



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111478732 B

(45) 授权公告日 2023. 09. 29

(21) 申请号 202010060121.0

H04B 10/075 (2013.01)

(22) 申请日 2020.01.19

H04Q 11/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 111478732 A

(56) 对比文件

CN 102771066 A, 2012.11.07

WO 2010107350 A1, 2010.09.23

US 2012308237 A1, 2012.12.06

(43) 申请公布日 2020.07.31

GB 2294372 A, 1996.04.24

(30) 优先权数据

19153271.2 2019.01.23 EP

Zhiguo Zhang 等. Colorless-Light and Tunable-Light-Source Schemes for TWDM and WDM PONs. 《IEEE Communications Magazine》. 2018,

(73) 专利权人 诺基亚通信公司  
地址 芬兰埃斯波

Zhiguo Zhang 等. 40-Gb/s downstream and 10-Gb/s upstream long-reach WDM-PON employing remotely pumped EDFA and self wavelength managed tunable transmitter. 《9th International Conference on Communications and Networking in China》. 2015,

(72) 发明人 A·费南德斯·杜兰  
T·桑胡安·弗洛里斯

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所  
11256

专利代理师 鄢迅

审查员 钟泽彬

(51) Int. Cl.

H04B 10/40 (2013.01)

H04B 10/50 (2013.01)

H04B 10/572 (2013.01)

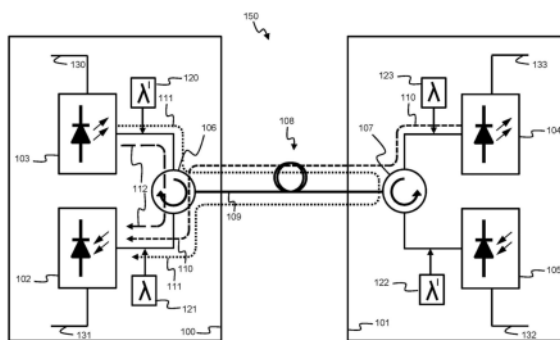
权利要求书2页 说明书9页 附图8页

(54) 发明名称

用于控制无源光网络的光线路控制器系统

(57) 摘要

本公开的实施例涉及用于控制无源光网络的光线路控制器系统。示例实施例描述了一种用于控制无源光网络PON(150)中的光线路终端OLT(100)的光收发器的控制器电路装置(610、740)，控制器电路装置(610、740)包括用于执行以下步骤的部件：从光网络终端ONT(101)的光收发器得到(901)所接收的上游光信号(102)的光拍频干扰OBI等级；基于OBI等级将下游光信号(103)的波长(120)设置(902)为使得波长(120)被迫不同于上游光信号波长(121)。



1. 一种用于控制无源光网络PON (150) 中的光线路终端OLT (100) 的光收发器的控制器电路装置(610、740), 所述控制器电路装置(610、740) 包括用于执行以下的部件:

- 得到(901) 来自光网络终端ONT (101) 的光收发器的所接收的上游光信号(102) 的光拍频干扰OBI等级; 以及

- 设置(902) 下游光信号(103) 的波长(120),

其中所述下游光信号(103) 的波长(120) 被设置为使得所述下游光信号(103) 的波长(120) 不同于所述上游光信号(102) 的波长(121), 并且所述下游光信号(103) 的波长(120) 与所述上游光信号(102) 的波长(121) 之差基于所得到的所述OBI等级。

2. 根据权利要求1所述的控制器电路装置(610、740), 其中所述部件还被配置为执行:

- 获得(903) 监控信号(131), 所述监控信号(131) 指示所述所接收的上游光信号(102);

并且其中所述OBI等级的所述得到通过以下步骤被执行:

- 放大(600、700、904) 所述监控信号, 由此获得放大的信号; 以及

- 对所述放大的信号进行滤波(601、701、905), 由此获得经滤波的信号;

- 对所述经滤波的信号求包络(602、702、906), 由此获得包络的信号; 以及

- 对所述包络的信号求积分(603、703、907), 由此获得积分的信号; 以及

由此所述积分的信号指示所述OBI等级。

3. 根据权利要求2所述的控制器电路装置(610、740), 其中所述部件还被配置为执行:

- 指示所述OLT (100) 的所述光收发器的发射激光器产生初始化光信号, 所述初始化光信号被配置为指示所述ONT (101) 的所述光收发器发送响应光信号作为应答;

并且其中所述监控信号是所述响应光信号。

4. 根据权利要求3所述的控制器电路装置(740), 其中所述初始化光信号还被配置为指示ONT (101、711、712、713) 的多个光收发器顺序地发送相应的响应光信号作为应答; 并且其中所述得到(901) 还包括基于所述相应的响应光信号的最大值得到所述OBI等级。

5. 根据权利要求3所述的控制器电路装置(740), 其中所述初始化光信号还被配置为指示ONT (101、711、712、713) 的多个光收发器顺序地发送相应的响应光信号作为应答; 并且其中所述得到(901) 还包括针对所述相应的响应光信号顺序地得到所述OBI等级; 并且其中所述部件还被配置为执行:

- 为所述ONT存储(730) 相应的所述OBI等级。

6. 根据权利要求5所述的控制器电路装置(740), 其中所述部件还被配置为执行:

- 将ONT标识为收信者, 并且基于此选择对应的所存储(730) 的所述OBI等级;

并且其中所述设置基于所选择的所述OBI等级。

7. 根据权利要求2至6中的一项所述的控制器电路装置(740), 其中所述部件还被配置为:

- 对激光器偏置部(604) 进行指示, 所述激光器偏置部(604) 被配置为控制发射激光器, 以用于在所述OLT (100) 的所述光收发器处产生所述下游光信号; 并且其中所述设置还包括对所述激光器偏置部(604) 进行指示。

8. 一种光线路终端OLT (611、741), 包括根据权利要求2至7中的一项所述的控制器电路装置(610、740)。

9. 根据权利要求8所述的OLT (611、741), 包括激光器偏置部(604) 和发射激光器; 并且

其中所述控制器电路装置还被配置为执行根据权利要求7所述的激光器偏置部的所述指示。

10. 一种用于控制无源光网络的方法,包括以下步骤:

-得到(901)来自光网络终端ONT(101)的光收发器的所接收的上游光信号(102)的光拍频干扰OBI等级;以及

-设置下游光信号(103)的波长(120),

其中所述下游光信号(103)的波长(120)被设置为使得所述下游光信号(103)的波长(120)不同于所述上游光信号(102)的波长(121),并且所述下游光信号(103)的波长(120)与所述上游光信号(102)的波长(121)之差基于所得到的所述OBI等级。

11. 根据权利要求10所述的方法,还包括以下步骤:

-获得(903)监控信号,所述监控信号指示所述所接收的上游光信号;

并且其中所述OBI等级的所述得到通过以下步骤被执行:

-放大(904)所述监控信号,由此获得放大的信号;以及

-对所述放大的信号进行滤波(905),由此获得经滤波的信号;

-对所述经滤波的信号求包络(906),由此获得包络的信号;以及

-对所述包络的信号求积分(907),由此获得积分的信号;以及

由此所述积分的信号指示所述OBI等级。

12. 一种计算机可读存储介质,包括计算机可执行指令,所述计算机可执行指令用于当程序在计算机上运行时执行以下步骤:

-得到(901)来自光网络终端ONT(101)的光收发器的所接收的上游光信号(102)的光拍频干扰OBI等级;以及

-设置(902)下游光信号(103)的波长(120),

其中所述下游光信号(103)的波长(120)被设置为使得所述下游光信号(103)的波长(120)不同于所述上游光信号(102)的波长(121),并且所述下游光信号(103)的波长(120)与所述上游光信号(102)的波长(121)之差基于所得到的所述OBI等级。

## 用于控制无源光网络的光线路控制器系统

### 技术领域

[0001] 各种示例实施例涉及控制在无源光网络中发射的信号。

### 背景技术

[0002] 无源光网络(PON)是用于向终端消费者提供光纤的电信技术。PON通常包括点到多点设置,由此无动力光纤光分路器被用以提供单个光纤来为多个端点服务。

[0003] PON还包括充当服务提供方端点的光线路终端(OLT)和位于终端用户附近的多个光网络终端(ONT)。

[0004] 使用千兆比特无源光网络(GPON)的PON能够提供2.5Gbps的比特率,由此提供30Mbps到600Mbps的订户速率。在诸如XGSPON和10GEPON的其他标准中,为每个波长提供更高比特率,由此提供高达10Gbps的比特率速度。在NGPON2变型中,若干10Gbps波长被复用由此在同一光纤中输送40Gbps。

### 发明内容

[0005] 光比特率越高,需要使用的光组件越贵。这些组件尤其是发射激光器和接收光电二极管。此外,为了支持双向性,PON系统使用两个不同的波长分别用于发射和接收。

[0006] 为了支持双向性,通过用单个波长同时进行发射和接收,在光纤的每端提供了发射路径与接收路径之间的隔离。该隔离使用光循环器来实现。然而,光循环器未提供完美的隔离,并且发生了从发射端口到非期望的接收端口的泄漏。这增大了PON中的噪声,由此显著降低了其性能。

[0007] 尤其,本公开的实施例的目标是提供对在PON中支持双向发射和接收信号进行改进的解决方案。

[0008] 根据本公开的第一示例方面,此目标由权利要求1限定的用于控制无源光网络(PON)中的光线路终端(OLT)的光收发器的控制器电路装置实现,该控制器电路装置包括用于执行以下步骤的部件:

[0009] -得到来自光网络终端(ONT)的光收发器的所接收的上游光信号的光拍频干扰(OBI)等级;以及

[0010] -基于OBI等级将下游光信号的波长设置为使得该波长被迫不同于上游光信号波长。

[0011] OLT和ONT的光收发器被配置为在PON中同时交换信号。光收发器各自包括光发射器和光接收器,诸如例如激光器和光电二极管,由此通过带内全双工,这是往返于OLT和往返于ONT的同时交换,每个波长的带宽被加倍。

[0012] 当发射和接收光信号时,信号经过光循环器,光循环器展现出非期望的光泄漏。当发射的信号穿过PON中的分路器时,该泄漏还可能与发射的信号反射结合。此外,在PON中还可能不存在不连续,光信号可以在到达远端之前穿过该不连续。这些现象在光收发器的接收光电二极管处产生OBI效应。

[0013] 更具体地, OBI效应源自诸如接收光电二极管的光接收器的检测过程, 即具有固有二次函数的光电转换。二次函数输出包括与电信号结合的期望的信号, 其中电信号的频率等于接收光电二极管处存在的两个光信号的频率差。如果PON两端处的发射器使用相同的波长、或彼此接近的波长, 例如当两个光信号之间的频率差低于数据带宽时, OBI导致显著的性能下降。

[0014] 来自OLT的光收发器的光电二极管处的OBI等级被得到。这可以通过监控诸如光电二极管的光接收器处所接收的信号来执行。该信号是所接收的上游光信号, 由此上游意味着流源自PON中的ONT去往OLT。

[0015] 接下来, 基于所得到的OBI等级, 通过设置OLT的光收发器的激光器的发射信号的波长来控制该激光器。基于所得到的OBI等级将该波长设置为使得该波长被迫不同于上游光信号的波长。换言之, 从OLT到ONT的下游光信号的波长将不同于上游光信号的波长, 由此它们之间的偏置基于OBI等级。

[0016] 标识了不同的优点。首先, 不需要组成或产生用于注入PON的附加信号, 例如控制信号, 该附加信号可能会不利地影响PON的功能。现有信号的特性, 具体地指该信号的OBI等级, 可以被直接用作控制PON的参数。

[0017] 其次, 通过迫使波长彼此不同, 通过通道的低通滤波效应降低了OBI等级。在光收发器的彼此非常接近的接收激光器和发射激光器的随机光谱位置, 由于检测光接收器或光电二极管正在执行等效的二次函数, 因此产生OBI。该二次函数导致光信号的拍频, 从而产生与所接收的上游光信号的波长与所发送的下游光信号的波长之间的波长差相关的电分量。两个波长越接近, 所产生的OBI的影响越大。

[0018] 第三, 因此, 通过使用PON中的现有信号以及通过从其得到OBI等级, 与OBI等级自身的使用结合, 通过推动波长使它们不同来降低OBI等级, 基于对其的测量减少效应。换言之, 可能存在于PON中的干扰与减少干扰的方式之间存在直接联系。该减少意味着干扰被消除或被显著减少。

[0019] 第四, 由光系统的现有组件执行光学带内全双工。这通过使用光学设备的正常带宽使每个波长的带宽加倍来实现。因此, 不需要增大例如激光器和光电二极管之类的收发器的带宽, 这将引起组件的成本的显著提高。

[0020] 第五, 由于这些组件如发射激光器和接收激光器在它们各自的波长处以一定的容忍度操作, 因此迫使波长之间偏置是通过使激光器在它们的容忍裕度内在两端操作来实现的, 尽管这两端彼此相反。这样, 虽然它们仍然在它们各自的标称波长周边操作, 但是这种偏置足以将OBI全部或部分地移位到所接收的感兴趣光谱之外。

[0021] 根据示例实施例, 部件还被配置为执行:

[0022] -获得监控信号, 该监控信号指示所接收的上游光信号;

[0023] 以及其中得到OBI等级通过以下步骤被执行:

[0024] -放大监控信号, 由此获得放大的信号; 以及

[0025] -对放大的信号进行滤波, 由此获得经滤波的信号;

[0026] -对经滤波的信号求包络, 由此获得包络的信号; 以及

[0027] -对包络的信号求积分, 由此获得积分的信号; 以及

[0028] 由此积分的信号指示OBI等级。

[0029] 为了得到所接收的上游光信号的OBI等级,部件可以如下被配置。

[0030] 首先,获得指示所接收的上游光信号的监控信号。例如,在OLT的光收发器的接收光电二极管处,代表所接收的上游光信号的电信号被测量,并且被命名为监控信号。

[0031] 接下来,通过例如由跨导放大器放大监控信号,放大的信号被获得。由例如高通滤波器对该放大的信号进行滤波。这样,从放大的信号取得或标识大部分的OBI信号。然后,电包络检测器检测经滤波的信号的包络作为包络的信号,并且由积分器或备选地由低通滤波器对该包络的信号求积分,以从OBI电信号移除任何载波频率。结果,获得积分的信号,积分的信号仅表示OBI信号的能级功率。然后,该积分的信号代表或指示OBI等级。换言之,确定PON中存在的OBI能量的量。

[0032] 随后,积分的信号被用来设置下游光信号的波长。该设置例如通过控制激光器偏置部来执行,该激光器偏置部产生波长的移位。换言之,在OLT处出现控制环路。该控制环路能够在基础设施侧被实现,这不需要ONT侧干预。

[0033] 根据示例实施例,部件还被配置为执行:

[0034] -指示所述OLT的光收发器的发射激光器产生初始化光信号,初始化光信号被配置为指示所述ONT的光收发器发送响应光信号作为应答;

[0035] 以及其中监控信号是响应光信号。

[0036] 该控制环路可以通过连续追踪进行操作,由此连续调节和设置波长使得OBI等级被降低。备选地,在启动时,即数据在PON中被发射之前,部件被配置为指示所述OLT处的光收发器产生初始化光信号。初始化光信号例如是连续光波,该连续光波被配置为指示所述ONT发送响应光信号作为应答。响应光信号也可以是连续光波。这样,该控制环路可以被启动,由此来自ONT的响应光信号充当环路的监控信号。

[0037] 根据示例实施例,初始化光信号还被配置为指示ONT的多个光收发器顺序地发送相应的响应光信号作为应答;并且其中该得到还包括基于相应的响应光信号的最大值得到OBI等级。

[0038] 在OLT例如通过光分路器为多个ONT服务的情况下,通过向ONT发射初始化光信号来执行初始化过程。然后,初始化光信号还被配置为使得ONT各自通过发送相应的响应信号顺序地进行应答。

[0039] 根据从ONT顺序接收的响应光信号,控制器电路装置基于相应的响应光信号中的最大值得到OBI等级。这样,控制环路使其适配于最坏情况,即适配于PON中可能存在的最高OBI等级,该最高OBI等级源自于从功率等级视角发射了最强的信号的ONT。

[0040] 根据示例实施例,初始化光信号还被配置为指示ONT的多个光收发器顺序地发送相应的响应光信号作为应答;并且其中该得到还包括为相应的响应光信号顺序地得到OBI等级;并且其中部件还被配置为执行:

[0041] -为多个ONT存储相应的OBI等级。

[0042] 备选地,电路装置可以为每个应答ONT得到OBI等级。这些等级然后被存储,使得整个PON的概述被获得,该PON具有每个ONT和相关的OBI等级。存储可以例如被存储在偏置表中,由此存储介质被并入电路装置中或由电路装置通过交换部件可存取。

[0043] 根据示例实施例,部件还被配置为执行:

[0044] -标识ONT作为收信者并且基于收信者选择对应的所存储的OBI等级;

[0045] 以及其中该设置基于所选择的OBI等级。

[0046] 换言之,当OLT开始与ONT中的一个通信时,该ONT被标识为使得电路装置能够基于期望的OBI等级适配波长的设置,以用于在OLT与作为收信者的ONT之间交换数据。这样,在数据交换之前减少或消除OBI的存在,使得数据交换可以被有效地执行。

[0047] 根据示例实施例,部件还被配置为:

[0048] -对激光器偏置部进行指示,该激光器偏置部被配置为控制发射激光器以用于在OLT的光收发器处产生下游光信号;并且其中该设置还包括对激光器偏置部进行指示。

[0049] OLT的光收发器的发射激光器可以由激光器偏置部控制。然后,控制环路特别是其积分的信号指示激光器偏置部,以移位发射激光器的波长,使得它不同于受监控的所接收的上游光信号的波长。

[0050] 在初始化阶段,激光器偏置部可以例如被设置在最大位置或最小位置,并且如果需要可以在追踪期间逐渐被适配。

[0051] 根据第二方面,公开了一种OLT,该OLT包括根据第一方面的控制器电路装置。

[0052] 换言之,用于控制OLT的控制器电路装置可以并入OLT本身内。这样,OLT包括控制光收发器的波长使它可以有效地操作的功能性,而不需要在后面实现该电路装置。

[0053] 根据实施例,OLT包括激光器偏置部,激光器偏置部被配置为控制发射激光器以用于在OLT的光收发器处产生下游光信号;并且该控制器电路装置还被配置为根据第一方面执行的对激光器偏置部的指示。

[0054] 根据第三方面,公开了一种方法,该方法包括以下步骤:

[0055] -得到来自光网络终端(ONT)的光收发器的所接收的上游光信号的光拍频干扰(OBI)等级;

[0056] -基于OBI等级将下游光信号的波长设置为使得波长被迫不同于上游光信号波长。

[0057] 根据实施例,方法还包括以下步骤:

[0058] -获得监控信号,监控信号指示所接收的上游光信号;

[0059] 以及其中得到OBI等级通过以下步骤被执行:

[0060] -放大监控信号,由此获得放大的信号;以及

[0061] -对放大的信号进行滤波,由此获得经滤波的信号;

[0062] -对经滤波的信号求包络,由此获得包络的信号;以及

[0063] -对包络的信号求积分,由此获得积分的信号;以及

[0064] 由此积分的信号指示OBI等级。

[0065] 根据第四方面,公开了一种计算机程序产品,其包括计算机可执行指令,该计算机可执行指令用于当程序在计算机上运行时执行以下步骤:

[0066] -得到来自光网络终端(ONT)的光收发器的所接收的上游光信号的光拍频干扰(OBI)等级;

[0067] -基于OBI等级将下游光信号的波长设置为使得波长被迫不同于上游光信号波长。

[0068] 根据第五方面,一种计算机可读存储介质,其包括计算机可执行指令,该计算机可执行指令用于当程序在计算机上运行时执行以下步骤:

[0069] -得到来自光网络终端(ONT)的光收发器的所接收的上游光信号的光拍频干扰(OBI)等级;

[0070] -基于OBI等级将下游光信号的波长设置为使得波长被迫不同于上游光信号波长。

### 附图说明

[0071] 现在参考附图描述一些示例实施例。

[0072] 图1示出了包括光线路终端和光网络终端的无源光网络的示例实施例;以及

[0073] 图2示出了包括光线路终端和光网络终端的无源光网络的另一示例实施例,该无源光网络还包括多个光分路器;以及

[0074] 图3示出了分离无源光网络中的波长的效应;以及

[0075] 图4示出了无源光网络中波长分离与本底噪声(noise floor)的效应;以及

[0076] 图5示出了光拍频干扰对不同波长推动值的眼部图案的影响;以及

[0077] 图6示出了用于移位包括光线路终端和光网络终端的无源光网络中的波长的控制环路的示例实施例;以及

[0078] 图7示出了用于移位包括光线路终端和多个光网络终端的无源光网络中的波长的控制环路的示例实施例;以及

[0079] 图8示出了用于执行本公开的实施例中的一个或多个步骤的合适的计算系统的示例实施例;以及

[0080] 图9示出了在本公开的实施例中被执行的多个步骤。

### 具体实施方式

[0081] 在图1中图示了无源光网络(PON)150的示例实施例。PON 150包括光线路终端(OLT)100和光网络终端(ONT)101。OLT 100和ONT 101被配置为使得它们能够通过光纤109相互交换数据。光纤109可以包括几千米,如环108所示。ONT 101还被配置为服务终端用户,由此OLT 100被认为是PON 150的基础设施侧。

[0082] 在OLT 100与ONT 101之间,使用光信号来交换数据。为此,OLT 100和ONT 101两者各自包括光收发器。光收发器还包括发射激光器和接收光电二极管。对于OLT 100,发射激光器是激光器103,接收光电二极管是二极管102。对于ONT 101,发射激光器是激光器104,接收光电二极管是二极管105。

[0083] 由OLT 100的激光器103产生并且被发射至ONT 101的信号被命名为下游光信号,而由ONT 101的激光器104产生并且被发射至OLT 100的信号被命名为上游光信号。此外,下游光信号包括波长 $\lambda'$ 120,而上游光信号包括波长 $\lambda$ 123。光电二极管102被配置为接收波长 $\lambda$ 121的上游光波长,而光电二极管105被配置为接收波长 $\lambda'$ 122的下游光信号。

[0084] 光收发器的不同组件还可以通过电缆连接,由此通过光信号交换的数据可以被转换为电信号。例如,激光器103通过电线130被连接,光电二极管102通过电线131被连接,激光器104通过电线133被连接,并且光电二极管105通过电线132被连接。

[0085] PON 150还被配置为在OLT 100与ONT 101之间双向且同时交换光信号。特别地,同时发射和接收(即光学带内全双工)是在单个波长内通过使用光循环器隔离发射路径与接收路径来执行的。对于OLT 100,它是光循环器106,对于ONT 101,它是光循环器107。因此,作为示例,在激光器104处产生的光信号110被光循环器107偏转到光纤109,并且进一步被光循环器106偏转到光电二极管102。

[0086] 然而,在真实情形中,光循环器未提供完美的隔离并且光泄漏发生。由于这种泄漏,发生从一个发射端口到另一非期望的发射端口。这通过由激光器103产生的光信号112图示,光信号112的一部分经由光循环器106被偏转到光电二极管102。此外,除了泄漏以外,在信号经过分路器时可能会发生反射,在光纤109内和/或在光循环器处可能会发生其他不连续。这种现象通过激光器103处产生的光信号111图示,光信号111被光循环器107反射并且进一步被光循环器106偏转至光电二极管102。

[0087] 因此,在光电二极管102处存在期望的信号110以及非期望的信号111、112。通过信号112图示的非期望的光泄漏在光电二极管102处产生光拍频干扰(OBI)效应,无论是否与通过信号111图示的发射信号的反射结合。还应该理解,该效应也可能存在于光电二极管105处。OBI还在接收器处产生本底噪声的增加,这整体降低了PON 150的性能。

[0088] 此外,为了以非常便利的方式增大光纤容量,PON还可以包括由OLT 100服务的大量ONT。在图2中图示了该PON,由此相同地表示了OLT 100和ONT 101。在OLT 100与ONT 101之间,具体地在光纤109中,呈现了分路器210和211。分路器210与分路器211之间的长度、分路器210与OLT 100之间的长度以及分路器211与ONT 101之间的长度也可以是几千米。这通过环路200、201和202图示。

[0089] 分路器210和211被配置为使得OLT 100可以为附加的ONT服务。分路器210包括被配置为服务多个ONT的连接212,而分路器211包括服务其他更多的ONT的连接213。

[0090] 因此,还应该理解,在如图2所示的配置中也可能会存在OBI效应。然后,由于例如像光分路器210和211的不同不连续处的更多反射,接收器102处期望的信号与非期望的信号的结合甚至可能更复杂。因此,在光电二极管102处所有这些光信号被结合,从而引起OBI效应的产生。

[0091] OBI效应进一步在图3中被图示。在非常接近的具有波长 $\lambda$ 的接收激光器和具有波长 $\lambda'$ 的发射激光器的随机光谱位置301处,因检测光电二极管正执行等效的二次函数的事实,产生OBI。二次函数导致两个光信号的拍频,从而产生与发射波长 $\lambda'$ 与接收波长 $\lambda$ 之间的波长差相关的电分量。两个波长越接近301,在接收器处产生的干扰量302越高305。当两个波长彼此相距越远303时,OBI效应304将越小306。

[0092] 相同的观察还在图4中被图示。在图4中,绘制402了用GHz表示的波长分离400与用dBmV表示的本底噪声401的曲线。如图4所示,当波长分离增大时,由本底噪声401表示的OBI效应变小。

[0093] 还可以借助于图5所示的眼部图案在时域中看到相同的OBI效应。对于较小的波长分离,例如0.01nm 500,眼部图案示出了信号是不可用的500,而将波长推动到0.4nm 502时,信号的质量等效于根本没有OBI。眼部图案501图示了0.1nm的波长差。

[0094] 根据实施例,通过对发射激光器偏置部进行控制的环路减少了OBI效应。图6图示了这种环路610,环路610包括组件600至603,该组件600至603在包括OLT 611和ONT 101的PON中对发射激光器偏置部604进行控制。发射激光器偏置部604控制发射激光器103,使得发射光波长 $\lambda'$ 被保持在相对于在光电二极管102处所接收的接收波长 $\lambda$ 的一定偏置内。这又导致OBI光谱移位至一个频率位置,在该频率位置它可以被滤除因此降低了对所接收的信号质量的影响。

[0095] 波长推动必须足够高以减少OBI,同时必须足够低以用以不迫使发射激光器103在

当前应力下操作。为了满足这些要求,现在参考图9和图6进一步图示被执行以推动波长的步骤。

[0096] 在图6中,所示的情况指25Gbps情况,其中在50Gbps处通过在带内全双工模式中使用25Gbps分量执行发射。环路610执行波长分离。最初,在启动时激光器偏置部604被设置到其最大或最小位置。接下来,通过从光电二极管102处的接收信号得到901OBI等级来监控该接收信号,该接收信号包括期望的信号和假的非期望的信号。如所强调的,最初通过在启动时将激光器偏置部604设置到其最大或最小位置来执行设置902。接下来,获得903信号131,该信号131代表光电二极管103所接收的信号。例如跨导放大器的放大器600放大904信号131。随后,高通滤波器601对结果进行滤波905,以取得大部分的OBI信号。然后,电包络检测器602检测906信号的包络,并且积分器603或低通滤波器通过积分907确定现有OBI能量的量。优选地,由于它意味着OBI已经移位至光谱的更无害的上部,因此该OBI能量值为高。然后,OBI能量值被用于通过将激光器偏置部604设置902为使得它产生波长移位来控制激光器偏置部604。

[0097] 同样地,可以在包括如图7所示的点到多点系统的PON中实现相似的环路610。在图7的说明性实施例中,存在多个ONT 101、711至713,并且多个ONT 101、711至713经由分路器710被连接至具有环路200的相同光纤。

[0098] 现在进一步讨论用于与开关731、存储介质730和激光器偏置部604结合的电路装置740的初始化的方法。在早期ONT 101、711至713连接阶段且无数据被发射,可以顺序地从发射端101、711至713中的每个发射连续光波。在第一步骤中,OLT 741或基础设施侧向第一PON终端即ONT 101发射连续光波,并且且ONT 101向OLT 741发射连续光波。在该发射期间,包括放大器700、低通滤波器701、包络检测器702和积分器703的OLT 741处的环路得到901所接收的射频能量的量作为波长 $\lambda$ 与波长 $\lambda'$ 之间的差。该能量值被用于将激光器偏置部604设置902为将 $\lambda'$ 移位至一个值,该值使该能量值最小。为有源PON终端的ONT 101、711至713中的每个重复该过程,并且激光器偏置部604值被存储在存储介质730中用于进一步使用。根据实施例,环路能够被数字化地实现,使得模数转换器在值被存储在存储介质730中之前操作。随后,转换所存储的值的数模转换器可以被用于将值变换为激光器103的偏置电流或偏置电压。环路具有开关731,用以按照使得环路仅在连续光波发射阶段期间活跃的方式在训练阶段期间激活初始化过程。

[0099] 接下来,在正常操作中,每当PON终端101、711至713被寻址用于数据发射时,被存储在存储介质730中的对应的激光器偏置部值被加载以控制基础设施侧741的激光器103频率用于该具体ONT。

[0100] 由于激光器频率在操作中可能随时间经历了漂移,因此开关731可以被闭合,使得如图6的控制环路所示连续地执行追踪。

[0101] 图8示出了能够实现用于控制光线路终端100的光收发器的方法的实施例的合适的计算系统800。一般地,计算系统800可以被形成为合适的通用计算机,并且包括总线810、处理器802、本地存储器804、一个或多个任意的输入接口814、一个或多个任意的输出接口816、通信接口812、存储元件接口806以及一个或多个存储元件808。总线810可以包括一个或多个导体,该一个或多个导体允许计算系统800的组件之间的通信。处理器802可以包括解译并执行编程指令的任何类型的常规处理器或微处理器。本地存储器804可以包括随机

存取存储器 (RAM)、或存储信息和用于由处理器802执行的指令的另一类型的动态存储设备、和/或只读存储器 (ROM) 或存储由处理器802使用的静态信息和指令的另一类型的静态存储设备。输入接口814可以包括允许操作者或用户将信息输入到计算设备800的一个或多个常规机构, 诸如键盘820、鼠标830、笔、语音识别和/或生物识别机构、相机等。输出接口816可以包括将信息输出给操作者或用户的一个或多个常规机构, 诸如显示器840等。通信接口812可以包括任何收发器类机构, 诸如例如, 使得计算系统800能够与例如电路装置610、740的其他设备和/或系统通信的一个或多个以太网接口。计算系统800的通信接口812可以借助于局域网 (LAN) 或诸如例如互联网的广域网 (WAN) 被连接至另一计算系统。存储元件接口806可以包括诸如例如用于将总线810连接至诸如一个或多个本地磁盘 (例如, SATA 磁盘驱动器) 的一个或多个存储元件808的串行高级技术附件 (SATA) 接口或小型计算机系统接口 (SCSI) 的存储接口, 并控制从这些存储元件808读取数据和/或将数据写入这些存储元件808。尽管上述 (多个) 存储元件808被描述成本地磁盘, 但是一般地, 可以使用诸如可移除磁盘、诸如CD或DVD的光存储介质、ROM磁盘、固态驱动器、闪存存储卡等的任何其他合适的计算机可读介质。因此, 计算系统800可以对应于如图6或图7所示的实施例中的控制器电路装置610或740。

[0102] 如本申请中所使用的, 术语“电路装置”可以指下列各项中的一个或多个或全部:

[0103] (a) 纯硬件电路实现, 诸如在仅模拟和/或数字电路装置中的实现; 以及

[0104] (b) 硬件电路和软件的结合, 诸如 (如果适用):

[0105] (i) (多个) 模拟和/或数字硬件电路与软件/固件的结合; 以及

[0106] (ii) 具有软件的 (多个) 硬件处理器的任何部分 (包括一起工作以使诸如移动电话或服务器的装置执行各种功能的 (多个) 数字信号处理器、软件和 (多个) 存储器); 以及

[0107] (c) (多个) 硬件电路和/或 (多个) 处理器, 诸如 (多个) 微处理器或 (多个) 微处理器的一部分, 其要求软件 (例如, 固件) 用于操作, 但是软件在其不需要用于操作时可能不存在。

[0108] 电路装置的该定义适用于本申请中、任何权利要求中包括的该术语的所有使用。作为另一示例, 如本申请中所使用的, 术语电路装置还涵盖了纯硬件电路或处理器 (或多个处理器) 或硬件电路或处理器的一部分和其附属软件和/或固件的实现。术语电路装置还涵盖了 (例如, 如果适用) 特定权利要求元件、针对移动设备的基带集成电路或处理器集成电路、或服务器、蜂窝网络设备或其他计算或网络设备中的相似集成电路。

[0109] 尽管已经参考具体实施例对本发明进行了说明, 但是对本领域技术人员而言明显的是, 本发明不限于前述说明性实施例的细节, 并且本发明可以在不脱离本发明的范围的情况下利用各种改变和修改实施。因此, 本文实施例应当被认为在全部方面都是说明性的而非限制性的, 本发明的范围由所附权利要求指示而不由前面的描述指示, 因此落入权利要求范围内的所有改变旨在被涵盖在本发明的范围内。

[0110] 此外, 本专利申请的读者将理解, 词语“包括 (comprising)”或“包括 (comprise)”不排除其他元件或步骤, 词语“一 (a)”或“一个 (an)”不排除多个, 并且诸如计算机系统、处理器或另一集成单元的单个元件可以完成权利要求中阐述的多个部件的功能。权利要求中的参考标号不应该被解释为限制相关的各个权利要求。术语“第一”、“第二”、“第三”、“a”、“b”、“c”等在说明书和权利要求中使用时被引入以区分相似的元件或步骤且不必按先后顺

序或时间顺序描述。相似地,术语“顶部”、“底部”、“在.....之上”、“在.....之下”等被引入以用于描述性目的并且不必表示相对位置。将理解,所使用的术语在合适的环境下可互换,并且本发明的实施例能够根据本发明按其他顺序或沿与上面描述或说明的(多个)方向不同的方向操作。

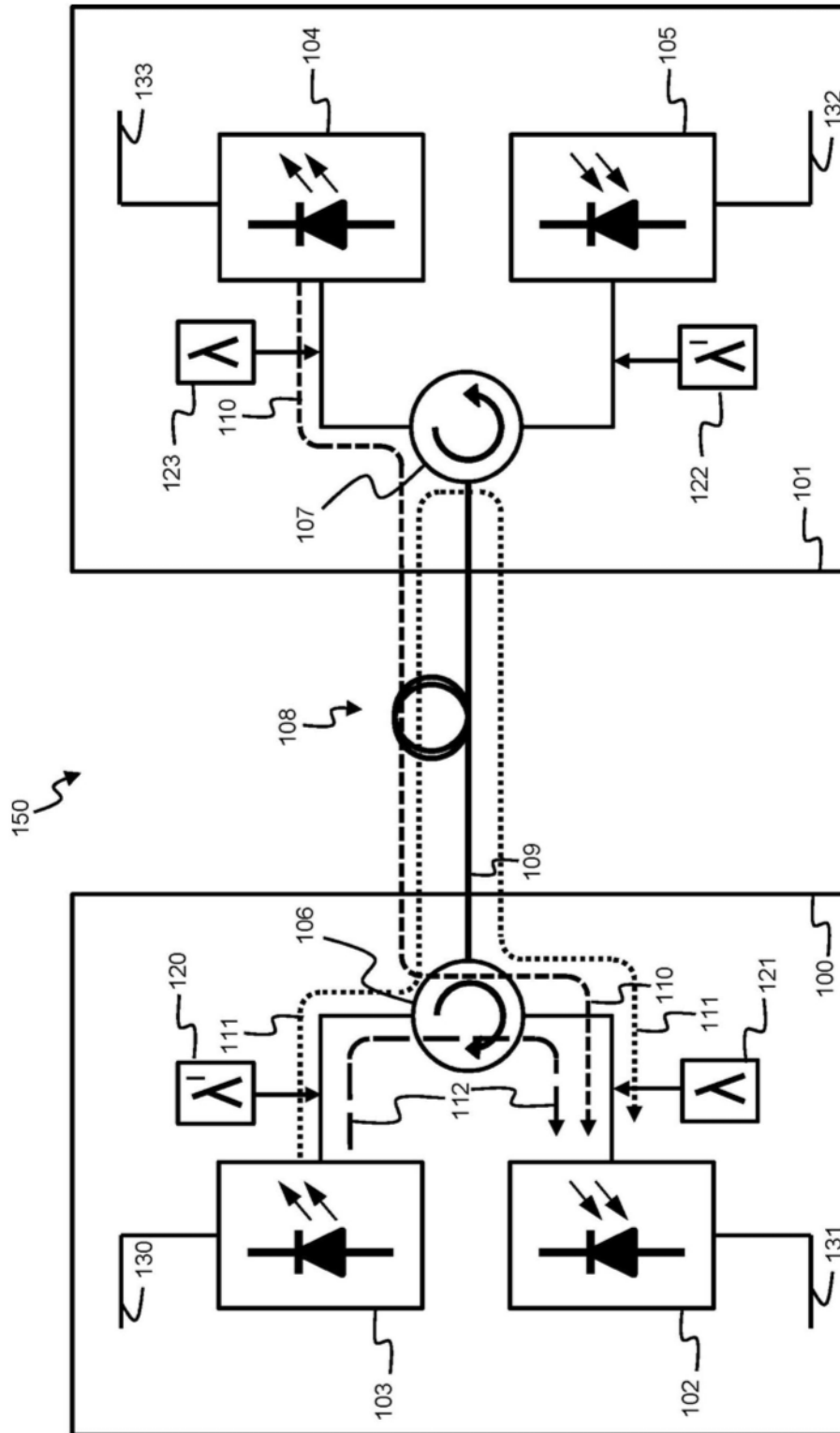


图1

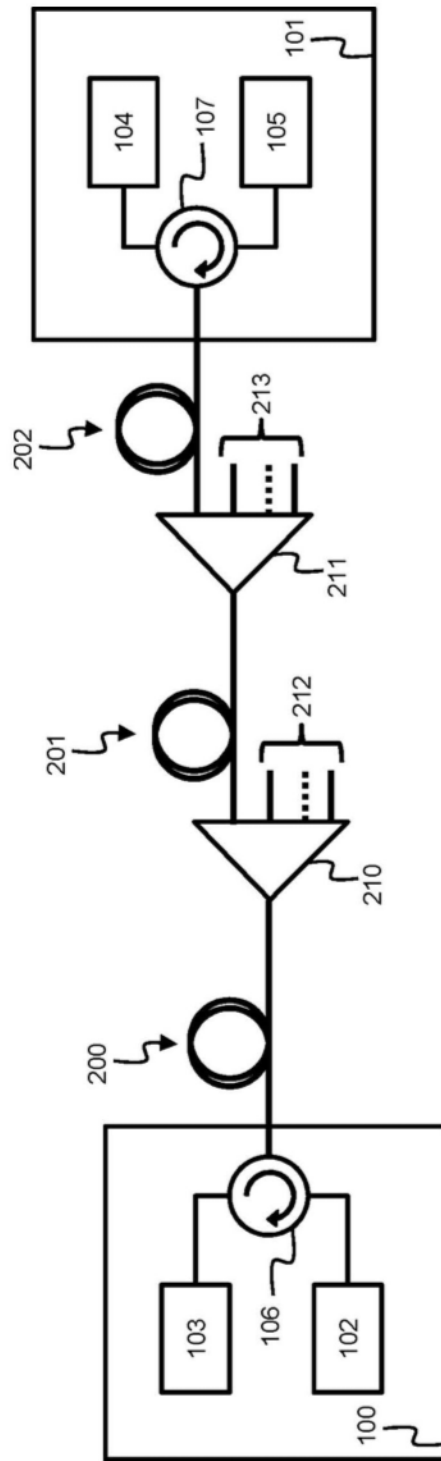


图2

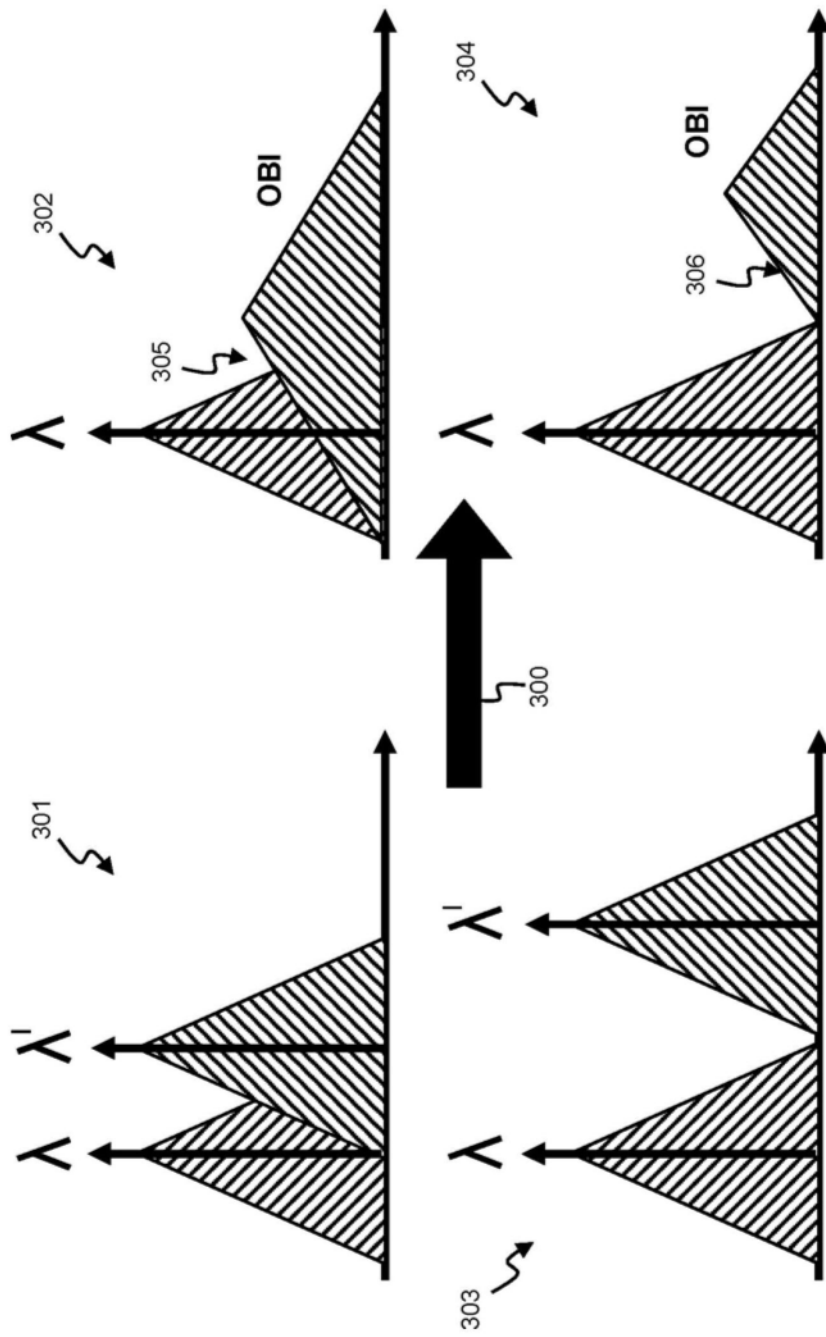


图3

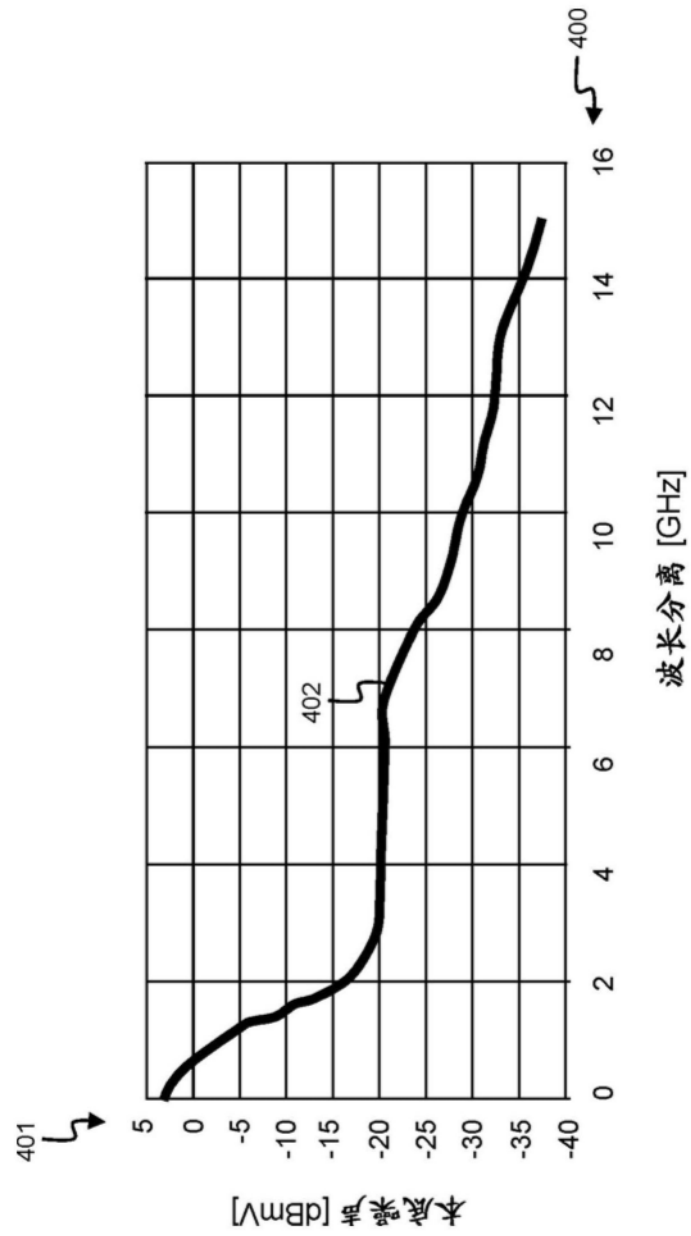


图4

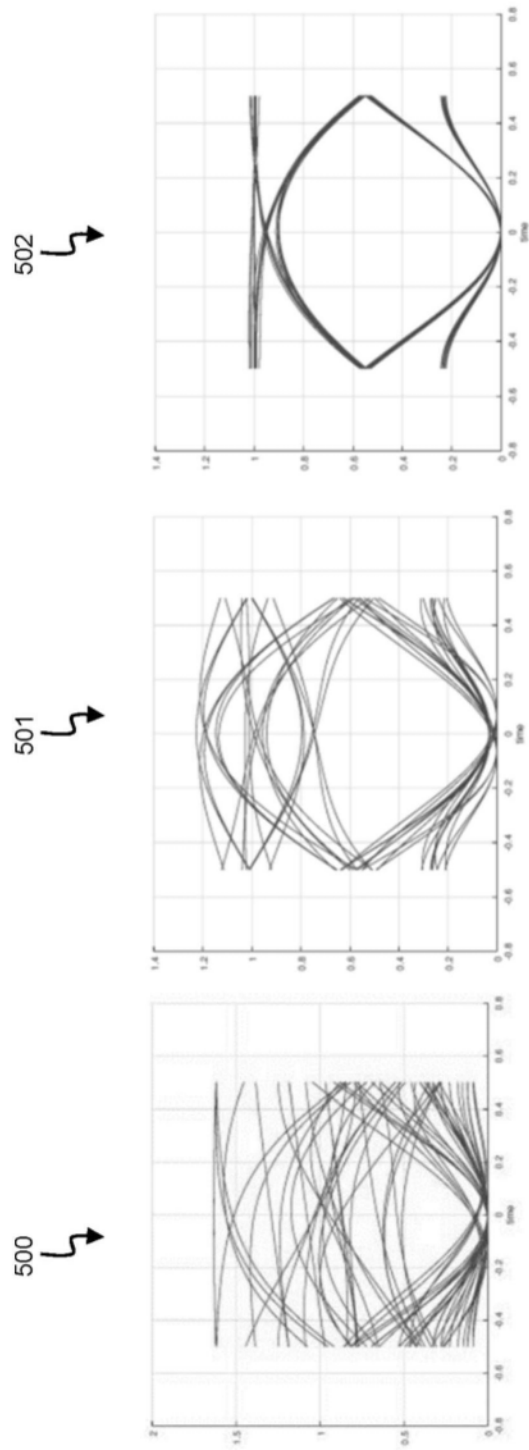


图5

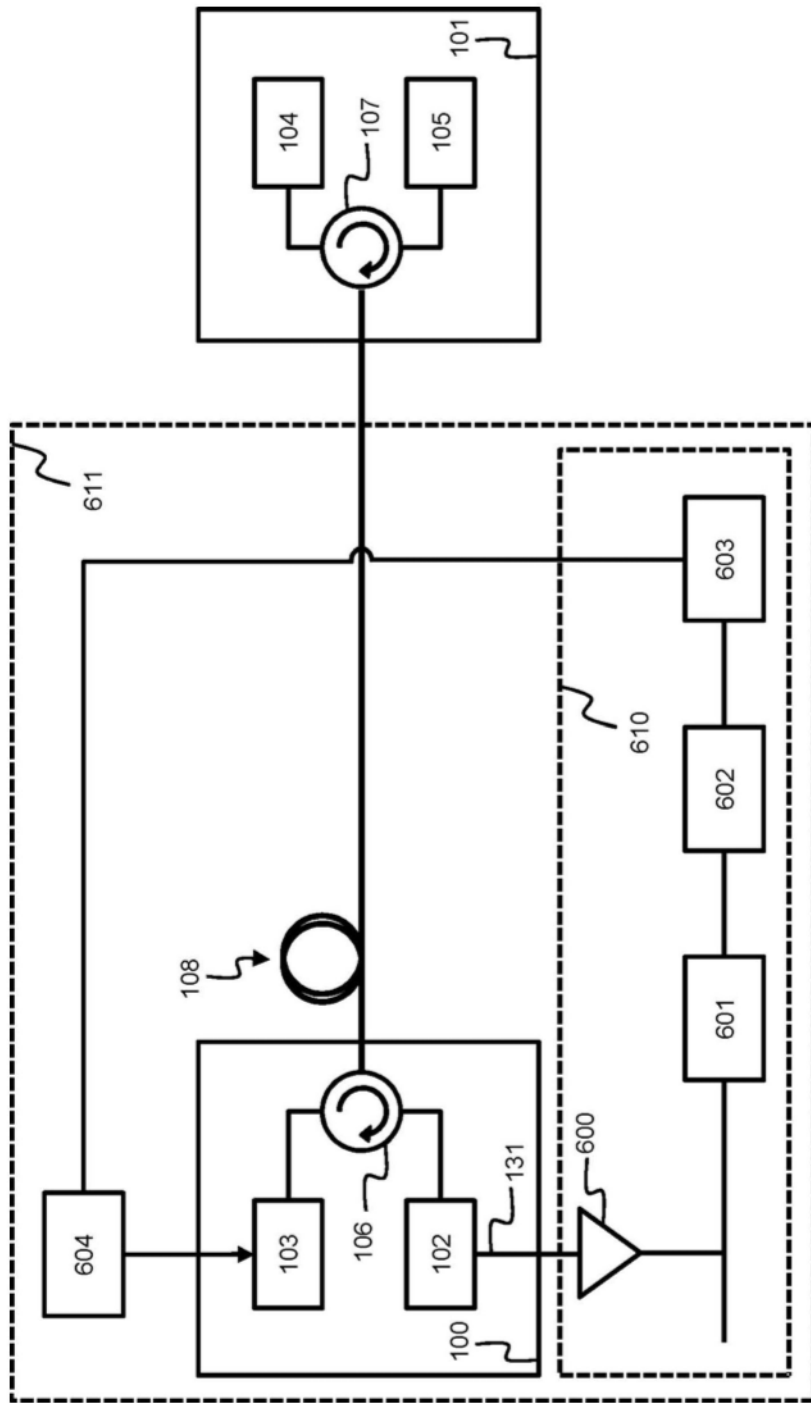


图6

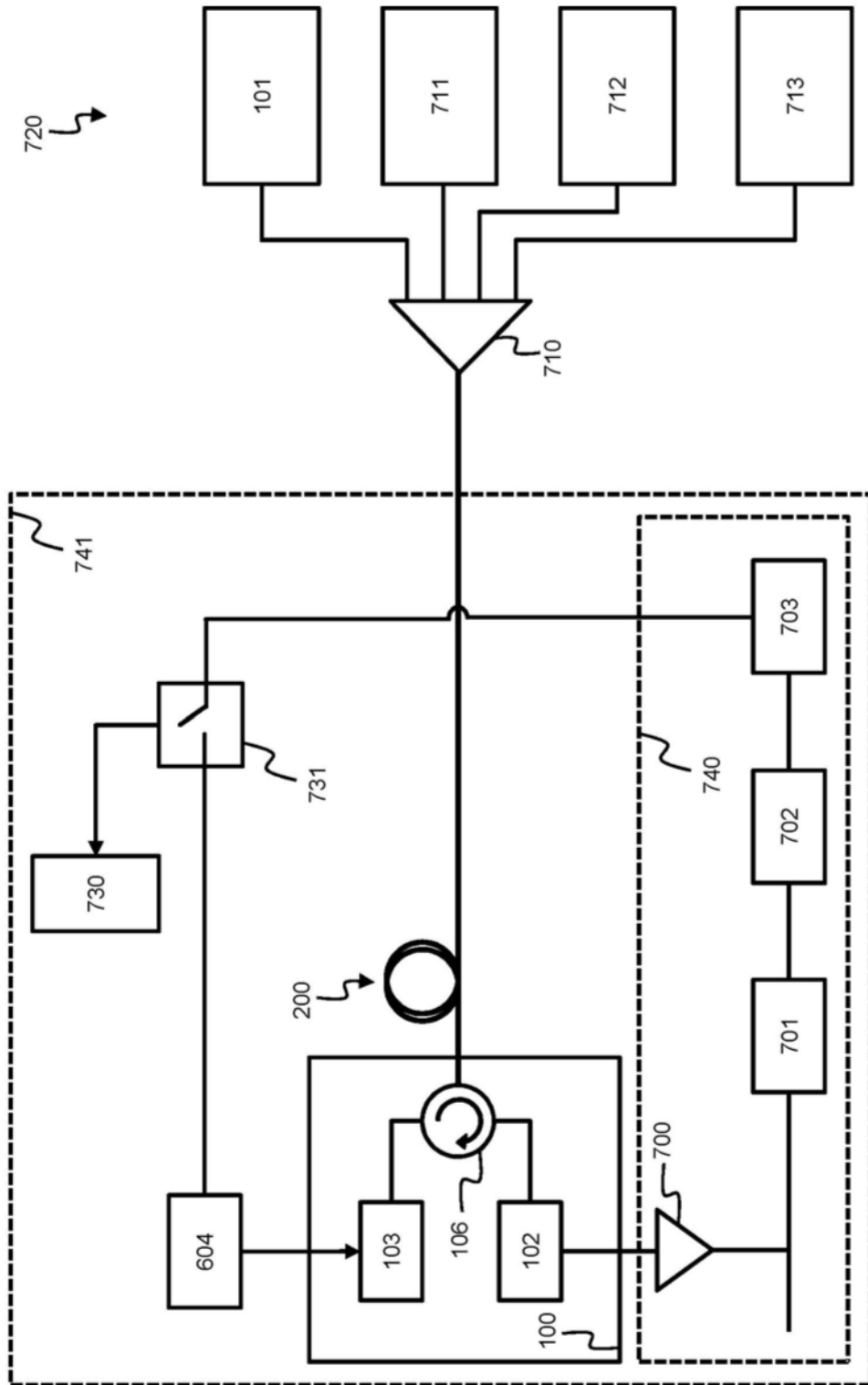


图7

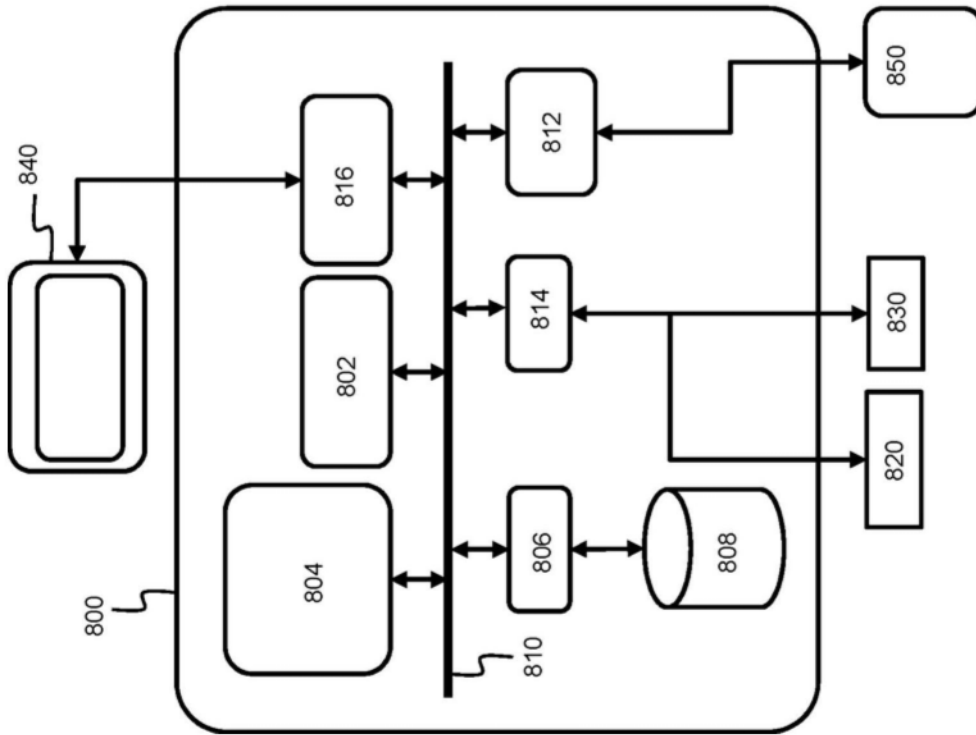


图8

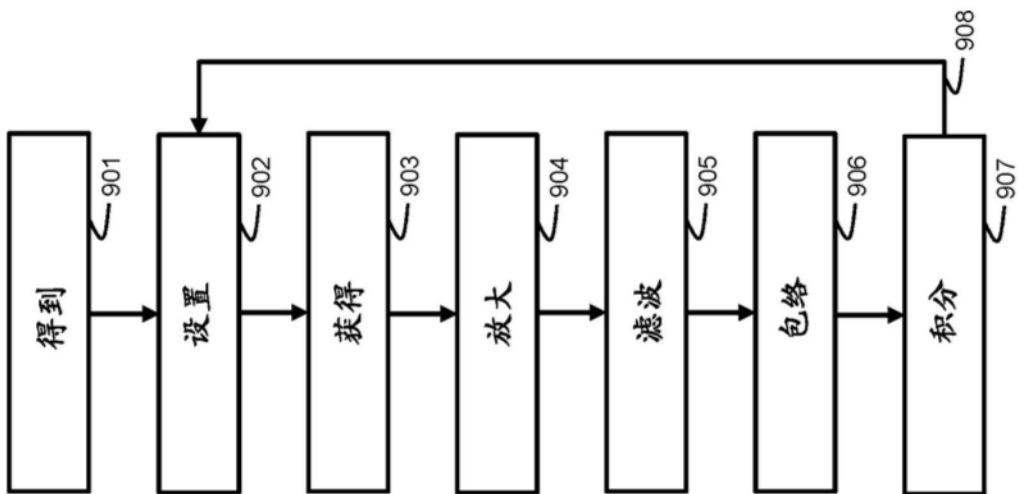


图9