



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105745959 B

(45)授权公告日 2019.06.14

(21)申请号 201480063062.5

(22)申请日 2014.11.13

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105745959 A

(43)申请公布日 2016.07.06

(30)优先权数据  
2013-239915 2013.11.20 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2016.05.18

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2014/080017 2014.11.13

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02015/076168 JA 2015.05.28

(73)专利权人 横河电机株式会社  
地址 日本东京

(72)发明人 藤本直之 高井洁

(74)专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112  
代理人 何立波 张天舒

(51)Int.Cl.  
H04L 29/08(2006.01)  
H04W 4/38(2018.01)

(56)对比文件  
JP 2008258857 A,2008.10.23,  
JP 2008124748 A,2008.05.29,  
US 2011044331 A1,2011.02.24,  
CN 103309293 A,2013.09.18,

审查员 王曼莉

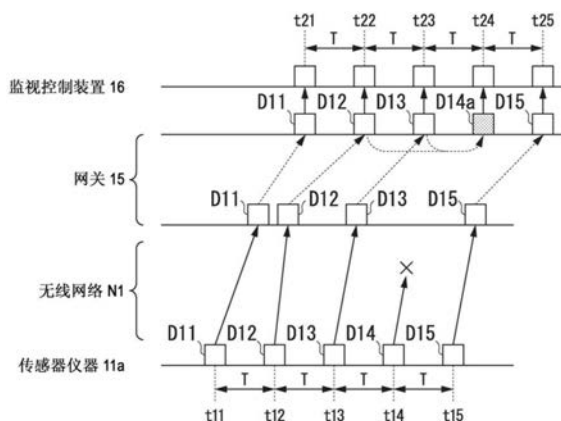
权利要求书2页 说明书11页 附图8页

## (54)发明名称

通信装置及无线通信系统

## (57)摘要

本发明的一个方式的通信装置具有:存储部,其将从以固定的时间间隔发送与反馈控制有关的数据的其他通信装置经由无线网络接收到的所述数据暂时存储;以及排列部,其将在所述存储部存储的所述数据以所述固定的时间间隔读出并输出,将所述数据以所述固定的时间间隔排列。



1. 一种通信装置,其具有:

存储部,其将从以固定的时间间隔发送附加有表示发送时刻的发送时刻信息的与反馈控制有关的数据的其他通信装置经由无线网络接收到的所述数据暂时存储;

延迟计时器,其将表示从实际的时刻起延迟预先规定的延迟时间后的时刻的时刻信息,以所述固定的时间间隔输出;以及

排列部,其利用从所述延迟计时器输出的所述时刻信息将在所述存储部存储的所述数据以所述固定的时间间隔读出并输出,将所述数据以所述固定的时间间隔排列,并在每次所述时刻信息从所述延迟计时器输出时,在所述存储部存储有附加有表示所述时刻信息所表示的时刻之前的时刻的所述发送时刻信息的所述数据的情况下,读出并输出该数据,在所述存储部未存储该数据的情况下,输出空数据。

2. 根据权利要求1所述的通信装置,其中,

还具有补全部,该补全部接收由所述排列部排列后的数据,在发生所述排列后的数据的缺损的情况下,该补全部使用在缺损的数据之前接收到的数据推定所述缺损的数据并进行补全。

3. 根据权利要求2所述的通信装置,其中,

所述补全部求出在即将发生所述数据的缺损之前接收到的所述数据的相对于时间的变化量,使用所述变化量推定所述缺损的数据。

4. 根据权利要求2所述的通信装置,其中,

所述补全部在所述数据的缺损连续发生了预先规定的次数的情况下,停止缺损的数据的补全而维持前一次补全后的数据。

5. 根据权利要求2所述的通信装置,其中,

还具有警报发送部,该警报发送部向上位装置发送警报,

所述补全部在所述数据的缺损连续发生了预先规定的次数的情况下,将警报发送至所述警报发送部。

6. 根据权利要求3所述的通信装置,其中,

所述补全部在所述数据的缺损连续发生的情况下,使用比为了执行前一次补全所使用的所述变化量小的变化量,对所述缺损的数据进行补全。

7. 根据权利要求1所述的通信装置,其中,

所述其他通信装置是执行所述反馈控制所需的测定的现场仪器,

与所述反馈控制有关的数据是由所述现场仪器测定出的测定数据。

8. 根据权利要求1所述的通信装置,其中,

所述通信装置是执行所述反馈控制所需的操作的现场仪器,将作为从所述其他通信装置发送的、与所述反馈控制有关的数据的控制数据进行排列。

9. 一种无线通信系统,其具有:

现场仪器,其将附加有表示发送时刻的发送时刻信息的与反馈控制有关的数据以固定的时间间隔发送,能够进行经由无线网络的无线通信;

设定装置,其执行所述现场仪器是否为控制用途的设定;以及

通信装置,其与所述现场仪器进行无线通信,该通信装置具有存储部、延迟计时器和排列部,该存储部将从所述现场仪器经由所述无线网络接收到的所述数据暂时存储,该延迟

计时器将表示从实际的时刻起延迟预先规定的延迟时间后的时刻的时刻信息,以所述固定的时间间隔输出,该排列部利用从所述延迟计时器输出的所述时刻信息将在所述存储部存储的所述数据以所述固定的时间间隔读出并输出,将所述数据以所述固定的时间间隔排列,并在每次所述时刻信息从所述延迟计时器输出时,在所述存储部存储有附加有表示所述时刻信息所表示的时刻之前的时刻的所述发送时刻信息的所述数据的情况下,读出并输出该数据,在所述存储部未存储该数据的情况下,输出空数据,该通信装置根据所述设定装置的设定内容,切换是否将从所述现场仪器发送来的数据进行排列。

10. 根据权利要求9所述的无线通信系统,其中,

还具有管理装置,该管理装置对于被所述设定装置设定为所述控制用途的所述现场仪器,使发生发送错误的情况下的经由所述无线网络的数据的可再发送次数增加。

11. 根据权利要求9所述的无线通信系统,其中,

所述通信装置还具有补全部,该补全部接收由所述排列部排列后的数据,在发生所述排列后的数据的缺损的情况下,使用在缺损的数据之前接收到的数据推定所述缺损的数据并进行补全。

12. 根据权利要求11所述的无线通信系统,其中,

所述补全部求出在即将发生所述数据的缺损之前接收到的所述数据的相对于时间的变化量,使用所述变化量推定所述缺损的数据。

13. 根据权利要求11所述的无线通信系统,其中,

所述补全部在所述数据的缺损连续发生了预先规定的次数的情况下,停止缺损的数据的补全而维持前一次补全后的数据。

14. 根据权利要求11所述的无线通信系统,其中,

所述通信装置还具有警报发送部,该警报发送部向上位装置发送警报,

所述补全部在所述数据的缺损连续发生了预先规定的次数的情况下,将警报发送至所述警报发送部。

15. 根据权利要求12所述的无线通信系统,其中,

所述补全部在所述数据的缺损连续发生的情况下,使用比为了执行前一次补全所使用的所述变化量小的变化量,对所述缺损的数据进行补全。

## 通信装置及无线通信系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种通信装置及无线通信系统

[0002] 本申请基于2013年11月20日在日本申请的特愿2013-239915号并要求优先权,并在这里引用其内容。

### 背景技术

[0003] 当前,在车间或工厂等构建有分散控制系统(DCS:Distributed Control System),该系统为了实现高级的自动操作,将被称为现场仪器的现场设备(测定器、操作器)与控制它们的控制装置经由通信单元进行了连接。这样的分散控制系统几乎均利用有线而执行通信,但在近年也实现了执行依照ISA100.11a、WirelessHART(注册商标)等工业用无线通信标准的无线通信的分散控制系统。

[0004] 由于无线通信与有线通信相比通信错误发生的概率高,因此有时发生所发送的数据的缺损。在发生了数据的缺损的情况下,虽然会执行缺损的数据的再发送处理,但如果反复进行数据的再发送处理,则有时从数据的发送开始至结束为止会产生大的延迟。而且,由于由该再发送处理引起的延迟时间依赖于数据的再发送次数,因此延迟时间不固定而会大幅地变动。可以认为,如果发生这样的数据的缺损、延迟时间的变动,则会对过程控制产生障碍。

[0005] 在下面的专利文献1中公开了一种网络控制系统,该网络控制系统考虑在无线通信中发生的数据的缺损(丢包),实现稳定的车间控制。具体地说,在下面的专利文献1中公开的系统,即使发生由于丢包而导致作为现场仪器的一种的致动器不能接收来自控制器的操作量的状况,通过在控制器侧校正操作量,从而实现稳定的车间控制而不会严重地扰乱车间的状态。

[0006] 在上述的分散控制系统中,通过反馈控制对工业过程中的各种状态量(例如压力、温度、流量等)进行控制。分散控制系统的反馈控制是下述控制方式,即,控制装置取得由现场仪器(测定器)测定的状态量的测定信号(反馈信号),为了使取得的反馈信号与目标值一致,控制装置对现场仪器(操作器)进行操作,从而控制上述的各种状态量。

[0007] 在执行这样的反馈控制的分散控制系统中,如果表示现场仪器(测定器)的测定结果的数据、表示对现场仪器(操作器)的操作量的数据发生缺损,则在反馈控制中可能会发生误动作。在发生数据的延迟时间的变动的情况下,反馈控制的多余时间变大,在反馈控制中可能会发生误动作。这里的多余时间是指,从控制装置对现场仪器(操作器)输出操作信号起、直至在该反馈信号表现出其影响为止的时间。

[0008] 如果使用上述的专利文献1公开的技术,则即使在发生丢包的情况下,由于现场仪器(致动器)的操作量被校正,因此也能够实现稳定的过程控制。然而,在上述的专利文献1中,为了校正现场仪器(致动器)的操作量而需要复杂的运算,控制装置的负荷可能会增大。

[0009] 专利文献1:日本特开2009-110180号公报

## 发明内容

[0010] 本发明的一个方式提供一种能够简单地应对数据的缺损、通信延迟的变动,而不增大控制装置的负荷的通信装置及无线通信系统。

[0011] 本发明的一个方式的通信装置也可以具有:存储部,其将从以固定的时间间隔发送与反馈控制有关的数据的其他通信装置经由无线网络接收到的所述数据暂时存储;以及排列部,其将在所述存储部存储的所述数据以所述固定的时间间隔读出并输出,将所述数据以所述固定的时间间隔排列。

[0012] 所述通信装置也可以还具有补全部,该补全部接收由所述排列部排列后的数据,在发生所述排列后的数据的缺损的情况下,使用在缺损的数据之前接收到的数据推定所述缺损的数据并进行补全。

[0013] 在所述通信装置中,所述补全部也可以求出在即将发生所述数据的缺损之前接收到的所述数据的相对于时间的变化量,使用所述变化量推定所述缺损的数据。

[0014] 在所述通信装置中,所述补全部也可以在所述数据的缺损连续发生了预先规定的次数的情况下,停止缺损的数据的补全而维持前一次补全后的数据。

[0015] 所述通信装置也可以还具有警报发送部,该警报发送部向上位装置发送警报。所述补全部也可以在所述数据的缺损连续发生了预先规定的次数的情况下,将警报发送至所述警报发送部。

[0016] 在所述通信装置中,所述补全部也可以在所述数据的缺损连续发生的情况下,使用比为了执行前一次补全所使用的所述变化量小的变化量,对所述缺损的数据进行补全。

[0017] 在所述通信装置中,所述其他通信装置也可以是执行所述反馈控制所需的测定的现场仪器。与所述反馈控制有关的数据也可以是由所述现场仪器测定出的测定数据。

[0018] 在所述通信装置中,所述通信装置也可以是执行所述反馈控制所需的操作的现场仪器。也可以将作为从所述其他通信装置发送的、与所述反馈控制有关的数据的控制数据进行排列。

[0019] 本发明的一个方式的无线通信系统也可以具有:现场仪器,其将与反馈控制有关的数据以固定的时间间隔发送,能够进行经由无线网络的无线通信;设定装置,其执行所述现场仪器是否为控制用途的设定;以及通信装置,其与所述现场仪器进行无线通信。所述通信装置也可以具有存储部和排列部,该存储部将从所述现场仪器经由所述无线网络接收到的所述数据暂时存储,该排列部将在所述存储部存储的所述数据以所述固定的时间间隔读出并输出,将所述数据以所述固定的时间间隔排列。所述通信装置也可以根据所述设定装置的设定内容,切换是否将从所述现场仪器发送来的数据进行排列。

[0020] 关于所述无线通信系统,也可以还具有管理装置,该管理装置对于被所述设定装置设定为所述控制用途的所述现场仪器,使发生发送错误的情况下的经由所述无线网络的数据的可再发送次数增加。

[0021] 在所述无线通信系统中,所述通信装置也可以还具有补全部,该补全部接收由所述排列部排列后的数据,在发生所述排列后的数据的缺损的情况下,使用在缺损的数据之前接收到的数据推定所述缺损的数据并进行补全。

[0022] 在所述无线通信系统中,所述补全部也可以求出在即将发生所述数据的缺损之前接收到的所述数据的相对于时间的变化量,使用所述变化量推定所述缺损的数据。

[0023] 在所述无线通信系统中,所述补全部也可以在所述数据的缺损连续发生了预先规定的次数的情况下,停止缺损的数据的补全而维持前一次补全后的数据。

[0024] 在所述无线通信系统中,所述通信装置也可以还具有警报发送部,该警报发送部向上位装置发送警报。所述补全部也可以在所述数据的缺损连续发生了预先规定的次数的情况下,将警报发送至所述警报发送部。

[0025] 在所述无线通信系统中,所述补全部也可以在所述数据的缺损连续发生的情况下,使用比为了执行前一次补全所使用的所述变化量小的变化量,对所述缺损的数据进行补全。

[0026] 发明的效果

[0027] 根据本发明的一个方式,将从通信对象(将与工业过程的反馈控制有关的数据以固定的时间间隔进行发送的通信对象)经由无线网络发送来的数据暂时存储至存储部,排列部将在存储部存储的数据读出,以通信对象发送数据的时间间隔进行排列。因此具有下述效果,即,能够简单地应对通信延迟的变动而不增大控制装置的负荷。

[0028] 在发生由排列部排列后的数据的缺损的情况下,使用在缺损的数据之前从通信对象接收到的数据推定缺损的数据并进行补全,因此具有下述效果,即,能够简单地应对数据的缺损而不增大控制装置的负荷。

## 附图说明

[0029] 图1是表示本发明的第1实施方式涉及的无线通信系统的整体结构的框图。

[0030] 图2是表示作为本发明的第1实施方式涉及的通信装置的网关的要部结构的框图。

[0031] 图3A是用于说明本发明的第1实施方式中的数据的补全方法的图。

[0032] 图3B是用于说明本发明的第1实施方式中的数据的补全方法的图。

[0033] 图4是用于说明本发明的第1实施方式中的数据的其他补全方法的图。

[0034] 图5是用于说明本发明的第1实施方式涉及的无线通信系统的动作的时序图。

[0035] 图6是表示在本发明的第1实施方式中由网关的数据提取部执行的处理的流程图。

[0036] 图7是表示在本发明的第1实施方式中由网关的数据补全部执行的处理的流程图。

[0037] 图8是表示在本发明的第2实施方式涉及的无线通信系统中使用的无线设备的要部结构的框图。

[0038] 图9是用于说明本发明的第2实施方式涉及的无线通信系统的动作的时序图。

## 具体实施方式

[0039] 下面,参照附图对本发明的几个实施方式涉及的通信装置及无线通信系统详细地进行说明。

[0040] [第1实施方式]

[0041] <无线通信系统的整体结构>

[0042] 图1是表示本发明的第1实施方式涉及的无线通信系统的整体结构的框图。如图1所示,本第1实施方式的无线通信系统1具有无线设备11(现场仪器)、无线路由器12、基干路由器13a、13b、系统管理器14(管理装置)、网关15(通信装置)、监视控制装置16、以及终端装置17(设定装置)。无线通信系统1能够实现通过经由无线网络N1的TDMA(Time

DivisionMultiple Access:时分多元连接)方式进行的无线通信。该无线通信系统1被构建于例如车间或工厂等(下面,在将它们统称的情况下,简称为“车间”)。

[0043] 在构建无线通信系统1的车间设置有无线网络N1、基干网络N2、以及控制网络N3。无线网络N1是由在车间的现场设置的无线设备11、无线路由器12以及基干路由器13a、13b实现的、由系统管理器14管理的网络。形成无线网络N1的无线设备、无线路由器以及基干路由器的数量是任意的。

[0044] 基干网络N2是成为无线通信系统1的基干的有线网络,连接基干路由器13a、13b、系统管理器14以及网关15。控制网络N3是位于基干网络N2的上位的有线网络,连接网关15、监视控制装置16以及终端装置17。

[0045] 无线设备11设置在车间的现场,是在监视控制装置16的控制之下执行工业过程的控制所需的测定、操作的现场仪器(无线现场仪器)。具体地说,无线设备11为例如流量计或温度传感器等传感器仪器、流量控制阀或开闭阀等阀仪器、风扇或电动机等致动器仪器、对车间内的状况或对象物进行拍摄的照相机或录像机等拍摄仪器、收集车间内的异响等的麦克风或者发出警报声等的扬声器等音响仪器、输出各仪器的位置信息的位置检测仪器、以及其他仪器。该无线设备11将电池作为电源而进行省电动作(例如间歇动作),能够实现通过依照ISA100.11a的TDMA方式进行的无线通信。

[0046] 在本第1实施方式中,为了容易理解,例举应该进行控制的工业过程中的状态量为流体的流量的情况而进行说明。因此,在图1中,将执行流量的测定的无线设备11即传感器仪器11a、执行流量的操作的无线设备11即阀仪器11b各图示了1个。传感器仪器11a将流量的测定数据以固定的时间间隔(例如1秒间隔)进行发送,阀仪器11b基于从监视控制装置16以固定的时间间隔(例如1秒间隔)输出而经由网关15发送来的控制数据对阀的开度进行操作。这些传感器仪器11a及阀仪器11b均用于反馈控制。

[0047] 无线路由器12在无线设备11与各个基干路由器13a及13b之间执行依照ISA100.11a的无线通信,在无线设备11与各个基干路由器13a及13b之间对收发的数据进行中继。基干路由器13a、13b将无线网络N1与基干网络N2连接,执行在无线网络N1与基干网络N2之间收发的数据的中继。这些基干路由器13a、13b也能够执行依照上述的无线通信标准ISA100.11a的无线通信。

[0048] 系统管理器14执行经由无线网络N1进行的无线通信的控制。具体地说,执行通信资源(时隙以及通道)针对无线设备11、无线路由器12、基干路由器13a、13b、以及网关15的分配控制,实现通过经由无线网络N1的TDMA进行的无线通信。系统管理器14也执行使无线设备11、无线路由器12、以及基干路由器13a、13b加入无线网络N1的处理。

[0049] 系统管理器14根据由终端装置17设定的内容(详情后述,表示无线设备11为控制用、或者监视用的内容),控制是否将用于数据的再发送的时隙更多地分配至成为对象的无线设备11。具体地说,系统管理器14对被设定为控制用的无线设备11更多地分配上述的时隙。

[0050] 执行这样的控制的目的在于,通过增加在发生发送错误的情况下的经由无线网络N1进行的数据的可再发送次数,从而使延迟时间的变动变小,并且降低数据的缺损发生的比例。对于监视用的现场仪器,由于不会被多分配用于数据的再发送的时隙,因此能够抑制由于频繁执行数据的再发送而产生的多余的电池的消耗。

[0051] 网关15将基于网络N2与控制网络N3连接,执行在无线设备11及系统管理器14等与监视控制装置16及终端装置17之间收发的各种数据的中继。通过设置该网关15,从而能够一边维持安全性,一边将基于网络N2与控制网络N3相互连接。

[0052] 网关15根据由终端装置17设定的内容(表示无线设备11为控制用、或者监视用的内容),切换是否将从无线设备11发送来的数据以固定的时间间隔排列。例如,对于从用于反馈控制的传感器仪器11a发送来的测定数据,将其以固定的时间间隔(传感器仪器11a发送测定数据的时间间隔)排列,并且在测定数据发生缺损的情况下,执行推定缺损的测定数据并进行补全的处理。执行这样的处理的目的在于,通过应对在来自传感器仪器11a的测定数据经由无线网络N1发送时发生的缺损、通信延迟的变动,从而防止在反馈控制中发生误动作。

[0053] 监视控制装置16执行无线设备11等的监视以及管理。具体地说,监视控制装置16通过经由网关15从无线设备11收集测定数据(例如流量值),从而执行无线设备11等的监视。监视控制装置16基于收集到的测定数据而求出无线设备11的控制量(例如阀仪器的阀开度),通过将表示该控制量的控制数据经由网关15以固定的时间间隔发送至无线设备11,从而控制阀仪器11b。即,监视控制装置16通过反馈控制对工业过程中的流量等各种状态量进行控制。

[0054] 终端装置17由例如车间的运转员操作,用于执行无线设备11的监视及控制。具体地说,终端装置17具有键盘或指点设备等输入装置、液晶显示装置等显示装置,将由监视控制装置16取得的无线设备11的监视结果显示在显示装置而提供给运转员,并且将运转员操作输入装置而输入的指示输出至监视控制装置16,使监视控制装置16执行基于该指示的控制。

[0055] 终端装置17也被用于执行无线通信系统1的各种设定。作为由终端装置17执行的设定,例如可以例举下面的设定。

[0056] • 无线设备11的类别

[0057] • 传感器仪器11a的测定周期

[0058] • 网关15的延迟时间

[0059] • 由网关15执行的补全的最大连续数

[0060] 无线设备11区分为用于反馈控制的无线设备(控制用的现场仪器)、摄像仪器或音响仪器等用于监视用的无线设备(监视用的现场仪器)。上述的无线设备11的类别表示是控制用的现场仪器、或者是监视用的现场仪器。在本第1实施方式中,为了简化说明,假设将传感器仪器11a及阀仪器11b设定为控制用的现场仪器。

[0061] <网关的结构>

[0062] 图2是表示作为本发明的第1实施方式涉及的通信装置的网关的要部结构的框图。如图2所示,网关15具有通信部21、存储部22、数据提取部23、延迟计时器24、数据补全部25(补全部)、前次值存储部26、警报发送部27、以及通信部28。数据提取部23及延迟计时器24构成数据排列部29。网关15如前述所示将基于网络N2与控制网络N3相互连接,因此设置有执行在这些网络间接收和发送的数据的转换处理的处理部,但在图2省略了图示。

[0063] 通信部21与基于网络N2连接,接收经由基于网络N2发送来的数据,并且将应该发送至基于网络N2的数据发送至基于网络N2。上述的经由基于网络N2发送来的数据例如为来

自传感器仪器11a的测定数据,上述的应该发送至基于网络N2的数据例如为应该向阀仪器11b发送的控制数据。

[0064] 存储部22例如具有易失性或非易失性的存储器,将由通信部21接收到的数据(例如来自传感器仪器11a的测定数据)暂时存储。在来自传感器仪器11a的测定数据等附加有表示发送顺序的“发送顺序号”和表示发送时刻的“发送时间戳”。因此,在未发生测定数据等的缺损的情况下,存储部22存储的测定数据按照发送顺序号的顺序(或者按照发送时刻的顺序)排列。

[0065] 构成数据排列部29的数据提取部23通过使用从延迟计时器24输出的时刻信息读出在存储部22存储的数据,从而将在存储部22存储的数据以固定的时间间隔(传感器仪器11a发送测定数据的时间间隔)进行排列。具体地说,数据提取部23判断在存储部22是否存储有下述数据,即,该数据附加有表示比从延迟计时器24输出的时刻信息所表示的时刻早的时刻的“发送时间戳”。并且,数据提取部23在判断为在存储部22存储有上述数据的情况下,从存储部22读出并输出至数据补全部25,另一方面,在判断为在存储部22未存储上述数据的情况下,将预先规定的空的数据输出至数据补全部25。

[0066] 构成数据排列部29的延迟计时器24将表示从实际的时刻起延迟预先规定的延迟时间 $\Delta t$ 后的时刻的时刻信息,以固定的时间间隔(传感器仪器11a发送测定数据的时间间隔)输出至数据提取部23。该固定的时间间隔(传感器仪器11a发送测定数据的时间间隔)被预先设定于延迟计时器24。设定于延迟计时器24的延迟时间 $\Delta t$ 是考虑无线网络N1的延迟特性而进行规定的。例如,无线网络N1中的延迟越大,则设定越长的延迟时间 $\Delta t$ ,反之无线网络N1中的延迟越小,则设定越短的延迟时间 $\Delta t$ 。使用这样的延迟计时器24的目的在于,即使在发生通信延迟的变动的情况下,数据提取部23也能够排列数据。

[0067] 数据补全部25在发生从数据提取部23输出的数据的缺损的情况下,使用在缺损的数据之前接收到的数据推定缺损的数据并进行补全,将补全后的数据存储至前次值存储部26,并且输出至通信部28。具体地说,数据补全部25在从数据提取部23输出空数据(未附加“发送顺序号”的数据)的情况下,求出在前次值存储部26存储的数据的相对于时间的变化量,使用该变化量推定缺损的数据。

[0068] 图3A及3B是用于说明本发明的第1实施方式中的数据的补全方法的图。图3A是表示由网关15执行的基本的补全处理的图,图3B是表示在数据的缺损连续发生的情况下由网关15执行的补全处理的图。图3A及3B所示的图,将时间设为横轴,将数据的值设为纵轴。在图3A及3B中,为了简化说明,假设不发生通信延迟的变动,在网关15以固定的时间间隔T接收数据(数据D1~D4)。

[0069] 如图3A所示,假设在时刻 $t_1 \sim t_4$ 分别接收到数据D1~D4之后的时刻 $t_5$ 发生了数据D5的缺损。网关15的数据补全部25将在前次值存储部26存储的前次值(数据D4的值 $V_4$ )和前前次值(数据D3的值 $V_3$ )读出,使用如下所示的式(1)推定缺损的数据D5的值 $V_5$ 。

$$[0070] \quad V_5 = (V_4 - V_3) / T \times T + V_4 \quad (1)$$

[0071] 如此,数据补全部25求出在前次值存储部26存储的数据D3与D4之间的变化量 $\theta$  ( $\theta = (V_4 - V_3) / T$ ),使用该变化量 $\theta$ 推定缺损的数据。上述数据D3与D4之间的变化量 $\theta$ 是即将发生数据的缺损(数据D5的缺损)之前的数据的变化量。

[0072] 如图3B所示,数据补全部25即使在数据的缺损连续发生的情况下,也基本上通过

与使用图3A说明的方法相同的方法推定缺损的数据并进行补全。但是,在数据的缺损连续发生了预设的规定次数N的情况下,数据补全部25停止缺损的数据的补全而维持前次值。例如,在将上述的规定次数N设定为“3”,如图3B所示连续的3个数据D5~D7缺损的情况下,数据补全部25将第3数据D7的值维持为数据D6的值V6(前次值)。

[0073] 执行这样的处理的原因在于,考虑到如果连续地执行数据的补全,则与实际的数据的值的偏差变大,因此为了安全考虑而限制数据的连续的补全。在数据的缺损连续发生了规定次数N的情况下,数据补全部25控制警报发送部27,经由通信部28,将警报发送至上位装置(监视控制装置16)。

[0074] 如图3B所示,在数据D5~D7连续地缺损的情况下,将由数据补全部25进行推定的数据D5~D7的值V5~V7集中而以下面的式(2)~(4)进行表示。

$$[0075] \quad V5 = \theta \times T + V4 \quad (2)$$

$$[0076] \quad V6 = \theta \times T + V5 \quad (3)$$

$$[0077] \quad V7 = V6 \quad (4)$$

[0078] 如果参照上述的式(2)~(4),则在数据连续缺损的情况下被推定的数据的值(值V5、V6)每次以变化量 $\theta$ 单调增加或者单调减少。如果执行这样的补全,则可以想到推定出的数据的值(值V5、V6)与实际的数据的值的偏差变大的情况。因此,数据补全部25在数据的缺损连续发生的情况下,也可以使用下面进行说明的其他补全方法,以使相对于前次推定出的数据的变化量 $\theta$ 逐渐地变小的方式推定本次的数据。

[0079] 图4是用于说明本发明的第1实施方式中的数据的其他补全方法的图。图4所示的图与图3B所示的图相同地,将时间设为横轴,将数据的值设为纵轴。在图4中,为了简化说明,也假设不发生通信延迟的变动,在网关15以固定的时间间隔T接收数据(数据D1~D4)。

[0080] 如图4所示,数据补全部25使用衰减系数 $\alpha$  ( $0 < \alpha < 1$ ),以变化量逐渐变小的方式推定本次的数据。与使用图3A及3B说明的补全方法相同地,在数据的缺损连续发生了规定次数N的情况下,数据补全部25停止缺损的数据的补全而维持前次值。在使用图4所示的补全方法的情况下,将由数据补全部25进行推定的数据D5~D7的值V5~V7集中而以下面的式(5)~(7)进行表示。

$$[0081] \quad V5 = \alpha \times \theta \times T + V4 \quad (5)$$

$$[0082] \quad V6 = \alpha^2 \times \theta \times T + V5 \quad (6)$$

$$[0083] \quad V7 = V6 \quad (7)$$

[0084] 在从数据提取部23输出的数据是从存储部22读出的数据(附加有“发送顺序号”等的数据)的情况下,数据补全部25将该数据存储至前次值存储部26并输出至通信部28。即,在从数据提取部23输出的数据是从存储部22读出的数据的情况下,省略在数据补全部25中的上述的补全处理。

[0085] 前次值存储部26存储从数据补全部25输出至通信部28的数据的前次值和前前次值这2个值。在前次值存储部26存储的数据(前次值及前前次值)在每次新的数据从数据补全部25输出至通信部28时被更新。警报发送部27通过数据补全部25的控制,经由通信部28将警报(表示数据的缺损连续发生了规定次数N的情况的警报)发送至作为上位装置的监视控制装置16。

[0086] 通信部28与控制网络N3连接,接收经由控制网络N3发送来的数据,并且将应该发

送至控制网络N3的数据发送至控制网络N3。上述的经由控制网络N3发送来的数据例如是应该向阀仪器11b发送的控制数据,上述的应该发送至控制网络N3的数据例如是从数据补全部25输出的数据(测定数据)、从警报发送部27输出的警报等。

[0087] <无线通信系统的动作>

[0088] 下面,对由上述结构的无线通信系统1执行的反馈控制的动作进行说明。图5是用于说明本发明的第1实施方式涉及的无线通信系统的动作的时序图。如图5所示,从传感器仪器11a向监视控制装置16以固定的时间间隔T依次发送测定数据D11~D15。

[0089] 从传感器仪器11a依次发送出的测定数据D11~D15依次经由无线网络N1、基于路由器13a(或者基于路由器13b)、以及基于网络N2而输入至网关15,由图2所示的通信部21接收而依次存储至存储部22。在图5所示的例子中,测定数据D11~D15从传感器仪器11a以固定的时间间隔T进行发送,但由于在无线网络N1发生的延迟,在网关15没有以固定的时间间隔T被接收。在图5所示的例子中,由于测定数据D14发生缺损而在网关15未被接收到,因此测定数据D14未存储至存储部22。

[0090] 在网关15执行下述动作,即,将在存储部22存储的测定数据以固定的时间间隔(传感器仪器11a发送测定数据的时间间隔T)进行排列的排列动作、以及对缺损的测定数据进行补全的补全动作。图6是表示在本发明的第1实施方式中由网关的数据提取部执行的处理的流程图。图7是表示在本发明的第1实施方式中由网关的数据补全部执行的处理的流程图。图6所示的流程图在每次时刻信息从延迟计时器24输出至数据提取部23时执行,图7所示的流程图在每次数据从数据提取部23输出至数据补全部25时执行。

[0091] 如果图6所示的流程图的执行开始,则首先由数据提取部23执行取得从延迟计时器24输出的时刻信息的处理(步骤S11)。随后,检索存储部22,由数据提取部23执行下述处理,即,判断在存储部22是否存储有在步骤S11取得的时刻信息所表示的时刻之前的数据(步骤S12)。具体地说,判断有无附加了表示比在步骤S11取得的时刻信息所表示的时刻早的时刻的“发送时间戳”的测定数据。

[0092] 在判断为在存储部22存储有在步骤S11取得的时刻信息所表示的时刻之前的测定数据的情况(步骤S12的判断结果为“YES”的情况)下,由数据提取部23执行从存储部22读出该测定数据的处理(步骤S13)。并且,由数据提取部23执行将读出的测定数据输出至数据补全部25的处理(步骤S14),图6所示的一系列的执行结束。图6所示的流程图在每次时刻信息从延迟计时器24输出至数据提取部23时执行,因此构成为被数据提取部23读出而输出至数据补全部25的测定数据以固定的时间间隔(传感器仪器11a发送测定数据的时间间隔T)排列。

[0093] 与此相对,在判断为在存储部22未存储有在步骤S11取得的时刻信息所表示的时刻之前的测定数据的情况(步骤S12的判断结果为“NO”的情况)下,由数据提取部23判断从前次执行来自存储部22的测定数据的读出起是否经过了时间间隔T(步骤S15)。

[0094] 在判断为经过了上述的时间间隔T的情况(步骤S15的判断结果为“YES”的情况)下,由数据提取部23执行将空的数据输出至数据补全部25的处理(步骤S16),图6所示的一系列的执行结束。与此相对,在判断为未经过上述的时间间隔T的情况(步骤S15的判断结果为“NO”的情况)下,不执行步骤S16的处理,图6所示的一系列的执行结束。

[0095] 如果通过上述的步骤S14的处理将测定数据从数据提取部23输出至数据补全部

25、或者通过上述的步骤S16的处理将空的数据从数据提取部23输出至数据补全部25,则图7所示的流程图的处理开始。如果图7所示的流程图的处理开始,则首先由数据补全部25判断从数据提取部23输出的数据是否为空的数据(步骤S21)。

[0096] 在判断为来自数据提取部23的数据不是空的数据的情况(步骤S21的判断结果为“NO”的情况)下,由数据补全部25执行将来自数据提取部23的数据(测定数据)输出至通信部28的处理(步骤S22)。随后,将表示连续执行了数据的补全的次数的计数器(连续补全次数计数器)的值设定为“0”(步骤S23),由数据补全部25执行将来自数据提取部23的数据(测定数据)存储至前次值存储部26的处理(步骤S24)。

[0097] 接下来,由数据补全部25判断连续补全次数计数器的值是否大于或等于前述的规定次数N(步骤S25)。在判断为来自数据提取部23的数据不是空的数据的情况(步骤S21的判断结果为“NO”的情况)下,由于在步骤S23的处理中连续补全次数计数器的值被设定为“0”,因此步骤S25的判断结果为“NO”,图7所示的一系列的处理结束。

[0098] 另一方面,在步骤S21的处理中,在判断来自数据提取部23的数据为空的数据的情况(步骤S21的判断结果为“YES”的情况)下,由数据补全部25执行下述处理,即,将在前次值存储部26存储的数据(前次值及前前次值)读出,推定缺损的测定数据(本次值)(步骤S26)。具体地说,以使用图3A及3B或者图4说明的补全方法,推定缺损的测定数据。

[0099] 随后,由数据补全部25执行将推定出的测定数据输出至通信部28的处理(步骤S27)。接下来,使连续补全次数计数器递增(步骤S28),由数据补全部25执行将推定出的数据存储至前次值存储部26的处理(步骤S24)。

[0100] 接下来,由数据补全部25判断连续补全次数计数器的值是否大于或等于前述的规定次数N(步骤S25)。在判断为连续补全次数计数器的值比规定次数N小的情况(步骤S25的判断结果为“NO”的情况)下,图7所示的一系列的处理结束。与此相对,在判断为连续补全次数计数器的值大于或等于规定次数N的情况(步骤S25的判断结果为“YES”的情况)下,由数据补全部25执行下述处理,即,控制警报发送部27,经由通信部28将警报发送至上位装置(监视控制装置16)(步骤S29),图7所示的一系列的处理结束。

[0101] 通过执行以上的处理,如图5所示,从网关15以固定的时间间隔T输出测定数据D11~D15。缺损的测定数据D14在网关15进行补全而作为测定数据D14a进行输出。因此,在监视控制装置16中,以与从传感器仪器11a输出测定数据D1~D15的时间间隔T相同的时间间隔T接收测定数据D11~D13、D14a、以及D15。

[0102] 如果接收到来自传感器仪器11a的测定数据D11~D15(包含补全后的测定数据D14a),则由监视控制装置16执行下述处理,即,使用这些测定数据D11~D15计算阀仪器11b的操作量。并且,表示计算出的阀仪器11b的操作量的控制数据依次从监视控制装置16以固定的时间间隔T向阀仪器11b进行发送。

[0103] 从监视控制装置16发送出的控制数据依次经由控制网络N3、网关15、基干网络N2、基干路由器13a(或者基干路由器13b)、以及无线网络N1而被阀仪器11b接收。并且,由阀仪器11b执行基于来自监视控制装置16的控制数据调整阀的开度的操作。以上的反馈控制反复进行,执行工业过程中的状态量(例如流量)的控制。

[0104] 如上所述,在本第1实施方式中,将从传感器仪器11a以固定的时间间隔T输出而经由无线网络N1发送来的测定数据在网关15进行排列,并且在测定数据发生缺损的情况下,

推定缺损的测定数据并进行补充。因此,能够简单地应对测定数据的缺损、通信延迟的变动,而不增大监视控制装置16的负荷。

[0105] [第2实施方式]

[0106] 图8是表示在本发明的第2实施方式涉及的无线通信系统中使用的无线设备的要部结构的框图。图8所示的无线设备11是执行流量的操作的阀仪器11c(通信装置)。在图8中,对与图2所示的框相同的框标注有相同的标号。本第2实施方式中的无线通信系统的整体结构与图1所示的无线通信系统相同。

[0107] 如图8所示,阀仪器11c在图2所示的存储部22、数据提取部23、延迟计时器24、数据补全部25、前次值存储部26、以及警报发送部27的基础上,还具有天线AT、无线通信部31、以及阀操作部32。数据提取部23及延迟计时器24构成数据排列部29。天线AT与无线通信部31连接,并执行无线信号的收发。无线通信部31执行由天线AT接收到的无线信号的接收处理,并且执行对应该从天线AT发送的信号发送处理。阀操作部32基于从数据补全部25输出的数据,操作阀(省略图示)的开度。

[0108] 这样的结构的阀仪器11c与图2所示的网关15相同地,执行数据的排列及补充。具体地说,阀仪器11c将从监视控制装置16输出而经由网关15及无线网络N1等发送来的控制信号以固定的时间间隔(监视控制装置16发送控制数据的时间间隔)排列,并且在控制数据发生缺损的情况下,执行推算推定缺损的控制数据并进行补充的处理。由阀仪器11c执行的处理基本与由网关15执行的处理是相同的处理,因此省略详细的说明。

[0109] 下面,对由本第2实施方式的无线通信系统执行的反馈控制的动作进行说明。图9是用于说明本发明的第2实施方式涉及的无线通信系统的动作的时序图。在本第2实施方式中,与第1实施方式相同地,也从传感器仪器11a向监视控制装置16以固定的时间间隔T发送测定数据,由监视控制装置16执行使用测定数据进行的阀仪器11c的操作量的计算。因此,如图9所示,从监视控制装置16向阀仪器11c以固定的时间间隔T依次发送控制数据D21~D25。

[0110] 从监视控制装置16依次发送出的控制数据D21~D25依次经由控制网络N3、网关15、基干网络N2、基干路由器13a(或者基干路由器13b)、以及无线网络N1而被阀仪器11c接收,由图8所示的无线通信部31进行接收处理而依次存储至存储部22。

[0111] 但是,如图9所示,控制数据D21~D25虽然从监视控制装置16及网关15以固定的时间间隔T进行发送,但由于在无线网络N1发生的延迟,在阀仪器11c没有以固定的时间间隔T被接收。在图9所示的例子中,由于控制数据D24发生缺损而在阀仪器11c未被接收到,因此控制数据D24未存储至存储部22。

[0112] 在阀仪器11c中,执行与图2所示的网关15相同的处理。即,执行与使用图6及图7说明的动作相同的处理。因此,如图9所示,向阀仪器11c的阀操作部32以固定的时间间隔T输入控制数据D21~D25。缺损的控制数据D24在阀仪器11c的内部补充而输入至阀操作部32。因此,利用阀仪器11c所具有的阀操作部32,以与从监视控制装置16输出控制数据D21~D25的时间间隔相同的时间间隔对阀进行操作。以上的反馈控制反复进行,执行工业过程中的状态量(例如流量)的控制。

[0113] 如上所述,在本第2实施方式中,将从监视控制装置16及网关15以固定的时间间隔T输出而经由无线网络N1发送来的控制数据在阀仪器11c进行排列,并且在控制数据发生缺

损的情况下,推定缺损的控制数据并进行补全。因此,能够简单地应对控制数据的缺损、通信延迟的变动,而不增大监视控制装置16等的负荷。

[0114] 以上,对本发明的几个实施方式涉及的通信装置及无线通信系统进行了说明,但本发明不限制于上述的实施方式,在本发明的范围内能够自由地变更。例如,在上述实施方式中,将网关15和系统管理器14设为彼此独立的装置,但也可以将它们设为1个装置。另外,在上述的第1实施方式中,由网关15执行来自传感器仪器11a的测定数据的排列及补全,但也可以由监视控制装置16执行。

[0115] 在上述实施方式中,例举说明了执行依照ISA100.11a的无线通信的无线通信系统,但本发明也能够适用于执行依照WirelessHART(注册商标)的无线通信的无线通信系统。

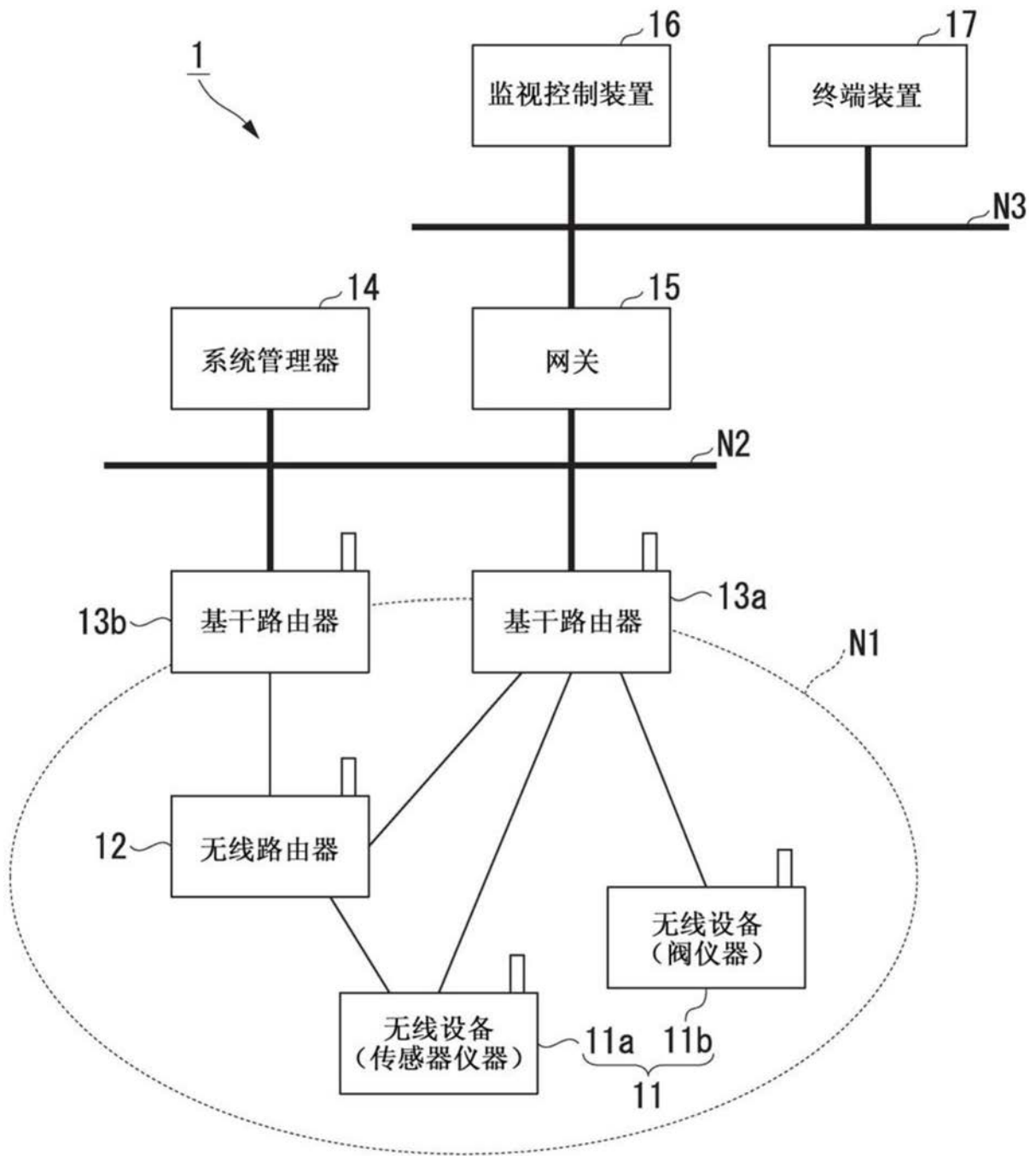


图1

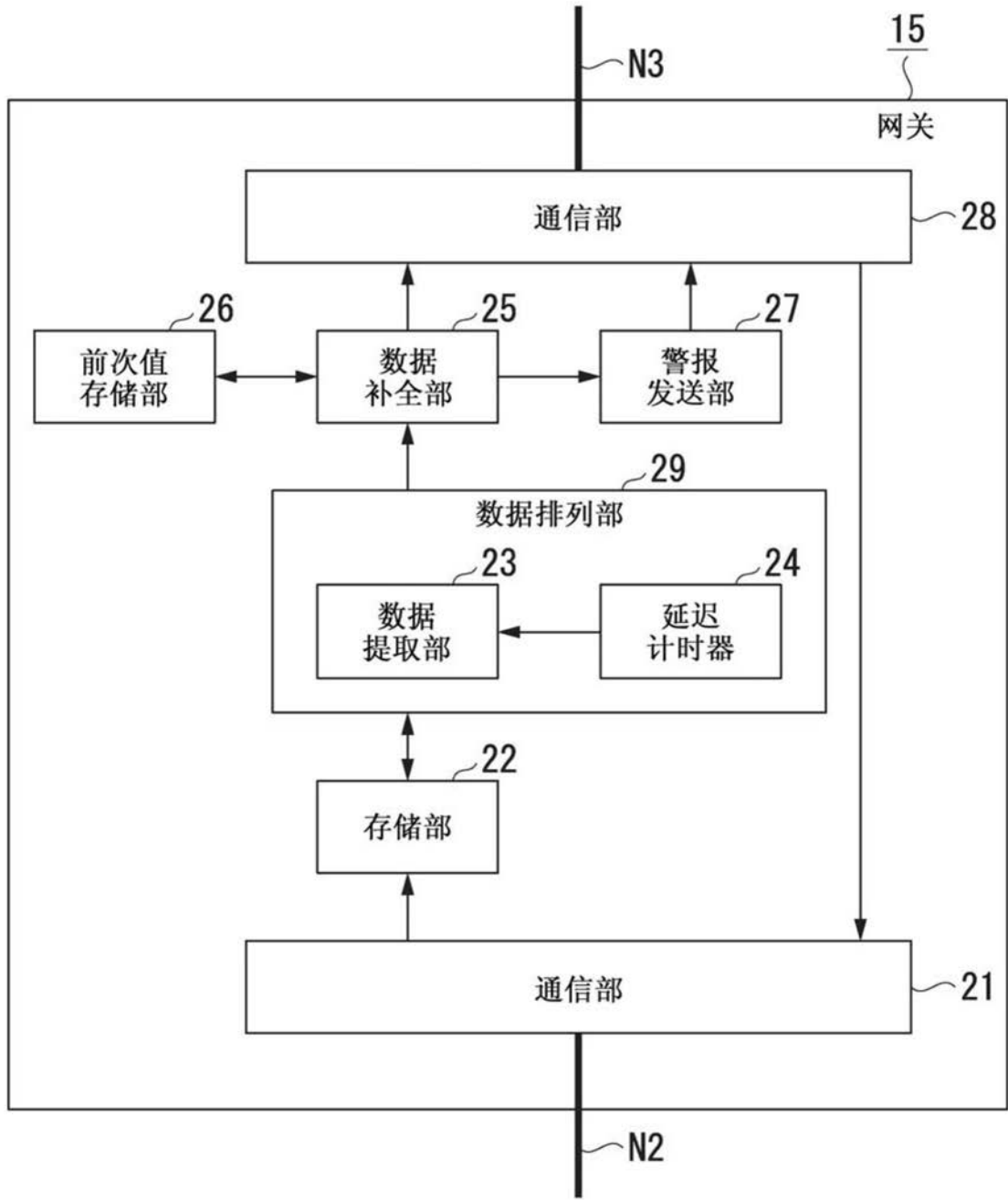


图2

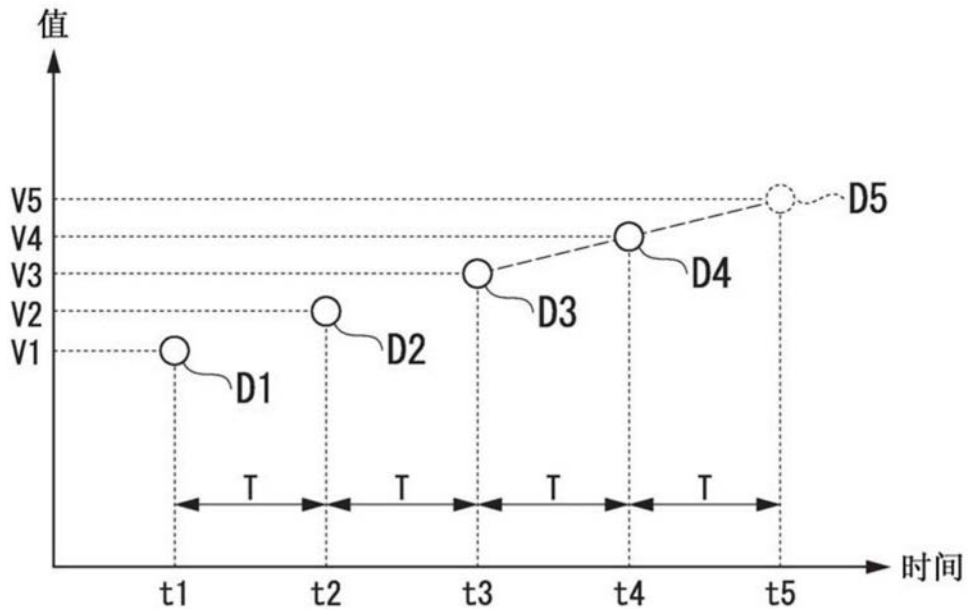


图3A

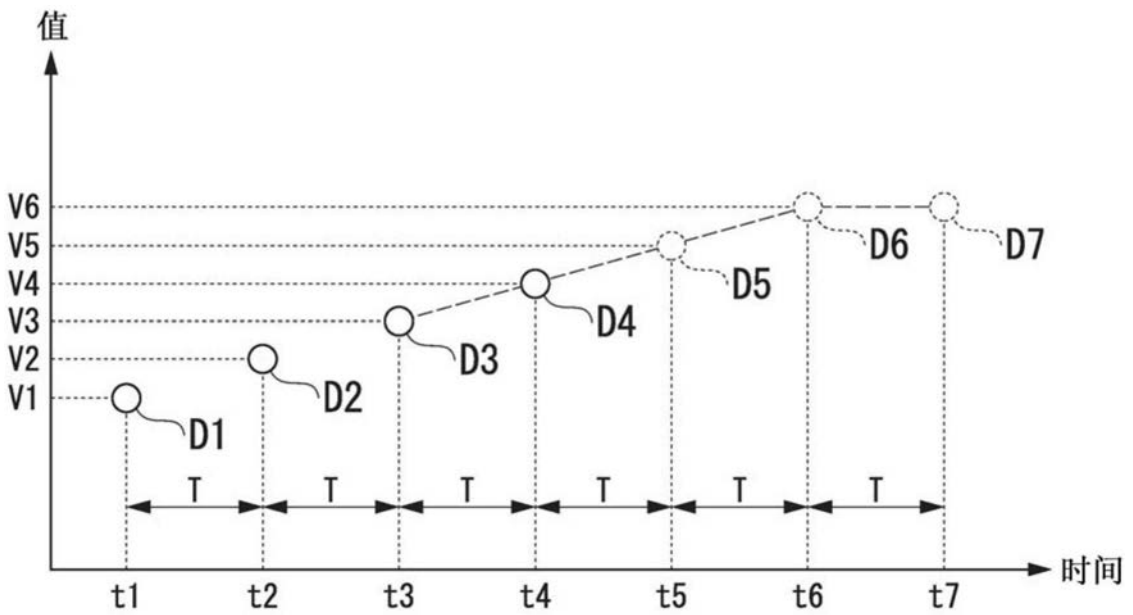


图3B

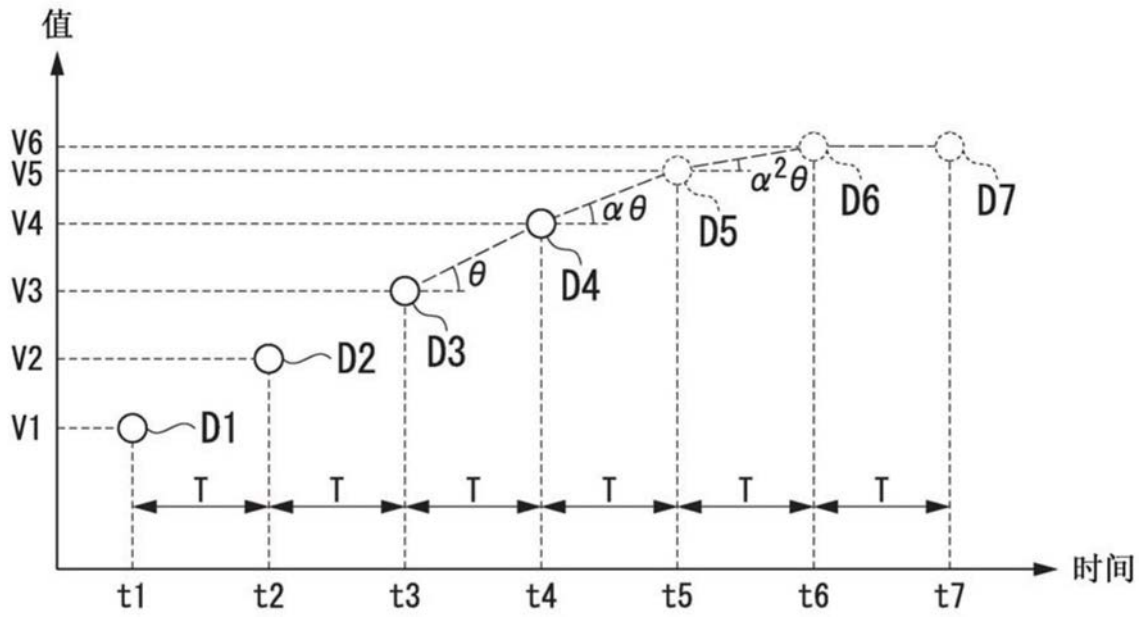


图4

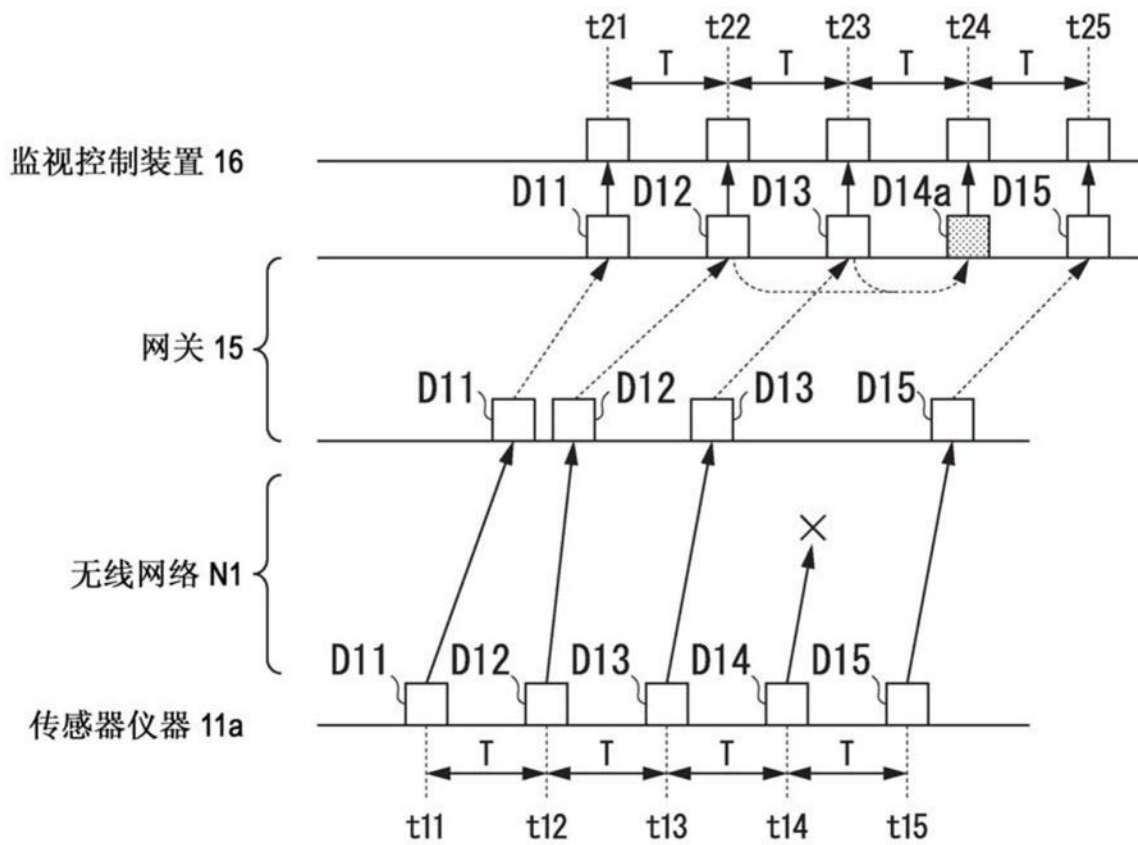


图5

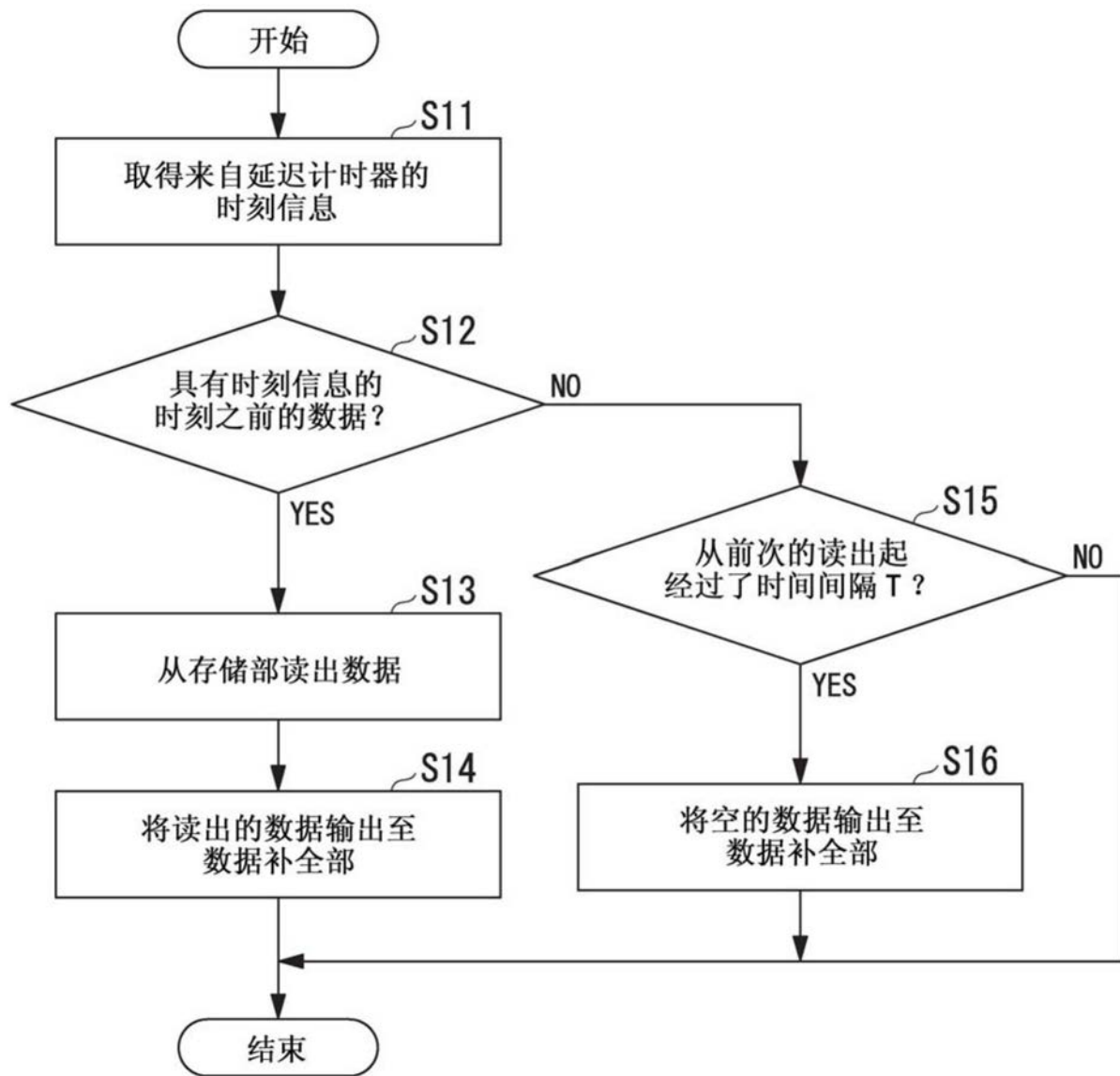


图6

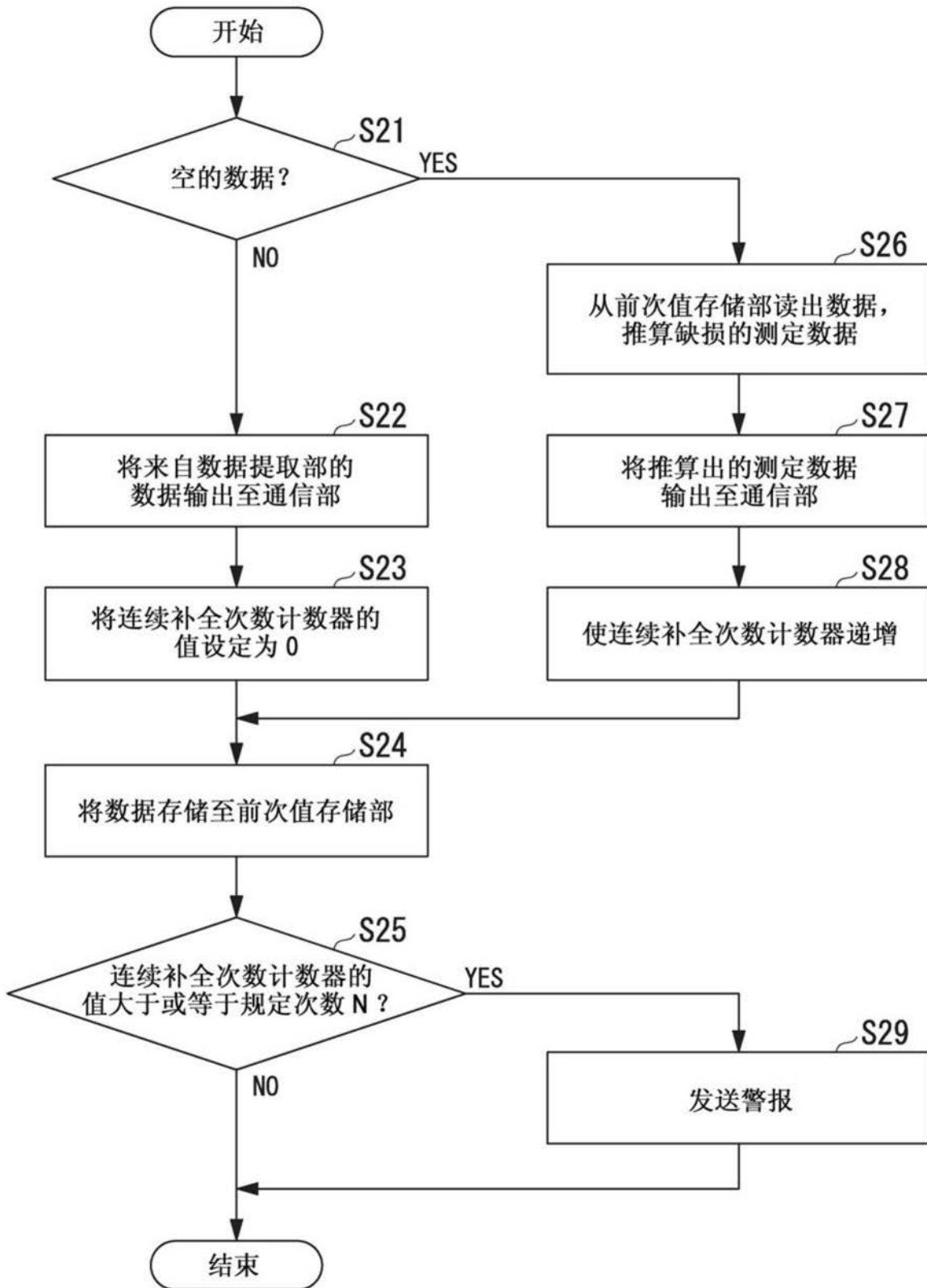


图7

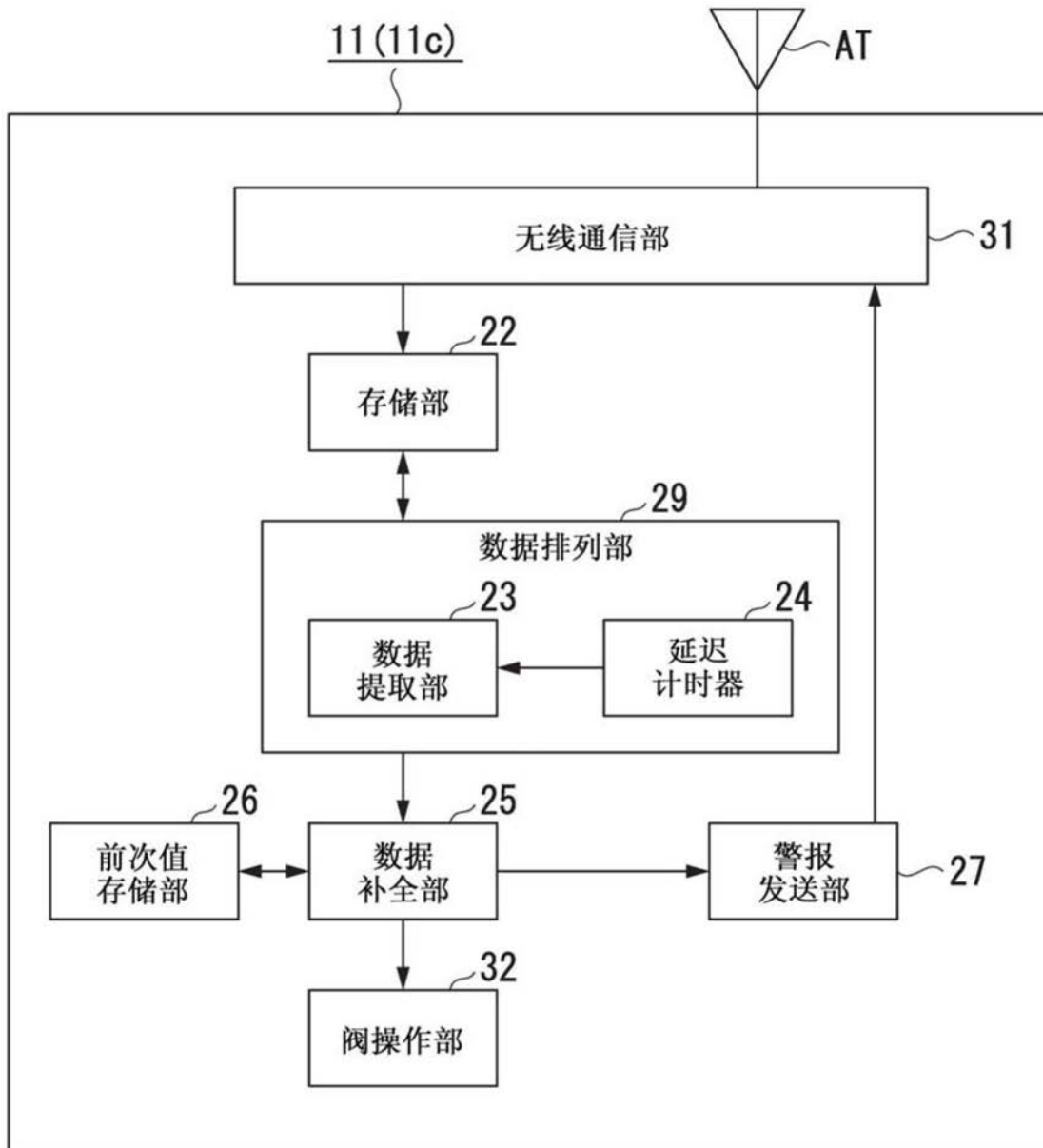


图8

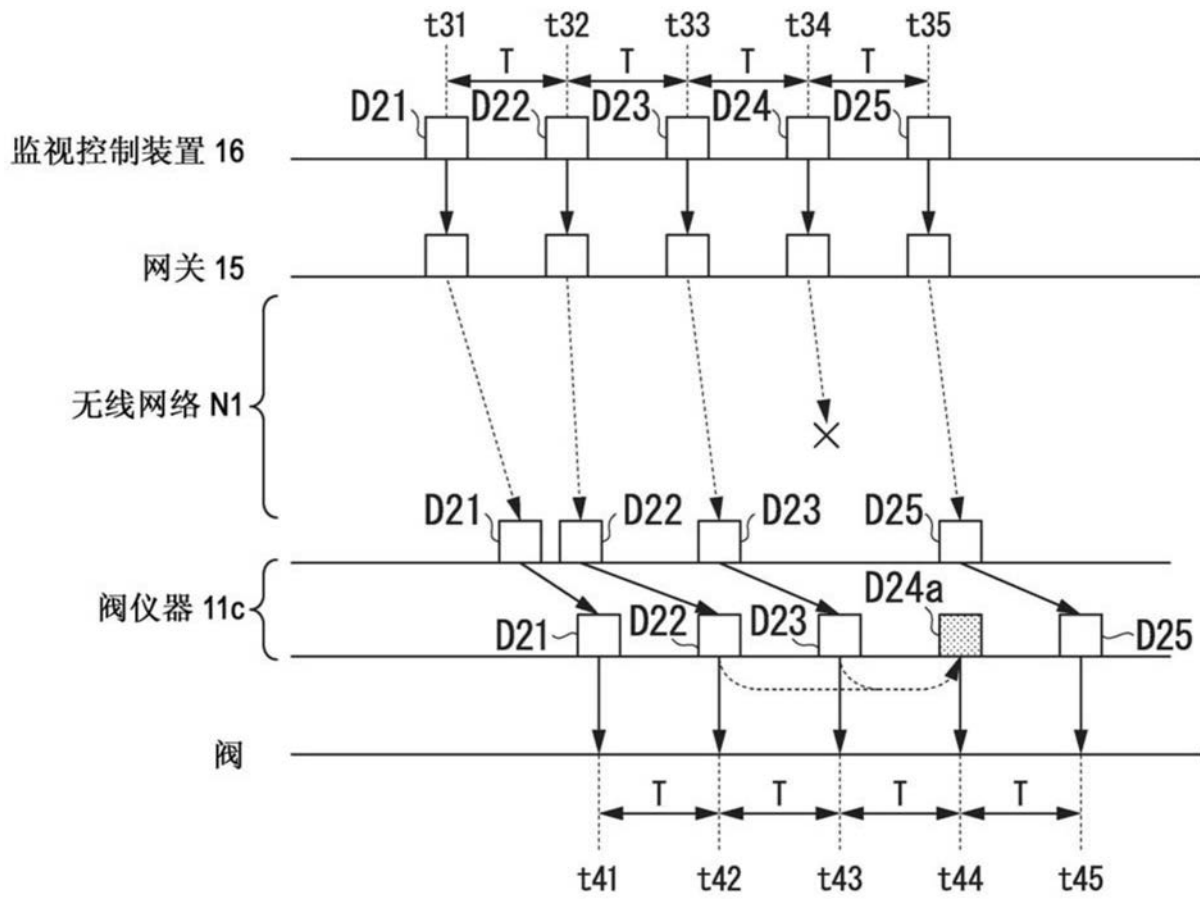


图9