



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105519035 A

(43) 申请公布日 2016. 04. 20

(21) 申请号 201580001631. 8

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2015. 04. 10

H04L 7/00(2006. 01)

(30) 优先权数据

102014105211. 0 2014. 04. 11 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2016. 02. 19

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2015/057848 2015. 04. 10

(87) PCT国际申请的公布数据

W02015/155333 DE 2015. 10. 15

(71) 申请人 倍福自动化有限公司

地址 德国费尔

(72) 发明人 T·邦特 H·比特纳 E·冯纳梅

D·詹森 T·雷蒂希 H·倍福

(74) 专利代理机构 广州嘉权专利商标事务所有

限公司 44205

代理人 冯剑明

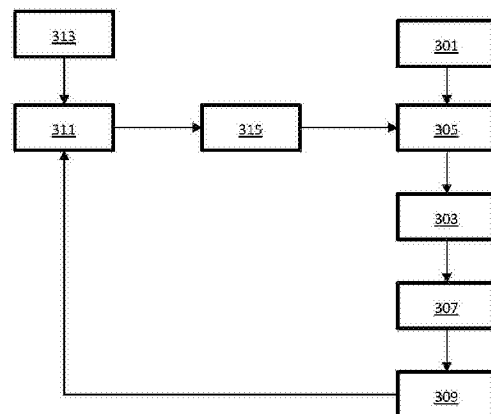
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

一种用于运行通信网络用户端的方法技术领域

(57) 摘要

本发明涉及一种用于运行通信网络用户端的方法,该方法包括以下步骤:在第一循环中,通过所述用户端经由所述通信网络捕获参考时间,基于所捕获的参考时间调整所述用户端的内部时钟,以及基于所调整的内部时钟确定传输时间。本发明还涉及用于通信网络的相应用户端、通信网络和计算机程序。



1. 一种用于运行通信网络(601,701)中的用户端(501)的方法,包括以下步骤:  
-所述用户端(501)通过所述通信网络(601,701)接收(401)参考时间(313);  
-将所述用户端(501)的传输时钟(309)与所述参考时间(313)进行比较,所述传输时钟(309)是针对前一时钟循环基于所述用户端(501)的局域时钟(303,505)确定的。  
-基于所述比较结果校正(403)所述用户端(501)的所述局部时钟(303,505);以及  
-基于所校正的局域时钟,确定(405)针对当前时钟循环的将由所述用户端(501)使用的传输时钟(309)。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述局域时钟(303)以增量值(305)增加,并且其中所述校正涉及调节所述增量值(305)。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其中在每个时钟循环中,所述参考时间(313)由所述用户端(501)借助帧来接收。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中所述参考时间(313)针对多个时钟循环进行平均化,和/或通过补偿传播延迟进行归一化。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中评价校正的质量,并且其中根据所评价的质量来设置所述用户端(501)的FIFO存储器(201,707)的等待时间,所述FIFO存储器提供用于存储接收的帧。

6. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中时钟周期由来自所述用户端(501)的时钟源的时钟循环定义。

7. 用于通信网络(601,701)的用户端(501),所述用户端包括:  
-通信接口(503),用于通过所述通信网络(601,701)接收参考时间(313),  
-局域时钟(303,505);  
-控制器(315,507),用于基于所接收的参考时间(313)校正所述局域时钟(303,505);  
以及

-确定单元(509),用于基于所述局域时钟(303,505)确定传输时钟(309),  
其特征在于,

所述控制器(315,507)被设计成将所述用户端(501)的传输时钟(309)与所述参考时间(313)进行比较,所述传输时钟是针对前一时钟循环基于所述用户端(501)的所述局域时钟(303,505)确定的,并且所述控制器(315,507)被设计成基于所述比较结果校正所述用户端(501)的所述局域时钟(303,505),以及

所述确定单元(509)被设计成基于所校正的局域时钟(309)确定针对当前循环的传输时钟(309)。

8. 根据权利要求7所述的用户端(501),其中所述局域时钟被设计成以增量值(305)增加,并且其中所述控制器(315,507)被设计成出于校正所述局域时钟(303,505)的目的来调节所述增量值(305)。

9. 根据权利要求7或8所述的用户端(501),其被设计成在每个时钟循环中借助帧来接收所述参考时间(313)。

10. 根据权利要求7至9中任一项所述的用户端(501),其中提供了FIFO存储器(201,707)用于存储接收的帧,其中可根据所述校正的经评价的质量来设置所述FIFO存储器(201,707)的等待时间。

11. 根据权利要求7至10中任一项所述的用户端(501), 其中提供了时钟源(301)用于基于来自所述时钟源的时钟循环定义时钟周期。

12. 一种用于运行通信网络(601, 701)的方法, 其中用户端(103)使用接收时钟接收帧(107), 并且使用传输时钟(111)转送所述帧(107),

其中所述传输时钟是基于所述用户端中的局域时钟(303)确定的, 其中将所述局域时钟(303)与参考时间(313)同步, 其中将所述用户端的传输时钟与所述参考时间(313)比较, 所述传输时钟是针对前一时钟循环基于所述用户端的所述局域时钟(303)确定的, 并且基于所述比较结果校正所述用户端的所述局域时钟(303), 其中将用于当前时钟循环的传输时钟(309)是基于所校正的局域时钟确定的。

13. 根据权利要求12所述的方法, 其中所述局域时钟(303)以增量值(305)增加, 并且其中所述校正涉及调节所述增量值(305)。

14. 根据权利要求12或13所述的方法, 其中所述接收时钟(109)等于下一用户端(101)的传输时钟(105), 并且所述参考时间(313)由所述下一用户端借助所述帧来接收。

15. 根据权利要求12或13所述的用于运行通信网络(601, 701)的方法, 其中提供了两个通信子网络(703, 705), 其中在所述两个通信子网络(703, 705)之间提供FIFO存储器(201, 707), 用于存储从所述通信子网络(703, 705)中的一个传输至另一个的帧, 并且反之亦然。

## 一种用于运行通信网络用户端的方法技术领域

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于运行通信网络用户端的方法。本发明还涉及用户端和通信网络以及计算机程序。

### 背景技术

[0002] 在以太网中,用户端(德:teilnehmers,英:subscriber)接收并处理帧,并将其转送给下一用户端,每个用户端的延时取决于这些用户端的传输时钟的最大变化。用户端n使用前一用户端n-1的传输时钟来接收帧,并且使用其自己的传输时钟n来传输该帧。最大以太网帧为1536字节长,即,对于100Mbit的精确传输时钟,该帧的传输将耗用 $1536 \times 8 \times 10 \text{ns} = 122.88 \mu\text{s}$ 。对于 $100 \text{ppm} = 0.01\%$ 的传输时钟变化而言,该帧将比 $122.88 \mu\text{s}$ 长或短 $122.88 \mu\text{s} \times 0.0001 = 12.29 \text{ns}$ 。因此,最大变化将为 $24.58 \text{ns}$ 。这将相当于100Mbit下的2.5bit的传输。变化仅取决于以字节为单位的帧长度,而不取决于传输速率。对于Gbit,帧只有1/10长。用于该变化的一般规则是[以位为单位的帧长度]乘[以ppm为单位最大变化]。如果将使用巨型帧(比1536字节长的以太网帧),这些值将甚至更高。在用户端中,每个方向都将需要至少该大小进行内部FIFO(FIFO表示“先进先出”),帧按序通过该内部FIFO,由此待传输的1bit实际上已经被用户端接收。这通过传输时钟中的最大变化和用户端数量而延长了该帧通过整个网络的传输时间。

### 发明内容

[0003] 因此,本发明的目的可认为是提供用于运行通信网络的用户端的改进方法,该方法克服了这些已知缺点,并减少了帧通过用户端的传输时间。

[0004] 因此,本发明的目的可认为是提供用于通信网络的对应应用户端。

[0005] 此外,本发明的目的可认为是提供通信网络。

[0006] 本发明的目的还可认为是定义相应的计算机程序。

[0007] 这些目的由相应的独立权利要求的主题实现了。相应的从属权利要求的主题包括本发明的有利实施例。

[0008] 根据一个方面,提供了一种用于运行通信网络的用户端的方法,其包括以下步骤:在第一循环中,

[0009] -所述用户端通过所述通信网络接收参考时间,

[0010] -基于所接收的参考时间校正所述用户端的局域时间,以及

[0011] -基于所校正的局域时钟确定传输时钟。

[0012] 根据另一方面,提供了用于通信网络的用户端,其包括:

[0013] -通信接口,用于通过所述通信网络接收第一循环中的参考时间;

[0014] -局域时钟;

[0015] 控制器,用于基于所接收的参考时间校正第一循环中的所述局域时钟;以及

[0016] -确定单元,用于基于所校正的局域时钟确定第一循环中的传输时钟。

[0017] 根据另一方面,提供了一种通信网络,其包括根据本发明的用于通信网络的两个用户端,这两个用户端直接前后连接,以使其中一个用户端可从另一个用户端以所述另一个用户端的传输速率接收帧,并且可以以其传输速率传输基于接收的帧所确定的经处理的帧。

[0018] 根据另一方面,提供了一种计算机程序,其包括程序代码,用于当在计算机上(例如在用户端处)执行所述计算机程序时实施用于运行通信网络的用户端的方法。

[0019] 因此,本发明特别包括基于参考时间来校正用户端的局域时间的理念。这具有这样的有利效果,即,可将局域时钟与主时钟同步,所述主时钟提供了参考时间。因此,经校正的时钟与主时钟同步。因此,有利地,由此类似地通过局域时钟使传输时钟与主时钟同步。因此有利地,可针对按照根据本发明的方法运行的用户端确定标准传输时钟。因此,这特别意味着,这些用户端具有标准的传输时钟。这是因为使用户端所对应的局域时钟与主时钟同步,并因此具有相同的局域时钟时间。因为基于特定用户端的局域时钟确定了特定用户端的传输时钟,所以这些用户端具有公共传输时钟或标准传输时钟。因此,这特别意味着,可减小或者甚至完全消除已知的现有技术中可能发生的变化。因此,与已知的现有技术相比,减小了通过用户端并且特别通过通信网络的帧的传输时间。特别地,有利地,可常常省去FIFO存储器,或者使可能存在的FIFO存储器具有比已知的现有技术更小的存储大小。有利地,这可减小所需的存储容量。

[0020] 根据一个实施例,参考时间可由主时钟提供。因此,优选提供主时钟以提供参考时间。例如,可将这样的主时钟集成于或实施于通信网络的用户端中。

[0021] 基于所接收的参考时间校正用户端的局域时钟特别具有这样的效果,即使局域时钟与主时钟同步。因此,局域时钟与主时钟同步运行,所述同步运行通常在一定的容差限制内,例如,可实现比1ppm更好的精确度。根据与在说明书的引言部分中进行的已知现有技术有关的计算,因此可省去内部FIFO存储器,而结果是没有增加该帧通过用户端的传输时间。这是因为可达到比1ppm更好的精确度。

[0022] 根据一个实施例,所述校正涉及确定增量值,将其用作增加局域时钟的基础。

[0023] 增加的值可特别地被称为增量。因此,具体地局域时钟的内部计数器在增量。因此,这特别意味着,如果局域时钟比主时钟更快或更慢,即,超前于或落后于主时钟,则可根据具体情况确定合适的值,即,增量值,以补偿或校正慢运行或快运行。

[0024] 根据另一个实施例,将在时间上先于第一循环的第二循环中确定的传输时钟与第一循环中接收的参考时间进行比较,其中基于所述比较来确定增量值。因此,有利地,可使用更早的传输时钟来进行比较。第一循环可优选立即紧接于第二循环。这具有特别简单的校正的有利效果。

[0025] 在另一个实施例中,评价所述校正的质量,其中根据所评价的品质来设置所述用户端的FIFO存储器的等待时间,所述FIFO存储器设置为用于存储接收的帧。

[0026] 等待时间定义了接收帧(“先进”)和传输该帧(“先出”)的延时。因此,特别地,这意味着,得益于FIFO存储器,仍然可补偿在校正后可能偶然存在的局域时钟与主时钟之间的任何差异。然而,对于该情况,足以选择小于当必须将最大变化纳入考虑时(如在已知的现有技术的情况下)所需的FIFO的等待时间。因此,即使当存在FIFO存储器时,该帧通过用户端的传输时间仍然比已知的现有技术短。这是因为,在这种情况下FIFO存储器的等待时间

必须将最大可能变化纳入考虑。

[0027] 在另一个实施例中,评价所述质量涉及将用户端的传输速率与通信网络下一用户端的传输速率进行比较,基于该比较设置等待时间。这两个用户端可优选直接前后连接。

[0028] 因此,可根据各自用户端的两个传输速率之间的匹配来选择等待时间。因此,可补偿即使在校正各自用户端的局域时钟后仍然存在的传输速率的任何差异。但是,不必选择如已知的现有技术那么高的等待时间。这是因为,在这种情况下,必须设置等待时间以能够补偿最大可能变化。因此,即使当存在FIFO存储器时,根据本发明减少了帧通过这两个用户端的传输时间。

[0029] 在另一个实施例中,循环周期由来自所述用户端的时钟源的计时时钟定义。

[0030] 因此,优选地,所述时钟源定义时钟循环。所述时钟源可优选包括晶体和/或PLL,其中缩写“PLL”表示“锁相环”。因此,这特别意味着,在每个循环都执行增加。特别地,这意味着,在每个循环中,局域时钟都由增量值进行增加。所述时钟循环与所述循环对应。

[0031] 根据另一个实施例,该确定涉及从一组增量值中选择增量值。

[0032] 这可具有这样的有利效果,即,特别容易地确定增量值。因此,特别地根据局域时钟是运行得比参考时间更快还是更慢(即,落后于参考时间)来进行选择,换言之,根据局域时钟运行得比主时钟更快还是更慢来进行选择。

[0033] 根据一个实施例,所述控制器被设计成处于校正的目的来确定增量值以及基于所确定的增量值来对局域时钟进行增加。

[0034] 在另一个实施例中,所述控制器被设计成将在时间上先于第一循环的第二循环中确定的传输时钟与第一循环中接收的参考时间进行比较,并基于所述比较来确定增量值。可用例如比较器来执行所述比较。所述比较器优选是所述控制器的一部分。

[0035] 在另一个实施例中,提供了FIFO存储器用于存储接收的帧,其中可根据评价的所述校正的质量来设置所述FIFO存储器的等待时间。所述质量可例如由所述控制器来评价。例如,可提供质量评价器。所述质量评价器可优选为所述控制器的一部分。所述等待时间可例如由所述控制器设置。

[0036] 在另一个实施例中,所述等待时间可基于将所述用户端的传输速率与所述通信网络的下一用户端的传输速率进行比较来设置。所述质量评价器可优选执行该比较。所述等待时间可例如由所述控制器设置。

[0037] 在另一个实施例中,设置有时钟源,用于基于来自所述时钟源的时钟循环定义时钟周期。所述时钟源优选被设计成定义时钟循环。时钟循环与循环对应。所述时钟源可包括例如晶体和/或PLL(即,锁相环)。

[0038] 在另一个实施例中,设置有两个通行子网络,其中所述两个用户端被分配于其中一个通信子网络中,其中在所述两个通信子网络之间设置FIFO存储器,用于存储从所述通信子网络中的一个传输至另一个的帧,并且反之亦然。

[0039] 由于所述FIFO存储器,另一个通信子网络不必需要根据本发明的用户端,即,根据本发明的借助所述方法运行的用户端。因此,特别地,这意味着,所述另一通信子网络的用户端可没有控制器。因此,不必使该通信子网络的用户端与主时钟同步。

[0040] 在一个实施例中,通信子网络具有其本身的与该通信子网络的相应各自的用户端局域时钟同步的主时钟。所述通信子网络可被特别地称为同步通信子网络。在存在多个通

信子网络的情况下,其中至少一些,特别是所有,可各自优选地具有与该通信子网络的相应的用户端局域时钟同步的专用的主时钟。这样的通信子网络可被特别地称为同步通信子网络。其中不使相应各自的用户端局域时钟与主时钟同步的通信子网络可被称为例如非同步通信子网络。在一个实施例中,可提供公共主时钟来同步多个通信子网络的用户端的相应各自的时钟。因此,特别地,在同步的通信子网络与非同步的通信子网络之间提供了FIFO存储器,帧必须经所述存储器来从同步通信子网络通向非同步通信子网络,并且反之亦然。

[0041] 根据一个实施例,所述用户端是自动化系统或自动化单元的用户端。所述自动化系统或自动化单元可包括例如控制系统和/或控制单元。所述用户端可优选为控制系统和/或控制单元的用户端。因此,相应的上述系统和/或单元包括多个用户端,这些用户端通过通信网络彼此连接。例如,数据线将用户端彼此连接。所述数据线例如将主机与用户端连接。可通过所述通信网络传输帧,以使得可使帧从一个用户端通向下一个用户端。

[0042] 根据一个实施例,所述通信网络是以太网。所述帧可为例如以太网帧。

[0043] 根据另一个实施例,特别基于根据IEC标准“IEC 61158”的EtherCAT标准,所述通信网络是EtherCAT通信网络。所述帧可为例如EtherCAT帧。

[0044] 根据另一个实施例,所述用户端可特别基于所接收的帧来控制/或读取致动器和/或传感器。因此,这特别意味着,所述用户端可基于所接收的帧来控制/或读取致动器和/或传感器。这是因为帧优选包含定义用户端将如何控制和/或读取制动器和/或传感器的信息。

[0045] 根据一个实施例,所述用户端可处理接收的帧。处理可包括例如读取来自所述帧的数据。处理可包括例如向所述帧写入数据。例如,所述用户端可将所处理的帧转发。

[0046] 根据一个实施例,所述用户端仅转发所接收到的帧,即,不处理所述帧。

[0047] 根据一个实施例,所述通信网络可具有选自以下拓扑结构组的拓扑结构:环、线、星、树及其组合。

[0048] 根据一个实施例,所述校正可补偿传播延迟。特别地,这意味着校正包括传播延迟补偿。因此,这特别意味着,在校正中确定了主时钟与用户端之间的传播延迟,并将其纳入考虑。所述传播延迟特别是指帧从主时钟到用户端所花的时间。因此,优选基于所接收的参考时间以及用户端与主时钟之间的传播延迟来校正用户端的局域时钟。

[0049] 根据一个实施例,所述用户端基于所确定的传输时钟来传输帧、传输经处理的帧或传输经转发的帧。

[0050] 对所述方法的注释类似地应用于用户端和通信网络,并且反之亦然。特别地,这意味着,所述用户端和/或通信网络的实施例可以以任何组合产生于所述方法的实施例,并且反之亦然。无论何时使用单数形式的“用户端”时,应理解其也具有复数的含义,并且反之亦然。

## 附图说明

[0051] 在下文中参照优选的示例性实施例更详细地解释本发明,其中:

[0052] 图1示出了两个用户端;

[0053] 图2示出了图1的两个用户端,其中一个包括FIFO存储器;

[0054] 图3示出了用于运行通信网络用户端的方法框图;

- [0055] 图4示出了用于运行通信网络用户端的方法流程图；
- [0056] 图5示出了用于通信网络的用户端；
- [0057] 图6示出了通信网络；并且
- [0058] 图7示出了另一个通信网络。

### 具体实施方式

[0059] 可使用相同的附图标记表示相同的特征件。此外,为了清楚起见,可不在所有附图中示出所有特征件。

[0060] 图1示出了两个用户端101和103。

[0061] 两个用户端101和103是通信网络(例如以太网网络,特别是EtherCAT网)的用户端。用户端101使用其传输时钟105传输帧107。用户端103使用其接收时钟109接收帧107,接收时钟109等于用户端101的传输时钟105。用户端103可使用其自身的传输时钟111转发帧107。在转发之前,用户端103可优选进一步处理帧107。每个用户端的延时(即,帧通过用户端所花费的时间)特别取决于两个用户端101、103的两个传输时钟105和111的最大变化。

[0062] 最大以太网帧为1536字节长,即,对于100Mbit的精确传输时钟,该帧的传输将花 $1536 \times 8 \times 10 \text{ns} = 122.88 \mu\text{s}$ 。对于 $100 \text{ppm} = 0.01\%$ 的传输时钟变化而言,该帧将比 $122.88 \mu\text{s}$ 长或短 $122.88 \mu\text{s} \times 0.0001 = 12.29 \text{ns}$ 。因此,最大变化将为 $24.58 \text{ns}$ 。这将相当于在10Mbit下约2.5bit的传输。变化仅取决于以字节为单位的帧长度,并且不取决于传输速率。对于Gbit,帧只有1/10长。用于该变化的一般规则是[以位为单位的帧长度]乘[以ppm为单位最大变化]。如果将使用巨型帧(比1536字节长的以太网帧),这些值将甚至更高。

[0063] 因此,在两个用户端101和103中,每个方向都将需要至少如此大小的内部FIFO存储器,由此该帧107必须按序通过,以使待传输的1bit实际上已经被用户端接收。这在图2中示出了,其中用户端103包括FIFO存储器201。

[0064] 图3示出了用于运行通信网络用户端的方法框图。

[0065] 设置有时钟源301。用户端的时钟源301包括晶体,特别是可生成Ghz时钟的外部晶体和PLL。但是,还可例如提供其他时钟速率。但是,通过示例的方式,以下描述基于Ghz时钟。然而,其不应具有限制作用。时钟循环与循环对应。用户端的局域时钟303根据Ghz时钟进行增量递加,特别是以10为梯度增加。因此,每个循环对其进行增加。对于Ghz时钟和10的增量值,局域时钟303由此具有100ps的单位。传输时钟309由该局域时钟303确定,或由其形成。因此,根据步骤307,以用于局域时钟303的100ps单位和10的分度,确定或形成了Ghz传输时钟。对于其他传输时钟,可提供其他操作,特别是除了10以外的值的分度,将这些操作应用于局域时钟303,以确定或形成传输时钟309。因此,分度值特别取决于时钟速率,即,在特定的情况下。

[0066] 根据步骤311,反馈传输时钟309,并将其与参考时间313比较。这由例如比较器完成。参考时间313由主时钟提供。此处可提供例如,参考时间313已经针对多个循环进行平均化,和/或通过补偿传播延迟进行归一化。优选按循环地(即,在每个循环中)借助帧来接收参考时间313。将局域时钟303与主时钟之间的差,即参考时间与局域时钟303的差,提供至控制器315,从而控制局域时钟303的时钟循环。有利地,控制器315引起在一循环中的局域时钟303不是以10为增量值而是仅以9(如果与主时钟相比,局域时钟301运行太快)或者以



11(如果与主时钟相比,局域时钟303运行太慢)为增量值增加。换言之,控制器315根据差值(即,根据步骤311的比较结果)选择增量值305。特别地,这意味着,局域时钟303根据由步骤311给出的比较结果选择以下增量值中的一个来增加:9、10和11。如上文描述,传输时钟309基于当前(now)对应的经补偿的局域时钟303来确定,并且以此方式确定的所述传输时钟309再次被反馈,并与在接下来的循环中接收的参考时间313进行比较。

[0067] 因此有利地实现了,来自如上文描述运行的用户端的传输时钟可仅在纳秒范围(即, $\ll 1\text{ppm}$ )彼此不同。

[0068] 上文所做的说明可应用于任何拓扑结构,例如环、线、星、树及其组合,其中任何两个用户端具有不同的传输时钟。特别地,上文所做的说明不限于1GHz和/或指定的增量值(9、10、11)。这样应当仅仅被理解为例子。其他增量值和/或其他传输时钟和/或其他晶体时钟是可行的。此外,特别地,可差异地执行任何内部控制。关键因子优选是通过将局域时钟303与主时钟比较从而在两个用户端之间同步传输时钟。原则上,还可从外部执行控制,只要达到了同步传输时钟的目的即可。这特别地意味着,通过使两个用户端的各自传输时钟与公共主时钟同步,从而使两个用户端的传输时钟一致,即,彼此同步运行。

[0069] 所述传输时钟同步不限于两个用户端,但是优选不需要覆盖整个通信网络。如果传输时钟在一个或多个通信子网络中同步,则这已经是优选有利的了。所述方法可应用于与该通信子网络的主时钟同步的任何通信子网络。在从同步的通信子网络到非同步的用户端和/或通信子网络的连接处,优选提供FIFO存储器,即,特别地,启用这样的FIFO存储器。

[0070] 根据一个实施例,如果所述同步的质量不足以完全禁用FIFO,则评价所述同步达到的质量(质量评价),并且基于确定的质量设置相应需要的FIFO等待时间。这有利地导致了比最坏情况(由传输时钟的最大变化限定)更短的FIFO等待时间。

[0071] 图4示出了用于运行通信网络用户端的方法流程图。

[0072] 根据步骤401,所述用户端通过所述通信网络接收参考时间。在步骤403中,基于所接收的参考时间校正所述用户端的局域时间。完成这步骤特别是为了将用户端的局域时钟与主时钟同步,从而提供或定义参考时间。在步骤405中,基于所校正的局域时钟确定传输时钟。在一个未示出的实施例中,由用户端基于确定的传输时钟来传输帧。

[0073] 图5示出了用于通信网络的用户端501。

[0074] 用户端501包括用于通过通信网络接收第一循环中的参考时间的通信接口503。通信接口503可被设计成例如接收帧。所述帧可包含例如参考时间。通信接口503可被特别设计成传输帧。

[0075] 用户端501包括局域时钟505。此外,用户端501包括用于基于所接收的参考时间校正第一循环中的局域时钟505的控制器507。此外,用户端501包括用于基于所校正的局域时钟505确定第一循环中的传输时钟的确定单元509。

[0076] 图6示出了通信网络601。

[0077] 通信网络601包括两个前后连接的用户端501。这特别意味着一个用户端501可以以其传输速率将帧传输至另一用户端501,并且反之亦然。但是,因为这两个传输速率是同步的,所以这有利地减小或甚至完全消除了延时。

[0078] 在一个未示出的实施例中,图1和2中示出的用户端101和103具有与图5中示出的用户端501相似的设计,并且按照根据本发明的方法运行。

[0079] 图7示出了另一个通信网络701。

[0080] 通信网络701包括两个通信子网络703和705。至少两个用户端501被分配至通信网络703。用户端709被分配至通信子网络705,但是不按照根据本发明的方法来运行所述用户端709。因此,这特别地意味着,通信子网络705不与主时钟同步。在两个通信子网络703和705之间提供了FIFO存储器707,用于存储从通信子网络703传输至通信子网络705的帧,并且反之亦然。当将帧从一个子网络传输至另一个(反之亦然)时,该FIFO存储器707可校正或补偿两个通信子网络705的用户端的非同步传输速率。

[0081] 在一个未示出的实施例中,在其中只有一个用户端根据本发明运行(即,与主时钟同步)的两个用户端之间提供了可存储在这两个用户端之间来回传输的帧的FIFO存储器。

[0082] 其局域时钟与主时钟同步的用户端可称为同步用户端。其局域时钟未与主时钟同步的用户端可称为非同步用户端。

[0083] 综上所述,本发明由此特别涉及通过将每个用户端的局域时钟与公共主时钟同步从而同步通信网络的两个用户端的各自传输速率的理念,其中基于同步的局域时钟来确定每个用户端的传输速率。

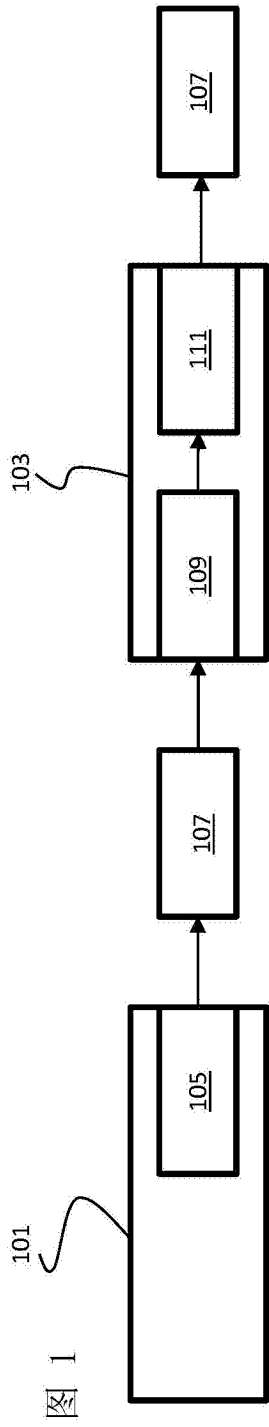


图 1

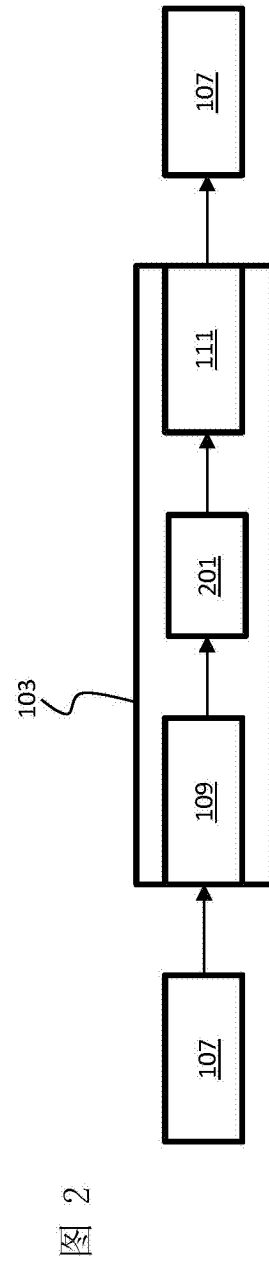


图 2

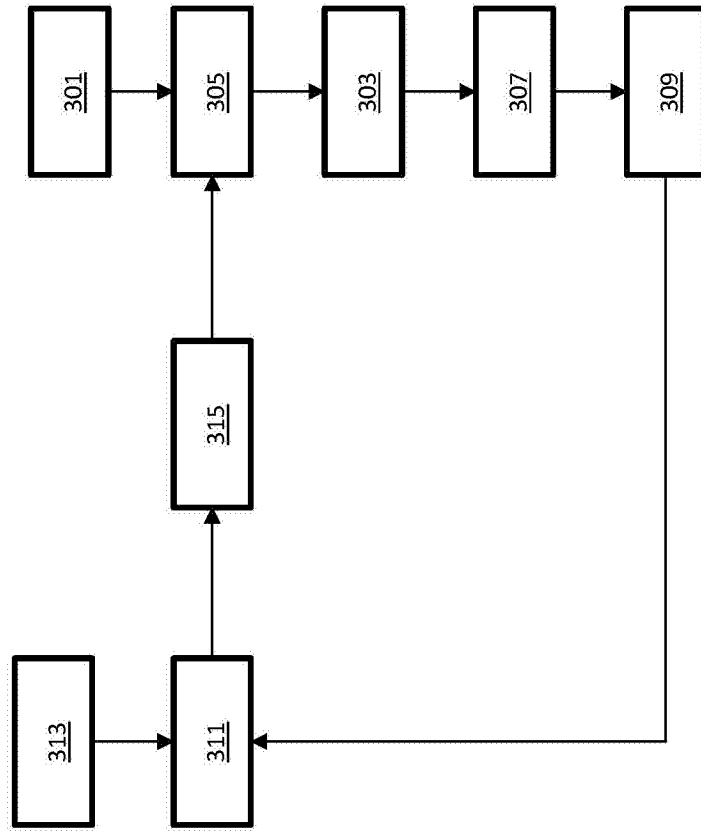


图3

图 5

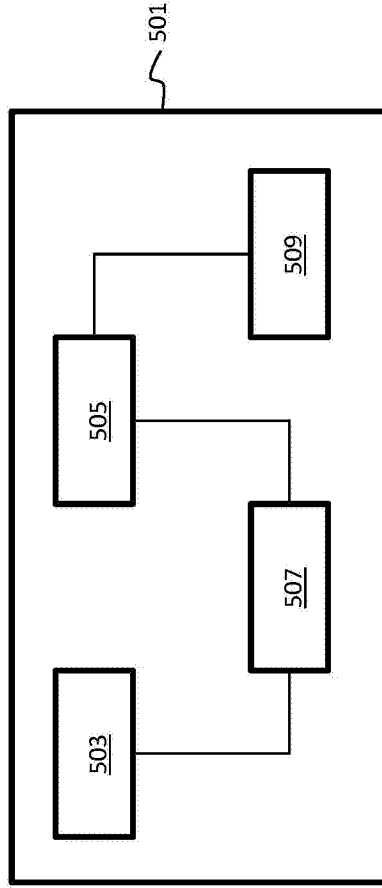
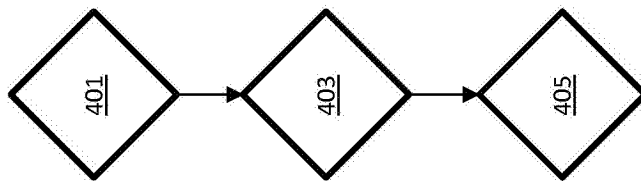


图 4



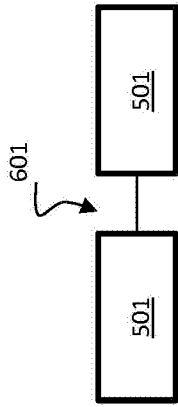


图 6

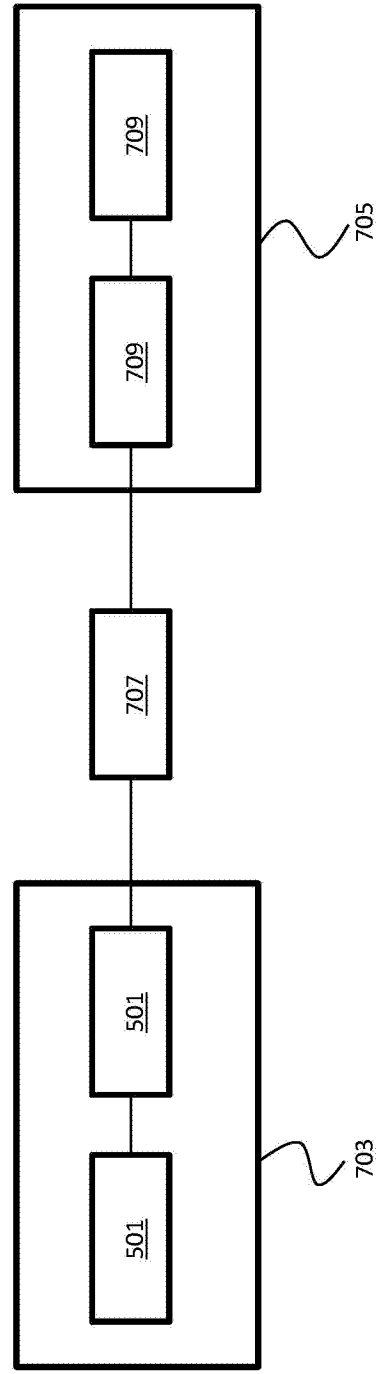


图 7