



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114124287 A

(43) 申请公布日 2022.03.01

(21) 申请号 202010901207.1

(22) 申请日 2020.08.31

(71) 申请人 华为技术有限公司

地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼

(72) 发明人 罗俊 冯志勇 钟健

(74) 专利代理机构 北京三高永信知识产权代理有限公司 11138

代理人 颜晶

(51) Int. Cl.

H04J 14/02 (2006.01)

H04B 10/079 (2013.01)

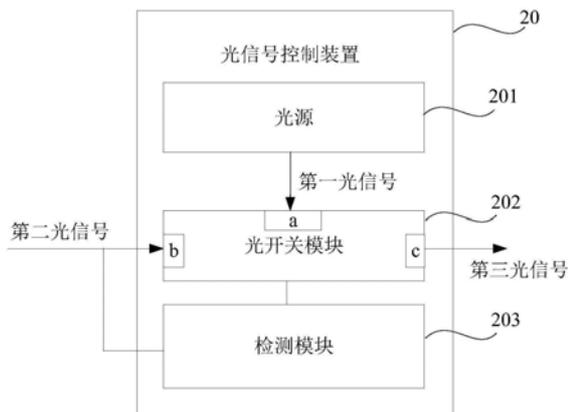
权利要求书4页 说明书26页 附图11页

(54) 发明名称

光信号控制方法及装置、光传输节点和光传输系统

(57) 摘要

本申请公开了一种光信号控制方法及装置、光传输节点和光传输系统,属于光通信领域。该装置包括:光源,用于输出第一光信号;光开关模块,光开关模块具有第一输入端、第二输入端和输出端,第一输入端用于接收第一光信号,第二输入端用于接收外部的第二光信号,输出端用于输出第三光信号;检测模块,用于检测第二光信号在至少一个波长通道的功率变化大于预设的功率变化阈值;光开关模块,用于在检测模块检测到至少一个波长通道的功率变化大于功率变化阈值后,调整接收的第一光信号和第二光信号中至少一个波长通道的通断状态,以使调整后的第一光信号和调整后的第二光信号组合得到第三光信号。本申请能够减少波长通道的性能劣化。



1. 一种光信号控制装置,其特征在于,所述装置包括:

光源,用于输出第一光信号;

光开关模块,所述光开关模块具有第一输入端、第二输入端和输出端,所述第一输入端用于接收所述第一光信号,所述第二输入端用于接收外部的第二光信号,所述输出端用于输出第三光信号;

检测模块,用于检测所述第二光信号在至少一个波长通道的功率变化大于预设的功率变化阈值;

所述光开关模块,用于在所述检测模块检测到所述至少一个波长通道的功率变化大于功率变化阈值后,调整接收的所述第一光信号和所述第二光信号中所述至少一个波长通道的通断状态,以使调整后的所述第一光信号和调整后的所述第二光信号组合得到所述第三光信号。

2. 根据权利要求1所述的光信号控制装置,其特征在于,所述至少一个波长通道的功率变化大于功率变化阈值指示掉波状态或加波状态,所述掉波状态为所述至少一个波长通道从有波到无波的状态,所述加波状态为所述至少一个波长通道从无波到有波的状态。

3. 根据权利要求2所述的光信号控制装置,其特征在于,所述第二光信号中携带有业务信息的波长通道调制有具有多个导频频点的导频信号,所述多个导频频点与多个波长通道分别对应,

所述检测模块,用于检测所述导频信号;

所述光开关模块用于:

在所述检测模块检测到至少一个导频频点从信号未丢失状态切换为信号丢失状态后,确定所述至少一个导频频点对应的波长通道处于所述掉波状态;

在所述检测模块检测到至少一个导频频点从信号丢失状态切换为信号未丢失状态后,确定所述至少一个导频频点对应的波长通道处于所述加波状态。

4. 根据权利要求2或3所述的光信号控制装置,其特征在于,所述光开关模块用于:

在确定所述第二光信号的第一波长通道处于所述掉波状态后,控制所述第一输入端接收的第一光信号的所述第一波长通道导通,控制所述第二输入端接收的第二光信号的所述第一波长通道关断;或者,

在确定所述第二光信号的第一波长通道处于所述加波状态后,控制所述第一输入端接收的第一光信号的所述第一波长通道关断,控制所述第二输入端接收的第二光信号的所述第一波长通道导通,所述第一光信号的第一波长通道和所述第二光信号的第一波长通道具有相同的波长。

5. 根据权利要求4所述的光信号控制装置,其特征在于,所述光开关模块用于:

通过对所述第一波长通道进行第一滤波处理,以使所述第一波长通道导通,导通的所述第一波长通道的波长位于带通滤波范围内;通过对所述第一波长通道进行第二滤波处理,以使所述第一波长通道关断,关断的所述第一波长通道的波长位于带阻滤波范围内。

6. 根据权利要求1至5任一所述的光信号控制装置,其特征在于,所述光开关模块用于:

将所述第二光信号的第一波长通道替换为所述第一光信号的第一波长通道,或者,将所述第一光信号的第一波长通道替换为所述第二光信号的第一波长通道;所述第二光信号的第一波长通道和所述第一光信号的第一波长通道具有相同的波长,所述第二光信号的第

一波长通道为检测到的功率变化大于阈值的至少一个波长通道的一个或多个波长通道。

7. 根据权利要求1至6任一所述的光信号控制装置,其特征在於,所述光信号控制装置,还包括:

光分路器,用于将所述第二光信号分出部分功率的第四光信号;

光电转换器,用于将所述第四光信号转换成电信号,并将转换后的电信号输出给所述检测模块。

8. 根据权利要求1至7任一所述的光信号控制装置,其特征在於,所述光开关模块,包括:

具有输入端和输出端的第一光滤波器,所述第一光滤波器的输入端为所述第一输入端,所述第一光滤波器用于对接收的第一光信号进行滤波;

具有输入端和输出端的第二光滤波器,所述第二光滤波器的输入端为所述第二输入端,所述第二光滤波器用于对接收的第二光信号进行滤波,对于相同波长的波长通道,所述第一光滤波器和所述第二光滤波器的滤波特性相反;

光合路器,所述光合路器具有两个输入端和一个输出端,所述两个输入端分别与所述第一光滤波器的输出端和所述第二光滤波器的输出端连接,所述光合路器的输出端为所述光开关模块的输出端,所述光合路器用于将所述两个输入端接收的滤波后的所述第一光信号和滤波后的所述第二光信号组合得到所述第三光信号。

9. 根据权利要求8所述的光信号控制装置,其特征在於,

第一光滤波器和所述第二光滤波器中的至少一个为波长阻断器。

10. 根据权利要求8或9所述的光信号控制装置,其特征在於,所述光合路器与所述第一光滤波器连接的输入端的分光比小于所述光合路器与所述第二光滤波器连接的输入端的分光比。

11. 根据权利要求1至7任一所述的光信号控制装置,其特征在於,所述光开关模块,包括:

具有输入端和 n 个第三输出端的第一光分波器,具有输入端和 n 个第四输出端的第二光分波器, n 个光开关以及光合路器, n 为大于1的正整数,所述 n 个光开关中每个光开关具有第三输入端、第四输入端和第五输出端,所述光合路器具有 n 个输入端和1个输出端;

所述第一光分波器的输入端为所述第一输入端,所述第一光分波器用于对接收的第一光信号进行分波得到 n 个波长通道的光信号,并将所述 n 个波长通道的光信号分别通过所述 n 个第三输出端输入至所述 n 个光开关的第三输入端;

所述第二光分波器的输入端为所述第二输入端,所述第二光分波器用于对接收的第二光信号进行分波得到 n 个波长通道的光信号,并将所述 n 个波长通道的光信号分别通过所述 n 个第四输出端输入至所述 n 个光开关的第四输入端;

每个所述光开关的第三输入端和第四输入端接收的光信号的波长相同,每个所述光开关用于在所述第三输入端接收的光信号和所述第四输入端接收的光信号中选择一路从第五输出端输出;

所述光合路器的输出端为所述光开关模块的输出端,所述光合路器的 n 个输入端用于分别接收 n 个所述光开关输出的 n 个光信号,所述光合路器用于将所述 n 个光信号组合得到所述第三光信号。

12. 一种光传输节点,其特征在於,包括波长选择开关WSS和/或光放大器,所述光传输节点还包括如权利要求1至11任一所述的光信号控制装置。

13. 根据权利要求12所述的光传输节点,其特征在於,所述光传输节点包括:一个或多个所述WSS,以及每个所述WSS之后设置的一级光放大器,每个所述光信号控制装置位于一个所述WSS与一个所述一级光放大器之间;

或者,所述光传输节点包括多级光放大器,所述光信号控制装置位于所述多级光放大器的任意相邻的两级光放大器之间。

14. 根据权利要求12或13所述的光传输节点,其特征在於,所述第二光信号所处的目标波段为S波段、C波段或L波段。

15. 一种光传输系统,其特征在於,所述光传输系统包括至少两个光传输节点,所述光传输节点为权利要求12至14任一所述的光传输节点;

不同的所述光传输节点对应的目标波段互不相同。

16. 根据权利要求15所述的光传输系统,其特征在於,每个所述光传输节点包括光放大器,所述光传输系统还包括:

功率检测模块,用于检测所述至少两个光传输节点的功率信息;

增益控制模块,用于基于所述至少两个光传输节点的功率信息,进行所述至少两个光传输节点对应的至少两个目标波段的光放增益控制。

17. 根据权利要求16所述的光传输系统,其特征在於,所述功率信息为瞬时功率值,所述增益控制模块,用于:

基于所述至少两个光传输节点的瞬时功率值,计算所述至少两个光传输节点中每个所述光传输节点的功率变化值;

基于每个所述光传输节点的功率变化值,进行所述至少两个目标波段的光放增益控制。

18. 一种光信号控制方法,其特征在於,所述方法包括:

检测光信号控制装置外部的第二光信号在至少一个波长通道的功率变化大于预设的功率变化阈值;

在检测到所述至少一个波长通道的功率变化大于功率变化阈值后,调整所述光信号控制装置生成的第一光信号和所述第二光信号中所述至少一个波长通道的通断状态,以使调整后的所述第一光信号和调整后的所述第二光信号组合得到所述第三光信号。

19. 根据权利要求18所述的方法,其特征在於,所述至少一个波长通道的功率变化大于功率变化阈值指示掉波状态或加波状态,所述掉波状态为所述至少一个波长通道从有波到无波的状态,所述加波状态为所述至少一个波长通道从无波到有波的状态。

20. 根据权利要求19所述的方法,其特征在於,所述第二光信号中携带有业务信息的波长通道调制有具有多个导频频点的导频信号,所述多个导频频点与多个波长通道分别对应,所述方法还包括:

在检测到至少一个导频频点从信号未丢失状态切换为信号丢失状态后,确定所述至少一个导频频点对应的波长通道处于所述掉波状态;

在检测到至少一个导频频点从信号丢失状态切换为信号未丢失状态后,确定所述至少一个导频频点对应的波长通道处于所述加波状态。

21. 根据权利要求18或19所述的方法,其特征在于,所述在检测到所述至少一个波长通道的功率变化大于功率变化阈值后,调整所述光信号控制装置生成的第一光信号和所述第二光信号中所述至少一个波长通道的通断状态,以使调整后的所述第一光信号和调整后的所述第二光信号组合得到所述第三光信号,包括:

在确定所述第二光信号的第一波长通道处于所述掉波状态后,控制所述第一光信号的所述第一波长通道导通,控制所述第二光信号的所述第一波长通道关断;或者,

在确定所述第二光信号的第一波长通道处于所述加波状态后,控制所述第一光信号的所述第一波长通道关断,控制所述第二光信号的所述第一波长通道导通,所述第一光信号的第一波长通道和所述第二光信号的第一波长通道具有相同的波长。

22. 根据权利要求21所述的方法,其特征在于,所述控制所述第一光信号的所述第一波长通道导通,包括:

通过对所述第一波长通道进行第一滤波处理,以使所述第一波长通道导通,导通的所述第一波长通道的波长位于带通滤波范围内;

所述控制所述第二光信号的所述第一波长通道关断,包括:

通过对所述第一波长通道进行第二滤波处理,以使所述第一波长通道关断,关断的所述第一波长通道的波长位于带阻滤波范围内。

23. 根据权利要求18至22任一所述的方法,其特征在于,所述在检测到所述至少一个波长通道的功率变化大于功率变化阈值后,调整所述光信号控制装置生成的第一光信号和所述第二光信号中所述至少一个波长通道的通断状态,以使调整后的所述第一光信号和调整后的所述第二光信号组合得到所述第三光信号,包括:

将所述第二光信号的第一波长通道替换为所述第一光信号的第一波长通道,或者,将所述第一光信号的第一波长通道替换为所述第二光信号的第一波长通道;所述第二光信号的第一波长通道和所述第一光信号的第一波长通道具有相同的波长,所述第二光信号的第一波长通道为检测到的功率变化大于阈值的至少一个波长通道的一个或多个波长通道。

24. 一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质中存储有计算机指令,所述计算机指令指示计算机设备执行权利要求18至23任一所述的光信号控制方法。

25. 一种芯片,其特征在于,所述芯片包括可编程逻辑电路和/或程序指令,当所述芯片运行时用于执行权利要求18至23任一所述的光信号控制方法。

光信号控制方法及装置、光传输节点和光传输系统

技术领域

[0001] 本申请涉及光通信领域,特别涉及一种光信号控制方法及装置、光传输节点和光传输系统。

背景技术

[0002] 在波分复用(Wavelength Division Multiplexing,WDM)的光传输系统中,需要传递的业务信息被调制在不同光频率,即不同波长通道上进行传输。

[0003] 当业务信息通过目标波段(如C波段)的波分复用光信号传输时,由于波分复用光信号中的各个波长通道是相互影响的,若波分复用光信号的某一波长通道的功率变化较大,例如该某一波长通道出现掉波状态或加波状态,在光传输系统的光放大器以及光纤的受激拉曼散射效应(Stimulated Raman Scattering,SRS)等作用下,会导致光信号中除该某一波长通道之外的剩余波长通道的光传输性能劣化。

发明内容

[0004] 本申请实施例提供了一种光信号控制方法及装置、光传输节点和光传输系统。

[0005] 第一方面,提供了一种光信号控制装置,该装置包括:

[0006] 光源,用于输出第一光信号;该第一光信号通常为不携带业务信息的光信号,可以称为假光信号。该光源为宽谱光源,其波段覆盖预设的目标波段。

[0007] 光开关模块,该光开关模块具有第一输入端、第二输入端和输出端,该第一输入端用于接收该第一光信号,该第二输入端用于接收外部的第二光信号,该输出端用于输出第三光信号。该第二光信号通常为携带业务信息的光信号,可以称为真波信号。

[0008] 检测模块,用于检测该第二光信号在至少一个波长通道的功率变化大于预设的功率变化阈值。其中,该至少一个波长通道的功率变化大于功率变化阈值指示掉波状态或加波状态,该掉波状态为该至少一个波长通道从有波到无波的状态,该加波状态为该至少一个波长通道从无波到有波的状态。

[0009] 该光开关模块,还用于在该检测模块检测到该至少一个波长通道的功率变化大于功率变化阈值后,调整接收的该第一光信号和该第二光信号中该至少一个波长通道的通断状态,以使调整后的该第一光信号和调整后的该第二光信号组合得到该第三光信号。

[0010] 本申请实施例提供的光信号控制装置的光开关模块在该检测模块检测到第二光信号的至少一个波长通道的功率变化大于功率变化阈值后,调整接收的该第一光信号和该第二光信号中该至少一个波长通道的通断状态,以使调整后的该第一光信号和调整后的该第二光信号组合得到该第三光信号,并输出该第三光信号。在第二光信号的至少一个波长通道的功率变化较大时,将其更新为第三光信号输出,有效减少该至少一个波长通道的功率变化所导致的剩余波长通道的光传输性能劣化。

[0011] 前述光开关模块可以用于实现第一光信号和第二光信号的第一波长通道的相互替换,该相互替换过程包括:将该第二光信号的第一波长通道替换为该第一光信号的第一

波长通道,或者,将该第一光信号的第一波长通道替换为该第二光信号的第一波长通道;该第二光信号的第一波长通道和该第一光信号的第一波长通道具有相同的波长。如此,可以使得最终输出的第三光信号中相对于前一发射端发射的第二光信号(如加波或掉波前的第二光信号)的波长通道组合不变化。

[0012] 在一种可选实现方式中,该第二光信号中携带有业务信息的波长通道调制有具有多个导频频点的导频信号,该多个导频频点与多个波长通道分别对应,该检测模块,用于检测该导频信号;该光开关模块用于:在该检测模块检测到至少一个导频频点从信号未丢失状态切换为信号丢失状态后,确定该至少一个导频频点对应的波长通道处于该掉波状态;在该检测模块检测到至少一个导频频点从信号丢失状态切换为信号未丢失状态后,确定该至少一个导频频点对应的波长通道处于加波状态。通过检测导频信号的方式可以实现波长通道的状态的快速检测。

[0013] 示例的,检测模块可以周期性地检测导频频点的状态,基于每相邻两个检测周期中导频频点的状态来确定导频频点是否出现状态切换。当当前检测周期的导频频点的状态为信号未丢失状态,前一检测周期的导频频点的状态为信号丢失状态,确定导频频点从信号未丢失状态切换为信号丢失状态;当当前检测周期的导频频点的状态为信号丢失状态,前一检测周期的导频频点的状态为信号未丢失状态,确定导频频点从信号丢失状态切换为信号未丢失状态。

[0014] 假设光信号控制装置设置在波长选择开关(Wavelength selective switch,WSS)和光放大器之间。其中,检测模块的输入端(即检测端)可以连接WSS的输出端x,即WSS的合波端口。在一种可选实现方式中,检测模块还包括至少一个其他输入端,该至少一个其他输入端与光信号控制装置的输出端y,和光放大器的输出端z中的至少一个分别连接。

[0015] 其中,光信号控制装置的输出端y即为前述第三光信号的输出端c,当检测模块的其他输入端与输出端y连接时,检测模块还可以检测从前述输出端x和输出端y所获取的光信号的关系,基于该光信号的关系确定光开关模块是否出现故障,在确定光信号控制装置出现故障时,发出指示光信号控制装置出现故障的告警信息。

[0016] 当检测模块的其他输入端分别与输出端y以及输出端z连接时,检测模块还可以检测从前述输出端y和输出端z所获取的光信号的关系,基于该光信号的关系确定光放大器是否出现故障,在确定光放大器出现故障时,发出指示光放大器出现故障的告警信息。

[0017] 当检测模块其他输入端与输出端z连接时,检测模块还可以检测从前述输出端x和输出端z所获取的光信号的关系,基于该光信号的关系确定光放大器是否出现故障,在确定光放大器出现故障时,发出指示光放大器出现故障的告警信息。

[0018] 通过对前述输出端y和/或输出端z的检测,可以实现光传输节点的功能及时校准,避免光传输节点中光器件出现故障导致业务的中断或传输错误。

[0019] 在一种可选实现方式中,该光开关模块用于:在确定该第二光信号的第一波长通道处于该掉波状态后,控制该第一输入端接收的第一光信号的该第一波长通道导通,控制该第二输入端接收的第二光信号的该第一波长通道关断;或者,在确定该第二光信号的第一波长通道处于加波状态后,控制该第一输入端接收的第一光信号的该第一波长通道关断,控制该第二输入端接收的第二光信号的该第一波长通道导通,该第一光信号的第一波长通道和该第二光信号的第一波长通道具有相同的波长。

[0020] 示例的,该光开关模块用于:通过对该第一波长通道进行第一滤波处理,以使该第一波长通道导通,导通的该第一波长通道的波长位于带通滤波范围内;通过对该第一波长通道进行第二滤波处理,以使该第一波长通道关断,关断的该第一波长通道的波长位于带阻滤波范围内。

[0021] 前述第一滤波处理和第二滤波处理是相反的滤波处理,其有多种实现方式。本申请实施例以以下两种实现方式为例进行说明:

[0022] 第一种实现方式,第一滤波处理和第二滤波处理是加载在光信号上的整体滤波处理。假设第一波长通道为第一光信号和第二光信号中任一光信号M的第一波长通道,通过对该第一波长通道进行第一滤波处理,以使该第一波长通道导通的过程包括:为光信号M加载第一滤波曲线,该第一滤波曲线在第一波长通道处的滤波特性为导通特性,在第一波长通道之外的其他波长通道处的滤波特性为关断特性;通过对该第一波长通道进行第二滤波处理,以使该第一波长通道关断的过程包括:为光信号M加载第二滤波曲线,该第二滤波曲线在第一波长通道处的滤波特性为关断特性,在第一波长通道之外的其他波长通道处的滤波特性为导通特性。

[0023] 通过该第一种实现方式,在光信号上加载的滤波曲线仅为第一滤波曲线或第二滤波曲线,处理过程简单。

[0024] 第二种实现方式,第一滤波处理和第二滤波处理是加载在光信号上的部分滤波处理。光信号控制装置,如光开关模块中配置有目标波段中的多个栅格(grid)窗口,该多个栅格窗口包括与目标波段的多个指定波长通道对应的栅格窗口。该多个栅格窗口的划分方式可以参考国际电信联盟电信标准分局(ITU Telecommunication Standardization Sector,ITU-T,)G.694.1标准定义的波分复用系统栅格窗口的划分方式,也即是每个栅格窗口的中心波长是预设的。通过该第二种实现方式,通过栅格窗口的方式进行光信号的分段滤波,可以实现精准滤波。

[0025] 检测模块可以通过多种方式检测前述导频信号。示例的,该光信号控制装置,还包括:光分路器,用于将该第二光信号分出部分功率的第四光信号;示例的,该第四光信号的功率与第二光信号的功率的比值范围为1%至10%,例如5%。光电转换器,用于将该第四光信号转换成电信号,并将转换后的电信号输出给该检测模块。示例的,该光电转换器可以为光电二极管(PhotoDiode,PD)。

[0026] 本申请实施例中,光开关模块202具有两个输入端和一个输出端,可以实现光信号的调度,因此可以视为一个 2×1 WSS(即两个输入端一个输出端的WSS),该 2×1 WSS的结构可以有多种可选实现方式。本申请实施例以以下两种可选实现方式为例进行说明:

[0027] 在第一种可选实现方式中,光开关模块主要包括至少两个光滤波器。例如,该光开关模块,包括:

[0028] 具有输入端和输出端的第一光滤波器,该第一光滤波器的输入端为该第一输入端,该第一光滤波器用于对接收的第一光信号进行滤波;具有输入端和输出端的第二光滤波器,该第二光滤波器的输入端为该第二输入端,该第二光滤波器用于对接收的第二光信号进行滤波,对于相同波长的波长通道,该第一光滤波器和该第二光滤波器的滤波特性相反;光合路器,该光合路器具有两个输入端和一个输出端,该两个输入端分别与该第一光滤波器的输出端和该第二光滤波器的输出端连接,该光合路器的输出端为该光开关模块的输

出端,该光合路器用于将该两个输入端接收的滤波后的该第一光信号和滤波后的该第二光信号组合得到该第三光信号。

[0029] 示例的,第一光滤波器和该第二光滤波器中的至少一个为波长阻断器(Wavelength Blocker, WB)。例如,第一光滤波器和该第二光滤波器均为波长阻断器。该波长阻断器具有波长选择特性。

[0030] 在一种可选方式中,第一光滤波器和该第二光滤波器可以采用以下技术中一种实现:硅基液晶(Liquid Crystal On Silicon, LCOS)技术、数字光处理(Digital Light Processing, DLP)技术、平面光波导(Planar Lightwave Circuit, PLC)技术、液晶(Liquid Crystal, LC)技术或微机电系统(Micro-Electro-Mechanical System, MEMS)技术。

[0031] 在本申请实施例中,该光合路器与该第一光滤波器连接的输入端的分光比不等于该光合路器与该第二光滤波器连接的输入端的分光比。例如,该光合路器与该第一光滤波器连接的输入端的分光比小于该光合路器与该第二光滤波器连接的输入端的分光比。该分光比指的是分路(即光合路器与该第一光滤波器连接的一路或该光合路器与该第二光滤波器连接的另一路)的光信号占合路(该光合路器输出的一路)的光信号的比例。

[0032] 通过将该光合路器与该第一光滤波器连接的输入端的分光比设置为小于该光合路器与该第二光滤波器连接的输入端的分光比,可以保证最终输出的第三光信号中第一光信号的光功率占比较小,第二光信号的光功率占比较大。使得光合路器中,从与该第一光滤波器连接的输入端到输出端的这个路径的插损小于从与该第二光滤波器连接的输入端到输出端这个路径的插损。从而减少第二光信号在光合路器中实际传输的插损,避免业务信息的丢失。

[0033] 在第二种可选实现方式中,光开关模块202主要包括多个光开关(也称光开关阵列)。例如,该光开关模块,包括:

[0034] 具有输入端和 n 个第三输出端的第一光分波器,具有输入端和 n 个第四输出端的第二光分波器, n 个光开关以及光合路器, n 为大于1的正整数,该 n 个光开关中每个光开关具有第三输入端、第四输入端和第五输出端,该光合路器具有 n 个输入端和1个输出端;该第一光分波器的输入端为该第一输入端,该第一光分波器用于对接收的第一光信号进行分波得到 n 个波长通道的光信号,并将该 n 个波长通道的光信号分别通过该 n 个第三输出端输入至该 n 个光开关的第三输入端;该第二光分波器的输入端为该第二输入端,该第二光分波器用于对接收的第二光信号进行分波得到 n 个波长通道的光信号,并将该 n 个波长通道的光信号分别通过该 n 个第四输出端输入至该 n 个光开关的第四输入端;每个该光开关的第三输入端和第四输入端接收的光信号的波长相同,每个该光开关用于在该第三输入端接收的光信号和该第四输入端接收的光信号中选择一路从第五输出端输出;该光合路器的输出端为该光开关模块的输出端,该光合路器的 n 个输入端用于分别接收 n 个该光开关输出的 n 个光信号,该光合路器用于将该 n 个光信号组合得到该第三光信号。

[0035] 综上所述,本申请实施例提供的光信号控制装置的光开关模块在该检测模块检测到第二光信号的至少一个波长通道的功率变化大于功率变化阈值后,调整接收的该第一光信号和该第二光信号中该至少一个波长通道的通断状态,以使调整后的该第一光信号和调整后的该第二光信号组合得到该第三光信号,并输出该第三光信号。在第二光信号的至少一个波长通道的功率变化较大时,将其功率变化较大的波长通道替换为第一光信号中相应

的波长通道,从而得到第三光信号,该第三光信号的功率稳定。如此可以减少目标波段的波长通道的组合变化,降低光放大器内部的各波长通道的增益的变化以及SRS引起的各波长通道光功率变化,从而降低波长通道的光功率和信噪比的劣化,减少接收机的误码,减少对光传输系统的性能影响。

[0036] 并且,当第三光信号为目标波段处于满波状态的光信号时,可以进一步减少剩余波长通道的性能劣化。

[0037] 本申请实施例提供的光信号控制装置,设置在光传输节点的WSS之外。一方面,不需要占用WSS器件的额外端口,简化光传输节点的WSS的结构,减少WSS的制造成本。另一方面,由于光信号控制装置相对于传统的WSS的结构简化,可以实现假光信号和真波信号的快速替换,该替换速度由传统的秒级提升至毫秒级,从而降低可能的业务中断时间,或者将业务中断时长压缩至50ms以内,实现上层业务无感知的中断时延。

[0038] 第二方面,提供一种光传输节点,该光传输节点包括WSS和/或光放大器,还包括如第一方面任一的光信号控制装置。

[0039] 在一种可选实现方式中,光传输节点包括一个或多个WSS,至少一个WSS之后设置一个光信号控制装置。示例的,每个WSS之后设置一个光信号控制装置。

[0040] 可选地,该光传输节点包括:一个或多个所述WSS,以及每个WSS之后设置的一级光放大器,每个光信号控制装置位于一个WSS与一个一级光放大器之间;

[0041] 或者,该光传输节点包括多级光放大器,该光信号控制装置位于该多级光放大器的任意相邻的两级光放大器之间。该光放大器可以为掺铒光纤放大器(Erbium Doped Fiber Amplifier,EDFA)或拉曼放大器等光放大器。

[0042] 示例的,该第二光信号所处的目标波段为S波段、C波段或L波段。

[0043] 综上所述,本申请实施例提供的光传输节点中,光信号控制装置在检测到第二光信号的至少一个波长通道的功率变化大于功率变化阈值后,调整接收的该第一光信号和该第二光信号中该至少一个波长通道的通断状态,以使调整后的该第一光信号和调整后的该第二光信号组合得到该第三光信号,并输出该第三光信号。在第二光信号的至少一个波长通道的功率变化较大时,将其更新为第三光信号输出,有效减少该至少一个波长通道的功率变化所导致的剩余波长通道的光传输性能劣化。

[0044] 第三方面,提供一种光传输系统,该光传输系统包括至少两个光传输节点,该光传输节点为第二方面任一该的光传输节点;不同的该光传输节点对应的目标波段互不相同。

[0045] 在一种可选方式中,每个该光传输节点包括光放大器,该光传输系统还包括:功率检测模块,用于检测该至少两个光传输节点的功率信息;增益控制模块,用于基于该至少两个光传输节点的功率信息,进行该至少两个光传输节点对应的至少两个目标波段的光放增益控制。

[0046] 其中,该功率信息为瞬时功率值,该增益控制模块,用于:

[0047] 基于该至少两个光传输节点的瞬时功率值,计算该至少两个光传输节点中每个该光传输节点的功率变化值;基于每个该光传输节点的功率变化值,进行该至少两个目标波段的光放增益控制。

[0048] 假设光传输系统一个或多个光传输结构,其中,第一光传输结构为该一个或多个光传输结构中的一个光传输结构,该第一光传输结构包括Q个光传输节点, $Q \geq 2$,例如 $2 \leq Q$

≤3。该第一光传输结构包括功率检测模块401和增益控制模块402。

[0049] 在该第一光传输结构中,功率检测模块401用于:基于接收的Q个光电转换器406传输的电信号,确定Q个目标波段中每个波段的光功率的瞬时功率值,其中,该Q个目标波段中每个波段的光功率的瞬时功率值指的是属于不同目标波段且处于同一级的Q个光放大器的瞬时功率值。该Q个光放大器是功率检测模块401用于检测的光放大器。

[0050] 相应的,增益控制模块402,还用于:基于确定的Q个目标波段中每个波段的功率变化值,分别对Q个目标波段的光放大器进行增益控制。例如,反向补偿受激拉曼效应所引起的功率变化,如此使得系统性能更稳定。

[0051] 第四方面,提供一种光信号控制方法,该方法包括:

[0052] 检测光信号控制装置外部的第二光信号在至少一个波长通道的功率变化大于预设的功率变化阈值;在检测到该至少一个波长通道的功率变化大于功率变化阈值后,调整该光信号控制装置生成的第一光信号和该第二光信号中该至少一个波长通道的通断状态,以使调整后的该第一光信号和调整后的该第二光信号组合得到该第三光信号。

[0053] 本申请实施例提供的光信号控制方法,在该检测到第二光信号的至少一个波长通道的功率变化大于功率变化阈值后,调整接收的该第一光信号和该第二光信号中该至少一个波长通道的通断状态,以使调整后的该第一光信号和调整后的该第二光信号组合得到该第三光信号,并输出该第三光信号。在第二光信号的至少一个波长通道的功率变化较大(如处于加波状态或掉波状态)时,将其功率变化较大的波长通道替换为第一光信号中相应的波长通道,从而得到第三光信号,该第三光信号的功率稳定。如此可以减少目标波段的波长通道的组合变化,降低光放大器内部的各波长通道的增益的变化以及SRS引起的各波长通道光功率变化,从而降低波长通道的光功率和信噪比的劣化,减少接收机的误码,减少对光传输系统的性能影响。

[0054] 并且,当第三光信号为目标波段处于满波状态的光信号时,可以进一步减少剩余波长通道的性能劣化。

[0055] 在一种可选方式中,该至少一个波长通道的功率变化大于功率变化阈值指示掉波状态或加波状态,该掉波状态为该至少一个波长通道从有波到无波的状态,该加波状态为该至少一个波长通道从无波到有波的状态。

[0056] 示例的,该第二光信号中携带有业务信息的波长通道调制有具有多个导频频点的导频信号,该多个导频频点与多个波长通道分别对应,该方法还包括:在检测到至少一个导频频点从信号未丢失状态切换为信号丢失状态后,确定该至少一个导频频点对应的波长通道处于该掉波状态;在检测到至少一个导频频点从信号丢失状态切换为信号未丢失状态后,确定该至少一个导频频点对应的波长通道处于加波状态。

[0057] 在一种示例中,该在检测到该至少一个波长通道的功率变化大于功率变化阈值后,调整该光信号控制装置生成的第一光信号和该第二光信号中该至少一个波长通道的通断状态,以使调整后的该第一光信号和调整后的该第二光信号组合得到该第三光信号,包括:在确定该第二光信号的第一波长通道处于该掉波状态后,控制该第一光信号的该第一波长通道导通,控制该第二光信号的该第一波长通道关断;或者,在确定该第二光信号的第一波长通道处于加波状态后,控制该第一光信号的该第一波长通道关断,控制该第二光信号的该第一波长通道导通,该第一光信号的第一波长通道和该第二光信号的第一波长通道

具有相同的波长。

[0058] 可选地,该控制该第一光信号的该第一波长通道导通,包括:通过对该第一波长通道进行第一滤波处理,以使该第一波长通道导通,导通的该第一波长通道的波长位于带通滤波范围内;该控制该第二光信号的该第一波长通道关断,包括:通过对该第一波长通道进行第二滤波处理,以使该第一波长通道关断,关断的该第一波长通道的波长位于带阻滤波范围内。

[0059] 可选地,该在检测到该至少一个波长通道的功率变化大于功率变化阈值后,调整该光信号控制装置生成的第一光信号和该第二光信号中该至少一个波长通道的通断状态,以使调整后的该第一光信号和调整后的该第二光信号组合得到该第三光信号,包括:将该第二光信号的第一波长通道替换为该第一光信号的第一波长通道,或者,将该第一光信号的第一波长通道替换为该第二光信号的第一波长通道;该第二光信号的第一波长通道和该第一光信号的第一波长通道具有相同的波长,该第二光信号的第一波长通道为检测到的功率变化大于阈值的至少一个波长通道的一个或多个波长通道。

[0060] 可选地,该方法还包括:检测至少两个光传输节点的功率信息;基于至少两个光传输节点的功率信息,进行至少两个光传输节点对应的至少两个目标波段的光放增益控制。

[0061] 示例的,基于至少两个光传输节点的功率信息,进行至少两个光传输节点对应的至少两个目标波段的光放增益控制的过程包括:基于至少两个光传输节点的瞬时功率值,计算至少两个光传输节点中每个光传输节点的功率变化值;基于每个光传输节点的功率变化值,进行至少两个目标波段的光放增益控制。

[0062] 示例的,假设光传输系统包括一个或多个光传输结构,其中,第一光传输结构为该一个或多个光传输结构中的一个光传输结构,该第一光传输结构包括 Q 个光传输节点, $Q \geq 2$,例如 $2 \leq Q \leq 3$ 。对于该光传输结构,基于受激拉曼效应模型以及 Q 个目标波段中每个波段的光功率的瞬时功率值,确定 Q 个目标波段中每个波段的功率变化值。基于确定的 Q 个目标波段中每个波段的功率变化值,分别对 Q 个目标波段的光放大器进行增益控制。例如,反向补偿受激拉曼效应所引起的功率变化,如此使得系统性能更稳定。

[0063] 第五方面,提供一种光信号控制方法,该方法包括:

[0064] 检测至少两个光传输节点的功率信息;基于至少两个光传输节点的功率信息,进行至少两个光传输节点对应的至少两个目标波段的光放增益控制。

[0065] 可选地,基于至少两个光传输节点的功率信息,进行至少两个光传输节点对应的至少两个目标波段的光放增益控制的过程包括:

[0066] 基于至少两个光传输节点的瞬时功率值,计算至少两个光传输节点中每个光传输节点的功率变化值;基于每个光传输节点的功率变化值,进行至少两个目标波段的光放增益控制。

[0067] 示例的,假设光传输系统包括一个或多个光传输结构,其中,第一光传输结构为该一个或多个光传输结构中的一个光传输结构,该第一光传输结构包括 Q 个光传输节点, $Q \geq 2$,例如 $2 \leq Q \leq 3$ 。基于受激拉曼效应模型以及 Q 个目标波段中每个波段的光功率的瞬时功率值,确定 Q 个目标波段中每个波段的功率变化值。基于确定的 Q 个目标波段中每个波段的功率变化值,分别对 Q 个目标波段的光放大器进行增益控制。例如,反向补偿受激拉曼效应所引起的功率变化,如此使得系统性能更稳定。

[0068] 第六方面,本申请提供一种光信号控制装置,该光信号控制装置可以包括至少一个模块,该至少一个模块可以用于实现上述第四方面或者第四方面的各种可能实现提供的该光信号控制方法,和/或,用于实现上述第五方面或者第五方面的各种可能实现提供的该光信号控制方法。

[0069] 第七方面,本申请提供一种计算机设备,该计算机设备包括处理器和存储器。该存储器存储计算机指令;该处理器执行该存储器存储的计算机指令,使得该计算机设备执行上述第四方面或者第四方面的各种可能实现提供的该光信号控制方法,和/或,执行上述第五方面或者第五方面的各种可能实现提供的该光信号控制方法。

[0070] 第八方面,本申请提供一种计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质中存储有计算机指令,该计算机指令指示该计算机设备执行上述第四方面或者第四方面的各种可能实现提供的该光信号控制方法,和/或,执行上述第五方面或者第五方面的各种可能实现提供的该光信号控制方法。

[0071] 第九方面,本申请提供一种计算机程序产品,该计算机程序产品包括计算机指令,该计算机指令存储在计算机可读存储介质中。计算机设备的处理器可以从计算机可读存储介质读取该计算机指令,处理器执行该计算机指令,使得该计算机设备执行上述第四方面或者第四方面的各种可能实现提供的该光信号控制方法,和/或,执行上述第五方面或者第五方面的各种可能实现提供的该光信号控制方法。

[0072] 第十方面,提供一种芯片,该芯片可以包括可编程逻辑电路和/或程序指令,当该芯片运行时用于实现如上述第四方面或者第四方面的各种可能实现提供的该光信号控制方法,和/或,实现如上述第五方面或者第五方面的各种可能实现提供的该光信号控制方法。

[0073] 综上所述,本申请实施例提供的光信号控制装置、光传输节点和光传输系统,在该检测模块检测到第二光信号的至少一个波长通道的功率变化大于功率变化阈值后,调整接收的该第一光信号和该第二光信号中该至少一个波长通道的通断状态,以使调整后的该第一光信号和调整后的该第二光信号组合得到该第三光信号,并输出该第三光信号。在第二光信号的至少一个波长通道的功率变化较大(如处于加波状态或掉波状态)时,将其功率变化较大的波长通道替换为第一光信号中相应的波长通道,从而得到第三光信号,该第三光信号的功率稳定。如此可以减少目标波段的波长通道的组合变化,降低光放大器内部的各波长通道的增益的变化以及SRS引起的各波长通道光功率变化,从而降低波长通道的光功率和信噪比的劣化,减少接收机的误码,减少对光传输系统的性能影响。

[0074] 并且,当第三光信号为目标波段处于满波状态的光信号时,可以进一步减少剩余波长通道的性能劣化。

[0075] 本申请实施例提供的光信号控制装置,设置在光传输节点的WSS之外。一方面,不需要占用WSS器件的额外端口,简化光传输节点的WSS是结构,减少WSS的制造成本。另一方面,由于光信号控制装置相对于传统的WSS的结构简化,可以实现假光信号和真波信号的快速替换,该替换速度由传统的秒级提升至毫秒级,从而降低可能的业务中断时间,或者将业务中断时长压缩至50ms以内,实现上层业务无感知的中断时延。

附图说明

- [0076] 图1是本申请实施例提供的一种光信号控制装置的所在光传输系统的应用环境示意图；
- [0077] 图2是本申请实施例提供的另一种光信号控制装置的所在光传输系统的应用环境示意图；
- [0078] 图3A是本申请实施例提供的一种波长通道的在光放大器中的增益变化示意图；
- [0079] 图3B是本申请实施例提供的一种受激拉曼效应在光传输系统中的应用原理示意图；
- [0080] 图4是本申请实施例提供的一种光信号控制装置的结构示意图；
- [0081] 图5是一种通过发射端调制有具有多个导频频点的导频信号的第二光信号的示意图；
- [0082] 图6是本申请实施例提供的一种示意性的导频频点检测示意图；
- [0083] 图7是本申请实施例提供的另一种示意性的光信号控制装置的结构示意图；
- [0084] 图8是本申请实施例提供的一种光信号控制装置所在的光传输节点的结构示意图；
- [0085] 图9是本申请实施例提供的一种波长通道控制的原理示意图；
- [0086] 图10是本申请实施例提供的第一滤波曲线和第二滤波曲线的示意图；
- [0087] 图11是本申请实施例提供的第三滤波曲线和第四滤波曲线的示意图；
- [0088] 图12是本申请实施例提供的第三滤波曲线和第四滤波曲线的示意图；
- [0089] 图13是本申请实施例提供的一种示意性的光开关模块的结构示意图；
- [0090] 图14是本申请实施例提供的一种示意性的光开关模块的结构示意图；
- [0091] 图15是本申请实施例提供的一种光传输节点的结构示意图；
- [0092] 图16是本申请实施例提供的一种光传输节点的结构示意图；
- [0093] 图17是本申请实施例提供的另一种光传输节点的结构示意图；
- [0094] 图18是本申请实施例提供的一种具体的光传输节点的结构示意图；
- [0095] 图19是本申请实施例提供的一种光传输系统的结构示意图；
- [0096] 图20是本申请实施例提供的另一种光传输系统的结构示意图；
- [0097] 图21是本申请实施例提供的又一种光传输系统的结构示意图；
- [0098] 图22是本申请实施例提供的一种功放控制结构的示意图；
- [0099] 图23是本申请是实施例提供的一种光信号控制方法的流程示意图；
- [0100] 图24是本申请是实施例提供的一种光信号控制方法的流程示意图；
- [0101] 图25是本申请实施例提供的计算机设备的一种可能的基本硬件架构。

具体实施方式

[0102] 为使本申请的原理和技术方案更加清楚,下面将结合附图对本申请实施方式作进一步地详细描述。

[0103] 光纤(也称线路光纤)通信是以光信号作为信息载体,以光纤作为传输媒介的一种通信方式。具有传输频带宽、抗干扰性高和信号衰减小等优点。图1和图2是本申请实施例提供的光信号控制装置的所在光传输系统(也称光纤通信系统)的应用环境示意图。该光传输

系统基于光纤通信,其包括一个或多个光传输节点(英文:Optical Transmission node),该光传输节点可以包括至少一个光器件,如光放大器。图1假设该光传输系统包括1个光传输节点10,该光传输节点10包括波长选择开关(Wavelength Selective Switching,WSS)101和光放大器102;图2假设该光传输系统包括1个光传输节点10,该光传输节点10包括2个WSS101和2个光放大器102。本申请实施例对光传输系统包括的光器件的数量和类型并不限定。图1和图2中的光传输系统可以采用波分复用(Wavelength Division Multiplexing,WDM)技术通过光信号进行业务信息的传输,该业务信息被调制在不同波长通道上。

[0104] 由于光信号中的各个波长通道是相互影响的,若波分复用光信号的某一波长通道的功率变化较大,例如该某一波长通道出现掉波(drop)状态或加波(add)状态,在光传输系统的光放大器以及光纤的受激拉曼散射效应等作用下,会导致剩余波长通道的光传输性能劣化。图3A是本申请实施例提供的一种波长通道的在光放大器中的增益变化示意图。图3A中横轴表示波长通道,纵轴表示增益。如图3A所示,光放大器中各波长通道的增益通常是相互耦合在一起的,不同波长通道的增益会受到波长通道间增益竞争的影响。假设在目标波段处于满波状态时,增益曲线为曲线A。曲线B、C和D分别是目标波段中三种不同的波长通道的组合发生变化时(如部分波长通道从有波到无波的状态或从无波到有波的状态),剩余波长通道的增益曲线。目标波段指的是预先设置的业务波段,满波状态指的是目标波段的所有指定波长通道(这些波长通道用于携带业务信息)的功率均大于预设的功率阈值。也即是,所有的波长通道均有波,即有光信号,该光信号可以为携带业务信息的光信号或者不携带业务信息的光信号。例如,该目标波段为C波段,其光波长范围为1530nm(纳米)至1565nm,该C波段的指定波长通道有80个,则该80个波长通道均有波时,C波段处于满波状态。由图3A可以看出,处于满波状态的目标波段的增益曲线较为平滑。在某一波长通道的功率变化大于功率变化阈值时,增益曲线变化明显,剩余部分波长通道的增益曲线与满波状态的增益曲线的偏差较大。

[0105] 图3B是本申请实施例提供的一种受激拉曼效应在光传输系统中的应用原理示意图。受激拉曼效应指的是光信号经过光纤传输后,短波长光信号的能量会向长波长光信号转移,最后形成短波长光信号的光功率低、长波长光信号的光功率高的带有一定倾斜度的光谱分布。在光传输系统的波段为C+L波段时,受激拉曼效应导致的功率转移更加剧烈。

[0106] 受到光放大器中各波长通道的增益竞争的影响,以及受激拉曼效应的影响,一旦目标波段的波长通道的组合发生变化,光放大器内部的各波长通道的增益和光功率也会发生剧烈变化。这种剧烈变化可能会导致某些波长通道增益和光功率过高或者过低,经过多跨光纤和多个光放大器传输之后,这部分的波长通道的光功率和信噪比会严重劣化,导致接收机产生误码,严重影响了光传输系统的性能。

[0107] 例如光传输系统中,初始传输的波分复用光信号为C波段80波的光信号,80个波长通道分别为波长通道1至80。在传输过程中,波长通道1至40产生了掉波状态。一方面,受到光放大器中各波长通道的增益竞争的影响,剩余的波长通道41至80的增益不再受之前的波长通道1至40的制衡,导致相对于原来C波段处于满波状态时的增益发生了较大变化;另一方面,受到受激拉曼效应的影响,若C波段处于满波状态,波长通道41至80会从波长通道1至40吸收能量,但是一旦出现了波长通道1至40的掉波,剩余的波长通道41至80无法从波长通道1至40吸收能量,导致相对于原来C波段处于满波状态时的光功率产生较大的跌落。因此,

受到上述两方面的影响,波长通道41至80的光传输性能出现明显劣化。

[0108] 本申请实施例提供一种光信号控制装置,可以设置在该光传输系统中,进行波长通道的通断状态的控制,以减少波长通道的变化所导致的剩余波长通道的光传输性能劣化。

[0109] 图4是本申请实施例提供的一种光信号控制装置20的结构示意图,该光信号控制装置20用于对该装置内部的第一光信号和该装置外部的第二光信号在目标波段上不同波长通道的控制。该装置20可以应用于图1或图2所示的光传输系统中,该装置20包括:

[0110] 光源201,用于输出第一光信号。该第一光信号通常为不携带业务信息的光信号,可以称为假光(dummy light)信号。光信号控制装置对应的目标波段是预先设置的。该光源201所输出的第一光信号的波段通常大于或等于目标波段,也即是该光源为宽谱光源,其波段覆盖目标波段,如此可以保证后续对第一光信号在目标波段中各个波长通道的控制。

[0111] 光开关模块202,该光开关模块具有第一输入端a、第二输入端b和输出端c,该第一输入端a用于接收该第一光信号,该第二输入端b用于接收外部的第二光信号,该输出端c用于输出第三光信号,例如向光链路的主线路输出第三光信号。其中,外部的第二光信号指的是来自于光信号控制装置20外部的的光信号,也即是光信号控制装置20从其所在的光传输系统的光链路上接收的光信号,该光链路为用于传输光信号的链路,例如其为光纤。该第二光信号通常为携带业务信息的光信号,可以称为真波信号。

[0112] 检测模块203,用于检测第二光信号的有无,例如检测该第二光信号在至少一个波长通道的功率变化大于预设的功率变化阈值。需要说明的是,当检测模块203检测到第二光信号不存在波长通道的功率变化大于预设的功率变化阈值的情况时,则进行下一次检测。

[0113] 其中,至少一个波长通道的功率变化大于预设的功率变化阈值指示掉波状态或加波状态,该掉波状态为该至少一个波长通道从有波(即有光信号)到无波(即无光信号)的状态,该加波状态为该至少一个波长通道从无波到有波的状态。如目标波段是C波段,其满波状态有80个指定波长通道。若至少一个波长通道处于掉波状态时,则有波的指定波长通道的个数减少,且小于80。若至少一个波长通道处于加波状态时,则有波的指定波长通道的个数增加,且小于或等于80。

[0114] 该光开关模块202,用于在该检测模块检测到该至少一个波长通道的功率变化大于功率变化阈值后,调整接收的该第一光信号和该第二光信号中该至少一个波长通道的通断状态,以使调整后的第一光信号和调整后的第二光信号组合得到前述第三光信号。

[0115] 该调整接收的该第一光信号和该第二光信号中该至少一个波长通道的通断状态指的是改变该第一光信号和该第二光信号中该至少一个波长通道的通断状态。例如,在检测模块203确定第二光信号的波长通道 λ_1 从无波到有波的状态后,第一光信号的波长通道 λ_1 原通断状态为导通,则将第一光信号的波长通道 λ_1 调整为关断,第二光信号的波长通道 λ_1 原通断状态为关断,则将第二光信号的波长通道 λ_1 调整为导通。如此,输出的第三光信号的波长通道 λ_1 处于有波状态,其光信号为第二光信号的波长通道 λ_1 中的光信号。又例如,在检测模块203确定第二光信号的波长通道 λ_1 从有波到无波的状态后,第一光信号的波长通道 λ_1 原通断状态为关断,则将第一光信号的波长通道 λ_1 调整为导通,第二光信号的波长通道 λ_1 原通断状态为导通,则将第二光信号的波长通道 λ_1 调整为关断。如此,输出的第三光信号的波长通道 λ_1 处于有波状态,其光信号为第一光信号的波长通道 λ_1 中的光信号。由此可知,由

于进行了第一光信号和该第二光信号中该至少一个波长通道的通断状态的调整,可以使得组合得到的第三光信号相对于第二光信号,至少一个波长通道的功率变化和增益变化得到补偿,从而保持目标波段的波长通道的组合不变或变化较小。

[0116] 综上所述,本申请实施例提供的光信号控制装置的光开关模块在该检测模块检测到第二光信号的至少一个波长通道的功率变化大于功率变化阈值后,调整接收的该第一光信号和该第二光信号中该至少一个波长通道的通断状态,以使调整后的该第一光信号和调整后的该第二光信号组合得到该第三光信号,并输出该第三光信号。在第二光信号的至少一个波长通道的功率变化较大(如处于加波状态或掉波状态)时,将其更新为第三光信号输出,有效减少该至少一个波长通道的功率变化所导致的剩余波长通道的光传输性能劣化。

[0117] 本申请实施例中,检测模块203可以通过检测导频信号来实现对掉波状态或加波状态的检测。在一种可选示例中,第二光信号中携带有业务信息的波长通道调制有具有多个导频频点的导频信号。例如,发射机在发射第二光信号时,在携带有业务信息的光信号(即真波信号)上,调制具有多个导频频点(pilot frequency)的导频信号,该多个导频频点与多个波长通道分别对应,例如与目标频段的多个指定波长通道一一对应。可选地,发射机在发射第二光信号时,在未携带有业务信息的光信号(即假光信号)上,不调制导频信号。频点指绝对频率值。其为调制信号中设定的中心频率。在本申请实施例中,多个导频频点互不相同,例如该多个导频频点包括1MHz或10MHz,如此检测模块203才能实现导频频点的有效识别。

[0118] 图5是一种通过发射端调制有具有多个导频频点的导频信号的第二光信号的示意图。示例的,假设第二光信号的各个波长通道均携带业务信息,即为真波信号,该导频信号可以为低频导频信号,其频率小于预设的频率阈值,该频率阈值可以为10MHz。通过在发送第二光信号时,调制低频导频信号可以实现第二光信号的调顶,调制前的第二光信号对应光波的顶部平齐,即波峰的高度相同,调制后的第二光信号所对应的光波的顶部不再平齐,也即是形成了波动。

[0119] 该检测模块203,用于检测该导频信号。示例的,该检测模块203可以为一个检测电路。

[0120] 该光开关模块202用于:在该检测模块203检测到至少一个导频频点从信号未丢失状态(即有信号)切换为信号丢失(signal loss,即无信号)状态后,确定该至少一个导频频点对应的波长通道处于掉波状态;在该检测模块203检测到至少一个导频频点从信号丢失状态切换为信号未丢失状态后,确定该至少一个导频频点对应的波长通道处于加波状态。示例的,检测模块203可以周期性地检测导频频点的状态,基于每相邻两个检测周期中导频频点的状态来确定导频频点是否出现状态切换。当当前检测周期的导频频点的状态为信号未丢失状态,前一检测周期的导频频点的状态为信号丢失状态,确定导频频点从信号未丢失状态切换为信号丢失状态;当当前检测周期的导频频点的状态为信号丢失状态,前一检测周期的导频频点的状态为信号未丢失状态,确定导频频点从信号丢失状态切换为信号未丢失状态。在实际实现时,当当前检测周期的导频频点的状态为信号丢失状态,也可以不检测前一检测周期的导频频点的状态是否为信号丢失状态,直接确定导频频点从信号丢失状态切换为信号丢失状态切换。

[0121] 图6是本申请实施例提供的一种示意性的导频频点检测示意图。图6中,横轴表示

频率,纵轴表示功率,1至13是对应导频频点的编号,并不代表频率大小。图6中带有圈的实线箭头表示导频频点从信号丢失状态切换为信号未丢失状态,带有叉的虚线箭头表示导频频点从信号未丢失状态切换为信号丢失状态,其他实线箭头表示导频频点未发生状态切换。则由图6可以看出,编号为6、8、9、11、12、13的导频频点从信号未丢失状态切换为信号丢失状态,则说明编号为6、8、9、11、12、13的导频频点对应的波长通道处于掉波状态。编号为4、5的导频频点从信号丢失状态切换为信号未丢失状态,则说明编号为4、5的导频频点对应的波长通道处于加波状态。

[0122] 值得说明的是,由于光信号控制装置20接收的第二光信号中携带有业务信息的波长通道已调制有具有多个导频频点的导频信号,在一种可选实现方式中,光控制信号装置20在输出的第三光信号中携带有业务信息的波长通道仍然调制有该导频信号。假设第三光信号的某一波长通道 λ_2 未携带业务信息,其为假光信号,则该某一波长通道 λ_2 未调制导频信号,该光信号控制装置20也不会为该某一波长通道 λ_2 进行导频信号的调制。该某一波长通道 λ_2 对应导频频点在后续检测过程中被检测为信号丢失状态。

[0123] 本申请实施例中,检测模块203可以通过多种方式检测导频信号。图7是本申请实施例提供的另一种示意性的光信号控制装置20的结构示意图。如图7所示,该光信号控制装置20,还包括:光分路器204和光电转换器205。

[0124] 光分路器204,用于将该第二光信号分出部分功率的第四光信号,该光分路器204可以设置在用于传输第二光信号的光链路上。其具有一个输入端和两个输出端,光分路器204将输入端输入的第二光信号分为两路,分别是第四光信号和新的第二光信号,该新的第二光信号的功率相对于输入光分路器的第二光信号的功率有所降低,但携带的业务信息并未减少。该过程实现将第二光信号分出部分用于进行导频信号检测。示例的,该第四光信号的功率与第二光信号的功率的比值范围为1%至10%,例如该第四光信号的功率与第二光信号的功率的比值为5%,如此,可以保证光信号的分路对第二光信号的功率影响较小。

[0125] 光电转换器205,用于将该第四光信号转换成电信号,并将转换后的电信号输出给该检测模块203。示例的,该光电转换器205可以为光电二极管(PhotoDiode,PD)。该光电转换器205是与导频信号匹配的转换器件,例如该导频信号为低频导频信号,则该光电转换器205为用于检测低频导频信号的转换器件,其可以将检测到的低频导频信号转换为电信号。

[0126] 图8是本申请实施例提供的一种光信号控制装置20所在的光传输节点30的结构示意图。该光传输节点30包括WSS301和光放大器302,假设WSS301和光放大器302之间设置有一个光信号控制装置20。其中,检测模块203的输入端(即检测端)可以连接WSS301的输出端x,即WSS301的合波端口。在一种可选实现方式中,检测模块203还包括至少一个其他输入端,该至少一个其他输入端与光信号控制装置20的输出端y,和光放大器302的输出端z中的至少一个分别连接。

[0127] 其中,光信号控制装置20的输出端y即为前述第三光信号的输出端c,当检测模块203的其他输入端与输出端y连接时,检测模块203还可以检测从前述输出端x和输出端y所获取的光信号的关系,基于该光信号的关系确定光开关模块是否出现故障,在确定光信号控制装置20出现故障时,发出指示光信号控制装置出现故障的告警信息。例如,通过检测在输出端x和输出端y所获取的光信号可知,当第二光信号在至少一个波长通道的功率变化大于预设的功率变化阈值时,光开关模块并未进行光信号的调整,或者调整出现问题。

[0128] 当检测模块203的其他输入端分别与输出端y以及输出端z连接时,检测模块203还可以检测从前述输出端y和输出端z所获取的光信号的关系,基于该光信号的关系确定光放大器302是否出现故障,在确定光放大器302出现故障时,发出指示光放大器出现故障的告警信息。例如,通过检测输出端y和输出端z所获取的光信号可知,光放大器并未进行信号放大,或者信号放大比例小于预设比例。

[0129] 当检测模块203其他输入端与输出端z连接时,检测模块203还可以检测从前述输出端x和输出端z所获取的光信号的关系,基于该光信号的关系确定光放大器302是否出现故障,在确定光放大器302出现故障时,发出指示光放大器出现故障的告警信息。例如,通过检测输出端x和输出端z所获取的光信号可知,光放大器并未进行信号放大,或者信号放大比例小于预设比例。

[0130] 通过对前述输出端y和/或输出端z的检测,可以实现光传输节点的功能及时校准,避免光传输节点中光器件出现故障导致业务的中断或传输错误。值得说明的是,前述检测模块203还可以集成其他检测功能。本申请实施例对此不再赘述。

[0131] 如前所述,若波分复用光信号的某一波长通道的功率变化较大,例如该某一波长通道出现掉波状态或加波状态,保证光传输系统的波长通道组合不变化,可以有效保证剩余波长通道的性能稳定。图9是本申请实施例提供的一种波长通道控制的原理示意图。图9中虚线箭头表示第二光信号的波长通道,实线箭头表示第一光信号的波长通道,光开关模块202用于在目标波段的指定波长通道填充第一光信号或者第二光信号,从而尽量减少光传输系统的波长通道组合不变化或者变化较小。例如,实现目标波段满足预设的状态,如满波状态。假设该第二光信号的第一波长通道为检测到的功率变化大于阈值的至少一个波长通道的一个或多个波长通道,基于图9的原理可知,该光开关模块202可以用于实现第一光信号和第二光信号的第一波长通道的相互替换,该相互替换过程包括:将该第二光信号的第一波长通道替换为该第一光信号的第一波长通道(也即是该第一光信号的第一波长通道填充至第二光信号的第一波长通道中),或者,将该第一光信号的第一波长通道替换为该第二光信号的第一波长通道(也即是保持第二光信号的第一波长通道导通,并阻断第一光信号的第一波长通道);该第二光信号的第一波长通道和该第一光信号的第一波长通道具有相同的波长。如此,可以使得最终输出的第三光信号中相对于输入光开关模块202前的第二光信号(如加波或掉波前的第二光信号)的波长通道组合不变化。

[0132] 在第一种情况中,该光开关模块202用于:在确定该第二光信号的第一波长通道处于掉波状态后,控制该第一输入端a接收的第一光信号的该第一波长通道导通,控制该第二输入端b接收的第二光信号的该第一波长通道关断。在实际实现时,当该光开关模块202确定该第二光信号的第一波长通道处于掉波状态时,由于第二光信号的第一波长通道没有光信号,在控制该第一输入端a接收的第一光信号的该第一波长通道导通后,可以无需对该第二输入端b接收的第二光信号的通断状态进行控制(即不进行第二光信号的通断状态的控制动作)。例如,第二光信号的第一波长通道原通断状态为关断,则保持第二光信号的第一波长通道为关断,或者,第二光信号的第一波长通道原通断状态为导通,则保持第二光信号的第一波长通道为导通。如此可以减少波长通道的通断状态控制流程,降低控制复杂度。

[0133] 在第二种情况中,该光开关模块202用于:在确定该第二光信号的第一波长通道处于加波状态后,控制该第一输入端a接收的第一光信号的该第一波长通道关断,控制该第二

输入端b接收的第二光信号的该第一波长通道导通。其中,该第一光信号的第一波长通道和该第二光信号的第一波长通道具有相同的波长。

[0134] 在本申请实施例中,光开关模块202可以通过滤波的方式来实现对波长通道的通断的控制。示例的,该光开关模块202用于:

[0135] 通过对该第一波长通道进行第一滤波处理,以使该第一波长通道导通,导通的该第一波长通道的波长位于带通滤波范围内;通过对该第一波长通道进行第二滤波处理,以使该第一波长通道关断,关断的该第一波长通道的波长位于带阻滤波范围内。

[0136] 前述第一滤波处理和第二滤波处理是相反的滤波处理,其有多种实现方式。本申请实施例以以下两种实现方式为例进行说明:

[0137] 第一种实现方式,第一滤波处理和第二滤波处理是加载在光信号上的整体滤波处理。假设第一波长通道为第一光信号和第二光信号中任一光信号M的第一波长通道,通过对该第一波长通道进行第一滤波处理,以使该第一波长通道导通的过程包括:为光信号M加载第一滤波曲线,该第一滤波曲线在第一波长通道处的滤波特性为导通特性,在第一波长通道之外的其他波长通道处的滤波特性为关断特性;通过对该第一波长通道进行第二滤波处理,以使该第一波长通道关断的过程包括:为光信号M加载第二滤波曲线,该第二滤波曲线在第一波长通道处的滤波特性为关断特性,在第一波长通道之外的其他波长通道处的滤波特性为导通特性。

[0138] 图10是本申请实施例提供的第一滤波曲线和第二滤波曲线的示意图。图10中,横轴表示波长,其单位为nm(纳米);纵轴表示衰减,其单位为dB(分贝)。开启特性表示没有衰减,或者衰减小于或等于第一预设衰减值,例如该第一预设衰减值为1dB,关断特性表示衰减大于或等于第二预设衰减值,例如该第二预设衰减值为35dB。假设第一波长通道的波长为 λ ,在同一时刻加载在第一光信号的第一波长通道的滤波曲线和加载在第二光信号的第一波长通道的滤波曲线分别为第一滤波曲线和第一滤波曲线中的一者。例如,在确定该第二光信号的第一波长通道处于掉波状态后,控制该第一输入端a接收的第一光信号加载第一滤波曲线,控制该第二输入端b接收的第二光信号加载第二滤波曲线;在确定该第二光信号的第一波长通道处于加波状态后,控制该第一输入端a接收的第一光信号加载第二滤波曲线,控制该第二输入端b接收的第二光信号加载第一滤波曲线。

[0139] 第二种实现方式,第一滤波处理和第二滤波处理是加载在光信号上的部分滤波处理。光信号控制装置,如光开关模块,中配置有目标波段中的多个栅格(grid)窗口,该多个栅格窗口包括与目标波段的多个指定波长通道对应的栅格窗口。该多个栅格窗口的划分方式可以参考国际电信联盟电信标准分局(ITU Telecommunication Standardization Sector, ITU-T), G.694.1标准定义的波分复用栅格窗口的划分方式,也即是每个栅格窗口的中心波长是预设的。例如,对于中心波长为50GHz的栅格窗口,在进行滤波时仅对中心波长为50GHz的栅格窗口所在范围内的光信号进行滤波。

[0140] 假设第一波长通道为第一光信号和第二光信号中任一光信号M的第一波长通道,通过对该第一波长通道进行第一滤波处理,以使该第一波长通道导通的过程包括:为光信号M的第一波长通道对应的栅格窗口加载第三滤波曲线,该第三滤波曲线的滤波特性为导通特性;通过对该第一波长通道进行第二滤波处理,以使该第一波长通道关断的过程包括:为光信号M的第一波长通道对应的栅格窗口加载第四滤波曲线,该第四滤波曲线的滤波特

性为关断特性。值得说明的是,第二光信号中除第一波长通道之外的其他波长通道通常都是导通状态。在一种可选方式中,不对该其他波长通道进行滤波处理;在另一种可选方式中,为第二光信号的其他波长通道对应的栅格窗口加载第三滤波曲线,该第三滤波曲线的滤波特性为导通特性。

[0141] 图11和图12分别是本申请实施例提供的第三滤波曲线和第四滤波曲线的示意图。图11和图12中,横轴表示波长,其单位为nm;纵轴表示衰减,其单位为dB。开启特性表示没有衰减,或者衰减小于或等于第一预设衰减值,例如该第一预设衰减值为1dB,关断特性表示衰减到小大于或等于第二预设衰减值,例如该第二预设衰减值为35dB。在同一时刻加载在第一光信号的第一波长通道的滤波曲线和加载在第二光信号的第一波长通道的滤波曲线分别为第三滤波曲线和第四滤波曲线中的一者。其中,假设第一波长通道的中心波长为50GHz,则第三滤波曲线指的是图11中该50GHz栅格窗口所在范围内的曲线,第四滤波曲线指的是图12中该50GHz栅格窗口所在范围内的曲线。

[0142] 例如,在确定该第二光信号的第一波长通道处于掉波状态后,控制该第一输入端a接收的第一光信号在第一波长通道对应的栅格窗口加载第三滤波曲线,控制该第二输入端b接收的第二光信号在第一波长通道对应的栅格窗口加载第四滤波曲线;在确定该第二光信号的第一波长通道处于加波状态后,控制该第一输入端a接收的第一光信号在第一波长通道对应的栅格窗口加载第四滤波曲线,控制该第二输入端b接收的第二光信号在第一波长通道对应的栅格窗口加载第三滤波曲线。

[0143] 本申请实施例中,光开关模块202具有两个输入端和一个输出端,可以实现光信号的调度,因此可以视为一个 2×1 WSS(即两个输入端一个输出端的WSS),该 2×1 WSS的结构可以有多种可选实现方式。本申请实施例以以下两种可选实现方式为例进行说明:

[0144] 在第一种可选实现方式中,光开关模块202主要包括至少两个光滤波器。图13是本申请实施例提供的一种示意性的光开关模块202的结构示意图,如图13所示,该光开关模块202,包括:

[0145] 具有输入端和输出端的第一光滤波器2021,该第一光滤波器2021的输入端为该第一输入端a,该第一光滤波器2021用于对接收的第一光信号进行滤波。

[0146] 具有输入端和输出端的第二光滤波器2022,该第二光滤波器2022的输入端为该第二输入端b,该第二光滤波器2022用于对接收的第二光信号进行滤波。对于相同波长的波长通道,该第一光滤波器和该第二光滤波器2022的滤波特性相反(也称互补)。示例的,对于相同波长的波长通道,当该第一光滤波器的滤波特性为开启时,该第二光滤波器2022的滤波特性为关断;当该第一光滤波器的滤波特性为关断时,该第二光滤波器2022的滤波特性为开启。

[0147] 光合路器2023,该光合路器2023具有两个输入端和一个输出端,该两个输入端分别与该第一光滤波器2021的输出端和该第二光滤波器2022的输出端连接,该光合路器2023的输出端为该光开关模块202的输出端c,该光合路器2023用于将该两个输入端接收的滤波后的该第一光信号和滤波后的该第二光信号组合得到该第三光信号。其中,组合指的是进行功率组合。

[0148] 示例的,第一光滤波器在默认状态下,对接收的光信号的所有波长通道为关断特性(即全断特性),第二光滤波器在默认状态下,对接收的光信号的所有波长通道为开启特

性(即全通特性)。在一种可选示例中,第一光滤波器和该第二光滤波器中的至少一个为波长阻断器(Wavelength Blocker, WB)。例如,第一光滤波器和该第二光滤波器均为波长阻断器。该波长阻断器具有波长选择特性。

[0149] 在一种可选方式中,第一光滤波器和该第二光滤波器可以采用以下技术中一种实现:硅基液晶(Liquid Crystal On Silicon, LCOS)技术、数字光处理(Digital Light Processing, DLP)技术、平面光波导(Planar Lightwave Circuit, PLC)技术、液晶(Liquid Crystal, LC)技术或微机电系统(Micro-Electro-Mechanical System, MEMS)技术。

[0150] 在本申请实施例中,该光合路器与该第一光滤波器连接的输入端的分光比不等于该光合路器与该第二光滤波器连接的输入端的分光比。例如,该光合路器与该第一光滤波器连接的输入端的分光比小于该光合路器与该第二光滤波器连接的输入端的分光比。该分光比指的是分路(即光合路器与该第一光滤波器连接的一路或该光合路器与该第二光滤波器连接的另一路)的光信号占合路(该光合路器输出的一路)的光信号的比例。

[0151] 通过将该光合路器与该第一光滤波器连接的输入端的分光比设置为小于该光合路器与该第二光滤波器连接的输入端的分光比,可以保证最终输出的第三光信号中第一光信号的光功率占比较小,第二光信号的光功率占比较大。使得光合路器中,从与该第一光滤波器连接的输入端到输出端的这个路径的插损小于从与该第二光滤波器连接的输入端到输出端这个路径的插损。从而减少第二光信号在光合路器中实际传输的插损,避免业务信息的丢失。

[0152] 在第二种可选实现方式中,光开关模块202主要包括多个光开关(也称光开关阵列)。图14是本申请实施例提供的一种示意性的光开关模块202的结构示意图,如图14所示,该光开关模块202,包括:

[0153] 具有输入端和 n 个第三输出端的第一光分波器2024,具有输入端和 n 个第四输出端的第二光分波器2025, n 个光开关2026以及光合路器2027, n 为大于1的正整数,该 n 通常等于目标波段中指定波长通道的个数。例如,指定波长通道的个数为80,则 $n=80$ 。该 n 个光开关2026中每个光开关2026具有第三输入端 d 、第四输入端 e 和第五输出端 f ,该光合路器2027具有 n 个输入端和1个输出端。

[0154] 该第一光分波器2024的输入端为该第一输入端 a ,该第一光分波器2024用于对接收的第一光信号进行分波(或称分路)得到 n 个波长通道的光信号,并将该 n 个波长通道的光信号分别通过该 n 个第三输出端输入至该 n 个光开关2026的第三输入端 d 。

[0155] 该第二光分波器2025的输入端为该第二输入端 b ,该第二光分波器2025用于对接收的第二光信号进行分波得到 n 个波长通道的光信号,并将该 n 个波长通道的光信号分别通过该 n 个第四输出端输入至该 n 个光开关2026的第四输入端 e 。

[0156] 每个光开关2026为一个 2×1 光开关(也即是两个输入端一个输出端的光开关)。每个光开关2026的第三输入端 d 和第四输入端 e 接收的光信号的波长通道相同,每个该光开关2026用于在该第三输入端 d 接收的光信号和该第四输入端 e 接收的光信号中选择一路从第五输出端 f 输出。

[0157] 该光合路器2027的输出端为该光开关模块202的输出端 c ,该光合路器2027的 n 个输入端用于分别接收 n 个该光开关2026输出的 n 个光信号,该光合路器2027用于将该 n 个光信号组合得到该第三光信号。其中,组合指的是进行功率组合。

[0158] 值得说明的是,前述光开关模块202中还可以包括其他结构。例如,对于前述第一种可选实现方式,该光开关模块202还可以包括控制器,该控制器用于控制两个光滤波器的滤波特性;对于前述第二种可选实现方式,该光开关模块202还可以包括控制器,该控制器用于控制前述每个光开关的选路。该控制器可以为中央处理器(central processing unit,CPU)或外围控制电路等。可选地,该光开关模块202也可以与其所在的光信号控制装置中的控制器或者光传输节点的控制器连接,在光开关模块202外部的控制信号的控制下,实现第一光信号和所述第二光信号中至少一个波长通道的通断状态的调整。

[0159] 综上所述,本申请实施例提供的光信号控制装置的光开关模块在该检测模块检测到第二光信号的至少一个波长通道的功率变化大于功率变化阈值后,调整接收的该第一光信号和该第二光信号中该至少一个波长通道的通断状态,以使调整后的该第一光信号和调整后的该第二光信号组合得到该第三光信号,并输出该第三光信号。在第二光信号的至少一个波长通道的功率变化较大(如处于加波状态或掉波状态)时,将其功率变化较大的波长通道替换为第一光信号中相应的波长通道,从而得到第三光信号,该第三光信号的功率稳定。如此可以减少目标波段的波长通道的组合变化,降低光放大器内部的各波长通道的增益的变化以及SRS引起的各波长通道光功率变化,从而降低波长通道的光功率和信噪比的劣化,减少接收机的误码,减少对光传输系统的性能影响。

[0160] 并且,当第三光信号为目标波段处于满波状态的光信号时,可以进一步减少剩余波长通道的性能劣化。

[0161] 传统的光传输节点中的WSS可以额外分配一个端口,该端口用于接收假光信号,WSS在进行不同波长通道带宽调整、不同波长在不同端口之间的调度、以及波长通道光功率衰减调节等各种复杂功能的同时,可以进行假光信号和真波信号的相互替换。但是,由于光传输节点中的WSS的功能较为复杂,硬件性能无法支持假光信号和真波信号的快速替换,导致替换过程中业务中断时间过长,产生上层业务可感知的中断时延。

[0162] 本申请实施例提供的光信号控制装置,设置在光传输节点的WSS之外。一方面,不需要占用WSS器件的额外端口,简化光传输节点的WSS结构,减少WSS的制造成本。另一方面,由于光信号控制装置相对于传统的WSS的结构简化,可以实现假光信号和真波信号的快速替换,该替换速度由传统的秒级提升至毫秒级,从而降低可能的业务中断时间,或者将业务中断时长压缩至50ms以内,实现上层业务无感知的中断时延。

[0163] 本申请实施例所提供的光信号控制装置20可以根据光传输系统的需要设置在光传输系统的任意位置。示例的,其可以设置在光传输节点中。图15至图17是本申请实施例提供的三种光传输节点30的结构示意图,该光传输节点30包括WSS301和/或光放大器302。示例的,该光传输节点30为可重构光分插复用器(Reconfigurable Optical Add-Drop Multiplexer,ROADM)或者光放节点,该光放节点包括一级或多级光放大器。

[0164] 在一种可选方式中,光传输节点30包括一个或多个WSS301,至少一个WSS301之后设置有一个本申请实施例提供的光信号控制装置20。示例的,每个WSS301之后设置有一个光信号控制装置20。在另一种可选方式中,光传输节点30包括一个或多个光放大器302,至少一个光放大器302之前设置有一个本申请实施例提供的光信号控制装置20。示例的,每个光放大器302之前设置有一个光信号控制装置20。

[0165] 本申请实施例中,光传输节点30可以有多种结构,其结构可以参考图1和图2、图8、

图15、图16和图17,也可以在前述几种结构上进行形变,本申请实施例对光传输节点的结构不做限定。在图8中,每个该WSS301之后设置的一级光放大器302,每个该光信号控制装置20位于一个该WSS301与一个该一级光放大器302之间。

[0166] 图16和图17中,该光传输节点30包括多级光放大器302,该光信号控制装置20位于该多级光放大器302的任意相邻的两级光放大器302之间。值得说明的是,该光信号控制装置20还可以位于该多级光放大器302的第一级光放大器(也称光放输入级)之前。

[0167] 图18是本申请实施例提供的一种具体的光传输节点30的结构示意图。图18中以光信号控制装置20的光开关模块202位于两级光放大器302之间为例进行说明,该光开关模块202也可以位于WSS301与一级放大器302之间。

[0168] 本申请实施例中,该光放大器可以为掺铒光纤放大器(Erbium Doped Fiber Amplifier,EDFA)或拉曼放大器等光放大器。

[0169] 在本申请实施例中,前述第二光信号所处的目标波段可以为S波段、C波段或L波段。例如,S波段的光波长范围为1460nm至1530nm,C波段的光波长范围为1530nm至1565nm,L波段的光波长范围为1565nm至1625nm。

[0170] 综上所述,本申请实施例提供的光传输节点中,光信号控制装置在检测到第二光信号的至少一个波长通道的功率变化大于功率变化阈值后,调整接收的该第一光信号和该第二光信号中该至少一个波长通道的通断状态,以使调整后的该第一光信号和调整后的该第二光信号组合得到该第三光信号,并输出该第三光信号。在第二光信号的至少一个波长通道的功率变化较大(如处于加波状态或掉波状态)时,将其更新为第三光信号输出,有效减少该至少一个波长通道的功率变化所导致的剩余波长通道的光传输性能劣化。

[0171] 本申请实施例提供一种光传输系统,该光传输系统可以包括本申请实施例提供的光信号控制装置20。图19是本申请实施例提供的一种光传输系统40的结构示意图。该光传输系统40包括至少两个光传输节点,该光传输节点为前述实施例中任一的光传输节点30;不同的该光传输节点30对应的目标波段互不相同。示例的,该至少两个光传输节点对应的目标波段为S波段、C波段和L波段中的任意两种或三种。例如,光传输系统40包括两个光传输节点30,对应的目标波段分别为C波段和L波段,则该光传输系统40的波段可以称为C+L波段;或者,光传输系统40包括三个光传输节点30,对应的目标波段分别为C波段、L波段和S波段,则该光传输系统40的波段可以称为S+C+L波段。

[0172] 图20是本申请实施例提供的另一种光传输系统40的结构示意图。该光传输系统40可以降低受激拉曼效应对光功率的影响。前述至少两个光传输节点中每个光传输节点包括光放大器,则光传输系统40还包括:

[0173] 功率检测模块401,用于检测该至少两个光传输节点30的功率信息。该功率信息为光功率信息。

[0174] 增益控制模块402,用于基于该至少两个光传输节点30的功率信息,进行该至少两个光传输节点30对应的至少两个目标波段的光放增益控制。

[0175] 可选地,该功率检测模块401还用于在检测到某一光传输节点30的功率信息低于预设功率值,输出指示该光传输节点30的功率信息低于预设功率值的告警信息。

[0176] 本申请实施例,基于至少两个光传输节点30的功率信息,对该至少两个目标波段的光放增益进行控制,以基于光放增益的调整减少受激拉曼效应所引起的功率转移,从而

提高光传输系统的可靠性。

[0177] 本申请实施例提供一种光传输结构,该光传输结构包括前述至少两个光传输节点30。前述实施例以光传输系统包括一个光传输结构为例进行说明。实际实现时,光传输系统可以包括多个光传输结构。图21是本申请实施例提供的又一种光传输系统40的结构示意图。如图21所示,该光传输系统40包括多个光传输结构,每个光传输结构包括多个光传输节点,至少一个光传输结构包括前述功率检测模块401和增益控制模块402。图21以该光传输系统40包括2个光传输结构为例进行说明,这两个光传输结构分别为第一光传输结构和第二光传输结构。第一光传输结构包括多个光传输节点,每个光传输节点30包括光信号控制装置20,第二光传输结构包括多个光传输节点。图21以第一光传输结构包括的光传输节点30为ROADM,第二光传输结构包括的光传输节点30为光放节点为例进行说明。

[0178] 以光传输系统中的一个设置有功放控制结构的光传输结构为例,该光传输结构中包括s组功放控制结构(图中未标示),s为正整数,每组功放控制结构包括一个功率检测模块401和一个增益控制模块402。每组功放控制结构中的功率检测模块401用于向对应的增益控制模块402反馈检测到的功率信息。前述光传输结构包括一级或多级光放大器,至少一级光放大器后可以设置一组功放控制结构。示例的,每级光放大器R后可以设置一组功放控制结构,该组功放控制结构用于对该级光放大器R进行控制。可选地,光传输结构的第i级光放大器包括该至少两个光传输节点中每个光传输节点沿光信号传输方向(即光信号在光纤的主线路上传输的方向)上排布的第i个光放大器。 $1 \leq i \leq I$,I为每个光传输节点上光放大器的总数。可选地, $s \leq I$,例如 $I = s$ 。图21分别假设第一光传输结构和第二光传输结构均包括一级光放大器,也即是两个光传输结构中, $I = 1$,在每一级光放大器后均设置有一组功放控制结构。

[0179] 其中,每个光放大器具有输入端、输出端和控制端,光放大器通过输入端和输出端设置在光链路的主线路中。假设功放控制结构M1用于控制光传输系统40中的某一级光放大器M2,则该功放控制结构M1中的功率检测模块401分别用于获取该某一级光放大器M2中每个光放大器的输出端的功率信息;该功放控制结构M1中的增益控制模块402用于向该某一级光放大器M2中每个光放大器的控制端输出控制信号,如此来控制光放大器的光放增益。

[0180] 本申请实施例中,光传输结构还包括其他结构,例如该光传输结构还包括合分波器,合分波器用于进行光信号的合波和/或分波。图21示意性地以该光传输系统40中,第一光传输结构包括第一合分波器403,第二光传输结构包括第二合分波器404和第三合分波器405为例进行说明,但并不对合分波器的数量和位置进行限定。并且,图21仅以第一光传输结构中设置有光信号控制装置20为例进行说明。实际实现时,在第一光传输结构中设置有光信号控制装置20的同时,第二光传输结构中也可以设置光信号控制装置20。或者,第一光传输结构中未设置光信号控制装置20,第二光传输结构中设置光信号控制装置20。

[0181] 在一种可选方式中,前述功率信息为瞬时功率值。对于每一组功放控制结构,该增益控制模块402,用于:基于该至少两个光传输节点的瞬时功率值,计算该至少两个光传输节点中每个该光传输节点的功率变化值;基于每个该光传输节点的功率变化值,进行该至少两个目标波段的光放增益控制。

[0182] 图22是本申请实施例提供的一种功放控制结构的示意图。假设设置有功放控制结构的光传输结构包括Q个光传输节点, $Q \geq 2$,例如 $2 \leq Q \leq 3$ 。该功放控制结构还包括:Q个光分

路器405和与每个光分路器连接的光电转换器406。Q个光分路器405与Q个光传输节点一一对应。

[0183] 每个光分路器405,用于将该对应光传输节点的目标波段的第五光信号分出部分功率的第六光信号,该光分路器405可以设置在用于传输第五光信号的光链路上。其具有一个输入端和两个输出端,光分路器405将输入端输入的第五光信号分为两路,分别是目标波段的第六光信号和目标波段的第七光信号,该第七光信号即为新的第五光信号,其功率相对于输入光分路器的第五光信号的功率有所降低,但携带的业务信息并未减少。该过程实现将第五光信号分出部分用于进行功率信息检测。示例的,该第七光信号的功率与第五光信号的功率的比值范围为1%至10%,例如该第七光信号的功率与第五光信号的比值为5%,如此,可以保证光信号的分路对第七光信号的功率影响较小。

[0184] 光电转换器406,用于将接收的第六光信号转换成电信号,并将转换后的电信号输出给该功率检测模块401。示例的,该光电转换器406可以为PD。

[0185] 对于一组功放控制结构,功率检测模块401用于:基于接收的Q个光电转换器406传输的电信号,确定Q个目标波段中每个波段的光功率的瞬时功率值,其中,该Q个目标波段中每个波段的光功率的瞬时功率值指的是属于不同目标波段且处于同一级的Q个光放大器的瞬时功率值。该Q个光放大器是功率检测模块401用于检测的光放大器。

[0186] 在一种可选方式中,增益控制模块402,用于:基于受激拉曼效应模型以及Q个目标波段中每个波段的光功率的瞬时功率值,确定Q个目标波段中每个波段的功率变化值。受激拉曼效应模型满足:

[0187] $(\Delta P_1, \Delta P_2, \dots, \Delta P_Q) = f(P_1, P_2, \dots, P_Q)$;

[0188] 其中,f表示受激拉曼效应模型,P₁至P_Q分别表示Q个目标波段中每个波段的光功率的瞬时功率值;ΔP₁至ΔP_Q分别表示Q个目标波段中每个波段的功率变化值。示例的,该受激拉曼效应模型可以为一个机器学习模型。

[0189] 可选地,该受激拉曼效应模型还需要基于其他参数以及该Q个目标波段中每个波段的光功率的瞬时功率值,确定Q个目标波段中每个波段的功率变化值。该其他参数包括:光纤长度、光纤类型、光放类型参数、固定插损和/或Q个目标波段对应的设定系数。其中,光纤长度指的是Q个光传输节点的合波端口到下一组光传输节点的分波端口之间的光纤长度,即一个光传输结构到下一个光传输结构之间的光纤长度。以图21为例,第一光传输结构的光纤长度指的是第一光传输结构到第二光传输结构之间的光纤长度。同理,光纤类型指的是Q个光传输节点的合波端口到下一组光传输节点的分波端口之间的光纤类型。

[0190] 该其他参数可以是光传输系统中的主控制器或者网管预先下发至增益控制模块402的,该其他参数可以周期性更新,以保证参数的准确性。该增益控制模块402可以以参数表的方式存储该其他参数。示例的,如表1所示,表1为增益控制模块402所存储的参数表的示意性表格。以表标识为K1的表为例,其记录的其他参数包括:光纤长度为80km(千米)、光纤类型为G.652、光放类型为OA_x、固定插损为IL01。

[0191] 表1

| | | | | |
|--------|-----|------|-------|-------|
| [0192] | 参数表 | 光纤长度 | 80km | 80km |
| | | 光纤类型 | G.652 | G.654 |
| | | 光放类型 | OA_x | OA_x |
| | | 固定差损 | IL01 | IL02 |
| | | 表标识 | K1 | K2 |

[0193] 相应的,增益控制模块402,还用于:基于确定的Q个目标波段中每个波段的功率变化值: $\Delta P_1, \Delta P_2, \dots, \Delta P_Q$,分别对Q个目标波段的光放大器进行增益控制。例如,反向补偿受激拉曼效应所引起的功率变化,如此使得系统性能更稳定。示例的,假设 $\Delta P_1 = 5\text{dB}$,则控制对应的波段1的光放大器减去5dB的功率变化值; $\Delta P_1 = -5\text{dB}$,则控制对应的波段1的光放大器增加5dB的功率变化值。

[0194] 需要说明的是,前述光传输系统40还可以包括其他结构,例如光发射机、光接收机、网管、主控制器、波分复用器或光调制器中的一种或多种,本申请实施例对此不做赘述。

[0195] 本申请实施例提供的光信号控制装置、光传输节点、光传输系统可以应用于下文所述的方法,本申请实施例中各个模块的工作流程和工作原理可以参见下文各实施例中的描述。

[0196] 图23是本申请是实施例提供的一种光信号控制方法的流程示意图,该方法可以应用于前述光信号控制装置,如图23所示,该方法包括:

[0197] S501、检测光信号控制装置外部的第二光信号在至少一个波长通道的功率变化大于预设的功率变化阈值。

[0198] 在一种可选实现方式中,该至少一个波长通道的功率变化大于功率变化阈值指示掉波状态或加波状态,该掉波状态为该至少一个波长通道从有波到无波的状态,该加波状态为该至少一个波长通道从无波到有波的状态。

[0199] S502、在检测到该至少一个波长通道的功率变化大于功率变化阈值后,调整该光信号控制装置生成的第一光信号和该第二光信号中该至少一个波长通道的通断状态,以使调整后的该第一光信号和调整后的该第二光信号组合得到该第三光信号。

[0200] 参考图9,光信号控制装置调整第一光信号和该第二光信号中该至少一个波长通道的通断状态的过程包括:控制第一光信号和第二光信号的相同波长的波长通道的相互替换,该相互替换过程包括:将该第二光信号的第一波长通道替换为该第一光信号的第一波长通道,或者,将该第一光信号的第一波长通道替换为该第二光信号的第一波长通道;该第二光信号的第一波长通道和该第一光信号的第一波长通道具有相同的波长。如此,可以使得最终输出的第三光信号中相对于发射端发射的第二光信号(即加波或掉波前的第二光信号)的波长通道组合不变化。

[0201] 在一种可选方式中,光信号控制装置(如检测模块203)可以通过检测导频信号来实现对掉波状态或加波状态的检测。在一种可选示例中,该第二光信号中携带有业务信息的波长通道调制有具有多个导频频点的导频信号,该多个导频频点与多个波长通道分别对应,光信号控制装置在检测到至少一个导频频点从信号未丢失状态切换为信号丢失状态后,确定该至少一个导频频点对应的波长通道处于掉波状态;在检测到至少一个导频频点从信号丢失状态切换为信号未丢失状态后,确定该至少一个导频频点对应的波长通道处于

加波状态。

[0202] 相应的,在一种可选实现方式中,S502中在检测到该至少一个波长通道的功率变化大于功率变化阈值后,调整该光信号控制装置生成的第一光信号和该第二光信号中该至少一个波长通道的通断状态,以使调整后的该第一光信号和调整后的该第二光信号组合得到该第三光信号的过程,包括:

[0203] 在确定该第二光信号的第一波长通道处于掉波状态后,控制该第一光信号的该第一波长通道导通,控制该第二光信号的该第一波长通道关断。示例的,通过对该第一波长通道进行第一滤波处理,以使该第一波长通道导通,导通的该第一波长通道的波长位于带通滤波范围内。

[0204] 在另一种可选实现方式中,S502中在检测到该至少一个波长通道的功率变化大于功率变化阈值后,调整该光信号控制装置生成的第一光信号和该第二光信号中该至少一个波长通道的通断状态,以使调整后的该第一光信号和调整后的该第二光信号组合得到该第三光信号的过程,包括:

[0205] 在确定该第二光信号的第一波长通道处于加波状态后,控制该第一光信号的第一波长通道关断,控制该第二光信号的该第一波长通道导通,该第一光信号的第一波长通道和该第二光信号的第一波长通道具有相同的波长。示例的,通过对该第一波长通道进行第二滤波处理,以使该第一波长通道关断,关断的该第一波长通道的波长位于带阻滤波范围内。

[0206] 前述对波长通道的通断控制过程可以参考前述光开关模块202执行的相应过程。

[0207] 本申请实施例提供的光信号控制方法,在该检测到第二光信号的至少一个波长通道的功率变化大于功率变化阈值后,调整接收的该第一光信号和该第二光信号中该至少一个波长通道的通断状态,以使调整后的该第一光信号和调整后的该第二光信号组合得到该第三光信号,并输出该第三光信号。在第二光信号的至少一个波长通道的功率变化较大(如处于加波状态或掉波状态)时,将其功率变化较大的波长通道替换为第一光信号中相应的波长通道,从而得到第三光信号,该第三光信号的功率稳定。如此可以减少目标波段的波长通道的组合变化,降低光放大器内部的各波长通道的增益的变化以及SRS引起的各波长通道光功率变化,从而降低波长通道的光功率和信噪比的劣化,减少接收机的误码,减少对光传输系统的性能影响。

[0208] 并且,当第三光信号为目标波段处于满波状态的光信号时,可以进一步减少剩余波长通道的性能劣化。

[0209] 需要说明的是,本申请实施例提供的光信号控制方法的先后顺序可以进行适当调整,步骤也可以根据情况进行相应增减,任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内,可轻易想到变化的方法,都应涵盖在本申请的保护范围之内,因此不再赘述。

[0210] 图24是本申请是实施例提供的一种光信号控制方法的流程示意图,该方法可以应用于前述光传输系统,该光传输系统包括至少两个光传输节点,不同的所述光传输节点对应的目标波段互不相同。如图24所示,该方法包括:

[0211] S601、检测至少两个光传输节点的功率信息。

[0212] 前述功率信息为瞬时功率值,也即是光功率的瞬时功率值。对于每个光传输节点,该瞬时功率值可以通过将光链路的主线路传输的第五光信号分出部分功率的第六光信号,

将该第六光信号转换成电信号,并基于转换得到的电信号确定该光传输节点的瞬时功率值。

[0213] S602、基于至少两个光传输节点的功率信息,进行至少两个光传输节点对应的至少两个目标波段的光放增益控制。

[0214] 示例的,S602中进行光放增益控制的过程可以包括:

[0215] A1、基于至少两个光传输节点的瞬时功率值,计算至少两个光传输节点中每个光传输节点的功率变化值。

[0216] 示例的,假设光传输系统40包括一个或多个光传输结构,其中,第一光传输结构为该一个或多个光传输结构中的一个光传输结构,该第一光传输结构包括Q个光传输节点, $Q \geq 2$,例如 $2 \leq Q \leq 3$ 。则对于该第一光传输结构,基于受激拉曼效应模型以及Q个目标波段中每个波段的光功率的瞬时功率值,确定Q个目标波段中每个波段的功率变化值。受激拉曼效应模型满足:

[0217] $(\Delta P_1, \Delta P_2, \dots, \Delta P_Q) = f(P_1, P_2, \dots, P_Q)$;

[0218] 其中,f表示受激拉曼效应模型, P_1 至 P_Q 分别表示Q个目标波段中每个波段的光功率的瞬时功率值; ΔP_1 至 ΔP_Q 分别表示Q个目标波段中每个波段的功率变化值。示例的,该受激拉曼效应模型可以为一个机器学习模型。

[0219] 可选地,该受激拉曼效应模型还需要基于其他参数以及该Q个目标波段中每个波段的光功率的瞬时功率值,确定Q个目标波段中每个波段的功率变化值。该其他参数包括:Q个光传输节点所连接的光纤长度、光纤类型、光放类型参数、固定插损和/或Q个目标波段对应的设定系数。该其他参数可以是光传输系统中的主控制器或者网管预先下发至增益控制模块402的,该其他参数可以周期性更新,以保证参数的准确性。该增益控制模块402可以以如表1所示的参数表的方式存储该其他参数。

[0220] A2、基于每个光传输节点的功率变化值,进行至少两个目标波段的光放增益控制。

[0221] 示例的,基于确定的Q个目标波段中每个波段的功率变化值: $\Delta P_1, \Delta P_2, \dots, \Delta P_Q$ (即每个光传输节点的功率变化值),分别对Q个目标波段的光放大器进行增益控制。例如,反向补偿受激拉曼效应所引起的功率变化,如此使得系统性能更稳定。

[0222] 前述光信号控制方法可以由光传输系统中的一组功放控制结构执行。在实际实现时,至少两个光传输节点包括一级或多级光放大器,至少一级光放大器后可以设置一组功放控制结构。示例的,每级光放大器R后可以设置一组功放控制结构,该组功放控制结构用于对该级光放大器R进行控制,每组功放控制结构用于执行前述S601和S602。

[0223] 本申请实施例,基于至少两个光传输节点的功率信息,对该至少两个目标波段的光放增益进行控制,以基于光放增益的调整减少拉曼效所引起的功率转移,从而提高光传输系统的可靠性。

[0224] 前述图23和图24所提供的光信号控制方法也可以由同一计算机设备控制执行,该计算机设备可以为光传输系统的主控制器。

[0225] 需要说明的是,本申请实施例提供的光信号控制方法的先后顺序可以进行适当调整,步骤也可以根据情况进行相应增减,任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内,可轻易想到变化的方法,都应涵盖在本申请的保护范围之内,因此不再赘述。

[0226] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为描述的方便和简洁,上述描述的方法

的具体步骤,可以参考前述光信号控制装置、光传输节点和光传输系统的实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0227] 可选地,图25是本申请实施例提供的计算机设备的一种可能的基本硬件架构。

[0228] 参见图25,计算机设备700包括处理器701、存储器702、通信接口703和总线704。

[0229] 计算机设备700中,处理器701的数量可以是一个或多个,图25仅示意了其中一个处理器701。可选地,处理器701,可以是CPU。如果计算机设备700具有多个处理器701,多个处理器701的类型可以不同,或者可以相同。可选地,计算机设备700的多个处理器701还可以集成为多核处理器。

[0230] 存储器702存储计算机指令和数据;存储器702可以存储实现本申请提供的光信号控制方法所需的计算机指令和数据,例如,存储器702存储用于实现光信号控制方法的步骤的指令。存储器702可以是以下存储介质的任一种或任一种组合:非易失性存储器(例如只读存储器(ROM)、固态硬盘(SSD)、硬盘(HDD)、光盘),易失性存储器。

[0231] 通信接口703可以是以下器件的任一种或任一种组合:网络接口(例如以太网接口)、无线网卡等具有网络接入功能的器件。

[0232] 通信接口703用于计算机设备700与其它计算机设备或者终端进行数据通信。

[0233] 总线704可以将处理器701与存储器702和通信接口703连接。这样,通过总线704,处理器701可以访问存储器702,还可以利用通信接口703与其它计算机设备或者终端进行数据交互。

[0234] 在本申请中,计算机设备700执行存储器702中的计算机指令,使得计算机设备700实现本申请提供的光信号控制方法,或者使得计算机设备700部署光信号控制装置。

[0235] 在示例性实施例中,还提供了一种包括指令的非临时性计算机可读存储介质,例如包括指令的存储器,上述指令可由计算机设备的处理器执行以完成本申请各个实施例所示的光信号控制方法。例如,该非临时性计算机可读存储介质可以是ROM、随机存取存储器(RAM)、CD-ROM、磁带、软盘和光数据存储设备等。

[0236] 在上述实施例中,可以全部或部分地通过软件、硬件、固件或者其任意组合来实现。当使用软件实现时,可以全部或部分地以计算机程序产品的形式实现,所述计算机程序产品包括一个或多个计算机指令。在计算机上加载和执行所述计算机程序指令时,全部或部分地产生按照本申请实施例所述的流程或功能。所述计算机可以是通用计算机、计算机网络、或者其他可编程装置。所述计算机指令可以存储在计算机的可读存储介质中,或者从一个计算机可读存储介质向另一个计算机可读存储介质传输,例如,所述计算机指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或数据中心通过有线(例如同轴电缆、光纤、数字用户线)或无线(例如红外、无线、微波等)方式向另一个网站站点、计算机、服务器或数据中心传输。所述计算机可读存储介质可以是计算机能够存取的任何可用介质或者包含一个或多个可用介质集成的服务器、数据中心等数据存储设备。所述可用介质可以是磁性介质(例如,软盘、硬盘、磁带)、光介质,或者半导体介质(例如固态硬盘)等。

[0237] 在本申请中,术语“第一”、“第二”和“第三”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。术语“至少一个”表示1个或多个,术语“多个”指两个或两个以上,除非另有明确的限定。A参考B,指的是A与B相同或者A为B的简单变形。波长通道A与波长通道B对应指的是波长通道A与波长通道B的波长相同。本申请前述实施例中的“波长”均指光波长,“功

率”均指光功率。

[0238] 需要说明的是：上述实施例提供的光信号控制装置在执行该光信号控制方法时，仅以上述各功能模块的划分进行举例说明，实际应用中，可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能模块完成，即将设备的内部结构划分成不同的功能模块，以完成以上描述的全部或者部分功能。另外，上述实施例提供的光信号控制装置、光传输节点、光传输系统与光信号控制方法实施例属于同一构思，其具体实现过程详见方法实施例，这里不再赘述。

[0239] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例的全部或部分步骤可以通过硬件来完成，也可以通过程序来指令相关的硬件完成，所述的程序可以存储于一种计算机可读存储介质中，上述提到的存储介质可以是只读存储器，磁盘或光盘等。

[0240] 以上所述仅为本申请的可选实施例，并不用以限制本申请，凡在本申请的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本申请的保护范围之内。

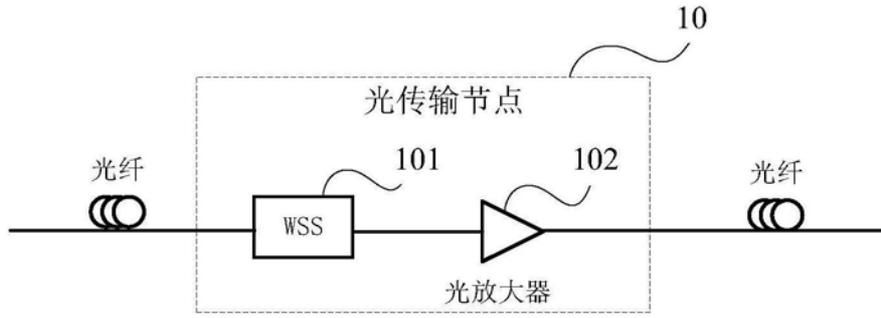


图1

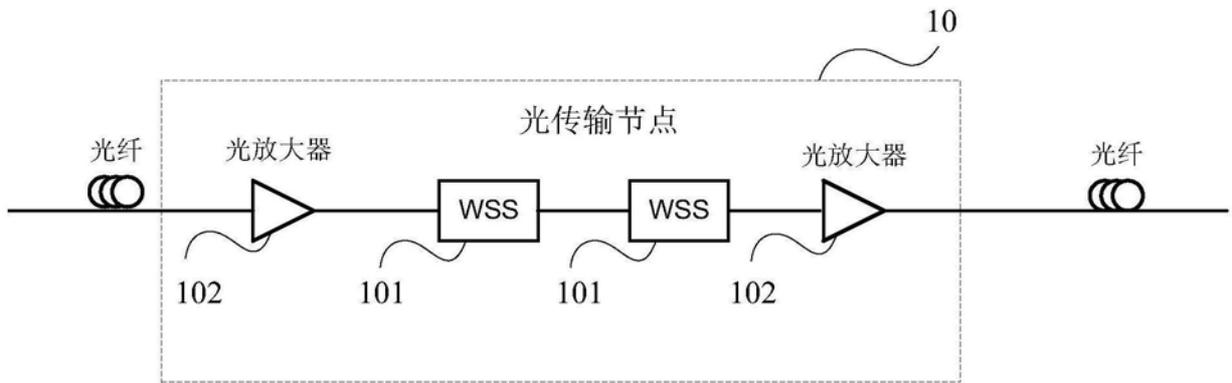


图2

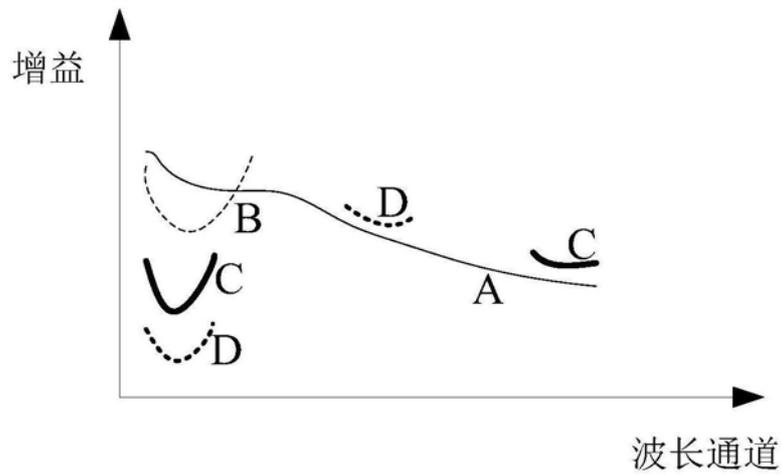


图3A

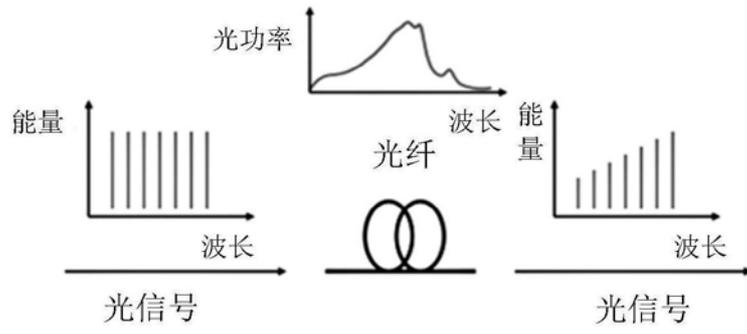


图3B

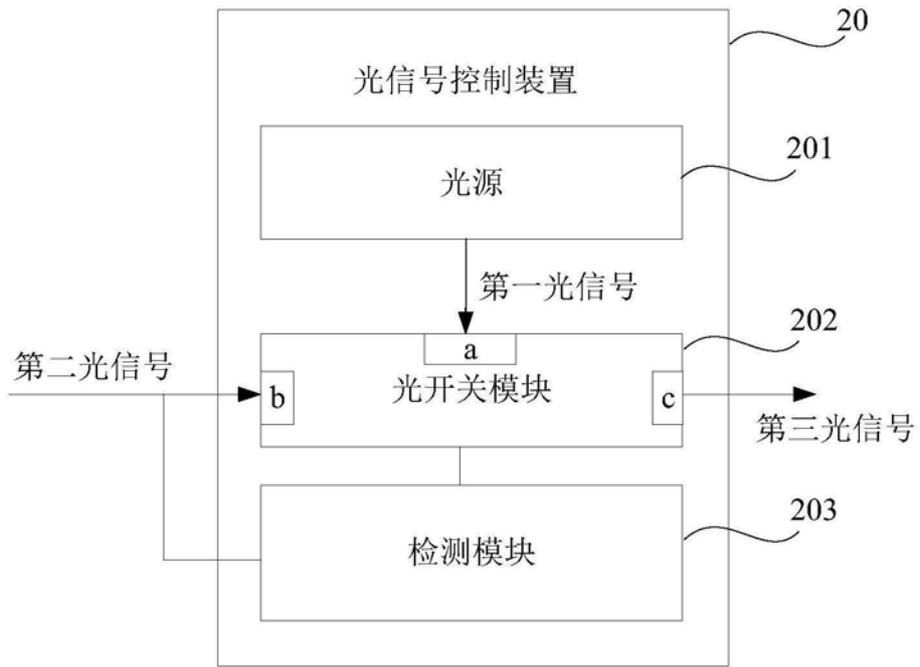


图4

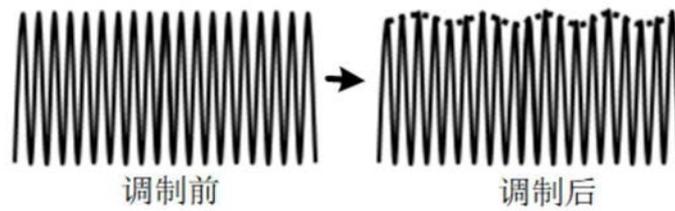


图5

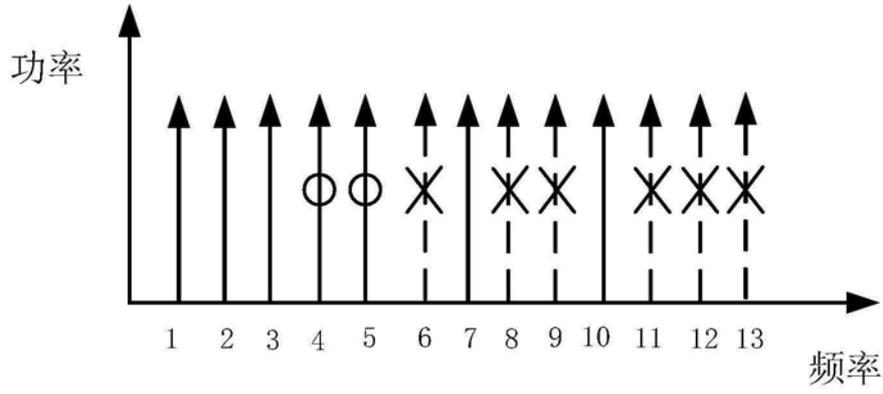


图6

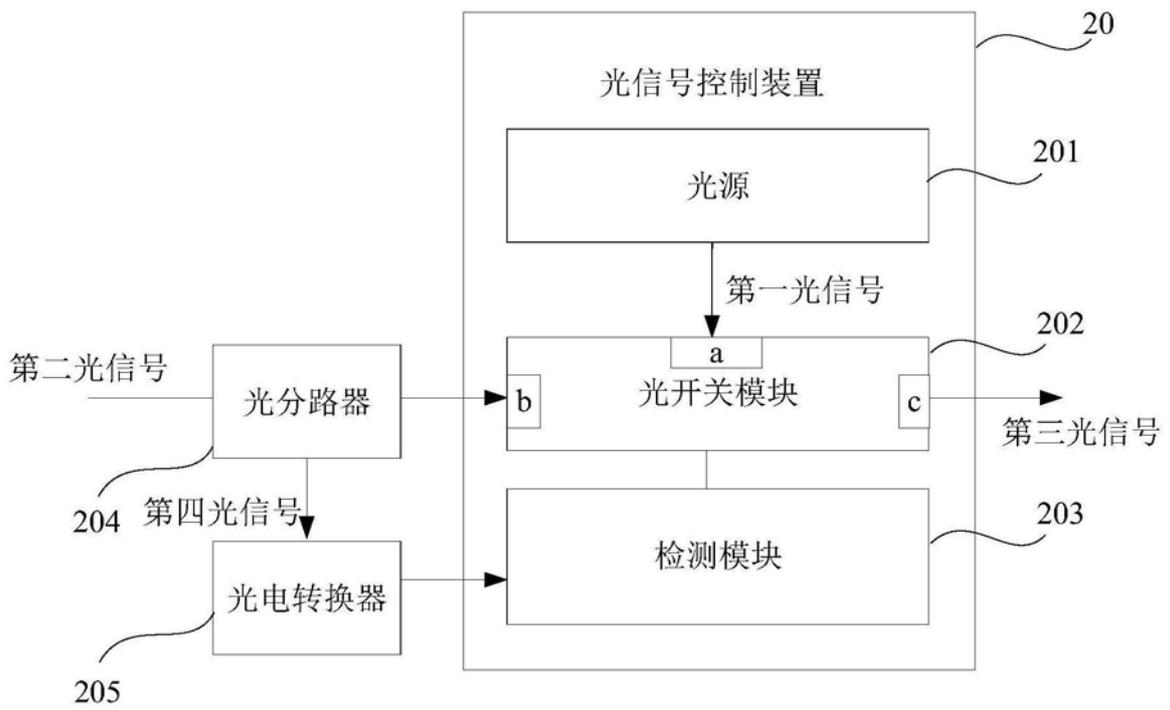


图7

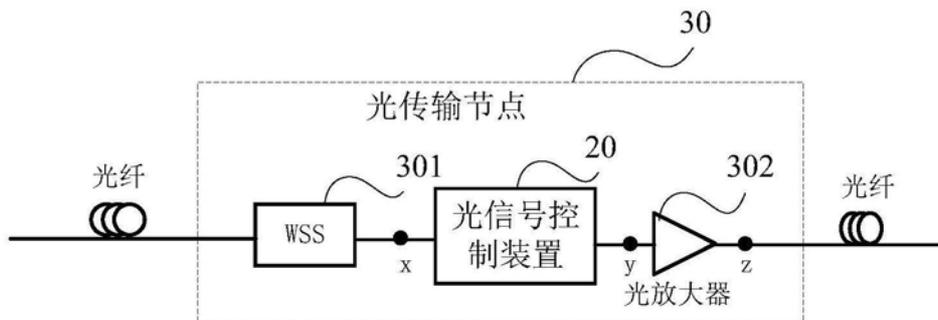


图8

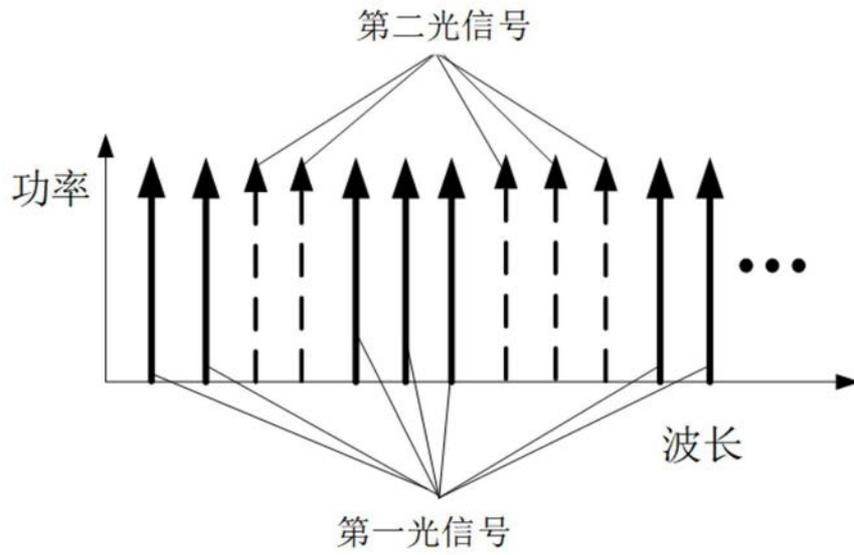


图9

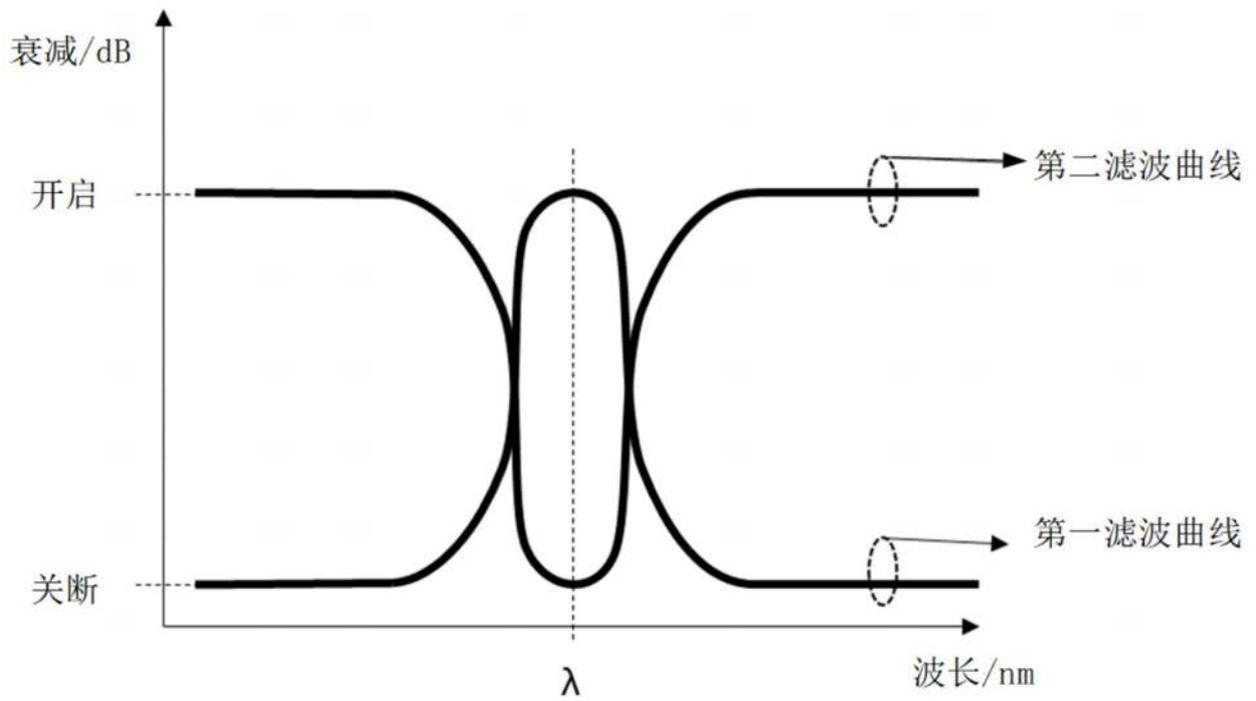


图10

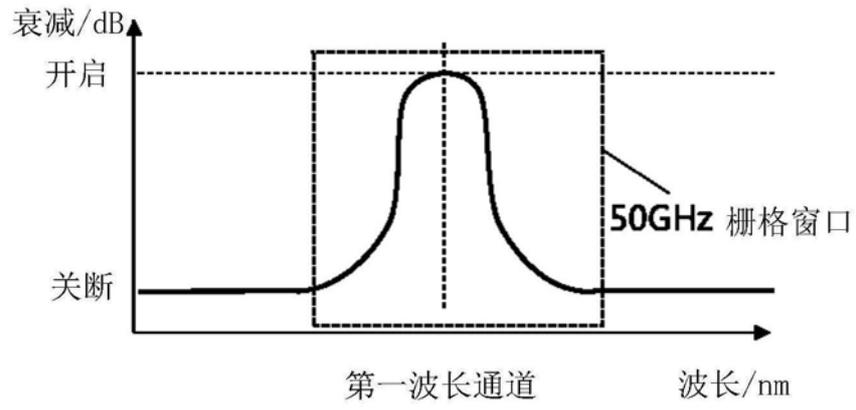


图11

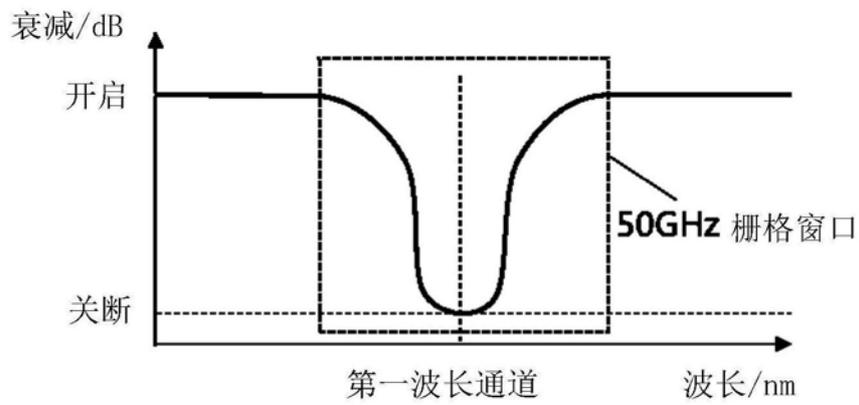


图12

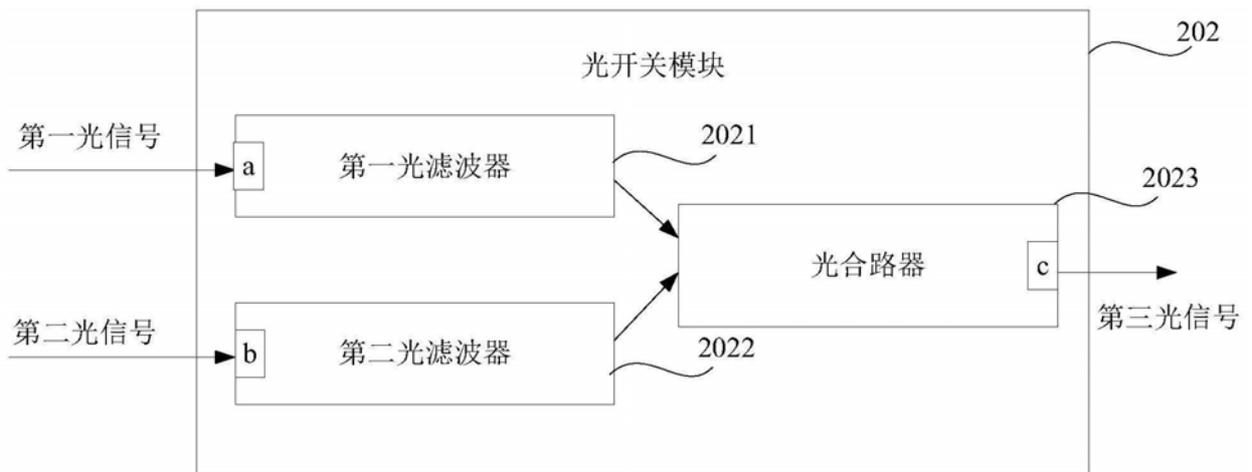


图13

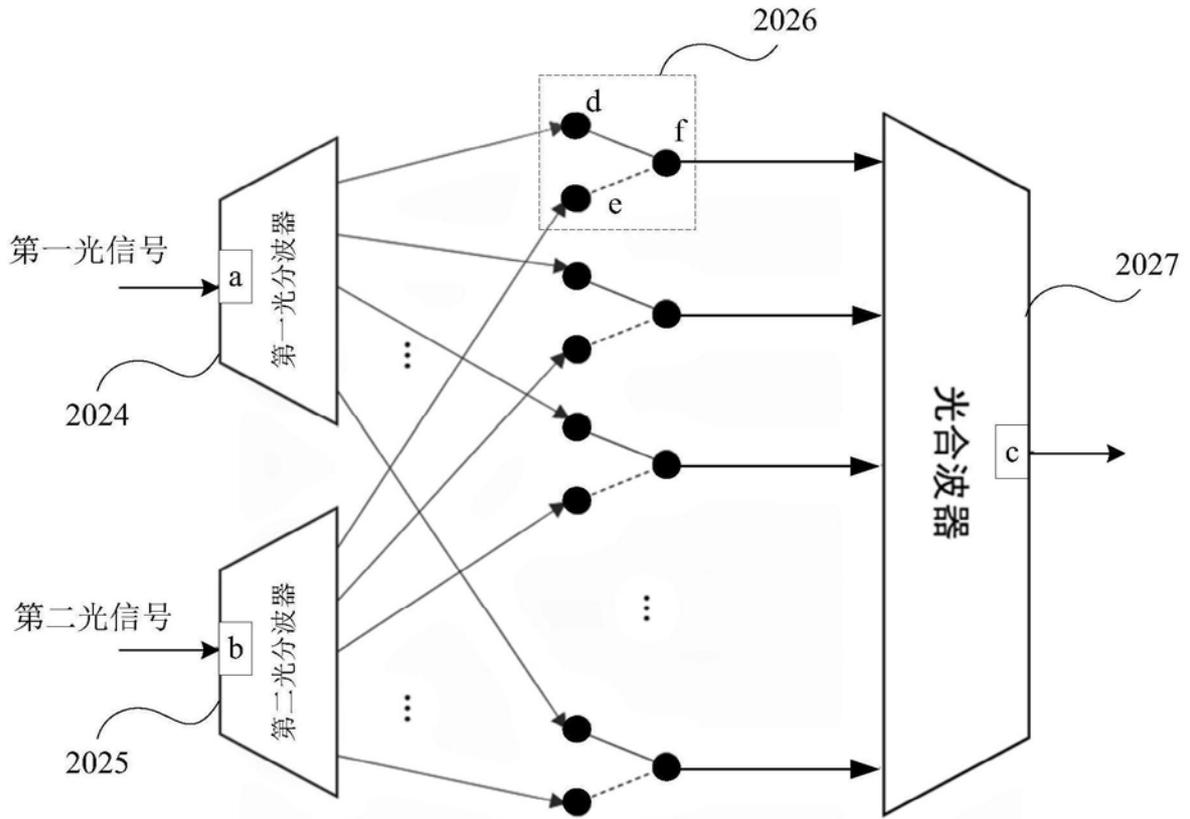


图14

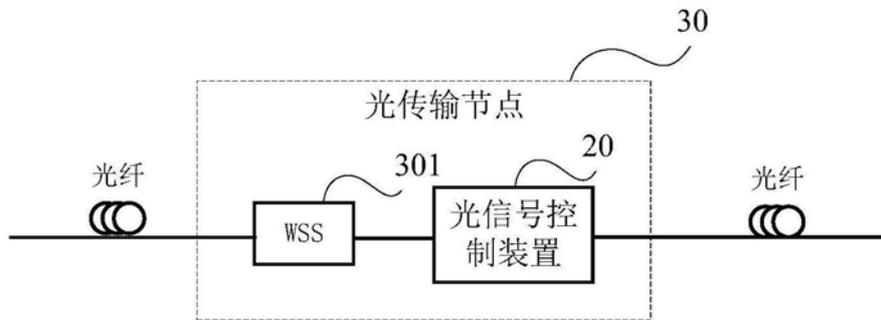


图15

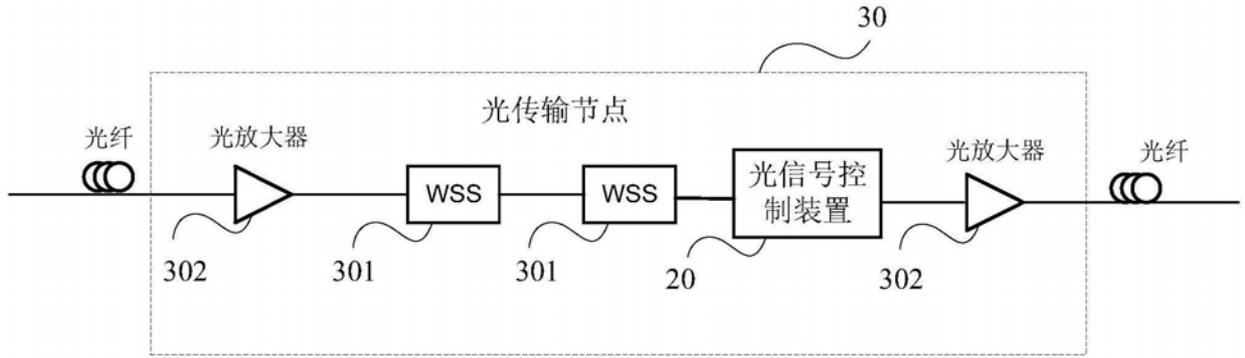


图16

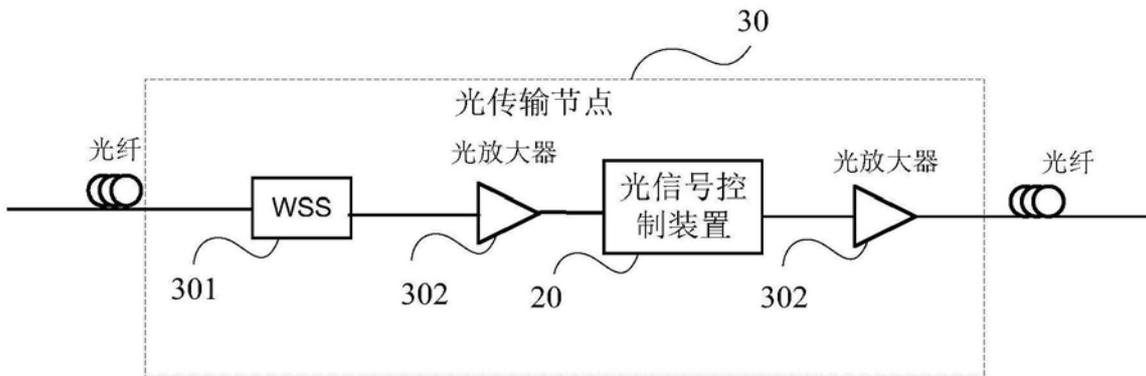


图17

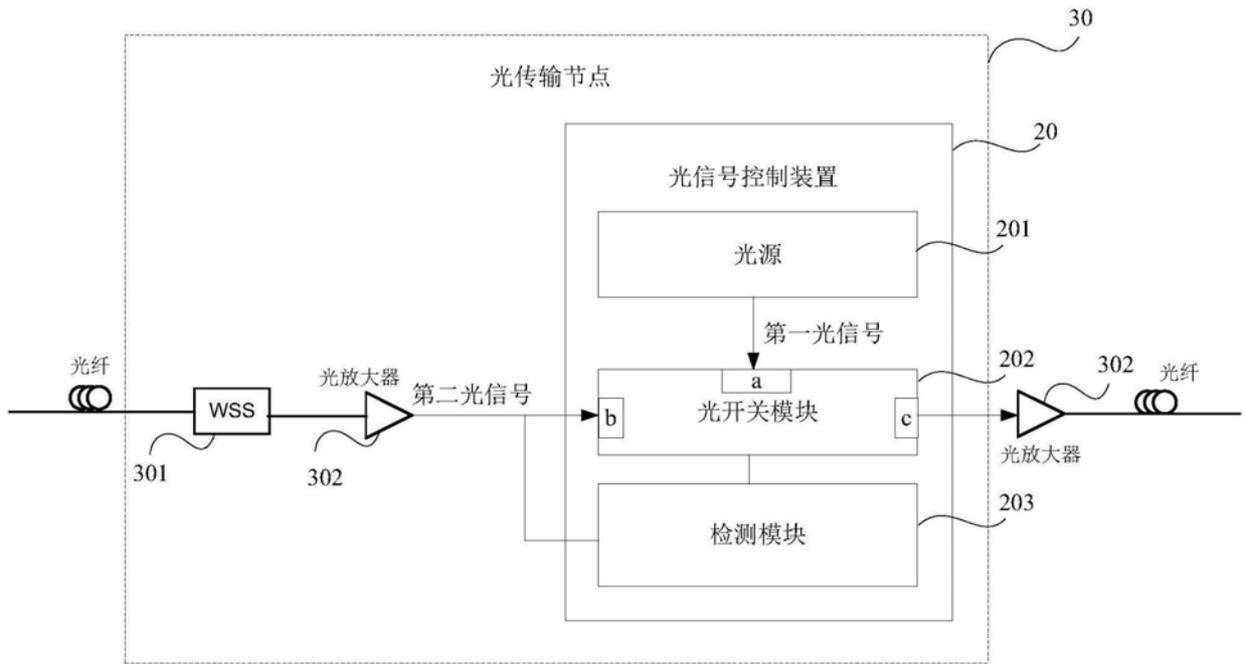


图18

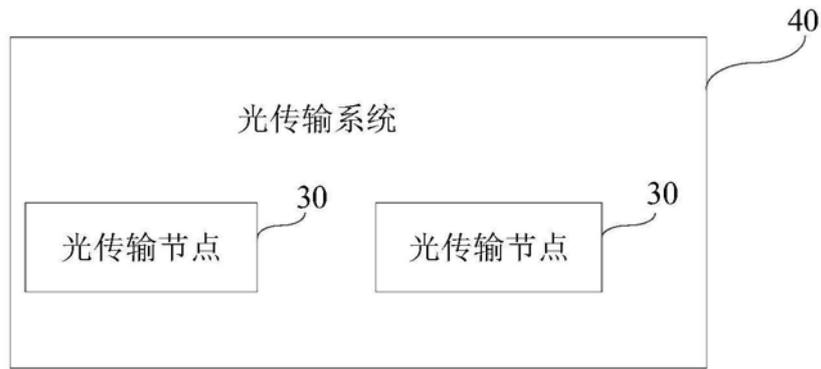


图19

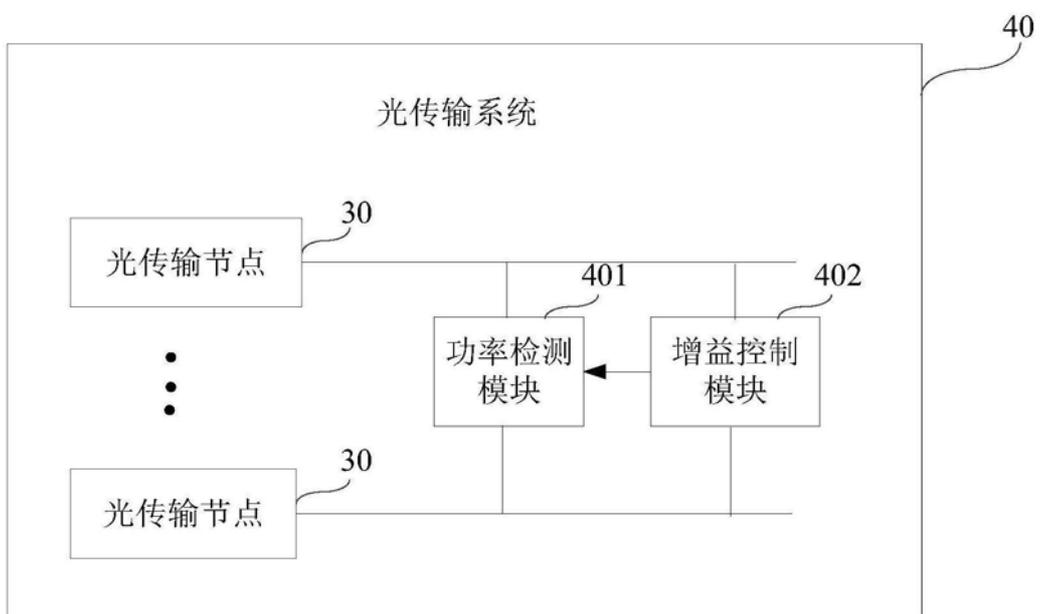


图20

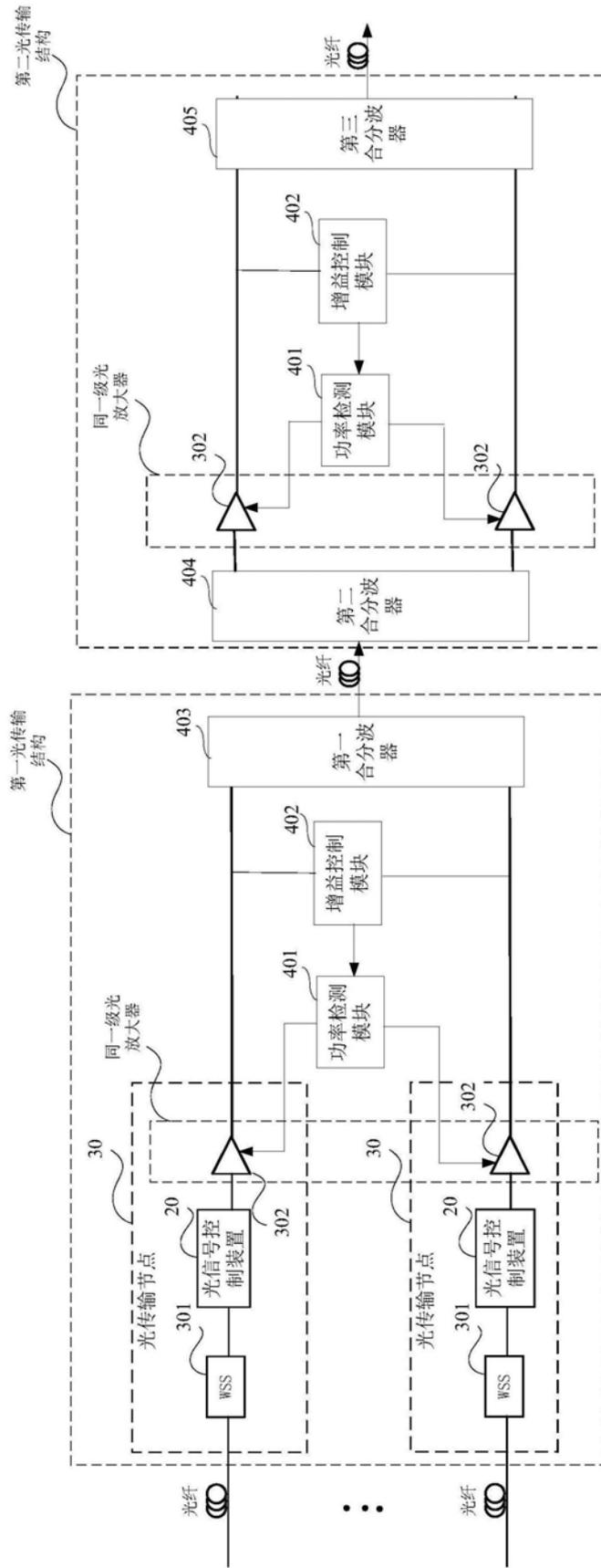


图21

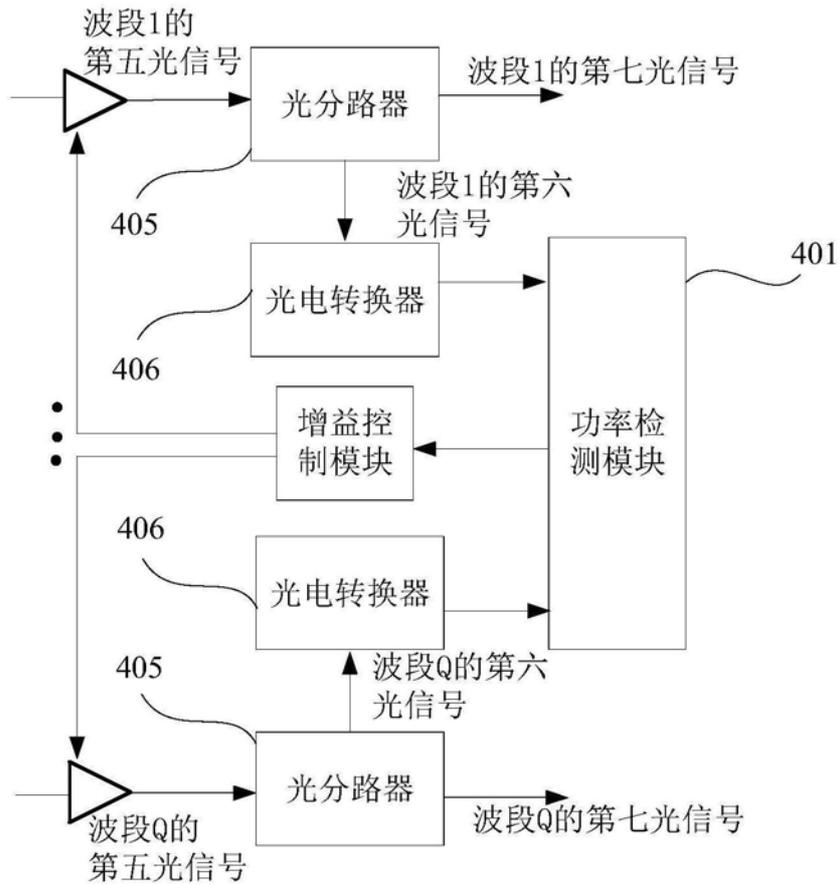


图22

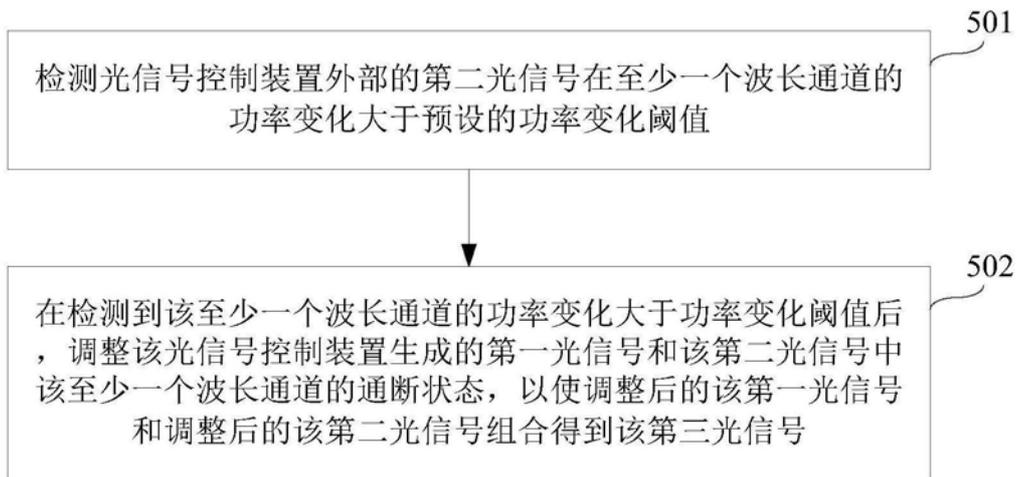


图23

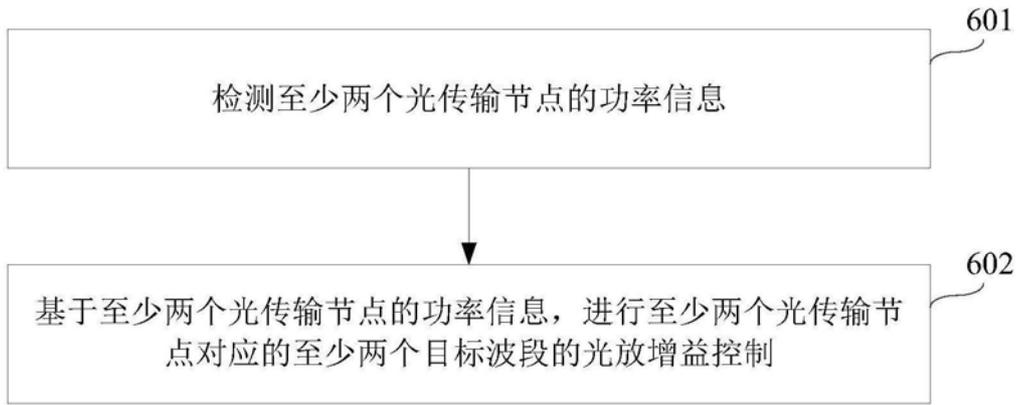


图24

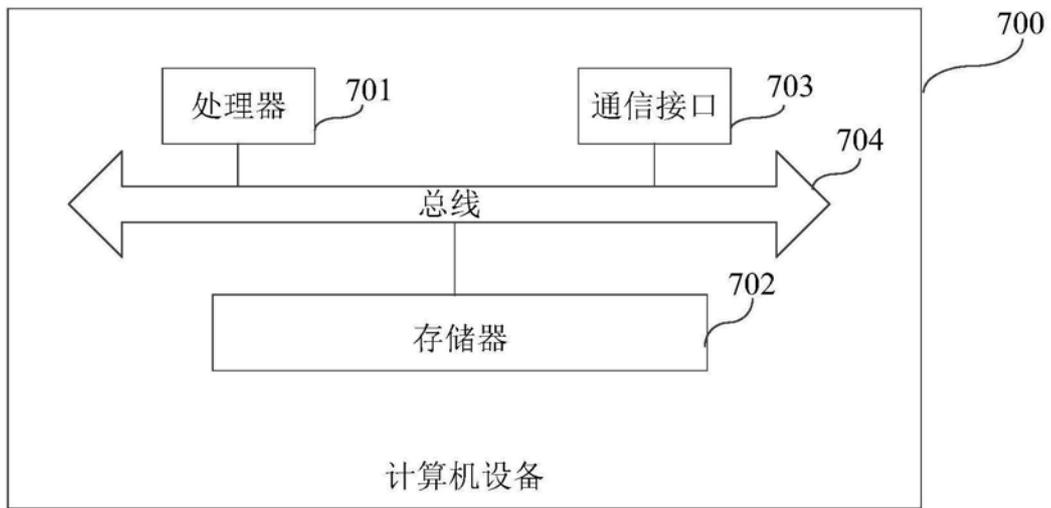


图25