

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2016 年 11 月 17 日 (17.11.2016)



(10) 国际公布号
WO 2016/179963 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04L 7/033 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2015/092280
- (22) 国际申请日: 2015 年 10 月 20 日 (20.10.2015)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201510244591.1 2015 年 5 月 14 日 (14.05.2015) CN
- (71) 申请人: 深圳市中兴微电子有限公司 (ZHONGXING MICROELECTRONICS TECHNOLOGY CO.LTD) [CN/CN]; 中国广东省深圳市盐田区大梅沙 1 号厂房, Guangdong 518085 (CN)。
- (72) 发明人: 王霞元 (WANG, Xiayuan); 中国广东省深圳市盐田区大梅沙 1 号厂房, Guangdong 518085 (CN)。
- (74) 代理人: 北京派特恩知识产权代理有限公司 (CHINA PAT INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE); 中国北京市海淀区海淀南路 21 号中关村知识产权大厦 B 座 2 层, Beijing 100080 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, 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 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (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)。
- 本国际公布:
— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(54) Title: CLOCK SYNCHRONIZATION METHOD AND DEVICE FOR PASSIVE OPTICAL NETWORK SYSTEM, AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 无源光网络系统的时钟同步方法、装置和存储介质

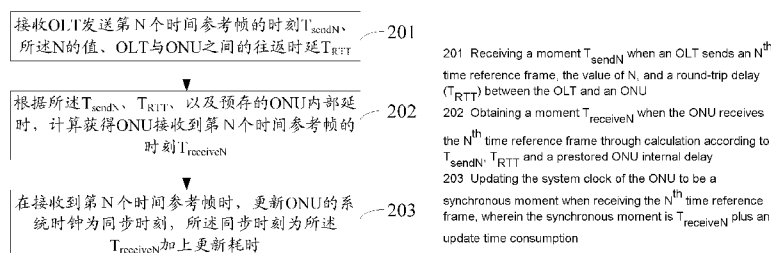


图 2

(57) Abstract: Disclosed is a clock synchronization method for a passive optical network (PON) system. The method comprises: receiving a moment T_{sendN} when an OLT sends an N^{th} time reference frame, the value of N , and a round-trip delay (T_{RTT}) between the OLT and an ONU; obtaining a moment $T_{receiveN}$ when the ONU receives the N^{th} time reference frame through calculation according to T_{sendN} and T_{RTT} and a prestored ONU internal delay Δ_{ONU} ; and updating the system clock of the ONU to be a synchronous moment when determining that the received data frame is the N^{th} time reference frame, wherein the synchronous moment is $T_{receiveN}$ plus a prestored update time consumption. Also disclosed is a clock synchronization device for a PON system and a storage medium.

(57) 摘要: 本发明实施例公开了一种无源光网络(PON)系统的时钟同步方法, 所述方法包括: 接收 OLT 发送第 N 个时间参考帧的时刻 T_{sendN} 、所述 N 的值、OLT 与 ONU 之间的往返时延 T_{RTT} ; 根据所述 T_{sendN} 和 T_{RTT} 以及预存的 ONU 内部延时 Δ_{ONU} 计算获得所述 ONU 接收到第 N 个时间参考帧的时刻 $T_{receiveN}$; 在确定接收到的数据帧为第 N 个时间参考帧时, 更新所述 ONU 的系统时钟为同步时刻, 所述同步时刻为所述 $T_{receiveN}$ 加上预存的更新耗时。本发明实施例还公开了一种 PON 系统的时钟同步装置及计算机存储介质。

WO 2016/179963 A1

无源光网络系统的时钟同步方法、装置和存储介质

技术领域

本发明涉及通信领域中的时钟同步技术，尤其涉及一种无源光网络（PON，Passive Optical Network）系统的时钟同步方法、装置和存储介质。

5 背景技术

PON 系统由位于核心节点或汇聚节点的局端光线路终端（OLT，Optical Line Terminal）和位于用户驻地端的光网络单元（ONU，Optical Network Unit）共同组成，一个局端 OLT 控制多个 ONU，各 ONU 为接入网提供用户侧的接口。目前，业界广泛采用电气与电子工程师协会（IEEE）1588 传输协议实现基于以太网端口间的时钟同步，在 PON 中，OLT 可通过 IEEE 1588 协议获得精确时钟（ToD），但由于缓冲队列带来延时、光纤中上下行传输延时不对称等因素，OLT 到 ONU 间的时钟同步不能使用 IEEE 1588，而必须依靠 PON 内部机制实现。通常情况下，习惯以 OLT 的系统时钟为标准时钟，同步 ONU 中的系统时钟。

15 假设 OLT t_1 时刻发送消息给 ONU，并在 t_2 时刻接收到 ONU 反馈的响应消息，则 $t_2 - t_1$ 表示光纤线路上往返一次经历的传输时延，通常叫做往返时延（RTT，Round-Trip Time）。在现有的同步方案中，假设上下行传输时延相等，将 $(t_2 - t_1) / 2$ 作为 OLT 发送消息的时刻和 ONU 接收同一消息的时刻之间的时间差，ONU 在接收到 OLT 发送的消息时，将 ONU 的系统时
20 钟更新为 OLT 发送该信号的时刻 + $(t_2 - t_1) / 2$ 。

但是，由于 ONU 在接收到数据后需要对该消息进行识别，然后再向 OLT 发送相应的响应消息，故现有方案中 $t_2 - t_1$ 里还包含了 ONU 对信号进行识别等处理的时间，ONU 在接收到 OLT 发送的消息时将 ONU 的系统时

钟更新为了 ONU 处理完该消息的时刻，这就导致 ONU 上的时钟比 OLT 上的时钟超前，两者时钟不同步，由于 ONU 和 OLT 的同步时间不准，当 ONU 作为控制方同步用户侧的用户设备的时候，也会使用户设备不同步。

发明内容

5 有鉴于此，本发明实施例期望提供一种 PON 系统的时钟同步方法及装置，可以更加精准地同步 OLT 和 ONU 的系统时钟。

本发明实施例的技术方案是这样实现的：

本发明实施例第一方面提供一种 PON 系统的时钟同步方法，所述方法包括：

10 接收光线路终端 OLT 发送第 N 个时间参考帧的时刻 T_{sendN} 、所述 N 的值、所述 OLT 与光网络单元 ONU 之间的往返时延 T_{RTT} ；所述 N 为大于等于 1 的整数；

根据所述 T_{sendN} 、 T_{RTT} 、以及预存的 ONU 内部延时 Δ_{ONU} ，计算获得所述 ONU 接收到第 N 个时间参考帧的时刻 T_{receiveN} ；

15 在确定接收到的数据帧为第 N 个时间参考帧时，更新所述 ONU 的系统时钟为同步时刻，所述同步时刻为所述 T_{receiveN} 加上预存的更新耗时。

上述方案中，所述 ONU 内部延时 Δ_{ONU} 包括 ONU 的均衡延时 T_{EqD} 以及 ONU 的响应时间 T_{Rsp} 。

上述方案中，所述根据所述 T_{sendN} 、 T_{RTT} 、以及预存的 ONU 内部延时 Δ_{ONU} ，计算获得所述 ONU 接收到第 N 个时间参考帧的时刻 T_{receiveN} 包括：

根据 $T_{\text{receiveN}} = T_{\text{sendN}} + (T_{\text{RTT}} \sim \Delta_{\text{ONU}}) \frac{n_{\text{F}}}{n_{\text{上}} + n_{\text{F}}}$ 计算获得所述 T_{receiveN} ；

其中， n_{F} 为下行传输时光波长的相对折射率， $n_{\text{上}}$ 为上行传输时光波长的相对折射率。

上述方案中，所述时间参考帧使用超帧计数器标识，则在确定接收到

的数据帧为第N个时间参考帧时，更新所述ONU的系统时钟为同步时刻，包括：

当接收到的所述数据帧为时间参考帧且超帧号为所述N时，确定接收到的数据帧为第N个时间参考帧。

5 本发明实施例第二方面提供一种无源光网络PON系统的时钟同步装置，所述装置包括：

接收模块，配置为接收光线路终端OLT发送第N个时间参考帧的时刻 T_{sendN} 、所述N值、所述OLT与光网络单元ONU之间的往返时延 T_{RTT} ；所述N为大于等于1的整数；

10 计算模块，配置为根据所述接收模块接收到的 T_{sendN} 、 T_{RTT} 、以及预存的ONU内部延时 Δ_{ONU} ，计算获得ONU接收到第N个时间参考帧的时刻 T_{receiveN} ；

所述接收模块，还配置为接收数据帧；

15 确定模块，配置为确定所述接收模块接收到的数据帧是否为第N个时间参考帧；

更新模块，配置为在所述确定模块确定接收到的数据帧为第N个时间参考帧时，更新ONU的系统时钟为同步时刻，所述同步时刻为所述计算模块计算出的 T_{receiveN} 加上预存的更新耗时。

20 上述方案中，所述ONU内部延时 Δ_{ONU} 包括ONU的均衡延时 T_{EqD} 以及ONU的响应时间 T_{Rsp} 。

上述方案中，所述计算模块，具体用于根据 $T_{\text{receiveN}} = T_{\text{sendN}} + (T_{\text{RTT}} \cdot \frac{n_{\text{下}}}{n_{\text{上}} + n_{\text{下}}})$

计算获得所述 T_{receiveN} ；

其中， $n_{\text{下}}$ 为下行传输时光波长的相对折射率， $n_{\text{上}}$ 为上行传输时光波长的相对折射率。

25 上述方案中，所述时间参考帧使用超帧计数器标识；则

所述确定模块，配置为在所述接收模块接收的所述数据帧为时间参考帧且超帧号为所述 N 时，确定接收到的数据帧为第 N 个时间参考帧。

本发明实施例第三方面还提供一种计算机存储介质，所述计算机存储介质中存储有计算机可执行指令，所述计算机可执行指令用于执行权利要求 5 上述方法的至少其中之一。

本发明实施例提供了一种 PON 系统的时钟同步方法、装置和存储介质，根据 OLT 发送第 N 个时间参考帧的时刻 T_{sendN} 、OLT 与 ONU 之间的往返时延 T_{RTT} 以及预存的 ONU 内部延时 Δ_{ONU} ，计算获得 ONU 接收到第 N 个时间参考帧的时刻 T_{receiveN} ；并在接收到第 N 个时间参考帧时，更新 ONU 的系统时钟为同步时刻，所述同步时刻为所述 T_{receiveN} 加上更新耗时。与现有技术相比，本发明实施例考虑到了 ONU 内部延时 Δ_{ONU} 以及更新耗时，这样，可以更加精准地同步 OLT 和 ONU 的系统时钟。

附图说明

图 1 为本发明实施例提供的一种 PON 时钟同步系统的结构框图；

15 图 2 为本发明实施例 1 提供的一种 PON 系统的时钟同步方法流程示意图；

图 3 为本发明实施例 1 提供的一种 PON 系统的时钟同步装置结构框图。

具体实施方式

下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，应当理解，以下所说明的优选实施例仅用于说明和解释本发明，并不用于限定本发明。。

如图 1 所示，PON 时钟同步系统主要由 OLT、ONU、原子钟 3 部分组成，其中原子钟用于提供 OLT 高精度系统时钟（125M），OLT 使用该时钟作为系统时钟，ONU 需要从 OLT 发送的数据中恢复出时钟作为 ONU 的系

统时钟。本实施例提供的方法可以精确实现 ONU 中系统时钟与 OLT 中系统时钟的同步。

实施例 1

本发明实施例提供了一种 PON 系统的时钟同步方法，应用于 ONU 一侧，如图 2 所示，本实施例方法的处理流程包括以下步骤：

步骤 201、接收 OLT 发送第 N 个时间参考帧的时刻 T_{sendN} 、所述 N 的值、OLT 与 ONU 之间的往返时延 T_{RTT} 。

在实现本实施例方法时，OLT 要首先选择一个下行数据帧作为时间参考帧，该时间参考帧用超帧计数器标识，即时间参考帧中有几位用来表示超帧号，第一个时间参考帧中的超帧超帧号为 1，第 N 个时间参考帧中的超帧超帧号为 N；由于超帧计数器一次循环需要大约 37 小时（在 2.5 Gbit/s），OLT 可以提前 37 小时选择这个时间参考帧，且该时间参考帧应该足够远，确保 ONU 在接收到第 N 个时间参考帧时，已准备好进行同步处理。示例的，OLT 选择的时间参考帧可以是 GTC（GPON 传输汇聚层）帧。OLT 执行这个过程可以每 24 小时一次，以及在有新的 ONU 被激活时执行。

OLT 选定时间参考帧后 OLT 已知其发送第 N 个时间参考帧的时刻 T_{sendN} ，此时还需要计算 OLT 与 ONU 之间的往返时延 T_{RTT} 。 T_{RTT} 的计算过程与现有技术中相同，具体可以是：以 OLT 的系统时钟为准，OLT 记录 OLT 发送一个数据帧到 ONU 的时刻 t_1 ，以及 OLT 接收到 ONU 根据同一数据帧反馈的响应的时刻 t_2 ，这样就可获得 OLT 与 ONU 之间的 T_{RTT} 为 $t_2 - t_1$ ；当然为了保证 T_{RTT} 的精确性，可以多测量几组时间，以计算平均值的方法计算获得 T_{RTT} 。

OLT 预先计算出 T_{RTT} 后，就将该 OLT 发送第 N 个时间参考帧的时刻 T_{sendN} 、所述 N 的值、OLT 与 ONU 之间的往返时延 T_{RTT} 发送给 ONU。

步骤 202、根据所述 T_{sendN} 、 T_{RTT} 、以及预存的 ONU 内部延时，计算获

得 ONU 接收到第 N 个时间参考帧的时刻 T_{receiveN} 。

在 PON 系统中，为了保证不同 ONU 发送的数据可以同时到达 OLT，不在分光器上产生冲突，需要以最远的 ONU 为基准计算最远的 ONU 到 OLT 的时延并精确计算两者之间的距离，对别的距离较近的 ONU 增加一个延
5 时，使之发送的数据到达 OLT 的时间与最远的 ONU 一致，这个延时就叫做均衡延时，OLT 会为各个 ONU 配置一个均衡延时 T_{EqD} 。ONU 接收到数据帧后对数据帧识别并响应的的时间记为 ONU 的响应时间，ONU 的响应时间 T_{Rsp} 为 ONU 已知的。

所述 ONU 会预先计算出 ONU 内部延时 Δ_{ONU} ，ONU 内部延时 Δ_{ONU} 包括
10 ONU 的均衡延时 T_{EqD} 以及 ONU 的响应时间 T_{Rsp} ，即 $\Delta_{\text{ONU}} = T_{\text{EqD}} + T_{\text{Rsp}}$ 。

ONU 接收到第 N 个时间参考帧的时刻 T_{receiveN} 满足以下公式：

$$T_{\text{receiveN}} = T_{\text{sendN}} + (T_{\text{RTT}} - \Delta_{\text{ONU}}) \frac{n_{\text{下}}}{n_{\text{上}} + n_{\text{下}}};$$

其中，往返时延 T_{RTT} 减去 ONU 的内部延时 Δ_{ONU} 的计算结果为数据帧在
光纤上的下行传输时延以及响应在光纤上的上行传输时延之和；下行传输
15 时光波长的相对折射率为 $n_{\text{下}}$ ，上行传输时光波长的相对折射率为 $n_{\text{上}}$ ，则数

据帧在光纤上的下行传输时延为 $(T_{\text{RTT}} - \Delta_{\text{ONU}}) \frac{n_{\text{下}}}{n_{\text{上}} + n_{\text{下}}}$ ；OLT 发送第 N 个时

间参考帧的时刻 T_{sendN} 加上数据帧的下行传输时延 $(T_{\text{RTT}} - \Delta_{\text{ONU}}) \frac{n_{\text{下}}}{n_{\text{上}} + n_{\text{下}}}$ 为第

N 个数据帧传输到 ONU 的时刻即 ONU 接收到第 N 个数据帧的时刻 T_{receiveN} 。

步骤 203、在接收到第 N 个时间参考帧时，更新 ONU 的系统时钟为同
20 步时刻，所述同步时刻为所述 T_{receiveN} 加上预存的更新耗时。

在步骤 201 中已经说明 OLT 选择的时间参考帧应该足够远，保证 ONU 在接收到第 N 个时间参考帧时，已经通过步骤 202 计算出第 N 个数据帧传
输到 ONU 的时刻 T_{receiveN} 。这样 ONU 在接收到数据帧后，当接收到的所述

数据帧为时间参考帧且超帧号为所述 N 时，确定接收到的数据帧为第 N 个时间参考帧；在确定接收到的所述数据帧为第 N 个时间参考帧时，更新所述 ONU 的系统时钟为同步时刻。这个确定并更新的过程需要耗费一定的时间，故所述同步时刻为所述 T_{receiveN} 加上预存的更新耗时。

- 5 示例的，ONU 在接收到一个新的数据帧后，将该数据帧从 ONU 的 pon 接口输入到开始定界的延时，这个时间是 serdes 的延时记为 T1；对输入数据帧进行定界对齐输出的延时记为 T2；确定接收到的数据帧是否为第 N 个时间参考帧以及在确定接收到的数据帧是第 N 个时间参考帧时产生脉冲触发更新所述同步时刻的延时记为 T3，则更新耗时为 $T1+T2+T3$ 。T1、T2、
10 T3 都是 ONU 的内部模块处理数据所需的时间，这些时间都是已知的，可以将更新耗时计算好后预存在 ONU 中。

为了防止超帧计数器循环过，OLT 每发送过来的一个第 N 个时间参考帧的时刻 T_{sendN} ，以及所述 N 的值，ONU 就使用一次上述方法更新一次系统时钟。上述方法是针对所述 OLT 控制下的任意一个 ONU 来实施的。

- 15 将上述方法应用到 ONU 的具体实例中，举例如下：

所述 ONU 中包括中央处理器（CPU）、GPON 媒体访问控制（MAC）和任务管理（TM）这 3 个模块。OLT 向所述 ONU 发送 OLT 发送第 N 个时间参考帧的时刻 T_{sendN} 、所述 N 的值、所述 OLT 与 ONU 之间的往返时延 T_{RTT} ，所述 ONU 接收到这些信息后通过光网络单元管理控制接口（OMCI）
20 通道将 T_{sendN} 、N 值以及 T_{RTT} 提取给所述 ONU 的 CPU。

所述 CPU 基于公式：
$$T_{\text{receiveN}} = T_{\text{sendN}} + (T_{\text{RTT}} - \Delta_{\text{ONU}}) \frac{n_{\text{下}}}{n_{\text{上}} + n_{\text{下}}}$$
，计算出所述 ONU 接收到第 N 个时间参考帧的时刻 T_{receiveN} ，然后所述 CPU 从寄存器读取预存储的更新耗时，与 T_{receiveN} 相加后得出同步时刻，将所述同步时刻写入 TM 中的 ToD 计数器更新电路的寄存器 gpn_updt_reg 中。所述 ONU
25 的 CPU 将所述 N 值写入 GMAC 的寄存器。

这样所述 GMAC 在每次收到一个新的时间参考帧后确定接收到的时间参考帧的超帧号是否为 N。如果为 N，那么产生一个脉冲 gpn_updt_ena 送给 TM 中的 ToD 计数器更新电路，通知 ToD 计数器更新电路更新所述同步时刻。

- 5 本实施例方法，根据 OLT 发送第 N 个时间参考帧的时刻 T_{sendN} 、OLT 与 ONU 之间的往返时延 T_{RTT} 以及预存的 ONU 内部延时 Δ_{ONU} 计算获得 ONU 接收到第 N 个时间参考帧的时刻 T_{receiveN} ；并在接收到第 N 个时间参考帧时，更新 ONU 的系统时钟为同步时刻，所述同步时刻为所述 T_{receiveN} 加上更新耗时。与现有技术相比，本发明实施例考虑到了 ONU 内部延时 Δ_{ONU} 以及更
- 10 新耗时，这样可以更加精准地同步 OLT 和 ONU 的系统时钟。

实施例 2

本发明实施例提供了一种 PON 系统的时钟同步装置，该装置可以设置在 ONU 上，如图 3 所示，所述装置包括：接收模块 301、计算模块 302、确定模块 303、更新模块 304，其中，

- 15 接收模块 301，配置为接收光线路终端 OLT 发送第 N 个时间参考帧的时刻 T_{sendN} 、所述 N 值、所述 OLT 与光网络单元 ONU 之间的往返时延 T_{RTT} ；所述 N 为大于等于 1 的整数。所述时间参考帧用超帧计数器标识。

- 计算模块 302，配置为根据所述接收模块 301 接收到的 T_{sendN} 和 T_{RTT} ，以及预存的 ONU 内部延时 Δ_{ONU} 计算获得 ONU 接收到第 N 个时间参考帧的
- 20 时刻 T_{receiveN} ；其中，所述 ONU 内部延时 Δ_{ONU} 包括 ONU 的均衡延时 T_{EqD} 以及 ONU 的响应时间 T_{Rsp} 。

可选的，所述计算模块 302，配置为根据 $T_{\text{receiveN}} = T_{\text{sendN}} + (T_{\text{RTT}} - \Delta_{\text{ONU}})$

$\frac{n_{\text{下}}}{n_{\text{上}} + n_{\text{下}}}$ 计算获得所述 T_{receiveN} ；其中， $n_{\text{下}}$ 为下行传输时光波长的相对折射率，

$n_{\text{上}}$ 为上行传输时光波长的相对折射率。

所述接收模块 301, 还配置为接收数据帧。

确定模块 303, 配置为确定所述接收模块 301 接收到的数据帧是否为第 N 个时间参考帧。可选的, 所述时间参考帧用超帧计数器标识; 则所述确定模块 303, 具体用于在所述接收模块 301 接收的所述数据帧为时间参考帧且
5 超帧号为所述 N 时, 确定接收到的数据帧为第 N 个时间参考帧。

更新模块 304, 配置为在所述确定模块 303 确定接收到的数据帧为第 N 个时间参考帧时, 更新 ONU 的系统时钟为同步时刻, 所述同步时刻为所述计算模块 302 计算出的 $T_{\text{receive}N}$ 加上更新耗时。

在实际应用中, 所述接收模块 301、计算模块 302、确定模块 303、更
10 新模块 304 可以由位于 ONU 上的中央处理器 (CPU)、微处理器 (MPU)、数字信号处理器 (DSP) 或现场可编程门阵列 (FPGA) 等器件实现。

本领域内的技术人员应明白, 本发明的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此, 本发明可采用硬件实施例、软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且, 本发明可采用在一个或多个其
15 中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质 (包括但不限于磁盘存储器和光学存储器等) 上实施的计算机程序产品的形式。

本发明是参照根据本发明实施例的方法、设备 (系统)、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和
20 /或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器, 使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

25 这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理

设备以特定方式工作的计算机可读存储器中，使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品，该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

5 这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上，使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理，从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

10 本发明实施例还提供一种计算机存储介质，所述计算机存储介质中存储有计算机可执行指令，所述计算机可执行指令用于执行上述无源光网络PON系统的时钟同步方法的至少其中之一，例如图2所示的方法。所述计算机存储介质可为光盘、硬盘、U盘或闪盘等存储介质，可选为非瞬间存储介质。

15 以上所述，仅为本发明的较佳实施例而已，并非用于限定本发明的保护范围凡按照本发明原理所作的修改，都应当理解为落入本发明的保护范围。

权利要求书

1、一种无源光网络 PON 系统的时钟同步方法，所述方法包括：

接收光线路终端 OLT 发送第 N 个时间参考帧的时刻 T_{sendN} 、所述 N 的值、所述 OLT 与光网络单元 ONU 之间的往返时延 T_{RTT} ；所述 N 为大于等于 1 的整数；

根据所述 T_{sendN} 、 T_{RTT} 、以及预存的 ONU 内部延时 Δ_{ONU} ，计算获得所述 ONU 接收到第 N 个时间参考帧的时刻 T_{receiveN} ；

在确定接收到的数据帧为第 N 个时间参考帧时，更新所述 ONU 的系统时钟为同步时刻，所述同步时刻为所述 T_{receiveN} 加上预存的更新耗时。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述 ONU 内部延时 Δ_{ONU} 包括 ONU 的均衡延时 T_{EqD} 以及 ONU 的响应时间 T_{Rsp} 。

3、根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述根据所述 T_{sendN} 、 T_{RTT} 、以及预存的 ONU 内部延时 Δ_{ONU} ，计算获得所述 ONU 接收到第 N 个时间参考帧的时刻 T_{receiveN} 包括：

根据 $T_{\text{receiveN}} = T_{\text{sendN}} + (T_{\text{RTT}} - \Delta_{\text{ONU}}) \frac{n_{\text{下}}}{n_{\text{上}} + n_{\text{下}}}$ 计算获得所述 T_{receiveN} ；

其中， $n_{\text{下}}$ 为下行传输时光波长的相对折射率， $n_{\text{上}}$ 为上行传输时光波长的相对折射率。

4、根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述时间参考帧使用超帧计数器标识，则在确定接收到的数据帧为第 N 个时间参考帧时，更新所述 ONU 的系统时钟为同步时刻，包括：

当接收到的所述数据帧为时间参考帧且超帧号为所述 N 时，确定接收到的数据帧为第 N 个时间参考帧。

5、一种无源光网络 PON 系统的时钟同步装置，所述装置包括：

接收模块，配置为接收光线路终端 OLT 发送第 N 个时间参考帧的时刻 T_{sendN} 、所述 N 值、所述 OLT 与光网络单元 ONU 之间的往返时延 T_{RTT} ；所述 N 为大于等于 1 的整数；

计算模块，配置为根据所述接收模块接收到的 T_{sendN} 、 T_{RTT} 、以及预存的 ONU 内部延时 Δ_{ONU} ，计算获得 ONU 接收到第 N 个时间参考帧的时刻 T_{receiveN} ；

所述接收模块，还配置为于接收数据帧；

确定模块，配置为确定所述接收模块接收到的数据帧是否为第 N 个时间参考帧；

更新模块，配置为在所述确定模块确定接收到的数据帧为第 N 个时间参考帧时，更新 ONU 的系统时钟为同步时刻，所述同步时刻为所述计算模块计算出的 T_{receiveN} 加上预存的更新耗时。

6、根据权利要求 5 所述的装置，其中，所述 ONU 内部延时 Δ_{ONU} 包括 ONU 的均衡延时 T_{EqD} 以及 ONU 的响应时间 T_{Rsp} 。

7、根据权利要求 5 所述的装置，其中，所述计算模块，配置为根据 $T_{\text{receiveN}} = T_{\text{sendN}} + (T_{\text{RTT}} - \Delta_{\text{ONU}}) \frac{n_{\text{下}}}{n_{\text{上}} + n_{\text{下}}}$ 计算获得所述 T_{receiveN} ；

其中， $n_{\text{下}}$ 为下行传输时光波长的相对折射率， $n_{\text{上}}$ 为上行传输时光波长的相对折射率。

8、根据权利要求 5 所述的装置，其中，所述时间参考帧使用超帧计数器标识；则

所述确定模块，配置为在所述接收模块接收的所述数据帧为时间参考帧且超帧号为所述 N 时，确定接收到的数据帧为第 N 个时间参考帧。

9、一种计算机存储介质，所述计算机存储介质中存储有计算机可执行指令，所述计算机可执行指令用于执行权利要求 1 至 4 所述方法的至少其中之一。



图 1

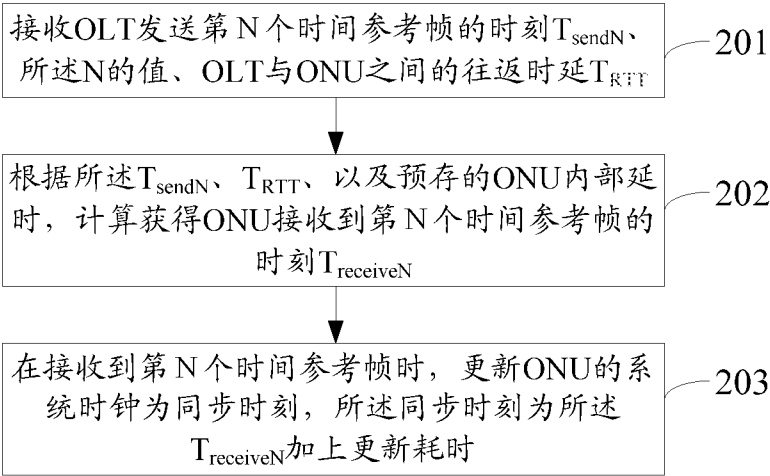


图 2

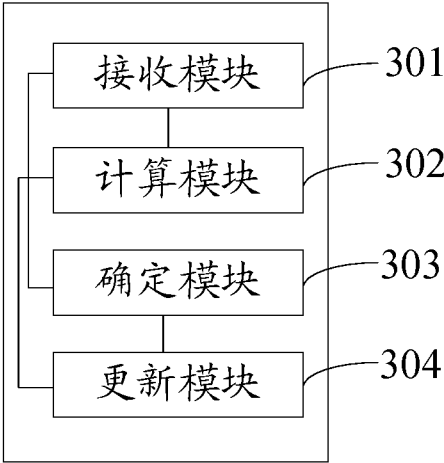


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2015/092280

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 7/033 (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)

H04B, H04L

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNXTX; CNABS; CNKI: passive optical network, PON, passive optical network, OLT, clock synchronization, time synchronization, time reference frame;

VEN: passive optical network, PON, optical line terminal, time, clock, synchroniz+, time reference frame

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103905933 A (STATE GRID CORPORATION OF CHINA et al.), 02 July 2014 (02.07.2014), claim 1	1-9
A	CN 101431385 A (ZTE CORP.), 13 May 2009 (13.05.2009), the whole document	1-9
A	CN 101945468 A (DATANG MOBILE COMMUNICATIONS EQUIPMENT CO., LTD.), 12 January 2011 (12.01.2011), the whole document	1-9
A	CN 102195736 A (ZTE CORP.), 21 September 2011 (21.09.2011), the whole document	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 13 January 2016 (13.01.2016)	Date of mailing of the international search report 01 February 2016 (01.02.2016)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer YANG, Xiaoman Telephone No.: (86-10) 62411492

International application No.
PCT/CN2015/092280

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2015/092280

A. 主题的分类

H04L 7/033 (2006.01) i

按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)

H04B, H04L

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))

CNTXT; CNABS; CNKI: 无源光网络, PON, 光线路终端, OLT, 时钟同步, 时间同步, 时间参考帧; VEN: passive optical network, PON, optical line terminal, time, clock, synchroniz+, time reference frame

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 103905933 A (国家电网公司 等) 2014年 7月 2日 (2014 - 07 - 02) 权利要求1	1-9
A	CN 101431385 A (中兴通讯股份有限公司) 2009年 5月 13日 (2009 - 05 - 13) 全文	1-9
A	CN 101945468 A (大唐移动通信设备有限公司) 2011年 1月 12日 (2011 - 01 - 12) 全文	1-9
A	CN 102195736 A (中兴通讯股份有限公司) 2011年 9月 21日 (2011 - 09 - 21) 全文	1-9

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2016年 1月 13日

国际检索报告邮寄日期

2016年 2月 1日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

杨晓曼

传真号 (86-10) 62019451

电话号码 (86-10) 62411492

国际申请号	PCT/CN2015/092280
-------	-------------------

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	103905933	A	2014年 7月 2日	无	
CN	101431385	A	2009年 5月 13日	CN	101431385 B 2012年 3月 7日
CN	101945468	A	2011年 1月 12日	CN	101945468 B 2012年 12月 26日
CN	102195736	A	2011年 9月 21日	CN	102195736 B 2015年 11月 25日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)