(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101360346 B
(45)授权公告日 2011.12.28

(21)申请号 200810074191.0

(22)申请日 2008.02.27

(30)优先权数据
203298/2007 2007.08.03 JP

(73)专利权人 株式会社日立制作所
地址 日本东京都

(72)发明人 坂本宪弘 矢岛祐辅 加泽彻

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司 72002
代理人 陈英俊

(51)Int.Cl.
H04L 12/28(2006.01)
H04B 10/12(2006.01)

(56)对比文件
US 6785344 B1,2004.08.31, 说明书第5栏第44-60行、附图1-3.
CN 1710839 A,2005.12.21, 全文.
US 6359941 B1,2002.03.19, 说明书第1栏第20-21行,第5栏第60-62行、附图1.

审查员 陈尧

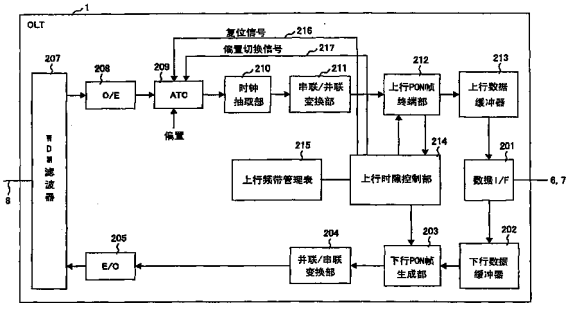
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 14 页

(54)发明名称

PON系统及光集线器

(57)摘要

一种PON系统及光集线器,在PON突发脉冲信号接收电路中,为了保护测距窗口(无信号区间)内的噪声,对“0”、“1”判别用的阈值使用一定的偏置,由于阈值升高,所以PON突发脉冲接收特性变化急剧,不能充分得到FEC的效果。在测距窗口区域使用第一偏置,在其它突发脉冲数据区域使用值低于第一偏置的第二偏置,从而能够使PON突发脉冲接收特性的倾斜度缓和,能够提高FEC效果。



CN 101360346 B

1. 一种光集线器，包括 OE 变换部、识别该 OE 变换部的输出的识别部、及控制该识别部的控制部，其特征在于，

在测距通信的接收期间，上述控制部对上述识别部进行设置第一偏置的控制；在上述测距通信的接收期间以外，上述控制部对上述识别部进行设置第二偏置的控制；

上述识别部基于上述第一偏置或上述第二偏置，计算识别用的阈值。

2. 如权利要求 1 所述的光集线器，其特征在于，

还具备选择器，

上述控制部根据上述选择器的选择对上述识别部进行控制，以便设置上述第一偏置或上述第二偏置。

3. 一种光集线器，包括 OE 变换部、利用第一偏置对该 OE 变换部的输出进行识别的第一识别部、利用第二偏置对上述 OE 变换部的输出进行识别的第二识别部、选择上述第一识别部和上述第二识别部中的一方的选择器、及控制该选择器的控制部，其特征在于，

上述控制部在测距通信的接收期间选择上述第一识别部，在上述测距通信的接收期间以外选择上述第二识别部。

PON 系统及光集线器

技术领域

[0001] 本发明涉及多个用户连接装置共有光传输线路的 PON(PassiveOptical Network：无源光网络）系统及光集线器，特别涉及突发脉冲接收特性的倾斜度缓和的 PON 系统及光集线器。

背景技术

[0002] PON 系统包括光集线器 (OLT :Optical Line Terminal) 和多个光网络单元 (ONU：Optical Network Unit)。ONU 对来自与 ONU 连接的终端 (PC 及其它）的电信号进行 EO 变换，以光信号通过 ONU →用户光纤→光分束器，利用向 OLT 的干线光纤进行时分复用，并且向 OLT 发送。OLT 通过实施各种信号处理，进行某个 ONU 的终端和其它 ONU 的终端之间的通信、或者与 NW（网络）的终端间的通信。

[0003] 各 ONU 如 ITU-T 劝告 G984.1 的 8 章及 9 章规定那样，设置为光纤长度 0 ～ 20km、20km ～ 40km 以及 40km ～ 60km 的三个范围中的一个范围。但是，在最近的 ONU 和最远的 ONU 中，传输距离相差 20km，并且传输延迟不同，所以存在从各 ONU 输出的光信号相互冲突、干涉的可能性。因此，利用在 ITU-T 劝告 G.984.3 的 10 章规定的测距技术，宛如各 ONU 设置为等距离（例如 20km）那样调节来自各 ONU 的输出信号的延迟。其结果，在干线光纤上来自各 ONU 的光信号不干涉。并且，即使能够调节干涉，但是在 PON 系统中不能调节由光纤的长度不同而引起的衰减。

[0004] 再者，在来自各 ONU 的信号的先头，如 ITU 劝告 G.984.2 的 8.8.3 章中规定的那样，附加有由 12 字节构成的防干涉用的保护时间、在接收器的识别阈值的确定及时钟抽取中利用的前置码、为了识别接收信号的划分而利用的定界符。

[0005] ITU-T 劝告 G.984.3 的 8.2 章的规定中，从多个 ONU 向 OLT 传输的信号被称为上行信号，由前置码、定界符、有效载荷信号构成，而且如该劝告 8 章的图 14-2 所示，在各上行信号之前，为了防止与前面的突发脉冲 (Burst) 信号的冲突而设定了保护时间。

[0006] 另一方面，根据该劝告 8.1 章的规定，从 OLT 向多个 ONU 发送的信号被称为下行信号，由帧同步模式、PLOAM 区域、US Bandwidth MAP 区域、帧有效载荷构成。OLT 如该劝告 8.1.3.6 章所示地利用被称为 USBandwidth MAP 的区域，指定各 ONU 的上行发送许可定时。US Band WidthMAP 区域具备指定发送许可的开始的起始值和指定结束的结束值，分别进行字节单位的指定。从允许发送的含义考虑，将该值还称为许诺值。并且，结束值和下一个起始值之差是上行无信号区域，对应于上述保护时间。并且，对各 ONU 可分配称为 T-CONT 的多个频带分割单位，对每个 T-CONT 进行上述上行发送许可定时的指定。

[0007] 在测距中，OLT 对 ONU 请求发送距离测量用的信号。若 ONU 返回距离测量帧，OLT 接收该信号，根据距离测量用的信号的发送请求，测量到接收距离测量用信号为止的时间、即往返延迟时间，得知 ONU 离开 OLT 的程度。接着，OLT 将所有的 ONU 视为等距离，所以向各 ONU 发送指示，使发送仅延迟被称为等化延迟量的时间。例如，为了使所有 ONU 具有 20km 的往返延迟时间，对 ONU 指示与“(20km 的往返延迟时间）-（被测量的往返延迟时间”相等

的等化延迟量。ONU 具备固定地延迟所指示的等化延迟量来发送数据的电路，根据上述指示进行上行数据发送，以便所有的 ONU 具有 20km 的往返延迟时间。

[0008] 在特开 2007-036920 号公报中，对上述的 PON 系统中的测距有详细的记载。

[0009] 在上述那样的 PON 突发脉冲接收电路中，为了防止在测距时使用的、称为测距窗口的无信号时隙区间产生的白噪声（以下称为噪声），对于“1”、“0”的判别阈值赋予偏置。通过对阈值赋予该偏置，应该位于接收信号的峰值和最低值的中间的阈值，向峰值靠近相当于偏置的量。因此，与不使用偏置时相比，将“1”误识别为“0”的概率升高，突发脉冲接收特性的倾斜度变陡。另一方面，在 ITU-T 劝告 G.984.3 中，规定了能够将使用了里德－索罗门编码的 1e-4 的错误率修正为相当于 1e-12 的纠错技术 FEC(Forward Error Correction：前向纠错），得到 PON 突发脉冲接收特性的倾斜度缓和的较大的编码增益。

发明内容

[0010] 本发明的目的在于，在 PON 突发脉冲接收中，为了得到更大的编码增益，使突发脉冲接收特性的倾斜度缓和。另外，本发明的另一目的在于，提供一种突发脉冲接收特性优良的 PON 系统和光集线器。

[0011] 通过切换对于测距窗口内的测距通信的偏置和对于测距窗口以外的时隙的突发脉冲数据的偏置，来解决上述课题。对于测距通信的偏置使用第一值，对于除此以外的突发脉冲数据的偏置使用低于第一值的第二值。

[0012] 此外，能够利用这样的 PON 系统解决，即该 PON 系统包括光集线器、与该光集线器连接的干线光纤、与该干线光纤连接的光分束器、及通过多个用户光纤与上述光分束器连接的多个光网络单元，并且光集线器可选择用于防止在上行无信号区间产生的噪声而使用的偏置。

[0013] 此外，能够通过这样的光集线器实现，即该光集线器包括 OE 变换部、识别该 OE 变换部的输出的识别部、及控制该识别部的控制部，在测距通信的接收期间，控制部对识别部进行设置为第一偏置的控制，在测距通信的接收期间以外，对识别部进行设置为第二偏置的控制；识别部基于第一偏置或第二偏置，计算识别用的阈值。

[0014] 此外，能够利用这样的光集线器实现，即该光集线器包括 OE 变换部、利用第一偏置识别该 OE 变换部的输出的第一识别部、利用第二偏置识别 OE 变换部的输出的第二识别部、选择第一识别部和第二识别部中的一个的选择器、及控制该选择器的控制部，控制部在测距通信的接收期间选择第一识别部，在测距通信的接收期间以外选择第二识别部。

附图说明

[0015] 下面，根据附图说明本发明的优选实施列。

[0016] 图 1 是光访问网络的框图。

[0017] 图 2 是 OLT 的框图。

[0018] 图 3 是 ONU 的框图。

[0019] 图 4 是 OLT 的 PON 收发块的框图。

[0020] 图 5 是 ONU 的 PON 收发块的框图。

[0021] 图 6 是 OLT 的 PON 接收部和 PON 发送部的框图。

[0022] 图 7 是 ONU 的 PON 接收部和 PON 发送部的框图。

[0023] 图 8 是 OLT 的功能框图。

[0024] 图 9 是构成 OLT 光信号接收部的 O/E 和 ATC 的硬件框图。

[0025] 图 10 是 ATC 及周边电路的框图（其 1）。

[0026] 图 11 是 ATC 及周边电路的框图（其 2）。

[0027] 图 12 是说明偏置为一定时的上行突发脉冲信号和测距通信的接收的图。

[0028] 图 13 是说明不同偏置时的上行突发脉冲信号和测距通信的接收的图。

[0029] 图 14 是说明偏置较高时的突发脉冲接收信号的峰值、最低值、阈值、偏置的图。

[0030] 图 15 是说明偏置较低时的突发脉冲接收信号的峰值、最低值、阈值、偏置的图。

[0031] 图 16 是表示将偏置量作为参数的接收光功率和错误率之间关系的图。

具体实施方式

[0032] 以下，利用实施例并参照附图说明本发明的实施方式。并且，对实质上相同的部分赋予相同的参照符号，不重复说明。

[0033] 图 1 是光访问网络的框图。光访问网络 10 包括 OLT1、ONU2、分束器 3、OLT1 和分束器 3 之间的干线光纤 8、以及分束器 3 和 ONU2 之间的用户光纤 9。ONU2 与 IP 系统 4 及 TDM 系统 5 连接。此外，OLT1 与 IP 网络 6 及 TDM 网络 7 连接。

[0034] 来自 TDM 系统 5 的 TDM 信号，经由光访问网络 10 被收容在 TDM 网络 7 中。并且，来自 IP 系统 4 的信号，经由光访问网络 10 被收容在 IP 网络 7 中。将这些信号称为上行信号。

[0035] 此外，相反地，来自 TDM 网络 7 的 TDM 信号经由光访问网络 10 被收容在 TDM 系统 5 中。并且，来自 IP 网络 6 的信号，经由光访问网络 10 被收容在 IP 系统 4 中。将这些信号称为下行信号。

[0036] 此外，在以下说明的图 11 为止的框图中，信号的流向（上行、下行）符合图 1。

[0037] 图 2 是 OLT 的框图。来自干线光纤 8 的上行光信号由光电变换模块 71 变换成电信号后，由 OLT PON 收发模块 72 进行 GEM 终端。被变换的电信号通过 GEM 终端变换成以太网（注册商标）信号及 TDM 信号。以太网信号和 TDM 信号分别经由以太网 PHY73 及 TDM PHY74，向 IP 网络 6 及 TDM 网络 7 送出。

[0038] 从 IP 网络 6 及 TDM 网络 7 到来的下行信号，分别由以太网 PHY73 或 TDM PHY74 接收之后，向 OLT PON 收发模块 72 发送。OLT PON 收发模块 72 在进行 GEM 帧组合之后，经由光电变换模块 71 向干线光纤 8 送出。MPU75、RAM76 及控制系统接口 77 是用于控制 OLT1 的微型计算机、RAM 及从外部对 OLT1 进行设定的接口。

[0039] 图 3 是 ONU 的框图。来自用户光纤 9 的下行光信号，由光电变换模块 81 变换成电信号之后，通过 ONU PON 收发模块 82 进行 GEM 终端。ONU PON 收发模块 82 将被变换的电信号变换成以太帧及 TDM 信号。以太帧及 TDM 信号分别经由以太网 PHY83 及 TDM PHY84 向 IP 系统 4 及 TDM 系统 5 送出。

[0040] 来自 IP 系统 4 及 TDM 系统 5 的上行信号分别由以太网 PHY83 或 TDMPHY84 接收之后，发送到 ONU PON 收发模块 82。ONU PON 收发模块 82 进行 GEM 帧组合之后，通过光电变换模块 81 向用户光纤 7 送出。MPU85、RAM86 及控制系统接口 87 是用于控制 ONU2 的微型

计算机、RAM 及用于从外部对 ONU2 进行设定的接口。

[0041] 图 4 是 OLT 的 PON 收发块的框图。来自光电变换模块 71 的上行 PON 帧信号，由 PON 接收部 90 进行同步处理和 GEM 截取处理之后，被截取的有效载荷发送到接收 GEM 组合部 91。接收 GEM 组合部 91 进行被分割为多个短期帧而发送的 GEM 的组合。然后，存储在接收 GEM 缓冲器 92 中，根据 OLT 接收表 93 的表信息，分配给 OLT 上行以太 GEM 终端部 94 和 OLT 上行 TDM GEM 终端部 96。

[0042] OLT 上行以太网 GEM 终端部 94 从 GEM 帧中取出以太网帧，将取出的以太网帧经由 OLT 上行以太网接口 95 向以太网 PHY73 送出。OLT 上行 TDM GEM 终端部 96 从 GEM 帧中抽取 TDM 信号，将抽取的 TDM 信号在希望的定时经由 OLT 上行 TDM 接口 97 向 TDM PHY74 送出。

[0043] 关于下行信号，OLT 下行 TDM 接口 104 从 TDM PHY74 接收 TDM 信号。OLT 下行 TDM GEM 终端部 103 对 TDM 信号施加缓冲而生成 GEM。OLT 下行以太网接口 106 接收来自以太网 PHY73 的以太帧。OLT 下行以太网 GEM 终端部 105 进行 GEM 的生成。OLT 发送调度器 102 控制 OLT 下行 TDMGEM 终端部 103，周期性地向发送 GEM 缓冲器 101 送出 TDM 的 GEM。OLT 发送调度器 102 还控制 OLT 下行以太网 GEM 终端部 105，在空闲的定时向发送 GEM 缓冲器 101 送出以太信号的 GEM。OLT 发送调度器 102 控制发送 GEM 缓冲器 101，周期性地向发送 GEM 组合部 100 传送 TDM 信号的 GEM 和以太信号的 GEM。发送 GEM 组合部 100 组合 PON 帧的有效载荷部分的 GEM，并传送给 PON 发送部 99。PON 发送部 99 在生成报头之后，进行 PON 帧的发送。

[0044] 在进行 OLT1 和 ONU2 的距离测量即测距的情况下，测距控制部 98 在由 OLT 发送调度器 102 许可的定时从 PON 发送部 99 送出测距信号。来自 ONU2 的响应，经由 PON 接收部 90 返回给测距控制部 98，从而完成测距。

[0045] 并且，MPU 接口 107 中介对 MPU75 的各控制块的控制。

[0046] 图 5 是 ONU 的 PON 收发块的框图。来自光电变换模块 81 的下行信号由 PON 接收部 127 接收。PON 接收部 127 进行同步处理、GEM 截取处理。接收 GEM 组合部 126 进行被分割为多个短期帧而发送的 GEM 的组合。被组合的 GEM 存储在接收 GEM 缓冲器 125 中，根据 ONU 接收表 124 的表信息分配给 ONU 下行以太网 GEM 终端部 121 和 ONU 下行 TDM GEM 终端部 123。ONU 下行以太网 GEM 终端部 121 从 GEM 抽取以太网帧。以太网帧经由 ONU 下行以太网接口 120 向以太网 PHY120 送出。ONU 下行 TDM GEM 终端部 123 从 GEM 中抽取 TDM 信号，在预定的定时经由 ONU 下行 TDM 接口 122 向 TDM PHY84 送出。

[0047] 关于上行信号，ONU 上行 TDM 接口 134 接收 TDM 信号。ONU 上行 TDMGEM 终端部 133 对 TDM 信号施加缓冲后组合 GEM。ONU 上行以太网接口 136 接收以太帧。ONU 上行以太网 GEM 终端部 135 进行 GEM 的生成。ONU 发送调度器 131 控制 ONU 上行 TDM GEM 终端部 133，周期性地向发送 GEM 缓冲器 132 传送 TDM 的 GEM。此外，ONU 发送调度器 131 控制 ONU 上行以太网 GEM 终端部 135，在空闲的定时向发送 GEM 缓冲器 132 传送以太网的 GEM。ONU 发送调度器 131 控制发送 GEM 缓冲器 132，周期性地向发送 GEM 组合部 130 传送 TDM 的 GEM 和以太网的 GEM。发送 GEM 组合部 130 组合 PON 帧的有效载荷部分的 GEM，并传送给 PON 发送部 129。PON 发送部 129 生成报头之后，进行 PON 帧的发送。

[0048] 在请求了测距的情况下，在测距控制部 128 处理并返回由 PON 接收部 127 接收的测距请求信号，经由 PON 发送部 129 送回测距接收信号。

[0049] 并且，MPU 接口 137 中介对 MPU85 的各控制块的控制。

[0050] 返回图 1，OLT1 按照 ITU-T 劝告 G.984.3 所示的测距顺序分别测量到 ONU2-1、…、ONU2-2 的距离。OLT1 对 ONU2 进行等化延迟量的设定，以便从 OLT1 来看所有 ONU2 为等距离。通过该设定，例如能够处理成所有 ONU 连接成 20km。此外，防止干线光纤 8 中的、来自各 ONU 的上行信号的冲突。

[0051] 图 6 是 OLT 的 PON 接收部和 PON 发送部的框图。此外，图 7 是 ONU 的 PON 接收部和 PON 发送部的框图。在图 6(a) 中，OLT PON90 由解除上行信号的扰频的解扰器 901、取得解扰信号的帧同步的帧同步部 902、分离信息字和 FEC 奇偶并进行信息字的误码修正的 FEC 解码器 903、PON 帧终端部 904、以及对密码进行解码的密码解码器 905 构成。在图 6(b) 中，OLT PON 发送部 99 包括对下行信号进行加密的密码编码器 991、将加密数据变成 PON 帧的 PON 帧生成部 992、对 PON 附加 FEC 奇偶的 FEC 编码器 993、插入帧同步信号的帧同步信号插入部 994、和扰频器 995。

[0052] 图 7(a) 的 ONU PON 接收部 127 除了图 6(a) 的 OLT PON 接收部 90 和信号的流向以外，其余结构相同。并且，图 7(b) 的 ONU PON 发送部 127 除了图 6(b) 的 OLT PON 接收部 90 和信号的流向以外，其余结构相同。因此，省略说明。

[0053] 参照图 8 说明利用图 2 及图 4 说明的 OLT 的其它框图。这里，图 8 是 OLT 的功能框图。在图 8 中，数据 IF201 接收来自 IP 网络 6 及 TDM 网络 7 的信号。该信号暂时存储在下行数据缓冲器 202 中。下行 PON 帧生成部 203 基于记载在 ITU-T 劝告 G.984.3 中的下行 PON 帧信号格式，将来自下行数据缓冲器 202 的信号存储在 GEM 帧有效载荷中发送，将来自上行时隙控制部 214 的信号存储在 PON 帧内许诺指示信号中发送。下行 PON 帧由并联 / 串联变换部 204 变换成串联信号。串联信号由 E/O 205 从电信号变换成光信号，通过 WDM 滤波器 207 发送给干线光纤 8。

[0054] 来自干线光纤 8 的上行信号由 WDM207 进行波长分离。经过了波长分离的上行信号由 O/E 208 从光信号变换成电信号。被变换的电信号由 ATC(Automatic Threshold Control :识别部)209 进行基于适当阈值的 0 值或 1 值的识别。时钟抽取部 210 根据被识别的信号，实施时钟抽取及定时。进而，串联 / 并联变换部 211 检测出记载在 ITU-T 劝告 G.984.3 中的 PON 上行帧信号格式的定界符区域，识别上行信号的断点，将串联信号变换成并联信号。上行 PON 帧终端部 212 识别包含在上行帧中的用户信号和控制信号，将用户信号向上行数据缓冲器 213 输出。

[0055] 上行时隙控制部 214 从上行 PON 帧终端部 212 抽取表示作为一个控制信号的各用户侧装置的发送数据存储状况的通知信息（提示信息）。上行时隙控制部 214 根据管理者预先指定的频带控制信息和所通知的提示信息，计算应分配给各用户侧装置的上行时隙。上行时隙控制部 214 周期性地更新上行频带管理表 215 的内容。此外，上行时隙控制部 214 基于所管理的上行时隙信息，判断来自各光网络单元的上行突发脉冲信号的断点，对 ATC218 通知复位信号 216。再者，上行时隙控制部 214 基于所管理的上行时隙信息，判断测距窗口区域，对 ATC 通知区分测距窗口区域和此外的时隙区域的偏置切换信号 217。

[0056] 从上行 PON 帧终端部 212 输出的用户信号暂时存储在上行数据缓冲器 213 中，经由数据 IF201 向 IP 网络 6 或 TDM 网络 7 发送。

[0057] 参照图 9 说明 OLT 光信号接收部的构成。这里，图 9 是构成 OLT 光信号接收部的

O/E 和 ATC 的硬件框图。在图 9 中，O/E208 由与高电压偏置源 221 连接的 APD（雪崩光电二极管）和 TIA222（互阻抗放大器）构成。

[0058] APD220 由高电压反偏置，利用光电效应对接收光信号进行放大，变换成电流。通过该放大作用，超过 1Gbit/s 的高速信号作为 -30dBm 左右的微弱光信号输入的情况下，也能够正确地识别数据。经变换的电流由电阻 223 和放大器 224 所构成的 TIA222 进行电压变换。

[0059] 接收信号的电压在 ATC209 阈值被设定为在振幅的 1/2 的值 229 上加上了偏置 218 的值，输出识别为“0”或“1”的信号。利用从晶体管 227-1 的基极向发射极的二极管功能，对放大器 225 的输出进行峰值检测，并保存在电容器 228 中，作为值 229 提供。在来自各 ONU 的信号接收之前，复位信号 216 提供给晶体管 227-2，保存在电容器 228 中的值 229 被放电而复位为“0”电平。

[0060] 参照图 10 及图 11 进一步说明详细的 ATC 的构成。这里，图 10 及图 11 是 ATC 及周边电路的框图。

[0061] 在图 10 中，ATC209A 由 ATC209 和选择器 232 构成。O/E 208 将进行了电压变换的接收信号输入到 ATC209。ATC209A 通过上行时隙控制部 214 输入向测距窗口输入的复位信号 216 和偏置切换信号 217，由选择器 232 选择测距用偏置 230。这里，输入到 ATC209 的偏置 218 成为与测距用偏置 230 相同的值。此外，关于测距窗口以外的时隙，与输入的复位 216 一起输入偏置切换信号 217，由选择器 232 选择突发脉冲数据用偏置 231。这时输入到 ATC209 的偏置 218 成为与突发脉冲数据用偏置 231 相同的值。ATC209A 利用所选择的偏置识别接收数据，发送到时钟抽取部 210。

[0062] 在图 11 中，ATC209B 由 2 台 ATC209 和选择器 232 构成。ATC209-1 固定地输入测距用偏置 230。另一方面，在 ATC209-2 中，固定地输入突发脉冲数据用偏置 231。O/E 208 将进行了电压变换的接收信号输入到 2 台 ATC209 中。利用来自上行时隙控制部 214 的偏置切换信号，选择器 233 在测距窗口的时隙中选择 ATC209-1 输出信号，在测距窗口以外的时隙中选择 ATC209-2 的输出信号，发送到时钟抽取部 210。

[0063] 参照图 12 和图 13 说明上行突发脉冲信号和测距通信的接收。这里，图 12 是说明偏置为一定时的上行突发脉冲信号和测距通信的接收的图。图 13 是说明不同偏置时的上行突发脉冲信号和测距通信的接收的图。

[0064] 在图 12 中，横轴表示时间轴，OLT1 部分的纵轴表示接收电平和阈值，OLT1 的接收电平原点、ONU2-1 和 ONU2-2 的部分的纵轴表示距离。即，OLT1 和 ONU2-1 有 10km 的距离，OLT1 和 ONU2-2 有 20km 的距离。对于突发脉冲数据的偏置和对于测距窗口内的测距通信的偏置是相同的值。对于突发脉冲数据及测距通信的阈值，用比突发脉冲数据的振幅的 1/2 高偏置量的值判别为“1”、“0”。

[0065] 图 12 表示在光访问网络 10 上新加了 ONU2-1、ONU2-2 的状态。即，当 OLT1 发送测距请求 1 时，ONU2-1、ONU2-2 分别向 OLT1 发送测距通信。这时，OLT1 处于打开了测距窗口 1 的状态，处理最初接收的 ONU2-1 的测距通信。接着，当 OLT1 发送测距请求 2 时，ONU2-2 向 OLT1 发送测距通信。这时，OLT1 处于打开了测距窗口 2 的状态，处理最初接收的 ONU2-2 的测距通信。并且，图中的向下箭头是上行时隙控制部 214 判断突发脉冲信号的断点及测距窗口的结束而向 ATC218 发送的复位信号。

[0066] 在图 13 中，相对于突发脉冲数据的偏置是突发脉冲数据用偏置值，对于测距通信的偏置值是测距用偏置值。测距用偏置值使用与图 12 的偏置相同的值，突发脉冲数据用偏置值使用比图 12 的偏置低的值。因此，突发脉冲数据 2 的阈值与图 12 相比，成为阈值更接近振幅的 1/2 的值。

[0067] 这样，能够使突发脉冲数据用偏置值相对于测距用偏置值减小的原因是，在信号等待的窗口（突发脉冲数据等待的窗口）中，OLT1 可以根据该定时预测是来自哪个 ONU2 的突发脉冲数据。此外，即使假设定界符的检测出现了错误，也能够通过后级逻辑将其废弃。对此，在测距窗口中，测距是为了测量距离，OLT1 不能够预知在哪个定时接收测距通信。若在测距窗口降低偏置，则有时将白噪声错误判断为正式的测距通信，需要维持防止该情况的偏置值（来自最远的 ONU 的接收电平和白噪声之差的一半）。并且，测距可执行多次。

[0068] 参照图 14 及图 15 说明突发脉冲接收信号的峰值、最低值、阈值、偏置。这里，图 14 是说明偏置较高时的突发脉冲接收信号的峰值、最低值、阈值、偏置的图。此外，图 15 是说明偏置较低时的突发脉冲接收信号的峰值、最低值、阈值、偏置的图。

[0069] 图 14(a) 表示接收功率较大时 (ONU-OLT 之间较近时)，图 14(b) 表示接收功率较小时 (ONU-OLT 之间远时)。这里，偏置是图 12 的偏置值，阈值是（峰值 + 偏置值）/2。可以根据图 14(b) 可知，接收功率较小时，阈值在峰值的附近，将“1”误认为“0”的误识别的发生概率较高。

[0070] 另一方面，图 15(a) 表示接收功率较大时，图 15(b) 表示接收功率较小时。这里，偏置是图 13 所示的偏置值，阈值是（峰值 + 偏置值）/2。在图 15(b) 中，即使在接收功率较小时，阈值也位于眼形图的中央，误识别的发生概率较高。

[0071] 参照图 16 说明突发脉冲接收特性。这里，图 16 是表示将偏置量作为参数的接收光功率和错误率之间关系的图。在图 16 中，纵轴是信号错误率、横轴是接收光功率。若接收光功率为 -30dB 左右，不依赖于偏置量就得到错误率 1e-12。但是，随着接收光功率下降，错误率增加。当偏置较高时，该增加率显著，PON 突发脉冲接收特性的倾斜度变得陡峭。通过应用前向纠错，能够将 1e-4 的错误率修正为相当于 1e-12。提供能够纠错的 1e-4 的错误率的接收光功率和不进行纠错就成为错误率 1e-12 的接收光功率之差是编码增益，同偏置与测距窗口相同时为 2.5dB 相比，通过对突发脉冲数据降低偏置，来实现 5dB。

[0072] 如以上说明，根据本实施例，能够使 PON 突发脉冲接收特性的倾斜度缓和，能够提高前向纠错效果。其结果，能够提供特性优良的 PON 系统和光集线器。

[0073] 根据本发明，能够使 PON 突发脉冲接收特性的倾斜度缓和，能够提高前向纠错效果。此外，能够提供突发脉冲接收特性优良的 PON 系统和光集线器。

[0074] 通过在测距窗口区域使用第 1 偏置，在其他的突发脉冲数据区域使用比第 1 偏置值低的第 2 偏置，可以使 PON 突发脉冲接收特性的倾斜度缓和，能够提高前向纠错效果。

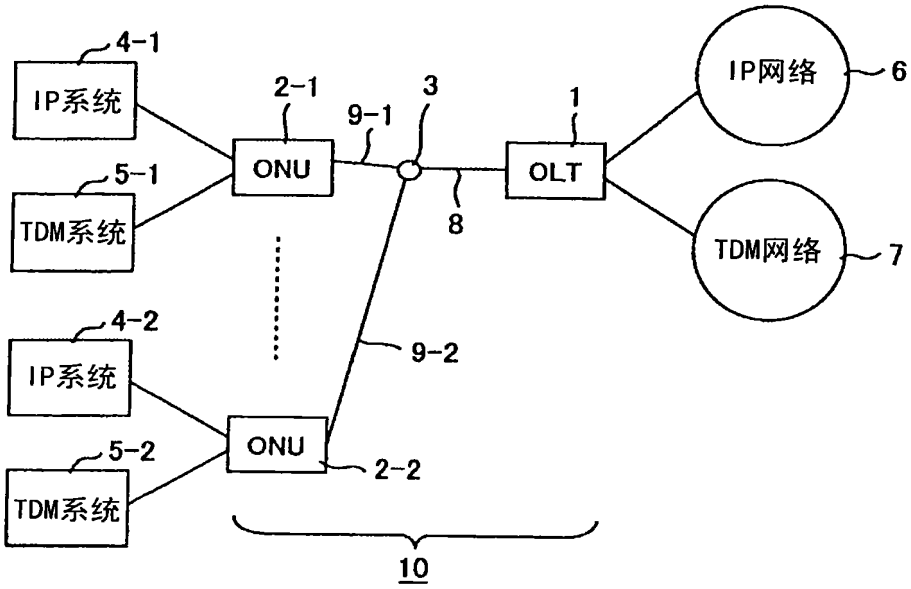

4-1
IP系统
5-1
TDM系统
2-1
ONU
9-1
3
8
1
OLT
IP网络
6
TDM网络
7
4-2
IP系统
5-2
TDM系统
ONU
2-2
9-2
10

图1

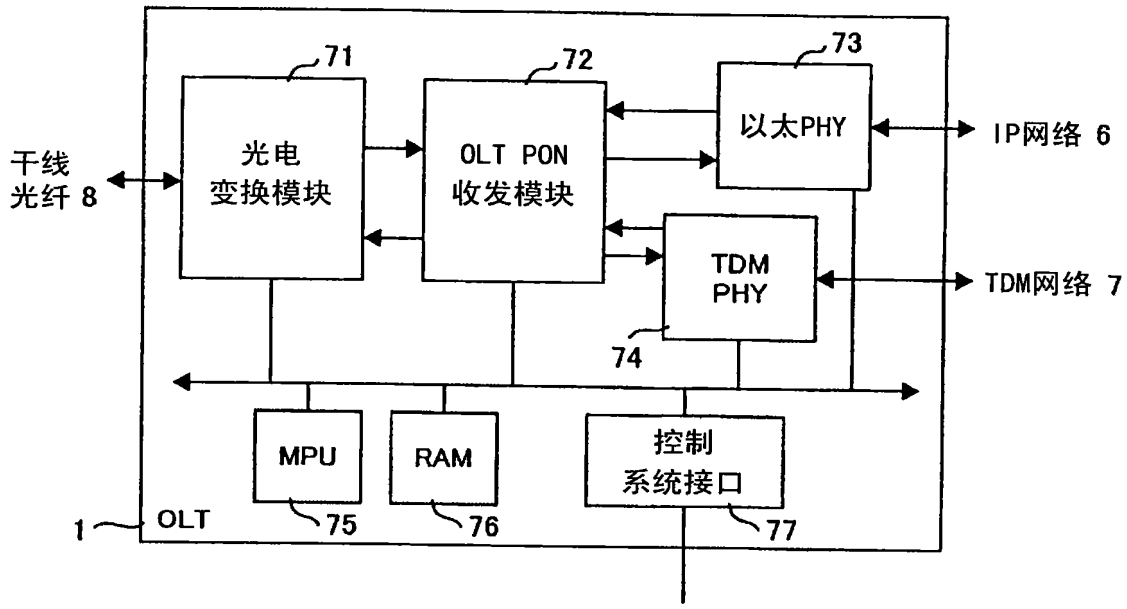

干线
光纤 8
71
光电
变换模块
72
OLT PON
收发模块
73
以太PHY
IP网络 6
TDM
PHY
TDM网络 7
74
MPU
75
RAM
76
控制
系统接口
77
1
OLT

图2

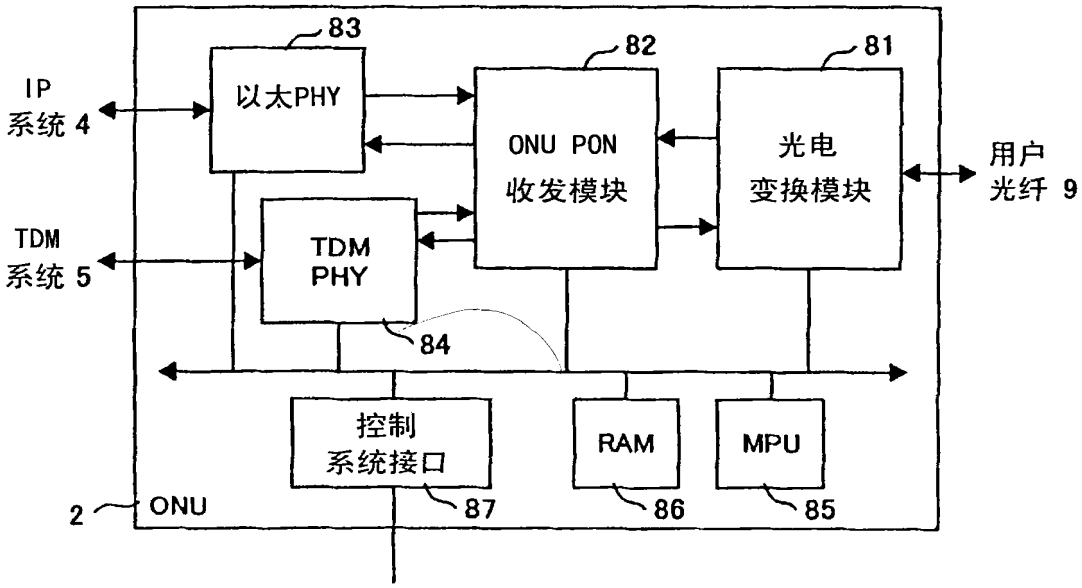

83
82
81
IP
系统 4
以太PHY
ONU PON
收发模块
光电
变换模块
用户
光纤 9
TDM
系统 5
TDM
PHY
84
控制
系统接口
RAM
MPU
2
ONU
87
86
85

图3

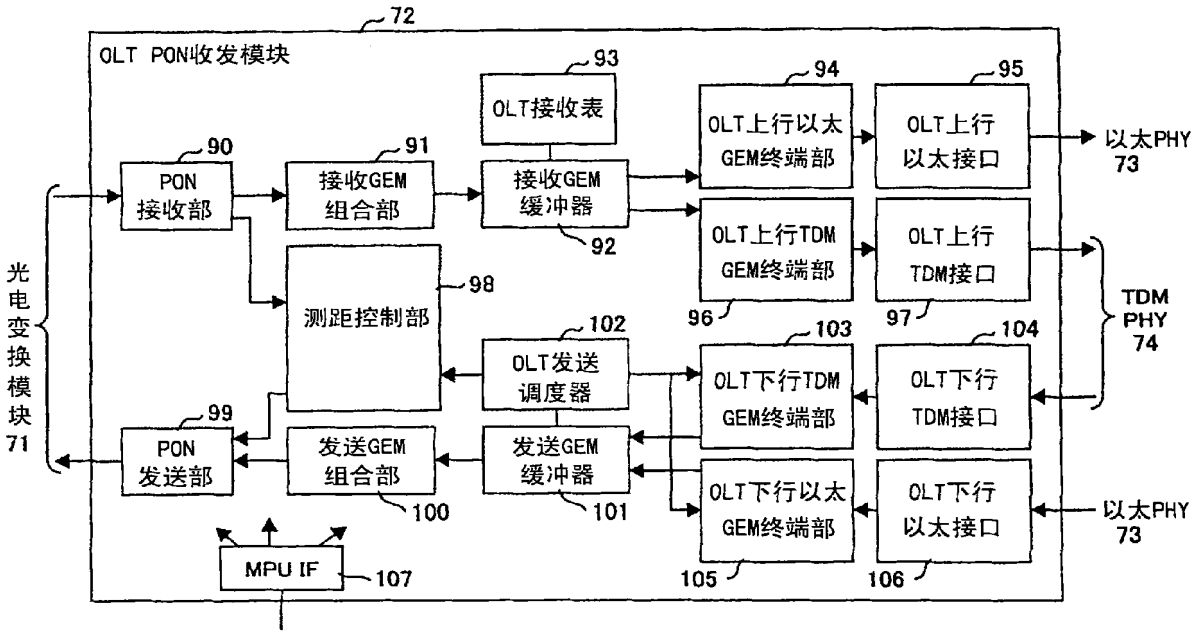

72
OLT PON收发模块
93
OLT接收表
94
OLT上行以太GEM终端部
95
OLT上行以太接口
以太PHY 73
90
PON接收部
91
接收GEM组合部
接收GEM缓冲器
92
OLT上行TDM GEM终端部
OLT上行TDM接口
光电变换模块71
98
测距控制部
96
97
TDM PHY 74
102
OLT发送调度器
103
OLT下行TDM GEM终端部
104
OLT下行TDM接口
99
PON发送部
发送GEM组合部
发送GEM缓冲器
OLT下行以太GEM终端部
OLT下行以太接口
以太PHY 73
100
101
MPU IF
107
105
106

图4

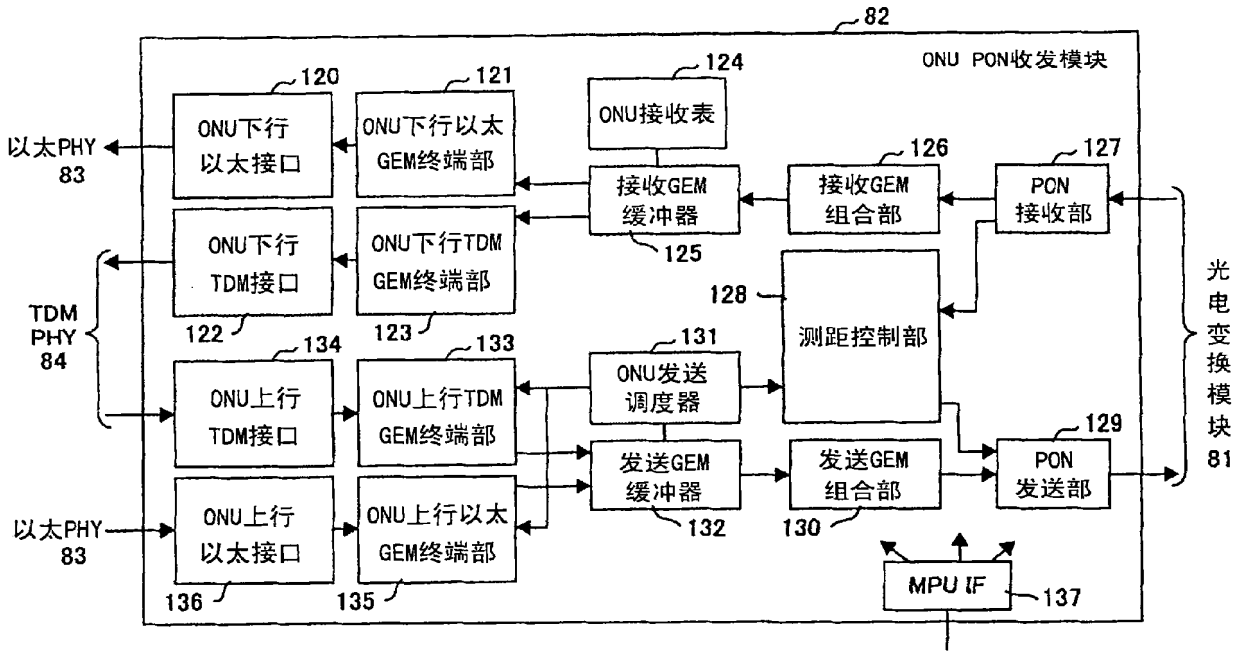

82
ONU PON收发模块
120
121
124
ONU下行
以太接口
ONU下行以太
GEM终端部
ONU接收表
以太PHY
83
接收GEM
缓冲器
126
接收GEM
组合部
127
PON
接收部
ONU下行
TDM接口
ONU下行TDM
GEM终端部
125
光
电
变
换
模
块
81
TDM
PHY
84
122
123
128
测距控制部
134
133
131
ONU上行
TDM接口
ONU上行TDM
GEM终端部
ONU发送
调度器
129
发送GEM
缓冲器
发送GEM
组合部
PON
发送部
以太PHY
83
ONU上行
以太接口
ONU上行以太
GEM终端部
132
130
MPU IF
137
136
135

图5

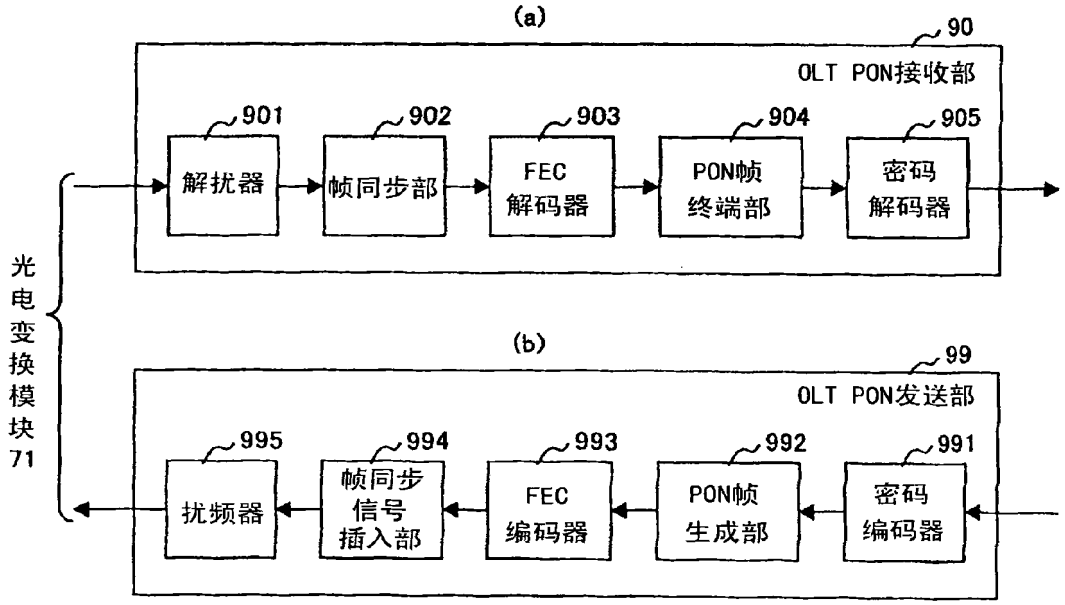

(a)
90
OLT PON接收部
901
解扰器
902
帧同步部
903
FEC
解码器
904
PON帧
终端部
905
密码
解码器
光电变换模块71
(b)
99
OLT PON发送部
995
扰频器
994
帧同步信号插入部
993
FEC
编码器
992
PON帧
生成部
991
密码
编码器

图6

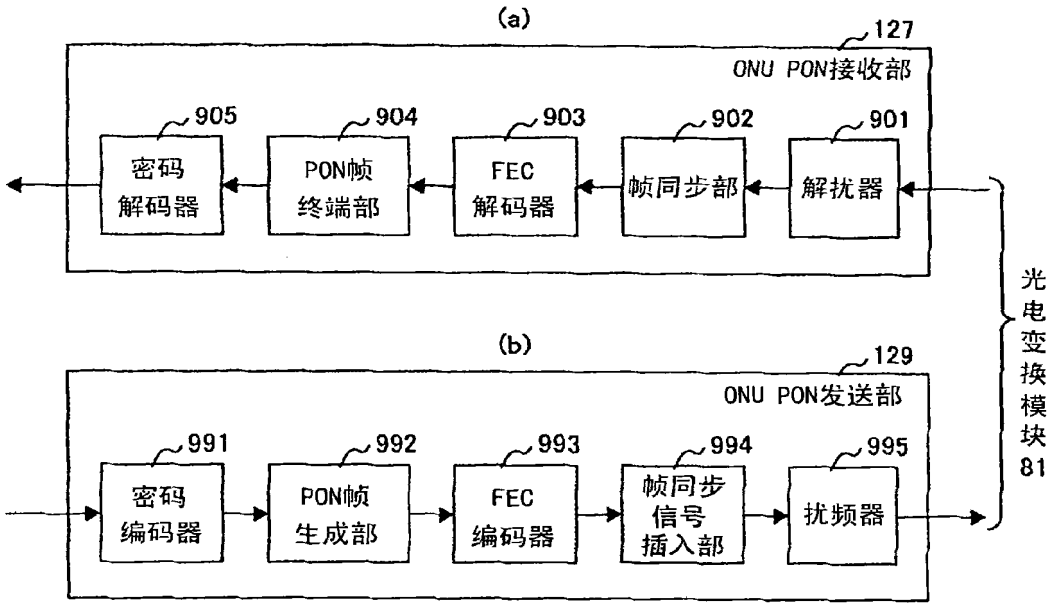

(a)
127
ONU PON接收部
905
密码
解码器
904
PON帧
终端部
903
FEC
解码器
902
帧同步部
901
解扰器
光电变换模块81
(b)
129
ONU PON发送部
991
密码
编码器
992
PON帧
生成部
993
FEC
编码器
994
帧同步信号插入部
995
扰频器

图7

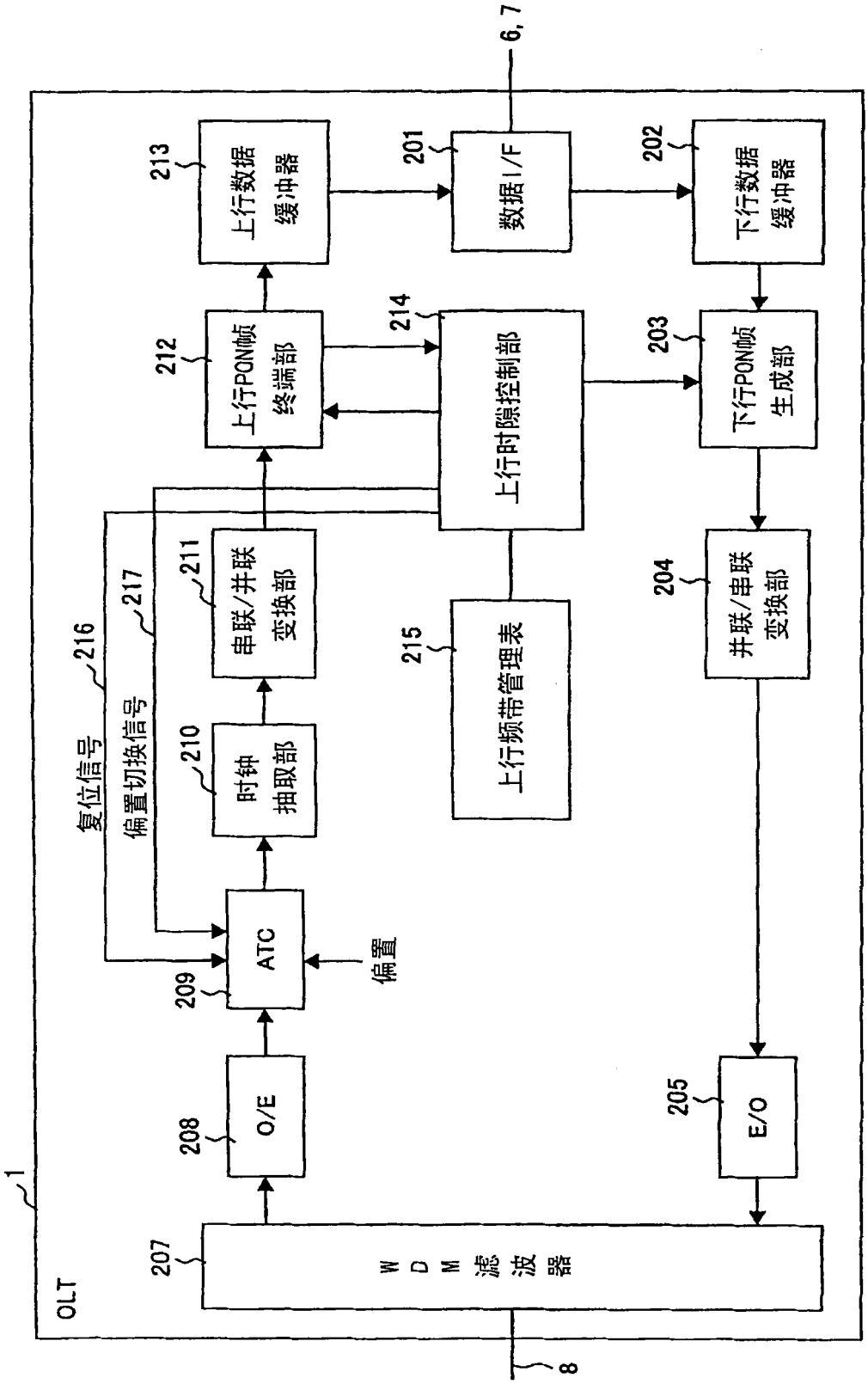

OLT
1
WDM滤波器
207
O/E
208
ATC
209
偏置
时钟抽取部
210
串联/并联变换部
211
上行PON帧终端部
212
上行数据缓冲器
213
上行时隙控制部
214
上行频带管理表
215
复位信号
216
偏置切换信号
217
数据I/F
201
下行数据缓冲器
202
下行PON帧生成部
203
并联/串联变换部
204
E/O
205
6, 7
8

图8

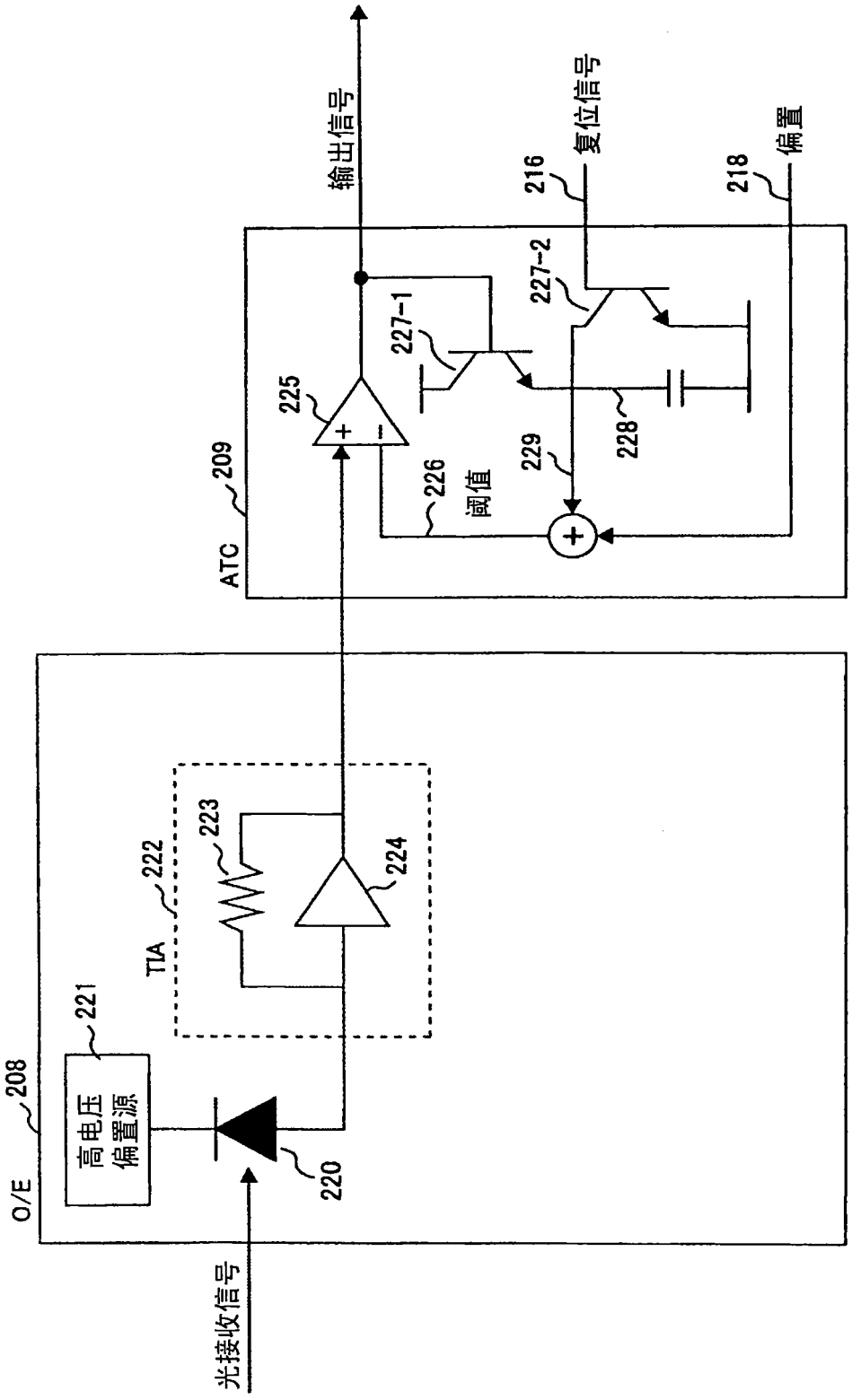

输出信号
复位信号
偏置
216
218
227-2
227-1
225
228
229
226
阈值
209
ATC
223
222
224
TIA
221
208
高电压
偏置源
220
O/E
光接收信号

图9

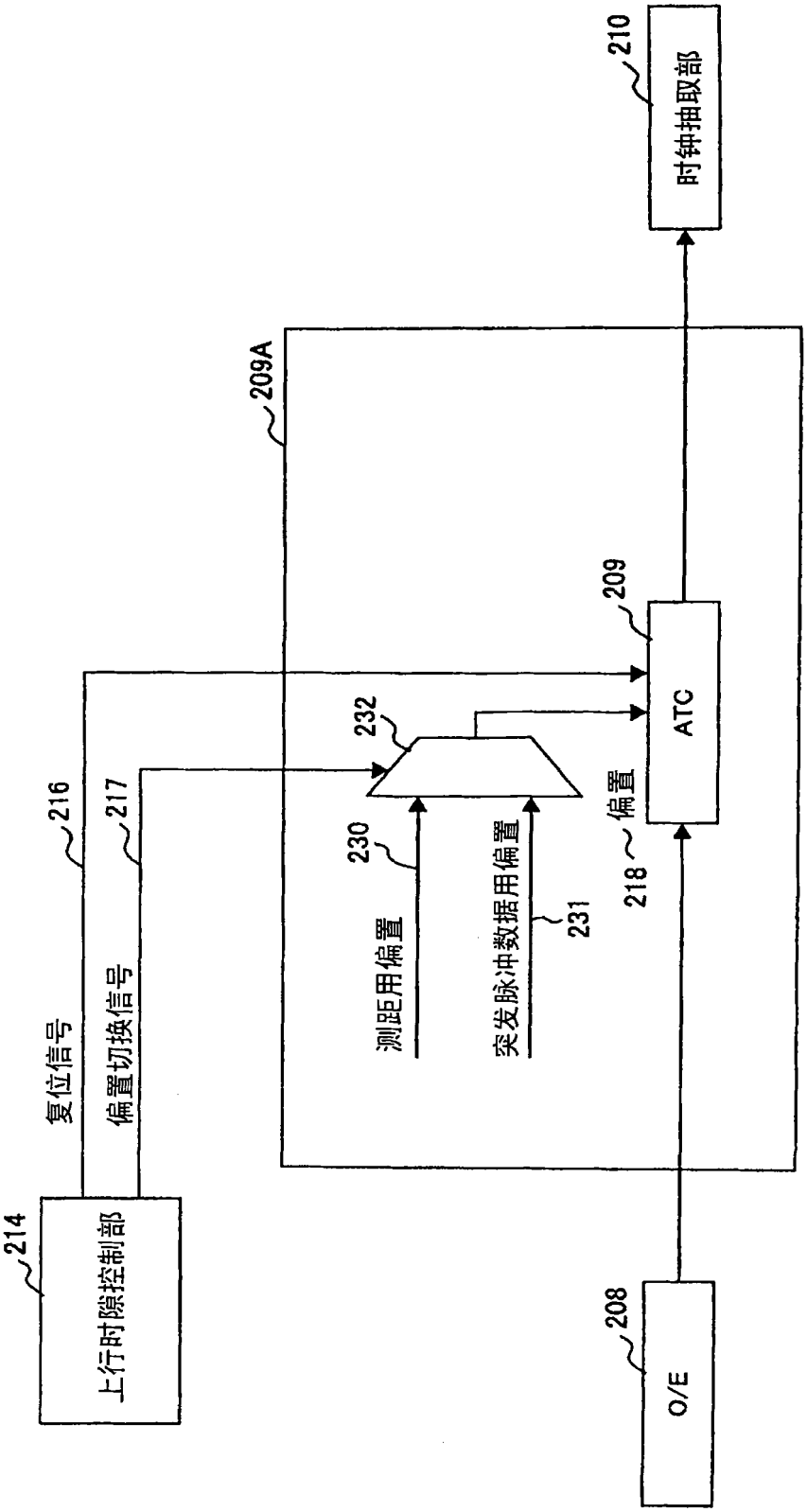

210
时钟抽取部
209A
209
ATC
232
216
217
230
测距用偏置
突发脉冲数据用偏置
231
218
偏置
复位信号
偏置切换信号
214
上行时隙控制部
208
O/E

图10

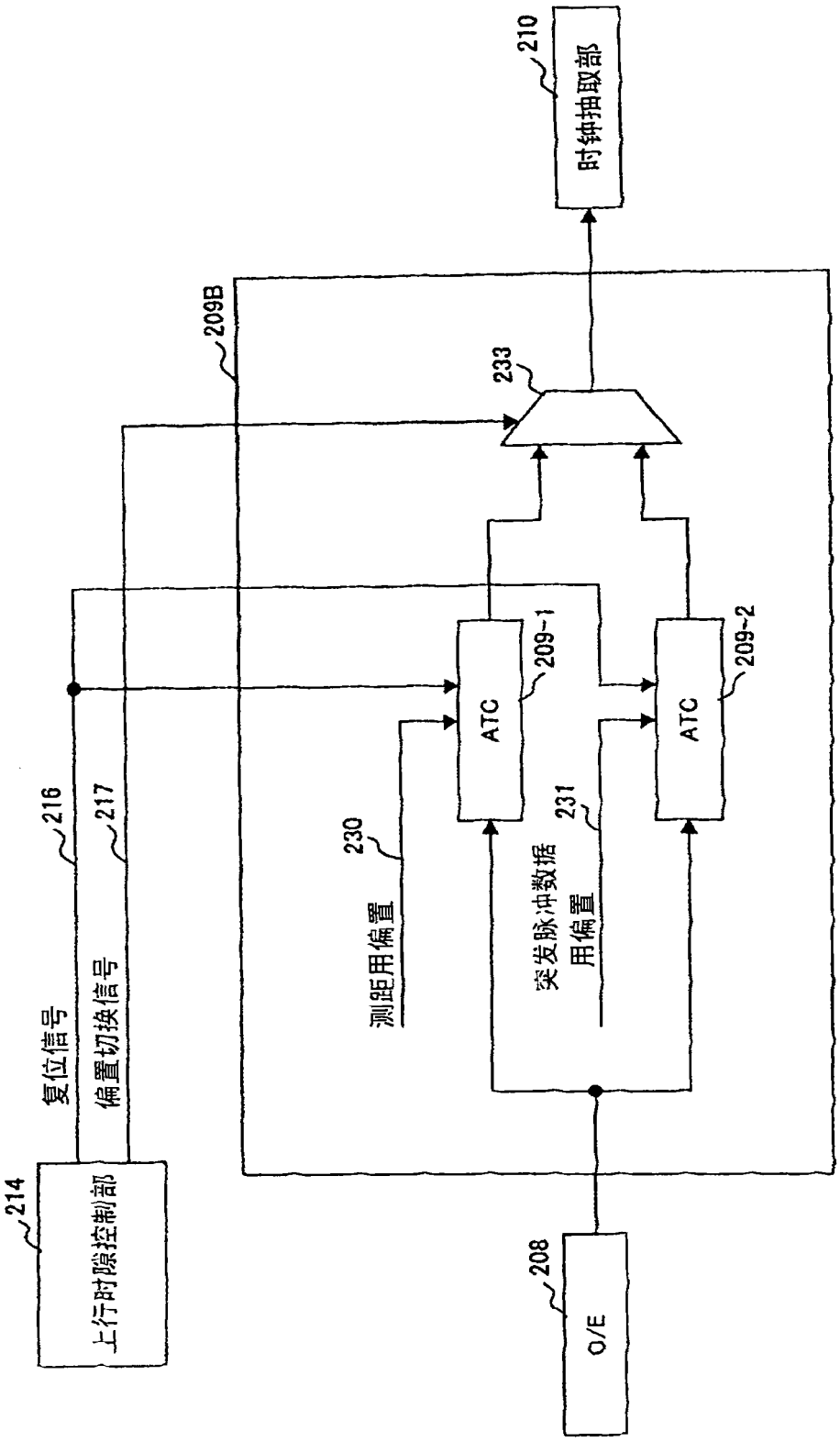

210
时钟抽取部
209B
233
ATC
209-1
ATC
209-2
230
测距用偏置
231
突发脉冲数据
用偏置
216
复位信号
217
偏置切换信号
214
上行时隙控制部
208
O/E

图11

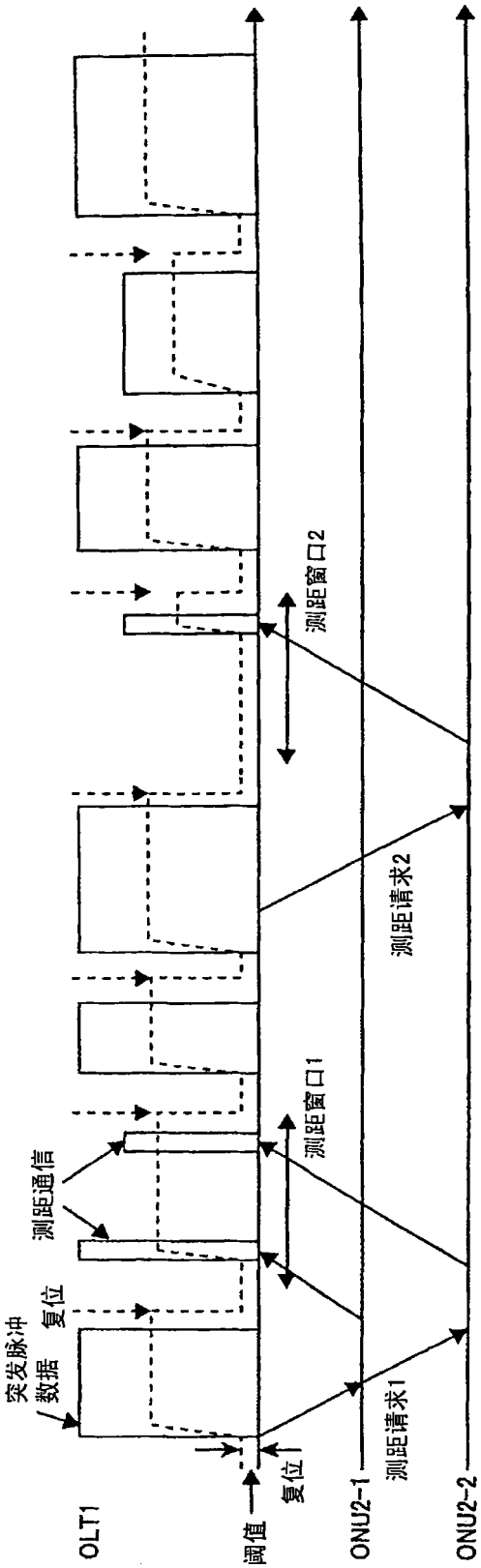

OLT1
阈值
复位
ONU2-1
测距请求1
ONU2-2
突发脉冲
数据
复位
测距通信
测距窗口1
测距请求2
测距窗口2

图12

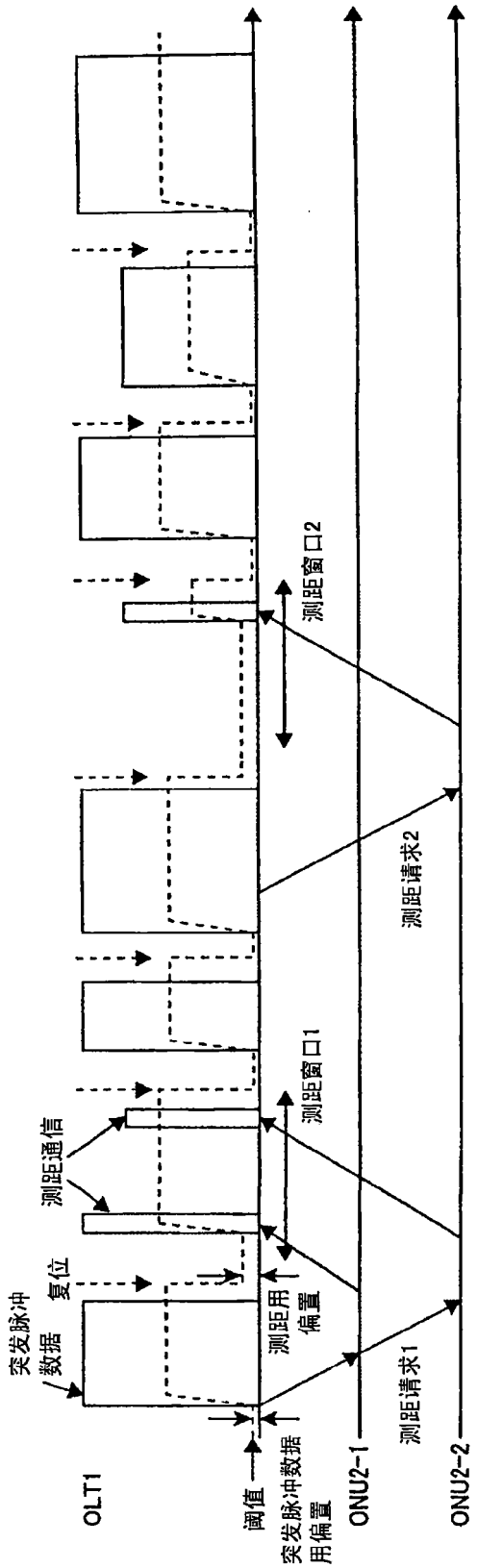

OLT1
ONU2-1
ONU2-2
阈值
突发脉冲用偏置
突发脉冲数据
复位
测距通信
测距用偏置
测距窗口1
测距窗口2
测距请求1
测距请求2

图13

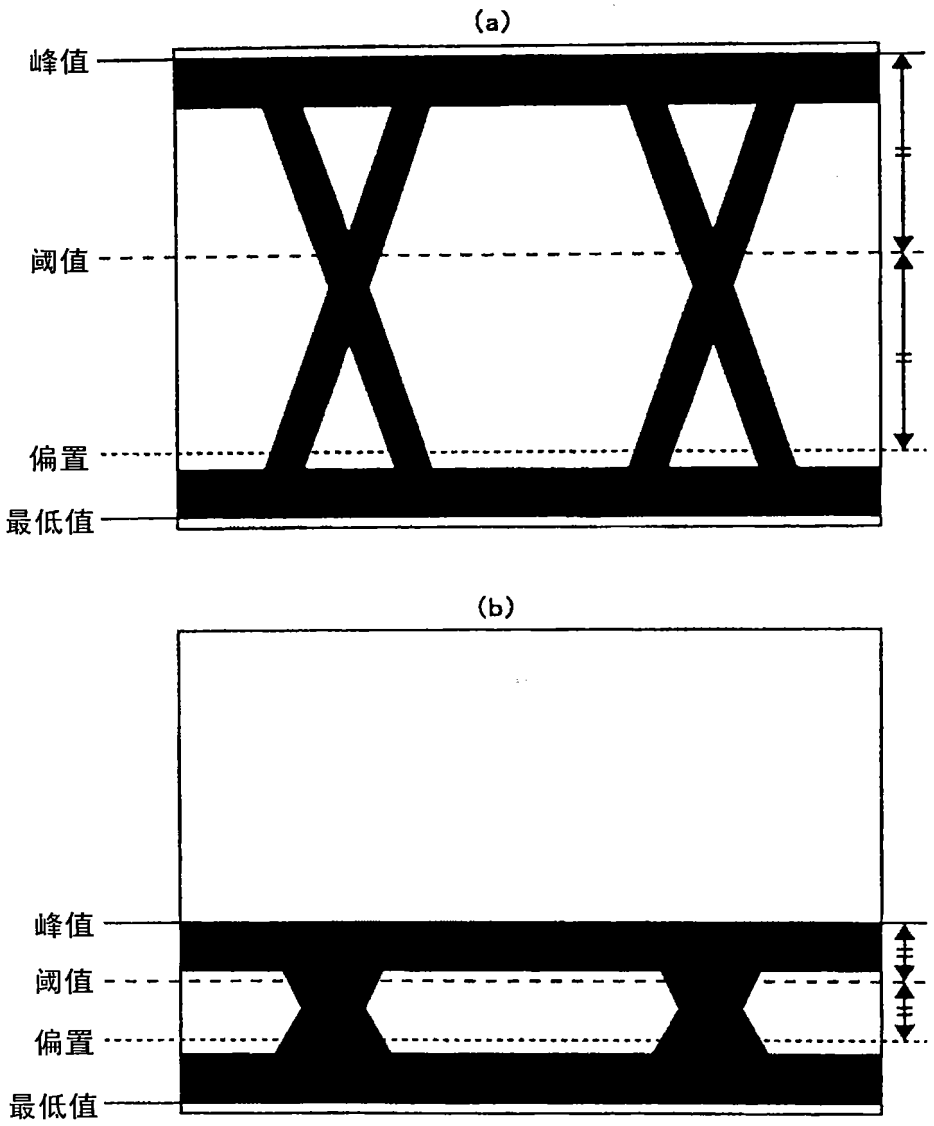


图14

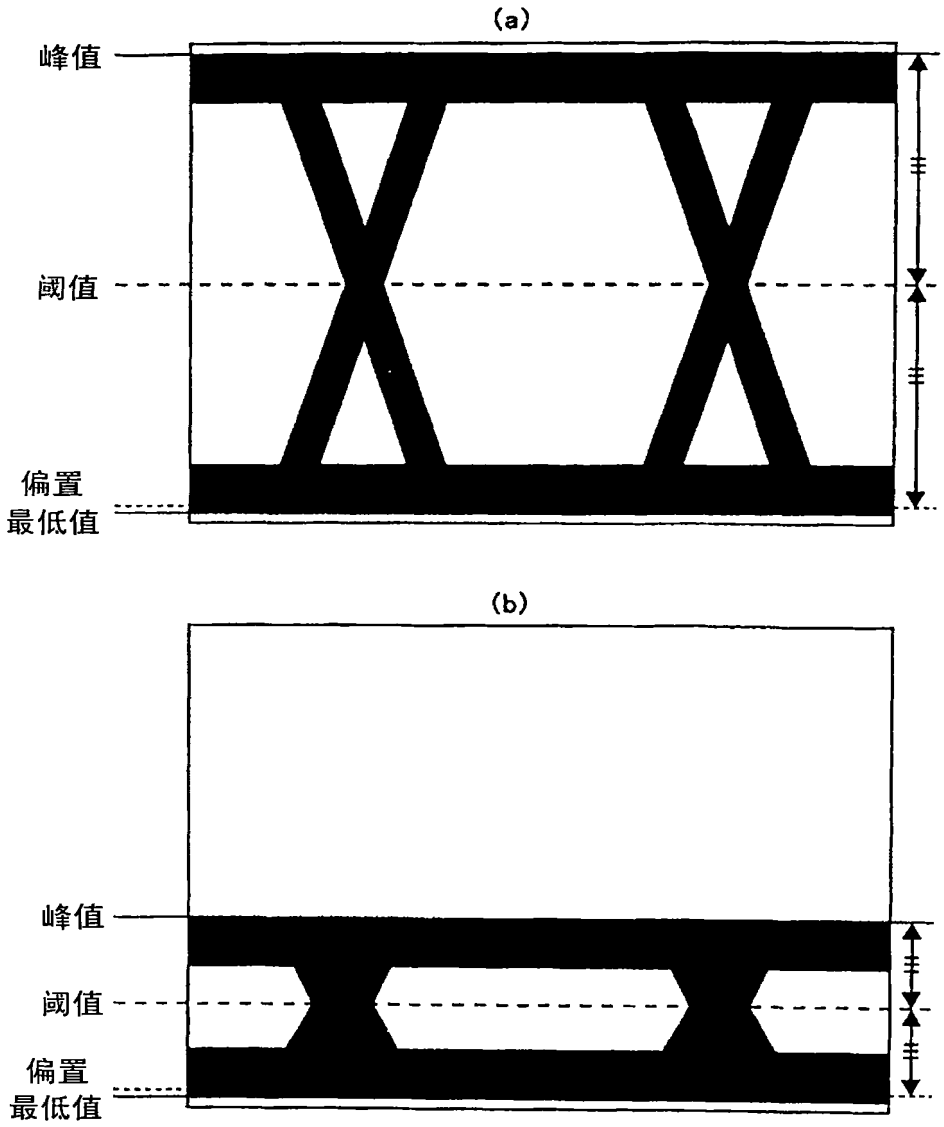


图15

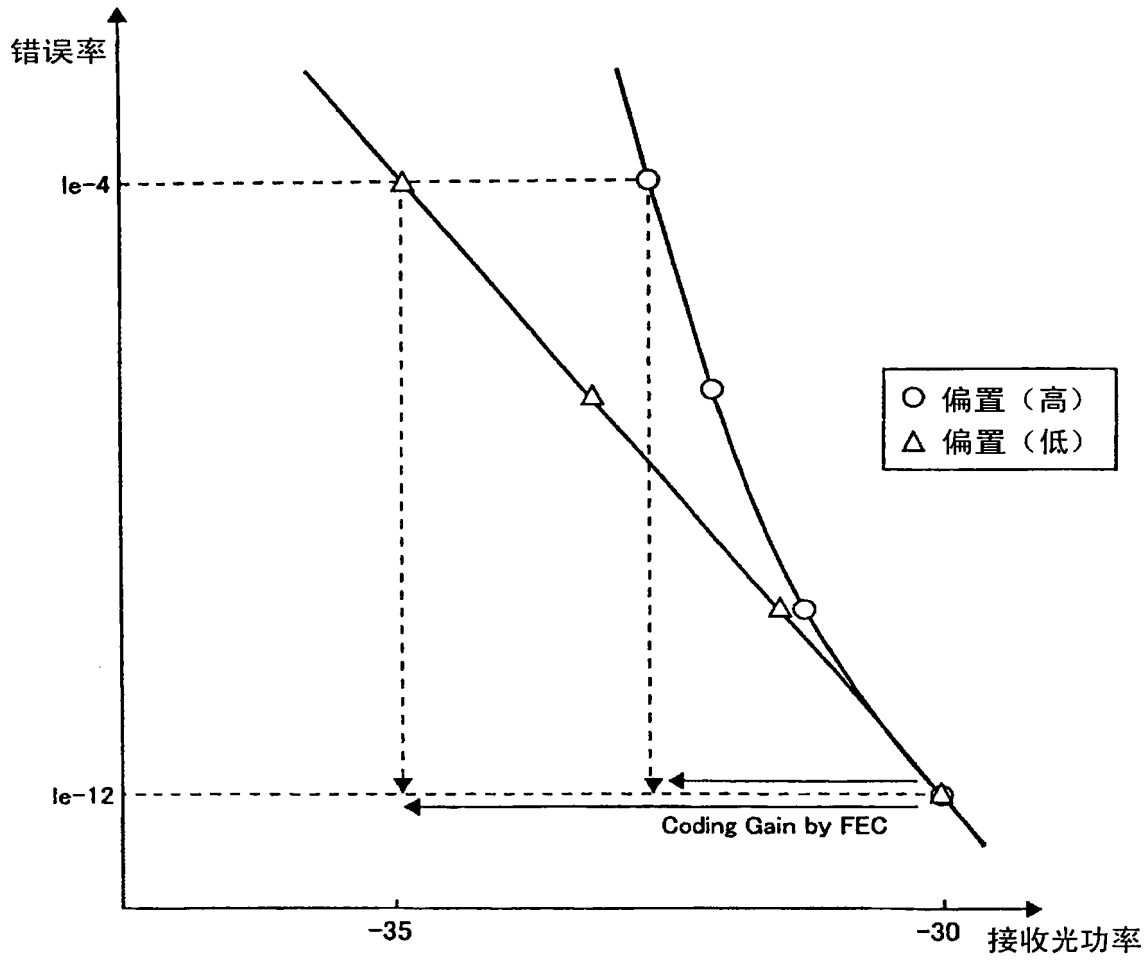


图16