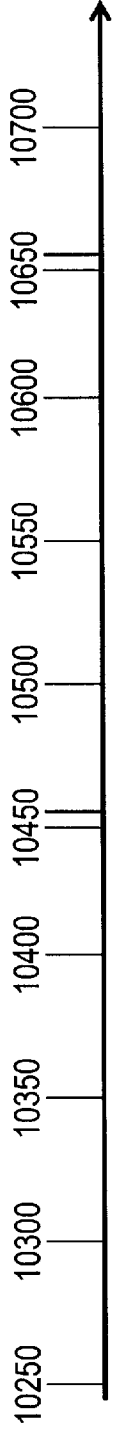


時刻調整 ←

時刻調整 ←



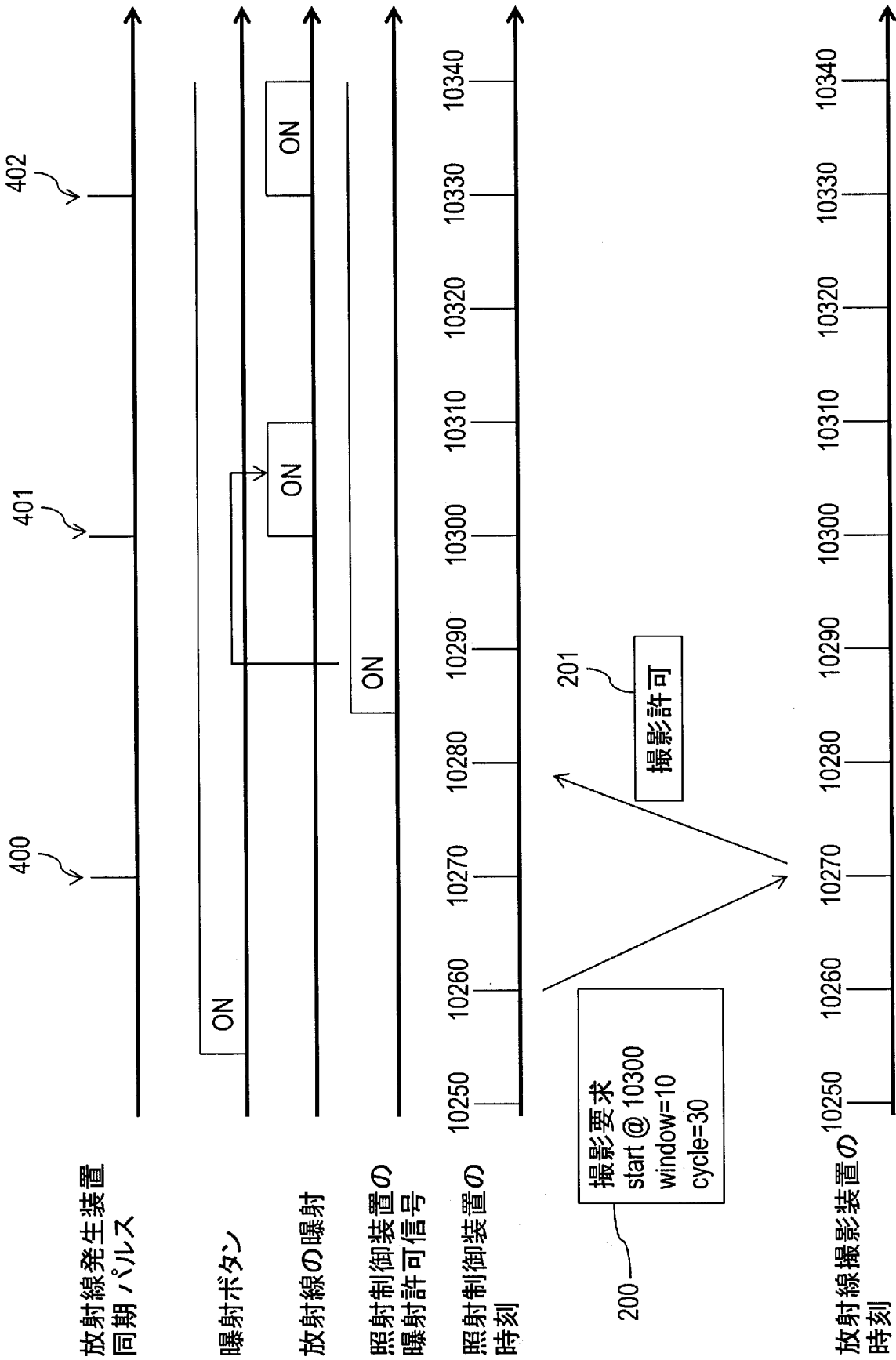
放射線撮影装置の  
時刻



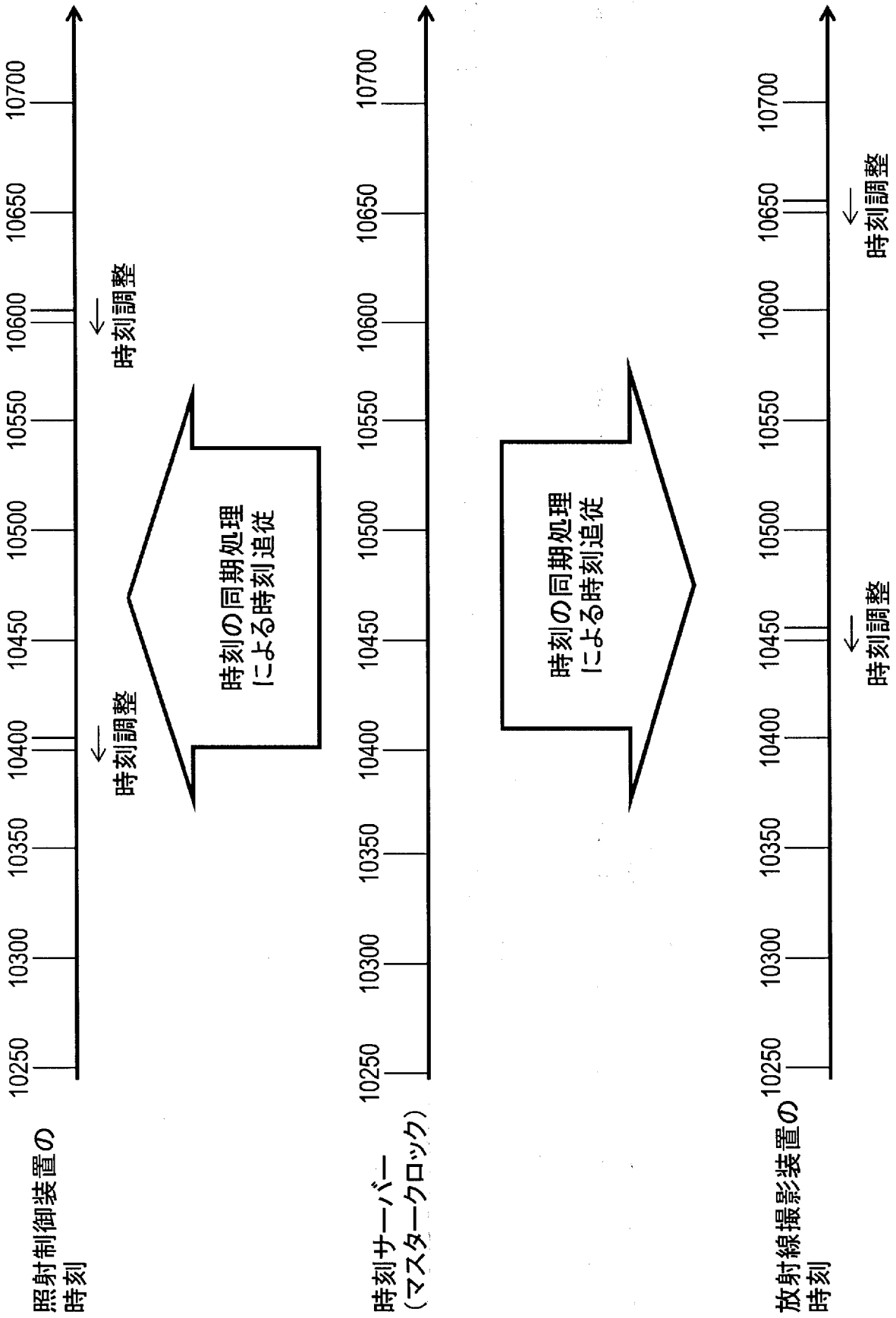
時刻調整 ←

時刻調整 ←

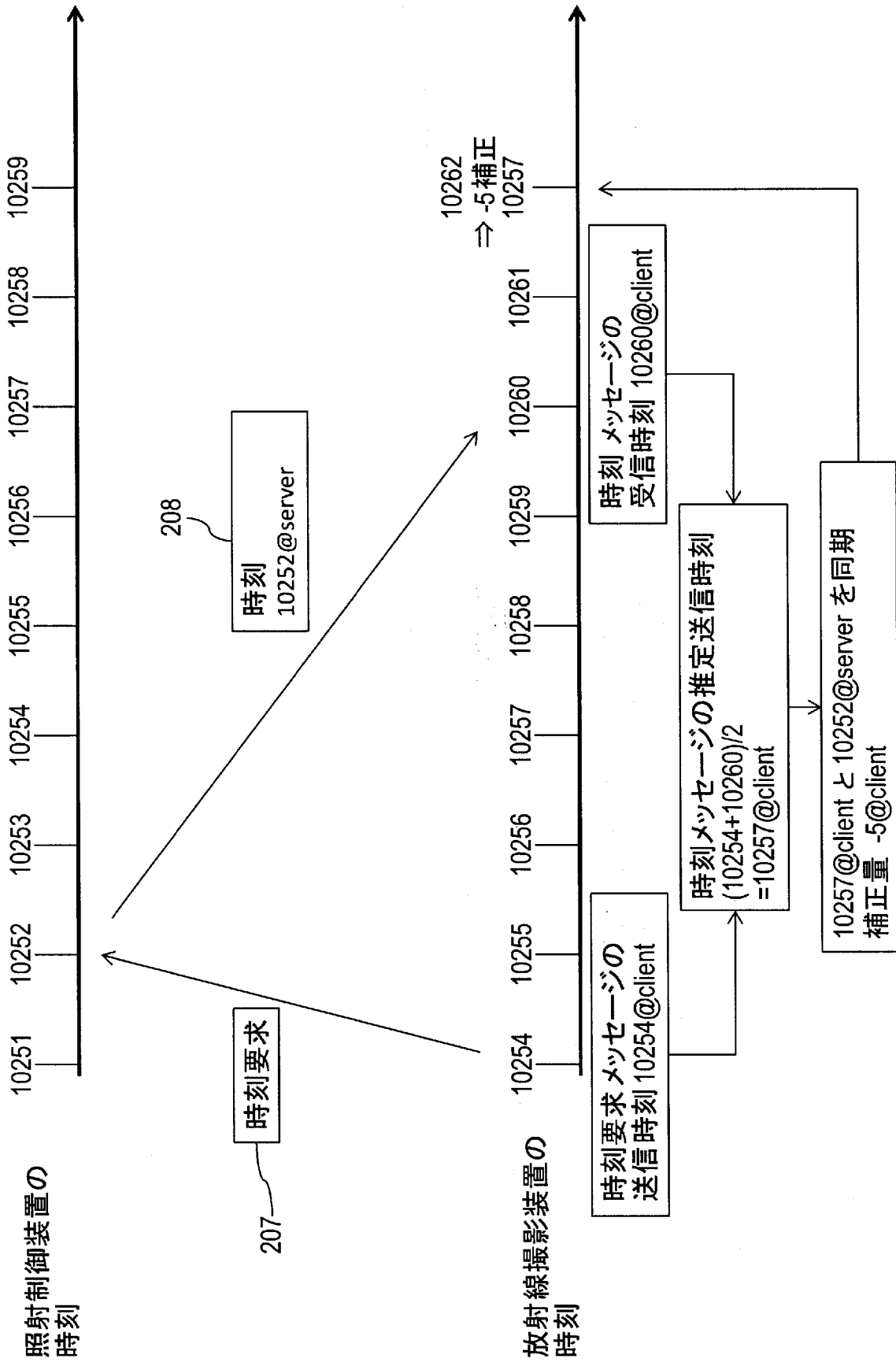
[図9]



[図10]



[図11]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2018/013101

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int.Cl. A61B6/00 (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)

Int.Cl. A61B6/00

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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.
X A	WO 2014/108929 A1 (SHIMADZU CORPORATION) 17 July 2014, paragraph [0081] & US 2016/0073989 A1, paragraph [0098] & CN 104918552 A	1, 2, 8, 9, 18, 20, 21 3, 10-17
A	JP 2013-138360 A (CANON INC.) 11 July 2013, entire text, all drawings & US 2013/0170617 A1, whole document	1-3, 8-18, 20, 21

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  
31.05.2018

Date of mailing of the international search report  
12.06.2018

Name and mailing address of the ISA/  
Japan Patent Office  
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,  
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer  
  
Telephone No.



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2018/013101

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-019800 A (GE MED SYS GLOBAL TECH CO LLC) 03 February 2011, entire text, all drawings (Family: none)	1-3, 8-18, 20, 21
X A	JP 2004-024682 A (CANON INC.) 29 January 2004, paragraphs [0037]-[0041] (Family: none)	4-7, 19 8, 9
A	JP 2008-145101 A (KONICA MINOLTA MED AND GRAPHIC) 26 June 2008, entire text, all drawings (Family: none)	4-9, 19

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

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

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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
X	WO 2014/108929 A1（株式会社島津製作所） 2014.07.17, 段落 [0081]	1, 2, 8, 9, 18, 20, 21
A	& US 2016/0073989 A1 (par. [0098]) & CN 104918552 A	3, 10-17
A	JP 2013-138360 A（キヤノン株式会社） 2013.07.11, 全文、全図 & US 2013/0170617 A1(Whole document)	1-3, 8-18, 20, 21

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

31.05.2018

国際調査報告の発送日

12.06.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）  
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）

亀澤 智博

2U

4746

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
A	JP 2011-019800 A (ジーイー・メディカル・システムズ・グローバル・テクノロジー・カンパニー・エルエルシー) 2011.02.03, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-3, 8-18, 20, 21
X A	JP 2004-024682 A (キヤノン株式会社) 2004.01.29, 段落 [0037] - [0041] (ファミリーなし)	4-7, 19 8, 9
A	JP 2008-145101 A (コニカミノルタエムジー株式会社) 2008.06.26, 全文、全図 (ファミリーなし)	4-9, 19