

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102318280 A

(43) 申请公布日 2012. 01. 11

(21) 申请号 200980156687. 5

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

(22) 申请日 2009. 11. 09

代理人 许静 郭凤麟

(30) 优先权数据

2009-080861 2009. 03. 30 JP

(51) Int. Cl.

H04L 12/44 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 08. 12

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2009/069051 2009. 11. 09

(87) PCT申请的公布数据

W02010/116561 JA 2010. 10. 14

(71) 申请人 株式会社日立制作所

地址 日本东京都

(72) 发明人 加泽彻 土屋明彦 坂本宪弘

矢岛佑辅 泷广真利

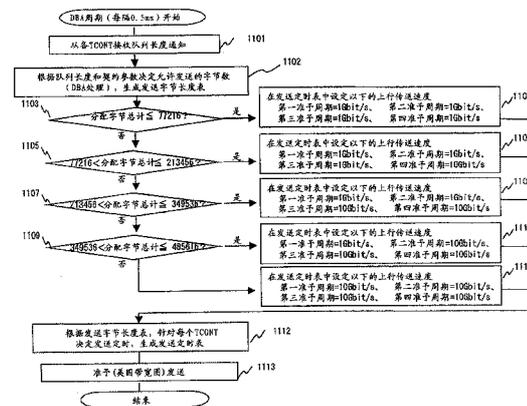
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 20 页

(54) 发明名称

无源光网络系统及其运用方法

(57) 摘要

提供一种在混合使用传输速度不同的 PON 的系统中, 能够根据传输的信号的量减少消耗电力的无源光网络系统。在根据多个子站请求, 主站决定从多个子站中的各个子站向主站发送的信号的和定时, 经由光纤网接收来自多个子站的信号的无源光网络系统的主站中具备控制部, 该控制部根据多个子站中的各个子站请求发送的信号的量, 按每一恒定周期决定允许各子站向该主站发送信号的信号的量、发送定时和传输速度, 并通知给子站。另外, 多个子站中的各个子站具备以第一传输速度或者比第一传输速度快的第二传输速度向主站发送信号的控制部, 根据来自主站的通知, 以第一传输速度或者第二传输速度发送信号。



1. 一种无源光网络系统,主站与多个子站通过由光分路器以及多个光纤构成的光纤网连接,所述主站根据所述多个子站请求的信号量决定从所述多个子站中的各个子站向所述主站发送的信号量和定时,所述主站经由所述光纤网接收来自所述多个子站的信号,该无源光网络系统的特征在于,

所述主站具备控制部,其根据所述多个子站中的各个子站请求发送的信号量,针对每一恒定周期决定允许该子站中的各个子站向该主站发送信号的信号量、发送定时以及传输速度,并通知给该子站中的各个子站,

所述多个子站中的各个子站具备以第一传输速度或者比该第一传输速度快的第二传输速度向所述主站发送信号的控制部,根据来自所述主站的通知,以所述第一传输速度或者所述第二传输速度发送所述信号。

2. 根据权利要求 1 所述的无源光网络系统,其特征在于,

所述主站的控制部在根据所述多个子站中的各个子站请求的信号量决定任意子站的允许发送的信号量时,

在所述允许发送的信号量低于以所述第一传输速度能够传输的最大传输量的情况下,把该任意的子站的信号的传输速度决定为所述第一传输速度,在该允许发送的信号量高于以所述第一传输速度能够传输的最大传输量的情况下,把该任意的子站的信号的传输速度决定为所述第二传输速度。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的无源光网络系统,其特征在于,

所述主站的控制部进行决定的所述恒定周期由多个部分周期构成,

该控制部根据允许所述多个子站中的各个子站发送的信号量的总和,针对所述部分周期中的各个部分周期把任意的子站使用的传输速度决定为所述第一传输速度或者第二传输速度。

4. 根据权利要求 1 ~ 3 的任意一项所述的无源光网络系统,其特征在于,

所述主站的控制部具备:带宽控制部,其根据所述多个子站中的各个子站请求发送的信号量,针对每个恒定周期决定允许该子站中的各个子站向该主站发送的信号量;以及

发送定时控制部,其根据所述决定的信号量,决定发送所述信号的子站的发送定时和传输速度。

5. 根据权利要求 1 ~ 4 的任意一项所述的无源光网络系统,其特征在于,

在从该主站向所述多个子站发送的帧信号内,把所述主站决定的传输速度的信息插入到通知所述主站决定的发送定时的信息的控制信号区域内,将其通知给该多个子站中的各个子站。

6. 一种无源光网络系统,主站与多个子站通过由光分路器以及多个光纤构成的光纤网连接,所述主站根据所述多个子站请求的信号量决定从所述多个子站中的各个子站向所述主站发送的信号量和定时,所述主站经由所述光纤网接收来自所述多个子站的信号,该无源光网络系统的特征在于,

所述主站具备控制部,其根据所述多个子站中的各个子站请求发送的信号量,针对每个恒定周期决定允许该子站中的各个子站向该主站发送信号的信号量和发送定时,并通知给该各个子站,

所述多个子站中的各个子站具备以第一传输速度或者比该第一传输速度快的第二传输速度向所述主站发送信号的控制部,该控制部根据从所述主站通知的允许发送的信号的量,选择所述第一传输速度或者所述第二传输速度发送所述信号。

7. 根据权利要求 6 所述的无源光网络系统,其特征在于,

所述主站的控制部在根据所述多个子站中的各个子站请求的信号的量决定任意子站的允许发送的信号的量、并通知给该子站时,

所述子站的控制部在所述通知的允许发送的信号的量低于以所述第一传输速度能够传输的最大传输量的情况下,把信号的传输速度决定为所述第一传输速度,在该允许发送的信号的量高于以所述第一传输速度能够传输的最大传输量的情况下,把信号的传输速度决定为所述第二传输速度。

8. 一种无源光网络系统的运用方法,在该无源光网络系统中,主站与多个子站通过由光分路器以及多个光纤构成的光纤网连接,所述主站根据所述多个子站的请求决定从所述多个子站中的各个子站向所述主站发送的信号的和定时,所述主站经由所述光纤网,接收来自所述多个子站的信号,该无源光网络系统的运用方法的特征在于,

当所述多个子站向所述主站请求发送的信号的量时,

所述主站根据来自所述多个子站中的各个子站的发送信号的请求量,针对每个恒定周期决定允许该子站中的各个子站发送信号的信号的量、发送定时以及传输速度,并通知给该子站中的各个子站,

所述多个子站中的各个子站根据来自所述主站的通知,以所述第一传输速度或者所述比所述第一传输速度快的第二传输速度向所述主站发送信号。

9. 根据权利要求 8 所述的无源光网络系统的运用方法,其特征在于,

关于决定所述传输速度,在所述允许发送的信号的量低于以所述第一传输速度能够传输的最大传输量的情况下,把所述信号的传输速度决定为所述第一传输速度,在该允许发送的信号的量高于以所述第一传输速度能够传输的最大传输量的情况下,把该信号的传输速度决定为所述第二传输速度。

10. 根据权利要求 8 或 9 所述的无源光网络系统的运用方法,其特征在于,

所述多个子站中的各个子站进行所述传输速度的决定。

## 无源光网络系统及其运用方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及无源光网络系统、光多路复用终端装置以及光网终端装置,特别涉及多个用户连接装置共有光传输线路的无源光网络系统。

### 背景技术

[0002] 即使在连接用户的接入网中通信网的高速、宽带化也不断的进步,并且实现引入国际电气通信联盟(以下称为 ITU-T)的公告 G984.3 等规定的无源光网络系统(Passive Optical Network system:以下称为 PON)。PON 是通过包含主干光纤、光分路器和多个支线光纤的光无源网连接与上位的通信网连接的光多路复用终端装置(Optical Line Terminator:以下称为 OLT)和收容多个用户的终端(PC或电话)的光网终端装置(Optical Network Unit:以下称为 ONU)的系统。具体来讲,通过以下的方式进行通信:把来自与各 ONU 连接的终端(PC以外)的信号以光信号的方式,从支线光纤经由光分路器,通过主干光纤进行光学(时分)多路复用,发送给 OLT,OLT 对来自各 ONU 的信号进行通信处理,然后发送给上位的通信网,或者发送给与 OLT 连接的其它的 ONU。

[0003] PON 的引入从处理 64kbit/秒这样的低速信号的系统开始,正进行以最大 600Mbit/秒收发固定长的 ATM 信元(cell)的 BPON(Broadband PON)或者以最大约 1Gbit/秒收发以太网(注册商标。以下省略注册商标的表记)的可变长数据组的以太网 PON(EPON),或者处理更高速的 2.4Gbit/秒左右的信号的 GPON(Gigabit capable PON)的引入。另外,今后要求能够实现处理 10Gbit/秒~40Gbit/秒的信号的高速的 PON。并且,作为实现这些高速 PON 的手段,正在研究使用对与目前的 PON 相同的多个信号进行时分复用的 TDM(Time Division Multiplexing)。另外,目前使用 TDM 的 PON 在上行(从 ONU 向 OLT)的信号和下行(从 OLT 向 ONU)的信号中使用不同的波长,OLT 和各 ONU 之间的通信是对各 ONU 分配通信时间的结构。具体来讲,是分配容易处理多种信号(声音、图像、数据等)的猝发状的可变长信号(猝发信号)的结构。

[0004] 在上述各 PON 中,在散布在各种场所的用户住宅中设置 ONU,因此从 OLT 到 ONU 的距离不同。即,从 OLT 到 ONU 为止的主干光纤和支线光纤的光纤的长度(传输距离)长短不一,因此,各 ONU 与 OLT 之间的传输延迟(延迟量)也有波动,即使各 ONU 以不同的定时发送信号,在主干光纤上来自各 ONU 的光信号之间可能发生冲突/干扰。因此,在各 PON 中,例如,使用 ITU-T 的公告 G984.3 规定的测距技术,在实施 OLT 与 ONU 之间的距离测量后,调整各 ONU 的输出信号的延迟,使来自各 ONU 的信号输出不冲突。另外,当 OLT 使用动态带宽分配(Dynamic Bandwidth Assignment:以下称为 DBA)技术,根据来自各 ONU 的发送请求,决定允许向该 ONU 发送的信号带宽时,在考虑通过测距测定的延迟量后,为了使来自各 ONU 的光信号在主干光纤上不发生冲突/干扰来指定向各 ONU 的发送定时。即, PON 在系统内管理 OLT 和 ONU 之间收发的信号的定时的状态下,进行通信的运用。

[0005] 在上述 GPON 中,为了能够识别并处理通过 OLT 在主干光纤上被多路复用的来自各 ONU 的信号,来自各 ONU 的发送信号是在数据(有效负载:payload)的先头附加了由最

大 12 字节构成的干扰防止用保护时间、在 OLT 内接收器的信号识别阈值的决定以及时钟提取中使用的前缀 (preamble) 以及用于识别接收信号划分的被称为分隔符 (delimiter) 的猝发开销字节 (burst overhead byte)、PON 的控制信号 (有时也称为开销或头) 的结构。另外,各数据是可变长的猝发数据,在数据的先头附加有称为 GEM(G-PON Encapsulation Method) 头的用于处理可变长数据的头。

[0006] 另一方面,为了使各 ONU 能够识别处理来自 OLT 的信号,在从 OLT 向各 ONU 发送的信号的先头,把用于识别先头的帧同步模式、用于发送监视 / 维护 / 控制信息的 PLOAM 区域、指示各 ONU 的信号发送定时的被称为准予指示区域的开销 (有时也称为头) 被附加到发送给各 ONU 的被时分多路复用的数据中。另外,在多路复用的发送给各 ONU 的数据中,与来自 ONU 的信号相同,附加了用于处理可变长数据的 GEM 头。OLT 使用准予指示区域以字节为单位对 ONU 指定各 ONU 的上行发送允许定时 (发送开始 (Start) 和结束 (Stop))。把该发送允许定时称为准予。另外,当各 ONU 在该允许定时发送发送给 OLT 的数据时,这些数据在光纤上进行光学 (时分) 多路复用后,通过 OLT 接收。

[0007] 现有技术文献

[0008] 非专利文献

[0009] 非专利文献 1 :ITU-T 公告 G. 984. 3

## 发明内容

[0010] 发明要解决的课题

[0011] PON 正在进行开发 / 引入能够处理更高速信号的装置,以便从 BPON 向 GPON 转移。公知实现 PON 的信号传输功能的光模块或 LSI,传输速度越快消耗电力越大。例如,光模块为了达到更高的传输速度,传输速度越高流过电流越大,因此确保必要的带宽。另外,使用了 CMOS 技术的数字信号处理 LSI 消耗几乎与动作时钟的速度的二次方成比例的电力。即,今后存在传输速度越快消耗电力越大的倾向。

[0012] 另一方面,PON 的用户虽然具有要求更高速度的 PON 的倾向,但是并非始终想要快的传输速度。在不进行通信的时间带内当然不要求快的传输速度,即使在通信中,特别是因特网接入的数据传输中,在下载或上传大量的图像数据或大容量文件期间要求快的传输速度,但是,在进行内容的阅览或作业中并不需要快的传输速度。另外,在数据传输中使用的 TCP 协议中,当接收到一定量的数据组时,需要回复确认信号数据组,数据的接收侧在接收到确认信号数据组之前不发送后续的数据。即,即使在数据传输过程中,运用的实际情况经常为数据流通量的猝发性极高的传输形式。但是,用于构成当前的 PON 的光模块或 LSI 实质上在不传输数据的时间带中也动作消耗电力,成为发生显著的电力浪费的原因。因此,要求能够在终端用户流通量小时,以低速的传输速度进行传输,在终端用户流通量大时,以高速的传输速度进行传输的 PON 系统。

[0013] 本发明是鉴于上述问题而提出的,其目的在于实现一种无源光网络系统,其能够在混有并使用传输速度不同的多个标准 (规格) 的 PON 的结构中,根据用户终端流通量极力减少消耗电力的浪费。

[0014] 用于解决课题的手段

[0015] 为了解决上述课题,在本发明的无源光网络系统中,主站与多个子站通过由光分

路器以及多个光纤构成的光纤网连接,主站根据多个子站请求决定从多个子站中的各个子站向主站发送的信号的和定时,主站经由光纤网接收来自多个子站的信号,主站具备控制部,其根据多个子站中的各个子站请求发送的信号的和,针对每一恒定周期决定允许该子站中的各个子站向该主站发送信号的信号的和、发送定时以及传输速度,并通知给该子站中的各个子站,并且多个子站中的各个子站具备以第一传输速度或者比该第一传输速度快的第二传输速度向主站发送信号的控制部,根据来自主站的通知,以所述第一传输速度或者所述第二传输速度发送所述信号。

[0016] 另外,主站的控制部在根据多个子站中的各个子站请求的信号量决定任意子站的允许发送的信号的和时,在允许发送的信号的和低于以第一传输速度能够传输的最大传输量的情况下,则把子站的信号的传输速度决定为第一传输速度,在该允许发送的信号的和高于以第一传输速度能够传输的最大传输量的情况下,把该子站的信号的传输速度决定为第二传输速度。

[0017] 另外,也可以不在主站决定传输速度,采用多个子站中的各个子站把请求发送的信号的和和允许发送的信号的和进行比较来执行传输的结构。

[0018] 发明的效果

[0019] 根据本发明,在混有并且能够使用传输速度不同的多个标准(规格)的PON的结构中,能够根据用户终端流通量,实现极力减少消耗电力的浪费的无源光网络系统。

## 附图说明

[0020] 图1是表示使用了PON的光接入网的结构例的结构图。

[0021] 图2是表示从OLT向ONU的下行信号的结构例的帧结构图。

[0022] 图3是表示从ONU向OLT的上行信号的结构例的信号结构图。

[0023] 图4是表示PON的动作例的时序图。

[0024] 图5是表示ONU的结构例的结构框图。

[0025] 图6是表示OLT的结构例的结构框图。

[0026] 图7是用于说明OLT的控制部的结构和动作例的说明图。

[0027] 图8是表示OLT的控制部的动作例(其一)的动作流程图。

[0028] 图9是表示OLT的控制部的动作例(其二)的动作流程图。

[0029] 图10是表示分配字节长度表的结构例的存储器结构图。

[0030] 图11是表示发送定时表的结构例的存储器结构图。

[0031] 图12是表示在OLT上的上行信号接收动作的例子动作说明图。

[0032] 图13是表示OLT的控制部的另一个动作例的动作流程图。

[0033] 图14是表示分配字节长度表的另一结构例的存储器结构图。

[0034] 图15是表示发送定时表的另一结构例的存储器结构图。

[0035] 图16是表示OLT上的上行信号接收动作的另一例子的动作说明图。

[0036] 图17是表示ONU的另一结构例的结构框图。

[0037] 图18是表示OLT的另一结构例的结构框图。

[0038] 图19是表示ONU的传输速度判定部的动作例的动作流程图。

[0039] 图20是表示用于存储在ONU上控制上行信号发送的信息的存储器的结构例的存

储器结构图。

[0040] 图 21 是表示 OLT 上的上行信号接收动作的其他例子的动作说明图。

### 具体实施方式

[0041] 以下,参照附图以 ITU-T 公告 G984.3 中规定的 GPON 和在今后预想引入的下一代 GPON 中使传输速度提升的 10GPON 共同存在的 PON 的结构和动作为例,详细说明本实施方式的 PON 的结构和动作。

[0042] 以下的说明与 GPON 相同,是假设通过 TDM 处理可变长的数据的结构的 PON,因此,以从 OLT 向 ONU 的下行数据的传输速度为 10Gbit/秒 (9.95328Gbit/秒,以下称为 10Gbit/秒) 一种,另外从 ONU 向 OLT 的上行数据的传输速度,GPON 为 1Gbit/秒 (1.24416Gbit/秒,以下同样称为 1Gbit/秒)、10GPON 为 10Gbit/秒 (9.95328Gbit/秒,以下称为 10Gbit/秒) 的混合结构的例子进行说明。另外,这些传输速度等的数值是一个例子,也可以是其他的传输速度,本实施方式并不限于该数值。另外,上行传输速度也可以是三个以上。

[0043] 图 1 是表示使用了本发明的 PON 的光接入网的结构例的网结构图。

[0044] 接入网 1 例如是经由 PON10,连接作为上位通信网的公众通信网 (PSTN)/因特网 20(以下有时称为上位网)和用户的终端 (Tel:400、PC:410 等),进行通信的网。PON10 具备与上位网 20 连接的 OLT(以下有时称为主站)200 和收容用户的终端 (电话 (Tel)400、PC410 等)的多个 ONU(以下有时称为子站)300。通过具有主干光纤 110、光分路器 100 和多个支线光纤 120 的光无源网,连接 OLT200 和各 ONU300,进行上位网 20 与用户终端 400、410 的通信,或者用户终端 400、410 之间的通信。ONU300 例如是 10GPON 或者 GPON 双方能够使用的 ONU(例如,能够针对上行发送 10Gbit/秒、1Gbit/秒双方的 ONU。以下有时称为 1G/10GONU)。在该图中,5 台 ONU300 与 OLT200 连接。另外,能够与 OLT200 连接的 ONU 的数量根据 ITU-T 公告 G.984.3 最大为 254 台。

[0045] 关于从 OLT200 向各 ONU300 的下行信号 130,对发送给各 ONU300 的信号进行时分多路复用后进行组播。然后,各 ONU300 判定到达的帧是否为自身的传输速度,或者是否为发送给自己的信号然后接收信号。ONU300 根据信号的发送目的地,向电话 400 或 PC410 发送接收信号。另外,关于从各 ONU300 向 OLT200 的上行信号 140,从 ONU300-1 传输的上行信号 150-1、从 ONU310-2 传输的上行信号 150-2、从 ONU300-3 传输的上行信号 150-3、从 ONU300-4 传输的上行信号 150-4、以及从 ONU300-n 传输的信号 150-n 经由光分路器 100 成为在光学上时分多路复用的光多路复用信号 140,然后传输给 OLT200。各 ONU300 和 OLT200 之间的光纤长度不同,因此,信号 140 成为对振幅不同的信号进行多路复用的形式。另外,下行信号 130 例如使用波段 1.5 $\mu$ m 的光信号,上行信号 140、150 例如使用波段 1.3 $\mu$ m 的光信号,双方的光信号通过相同光纤 110、120 进行波分多路复用 (WDM) 后被进行收发。

[0046] 图 2 是表示下行信号的结构例的帧结构图。

[0047] 下行信号(以下有时称为下行帧、或者简单称为帧)是 ITU-T 公告 G984.3 中规定的 125 $\mu$ 秒周期的构造,由帧同步模式 20、PLOAM(Physical Layer Operation, Administration and Maintenance;物理层操作管理维护)21、准予指示 22、帧有效负载 23 构成。帧同步模式 20 是用于各 ONU300 识别 125 $\mu$ 秒周期的帧的先头的固定模式。PLOAM21 存储 OLT200 在各 ONU300 的物理层管理中使用的信息。在帧有效负载 23 中存储从 OLT200

向各 ONU300 的用户信号。准予指示 22 指示各 ONU300 的上行信号发送定时（准予），更具体地将，针对各 ONU300 的内部的每个用户信号控制单位，即每个 TCONT 指示准予。

[0048] 该图表示与图 1 表示的结构对应的一个结构例，表示用于控制 ONU300-1 的 TCONT#1 用信号 24、用于控制 ONU-2 的 TCON#2 用信号 25。另外，各 TCONT 用信号由用于识别 TCONT 的 TCONT ID27、表示信号的发送开始定时的 Start28 和发送结束定时的 End29、以及传输速度指定区域 30 构成。传输速度指定区域 30 通过在本发明的 PON 中引入的信号，指示上行信号中使用 1Gbit/秒的信号还是 10Gbit/秒的信号。另外，Start28 和 End29 关于上述两个速度的信号，表示发送开始定时和发送结束定时，但是在本实施例中，通过 1Gbit/秒的信号速度的字节数指定时间单位，10Gbit/秒信号的时间单位以 8 字节单位来表示。这是因为 10Gbit/秒信号的速度是 1Gbit/秒的信号的 8 倍，如此规定则能够通过一个标记运用 1Gbit/秒的信号和 10Gbit/秒的信号的两方。OLT200 周期地向各 ONU300 发送允许发送包含准予指示 22 的上行数据的信息，指示各 TCON 使用多少上行通信带宽较好。该 Start28 和 End29 是在 OLT200 发送准予指示的各周期中，表示该以那个定时开始并结束数据的发送的信息。在该指定的区间内，ONU300 以在传输速度指定区域 30 中指定的传输速度发送上行信号。另外，可以代替 End29，指定应该发送的数据的数据长度，指示从 Start28 的定时开始发送指定的数据长度的数据。

[0049] 图 3 是表示上行信号的结构例的信号结构图。

[0050] 上行信号（以下有时称为 GEM 数据组或者简单称为数据组）是由以下各部分构成的可变长数据组：前缀 30 和分隔符 31 构成的固定长的猝发有效负载 36、PLOAM31 和队列长 33 构成的控制信号和 5 字节的 GEM 头 34 以及可变长的 GEM 有效负载 35 构成的猝发数据 37。上述的 Start28 指示 PLOAM32 的开始位置、即猝发数据 37 的开始位置，End 值 29 表示 GEM 有效负载 35（猝发数据 27）的结束位置。保护时间 38 为了在从 GEM 有效负载 34 的结束位置到下一个数据组的前缀 30 的开始位置为止的无信号区间，防止从各 ONU300 发送的数据组在主干光纤 17-1 上的冲突或干扰，取在 ITU-T 公告 G984.3 中规定的长度的无信号区间。因此，在从各 ONU300（或者 TCONT）发送的猝发数据 37 之间，隔着保护时间 38、前缀区域 30 和分隔符区域 31，因此在之前的猝发数据 37 的 End29 和下一猝发数据 37 的 Start28 之间产生数字节的间隔。

[0051] 图 4 是在表示 PON 的动作例的顺序图中，表示 DBA 动作以及周期与基于该 DBA 的结果的准予动作以及周期的关系的图。

[0052] OLT200 在每个 125  $\mu$  秒的准予周期 44 ~ 48，向各 ONU300-1 ~ 10-3 发送包含准予指示的发送允许消息 40。在该发送允许消息 40 中还包含请求报告在各 ONU 的 TCONT 具备的发送队列中滞留的发送等待数据量的信息（请求报告）。各 ONU300 在通过准予指示 22 的 Start28 和 End29 指定的时隙发送在发送队列中滞留的数据，并使用上行消息 41（图 3 表示的数据组）中包含的队列长 33，向 OLT200 报告发送等待数据量（Report）。

[0053] OLT200 根据在预定的 DBA 周期 49 从各 ONU300 收到的报告（发送等待数据量）进行 DBA42、43，DBA42、43 决定允许各 ONU（TCONT）进行多少数据量的发送。具体来讲，根据发送等待数据量和各用户的契约，决定允许各 TCONT 在下次的发送中发送的数据量。该 DBA 不需要在每个 125  $\mu$  秒的准予周期 45 ~ 48 实施，因此，汇总多个准予周期进行 DBA。在本实施例中，4 个准予周期（0.5m 秒）进行一次 DBA。通过一次的 DBA42 决定允许全部 TCONT 发送

的数据量,因此,OLT200 在多个准予周期 45 ~ 48 中的任意一个准予周期中,决定在各准予周期中发送数据的 TCONT 和该数据发送 Start28 和 End29,以使全部 TCONT 发送决定的数据量。该 Start28 和 End29 通过包含准予指示 22 的发送允许消息 40 被发送给各 ONU300-1 ~ 10-3(Grant),各 ONU300-1 ~ 10-3 在按照该准予的定时,向 OLT200 发送数据。另外,以后还通过 DAB 周期为 0.5m 秒、准予周期为 125 μ 秒的 PON 进行说明,但是,也可以把 DBA 周期和准予周期设为其他的值。

[0054] 图 5 是表示在本发明的 PON 中使用的 ONU 的结构例的结构框图。

[0055] ONU300 由 WDM 滤波器 501、接收部 540、发送部 541、用户接口 (IF) 508 构成。接收部 540 由 O/E 变换部 502、AGC503、时钟提取部 504、PON 帧分离部 505、帧分配部 506、数据组缓冲存储器 507、准予终端部 520、PLOAM 终端部 521、等价延迟值存储器 522 构成。另外,发送部 541 由数据组缓冲存储器 509、发送控制部 510、PON 帧生成部 511、驱动器 512、E/O 部 513、队列长监视部 530 构成。发送部 541 的动作时钟通过下行 10G 时钟生成部 542 供给。发送部 541 的动作时钟通过选择器 545 选择上行 10G 时钟生成部 543 以及上行 1G 时钟生成部 544 中的某一个的输出来供给。根据准予终端部 520 读取的来自 OLT200 的传输速度指示 (图 2 的 30) 来决定该选择控制。

[0056] 从支线光纤 120 接收的光信号通过 WDM 滤波器 501 进行波长分离后,通过 O/E 变换部 502 变换为电气信号。在通过 AGC503 进行控制使电气信号的振幅值恒定后,通过时钟提取部 504 重新定时,通过 PON 帧分离部 505 分离图 2 中说明的信号。具体来讲,把 PLOAM 区域 1902 的信号发送到 PLOAM 终端部 521,把准予指示区域 1903 的信号发送到准予终端部 520,把帧有效负载区域 1904 的信号发送到帧分配部 506。在把从帧分配部 506 输出的用户信号暂时存储在数据组缓冲存储器 507-1 以及数据组缓冲存储器 507-2 中后,分别经由用户 IF508-1 以及用户 IF508-2 输出。

[0057] 另外,在把从用户 IF508-1 以及用户 IF508-2 输入的信号分别暂时存储在数据组缓冲存储器 509-1 以及数据组缓冲存储器 509-2 中后,在发送控制部 510 的控制下将其读出,通过 PON 帧生成部 511 组装在数据组 (参照图 3 的格式) 中。队列长监视部 530 监视数据组缓冲存储器 509 的使用量。把缓冲存储器使用量信息存储在数据组的队列长 33 中后传输给 OLT,OLT200 根据该信息控制进行 DBA 发行的准予量。通过 PON 帧生成部 511 组装的信号通过驱动器 512 变换为电流后,通过 E/O 部 513 变换为光信号,经由 WDM 滤波器 501 向支线光纤 120 发送。发送控制部 510 根据从准予终端部 520 提取出的准予值进行向 OLT 发送信号的控制。

[0058] 另外,OLT200 与各 ONU300 的距离各不相同,因此,通过 ITU-T 公告 G984.3 规定的测距来修正距离的差异。通过该测距,把称为均衡化延迟值的发送定时的修正值存储在图 2 所示的 PLOAM21 中,并传输给各 ONU300。ONU300 把经由 PLOAM 终端部 321 接收的均衡化延迟值蓄积在均衡化延迟值存储器 522 中,发送控制部 510 通过根据均衡化延迟值调整信号的发送定时,来进行距离的修正,使得来自各 ONU300-1 ~ ONU300-n 的信号不会在主干光纤 110 上发生冲突。

[0059] 另外,上述的 ONU300 的各功能块通过 CPU 或蓄积在存储器中的软件来实现,或者通过电气 / 光变换电路、存储器、放大器这样的电气部件等来实现。另外,还可以通过把这些功能特殊化为各处理的专用的硬件 (LSI 等) 来实现。此外,ONU300 的结构并不限于上

述说明,可以根据适当的需要,进行各种功能的安装。

[0060] 图 6 是表示本发明的 PON 中使用的 OLT 的结构例的结构框图。

[0061] OLT200 由网 IF 部 607、控制部 700、发送部 710、接收部 711、光信号 IF 部 606 构成。发送部 710 由下行数据缓冲存储器 701、下行信号处理部 702、E/O 变换部 703 构成。另外,接收部 711 由 O/E 变换部 704、上行信号处理部 705、上行数据缓冲存储器 706 构成。发送部 710 的动作时钟通过下行 10G 时钟生成部 712 供给。接收部 711 的动作时钟通过选择器 715 选择上行 10G 时钟生成部 713 以及 1G 时钟生成部 714 中的某一个的输出来供给。通过数据发送允许部 709 进行该选择器控制。下面使用附图进行详细说明具体的传输速度的决定方法。

[0062] 下行数据缓冲存储器 701 暂时存储从上位网 20 经由网 IF 部 607 接收到的数据。下行信号处理部 702 进行把来自上位网 20 的光信号中继到 ONU300 所需要的处理。E/O 变换部 703 把电气信号变换为光信号,经由光信号 IF 部 606 向 ONU 发送光信号(下行信号)。O/E 变换部 704 把从 ONU300 经由光信号 IF 部 606 接收到的光信号变换为电气信号。上行信号处理部 705 进行把来自 ONU300 的信号中继到上位网 20 所需要的处理。上行数据缓冲存储器 706 暂时存储经由网 IF607 向上位网 20 发送的数据。控制部 700 与上述的各功能块连接,执行用于与多个 ONU300 进行通信(监视、控制等)所需要的各种处理,另外,还具有中继上位网 20 和 ONU300 之间的信号的功能。

[0063] DBA 处理部 707 在预先决定的每个 DBA 周期(在本实施例中为 0.5m 秒周期),进行动态带宽分配处理,决定在该周期内对 OLT200 收容的各个 ONU300(TCONT)分配多少通信带宽,决定在一个 DBA 周期中能够发送的总字节数内,对各 ONU300(TCONT)分配多少字节数。测距处理部 708 在 OLT200 与 ONU300 的数据收发之前,向各 ONU 发送与距离测定有关的测距信号,通过测量直到接收到针对该信号的应答为止的时间,来测定 OLT200 与各 ONU300 之间的距离,调整要发送的信号的延迟时间以使从各 ONU300 向 OLT200 发送的信号不发生冲突、干扰。具体来讲,测距处理部 708 根据在 ITU-T 公告 G984.3 中规定的测距顺序,接收经由上行信号处理部 705 接收到的针对测距信号的应答信号,生成在图 5 中说明的均衡化延迟值,经由下行信号处理部 702 对各 ONU300 发送。当 OLT200 向各 ONU300 通知发送延迟时间时,各 ONU300 对从 OLT200 通过 DBA 指定的允许发送数据的定时(准予)加上通知的发送延迟时间,来发送数据。数据发送允许部 709 根据 DBA 处理部 707 决定的允许各 ONU300 的发送数据的字节长度,分别以字节为单位决定各 ONU300 在某个周期应该开始数据发送的定时 Start(图 2:28)和应该结束发送的定时 End(图 2:29)。此外,还决定允许 ONU300 发送信号的速度(在本实施例中为 1Gbit/秒或 10Gbit/秒)。即,指示准予。存储部 710 是存储控制部 700 的处理所需要的信息的存储器。另外,控制部 700 与 PON 具备的控制板(例如由 PC 构成的维护终端)进行通信,预先在控制部中设定控制所需要的控制参数(例如,ONU 的加入条件、契约流通量等),根据维护者的请求接收监视信息(例如,故障发生状况或向各 ONU 的发送允许数据量等)。

[0064] 此外,上述的 OLT200 的各功能块通过 CPU 和存储在存储器中的程序来实现,或者通过电气/光变换电路、存储器、放大器这样的电气部件等来实现。另外,还可以通过把这些功能特殊化为个各处理的专用的硬件(LSI 等)。并且,ONU300 的结构并不限于上述说明,可以根据适当需要进行各种功能的安装。

[0065] 图 7 是用于说明 OLT 中具备的控制部的结构和动作例的说明图。另外,图 8 以及图 9 分别是表示 OLT 的控制部的动作例的动作流程图。另外,图 10 是表示分配字节长度表的结构例的存储器结构图,分配字节长度表用于存储控制部生成的针对每个 ONU 分配的带宽(字节数),图 11 是表示发送定时表的结构例的存储器结构图,该发送定时表存储控制部生成的每个 ONU 的信号发送定时和使用传输速度。另外,图 12 是表示 OLT 接收通过控制部的动作而接收到指示的各 ONU 发送的上行信号的情况的动作说明图。

[0066] 以下,使用这些附图,详细说明本发明的 PON 的动作和结构,具体来讲说明 OLT 实施的向各 ONU 的带宽分配和使用传输速度决定动作和结构。

[0067] (1)DBA 处理部 707 在 DBA 周期内从上行信号(图 3:33)接收(图 8:1101)各 ONU300 的发送等待的数据量即队列长。

[0068] 另外,在 DBA 处理部 707 中,根据契约,维护者从控制板(参照图 7)设定(固定带宽设定等)与 ONU 能够被允许的数据量有关的参数,因此,根据上述接收到的队列长和预先设定的契约参数的值,决定在下一 DBA 周期中分配给各 ONU300 的字节数(允许发送的数据量(通信带宽)),生成使各 ONU 的识别符 ONU-ID 和分配的字节长度对应起来的分配字节长度表 802,并存储在存储部 710 中(图 7:(1)、图 8:1102)。

[0069] 图 10 是分配字节长度表 802 的结构例,具有 ONU 的识别符 ONU-ID901 和通过 DBA 分配给 ONU 的字节长度 902。在该图中,表示根据来自各 ONU 的队列长度,使向各 ONU 的分配字节长度如同(a)~(e)五种那样变化,进行分配的例子。具体来讲,表示了来自各 ONU 的队列长度与(a)~(e)对应地增加,对各 ONU 的分配字节数和 DBA 周期中的总分配字节数增加的状况的例子。另外,在之前的说明中,对以 TCONT 为单位实施带宽的分配等进行了说明,但是,在本实施例中,假设各 ONU 中具备的 TCONT 为一个的情形,因此,为了使 TCONT-ID 与 ONU-ID 相同而表示为 ONU-ID。当然,在对 ONU 分配多个 TCONT 的情况下,以 TCONT 为单位构成该表(以下的说明中也同样)。

[0070] (2)数据发送允许部 709 具备的发送定时决定部 801 读出分配字节长度表 802 的内容(图 7:(2)),在每个准予周期分配与分配给各 ONU 的字节长度 902 对应的时隙,生成使 ONU-ID 与各准予周期内分配的字节长度对应起来的发送定时表 803,并存储在存储部 710 中(图 7:(3))。具体来讲,实施以下的控制,决定 ONU 的发送定时和传输速度。

[0071] 在本实施例中,由四个准予周期(各 125 $\mu$  秒)构成一个 DBA 周期,因此,在传输速度为 1Gbit/秒的情况下,在一个 DBA 周期内可发送的字节数为  $1.24416\text{Gbit/秒} \times 125\mu\text{秒} \times 4\text{周期} / 8 = 77760$  字节。其中,例如在来自 32 台 ONU 的信号之前,考虑分别需要 12 字节的猝发开销时,实质上能够使用的字节长为  $77760 - 12 \times 32 = 77216$  字节。即,如果来自全部 ONU 的发送等待数据量即队列长度的总和为 77216 字节以内,则能够以 1Gbit/秒的传输速度发送全部分配数据。队列长度的总和如果大于 77216 字节,则无法以 1Gbit/秒的传输速度传输全部的请求数据,因此,需要把传输速度提高为 10Gbit/秒。

[0072] 在此,在构成一个 DBA 周期的四个准予周期中,三个以 1Gbit/秒的传输速度进行传输,剩下的一个以 10Gbit/秒的传输速度进行传输的情况下,在 DBA 周期中能发送的字节数能够提高到  $1.24416\text{Gbit/秒} \times 125\mu\text{秒} \times 3\text{周期} / 8 + 9.95328\text{Gbit/秒} \times 125\mu\text{秒} \times 1\text{周期} / 8 = 213840$  字节。如上述那样,如果减去 32 台 ONU 的猝发开销,则实质上能够使用的字节长度为  $213840 - 12 \times 32 = 213456$  字节。同样地,四个准予周期中,使两个以 1Gbit/秒

的传输速度进行传输,剩余两个以 10Gbit/秒的传输速度进行传输时,在 DBA 周期中,能发送的字节数能够提高到  $1.24416\text{Gbit/秒} \times 125\mu\text{秒} \times 2\text{周期}/8 + 9.95328\text{Gbit/秒} \times 125\mu\text{秒} \times 2\text{周期}/8 = 349920$  字节,如果减去 32 台 ONU 的猝发开销,则实质上能够使用的字节数为  $349920 - 12 \times 32 = 349536$  字节。另外,在四个准予周期中,使一个以 1Gbit/秒的传输速度进行传输,剩余的三个以 10Gbit/秒的传输速度进行传输时,在 DBA 周期中能发送的字节数能够提高到  $1.24416\text{Gbit/秒} \times 125\mu\text{秒} \times 1\text{周期}/8 + 9.95328\text{Gbit/秒} \times 125\mu\text{秒} \times 3\text{周期}/8 = 486000$  字节,如果减去 32 台 ONU 的猝发开销,则实质上能够使用的字节数为  $486000 - 12 \times 32 = 485616$  字节。最后,当全部 4 个准予周期都以 10Gbit/秒的传输速度进行传输时,在 DBA 周期中可发送的字节数能够提高到  $9.95328\text{Gbit/秒} \times 125\mu\text{秒} \times 4\text{周期}/8 = 622080$  字节,如果减去 32 台 ONU 的猝发开销,则实质上能够使用的字节数为  $622080 - 12 \times 32 = 621696$  字节。

[0073] 因此,数据发送允许部 709 根据从分配字节长度表 802 获得的分配字节长度的总和,如以下那样决定传输速度,在发送定时表 803 中的各个准予周期输入传输速度的值。

[0074] (A) 判定是否为分配字节长度的总和  $\leq 77216$  (图 8 :1103),当为是时,决定全部准予周期为 1Gbit/秒的速度 (图 8 :1104)。

[0075] (B) 判定是否为  $77216 < \text{分配字节长度的总和} \leq 213456$  (图 8 :1105),当为是时决定从第一到第三准予周期为 1Gbit/秒的速度,决定第四准予周期为 10Gbit/秒的速度 (图 8 :1106)。

[0076] (C) 判定是否为  $213456 < \text{分配字节长度的总和} \leq 349536$  (图 8 :1107),当为是时决定从第一到第二准予周期为 1Gbit/秒的速度,决定从第三到第四准予周期为 10Gbit/秒的速度 (图 8 :1108)。

[0077] (D) 判定是否为  $349536 < \text{分配字节长度的总和} \leq 485616$  (图 8 :1109),当为是时决定第一准予周期为 1Gbit/秒的速度,决定从第二到第四准予周期为 10Gbit/秒的速度 (图 8 :1110)。另外,当为否时,决定全部准予周期为 10Gbit/秒的速度 (图 8 :1111)。

[0078] (E) 当决定了各准予周期的传输速度时,数据发送允许部 709 参照分配字节长度表 802 中存储的字节长度 (图 10 :902),针对各 ONU 决定在准予周期内发送数据的时隙,生成发送定时表 803 的值 (图 8 :1112 (后面阐述详细动作))。此时,在使用 10Gbit/秒的传输速度的准予周期中,成为分配字节长度表中的分配字节数除以 8 后的值。这是因为如通过图 2 说明的那样,在本实施例中,Start28 和 End28 的时间的单位是通过 1Gbit/秒的信号速度中的字节单位指定的单位,在 10Gbit/秒的信号中,时间的单位被定义为通过 8 字节单位来表示。

[0079] 图 9 也是表示 OLT 的控制部的动作例的动作流程图,是表示上述发送定时的决定步骤 (图 8 :1112) 的详细动作例的动作流程图。如以下那样来决定各 ONU 的上行信号的发送定时。

[0080] (E1) 从分配字节长度表 802 中读入初始的 ONU-ID 的分配字节长度 (1301)。另外,作为初始的 ONU-ID,即使每次取最小号的 ONU-ID (通常为 1),也能够进行带宽分配,但是,在本实施例中,使用针对每个 DBA 周期位移一个的值 (1  $\rightarrow$  2  $\rightarrow$  3...)。其原因在于在使用图 8 说明的实施例中,越是后面的准予周期指定高的传输速度的倾向越高,避免持续对特定号码的 ONU (大号的 ONU) 分配高的传输速度,仅特定的 ONU 的消耗电力增加的情况。作为使

初始的 ONU-ID 每次位移一个的其他方法,从在全部的 ONU-ID 中针对每个 DBA 周期随机选择的 ONU-ID 开始进行分配也有效。

[0081] (E2) 从初始的准予周期的发送定时表行开始进行运算 (1302)。判定在该准予周期中速度是否为 1G (1303), 如果为否, 则传输速度为 10G, 因此, 在以后的运算中, 用 8 除字节长度, 换算为成为与 1G 相同的时间宽度的字节值, 继续进行运算 (1304)。另外, 在通过 8 进行除法时, 小数点以下的零数进位。接着, 把 12 代入到 Start 中, 将其值写入到运算对象 ONU-ID 的行中 (1305)。

[0082] (E3) 判定是否为  $\text{Start}-1+\text{字节长度} \leq 19439$  (1306), 如果为是, 则把  $\text{Start}-1+$  字节长度代入到 End 中, 把 End 写入到运算对象 ONU-ID 的行中, 使运算对象  $\text{ONU-ID}+1$ , 然后把  $\text{End}+12+1$  代入 Start 中, 把 Start 写入到新运算对象 ONU-ID 的行中 (1307)。

[0083] (E4) 如果上述判定 (1306) 为否, 则把 19439 代入到 End, 把 End 写入到运算对象 ONU-ID 的行中, 把  $\text{Start}-1+\text{字节长度}-19439$  代入到字节长度中 (1308), 重返处理 1303, 由此前进到下一个准予周期的表的计算。

[0084] (E5) 在重返上述处理后, 判定全部 ONU-ID 的运算是否结束 (1309), 如果为是, 则为了进行下一个 DBA 周期的运算, 使设定在初始的 ONU-ID 中的值移位一个, 并存储, 结束该处理。如果上述判定 (1309) 为否, 则返回到处理 1306。

[0085] 在以上说明的按照图 8 和图 9 的动作流程图的控制中, 根据图 10 表示的分配字节长度表, 分别生成图 11 表示的发送定时表。

[0086] 图 11 是发送定时表 803 的结构例, 具有 ONU 的识别符 ONUT-ID901、存储某个准予周期内的数据发送开始定时 Start28 的 Start 区域 1002 和存储数据发送结束的定时 End29 的 End 区域 1003、以及存储信号的发送速度的速度区域 1004。该图的 (a) ~ (e) 分别与图 10 表示的分配字节表 (a) ~ (e) 对应, 表示了通过使用图 8 以及图 9 的流程图说明的控制, 根据分配字节的总数变更各准予周期中的信号发送速度, 变更与其对应的信号的发送定时 (带宽) 的分配的情形。

[0087] (3) 发送定时决定部 801 按照发送定时表 803 中的内容, 向各 ONU300 发送包含准予指示 22 (US Bandwidth MAP) 的发送允许消息, 通知数据的发送定时 (图 8:1113)。

[0088] 接收到准予指示的各 ONU300 通过之前通过图 5 说明的结构和动作, 以从 OLT200 指示的发送定时和传输速度发送上行信号。

[0089] 图 12 是表示通过 OLT 接收来自各 ONU 的上行信号的情形的动作说明图, 表示了按照发送定时表 803 的顺序, 在主干光纤 110 上对来自各 ONU 的信号在光学上进行时分多路复用, 而到达 OLT 的情形, 该图的 (a) ~ (e) 与图 10 和图 (11) 的 (a) ~ (e) 对应, 根据分配字节的总数, 变更各准予周期中的信号发送速度, 变更与其对应的信号的发送定时 (带宽) 的分配的情形。另外, 该图表示根据分配字节长度的总计, 按照上述的顺序设定第一准予周期 ~ 第四准予周期各自的传输速度, 由此, 在所有的分配字节长度总计不同的 (a) ~ (e) 的情况下, 极力用尽第一准予周期 ~ 第四准予周期的时隙, 实现低电力消耗和提高传输效率。另外, 作为初始的 ONU-ID 使用针对每个 DBA 周期位移一个的值 (1 → 2 → 3...), 因此, 当按顺序发生图 8 的 (a) ~ (e) 的字节长度分配时, 如图 12 的 (a) ~ (e) 所示那样, 按照顺序对全部 ONU 分配消耗电力少的 1Gbit/秒的速度, 能够避免仅特定的 ONU 的消耗电力增加。

[0090] 以下, 说明通过尽量对发送请求少的 ONU 分配低的传输速度, 降低发送请求少的

ONU 的消耗电力的另一 OLT 控制部的动作和结构。

[0091] 图 13 是表示 OLT 具备的控制部的另一动作例的动作流程图,是表示发送定时的决定步骤(图 8:1112、图 9)的另一实施例的动作流程图。与图 9 表示的流程图的差异在于,追加了最初按照字节长度从小到大的顺序,排列分配字节长度表 802 的行的操作(1311)。在该操作后,与之前的实施例相同,从分配字节长度表的初始的 ONU-ID 开始运算(1312),由此,能够尽量对发送请求少的 ONU300 分配低的传输速度。即,通过该操作对分配带宽窄的 ONU 分配消耗电力少的 1Gbit/秒的速度,产生越是分配带宽窄的用户越容易节约消耗电力的优点。

[0092] 图 14 是表示在步骤 1311 中排列后的分配字节长度表的结构例的存储器结构图,按照分配字节数从小到大的顺序排列。当想要使用之前的实施例(图 10)那样的按照从小号到大号的顺序排列 ONU-ID 的分配字节长度表 802,实现图 13 所述的控制动作时,必须从分配字节长度表中检索并选择分配带宽最窄的 ONU-ID,进行分配发送定时的运算,接着重复进行从分配字节长度表中检索并选择分配带宽窄的 ONU-ID,分配发送定时的运算。与此相对,只要在最初生成图 14 所示的分配字节数从小到大的顺序的分配字节长度表 802' 则以后从位于表中的上位位置的 ONU-ID 开始按顺序分配发送定时即可,因此,具有将检索的步骤集中,使发送定时分配动作高效化的优点。以下,当参照该分配字节长度表 802,进行图 13 的流程图表示的控制时,生成图 15 表示的发送定时表 803',因此,通过向各 ONU300 指示该内容,在图 16 表示的状态下接收信号。

[0093] 在上述实施例中,说明了用四个准予周期构成一个 DBA 周期,在每个准予周期切换传输速度的例子,但是,可以使用更多的准予周期构成一个 DBA 周期,更细致地切换传输速度,由此能够选择与全部 ONU 被分配的字节数的总和最接近的传输速度的组合,并且,能够极力降低传输速度,使全体的消耗电力最小化。另外,通过针对每个 ONU 切换传输速度,也能够获得同样的效果。

[0094] 在本发明的 PON 中,还可以采用 ONU 自身判定在上行方向的通信中使用的传输速度的结构。具体来讲,在 ONU 中对应于多个优先度,具备用于暂时存储上行方向的通信内容的缓冲存储器,以如果优先度高的缓冲存储器的数据量低于根据发送定时控制部指示的定时,以 1Gbit/秒的速度可传输的量,则使用 1Gbit/秒的数据,如果高于以 1Gbit/秒的速度可传输的量,则使用 10Gbit/秒的速度的方式,判定上行信号的传输速度来进行动作。以下,使用附图进一步说明详细的结构和动作。

[0095] 图 17 是表示本发明的 PON 中使用的 ONU 的另一结构例的结构框图,图 18 也是表示 OLT 的另一结构例的结构框图,分别是表示与 ONU 判定上行信号的传输速度的动作对应的结构例的结构框图。

[0096] ONU300' 具备传输速度判定部 546,准予终端部 520 在根据队列长度监视部 530 的输出决定上行传输速度,控制选择器 545 这点上与之前说明的 ONU300 不同。另外,暂时蓄积上行信号的缓冲存储器 509 还按照信号的优先度划分为高优先度缓冲存储器和低优先度缓冲存储器,来积蓄信号。另外,在下面阐述具体的传输速度判定的动作例。

[0097] OLT200' 在控制根据上行信号处理部 705 接收到上行信号的结果来选择传输速度的选择器 715 这一点上与之前说明的 OLT200 不同。即,因为接收通过 ONU300' 决定的上行传输速度的信号,所以通过上行信号处理部 705 对其波形进行解析,由此来判定上行传输

输电。具体来讲,上行信号的初始的信息是前缀(图3的30),该前缀使用事先决定的值,特别是很多时候使用在高速的时钟提取中使用情况良好的10交替位串。上行信号的传输速度为1Gbit/秒时的一个脉冲宽度约为803微微秒。另外,上行信号的传输速度为10Gbit/秒时的一个脉冲宽度约为100微微秒。因此,上行信号处理部705能够通过测量接收到的上行信号的前缀脉冲的宽度,容易地获知传输速度。

[0098] 图19是表示ONU的传输速度判定部546的动作例的动作流程图,如下那样进行动作,决定上行信号的传输速度。

[0099] (1)在DBA周期内,当从OLT200'接收到准予指示(图2:22)(1401)时,队列长度监视部530取得上行缓冲存储器509中的高优先级缓冲存储器509-1以及509-3的队列长度,传输给传输速度判定部546(1402)。

[0100] (2)把高优先级缓冲存储器509-1以及509-3中剩余的数据量与发送控制部510指示的定时(准予指示长度)进行比较,判定如果低于以1Gbit/秒的速度能够传输的量(1403中为否的情形),则使用1Gbit/秒的速度(1405),如果高于以1Gbit/秒的速度能够传输的量(在1403中为是的情形),则使用10Gbit/秒的速度(1404),通过判定结果控制发送控制部510和选择器545。

[0101] 图20是用于说明ONU的动作例的图,表示传输速度判定部546进行动作的结果,ONU300'内的发送控制部510内的存储器(未图示)所具备的上行信号发送控制表的结构例的存储器结构图。另外,该存储器也可以在发送控制部510以外的功能块中。另外,该图为了说明各ONU具备的存储器,汇总全部ONU来表示,在各ONU中具备自身ONU的数据即可。

[0102] 与该图的ONU-ID对应的行的信息被用于传输速度判定部546的判定动作。举一个例子,在由Start1002和End1003的差表示的ONU-ID=5的1Gbit/秒的速度中的被允许的字节值1005为12500字节。另外,在ONU-ID=5的ONU内部的高优先级队列中保存的数据量1006为10000字节,在低优先级队列中保存的数据量1007为90000字节。因此,在ONU5中,按照上述的判定动作,以1Gbit/秒的速度发送10000字节的高优先级队列内的数据,因此以1Gbit/秒发送,另外,以1Gbit/秒的速度发送低优先级队列中保存的数据中的2500字节。同样地,在ONU2中,被允许的字节值1005为375字节,但是在高优先级队列中保存的数据量1006为200字节,因此,以1Gbit/秒的速度发送200字节的高优先级队列内的数据,并且,以1Gbit/秒的速度发送在低优先级队列中保存的数据中的175字节。

[0103] 图21是表示OLT中的上行信号接收动作的另一例子的动作说明图,表示在各ONU具备图20表示的信息的情况下,OLT接收在主干光纤110上进行了时分多路复用后的来自各ONU的上行信号的情形。

[0104] 如果是在上述的ONU中决定传输速度的结构和动作,则各ONU能够进行不发送等待发送的全部的数据,而是使用低的传输速度,仅发送优先级高的数据这样的上行信号发送的选择。在ITU-T公告G984.3规定的现有的传输标准中,并未规定分离优先级高的数据的队列长度,传输给OLT的机制,因此,OLT无法进行考虑了各ONU的发送等待数据的优先度的传输速度的判定,但是,根据本实施例可以进行上述的判定。另外,可以选择重视节约电力消耗的请求作为各ONU固有的判断。

[0105] 符号说明

[0106] 10 PON;100分路器;110、120光纤;

- [0107] 130 下行信号 ;140、150 上行信号 ;
- [0108] 200 OLT ;300 ONU ;400、410 终端 ;
- [0109] 700 控制部 ;707 DBA 处理部 ;
- [0110] 709 数据发送允许部 ;801 发送定时决定部 ;
- [0111] 802 分配字节长度表 ;803 发送定时表

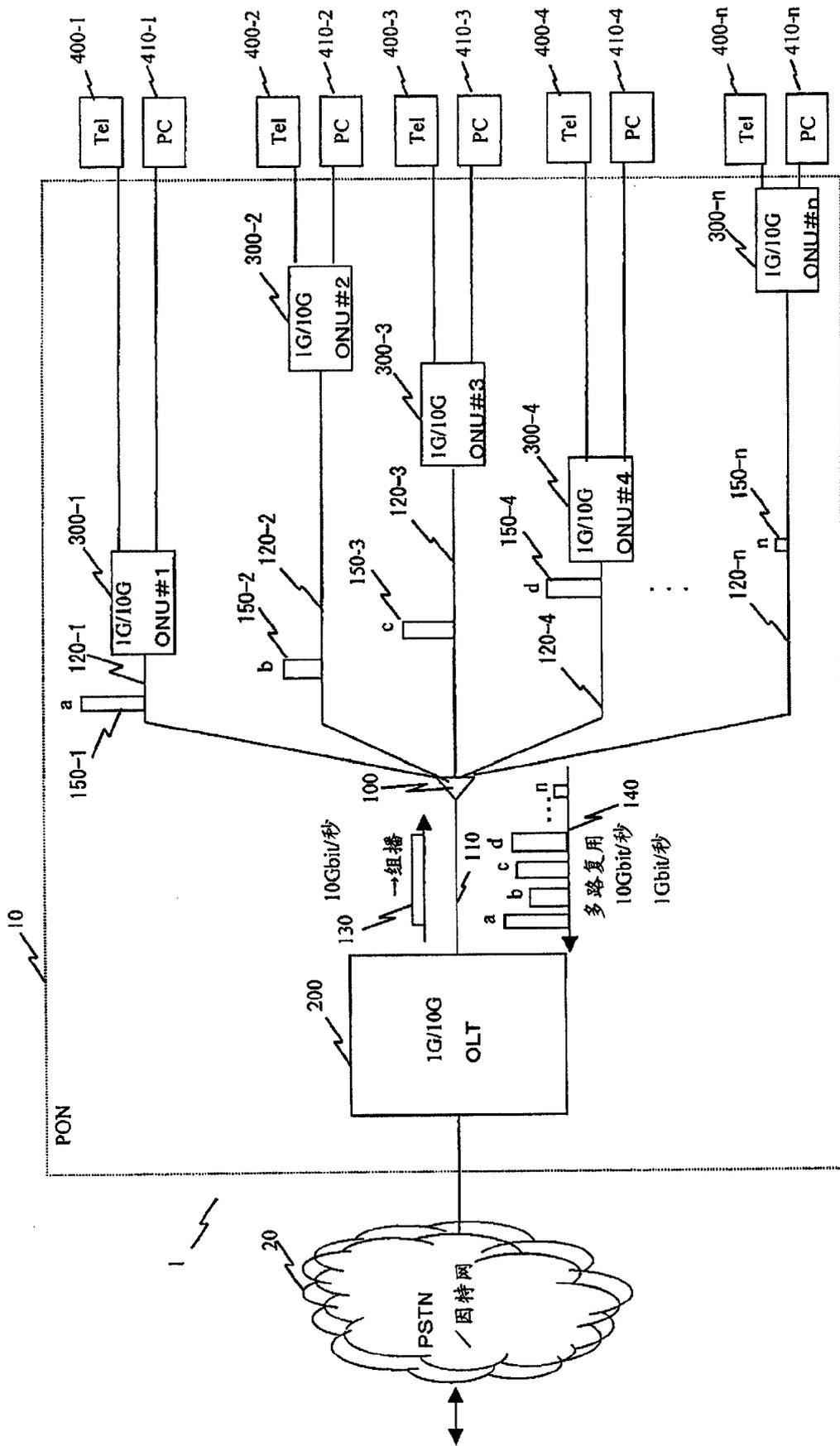


图 1

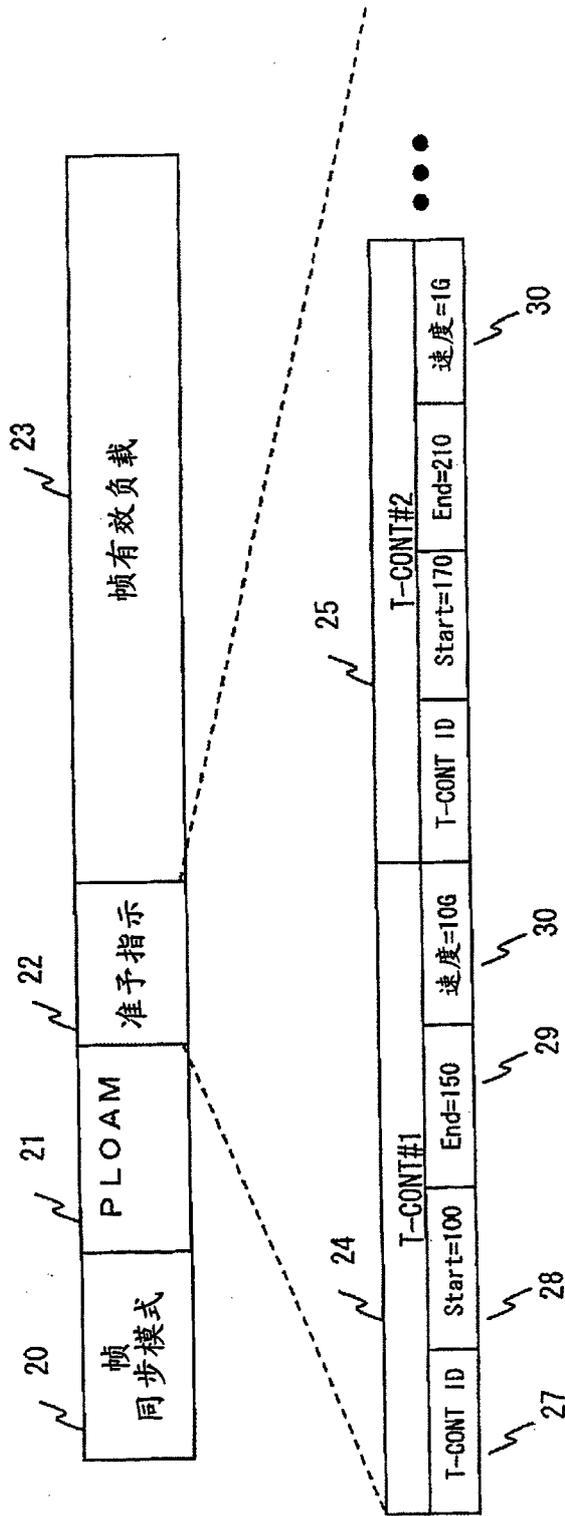


图 2

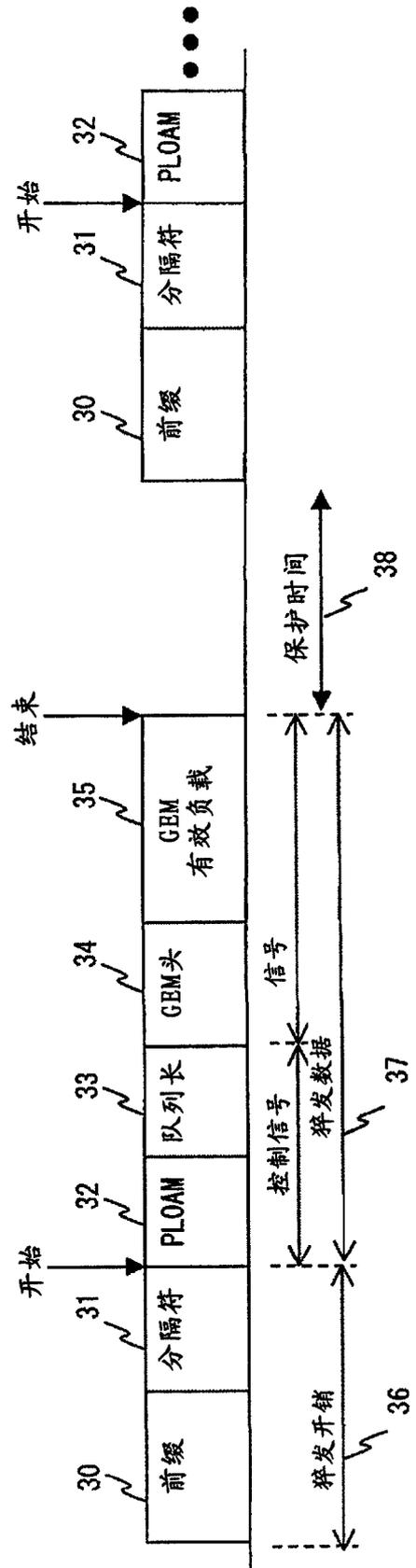


图 3

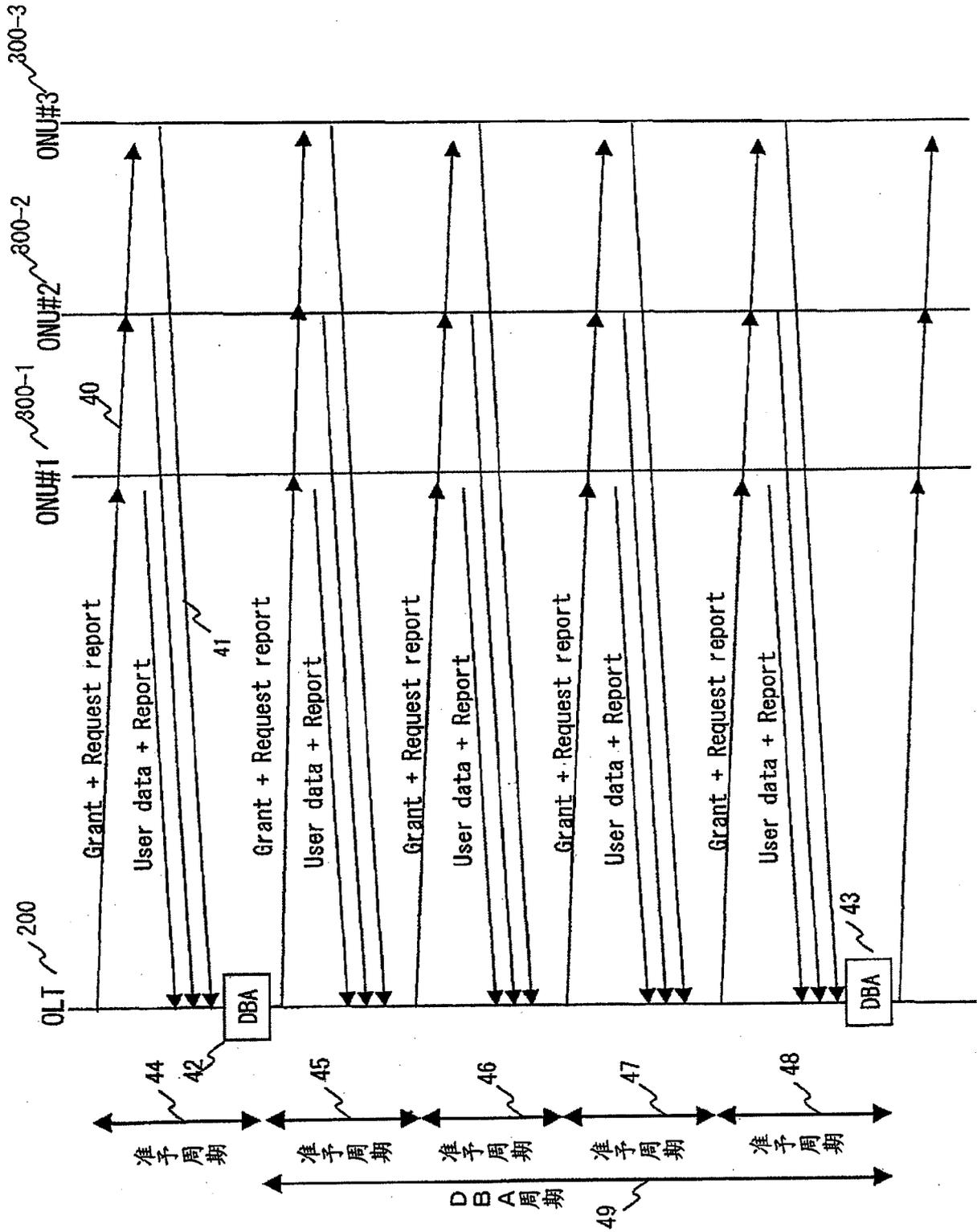


图 4

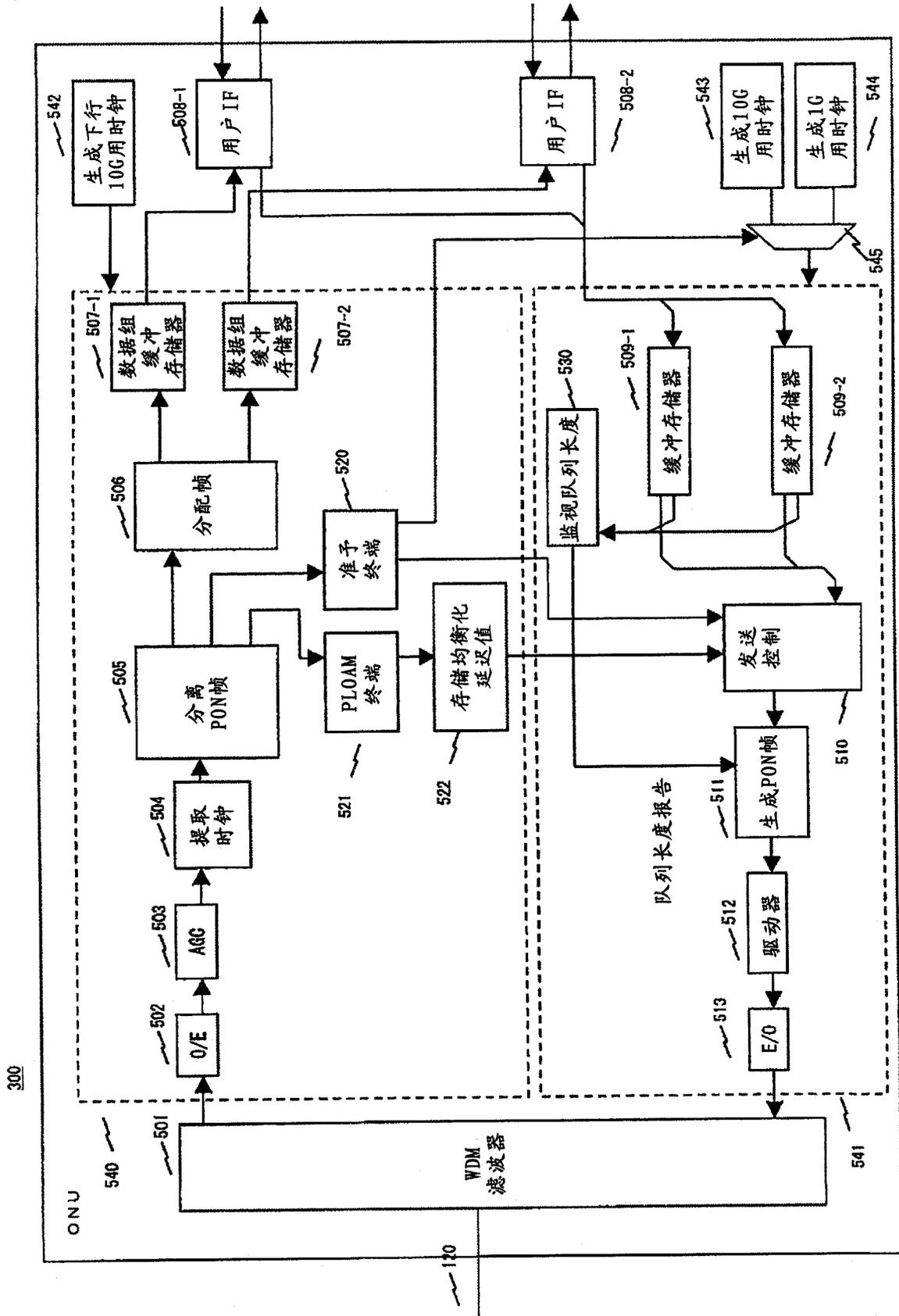


图 5

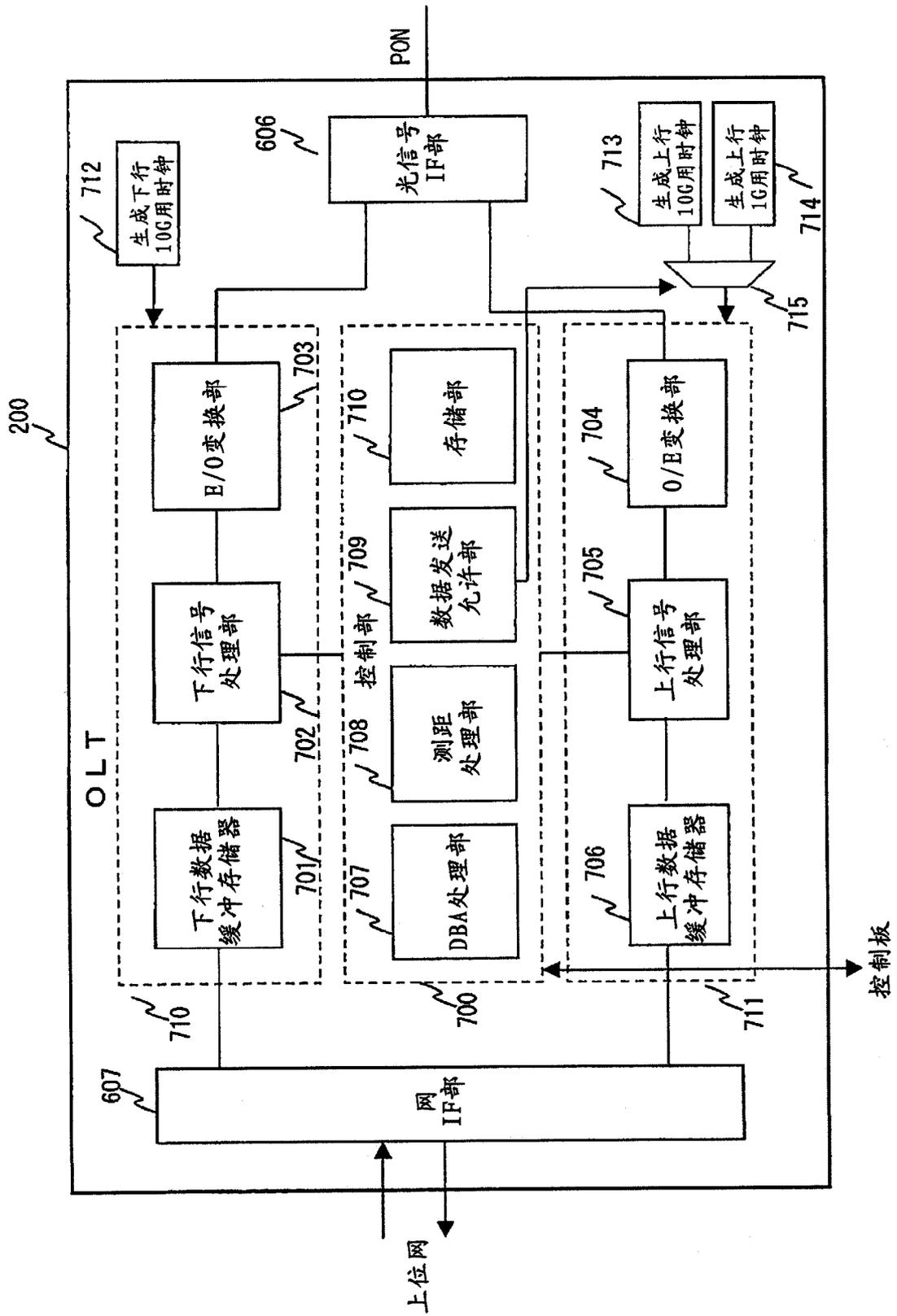


图 6

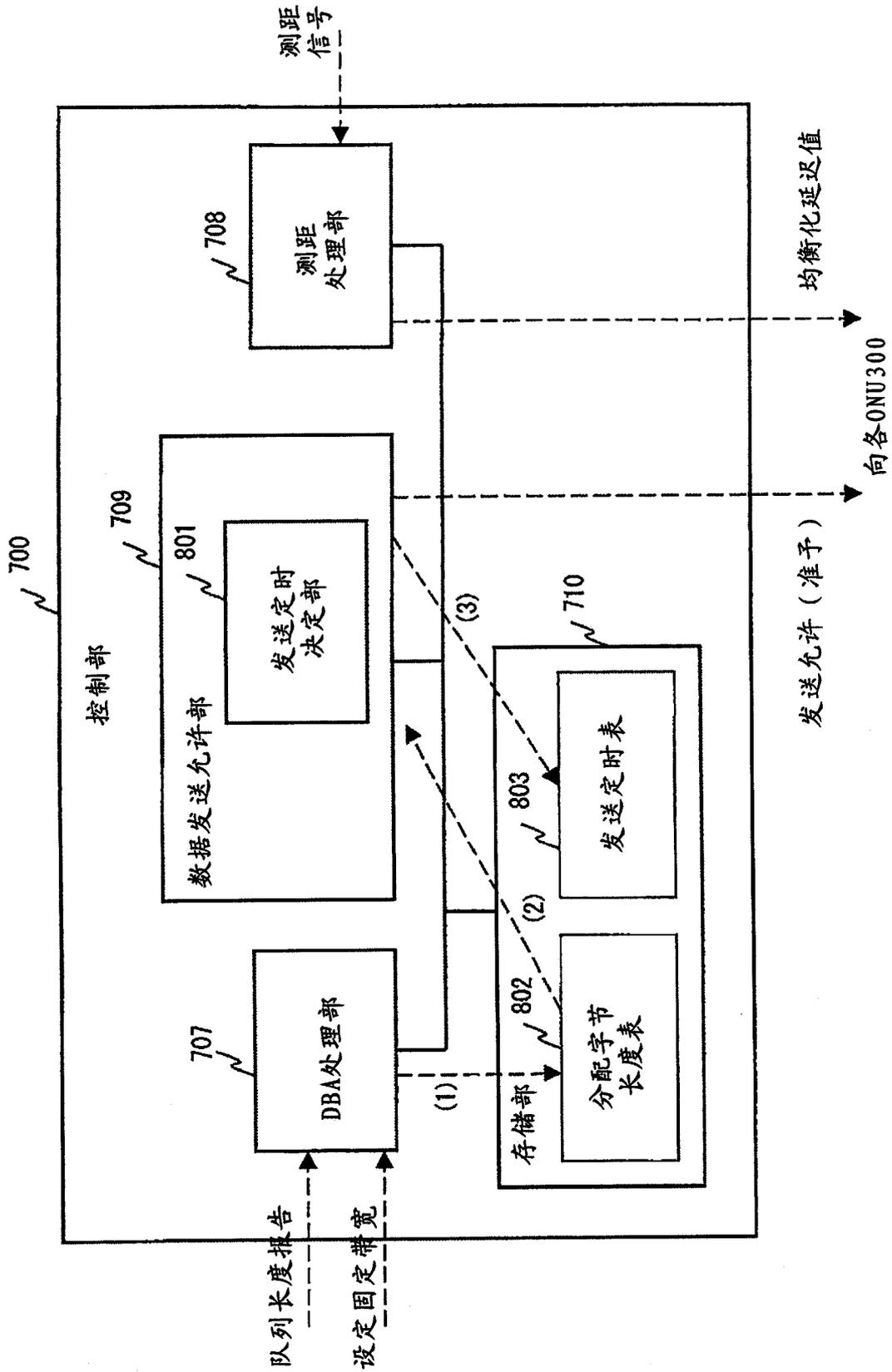


图 7

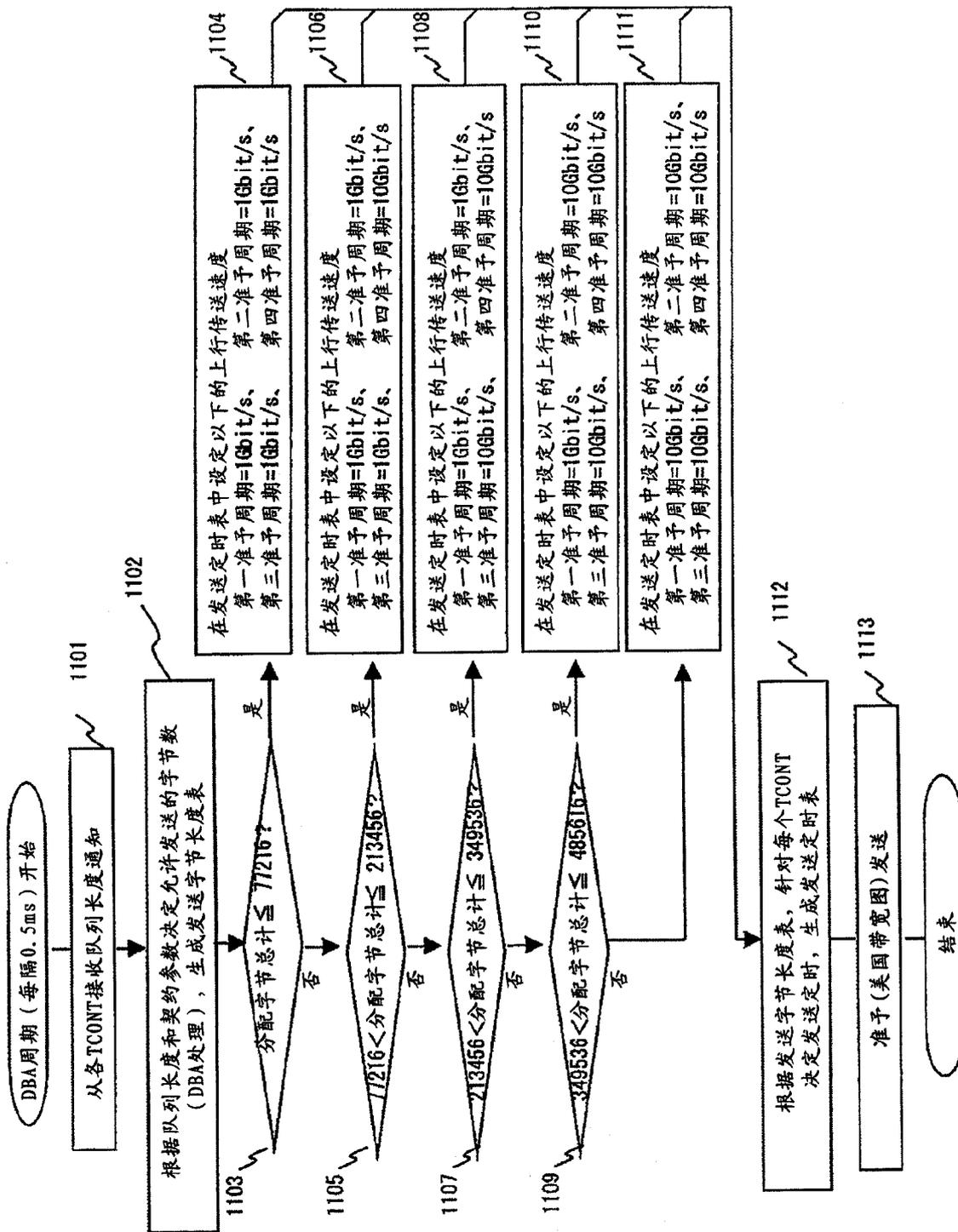


图 8

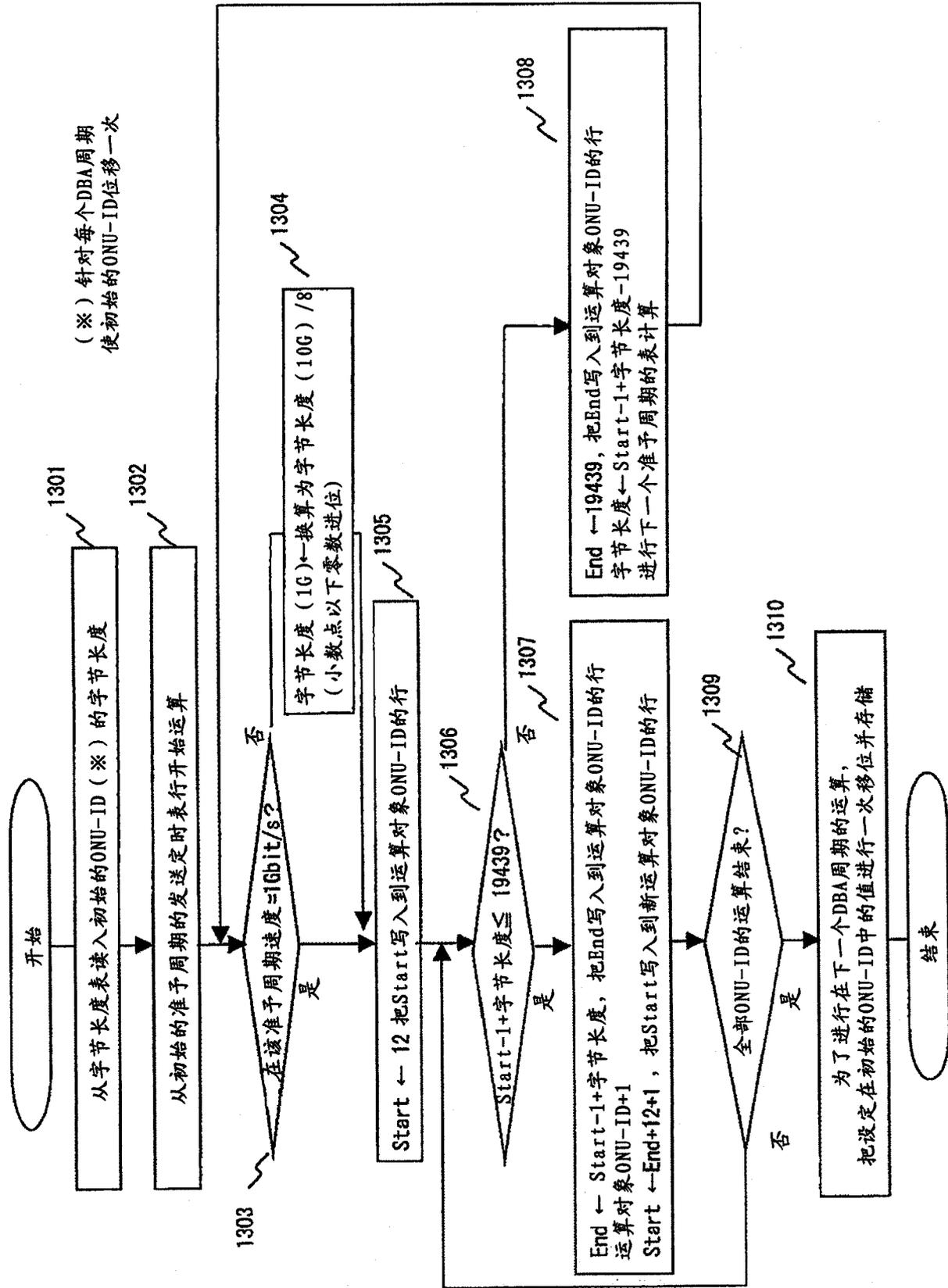


图 9

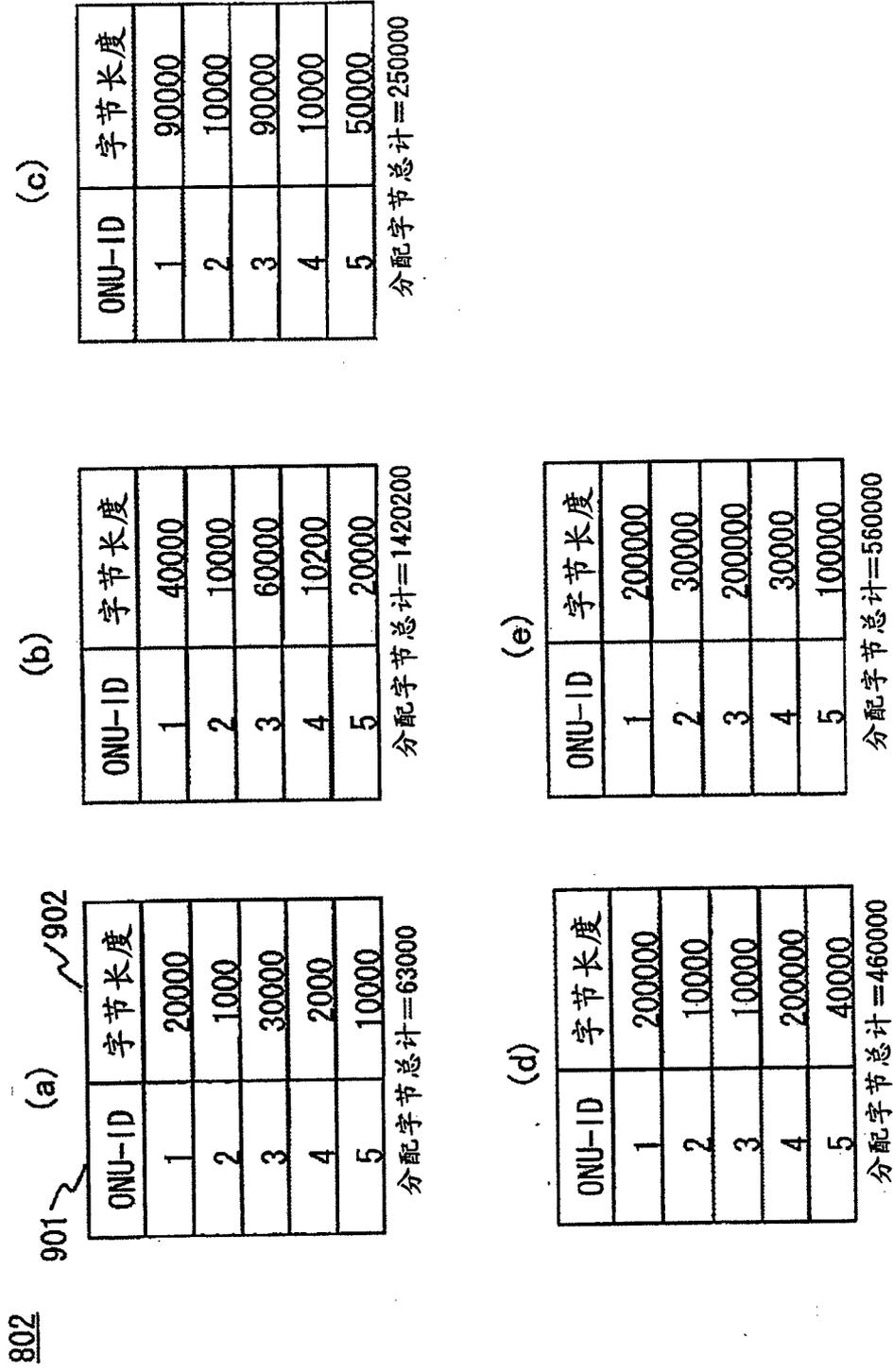


图 10

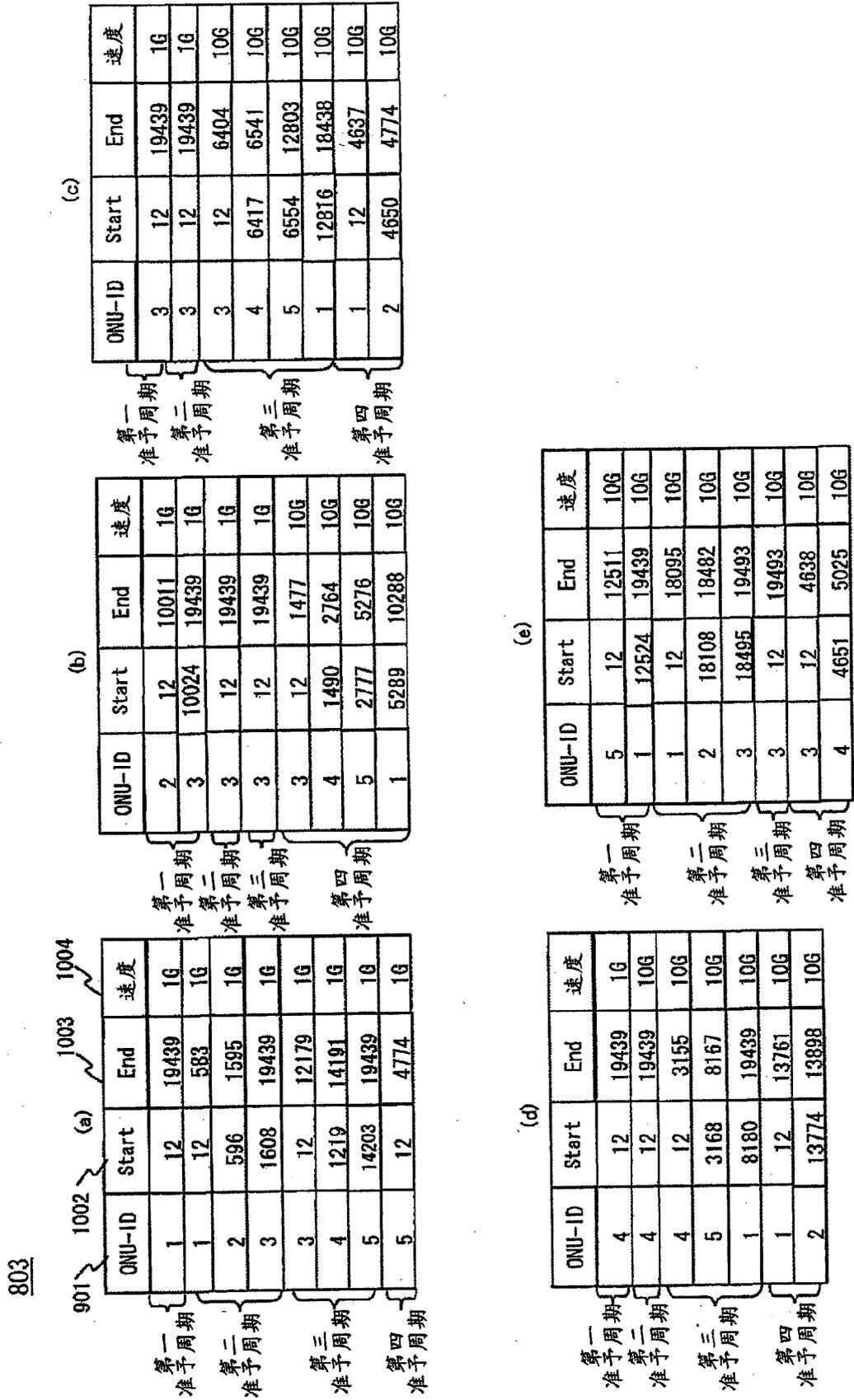


图 11

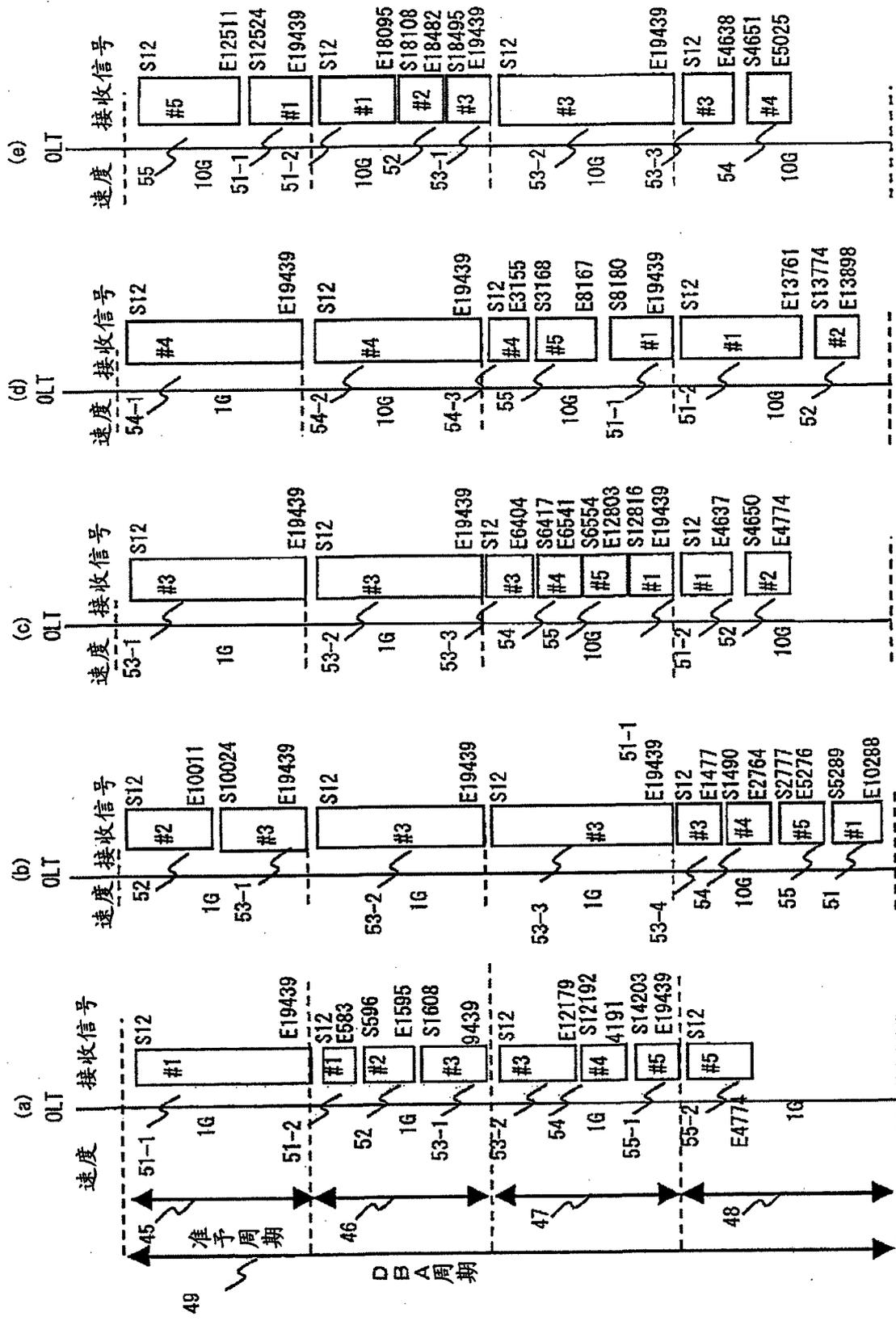


图 12

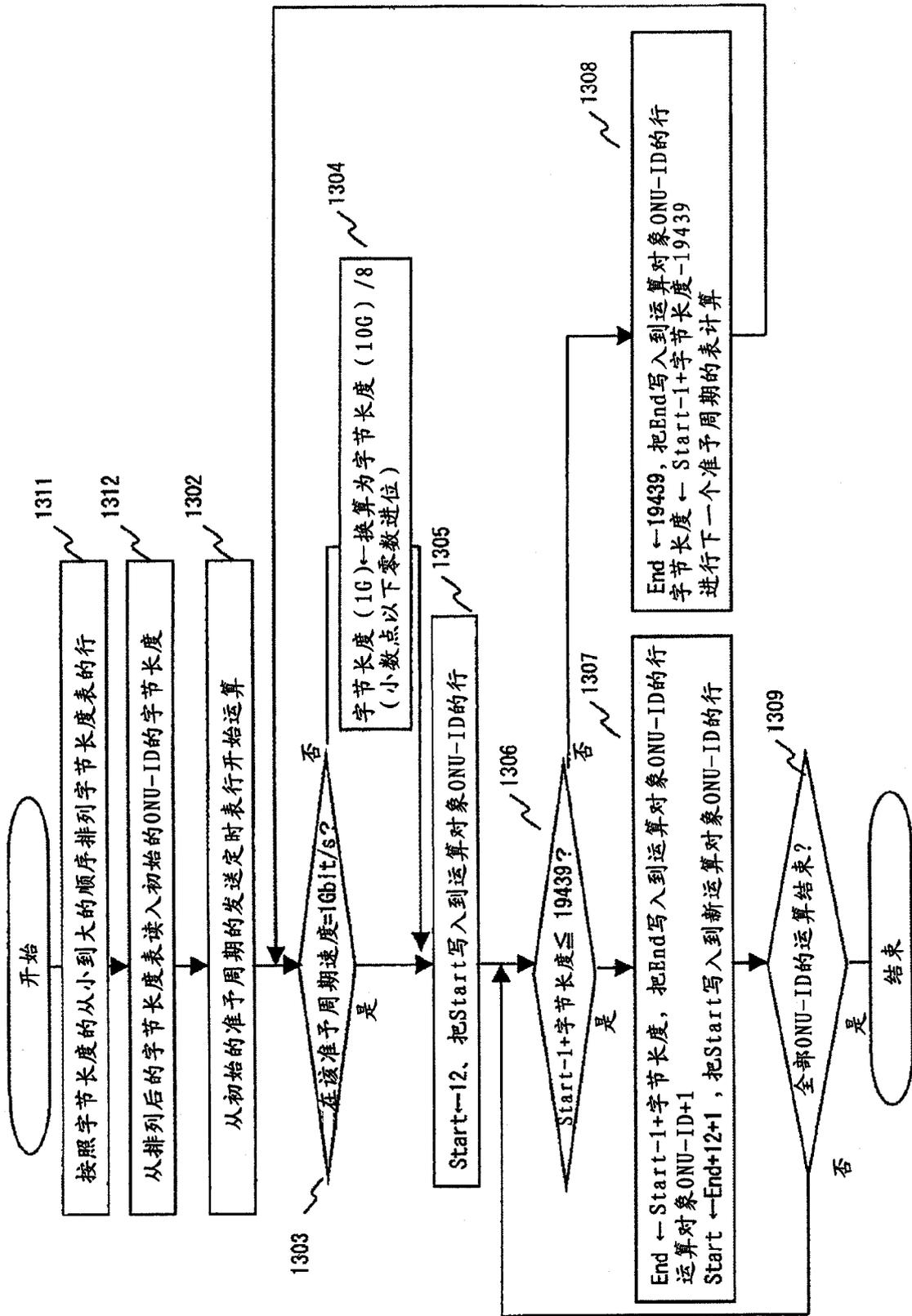


图 13

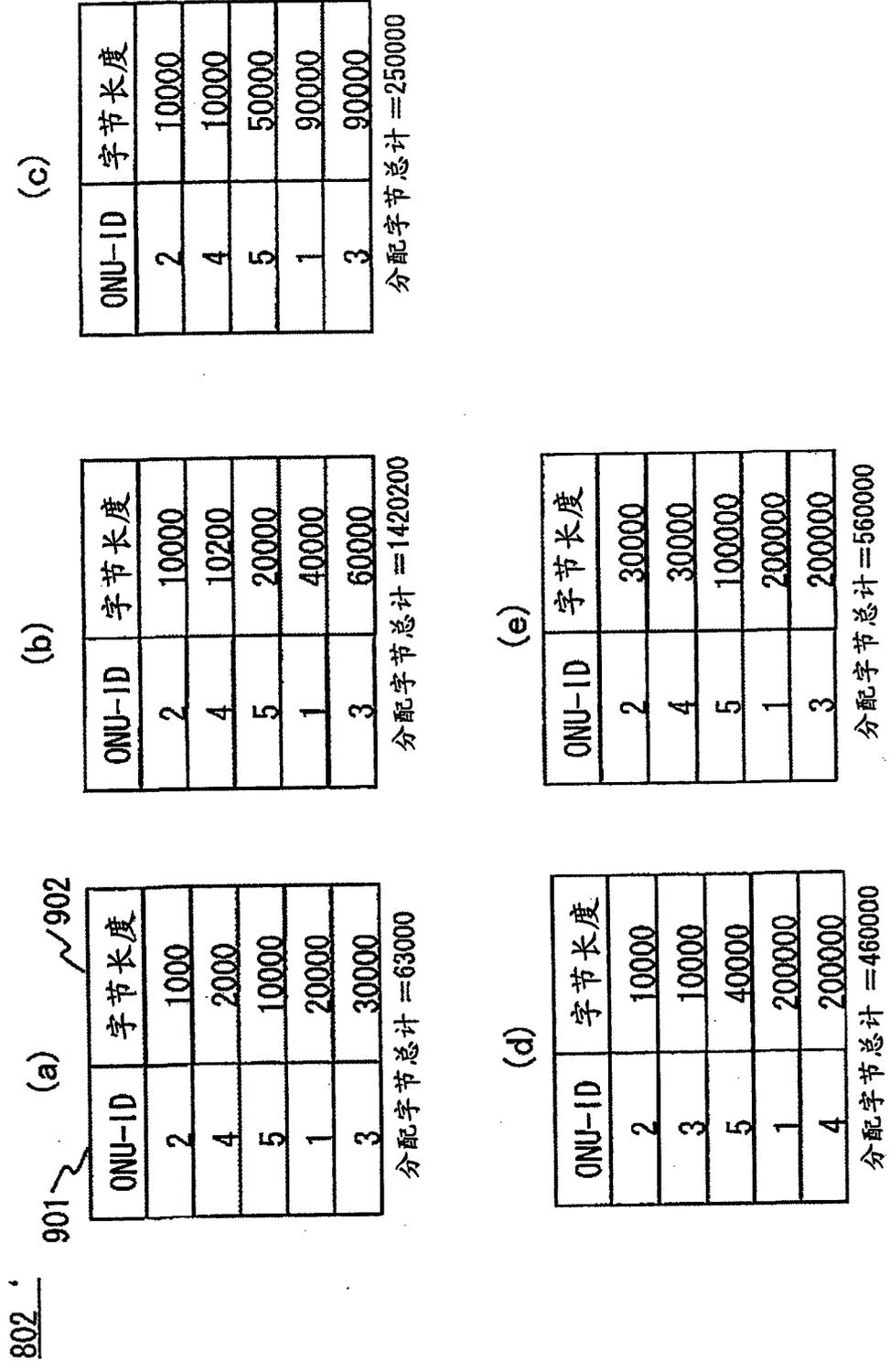


图 14

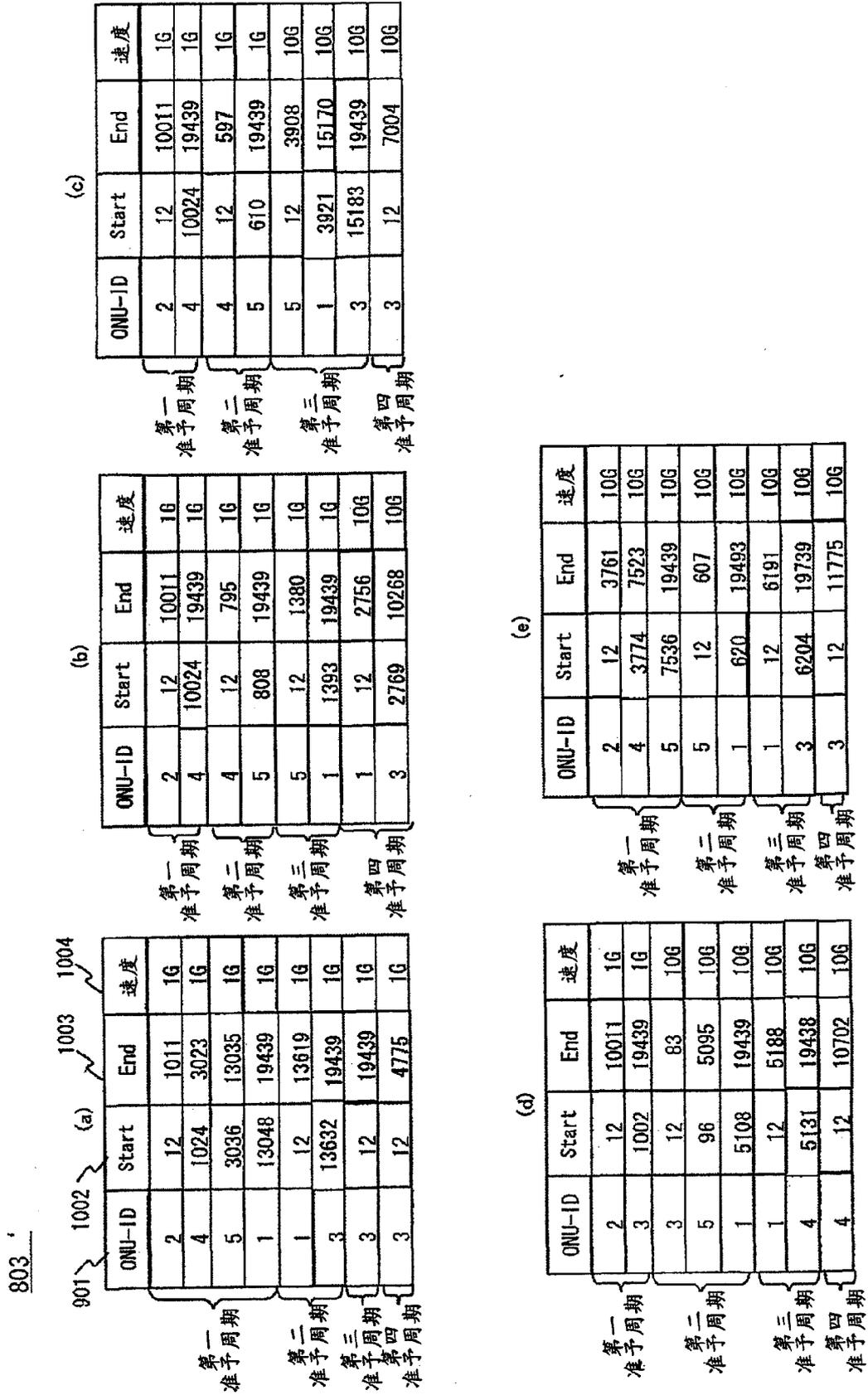


图 15

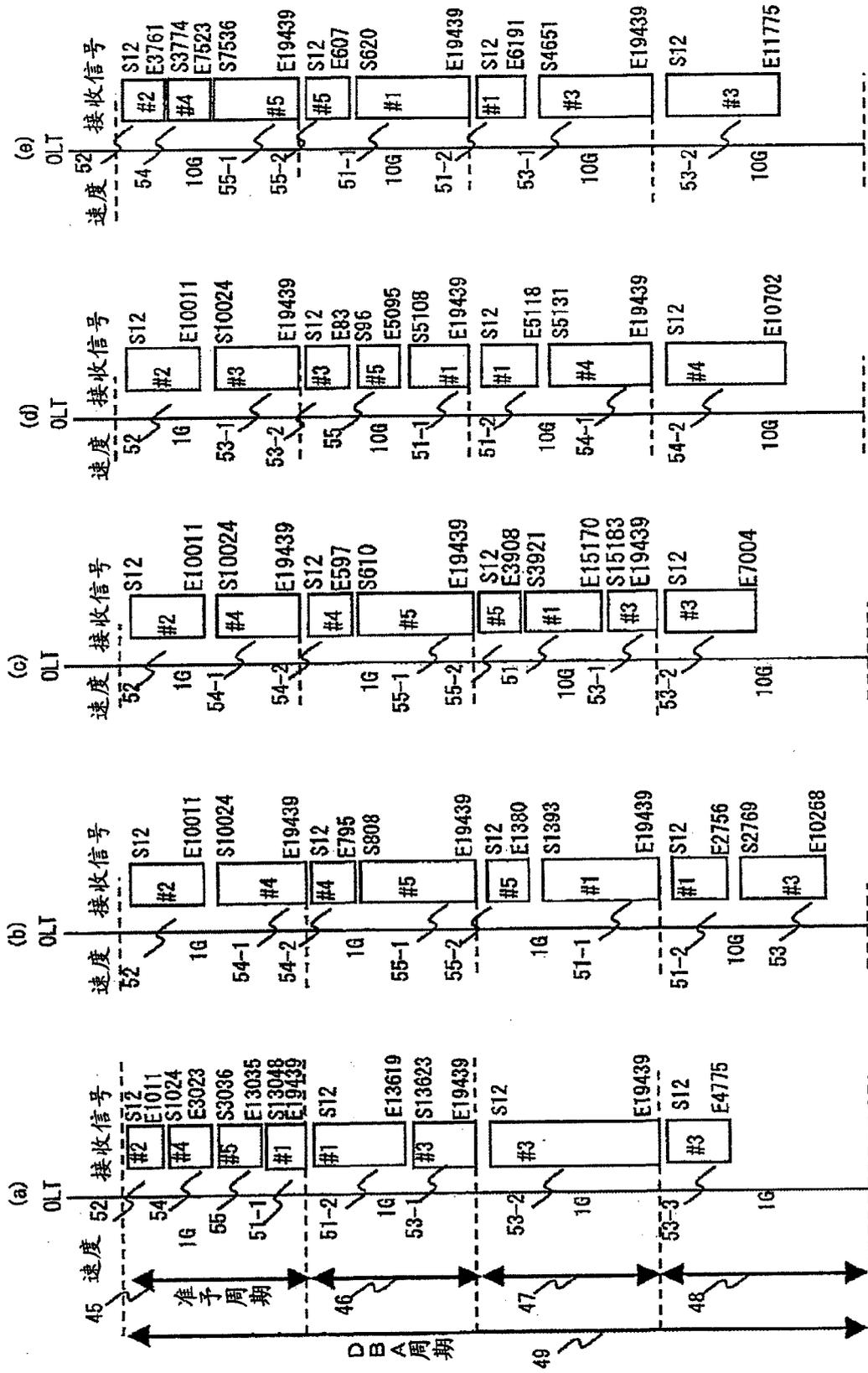


图 16

300

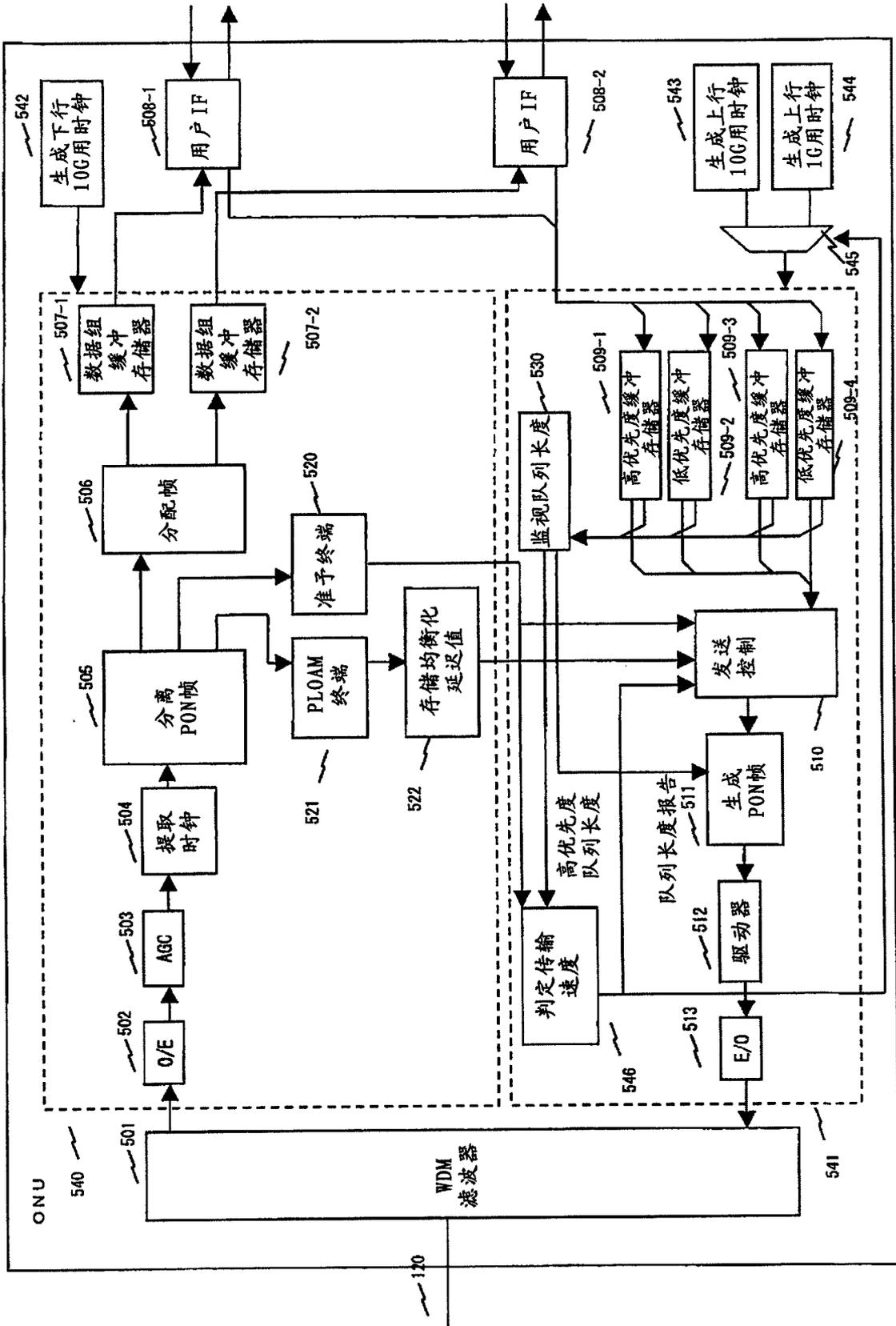
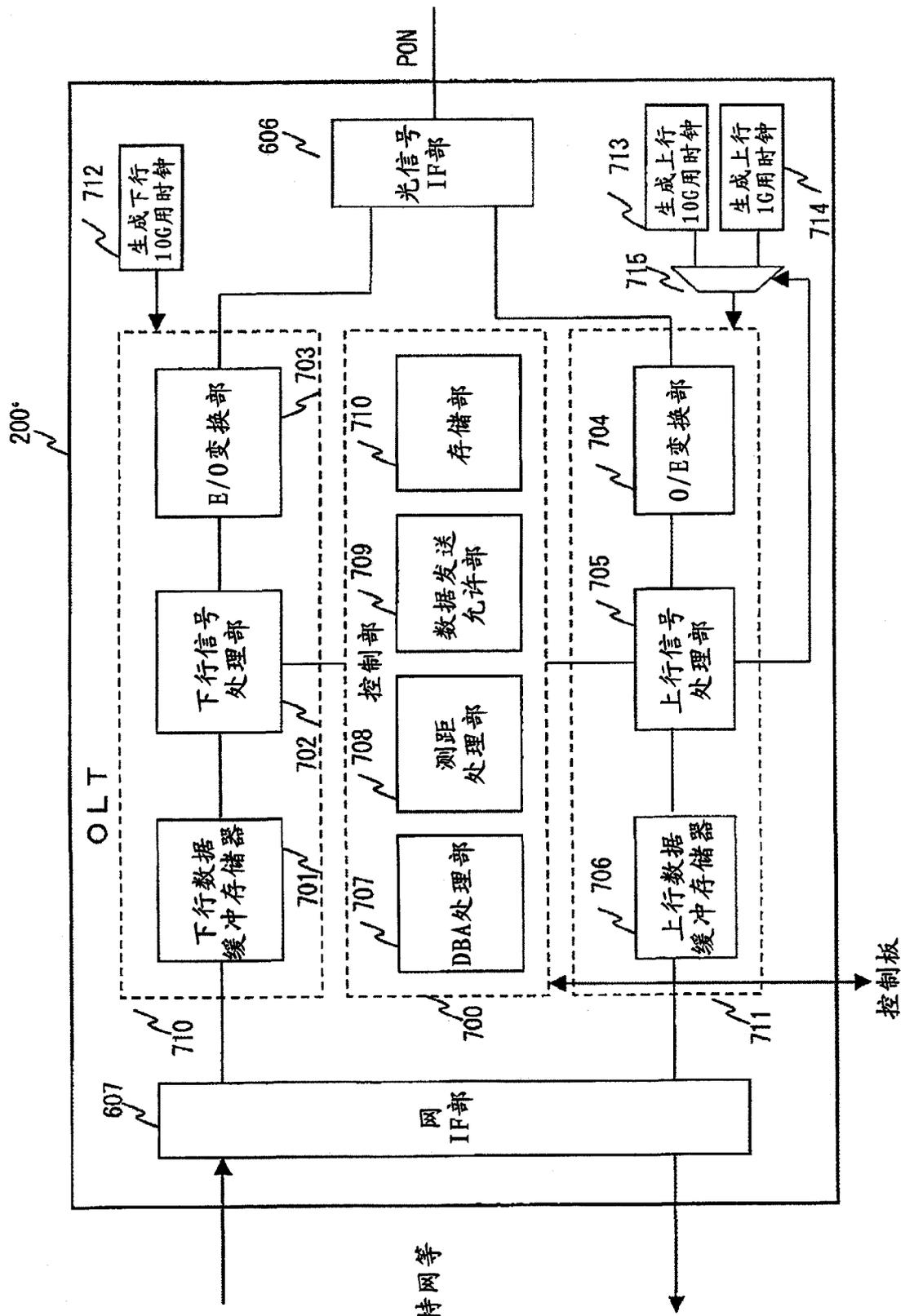


图 17



因特网等

图 18

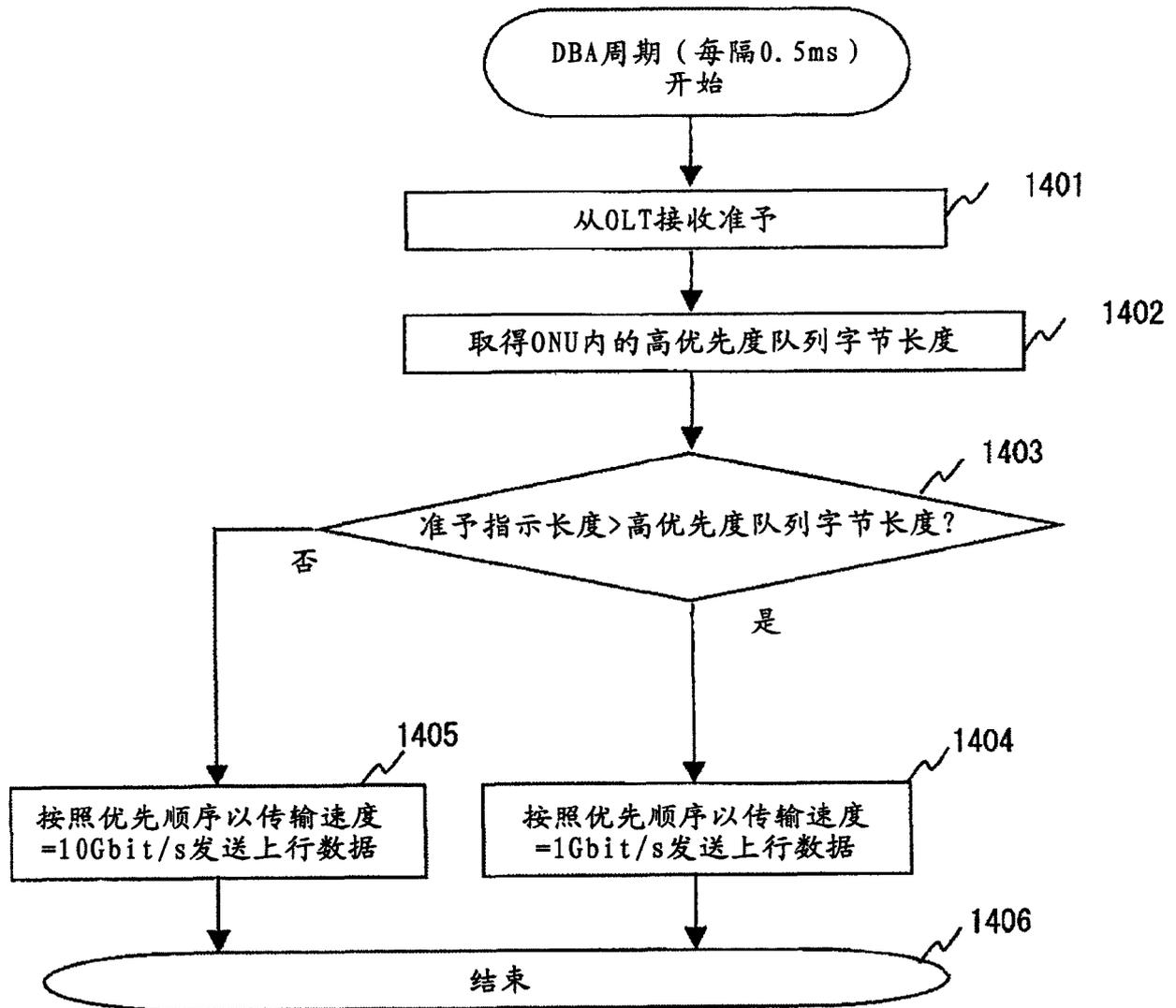


图 19

ONU-ID	Start	End	1003	1004	1005	1006	1007	1008
			End	传送速度	允许字节 (1G)	高优先队列长度	低优先队列长度	发送速度
5	12	12511	12511	10G	12500	10000	90000	1G
1	12524	19439	19439	10G	25000	50000	150000	10G
1	12	18095	18095	10G				10G
2	18108	18482	18482	10G	375	200	2800	1G
3	18495	19439	19439	10G	25000	30000	170000	10G
3	12	19439	19439	10G				10G
3	12	4638	4638	10G				10G
4	4651	5025	5025	10G	375	2000	1000	10G

图 20

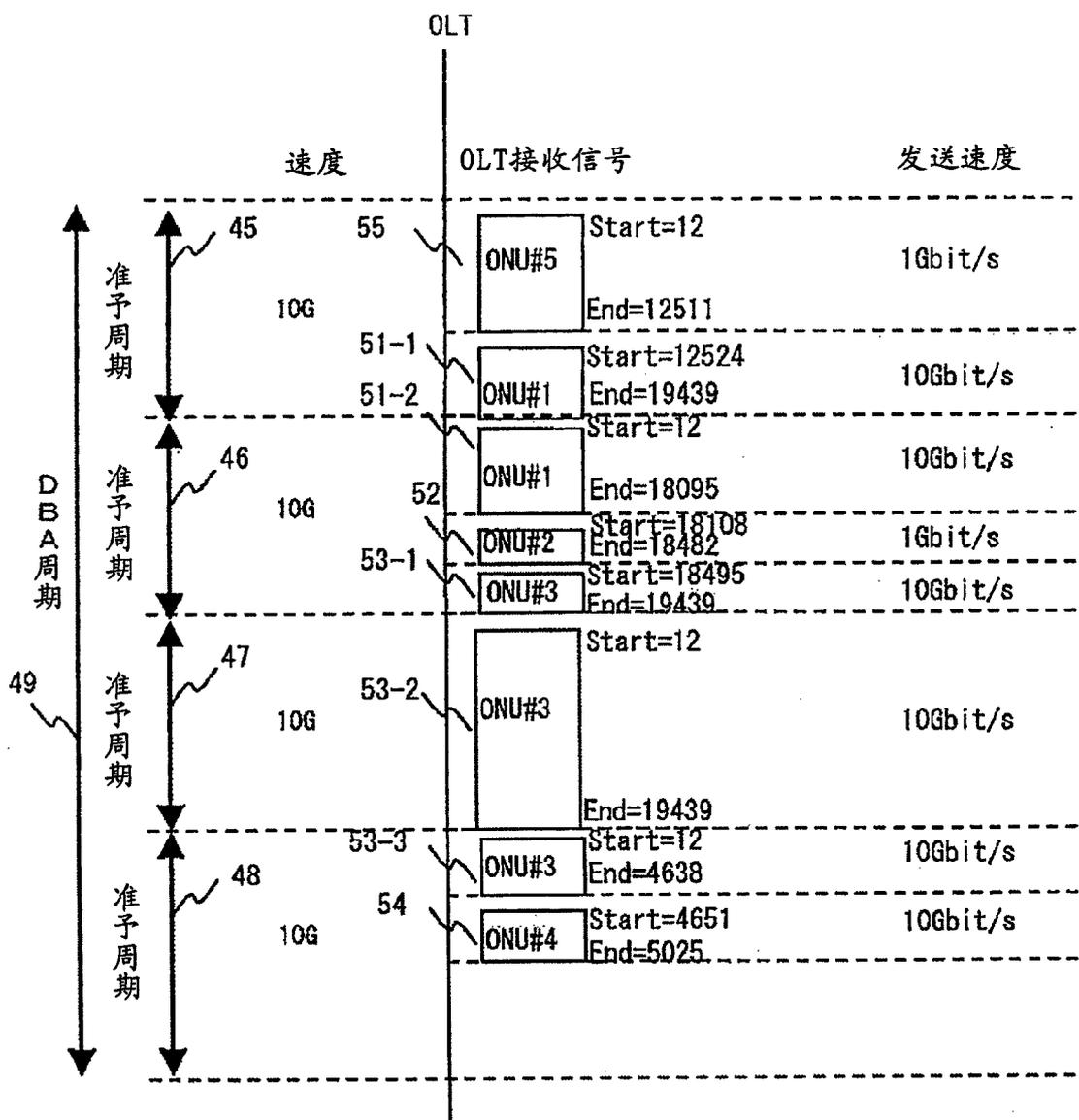


图 21