



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102907047 B

(45) 授权公告日 2014. 05. 14

(21) 申请号 201280001362. 1

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2012. 01. 27

H04L 12/44 (2006. 01)

(30) 优先权数据

2011-039740 2011. 02. 25 JP

(56) 对比文件

JP 2009-55301 A, 2009. 03. 12, 全文.

WO 2011/021307 A1, 2011. 02. 24, 全文.

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 11. 16

审查员 刘心蕾

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2012/051825 2012. 01. 27

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/114827 JA 2012. 08. 30

(73) 专利权人 三菱电机株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 向井宏明 田野文彦 田中正基

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 李今子

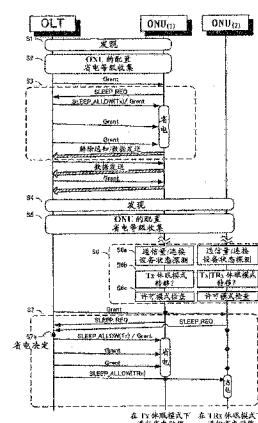
权利要求书5页 说明书28页 附图25页

(54) 发明名称

通信系统、站侧通信装置、使用者侧通信装置、通信方法、以及控制装置

(57) 摘要

OLT (1) 具备 :OLT 控制部(2),生成针对第 1 省电动作和第 2 省电动作指定不同的停歇期间而控制 ONU (10 - 1) 的省电动作的控制信号,第 1 省电动作一边将 ONU (10 - 1) 的光发送器(141) 控制为省电状态一边使光接收器(142) 动作,第 2 省电动作将光发送器(141) 以及光接收器(142) 控制为省电状态 ;以及站侧发送器,将由 OLT 控制部(2)生成的控制信号发送给 ONU。ONU (10 - 1) 具备 ONU 控制部(11),经由光接收器(142)接收控制信号,根据控制信号中指定的停歇期间选择性地执行第 1 省电动作以及第 2 省电动作。



1. 一种通信系统,具备站侧通信装置即 OLT 以及使用者侧通信装置即 ONU,所述 ONU 经由连接到通信线路的使用者侧发送器以及使用者侧接收器而与所述 OLT 进行通信,所述通信系统的特征在于,

所述 OLT 具备:

OLT 控制部,生成针对第 1 省电动作和第 2 省电动作指定不同的停歇期间来控制所述 ONU 的省电动作的控制信号,其中,所述第 1 省电动作一边将所述使用者侧发送器控制为省电状态一边使所述使用者侧接收器动作,所述第 2 省电动作将所述使用者侧发送器以及所述使用者侧接收器控制为省电状态;以及

站侧发送器,将由所述 OLT 控制部生成的所述控制信号发送给所述 ONU,

所述 ONU 具备 ONU 控制部,该 ONU 控制部经由所述使用者侧接收器接收所述控制信号,根据所述控制信号中指定的停歇期间,选择性地执行所述第 1 省电动作以及所述第 2 省电动作。

2. 根据权利要求 1 所述的通信系统,其特征在于,

所述 OLT 控制部在获取所述 ONU 的能力信息并执行所述通信线路中的通信设定时,指定多个所述不同的停歇期间并作为所述控制信号发送给所述 ONU,

所述 ONU 控制部在所述通信设定中,存储所述多个不同的停歇期间,在执行所述通信设定之后执行所述第 1 省电动作或者第 2 省电动作的情况下,从多个所述停歇期间中选择与所执行的省电动作对应的停歇期间,由此可变地控制所述停歇期间。

3. 根据权利要求 2 所述的通信系统,其特征在于,

所述第 1 省电动作中的停歇期间比所述第 2 省电动作中的停歇期间长。

4. 根据权利要求 2 所述的通信系统,其特征在于,

各停歇期间是根据在对应的省电动作中产生的延迟时间和通过该停歇期间削减的电力消耗来决定的。

5. 根据权利要求 1 ~ 4 中的任意一项所述的通信系统,其特征在于,

所述 ONU 控制部选择性地执行第 1 省电模式和第 2 省电模式,其中,所述第 1 省电模式使所述使用者侧发送器以所述第 1 省电动作中的停歇期间为间歇停歇期间而间歇性地停歇,所述第 2 省电模式使所述使用者侧发送器以及所述使用者侧接收器以所述第 2 省电动作中的停歇期间为间歇停歇期间而间歇性地停歇,

所述 ONU 具备:

电力消耗信息存储部,当将在所述间歇停歇期间之后使所述使用者侧发送器临时地启动的期间或者使所述使用者侧发送器以及所述使用者侧接收器临时地启动的期间设为临时启动时间时,用于将每个省电模式的、所述间歇停歇期间与所述临时启动时间之比和电力消耗的对应存储为电力消耗信息;以及

省电模式选择部,针对每个省电模式,根据所设定的所述间歇停歇期间以及所述临时启动时间和所述电力消耗信息,求出电力消耗,根据所求出的每个省电模式的电力消耗,选择省电模式,

所述 ONU 执行由所述省电模式选择部选择出的省电模式,向所述 OLT 通知所述选择出的省电模式。

6. 根据权利要求 1 ~ 4 中的任意一项所述的通信系统,其特征在于,

所述 ONU 控制部选择性地执行第 1 省电模式和第 2 省电模式,其中,所述第 1 省电模式使所述使用者侧发送器以所述第 1 省电动作中的停歇期间为间歇停歇期间而间歇性地停歇,所述第 2 省电模式使所述使用者侧发送器以及所述使用者侧接收器以所述第 2 省电动作中的停歇期间为间歇停歇期间而间歇性地停歇,

所述 OLT 具备:

电力消耗信息存储部,当将在所述间歇停歇期间之后使所述使用者侧发送器临时地启动的期间或者使所述使用者侧发送器以及所述使用者侧接收器临时地启动的期间设为临时启动时间时,针对每个 ONU,将每个省电模式的、所述间歇停歇期间与所述临时启动时间之比和电力消耗的对应存储为电力消耗信息;以及

省电模式选择部,针对每个省电模式,根据所设定的所述间歇停歇期间以及所述临时启动时间和所述电力消耗信息,求出电力消耗,根据所求出的每个省电模式的电力消耗,选择省电模式,

所述 OLT 向所述 ONU 通知所选择出的省电模式,

所述 ONU 执行从所述 OLT 通知到的省电模式。

7. 根据权利要求 6 所述的通信系统,其特征在于,

从所述 ONU 向所述 OLT 发送所述电力消耗信息。

8. 一种站侧通信装置,与使用者侧通信装置经由通信线路连接,其特征在于,具备:

控制部,生成针对使所述使用者侧通信装置的发送器或接收器、或者、发送器以及接收器间歇性地停歇的省电模式控制所述省电模式下的所述使用者侧通信装置的动作以使所述使用者侧通信装置能够切换多个停歇期间的控制信号;以及

发送器,将由所述控制部生成的所述控制信号发送给所述使用者侧通信装置。

9. 根据权利要求 8 所述的站侧通信装置,其特征在于,

具备存储单元,该存储单元将针对第 1 省电模式的第 1 省电期间和针对第 2 省电模式的第 2 省电期间存储为所述停歇期间,其中,所述第 1 省电模式一边将所述使用者侧通信装置的发送器控制为省电状态一边使所述使用者侧通信装置的接收器动作,所述第 2 省电模式将所述使用者侧通信装置的发送器以及所述使用者侧通信装置的接收器控制为省电状态。

10. 根据权利要求 8 所述的站侧通信装置,其特征在于,

所述控制部在所述控制信号中插入第 1 省电期间和第 2 省电期间,其中,所述第 1 省电期间是针对所述使用者侧通信装置的发送器的所述停歇期间,所述第 2 省电期间是针对所述使用者侧通信装置的接收器的所述停歇期间。

11. 根据权利要求 8 ~ 10 中的任意一项所述的站侧通信装置,其特征在于,

所述控制部在所述控制信号中插入临时启动时间,所述临时启动时间是在所述省电模式下所述使用者侧通信装置在所述停歇期间之后使所述使用者侧通信装置的发送器或者接收器临时地启动的期间中的启动时间。

12. 根据权利要求 11 所述的站侧通信装置,其特征在于,具备:

电力消耗信息存储部,针对每个 ONU,将每个省电模式的、省电期间与所述临时启动时间之比和电力消耗的对应存储为电力消耗信息;以及

省电模式选择部,针对每个省电模式,根据所设定的所述省电期间、以及所设定的所述

临时启动时间和所述电力消耗信息,求出电力消耗,根据所求出的每个省电模式的电力消耗,选择省电模式。

13. 根据权利要求 8 ~ 10 中的任意一项所述的站侧通信装置,其特征在于,

所述控制部获取所述使用者侧通信装置的能力信息,在执行所述通信线路上的通信协议中的通信设定时,在所述控制信号中指定所述停歇期间并发送给所述使用者侧通信装置,

在开始了基于所述通信设定的通信之后,对所述使用者侧通信装置许可执行所述省电模式的情况下,将许可信号发送给所述使用者侧通信装置。

14. 根据权利要求 9 所述的站侧通信装置,其特征在于,

所述控制部生成在所述第 1 省电期间使向所述使用者侧通信装置的发送器的电力供给间歇性地停歇的第 1 控制信号以及在所述第 2 省电期间使向所述使用者侧通信装置的发送器以及接收器的电力供给间歇性地停歇的第 2 控制信号。

15. 根据权利要求 14 所述的站侧通信装置,其特征在于,

所述控制部将使向所述使用者侧通信装置的发送器的电力供给间歇性地停歇的第 1 省电模式下的电力消耗和在所述第 2 省电期间使向所述使用者侧通信装置的发送器以及接收器的电力供给间歇性地停歇的第 2 省电模式下的电力消耗相等的下行延迟时间设为阈值,在下行容许延迟时间比该阈值短的情况下,将所述使用者侧通信装置的省电模式决定为所述第 1 省电模式,并生成所述第 1 控制信号。

16. 根据权利要求 15 所述的站侧通信装置,其特征在于,

所述控制部生成具有与所述第 1 省电期间相关的时间信息的第 3 控制信号以及具有与所述第 2 省电期间相关的时间信息的第 4 控制信号。

17. 一种使用者侧通信装置,根据从站侧通信装置发送的控制信号,与所述站侧通信装置进行通信,其特征在于,具备:

接收器,从所述站侧通信装置接收与省电动作相关的控制信号,并且通过使接收功能的一部分或者全部停歇来能够转移到降低电力消耗的省电状态;

发送器,将发送信号发送给所述站侧通信装置,并且通过使发送功能的一部分或者全部停歇来能够转移到降低电力消耗的省电状态;以及

控制部,根据由所述接收器接收到的所述控制信号,从多个省电期间中选择要使用的省电期间,根据该选择出的省电期间将所述接收器或所述发送器、或者、所述接收器以及所述发送器控制为省电状态。

18. 根据权利要求 17 所述的使用者侧通信装置,其特征在于,

所述控制部使用第 1 省电模式、第 2 省电模式以及第 3 省电模式中的至少 2 个省电模式来控制所述接收器以及所述发送器,其中,所述第 1 省电模式仅使所述接收器以及所述发送器中的所述发送器向省电状态转移,所述第 2 省电模式使所述接收器以及所述发送器向省电状态转移,所述第 3 省电模式仅使所述接收器以及所述发送器中的所述接收器向省电状态转移,

所述多个省电期间分别是与各省电模式对应地设定的。

19. 根据权利要求 18 所述的使用者侧通信装置,其特征在于,

所述接收器接收第 1 控制信号以及第 2 控制信号,其中,所述第 1 控制信号具有与作为

所述第 1 省电模式的省电期间的第 1 省电期间相关的时间信息,所述第 2 控制信号具有与作为所述第 2 省电模式的省电期间的第 2 省电期间相关的时间信息,

所述控制部根据由所述接收器接收到的所述第 1 控制信号,在所述第 1 省电期间使向所述发送器的电力供给间歇性地停歇,根据由所述接收器接收到的所述第 2 控制信号,在所述第 2 省电期间使向所述发送器以及所述接收器的电力供给间歇性地停歇。

20. 根据权利要求 17 所述的使用者侧通信装置,其特征在于,

所述控制部使用第 1 省电模式、第 2 省电模式以及第 3 省电模式中的至少 2 个省电模式来控制所述接收器以及所述发送器,其中,所述第 1 省电模式仅使所述接收器以及所述发送器中的所述发送器向省电状态转移,所述第 2 省电模式使所述接收器以及所述发送器向省电状态转移,所述第 3 省电模式仅使所述接收器以及所述发送器中的所述接收器向省电状态转移,

所述多个省电期间中的第 1 省电期间是针对所述发送器的省电期间,所述多个省电期间中的第 2 省电期间是针对所述接收器的省电期间。

21. 根据权利要求 17 所述的使用者侧通信装置,其特征在于,

所述控制部选择性地执行第 1 省电模式和第 2 省电模式,其中,所述第 1 省电模式仅使所述接收器以及所述发送器中的所述发送器向省电状态转移,所述第 2 省电模式使所述接收器以及所述发送器向省电状态转移,

所述接收器接收第 1 控制信号以及第 2 控制信号,其中,所述第 1 控制信号具有与作为所述第 1 省电模式的省电期间的第 1 省电期间相关的时间信息,所述第 2 控制信号具有与作为所述第 2 省电模式的省电期间的第 2 省电期间相关的时间信息,

所述控制部根据所述第 1 控制信号,将所述第 1 省电期间作为停歇期间而使向所述发送器的电力供给间歇性地停歇,根据所述第 2 控制信号,将所述第 2 省电期间作为省电期间而使向所述发送器以及所述接收器的电力供给间歇性地停歇,

所述使用者侧通信装置具备:

电力消耗信息存储部,当将在所述省电期间之后使所述发送器临时地启动的期间或者使所述发送器以及所述接收器临时地启动的期间设为临时启动时间时,针对每个 ONU,将每个省电模式的、所述省电期间与所述临时启动时间之比和电力消耗的对应存储为电力消耗信息;以及

省电模式选择部,针对每个省电模式,根据所设定的所述省电期间以及所述临时启动时间和所述电力消耗信息,求出电力消耗,根据所求出的每个省电模式的电力消耗,选择省电模式。

22. 一种通信方法,是在具备站侧通信装置即 OLT 以及使用者侧通信装置即 ONU 的通信系统中使用的通信方法,所述 OLT 控制所述 ONU 的第 1 省电动作以及与所述第 1 省电动作不同的第 2 省电动作,该通信方法的特征在于,具备:

所述 OLT 将与所述 ONU 的第 1 省电动作相关的第 1 省电期间和与所述第 2 省电动作相关的第 2 省电期间发送给所述 ONU 的步骤;

所述 ONU 接收从所述 OLT 发送的控制信号的步骤;

所述 ONU 判断是否进行省电动作的步骤;以及

所述 ONU 根据所述判断的结果,在所述第 1 省电期间进行所述第 1 省电动作,并在所述

第 2 省电期间进行所述第 2 省电动作的步骤。

23. 根据权利要求 22 所述的通信方法,其特征在于,

在所述第 1 省电动作中,所述 ONU 的发送器以及接收器中的所述发送器以省电状态动作,在所述第 2 省电动作中,所述发送器以及所述接收器以省电状态动作,并且所述第 1 省电期间比所述第 2 省电期间长。

24. 根据权利要求 22 所述的通信方法,其特征在于,

具备所述 OLT 将与所述 ONU 的第 1 省电动作相关的第 1 启动期间和与所述第 2 省电动作相关的第 2 启动期间发送给所述 ONU 的步骤。

25. 根据权利要求 24 所述的通信方法,其特征在于,具备:

所述 ONU 或者 OLT 针对每个 ONU 将每个省电模式的、所述第 1 省电期间或者第 2 省电期间与所述第 1 启动时间或者第 2 启动时间之比和电力消耗的对应存储为电力消耗信息的步骤;

所述 ONU 或者 OLT 针对每个省电模式,根据所设定的所述第 1 省电期间或者第 2 省电期间、所设定的所述第 1 启动时间或者第 2 启动时间和所述电力消耗信息,求出电力消耗,根据所求出的每个省电模式的电力消耗,选择省电模式的步骤;以及

所述 ONU 执行所选择出的省电模式的步骤。

26. 一种控制装置,是与使用者侧通信装置即 ONU 经由线路连接并控制该 ONU 的动作的站侧通信装置的控制装置,

所述 ONU 具备:接收器,通过使接收功能的一部分或者全部停歇而能够转移到降低电力消耗的省电状态;以及发送器,通过使发送功能的一部分或者全部停歇而能够转移到降低电力消耗的省电状态,

该控制装置的特征在于,

所述控制装置生成控制信号,该控制信号是针对省电模式控制所述省电模式下的所述 ONU 的动作以使所述 ONU 能够切换多个停歇期间的控制信号,所述省电模式是使所述 ONU 的所述发送器或所述接收器、或者、所述发送器以及所述接收器间歇性地停歇的模式。

27. 一种控制装置,是设置在使用者侧通信装置的控制装置,

所述使用者侧通信装置具备:接收器,从站侧通信装置接收与省电动作相关的控制信号并且通过使接收功能的一部分或者全部停歇而能够转移到降低电力消耗的省电状态;以及发送器,将发送信号发送给所述站侧通信装置,并且通过使发送功能的一部分或者全部停歇而能够转移到降低电力消耗的省电状态,

该控制装置的特征在于,

所述控制装置根据由所述接收器接收到的所述控制信号,从多个省电期间中选择要使用的省电期间,根据该选择出的省电期间,将所述接收器或所述发送器、或者、所述发送器以及所述接收器控制为省电状态。

通信系统、站侧通信装置、使用者侧通信装置、通信方法、以及控制装置

技术领域

[0001] 本发明涉及多个终端通过共同的线路连接的通信系统、通信方法,例如涉及由 OLT (Optical Line Terminal :站侧通信装置) 和多个 ONU (Optical Network Unit :使用者侧通信装置) 构成的 PON (Passive Optical Network,无源光网络) 系统等。

背景技术

[0002] 在 PON 系统中,为了避免从 ONU 发送的上行方向的数据冲突,在 OLT 与 ONU 之间取得同步地进行通信。OLT 计划给予针对各 ONU 的发送许可,以使上行方向的数据不冲突。此时,OLT 考虑与各 ONU 之间的距离所致的延迟。因此,OLT 进行与各 ONU 之间的往返时间的测量、存活用的通信,但在利用光纤的传送中,有抖动、漂移等传送路的变动,所以需要周期性地测量。

[0003] 另一方面,并不总是进行数据通信,例如在夜间等完全不进行数据通信。但是,如上所述,不论有无数据通信,都周期性地测量往返时间的测量、存活用的信号的发送接收。在不进行数据通信的情况下也为了测量往返时间而使 ONU 始终处于可通信的状态,这会浪费电力。因此,研究了通过从 ONU 要求向省电状态转移而使 ONU 间歇性地转变到省电状态的技术。

[0004] 另外,以往,有如下 PON 系统:OLT 生成无需通信的 ONU 的电源控制信号,并控制该 ONU 的发送电路以及接收电路的电源(专利文献 1)。在该 PON 系统中,OLT 对 ONU 的电源接通(ON)/断开(OFF)进行远程控制,所以能够降低系统整体的电力消耗。

[0005] 【专利文献 1】日本特开平 7 - 154369 号公报

发明内容

[0006] 在专利文献 1 记载的 PON 系统中,没有与 ONU 的省电期间相关的记载。但是,在对 ONU 那样的终端装置所提供的通信服务中,有各种要求条件,例如存在如下课题:如果设置省电期间,则终端装置无法响应的期间变长,所以延迟时间变长,如果使低延迟性优先,则无法使发送接收器停歇,无法降低电力消耗。

[0007] 本发明的通信系统,具备站侧通信装置(以下称为 OLT)以及使用者侧通信装置(以下称为 ONU),ONU 经由连接到通信线路的使用者侧发送器以及使用者侧接收器而与 OLT 进行通信,OLT 具备:OLT 控制部,生成针对第 1 省电动作和第 2 省电动作指定不同的停歇期间来控制 ONU 的省电动作的控制信号,其中,第 1 省电动作一边将使用者侧发送器控制为省电状态一边使使用者侧接收器动作,第 2 省电动作将使用者侧发送器以及使用者侧接收器控制为省电状态;以及站侧发送器,将由 OLT 控制部生成的控制信号发送给 ONU,ONU 具备 ONU 控制部,该 ONU 控制部经由使用者侧接收器接收控制信号,根据控制信号中指定的停歇期间,选择性地执行第 1 省电动作以及第 2 省电动作。

[0008] 本发明的站侧通信装置,与使用者侧通信装置经由通信线路连接,具备:控制部,

生成针对使使用者侧通信装置的发送器或者接收器间歇性地停歇的省电模式控制省电模式下的使用者侧通信装置的动作以使使用者侧通信装置能够切换多个停歇期间的控制信号；以及发送器，将由控制部生成的控制信号发送给使用者侧通信装置。

[0009] 本发明的使用者侧通信装置，根据从站侧通信装置发送的控制信号，与站侧通信装置进行通信，具备：接收器，从站侧通信装置接收与省电动作相关的控制信号，并且通过使接收功能的一部分或者全部停歇来能够转移到降低电力消耗的省电状态；发送器，将发送信号发送给站侧通信装置，并且通过使发送功能的一部分或者全部停歇来能够转移到降低电力消耗的省电状态；以及控制部，根据由接收器接收到的控制信号，从多个省电期间中选择要使用的省电期间，根据该选择出的省电期间将接收器或者发送器控制为省电状态。

[0010] 本发明的通信方法，是在具备站侧通信装置（以下称为 OLT）以及使用者侧通信装置（以下称为 ONU）的通信系统中使用的通信方法，OLT 控制 ONU 的第 1 省电动作以及与第 1 省电动作不同的第 2 省电动作，具备：OLT 将与 ONU 的第 1 省电动作相关的第 1 省电期间和与第 2 省电动作相关的第 2 省电期间发送给 ONU 的步骤；ONU 接收从 OLT 发送的控制信号的步骤；判断 ONU 是否进行省电动作的步骤；以及 ONU 根据判断的结果，在第 1 省电期间进行第 1 省电动作，并在第 2 省电期间进行第 2 省电动作的步骤。

[0011] 本发明的控制装置，是与使用者侧通信装置（以下称为 ONU）经由线路连接并控制该 ONU 的动作的站侧通信装置的控制装置，ONU 具备：接收器，通过使接收功能的一部分或者全部停歇而能够转移到降低电力消耗的省电状态；以及发送器，通过使发送功能的一部分或者全部停歇而能够转移到降低电力消耗的省电状态，该控制装置生成针对使 ONU 的发送器或者接收器间歇性地停歇的省电模式控制省电模式下的 ONU 的动作以使 ONU 能够切换多个停歇期间的控制信号。

[0012] 本发明的控制装置，是设置在使用者侧通信装置的控制装置，使用者侧通信装置具备：接收器，从站侧通信装置接收与省电动作相关的控制信号并且通过使接收功能的一部分或者全部停歇而能够转移到降低电力消耗的省电状态；以及发送器，将发送信号发送给站侧通信装置，并且通过使发送功能的一部分或者全部停歇而能够转移到降低电力消耗的省电状态，该控制装置根据由接收器接收到的控制信号，从多个省电期间中选择要使用的省电期间，根据该选择出的省电期间，将接收器或者发送器控制为省电状态。

[0013] 本发明的通信系统、站侧通信装置、使用者侧通信装置、通信方法、以及控制装置能够通过设定多个省电期间来降低电力消耗。

附图说明

[0014] 图 1 是示出本发明的实施方式中的通信系统的结构的结构图。

[0015] 图 2 是示出本发明的实施方式 1 中的通信方法的时序图。

[0016] 图 3 是示出本发明的实施方式 1 中的配置控制和休眠控制的时序图。

[0017] 图 4 是示出本发明的实施方式 1 中的省电模式下的通信方法的时序图。

[0018] 图 5 是示出本发明的实施方式 1 中的下行数据的容许延迟时间与 ONU 的平均电力消耗的关系的图。

[0019] 图 6 是示出本发明的实施方式 1 中的省电模式的间歇动作与 ONU 的平均电力消耗的关系的图。

- [0020] 图 7 是示出本发明的实施方式 1 中的省电协议的时序图。
- [0021] 图 8 是示出本发明的实施方式 1 中的省电协议的另一例子的时序图。
- [0022] 图 9 是示出本发明的实施方式 2 中的控制装置的配置处理等的流程图。
- [0023] 图 10 是示出本发明的实施方式 2 中的控制装置的省电模式控制等的流程图。
- [0024] 图 11 是示出本发明的实施方式 2 中的控制装置的省电模式的要求等的流程图。
- [0025] 图 12 是示出本发明的实施方式 2 中的 ONU 以及服务的数据的表。
- [0026] 图 13 是示出本发明的实施方式 2 中的服务和禁止省电模式的数据的表。
- [0027] 图 14 是示出本发明的实施方式 2 中的服务和禁止省电模式的数据的表。
- [0028] 图 15 是示出本发明的实施方式 2 中的服务和休眠期间的数据的表。
- [0029] 图 16 是示出本发明的实施方式 2 中的服务和最大休眠期间的数据的表。
- [0030] 图 17 是示出本发明的实施方式 3 中的省电协议的时序图。
- [0031] 图 18 是示出本发明的实施方式 3 中的省电协议的时序图。
- [0032] 图 19 是示出本发明的实施方式 3 中的省电协议的时序图。
- [0033] 图 20 是示出本发明的实施方式 3 中的控制装置的发送处理中的省电模式控制等的流程图。
- [0034] 图 21 是示出本发明的实施方式 3 中的控制装置的接收处理中的省电模式控制等的流程图。
- [0035] 图 22 是示出本发明的实施方式 4 中的通信时序的图。
- [0036] 图 23 是示出本发明的实施方式 4 中的通信时序的另一例子的图。
- [0037] 图 24 是示出本发明的实施方式 4 中的休眠参数的插入的时序图。
- [0038] 图 25 是示出本发明的实施方式 4 中的选择 ONU 的停歇期间的处理的流程图。
- [0039] 图 26 是示出本发明的实施方式 5 中的 PON 系统的结构例的图。
- [0040] 图 27 是示出每个省电模式的电力消耗的一个例子的图。
- [0041] 图 28 是示出本发明的实施方式 5 中的省电模式设定步骤的一个例子的时序图。
- [0042] 图 29 是示出本发明的实施方式 5 中的 PON 系统的另一结构例的图。
- [0043] 图 30 是示出本发明的实施方式 5 中的省电模式设定步骤的另一例子的时序图。
- [0044] (符号说明)
- [0045] 1、1a:OLT;2、2a:控制部;3、13:接收缓冲器;4、12:发送缓冲器;5、14:光发送接收器;6:WDM;7:PHY;8、17:电力消耗信息存储部;9、18:省电模式选择部;10—1~10—3、10a—1~10a—3、10b—1~10b—3:ONU;11、11a:控制部;20—1、20—2:终端;30:光纤;40:分离器;51、142、161—1、161—2:Rx;52、141、162—1、162—2:Tx;200、201:电力消耗特性。

具体实施方式

[0046] 实施方式 1.

[0047] • 硬件结构

[0048] 图 1 是示出本发明的 PON 系统的实施方式 1 的结构例的图。如图 1 所示,本实施方式的 PON 系统具备 OLT1 (母站装置) 和 ONU10—1~10—3 (子站装置)。OLT1 和 ONU10—1~10—3 经由分离器 40 通过光纤 30 连接。分离器 40 将与 OLT1 连接的干线的光纤 30 分

支为 ONU10 — 1~10 — 3 的数量。另外,ONU10 — 1 与终端 20 — 1 以及 20 — 2 连接。另外,此处示出了将 ONU 设为 3 台的例子,但 ONU 的台数不限于此,而可以是任意台。以下,在通用地示出 ONU10 的情况下,记载为 ONU_i (1,2,...,N,N 是 1 以上的整数)。

[0049] OLT1 具备:控制部 2 (OLT 控制部),根据 PON 协议实施 OLT 侧的处理;作为缓冲器的接收缓冲器 3,用于保存从 ONU10 — 1~10 — 3 接收到的上行数据;作为缓冲器的发送缓冲器 4,用于保存向 ONU10 — 1~10 — 3 发送的下行数据;光发送接收器 5,进行光信号的发送接收处理;WDM (Wavelength Division Multiplexing,波分复用)耦合器(WDM) 6,对上行数据和下行数据进行波分复用;以及物理层处理部(PHY) 7,在与网络(未图示)之间实现 NNI (Network NodeInterface,网络节点接口)的物理接口功能。光发送接收器 5 具备:光接收器(Rx:Receiver)51,进行从 ONU10 — 1~10 — 3 发送的光信号的接收处理并变换为上行数据;以及光发送器(Tx:Transmitter)52,进行朝向 ONU10 — 1~10 — 3 发送的下行数据的发送处理并变换为光信号而发送。

[0050] 另外,上述 PON 协议是指,作为层 2 的子层的 MAC (MediaAccess Control,介质访问控制)层等中使用的控制用协议,例如是在 IEEE 中规定的 MPCP(Multi — point Control Protocol,多点控制协议)、OAM (Operation Administration and Maintenance,操作管理和维护)等。

[0051] ONU10 — 1 具备:控制部 11 (ONU 控制部),根据 PON 协议实施 ONU 侧的处理;作为缓冲器的发送缓冲器(上行缓冲器) 12,用于保存向 OLT1 的发送数据(上行数据);作为缓冲器的接收缓冲器(下行缓冲器) 13,用于保存来自 OLT1 的接收数据(下行数据);光发送接收器 14;WDM15,对上行数据和下行数据的光信号进行波分复用;以及物理层处理部(PHY) 16 — 1、16 — 2,在与终端 20 — 1、20 — 2 之间,分别实现 UNI (User Network Interface,用户网络接口)的物理接口功能。

[0052] ONU10 — 1 的光发送接收器 14 具有:光发送器(Tx:Transmitter) 141,进行朝向 OLT1 发送的上行数据的发送处理并变换为光信号而发送;以及光接收器(Rx:Receiver) 142,进行从 OLT1 发送的光信号的接收处理并变换为下行数据。控制部 11 为了将光发送器 141 和 / 或光接收器 142 控制为接通状态 / 断开状态,通过省电控制用的信号线连接于光发送接收器 14。PHY16 — 1 具有:接收部(Rx:Receiver)161 — 1,进行从终端 20 — 1 发送的数据的接收处理;以及发送部(Tx:Transmitter) 162 — 1,进行向终端 20 — 1 发送的数据的发送处理,PHY16 — 2 同样地具有:接收部(Rx:Receiver) 161 — 2,进行接收处理;以及发送部(Tx:Transmitter) 162 — 2,进行发送处理。

[0053] 在该实施方式的通信系统中,混合存在(1)只能够使光发送器 141 成为省电状态的 ONU10、(2)能够使光发送器 141 以及光接收器 142 成为省电状态的 ONU10、(3)哪一省电状态的控制都不能应对的 ONU10。于是,这些 ONU10 能够分类为以下 4 个类型:应对于以下的 2 个省电模式中的某一方、应对于两方、哪一方都不应对。

[0054] [1]Tx 休眠模式(Tx_only Sleep mode 或者 Doze mode):接收功能[Rx]始终是开启(ON)状态,只有发送功能(Tx)周期性地反复开启和关闭(OFF)。

[0055] [2]TRx 休眠模式(TRx Sleep mode 或者 Cyclic sleep mode):在发送功能[Tx]以及接收功能[Rx]中周期性地反复开启和关闭。

[0056] 另外,将与 ONU10 — 1 连接的终端设为 2 台,但终端的数量不限于此,而可以是任

意台,具备与终端的数量对应的物理层处理部(PHY)。另外,在图1中,作为代表,示出了 ONU10-1 的结构例,但 ONU10-2、10-3 也具有与 ONU10-1 同样的结构。

[0057] OLT1 的控制部 2 与以往的 PON 系统同样地,以使上行数据的发送时间带不重叠的方式对 ONU10-1~10-3 进行带宽分配,并作为发送许可而通知给各个 ONU10-1~10-3,从而防止从 ONU10-1~10-3 发送的上行数据冲突。在该带宽分配中,使用哪一方法都可以,但例如可以使用“Su-il Choi and Jae-doo Huh 著、‘DynamicBandwidth Allocation Algorithm for Multimedia Services overEthernet (注册商标)PONs’、ETRI Journal、Volume 24、Number6、December 2002 p.465~p.466”中记载的 Dynamic BandwidthAllocation Algorithm (动态带宽分配算法)等。

[0058] • 通信系统的整体动作

[0059] 说明本实施方式的 OLT1 和 ONU10-1~10-3 的整体动作。控制部 2 将经由 PHY7 从网络接收到的下行数据(下行通信数据)保存到发送缓冲器 4。在从 OLT1 发送数据时,控制部 2 读出发送缓冲器 4 中保存的下行数据而输出到光发送接收器 5,光发送接收器 5 的 Tx52 将发送数据作为光信号输出到 WDM6, WDM6 对从光发送接收器 5 输出的光信号进行波分复用,经由光纤 30 向 ONU10-1~10-3 作为下行信号而输出。另外,控制部 2 生成将发送带宽分配的结果作为发送许可而通知的控制消息、进行链路维持的询问的控制消息等,并将这些控制消息输出到光发送接收器 5,以下,与下行数据同样地发送给 ONU10-1~10-3。另外,在图1的 PON 系统中,为了将上行信号和下行信号作为不同波长的光信号进行波分复用而使用了 WDM6、15,但在用单一波长进行通信的情况下,代替使用 WDM6、15,控制部 2 还进行上行/下行的发送带宽分配。

[0060] 以下,把将上行数据以及上行方向的控制消息变换为光信号而得到的信号总称为上行信号,把将下行数据以及下行方向的控制消息变换为光信号而得到的信号总称为下行信号。

[0061] 在 ONU10-1~10-3 中,如果从 OLT1 接收到下行信号,则通过 WDM15 从上行信号分离下行信号而输出到光发送接收器 14,光发送接收器 14 的 Rx142 将下行信号变换为电信号的下行数据或者控制消息而输出到控制部 11。控制部 11 将从光发送接收器 14 的 Rx142 输出的下行数据保存到接收缓冲器 13,从控制消息获取与发送许可、链路维持的询问相关的信息。然后,根据所获取的这些消息,进行后述发送处理。

[0062] 另外,控制部 11 读出接收缓冲器 13 中保存的下行数据并根据该数据的目的地址输出到 PHY16-1、16-2 这两方或者单方。接收到下行数据的 PHY16-1、16-2 对下行数据实施规定的处理,发送给自身连接的终端 20-1、20-2。

[0063] 另一方面,在从 ONU10-1~10-3 发送上行数据的情况下,控制部 11 将从终端 20-1、20-2 经由 PHY16-1、16-2 取得的上行数据保存到发送缓冲器 12。然后,根据从 OLT1 作为发送许可而给予的带宽分配的结果,读出发送缓冲器 12 中保存的上行数据并输出到光发送接收器 14。另外,控制部 11 生成与上述链路维持等相关的控制消息,根据从 OLT1 给予的发送带宽输出到光发送接收器 14。光发送接收器 14 的 Tx141 将上行数据变换为光信号(上行信号),经由 WDM15、光纤 30 发送给 OLT1。

[0064] OLT1 将从 ONU10-1~10-3 经由光纤 30 以及 WDM6 接收到的光信号,通过光发送接收器 5 的 Rx51 变换为上行数据以及控制消息。控制部 2 将变换的上行数据保存到接收

缓冲器 3, 进行基于控制消息的动作实施、针对控制消息的响应生成等, 并丢弃该控制消息。另外, 控制部 2 在接收到上行数据的情况下, 读出暂时保存在接收缓冲器 3 中的上行数据, 经由 PHY7 输出到网络。

[0065] • PON 系统的省电动作

[0066] 作为通信系统的省电动作的一个例子, 使用图 2 至图 4, 说明 PON 系统的省电动作。在图 2 所示的通信系统中, 具有 Tx 休眠模式的省电功能的 (对应于省电模式) ONU (1)、和具有 Tx 休眠模式 / TRx 休眠模式这双方的省电功能的 ONU (2) 连接于 1 个 OLT1。图 2 示出 OLT1 与 ONU10 的能力 (省电功能) 相匹配地使 ONU10 以省电状态动作的控制时序。

[0067] 首先, 在步骤 S1 中, OLT1 为了找到激活的 ONU10 而进行发现处理。OLT1 广播发现用的控制消息而作为下行信号, 接收到该控制消息的各 ONU10 将该 ONU 的串行编号等固有识别信息返回给 OLT1。此处, 处于可通信状态的所有 ONU10 生成控制消息, 并向发送了发现用的控制消息的 OLT1 进行响应, 所以 OLT1 能够通过接收该响应控制消息而检测激活状态的 ONU10。在步骤 S1 的状态下, 假设 ONU (2) 切断电源而不返回响应消息。

[0068] 接下来, OLT1 与在步骤 S1 中检测出的 ONU10 交换与 ONU10 的能力、通信条件相关的各种参数, 进行相互通信的条件设定 (步骤 S2)。

[0069] 如果步骤 S2 的配置结束, 则 OLT1 转移到通常的通信状态。OLT1 对各 ONU10 分配用于上行通信的带宽, 并将其作为发送许可信息 (Grant (授权) 或者 Gate (选通)) 发送给 ONU10。OLT1 既可以将该 Grant 与下行方向的其他数据一起保存到帧而发送给 ONU10, 也可以单独地发送。另外, 帧还可以换称为分组 (packet)。

[0070] 在接收到 Grant 的 ONU10 中, 如果在发送缓冲器 12 中有上行方向的发送数据, 则按照全服务模式 (Tx、Rx 都处于接通状态) 开始进行数据发送, 但在此说明没有发送数据并且 ONU10 向省电模式转移的情况 (步骤 S3)。

[0071] 在向省电模式转移的情况下, ONU10 向 OLT1 发送要求向省电模式的转变许可的请求信号。OLT1 根据例如在步骤 S2 中获得的 ONU10 的各种信息或与该 ONU10 的上行下行的通信状况等, 判断是否许可向省电模式转移, 并将许可信号 (不许可信号) 发送给 ONU10。如果接收到许可信号, 则 ONU10 根据该许可信号, 将光发送器 141 (或者光发送器 141 以及光接收器 142) 的电源断开规定的期间, 降低在光发送接收器 14 中消耗的电力。

[0072] 另外, OLT1 还可以根据配置结果, 许可与 ONU10 要求的省电模式不同的省电模式。

[0073] 在步骤 S3 中, OLT1 针对断开了光发送器 141 的电源的 Tx 休眠模式的 ONU10 也分配带宽, 并发送 Grant。接收到 Grant 的 ONU10 在发生要发送的上行数据时, 生成要求解除 Tx 休眠模式的控制消息, 并将光发送器 141 的电源接通, 利用所分配的带宽向 OLT1 发送数据, 或者生成要求解除 Tx 休眠模式的控制消息, 利用通过 Grant 分配的带宽来发送给 OLT1。

[0074] 但是, ONU10 监视规定的阈值以上的上行数据的发生、要求大的带宽的终端 (连接设备) 的通信开始, 根据该监视结果决定解除省电模式。决定了解除省电模式的 ONU10 能够通过利用所接收到的 Grant 来将解除消息 SLEEP_ACK (wake up)、数据发送给 OLT1 而向 OLT1 通知省电模式的解除决定。从该 ONU10 接收到解除消息或者数据的 OLT1 判断为该 ONU10 结束省电模式的状态而转移到全服务模式 (Tx、Rx 都是接通状态) 的状态, 进行通常的通信状态下的 Grant 的分配。

[0075] 另外, OLT1 在未接收到解除消息 SLEEP_ACK (wake up) 而从 ONU10 接收到新的上

行数据的带宽分配要求的情况下,也可以判断为该 ONU10 进行了省电模式的解除决定。

[0076] 接下来,说明能够应对于 Tx 休眠模式 /TRx 休眠模式这双方的 ONU (2) 启动时的控制。如果 OLT1 通过周期性地进行的发现(步骤 S4)发现了 ONU (2),则在 OLT1 以及 ONU (2) 之间进行配置(步骤 S5)。

[0077] OLT1 在步骤 S2 中已经取得了 ONU (1) 的各种参数,所以如果没有所取得的各种参数的信息被复位等事情,则能够省略步骤 S5 中的与 ONU (1) 之间的配置。另外,在步骤 S5 中进行配置,在其结果与步骤 S2 的结果不同的情况下,使之后进行的配置的结果(在该情况下是步骤 S5 的结果)优先。

[0078] 如果配置结束,则 ONU (2) 开始通信。从 OLT1 接收到 Grant 的 ONU (2) 在没有上行数据的情况下,与步骤 S3 同样地发送要求向省电模式的转变许可的请求(SLEEP_REQ)(步骤 S7)。

[0079] 在图 2 的例子中,在步骤 S7 中,ONU (1) 以及 ONU (2) 向 OLT1 发送了向省电模式转变的请求(SLEEP_REQ)。OLT1 根据配置的结果,在与 ONU (1) 之间开始进行基于 Tx 休眠模式的省电协议的通信。另一方面,ONU (2) 应对于 Tx 休眠模式 /TRx 休眠模式这双方,所以 OLT1 确认下行缓冲器(发送缓冲器 4)的状态而决定要许可的省电模式,并使用与所决定的省电模式对应的省电协议在与 ONU (2) 之间开始进行通信。

[0080] 使用图 3,详细说明步骤 S7。

[0081] 接收到请求(SLEEP_REQ)的 OLT1 在从 ONU10 没有指定省电模式的情况下,探测上行或者下行通信的通信量的状态(有无和量)、链路的种类、ONU10 侧的连接设备(种类、接通/断开等),根据探测结果以及通过配置许可的省电模式的信息,选择省电模式(步骤 S7a)。

[0082] 另一方面,在从 ONU10 有省电模式的指定的情况下,根据所要求的省电模式、探测通信状况等而得到的结果、以及通过配置许可的省电模式的信息,选择省电模式(步骤 S7a)。然后,将所选择出的结果作为许可通知(或者不许可通知)返回给 ONU10。

[0083] 另外,对于省电模式的选择以及向省电模式的转变的详细内容,后述。

[0084] 此处,返回图 2 而继续说明。另外,ONU10 还可以通过步骤 S6,与请求(SLEEP_REQ)一起指定希望转变的省电模式的信息。在该情况下,OLT1 使用与所指定的信息对应的省电协议开始进行与该 ONU (2) 的通信。作为 ONU10 指定希望转变的省电模式的状况,例如考虑在开始了通信之后该 ONU10 成为能够向省电模式转移时。在仅发生了网页浏览引起的断续并且少量的数据通信或小带宽的声音通信的情况、还有只有 IP 电话为电源接通并且处于等待状态的情况等下,发生这样的状况。

[0085] ONU10 通过进行发送缓冲器 12 的监视或连接设备的状态监视来探测这些状况,在成为分别预先规定的条件时决定向省电模式转移,并作为希望转变的省电模式向 OLT1 通知。例如,在规定期间的上行、下行各自的通信量总量或平均值成为阈值以下的情况、使用连接设备的状态和可转移的省电模式的对比表等而规定条件一致的情况下,进行 ONU10 的转移判断(步骤 S6a、S6b)。

[0086] ONU10 通过访问存储装置(未图示)来调查根据通信量状态等决定的省电模式是否符合从 OLT1 许可的省电模式(步骤 S6c),如果是许可模式,则将请求(SLEEP_REQ)发送给 OLT1。此时,在所决定的模式不符合于许可模式的情况下,ONU10 将模式变更为符合于许可模式的模式而发送请求、或者抑制发送请求。这样,通过抑制不符合于许可模式的请求,能

够节约无用的带宽消耗和与处理相关的电力。另外,步骤 S6 并非必须。

[0087] (链路管理和带宽分配通知)

[0088] 此处,说明 OLT1 与 ONU10 之间的链路管理。OLT1 对在步骤 S1 中发现的 ONU10,周期性地发送与链路维持相关的询问用的控制消息。接收到该询问消息的 ONU10 返回响应消息,如果 OLT1 接收到该消息则维持链路状态,如果连续规定的次数未接收到响应则切断链路。省电模式的 ONU10 周期性地接通光发送器 141(或者,光发送器 141 以及光接收器 142)的电源是为了对该链路维持的询问进行响应。另外,ONU10 还可以利用为了链路维持的响应而分配的带宽,来发送其他控制信息、发送缓冲器 12 中保存的小容量的数据。

[0089] 在与链路维持相关的询问中,也可以使用专用的控制消息,但在该 PON 系统中,作为与链路维持相关的询问用的控制消息,使用通知带宽分配的 Grant。

[0090] 例如,在图 4 中,OLT1 不论动作模式而按照带宽更新周期发送 Grant。ONU10 在全服务模式时每次返回 Data(数据)(定时 u1、u2),但在 Tx 休眠模式下,在发送了休眠要求(定时 u3)之后,当光发送器 141 的电源是断开的情况下不进行响应(定时 u4、u5),而当光发送器 141 的电源临时接通的情况下进行响应(定时 u6)。即,ONU10 在定时 u4、u5 接收到的 Grant 表示只是该 ONU10 的上行数据发送用的带宽分配通知从而不进行链路维持的询问,在定时 u6 接收到的 Grant 除了表示上行数据发送用的带宽分配通知以外还表示进行与链路维持相关的询问。

[0091] 通过省电协议等在 OLT1 与 ONU10 之间决定是否将链路维持用的询问周期和 Grant 的发送周期设为相同。在断开光发送器 141 的电源的期间中在 ONU10 中发生了希望发送的上行数据的情况下,如果有带宽的分配,则 ONU10 能够接通光发送器 141 的电源而向 OLT1 发送数据。或者,能够生成要求解除 Tx 休眠模式的控制消息,利用所分配的带宽将该控制消息发送给 OLT1。通过这样的 Tx 休眠模式的省电协议,ONU10 在发生了上行数据的情况下也能够以短的延迟时间发送数据。

[0092] 另外,OLT1 既可以针对全服务模式下的各带宽更新周期每次都进行针对断开了光发送器 141 的电源的 ONU10 的带宽分配,也可以考虑上行通信少的情况而按照每全服务模式时的数次执行一次的间隔进行针对断开了光发送器 141 的电源的 ONU10 的带宽分配。

[0093] 另一方面,Tx 休眠模式的 ONU10 为了响应来自 OLT1 的链路维持的询问,必须接通光发送器 141 的电源,但如果针对每个 Grant 进行响应,则会浪费电力消耗。因此,在 Tx 休眠模式的省电协议中,将来自 OLT1 的与链路维持相关的询问设为每带宽分配通知的数次中一次,抑制针对 Grant 的 ONU10 的响应次数而延长光发送器 141 的电源断开的期间。由此,能够降低电力消耗并且维持链路状态。

[0094] 但是,在 TRx 休眠模式的省电协议中,将链路维持用的询问周期和带宽分配的周期设为相同,将断开光发送器 141 以及光接收器 142 的电源的期间设定为比全服务模式下的 Grant 的发送周期长、且设定为比 Tx 休眠模式的光发送器 141 的电源断开的期间短。这是因为,在 TRx 休眠模式下,由于对光发送器 141 和光接收器 142 的电源一起进行接通/断开控制,所以无需在链路维持的询问和带宽分配中改变周期,由于与全服务模式的情况相比上行通信少,所以能够延长 Grant 的发送间隔。在 TRx 休眠模式的 ONU10 中,除了光发送器 141 以外还断开光接收器 142 的电源,所以能够降低电力消耗,能够将 Grant 的发送间隔按照如上方式进行设定,从而能够在省电模式下维持链路状态,并且在 ONU10 中发生了上

行数据的情况下能够以短的延迟时间发送数据。

[0095] (配置详细内容)

[0096] 接下来,使用图 3,详细说明在步骤 S2、步骤 S5 中进行的配置。此处,在步骤 S5 中,ONU (1)和 ONU (2)这两方在与 OLT1 之间进行配置。另外,在这些图中,附加了与图 2 相同的符号的部分表示相同或者相当的处理。另外,该协议是一个例子,本发明不限于图 3 所示的各种发送帧、其名称、次序,例如,可以使用扩展 OAM (eOAM)、OMCI (ONU management and control interface(ONU 管理和控制接口)、或者 ONT management and control interface (ONT 管理和控制接口))等。

[0097] 在图 3 中,在步骤 S4 的发现结束时,ONU10 收集终端 20 — 1 等连接设备的种类、接通 / 断开、线路的种类、速度、进行省电动作的停歇期间(与图 4 的 T_SLEEP 的期间相关的时间)、是省电模式且间歇性地接通光发送接收器 14 的电源而动作的临时启动时间(与图 4 的 T_AWARE 的期间相关的时间)等属性的信息(步骤 S5a),并与本装置的存储装置(未图示)中记录的与本装置的功能、性能相关的信息合起来,生成属性信息(步骤 S5b)。ONU10 将省电功能的应对信息(power_save_attr)记录为该属性信息。

[0098] OLT1 在发现结束时,发送 ONU10 的属性信息的要求指令(Get_cmd)。各 ONU10 针对该要求指令通过响应帧(Get_rsp)返回属性信息。另外,还存在如下情况:未应对于省电功能的 ONU10 不发送省电功能的应对信息(power_save_attr)。

[0099] OLT1 如果接收到响应帧(Get_rsp),则按照后述图 12 所示那样的形式在自身的存储装置(数据库)中记录所取得的 ONU10 的属性信息。

[0100] 在 OLT1 的存储装置中,预先记录有 Tx 休眠模式用的停歇期间 T1 (Tx 休眠模式的 ONU10 断开发送器 142 的电源的省电期间)、和 TRx 休眠模式用的停歇期间 T2 (TRx 休眠模式的 ONU10 断开光发送器 141 和光接收器 142 的电源的省电期间)。同样地,还记录有每个用户的签约的信息。

[0101] OLT1 根据在存储装置中预先记录的每个用户的签约,调查每个用户、每个提供服务的省电模式的限制事项(步骤 S5c),决定对该各 ONU10 许可的省电模式、条件(步骤 S5d)。图 12~16 示出限制事项的例子。例如,在用户以要求迅速的响应的服务器用途而使用了通信线路的情况下,不希望 ONU10 转移到省电模式而发生延迟。OLT1 以及 ONU10 通过在开始通信之前预先确认所许可的省电模式,由此能够预先抑制这样的不希望延迟。

[0102] 此处,图 5 示出下行数据的容许延迟时间与 ONU10 的平均电力消耗的关系。实线表示停歇期间与 TRx 休眠模式相同的 Tx 休眠模式,一点划线表示本实施方式的 Tx 休眠模式(停歇期间与 TRx 休眠模式不同),虚线表示 TRx 休眠模式。另外,以全服务模式下的电力消耗为基准而对 ONU10 的平均电力消耗进行了归一化。另外,图 6 示出在 Tx 休眠模式和 TRx 休眠模式中间歇性地接通电源的期间(T_AWARE)和断开电源的期间(T_SLEEP)的电力消耗的相对关系。

[0103] 如从图 5 的 TRx 休眠模式、以往的 Tx 休眠模式的状态可知,下行数据的容许延迟时间越长,电力消耗越少。即,如果将省电模式的停歇期间设定得较长,则能够降低 ONU10 的电力消耗。但是,如果在 TRx 休眠模式下将停歇期间设定得较长,则在 ONU10 中发生了上行数据时的延迟时间也会相应地变长。另一方面,在 Tx 休眠模式的情况下,即使将停歇期间设定得较长,由于如上所述 ONU10 能够解除省电模式,所以能够以短的延迟时间发送数

据。

[0104] 在本实施方式中的Tx休眠模式下,分别单独地设定Tx休眠模式的停歇期间和TRx休眠模式的停歇期间,将Tx休眠模式的停歇期间设为TRx休眠模式的停歇期间以上。Tx休眠模式的ONU10在停歇期间中也能够接收下行数据,所以即使在下行数据的容许延迟时间短至几ms的情况下也能够保持省电状态(光发送器142的电源断开状态)。由此,相比于使用与TRx休眠模式相同的停歇期间的以往的Tx休眠模式,能够降低电力消耗。

[0105] 作为停歇期间的值,例如,考虑在Tx休眠模式中设定为能得到电力消耗的降低效果的500ms,在TRx休眠模式中以电话(要求低延迟的代表性的服务)的呼叫响应要求时间为基准而设定为50ms等。另外,设定值不限于此。

[0106] 接下来,OLT1针对ONU10生成包括所决定的许可省电模式以及对应的停歇期间的信息的指示帧(Set_cmd),并发送给ONU10。ONU10如果接收到指示帧(Set_cmd),则将许可的省电模式以及停歇期间记录到本装置的存储装置(步骤S5e)。另外,在许可省电模式存在2个的情况下,OLT1能够在向ONU10发送的指示帧(Set_cmd)中插入2个许可省电模式以及停歇期间T1、T2的信息。另外,在省电模式存在3个以上的情况下,也同样地能够在指示帧中包括各自的信息。

[0107] 这样,OLT1根据ONU10的省电模式通知不同的停歇期间T1、T2,从而Tx休眠模式的ONU10能够降低电力消耗,TRx休眠模式的ONU10能够以短的延迟时间发送上行数据。

[0108] (省电模式的选择以及向省电模式的转变)

[0109] 在步骤S5d、步骤S5e中许可的省电模式存在多个的情况下,在ONU10向省电模式转变之前,OLT1或者ONU10需要决定选择哪个省电模式。以下,分成4个情况进行说明。

[0110] (a) OLT1进行询问,ONU10决定省电模式的情况

[0111] OLT1生成询问选择Tx休眠模式和TRx休眠模式中的哪一个模式的控制消息SLEEP_ALLOW (Tx|TRx),并发送给ONU10。接收到SLEEP_ALLOW的ONU10根据自身的能力(所具有的省电功能)选择某一个省电模式,并将之前从OLT1通知到的停歇期间T1、T2中的、与选择出的省电模式对应的停歇期间存储为本装置的停歇期间。例如,在ONU10选择Tx休眠模式的情况下,ONU10作为向SLEEP_ALLOW的响应而生成包括选择出的省电模式的信息的SLEEP_ACK (Tx),并返回给OLT1。此时,ONU10转变到Tx休眠模式。OLT1如果接收到SLEEP_ACK (Tx),则在本装置内的存储部中记录该ONU10的省电模式是Tx休眠模式,并识别出该ONU10转变到Tx休眠模式。

[0112] 此处,说明了ONU10应对于Tx休眠模式的情况,但在应对于TRx休眠模式的情况下,也同样地,从OLT1接收到SLEEP_ALLOW (Tx|TRx)的ONU10根据自身的能力选择TRx休眠模式,将该省电模式的信息和停歇期间T2记录到ONU10的存储部,转变到TRx休眠模式。然后,生成SLEEP_ACK (TRx)并发送给OLT1,接收到SLEEP_ACK (TRx)的OLT1在本装置内的存储部中记录该ONU10的省电模式是TRx休眠模式,并且识别出该ONU10转变到TRx休眠模式。

[0113] 通过这样对ONU10给予决定权,能够进行与ONU10的上行缓冲器(发送缓冲器12)的状态对应的省电模式决定。

[0114] (b) OLT1决定省电模式并通知到ONU10的情况

[0115] OLT1也可以代替让ONU10选择省电模式,而在本装置内决定许可的省电模式,并

将所决定的省电模式(Tx 或者 TRx)作为许可通知(SLEEP_ALLOW)发送给该 ONU10。

[0116] 此时,从 ONU10 向 OLT1 的响应并非必须。OLT1 考虑 RTT(Round Trip Time,往返时间)、光发送接收器 14 的设置(setup)时间等而登记为在许可通知到达 ONU10 的时间处该 ONU10 向省电模式转变,该 ONU10 如果接收到许可通知则向省电模式转变。

[0117] 另外,在从 ONU10 向 OLT1 进行响应的情况下,ONU10 在对许可通知进行响应时向省电模式转移,OLT 在接收到该响应时识别出该 ONU10 转移到省电模式。另外,在从 ONU10 在规定时间内没有响应的情况下,如果 OLT1 重发许可信息,则能够在 OLT1 与 ONU10 之间可靠地相互识别省电模式。

[0118] (c) OLT1 根据来自 ONU10 的要求进行询问,ONU 决定省电模式的情况

[0119] ONU10 针对 OLT1,发送要求询问向省电模式的转移的控制消息 SLEEP_REQ。接收到 SLEEP_REQ 的 OLT1 指定许可的省电模式并向 ONU10 发送询问选择哪一个省电模式的 SLEEP_ALLOW (Tx|TRx)。以后,与上述(a)的情况同样地,ONU10 决定省电模式并通知到 OLT1。

[0120] (d) ONU10 决定省电模式,并向 OLT1 要求许可的情况

[0121] ONU10 根据发送缓冲器 12 的状态等决定自身的省电模式,将包括所决定的省电模式的信息的 SLEEP_REQ 发送给 OLT1。接收到该 SLEEP_REQ 的 OLT1 根据 ONU10 决定的省电模式的信息以及存储装置中记录的信息,判断能否许可 ONU10 决定的省电模式,并将许可通知 SLEEP_ALLOW (或者不许可通知)发送给该 ONU10。ONU10 如果接收到 SLEEP_REQ 的许可通知则向省电模式转变,OLT10 识别出在许可通知到达该 ONU10 的时刻转变到省电模式。

[0122] 在该情况下,ONU10 事先选择并决定了省电模式,所以能够省略从 OLT1 向 ONU10 的询问,能够简化步骤。另外,OLT1 不论 ONU10 的省电模式而向该 ONU10 分配带宽,所以 ONU10 能够以少的延迟时间发送上行通信量。

[0123] 另外,在许可的省电模式是 1 种的情况下,ONU10 在向省电模式转变时如上述(a)、(b)那样从 OLT1 进行询问,或者如上述(c)、(d)那样从 ONU 要求,从而能够在 OLT1 与 ONU10 之间相互识别动作模式的状态。另外,ONU10 在此前已接收到 SLEEP_ALLOW (Tx|TRx)的情况下,一般情况下是 ONU10 向省电模式转移时发送 SLEEP_REQ,但也可以如上述(c)、(d)那样在接收 SLEEP_ALLOW (Tx|TRx)之前发送 SLEEP_REQ。

[0124] (省电模式之间的模式变更)

[0125] 接下来,使用图 7 来说明不同的省电模式之间的模式变更。在图 7 中,附加了与图 2 相同的符号的部分表示相同或者相当的处理。另外,该协议是一个例子,本发明不限于图 7 所示的各种发送帧、其名称、次序。

[0126] 图 7 示出 ONU10 从 Tx 休眠模式转移到 TRx 休眠模式、之后再次转移到 Tx 休眠模式的样子。该多个省电模式之间的模式变更有时是根据在图 2 的步骤 S6a~S6c 中说明的 ONU10 的判断而 ONU10 自发地执行,但也可以由 OLT1 指示模式的转移。以下,以 OLT1 指示模式的转移的情况为例子进行说明。

[0127] 在期间 P1 以全服务模式动作的 ONU10 指定 Tx 休眠模式而将向省电模式的转变请求(SLEEP_REQ)发送给 OLT1 时,OLT1 决定是否许可省电(步骤 S7a),返回请求许可的响应(SLEEP_ALLOW (Tx))。ONU10 如果接收到该许可通知,则转移到 Tx 休眠模式,在期间 P2 中作为 Tx 休眠模式进行动作。另外,作为响应将 SLEEP_ACK (Tx)返回给 OLT1。转移到 Tx 休

眠模式的 ONU10 只是维持光接收器 142 的供给电力而切断光发送器 141 的供给电力,开始进行抑制了电力消耗的运转。在图 7 中,Tx 和 Rx 分别表示光发送器 141 和光接收器 142 的电源接通状态(未记载的期间是电源断开状态)。

[0128] 在期间 P2 中,光接收器 142 处于接通状态,所以 OLT1 能够发送下行数据。另外,在此所称的能够发送是指,ONU10 能够接收 OLT1 发送的数据。另外,虽然未图示,但 OLT1 与下行数据一起将 Grant 也给予给 ONU10。ONU10 接收到了 Grant,但在没有发送数据的情况下,不对光发送器 141 供给电力,抑制电力消耗。

[0129] 在步骤 S10 中当没有从 OLT1 向 ONU10 发送的下行通信量时,OLT1 根据发送缓冲器 4 等的监视结果探测到该情况,调查存储装置中存储的步骤 S2 的配置的结果,判断是否将下行通信也设为省电模式。例如,通过在一定期间内从发送缓冲器 4 读出的下行通信量是否成为规定的阈值以下,来进行下行通信量的结束探测。

[0130] 在 OLT1 判断为进行从 Tx 休眠模式向 TRx 休眠模式的变更的情况下,OLT1 通过休眠模式变更要求(SLEEP_ALLOW)指定要变更的模式(TRx),并发送给 ONU10。接收到该变更指示的 ONU10 与上述步骤 S7 的向省电模式的转移同样地发送 SLEEP_ACK (TRx),将省电模式从 Tx 休眠模式切换为 TRx 休眠模式。然后,ONU10 切断光接收器 142 的供给电力,以进一步抑制了电力消耗的状态进行动作。

[0131] 在 TRx 休眠模式下,进行以一定或者可变周期反复电源断开和接通的循环休眠。关于在哪个期间断开电源,是根据 sleep time (休眠时间)这样的参数来指定。sleep time 既可以通过配置决定的默认值(在 Tx 休眠模式时是停歇期间 T1,在 TRx 休眠模式时是停歇期间 T2),也可以是通过 SLEEP_ALLOW (TRx)指定的值。例如,在 SLEEP_ALLOW (TRx)中未指定 sleep time 的情况下,ONU10 以及 OLT1 使用默认值的停歇期间 T2。

[0132] 在 sleep time 的指定中,例如有如下方法:指定断开光发送接收器 14 的电源的期间的方法、指定开始时刻和结束时刻的方法、指定电源断开的开始时刻和电源断开持续期间的方法。以下,假设为在 sleeptime 中仅指定断开电源的期间而进行说明。

[0133] 在期间 P3 中,ONU10 依照 sleep time,临时将光发送器 141 以及光接收器 142 的电源接通,针对来自 OLT1 的询问,响应是否继续 TRx 休眠模式、或者是否要求省电模式的变更(SLEEP_ACK)。OLT1 接收到 SLEEP_ACK,从而能够确认在与该 ONU10 之间未发生线路故障。

[0134] 接下来,说明在 TRx 休眠模式中下行通信量发生或者增加的情况。在通过监视发送缓冲器 4 而检测到通信量的状况变化或者新的通信的发生等的情况下,OLT1 判断是否变更休眠模式(步骤 S11),在变更的情况下,将变更要求(SLEEP_ALLOW)发送给 ONU10。此时,也可以在判断为只有下行的通信的通信量增加的情况下,OLT1 向 ONU10 发送 SLEEP_ALLOW (Tx)而指示以从 TRx 休眠模式向 Tx 休眠模式变更。该指示起到如下效果:相比于从 TRx 休眠模式向全服务模式(Tx、Rx 都是接通状态)转移的情况,能够降低由 ONU10 消耗的电力。

[0135] 在解除以 Tx 模式动作的 ONU10 的省电模式的情况下,OLT1 将变更要求(SLEEP_ALLOW (AWAKE))发送给该 ONU10。从 OLT1 接收到 SLEEP_ALLOW (AWAKE)的 ONU10 接通光发送器 141 的电源而转移到全服务模式,作为向 OLT1 的响应而发送 SLEEP_ACK (AWAKE)。

[0136] 在图 7 的例子中,在 Tx 休眠模式与 TRx 休眠模式之间的模式变更中,使用了 SLEEP_ALLOW、SLEEP_ACK 这 2 个消息,但也可以如图 8 所示,通过 SLEEP_REQ、SLEEP_ALLOW、

SLEEP_ACK 这 3 个消息来进行模式切换。

[0137] 在通过 3 个消息进行模式切换的情况下,为了使以省电模式动作的 ONU10 转移到全服务模式,根据监视为发生了上行通信量的发送缓冲器 12 的数据积蓄量探测到该情况,并接通光发送器 141 的电源而转移到全服务模式。之后,ONU10 发送 SLEEP_REQ(WAKE_UP),OLT1 如果接收到 SLEEP_REQ(WAKE_UP)则识别出该 ONU10 转移到全服务模式,再次开始全服务模式下的 Grant 的发送。

[0138] 根据该实施方式,根据省电模式,在 Tx 休眠模式和 TRx 休眠模式中分别单独地设定断开 ONU10 的光发送接收器 14 的电源的时间,所以在将 Tx 休眠模式的 ONU10 的停歇期间设为比 TRx 休眠模式的 ONU10 的停歇期间长的情况下,即使下行数据的容许延迟时间短,也能够与以往的 Tx 休眠模式的电力消耗相比降低 Tx 休眠模式的 ONU10 的电力消耗。

[0139] 另外,与省电模式对应的停歇期间也可以根据需要在 OLT1 以及 ONU10 之间重新协商而变更。

[0140] 实施方式 2.

[0141] 在实施方式 1 中,说明了根据省电模式设定不同的停歇期间的 PON 系统。在实施方式 2 中,说明如下情况:在省电模式的选择时或者变更时,如果下行数据的容许延迟时间小于规定的阈值,则 OLT1 强制性地变更省电模式。

[0142] 图 9 是说明该实施方式 2 的 OLT1 中的控制部 2 的处理的流程图。实施方式 2 的控制部 2 能够应用于实施方式 1 的通信系统,关于与通信系统整体相关的点,与实施方式 1 相同。

[0143] 控制部 2 是 OLT1 等母机中使用的控制装置,由数字信号处理器、通用处理器和软件的组合构成。这些处理器通过高集成的 IC(Integrated Circuit,集成电路)而芯片化,通过与光发送接收器 5 等经由信号线结合并组合而作为 OLT1 发挥功能。

[0144] 首先,控制部 2 经由光发送接收器 5 开始进行发现。在发现中,由于得到 ONU10 的串行编号,所以控制部 2 据此访问内置或者外部连接的存储装置,确定使用 ONU10 的用户。然后,控制部 2 进行用户以及用户签约的服务的对应关联(步骤 S50)。例如,图 12 示出该对应关联的例子,控制部 2 将 ONU 的串行编号和用户的 ID 以及服务信息对应关联,所述服务信息是用户作为商业用途而签约的还是一般家庭的用户等其他一般的签约等信息。对应关联的信息具有与服务线路的类别相关的信息(IPTV、IP 电话、其他因特网)等信息。这些服务线路根据其类别而上行下行各自的保证带宽、容许延迟时间等服务要求条件(QoS)不同。

[0145] • 配置

[0146] 接下来,控制部 2 开始与图 2 的步骤 S2 相当的 ONU10 的配置。控制部 2 为了向各 ONU10 要求省电功能的应对信息(power_save_attr),生成要求消息(Get_cmd),发送给各 ONU10(步骤 S51)。此时,控制部 2 还可以要求其他 ONU10 的属性信息。ONU10 的属性信息是例如在 ITU-T G.984.40NT management and control interface(ITU-T G.984.40NT 管理和控制接口)中规定的信息,另外,其配置方法能够与其同样地实施。另外,这也可以使用与 ITU-T G.988ONU management and control interface、或据此制定的下一代的标准 XG-PON 等的同等标准同样的信息、方法来获取。

[0147] 接下来,控制部 2 从缓冲器或者光发送接收器 5 获取光发送接收器 5 从各 ONUi 接收到的省电功能的应对信息 OCi(步骤 S52),比较通过发现确定的激活的 ONU10 的串行编

号、和发送了应对信息 0Ci 的 ONU10 的串行编号,从而将没有省电功能的应对信息 0Ci 的 ONU10 确定为不应对于省电功能的 ONU10(步骤 S53)。另外,在 ONU10 使用 Get_rsp 消息发送了表示不应对于省电功能的应对信息 0Ci 的情况下,控制部 2 也将该 ONU10 确定为不应对于省电功能的 ONU10。

[0148] 控制部 2 将应对信息例如按照图 12 所示那样的形式与 ONU10 对应关联而写入到内置存储装置等(步骤 S54)。在控制部 2 获取的应对信息中,不仅包括省电模式,而且还包括停歇期间(sleep time,休眠时间)等与省电功能相关的各种参数。因此,虽然在图 12 中未记载,但控制部 2 将这些各种参数也同样地记录到存储装置。

[0149] 接下来,控制部 2 访问图 12~16 所示那样的服务数据库(存储装置),对 N 个 ONUi 分别决定许可的省电模式、以及省电参数(步骤 S5c、S5d)。该决定能够按照例如下述方法来实施。

[0150] 控制部 2 根据与 ONUi 对应关联的用户标识符(ID),从存储装置(参照图 12)读出用户签约的服务 ID,根据图 13 以及图 14 的各自的信息表,确定针对服务 ID 分别禁止的省电模式 Fi。此时,针对 ONUi 禁止的省电模式可以通过任意算法来决定,但在图 13 以及图 14 的任一个中为“不可”的情况下,控制部 2 将该省电模式设置为禁止的省电模式 Fi。

[0151] 控制部 2 根据图 12 的信息表,确定 ONUi 自身能够应对的省电模式,通过从此处确定的省电模式中去除禁止的省电模式 Fi,从而决定许可的省电模式 AMi。将许可的省电模式 AMi 存储到存储装置。

[0152] 接下来,控制部 2 如果从 ONU10 取得 sleep time (休眠时间),则作为取得休眠期间 GSTi 保存到存储装置(图 15)。sleep time 是与省电功能相关的参数之一,能够代替预先对 OLT1 设定的默认的停歇期间 T1、T2 而使用。控制部 2 选择取得休眠期间 GSTi、或者默认的停歇期间,并作为对该 ONU10 应用的 sleep time 保存到存储装置。此处,在取得了 sleep time 的情况下,使用取得休眠期间 GSTi。

[0153] 控制部 2 像根据服务的信息调整了省电模式那样,对于 sleep time 也可以根据服务使用预先规定的规定值、默认值来进行调整。例如,在 ONU10 通知来的 sleep time 过长的情况下,由于上行通信的通信质量下降或者下行通信量会压制 OLT1 的接收缓冲器的存储区域,所以将调整后的值作为取得休眠时间 GSTi 而保存到存储装置。

[0154] 另外,控制部 2 将从 ONUi 取得的最大休眠期间 MaxSTi 也保存到存储装置(参照图 16)。该最大休眠期间 MaxSTi 是动态地调整取得休眠时间 GSTi 时的规定值,也可以代替从 ONU10 取得而对 OLT1 预先设定。另外,控制部 2 也可以将 MaxSTi 用作 LOS (loss of signal,信号丢失)、LOB (loss of burst,突发丢失)等警报的判断条件。

[0155] 另外,在 OLT1 中,对于图 15、图 16 的表,分别存储 OLT1 预先存储的表和与 ONU10 协商结果决定的表这 2 种为好。

[0156] 如果针对各 ONU10 决定了这些关于省电模式的许可模式 AMi、休眠时间 STi、以及最大休眠期间 MaxSTi,则控制部 2 使用消息(Set_cmd)向各 ONU10 通知这些参数(步骤 S55)。ONU10 在接收到 Set_cmd 之后,将这些参数记录到 ONU10 的存储装置,用于省电协议的控制。

[0157] • 休眠模式控制

[0158] 接下来,使用图 10 来说明由控制部 2 执行的休眠模式的控制。图 10 的 [A] 所示

的连接部分是图 9 的连接部分 [A] 所示的流程的继续。首先,控制部 2 在步骤 S60~S65 中,进行省电模式下的带宽分配控制。OLT1 根据 OLT1 的缓冲器 3、4 的状态、从 ONU10 发送来的信息等,探测上行下行的通信量或者 ONU10 的连接设备的状态。该状态信息被用于步骤 S66 的带宽分配、步骤 S67 的向省电模式的转移判断中。

[0159] 接下来,控制部 2 调查成为对象的 ONU10 的当前的省电模式,进行与各模式对应的带宽分配量的限制、Grant 授予的机会限制(步骤 S61)。在 ONU10 处于不是省电模式的状态(全服务模式)的情况下,控制部 2 不会进行省电模式下的带宽分配限制。在是 Tx 休眠模式的情况下,控制部 2 将上行通信的分配带宽限制 B_i 限制为预先规定的值、或者限制为根据服务确定的值(步骤 S62)。在该省电模式是 TRx 休眠模式的情况下,控制部 2 与步骤 S62 同样地设置 B_i (步骤 S63),将 Grant 的机会也限制为每带宽更新周期的 m 次(m 是 1 以上的整数)提供一次(步骤 S64)。

[0160] 例如,作为用于不分配该带宽更新周期的发送机会的标志,设定授权跳跃(grantskip)标志 G_{Si} ,在步骤 S66 中,控制部 2 在设置有该标志的情况下,在该周期中不对该 ONU i 给予发送机会。在步骤 S64 中,控制部 2 通过每 m 次设置($m-1$)次标志 G_{Si} ,从而每 m 次的带宽发送周期给予该 ONU10 一次发送机会。

[0161] 另外,上述与省电模式对应的带宽分配方法是一个例子,控制部 2 能够根据需要设定各模式下的带宽的限制/不限制、发送机会的限制/不限制。例如,控制部 2 即使在 Tx 休眠模式下也能够限制 Grant 以及上行链路的数据发送的机会,或者针对 TRx 休眠模式的 ONU10 不进行授权跳跃,而每次都给予 Grant。另外,带宽限制也是任意的,例如,即使并没设定分配带宽限制 B_i ,由于因没有来自 ONU10 的上行通信量的状态或者带宽分配要求的值少而基于步骤 S66 的动态带宽分配得到的分配量相对地比其他 ONU10 少,所以控制部 2 也可以不区分省电模式的 ONU10 和不是省电模式的 ONU10 而进行带宽分配。

[0162] 如果针对所有 ONU10,上述处理结束,则控制部 2 对各 ONU10 分配带宽。此时,使用上述授权跳跃标志 G_{Si} 以及分配带宽限制 B_i 。首先,控制部 2 将设置有授权跳跃标志 G_{Si} 的 ONU i 从下一周期的带宽分配对象中去除。接下来,使用 Traffic monitoring DBA (DynamicBandwidth Allocation,动态带宽分配)(流量监控 DBA)、status reportDBA(状态报告 DBA)或者它们的组合,对各 ONU10 分配带宽。此时,控制部 2 不会对省电模式的 ONU i 给予超过分配带宽限制 B_i 的带宽。另外,如果带宽分配结束,则控制部 2 对各 G_{Si} 、 B_i 进行复位。

[0163] 在步骤 S67 中,控制部 2 根据光发送接收器 5 接收到的请求(SLEEP_REQ),进行用于生成作为许可信号的 SLEEP_ALLOW 的准备。关于具体的处理,使用图 11 来后述。

[0164] 接下来,控制部 2 在步骤 S68~S75 中进行基于 OLT1 的省电模式的变更指示控制。通过该控制,OLT1 能够使属下的 ONU10 从省电模式转移到全服务模式、或者从某一省电模式转移到其他省电模式,作为通信系统能够更有效地降低电力消耗,并且还能够提高通信质量。

[0165] 控制部 2 调查存储装置来检测该 ONU i 是否处于休眠模式中(步骤 S69)。在该 ONU i 并非处于休眠模式中的情况下,控制部 2 检查是否有休眠模式的开始因素(步骤 S70)。在判断为没有开始因素的情况下,控制部 2 转移到步骤 S75 的处理,针对下一个 ONU i (将 i 的值递增了 1 的 ONU i)反复同样的处理。

[0166] 另一方面,在下行链路(下行方向的链路)中通信量减少、或者在上行链路(上行方向的链路)中通信量减少等情况下,控制部 2 分别转移到步骤 S71、S72 的处理,并为了使 ONU10 转移到省电模式而进行发送 SLEEP_ALLOW 的准备。

[0167] 在下行链路中通信量减少,并从全服务模式或者 Tx 休眠模式向 TRx 休眠模式转移的情况下,控制部 2 将 TRx 休眠模式指定为省电模式(步骤 S71)。另外,即使在下行链路中通信量减少但上行链路的通信继续进行的情况下,不选择 TRx 休眠模式,而转移到步骤 S75 的处理。另一方面,在虽然下行链路的通信量但上行链路的通信量减少而向省电模式转移的情况下,控制部 2 将 Tx 休眠模式指定为省电模式(步骤 S72)。

[0168] 在步骤 S69 中判断为该 ONU_i 是休眠模式中的情况下,控制部 2 检测休眠模式的中断因素(步骤 S73)。在没有中断因素的情况下,控制部 2 使休眠模式继续而转移到下一个 ONU10 的处理。另一方面,在中断因素是上行链路(发生阈值以上的上行通信量)的情况下,为了中止省电模式而转移到全服务模式,指定 AWAKE 来进行发送 SLEEP_ALLOW 的准备(步骤 S74)。另外,在中断因素是下行链路(发生阈值以上的下行通信量)的情况下,为了使 ONU10 从 TRx 休眠模式转移到 Tx 休眠模式或者使 Tx 休眠模式继续,控制部 2 进行发送 SLEEP_ALLOW (Tx) 的准备(步骤 S72)。

[0169] 另外,关于休眠的开始因素、中断因素,只要是抑制电力消耗并且确保必要的通信质量的基准,则可以是任何因素。例如,上述那样的一定期间中的通信量、缓冲器中积蓄的数据量、与 ONU10 连接的设备连接设备的接通断开信息、或者新的服务的开始等成为基准。

[0170] 如果以上的处理结束,则控制部 2 生成保存了带宽分配的结果、SLEEP_ALLOW 等控制消息的帧,并发送给 ONU10 (步骤 S76)。此时,还能够将下行数据保存到与控制消息相同的帧并一起发送。

[0171] 接下来,控制部 2 判断是否为需要进行发现的定时(步骤 S77),如果需要,则转移到图 9 的步骤 S1 的处理(参照连接部分 [B]),如果不需要进行发现,则返回到图 10 的步骤 S60,转移到下一个带宽更新周期的发送控制。

[0172] • 请求(SLEEP_REQ)的处理

[0173] 图 11 示出 OLT1 的控制部 2 用于根据接收到的请求(SLEEP_REQ)生成 SLEEP_ALLOW 的准备处理的一个例子。控制部 2 如果从 ONU10 接收到 SLEEP_REQ (步骤 S90),则判断是许可还是变更来自 ONU10 的要求,并将其结果通过 SLEEP_ALLOW 消息进行响应。

[0174] 控制部 2 通过访问存储装置来调查在 SLEEP_REQ 中作为参数指定的省电模式是否包含于该 ONU_i 的许可模式 AM_i (步骤 S91)。在此处未指定省电模式的情况下,控制部 2 将省电模式设置为通过图 2 的步骤 S2 等配置而事先确定的省电模式的默认值(步骤 S92)。另一方面,在许可模式 AM_i 中没有所指定的模式的情况下,控制部 2 将其变更为许可模式、或者设置针对向省电模式转移的拒绝信息(步骤 S93)。另外,在控制部 2 变更从 ONU10 指定的省电模式的情况下,必须避免对通信质量带来影响。

[0175] 在上述处理结束或者指定的模式是许可模式 AM_i 的情况下,控制部 2 转移到接下来的步骤 S94 的处理。在该步骤中,控制部 2 判断许可模式 AM_i 或者默认设定的省电模式是否为 TRx 休眠模式(步骤 S94)。在 TRx 休眠模式的情况下,判断下行数据的容许延迟时间 T_{dd} 是否小于规定的阈值 T_{th} (步骤 S95)。能够通过图 12 的服务 ID、用户 ID 等来确定该容许延迟时间 T_{dd}。

[0176] 此处,规定的阈值 T_{th} 是指,图 5 中的 T_x 休眠模式和 TR_x 休眠模式在图的交点处的容许延迟时间。在下行数据的容许延迟时间 T_{dd} 小于阈值 T_{th} 的情况下,相比于 TR_x 休眠模式, T_x 休眠模式的电力消耗低,在下行数据的容许延迟时间 T_{dd} 是阈值 T_{th} 以上的情况下,相比于 T_x 休眠模式, TR_x 休眠模式的电力消耗低。

[0177] 在步骤 S95 中判断为下行数据的容许延迟时间 T_{dd} 小于阈值 T_{th} 的情况下,控制部 2 决定将许可模式 AM_i 强制地变更为 T_x 休眠模式,并设置针对向省电模式转移的拒绝信息(步骤 S96)。通过这样 OLT1 强制地变更省电模式,从而能够降低 ONU10 的电力消耗。另外,即使容许延迟时间 T_{dd} 是阈值 T_{th} 以上,也不从 T_x 休眠模式变更为 TR_x 休眠模式。这是因为,需要确认有无下行数据。通过上述图 10 中的步骤 S69~S75 相当的处理,来确认有无下行数据。

[0178] 在步骤 S96 的处理结束或者在步骤 S94 中判断为不是 TR_x 休眠模式的情况或者在步骤 S95 中判断为容许延迟时间 T_{dd} 是阈值 T_{th} 以上的情况下,控制部 2 通过访问存储装置来调查在 SLEEP_REQ 中作为参数指定的 sleep time 是否为对该 ONU i 设定的最大休眠期间 $MaxST_i$ 以下(步骤 S97)。此处,在未指定 sleep time 的情况下,控制部 2 对 sleep time 设置通过图 2 的步骤 S2 等配置事先确定的 sleeptime 的默认值 ST_i (步骤 S98)。另一方面,在指定的 sleep time 大于 $MaxST_i$ 的情况下,控制部 2 将其变更为 $MaxST_i$ 、或者设置针对向省电模式转移的拒绝信息(步骤 S99)。

[0179] 在上述处理结束或者 sleep time $\leq MaxST_i$ 的情况下,控制部 2 将省电模式信息 PS_i 作为对应 ONU i 的省电模式的信息记录到存储装置,同时,对成为用于图 10 的步骤 S64、S66 的 Grant 的定时、抑制省电中的警报的基准的定时器 PST_i 设置 sleep time(步骤 S100)。

[0180] 如果该处理结束,则控制部 2 针对所接收到的所有 SLEEP_REQ,反复上述处理(步骤 S101)。

[0181] 实施方式 3.

[0182] 在上述实施方式中,说明了在 T_x 休眠模式和 TR_x 休眠模式中设定不同的停歇期间的 PON 系统。在实施方式 3 中,说明在上行链路和下行链路中设定了不同的停歇期间的 PON 系统。

[0183] 图 17 是示出该实施方式中的休眠模式时的通信协议的时序图。在图 17 中,与图 7 或者图 8 相同的符号表示相同时序。在该通信系统中,在配置步骤(步骤 S2)中,OLT1 向 ONU10 发送上行链路用的 sleep_time1 和下行链路用的 sleep_time2。sleep_time1 表示降低光发送器 141 的电力消耗的期间(光发送器 141 的停歇期间),sleep_time2 表示降低光接收器 142 的电力消耗的期间(光接收器 142 的停歇期间)。

[0184] ONU10 根据所接收到的休眠参数,进行省电动作。图 17 的期间 P2 是 T_x 休眠模式期间,在该期间,ONU10 在使光接收器 142 的接收功能有效的状态下,反复进行在 sleep_time1 的期间降低光发送器 141 的电力消耗的动作。另外,期间 P3 是 TR_x 休眠模式期间,在该期间,ONU10 反复进行在 sleep_time2 的期间降低光接收器 142 的电力消耗、进而在 sleep_time1 的期间降低光发送器 141 的电力消耗的动作。另外,在图 17 中, T_x 表示光发送器 141 的发送功能是开启的期间, R_x 表示光接收器 142 的接收功能是开启的期间。

[0185] 该实施方式的通信系统通过这样设定多个停歇期间,从而能够与上述实施方式同样地任意地调整延迟时间和电力消耗这样的相反的参数。

[0186] 以下,说明该通信系统的动作。以表示各种变形例为目的,在图 17 中,不仅对于休眠参数而且对于通信步骤也示出了与图 7 或者图 8 不同的例子。在发现处理后的配置(步骤 S2)中,OLT1 将 get_command 消息发送给 ONU10,向 ONU10 要求发送休眠参数。另外,虽然未图示,但 OLT1 在 get_command 中指定希望获取的参数的标识符。接收到该消息的 ONU10 从存储装置读出本装置中存储的休眠参数,并使用 get_response 消息将所读出的参数发送给 OLT1。

[0187] 此处,作为休眠参数,发送下述参数。

[0188] • Tx_init:光发送器 141 从停歇状态返回到动作状态为止所需的时间

[0189] • TRx_init:光发送接收器 5 (光发送器 141 以及光接收器 142) 从停歇状态返回到动作状态为止所需的时间

[0190] • Capability:ONU10 可执行的省电模式的信息(例如, Tx、TRx、或者 Tx 以及 TRx)

[0191] Tx_init 以及 TRx_init 也可以通过 16ns 单位的 MPCP 计数器值来表示,在带宽更新周期是 125 μ s 时,也可以通过该带宽更新周期的数量来表示。

[0192] OLT1 如果从 ONU10 接收到休眠参数,则根据这些休眠参数,决定上行链路用的 sleep_time1、下行链路用的 sleep_time2、对该 ONU10 许可的休眠模式(allowed_mode),并使用 Set_command 消息发送给 ONU10。另外,关于如何决定 sleep_time1 以及 sleep_time2,可以使用任意方法,而不限于特定的方法。

[0193] 决定方法的一个例子是如下方法:以 Tx_init 为最小时间来决定任意的 sleep_time1,以 TRx_init 为最小限的时间来决定 sleep_time2。为了增大省电效果,将 sleep_time1、sleep_time2 设定为大于 Tx_init 等的值为好。另外,代替 TRx_init,OLT1 也可以从 ONU10 获取光接收器 142 从停歇状态返回到动作状态为止所需的时间,并根据 sleep_time2 决定该参数。sleep_time1、sleep_time2 的上限可以根据容许延迟时间来限制,另外,也可以是 OLT1 从 ONU10 获取这些上限值作为休眠参数。

[0194] 另外,作为决定方法也可以使用如下方法:根据对用户提供的服务来决定 sleep_time_1、sleep_time_2、以及许可的休眠模式。另外,作为其他方法,也可以使用由网络的操作员等对 OLT1 设置任意的参数的方法,或者也可以为了与时间带相应地变更这些参数而使用 OLT1 持有每个时间带的参数表那样的方法。另外,也可以使用根据与 ONU10 连接的终端 20-1、20-2 的类别、执行中的应用程序来决定的方法。

[0195] ONU10 将从 OLT1 接收到的休眠参数存储到本装置内,并根据这些参数进行省电动作。

[0196] 在图 17 所示的通信系统中,作为省电协议的一个例子,使用了如下协议:OLT1 向 ONU10 预先发送休眠许可(Sleep_allow 消息),接收到许可的 ONU10 向 OLT1 通知(Sleep_request 消息)在任意的定时向休眠状态转移,并进行省电动作。OLT1 根据下行链路通信的状况等来判断 ONU10 可以转移到省电状态,并使用 Sleep_allow 消息对 ONU10 给予许可。在 Sleep_allow 消息中,作为参数具有表示许可的“ON”或者指示不许可/从省电状态恢复的“OFF”的信息。

[0197] ONU10 如果接收到该 Sleep_allow 消息,则存储省电动作处于许可状态的信息。另外,得到了许可的 ONU10 未必一定转移到省电状态,而可以根据 ONU10 的发送缓冲器 12 中积蓄的信息量、当前对用户提供的服务、连接终端 20-1、20-2 的类别、启动状态等,独

自地判断是否向省电状态转移。

[0198] 决定了向省电状态转移的 ONU10 指定所使用的休眠模式并将 Sleep_request 消息发送给 OLT1。另外,在 allowed_mode 中预先许可的模式仅为 1 个的情况下,可以省略该休眠模式的指定。发送了 Sleep_request 消息的 ONU10 根据所决定的休眠模式(此处是 Tx 休眠模式),降低发送接收器 5 的电力消耗。此处,ONU10 反复进行在 sleep_time1 所示的期间断开光发送器 141 的电源的动作。

[0199] 另外,虽然未图示,按通常方式进行由 OLT1 执行的发送带宽的分配通知(Grant 或者 Gate)、由 ONU10 执行的带宽分配要求(Report)等控制消息的发送接收、数据的发送接收。

[0200] 中止省电动作的情况有 2 种,1 种是从 OLT1 发送表示解除省电许可的 Sleep_allow (OFF)消息的情况,另 1 种是 ONU10 自发地解除省电动作并指定表示解除的“Awake”信息而将 Sleep_request 消息发送给 OLT1 的情况。

[0201] 接下来,说明 TRx 休眠模式期间(P3)的动作。被许可向省电状态转移的 ONU10 在向 TRx 休眠模式转移时,指定表示 TRx 休眠模式的信息而发送给 Sleep_request 消息。接收到该消息的 OLT1 与上述 Tx 休眠模式的情况同样地,存储 ONU10 转移到 TRx 休眠模式的信息,并将该信息用于带宽分配、警报监视控制。

[0202] ONU10 转移到 TRx 休眠模式后,进行降低发送接收器 5 的电力消耗的控制。此时,ONU10 从本装置的存储器读出预先存储的休眠参数(sleep_time1 和 sleep_time2),在基于 sleep_time1 的期间,使发送功能停止,在基于 sleep_time2 的期间,使接收功能停止。

[0203] 在图 17 的休眠参数的设定中,sleep_time1 被设定为比 sleep_time2 长,光接收器 142 比光发送器 141 更频繁地被启动。因此,能够进一步增大光发送器 141 的省电效果,并且 ONU10 能够更频繁地接收发送带宽的分配通知(Grant 或者 Gate),所以在一旦需要发送时,能够解除光发送器 141 的省电状态,通过所分配的发送带宽来发送数据。因此,在该通信系统中,能够实现更高的省电效果和低延迟效果。

[0204] 在这样的设定的情况下,OLT1 可以考虑 ONU10 的光发送器 141 的启动时间(Tx_init),给予 1 个或者多个将来的带宽分配周期中的发送带宽。

[0205] 图 18 示出 sleep_time1 被设定为比 sleep_time2 短的情况下的通信时序。该通信时序在上行链路的通信中要求的延迟时间短、或者在上行链路中继续地发送的数据速率比在下行链路中接收的数据速率高的情况下,能够显现出有利的效果。此时,OLT1 根据 sleep_time2 进行动作,以对该 ONU10 预先给予 1 个或者多个发送带宽以使得在 ONU10 的接收功能停止时能够进行发送。

[0206] 图 19 是能够对省电动作时的临时启动时间进行可变控制的通信时序。在配置步骤 S2 中,OLT1 指定临时启动时间而发送 set_command 消息。在该例子中,在 set_command 消息中,作为上行链路用的临时启动时间设定了 aware_time1,作为下行链路用的临时启动时间设定了 aware_time2,但也可以指定 1 个 aware_time1。

[0207] 接收到该 set_command 消息的 ONU10 存储这些休眠参数,并根据这些参数控制省电动作。另外,对于 aware_time1、aware_time2,与 sleep_time1 同样地,可以用 16ns 单位的 MPCP 计数器值来表示,在带宽更新周期是 125 μ s 时,也可以用该带宽更新周期的数量来表示。

[0208] ONU10 在省电动作中,在使光发送器 141 临时启动的情况下,在启动之后至少 aware_time1 所示的期间,将光接收器 142 的发送功能维持为开启。OLT1 能够根据该 aware_time1 和 sleep_time1 来确定该 ONU10 能够发送的可发送期间,所以能够将发送带宽分配到该可发送期间。另外,基于降低延迟时间等的理由,OLT1 还能够将针对该 ONU10 的发送带宽分配到可发送期间以外的期间。

[0209] 另外,ONU10 在使光发送器 141 临时启动的情况下,在启动后至少在用 aware_time2 指定的期间,将光接收器 142 的接收功能维持为开启。OLT1 能够根据该 aware_time2 和 sleep_time2 确定该 ONU10 能够接收的可接收期间,所以在该可接收期间发送 grant、sleep_request 等控制信号、或 / 和数据。在可接收期间发送的 grant (或者 gate) 被用于 ONU10 的存活判定,所以是重要的。OLT1 始终监视与 ONU10 的通信链路是否被有效地维持,通过内置的定时器,在从 ONU10 在一定期间内没有响应的情况下,OLT 判断为在与 ONU10 的通信中发生了故障,并解除与该 ONU10 的链路。由于使用通过 grant (或者 gate) 分配的发送带宽来发送响应信号,所以 OLT1 需要在可接收分配的期间发送 grant,从而向 ONU10 正常地给予发送机会。

[0210] 在该通信系统中,能够控制临时启动时间,并任意地控制发送定时和接收定时。例如,通过将临时启动时间设定得较长并减少启动频度,从而能够得到更高的省电效果。如 Tx_init、TRx_init 的参数所示那样,发送接收器 5 在从停歇状态转变到启动状态时需要启动时间。因此,需要比为了发送接收而实际所需的时间更早地开始启动,在该启动时间中也消耗电力。另外,在临时启动时间结束后也是同样的。因此,通过减少临时启动时间的频度,能够减少在该启动时间等中消耗的电力。

[0211] 接下来,说明由 ONU10 的控制部 11 进行的省电动作的控制。图 20 以及图 21 示出由控制部 11 进行的控制。该控制可以通过专用的电子电路来实现,或者也可以通过用程序语言来记载其算法并作为软件使通用的处理器执行来实现同样的功能。图 20 示出发送处理,图 21 示出接收处理。发送处理以及接收处理并行地执行。

[0212] 首先,说明图 20 的发送处理中的省电控制。在步骤 S110 中,控制部 11 通过存储器中存储的模式信息等,来判别当前的动作模式。在动作模式是通常的通信状态、即处于使用了发送接收功能的全服务模式时,控制部 11 探测接收缓冲器 13 中积蓄的数据的量、连接设备(终端 20-1、20-2)的动作状态(步骤 S111)。

[0213] 接下来,控制部 11 根据探测到的状态,决定是否向休眠模式转移。例如,在发送接收缓冲器 12、13 的统计的数据量是预先规定的值以下时,在作为连接设备的终端 20-1、20-2 全部是停止状态的情况、在终端 20-1、20-2 中执行的应用程序的种类是例如容许延迟的应用程序等的情况下,向休眠模式转移。另外,由于向休眠模式转移的前提是从 OLT1 接收休眠许可即 Sleep_allow (ON) 且该许可未被解除,所以控制部 11 参照本装置中存储的该休眠许可的信息来判断可否转移。

[0214] 关于选择哪个休眠模式,是通过针对上行链路和下行链路分别调查通信状态、连接设备的状态、或 / 和执行的应用程序的种类等来进行的。控制部 11 主要根据上行链路的状态来判断与光发送器 141 相关的休眠模式,根据下行链路的状态来判断与光接收器 142 相关的休眠模式。根据上行链路中的通信的要求条件而存在需要频繁地接收 grant 的情况,所以,此时,控制部 11 为了满足必要的通信条件,根据上行链路的状态,不仅选择与光

发送器 141 相关的休眠模式,而且还选择与光接收器 142 相关的休眠模式。

[0215] 控制部 11 在选择休眠模式时,参照在配置步骤 S2 中接收到的 `allowed_mode`,不将不被许可的休眠模式选择为使用的模式。

[0216] 在向休眠模式转变的情况下,控制部 11 制作 `Sleep_request` 消息(步骤 S133),在其中插入与在步骤 S112 中选择出的休眠模式对应的信息、例如 `Tx`、`TRx`。

[0217] 在步骤 S133 结束的情况、以及在步骤 S112 中判断为不向休眠模式转移的情况下,控制部 11 执行步骤 S113 的处理。控制部 11 将发送数据、以及控制数据制作为保存到发送帧的有效载荷(Payload)。另外,控制部 11 根据接收缓冲器 13 中保存的数据量等,制作带宽要求信息(report)。接下来,控制部 11 制作发送帧(步骤 S115)。此处,将所制作出的有效载荷以及带宽要求信息保存到下一层的帧中。在所保存的信息中,还包括在步骤 S126、S132、S133 中制作出的 `Sleep_request`。

[0218] 如果帧的发送准备完成,则控制部 11 不进行发送而待机直至成为通过发送带宽的分配通知指定的时间(步骤 S116)。另外,控制部 11 在成为发送开始时间之前,也可以并行执行其他处理。在成为发送时间时,控制部 11 将发送帧经由光发送器 141 发送给 OLT1(步骤 S117)。

[0219] 接下来,控制部 11 判断是否向休眠模式转移(步骤 S118),在转移的情况下,执行切断或者降低向光发送器 141 的电力供给的处理(步骤 S119)。另外,依照步骤 S112 的判断结果来进行是否需要向休眠模式转移。另外,在后述步骤 S130 中判断为需要切断或者降低临时启动时间后的供给电力的情况下,也在该步骤 S119 中也执行上述处理。

[0220] 另外,控制部 11 通过用于测定停歇期间的定时器(以下,称为 S 定时器)开始测量时间。在该 S 定时器中,设置 `sleep_time1`,在计时开始之后经过了时 `sleep_time1`,控制部 11 能够知道停歇期间的结束。

[0221] 接下来,控制部 11 判断是否结束通信(步骤 S120),在不结束的情况下,返回到步骤 S110,反复上述处理。

[0222] 接下来,说明休眠模式下的停歇期间中的动作。

[0223] 在步骤 S110 中,判断为 ONU10 的当前的动作状态是 `Tx` 或者 `TRx` 休眠模式的停歇期间中的动作的情况下,控制部 11 判断 S 定时器是否计满、即基于 `sleep_time1` 的停歇期间是否结束(步骤 S121)。在停歇期间结束的情况下,控制部 11 使 S 定时器停止(步骤 S122),使光发送器 141 的发送功能复活,中止向光发送器 141 的供给电力的降低或者切断(步骤 S123)。接下来,控制部 11 为了测量临时启动时间,通过其他定时器(以下,称为 A 定时器)开始测量经过时间(步骤 S124)。此处,所设置的定时器信息是表示光发送器 141 的临时启动时间的 `Aware_time1`。

[0224] 在步骤 S121 中判断为 S 定时器未计满的情况下,控制部 11 判断是否需要结束休眠模式并转移到全服务模式、即是否需要解除省电动作并转移到 `awake` (唤醒) 状态(步骤 S125)。此时,休眠模式的解除条件如下所述。第一个条件是,是否从 OLT1 接收到取消休眠许可的消息、`Sleep_allow` (OFF)。第二个条件是,与步骤 S111 同样地探测缓冲器、连接设备的状态,并是否检测到与向休眠模式转变时的条件相反的条件。在接收到上述消息的情况、检测到上述相反的条件,的情况下,ONU10 结束休眠模式。

[0225] 在结束休眠模式的情况下,控制部 11 制作具有表示解除休眠模式的信息

(“awake”)的 Sleep_request 消息,并使 S 定时器停止(步骤 S126)。另外,通过后面的处理、步骤 S117 发送该 Sleep_request 消息。另外,控制部 11 与步骤 S123 的处理同样地接通光发送器 141 (步骤 S127)。另一方面,在不结束休眠模式的情况下,控制部 11 返回到步骤 S110。

[0226] 此处,如上所述控制部 11 判断在停歇期间中是否解除休眠模式,并使发送功能复活,所以 ONU10 能够早期再次开始发送,能够降低延迟时间。另外,即使在停歇期间中,控制部 11 也可以与步骤 S113 同样地制作有效载荷。

[0227] 接下来,说明休眠模式下的临时启动时间中的动作。

[0228] 在步骤 S110 中判断为是临时启动时间的情况下,控制部 11 判断 A 定时器是否计满(步骤 S128)。在计满了的情况下,控制部 11 使 A 定时器停止(步骤 S129),进行降低或者切断向光发送器 141 的电力供给的准备。实际上降低或者切断供给电力的是步骤 S119,所以在该步骤 S130 中,在存储器或者寄存器中存储指示降低或者切断供给电力的信息。另外,从指示电力切断至实际上切断向发送器 141 的供给电力为止花费时间,并在进行步骤 S117 中的帧发送的情况下,控制部 11 也可以在该步骤 S130 中执行向发送接收器 5 发送指示降低或者切断供给电力的信号、或者停止电力供给的处理。

[0229] 在步骤 S128 中判断为 A 定时器未计满的情况下,控制部 11 与上述步骤 S125 同样地判断是否解除休眠模式(步骤 S131)。在解除的情况下,控制部 11 与步骤 S126 同样地制作 Sleep_request,向 OLT1 通知解除(步骤 S132)。进而,控制部 11 使 A 定时器停止。

[0230] 这样,控制部 11 能够使用与 sleep_time1 相关的 S 定时器、与 aware_time1 相关的 A 定时器,高效地进行 ONU10 的省电控制。

[0231] 接下来,参照图 21,说明接收处理中的省电控制。

[0232] 控制部 11 首先在步骤 S140 中,根据存储器等中存储的模式信息等,来判别当前的动作模式。在动作模式是通常的通信状态、即处于使用了发送接收功能的全服务模式、或者 Tx 休眠模式时,控制部 11 与图 20 的步骤 S111 同样地,探测通信状态、连接设备(终端 20-1、20-2)的动作状态(步骤 S141)。

[0233] 接下来,控制部 11 进行接收处理并取出接收缓冲器等中存储的帧(步骤 S143),从帧取出有效载荷,并执行与有效载荷对应的处理(步骤 S144)。在该有效载荷中还包括控制消息,控制部 11 根据消息的标识符等来判别控制消息,并执行与控制消息的种类对应的处理。

[0234] 接下来,控制部 11 判断是否向 TRx 休眠模式转移,在转移的情况下,执行切断或者降低向光接收器 142 的供给电源的处理。在发送接收器 5 中,有使一部分或者所有发送处理或者接收处理停止的功能的情况下,控制部 11 能够通过向发送接收器 5 发送控制信号来执行该处理。另外,在控制部 11 能够直接控制从电源电路供给的向光发送器 141 或者光接收器 142 的电流的情况下,针对电源电路或者发送器和电源电路,控制中继电路等来使电力供给停止。在该步骤中将供给电力切断等的电力控制不仅包括新执行休眠模式的情况,而且还包括在后述步骤 S159 中判断为临时启动时间结束的情况。

[0235] 在为了转移到 TRx 休眠模式而将光接收器 142 的电力供给切断等的情况下,控制部 11 根据 sleep_time2 通过 S 定时器开始时间测量。该 S 定时器是和测量与 sleep_time1 相关的时间的图 20 的 S 定时器不同的定时器,用于测定光接收器 142 的停歇期间。

[0236] 接下来,控制部 11 与图 20 的步骤 S125 以及 S131 同样地,判断是否解除休眠模式,在解除的情况下,控制部 11 使 S 定时器、后述 A 定时器停止,将模式的变更存储到存储器等(步骤 S152)。接下来,判断是否结束通信,在不结束的情况下返回到从步骤 S140 起的处理。

[0237] 接下来,说明 TRx 休眠模式的停歇期间中的处理。

[0238] 在步骤 S140 中判断为是 TRx 休眠模式的停歇期间的情况下,控制部 11 判定 S 定时器是否计满(步骤 S153)。在 S 定时器未计满的情况下,控制部 11 转移到步骤 S144,进行接收缓冲器 142 中积蓄的接收数据的处理。另外,在光接收器 142 的接收功能是停止中并不需要接收缓冲器中积蓄的接收数据的处理的情况下,也可以返回到步骤 S140 的处理并继续待机状态。

[0239] 在 S 定时器计满了的情况下,控制部 11 使 S 定时器停止(步骤 S154),中止切断或者降低向光接收器 142 的电力供给,如通常那样再次开始电力供给(步骤 S155)。接下来,控制部 11 开始与 aware_time2 相关的 A 定时器的时间测量,从临时启动开始后起开始测量经过由 aware_time2 指定的时间的定时(步骤 S156)。另外,该 A 定时器是能够测量和与 aware_time1 相关的 A 定时器不同的时间的定时器。控制部 11 进而存储转移到 aware 状态(临时启动状态)的信息,开始上述步骤 S143 的帧接收处理。

[0240] 接下来,说明 TRx 休眠模式下的临时启动时间中的动作。

[0241] 在步骤 S140 中判断为当前的状态是临时启动时间中的状态的情况下,控制部 11 为了检测临时启动时间的结束,根据 A 定时器,判别 aware_time2 是否计满(步骤 S157)。在未计满的情况下,控制部 11 继续进行从步骤 S141 起的接收处理等,另一方面,在 aware_time2 计满了的情况下,控制部 11 与步骤 S152 同样地开始进行向光接收器 142 的供给电力的切断或者降低处理(步骤 S159)。此时,控制部 11 存储从临时启动状态向停歇状态的状态变化,转移到从上述步骤 S141 起的处理。

[0242] 这样,控制部 11 能够使用与 sleep_time2 相关的 S 定时器、与 aware_time2 相关的 A 定时器来调整光接收器 142 的供给电力,所以能够高效地控制 ONU10 的省电动作。另外,在图 19 的通信时序中,将 sleep_time1 和 sleep_time2 设定为不同的值,但通过将 sleep_time1 和 sleep_time2 设定为相同值,并将 aware_time1 和 aware_time2 设定为不同的值,也能够适当地调整发送接收速率、电力消耗、延迟时间等。

[0243] 在图 17 至图 19 的通信时序中,ONU10 从 OLT1 预先取得休眠许可,接收到许可的 ONU10 在自发的定时转移到休眠模式,但该休眠协议仅为一个例子,还能够使用在实施方式 1、实施方式 2 中说明那样的其他休眠协议来控制本实施方式的省电动作。

[0244] 以上,说明了本发明的实施方式。本发明不限于这些实施方式,只要包含于本发明的要旨则可以任意的变形。例如,应用该通信方法的通信系统不限于 PON 系统,还能够应用于使用了有源元件的光通信系统。另外,不限于光通信,还能够应用于使用电信号在终端之间进行通信的通信系统。

[0245] 实施方式 4.

[0246] 接下来,关于与各休眠模式对应地设定停歇期间的通信时序,说明几个例子。在该实施方式中说明的时序中,针对每个模式设定停歇期间的这点与实施方式 1、2 相同,基本上以实施方式 1 或者 2 的通信系统为基础。

[0247] 图 22 是示出该实施方式的通信时序的图。步骤 S2 (配置步骤)被称为能力发现

步骤,是 OLT1 新成为激活而检测 ONU10 的能力、特别是省电功能的能力的处理。在该步骤中,ONU10 对 OLT1 通知与各模式对应的 sleep_time1、sleep_time2 的作为 ONU10 的要求值。该 sleep_time1、sleep_time2 既可以是 sleep_time 的容许最小值、容许最大值的数值,也可以如实施方式 3 那样是与发送接收器的能力直接相关的信息。

[0248] OLT1 在对 ONU10 许可向休眠模式转移时,指定许可模式并发送 SLEEP_ALLOW 消息。ONU10 能够选择所使用的休眠模式,在向 Tx 休眠模式转变时,选择 sleep_time1 (相当于实施方式 1 的 T1),对定时器设置 sleep_time1,测定停歇期间。另外,在向 TRx 休眠转变时,对定时器设置 sleep_time2 (相当于实施方式 1 的 T2),测定停歇期间。另外,在向休眠模式转变时,ONU10 是否发送 SLEEP_ACK 是任意选择事项。

[0249] 图 23 是图 22 的通信时序的变更例之一,OLT1 在 SLEEP_ALLOW 消息中,插入与 Tx 休眠模式对应的 sleep_time1 和与 Tx 休眠模式对应的 sleep_time2 这 2 个休眠参数,并通知到 ONU10。另外,也可以使用同样的消息,插入与光发送器 141 对应的 sleep_time1 和与光接收器 142 对应的 sleep_time2 这样的 2 个休眠参数,并如实施方式 3 那样控制 ONU10。

[0250] 图 24 示出如下时序:OLT1 在 SLEEP_ALLOW 消息中不指定休眠模式,而插入与 Tx 休眠模式对应的 sleep_time1 和与 Tx 休眠模式对应的 sleep_time2 这样的 2 个休眠参数。在该时序中,OLT1 在步骤 S2 中预先向 ONU10 通知许可的休眠模式。另外,在不规定许可的休眠模式的情况下,OLT1 也可以不发送该 Set_command。

[0251] 图 25 示出 ONU10 的控制部 11 选择与休眠模式对应的停歇期间(sleep_time1、2)的处理。控制部 11 如果接收到 SLEEP_ALLOW 消息(步骤 S170),则与上述实施方式同样地选择休眠模式(步骤 S171)。

[0252] 在选择了 Tx 休眠模式的情况下,控制部 11 将光发送器 141 控制为省电状态(步骤 S172),作为停歇期间选择 sleep_time1,开始定时器的测量(步骤 S173)。在 Tx 休眠模式下进行接收处理(步骤 S174),控制部 11 在步骤 S175、S176 中,在 sleep_time1 的计满前解除休眠时,解除光发送器 141 的省电状态(步骤 S177),返回到通常的发送接收处理。否则,控制部 11 返回到步骤 S174 的接收处理。

[0253] 另一方面,在选择了 TRx 休眠模式的情况下,控制部 11 将发送器光以及光接收器 142 控制为省电状态(步骤 S178),作为停歇期间选择 sleep_time2,开始定时器的测量(步骤 S179)。接下来,控制部 11 直至定时器计满为止维持省电状态,在定时器计满(步骤 S180)的同时解除光发送器 141 以及光接收器 142 的省电状态(步骤 S181)而返回到通常的发送接收处理。另外,在定时器计满前,以使发送速率增加等的理由,控制部 11 也可以进行解除省电状态的控制。

[0254] 在上述实施方式 1~4 中,将光发送接收器 5 设为省电状态的控制中,不仅切断光发送器 141 或者光接收器 142 的电源来抑制电力消耗,而且还能够使发送功能或者接收功能的一部分停止而抑制电力消耗。在光发送器 141 例如具有激光二极管、激光二极管驱动器、信号调节器等电路的情况下,控制部 11 能够使这些部件的一部分停止,并使剩余的部件激活来抑制电力消耗。另外,在光接收器 142 例如具有发光二极管、发光二极管用电源电路、互阻放大器、限制放大器等的情况下,控制部 11 能够使这些部件的一部分停止并使剩余的部件激活来抑制电力消耗。另外,在光发送接收器 5 内置了微型机的情况下,控制部 11 也可以控制该微型机的开启或者关闭。

[0255] 另外,在上述实施方式中,OLT1 考虑 ONU10 的功能或者提供服务来对 ONU10 指示向省电模式的转移、条件(参数),从而 OLT1 能够控制通信系统上的省电功能。关于该功能,OLT1 是否根据省电功能的应对信息来发送发送许可信号是选择性的事项。

[0256] 作为省电模式,例示了 Tx 休眠模式、TRx 休眠模式,但省电模式、其协议不限于此。另外,也可以将 Tx 休眠模式命名为休眠模式 1、将 TRx 休眠模式命名为休眠模式 2,将对应的 mode 参数也如“1”是休眠模式 1、“2”是休眠模式 2 那样进行符号化。进而,在上述实施方式 1~3 中,说明了使用了 Tx 休眠模式、TRx 休眠模式的省电动作,但也可以与其他休眠模式一起使用仅将 ONU10 具有的光发送器 141 以及光接收器 142 中的光接收器 142 设为省电状态的 Rx 休眠模式。在该情况下,在成为省电状态之前从 OLT1 预先分配或者固定地分配发送带宽。

[0257] 实施方式 5.

[0258] 接下来,说明根据电力消耗来选择省电模式的 PON 系统。图 26 是示出本实施方式的 PON 系统的结构例的图。如图 26 所示,本实施方式的 PON 系统具备 OLT1 和 ONU10a — 1~10a — 3 (子站装置)。OLT1 与实施方式 1 的 OLT1 相同。ONU10a — 1 除了以下点以外与实施方式 1 的 ONU10 — 1 相同:在实施方式 1 的 ONU10 — 1 中追加了电力消耗信息存储部 17,代替控制部 11 而具备控制部 11a。ONU10a — 2~10a — 3 也具有与 ONU10a — 1 同样的结构。对具有与实施方式 1 相同的功能的构成要素附加与实施方式 1 相同的符号并省略重复的说明。

[0259] ONU10a — 1 的控制部 11a 具备省电模式选择部 18。除了与省电模式选择部 18 的动作相关联的动作以外的 ONU10a — 1 的控制部 11a 的动作与实施方式 1~4 的 ONU10 — 1 的控制部 11 的动作相同。此处,与实施方式 1、2 同样地,说明在 Tx 休眠模式和 TRx 休眠模式中设定不同的停歇期间的例子,但即使如实施方式 3 那样对光发送器 141 以及光接收器 142 分别设定对应的停歇期间的情况下,也只是后述“停歇期间 / 临时启动时间”的计算方法不同,同样能够应用。

[0260] 图 27 是示出每个省电模式的电力消耗的一个例子的图。电力消耗特性 200 表示 Tx 休眠模式下的电力消耗特性,电力消耗特性 201 表示 TRx 休眠模式下的电力消耗特性。图 27 的横轴表示“停歇期间 / 临时启动时间”,纵轴表示以全服务模式下的电力消耗为 1 而进行了归一化的电力消耗。停歇期间表示在间歇性地进行停歇的省电模式下一次停歇的停歇期间(间歇停歇期间),临时启动时间表示停歇期间之后的临时的启动时间。如图 27 所示,关于 ONU10a 的电力消耗,与仅使发送侧停歇的 Tx 休眠模式相比,使发送接收两方都停歇的 TRx 休眠模式的省电效果更大,并且,在两个省电模式中,都是停歇期间相对于临时启动时间越长,省电效果越大。这样,各省电模式下的电力消耗依赖于停歇期间与临时启动时间之比即“停歇期间 / 临时启动时间”。

[0261] 对于电力消耗特性 200、201 这样的省电效果的具体的特性,依赖于 ONU10a 的安装,是 ONU10a 的生产厂家等知晓的值。在本实施方式中,ONU10a 将该电力消耗特性 200、201 作为电力消耗信息,在电力消耗信息存储部 17 中存储为数据库。于是,省电模式选择部 18 针对每个省电模式,根据“停歇期间 / 临时启动时间”和电力消耗信息求出电力消耗,选择电力消耗少的省电模式。

[0262] 另外,此处,示出了将电力消耗特性 200、201 存储为数据库的例子,但也可以制定

通过多项式近似等根据“停歇期间 / 临时启动时间”求出电力消耗的计算式,省电模式选择部 18 通过使用了计算式的计算来求出每个省电模式的电力消耗。另外,不限于数据库的形式,而也可以作为简单地保存了阈值的表等的信息而存储电力消耗信息,电力消耗信息的存储方法、以及基于电力消耗特性 200、201 的省电模式的计算方法不限于上述例。

[0263] 另外,在本实施方式中,在控制部 11a 外具备了电力消耗信息存储部 17,但也可以在控制部 11a 内具备电力消耗信息存储部 17。另外,也可以在控制部 11a 外具备省电模式选择部 18。

[0264] 接下来,说明本实施方式的动作例。图 28 是示出本实施方式的省电模式设定步骤的一个例子的时序图。另外,如在实施方式 1 的(a)~(d)、实施方式 4 中说明那样,关于向休眠模式的转变步骤有多样,只要是 ONU10a 选择省电模式的步骤,就可以使用任意步骤。此处,说明如下例子:与实施方式 1 的(a)(OLT1 进行询问,ONU10 决定省电模式的情况)、图 22 的例子同样地,在步骤 S2 的 ONU 配置中,从 OLT1 向 ONU10a 通知作为与 Tx 休眠模式、TRx 休眠模式的各个对应的停歇期间的 sleep_time1、sleep_time2。另外,也可以如图 23、24 的例子那样,使用 SLEEP_ALLOW 消息通知 sleep_time1、sleep_time2。

[0265] 在步骤 S2 的 ONU 配置之后,OLT1 对 ONU (1) (ONU10a - 1) 发送 SLEEP_ALLOW (Sleep_allow)消息并对 ONU 许可进入省电模式。此处,假设 ONU10a - 1 能够应对于 Tx 休眠模式和 TRx 休眠模式这两方。OLT1 在发送的 SLEEP_ALLOW 消息中通知能够向 Tx 休眠模式和 TRx 休眠模式这两方转移。

[0266] ONU10a - 1 的控制部 11a 的省电模式选择部 18 在上行数据是一定值以上的情况下判断为 ONU10a - 1 向省电模式转移。然后,省电模式选择部 18 参照电力消耗信息存储部 17 的数据库(步骤 S7b),针对每个省电模式,根据“停歇期间 / 临时启动时间”和数据库,求出电力消耗,并根据所求出的电力消耗,选择省电模式(步骤 S7c)。通过选择电力消耗低的省电模式,能够设定省电效果更高的省电模式。另外,此处假设对于临时启动时间(T_AWARE),不论省电模式为什么都设定为固定值。因此,每个省电模式的“停歇期间 / 临时启动时间”能够根据作为与 Tx 休眠模式、TRx 休眠模式的各个对应的停歇期间的 sleep_time1、sleep_time2 来求出。另外,在临时启动时间根据省电模式而不同的情况下,在计算“停歇期间 / 临时启动时间”时,使用与各个模式对应的临时启动时间即可。

[0267] 在如实施方式 3 所述对光发送器 141 以及光接收器 142 分别设定对应的停歇期间的情况下,例如,能够如下方式求出 Tx 休眠模式、TRx 休眠模式的电力消耗。代替图 27 所示的每个省电模式的电力消耗特性 200、201,求出针对“停歇期间 / 临时启动时间”的光发送器 141 的电力消耗特性和光接收器 142 的电力消耗特性,针对 Tx 休眠模式,根据上行链路用的停歇期间、临时启动时间、以及光发送器 141 的电力消耗特性,求出电力消耗。针对 TRx 休眠模式,根据上行链路用的停歇期间、临时启动时间、以及光发送器 141 的电力消耗特性,求出电力消耗 Pw1,并根据下行链路用的停歇期间、临时启动时间、以及光接收器 142 的电力消耗特性,求出电力消耗 Pw2,将 Pw1 与 Pw2 之和作为 TRx 休眠模式的电力消耗。

[0268] ONU10a - 1 在省电模式的选择之后,将保存了表示向所选择出的省电模式转移的信息的 SLEEP_ACK (Sleep_Ack)消息通知到 OLT1,并转移到所选择出的省电模式。例如,在 Tx 休眠模式的停歇期间与临时启动时间之比(“停歇期间 / 临时启动时间”)是 10、且 TRx 休眠模式的停歇期间与临时启动时间之比是 1 以下的情况下,相比于选择 TRx 休眠模式,在选

择 Tx 休眠模式时省电效果更高,所以选择 Tx 休眠模式。图 28 示出选择了 Tx 休眠模式的例子,在发送 SLEEP_ACK 消息之后,ONU10a-1 转移到仅使发送侧停歇的 Tx 休眠模式。

[0269] 另外,在上述例子中,示出了 ONU10a-1 在从 OLT1 接收到 SLEEP_ALLOW 消息之后实施省电模式的选择的例子,但也可以在步骤 S2 的配置中,通知了 sleep_time1、sleep_time2 之后,实施省电模式的选择。另外,关于省电模式的选择(步骤 S7b、S7c),虽然也可以每当接收到 SLEEP_ALLOW 消息时实施,但也可以在直至进行再配置为止的期间,ONU10a-1 存储选择结果并使用所存储的省电模式的选择结果。另外,在实施了再配置的情况下,也可以在省电模式的“停歇期间/临时启动时间”的比例存在变更的情况下实施省电模式的选择(步骤 S7b、S7c)。

[0270] 另外,关于在图 27 中例示的电力消耗特性,在掌握了经年变化等的特性的情况下,也可以考虑经年变化来求出电力消耗。另外,电力消耗特性一般还依赖于温度,所以也可以针对电力消耗特性的温度依赖性也进行数据库化,并在 ONU10a-1 中设置温度监视器,使用“停歇期间/临时启动时间”和温度监视器的测定结果,参照数据库来求出电力消耗。

[0271] 另外,在上述例子中,ONU10a-1 进行了省电模式的选择,但也可以在 OLT 侧进行省电模式的选择。图 29 是示出 OLT 根据电力消耗来选择省电模式的 PON 系统的结构例的图。图 29 的 PON 系统具备 OLT1a(母站装置)和 ONU10b-1~10b-3。ONU10b-1~10b-3 除了以下点以外与实施方式 1 的 ONU10-1~10-3 相同:在实施方式 1 的 ONU10-1~10-3 中追加了电力消耗信息存储部 17。OLT1a 除了以下点以外与实施方式 1 的 OLT1 相同:在实施方式 1 的 OLT1 中追加了电力消耗信息存储部 8,并代替控制部 2 而具备控制部 2a。控制部 2a 具备省电模式选择部 9。

[0272] ONU 的电力消耗特性是依赖于 ONU 的安装的值,所以在上述 ONU10a 中是由 ONU 进行存储,但 OLT1a 也可以存储各 ONU10b 的每个省电模式的电力消耗特性。本实施方式的 OLT1a 在电力消耗信息存储部 8 中将各 ONU10b 的每个省电模式的电力消耗特性存储为数据库。该数据库既可以由 ONU10b 的生产厂家等设定,也可以由 ONU10b 通知数据库中保存的信息。另外,在 ONU10b 的生产厂家等设定 OLT1a 的数据库的情况下,ONU10b 无需具备电力消耗信息存储部 17 而可以是与 ONU10 同样的结构。

[0273] 图 30 是示出 OLT1a 选择省电模式时的省电模式设定步骤的一个例子的时序图。此处,示出 ONU(1)(ONU10b-1)向 OLT1a 通知数据库中保存的信息的例子。此处,假设 ONU10b-1 能够应对于 Tx 休眠模式和 TRx 休眠模式这两方。

[0274] 与图 28 的例子同样地,在步骤 S1、步骤 S2 之后,OLT1a 对 ONU10b-1 发送 SLEEP_ALLOW 消息,ONU10b-1 参照电力消耗信息存储部 17 的数据库,在此读出数据库的所有信息(电力消耗信息)(步骤 S7b)。然后,将所读出的数据库信息(电力消耗信息)通知给 OLT1a。

[0275] OLT1a 的省电模式选择部 9 将所接收到的电力消耗信息作为数据库保存到电力消耗信息存储部 8,根据关于 ONU10b-1 的“停歇期间/临时启动时间”和数据库,选择省电模式(步骤 S7e)。然后,将表示许可所选择出的省电模式的 SLEEP_ALLOW 消息发送给 ONU10b-1,ONU10b-1 在发送 Sleep_Ack 消息之后转移到从 OLT1a 通过 SLEEP_ALLOW 消息许可的省电模式。在图 30 中,示出选择了 Tx 休眠模式的例子。另外,在 ONU10b-1 和 OLT1a 连接之后至少从 ONU10b-1 发送一次数据库信息即可,发送的定时不限于图 30 的例子。也

可以在步骤 S2 的 ONU 配置中实施。

[0276] 如以上那样,在本实施方式中,根据 ONU 的每个省电模式的电力消耗特性,选择更有效的省电模式。由此,能够提高省电效果。

[0277] 产业上的可利用性

[0278] 本发明适用于需要省电化的通信方法、通信系统。

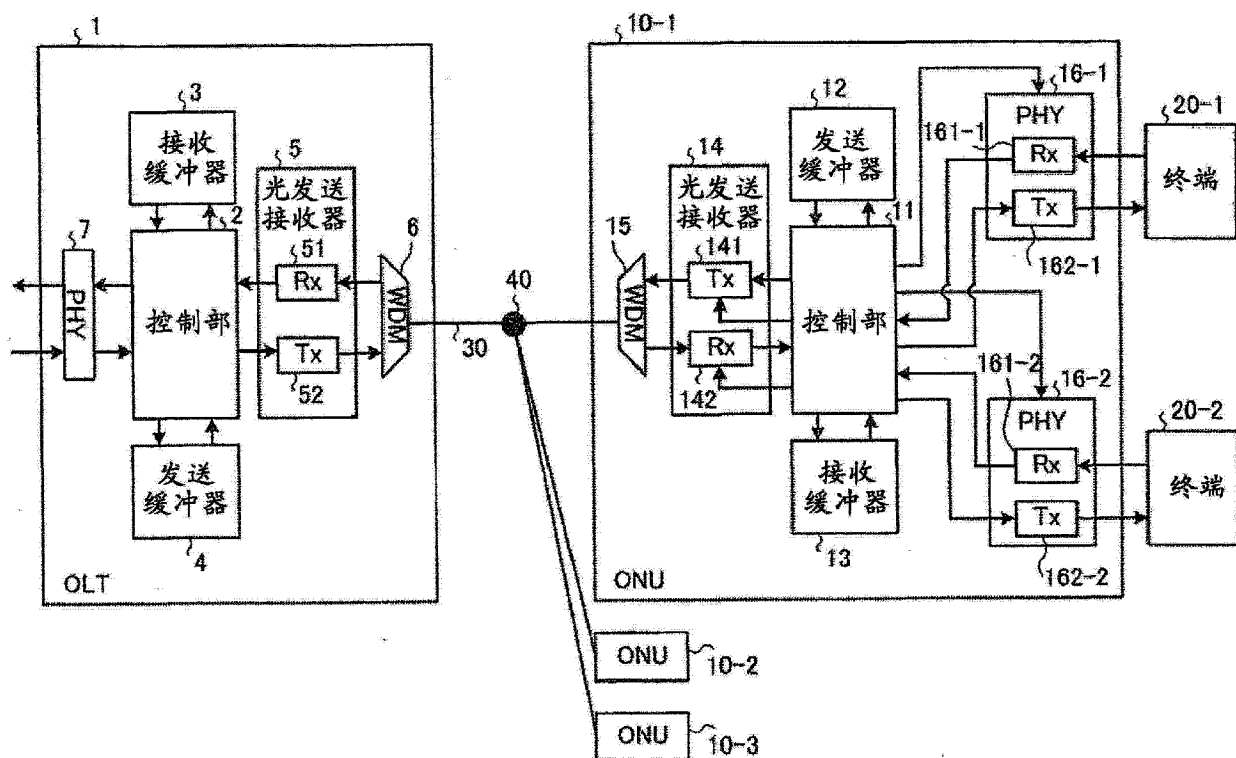


图 1

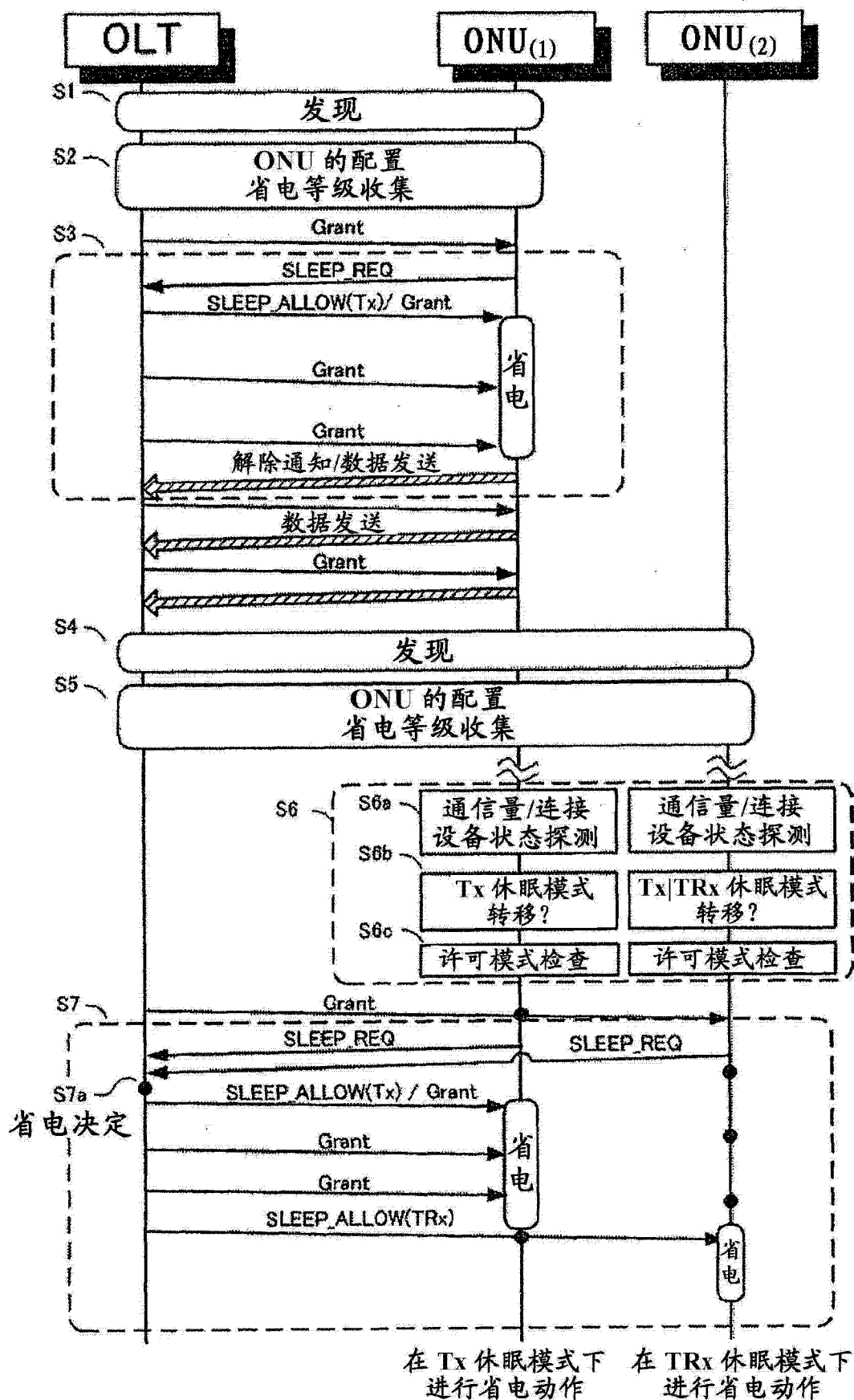


图 2

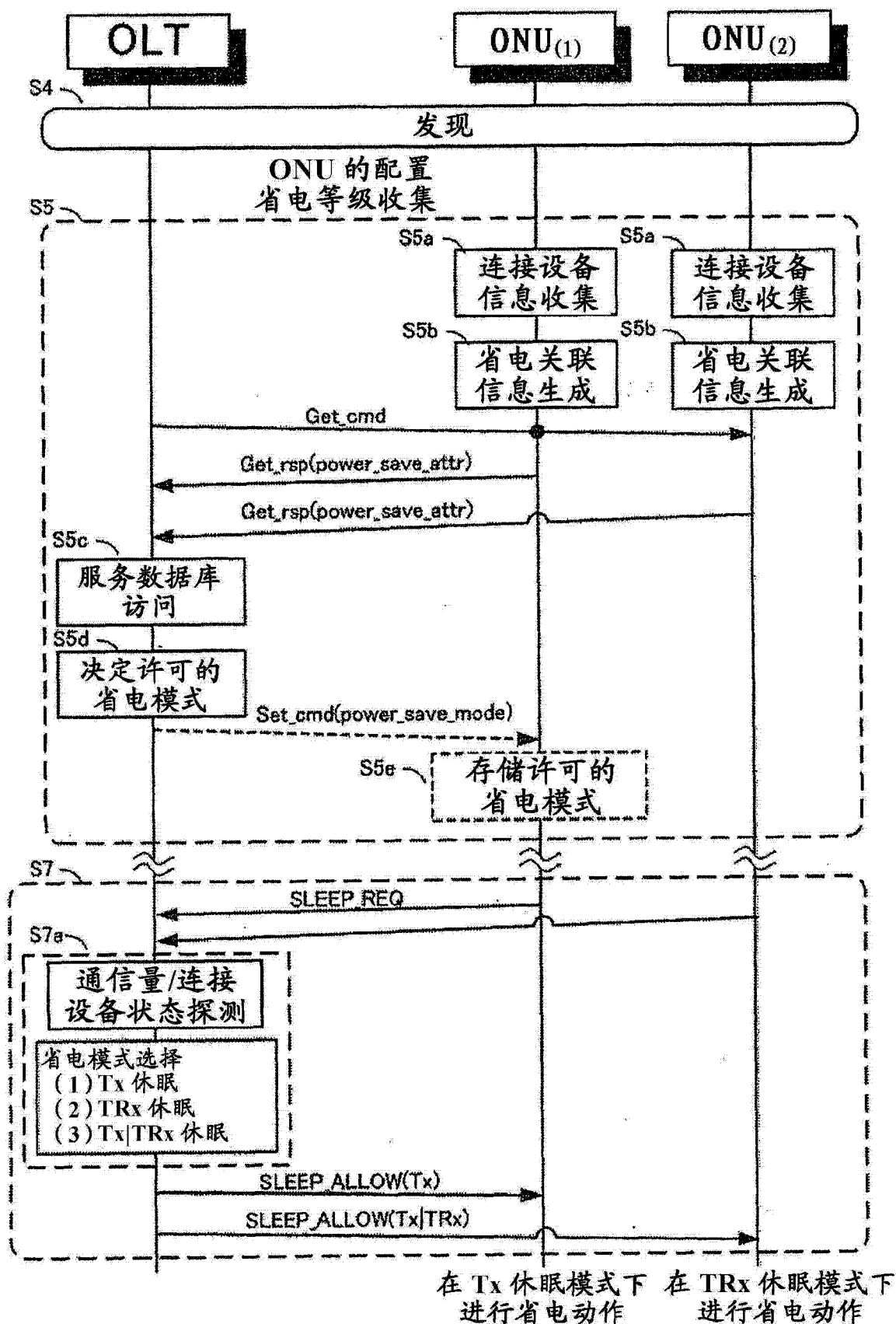


图 3

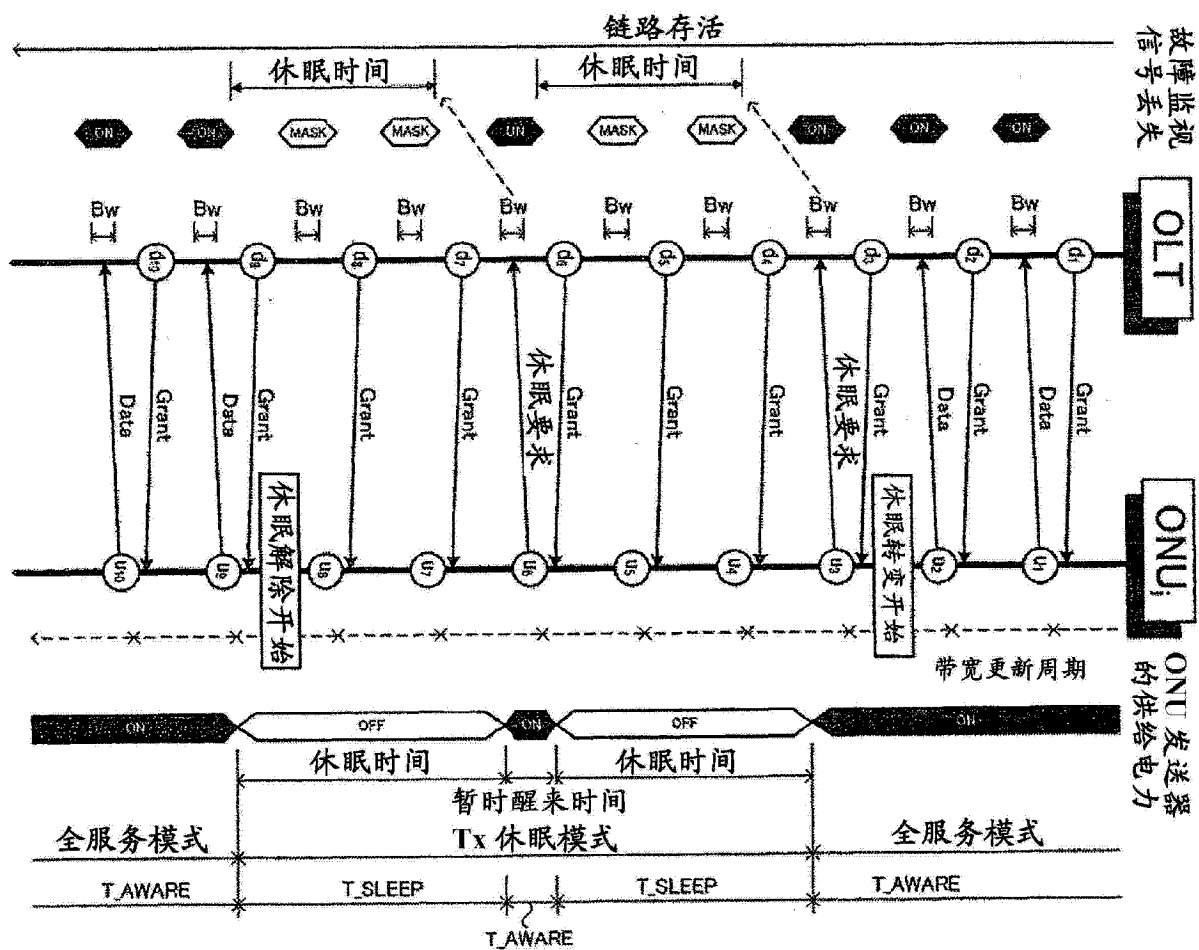


图 4

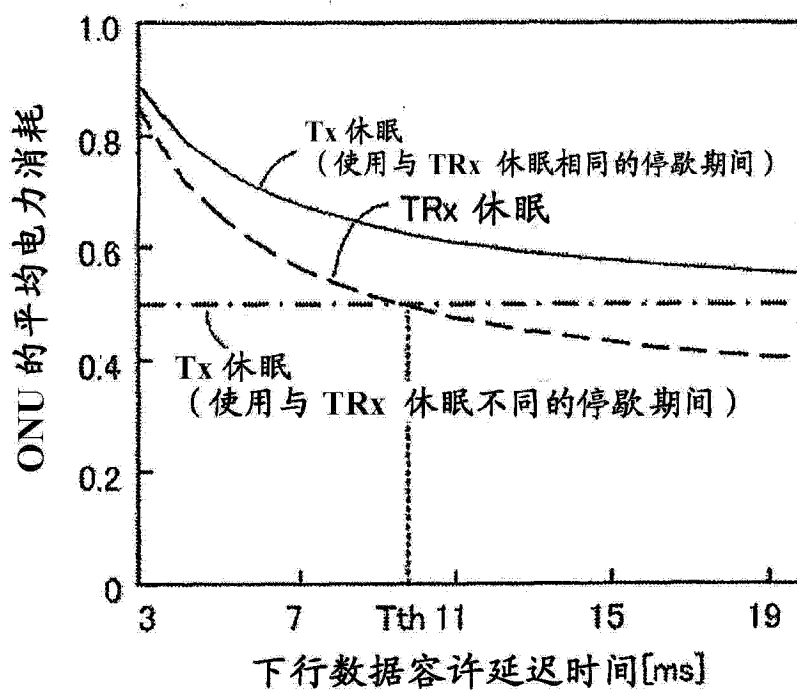


图 5

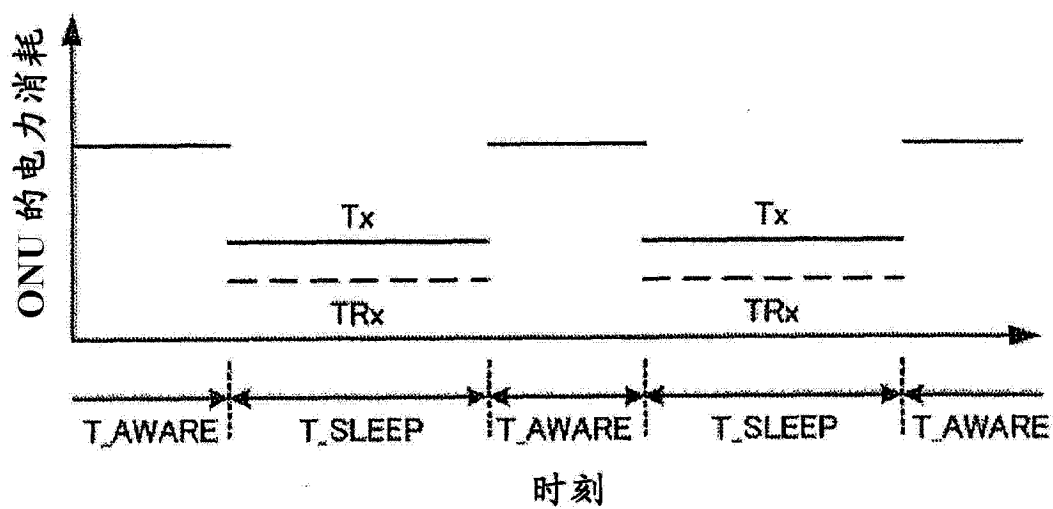


图 6

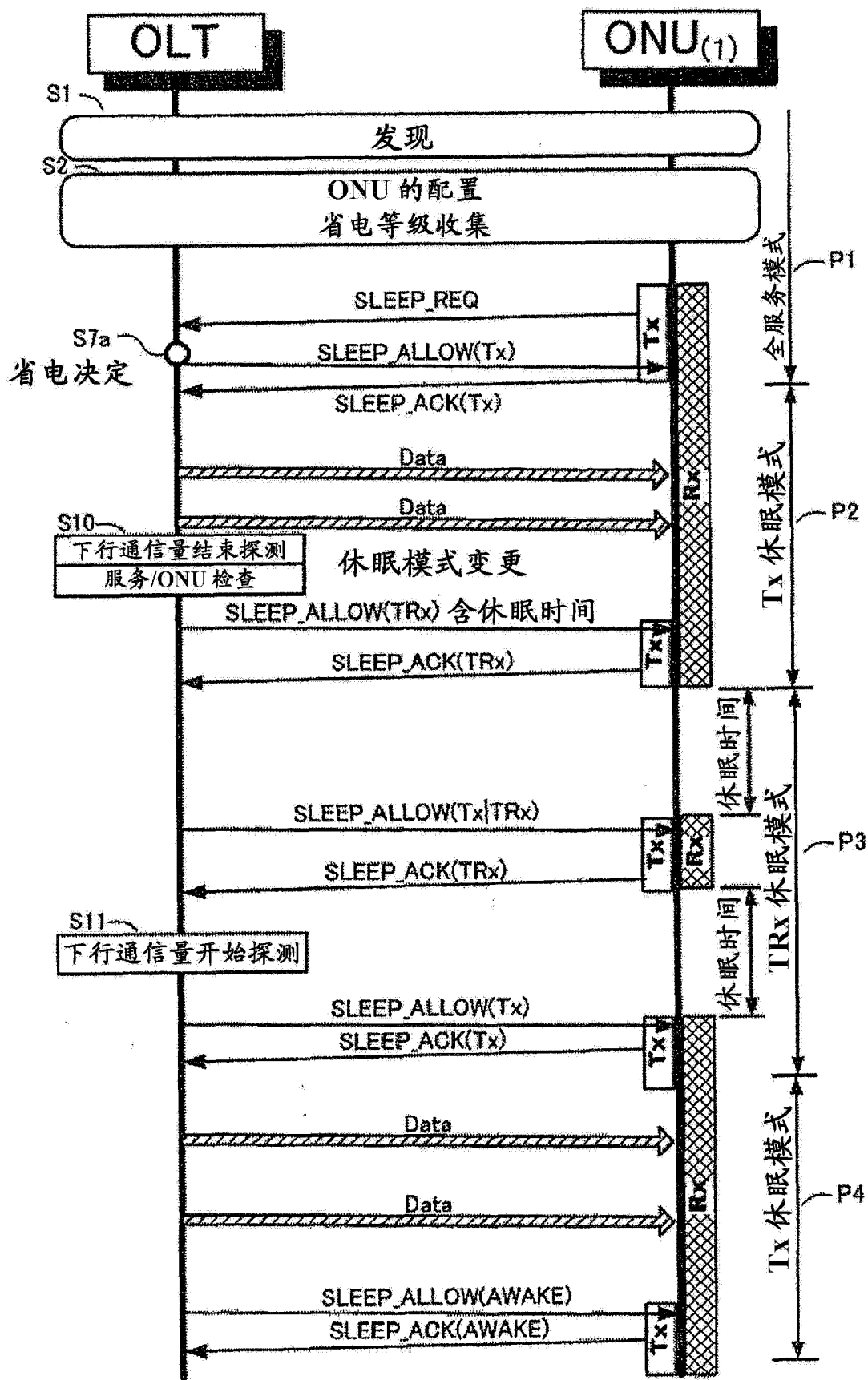


图 7

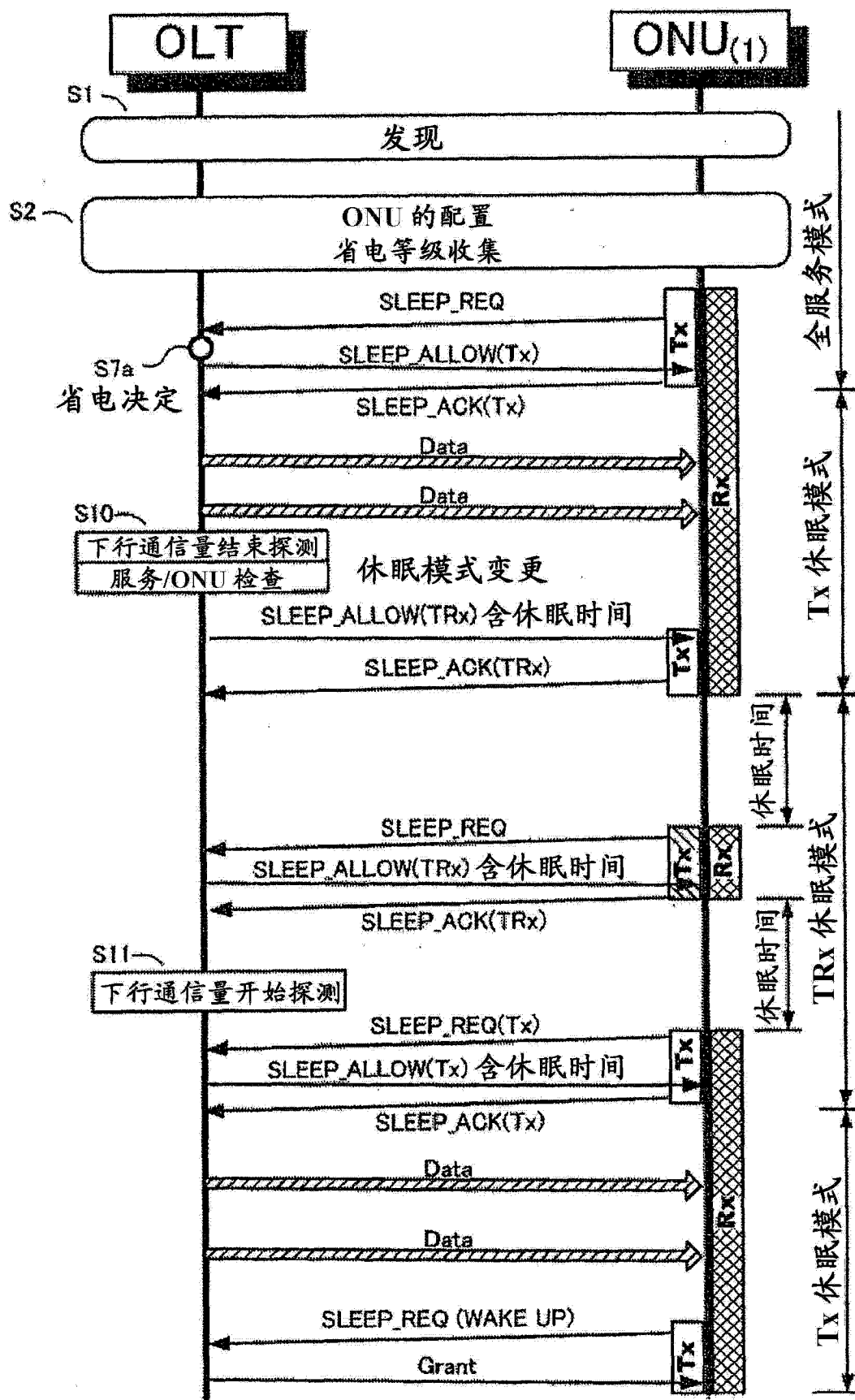


图 8

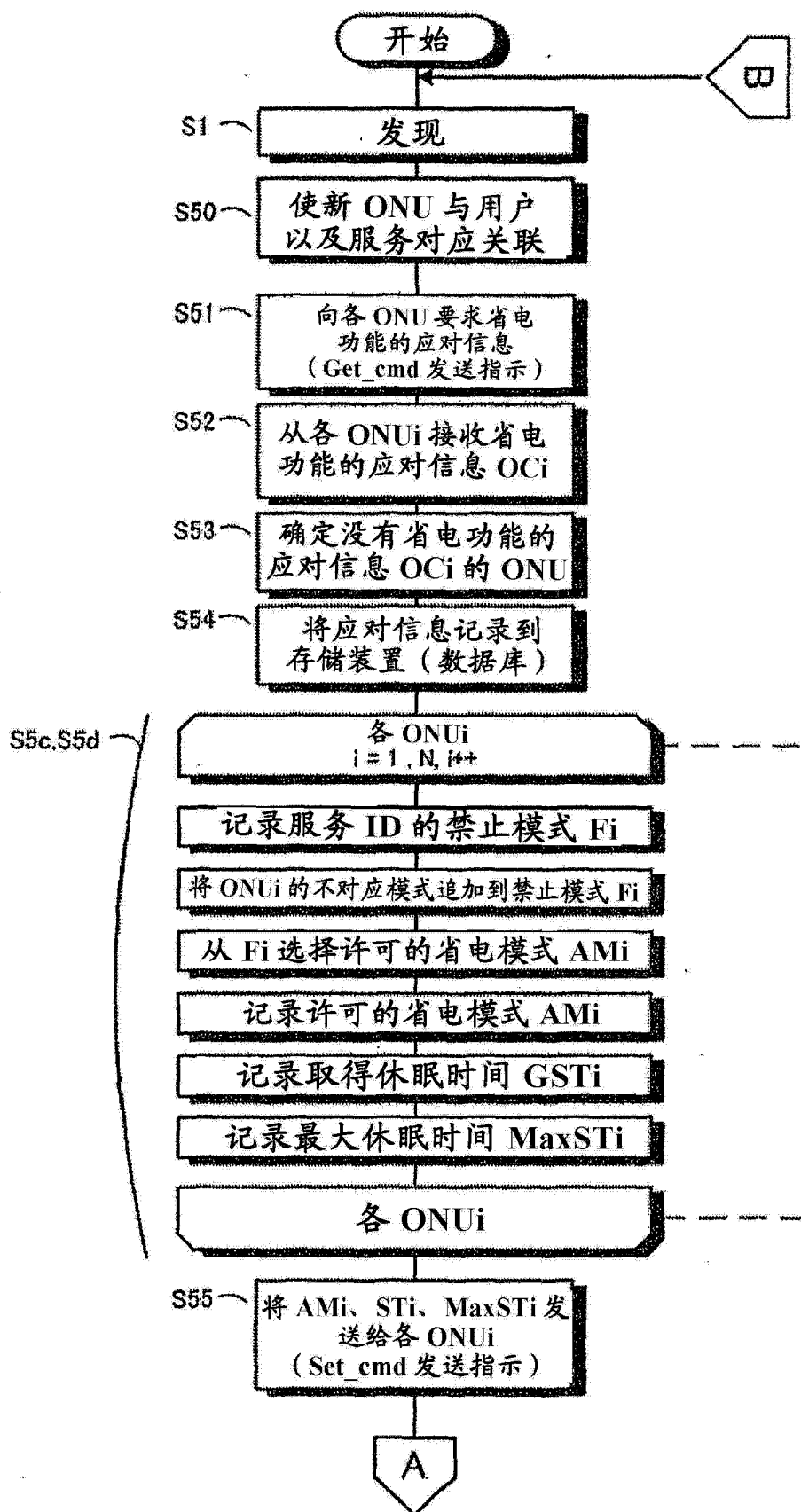


图 9

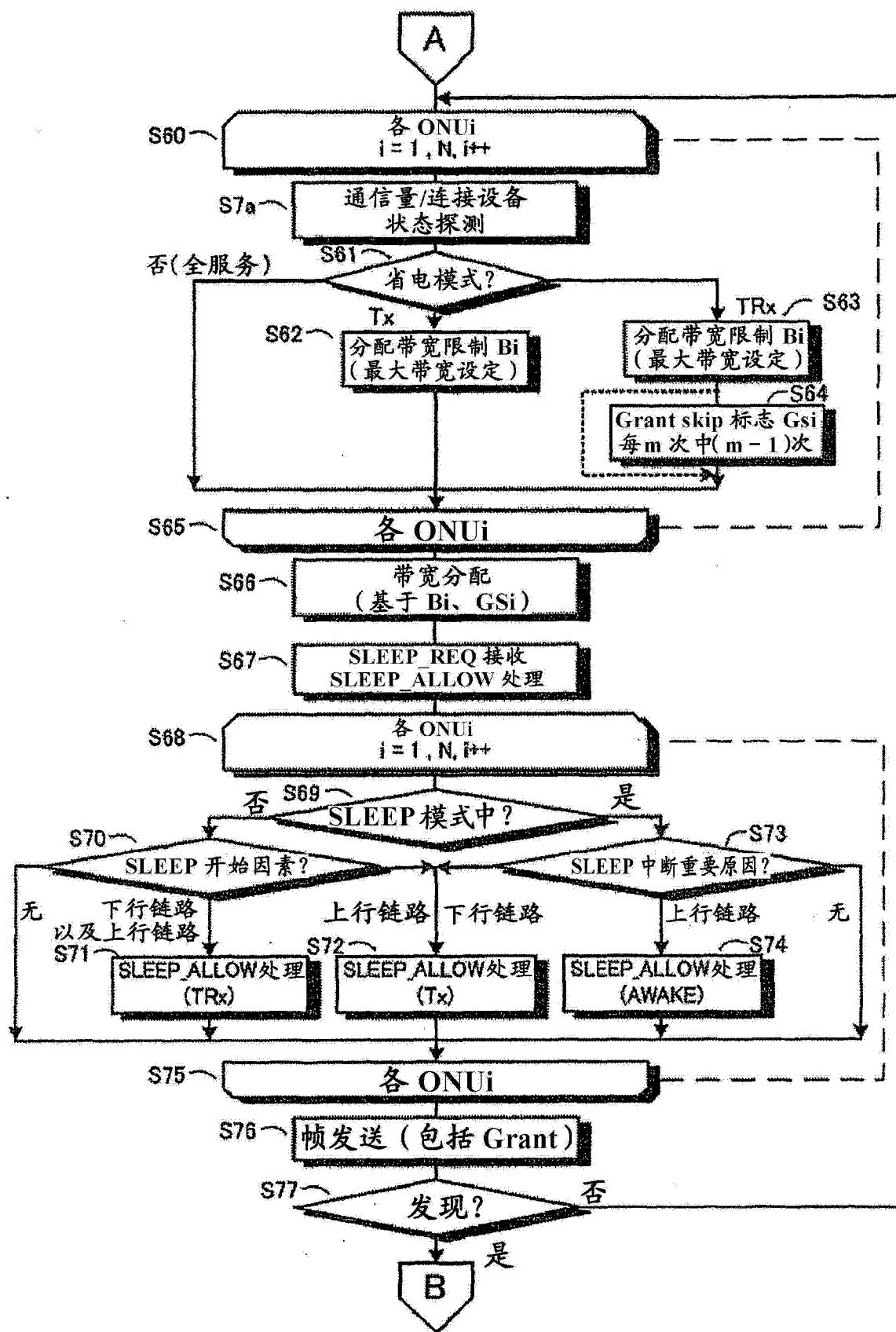


图 10

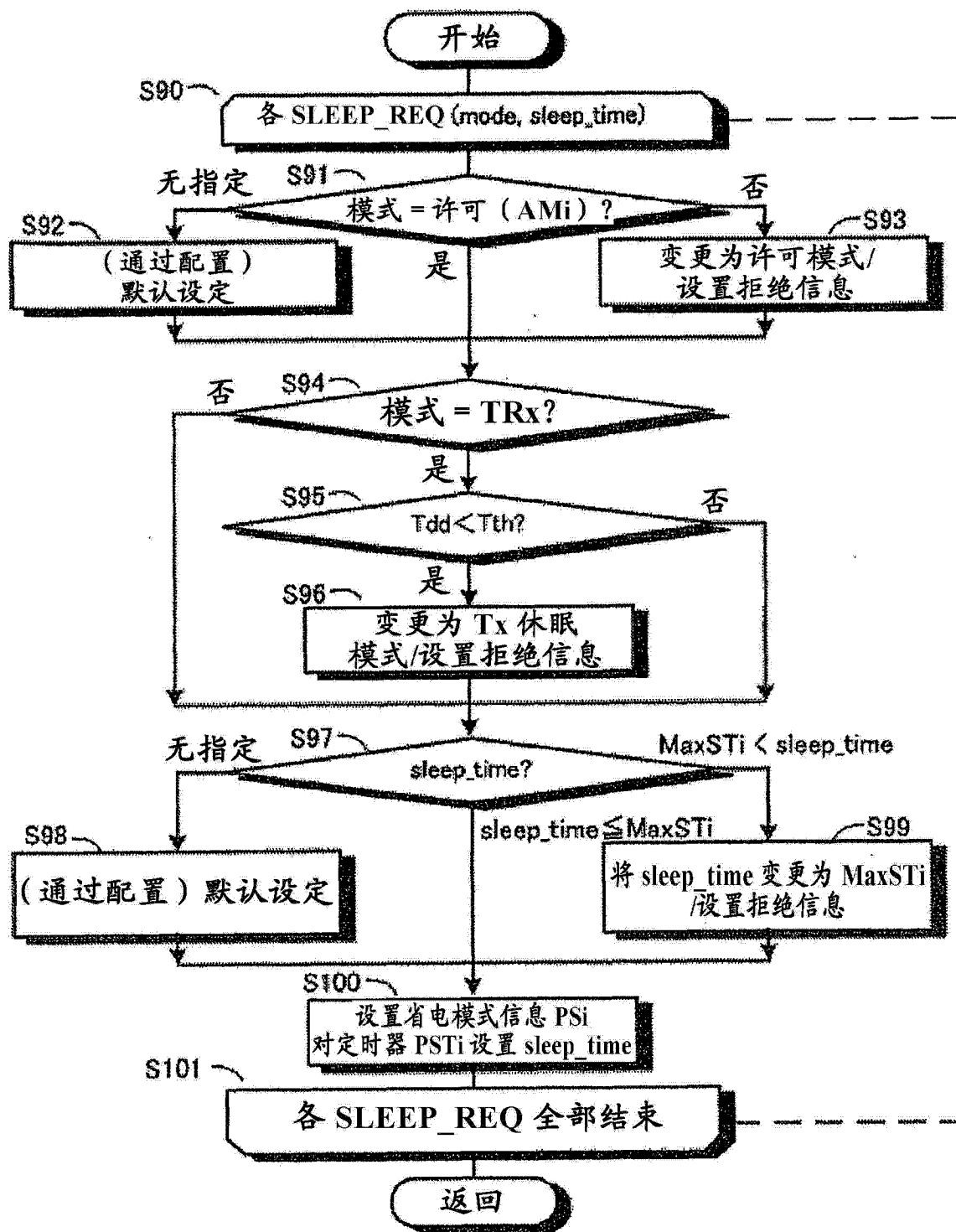


图 11

ONU 串行编号	ONU 功能 省电模式	用户 ID	服务 ID (1)	服务 ID (2)	用户要求 省电模式
2566941	Tx 休眠 TRx 休眠	100201	商用	IPTV	Tx 休眠
				因特网	
9852234	Tx 休眠	100202	一般	服务器	
5551459	Tx 休眠 TRx 休眠	100203	一般	IP 电话	Tx 休眠
				因特网	TRx 休眠
				IPTV	
1864257	无	100204	商用	IP 电话	
				因特网	
1900014	Tx 休眠	100205	一般	因特网	

图 12

服务 ID (1)	禁止的省电模式	
	Tx 休眠	TRx 休眠
一般		
商用		不可

图 13

服务 ID (2)	禁止的省电模式	
	Tx 休眠	TRx 休眠
因特网		
IPTV		
IP 电话		不可
服务器	不可	不可

图 14

服务 ID (2)	休眠期间[ms]					
	默认值		取得休眠期间		休眠时间	
	Tx 休眠	TRx 休眠	Tx 休眠	TRx 休眠	Tx 休眠	TRx 休眠
因特网	T1	T2	x	-	x	T2
IPTV	T1	T2	-	y	T1	y
IP 电话	T1	T2	z	z	z	z
服务器	0	0	0	0	0	0

图 15

服务 ID (2)	最大休眠期间[ms]	
	Tx 休眠	TRx 休眠
因特网	1000	500
IPTV	200	100
IP 电话	400	200
服务器	0	0

图 16

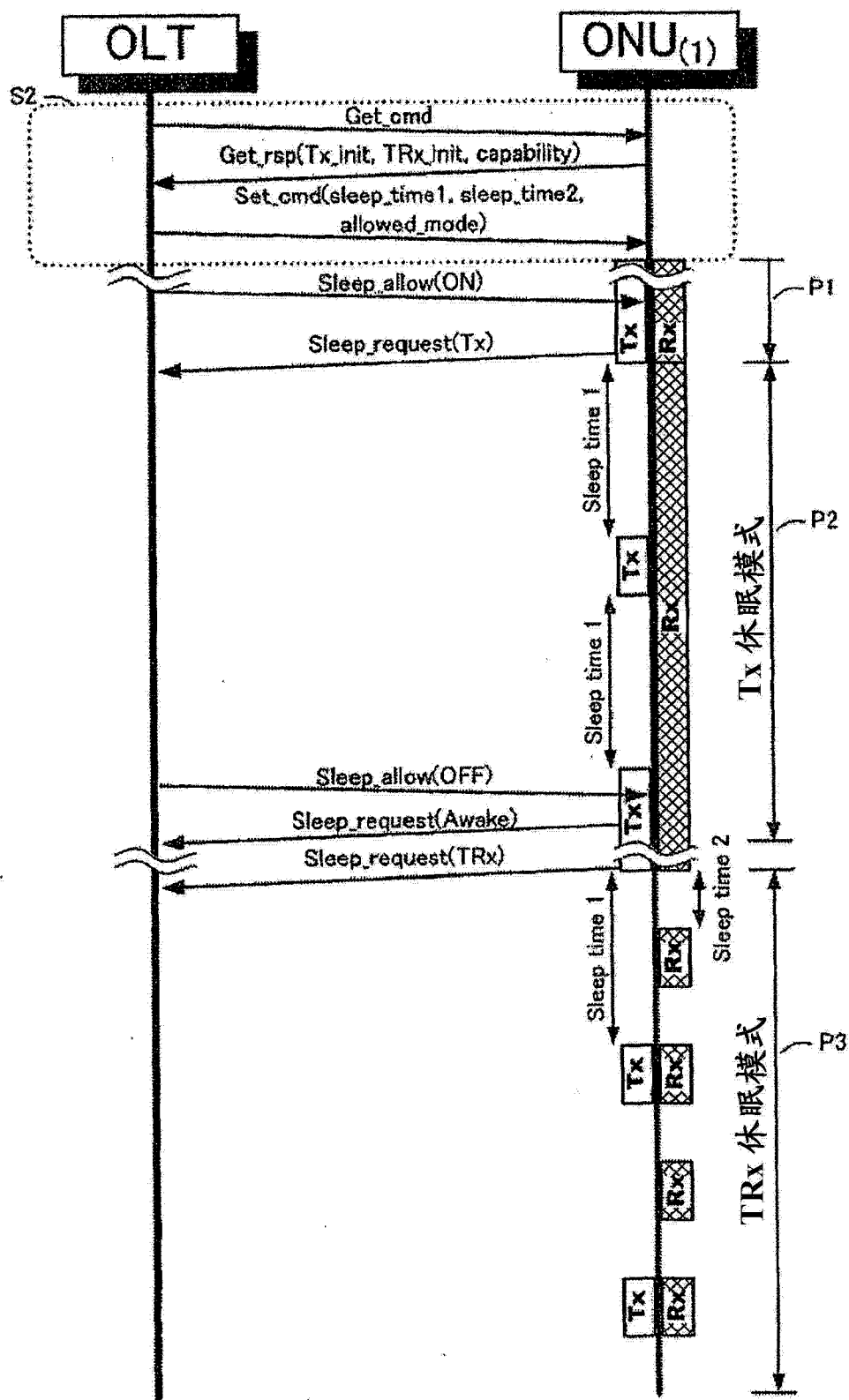


图 17

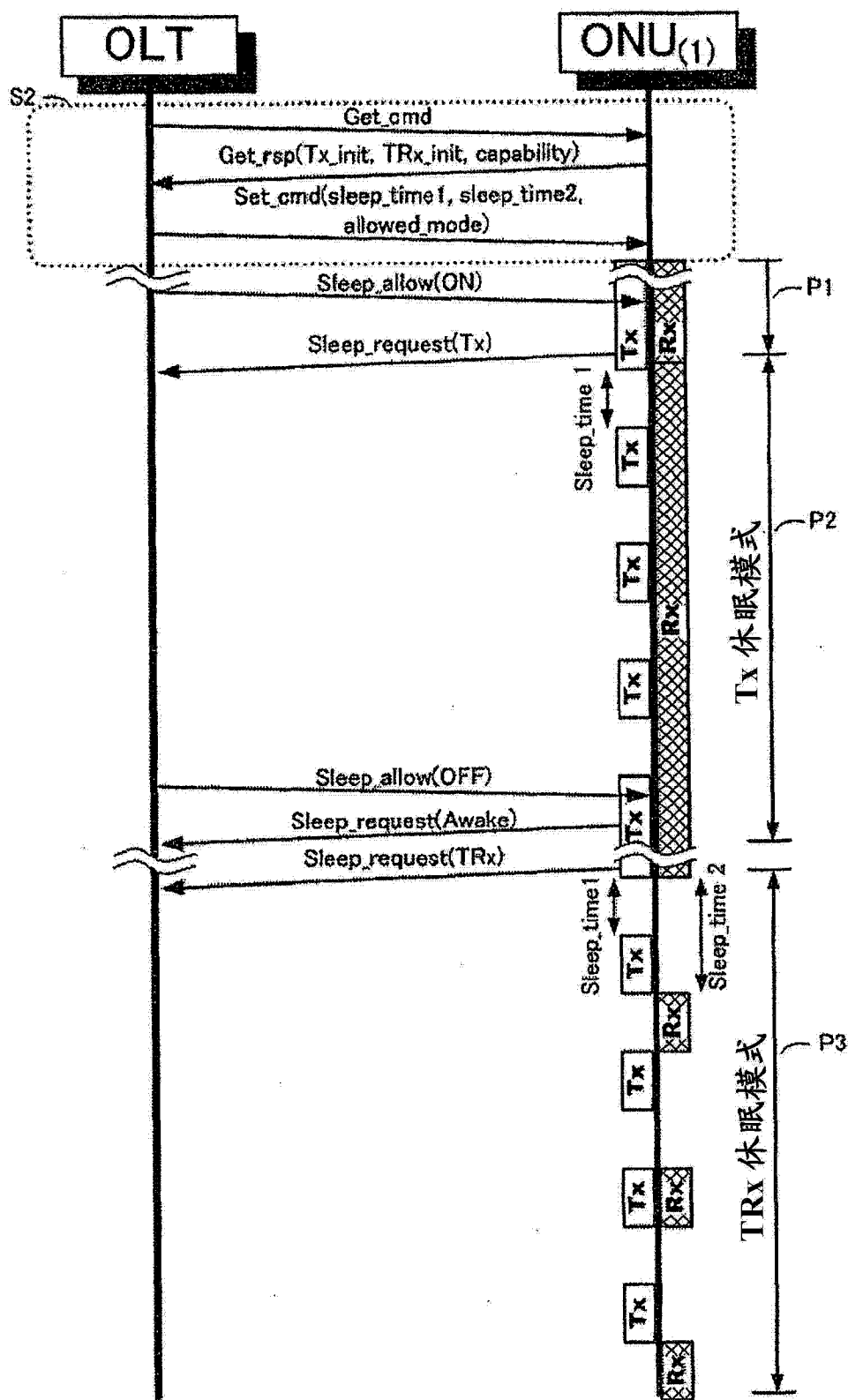


图 18

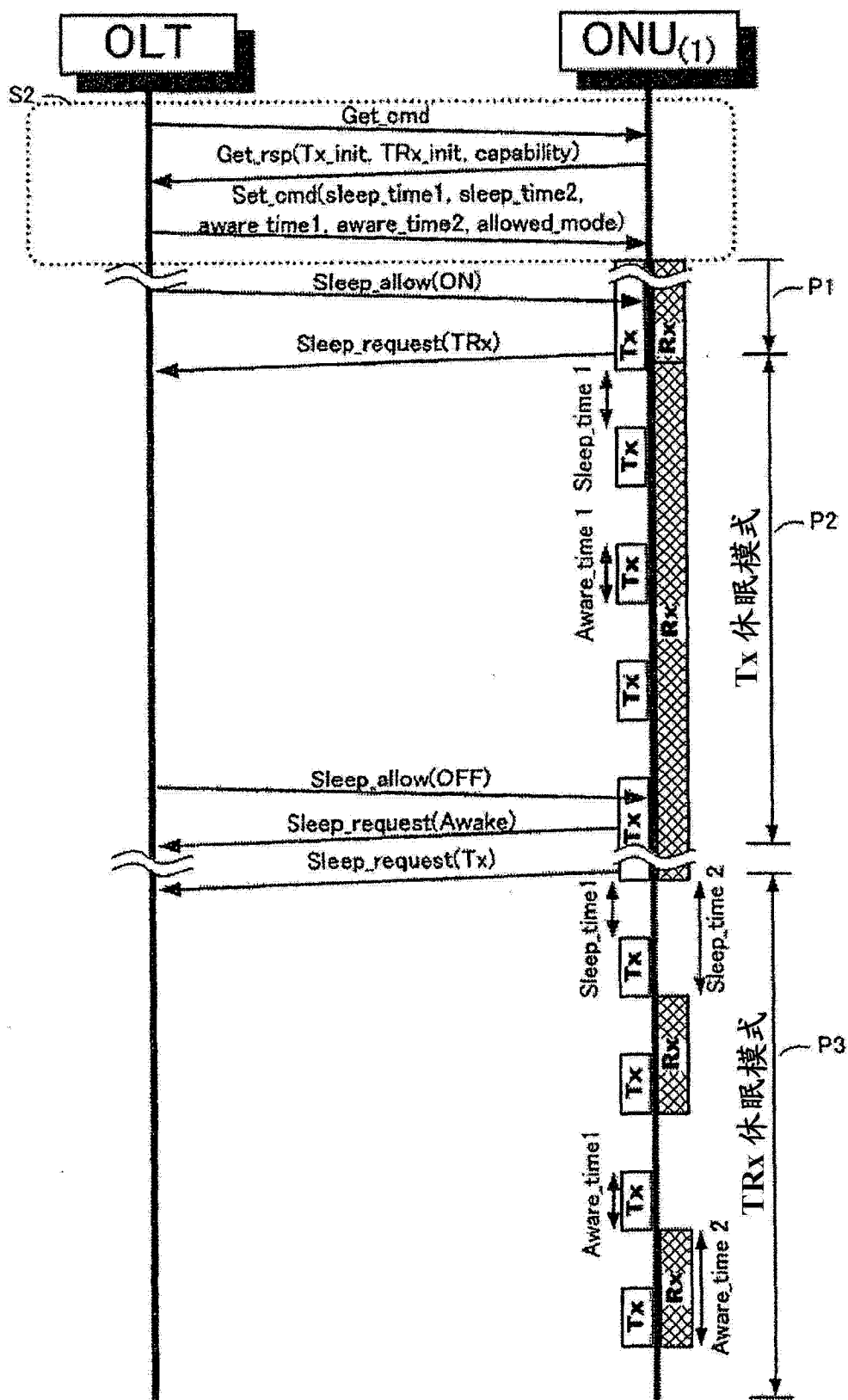


图 19

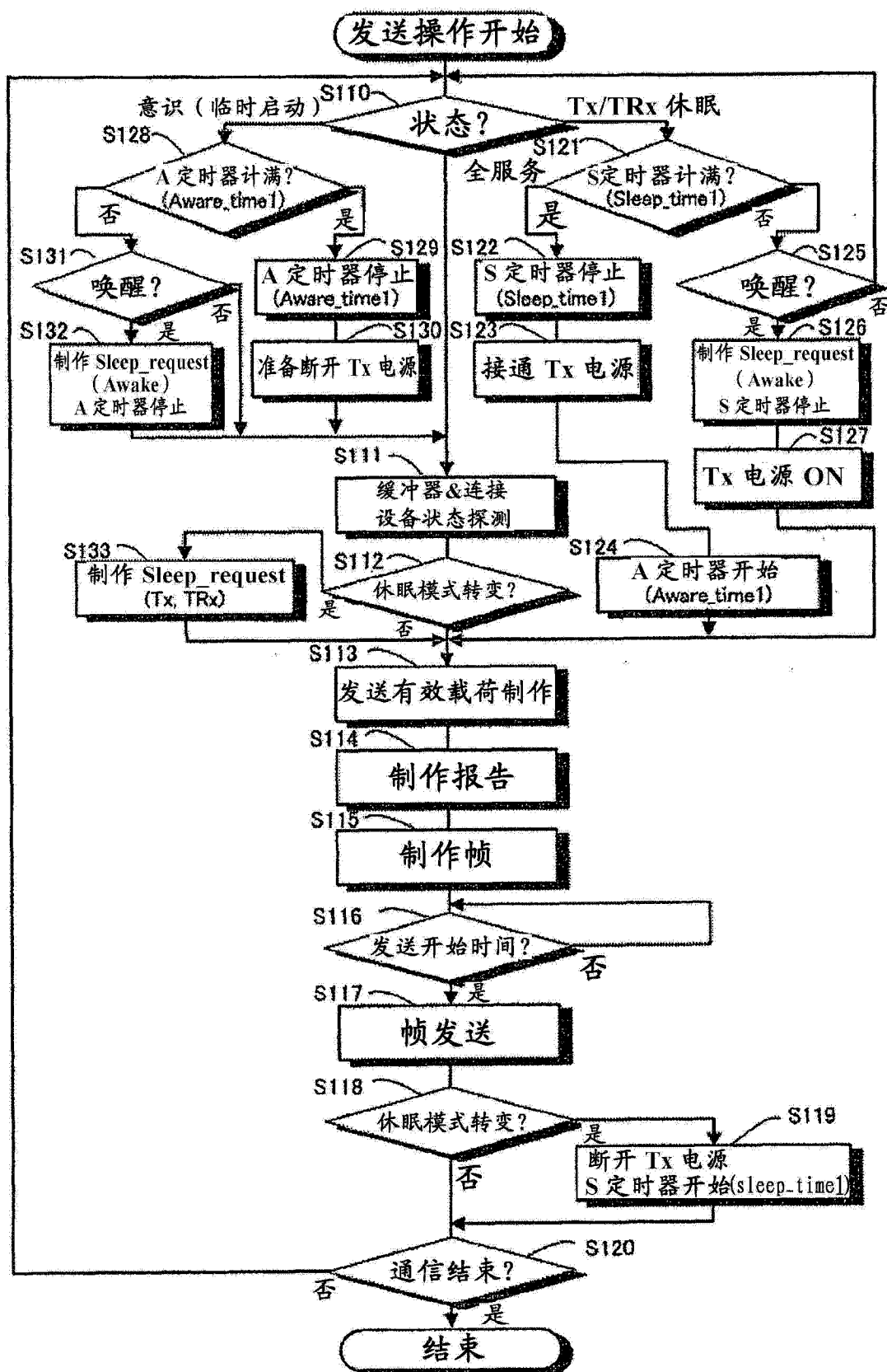


图 20

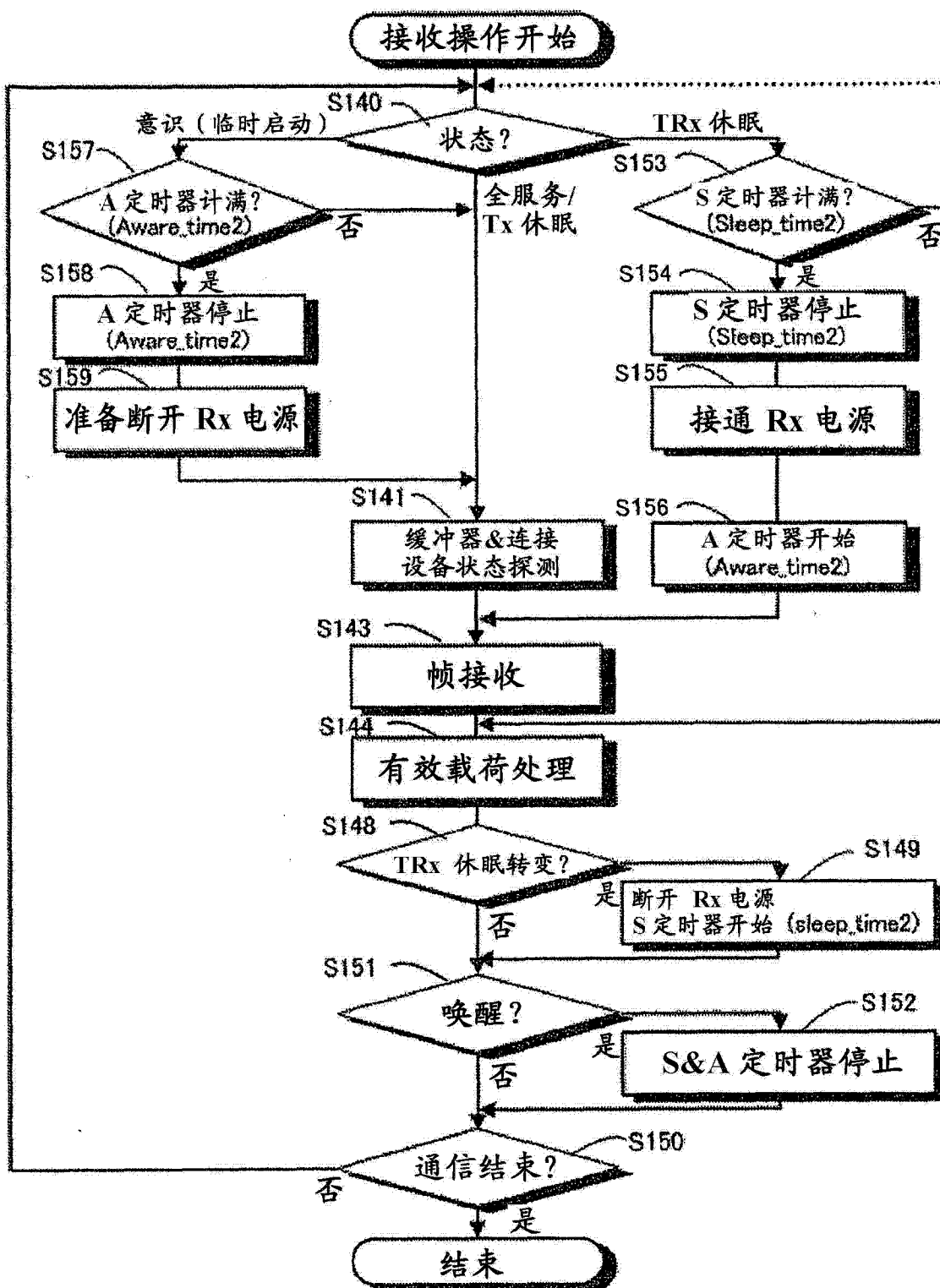


图 21

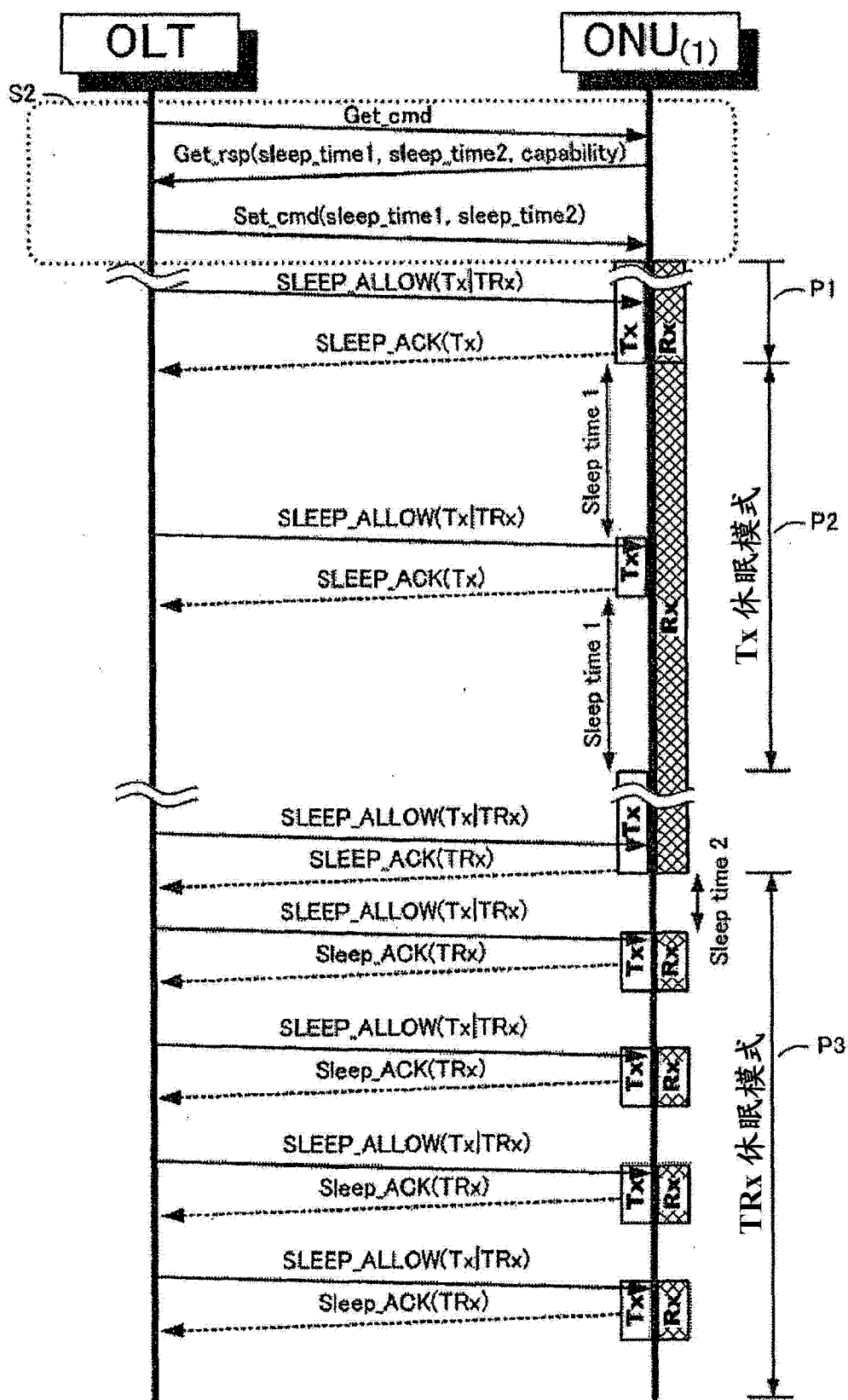


图 22

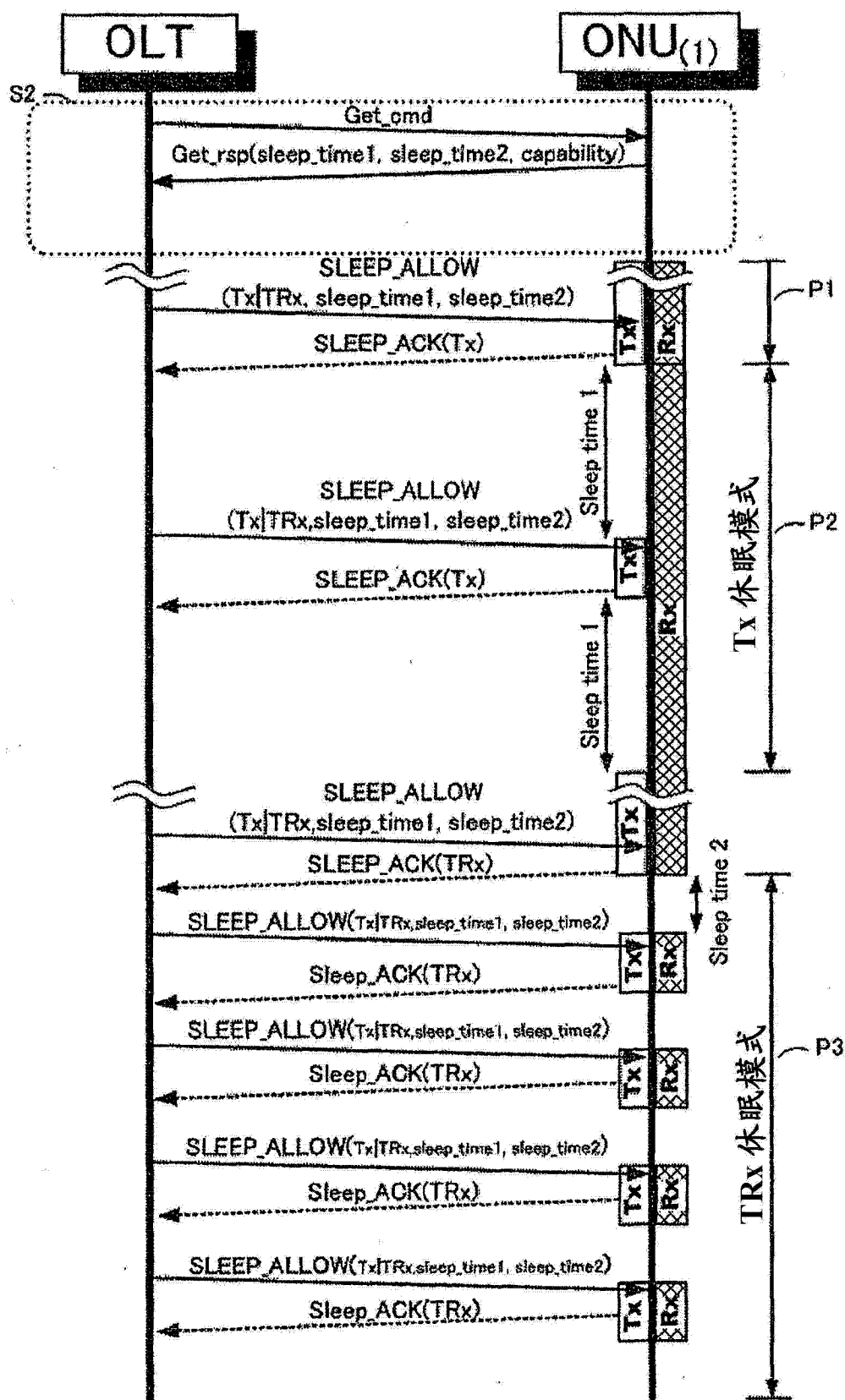


图 23

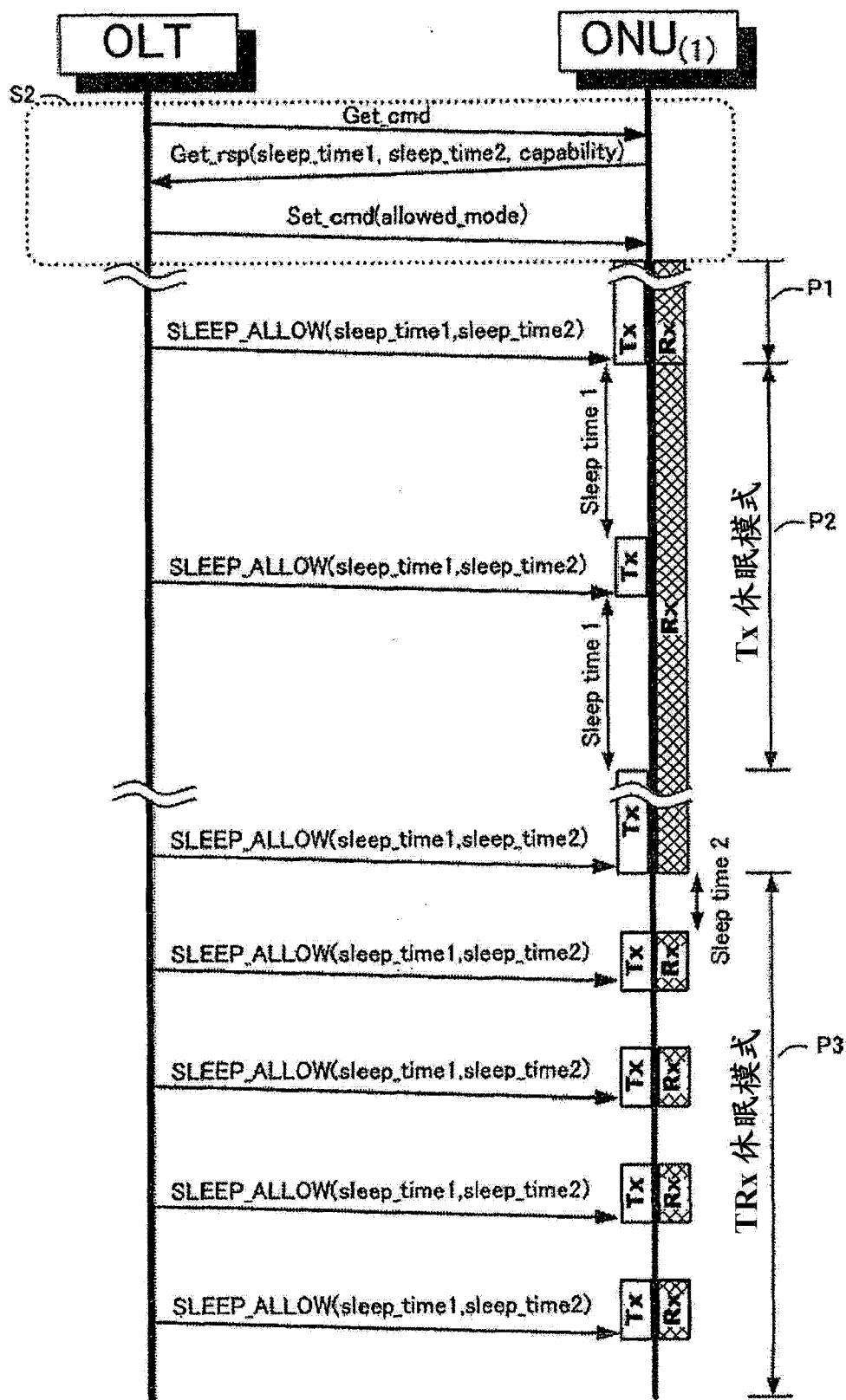


图 24

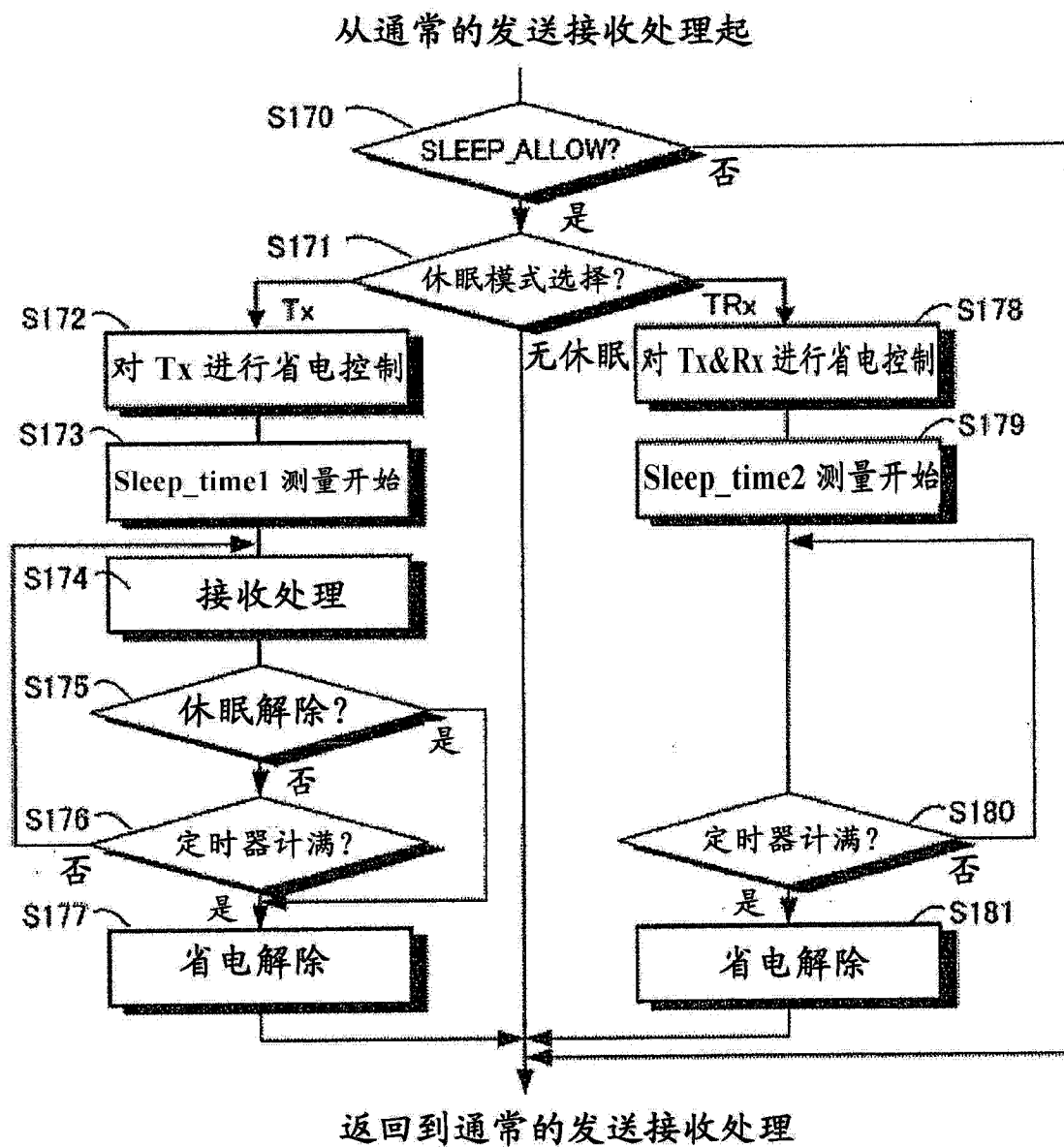


图 25

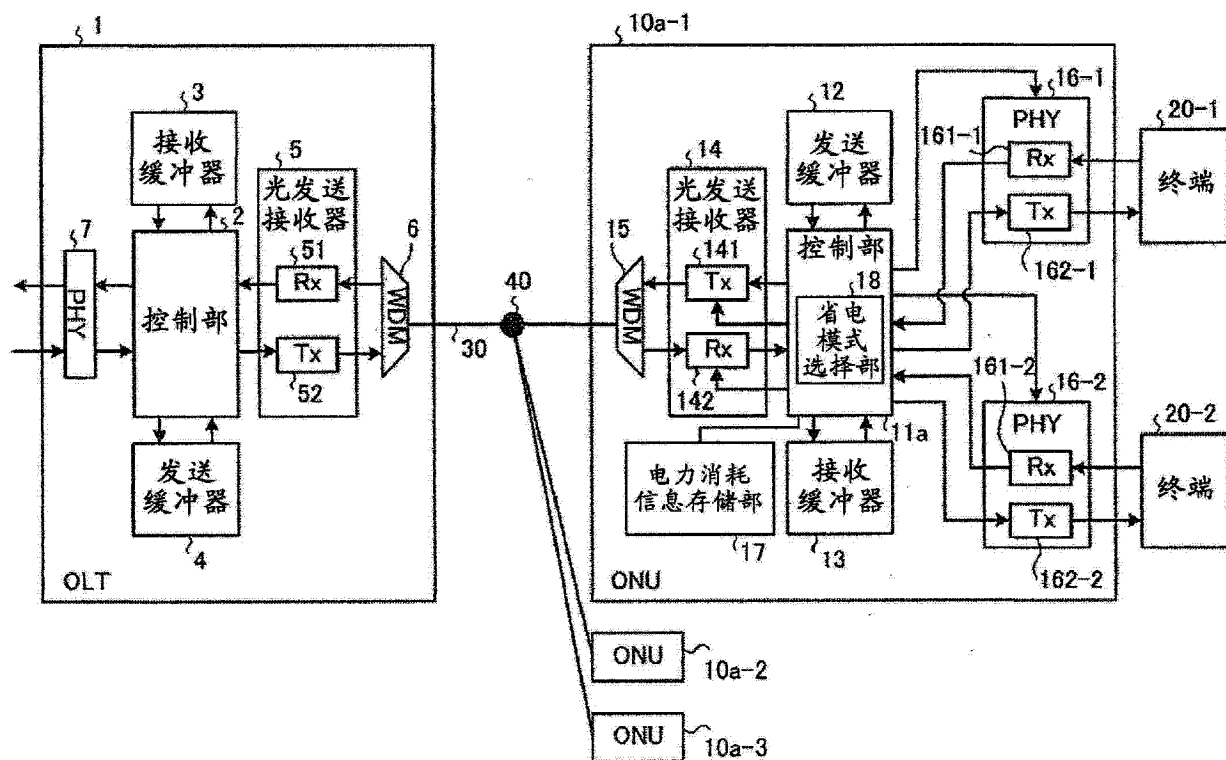


图 26

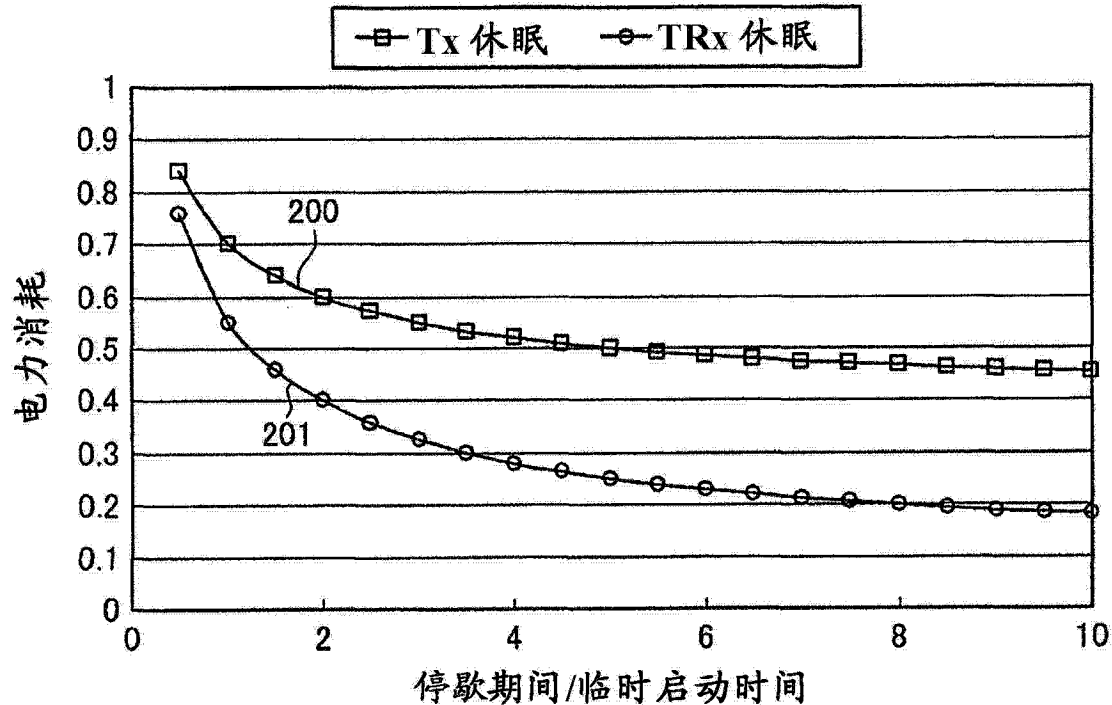


图 27

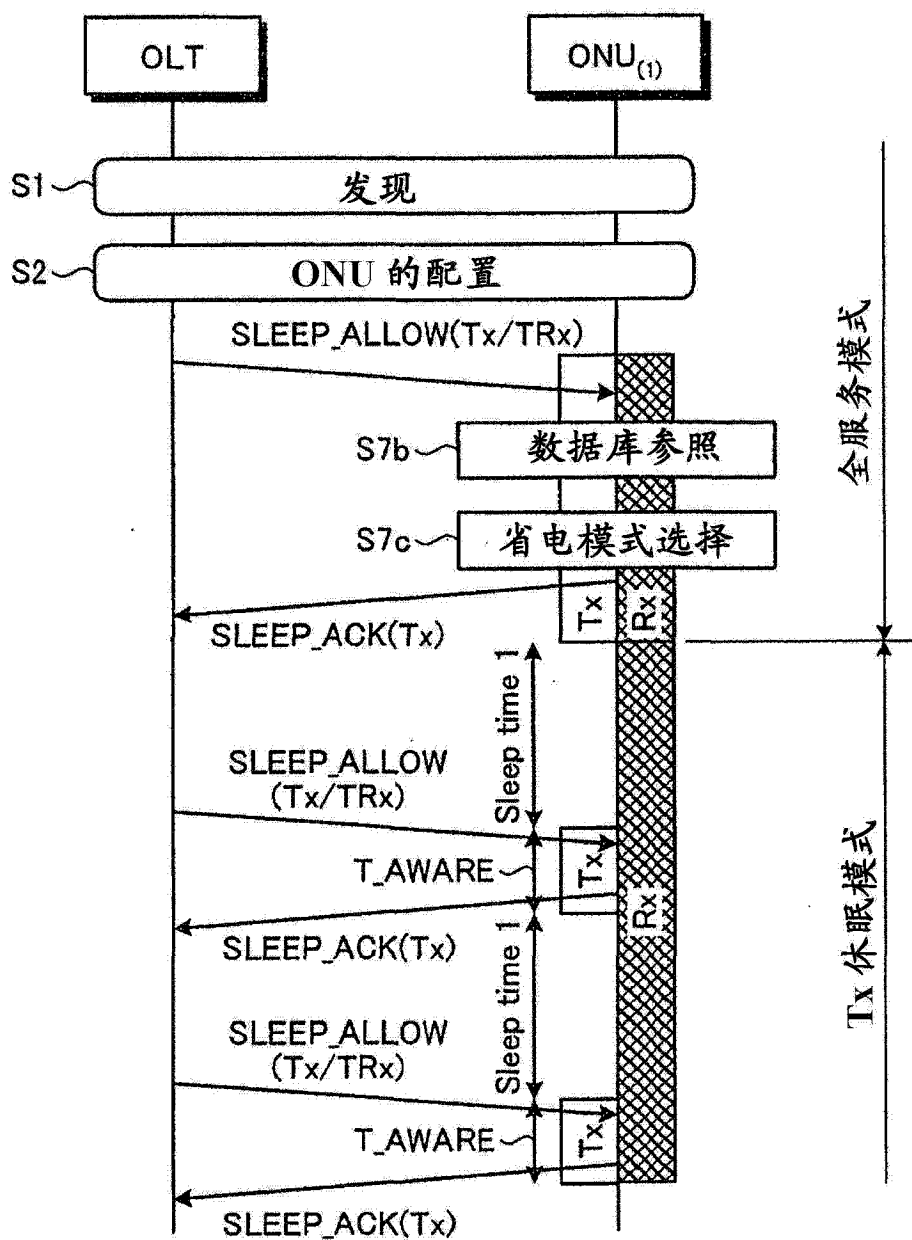


图 28

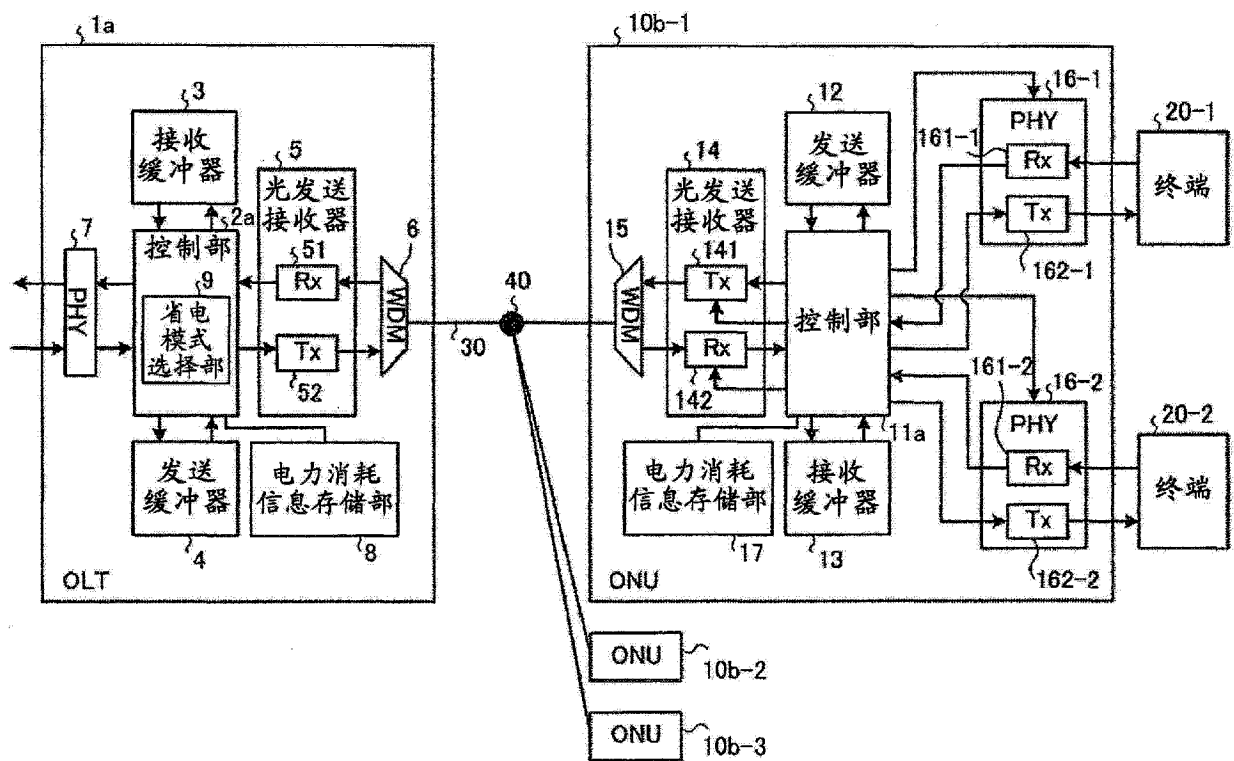


图 29

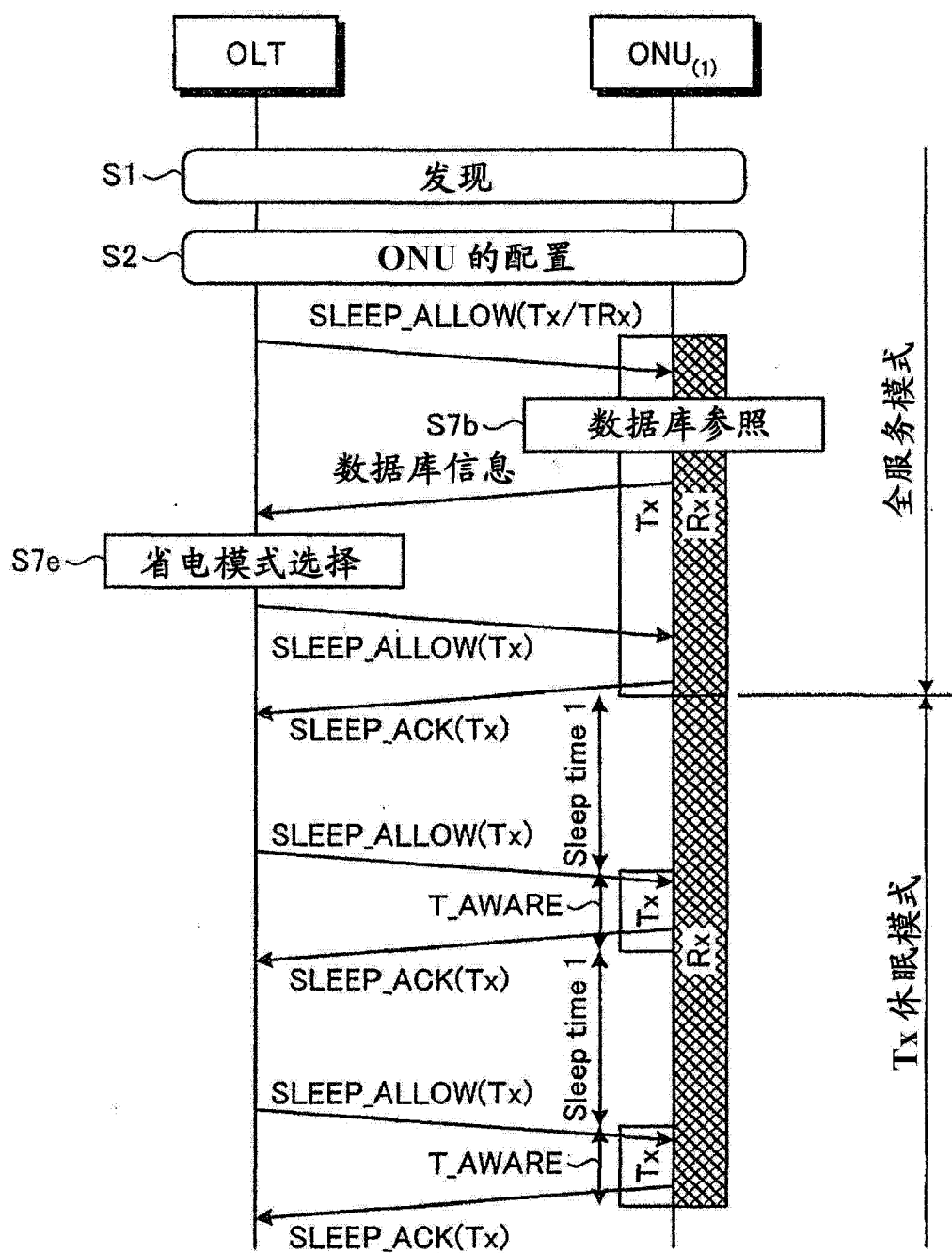


图 30