

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04B 10/12 (2006.01)

H04J 14/02 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610108211.2

[43] 公开日 2007年3月7日

[11] 公开号 CN 1925370A

[22] 申请日 2006.8.1

[21] 申请号 200610108211.2

[30] 优先权

[32] 2005.8.1 [33] JP [31] 222483/2005

[71] 申请人 日立通讯技术株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 野末大树 宫田裕章 末吉范行

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 徐殿军

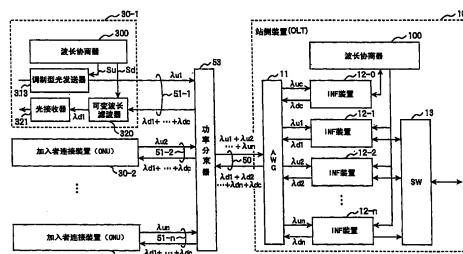
权利要求书 3 页 说明书 13 页 附图 9 页

[54] 发明名称

WDM 型 PON 系统

[57] 摘要

各 ONU 具备可变更发送波长的光发送器、可变更接收波长的光信号接收滤波器、和控制部(波长协商器), OLT 响应于来自各 ONU 的波长分配请求, 从当前处于空状态的波长中选择应使用的发送波长与接收波长, 将其分配给请求源 ONT, ONU 的控制部将光发送器的发送波长与光信号接收滤波器的接收波长切换为由来自 OLT 的响应消息指定的发送波长与接收波长, 以开始发送接收数据。



1、一种波分复用(WDM)型 PON 系统, 利用无源光网(PON: Passive Optical Network)连接站侧装置(OLT: Optical Line Terminal)与多个加入者连接装置(ONU: Optical Network Unit), 上述加入者连接装置分别使用固有的上行光信号波长与下行光信号波长, 与站侧装置交换数据, 其特征在于:

上述无源光网具有: 光纤, 连接至上述站侧装置; 多个支线光纤, 连接至上述各加入者连接装置; 和分束器, 将从上述站侧装置发送的波分复用光信号分支到上述各支线光纤, 并且在上述光纤上将从上述各加入者连接装置发送的光信号波分复用后, 传输到上述站侧装置,

上述各加入者连接装置具备: 光发送器, 可变更上行光信号的发送波长; 光信号接收滤波器, 可变更接收波长; 和控制部, 用于控制上述光发送器的发送波长与光信号接收滤波器的接收波长,

上述站侧装置具备: 波长管理表格, 由与上述无源光网可使用的波长的识别符相对应地表示当前的波长使用状态的多个项目构成; 和控制部, 响应于来自上述各加入者连接装置的波长分配请求消息, 从上述波长管理表格中检索空状态的波长识别符, 并将与该波长识别符对应的发送波长与接收波长分配给请求源的加入者连接装置,

上述各加入者连接装置的控制部, 在将各个光发送器的发送波长与光信号接收滤波器的接收波长设定为对全部加入者连接装置共同的发送波长与接收波长的状态下, 向上述站侧装置发送波长分配请求消息,

接收到来自上述站侧装置的波长分配响应消息的加入者连接装置的控制部, 将上述光发送器的发送波长与光信号接收滤波器的接收波长切换为从上述站侧装置分配的单独的发送波长与接收波长。

2、根据权利要求 1 所述的 WDM 型 PON 系统, 其特征在于:

所述站侧装置具备:

共同接口装置, 以对所述全部加入者连接装置共同的发送波长与接收波长, 发送接收光信号;

多个单独接口装置, 以与登录在所述波长管理表格中的任意波长的识别符相对应的发送波长与接收波长, 发送接收光信号; 和

光学元件, 按波长来分离从所述光纤输入的波分复用光信号, 并将接收光信号分配给与各波长对应的接口装置, 并且, 波分复用从上述各接口装置输出的光信号, 以发送到上述光纤,

所述站侧装置的控制部经上述共同接口装置, 与所述各加入者连接装置交换用于波长分配的控制消息。

3、根据权利要求 2 所述的 WDM 型 PON 系统, 其特征在于:

所述站侧装置的控制部在向所述加入者连接装置分配发送波长与接收波长之后, 启动以该发送波长与接收波长发送接收光信号的单独接口装置。

4、根据权利要求 3 所述的 WDM 型 PON 系统, 其特征在于:

接收到来自所述站侧装置的波长分配响应消息的加入者连接装置的控制部, 向上述站侧装置发送波长分配确认消息,

所述站侧装置的控制部在接收上述波长分配确认消息之后, 启动所述单独接口装置。

5、根据权利要求 3 所述的 WDM 型 PON 系统, 其特征在于:

所述站侧装置的控制部响应于所述波长分配确认消息的接收, 将与所述波长管理表格的所述分配波长的识别符相对应的项目的波长使用状态变更为使用中的状态。

6、根据权利要求 2 至 5 中任意一项所述的 WDM 型 PON 系统, 其特征在于:

所述站侧装置的控制部经由与所述波长管理表格所示的使用中的波长识别符相对应的单独接口装置, 定期发送用于检查加入者连接装置的运行状态的控制消息,

对于具有与在规定时间内不能接收来自加入者连接装置的响应消息的单独接口装置相对应的波长识别符的所述波长管理表格的项目, 将使用状态变更为空状态。

7、根据权利要求 6 所述的 WDM 型 PON 系统, 其特征在于:

所述站侧装置的控制部使在规定时间内不能接收来自加入者连

接装置的响应消息的单独接口装置为休止状态。

8、根据权利要求 1 至 5、7 中任意一项所述的 WDM 型 PON 系统，其特征在于：

所述各加入者连接装置的控制部在执行了用于与所述站侧装置连接的规定的通信序列之后，发出所述波长分配请求消息。

9、根据权利要求 6 所述的 WDM 型 PON 系统，其特征在于：

所述各加入者连接装置的控制部在执行了用于与所述站侧装置连接的规定的通信序列之后，发出所述波长分配请求消息。

WDM 型 PON 系统

技术领域

本发明涉及一种多个加入者连接装置共享光传输线路的无源光网 PON(Passive Optical Network)系统,尤其涉及一种在无源光网中适用多路复用波长不同的多个光信号的波分复用技术(WDM: Wave Division Multiplexing)的 WDM 型 PON 系统。

背景技术

使用光信号的点对多点(1 对 N)连接的接入网系统之一是无源光网 PON(Passive Optical Network)系统。PON 系统由设置在第一种电气通信事业等网络运营厂商运营的设备中心中的站侧装置 OLT(Optical Line Terminal: 光线路终端)、和分别设置在用户家中的多个加入者连接装置 ONU(Optical Network Unit: 光网络单元)构成。连接于 OLT 上的光纤被分束器(光分波器)分支成 8-64 条左右的多条支线光纤,在各支线光纤上连接 ONU。PON 系统通过由多个加入者共享分束器与 OLT 之间的光纤区间,可大幅度削减光纤网的敷设成本。

波分多址型 PON(WDM-PON)是在 PON 区间中使用波分复用技术的 PON,已知如下两种方式。

(a)第 1 方式是如下方式,即:向上行信号与下行信号分别分配不同的波长,多个 ONU 时分(TDM: Time Division Multiplexing)使用上行波长 λ_u 与下行波长 λ_d 。此时,作为分束器,采用不必供电的功率分束器,各 ONU 按从 OLT 分配的时隙来发送接收数据。

(b)第 2 方式是对每个 ONU 分配专用的上行信号波长与下行信号波长的方式。此时,分束器中必须具有将从 OLT 以波分复用发送的下行信号分离成各个波长,并分支到各 ONU 的滤波功能。但是,根据第 2 方式,各 ONU 通过仅接收事先分配的波长,可取得以自己为对象的数据。

第 1 方式仅上行信号波长与下行信号波长不同,可共享全部 ONU

的光发送接收器。另外，由于在 PON 区间可适用功率分束器，所以认为是经济的，但若考虑今后设想的 PON 区间中的宽带要求，则关注可利用波分复用来高速化的第 2 方式。但是，第 2 方式由于使用波长对每个 ONU 都不同，所以伴随着 PON 系统中使用的波长数量的增加，ONU 的种类也增加，与第 1 方式相比，ONU 成本增加。即，第 2 方式由于连接于 OLT 上的全部 ONU 彼此以不同的波长发送接收光信号，所以必须准备多种 ONU。另外，当将新的加入者终端容纳于 OLT 中时，由于必须选择具有与已有的 ONU 不同的上行/下行信号波长的 ONU，并将其连接于分束器/滤波器的适当端口上，所以 ONU 的增设工序不容易。

作为着眼于 WDM-PON 系统中的上述 ONU 多品种化问题的现有技术，例如，日本专利特开 2004-222255 号公报(专利文献 1)提议使用频谱切片 (spectrum slice) 来共享上行信号波长。在专利文献 1 中，通过对各 ONU 发送的上行信号适用频谱宽度宽的宽带光，并由波长分支器对从多个支线光纤输入的宽带光进行频谱切片，从而将上行光信号变换为 ONU 对应的窄带光信号，发送到 OLT。

图 9 是专利文献 1 中提议的 WDM-PON 系统的构成图。

OLT10 经波长分支器 20 与多个 ONU30(30-1~30-n)连接。OLT 多路复用分配给这些多个 ONU30 的多个波长(λ_{d1} 、 λ_{d2} 、...、 λ_{dn})的下行光信号，作为波分复用光信号($\lambda_{d1}+\lambda_{d2}+\dots+\lambda_{dn}$)，发送到光纤传输路径 50。上述波分复用光信号被波长分支器 20 分波为不同波长，作为对每个 ONU 不同的波长的下行光信号 λ_{d1} 、 λ_{d2} 、...、 λ_{dn} ，分支到支配光纤。另一方面，ONU30-1~30-n 的全部 ONU 均以相同波长 λ_u 发送光信号。波长分支器 20 将来自支线光纤的输入光频谱切片为具有对每个 ONU 不同波长 λ_{u1} 、 λ_{u2} 、...、 λ_{un} 的上行光信号，变换为波分复用光信号($\lambda_{u1}+\lambda_{u2}+\dots+\lambda_{un}$)后，发送到光纤传输路径 50。

图 10 表示上述专利文献 1 的 WDM-PON 系统中使用的上行信号波长与下行信号波长的关系。

从具有等波长间隔 $\Delta\lambda_d$ 的波长栅格中，选择任意的波长 λ_u ，作为上行信号波长，将其余的波长 λ_{d1} 、 λ_{d2} ~ λ_{dn} 用作下行信号波长。

下行信号的波长误差为 $\pm\Delta\lambda_d/2$ 以下。将波长 λ_u 频谱切片为与ONU30-1~30-n对应的多个波长 $\lambda_{u1}-\lambda_{un}$ 。被频谱切片的上行信号具有等波长间隔 $\Delta\lambda_u$ ，其波长误差为 $\pm\Delta\lambda_u/2$ 以下。

在专利文献1中，为了使上行光信号的全部信道进入1信道的下行光信号波长频带中，将下行光信号的波长间隔 $\Delta\lambda_d$ 设为上行光信号的波长间隔 $\Delta\lambda_u$ 的2倍以上，充分缩窄上行光信号波长 $\lambda_{u1}-\lambda_{un}$ 的间隔。另外，为了接收对每个ONU均不同的波长的下行信号，专利文献1中提议在各ONU的光发送接收部中可拆装地安装波长选择用的滤光器。

作为着眼于PON系统中的波长有效利用的现有技术，例如在特开平10-247896号公报(专利文献2)中，提议根据来自OLT的指示，各ONU动态切换下行信号的接收波长与时隙。

图11表示专利文献2中提议的WDM-PON系统的构成图。

OLT10经光分束器21，与多个ONU30(30-1~30-n)连接。各ONU30使用同一波长 λ_x 的光信号，按从OLT指定的时隙发送上行信号。从各ONU30发送的上行信号在光纤50上进行时分复用(TDM)，输入到OLT10。另一方面，下行信号以两个波长 λ_1 、 λ_2 波分复用(WDM)，从OLT10发送到光纤50，由光分束器21分支到各ONU30。

图12表示专利文献2中提议的至各ONU的下行信号的接收波长与时隙的分配方法。

OLT10使用波长 λ_1 ，如S1所示，发送由总开销(overhead)OH与4个时隙T1-T4构成的帧A(TF1、 λ_1)与帧C(TF2、 λ_1)，与之平行地，使用波长 λ_2 ，如S2所示，发送由总开销OH与4个时隙T1-T4构成的帧B(TF1、 λ_2)与帧D(TF2、 λ_2)。对各帧OH设定表示波长 λ_1 的帧中的时隙T1~T的分配对象、和表示波长 λ_2 的帧中的时隙T1~T的分配对象的信息，作为频带宽度分配信息。

在图示实例中，帧A的频带宽度分配信息‘(λ_2)ONU2355’表示与帧A平行地以波长 λ_2 发送的帧B的时隙T1、T2、T3、T4的分配对象分别是ONU-2、ONU-3、ONU-5、ONU-5，‘(λ_1)ONU1144’表示以波长 λ_1 发送的帧A的时隙T1、T2、T3、T4的分配对象分别是

ONU-1、ONU-1、ONU-4、ONU-4。对帧 B 设定与帧 A 相同内容的频带宽度分配信息。下面的帧 C、D 也以与帧 A、B 一样的形式来按不同波长指定时隙 T1、T2、T3、T4 的分配对象 ONU。

各 ONU 具备可调谐的滤光器,以 λ_1 或 λ_2 接收来自 OLT 的下行信号。无论当前的接收波长为 λ_1 、 λ_2 的哪个,由于在 OH 的接收期间中判断 S1、S2 两个帧的时隙分配对象,所以各 ONU 可根据来自 OLT 的指示,边适当切换接收波长,边执行分配时隙下的接收动作。在图示实例中,ONU-4 以帧 A(TF1、 λ_1)的第 3、第 4 时隙、帧 D(TF2、 λ_2)的第 1、第 2 时隙、帧 C(TF2、 λ_1)的第 3、第 4 时隙执行接收动作。

但是,在专利文献 1 的 PON 系统中,对于下行光信号,由于对每个 ONU 固定分配单独的波长,所以当 ONU 设置时,必须选择具有未使用波长的 ONU、或进行滤波器的交换作业。另外,为 ONU 的增设而准备,必须存储当前正使用的波长,存在管理成本变高的问题。

另一方面,专利文献 2 的 PON 系统对上行信号按相同波长来采用时分复用。另外,下行信号在原理上也采用时分复用,通过仅增加适用于下行信号的波长数(在实施例 2 中为 2 波长),不过是增加了可分配给各 ONU 的时隙数。因此,专利文献 2 的 PON 系统是所述第 1 方式的变形例,不是第 2 种方式的 PON 系统。

发明内容

本发明的目的在于提供一种容易增设 ONU 的 WDM 型 PON 系统。

本发明的另一目的在于提供一种可在无源光网间适用功率分束器的 WDM 型 PON 系统。

本发明的再一目的在于提供一种 WDM 型 PON 系统,通过对各 ONU 动态分配在上行信号与下行信号双方与其它 ONU 不同的专用波长,可有效利用 PON 区间的通信资源,实现每个 ONU 的通信频带的宽带化。

为了实现上述目的,本发明的 WDM 型 PON 系统中,各加入者连接装置 ONU 在对行信号与下行信号双方使用由站侧装置 OLT 指定的单独波长来发送接收数据。无源光网(PON)具有连接于 OLT 上的光

纤；连接于各 ONU 上的多个支线光纤；和功率分束器，将从 OLT 发送的波分复用光信号分支到上述各支线光纤，并且，在上述光纤上对从各 ONU 发送的光信号进行波分复用，以传输到 OLT，波分复用从各 ONU 发送的上行光信号后输入到 OLT，将 OLT 发送的波分复用后的下行信号输入到各 ONU。

本发明的一个特征在于 OLT 响应于来自各 ONU 的波长分配请求，从当前处于空状态的波长中，选择应使用的发送波长与接收波长，将之分配给请求源 ONU。

本发明的另一特征在于，各 ONU 具备：光发送器，可变更上行光信号的发送波长；光信号接收滤波器，可变更接收波长；和控制部，用于控制上述光发送器的发送波长与光信号接收滤波器的接收波长，上述控制部向 OLT 发出波长分配请求消息，将光发送器的发送波长与光信号接收滤波器的接收波长切换为由来自 OLT 的响应消息指定的单独的发送波长与接收波长，开始数据的发送接收。

具体而言，在本发明的 WDM 型 PON 系统中，站侧装置 OLT 具备：波长管理表格，由与上述无源光网可使用的波长的识别符相对应表示当前的波长使用状态的多个项目构成；和控制部，响应于来自各 ONU 的波长分配请求消息，从上述波长管理表格中检索空状态的波长识别符，并将与该波长识别符对应的发送波长与接收波长分配给请求源的 ONU，各 ONU 的控制部，在将各个光发送器的发送波长与光信号接收滤波器的接收波长设定为对全部 ONU 共同的发送波长与接收波长的状态下，向 OLT 发送波长分配请求消息，在接收到来自 OLT 的波长分配请求消息时，将上述光发送器的发送波长与光信号接收滤波器的接收波长切换为从 OLT 分配的单独的发送波长与接收波长。

在本发明的 WDM 型 PON 系统，OLT 例如具备：共同接口装置，以对全部 ONU 共同的发送波长与接收波长，发送接收光信号；多个单独接口装置，以与登录在所述波长管理表格中的任何波长的识别符相对应的发送波长与接收波长，发送接收光信号；和光学元件，按波长来分离从光纤输入的波分复用光信号，并将接收光信号分配给与各波长对应的接口装置，并且，波分复用从各接口装置输出的光信号，

以发送到上述光纤，OLT 的控制部经上述共同接口装置，与各 ONU 交换用于波长分配的控制消息。

根据本发明，各 ONU 由于可以从 OLT 指定的单独发送波长与接收波长自律地开始数据发送接收，所以即便在新增设 ONU 的情况下，工程关联者也不必担心 ONU 的使用波长。

附图说明

图 1 是表示本发明的 WDM-PON 系统的 1 实施例的构成图。

图 2 是表示本发明 1 实施例中使用的上行光信号波长与下行光信号波长的关系图。

图 3 是表示图 1 中的加入者连接装置(ONU)30 的 1 实施例的构成图。

图 4 是表示图 1 中的站侧装置(OLT)10 的 1 实施例的构成图。

图 5 是表示站侧装置(OLT)10 的波长协商器(negotiator)300 具备的波长管理表格 120 的 1 实施例的图。

图 6 是由本发明的 PON 系统执行的波长协商的序列图。

图 7 是表示由波长协商交换的控制消息的帧格式 1 例的图。

图 8 是 OLT10 定期执行的健康检查的序列图。

图 9 是表示现有的 PON 系统的 1 例的构成图。

图 10 是表示图 9 的 PON 系统中使用的上行信号波长与下行信号波长的关系图。

图 11 是表示现有的 PON 系统的另一例的构成图。

图 12 是表示图 11 的 PON 系统中的下行信号的接收波长与时隙的分配方法的图。

具体实施方式

下面，参照附图来说明本发明的实施例。

图 1 是表示本发明的 WDM-PON 系统的 1 实施例的构成图。

本发明的 PON 系统由站侧装置(OLT)10、多个加入者连接装置(ONU)30(30-1~30-n)、利用功率分束器 53 来结合光纤 50 与多个支线光纤 51(51-1~51-n)的无源光网构成。

各 ONU30-j(j=1-n)具备可执行波长变更的调制型光发送器 313，

以分别从 OLT 分配的特定波长 $\lambda_{uj}(j=1-n)$, 向支线光纤 51-j 发送上行光信号。从各 ONU 发送的上行光信号被功率分束器 53 与从其它 ONU 发送的上行光信号进行波分复用后, 送出到光纤 50。

送出到光纤 50 上的波长 $\lambda_{u1}+\lambda_{u2}+\dots+\lambda_{un}$ 的上行光信号被 OLT10 的 AWG(Arrayed Waveguide Grating: 阵列波导光栅)11 波长分离, 分配到与波长对应的接口(INF)装置 12(12-1~12-n)。在图示实例中, 分别向 INF 装置 12-1 提供从 ONU30-1 发送的波长为 λ_{u1} 的光信号, 向 INF 装置 12-2 提供从 ONU30-2 发送的波长为 λ_{u2} 的光信号, 向 INF 装置 12-n 提供从 ONU30-n 发送的波长为 λ_{un} 的光信号。

这里, INF 装置 12-1~12-n 将上行光信号变换为电信号, 执行 PON 终端处理, 作为上行数据包输出。从各 INF 装置输出的上行数据包经交换部 13, 输入于上位装置(未图示), 必要时执行协议变换之后, 传输到因特网等上位网络线路上。

另一方面, 来自上位网络线路的接收数据包在交换部 13 被分配至 INF 装置 12-1~12-n, 在变换为 PON 帧之后, 作为光信号输出到 AWG11。在图示的实例中, INF 装置 12-1 向 AWG11 输出波长为 λ_{d1} 的下行光信号, INF 装置 12-2 向 AWG11 输出波长为 λ_{d2} 的下行光信号, INF 装置 12-n 向 AWG11 输出波长为 λ_{dn} 的下行光信号。

AWG11 波分复用这些下行光信号, 作为波长 $\lambda_{d1}+\lambda_{d2}+\dots+\lambda_{dn}$ 的下行光信号, 发送到光纤 50。上述波分复用下行光信号通过分束器 53, 并且不进行波长分离而提供给 ONU30-1~30-n。各 ONU 30-j ($j=1-n$) 在光接收器 321 之前配备可变波长滤波器 320, 仅选择地接收从 OLT10 事先分配的特定波长 λ_{dj} 的光信号, 输出到光接收器 321。这里, ONU30-1 的可变波长滤波器 320 选择地接收波长 λ_{d1} 的光信号, ONU30-2 的可变波长滤波器 320 选择地接收波长 λ_{d2} 的光信号, ONU30-n 的可变波长滤波器 320 选择地接收波长 λ_{dn} 的光信号。

本发明的特征在于, OLT10 与各 ONU30j 分别具有波长协商器 100 与 300, OLT10 的波长协商器 100 响应于来自 ONU30j 的波长协商器 300 的波长分配请求, 分配 ONU30j 应使用的上行光信号波长 λ_{uj} 与下行光信号波长 λ_{dj} 。

波长分配请求作为控制信息，使用对全部 ONU 共同的波长 λ_{uc} 来发送。波长 λ_{uc} 的上行光信号被 OLT10 的 AWG11 分配到共同的 INF 装置 12-0。共同的 INF 装置 12-0 将波长 λ_{uc} 的光信号变换为电信号，执行 PON 终端处理，作为控制数据包，输出到波长协商器 100。波长协商器 100 生成的波长分配的响应数据包被共同的 INF 装置 12-0 变换为对全部的 ONU 共同的波长 λ_{dc} 的下行光信号，由 AWG11 与其它波长($\lambda_{d1}+\lambda_{d2}+\dots+\lambda_{dn}$)的下行光信号进行波分复用，送出到光纤 50。

ONU30j 的波长协商器 300 在将调制型光发送器 313 的发送波长设定为共同波长 λ_{uc} 期间，将可变波长滤波器 320 的接收波长也设定为共同波长 λ_{dc} 。波长协商器 300 若利用来自 OLT10 的波长分配的响应数据包来指定使用波长 λ_{uj} 与 λ_{dj} ，则利用控制信号 Sd，将调制型光发送器 313 的发送波长从共同波长 λ_{uc} 切换为专用波长 λ_{uj} ，将可变波长滤波器 320 的接收波长从共同波长 λ_{dc} 切换为专用波长 λ_{dj} 。

图 2 是表示该实施例中使用的上行光信号波长与下行光信号波长之间的关系。

除分配给各 ONU30j 的上行光信号波长(λ_{u1} 、 λ_{u2} 、...、 λ_{un})与下行光信号波长(λ_{d1} 、 λ_{d2} 、...、 λ_{dn})外，还准备对全部 ONU 共同的控制信息用波长(λ_{dc} 、 λ_{uc})。各 ONU30j 的波长协商器 300 在发出波长分配请求时，在将调制型光发送器 313 的发送波长设定为 λ_{uc} ，将可变波长滤波器 320 的接收波长设定为 λ_{dc} 的状态下，与 OLT10 执行协商 (negotiation)。

图 3 表示加入者连接装置(ONU)30 的 1 实施例。其它 ONU30-2 ~ 30-n 也为与之一样的构成。

ONU30-1 包括：波长协商器 300、与加入者终端连接用的终端接口 304、与支线光纤 51-1 连接用的光纤结合部 305、和设置在上述终端接口 304 与光纤结合部 305 之间的上行信号处理电路及下行信号处理电路。

上行信号处理电路包括如下部件：上行数据缓冲器 311，暂时存储经由终端接口 304 接收到的来自加入者终端的发送数据；上行帧生

成部 312, 将从上行数据缓冲器 311 读出的发送数据编辑成 PON 的上行帧(数据包); 和波长可变的调制型光发送器(E/O 变换器)313, 将从上行帧生成部 312 输出的上行数据变换为特定波长 λ_{u1} 的光信号, 病输出到光纤结合部 305。

另一方面, 下行信号处理电路包括如下部件: 可变波长滤波器 320, 从由光纤结合部 305 输出的波分复用光信号中, 选择地接收特定波长 λ_{d1} 的光信号; 光接收器(O/E 变换器)321, 用于将从可变波长滤波器 320 输出的光信号变换为电信号; 连接于光接收器 321 上的下行帧终端部(PON 终端部)322; 和下行数据缓冲器 323, 暂时存储从下行帧终端部(PON 终端部)322 输出的接收数据, 并输出到终端接口 304。下行帧终端部 322 对 PON 的下行信号进行终端处理, 解析接收帧(数据包)。在接收帧是控制帧的情况下, 输出到波长协商器 300, 在是用户帧的情况下, 输出到下行数据缓冲器 323。

在本实施例中, 波长协商器 300 由处理器 301、存储波长协商程序的主存储器 302、非易失性存储器 303 和将这些要素结合起来的内部总线 304 构成。在主存储器 302 中, 除波长协商程序以外, 还存储实现 ONU 功能的各种子程序。处理器 301 在执行波长协商程序时, 用作波长协商器, 在执行其它程序时, 用作 ONU 的控制部。

在非易失性存储器 303 中, 存储波长协商程序等程序, 这些程序在 ONU 启动时, 通过处理器 301 被拷贝到主存储器 302 中。处理器 301 经内部总线 304、信号线 S_u 、 S_d 来执行对调制型光发送器 313 的发送波长 λ_{u1} 的设定、和对可变波长滤波器 320 的接收波长 λ_{d1} 的设定。

图 4 表示站侧装置(OLT)10 的 1 实施例。

OLT10 由 AWG11、波长协商器 100、交换部 13、连接于 AWG11 与波长协商器 100 之间的控制帧用共同 INF 装置 12-0、和连接于 AWG11 与交换部 13 之间的多个单独 INF 装置 12-1~12-n 构成。在本实施例中, 波长协商器 100 由处理器 101、存储波长协商程序 110 和波长管理表格 120 的主存储器 102、非易失性存储器 103、和将这些要素结合起来的内部总线 104 构成。

在主存储器 102 中，除波长协商程序以外，还存储实现 ONU 功能的各种子程序。处理器 101 在执行波长协商程序时，用作波长协商器，在执行其它程序时，用作 OLT 的控制部。在非易失性存储器 103 中，存储波长协商程序、其他程序、波长管理表格 120、其他表格，这些程序在 OLT 启动时，通过处理器 101 被拷贝到主存储器 102 中。

处理器 101 经共同 INF 装置 12-0，与各 ONU 执行波长协商，若向某个 ONU30-j 分配波长 λ_{uj} 、 λ_{dj} ，则利用控制信号 S_e ，启动与分配波长 λ_{uj} 、 λ_{dj} 对应的单独 INF 装置 12-j。另外，处理器 101 定期监视分配了波长 λ_{uj} 、 λ_{dj} 的 ONU30-j 的动作状态，当没有来自 ONU30-j 的响应时，使单独 INF 装置 12-j 的动作停止。

图 5 表示 OLT10 的波长协商器 100 为了管理向 ONU 的波长分配状态而利用的波长管理表格 120 的 1 实施例。

波长管理表格 120 由表示波长索引(波长识别符)121 与波长的使用状态 122 的关系的多个项目 120-1~120-m 构成。波长的使用状态 122 中有‘未使用(空)’、‘调整中’、‘使用中’这 3 个状态。

图 6 表示由本发明的 PON 系统执行的波长协商的序列图。这里，作为 1 例，说明 ONU-1(30-1)向 OLT10 发出了使用波长的分配请求时的序列。

ONU-1(30-1)的处理器 301 当电源为 ON 状态时，分别将调制型光发送器 313 的发送波长设定为共同波长 λ_{uc} ，将可变波长滤波器 320 的接收波长设定为共同波长 $\lambda_{dc}(400)$ ，与 OLT10 之间确立会话(401)。上述会话例如通过执行 IEEE 802.3ah 的 EPON 的 Discovery 过程中的连接序列来确立。若与 OLT10 之间确立了会话，则 ONU 的处理器 301 使用共同波长 λ_{uc} ，向 OLT10 发送波长分配请求消息 M1。

若接收来自 ONU30-1 的波长分配请求消息 M1，则 OLT10 的处理器 101 执行波长协商程序。处理器 101 在与一个 ONU 进行波长协商中，将波长管理表格 120 设为排他控制状态，禁止根据在后发生的波长分配请求来访问波长管理表格 120，并从波长管理表格 120 中检索空波长 $\lambda_x(402)$ 。检索空波长 λ_x 是指从波长管理表格 120 中检索使用状态 122 为‘未使用(空)’的表格项目 120-k。波长管理表格 120

中准备有可向 OLT10 控制下的全部 ONU 进行波长分配的个数的表格项目，所以空波长 λ_x 的检索(402)一定成功。

若发现空波长 λ_x ，则处理器 101 将表格项目 120-k 的使用状态 122 从‘未使用’变更为‘调整中’(403)，解除波长管理表格 120 的排他控制。之后，处理器 101 生成包含与表格项目 120-k 的波长索引 121 的值对应的分配波长的识别信息(λ_{ux} 与 λ_{dx})的响应消息 M2，经 INF 装置 12-0，以共同波长 λ_{dc} 将上述响应消息 M2 发送到 ONU 30-1 (404)。这里，分配给 ONU30-1 的波长 λ_{ux} 与 λ_{dx} 为任意的空波长，不应理解为响应于来自 ONU30-1 的波长分配请求，每次固定分配相同的波长。

接收到波长分配响应消息 M2 的 ONU30-1 的波长协商器 300(处理器 301)以共同波长 λ_{uc} 向 OLT10 发送波长分配确认消息 M3(405)。之后，处理器 301 将调制型光发送器 313 的发送波长从共同波长 λ_{uc} 变更为分配波长 λ_{ux} ，将可变波长滤波器 320 的接收波长从共同波长 λ_{dc} 变更为分配波长 λ_{dx} (406)。另外，在必须对应于可变波长滤波器 320 的接收波长来变更光接收器 321 的特性的情况下，处理器 301 附随于上述可变波长滤波器 320 的波长变更，还变更光接收器 321 的特性。

OLT10 的处理器 101 若从 ONU30-1 接收波长分配确认消息 M3，则再次将波长管理表格 120 设为排他控制状态，将表格项目 120-k 的使用状态 122 从‘调整中’变更为‘使用中’(407)，解除波长管理表格 120 的排他控制。之后，处理器 101 启动与上述表格项目 120-k 所示的波长索引 x 对应的 INF 装置 12-x(408)。

图 7 表示上述波长协商中，在 ONU30 与 OLT10 之间交换的控制消息的帧格式 1 例。这里所示的格式根据的是基于 IEEE 802.3ah 的 EPON 的帧格式。

包含控制消息的帧由前缀 50、目的地地址 51、发送源地址 52、表示 MAC 层中的帧种类与数据长度的 Type/Length53、数据部 54、用于帧的错误检查的 FCS(Frame Check Sequence: 帧校验序列)55 构成。

前缀 50 由预约区域 501、SPD(Start of Packet Delimiter: 包起始分界符)502、预约区域 503、LLID(Logical Link Identifier: 逻辑链路标示)504、CRC(Cyclic Redundancy Check: 循环冗余校验)505 构成。在数据部 54 中包含波长分配请求消息 M1 或波长分配确认消息 M3 的情况下,在目的地地址 51 中设定 OLT10 的 MAC 地址,在发送源地址 52 中设定请求源的 ONU 的 MAC 地址。在数据部 54 中包含波长分配响应消息 M2 的情况下,在目的地地址 51 中设定请求源的 ONU 的 MAC 地址,在发送源地址 52 中设定 OLT10 的 MAC 地址。

在数据部 54 中,对波长协商用的控制消息设定特有的数据。帧种类 541 设定表示控制消息 M1、M2、M3 的种类的代码。对上行信号用分配波长字段 542 与下行信号用分配波长 543 字段,设定 OLT10 分配给 ONU30-1 的上行光信号用波长识别信息 λ_{ux} 与下行光信号用波长识别信息 λ_{dx} 。在为波长分配请求消息 M1 的情况下,波长字段 542、543 变为空栏。

当 OLT10 发送了波长分配响应消息 M2 时,已在运行中的 ONU 由于将接收波长设定为共同波长 λ_{dc} 以外的单独波长,所以不接收上述响应消息 M2。另外,在波长管理表格处于排他控制状态时,在 OLT30-1 以外的其它 ONU 发出了波长分配请求消息的情况下,该 ONU 由于将可变波长滤波器 320 设定为共同波长 λ_{dc} ,所以可接收上述响应消息 M2。但是,其它 ONU 利用响应消息 M2 的目的地地址 51 的校验,废弃自己不是对象的接收消息,所以不会将相同波长 λ_{ux} 、 λ_{dx} 错误分配给多个 ONU。

图 8 是 OLT10 对运行中的 ONU 定期执行的健康检查的序列图。

OLT10 的处理器 101 参照波长管理表格 120,利用与使用状态 122 为‘使用中’的波长索引 121 的值对应的全部 INF 装置 12-1 ~ 12-x (下行波长 λ_{d1} ~ λ_{dx})定期发出健康检查消息(410-1~410-x),等待来自 ONT 的响应(411)。运行中的各 ONU30j(j=1~k)的处理器 301 若接收健康检查消息,则向 OLT10 返回响应消息(412-1~412-x)。

OLT10 的处理器 101 在通过 ONU 的电源关闭等,发现了从发送健康检查消息起规定时间内不能接收响应消息的 INF 装置 12-i 的情

况下(413)，将波长管理表格 120 中与上述 INF 装置 12-i 对应的表格项目 120-i 的使用状态 122 从‘使用中’变更为‘未使用’(414)。之后，处理器 101 将上述 INF 装置 12-i 的动作变为停止状态(415)。另外，当发现了不能接收响应消息的 INF 装置 12-i 时，处理器 101 也可在将波长管理表格 120 变为排他控制状态之后，变更与上述 INF 装置 12-i 对应的表格项目 120-i 的使用状态，之后，解除排他控制。

根据以上的实施例，由于各加入者连接装置 ONU 可以从 OLT 分配的专用波长来发送接收数据，所以可确保宽的频带。另外，各 ONU 由于可用从 OLT 指定的单独的发送波长与接收波长来自律地开始数据发送接收，所以即便在新增设 ONU 的情况下，工程关联者也不必担心 ONU 的使用波长。并且，由于可将不需要波长分离功能的单纯的功率分束器适用于无源光网中，所以可比较平滑地从使用功率分束器的现有 PON 系统移至 WDM-PON。

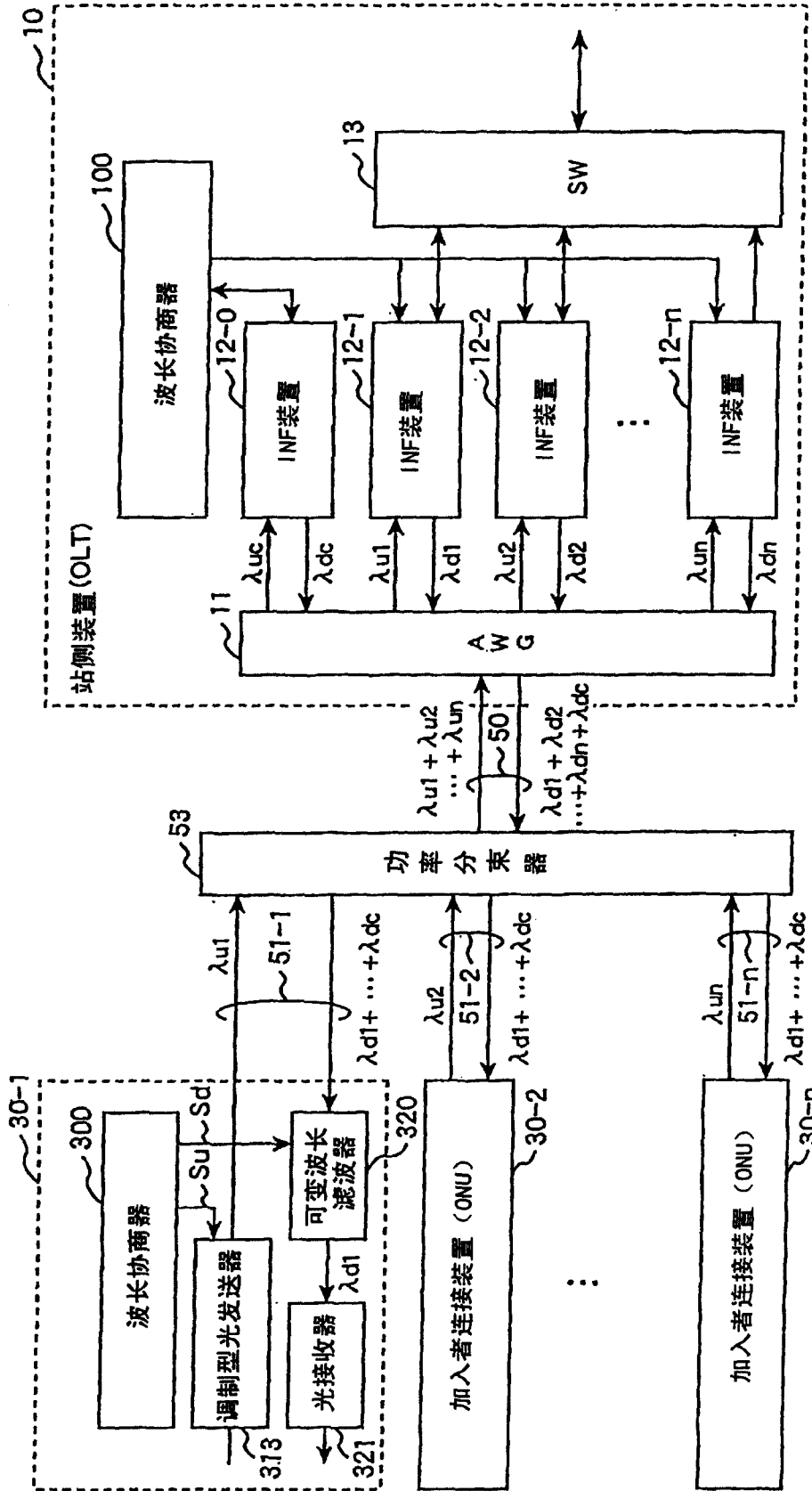


图1

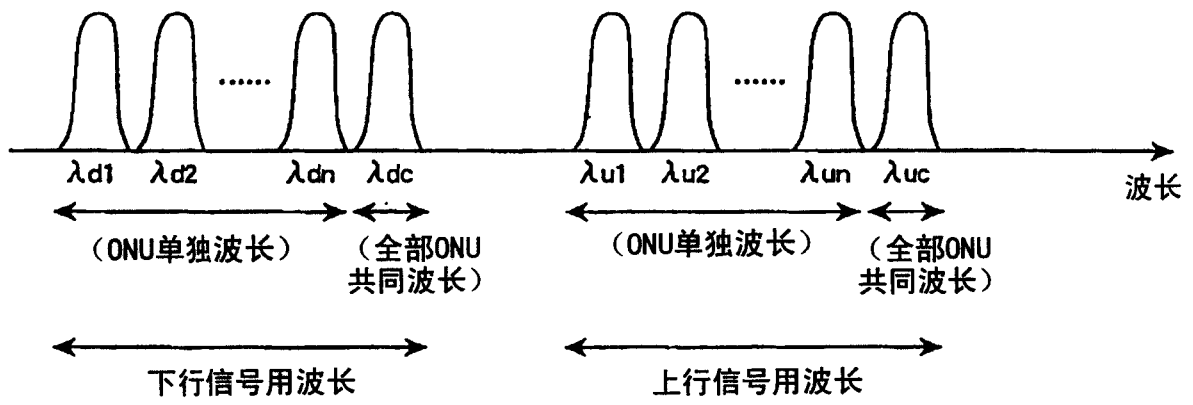


图2

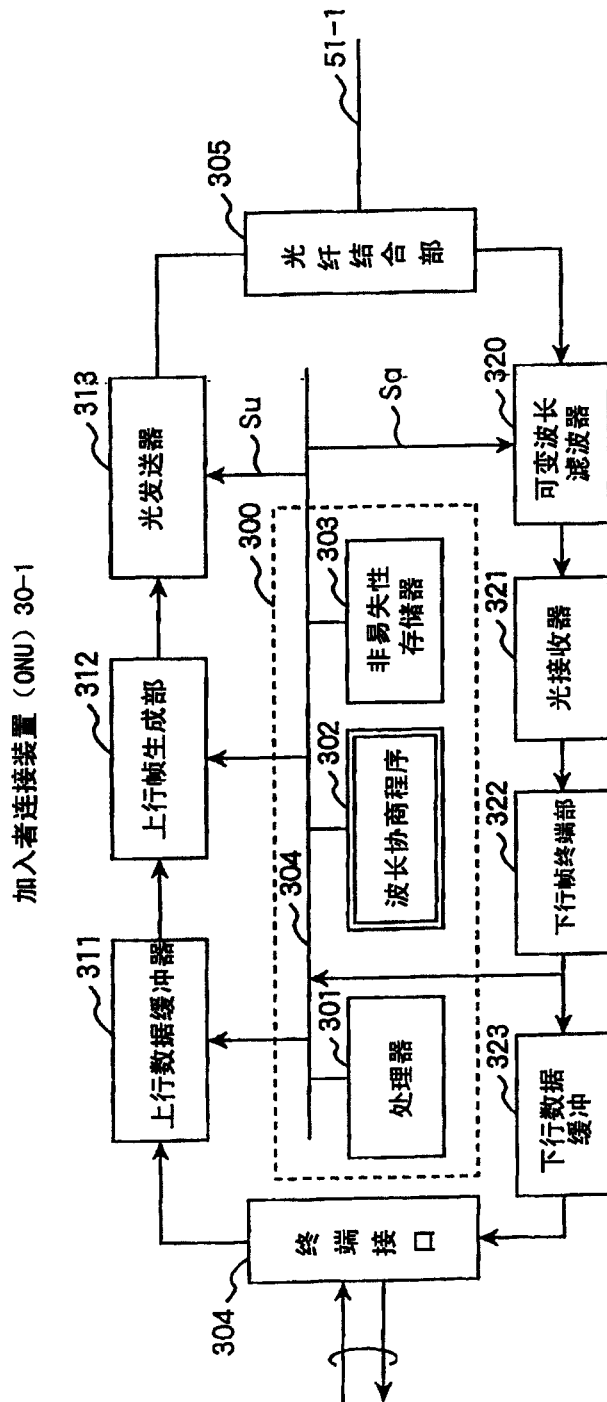


图3

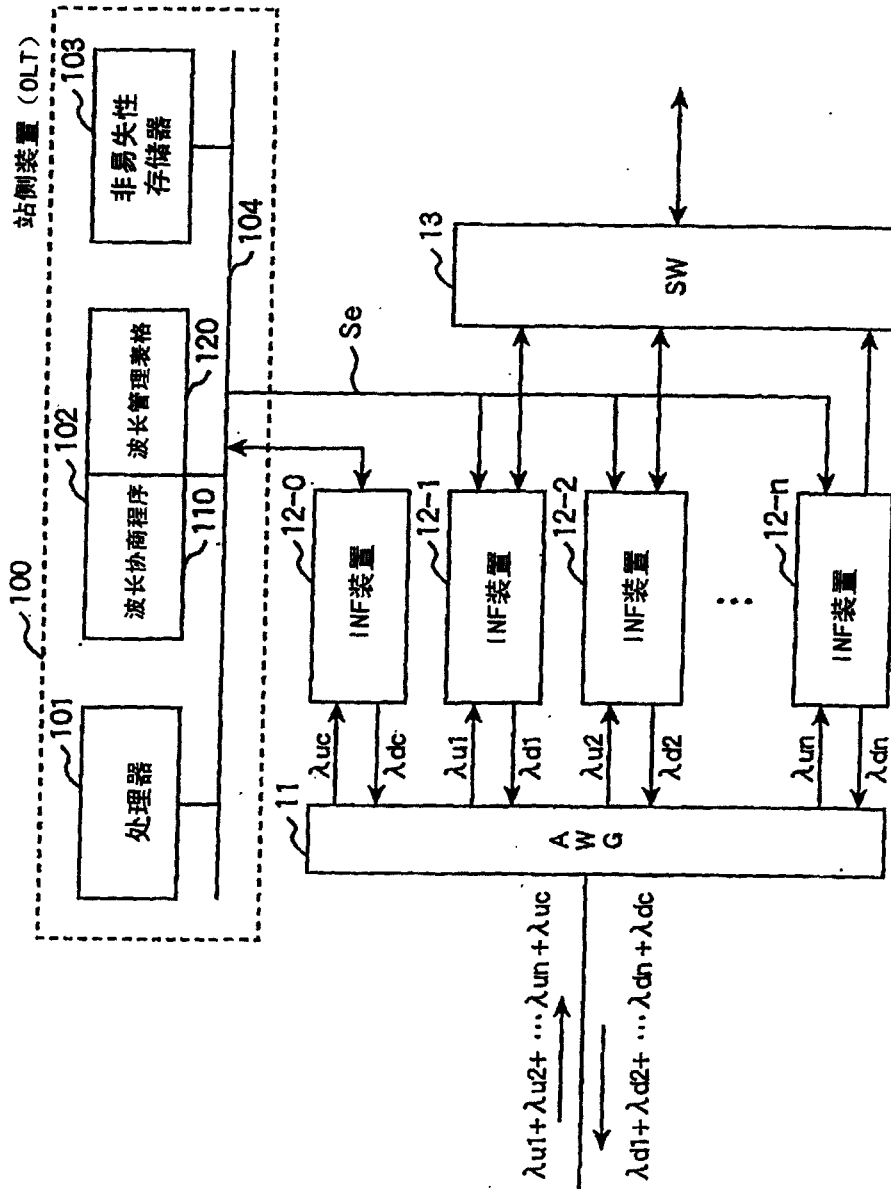


图4

波长管理表格120

波长索引	使用状态
1	使用中
2	使用中
:	:
x	未使用
:	:
y	调整中
:	:
m	未使用

图5

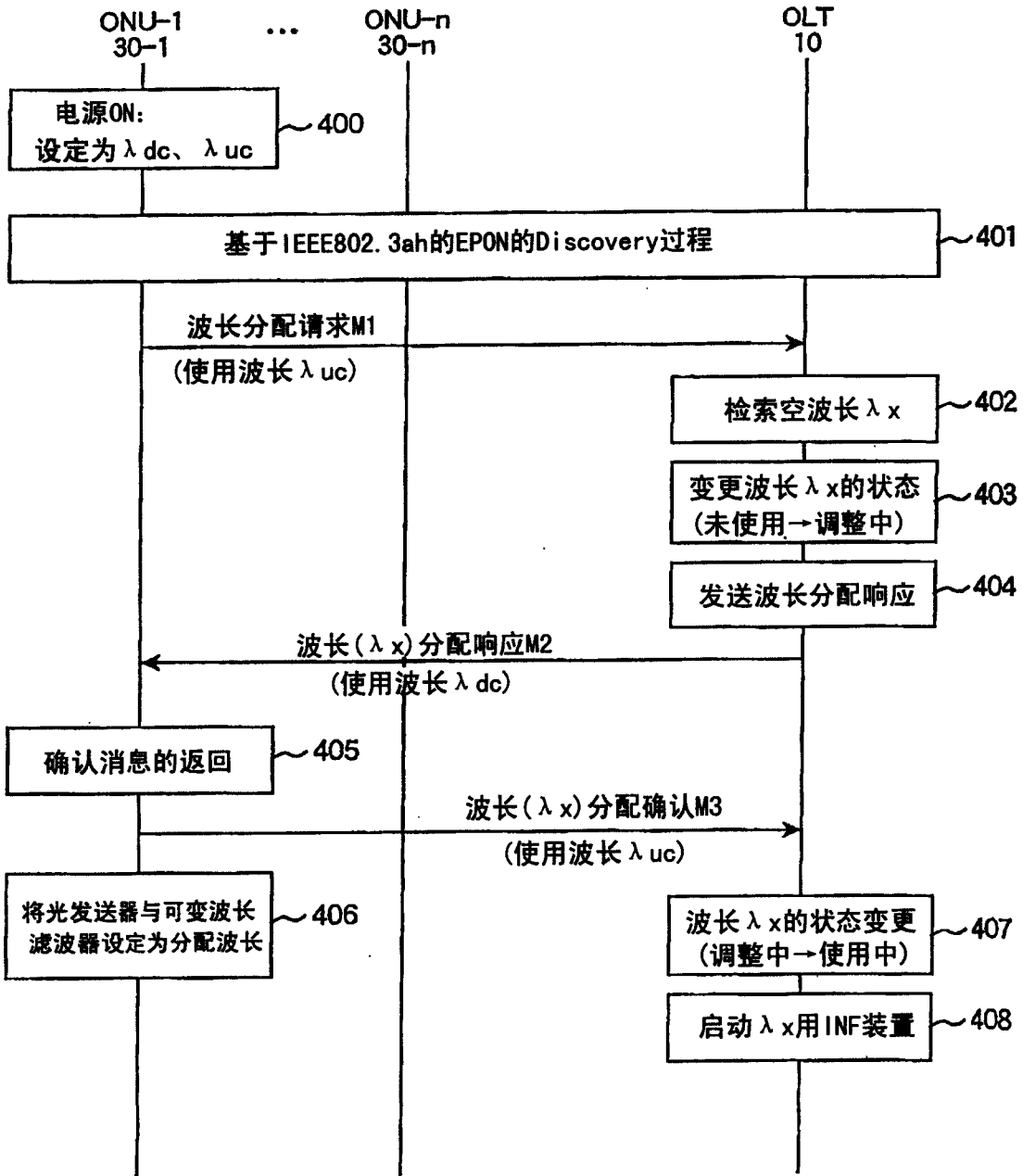


图6

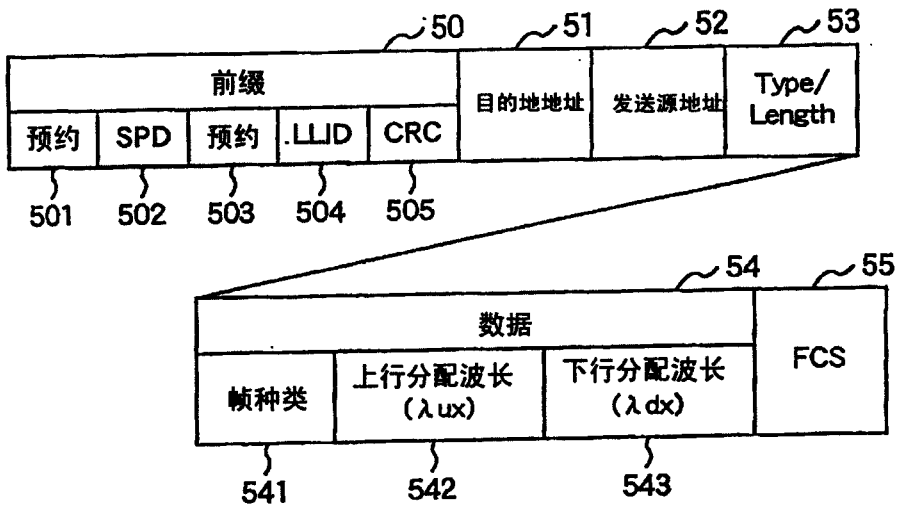


图7

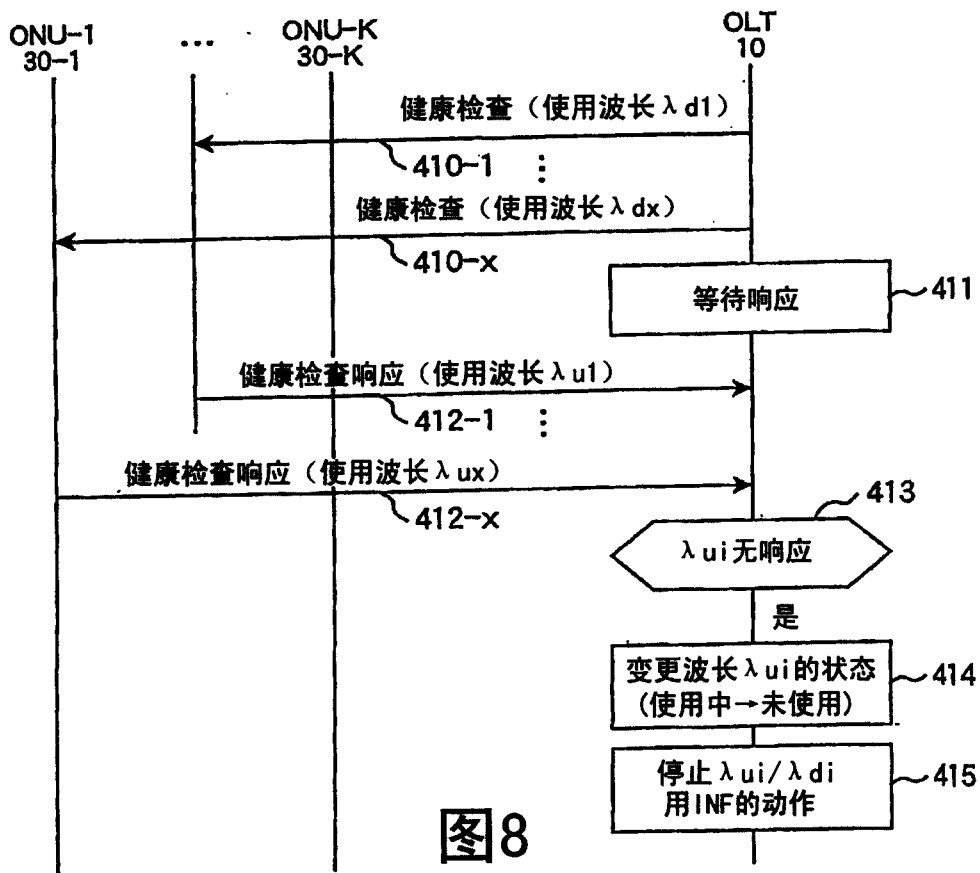


图8

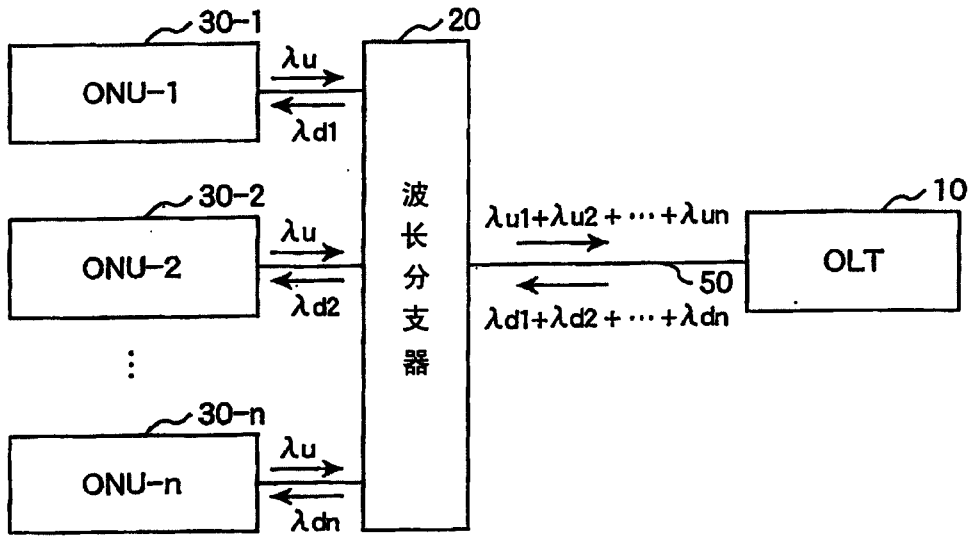


图9
现有技术1

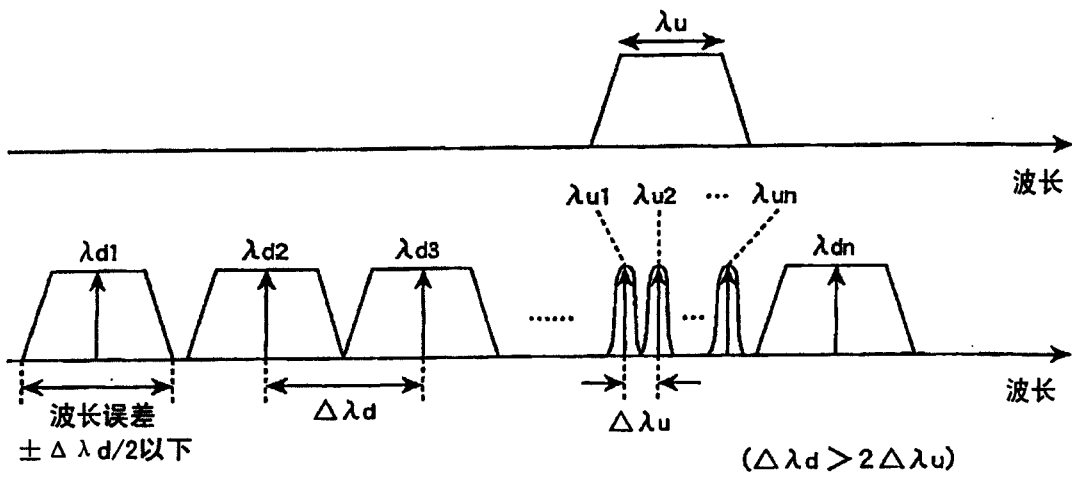


图10
现有技术

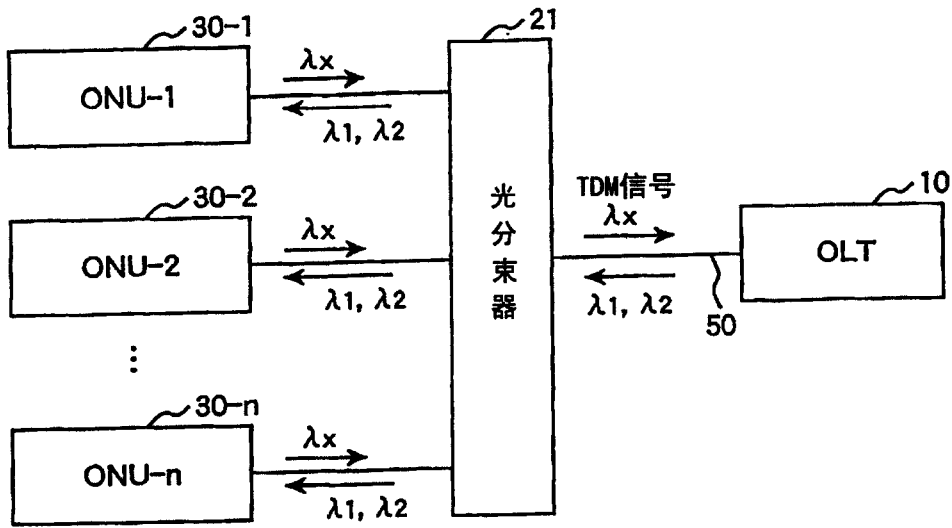


图11

现有技术2

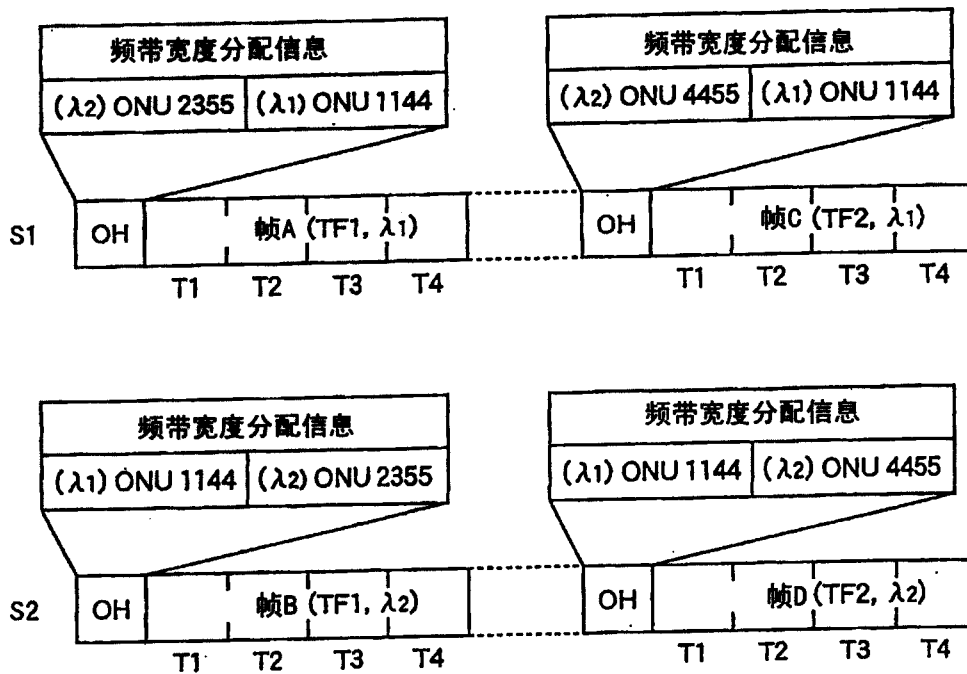


图12

现有技术