



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110520050 A

(43)申请公布日 2019.11.29

(21)申请号 201880022451.1

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

(22)申请日 2018.03.29

利商标事务所 11038

(30)优先权数据

代理人 刘前红

2017-076303 2017.04.06 JP

(51)Int.Cl.

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

A61B 6/00(2006.01)

2019.09.27

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2018/013101 2018.03.29

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/186275 JA 2018.10.11

(71)申请人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 内山晓彦

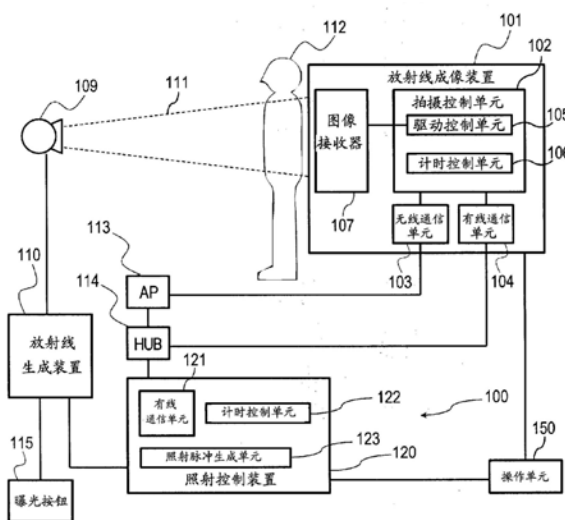
权利要求书3页 说明书13页 附图11页

(54)发明名称

放射线成像系统、放射线成像装置、放射线成像方法和程序

(57)摘要

提供了一种放射线图像捕捉系统,用于使放射线的照射与成像设备的操作同步。该放射线图像捕捉系统包括:照射单元,用于照射放射线;检测单元,用于检测放射线;设定单元,用于设定开始放射线的照射的照射时刻;照射控制单元,用于控制照射单元,使得在所述照射时刻照射放射线;以及检测控制单元,用于控制检测单元,使得检测单元可以在所述照射时刻检测放射线。



1. 一种放射线成像系统,包括:
照射单元,被布置为用放射线进行照射;
检测单元,被布置为检测放射线;
设定单元,被配置为设定将要开始放射线的照射的照射时刻;
照射控制单元,被配置为控制照射单元,使得在所述照射时刻执行放射线照射;以及
检测控制单元,被配置为控制检测单元,使得检测单元准备好在所述照射时刻检测放射线。

2. 根据权利要求1所述的放射线成像系统,其中,检测控制单元向照射控制单元发送指示检测单元已准备好在所述照射时刻检测放射线的拍摄许可信息。

3. 根据权利要求2所述的放射线成像系统,其中,照射控制单元被配置为:
如果在比所述照射时刻早给定量的时间点前接收到所述拍摄许可信息,则执行使得照射单元用放射线进行照射的控制;以及

如果在比所述照射时刻早给定量的时间点前没有接收到所述拍摄许可信息,则执行防止照射单元用放射线进行照射的控制。

4. 一种放射线成像系统,包括:
照射单元,被布置为用放射线进行照射;
照射控制单元,被配置为控制照射单元;
检测单元,被布置为检测放射线;以及
检测控制单元,被配置为控制检测单元,
其中,如果检测单元被允许检测放射线,则检测控制单元向照射控制单元发送指示检测单元正常工作的正常信息,并且

其中,照射控制单元基于所述正常信息执行使得照射单元用放射线进行照射的控制。

5. 根据权利要求4所述的放射线成像系统,其中,照射控制单元基于所述正常信息的接收/未接收、所述接收的频率、所述接收的间隔、所述接收的时间以及接收到的正常信息的数量中的至少一项来执行使得照射单元用放射线进行照射的控制。

6. 根据权利要求4所述的放射线成像系统,
其中,如果检测单元不可用于检测放射线,则检测控制单元向照射控制单元发送指示检测单元未正常工作的异常信息,并且

其中,照射控制单元基于所述异常信息执行使得照射单元不用放射线进行照射的控制。

7. 根据权利要求6所述的放射线成像系统,其中,如果照射控制单元接收到所述异常信息,则照射控制单元确定在检测单元中存在异常,并执行防止照射单元用放射线进行照射的控制。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的放射线成像系统,其中,如果照射单元停止用放射线进行照射,则照射控制单元向检测控制单元发送请求检测单元停止操作的停止请求信息。

9. 根据权利要求8所述的放射线成像系统,
其中,如果检测控制单元接收到所述停止请求信息,则检测控制单元向照射控制单元发送指示已接收到所述停止请求信息的响应信息,并且

其中,如果照射控制单元接收到所述响应信息,则照射控制单元停止发送所述停止请求信息。

10. 根据权利要求1至3中的任一项所述的放射线成像系统,其中,检测控制单元基于照射控制单元所参考的时刻信息或者基于充当基准的基准时刻信息来校正检测控制单元所参考的时刻信息。

11. 根据权利要求1至3中的任一项所述的放射线成像系统,其中,检测控制单元基于照射控制单元所参考的时刻信息、请求照射控制单元发送所述时刻信息的时刻请求信息被发送的发送时刻、以及所述时刻信息响应于所述时刻请求信息而从照射控制单元被接收的接收时刻来校正检测控制单元所参考的时刻信息。

12. 根据权利要求1至3中的任一项所述的放射线成像系统,其中,照射控制单元基于检测控制单元所参考的时刻信息、照射单元所参考的时刻信息、以及充当基准的基准时刻信息来校正照射控制单元所参考的时刻信息。

13. 根据权利要求10至12中任一项所述的放射线成像系统,其中,如果关于所述时刻信息的校正量的变化的统计值超过给定阈值,则照射控制单元和检测控制单元中的一个停止与放射线的照射和检测之一相关的操作。

14. 根据权利要求13所述的放射线成像系统,其中,所述给定阈值取决于放射线的照射条件或放射线的检测条件而可变。

15. 根据权利要求10至12中的任一项所述的放射线成像系统,其中,照射控制单元和检测控制单元中的一个被配置为:

基于所述时刻信息的校正量,计算校正量随时间的变化;

根据随时间的变化估计校正量;以及

如果估计的校正量超过给定阈值,则执行以下操作中的至少一项:照射控制单元所参考的时刻信息的校正、检测控制单元所参考的时刻信息的校正、与放射线的照射有关的操作的停止、以及与放射线的检测有关的操作的停止。

16. 根据权利要求10或11所述的放射线成像系统,其中,检测控制单元被配置为:

通过被配置为传播所述时刻信息的第一通信单元和第二通信单元保持去往和来自照射控制单元的通信;

执行第一校正处理,在第一校正处理中,基于经由第一通信单元从照射控制单元接收的时刻信息来校正检测控制单元所参考的时刻信息;

执行第二校正处理,在第二校正处理中,基于经由第二通信单元从照射控制单元接收的时刻信息来校正检测控制单元参考的时刻信息;以及

基于在第一校正处理中获得的校正量来修改在第二校正处理中获得的校正量。

17. 根据权利要求16所述的放射线成像系统,其中,第一校正处理中的时刻信息之间的误差小于第二校正处理中的时刻信息之间的误差。

18. 一种放射线成像装置,包括:

检测单元,被布置为检测来自照射单元的放射线,该照射单元被布置为用放射线进行照射;

接收单元,被配置为从外部接收与将要开始放射线的照射的照射时刻有关的照射信息;以及

检测控制单元,被配置为基于所述照射信息来控制检测单元,使得检测单元准备好在所述照射时刻检测放射线。

19.一种放射线成像装置,包括被配置为控制照射单元的照射控制单元,所述照射单元被布置为用放射线进行照射;

其中,照射控制单元被配置为:

如果被布置为检测放射线的检测单元被允许检测放射线,则从被配置为控制检测单元的检测控制单元接收指示检测单元正常工作的正常信息;

如果被布置为检测放射线的检测单元不可用于检测放射线,则从检测控制单元接收指示检测单元未正常工作的异常信息;

基于所述正常信息和所述异常信息之一,将检测单元确定为正常和异常中的一个;以及

如果检测单元正常,则执行使照射单元用放射线进行照射的控制,如果检测单元异常,则执行防止照射单元用放射线进行照射的控制。

20.一种放射线成像方法,包括以下步骤:

设定将要开始放射线的照射的照射时刻;

控制放射线的照射单元,使得在所述照射时刻执行放射线的照射;以及

控制放射线的检测单元,使得检测单元准备好在所述照射时刻检测放射线。

21.一种程序,用于在由处理器执行时使所述处理器执行根据权利要求20所述的放射线成像方法的各个步骤。

放射线成像系统、放射线成像装置、放射线成像方法和程序

技术领域

[0001] 本发明涉及放射线成像系统、放射线成像装置、放射线成像方法和程序。

背景技术

[0002] 市场上已经有了如下的放射线成像装置和放射线成像系统：利用该放射线成像装置和放射线成像系统，通过用来自放射线生成装置的放射线照射被摄体、使已透过被摄体的放射线的强度分布数字化并对数字化的放射线图像 (radiographic image) 执行图像处理，获得清晰的放射线图像。

[0003] 这种系统的放射线成像装置通常将图像拾取元件用于图像接收器 (放射线检测器)。通常的图像拾取元件的操作涉及重复取决于入射光的量的电荷的积蓄、所积蓄的电荷的读取以及电荷的重置。不具有电子快门的图像拾取元件具有当光在电荷的读取或重置期间进入图像拾取元件时损坏图像的风险。

[0004] 在专利文献1中公开的系统中，通过网络线路发送和接收表示拍摄请求的消息和表示拍摄准备完成的消息，以使图像拾取元件的操作定时与放射线照射同步。

[0005] [引文清单]

[0006] [专利文献]

[0007] 专利文献1：日本专利No. 5404587

发明内容

[0008] 然而，消息具有如下特性：消息可能在网络线路上丢失或延迟。因此，专利文献1中公开的系统通过在放射线成像装置的图像可接收时段中允许时间余量，换句话说，降低同步的所需时间的精度，来执行同步。

[0009] 当用于同步的消息在网络线路上丢失或延迟时，放射线成像装置的图像可接收时段可能到期。结果存在以下问题：难以在每次执行放射线照射时通过发送和接收消息来建立同步。

[0010] 本发明提供一种放射线成像系统，该放射线成像系统被配置为使放射线照射与放射线成像装置的操作同步。

[0011] [问题的解决方案]

[0012] 根据本发明的一个示例性实施例，提供了一种放射线成像系统，该放射线成像系统包括：照射单元，被布置为用放射线进行照射；检测单元，被布置为检测放射线；设定单元，被配置为设定将要开始放射线的照射的照射时刻；照射控制单元，被配置为控制照射单元，使得在所述照射时刻执行放射线照射；以及检测控制单元，被配置为控制检测单元，使得检测单元准备好在所述照射时刻检测放射线。

[0013] 参考附图阅读示例性实施例的以下描述，本发明的其它特征将变得清晰。

附图说明

- [0014] 图1是用于例示根据本发明的第一实施例的放射线成像系统的配置示例的图。
- [0015] 图2是用于例示用以控制拍摄的开始和拍摄的停止的消息的通信过程的示例的图。
- [0016] 图3是用于例示其中用于开始拍摄的消息尚未到达的示例的图。
- [0017] 图4是用于例示用于停止拍摄的通信过程的示例的图。
- [0018] 图5是用于例示正常消息的传输和由于正常消息的缺失而停止拍摄的示例的图。
- [0019] 图6是用于例示由于异常消息而停止拍摄的示例的图。
- [0020] 图7是用于例示时刻同步处理的通信过程的示例的图。
- [0021] 图8是用于例示其中放射线生成装置充当主时钟的时刻同步处理的示例的图。
- [0022] 图9是用于例示其中放射线生成装置充当主时钟的用于开始拍摄的通信过程的示例的图。
- [0023] 图10是用于例示其中使用独立的主时钟节点的时刻同步处理的示例的图。
- [0024] 图11是用于例示当在消息发送与消息接收之间存在传播时间的差异时所执行的时刻同步处理的示例的图。

具体实施方式

- [0025] 现在将参考附图详细描述本发明的实施例。
- [0026] 然而,实施例中给出的尺寸和结构的细节不限于说明书和附图中的那些。这里的放射线除了X射线之外,还包括 α 射线、 β 射线、 γ 射线、各种粒子射线等。
- [0027] (第一实施例)
- [0028] 在图1中例示了根据本发明的第一实施例的放射线成像系统。放射线成像系统100包括放射线成像装置(检测控制单元)101、放射线生成装置(照射单元)110以及被配置为控制放射线生成装置110的照射控制装置(照射控制单元)120。放射线成像装置101包括有线通信单元104。照射控制装置120包括有线通信单元121。通信单元经由包括HUB 114等的通信网络使放射线成像装置101和照射控制装置120相互连接。
- [0029] 放射线成像装置101可以包括无线通信单元103。在这种情况下,无线LAN接入点(AP)113被包括在通信网络的基础设施中,并且通过利用无线通信单元103和无线LAN接入点(AP)113,作为通信网络的一部分的区间通过无线通信连接。在经由通信网络相互连接的多台设备之间以消息格式交换信息。
- [0030] 另一方面,放射线生成装置110与照射控制装置120之间的连接是不涉及通信网络的直接电连接。因此,信息作为电信号直接在放射线生成装置110与照射控制装置120之间传输,而不被转换为消息格式。
- [0031] 放射线成像装置101是被配置为基于已从放射线源109放射并透过被摄体112的放射线111来获得被摄体112的放射线图像数据的装置。例如,使用平板检测器(FPD)的放射线成像装置适合用作放射线成像装置101。
- [0032] 放射线成像装置101至少包括被配置为基于接收到的放射线生成放射线图像数据的图像接收器(检测单元)107以及拍摄控制单元102。放射线成像装置101控制检测放射线的图像接收器107。拍摄控制单元102驱动和控制图像接收器107,对所拍摄的放射线图像的

放射线图像数据执行各种类型的图像处理,存储放射线图像数据,确定传送放射线图像数据的定时,并执行与放射线图像数据的传送控制相关的处理。由拍摄控制单元102处理的放射线图像数据被传送至控制终端(未示出)以供用于检查或其他用途。

[0033] 放射线成像系统100适于以运动图像的形式拍摄放射线图像,并且其操作概述如下。首先,在拍摄之前,对系统的有关单元提前设定用于拍摄运动图像的参数(例如,帧率和每帧的放射线脉冲的长度)。

[0034] 操作单元150是用于设定执行放射线照射的照射时刻的设定单元。操作者被允许经由操作单元150设定任何照射时刻。在操作单元150中设定的照射时刻被传输到照射控制装置120和放射线成像装置101。操作单元150可以具有显示从放射线成像装置101输出的放射线图像的功能。照射时刻也可以利用曝光按钮115来设定。放射线成像系统的操作者在期望的拍摄定时按下曝光按钮115。曝光按钮115的按下作为电信号被传输至照射控制装置120。照射控制装置120接收该信号,设定将要开始放射线照射的照射时刻,生成表示拍摄开始的消息,并通过通信网络与放射线成像装置101交换信息。

[0035] 在传输了照射时刻之后,照射控制装置120中的照射脉冲生成单元123生成用于放射线照射的定时脉冲。照射控制装置120中的计时控制单元122保持时刻信息。照射脉冲生成单元123基于计时控制单元122的时刻信息生成定时脉冲。定时脉冲被传输到放射线生成装置110,并且放射线生成装置110在定时脉冲所指示的定时用放射线111进行照射。

[0036] 同时,在放射线成像装置101中,在照射时刻的传输之后,拍摄控制单元102中的驱动控制单元105生成用于图像接收器107的驱动控制信号,并从图像接收器107获得放射线图像数据。放射线成像装置101中的计时控制单元106保持时刻信息。驱动控制单元105基于计时控制单元106的时刻信息生成驱动控制信号。

[0037] 放射线图像数据是在被选择避免与用于放射线照射的定时脉冲重叠的时刻获得的。简而言之,放射线图像数据是在与用于放射线照射的时隙不同的时隙中获得的。

[0038] 当放射线成像系统的操作者停止按下曝光按钮以结束拍摄时,照射控制装置120停止生成定时脉冲,生成表示要停止拍摄的消息,并与放射线成像装置101交换消息。

[0039] 参考图2详细描述上面所述的用以控制拍摄的开始和拍摄的停止的消息的通信过程以及操作定时的生成。

[0040] 放射线成像装置101和照射控制装置120分别包括以放射线成像系统的激活时间为起点执行计时操作的计时控制单元106和计时控制单元122。在拍摄之前使放射线成像装置101上的时刻与和照射控制装置120上的时刻同步。稍后将描述同步的方法。

[0041] 当通过操作单元150设定了要执行放射线照射的照射时刻时,照射控制装置120从计时控制单元122获得当前时刻。此外当曝光按钮被按下时,照射控制装置120从计时控制单元获得当前时刻。在图2中,照射控制装置120从计时控制单元122获得时刻值10260。

[0042] 将要开始放射线照射的照射时刻被传输到照射控制装置120。具体地,将要开始曝光的预定曝光开始时刻被设定为在当前时刻之后过去给定时间量的时刻。通过将预设的时间量加到当前时刻,可以计算出预定曝光开始时刻。

[0043] 要加的时间量足够大以让放射线成像装置101和照射控制装置120进行传输(交换消息),并且足够大以让放射线成像装置101转换为涉及放射线检测的拍摄准备操作。要加的时间量也可以被设定为足够小,以避免由于不必要的等待而给操作者带来可操作性差的

印象。要加的时间量的值可以在设计系统时提前计算和设定,或者可以通过照射控制装置120和放射线成像装置101之间的通信通过提前协商来动态地确定。

[0044] 这里没有详细描述要加的时间量的值。但是,在图2的示例中,加了时刻值40以计算预定曝光开始时刻10300。

[0045] 在计算了预定曝光开始时刻之后,照射控制装置120将关于要开始放射线照射的照射时刻(预定曝光开始时刻)的照射信息发送到放射线成像装置101。照射控制装置120向放射线成像装置101发送请求放射线成像装置101开始拍摄的拍摄请求消息200。拍摄请求消息200包括上面所述的预定曝光开始时刻作为参数。

[0046] 在图2中,拍摄请求消息200包括与放射线照射时间的长度(放射线脉冲的长度、照射窗口的长度等)相当的信息和与照射周期(帧率等)相当的信息。然而,这些信息不需要被包括在拍摄请求消息200中,并且可以如上所述在拍摄之前通过其他措施来设定或发送。这里未明确描述的其它参数可以被包括在要发送的拍摄请求消息200中。

[0047] 将要开始放射线照射的照射时刻从外部发送到放射线成像装置101。例如,放射线成像装置101接收拍摄请求消息200,并且在接收到拍摄请求消息200时,从它自己的计时控制单元106获得当前时刻。放射线成像装置101将当前时刻与在消息中接收到的预定曝光开始时刻进行比较,并根据将来的拍摄中要使用的拍摄模式来确定是否能够在预定曝光开始时刻前完成确定拍摄准备操作(或放射线检测操作)。

[0048] 当确定结果是能够完成拍摄准备操作时,放射线成像装置101向照射控制装置120发送许可拍摄(或放射线照射)的拍摄许可消息201作为响应,并安排拍摄准备操作。拍摄准备操作由驱动控制单元105执行。

[0049] 以这种方式,拍摄控制单元102接收关于将要开始放射线照射的照射时刻的照射信息,并且放射线成像装置101基于照射信息(预定曝光开始时刻)执行使图像接收器107准备好在照射时刻进行放射线检测的控制。放射线成像装置101还向照射控制装置120发送拍摄许可信息(拍摄许可消息201),拍摄许可信息指示图像接收器107准备好在照射时刻检测放射线。

[0050] 当在比照射时刻早(比预定曝光开始时刻早)给定量的时间点接收到拍摄许可消息201时,照射控制装置120控制放射线生成装置110执行放射线照射。例如,当放射线生成装置120自己的计时控制单元122所指示的时刻到达预定曝光开始时刻之前接收到拍摄许可消息201时,照射控制装置120在预定曝光开始时刻开始生成用于放射线照射的定时脉冲。然后,照射控制装置120基于由计时控制单元122测量的时刻来安排放射线照射操作,使得达到预先确定的放射线脉冲长度和帧率,并且照射脉冲生成单元123执行放射线照射操作。

[0051] 这样,照射控制装置120控制放射线生成装置(照射单元)110以在照射时刻用放射线进行照射。

[0052] 放射线成像装置101同时完成拍摄准备操作,并且当它自己的计时控制单元106所指示的时刻达到预定曝光开始时刻时,将图像接收器107的操作转变为期待放射线照射的积蓄状态。在经过与放射线脉冲的长度相当的时间量之后(在图2中,在计时控制单元106所指示的时间到达10310之后),图像接收器107从积蓄状态转变为读取状态,在读取状态中读取所积蓄的电荷(信息)并且基于读取的电荷获得放射线图像数据。

[0053] 然后,放射线成像装置101如照射控制装置120中那样,基于由计时控制单元106测量的时刻来安排拍摄操作(积蓄操作、读取操作等),使得达到提前确定的帧率,并且由拍摄控制单元102执行拍摄操作。

[0054] 如上所述,照射控制装置120在接收到拍摄许可消息201的条件下生成用于放射线照射的定时脉冲。在图3中示出了由于通信网络上的消息的丢失或大延迟而不能满足该条件时执行的操作。

[0055] 在未能接收到拍摄许可消息201的情况下,即使在计时控制单元106所指示的时刻达到预定曝光开始时刻10300时,照射控制装置120也不生成脉冲。同时,不能查明由放射线成像装置101发送的拍摄许可消息201是否已经到达照射控制装置120的放射线成像装置101在预定曝光开始时刻10300处开始获得放射线图像数据。结果,放射线成像装置101接收到在没有放射线的情况下生成的暗图像。这是不用放射线照射被摄体的拍摄操作,因此不会因不必要的曝光而造成伤害。

[0056] 因此,照射控制装置120执行如下控制:当比照射时刻早(比预定曝光开始时刻早)给定量的时间点之前未接收到拍摄许可信息时,该控制防止放射线生成装置110执行放射线照射。

[0057] 上面所述的拍摄许可消息201的丢失不是拍摄许可消息201未能到达的现象的唯一原因。其它原因包括拍摄请求消息200的丢失(这导致一开始就没有拍摄许可消息201从放射线成像装置101发送)以及拍摄请求消息200的延迟。还有一种情况是,由于与放射线成像装置101有关的原因,放射线成像装置101确定无法执行拍摄,并且因此不发送拍摄许可消息201作为响应。

[0058] 当无法执行拍摄时,放射线成像装置101可以向照射控制装置120发送拍摄禁止消息(异常消息)作为响应,以代替拍摄许可消息201。在任何情况下,都可以避免用放射线对被摄体进行不必要的照射。

[0059] 接下来描述拍摄继续确定以及拍摄的停止。存在要停止放射线照射的多种情形。这种情形的示例是放射线成像系统的操作者停止按下曝光按钮115从而停止拍摄的情况。这是正常停止。异常停止的示例是照射控制装置120检测到放射线成像装置101的拍摄操作中的异常的情况等。

[0060] 在交换了指示拍摄开始的消息之后,放射线成像装置101在拍摄操作的持续时间内保持定期地向照射控制装置120发送正常消息202。只要保持接收到正常消息202,照射控制装置120就确定放射线成像装置101正在正常操作。

[0061] 当图像接收器107被允许检测放射线时,放射线成像装置101这样向照射控制装置120发送指示图像接收器107正在正常工作的正常信息(正常消息)。照射控制装置120基于正常信息来确定图像接收器107是正常还是异常。照射控制装置120在图像接收器107正常时进行使放射线成像装置101执行放射线照射的控制,并在图像接收器107异常时进行防止放射线生成装置110的执行放射线照射的控制。

[0062] 简而言之,照射控制装置120控制放射线成像装置101,使得基于正常信息执行放射线照射。

[0063] 正常消息202本身可能会在通信网络上丢失。因此,可能过分的是仅因出现一次正常消息202的缺失就让照射控制装置120确定放射线成像装置101具有异常。因此,照射控制

装置120可以根据正常消息202的缺失的频率来确定放射线成像装置101是否具有异常。正常消息202的发送和接收之间的间隔可以被设定为小于用于快速确定目的给定阈值的时间间隔。但是,该阈值可以被设定为不是通信网络上的负担的长时间间隔。

[0064] 如上所述,照射控制装置120基于正常消息的接收/未接收、接收的频率、接收的间隔、接收的时间和接收到的正常消息的数量中的至少一项来执行控制,使得放射线生成设备110用放射线进行照射。

[0065] 在图5中例示了当缺失正常消息202时会发生什么。当到达照射控制装置120的正常消息202的缺失以不可接受的频率(等于或高于给定阈值)出现时,照射控制装置120停止生成用于放射线照射的定时脉冲以停止曝光。照射控制装置120在不确定已导致正常消息202的未到达的放射线成像装置101或通信网络的状态(诸如放射线成像装置101的拍摄操作中的异常或通信网络中的故障)的情况下停止曝光。

[0066] 因此,在放射线成像装置101继续拍摄操作的同时可以停止曝光。放射线成像装置101在这种情况下获得在没有照射的情况下生成的暗图像。这是不用放射线照射被摄体的拍摄操作,因此不会因不必要的曝光而造成伤害。

[0067] 上面给出的描述是关于由于照射控制装置120未能基于正常消息202被动地确定放射线成像装置101的操作是正常还是异常而导致的曝光停止。拍摄操作或曝光操作也在放射线成像装置101主动将其自身的异常通知给照射控制装置120时停止。

[0068] 在图6中例示了该通知。当检测到其自身操作中的异常并且确定不能维持图像接收操作时,放射线成像装置101停止发送正常消息202,并且开始发送异常消息204。与正常消息202的情况一样,异常消息204的发送周期性地重复。当异常消息204到达照射控制装置120时,照射控制装置120立即停止生成用于放射线照射的定时脉冲,而无需等待异常消息202的缺失频率的确定。然后,照射控制装置120向放射线成像装置101发送停止请求消息205作为响应。

[0069] 因此,当图像接收器107不可用于检测放射线时(同样当图像接收器107不可用于输出预定的放射线图像数据时),放射线成像装置101向照射控制装置120发送指示图像接收器107未正常工作的异常信息(异常消息)。照射控制装置120基于异常信息来确定图像接收器107是正常还是异常。照射控制装置120在图像接收器107正常时执行使放射线生成装置110执行放射线照射的控制,并且在图像接收器107异常时执行防止放射线生成装置110执行放射线照射的控制。

[0070] 当接收到异常信息时,照射控制装置120确定图像接收器107中存在异常,并执行防止放射线生成装置110执行放射线照射的控制。当放射线生成装置110停止放射线照射时,照射控制装置120向放射线成像装置101发送请求图像接收器107停止操作的停止请求信息(停止请求消息)。

[0071] 每次异常消息204到达时,照射控制装置120都发送停止请求消息205作为响应。当从照射控制装置120接收到停止请求消息205时,放射线成像装置101停止异常消息204的重复发送。这完成了异常停止的过程。异常消息204的发送间隔不需要与正常消息202的发送间隔相同。异常消息204的发送间隔可以被设定为尽可能短,以便快速通知异常,并且可以比正常消息202的发送间隔短。

[0072] 接下来参考图4描述通过来自操作者的输入的正常停止。当操作者停止按下曝光

按钮115时,停止信号被发送到照射控制装置120。照射控制装置120接收该停止信号并且立即停止生成用于放射线照射的定时脉冲。然后,照射控制装置120向放射线成像装置101发送停止请求消息203。放射线成像装置101接收停止请求消息203,并停止拍摄操作。

[0073] 放射线成像装置101确认停止请求消息203,并向照射控制装置120发送响应消息206。照射控制装置120向放射线成像装置101重复地发送停止请求消息203,直到响应消息206到达照射控制装置120。总而言之,当接收到停止请求信息时,放射线成像装置101向照射控制装置120发送指示已经接收到停止请求信息的响应信息(响应消息),并且照射控制装置120在收到响应信息后停止发送停止请求信息。这完成了正常停止。

[0074] 停止请求消息203可能在通信网络上丢失,并且因此可以在放射线成像装置101继续拍摄操作的同时停止曝光。放射线成像装置101在这种情况下获得在没有照射的情况下生成的暗图像。这是不用放射线照射被摄体的拍摄操作,因此不会因不必要的曝光而造成伤害。

[0075] 这里以关于用以控制拍摄的开始和拍摄的停止的消息的通信过程的描述作为结束。接下来描述用于同步由计时控制单元106测量的时刻和由计时控制单元122测量的时刻的机制和通信过程。在图7中例示了通过通信网络上的通信来建立时刻同步的过程。在图7中,计时控制单元122操作为时刻服务器(即,充当基准的时钟),并且计时控制单元106操作为时刻客户端(即,以时刻服务器作为基准校正的时钟)。

[0076] 首先,放射线成像装置101经由有线通信单元104或无线通信单元103向照射控制装置120发送请求照射控制装置120发送计时控制单元122的时刻(时刻信息)的时刻请求消息207。时刻请求消息207包括在放射线成像装置101中发送时刻请求消息207的发送时刻(由计时控制单元106测量的时刻)。在图7的示例中,时刻值10254被包括在时刻请求消息207中。

[0077] 照射控制装置120接收时刻请求消息207,并向放射线成像装置101发送时刻消息208作为响应。时刻消息208包括在照射控制装置120中发送时刻消息208的发送时刻(由计时控制单元122测量的时刻)。在图7中,时刻值10254被包括在时刻消息208中。当时刻消息208到达放射线成像装置101时,放射线成像装置101根据由计时控制单元106测量的时刻而获得时刻消息208的接收时刻。在图7中,时刻值10260被获得。

[0078] 假设在放射线成像装置101和照射控制装置120之间以大致相等的时间传输时刻请求消息和时刻消息208。在这种情况下,根据计时控制单元106测量的时刻,照射控制装置120发送时刻消息208作为响应的时刻被估计为时刻值10254和时刻值10260之间的中间值($(10254+10260)/2=10257$)。

[0079] 在时刻消息208中包括照射控制装置120的时刻值10254,并且因此发现,放射线成像装置101上的时钟快了时刻值10254与所估计的时刻之间的时刻差异,这个时刻差异被计算为 $10257-10254=3$ 。通过上述方式计算出计时控制单元106和计时控制单元122之间的时刻差异,由计时控制单元106测量的时刻和由计时控制单元122测量的时刻可以通过校正由计时控制单元106测量的时刻来同步。

[0080] 放射线成像装置101因此基于照射控制装置120所参考的时刻信息(由计时控制单元122测量的时刻)来校正放射线成像装置101所参考的时刻信息(由计时控制单元106测量的时刻)。在第一实施例中,放射线成像装置101基于照射控制装置120所参考的时刻信息、

发送时刻请求信息的发送时刻、以及响应于时刻请求信息而从照射控制装置120接收时刻信息的接收时刻来校正放射线成像装置101所参考的时刻信息。

[0081] 照射控制装置120可以存储时刻差异,以基于由计时控制单元122测量并且已经通过所存储的时刻差异调整的时刻来控制放射线源109和放射线成像装置101。放射线成像装置101可以存储时刻差异并将该时刻差异加到由计时控制单元106测量的时刻以在照射控制装置120指定的操作定时进行操作。

[0082] 在图7中,基于时刻请求消息207和时刻消息208的一个发送/接收会话来确定校正的校正量。但是,在实践中,由于消息传播时间的可能的波动,校正量可能需要调整。因此,可以执行时刻请求消息207和时刻消息208的多个发送/接收会话以统计地计算校正量。

[0083] 例如,通过从基于时刻请求消息207和时刻消息208的多个发送/接收会话的校正量中按往返时间的升序来挑选给定数量的校正量并且计算给定数量的校正量的平均值,可以统计地计算校正量。第一实施例中的往返时间是这样的时间段:该时间段以时刻请求消息207从放射线成像装置101的发送开始并且以时刻消息208在放射线成像装置101处的接收结束。还可以从可接受误差范围内的时刻差异计算校正量,该可接受误差范围基于放射线照射的时段相对于积蓄状态的时段。

[0084] 在上面给出的描述中,校正量是立即加上去的。但是,立即进行的大校正会明显损害紧接在校正之后的图像接收器107的驱动控制中的间隔的均等性,并且这种损害导致仅一个帧的图像质量明显不同于其前一帧和后一帧的现象。因此,大于给定阈值的校正量可以在一段时间内分多次在计时控制单元106中加上或减去。

[0085] 时刻请求消息207可以包括图7的发送时刻,在该发送时刻从放射线成像装置101发送时刻请求消息207,并且时刻消息208可以包括时刻请求消息207被发送的发送时刻和时刻消息208被发送的发送时刻。这使得放射线成像系统即使在哪个时刻请求消息207与哪个时刻消息208的关联和配对由于消息丢失而变得不清楚时也能够执行处理。

[0086] 第一实施例使用图7的过程来描述最小操作原理。然而,时刻同步处理不限于此,并且当以容许复杂性的模式执行本发明时,也可以使用现有的复杂时刻同步协议。已知协议的示例包括RFC 4330、SNTP和IEEE 1588PTP。

[0087] 如上所述,根据第一实施例的系统在组合地执行用于拍摄处理的通信过程以及用于同步处理的通信过程的同时运行,其中在拍摄处理中拍摄的开始和停止被控制,在同步处理中由多个计时控制单元测量的时刻被同步。这些通信过程不是排他的,并且不总是需要相互配合。

[0088] 也就是,可以在进行拍摄和周期性地发送正常消息202的同时执行用于时刻同步处理的通信过程。当拍摄费时,一次同步的计时控制单元106和122之间的时刻差异再次增大,并且用于时刻同步处理的通信过程可以在拍摄期间周期性地执行。另一方面,不总是需要将正常消息202的间隔与时刻请求消息207的间隔相关联,并且发送正常消息202的操作和发送时刻请求消息207的操作可以以不同的间隔执行。但是,出于在避免消息的发送和接收之间的时间重叠的同时提高同步的精度和其它目的,可以将多个消息的间隔相关联。

[0089] 根据如上所述的用于时刻同步处理的通信过程来统计地计算校正量。在某些情况下,这种统计处理的结果可能影响对拍摄的开始和停止的控制。当从多个时刻请求消息207

获得的多个校正量的离差大于给定阈值时,难以获得真正需要的校正量,并且不太可能在校正之前成功建立时刻同步。因此,当校正量具有较低的确度(degree of certainty)时,认为未建立时刻同步,并且放射线成像系统可以禁止拍摄开始或执行中断拍摄的控制。

[0090] 因此,当关于时刻信息的校正量的变化(离差、标准差等)的统计值超过给定阈值时,照射控制装置120或放射线成像装置101停止与放射线照射或放射线检测有关的操作。

[0091] 具体地,执行控制以防止放射线成像装置101响应于拍摄请求消息200而发送拍摄许可消息201。也可以控制放射线成像装置101,使得放射线成像装置101在拍摄期间中止正常消息202的发送,并开始发送异常消息204。充当禁止或中断拍摄的标准的同步的确度可以根据运动图像的拍摄参数而可变。关于时刻信息的校正量的变化(离差、标准差等)的统计值根据放射线照射条件或放射线检测条件而可变。

[0092] 例如,放射线成像系统可以被配置为使得即使在时刻同步的确度低时也可以执行拍摄,因为当帧率低于给定阈值时,可以将检测放射线的时段设定得较长。

[0093] (第二实施例)

[0094] 在第一实施例中,照射控制装置120中包括的计时控制单元122充当提供放射线成像系统按其操作的基准的基准计时单元(主时钟)。然而,本发明不限于此。放射线成像装置101中包括的计时控制单元106可以充当提供放射线成像系统按其操作的基准的基准计时单元(主时钟)。在这种情况下,照射控制装置120基于放射线成像装置101所参考的时刻信息(由计时控制单元106测量的时刻)来校正照射控制装置120所参考的时刻信息(由计时控制单元122测量的时刻)。

[0095] 例如,如上面描述的放射线成像装置101的同步处理中那样,照射控制装置120基于放射线成像装置101所参考的时刻信息、时刻请求信息被发送的发送时刻、以及时刻信息被接收的接收时刻来校正照射控制装置120所参考的时刻信息。在这种情况下,时刻请求信息是请求放射线成像装置101发送由计时控制单元106测量的时刻(时刻信息)的时刻请求消息。在这种情况下,时刻信息是响应于时刻请求消息而从放射线成像装置101发送的时刻消息。

[0096] 照射控制装置120还可以基于放射线生成装置110的同步脉冲来校正照射控制装置120所参考的时刻信息。在图8中例示了在被配置为使得放射线生成装置110生成与拍摄的帧率对应的脉冲以供计时控制单元122跟从的系统中的时刻同步操作。照射控制装置120因此可以基于放射线生成装置110所参考的时刻信息(同步脉冲)来校正照射控制装置120所参考的时刻信息(由计时控制单元122测量的时刻)。

[0097] 放射线生成装置110根据拍摄的帧率周期性地生成同步脉冲,并将该同步脉冲发送至照射控制装置120。尽管生成了同步脉冲,放射线生成装置110抑制曝光的执行,除非从照射控制装置120接收到曝光许可。

[0098] 放射线生成装置110根据放射线生成装置110中包括的源振荡器来生成同步脉冲,并且同步脉冲与由照射控制装置120的计时控制单元122测量的时刻之前或之后多远之间的误差不能完全消除。当未建立同步时,放射线生成装置110的同步脉冲和照射控制装置120上的时刻之间的误差增加,导致以下情形:在基于由计时控制单元122测量的时刻计算出的脉冲生成时刻没有生成同步脉冲。

[0099] 为了解决该问题,照射控制装置120将提供给照射控制装置120的同步脉冲生成时

刻与由计时控制单元122测量的时刻进行比较,并且当检测到两者之间的差异时,校正计时控制单元122以使得计时控制单元122跟从同步脉冲。放射线生成装置110和放射线控制装置120直接相互电连接而无需中间通信网络。因此,校正量的估计值中由通信网络引起的波动小。因此,不需要用于计算真实的校正值的统计处理,并且紧接在检测到差异之后校正时刻差异就够了。这使得计时控制单元122能够精确地跟从同步脉冲。

[0100] 以与第一实施例中相同的方式执行使由计时控制单元122测量的时刻与由计时控制单元106测量的时刻同步的操作。当计时控制单元122跟从同步脉冲时,计时控制单元106以小延迟跟从。因此,同步脉冲与由计时控制单元106测量的时刻之间的差异预计大于第一实施例中的差异。然而,如上所述,由于计时控制单元122跟从同步脉冲的操作是精确的,所以在实践中较大的差异总体上没有太大影响。

[0101] 在图9中例示了第二实施例中的在拍摄开始时执行的操作。当检测到曝光按钮的按下时,根据由计时控制单元122测量的时刻,照射控制装置120预测在按下曝光按钮之后生成同步脉冲400、401和402的时刻。在从同步脉冲400、401和402中确定与预定曝光开始时刻对应并且被预测为允许拍摄操作准备就绪的同步脉冲时刻时,照射控制装置120考虑放射线成像装置101的拍摄准备操作等所需的时间。在图9中,同步脉冲401被用作预定曝光开始时刻。消息的后续交换通过使用与第一实施例中相同的过程来执行,因此省略了对该过程的描述。

[0102] 照射控制装置120接收拍摄许可消息201,并向放射线生成装置110通知拍摄已被许可。放射线生成装置110接收通知并随着放射线生成装置110生成同步脉冲而及时生成放射线。

[0103] (第三实施例)

[0104] 本发明还包括如下情况:除计时控制单元106和122以外的计时单元存在于通信网络中并被用作主时钟。放射线成像装置101基于充当基准的主时钟(参考时刻信息)来校正放射线成像装置101所参考的时刻信息(由计时控制单元106测量的时刻)。照射控制装置120类似地基于充当基准的主时钟(基准时刻信息)来校正照射控制装置120所参考的时刻信息(由计时控制单元122测量的时刻)。

[0105] 如图10中所示,根据第三实施例的放射线成像系统除了图1的系统配置之外,还包括在通信网络中充当主时钟(基准时刻信息)的时刻服务器。时刻服务器执行与图7中的第一实施例的计时控制单元122执行的处理类似的处理。与第一实施例的计时控制单元122不同,第三实施例的计时控制单元122操作为时刻客户端。

[0106] 计时控制单元106和计时控制单元122都保持与图10的时刻服务器之间的通信,并且校正由计时控制单元106测量的时刻和由计时控制单元122测量的时刻以跟从时刻服务器。

[0107] 在第一实施例中,计时控制单元106是时刻客户端,因此进行校正量的统计估计。在第三实施例中,计时控制单元122也是时刻客户端,并且因此执行与计时控制单元106的操作相同的操作。当照射控制装置120的计时控制单元122执行与主时钟的同步处理时,这降低了同步的确定度,从而对于计时控制单元122产生了同步误差的风险。

[0108] 在第一实施例中描述的示例中,当校正量具有低确定度时,执行防止放射线成像装置101许可拍摄的控制。在第三实施例中,当校正量具有低确定度时,执行防止照射控制

装置120许可放射线照射的控制。

[0109] 具体地,当确定度低时,照射控制装置120忽略对曝光按钮的按下,并且执行例如抑制将拍摄请求消息200发送到放射线成像装置101的操作。

[0110] (第四实施例)

[0111] 在第一实施例中,假设如图7中所示,在用于时刻同步的通信过程中,时刻请求消息和作为响应的时刻消息在传播时间上基本上相等。然而,在某些情况下,在通信网络上发送的消息和在通信网络上接收的消息的传播时间可能不相等。在无线LAN的接入点(AP)和无线站之间的通信中,传播时间的不对称性尤为突出。

[0112] 在图11中示出了在这种类型的通信网络中如何执行用于时刻同步的通信过程。在图11中,在执行同步处理之后由计时控制单元122测量的时刻是10259,而计时控制单元106所指示的时刻是10257,这意味着在校正之后传播时间的不对称性仍然引起差距。当不对称性不是暂时的而是一致的时,同步处理的重复执行不能解决由不对称性引起的时刻差异。

[0113] 为了解决这个问题,当放射线成像系统100被激活时,有线通信单元104和无线通信单元103可以同时连接到通信网络,使得通过这两个通信单元来对计时控制单元106执行时刻同步过程。在通过临时使用有线通信单元104和无线通信单元103执行时刻同步之后,将已利用有线通信单元104执行了同步的时刻设定为真,并且假设在已利用无线通信单元103执行了同步的时刻包括稳定的校正差距。那么,前一时刻和后一时刻之间的差异是无线通信单元中的同步处理的校正差距。

[0114] 如上所述,尽管在后续的同步处理中继续使用无线通信单元,但是可以通过用计算出的校正差距修改校正量来解决一致的校正差距。

[0115] 放射线成像装置101因此能够通过第一通信单元(有线通信)和第二通信单元(无线通信)保持用以传播时刻信息的与照射控制装置120之间的通信。

[0116] 放射线成像装置101执行第一校正处理,在该第一校正处理中,基于通过第一通信单元从照射控制装置120接收到的时刻信息(由计时控制单元122测量的时刻)来校正放射线成像装置101所参考的时刻信息(由计时控制单元106测量的时刻)。此外,放射线成像装置101执行第二校正处理,在该第二校正处理中,基于通过第二通信单元从照射控制装置120接收到的时刻信息(由计时控制单元122测量的时刻)来校正放射线成像装置101所参考的时刻信息(由计时控制单元106测量的时刻)。

[0117] 放射线成像装置101用在第一校正处理中获得的校正量来修改在第二校正处理中获得的校正量。在这种情况下,第一校正处理中的时刻信息之间的误差小于第二校正处理中的时刻信息之间的误差,因此,利用通过将由第一校正处理校正的时刻作为真实时刻来修改在第二校正处理中获得的校正量。

[0118] 在第四实施例中,将利用有线通信单元104执行同步的同步时刻用作真实同步时刻。然而,本发明不限于此。真实同步时刻可以利用例如用于在没有中间通信网络的情况下建立同步的直接同步单元来设定。

[0119] (第五实施例)

[0120] 在第一实施例中,提到了在拍摄期间可以继续用于同步处理的通信过程,以防止放射线成像装置101和照射控制装置120之间的时刻差异增大。通过为放射线成像装置101的计时控制单元106的源振荡器和照射控制装置120的计时控制单元122的源振荡器赋予如

下精度水平,尽管用于同步处理的通信过程中断也可以防止时刻差异迅速增大:在该精度水平,在没有校正的情况下,振荡器的周期彼此非常接近。

[0121] 这可以用于在拍摄的执行期间或其他时间停止用于同步处理的通信过程。但是,其间同步处理被停止的延长的暂停时间不可避免地会增加时刻差异。因此,可以基于暂停时间的长度来估计由暂停时间引起的最大时刻差异,使得当估计的最大时刻差异超过给定阈值时再次执行同步处理,具体地,警告操作者并要求操作者在自上次执行同步处理起过去某个时间时再次执行同步处理。

[0122] 时刻同步的示例不限于在第一实施例中描述的通信过程,并且可以是用于在没有中间通信网络的情况下建立同步的同步方法。例如,照射控制装置120和放射线成像装置101通过直接电连接来同步,直接电连接然后断开以执行拍摄操作,并且当自断开起过去某个时间时,拍摄操作自动中断,并且要求操作者再次执行同步处理。

[0123] 根据上面所述的第一实施例至第五实施例,可以在使放射线生成装置和放射线成像装置同步的同时进行拍摄,并且当推测不可能同步的情况时,可以通过停止放射线照射来避免不必要的曝光。另外,可以通过执行时刻同步处理来提高拍摄同步的精度。

[0124] 上面已经描述了本发明的实施例,但是本发明不限于此,并且可以在所附权利要求的范围内进行改变和修改。

[0125] 例如,照射控制装置120和放射线成像装置101各自包括内部时钟(计时控制单元122和106),并且放射线成像装置101基于其自身的内部时钟的时刻执行拍摄操作。照射控制装置120基于其自身的内部时钟的时刻以及照射控制装置120与放射线成像装置101之间的时刻差异来控制脉冲状放射线照射。

[0126] 放射线成像系统100至少包括控制脉冲状放射线照射的定时的照射控制装置120以及一个或多个放射线成像装置101,并且照射控制装置120和一个或多个放射线成像装置101通过通信网络线路相互连接。

[0127] 照射控制装置120通过通信网络线路向放射线成像系统中的每个放射线成像装置101发送包含要执行放射线的脉冲照射的时刻的消息。每个放射线成像装置101接收该消息,并向照射控制装置120发送确认响应。当从已经向其发送了消息的每个放射线成像装置101接收到确认响应时,照射控制装置120以特定的帧间隔继续脉冲状放射线照射。当在给定数量的定时脉冲内没有接收到确认响应时,照射控制装置120停止照射。

[0128] 照射控制装置120或放射线成像装置101基于时刻信息的校正量来计算校正量随时间的变化,并基于随时间的变化来估计校正量。当估计的校正量超过给定阈值时,照射控制装置120执行照射控制装置120所参考的时刻信息的校正和与放射线照射有关的操作的停止中的至少一项。当估计的校正量超过给定阈值时,放射线成像装置101执行放射线成像装置101所参考的时刻信息的校正和与放射线检测有关的操作的停止中的至少一项。

[0129] 例如,通过如上所述多次校正时刻信息、计算校正量的每单位时间的变化量、以及使变化量的平均值乘以过去的时间,根据随时间的变化来估计校正量。

[0130] (其它实施例)

[0131] 本发明还可以通过经由网络或记录介质将实现上述实施例的一个或多个功能的程序提供给系统或装置并执行由系统或装置的计算机中的一个或多个处理器读取和执行该程序的处理来实施。本发明还可以通过实现一个或多个功能的电路(例如,ASIC)来实施。

[0132] 本申请要求于2017年4月6日提交的日本专利申请No.2017-076303的权益,其全部内容通过引用并入于此。

[0133] [附图标记列表]

[0134] 100 放射线成像系统

[0135] 101 放射线成像装置(检测控制单元)

[0136] 102 拍摄控制单元

[0137] 103 无线通信单元

[0138] 104 有线通信单元

[0139] 105 驱动控制单元

[0140] 106、122 计时控制单元

[0141] 107 图像接收器(检测单元)

[0142] 109 放射线源

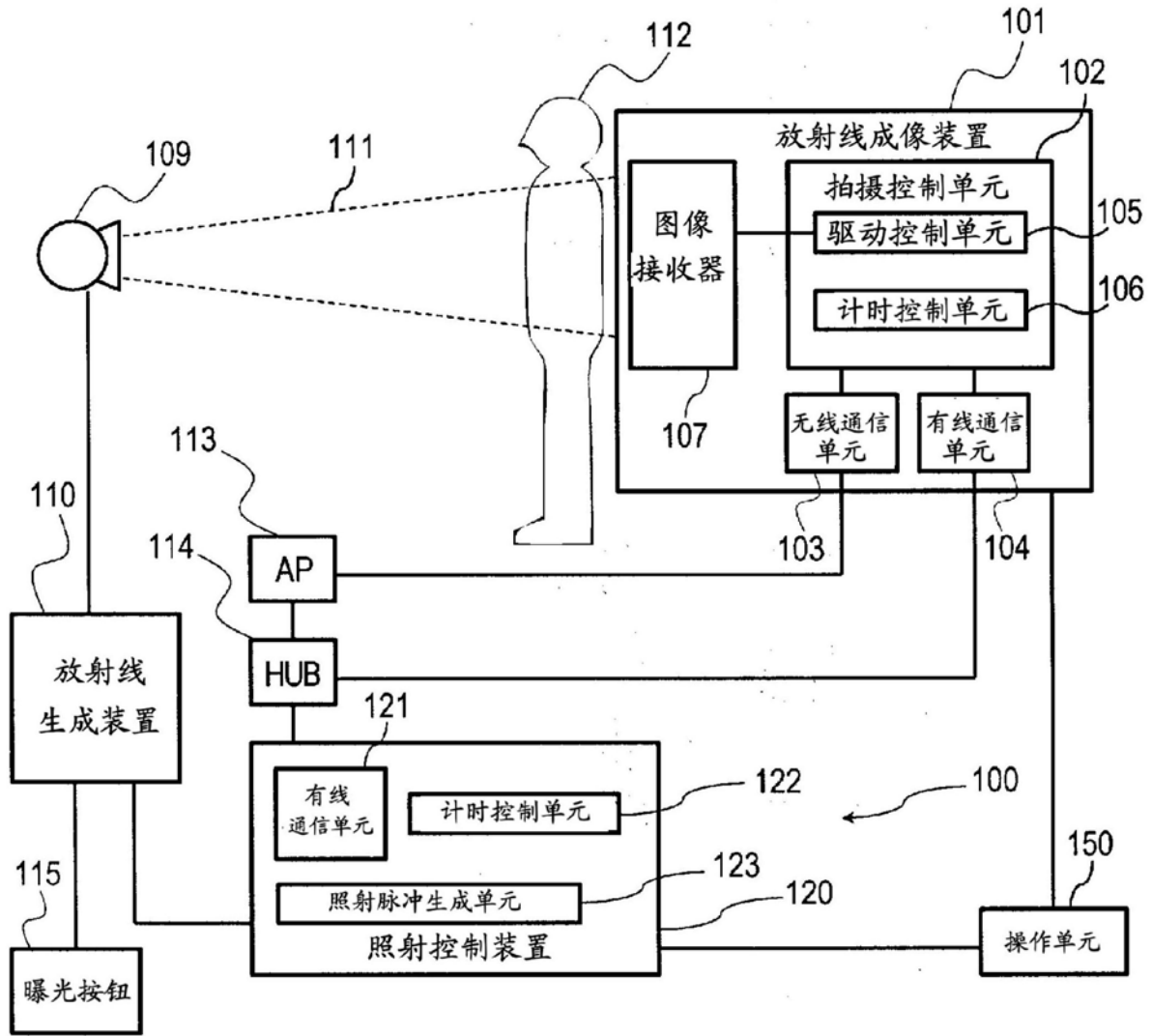
[0143] 110 放射线生成装置(照射单元)

[0144] 115 曝光按钮

[0145] 120 照射控制装置(照射控制单元)

[0146] 121 有线通信单元

[0147] 123 照射脉冲生成单元



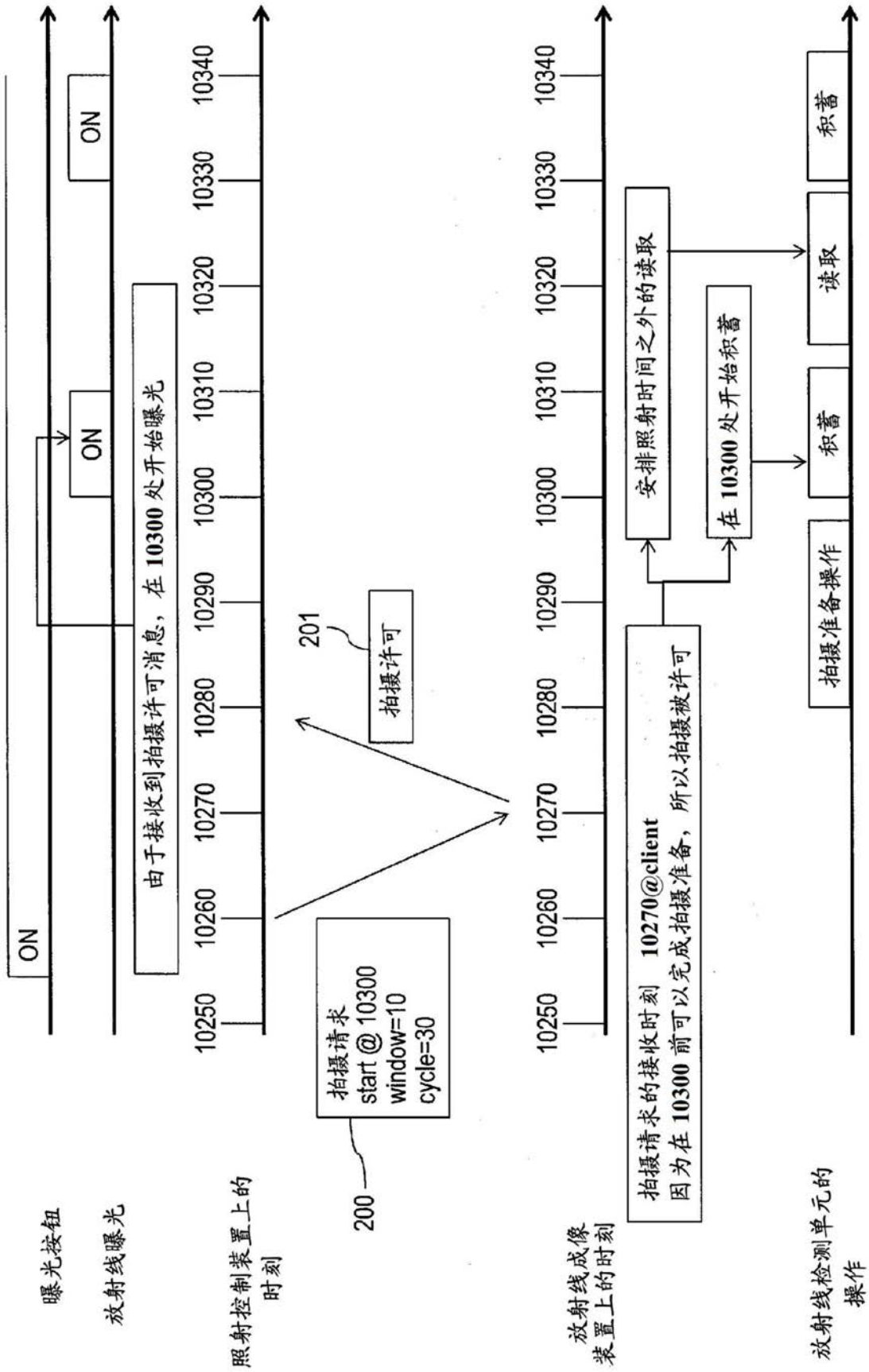


图2

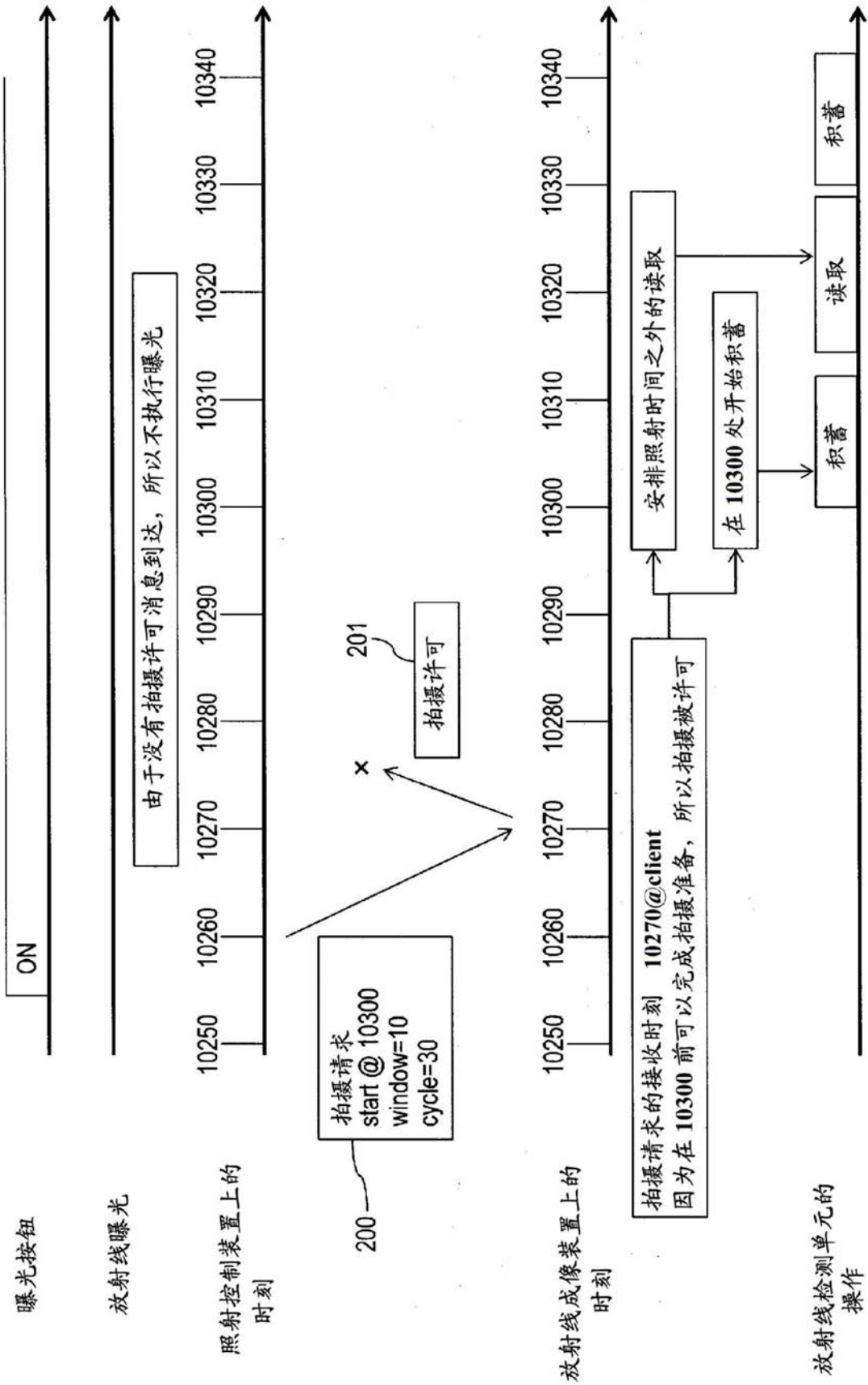


图3

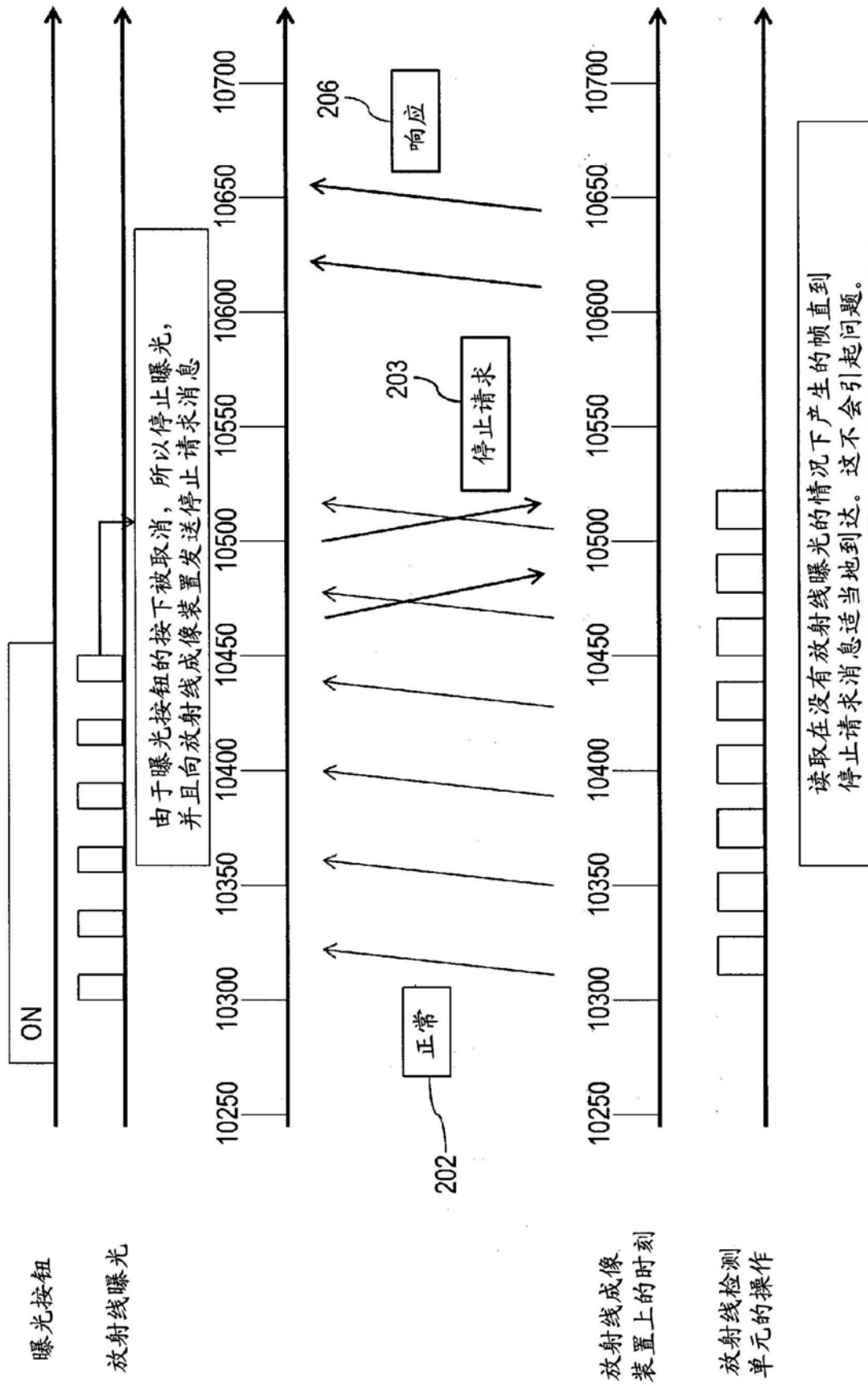


图4

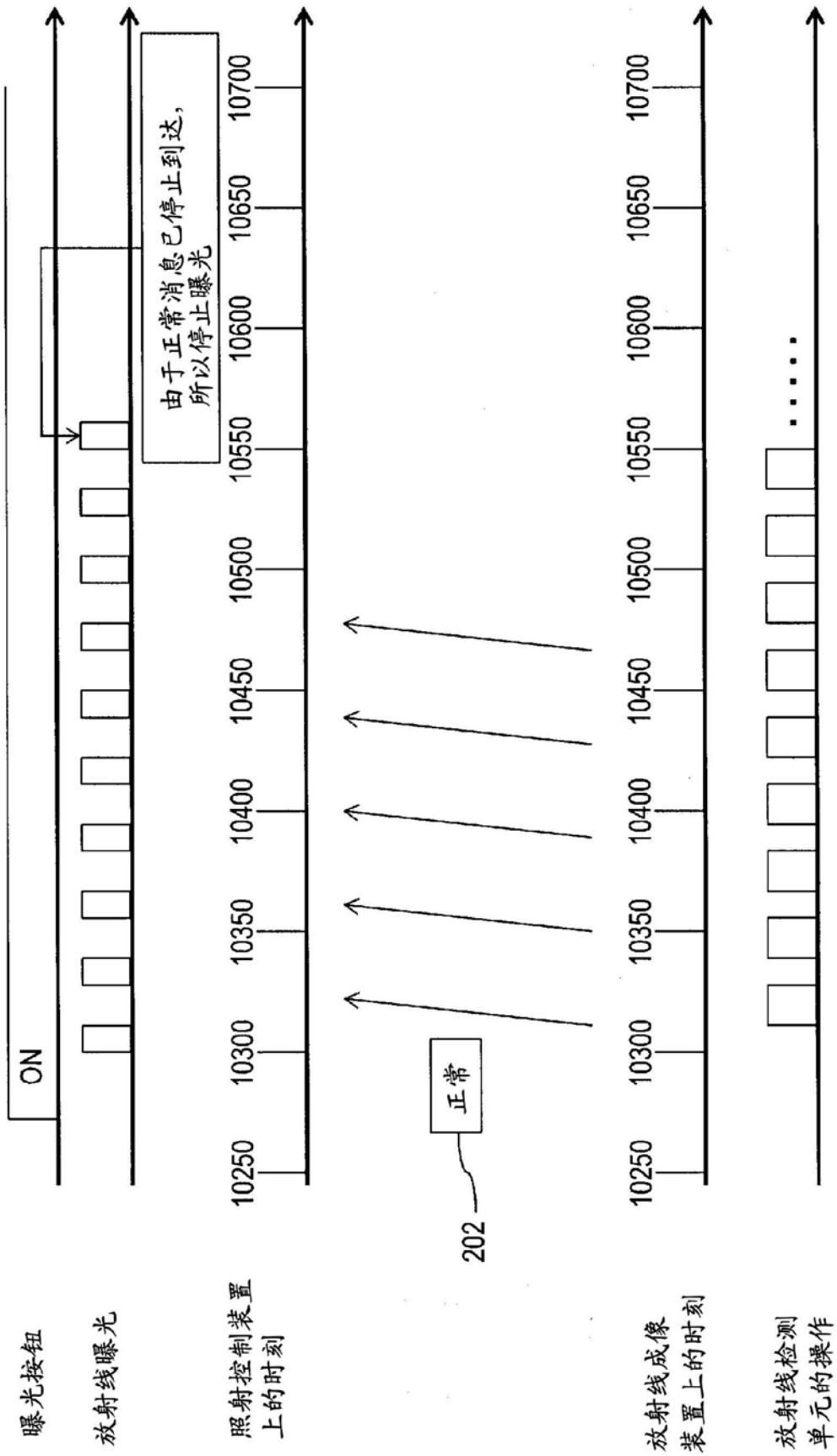


图5

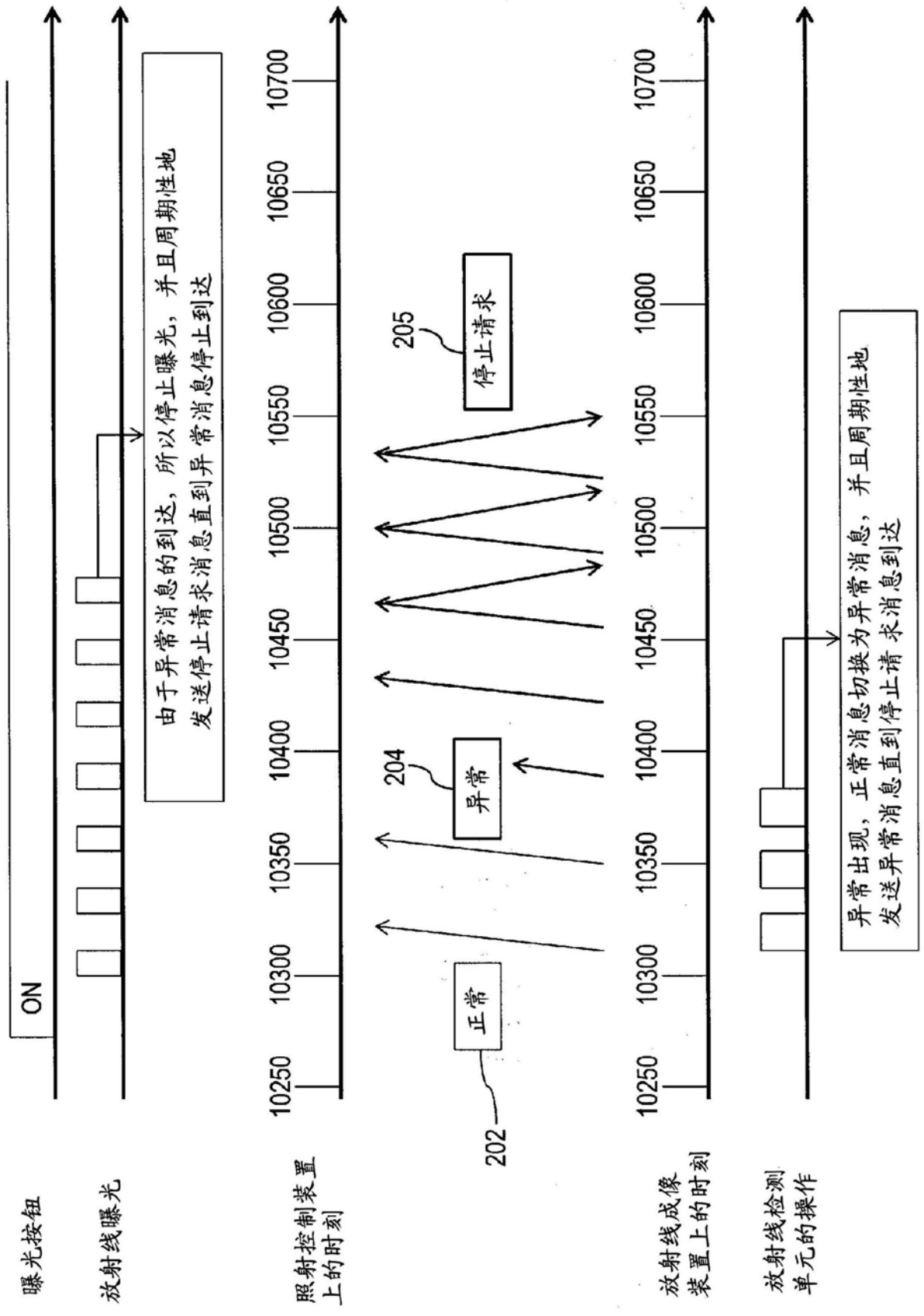


图6

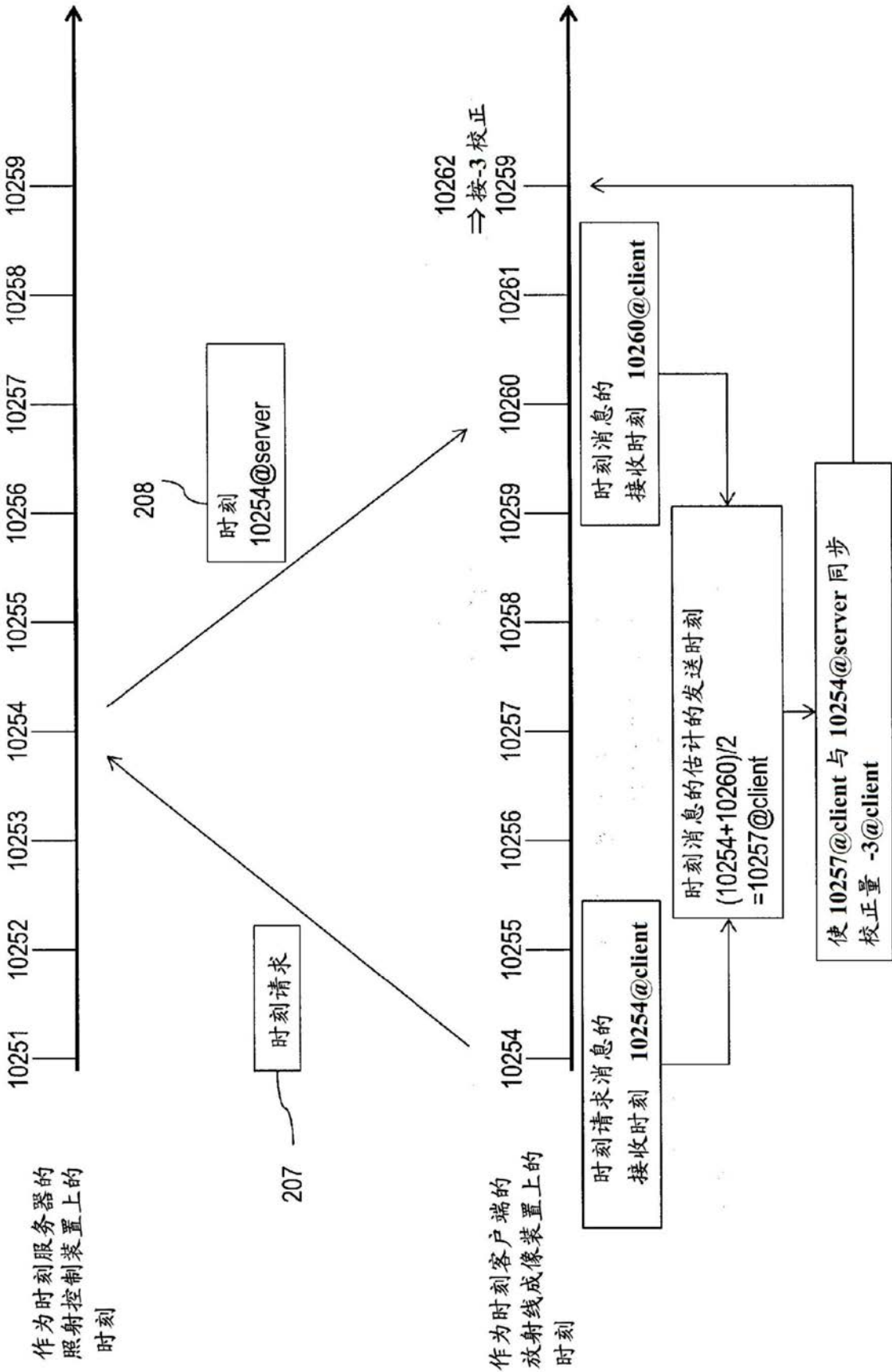


图7

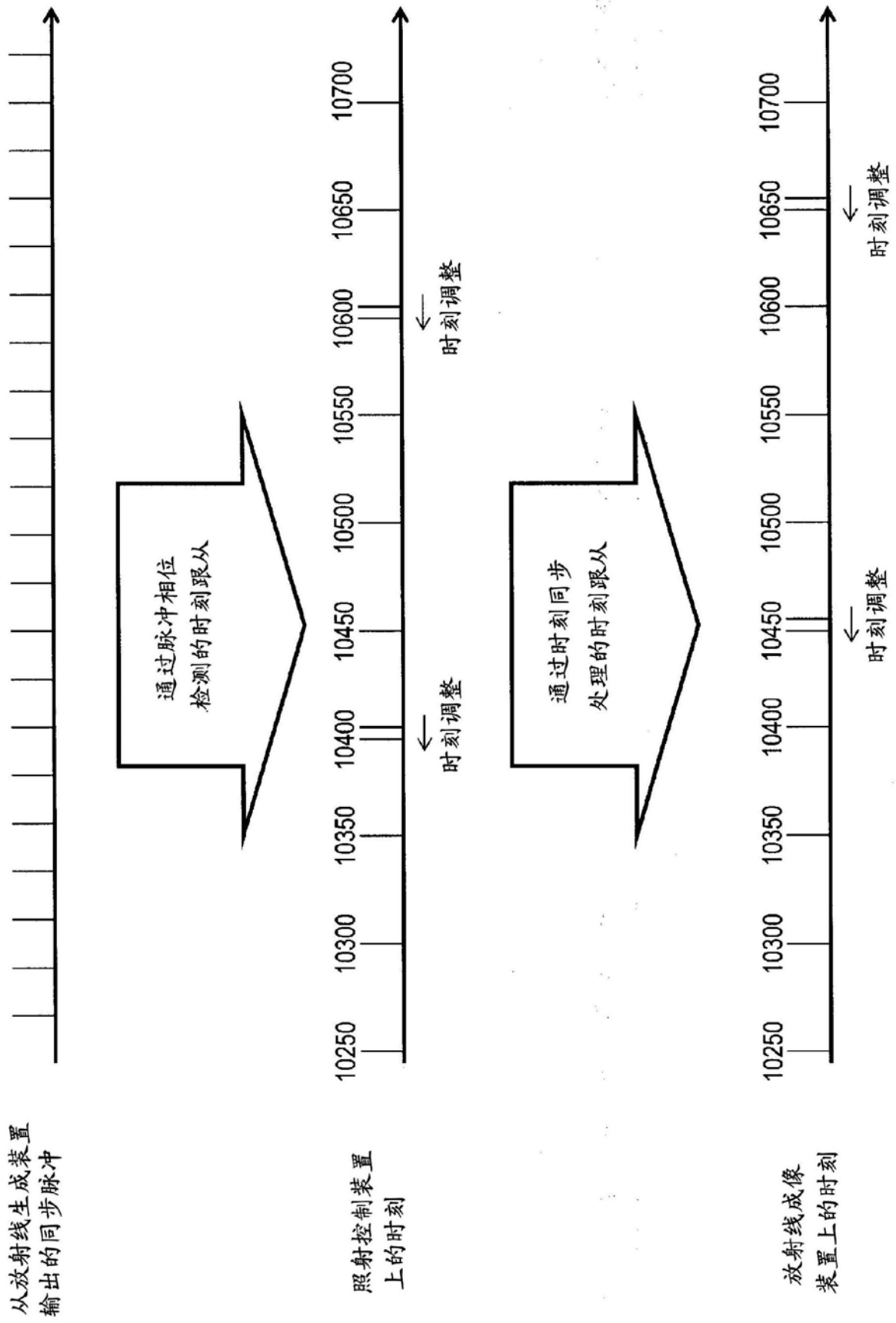


图8

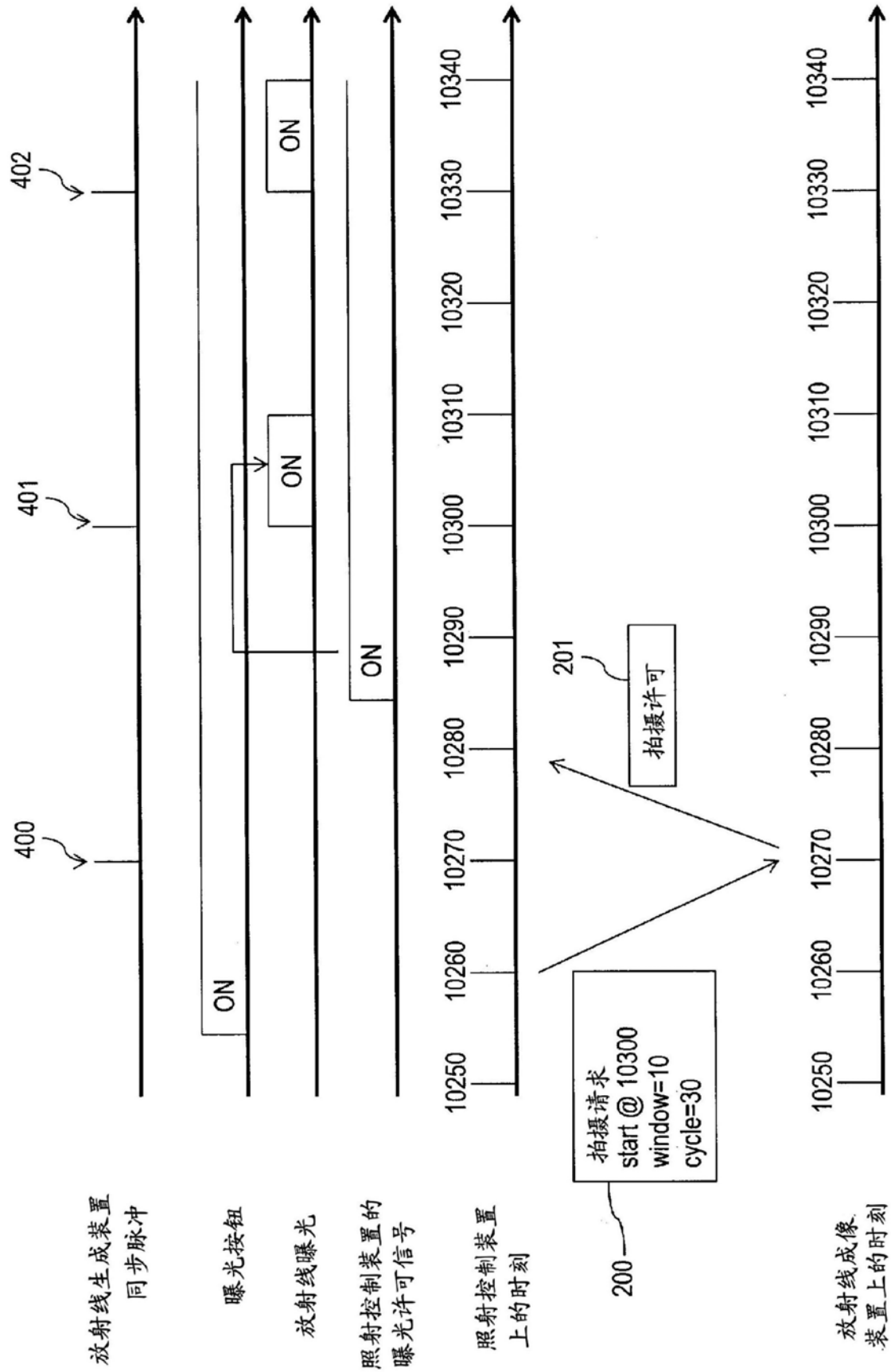


图9

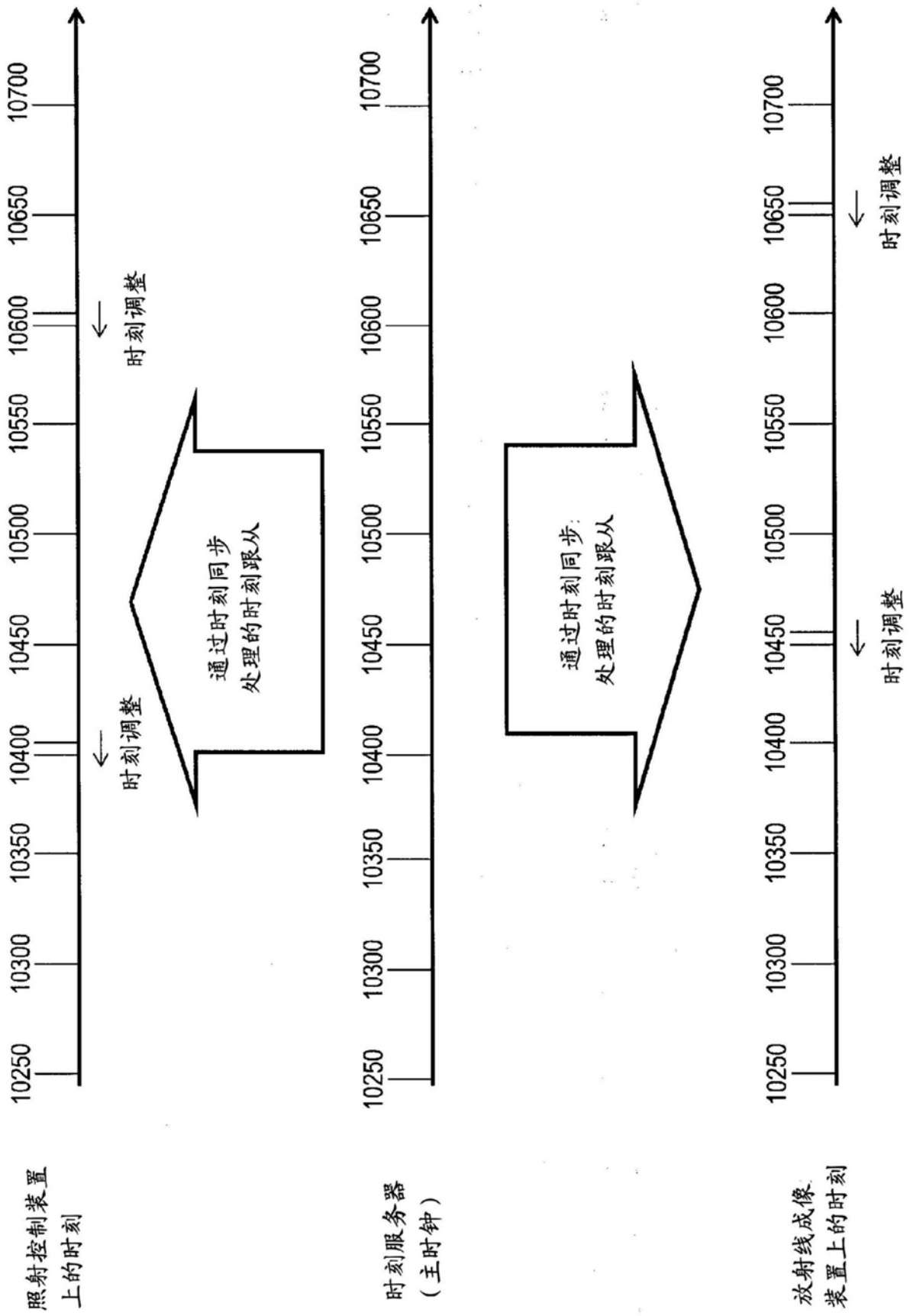


图10

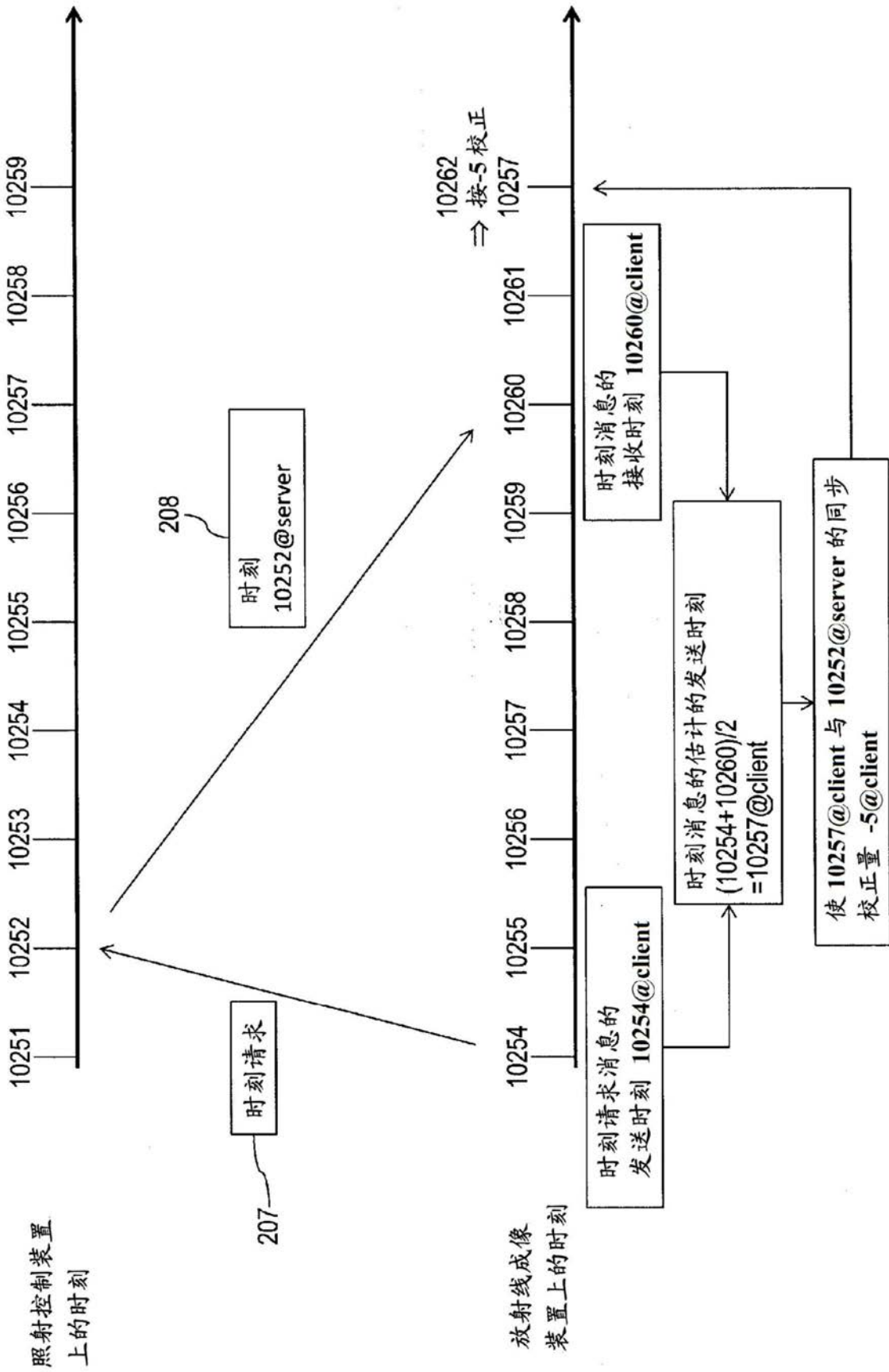


图11