

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102859906 A

(43) 申请公布日 2013. 01. 02

(21) 申请号 201080066537. 8

代理人 姜冰 朱海煜

(22) 申请日 2010. 05. 11

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

H04B 10/2587(2013. 01)

10161606. 8 2010. 04. 30 EP

H04L 27/20(2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 10. 30

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2010/056456 2010. 05. 11

(87) PCT申请的公布数据

W02011/134536 EN 2011. 11. 03

(71) 申请人 瑞典爱立信有限公司

地址 瑞典斯德哥尔摩

(72) 发明人 M. 普雷西 E. 恰拉梅拉

F. 卡瓦利尔 L. 班奇

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

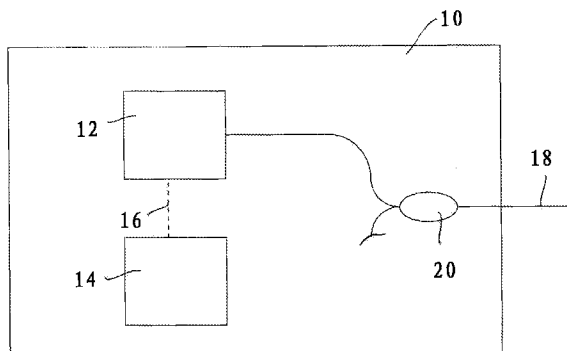
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 7 页

(54) 发明名称

无源光学网络

(57) 摘要

一种光学网络单元(10)包括反射半导体光学放大器(R-SOA)(12)和驱动器(14)。所述R-SOA具有大的光学限制因子和被布置成接收具有信号波长和信号功率的下游光学信号的一部分。所述驱动器被布置成生成驱动信号(16)以驱动所述R-SOA。所述驱动信号被布置成引起所述R-SOA以所述信号功率在饱和中操作。所述驱动信号还被布置成引起所述R-SOA将归零线路码应用于所述下游光学信号的所述部分,从而以所述信号波长来形成上游光学信号。所述驱动信号还被布置成引起所述R-SOA将相位调制应用于所述上游光学信号。



1. 一种光学网络单元,包括:

反射半导体光学放大器,具有大的光学限制因子和被布置成接收具有信号波长和信号功率的下游光学信号的一部分;以及

驱动器,布置成生成驱动信号以驱动所述反射半导体光学放大器,所述驱动信号被布置成引起所述反射半导体光学放大器以所述信号功率在饱和中操作,以及引起所述反射半导体光学放大器将归零线路码应用于所述下游光学信号的所述部分,从而以所述信号波长来形成上游光学信号,以及将相位调制应用于所述上游光学信号。

2. 如权利要求 1 中要求的光学网络单元,其中,所述相位调制包括应用于所述上游光学信号的光脉冲的相位线性调频。

3. 如权利要求 2 中要求的光学网络单元,其中,所述相位线性调频与所述上游光学信号相应的光脉冲的光学功率的导数成比例。

4. 如权利要求 1 至 3 任一项中要求的光学网络单元,其中,所述反射半导体光学放大器具有至少 4 的光学限制因子。

5. 如任一之前的权利要求中要求的光学网络单元,其中,所述下游光学信号包括连续波光学信号和反向归零线路编码的光学信号中的一个。

6. 如权利要求 5 中要求的光学网络单元,其中,所述下游光学信号包括反向归零线路编码的光学信号,以及所述驱动信号被布置成引起所述反射半导体光学放大器将归零线路码应用于所述下游光学信号的所述部分以将它再调制从而以所述信号波长来形成上游光学信号。

7. 如权利要求 6 中要求的光学网络单元,其中,所述光学网络单元还包括信号同步化设备,所述设备配置成相对于所述反向归零线路编码的下游光学信号通过二分之一比特来交织所述归零线路编码的上游光学信号。

8. 一种无源光学网络,包括:

光学线路终端,包括布置成生成具有信号波长的下游光学信号的光学传送器;

如任一之前权利要求中要求的光学网络单元;以及

光学链路,耦合在所述光学线路终端和所述光学网络单元之间,以及布置成在其间传送下游和上游光学信号。

9. 一种传送无源光学网络中数据的方法,所述方法包括:

在具有大的光学限制因子的反射半导体光学放大器来接收具有信号波长的下游光学信号的一部分;以及

驱动所述反射半导体光学放大器将归零线路码应用于下游光学信号的所述部分,从而以所述信号波长来形成上游光学信号,以及将相位调制应用于所述上游光学信号。

10. 如权利要求 9 中要求的方法,其中,所述下游光学信号包括连续波光学信号和反向归零线路编码的光学信号中的一个。

11. 如权利要求 9 或 10 中要求的方法,其中,所述反射半导体光学放大器被驱动以将包括相位线性调频的相位调制应用于所述上游光学信号的光脉冲。

12. 如权利要求 11 中要求的方法,其中,所述相位线性调频与所述上游光学信号相应的光脉冲的光学功率的导数成比例。

13. 一种数据载体,具有在其中实施的计算机可读指令,用于提供对处理器上可用资

源的访问,所述计算机可读指令包括引起所述处理器生成驱动信号的指令,所述驱动信号驱动反射半导体光学放大器将归零线路码应用于下游光学信号的所述部分,从而以所述信号波长来形成上游光学信号,以及将相位调制应用于所述上游光学信号。

14. 如权利要求 13 中要求的数据载体,其中,所述计算机可读指令包括引起所述处理器生成驱动信号以驱动所述反射半导体光学放大器将包括相位线性调频的相位调制应用于所述上游光学信号的光脉冲的指令。

15. 如权利要求 14 中要求的数据载体,其中,所述相位线性调频与所述上游光学信号相应的光脉冲的光学功率的导数成比例。

无源光学网络

技术领域

[0001] 本发明涉及一种光学网络单元、一种包括该光学网络单元的无源光学网络、以及一种传送无源光学网络中数据的方法。

背景技术

[0002] 与其它光纤接入技术相比较,无源光学网络(PON)中波分复用(WDM)鲜明地增加光纤链路容量,特别地如果相同光学载波被用于相同光纤中传播的下游和上游信号。将相同波长重用于下行链路和上行链路传送的WDM PON系统允许系统容量和用户数量被加倍(如与一对波长被用于每个双向信道的WDM PON相比较)。然而,将相同波长重用于上游传送要求在上游数据之前下游数据调制要被去除。这导致上游信号上另外的功率代价(penalty),由沿着光学链路剩余的下游调制和光学反射所引起。

[0003] 一个解决方案将反射半导体光学放大器(RSOA)用作在光学网络单元(ONU)的无色传送器。下游信号的部分被分接(tap)和发送到RSOA输入。如果分接的信号功率足够高(典型地大于-10dBm),则它使RSOA饱和,这清除下游调制以便上游数据能够被应用于RSOA电输入。该解决方案面临以下问题:使RSOA饱和所需要的高输入光学功率限制实际系统中可实现的跨度预算(span budget)(给定PON为小于5km的典型到达范围(reach))。

[0004] 在第二解决方案中,下游业务是通过使用直接调制的激光二极管所调制的FSK(频移键控),适当地被偏置以便具有小的剩余振幅调制和尖的线性调频(chirp)响应,从而最大化任何驱动电流变化引起的频移。在ONU,接收的信号被分裂成两部分:一部分被发送到下游接收器前面的光学滤波器,而另一部分被上游数据用作光学载波,以及与上游数据一起被RSOA再调制。滤波器的功能是要将FSK调制格式转换成ASK(幅移键控)格式。这通过将光学载波频率定位光学滤波器的斜边缘(slope edge)中的一个上来实现。类似的方案采用DPSK(微分相移键控)调制而不是FSK:这要求在下游传送器和干涉仪的相位调制器代替用于ASK转换的光学滤波器。这些布置中干涉仪或滤波器的成本是一缺点,以及另外的元件被要求以提供专用电路或滤波器的热控制从而追踪下游光学载波的任何漂移。

[0005] 另一解决方案(Presi等人,“A 80km reach fully passive WDM-PON based on reflective ONUs”,Optics Express,vol. 16,no. 23, pp19043-19048,10 November 2008所报导的)将RZ(归零)和IRZ(反向归零)调制格式分别用于上游和下游传送。在ONU,RSOA再调制和放大所接收的下游IRZ信号的种子部分以生成RZ上游数据信号。RSOA在饱和区之外被操作,这与使用IRZ/RZ线路编码(line coding)对一起增加功率预算以及因此增加最大可实现的PON的到达范围。

发明内容

[0006] 一目的是,提供一种改善的光学网络单元。另一目的是,提供一种改善的无源光学网络。另一目的是,提供一种改善的传送无源光学网络中数据的方法。

[0007] 本发明的第一方面提供一种光学网络单元,包括反射半导体光学放大器和驱动

器。所述反射半导体光学放大器具有大的光学限制因子和被布置成接收具有信号波长和信号功率的下游光学信号的一部分。所述驱动器被布置成生成驱动信号以驱动所述反射半导体光学放大器。所述驱动信号被布置成引起所述反射半导体光学放大器以所述信号功率在饱和中操作。所述驱动信号还被布置成引起所述反射半导体光学放大器将归零线路码应用于所述下游光学信号的所述部分,从而以所述信号波长来形成上游光学信号。所述驱动信号还被布置成引起所述反射半导体光学放大器将相位调制应用于所述上游光学信号。

[0008] 驱动所述反射半导体光学放大器将相位调制应用于所述上游光学信号降低所述上游光学信号的相干时间。下游和上游光学信号在其中传播的光学链路中生成的任何反射(诸如瑞利背散射(Rayleigh back-scattering))将因此不相干地干扰下游和上游光学信号。这可减轻光学链路中的光学反射代价以及可增加对下游和上游光学信号之间光学串扰(cross-talk)的光学链路的弹性(resilience)。

[0009] 在一实施例中,所述驱动信号被布置成另外引起所述反射半导体光学放大器放大所述上游光学信号。

[0010] 在一实施例中,所述相位调制包括应用于所述上游光学信号的光脉冲的相位线性调频。将相位线性调频应用于上游光学信号导致上游信号不与所述下游信号相干,这可减轻信号在其中传播的光学链路中的光学反射代价。以低的比特率,诸如 PON 中使用的 1.25Gb/s 率,线性调频引入上游光学信号上的非显著的色散代价。

[0011] 在一实施例中,所述相位线性调频与所述上游光学信号相应的光脉冲的光学功率的导数(derivative)成比例。归零线路编码的上游信号中的每个逻辑“1”经历两个光学功率转变以及因此正和负相位线性调频被应用于每个“1”比特。可因此使得上游光学信号被高度线性调频,具有显著降低的相干时间。

[0012] 在一实施例中,所述反射半导体光学放大器具有至少 4 的光学限制因子。大的光学限制因子导致所述反射半导体光学放大器将大的相位线性调频应用于上游“1”比特。

[0013] 在一实施例中,所述下游光学信号包括连续波光学信号和反向归零线路编码的光学信号中的一个。光学网络单元可因此通过 CW 光学信号被远程地播种(seed),或者可与 Presi 等人(同上)所报导的 RZ/IRZ 再调制技术一起被使用,以极大地增强 WDM PON 的性能。

[0014] 在一实施例中,所述下游光学信号包括反向归零线路编码的光学信号,以及所述驱动信号被布置成引起所述反射半导体光学放大器将归零线路码应用于所述下游光学信号的所述部分以将它再调制从而以所述信号波长来形成上游光学信号。

[0015] 在一实施例中,所述反向归零线路编码的光学信号包括具有大约百分之五十的占空比的暗脉冲。

[0016] 在一实施例中,在收到具有脉冲前边缘和脉冲尾部的暗脉冲时,所述反射半导体光学放大器可操作,以抑制暗脉冲尾部从而形成对上游光学信号的逻辑零或放大暗脉冲尾部从而形成逻辑一,以及在收到光脉冲时,所述反射半导体光学放大器可操作,以抑制所述脉冲的二分之一从而形成逻辑一或抑制全部脉冲以形成逻辑零。

[0017] 在一实施例中,所述光学网络单元还包括信号同步化设备,配置相对于所述反向归零线路编码的下游光学信号通过二分之一比特(one half bit)来交织(interleave)所述归零线路编码的上游光学信号。在一实施例中,所述信号同步化设备包括时钟及数据恢复设备,布置成接收下游光学信号的另一部分以及从所述下游光学信号恢复时钟信号。

[0018] 本发明的第二方面提供一种无源光学网络,包括光学线路终端、光学网络单元和光学链路。所述光学线路终端包括布置成生成具有信号波长的下游光学信号的光学传送器。所述光学网络单元如以上被描述。所述光学链路在所述光学线路终端和所述光学网络单元之间被耦合,以及被布置成在其间传送下游和上游光学信号。

[0019] 将相位调制应用于所述上游光学信号引起所述上游光学信号的频率改变,导致所述上游光学信号不与所述下游光学信号相干。这可减轻光学链路中的光学反射代价,以及可增加对下游和上游光学信号之间光学串扰的光学链路的弹性。

[0020] 本发明的第三方面提供一种传送无源光学网络中数据的方法。所述方法包括以下步骤:

在具有大的光学限制因子的反射半导体光学放大器来接收具有信号波长的下游光学信号的一部分;以及驱动所述反射半导体光学放大器将归零线路码应用于下游光学信号的所述部分,从而以所述信号波长来形成上游光学信号,以及将相位调制应用于所述上游光学信号。

[0021] 驱动所述反射半导体光学放大器将相位调制应用于所述上游光学信号降低所述上游光学信号的相干时间。下游和上游光学信号在其中传播的光学链路中生成的任何反射(诸如瑞利背散射)将因此不相干地干扰下游和上游光学信号。这可减轻光学链路中的光学反射代价以及可增加对下游和上游光学信号之间光学串扰的光学链路的弹性。

[0022] 在一实施例中,所述下游光学信号包括连续波光学信号和反向归零线路编码的光学信号中的一个。通过 CW 光学信号远程地播种可以被实现,或者所述方法可与 Presi 等人(同上)所报导的 RZ/IRZ 再调制技术一起被使用,以极大地增强 WDM PON 的性能。

[0023] 在一实施例中,所述反射半导体光学放大器被驱动以将包括相位线性调频的相位调制应用于所述上游光学信号的光脉冲。

[0024] 在一实施例中,所述相位线性调频与所述上游光学信号相应的光脉冲的光学功率的导数成比例。归零线路编码的上游信号中的每个逻辑“1”经历两个光学功率转变以及因此正和负相位线性调频被应用于每个“1”比特。可因此使得上游光学信号被高度线性调频,具有显著降低的相干时间。

[0025] 本发明的第四方面提供一种数据载体,其具有在其中实施的计算机可读指令,用于提供对处理器上可用资源的访问。所述计算机可读指令包括引起所述处理器生成驱动信号以驱动反射半导体光学放大器的指令。所述驱动信号被布置以引起所述反射半导体光学放大器将归零线路码应用于下游光学信号的所述部分,从而以所述信号波长来形成上游光学信号,以及将相位调制应用于所述上游光学信号。

[0026] 所述数据载体可包括电或光学信号,以便所述数据可从远程地点、电子存储器装置或电子数据存储媒体来下载。

[0027] 在一实施例中,所述计算机可读指令包括引起所述处理器生成驱动信号以驱动所述反射半导体光学放大器将包括相位线性调频的相位调制应用于所述上游光学信号的光脉冲的指令。

[0028] 在一实施例中,所述相位线性调频与所述上游光学信号相应的光脉冲的光学功率的导数成比例。

附图说明

- [0029] 图 1 是根据本发明第一实施例的光学网络单元的示意表示；
- 图 2 是根据本发明第二实施例的光学网络单元的示意表示；
- 图 3 是根据本发明第三实施例的光学网络单元的示意表示；
- 图 4 示出(a)通过图 3 的光学网络单元的 R-SOA 应用于归零(RZ)线路编码的上游数据信号的相位调制(上部的线路),以及(b) RZ 线路编码的上游数据信号的强度调制；
- 图 5 是根据本发明第四实施例的无源光学网络的示意表示；
- 图 6 是根据本发明第五实施例的无源光学网络的示意表示；
- 图 7 是根据本发明第六实施例的无源光学网络的示意表示；
- 图 8 示出对图 7 的无源光学网络的作为信号对串扰比率(dB)的函数的上游接收器灵敏度(dBm)；
- 图 9 示出功率代价(dB)作为对图 7 的无源光学网络的同步化延迟(ps)的函数；
- 图 10 示出根据本发明第七实施例的传送无源光学网络中数据的方法步骤；以及
- 图 11 示出根据本发明第八实施例的传送无源光学网络中数据的方法步骤。

具体实施方式

- [0030] 本发明的第一实施例提供如图 1 中示出的一种光学网络单元 10。
- [0031] 光学网络单元(ONU)10 包括反射半导体光学放大器(R-SOA)12 和驱动器 14,驱动器 14 布置成生成驱动信号 16 以驱动 R-SOA 12。
- [0032] R-SOA 12 具有大的光学限制因子并且被布置成接收下游光学信号的一部分。在该示例中,下游光学信号被递送到 ONU 10 的光学单元 18,以及下游光学信号的一部分通过分光器 20 被路由到 R-SOA。下游光学信号具有信号波长和信号功率。
- [0033] 驱动信号 16 被布置成引起 R-SOA 12 以所述信号功率在饱和中操作。驱动器 14 被布置成生成驱动信号 16 以引起 R-SOA 12 将归零(RZ)线路码应用于在 R-SOA 12 所接收的所述下游光学信号的所述部分从而以所述信号波长来形成上游光学信号。驱动器 14 还被布置成生成驱动信号 16 以引起 R-SOA 12 将相位调制应用于上游光学信号。
- [0034] 根据本发明第二实施例的光学网络单元 30 在图 2 中被示出。
- [0035] ONU 30 包括 R-SOA 32 和布置成生成驱动信号 36 的驱动器 34。R-SOA 32 具有大的光学限制因子(在该示例中 4 的限制因子),以及被布置成接收下游光学信号的一部分。所述下游光学信号在光学输入 38 被接收,以及所述下游光学信号的一部分经由分光器 40 被路由到 R-SOA 32。所述下游光学信号可包括连续波(CW)光学信号或可包括反向归零(IRZ)线路编码的光学信号。所述下游光学信号具有信号波长和信号功率。
- [0036] 驱动器 34 被布置成生成驱动信号 36 以引起 R-SOA 32 以所述信号功率在饱和中操作。驱动信号 36 还被布置成引起 R-SOA 32 将 RZ 线路码应用于所述下游光学信号的所述部分从而以所述信号波长来形成上游光学信号。
- [0037] 所述驱动器还被布置成生成驱动信号以驱动 R-SOA 32 从而引起 R-SOA 将相位线性调频应用于上游 RZ 光学信号的逻辑“1”比特。
- [0038] 由于 R-SOA 32 中的增益相位耦合,R-SOA 32 调制的 CW 光学信号具有应用于它的对应的相位调制,通过下式给定：

$$\phi(t) = \frac{-\alpha_{eff}}{2} \ln(\Delta G(t))$$

其中, $-\alpha_{eff}$ 是 SOA 的线宽增强因子。

[0039] 因为 R-SOA 32 的增益取决于应用于 R-SOA 的驱动信号, 所以用 RZ 信号驱动 R-SOA 32 将导致在每个逻辑 1 比特的两个相反的相变, 产生上游 RZ 线路编码的光学信号(其中每个逻辑 1 具有应用于它的正和负的相位线性调频), 导致高度线性调频的上游光学信号。因为线性调频的量与驱动信号的导数成比例, 所以用 RZ 线路码来驱动确保上游光学信号被连续地相位线性调频。

[0040] 以低的比特率(诸如, 典型的无源光学网络的 1.25Gb/s 比特率), 应用于上游光学信号的所得到的线性调频引入非显著的色散代价。RZ 线路编码的上游光学信号因此被产生, 其具有定期的相位变化, 这有效地降低上游光学信号的相干时间。以该方式将相位线性调频应用于上游光学信号显著地降低上游光学信号的相干时间, 意味着光学链路中生成的任何反射(诸如瑞利背散射)将不相干地干扰上游光学信号, 这改善对光学串扰的光学链路的弹性。

[0041] 图 4 示出 RZ 线路编码的上游光学信号 60 和应用 RZ 上游光学信号的对应的相位调制 62。

[0042] 根据本发明第三实施例的光学网络单元 50 在图 3 中被示出。该实施例的 ONU 50 基本上与图 2 的 ONU 相同, 具有以下修改。对于对应的特征, 相同的参考数字被保留。

[0043] 在该实施例中, 下游光学信号包括 IRZ 线路编码的光学信号以及 ONU 50 还包括同步化设备 52。同步化设备 52 包括光学检测器 54 和时钟及数据恢复单元(CDR) 56。

[0044] 下游光学信号的一部分经由分光器被路由到 R-SOA 32, 而下游光学信号的另一部分经由分光器 40 被路由到光学检测器 54。CDR 56 从检测的下游光学信号恢复时钟信号, 并且将所述时钟信号 58 提供给驱动器 34。

[0045] 驱动器 34 被布置成生成驱动信号以引起 R-SOA 32 将 RZ 线路码应用于下游光学信号的所述部分以形成上游光学信号, 所述上游光学信号相对于 IRZ 下游光学信号通过二分之一比特来交织。

[0046] 图 5 示出根据本发明第四实施例的无源光学网络 70。无源光学网络(PON) 70 包括光学链路终端(OLT) 72、图 1 中示出的 ONU 10 以及光学链路 74。

[0047] OLT 72 包括光学传送器 76, 其布置成生成具有信号波长和信号功率的下游光学信号。

[0048] 光学链路 74 在 OLT 72 和 ONU 10 之间被耦合, 以及被布置成在 OLT 72 和 ONU 10 之间传送下游和上游光学信号。

[0049] 根据本发明第五实施例的 PON 80 在图 6 中被示出。PON 80 包括 OLT 82、图 3 中示出的 ONU 50 以及光学链路 84。

[0050] OLT 82 包括光学传送器 86 和光学接收器 88。光学传送器 86 被布置成生成 IRZ 线路编码的下游光学信号, 其经由光学循环器 90 被耦合到光学链路 84。光学接收器 88 被布置成接收 RZ 线路编码的上游光学信号, 以及经由光学循环器 90 被耦合到光学链路 84。

[0051] 光学链路 84 在 OLT 82 和 ONU 50 之间被耦合, 以及被布置成在 OLT 82 和 ONU 50 之间传送下游和上游光学信号。

[0052] ONU 50 的构造和操作如以上连同图 3 被描述。然而,将意识到的是,图 2 的 ONU 30 可备选地被使用。

[0053] 根据本发明第六实施例的 PON 90 在图 7 中被示出。PON 90 基本上与图 6 的 PON 80 相同,具有以下修改。对于对应的特征,相同的参考数字被保留。

[0054] 在该实施例中,ONU 92 还包括分析所接收的下游光学信号的比特误差率(BER)单元 94 和光学延迟线路 96。驱动器 34 包括脉冲图形生成器(PPG)98,其布置成生成包括具有 8b10b 线路编码的伪随机比特序列(PRBS)的 RZ 数据信号。驱动器 34 还包括 7 伏特峰峰值电信号生成器 100,其生成对 R-SOA 32 的驱动信号。

[0055] 给光学链路 84 提供具有 0.8nm 线宽的可调的光学滤波器 104 和可变的光学衰减器 102。光学链路 84 包括 26km 的单模光纤(SMF)。

[0056] 在该实施例中,OLT 94 中的光学检测器 88 随后为 DC 信号块(block)106 和低通滤波器 108,以及 BER 单元 110,以用于检测的上游光学信号的分析。

[0057] 光学传送器 86 包括脉冲图形生成器(PPG)112,其布置成用包括 1.25 Gb/s 8b10b 线路编码的 PRBS 的 IRZ 线路编码的驱动信号来驱动 DFB 激光 114。所得到的 IRZ 线路编码的下游光学信号经由偏振加扰器(PS)116 和可变的光学衰减器 118 被传送到光学循环器 90 以用于耦合到光学链路 84 中。偏振加扰器 116 被布置成以 6 kHz 的频率来随机地旋转信号偏振。

[0058] 可变的光学衰减器 120 在光学循环器 90 和光学检测器 88 之间被提供。

[0059] 图 7 的 PON 901 已被用于调查 ONU 92 的串扰减轻性能,如下。

[0060] 在 OLT,DFB 激光 114 通过 IRZ 序列以 1.25 Gb/s 使用 8b10b 线路编码的 2^{11-1} PRBS 来直接地调制,以仿真 GbE 数据流。所得到的 IRZ 调制的光学信号穿过偏振加扰器 116,其以 6 kHz 的频率来随机地旋转信号偏振。可变的光学衰减器 102、118 被用于设置在 OLT 上游接收器 88 的信号对串扰比率。在该配置中,串扰贡献主要地通过来自下游光学信号的瑞利背散射的(RBS)光来提供。在此使用的光学链路 84 具有大约 -34dB 的 RBS 回波损耗(return loss)。可变的光学衰减器 118 被用于设置 RBS 串扰功率而可变的光学衰减器 102 被用于设置上游光学信号功率。

[0061] 在 ONU 92,下游光学信号通过分光器 40 被功率分裂,以及被路由到光学接收器 54 和 R-SOA 32。ONU 接收器包括雪崩光电检测器(APD)54 和 CDR 单元 56。恢复的时钟信号被用于评定下游光学信号性能以及提供对上游光学信号的同步化。

[0062] 上游 RZ 信号是下游 IRZ 信号的反转的(inverted)逻辑复本。

[0063] 图 8 示出在上游接收器 88 以各种串扰水平所记录的光学代价。如能看到的,对于大约 15dB 的信号对串扰比率,1dB 功率代价被记录。这是对双向 PON 的显著结果,其中,在大约 25dB 的信号对串扰比率水平,应该预期显著的中断(outage)。

[0064] 对下游和上游光学信号之间同步化误差的 PON 90 的弹性被调查,以及对下游和上游信号之间同步化失配的在 OLT 接收器 88 所记录的代价测量在图 9 中被示出。如能看到的,300 ps 同步化误差导致在 OLT 接收器的小于 1dB 的光学功率代价。

[0065] 本发明的第七实施例提供一种传送无源光学网络中数据的方法 120。该方法的步骤在图 10 中被示出。

[0066] 方法 120 包括:

在具有大的光学限制因子的 R-SOA 来接收具有信号波长的下游光学信号的一部分 122 ;以及

驱动 R-SOA 将 RZ 线路码应用于下游光学信号的所接收的部分,从而以所述信号波长来形成上游光学信号 124。R-SOA 被驱动以将相位调制应用于上游光学信号 124。

[0067] 下游光学信号可包括 CW 光学信号或 IRZ 线路编码的光学信号。

[0068] 图 11 示出一种传送无源光学网络中数据的方法 130 的步骤。

[0069] 该方法 130 包括:

在具有大的光学限制因子的 R-SOA 来接收具有信号波长的 IRZ 线路编码的下游光学信号的一部分 132 ;以及

驱动 R-SOA 将 RZ 线路码应用于下游光学信号的所述部分从而以所述信号波长来形成上游光学信号 134。所述方法还包括驱动 R-SOA 将相位线性调频应用于上游光学信号的光脉冲。该相位线性调频与上游光学信号相应的光脉冲的光学功率的导数成比例。

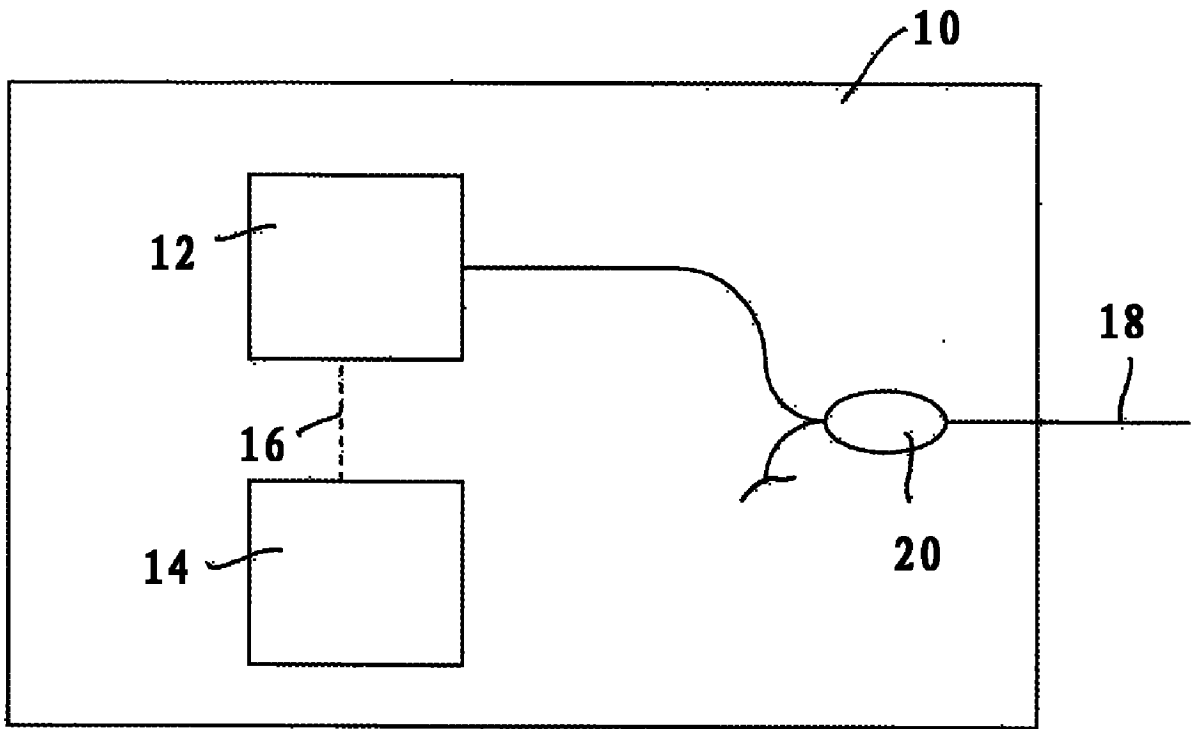


图 1

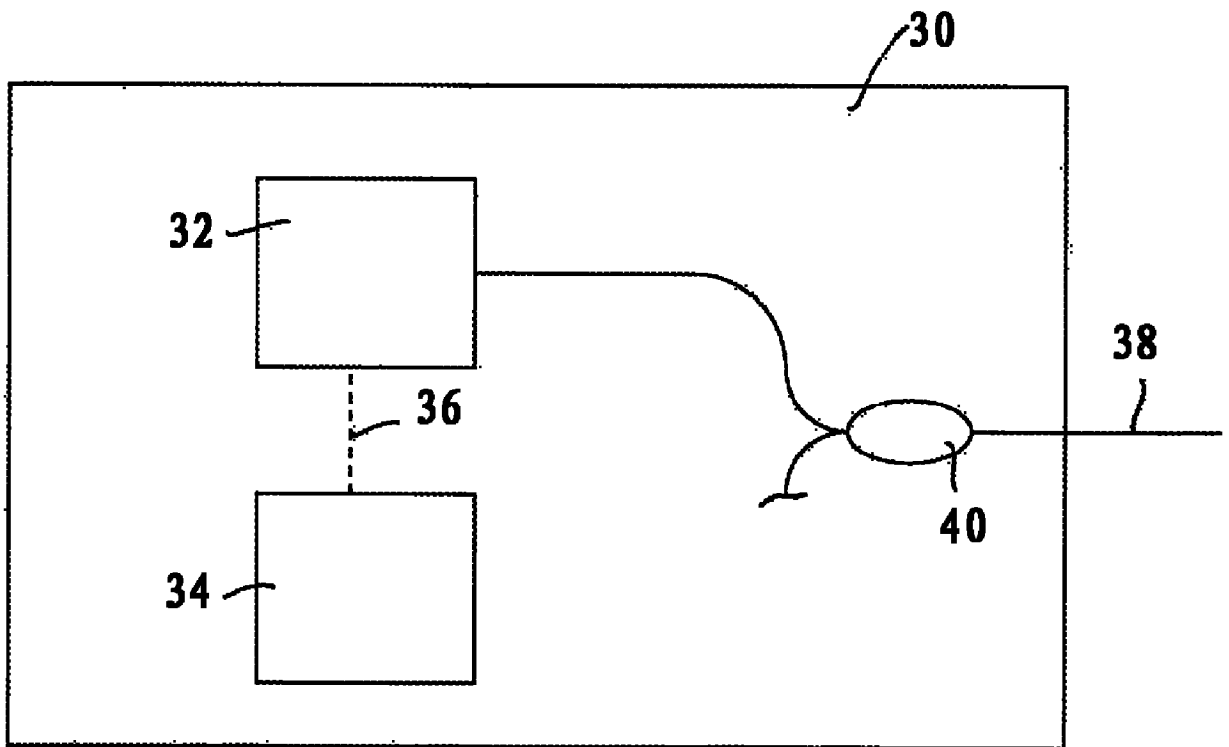


图 2

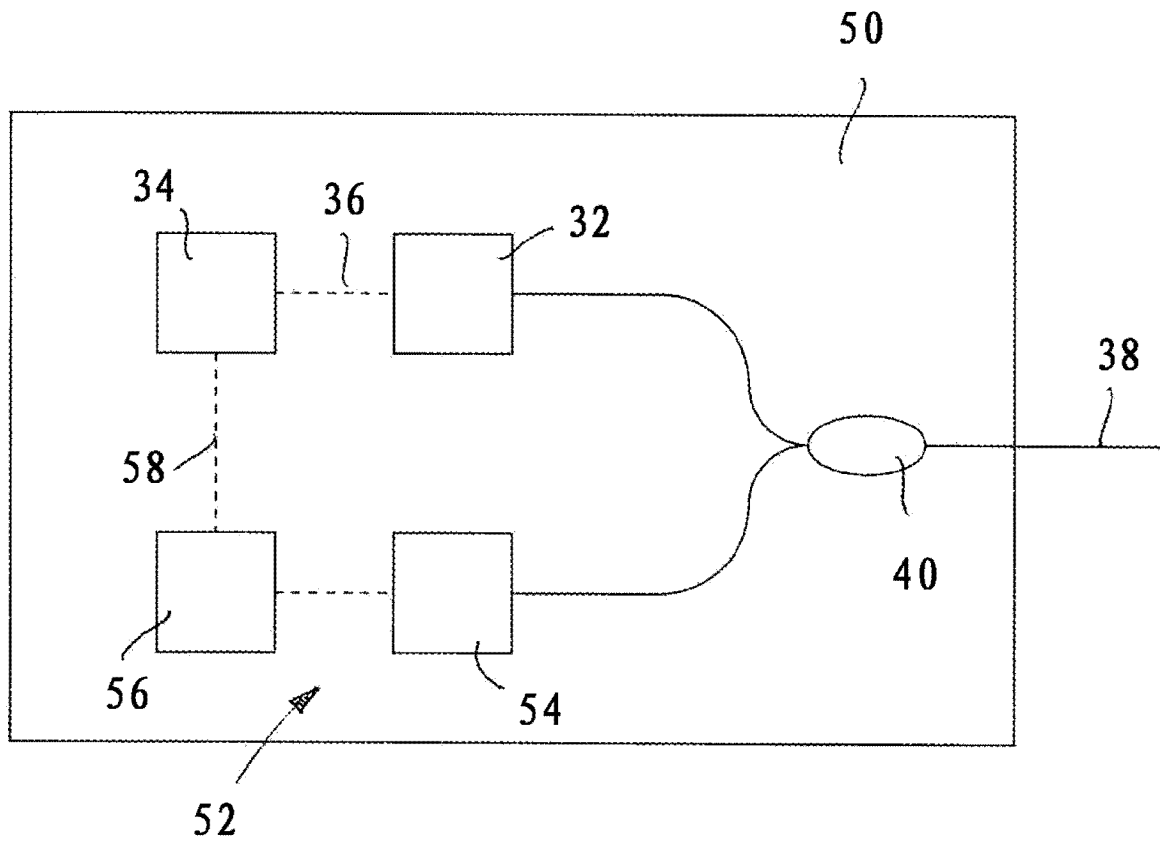


图 3

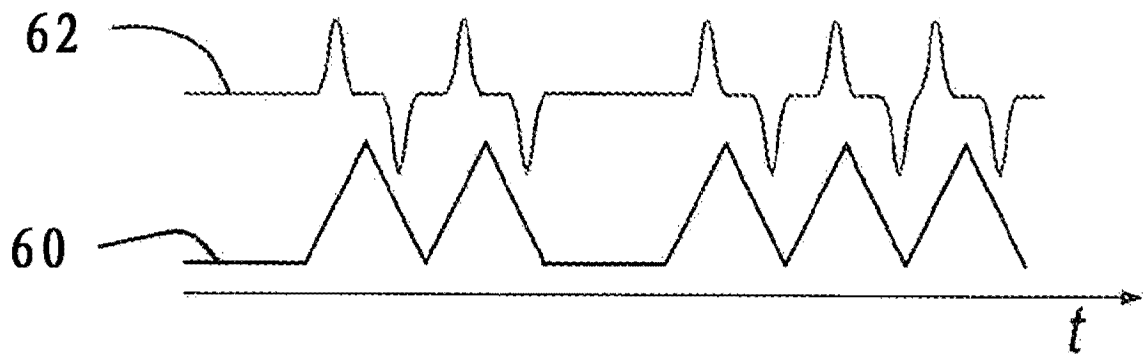


图 4

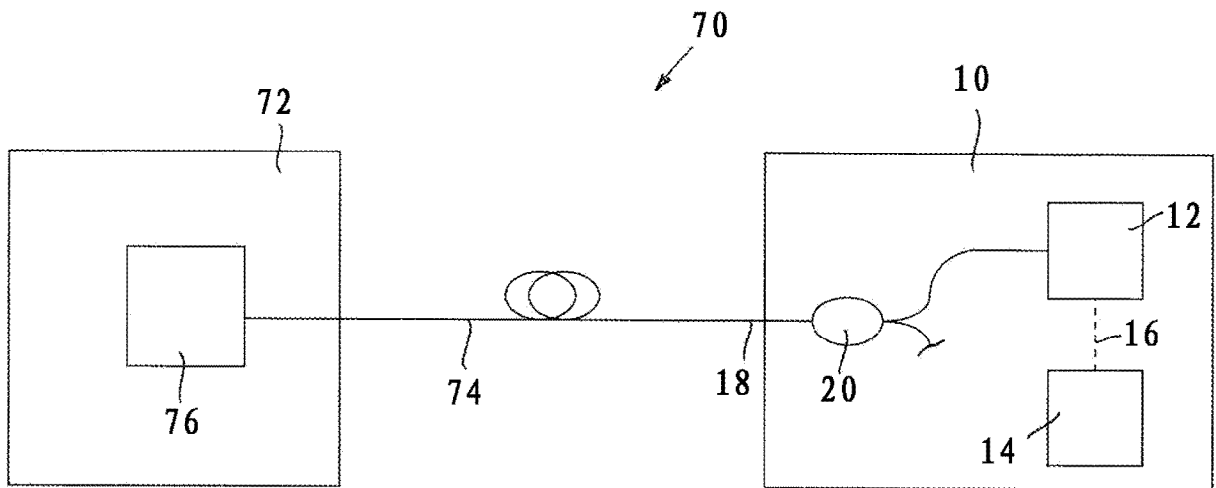


图 5

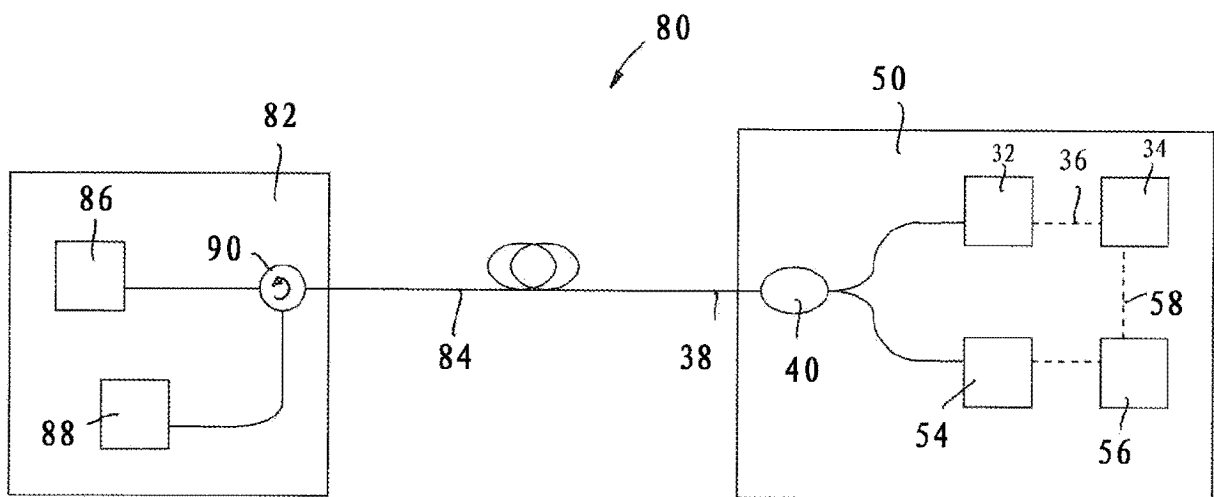


图 6

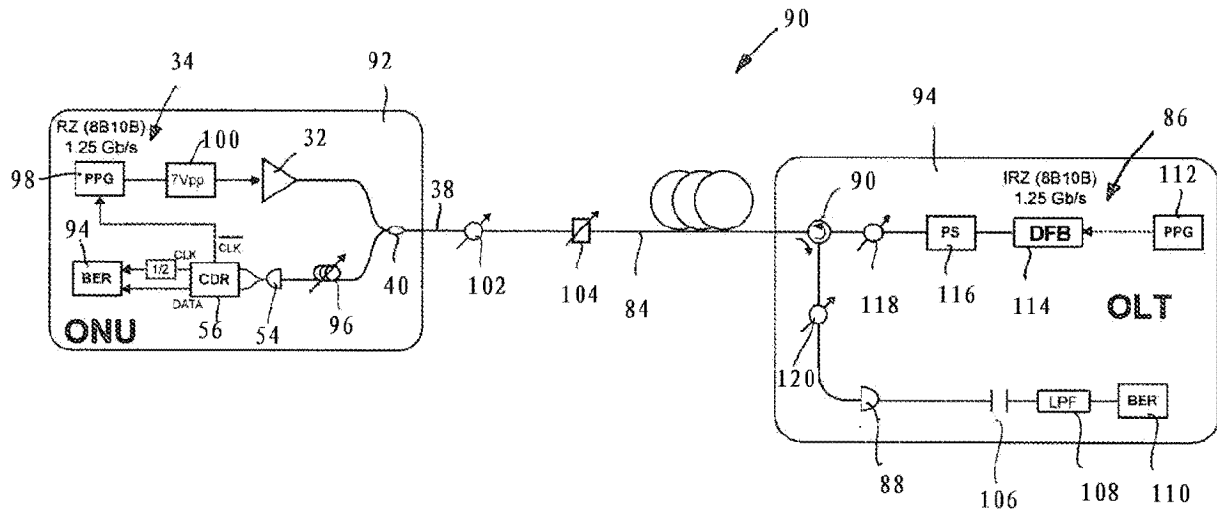


图 7

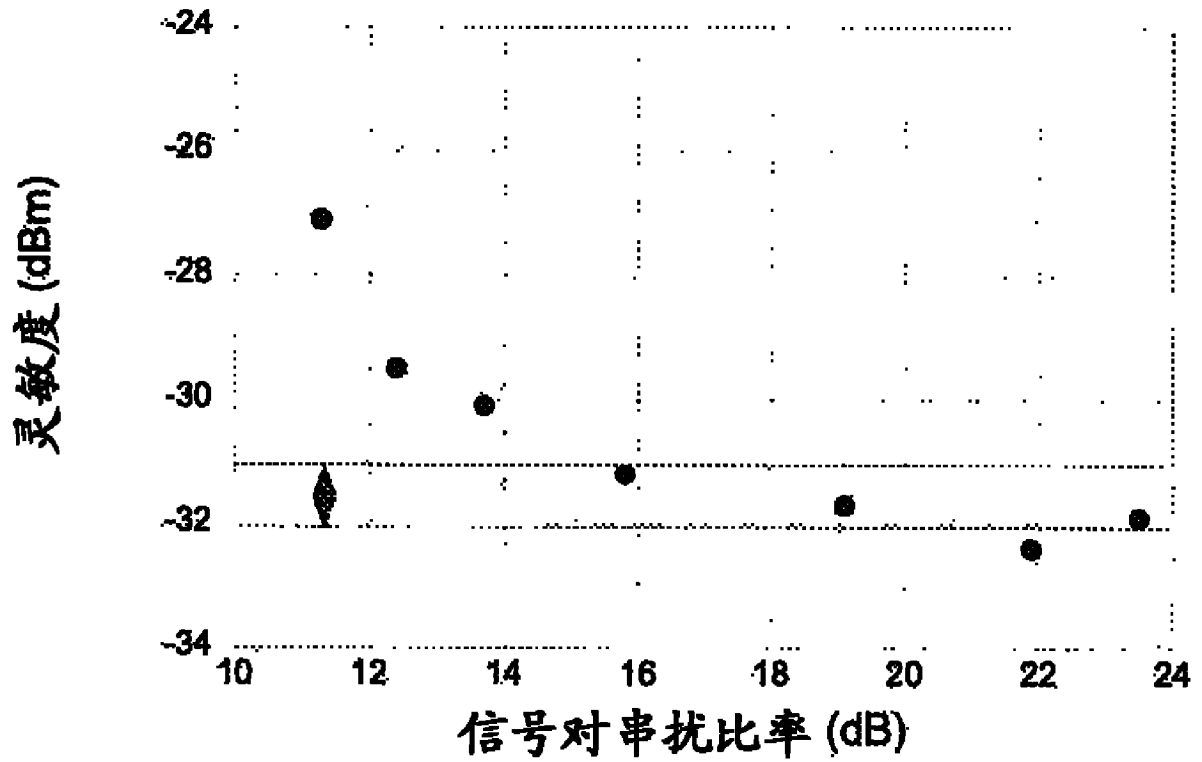


图 8

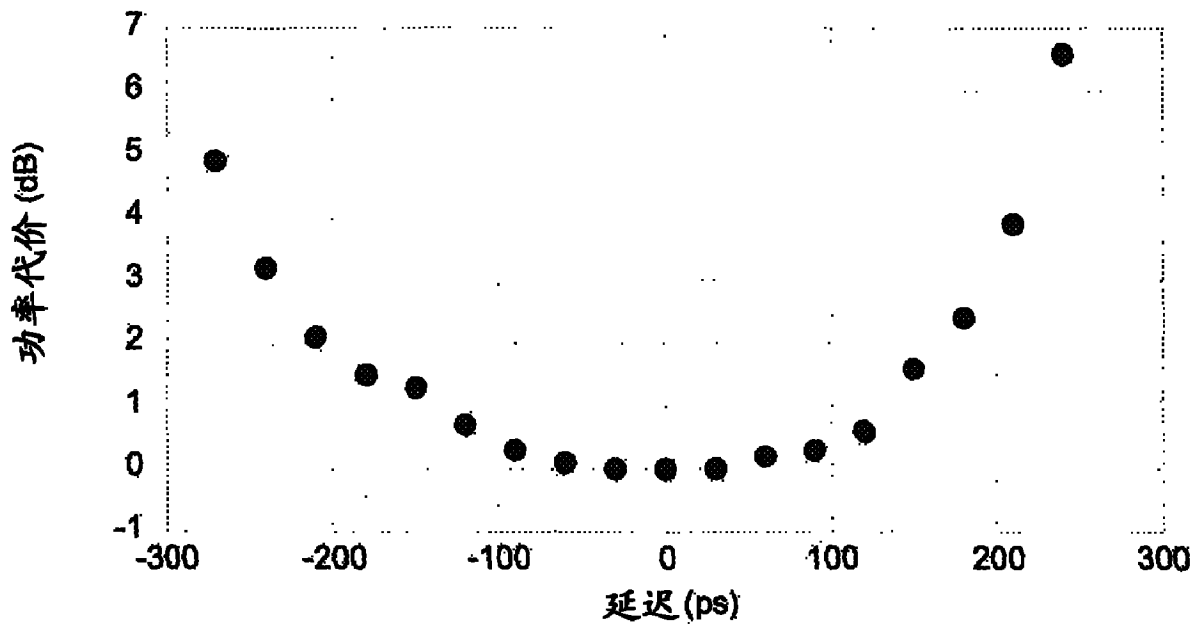


图 9

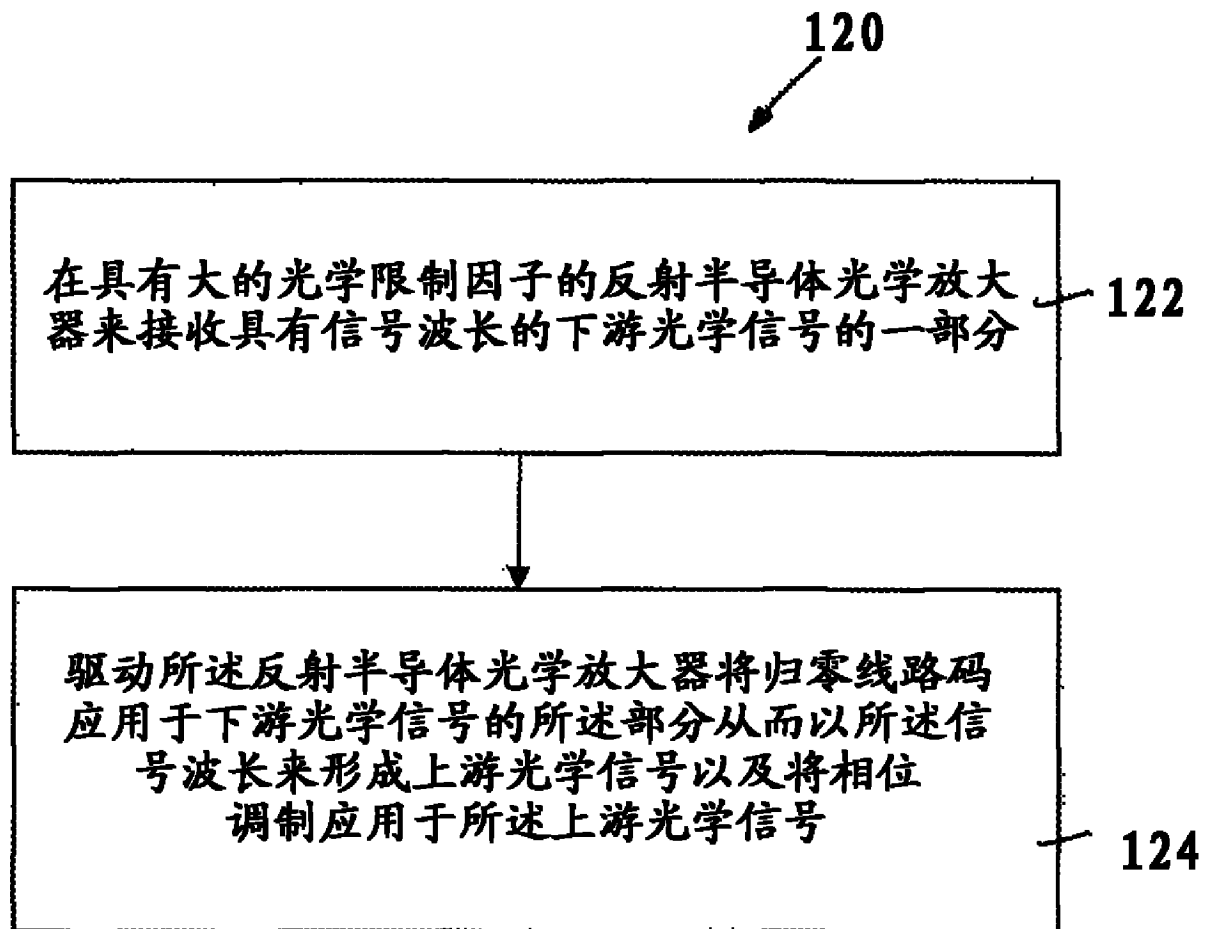


图 10

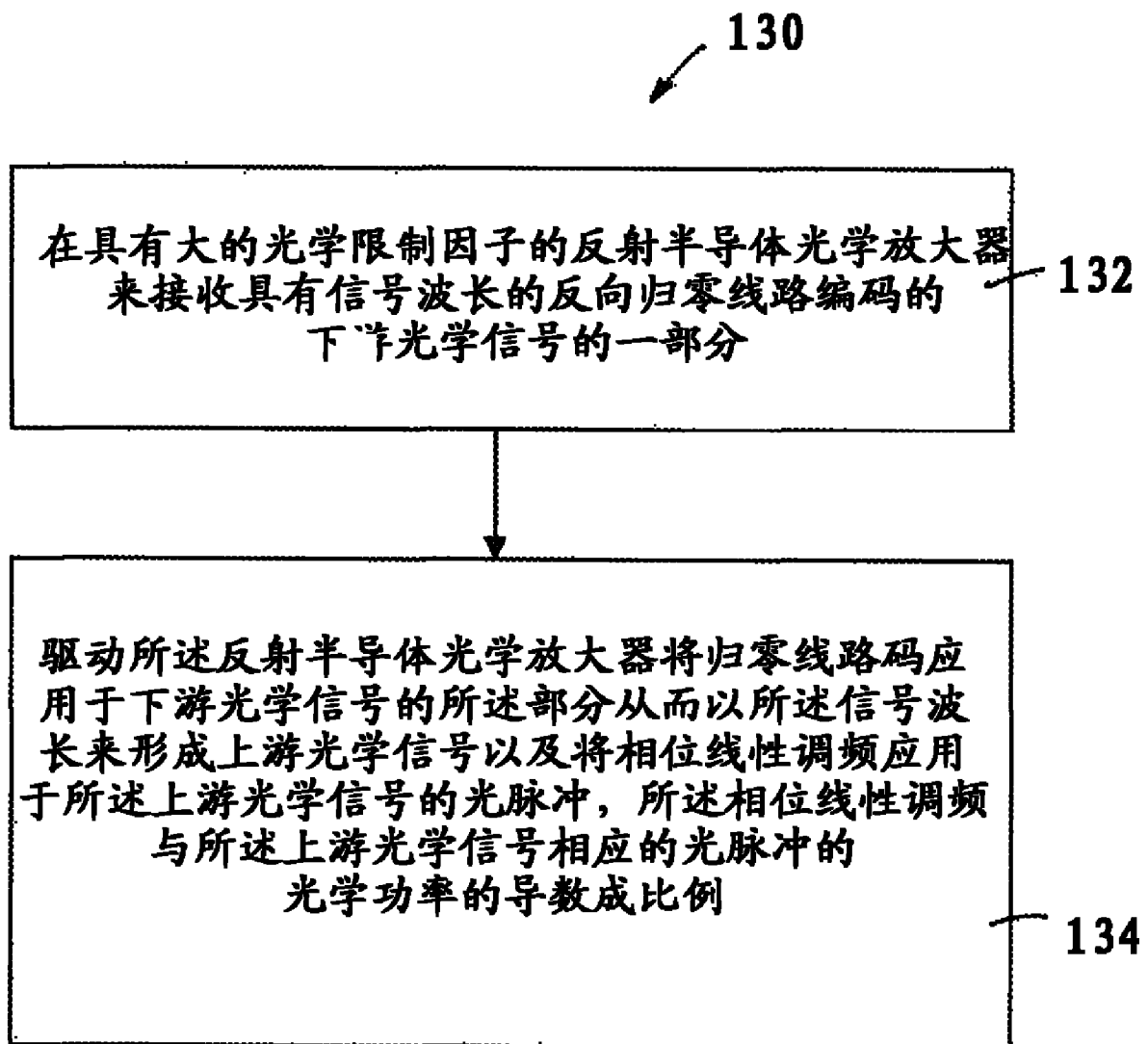


图 11