



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111366334 B

(45) 授权公告日 2022.05.13

(21) 申请号 201811602752.X

CN 1459037 A, 2003.11.26

(22) 申请日 2018.12.26

CN 2896248 Y, 2007.05.02

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 102201864 A, 2011.09.28

申请公布号 CN 111366334 A

US 2004196449 A1, 2004.10.07

(43) 申请公布日 2020.07.03

US 2009141274 A1, 2009.06.04

(73) 专利权人 海思光电子有限公司

US 2003111998 A1, 2003.06.19

地址 430000 湖北省武汉市东湖高新区高新大道999号

US 2003160951 A1, 2003.08.28

US 8059958 B1, 2011.11.15

(72) 发明人 贾伟 宗良佳 邹冰 毛磊 潘超

丁攀峰等. 两偏振态测量偏振相关损耗.《光子学报》.2007, (第12期),

(74) 专利代理机构 北京三高永信知识产权代理有限公司 11138

王恒飞 等. 高精度偏振依赖损耗自动测试系统.《应用光学》.2006, 第27卷(第1期),

专利代理师 颜晶

周自刚. 玻璃光波导功分器理论、技术及其光学特性研究.《中国优秀博硕士学位论文全文数据库(博士) 信息科技辑》.2006, (第4期),

(51) Int. Cl.

G01M 11/00 (2006.01)

G02B 27/28 (2006.01)

王铁城 等. 偏振相关损耗对偏振复用系统信道正交性的影响.《中国激光》.2009, 第36卷(第4期),

(56) 对比文件

CN 108613795 A, 2018.10.02

审查员 赵鑫

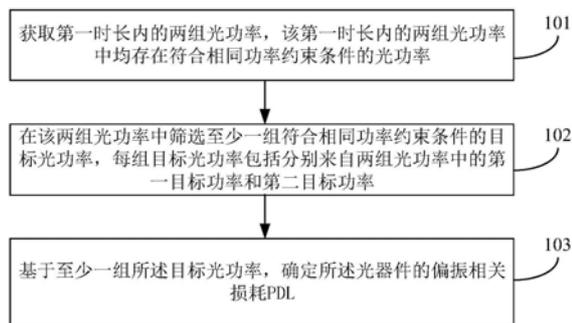
权利要求书13页 说明书41页 附图15页

(54) 发明名称

偏振相关损耗的确定方法、检测系统及光信号传输结构

(57) 摘要

本申请公开了一种偏振相关损耗的确定方法、检测系统及光信号传输结构,属于光通信技术领域。应用于包括光器件的检测系统,方法包括:获取第一时长内的两组光功率;在两组光功率中筛选至少一组符合相同功率约束条件的目标光功率,每组目标光功率包括分别来自两组光功率中的第一目标功率和第二目标功率;基于至少一组目标光功率,确定光器件的偏振相关损耗PDL。由于本申请实施例提供的PDL的确定方法中,在保证光器件自身功能的基础上,还可以确定该光器件的PDL,达到了能够准确检测出该光器件的PDL的效果。



1. 一种偏振相关损耗的确定方法,其特征在于,应用于包括光器件的检测系统,所述方法包括:

获取第一时长内的两组光功率,所述第一时长内的两组光功率中均存在符合相同功率约束条件的光功率,所述两组光功率为所述光器件的两个偏振主轴的光路输出功率;

在所述两组光功率中筛选至少一组符合所述相同功率约束条件的目标光功率,每组所述目标光功率包括分别来自所述两组光功率中的第一目标功率和第二目标功率;

基于至少一组所述目标光功率,确定所述光器件的偏振相关损耗PDL;

其中,所述获取第一时长内的两组光功率,包括:

将输入至所述光器件的光信号分离为第一偏振信号和第二偏振信号,所述第一偏振信号和所述第二偏振信号的偏振方向垂直;

将所述第一偏振信号转换得到第三偏振信号,所述第三偏振信号和所述第二偏振信号的偏振方向相同;

在所述第一时长内,检测所述第三偏振信号中指定能量比例的信号的第一输出功率,检测所述第二偏振信号中所述指定能量比例的信号的第二输出功率,所述两组光功率为所述第一输出功率和所述第二输出功率。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述光器件包括交换引擎和功率检测端口,

所述第二偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个光斑,所述第三偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个光斑,且所述第二偏振信号和所述第三偏振信号在所述交换引擎上形成的光斑重合,

所述检测所述第三偏振信号中指定能量比例的信号的第一输出功率,检测所述第二偏振信号中所述指定能量比例的信号的第二输出功率,包括:

对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在第一区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载相位信息,使所述第一区域对应的第三偏振信号传输至功率检测端口,使所述第一区域对应的第二偏振信号向远离所述功率检测端口的方向传输,并通过所述功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率;

对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在第二区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载相位信息,使所述第二区域对应的第二偏振信号传输至功率检测端口,使所述第二区域对应的第三偏振信号向远离所述功率检测端口的方向传输,并通过所述功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率;

其中,所述第一区域和所述第二区域均位于所述目标区域中,所述第一区域和所述第二区域对应的光斑能量相同,且所述第一区域和所述第二区域中每个区域对应的光斑能量与所述目标区域对应的光斑能量的比值为所述指定能量比例。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在第一区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载相位信息,使所述第一区域对应的第三偏振信号传输至功率检测端口,使所述第一区域对应的第二偏振信号向远离所述功率检测端口的方向传输,并通过所述功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率,包括:

对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在第一区域对应的第二偏振信号

和第三偏振信号上均加载第一相位信息和第三相位信息,使所述第一区域对应的第三偏振信号传输至功率检测端口,使所述第一区域对应的第二偏振信号向远离所述功率检测端口的方向传输,并通过所述功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率;

所述对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在第二区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载相位信息,使所述第二区域对应的第二偏振信号传输至功率检测端口,使所述第二区域对应的第三偏振信号向远离所述功率检测端口的方向传输,并通过所述功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率,包括:

对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在第二区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载第二相位信息和第四相位信息,使所述第二区域对应的第二偏振信号传输至功率检测端口,使所述第二区域对应的第三偏振信号向远离所述功率检测端口的方向传输,并通过所述功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率;

其中,加载所述第一相位信息的第一方向与加载所述第三相位信息的第三方向均与输入至所述光器件的光信号的传播方向垂直,加载所述第二相位信息的第二方向与加载所述第四相位信息的第四方向均与输入至所述光器件的光信号的传播方向垂直,且所述第一方向和所述第三方向垂直,所述第二方向和所述第四方向垂直,所述第一方向和所述第二方向为色散方向,所述色散方向为一路偏振信号中不同波长的光信号在交换引擎上形成的至少一个光斑的排布方向。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述功率检测端口共两个,两个所述功率检测端口包括第一功率检测端口和第二功率检测端口,

所述对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在第一区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载相位信息,使所述第一区域对应的第三偏振信号传输至功率检测端口,使所述第一区域对应的第二偏振信号向远离所述功率检测端口的方向传输,并通过所述功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率,包括:

对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在第一区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载第一相位信息和第三相位信息,使所述第一区域对应的第三偏振信号传输至第一功率检测端口,使所述第一区域对应的第二偏振信号向远离所述第一功率检测端口的方向传输,并通过所述第一功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率;

所述对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在第二区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载相位信息,使所述第二区域对应的第二偏振信号传输至功率检测端口,使所述第二区域对应的第三偏振信号向远离所述功率检测端口的方向传输,并通过所述功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率,包括:

对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在第二区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载第二相位信息和第四相位信息,使所述第二区域对应的第二偏振信号传输至第二功率检测端口,使所述第二区域对应的第三偏振信号向远离所述第二功率检测端口的方向传输,并通过所述第二功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率。

5. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述光器件包括偏振处理装置,所述功率检测端口共两个,两个所述功率检测端口包括第一功率检测端口和第二功率检测端口,

所述对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在第一区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载相位信息,使所述第一区域对应的第三偏振信号传输至功率检测端口,使所述第一区域对应的第二偏振信号向远离所述功率检测端口的方向传输,并通过所述功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率,包括:

对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在第一区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上加载第三相位信息,使所述第一区域对应的第三偏振信号和第二偏振信号向所述第一功率检测端口所在的方向传输,通过所述偏振处理装置使所述第一区域对应的第二偏振信号向远离所述第一功率检测端口的方向传输,并通过所述第一功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率;

所述对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在第二区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载相位信息,使所述第二区域对应的第二偏振信号传输至功率检测端口,使所述第二区域对应的第三偏振信号向远离所述功率检测端口的方向传输,并通过所述功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率,包括:

对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在第二区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上加载第四相位信息,使所述第二区域对应的第三偏振信号和第二偏振信号向所述第二功率检测端口所在的方向传输,通过所述偏振处理装置使所述第二区域对应的第三偏振信号向远离所述第二功率检测端口的方向传输,并通过所述第二功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率;

其中,加载所述第三相位信息的第三方向与输入至所述光器件的光信号的传播方向垂直,加载所述第四相位信息的第四方向与输入至所述光器件的光信号的传播方向垂直,所述第三方向和所述第四方向为交换方向,所述交换方向与色散方向垂直,所述色散方向为一路偏振信号中不同波长的光信号在交换引擎上形成的至少一个光斑的排布方向。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述光器件包括交换引擎和功率检测端口,所述第二偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个第一光斑,所述第三偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个第二光斑,且所述第二偏振信号和所述第三偏振信号在所述交换引擎上形成的至少一个第一光斑与至少一个第二光斑均不重合,所述至少一个第一光斑和所述至少一个第二光斑的色散方向一致,

所述检测所述第三偏振信号中指定能量比例的信号的第一输出功率,检测所述第二偏振信号中所述指定能量比例的信号的第二输出功率,包括:

对于每个所述第一光斑所在第一目标区域,通过所述交换引擎在所述第一目标区域对应的第三偏振信号上加载第一相位信息和第三相位信息,使所述第一目标区域对应的第三偏振信号中所述指定能量比例的信号传输至功率检测端口,并通过所述功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率;

对于每个所述第二光斑所在第二目标区域,通过所述交换引擎在所述第二目标区域对应的第二偏振信号上加载第二相位信息和第四相位信息,使所述第二目标区域对应的第二偏振信号中所述指定能量比例的信号传输至功率检测端口,并通过所述功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率;

其中,加载所述第一相位信息的方向、加载所述第二相位信息的方向、加载所述第三相位信息的方向与加载所述第四相位信息的方向均相同,且均为交换方向,所述交换方向与

输入至所述光器件的光信号的传播方向垂直且与所述色散方向垂直。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在於,所述功率检测端口共两个,两个所述功率检测端口包括第一功率检测端口和第二功率检测端口,

所述对于每个所述第一光斑所在第一目标区域,通过所述交换引擎在所述第一目标区域对应的第三偏振信号上加载第一相位信息,使所述第一目标区域对应的第三偏振信号中所述指定能量比例的信号传输至功率检测端口,并通过所述功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率,包括:

对于每个所述第一光斑所在第一目标区域,通过所述交换引擎在所述第一目标区域对应的第三偏振信号上加载第一相位信息和第三相位方向,使所述第一目标区域对应的第三偏振信号中所述指定能量比例的信号传输至第一功率检测端口,并通过所述第一功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率;

所述对于每个所述第二光斑所在第二目标区域,通过所述交换引擎在所述第二目标区域对应的第二偏振信号上加载第二相位信息,使所述第二目标区域对应的第二偏振信号中所述指定能量比例的信号传输至功率检测端口,并通过所述功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率,包括:

对于每个所述第二光斑所在第二目标区域,通过所述交换引擎在所述第二目标区域对应的第二偏振信号上加载第二相位信息和第四相位信息,使所述第二目标区域对应的第二偏振信号中所述指定能量比例的信号传输至第二功率检测端口,并通过所述第二功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率。

8. 根据权利要求1至7任一所述的方法,其特征在於,所述两组光功率中符合所述功率约束条件的光功率为:所述第一时长内最大的输出功率、最小的输出功率、输出功率的平均值和输出功率的加权平均值中的任意一种;

或者,所述两组光功率中符合所述功率约束条件的光功率为:所述两组光功率对应的概率分布曲线中,概率为指定概率,且位置相同的功率,所述概率分布曲线用于反映不同的光功率出现的概率。

9. 根据权利要求1至7任一所述的方法,其特征在於,

符合所述相同功率约束条件的目标光功率共一组,包括所述第一目标功率和所述第二目标功率的一组所述目标光功率;

所述基于至少一组所述目标光功率,确定所述光器件的偏振相关损耗PDL,包括:

将所述第一目标功率和所述第二目标功率的差值的绝对值确定为所述光器件的PDL。

10. 根据权利要求1至7任一所述的方法,其特征在於,在所述基于至少一组所述目标光功率,确定所述光器件的偏振相关损耗PDL之后,所述方法还包括:

根据确定的所述光器件的PDL,对所述光器件进行PDL补偿。

11. 根据权利要求10所述的方法,其特征在於,所述根据确定的所述光器件的PDL,对所述光器件进行PDL补偿,包括:

基于所述PDL,查询PDL与调节角度的对应关系,所述调节角度为光信号被调节的传播角度;

当所述对应关系中记录有所述PDL,确定所述PDL对应的调节角度;

基于所述调节角度,对所述光器件进行PDL补偿。

12. 根据权利要求11所述的方法,其特征在于,所述光器件包括交换引擎,所述第二偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个光斑,所述第三偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个光斑,所述第二偏振信号形成的至少一个光斑和所述第三偏振信号形成的至少一个光斑的色散方向一致,

所述基于所述调节角度,对所述光器件进行PDL补偿,包括:

对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在所述目标区域对应的第四偏振信号上加载第三相位信息,使第一夹角增大所述调节角度,所述第一夹角为第四偏振信号从所述交换引擎反射的实际传输光路与所述第四偏振信号从所述交换引擎反射的理想传输光路之间的夹角,所述理想传输光路为耦合效率最大的传输光路;

或者,

对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在所述目标区域对应的第五偏振信号上加载第四相位信息,使第二夹角减小所述调节角度,所述第二夹角为所述第五偏振信号从所述交换引擎反射的实际传输光路与所述第五偏振信号从所述交换引擎反射的理想传输光路之间的夹角;

其中,所述第四偏振信号为所述第一偏振信号和所述第二偏振信号中,所述第一时长内的最大的第一输出功率较大的一个偏振信号,所述第五偏振信号为所述第一偏振信号和所述第二偏振信号中,所述第一时长内的最大的第一输出功率较小的一个偏振信号,加载所述第三相位信息以及加载所述第四相位信息的方向均与所述色散方向相同,或者均与所述色散方向垂直。

13. 根据权利要求10所述的方法,其特征在于,所述光器件包括交换引擎,所述第二偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个光斑,所述第三偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个光斑,所述第二偏振信号形成的至少一个光斑和所述第三偏振信号形成的至少一个光斑的色散方向一致,

所述根据确定的所述光器件的PDL,对所述光器件进行PDL补偿,包括:

执行多次补偿过程,直至获取的所述光器件当前的偏振相关损耗PDL达到指定PDL阈值,其中,所述补偿过程包括:

对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在所述目标区域对应的偏振信号上加载第五相位信息,所述第五相位信息使第一夹角增大,且第二夹角减小;

其中,所述第一夹角为第四偏振信号从所述交换引擎反射的实际传输光路与所述第四偏振信号从所述交换引擎反射的理想传输光路之间的夹角,所述第二夹角为第五偏振信号从所述交换引擎反射的实际传输光路与所述第五偏振信号从所述交换引擎反射的理想传输光路之间的夹角,所述第四偏振信号为所述第一偏振信号和所述第二偏振信号中,所述第一时长内的最大的第一输出功率较大的一个偏振信号,所述第五偏振信号为所述第一偏振信号和所述第二偏振信号中,所述第一时长内的最大的第一输出功率较小的一个偏振信号,第三区域为用于光信号的端口交换的区域,所述第五相位信息的方向与所述色散方向相同,或者与所述色散方向垂直。

14. 根据权利要求3或6所述的方法,其特征在于,所述功率检测端口共一个,

所述第一相位信息和所述第三相位信息的加载时段,与所述第二相位信息和第四相位信息的加载时段不同。

15. 一种偏振相关损耗的确定方法,其特征在于,应用于包括光器件的检测系统,所述方法包括:

获取第一时长内的两组光功率,所述第一时长内的两组光功率中均存在符合相同功率约束条件的光功率,所述两组光功率为第一光信号输入所述光器件的输入功率和所述第一光信号输出所述光器件的输出功率,所述第一光信号为输入至所述光器件的光信号中任一波长的信号,所述第一光信号为偏振复用信号中的任一偏振信号或者所述第一光信号为单偏振信号,且所述第一光信号为偏振方向随机变化并且能够遍历到所有偏振方向的光信号,所述两组光功率中符合所述功率约束条件的光功率为:所述第一时长内最大的功率和最小的功率中的任意一种;

在所述两组光功率中筛选至少一组符合所述相同功率约束条件的目标光功率,每组所述目标光功率包括分别来自所述两组光功率中的第一目标功率和第二目标功率;

基于至少一组所述目标光功率,确定所述光器件的偏振相关损耗PDL;

其中,符合所述相同功率约束条件的目标光功率共两组,所述基于至少一组所述目标光功率,确定所述光器件的偏振相关损耗PDL,包括:

分别将每组所述目标光功率中的第一目标功率和第二目标功率做差,得到第三目标功率和第四目标功率;

将所述第三目标功率和所述第四目标功率的差值的绝对值确定为所述光器件的PDL。

16. 根据权利要求15所述的方法,其特征在于,所述在所述两组光功率中筛选至少一组符合所述相同功率约束条件的目标光功率,包括:

获取每组所述光功率对应的概率分布曲线,所述概率分布曲线用于反映不同的光功率出现的概率;

在所述两组光功率对应的两个概率分布曲线中,确定至少一组符合所述相同功率约束条件的光功率,作为所述目标光功率。

17. 根据权利要求1或15所述的方法,其特征在于,所述光器件设置于光信号传输链路中,所述方法还包括:

获取第一时长内的两组光功率中,任意一组光功率的最大光路输出功率和最小光路输出功率;

将所述最大光路输出功率和所述最小光路输出功率的差值的绝对值确定为所述传输链路在所述第一时长内在所述光器件所在处的累计偏振相关损耗。

18. 根据权利要求1或15所述的方法,其特征在于,所述第一时长为能够使输入至所述光器件的光信号的偏振方向遍历所有偏振方向的时长。

19. 根据权利要求1或15所述的方法,其特征在于,所述光器件为波长选择开关WSS。

20. 一种检测系统,其特征在于,所述检测系统包括:

光功率检测器,所述光功率检测器与光器件连接,用于检测光功率;

控制器,用于在所述光功率检测器检测到的光功率中,获取第一时长内的两组光功率,所述第一时长内的两组光功率中均存在符合相同功率约束条件的光功率,所述两组光功率为所述光器件的两个偏振主轴的光路输出功率;

所述控制器,用于在所述两组光功率中筛选至少一组符合所述相同功率约束条件的目标光功率,每组所述目标光功率包括分别来自所述两组光功率中的第一目标功率和第二目

标功率；

所述控制器，用于基于至少一组所述目标光功率，确定所述光器件的偏振相关损耗PDL；

其中，所述光器件，包括：

偏振处理装置，用于将输入至所述光器件的光信号分离为第一偏振信号和第二偏振信号，所述第一偏振信号和所述第二偏振信号的偏振方向垂直；

转换组件，用于将所述第一偏振信号转换得到第三偏振信号，所述第三偏振信号和所述第二偏振信号的偏振方向相同；

所述光功率检测器，用于在所述第一时长内，检测所述第三偏振信号中指定能量比例的信号的第一输出功率，检测所述第二偏振信号中所述指定能量比例的信号的第二输出功率，所述两组光功率为所述第一输出功率和所述第二输出功率。

21. 根据权利要求20所述的检测系统，其特征在于，所述光器件包括交换引擎和功率检测端口，所述第二偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个光斑，所述第三偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个光斑，且所述第二偏振信号和所述第三偏振信号在所述交换引擎上形成的光斑重合，

所述控制器，用于：

对于每个所述光斑所在目标区域，通过所述交换引擎在第一区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载相位信息，使所述第一区域对应的第三偏振信号传输至功率检测端口，使所述第一区域对应的第二偏振信号向远离所述功率检测端口的方向传输；

所述光功率检测器，用于通过所述功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率；

对于每个所述光斑所在目标区域，通过所述交换引擎在第二区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载相位信息，使所述第二区域对应的第二偏振信号传输至功率检测端口，使所述第二区域对应的第三偏振信号向远离所述功率检测端口的方向传输；

所述光功率检测器，用于通过所述功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率；

其中，所述第一区域和所述第二区域均位于所述目标区域中，所述第一区域和所述第二区域对应的光斑能量相同，且所述第一区域和所述第二区域中每个区域对应的光斑能量与所述目标区域对应的光斑能量的比值为所述指定能量比例。

22. 根据权利要求21所述的检测系统，其特征在于，

所述控制器，用于：

对于每个所述光斑所在目标区域，通过所述交换引擎在第一区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载第一相位信息和第三相位信息，使所述第一区域对应的第三偏振信号传输至功率检测端口，使所述第一区域对应的第二偏振信号向远离所述功率检测端口的方向传输；

所述光功率检测器，用于通过所述功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率；

所述控制器，用于：

对于每个所述光斑所在目标区域，通过所述交换引擎在第二区域对应的第二偏振信号

和第三偏振信号上均加载第二相位信息和第四相位信息,使所述第二区域对应的第二偏振信号传输至功率检测端口,使所述第二区域对应的第三偏振信号向远离所述功率检测端口的方向传输;

所述光功率检测器,用于通过所述功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率;

其中,加载所述第一相位信息的第一方向与加载所述第三相位信息的第三方向均与输入至所述光器件的光信号的传播方向垂直,加载所述第二相位信息的第二方向与加载所述第四相位信息的第四方向均与输入至所述光器件的光信号的传播方向垂直,且所述第一方向和所述第三方向垂直,所述第二方向和所述第四方向垂直,所述第一方向和所述第二方向为色散方向,所述色散方向为一路偏振信号中不同波长的光信号在交换引擎上形成的至少一个光斑的排布方向。

23. 根据权利要求22所述的检测系统,其特征在于,所述功率检测端口共两个,两个所述功率检测端口包括第一功率检测端口和第二功率检测端口,

所述控制器,用于:

对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在第一区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载第一相位信息和第三相位信息,使所述第一区域对应的第三偏振信号传输至第一功率检测端口,使所述第一区域对应的第二偏振信号向远离所述第一功率检测端口的方向传输;

所述光功率检测器,用于通过所述第一功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率;

所述控制器,用于:

对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在第二区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载第二相位信息和第四相位信息,使所述第二区域对应的第二偏振信号传输至第二功率检测端口,使所述第二区域对应的第三偏振信号向远离所述第二功率检测端口的方向传输;

所述光功率检测器,用于通过所述第二功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率。

24. 根据权利要求21所述的检测系统,其特征在于,所述光器件包括偏振处理装置,所述功率检测端口共两个,两个所述功率检测端口包括第一功率检测端口和第二功率检测端口,

所述控制器,用于:

对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在第一区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上加载第三相位信息,使所述第一区域对应的第三偏振信号和第二偏振信号向所述第一功率检测端口所在的方向传输;

所述偏振处理装置,用于使所述第一区域对应的第二偏振信号向远离所述第一功率检测端口的方向传输;

所述光功率检测器,用于通过所述第一功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率;

所述控制器,用于:

对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在第二区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上加载第四相位信息,使所述第二区域对应的第三偏振信号和第二偏振信号向所述第二功率检测端口所在的方向传输;

所述偏振处理装置,用于使所述第二区域对应的第三偏振信号向远离所述第二功率检测端口的方向传输;

所述光功率检测器,用于通过所述第二功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率;

其中,加载所述第三相位信息的第三方向与输入至所述光器件的光信号的传播方向垂直,加载所述第四相位信息的第四方向与输入至所述光器件的光信号的传播方向垂直,所述第三方向和所述第四方向为交换方向,所述交换方向与色散方向垂直,所述色散方向为一路偏振信号中不同波长的光信号在交换引擎上形成的至少一个光斑的排布方向。

25. 根据权利要求20所述的检测系统,其特征在于,所述光器件包括交换引擎和功率检测端口,所述第二偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个第一光斑,所述第三偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个第二光斑,且所述第二偏振信号和所述第三偏振信号在所述交换引擎上形成的至少一个第一光斑与至少一个第二光斑均不重合,所述至少一个第一光斑和所述至少一个第二光斑的色散方向一致,

所述控制器,用于:

对于每个所述第一光斑所在第一目标区域,通过所述交换引擎在所述第一目标区域对应的第三偏振信号上加载第一相位信息和第三相位信息,使所述第一目标区域对应的第三偏振信号中所述指定能量比例的信号传输至功率检测端口;

所述光功率检测器,用于通过所述功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率;

所述控制器,用于:

对于每个所述第二光斑所在第二目标区域,通过所述交换引擎在所述第二目标区域对应的第二偏振信号上加载第二相位信息和第四相位信息,使所述第二目标区域对应的第二偏振信号中所述指定能量比例的信号传输至功率检测端口;

所述光功率检测器,用于通过所述功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率;

其中,加载所述第一相位信息的方向、加载所述第二相位信息的方向、加载所述第三相位信息的方向与加载所述第四相位信息的方向均相同,且均为交换方向,所述交换方向与输入至所述光器件的光信号的传播方向垂直且与所述色散方向垂直。

26. 根据权利要求25所述的检测系统,其特征在于,所述功率检测端口共两个,两个所述功率检测端口包括第一功率检测端口和第二功率检测端口,

所述控制器,用于:

对于每个所述第一光斑所在第一目标区域,通过所述交换引擎在所述第一目标区域对应的第三偏振信号上加载第一相位信息和第三相位方向,使所述第一目标区域对应的第三偏振信号中所述指定能量比例的信号传输至第一功率检测端口;

所述光功率检测器,用于通过所述第一功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率;

所述控制器,用于:

对于每个所述第二光斑所在第二目标区域,通过所述交换引擎在所述第二目标区域对应的第二偏振信号上加载第二相位信息和第四相位信息,使所述第二目标区域对应的第二偏振信号中所述指定能量比例的信号传输至第二功率检测端口;

所述光功率检测器,用于并通过所述第二功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率。

27. 根据权利要求20至26任一所述的检测系统,其特征在于,所述两组光功率中符合所述功率约束条件的光功率为:所述第一时长内最大的输出功率、最小的输出功率、输出功率的平均值和输出功率的加权平均值中的任意一种;

或者,所述两组光功率中符合所述功率约束条件的光功率为:所述两组光功率对应的概率分布曲线中,概率为指定概率,且位置相同的功率,所述概率分布曲线用于反映不同的光功率出现的概率。

28. 根据权利要求20至26任一所述的检测系统,其特征在于,

符合所述相同功率约束条件的目标光功率共一组,包括所述第一目标功率和所述第二目标功率的一组所述目标光功率;

所述控制器,用于:

将所述第一目标功率和所述第二目标功率的差值的绝对值确定为所述光器件的PDL。

29. 根据权利要求20至26任一所述的检测系统,其特征在于,所述控制器还用于:

在所述基于至少一组所述目标光功率,确定所述光器件的偏振相关损耗PDL之后,根据确定的所述光器件的PDL,对所述光器件进行PDL补偿。

30. 根据权利要求29所述的检测系统,其特征在于,所述两组光功率为所述光器件的两个偏振主轴的光路输出功率,所述控制器,用于:

基于所述PDL,查询PDL与调节角度的对应关系,所述调节角度为光信号被调节的传播角度;

当所述对应关系中记录有所述PDL,确定所述PDL对应的调节角度;

基于所述调节角度,对所述光器件进行PDL补偿。

31. 根据权利要求30所述的检测系统,其特征在于,所述光器件包括交换引擎,所述第二偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个光斑,所述第三偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个光斑,所述第二偏振信号形成的至少一个光斑和所述第三偏振信号形成的至少一个光斑的色散方向一致,

所述控制器,用于:

对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在所述目标区域对应的第四偏振信号上加载第三相位信息,使第一夹角增大所述调节角度,所述第一夹角为第四偏振信号从所述交换引擎反射的实际传输光路与所述第四偏振信号从所述交换引擎反射的理想传输光路之间的夹角,所述理想传输光路为耦合效率最大的传输光路;

或者,

对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在所述目标区域对应的第五偏振信号上加载第四相位信息,使第二夹角减小所述调节角度,所述第二夹角为所述第五偏振信号从所述交换引擎反射的实际传输光路与所述第五偏振信号从所述交换引擎反射的理

想传输光路之间的夹角；

其中，所述第四偏振信号为所述第一偏振信号和所述第二偏振信号中，所述第一时长内的最大的第一输出功率较大的一个偏振信号，所述第五偏振信号为所述第一偏振信号和所述第二偏振信号中，所述第一时长内的最大的第一输出功率较小的一个偏振信号，加载所述第三相位信息以及加载所述第四相位信息的方向均与所述色散方向相同，或者均与所述色散方向垂直。

32. 根据权利要求30所述的检测系统，其特征在于，所述光器件包括交换引擎，所述第二偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个光斑，所述第三偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个光斑，所述第二偏振信号形成的至少一个光斑和所述第三偏振信号形成的至少一个光斑的色散方向一致，

所述控制器，用于：

执行多次补偿过程，直至获取的所述光器件当前的偏振相关损耗PDL达到指定PDL阈值，其中，所述补偿过程包括：

对于每个所述光斑所在目标区域，通过所述交换引擎在所述目标区域对应的偏振信号上加载第五相位信息，所述第五相位信息使第一夹角增大，且第二夹角减小；

其中，所述第一夹角为第四偏振信号从所述交换引擎反射的实际传输光路与所述第四偏振信号从所述交换引擎反射的理想传输光路之间的夹角，所述第二夹角为第五偏振信号从所述交换引擎反射的实际传输光路与所述第五偏振信号从所述交换引擎反射的理想传输光路之间的夹角，所述第四偏振信号为所述第一偏振信号和所述第二偏振信号中，所述第一时长内的最大的第一输出功率较大的一个偏振信号，所述第五偏振信号为所述第一偏振信号和所述第二偏振信号中，所述第一时长内的最大的第一输出功率较小的一个偏振信号，第三区域为用于光信号的端口交换的区域，所述第五相位信息的方向与所述色散方向相同，或者与所述色散方向垂直。

33. 根据权利要求22或25所述的检测系统，其特征在于，所述功率检测端口共一个，

所述第一相位信息和所述第三相位信息的加载时段，与所述第二相位信息和第四相位信息的加载时段不同。

34. 一种检测系统，其特征在于，所述检测系统包括：

光功率检测器，所述光功率检测器与光器件连接，用于检测光功率；

控制器，用于在所述光功率检测器检测到的光功率中，获取第一时长内的两组光功率，所述第一时长内的两组光功率中均存在符合相同功率约束条件的光功率，所述两组光功率为第一光信号输入所述光器件的输入功率和所述第一光信号输出所述光器件的输出功率，所述第一光信号为输入至所述光器件的光信号中任一波长的信号，且所述第一光信号为偏振复用信号中的任一偏振信号或者所述第一光信号为单偏振信号，所述两组光功率中符合所述功率约束条件的光功率为：所述第一时长内最大的功率和最小的功率中的任意一种；

所述控制器，用于在所述两组光功率中筛选至少一组符合所述相同功率约束条件的目标光功率，每组所述目标光功率包括分别来自所述两组光功率中的第一目标功率和第二目标功率；

所述控制器，用于基于至少一组所述目标光功率，确定所述光器件的偏振相关损耗PDL；

其中,符合所述相同功率约束条件的目标光功率共两组,所述控制器,用于:

分别将每组所述目标光功率中的第一目标功率和第二目标功率做差,得到第三目标功率和第四目标功率;

将所述第三目标功率和所述第四目标功率的差值的绝对值确定为所述光器件的PDL。

35. 根据权利要求34所述的检测系统,其特征在于,所述控制器,用于:

获取每组所述光功率对应的概率分布曲线,所述概率分布曲线用于反映不同的光功率出现的概率;

在所述两组光功率对应的两个概率分布曲线中,确定至少一组符合所述相同功率约束条件的光功率,作为所述目标光功率。

36. 根据权利要求34或35所述的检测系统,其特征在于,所述检测系统还包括:

第一光分波器和第二光分波器,所述第一光分波器与所述光器件的输入端连接,所述第二光分波器与所述光器件的输出端连接,所述光功率检测器分别与所述第一光分波器和第二光分波器连接;

其中,所述第一光分波器用于将输入至所述光器件的光信号分离出一部分能量的信号,并将分离出的信号传输至所述光功率检测器,以由所述光功率检测器进行功率检测;

所述第二光分波器用于将所述光器件输出的光信号分离出一部分能量的信号,并将分离出的信号传输至所述光功率检测器,以由所述光功率检测器进行功率检测,

所述光功率检测器用于检测任一波长的偏振复用信号中的任一偏振信号功率或者用于检测任一波长的单偏振信号功率。

37. 根据权利要求20或34所述的检测系统,其特征在于,所述光器件设置于光信号传输链路中,所述控制器还用于:

获取第一时长内的两组光功率中,任意一组光功率的最大光路输出功率和最小光路输出功率;

将所述最大光路输出功率和所述最小光路输出功率的差值的绝对值确定为所述传输链路在所述第一时长内在所述光器件所在处的累计偏振相关损耗。

38. 根据权利要求20或34所述的检测系统,其特征在于,所述第一时长为能够使输入至所述光器件的光信号的偏振方向遍历所有偏振方向的时长。

39. 根据权利要求20或34所述的检测系统,其特征在于,所述光器件为波长选择开关WSS。

40. 一种光信号传输结构,其特征在于,所述光信号传输结构包括至少一个光器件,以及与所述至少一个光器件中的光器件对应设置的检测系统,所述检测系统包括如权利要求20至权利要求39任一所述的检测系统。

41. 根据权利要求40所述的光信号传输结构,其特征在于,所述光信号传输结构包括可重构光分插复用器ROADM以及至少一个光放大器,所述ROADM包括至少一个WSS,所述至少一个WSS中的第一WSS对应设置有所述检测系统;

所述至少一个WSS与所述至少一个光放大器连接。

42. 根据权利要求41所述的光信号传输结构,其特征在于,所述至少一个光放大器包括第一级光放大器和第二级光放大器,

所述至少一个WSS串联并具有1个输入端和至少1个输出端,所述第一级光放大器与所

述输入端连接,所述第二级光放大器与所述至少1个输出端中的指定输出端连接。

43. 根据权利要求42所述的光信号传输结构,其特征在于,所述光信号传输结构还包括1个快速绕偏器,所述快速绕偏器设置于所述第一级光放大器与所述输入端之间。

44. 根据权利要求43所述的光信号传输结构,其特征在于,所述第一级光放大器用于预先获取所述第一WSS在进行PDL补偿过程会产生的额外插损,并在接收到输入至所述第一级光放大器的光信号后,对输入至所述第一WSS的光信号补偿所述额外插损。

45. 根据权利要求41至44任一所述的光信号传输结构,所述光放大器为掺铒光纤放大器EDFA或拉曼放大器。

偏振相关损耗的确定方法、检测系统及光信号传输结构

技术领域

[0001] 本申请涉及光通信技术领域,特别涉及一种偏振相关损耗的确定方法、检测系统及光信号传输结构。

背景技术

[0002] 随着科技的发展,光纤通信已成为光通信技术领域中的主要传输方式。光纤通信的传输链路(也称光信号传输链路)中配置有大量的光器件,例如掺铒光纤放大器(Erbium-doped Optical Fiber Amplifier,EDFA)和波长选择开关(Wavelength Selective Switch,WSS)。光器件由于具有偏振相关损耗(英文:Polarization Dependent Loss;缩写:PDL),易导致光信号在通过该光器件时发生畸变,影响光纤通信的传输性能。

[0003] 相关技术中提供了一种光信号PDL的检测装置,该检测装置可以实现一种光信号PDL的检测方法,在光信号的传输过程中,该光信号经过该检测装置。该PDL的检测装置包括依次设置的光学信号分离器、偏振分离器、光电检测器以及数字信号处理器。当光信号经过该检测装置后,该检测装置可以检测光信号所受到的PDL。

[0004] 但是,相关技术中的光信号PDL的检测装置仅可以检测出光信号的PDL,而难以检测出该光信号所经过的光器件的PDL。因此,亟需一种能够准确检测出光器件的PDL的方法。

发明内容

[0005] 本申请提供了一种偏振相关损耗的确定方法、检测系统及光信号传输结构,可以确定光器件的PDL,本申请提供的技术方案如下:

[0006] 第一方面,本申请示例性实施例提供了一种偏振相关损耗的确定方法,应用于包括光器件的检测系统,所述方法包括:

[0007] 获取第一时长内的两组光功率,所述第一时长内的两组光功率中均存在符合相同功率约束条件的光功率,所述两组光功率为所述光器件的两个偏振主轴的光路输出功率,或者,所述两组光功率为第一光信号输入所述光器件的输入功率和所述第一光信号输出所述光器件的输出功率,所述第一光信号为输入至所述光器件的光信号中任一波长的信号,且所述第一光信号为偏振复用信号中的任一偏振信号或者所述第一光信号为单偏振信号;

[0008] 在所述两组光功率中筛选至少一组符合所述相同功率约束条件的目标光功率,每组所述目标光功率包括分别来自所述两组光功率中的第一目标功率和第二目标功率;

[0009] 基于至少一组所述目标光功率,确定所述光器件的偏振相关损耗PDL。

[0010] 由于本申请实施例提供的PDL的确定方法中,由于能够在获取的两组光功率中筛选至少一组符合相同功率约束条件的目标光功率,并基于至少一组目标光功率,确定光器件的PDL,实现了光器件的PDL的准确确定。

[0011] 可选的,所述两组光功率为所述光器件的两个偏振主轴的光路输出功率,则所述获取第一时长内的两组光功率,包括:

[0012] 将输入至所述光器件的光信号分离为第一偏振信号和第二偏振信号,所述第一偏

振信号和所述第二偏振信号的偏振方向垂直；

[0013] 将所述第一偏振信号转换得到第三偏振信号，所述第三偏振信号和所述第二偏振信号的偏振方向相同；

[0014] 在所述第一时长内，检测所述第三偏振信号中指定能量比例的信号的第一输出功率，检测所述第二偏振信号中所述指定能量比例的信号的第二输出功率，所述两组光功率为所述第一输出功率和所述第二输出功率。

[0015] 作为一种可实现方式，所述光器件包括交换引擎和功率检测端口，

[0016] 所述第二偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个光斑，所述第三偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个光斑，且所述第二偏振信号和所述第三偏振信号在所述交换引擎上形成的光斑重合，

[0017] 所述检测所述第三偏振信号中指定能量比例的信号的第一输出功率，检测所述第二偏振信号中所述指定能量比例的信号的第二输出功率，包括：

[0018] 对于每个所述光斑所在目标区域，通过所述交换引擎在第一区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载相位信息，使所述第一区域对应的第三偏振信号传输至功率检测端口，使所述第一区域对应的第二偏振信号向远离所述功率检测端口的方向传输，并通过所述功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率；

[0019] 对于每个所述光斑所在目标区域，通过所述交换引擎在第二区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载相位信息，使所述第二区域对应的第二偏振信号传输至功率检测端口，使所述第二区域对应的第三偏振信号向远离所述功率检测端口的方向传输，并通过所述功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率；

[0020] 其中，所述第一区域和所述第二区域均位于所述目标区域中，所述第一区域和所述第二区域对应的光斑能量相同，且所述第一区域和所述第二区域中每个区域对应的光斑能量与所述目标区域对应的光斑能量的比值为所述指定能量比例。

[0021] 进一步的，对于每个所述光斑所在目标区域，通过所述交换引擎在第一区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载相位信息，使所述第一区域对应的第三偏振信号传输至功率检测端口，使所述第一区域对应的第二偏振信号向远离所述功率检测端口的方向传输，并通过所述功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率，包括：

[0022] 对于每个所述光斑所在目标区域，通过所述交换引擎在第一区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载第一相位信息和第三相位信息，使所述第一区域对应的第三偏振信号传输至功率检测端口，使所述第一区域对应的第二偏振信号向远离所述功率检测端口的方向传输，并通过所述功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率；

[0023] 对于每个所述光斑所在目标区域，通过所述交换引擎在第二区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载相位信息，使所述第二区域对应的第二偏振信号传输至功率检测端口，使所述第二区域对应的第三偏振信号向远离所述功率检测端口的方向传输，并通过所述功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率，包括：

[0024] 对于每个所述光斑所在目标区域，通过所述交换引擎在第二区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载第二相位信息和第四相位信息，使所述第二区域对应的第二偏振信号传输至功率检测端口，使所述第二区域对应的第三偏振信号向远离所述功率检测端口的方向传输，并通过所述功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率；

[0025] 其中,加载所述第一相位信息的第一方向与加载所述第三相位信息的第三方向均与输入至所述光器件的光信号的传播方向垂直,加载所述第二相位信息的第二方向与加载所述第四相位信息的第四方向均与输入至所述光器件的光信号的传播方向垂直,且所述第一方向和所述第三方向垂直,所述第二方向和所述第四方向垂直,所述第一方向和所述第二方向为色散方向,所述色散方向为一路偏振信号中不同波长的光信号在交换引擎上形成的至少一个光斑的排布方向。

[0026] 更进一步的,所述功率检测端口共两个,两个所述功率检测端口包括第一功率检测端口和第二功率检测端口,

[0027] 那么,对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在第一区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载相位信息,使所述第一区域对应的第三偏振信号传输至功率检测端口,使所述第一区域对应的第二偏振信号向远离所述功率检测端口的方向传输,并通过所述功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率,包括:

[0028] 对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在第一区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载第一相位信息和第三相位信息,使所述第一区域对应的第三偏振信号传输至第一功率检测端口,使所述第一区域对应的第二偏振信号向远离所述第一功率检测端口的方向传输,并通过所述第一功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率;

[0029] 对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在第二区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载相位信息,使所述第二区域对应的第二偏振信号传输至功率检测端口,使所述第二区域对应的第三偏振信号向远离所述功率检测端口的方向传输,并通过所述功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率,包括:

[0030] 对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在第二区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载第二相位信息和第四相位信息,使所述第二区域对应的第二偏振信号传输至第二功率检测端口,使所述第二区域对应的第三偏振信号向远离所述第二功率检测端口的方向传输,并通过所述第二功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率。

[0031] 可选的,所述光器件包括偏振处理装置,所述功率检测端口共两个,两个所述功率检测端口包括第一功率检测端口和第二功率检测端口,

[0032] 所述对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在第一区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载相位信息,使所述第一区域对应的第三偏振信号传输至功率检测端口,使所述第一区域对应的第二偏振信号向远离所述功率检测端口的方向传输,并通过所述功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率,包括:

[0033] 对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在第一区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上加载第三相位信息,使所述第一区域对应的第三偏振信号和第二偏振信号向所述第一功率检测端口所在的方向传输,通过所述偏振处理装置使所述第一区域对应的第二偏振信号向远离所述第一功率检测端口的方向传输,并通过所述第一功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率;

[0034] 所述对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在第二区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载相位信息,使所述第二区域对应的第二偏振信号传输至

功率检测端口,使所述第二区域对应的第三偏振信号向远离所述功率检测端口的方向传输,并通过所述功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率,包括:

[0035] 对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在第二区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上加载第四相位信息,使所述第二区域对应的第三偏振信号和第二偏振信号向所述第二功率检测端口所在的方向传输,通过所述偏振处理装置使所述第二区域对应的第三偏振信号向远离所述第二功率检测端口的方向传输,并通过所述第二功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率;

[0036] 其中,加载所述第三相位信息的第三方向与输入至所述光器件的光信号的传播方向垂直,加载所述第四相位信息的第四方向与输入至所述光器件的光信号的传播方向垂直,所述第三方向和所述第四方向为交换方向,所述交换方向与所述色散方向垂直,所述色散方向为一路偏振信号中不同波长的光信号在交换引擎上形成的至少一个光斑的排布方向。

[0037] 作为另一种可实现方式,所述光器件包括交换引擎和功率检测端口,所述第二偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个第一光斑,所述第三偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个第二光斑,且所述第二偏振信号和所述第三偏振信号在所述交换引擎上形成的至少一个第一光斑与至少一个第二光斑均不重合,所述至少一个第一光斑和所述至少一个第二光斑的色散方向一致,

[0038] 所述检测所述第三偏振信号中指定能量比例的信号的第一输出功率,检测所述第二偏振信号中所述指定能量比例的信号的第二输出功率,包括:

[0039] 对于每个所述第一光斑所在第一目标区域,通过所述交换引擎在所述第一目标区域对应的第三偏振信号上加载第一相位信息和第三相位信息,使所述第一目标区域对应的第三偏振信号中所述指定能量比例的信号传输至功率检测端口,并通过所述功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率;

[0040] 对于每个所述第二光斑所在第二目标区域,通过所述交换引擎在所述第二目标区域对应的第二偏振信号上加载第二相位信息和第四相位信息,使所述第二目标区域对应的第二偏振信号中所述指定能量比例的信号传输至功率检测端口,并通过所述功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率;

[0041] 其中,加载所述第一相位信息的方向、加载所述第二相位信息的方向、加载所述第三相位信息的方向与加载所述第四相位信息的方向均相同,且均为交换方向,所述交换方向与输入至所述光器件的光信号的传播方向垂直且与所述色散方向垂直。

[0042] 进一步的,所述功率检测端口共两个,两个所述功率检测端口包括第一功率检测端口和第二功率检测端口,

[0043] 则,对于每个所述第一光斑所在第一目标区域,通过所述交换引擎在所述第一目标区域对应的第三偏振信号上加载第一相位信息,使所述第一目标区域对应的第三偏振信号中所述指定能量比例的信号传输至功率检测端口,并通过所述功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率,包括:

[0044] 对于每个所述第一光斑所在第一目标区域,通过所述交换引擎在所述第一目标区域对应的第三偏振信号上加载第一相位信息和第三相位方向,使所述第一目标区域对应的第三偏振信号中所述指定能量比例的信号传输至第一功率检测端口,并通过所述第一功率

检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率；

[0045] 对于每个所述第二光斑所在第二目标区域,通过所述交换引擎在所述第二目标区域对应的第二偏振信号上加载第二相位信息,使所述第二目标区域对应的第二偏振信号中所述指定能量比例的信号传输至功率检测端口,并通过所述功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率,包括:

[0046] 对于每个所述第二光斑所在第二目标区域,通过所述交换引擎在所述第二目标区域对应的第二偏振信号上加载第二相位信息和第四相位信息,使所述第二目标区域对应的第二偏振信号中所述指定能量比例的信号传输至第二功率检测端口,并通过所述第二功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率。

[0047] 可选的,所述两组光功率中符合所述功率约束条件的光功率为:所述第一时长内最大的输出功率、最小的输出功率、输出功率的平均值和输出功率的加权平均值中的任意一种;

[0048] 或者,所述两组光功率中符合所述功率约束条件的光功率为:所述两组光功率对应的概率分布曲线中,概率为指定概率,且位置相同的功率,所述概率分布曲线用于反映不同的光功率出现的概率。

[0049] 在此基础上,符合所述相同功率约束条件的目标光功率共一组,包括所述第一目标功率和所述第二目标功率的一组所述目标光功率;

[0050] 则基于至少一组所述目标光功率,确定所述光器件的偏振相关损耗PDL,包括:

[0051] 将所述第一目标功率和所述第二目标功率的差值的绝对值确定为所述光器件的PDL。

[0052] 可选的,所述两组光功率为第一光信号输入所述光器件的输入功率和所述第一光信号输出所述光器件的输出功率,所述两组光功率中符合所述功率约束条件的光功率为:所述第一时长内最大的功率和最小的功率中的任意一种。

[0053] 进一步的,所述在所述两组光功率中筛选至少一组符合所述相同功率约束条件的目标光功率,包括:

[0054] 获取每组所述光功率对应的概率分布曲线,所述概率分布曲线用于反映不同的光功率出现的概率;

[0055] 在所述两组光功率对应的两个概率分布曲线中,确定至少一组符合所述相同功率约束条件的光功率,作为所述目标光功率。

[0056] 在此基础上,符合所述相同功率约束条件的目标光功率共两组,每组所述目标光功率均包括第一目标功率和第二目标功率;

[0057] 所述基于至少一组所述目标光功率,确定所述光器件的偏振相关损耗PDL,包括:

[0058] 分别将每组所述目标光功率中的第一目标功率和第二目标功率做差,得到第三目标功率和第四目标功率;

[0059] 将所述第三目标功率和所述第四目标功率的差值的绝对值确定为所述光器件的PDL。

[0060] 可选的,在所述基于至少一组所述目标光功率,确定所述光器件的偏振相关损耗PDL之后,所述方法还包括:

[0061] 根据确定的所述光器件的PDL,对所述光器件进行PDL补偿。

[0062] 可选的,所述两组光功率为所述光器件的两个偏振主轴的光路输出功率,所述根据确定的所述光器件的PDL,对所述光器件进行PDL补偿,包括:

[0063] 基于所述PDL,查询PDL与调节角度的对应关系,所述调节角度为光信号被调节的传播角度;

[0064] 当所述对应关系中记录有所述PDL,确定所述PDL对应的调节角度;

[0065] 基于所述调节角度,对所述光器件进行PDL补偿。

[0066] 作为一种可实现方式,所述光器件包括交换引擎,输入至所述光器件的光信号被分离为第一偏振信号和第二偏振信号,所述第一偏振信号被转换得到第三偏振信号,所述第三偏振信号和所述第二偏振信号的偏振方向相同,所述第二偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个光斑,所述第三偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个光斑,所述第二偏振信号形成的至少一个光斑和所述第三偏振信号形成的至少一个光斑的色散方向一致,

[0067] 所述基于所述调节角度,对所述光器件进行PDL补偿,包括:

[0068] 对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在所述目标区域对应的第四偏振信号上加载第三相位信息,使第一夹角增大所述调节角度,所述第一夹角为第四偏振信号从所述交换引擎反射的实际传输光路与所述第四偏振信号从所述交换引擎反射的理想传输光路之间的夹角,所述理想传输光路为耦合效率最大的传输光路;

[0069] 或者,

[0070] 对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在所述目标区域对应的第五偏振信号上加载第四相位信息,使第二夹角减小所述调节角度,所述第二夹角为所述第五偏振信号从所述交换引擎反射的实际传输光路与所述第五偏振信号从所述交换引擎反射的理想传输光路之间的夹角;

[0071] 其中,所述第四偏振信号为所述第一偏振信号和所述第二偏振信号中,所述第一时长内的最大的第一输出功率较大的一个偏振信号,所述第五偏振信号为所述第一偏振信号和所述第二偏振信号中,所述第一时长内的最大的第一输出功率较小的一个偏振信号,加载所述第三相位信息以及加载所述第四相位信息的方向均与所述色散方向相同,或者均与所述色散方向垂直。

[0072] 作为另一种可实现方式,所述光器件包括交换引擎,输入至所述光器件的光信号被分离为第一偏振信号和第二偏振信号,所述第一偏振信号被转换得到第三偏振信号,所述第三偏振信号和所述第二偏振信号的偏振方向相同,所述第二偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个光斑,所述第三偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个光斑,所述第二偏振信号形成的至少一个光斑和所述第三偏振信号形成的至少一个光斑的色散方向一致,

[0073] 所述基于所述调节角度,对所述光器件进行PDL补偿,包括:

[0074] 执行多次补偿过程,直至获取的所述光器件当前的偏振相关损耗PDL达到指定PDL阈值,其中,所述补偿过程包括:

[0075] 对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在所述目标区域对应的偏振信号上加载第五相位信息,所述第五相位信息使第一夹角增大,且第二夹角减小;

[0076] 其中,所述第一夹角为第四偏振信号从所述交换引擎反射的实际传输光路与所述第四偏振信号从所述交换引擎反射的理想传输光路之间的夹角,所述第二夹角为所述第五偏振信号从所述交换引擎反射的实际传输光路与所述第五偏振信号从所述交换引擎反射

的理想传输光路之间的夹角,所述第四偏振信号为所述第一偏振信号和所述第二偏振信号中,所述第一时长内的最大的第一输出功率较大的一个偏振信号,所述第五偏振信号为所述第一偏振信号和所述第二偏振信号中,所述第一时长内的最大的第一输出功率较小的一个偏振信号,所述第三区域为用于光信号的端口交换的区域,所述第五相位信息的方向与所述色散方向相同,或者与所述色散方向垂直。

[0077] 可选的,所述功率检测端口共一个,所述第一相位信息和所述第三相位信息的加载时段,与所述第二相位信息和第四相位信息的加载时段不同。

[0078] 可选的,所述光器件设置于光信号传输链路中,所述方法还包括:

[0079] 获取第一时长内的两组光功率中,任意一组光功率的最大光路输出功率和最小光路输出功率;

[0080] 将所述最大光路输出功率和所述最小光路输出功率的差值的绝对值确定为所述传输链路在所述第一时长内在所述光器件所在处的累计偏振相关损耗。

[0081] 可选的,所述第一时长为能够使输入至所述光器件的光信号的偏振方向遍历所有偏振方向的时长。

[0082] 可选的,所述光器件为波长选择开关WSS。

[0083] 本申请实施例提供的一种PDL的确定方法中,由于能够在获取的两组光功率中筛选至少一组符合相同功率约束条件的目标光功率,并基于至少一组目标光功率,确定光器件的PDL,在保证光器件自身功能的基础上,实现了光器件的PDL的准确确定,除此之外,基于确定的光器件的PDL,还可以对该光器件的PDL进行补偿,以及确定出传输链路在第一时长内在该光器件之前的累计PDL。

[0084] 第二方面,本申请实施例提供了一种检测系统,所述检测系统包括:

[0085] 光功率检测器,所述光功率检测器与光器件连接,用于检测光功率;

[0086] 控制器,用于在所述光功率检测器检测到的光功率中,获取第一时长内的两组光功率,所述第一时长内的两组光功率中均存在符合相同功率约束条件的光功率,所述两组光功率为所述光器件的两个偏振主轴的光路输出功率,或者,所述两组光功率为第一光信号输入所述光器件的输入功率和所述第一光信号输出所述光器件的输出功率,所述第一光信号为输入至所述光器件的光信号中任一波长的信号,且所述第一光信号为偏振复用信号中的任一偏振信号或者所述第一光信号为单偏振信号;

[0087] 所述控制器,用于在所述两组光功率中筛选至少一组符合所述相同功率约束条件的目标光功率,每组所述目标光功率包括分别来自所述两组光功率中的第一目标功率和第二目标功率;

[0088] 所述控制器,用于基于至少一组所述目标光功率,确定所述光器件的偏振相关损耗PDL。

[0089] 可选的,所述两组光功率为所述光器件的两个偏振主轴的光路输出功率,所述光器件,包括:

[0090] 偏振处理装置,用于将输入至所述光器件的光信号分离为第一偏振信号和第二偏振信号,所述第一偏振信号和所述第二偏振信号的偏振方向垂直;

[0091] 转换组件,用于将所述第一偏振信号转换得到第三偏振信号,所述第三偏振信号和所述第二偏振信号的偏振方向相同;

[0092] 光功率检测器,用于在所述第一时长内,检测所述第三偏振信号中指定能量比例的信号的第一输出功率,检测所述第二偏振信号中所述指定能量比例的信号的第二输出功率,所述两组光功率为所述第一输出功率和所述第二输出功率。

[0093] 可选的,所述光器件包括交换引擎和功率检测端口,所述第二偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个光斑,所述第三偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个光斑,且所述第二偏振信号和所述第三偏振信号在所述交换引擎上形成的光斑重合,

[0094] 所述控制器,用于:

[0095] 对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在第一区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载相位信息,使所述第一区域对应的第三偏振信号传输至功率检测端口,使所述第一区域对应的第二偏振信号向远离所述功率检测端口的方向传输;

[0096] 所述光功率检测器,用于通过所述功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率;

[0097] 对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在第二区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载相位信息,使所述第二区域对应的第二偏振信号传输至功率检测端口,使所述第二区域对应的第三偏振信号向远离所述功率检测端口的方向传输;

[0098] 所述光功率检测器,用于通过所述功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率;

[0099] 其中,所述第一区域和所述第二区域均位于所述目标区域中,所述第一区域和所述第二区域对应的光斑能量相同,且所述第一区域和所述第二区域中每个区域对应的光斑能量与所述目标区域对应的光斑能量的比值为所述指定能量比例。

[0100] 可选的,所述控制器,用于:

[0101] 对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在第一区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载第一相位信息和第三相位信息,使所述第一区域对应的第三偏振信号传输至功率检测端口,使所述第一区域对应的第二偏振信号向远离所述功率检测端口的方向传输;

[0102] 所述光功率检测器,用于通过所述功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率;

[0103] 所述控制器,用于:

[0104] 对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在第二区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载第二相位信息和第四相位信息,使所述第二区域对应的第二偏振信号传输至功率检测端口,使所述第二区域对应的第三偏振信号向远离所述功率检测端口的方向传输;

[0105] 所述光功率检测器,用于通过所述功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率;

[0106] 其中,加载所述第一相位信息的第一方向与加载所述第三相位信息的第三方向均与输入至所述光器件的光信号的传播方向垂直,加载所述第二相位信息的第二方向与加载所述第四相位信息的第四方向均与输入至所述光器件的光信号的传播方向垂直,且所述第一方向和所述第三方向垂直,所述第二方向和所述第四方向垂直,所述第一方向和所述第二方向为色散方向,所述色散方向为一路偏振信号中不同波长的光信号在交换引擎上形成

的至少一个光斑的排布方向。

[0107] 可选的,所述功率检测端口共两个,两个所述功率检测端口包括第一功率检测端口和第二功率检测端口,

[0108] 所述控制器,用于:

[0109] 对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在第一区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载第一相位信息和第三相位信息,使所述第一区域对应的第三偏振信号传输至第一功率检测端口,使所述第一区域对应的第二偏振信号向远离所述第一功率检测端口的方向传输;

[0110] 所述光功率检测器,用于通过所述第一功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率;

[0111] 所述控制器,用于:

[0112] 对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在第二区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载第二相位信息和第四相位信息,使所述第二区域对应的第二偏振信号传输至第二功率检测端口,使所述第二区域对应的第三偏振信号向远离所述第二功率检测端口的方向传输;

[0113] 所述光功率检测器,用于通过所述第二功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率。

[0114] 可选的,所述光器件包括偏振处理装置,所述功率检测端口共两个,两个所述功率检测端口包括第一功率检测端口和第二功率检测端口,

[0115] 所述控制器,用于:

[0116] 对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在第一区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上加载第三相位信息,使所述第一区域对应的第三偏振信号和第二偏振信号向所述第一功率检测端口所在的方向传输;

[0117] 所述偏振处理装置,用于使所述第一区域对应的第二偏振信号向远离所述第一功率检测端口的方向传输;

[0118] 所述光功率检测器,用于通过所述第一功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率;

[0119] 所述控制器,用于:

[0120] 对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在第二区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上加载第四相位信息,使所述第二区域对应的第三偏振信号和第二偏振信号向所述第二功率检测端口所在的方向传输;

[0121] 所述偏振处理装置,用于使所述第二区域对应的第三偏振信号向远离所述第二功率检测端口的方向传输;

[0122] 所述光功率检测器,用于通过所述第二功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率;

[0123] 其中,加载所述第三相位信息的第三方向与输入至所述光器件的光信号的传播方向垂直,加载所述第四相位信息的第四方向与输入至所述光器件的光信号的传播方向垂直,所述第三方向和所述第四方向为交换方向,所述交换方向与所述色散方向垂直,所述色散方向为一路偏振信号中不同波长的光信号在交换引擎上形成的至少一个光斑的排布方

向。

[0124] 可选的,所述光器件包括交换引擎和功率检测端口,所述第二偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个第一光斑,所述第三偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个第二光斑,且所述第二偏振信号和所述第三偏振信号在所述交换引擎上形成的至少一个第一光斑与至少一个第二光斑均不重合,所述至少一个第一光斑和所述至少一个第二光斑的色散方向一致,

[0125] 所述控制器,用于:

[0126] 对于每个所述第一光斑所在第一目标区域,通过所述交换引擎在所述第一目标区域对应的第三偏振信号上加载第一相位信息和第三相位信息,使所述第一目标区域对应的第三偏振信号中所述指定能量比例的信号传输至功率检测端口;

[0127] 所述光功率检测器,用于通过所述功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率;

[0128] 所述控制器,用于:

[0129] 对于每个所述第二光斑所在第二目标区域,通过所述交换引擎在所述第二目标区域对应的第二偏振信号上加载第二相位信息和第四相位信息,使所述第二目标区域对应的第二偏振信号中所述指定能量比例的信号传输至功率检测端口;

[0130] 所述光功率检测器,用于通过所述功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率;

[0131] 其中,加载所述第一相位信息的方向、加载所述第二相位信息的方向、加载所述第三相位信息的方向与加载所述第四相位信息的方向均相同,且均为交换方向,所述交换方向与输入至所述光器件的光信号的传播方向垂直且与所述色散方向垂直。

[0132] 可选的,所述功率检测端口共两个,两个所述功率检测端口包括第一功率检测端口和第二功率检测端口,

[0133] 所述控制器,用于:

[0134] 对于每个所述第一光斑所在第一目标区域,通过所述交换引擎在所述第一目标区域对应的第三偏振信号上加载第一相位信息和第三相位方向,使所述第一目标区域对应的第三偏振信号中所述指定能量比例的信号传输至第一功率检测端口;

[0135] 所述光功率检测器,用于通过所述第一功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率;

[0136] 所述控制器,用于:

[0137] 对于每个所述第二光斑所在第二目标区域,通过所述交换引擎在所述第二目标区域对应的第二偏振信号上加载第二相位信息和第四相位信息,使所述第二目标区域对应的第二偏振信号中所述指定能量比例的信号传输至第二功率检测端口;

[0138] 所述光功率检测器,用于并通过所述第二功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率。

[0139] 可选的,所述两组光功率中符合所述功率约束条件的光功率为:所述第一时长内最大的输出功率、最小的输出功率、输出功率的平均值和输出功率的加权平均值中的任意一种;

[0140] 或者,所述两组光功率中符合所述功率约束条件的光功率为:所述两组光功率对

应的概率分布曲线中,概率为指定概率,且位置相同的功率,所述概率分布曲线用于反映不同的光功率出现的概率。

[0141] 可选的,符合所述相同功率约束条件的目标光功率共一组,包括所述第一目标功率和所述第二目标功率的一组所述目标光功率;

[0142] 所述控制器,用于:

[0143] 将所述第一目标功率和所述第二目标功率的差值的绝对值确定为所述光器件的PDL。

[0144] 可选的,所述两组光功率为第一光信号输入所述光器件的输入功率和所述第一光信号输出所述光器件的输出功率,所述两组光功率中符合所述功率约束条件的光功率为:所述第一时长内最大的功率和最小的功率中的任意一种。

[0145] 可选的,所述控制器,用于:

[0146] 获取每组所述光功率对应的概率分布曲线,所述概率分布曲线用于反映不同的光功率出现的概率;

[0147] 在所述两组光功率对应的两个概率分布曲线中,确定至少一组符合所述相同功率约束条件的光功率,作为所述目标光功率。

[0148] 可选的,符合所述相同功率约束条件的目标光功率共两组,每组所述目标光功率均包括第一目标功率和第二目标功率;

[0149] 所述控制器,用于:

[0150] 分别将每组所述目标光功率中的第一目标功率和第二目标功率做差,得到第三目标功率和第四目标功率;

[0151] 将所述第三目标功率和所述第四目标功率的差值的绝对值确定为所述光器件的PDL。

[0152] 可选的,所述检测系统还包括:

[0153] 第一光分波器和第二光分波器,所述第一光分波器与所述光器件的输入端连接,所述第二光分波器与所述光器件的输出端连接,所述光功率检测器分别与所述第一光分波器和第二光分波器连接;

[0154] 其中,所述第一光分波器用于将输入至所述光器件的光信号分离出一部分能量的信号,并将分离出的信号传输至所述光功率检测器,以由所述光功率检测器进行功率检测;

[0155] 所述第二光分波器用于将所述该光器件输出的光信号分离出一部分能量的信号,并将分离出的信号传输至所述光功率检测器,以由所述光功率检测器进行功率检测。

[0156] 所述光功率检测器用于检测任一波长的偏振复用信号中的任一偏振信号功率或者用于检测任一波长的单偏振信号功率。

[0157] 可选的,所述控制器还用于:

[0158] 在所述基于至少一组所述目标光功率,确定所述光器件的偏振相关损耗PDL之后,根据确定的所述光器件的PDL,对所述光器件进行PDL补偿。

[0159] 可选的,所述两组光功率为所述光器件的两个偏振主轴的光路输出功率,所述控制器,用于:

[0160] 基于所述PDL,查询PDL与调节角度的对应关系,所述调节角度为光信号被调节的传播角度;

[0161] 当所述对应关系中记录有所述PDL,确定所述PDL对应的调节角度;

[0162] 基于所述调节角度,对所述光器件进行PDL补偿。

[0163] 可选的,所述光器件包括交换引擎,输入至所述光器件的光信号被分离为第一偏振信号和第二偏振信号,所述第一偏振信号被转换得到第三偏振信号,所述第三偏振信号和所述第二偏振信号的偏振方向相同,所述第二偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个光斑,所述第三偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个光斑,所述第二偏振信号形成的至少一个光斑和所述第三偏振信号形成的至少一个光斑的色散方向一致,

[0164] 所述控制器,用于:

[0165] 对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在所述目标区域对应的第四偏振信号上加载第三相位信息,使第一夹角增大所述调节角度,所述第一夹角为第四偏振信号从所述交换引擎反射的实际传输光路与所述第四偏振信号从所述交换引擎反射的理想传输光路之间的夹角,所述理想传输光路为耦合效率最大的传输光路;

[0166] 或者,

[0167] 对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在所述目标区域对应的第五偏振信号上加载第四相位信息,使第二夹角减小所述调节角度,所述第二夹角为所述第五偏振信号从所述交换引擎反射的实际传输光路与所述第五偏振信号从所述交换引擎反射的理想传输光路之间的夹角;

[0168] 其中,所述第四偏振信号为所述第一偏振信号和所述第二偏振信号中,所述第一时长内的最大的第一输出功率较大的一个偏振信号,所述第五偏振信号为所述第一偏振信号和所述第二偏振信号中,所述第一时长内的最大的第一输出功率较小的一个偏振信号,加载所述第三相位信息以及加载所述第四相位信息的方向均与所述色散方向相同,或者均与所述色散方向垂直。

[0169] 可选的,所述光器件包括交换引擎,输入至所述光器件的光信号被分离为第一偏振信号和第二偏振信号,所述第一偏振信号被转换得到第三偏振信号,所述第三偏振信号和所述第二偏振信号的偏振方向相同,所述第二偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个光斑,所述第三偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个光斑,所述第二偏振信号形成的至少一个光斑和所述第三偏振信号形成的至少一个光斑的色散方向一致,

[0170] 所述控制器,用于:

[0171] 执行多次补偿过程,直至获取的所述光器件当前的偏振相关损耗PDL达到指定PDL阈值,其中,所述补偿过程包括:

[0172] 对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在所述目标区域对应的偏振信号上加载第五相位信息,所述第五相位信息使第一夹角增大,且第二夹角减小;

[0173] 其中,所述第一夹角为第四偏振信号从所述交换引擎反射的实际传输光路与所述第四偏振信号从所述交换引擎反射的理想传输光路之间的夹角,所述第二夹角为所述第五偏振信号从所述交换引擎反射的实际传输光路与所述第五偏振信号从所述交换引擎反射的理想传输光路之间的夹角,所述第四偏振信号为所述第一偏振信号和所述第二偏振信号中,所述第一时长内的最大的第一输出功率较大的一个偏振信号,所述第五偏振信号为所述第一偏振信号和所述第二偏振信号中,所述第一时长内的最大的第一输出功率较小的一个偏振信号,所述第三区域为用于光信号的端口交换的区域,所述第五相位信息的方向与

所述色散方向相同,或者与所述色散方向垂直。

[0174] 可选的,所述功率检测端口共一个,

[0175] 所述第一相位信息和所述第三相位信息的加载时段,与所述第二相位信息和第四相位信息的加载时段不同。

[0176] 可选的,所述光器件设置于光信号传输链路中,所述控制器还用于:

[0177] 获取第一时长内的两组光功率中,任意一组光功率的最大光路输出功率和最小光路输出功率;

[0178] 将所述最大光路输出功率和所述最小光路输出功率的差值的绝对值确定为所述传输链路在所述第一时长内在所述光器件所在处的累计偏振相关损耗。

[0179] 可选的,所述第一时长为能够使输入至所述光器件的光信号的偏振方向遍历所有偏振方向的时长。

[0180] 可选的,所述光器件为波长选择开关WSS。

[0181] 本申请实施例提供的一种检测系统,在保证光器件自身功能的基础上,实现了光器件的PDL的准确确定,并对该光器件的PDL进行补偿,除此之外,还可以确定出传输链路在第一时长内在该光器件所在处之前的累计PDL。

[0182] 第三方面,本申请实施例提供了一种光信号传输结构,所述光信号传输结构包括至少一个光器件,以及与所述至少一个光器件中的光器件对应设置的检测系统,所述检测系统包括如第二方面所述的检测系统。

[0183] 可选的,所述光信号传输结构包括可重构光分插复用器ROADM以及至少一个光放大器,所述ROADM包括至少一个WSS,所述至少一个WSS中的第一WSS对应设置有所述检测系统;

[0184] 所述至少一个WSS与所述至少一个光放大器连接。

[0185] 可选的,所述至少一个光放大器包括第一级光放大器和第二级光放大器,

[0186] 所述至少一个WSS串联并具有1个输入端和至少1个输出端,所述第一级光放大器与所述输入端连接,所述第二级光放大器与所述至少1个输出端中的指定输出端连接。

[0187] 可选的,所述光信号传输结构还包括1个快速绕偏器,所述快速绕偏器设置于所述第一级光放大器与所述输入端之间。

[0188] 可选的,所述第一级光放大器用于预先获取所述第一WSS在进行PDL补偿过程会产生额外插损,并在接收到输入至所述第一级光放大器的光信号后,对输入至所述第一WSS的光信号补偿所述额外插损。

[0189] 可选的,所述光放大器为掺铒光纤放大器EDFA或者拉曼放大器。

[0190] 本申请实施例提供的一种光信号传输结构,其中包括至少一个光器件,以及与该至少一个光器件中的光器件对应设置的检测系统,因此可以准确检测与检测系统对应设置的光器件的PDL,并且,光信号传输结构的ROADM中,第一级EDFA用于预先获取指定WSS在进行PDL补偿过程会产生额外插损,并在接收到输入至第一级EDFA的光信号后,对输入至指定WSS的光信号补偿额外插损,避免了由于对WSS的PDL进行补偿而产生额外插损进而导致第二级EDFA的输出信号的光信噪比降低的问题,最大程度避免了恶化整个传输链路的光信噪比。

[0191] 本申请实施例提供的一种偏振相关损耗的确定方法、检测系统及光信号传输结

构,由于本申请实施例提供的一种PDL的确定方法中,在保证光器件自身功能的基础上,实现了光器件的PDL的准确确定;并且,还可以基于该检测出的光器件的PDL进行准确补偿,并在确定出传输链路在第一时长内在该光器件所在处之前的累计PDL;由于光传输结构包括至少一个光器件,以及与该至少一个光器件中的光器件对应设置的检测系统,因此可以准确检测与检测系统对应设置的光器件的PDL,光信号传输结构的ROADM中第一级EDFA用于预先获取指定WSS在进行PDL补偿过程会产生的额外插损,并在接收到输入至第一级EDFA的光信号后,对输入至指定WSS的光信号补偿额外插损,避免了由于对WSS的PDL进行补偿而产生额外插损进而导致第二级EDFA的光信噪比降低的问题,最大程度避免了恶化整个传输链路的光信噪比。

[0192] 本申请在上述各方面提供的实现方式的基础上,还可以进行进一步组合以提供更多实现方式。

附图说明

- [0193] 图1是本申请实施例提供的一种PDL的确定方法的方法流程图;
- [0194] 图2是本申请实施例提供的另一种PDL的确定方法的方法流程图;
- [0195] 图3是本申请实施例提供的一种光器件的结构示意图;
- [0196] 图4是本申请实施例提供的一种交换引擎上形成的光斑示意图;
- [0197] 图5是本申请实施例提供的一种加载色散方向的相位信息的原理示意图;
- [0198] 图6是本申请实施例提供的另一种交换引擎上形成的光斑示意图;
- [0199] 图7是本申请实施例提供的另一种交换引擎上形成的光斑示意图;
- [0200] 图8是本申请实施例提供的一种偏振信号和偏振主轴重叠或垂直的示意图;
- [0201] 图9是本申请实施例提供的另一种偏振信号和偏振主轴重叠或垂直的示意图;
- [0202] 图10是本申请实施例提供的一种第一输出功率和第二输出功率中不同大小功率值按照概率分布的示意图;
- [0203] 图11是本申请实施例提供的又一种PDL的确定方法的方法流程图;
- [0204] 图12是本申请实施例提供的另一种第一光信号的光路输入功率和第二光信号的光路输出功率中不同大小功率值按照概率分布的示意图;
- [0205] 图13是本申请实施例提供的一种调整插损的原理示意图;
- [0206] 图14是本申请实施例提供的一种确定传输链路在第一时长内在光器件所在处的累计PDL的方法流程图;
- [0207] 图15是本申请实施例提供的另一种第一输出功率和第二输出功率中不同大小功率值按照概率分布的示意图;
- [0208] 图16是本申请实施例提供的一种检测系统的示意图;
- [0209] 图17是本申请实施例提供的一种光器件在交换方向上的结构示意图;
- [0210] 图18是本申请实施例提供的另一种光器件在色散方向上的结构示意图;
- [0211] 图19是本申请实施例提供的一种光信号输入光器件所对应的输入光路的示意图;
- [0212] 图20是本申请实施例提供的一种光信号从光器件输出所对应的输出光路的示意图;
- [0213] 图21是本申请实施例提供的一种光器件在交换方向上的结构示意图;

- [0214] 图22是本申请实施例提供的一种该光器件在色散方向上的部分结构示意图；
- [0215] 图23是本申请实施例提供的另一种该光器件在色散方向上的部分结构示意图；
- [0216] 图24是本申请实施例提供的另一种光器件在交换方向上的结构示意图；
- [0217] 图25是本申请实施例提供的另一种光器件在色散方向上的结构示意图；
- [0218] 图26是本申请实施例提供的另一种光器件在交换方向上的结构示意图；
- [0219] 图27是本申请实施例提供的另一种光器件在色散方向上的结构示意图；
- [0220] 图28是本申请实施例提供的另一种检测系统的结构示意图；
- [0221] 图29是本申请实施例提供的一种可重构光分插复用器的结构示意图；
- [0222] 图30是本申请实施例提供的另一种可重构光分插复用器的结构示意图；
- [0223] 图31是本申请实施例提供的又一种可重构光分插复用器的结构示意图；
- [0224] 图32是本申请实施例提供的一种在通常的传输链路的配置情况下,利用第一级EDFA增加2dB增益以补偿WSS因补偿PDL而引入的额外2dB插损时,第二级EDFA输出的光信号的光信噪比损伤随ROADM级联数目的变化示意图；
- [0225] 图33是本申请实施例提供的一种在相同的传输链路的配置情况下,利用第二级EDFA增加2dB增益补偿WSS因补偿PDL而引入的额外2dB插损时,第二级EDFA输出的光信号的光信噪比损伤随ROADM级联数目的变化示意图。

具体实施方式

[0226] 为使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本申请实施方式作进一步地详细描述。

[0227] 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。光纤通信系统由大量的光信号传输结构组成,该光信号传输结构也可以称为传输节点(英文:Transmission node),该光信号传输结构可以包括至少一个光器件。其中,光器件的PDL会导致传输至该光器件的光信号畸变并最终造成光信号传输链路传输性能的恶化,因此,若能够准确确定出光器件的PDL对于光纤通信至关重要。

[0228] 本申请提供了一种偏振相关损耗的确定方法,该方法可以应用于包括光器件的检测系统,能够准确确定出该光器件的PDL,如图1所示,该方法包括:

[0229] 步骤101、获取第一时长内的两组光功率,该第一时长内的两组光功率中均存在符合相同功率约束条件的光功率。

[0230] 步骤102、在该两组光功率中筛选至少一组符合相同功率约束条件的目标光功率,每组目标光功率包括分别来自两组光功率中的第一目标功率和第二目标功率。

[0231] 示例的,假设两组光功率分别为第一组光功率和第二组光功率,第一时长内的两组光功率中符合约束条件的光功率为该组光功率中的最大光功率,则筛选得到的一组符合相同约束条件的目标光功率包括第一组光功率中的最大光功率和第二组光功率中的最大光功率。

[0232] 步骤103、基于至少一组所述目标光功率,确定所述光器件的偏振相关损耗PDL。

[0233] 本申请实施例提供的PDL的确定方法中,由于能够在获取的两组光功率中筛选至少一组符合相同功率约束条件的目标光功率,并基于至少一组目标光功率,确定光器件的

PDL,实现了光器件的PDL的准确确定。

[0234] 在实现上述步骤101时,该光器件可以基于其起到的作用划分为两种光器件,第一种光器件能够直接通过光功率检测器检测光器件中两个偏振主轴的光路输出功率,并基于检测结果可以确定光器件的PDL;第二种光器件无法直接通过光功率检测器检测光器件中两个偏振主轴的光路输出功率,但可以通过其他的辅助器件检测输入该光器件的第一光信号输入该光器件的输入功率和该第一光信号的输出功率,并基于检测结果检测光器件的PDL。针对该第一种光器件,本申请实施例所提供的PDL的确定方法中,获取的第一时长内的两组光功率可以为该光器件的两个偏振主轴的光路输出功率;针对第二种光器件,本申请实施例所提供的PDL的确定方法中,获取的第一时长内的两组光功率可以为第一光信号输入该光器件的输入功率和第一光信号输出该光器件的输出功率,第一光信号为输入至光器件的光信号中任一波长的信号,且该第一光信号为偏振复用信号中的任一偏振信号或者该第一光信号单偏振信号。需要说明的是,对于第一种光器件来说,该光器件可以是自身即能够将光信号分离为偏振方向相互垂直的第一偏振信号和第二偏振信号的光器件,例如该光器件可以是WSS,WSS中的偏振分离器可以将输入至该WSS的光信号分离为第一偏振信号和第二偏振信号,以使得光功率检测器可以直接检测该第一偏振信号所经过的偏振主轴光路输出功率和第二偏振信号所经过的偏振主轴光路输出功率,也可以是对光器件的内部结构进行改进,以使得该光器件能够将输入至该光器件的光信号分离为第一偏振信号和第二偏振信号,并能检测第一偏振信号所经过的偏振主轴光路输出功率和第二偏振信号所经过的偏振主轴光路输出功率。

[0235] 以下分别对上述两种光器件确定PDL的方法进行介绍,需要说明的是,本申请实施例中提到的功率的单位均为分贝毫瓦(dBm)。

[0236] 为了便于读者理解本申请实施例所提供的第一种PDL的确定方法,在对该第一种PDL的确定方法进行介绍之前,首先在此对光器件的相关特性进行介绍。

[0237] 光器件通常具有两个相互正交的第一偏振主轴和第二偏振主轴,分别对应第一偏振主轴光路和第二偏振主轴光路;光纤通信中通常使用偏振复用信号(以下简称光信号)进行数据的传输,该光信号包括两个相互正交的偏振信号。当光信号通过光器件时,若两个相互正交的偏振信号与该两个偏振主轴不重合,光器件中的两个偏振主轴均会将该两个相互正交的偏振信号中的每个偏振信号,分解为与该两个偏振主轴的偏振方向一致的两个偏振信号分量,以形成该第一偏振主轴光路中的第一偏振信号,以及,形成该第二偏振主轴光路中的第二偏振信号,也就是说,第一偏振信号和第二偏振信号均包括两个偏振分量,该两个偏振分量为两个相互正交的偏振信号分别在该第一偏振主轴和第二偏振主轴上的偏振分量,当然,若两个相互正交的偏振信号与该两个偏振主轴重合,则该两个偏振主轴上的偏振信号即为该两个相互正交的偏振信号。

[0238] 当该光信号通过光器件时,光器件的第一偏振主轴会对第一偏振主轴光路中的第一偏振信号造成影响,并且,第二偏振主轴会对第二偏振主轴光路中的第二偏振信号造成影响。通常情况下,该第一偏振信号和该第二偏振信号所受到的影响,即所遭受的插损不一致,导致该光器件具有PDL。从光学原理来说,由于光器件中各个结构在设计时需要模拟出偏振信号在该光器件中进行传输的理想传输光路,以保证偏振信号的正常传输,理想传输光路为耦合效率最大或者插损最小的传输光路,但是在光器件的实际使用过程中,由于光

器件中各个元件组装位置误差、环境温度变化和胶水老化等因素的影响,偏振信号在光器件中的实际传输光路会偏离该理想传输光路,导致部分偏振信号的能量损失,产生更多插损,而通常第一偏振主轴光路中的第一偏振信号和第二偏振主轴光路中的第二偏振信号的能量损失不一致,即插损不一致,进而导致光器件具有PDL。

[0239] 基于此,在本申请实施例提供的第一种PDL的确定方法中,可以基于光器件的两个偏振主轴的光路输出功率,确定上述第一种光器件的PDL,如图2所示,该方法包括:

[0240] 步骤201、将输入至该光器件的光信号分离为第一偏振信号和第二偏振信号,第一偏振信号和第二偏振信号的偏振方向垂直。

[0241] 步骤201可以由光器件执行,输入至该光器件的光信号除了可以为前述所说的偏振复用信号,也可以为单偏振态信号。其中,偏振复用信号和单偏振信号均为偏振方向完全随机变化的信号。

[0242] 步骤202、将第一偏振信号转换得到第三偏振信号,第三偏振信号和第二偏振信号的偏振方向相同。

[0243] 步骤202可以由光器件执行。

[0244] 步骤203、在第一时长内,检测第三偏振信号中指定能量比例的信号的第一输出功率,检测第二偏振信号中指定能量比例的信号的第二输出功率,该两组光功率为第一输出功率和第二输出功率。

[0245] 可选的,为了保证确定出的第一输出功率和第二输出功率的准确性,第一时长为能够使输入至光器件的光信号的偏振方向遍历所有偏振方向的时长。该第一时长可以通过预先的软件模拟或者人为实验得到。步骤203可以由光功率检测器执行。

[0246] 请参见图3,其示出了本申请一示意性实施例提出的光器件的结构示意图,可选的,该光器件可以为WSS,该光器件可以包括一个信号输入端口I以及至少一个信号输出端口O(图2中示出的是信号输出端口为4个的情况),该光器件还包括交换引擎301以及功率检测端口,该功率检测端口可以为指定的信号输出端口O。该功率检测端口与光功率检测器连接,光功率检测器可以通过该功率检测端口检测到接收的光功率,通常情况下,光功率检测端口与光功率检测器一一对应设置。

[0247] 其中,光器件的交换引擎可以为硅基液晶(Liquid Crystal On Silicon,LCOS)、微机电系统(Micro-Electro-Mechanical System, MEMS)或者液晶(Liquid Crystal, LC)等,本申请实施例以交换引擎为LCOS为例进行说明。

[0248] LCOS为矩阵液晶显示装置,可以通过外加电场控制液晶分子的扭转方向。该矩阵液晶显示装置的每个像素均对应设置有电极,通过调整加载在每个电极上的电压,可以通过每个电极单独控制对应像素所在区域的液晶偏转。每个波长的光信号可以在交换引擎上投影形成1个光斑,当多个波长的光信号在交换引擎上投影形成多个光斑时,由于交换引擎上形成每个光斑的区域对应有多个像素,因此,通过电极控制该多个像素所在区域的液晶偏转,可以改变形成该光斑的对应波长的光信号的相位信息,进而改变该波长的光信号的衍射方向。而若通过电极控制该多个像素中部分像素所在区域的液晶偏转,可以改变形成该部分像素对应的光斑对应的光信号的相位信息。

[0249] 本申请实施例基于该交换引擎的工作原理,通过交换引擎在光斑中的指定区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上加载相位信息,以改变该第二偏振信号和第三偏振信

号的衍射方向,使得该第二偏振信号和第三偏振信号中指定能量比例的偏振信号可以从指定功率检测端口输出,以基于该指定功率检测端口检测到的输出功率,有效确定出该光器件的PDL。

[0250] 由于光器件的光学设计架构可以不同,相应的,步骤203的实现方式也可以不同,本申请实施例以以下两种实现方式为例进行说明,该两种实现方式分别包括:

[0251] 在第一种实现方式中,第二偏振信号可以在交换引擎上形成至少一个光斑,第三偏振信号可以在交换引擎上形成至少一个光斑,且该第二偏振信号和该第三偏振信号在交换引擎上形成的光斑重合,如图4所示,该图4示出了第二偏振信号和第三偏振信号在交换引擎301上形成的光斑中重叠的部分光斑示意图,图4示意性地示出交换引擎301上形成有光斑B1、光斑B2以及光斑B3的情况,其中,每个光斑可以对应一个波长,不同光斑对应的波长不同,交换引擎301上具有多个像素3011。通过功率检测端口检测第三偏振信号的第一输出功率和第二偏振信号的第二输出功率的过程可以包括:

[0252] 步骤X1、对于每个光斑所在目标区域,光器件通过交换引擎在第一区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载相位信息,使第一区域对应的第三偏振信号传输至功率检测端口,使第一区域对应的第二偏振信号向远离功率检测端口的方向传输,与该功率检测端口连接的光功率检测器检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率。

[0253] 步骤X2、对于每个光斑所在目标区域,光器件通过交换引擎在第二区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载相位信息,使第二区域对应的第二偏振信号传输至功率检测端口,使第二区域对应的第三偏振信号向远离功率检测端口的方向传输,与该功率检测端口连接的光功率检测器检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率。

[0254] 其中,第一区域和第二区域均位于目标区域中,为了保证检测出的第一偏振信号的第一输出功率和第二偏振信号的第二输出功率的有效性,在目标区域中划分第一区域和第二区域时,设置该第一区域和第二区域对应的光斑能量比例相同,且为第一区域和第二区域中每个区域对应的光斑能量与目标区域对应的光斑能量的比值指定能量比例。需要说明的是,当第一区域和第二区域对应的光斑能量相同时,该第一区域和该第二区域在目标区域中的区域面积可以相同也可以不同。

[0255] 进一步的,第一区域和第二区域可以为相同区域或不同区域,当第一区域和第二区域为不同区域时,第一区域和第二区域上的相位加载时段可以相同也可以不同;当第一区域和第二区域为相同区域时,第一区域和第二区域上的相位加载时段可以不同,即光器件可以进行分时相位加载,该分时相位加载过程包括:在一个时段内在指定区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载相位信息,在另一个时段内在指定区域对应的第二区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载相位信息,该指定区域为第一区域和第二区域所在的相同区域。

[0256] 可选的,上述光器件通过交换引擎在第一区域和第二区域对应的偏振信号上均加载相位信息,以实现仅指定偏振信号传输至功率检测端口的方式可以有多种,其中,第一种可选的实现方式为加载多种相位信息,第二种可选的实现方式为加载相位信息以及改变光器件的内部结构。本申请实施例以该两种可实现方式为例进行说明。

[0257] 在第一种可选的实现方式中,光器件通过交换引擎在第一区域和第二区域分别加载多种相位信息。例如,步骤X1可以包括步骤X11:对于每个光斑所在目标区域,光器件通过

交换引擎在第一区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载第一相位信息和第三相位信息,使第一区域对应的第三偏振信号传输至功率检测端口,使第一区域对应的第二偏振信号向远离该功率检测端口的方向传输,与该功率检测端口连接的光功率检测器检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率;步骤X2可以包括步骤X21:对于每个光斑所在目标区域,光器件通过交换引擎在第二区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载第二相位信息和第四相位信息,使第二区域对应的第二偏振信号传输至功率检测端口,使第二区域对应的第三偏振信号向远离该功率检测端口的方向传输,与该功率检测端口连接的光功率检测器检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率。其中,当一个偏振信号向远离功率检测端口的方向传输时,该功率检测端口无法接收到相应的信号,则对于该功率检测端口而言,该偏振信号被消散掉,也可以视为检测到该偏振信号的功率为0。

[0258] 其中,光斑能量指的是形成光斑的偏振信号所具有的能量,该光斑的能量与形成该光斑的偏振信号的功率对应。光器件通过交换引擎加载第一相位信息的第一方向与加载第三相位信息的第三方向均与输入至该光器件的光信号的传播方向垂直,加载第二相位信息的第二方向与加载第四相位信息的第四方向均与输入至该光器件的光信号的传播方向垂直,且第一方向和第三方向垂直,第二方向和第四方向垂直,第一方向和第二方向为色散方向,色散方向为一路偏振信号中不同波长的光信号在交换引擎上形成的至少一个光斑的分布方向。当然,本申请实施例在实际实现时,第一方向和第二方向也可以为交换方向,该交换方向为与色散方向和传播方向均垂直的方向,那么相应的,第三方向和第四方向可以为色散方向。

[0259] 进一步的,由于光器件中可以设置一个或多个功率检测端口,则功率检测端口的个数不同,步骤X1和步骤X2的相位加载方式也不同。

[0260] 在第一种可选的相位加载方式中,当光器件中设置一个功率检测端口时,上述步骤X1以及上述步骤X2中,光器件将第一区域对应的第三偏振信号以及第二区域对应的第二偏振信号传输至同一个功率检测端口。为了依旧可以保证有效地检测出第一输出功率和第二输出功率,光器件可以将第一相位信息和第三相位信息的加载时段,以及,第二相位信息和第四相位信息的加载时段设置为不同的加载时段,也即进行分时相位加载。如此,通过功率检测端口可以在一个时间段内检测到第三偏振信号的第一输出功率,在另一个指定时段内检测到第二偏振信号的第二输出功率。

[0261] 在第二种可选的相位加载方式中,当光器件中设置两个功率检测端口时,即光器件中设置第一检测端口和第二检测端口时,则上述步骤X1可以包括步骤X12:对于每个光斑所在目标区域,光器件可以通过交换引擎在第一区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载第一相位信息和第三相位信息,使第一区域对应的第三偏振信号传输至第一功率检测端口,使第一区域对应的第二偏振信号向远离第一检测端口的方向传输,与该第一功率检测端口连接的光功率检测器检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率;上述步骤X2可以包括步骤X22:对于每个光斑所在目标区域,光器件通过交换引擎在第二区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载第二相位信息和第四相位信息,使第二区域对应的第二偏振信号传输至第二功率检测端口,使第二区域对应的第三偏振信号向远离第二检测端口的方向传输,与该第二功率检测端口连接的光功率检测器检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率。

[0262] 由于第二偏振信号和第三偏振信号在交换引擎上形成了一组重合的光斑,因此,形成每一个光斑对应的光信号中,既包括第二偏振信号中对应波长的光信号,也包括第三偏振信号中对应波长的光信号。当在交换引擎的第一区域和第二区域加载相位信息时,可以同时加载色散方向和交换方向这两种方向的相位信息,以将形成每一个光斑对应的光信号中的指定偏振信号衍射至指定功率检测端口,也即是,将形成每一个光斑对应的光信号中的第二偏振信号衍射至第二功率检测端口,将形成每一个光斑对应的光信号中的第三偏振信号衍射至第一功率检测端口。

[0263] 其中,加载两个方向的相位信息,包括:

[0264] 一、加载交换方向的相位信息,即加载第三方向的第三相位信息与第四方向的第四相位信息。加载交换方向的相位信息用于将第二偏振信号和第三偏振信号均衍射至第一功率检测端口,或者将第二偏振信号和第三偏振信号均衍射至第二功率检测端口。

[0265] 二、加载色散方向的相位信息,即加载第一方向的第一相位信息与加载第二方向的第二相位信息。加载色散方向的相位信息用于偏转形成每一个光斑对应的光信号中的第三偏振信号的传播方向使其无法传播至检测端口,同时偏转第二偏振信号的传播方向使其传播至第二功率检测端口,或者,用于偏转形成每一个光斑对应的光信号中的第二偏振信号的传播方向使其无法传播至检测端口,同时偏转第三偏振信号的传播方向使其传播至第一功率检测端口,如此可以有效地将每个光斑对应的光信号中的第二偏振信号以及第三偏振信号分离。

[0266] 以下以每一个光斑对应的光信号中第二偏振信号部分远离第一功率检测端口,而第三偏振信号部分衍射至第一功率检测端口为例,对加载色散方向的相位信息的原理进行说明,请参考图5。光器件通过交换引擎301控制每一个光斑对应的像素区域的电极,在光斑对应的像素区域中的像素上加载色散方向周期性相位信息,使交换引擎301的工作原理类似于一个在色散方向偏转指定角度的反射镜,将入射到该反射镜上的第三偏振信号按原输入光路返回,同时,将入射到该反射镜上的第二偏振信号偏离原输入和输出光路,使其无法按原输入或者输出光路返回,也即将第二偏振信号消散。如此可以将第三偏振信号衍射至第一功率检测端口,同时使第二偏振信号无法衍射至第一功率检测端口,即该第一功率检测端口接收到的第二偏振信号的功率为0。

[0267] 光器件的交换引擎通过在加载交换方向的相位信息的基础上加载色散方向的相位信息,可以在将形成每一个光斑对应的光信号中的第二偏振信号和第三偏振信号均衍射至第一功率检测端口的过程中,使得第二偏振信号无法衍射至第一功率检测端口,仅第三偏振信号衍射至第一功率检测端口,或者同理使得第三偏振信号无法衍射至第二功率检测端口,仅第二偏振信号衍射至第二检测端口。如此通过第一功率检测端口可以检测到第三偏振信号对应的第一输出功率,通过第二功率检测端口可以检测到第二偏振信号对应的第二输出功率。

[0268] 根据输入至光器件的光信号的种类不同,该指定能量比例也可以不同。输入至光器件的光信号的种类可以包括业务信号或测试信号,业务信号用于承载网络业务和检测光器件的PDL,测试信号仅用于测试该光器件的PDL,不用于承载网络业务,以下分别对该两种类型下的指定比例进行说明:

[0269] 当输入至光器件的光信号为业务信号时,该指定能量比例需要保证光器件的正常

功能,指定能量比例可以设置为不大于第一指定比例阈值,例如该第一指定比例阈值可以为20%或者30%等。目标区域中除第一区域和第二区域之外的部分区域可以为用于光信号的端口交换的区域,用于将形成该部分区域的光信号传输至信号输出端口,即正常的端口交换,以承载网络业务,如此保证了业务信号的正常传输。因此本申请实施例所提供的PDL的确定方法,可以在光器件承载网络业务的同时,检测该光器件的PDL。

[0270] 当输入至光器件的光信号为测试信号,指定能量比例可以不大于第二指定比例阈值。例如该第二指定比例阈值可以为50%。目标区域中除第一区域和第二区域之外的部分区域可以为闲置区域(也即是未被使用的区域)。

[0271] 如图6所示,该图示出的是交换引擎上的部分光斑的分布情况,该图中交换引擎201上形成有3个光斑,即对应三个目标区域:目标区域G1、目标区域G2和目标区域G3。以目标区域G3为例,该目标区域G3中分割出指定比例的第一区域G31和第二区域G32,光器件可以在第一区域G31对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载第一相位信息和第三相位信息(即图6中示出的色散方向的相位信息和交换方向的相位信息),在第二区域G32对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载第二相位信息和第四相位信息(即图5中示出的色散方向的相位信息和交换方向的相位信息),其中,交换引擎301上具有多个像素3011。

[0272] 可选的,该第一相位信息、第二相位信息、第三相位信息以及第四相位信息可以均为周期性相位信息。

[0273] 在第三种可选的相位加载方式中,当光器件中设置至少三个功率检测端口时,将两个功率检测端口作为实际功率检测端口,其余功率检测端口空闲,则步骤X1和步骤X2的实现过程可以参考上述第二种可选的相位加载方式,本申请实施例对此不再赘述。

[0274] 在第二种可选的实现方式中,光器件包括偏振处理装置,该偏振处理装置可以为偏振分离器或者半波片,功率检测端口共两个,两个功率检测端口包括第一功率检测端口和第二功率检测端口,光器件通过交换引擎加载相位信息,再通过偏振处理装置最终使得指定偏振信号传输至指定检测端口。

[0275] 示例的,步骤X1可以包括步骤X13:对于每个光斑所在目标区域,光器件通过交换引擎在第一区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上加载第三相位信息,使第一区域对应的第三偏振信号和第二偏振信号向第一功率检测端口所在的方向传输,通过偏振处理装置使第一区域对应的第二偏振信号向远离第一功率检测端口的方向传输,与该第一功率检测端口连接的光功率检测器检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率;步骤X2可以包括步骤X23:对于每个光斑所在目标区域,光器件通过交换引擎在第二区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上加载第四相位信息,使第二区域对应的第三偏振信号和第二偏振信号向第二功率检测端口所在的方向传输,通过偏振处理装置控制第二区域对应的第三偏振信号向远离第二功率检测端口的方向传输,与该第二功率检测端口连接的光功率检测器检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率。

[0276] 其中,加载第三相位信息的第三方向与输入至该光器件的光信号的传播方向垂直,加载第四相位信息的第四方向与输入至该光器件的光信号的传播方向垂直,第三方向和第四方向为交换方向,交换方向与色散方向垂直,色散方向为一路偏振信号中不同波长的光信号在交换引擎上形成的至少一个光斑的排布方向。

[0277] 需要说明的是,该偏振处理装置可以在允许指定偏振方向的偏振信号通过的同

时,将其它偏振方向的偏振信号的传播方向偏转。

[0278] 在第二种实现方式中,第二偏振信号可以在交换引擎上形成至少一个第一光斑,第三偏振信号可以在交换引擎上形成至少一个第二光斑,且第二偏振信号和第三偏振信号在交换引擎上形成的至少一个第一光斑与至少一个第二光斑均不重合,至少一个第一光斑和至少一个第二光斑的色散方向一致。如图7所示,该图7示出了第二偏振信号和第三偏振信号在交换引擎上形成的至少一个第一光斑与至少一个第二光斑均不重合的部分光斑的分布情况,该图7中,上排的光斑B4、光斑B5和光斑B6均为第一光斑,下排的光斑B7、光斑B8和光斑B9均为第二光斑,其中,交换引擎301上具有多个像素3011。通过功率检测端口检测第三偏振信号的第一输出功率和第二偏振信号的第二输出功率的过程可以包括:

[0279] 步骤Y1、对于每个第一光斑所在第一目标区域,光器件通过交换引擎在第一目标区域对应的第三偏振信号上加载第一相位信息和第三相位信息,使第一目标区域对应的第三偏振信号中指定能量比例的信号传输至功率检测端口,与该功率检测端口连接的光功率检测器检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率。

[0280] 步骤Y2、对于每个第二光斑所在第二目标区域,光器件通过交换引擎在第二目标区域对应的第二偏振信号上加载第二相位信息和第四相位信息,使第二目标区域对应的第二偏振信号中指定能量比例的信号传输至功率检测端口,与该功率检测端口连接的光功率检测器检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率。

[0281] 其中,光器件加载第一相位信息的方向、加载第二相位信息的方向、加载第三相位信息的方向与加载第四相位信息的方向均相同,且均为交换方向,交换方向与输入至光器件的光信号的传播方向垂直且与色散方向垂直,图7示意性的示出了在第一光斑B6对应的第三偏振信号上加载两种交换方向的相位信息,以及,在第二光斑B9对应的第二偏振信号上加载两种交换方向的相位信息的情况。

[0282] 进一步的,与第一种实现方式中,在第一种能够使指定偏振信号传输至检测端口的实现方式类似,由于光器件中可以设置一个或多个功率检测端口,则功率检测端口的个数不同,步骤Y1和步骤Y2的相位加载方式也不同。

[0283] 在第一种可选的相位加载方式中,当光器件中设置一个功率检测端口时,上述步骤Y1以及上述步骤Y2中,光器件将第一目标区域对应的第三偏振信号中指定能量比例的信号,以及,将第二目标区域对应的第二偏振信号中指定比例的信号传输至同一个功率检测端口。为了依旧可以保证有效地检测出第一输出功率和第二输出功率,光器件可以将第一相位信息和第三相位信息的加载时段,以及,将第二相位信息和第四相位信息的加载时段设置为不同的加载时段。如此,与功率检测端口连接的光功率检测器可以在一个时间段内检测到第三偏振信号的第一输出功率,在另一个指定时段内,与该功率检测端口连接的光功率检测器可以检测到第二偏振信号的第二输出功率。

[0284] 需要说明的是,交换引擎在第一目标区域对应的第三偏振信号上加载的第一相位信息和第三相位信息中的一种相位信息可以使得第三偏振信号中指定能量比例的信号可以传输至功率检测端口,用于确定光器件的PDL,另一种相位信息使得第三偏振信号中除指定能量比例的信号之外的信号(也称剩余能量信号)可以传输至信号输出端口,用于正常的端口交换;同理,交换引擎在第二目标区域对应的第二偏振信号上加载的第二相位信息和第四相位信息中的一种相位信息可以使得第二偏振信号中指定能量比例的信号可以传输

至功率检测端口,用于确定光器件的PDL,另一种相位信息使得第二偏振信号中指定能量比例的信号可以传输至信号输出端口,用于正常的端口交换。

[0285] 在第二种可选的相位加载方式中,当光器件中设置两个功率检测端口时,即光器件中设置第一检测端口和第二检测端口时,则上述步骤Y1可以包括步骤Y11:对于每个第一光斑所在第一目标区域,光器件可以通过交换引擎在第一目标区域对应的第三偏振信号上加加载第一相位信息和第三相位方向,使第一目标区域对应的第三偏振信号中指定能量比例的信号传输至第一功率检测端口,与第一功率检测端口连接的光功率检测器可以检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率;上述步骤Y2可以包括步骤Y21:对于每个第二光斑所在第二目标区域,光器件可以通过交换引擎在第二目标区域对应的第二偏振信号上加加载第二相位信息和第四相位信息,使第二目标区域对应的第二偏振信号中指定能量比例的信号传输至第二功率检测端口,与第二功率检测端口连接的光功率检测器可以检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率。

[0286] 由于第二偏振信号和第三偏振信号在交换引擎上分别形成了至少一个第一光斑以及至少一个第二光斑,且该至少一个第一光斑与该至少一个第二光斑均不重合。因此,在第二偏振信号和第三偏振信号已经分离的情况下,无需再在第一光斑所在第一目标区域和第二光斑所在的第二目标区域加载色散方向的相位信息,仅需加载交换方向的相位信息使第三偏振信号指定比例的信号传输至第一功率检测端口,使第二偏振信号指定比例的信号传输至第二功率检测端口。

[0287] 需要说明的是,当输入至光器件的光信号为业务信号,为了保证业务信号的正常传输,指定能量比例可以不大于第一指定比例阈值,例如该第一指定比例阈值可以为20%或者30%等;当输入至光器件的光信号为测试信号,指定比例可以不大于第二指定比例阈值,例如该第二指定比例阈值为50%。本申请实施例在实际实现时,可以通过在第一目标区域对应的第三偏振信号和第二目标区域对应的第二偏振信号中分别加载两种交换方向的相位信息,以实现业务信号部分能量用于端口交换,另一部分能量用于检测光器件的PDL。

[0288] 在第三种可选的相位加载方式中,当光器件中设置至少三个功率检测端口时,将两个功率检测端口作为实际功率检测端口,其余功率检测端口空闲(即不工作),则步骤Y1和步骤Y2的实现过程可以参考上述第二种可选的相位加载方式,本申请实施例对此不再赘述。

[0289] 步骤204、在两组光功率中筛选一组符合相同功率约束条件的目标光功率,该目标光功率包括分别来自两组光功率中的第一目标功率和第二目标功率。

[0290] 根据基于的功率约束条件的不同,在两组光功率中选取的符合该功率约束条件的光功率可以不同,进而光器件得到第一目标功率和第二目标功率的方式可以不同,本申请实施例以以下两种在两组光功率中选取符合功率约束条件的光功率为例,对光器件得到第一目标功率和第二目标功率的方式进行说明。

[0291] 在第一种得到第一目标功率和第二目标功率的方式中,两组光功率中符合该功率约束条件的光功率可以为:第一时长内最大的输出功率、最小的输出功率、输出功率的平均值和输出功率的加权平均值中的任意一种。

[0292] 以符合该功率约束条件的光功率为第一时长内最大的输出功率为例进行说明。在两组光功率中筛选一组符合相同功率约束条件的目标光功率的过程可以包括:在第一输出

功率筛选出第一时长内的最大的输出功率,第二输出功率中筛选出第一时长内的最大的输出功率,该两个最大的输出功率为符合相同功率约束条件的光功率,其中,在第一输出功率筛选出第一时长内的最大的输出功率可以为第一目标功率,第二输出功率中筛选出第一时长内的最大的输出功率可以为第二目标功率,该第一目标功率和该第二目标功率组成了一组目标光功率。

[0293] 示例的,在第一输出功率和第二输出功率中分别筛选出最大的输出功率的原理如下:由于光器件具有两个相互正交垂直的偏振主轴,即第一偏振主轴和第二偏振主轴,而输入光器件的光信号为偏振方向完全随机变化并且可遍历到所有偏振方向的光信号,因此,存在某个时刻,该光信号中具有较强功率的偏振信号的偏振方向与光器件的某一个偏振主轴重合,那么,如图8所示,当该光信号中具有较强功率的偏振信号的偏振方向与第一偏振主轴重合时,测得第一偏振主轴光路的最大输出功率;如图9所示,当该光信号中具有较强功率的偏振信号的偏振方向与第二偏振主轴重合时,测得第二偏振主轴光路的最大输出功率。

[0294] 在此原理的基础上,第一种光器件得到第一目标功率和第二目标功率的方式中,光器件可以获得第一时长内,检测的所有输出功率中的最大的两个输出功率,也即是,第一偏振主轴光路的输出功率中的最大功率和第二偏振主轴光路的输出功率中的最大功率,并将该两个输出功率分别确定为第一目标功率和第二目标功率。

[0295] 再以符合该功率约束条件的光功率为第一时长内最小的输出功率为例进行说明,在两组光功率中筛选一组符合相同功率约束条件的目标光功率的过程可以参考前述符合该功率约束条件的光功率为第一时长内最大的输出功率的情况。参考上述原理,如图9所示,当该光信号中具有较弱功率的偏振信号的偏振方向与第一偏振主轴垂直时,检测到的第一偏振主轴光路的最小输出功率;如图8所示,当该光信号中具有较弱功率的偏振信号的偏振方向与第二偏振主轴垂直时,检测到的第二偏振主轴光路的最小输出功率。

[0296] 则在此原理的基础上,第一种光器件得到第一目标功率和第二目标功率的方式中,光器件可以获得第一时长内,检测的所有输出功率中的最小的两个输出功率,也即是,第一偏振主轴光路的输出功率中的最小功率和第二偏振主轴光路的输出功率中的最小功率,并将该两个输出功率分别确定为第一目标功率和第二目标功率,该第一目标功率和第二目标功率组成了一组目标光功率。

[0297] 在第二种得到第一目标功率和第二目标功率的方式中,两组光功率中符合该功率约束条件的光功率可以为:两组光功率的概率分布曲线中,概率为指定概率,且位置相同的功率,该概率分布曲线用于反映不同的光功率出现的概率。

[0298] 首先,可以统计两组光功率的概率分布曲线(或者概率分布直方图);其次,可以筛选两组光功率的概率分布曲线(或者概率分布直方图)中,概率为指定概率,且位置相同的两个光功率,以得到符合该相同功率约束条件的光功率。

[0299] 请参考图10,图10示出了统计得到的两组光功率的概率分布直方图,其中,位于上方的概率分布直方图示出了两组光功率中的第一输出功率,位于下方的概率分布直方图示出了两组光功率中的第二输出功率。

[0300] 在两个概率分布直方图中选取概率为概率A,且均位于概率分布直方图左侧概率上升阶段的两个光功率,如图10所示,该两个光功率分别为光功率B,以及光功率C。该光功

率B即为第一目标功率,该光功率C即为第二目标功率,将该第一目标功率和第二目标功率的差值的绝对值,即 $|B-C|$,确定为光器件的PDL。

[0301] 其中,光功率B和光功率C可以为功率值或者功率范围(也可以视为功率区间,该功率区间的宽度小于指定阈值),当光功率B和光功率C为功率范围时,根据该光功率B和光功率C确定的光器件的PDL也可以为一个范围内的PDL。

[0302] 本申请实施例在实际实现时,还可以将两组光功率中的第一输出功率中不同大小的功率值分别出现的概率进行多项式曲线拟合得到第一曲线,将两组光功率中的第二输出功率中不同大小的功率值分别出现的概率进行多项式曲线拟合得到第二曲线,根据该第一曲线和第二曲线之间的差异,计算光器件的PDL,例如,根据第一曲线的最大值和第二曲线的最大值的差异,计算光器件的PDL,或者,根据第一曲线的最小值和第二曲线的最小值的差异,计算光器件的PDL等。

[0303] 当然,在第二种光器件得到第一目标功率和第二目标功率的方式中,通过该两组光功率的概率分布曲线也可以直接获取最大的输出功率以及最小的输出功率,例如图10中的两组光功率对应的概率分布直方图中,位于该概率分布直方图最左侧的均为最小的输出功率,位于该概率分布直方图最右侧的均为最大的输出功率。

[0304] 通过步骤204,光器件可以确定出第一偏振信号的第一偏振主轴光路和第二偏振信号的第二偏振主轴光路中,哪一路偏振主轴光路中的偏振信号产生了较大插损,哪一路偏振主轴光路中的偏振信号产生了较小插损,使得在接下来的步骤中可以有针对性的对偏振信号的插损进行补偿,以减小PDL。

[0305] 步骤205、将第一目标功率和第二目标功率的差值的绝对值确定为光器件的PDL。

[0306] 图10中示意性地标识出了两组光功率中最大的输出功率的差值即为该光器件的PDL的情况,其他情况本申请实施例对此不再赘述。

[0307] 需要说明的是,当两组光功率为光器件的两个偏振主轴的光路输出功率时,该两组光功率中的每个光功率可以均为两个偏振主轴的偏振信号中任一波长的信号。由于每个光斑可以对应一种波长,因此,在光斑对应的偏振信号上加载相位信息时,可以分时加载,使得在某一时刻输出至指定功率检测端口的光信号为某一光斑对应的信号(即某一波长的信号),基于该波长的光路输出功率确定光器件该波长的PDL。

[0308] 综上所述,在第一种PDL的确定方法中,由于能够检测出第一偏振信号的第一偏振主轴光路对应的第一输出功率,以及第二偏振信号的第二偏振主轴光路对应的第二输出功率,并基于该第一输出功率和该第二输出功率确定光器件的PDL,在保证该光器件本身功能的基础上,实现了光器件的PDL的准确确定。并且由于能够准确得出哪个偏振主轴光路的插损较大,从而可以在后续步骤中更为准确且有针对性地对PDL进行补偿。

[0309] 本申请实施例还提供了第二种PDL的确定方法,该PDL的确定方法可以适用于前述第二种光器件,即无法直接通过光功率检测器检测光器件中两个偏振主轴的光路输出功率的光器件,如图11所示,该方法还可以包括:

[0310] 步骤401、获取第一时长内的两组光功率。

[0311] 该第一时长内的两组光功率中均存在符合相同功率约束条件的光功率,该两组光功率为第一光信号输入光器件的输入功率和第一光信号输出光器件的输出功率,第一光信号为输入至光器件的光信号中任一波长的信号,且该第一光信号为偏振复用信号中的任一

偏振信号或者该第一光信号为单偏振信号。

[0312] 其中,两组光功率中符合该功率约束条件的光功率为:第一时长内最大的功率和最小的功率中的任意一种。也即是在该两组光功率中,第一光信号的光器件输入功率符合功率约束条件的功率为第一时长内最大的输入功率,或者第一时长内最小的输入功率;第一光信号的光器件输出功率符合功率约束条件的功率为第一时长内最大的输出功率,或者第一时长内最小的输入功率。步骤401可以由光功率检测器执行。

[0313] 步骤402、在两组光功率中筛选两组符合相同功率约束条件的目标光功率,每组目标光功率均包括分别来自该两组光功率中的第一目标功率和第二目标功率。

[0314] 当符合该功率约束条件的光功率为第一时长内最大的功率时,符合相同功率约束条件的目标光功率为第一光信号的输入功率中的最大输入功率,以及,第一光信号的输出功率中的最大输出功率;当符合该功率约束条件的光功率为第一时长内最小的功率时,符合相同功率约束条件的目标光功率为第一光信号的光路输入功率中的最小光路输入功率,以及,第一光信号的光路输出功率中的最小光路输出功率。

[0315] 其中,在该两组光功率中筛选两组符合相同功率约束条件的目标光功率的过程可以包括:

[0316] 步骤Z1、获取每组光功率对应的概率分布曲线,概率分布曲线用于反映不同的光功率出现的概率。

[0317] 当然,也可以获取每组光功率对应的概率分布直方图。如图12所示,图12分别示出了该两组光功率为第一光信号输入该光器件的输入功率对应的概率分布直方图和第一光信号输入该光器件的输出功率对应的概率分布直方图。

[0318] 步骤Z2、在两组光功率对应的两个概率分布曲线中,确定至少一组符合相同功率约束条件的光功率,作为目标光功率。

[0319] 由于该概率分布曲线是根据第一时长内的光功率以及该不同光功率出现的概率建立的,因此,该概率分布曲线的两个端点即能表示第一时长内最大的功率或者第一时长内最小的功率。例如图12中示出的第一组光功率中第一时长内最小的输入功率 a_{\min} 以及最大的输入功率 a_{\max} ,第二组光功率中第一时长内最小的输出功率 b_{\min} 以及最大的输出功率 b_{\max} 。

[0320] 步骤403、分别将每组目标光功率中的第一目标功率和第二目标功率做差,得到第三目标功率和第四目标功率。

[0321] 步骤404、将第三目标功率和第四目标功率的差值的绝对值确定为光器件的PDL。

[0322] 以该第一目标功率是光路输入功率,第二目标功率是光路输出功率为例,两组符合相同功率约束条件的目标光功率分别为:第一组光功率中第一时长内最小的输入功率 a_{\min} ,第二组光功率中第一时长内最小的输出功率 b_{\min} ;第一组光功率中第一时长内最大的输入功率 a_{\max} ,第二组光功率中第一时长内最大的输出功率 b_{\max} ,则第三目标功率为 $b_{\min}-a_{\min}$,第四目标功率为 $b_{\max}-a_{\max}$,光器件的PDL为 $(b_{\max}-a_{\max})-(b_{\min}-a_{\min})$ 。

[0323] 输入光器件的光信号为偏振方向完全随机变化并且可遍历到所有偏振方向的光信号,当然,该第一光信号为输入至该光器件的光信号中任一波长的信号,且该第一光信号为偏振复用信号中的任一偏振信号或者该第一光信号为单偏振信号。存在某一个时刻,输

入该光器件的第一光信号具有最小的输入功率 a_{\min} 时的偏振方向和光器件插损较大的偏振主轴对齐,此刻输出该光器件的第一光信号具有最小的输出功率 b_{\min} 。则 $b_{\min}-a_{\min}$ 为光器件插损较大的偏振主轴的插损,即第三目标功率为 $b_{\min}-a_{\min}$;在另一个时刻,输入该光器件的第一光信号具有最大的输入功率 a_{\max} 时的偏振方向和光器件插损较小的偏振主轴对齐,此刻输出该光器件的第一光信号具有最大的输出功率值 b_{\max} 。则 $b_{\max}-a_{\max}$ 为光器件插损较小的偏振主轴的插损,即第四目标功率为 $b_{\max}-a_{\max}$ 。则该光器件对应该波长的PDL为 $|(b_{\max}-a_{\max})-(b_{\min}-a_{\min})|$ 。

[0324] 或者,第三目标功率也可以为 $b_{\max}-b_{\min}$,第四目标功率为 $a_{\max}-a_{\min}$,那么相应的,该光器件对应该波长的PDL为 $|(b_{\max}-b_{\min})-(a_{\max}-a_{\min})|$ 。

[0325] 综上所述,在第二种PDL的确定方法中,由于可以检测出输入至该光器件的光信号中任一波长的偏振复用信号中的任一偏振信号或者输入至该光器件的光信号中任一波长的单偏振信号的输入功率和输出功率,并从中筛选出符合相同功率约束条件的目标光功率,再基于该目标光功率确定光器件的PDL,在保证该光器件本身功能的基础上,实现了光器件的PDL的准确确定。

[0326] 在确定出光器件的PDL的基础上,本申请实施例还提供了一种补偿PDL的方法,该方法可以包括:根据确定的该光器件的PDL,对光器件进行PDL补偿。

[0327] 在前述介绍中提到,偏振信号在光器件中的实际传输光路会偏离理想传输光路,导致部分偏振信号的能量损失,产生更多插损,而第一偏振信号的第一偏振主轴光路和第二偏振信号的第二偏振主轴光路所产生的插损不一致,导致光器件具有PDL。因此,通过分别调整第一偏振信号和第二偏振信号在光器件中的实际传输光路与理想传输光路的差异,可以用来减少该第一偏振信号和该第二偏振信号所遭受的插损的差异,进而补偿光器件的PDL。

[0328] 减少第一目标输出功率与第二目标输出功率的差值可以用来降低光器件的PDL,即对光器件的PDL进行补偿。本申请实施例提供了两种对光器件进行PDL补偿的方式。其中,第一种对光器件进行PDL补偿的方式,可以应用于上述第一种光器件;而第二种对光器件进行PDL补偿的方式可以均应用于上述两种光器件。

[0329] 在一种补偿方式中,可以基于前述步骤204中的第一目标功率和第二目标功率,查询对应关系,对光器件进行PDL补偿。其中,前述步骤201中的两组光功率为该光器件的两个偏振主轴的光路输出功率,该步骤包括:

[0330] 步骤A1、基于该PDL,查询PDL与调节角度的对应关系,该调节角度为光信号被调节的传播角度。

[0331] 步骤A2、当该对应关系中记录有PDL,确定该PDL对应的调节角度。

[0332] 步骤A3、基于该调节角度,对该光器件进行PDL补偿。

[0333] 补偿PDL的过程,实际上是分别调节光器件对第一偏振信号所经过的第一偏振主轴光路和第二偏振信号所经过的第二偏振主轴光路所产生的插损,使两个插损的差异减小的过程。第一目标功率和第二目标功率的差值的绝对值,为光器件分别对第一偏振信号所经过的第一偏振主轴光路和第二偏振信号所经过的第二偏振主轴光路所产生的插损的差异值,光器件中可以预先存储有多组差值的绝对值与调节角度的对应关系。当光器件确定出某一个差值的绝对值后,可以在该对应关系中查询与其对应的调节角度,可以基于该调

节角度,对光器件进行PDL补偿。

[0334] 其中,基于调节角度对该光器件进行补偿的方式可以包括如下两种:

[0335] 第一种、对于每个光斑所在目标区域,通过交换引擎在该目标区域对应的第四偏振信号上加载第三相位信息,使第一夹角增大调节角度,第一夹角为第四偏振信号从交换引擎反射的实际传输光路与第四偏振信号从交换引擎反射的理想传输光路之间的夹角。

[0336] 第二种、对于每个光斑所在目标区域,通过交换引擎在该目标区域对应的第五偏振信号上加载第四相位信息,使第二夹角减小调节角度,第二夹角为第五偏振信号从交换引擎反射的实际传输光路与第五偏振信号从交换引擎反射的理想传输光路之间的夹角。

[0337] 其中,第四偏振信号为第一偏振信号和第二偏振信号中,第一时长内的最大的第一输出功率较大的一个偏振信号,第五偏振信号为第一偏振信号和第二偏振信号中,第一时长内的最大的第一输出功率较小的一个偏振信号,加载第三相位信息以及加载第四相位信息的方向均与色散方向相同,或者均与色散方向垂直。

[0338] 通常情况下,输出目标功率较大的偏振主轴光路中的偏振信号的插损较小,输出目标功率较小的偏振主轴光路中的偏振信号所遭受的插损较大。因此,第一时长内最大的第一输出功率和第一时长内最大的第二输出功率中较大的偏振信号具有较小的插损,而其中较小的偏振信号具有较大的插损,在上述针对第一种光器件的第一种PDL的确定方法中可以在两个偏振信号中确定出,哪一个偏振信号遭受到了较大插损,哪一个偏振信号遭受到了较小插损,从而有针对性地对两个偏振信号所经过的偏振主轴光路的插损进行补偿,其中,遭受到了较大插损的偏振信号为第五偏振信号,遭受到了较小插损的偏振信号为第四偏振信号。

[0339] 假设,第二偏振信号的第二输出功率大于第三偏振信号的第一输出功率,因此,第二偏振信号即为第四偏振信号,第三偏振信号即为第五偏振信号,第二偏振信号(即第四偏振信号)所遭受的插损小于第三偏振信号(即第五偏振信号)所遭受的插损,在确定出该光器件的PDL之后,获取对应的调节角度,此时可以采取增大第二偏振信号(即第四偏振信号)所遭受的插损或者减小第三偏振信号(即第五偏振信号)所遭受的插损的方法来补偿插损。

[0340] 需要说明的是,根据上述步骤203中所介绍的光器件中的光学设计架构的不同,加载第三相位信息以及加载第四相位信息的方向可以不同。

[0341] 如前所述,加载第三相位信息以及加载第四相位信息的方向可以均与色散方向相同,或者可以均与色散方向垂直。

[0342] 对于上述步骤203中的第一种实现方式,即第二偏振信号可以在交换引擎上形成至少一个光斑,第三偏振信号可以在交换引擎上形成至少一个光斑,且该第二偏振信号和该第三偏振信号在交换引擎上形成的光斑重合,在该种情况下,加载第三相位信息以及加载第四相位信息的方向取决于传输光路中的输入光路和输出光路所对称的方向:当该输入光路和该输出光路沿色散方向对称(或称为在色散方向上对称),则加载第三相位信息以及加载第四相位信息的方向可以均与色散方向相同;当该输入光路和该输出光路沿交换方向对称,则加载第三相位信息以及加载第四相位信息的方向可以均与色散方向垂直,即加载第三相位信息以及加载第四相位信息的方向可以均与交换方向相同。

[0343] 以传输光路中的输入光路和输出光路沿色散方向X对称为例,也即是输入光路和输出光路在色散方向X上对称,请参考图13,图13中,左侧示出的是减小第三偏振信号(即第

五偏振信号)所遭受的插损的原理示意图,通过交换引擎301在目标区域对应的第五偏振信号上加载色散方向上的第四相位信息,使交换引擎301的工作原理类似于一个以交换方向Y为轴线旋转第二夹角 α 的反射镜,该第二夹角 α 能够减小调节角度;图13中右侧示出的是增大第二偏振信号(即第四偏振信号)所遭受的插损的原理示意图,光器件通过交换引擎在目标区域对应的第四偏振信号上加载色散方向上的第三相位信息,使交换引擎301的工作原理类似于一个以交换方向Y为轴线旋转第一夹角 β 的反射镜,该第一夹角 β 能够增大调节角度。

[0344] 对于上述步骤203中的第二种实现方式,即第二偏振信号可以在交换引擎上形成至少一个第一光斑,第三偏振信号可以在交换引擎上形成至少一个第二光斑,且第二偏振信号和第三偏振信号在交换引擎上形成的至少一个第一光斑与至少一个第二光斑均不重合,在该种情况下,加载第三相位信息以及加载第四相位信息的方向可以为色散方向,也可以为交换方向,该加载第三相位信息以及加载第四相位信息的方向为交换方向时补偿插损的原理可以参考图12的相关描述,本申请实施例在此不再赘述。

[0345] 在二种补偿方式中,可以基于获取的光器件当前的PDL是否小于指定PDL阈值,对光器件进行PDL补偿。该补偿的步骤包括:执行多次补偿过程,直至获取的光器件当前的PDL小于指定PDL阈值。

[0346] 其中,补偿过程包括:

[0347] 对于每个光斑所在目标区域,通过交换引擎在目标区域对应的偏振信号上加载第五相位信息,第五相位信息使第一夹角增大,且第二夹角减小。

[0348] 其中,第一夹角为第四偏振信号从交换引擎反射的实际传输光路与第四偏振信号从交换引擎反射的理想传输光路之间的夹角,第二夹角为第五偏振信号从交换引擎反射的实际传输光路与第五偏振信号从交换引擎反射的理想传输光路之间的夹角,第四偏振信号为第一偏振信号和第二偏振信号中,第一时长内的最大的第一输出功率较大的一个偏振信号,第五偏振信号为第一偏振信号和第二偏振信号中,第一时长内的最大的第一输出功率较小的一个偏振信号,第三区域为用于光信号的端口交换的区域,第五相位信息的方向与色散方向相同,或者与色散方向垂直。

[0349] 该第四偏振信号、第五偏振信号以及调节实际传输光路与理想传输光路之间的夹角的方式可以参考上述第一种补偿方式,本申请实施例在此不进行赘述。

[0350] 需要说明的是,对于上述第一种光器件,上述第一种补偿方式为精确调整的方式,第二种补偿方式为粗调整的补偿方式,其为盲调的补偿方式,在执行上述第一种补偿方式时,当对应关系中记录的数值不存在所检测的PDL数值时,可以接着执行上述第二种补偿方式。

[0351] 本申请实施例在实际使用时,光器件可以设置于光信号传输链路中,本申请实施例所提供的PDL的确定方法还可以用于确定该传输链路在光器件所在处之前的累计PDL(该累计PDL中不包括该光器件的PDL),该累计PDL可以通过传输至光器件的光信号中第一偏振信号和第二偏振信号的功率确定,则如图14所示,确定传输链路在光器件所在处的累计PDL的方法还可以包括:

[0352] 步骤501、获取第一时长内的两组光功率中,任意一组光功率的最大光路输出功率和最小光路输出功率。

[0353] 步骤502、将最大光路输出功率和最小光路输出功率的差值的绝对值确定为传输链路在该第一时长内在该光器件所在处的累计PDL。

[0354] 其中,第一时长为能够使输入至光器件的光信号的偏振方向遍历所有偏振方向的时长。

[0355] 在一种示意性的实现方式中,上述步骤501中获取的最大光路输出功率和最小光路输出功率的原理和方法可以参考上述步骤204中,在两组光功率中筛选至少一组符合相同功率约束条件的目标光功率的原理和方法。

[0356] 在另一种示意性的实现方式中,上述步骤501也可以包括:建立直方图,在直方图中确定最大光路输出功率和最小光路输出功率,该直方图可以参考参考上述图10所示出的光器件统计得到的两组光功率的概率分布直方图。进一步的,请参考图15,图15示出了在图10所示的概率分布直方图的基础上,所确定的传输链路在该第一时长内在该光器件所在处的累计PDL,其中,任意一组光功率的最大光路输出功率和最小光路输出功率的差值的绝对值传输链路在该第一时长内在该光器件所在处之前的累计PDL。

[0357] 需要说明的是,为了保证所确定出的传输链路在该第一时长内在该光器件所在处之前的累计PDL的准确性,该传输链路可以是在第一时长内具有固定PDL的传输链路,则相应的,确定出的累计PDL为该传输链路在该第一时长内在该光器件所在处之前累计的固定PDL。

[0358] 综上所述,由于本申请实施例提供的一种PDL的确定方法中,在保证光器件自身功能的基础上,实现了光器件的PDL的准确确定,并对该PDL进行补偿,除此之外,还可以确定出传输链路在第一时长内在该光器件所在处之前的累计PDL。

[0359] 图16示出了一种检测系统,用于对光器件进行检测,例如,该光器件为WSS。该检测系统可以用于执行本申请上述实施例所提供的PDL的确定方法,该检测系统10与光器件连接,其包括:光功率检测器13和控制器14。

[0360] 其中,光功率检测器13与光器件连接,用于检测光功率;该光器件中,光功率检测器可以有一个或多个,光功率检测器具有功率检测端口,一个光功率检测器可以具有一个或多个功率检测端口。通常情况下一个光功率检测器对应一个功率检测端口,光功率检测器的个数可以基于所需的功率检测端口的个数确定。

[0361] 控制器14,用于在光功率检测器13检测到的光功率中,获取第一时长内的两组光功率,第一时长内的两组光功率中均存在符合相同功率约束条件的光功率,两组光功率为光器件10的两个偏振主轴的光路输出功率,或者,两组光功率为第一光信号输入光器件10的输入功率和第一光信号输出光器件10的输出功率,第一光信号为输入至光器件10的光信号中任一波长的信号,且该第一光信号为偏振复用信号中的任一偏振信号或者该第一光信号为单偏振信号;用于在两组光功率中筛选至少一组符合相同功率约束条件的目标光功率,每组目标光功率包括分别来自两组光功率中的第一目标功率和第二目标功率;用于基于至少一组目标光功率,确定光器件10的偏振相关损耗PDL。该控制器10可以为交换引擎301自身的控制器,或者可以为与该交换引擎301外连的控制设备等。

[0362] 以下分别对图2和图11所描述的两种PDL的确定方法所分别应用于的两种光器件的结构进行说明。

[0363] 在前述介绍的可以应用于第一种光器件的PDL的确定方法中,基于交换引擎的工

作原理提供了两种步骤203的实现方式。本申请实施例在此针对该两种实现方式提供了多种光器件的结构。

[0364] 在第一种实现方式中,第二偏振信号在交换引擎上形成至少一个光斑,第三偏振信号在交换引擎上形成至少一个光斑,且第二偏振信号和第三偏振信号在交换引擎上形成的光斑重合。在该第一种实现方式中,用来实现仅指定偏振信号传输至功率检测端口的的方式有多种,其中,第一种可选的实现方式为加载多种相位信息,第二种可选的实现方式为加载相位信息以及改变光器件的内部结构。因此,相应的,光器件的结构也可以有多种。

[0365] 在第一种可选的实现方式对应的光器件的结构中,可选的,该光器件可以是WSS,示例的,请参考图17和图18,图17和图18分别示出了一种光器件在两个方向上的结构示意图。其中,X方向为色散方向,Y方向为交换方向,Z方向为光信号在该光器件中的传播方向,该交换方向与色散方向和传播方向均垂直。由此可以看出,图17示出的是一种光器件在交换方向Y上的结构示意图,而图18示出的是一种光器件在色散方向X方向上的结构示意图。

[0366] 该光器件可以包括:偏振处理装置11、转换组件12、光功率检测器13、控制器14(图17和图18中未示出)、准直镜阵列15、光栅16、透镜17以及交换引擎301,其中,控制器14可以为交换引擎301自身的控制器,或者可以为与该交换引擎301外连的控制设备等。光功率检测器13具有功率检测端口。

[0367] 在本申请实施例中,以转换组件12包括反射镜121和半波片122为例进行说明,该反射镜121和半波片122可以用于将第一偏振信号转换得到第三偏振信号,使第三偏振信号和第二偏振信号的偏振方向相同。当然,反射镜和半波片仅为示意性的,本申请实施例在实际实现时,还可以包括由其他光学结构组成的转换组件,可以用于将第一偏振信号转换得到第三偏振信号,使第三偏振信号和所述第二偏振信号的偏振方向相同。

[0368] 需要说明的是,为了更好地说明光器件的结构,图18示出的仅为光栅16分解的多个波长的光信号中的一个波长的光信号在交换引擎上形成一个光斑的示意图,当然,本申请在实际实现时,光栅将光信号分解为沿色散方向X衍射的多个波长的光信号,并在交换引擎上形成沿色散方向X分布的多个光斑,本申请实施例在此不进行赘述。

[0369] 需要说明的是,在图18中,双向箭头和实心圆点为两种偏振符号,用于标识两种偏振方向。

[0370] 请同时参考图17和图18,光信号从信号输入端口I进入准直镜阵列15,经过偏振处理装置11之后,请参考图18,光信号被分离为偏振方向相互垂直的第一偏振信号(该第一偏振信号用实心圆点标识)和第二偏振信号(该第二偏振信号用双箭头标识),该第一偏振信号在经过反射镜121和半波片122之后转换为与第二偏振信号的偏振方向相同的第三偏振信号(该第三偏振信号由于和第二偏振信号的偏振方向相同,因此也用双箭头标识),然后光栅16将该第二偏振信号和第三偏振信号分别分解为两组具有多个波长的光信号(图中仅以一个波长的光信号为例进行说明),再经过透镜17使该两组具有不同波长的光信号入射到交换引擎301上形成多个光斑。交换引擎301控制不同波长的光信号入射到该交换引擎301后的偏转角度,再依次返回经过透镜17、光栅16、转换组件12(仅对于第二偏振信号)、偏振处理装置11以及准直镜阵列15,最终从至少一个信号输出端口输出,图中示出的是四个信号输出端口0,其中,两个信号输出端口为功率检测端口,设置有光功率检测器13,即功率检测器M1和功率检测器M2。

[0371] 进一步的,图19示出了图18所描述的光器件的光信号输入光路的示意图,图20示出了图18所描述的光器件的光信号输出光路的示意图。其中,偏振信号在被交换引擎301偏转之后,传播方向发生了改变,在图19中,第一偏振信号在图19所示空间的上方传输,第二偏振信号在图19所示空间的下方传输,在图20中,第二偏振信号在图20所示空间的上方传输,第一偏振信号在图20所示空间的下方传输。其中,图20中的第二偏振信号在经过半波片122后,偏振方向发生了改变。

[0372] 需要说明的是,图18所示的转换组件12中,反射镜121和半波片122将第一偏振信号转换为第三偏振信号之后,该第二偏振信号与第一偏振信号平行入射至光栅16以及透镜17,如此使得第二偏振信号与第三偏振信号在透镜17聚焦的作用下,在交换引擎上形成了一组重叠的光斑,也即是,第二偏振信号在交换引擎上形成的至少一个光斑与第三偏振信号在交换引擎上形成的至少一个光斑重合,并且,该组光斑在交换引擎18上沿色散方向X(即平行纸面的方向)分布。

[0373] 在第二种可选的实现方式对应的光器件的结构中,示例的,请参考图21至图23,图21示出的是该光器件在交换方向Y上的结构示意图,而图22和图23分别示出的是该光器件在色散方向X方向上的部分结构示意图,需要说明的是,假设光信号输入光器件时,第一偏振信号在图22所示空间的上方进行传输(该传输路径以及传输方向在图22中未示出),第二偏振信号在图23所示空间的下方进行传输(该传输路径以及传输方向在图23中未示出),则,图22和图23示出的是光信号从光器件输出过程所对应的输出光路的示意图,在图22中,第一偏振信号(即输入的第一偏振信号)偏转至图22中所示空间的下方进行传输,第二偏振信号(即输入的第二偏振信号)偏转至图22所示空间的上方进行传输;在图23中,第一偏振信号(即输入的第一偏振信号)偏转至图23所示空间的下方进行传输,第二偏振信号(即输入的第二偏振信号)偏转至图23所示空间的上方进行传输。

[0374] 图21至图23所描述的光器件中的结构及其标号可以参考上述第一种可选的实现方式对应的光器件的结构中的介绍,本申请实施例在此不再赘述。

[0375] 根据前述介绍,该第二种可选的实现方式,光器件通过交换引擎加载相位信息,再通过偏振处理装置最终使得指定偏振信号传输至指定检测端口,将其他偏振方向的偏振信号远离指定检测端口。可选的,本申请实施例在实际实现时,光器件中还可以设置半波片,该半波片可以用来改变偏振信号的偏振方向,以辅助偏振处理装置实现仅指定偏振方向的偏振信号传输至指定检测端口。

[0376] 示例的,本申请实施例中,该偏振处理装置可以允许双箭头所对应的偏振方向的偏振信号通过,在图22中,第一偏振信号和第二偏振信号均是具有该双箭头所对应的偏振方向的偏振信号,因此,该第一偏振信号和第二偏振信号均可以通过该偏振处理装置11,第二偏振信号被反射镜121改变了传播方向,该第二偏振信号向远离功率检测器M1的方向传输,因此,该功率检测器M1仅可以检测到第一偏振信号的第一输出功率;在图23中,第一偏振信号和第二偏振信号在经过半波片之后,均是具有实心圆点所对应的偏振方向的偏振信号,因此,该第一偏振信号和第二偏振信号在通过偏振处理装置11时,均被偏振处理装置11反射,其中,第二偏振信号被反射至功率检测器M2,第一偏振信号向远离该功率检测器M2的方向传输,因此,该功率检测器M2仅可以检测到第二偏振信号的第二输出功率。

[0377] 上述图22和图23示出的是在色散方向X上设置半波片122等结构来改变偏振信号

的偏振方向的光器件的结构示意图,图24示出了上述第二种可选的实现方式对应的光器件的结构中的另一种可能的实现方式,图24示出的光器件的结构示意图中,将半波片122等结构设置在交换方向Y上来改变偏振信号的偏振方向,关于光信号传输光路的描述可以参考图22和图23的相关介绍,本申请实施例在此不再赘述。图25示出的是图24所示的光器件的结构在色散方向X上的结构示意图。

[0378] 从上述结构可以看出,在前述第一种光器件的实现方式中,偏振处理装置11可以用于执行上述步骤201,即:将输入至光器件的光信号分离为第一偏振信号和第二偏振信号,第一偏振信号和所述第二偏振信号的偏振方向垂直;转换组件12可以用于执行上述步骤202,即:将第一偏振信号转换得到第三偏振信号,第三偏振信号和第二偏振信号的偏振方向相同;

[0379] 控制器14可以用于执行上述步骤X1中,对于每个光斑所在目标区域,通过交换引擎在第一区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载相位信息,使第一区域对应的第三偏振信号传输至功率检测端口,使光功率检测器13可以检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率。

[0380] 控制器14可以用于执行上述步骤X2中,对于每个光斑所在目标区域,通过交换引擎在第二区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载相位信息,使第二区域对应的第二偏振信号传输至功率检测端口,使光功率检测器13可以检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率。

[0381] 光功率检测器13用于检测第三偏振信号中指定比例的信号的第一输出功率,检测第二偏振信号中所述指定比例的信号的第二输出功率。

[0382] 可选的,控制器14可以用于执行上述步骤X11中,对于每个光斑所在目标区域,通过交换引擎在第一区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载第一相位信息和第三相位信息,使第一区域对应的第三偏振信号传输至功率检测端口,使第一区域对应的第二偏振信号向远离该功率检测端口的方向传输,并通过该功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率。

[0383] 控制器14可以用于执行上述步骤X21中,对于每个光斑所在目标区域,通过交换引擎在第二区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载第二相位信息和第四相位信息,使第二区域对应的第二偏振信号传输至功率检测端口,使第二区域对应的第三偏振信号向远离该功率检测端口的方向传输,并通过该功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率。

[0384] 可选的,控制器14可以用于执行上述步骤X12中,对于每个光斑所在目标区域,通过交换引擎在第一区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载第一相位信息和第三相位信息,使第一区域对应的第三偏振信号传输至第一功率检测端口,使第一区域对应的第二偏振信号向远离第一检测端口的方向传输,并通过第一功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率。

[0385] 其中,加载所述第一相位信息的第一方向与加载第三相位信息的第三方向均与输入至光器件的光信号的传播方向垂直,加载第二相位信息的第二方向与加载第四相位信息的第四方向均与输入至光器件的光信号的传播方向垂直,且第一方向和所述第三方向垂直,第二方向和所述第四方向垂直,第一方向和第二方向为色散方向,色散方向为一路偏振

信号中不同波长的光信号在交换引擎上形成的至少一个光斑的排布方向。

[0386] 控制器14可以用于执行上述步骤X22中,对于每个光斑所在目标区域,光器件通过交换引擎在第二区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上均加载第二相位信息和第四相位信息,使第二区域对应的第二偏振信号传输至第二功率检测端口,使第二区域对应的第三偏振信号向远离第二检测端口的方向传输,并通过第二功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率。

[0387] 可选的,控制器14可以用于执行上述步骤X13中,对于每个光斑所在目标区域,光器件通过交换引擎在第一区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上加载第三相位信息,使第一区域对应的第三偏振信号和第二偏振信号向第一功率检测端口所在的方向传输,通过偏振处理装置使第一区域对应的第二偏振信号向远离第一功率检测端口的方向传输,并通过第一功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率。

[0388] 控制器14可以用于执行上述步骤X23中,对于每个光斑所在目标区域,光器件通过交换引擎在第二区域对应的第二偏振信号和第三偏振信号上加载第四相位信息,使第二区域对应的第三偏振信号和第二偏振信号向第二功率检测端口所在的方向传输,通过偏振处理装置控制第二区域对应的第三偏振信号向远离第二功率检测端口的方向传输,并通过第二功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率。

[0389] 在第二种实现方式中,第二偏振信号在交换引擎上形成至少一个第一光斑,第三偏振信号在交换引擎上形成至少一个第二光斑,且第二偏振信号和第三偏振信号在交换引擎上形成的至少一个第一光斑与至少一个第二光斑均不重合,至少一个第一光斑和至少一个第二光斑的色散方向一致。

[0390] 示例的,请参考图26,图26示出的是另一种光器件在交换方向Y上的结构示意图。图26中的数字标识可以参考图17中相应的数字标识,本申请实施例在此不再赘述。

[0391] 该光器件可以包括:偏振处理装置11、转换组件12、光功率检测器13、控制器14(图26中未示出)、准直镜阵列15、光栅16、透镜17以及交换引擎301,其中,控制器14可以为交换引擎301自身的控制器,或者可以为与该交换引擎301外连的控制设备等。光功率检测器13具有功率检测端口,可以用于光功率的检测,本申请实施例以转换组件12包括半波片122为例进行说明,该半波片122可以用于将所述第一偏振信号转换得到第三偏振信号,使所述第三偏振信号和所述第二偏振信号的偏振方向相同。当然,半波片仅为示意性的,本申请实施例在实际实现时,还可以包括由其他光学结构组成的转换组件,可以用于将第一偏振信号转换得到第三偏振信号,使第三偏振信号和所述第二偏振信号的偏振方向相同。

[0392] 与上述输入第一种光器件的光信号的传输光路类似,请参考图26,光信号被分离为偏振方向相互垂直的第一偏振信号(该第一偏振信号用实心圆点标识)和第二偏振信号(该第二偏振信号用双箭头标识),该第一偏振信号在经过半波片122之后转换为与第二偏振信号的偏振方向相同的第三偏振信号(该第三偏振信号由于和第二偏振信号的偏振方向相同,因此也用实线标识),然后光栅16将该第二偏振信号和第三偏振信号分别分解为两组具有多个波长的光信号(图中仅以一个波长的光信号为例进行说明),再经过透镜17使该两组具有不同波长的光信号准直入射到交换引擎301上形成多个光斑。交换引擎301控制不同波长的光信号入射到该交换引擎后的偏转角度,再依次返向经过透镜17、光栅16、半波片122(仅对于第三偏振信号)、偏振处理装置11以及准直镜阵列15,最终从至少一个信号输出

端口输出,图中示出的是四个信号输出端口0,其中,两个信号输出端口处设置有光功率检测器13,即功率检测器M1和功率检测器M2。

[0393] 需要说明的是,图26中的半波片122将第一偏振信号转换为第三偏振信号之后,该第三偏振信号与第一偏振信号分别以一定的角度入射至光栅16和透镜17,使得第二偏振信号与第三偏振信号在交换引擎301上分别形成了一组第一光斑以及一组第二光斑,也即是,第二偏振信号和第三偏振信号在交换引擎301上形成的至少一个第一光斑与至少一个第二光斑均不重合,且,该至少一个第一光斑和至少一个第二光斑的色散方向的分布一致,即均垂直纸面向里。由于该两组光斑在交换引擎301上沿色散方向X(即垂直纸面向里的方向)分布,因此图26中仅示出形成2个光斑的情况。图27示出的是图26所示的一种光器件在色散方向X方向上的结构示意图。

[0394] 从上述结构可以看出,在前述介绍的可以应用于第一种光器件的实现方式中,偏振处理装置11可以用于执行上述步骤201,即:将输入至光器件的光信号分离为第一偏振信号和第二偏振信号,第一偏振信号和第二偏振信号的偏振方向垂直;转换组件12可以用于执行上述步骤202,即:将第一偏振信号转换得到第三偏振信号,第三偏振信号和所述第二偏振信号的偏振方向相同;

[0395] 控制器14可以用于执行上述步骤Y1中,对于每个第一光斑所在第一目标区域,光器件通过交换引擎在第一目标区域对应的第三偏振信号上加载第一相位信息和第三相位信息,使第一目标区域对应的第三偏振信号中指定比例的信号传输至功率检测端口,使光功率检测器13可以检测第三偏振信号中指定比例的信号的第一输出功率。

[0396] 控制器14可以用于执行上述步骤Y2中,对于每个第二光斑所在第二目标区域,光器件通过交换引擎在第二目标区域对应的第二偏振信号上加载第二相位信息和第四相位信息,使第二目标区域对应的第二偏振信号中指定比例的信号传输至功率检测端口,使光功率检测器13可以检测第二偏振信号中指定比例的信号的第二输出功率。

[0397] 可选的,控制器可以用于执行上述步骤Y11中,对于每个第一光斑所在第一目标区域,通过交换引擎在第一目标区域对应的第三偏振信号上加载第一相位信息和第三相位方向,使第一目标区域对应的第三偏振信号中指定能量比例的信号传输至第一功率检测端口,并通过第一功率检测端口检测接收到的第三偏振信号的第一输出功率。

[0398] 控制器可以用于执行上述步骤Y21中,对于每个第二光斑所在第二目标区域,通过交换引擎在第二目标区域对应的第二偏振信号上加载第二相位信息和第四相位信息,使第二目标区域对应的第二偏振信号中指定能量比例的信号传输至第二功率检测端口,并通过第二功率检测端口检测接收到的第二偏振信号的第二输出功率。

[0399] 需要说明的是,上述图16和图24示出的是光功率检测器包括第一功率检测器和第二功率检测器的情况,此时光器件具有至少两个信号输出端口,该第一功率检测器和该第二功率检测器分别设置于光器件的两个信号输出端口上,该第一光功率检测器与第一功率检测端口连接,第二光功率检测器与第二功率检测端口连接。当然,本申请实施例在实际使用时,还可以设置有一个功率检测器,该一个功率检测器具有一个功率检测端口,则第一相位信息和第三相位信息的加载时段,与第二相位信息和第四相位信息的加载时段不同。

[0400] 需要说明的是,本申请实施例在实际实现时,也可以采用其他光学器件来实现上述转换组件的功能,本申请实施例仅以上述两种情况为例进行说明。

[0401] 在前述介绍的可以应用于第二种光器件的PDL的确定方法中,需要获取的第一时长内的第一光信号输入该光器件的输入功率和第一光信号输出该光器件的输出功率,该第一光信号为输入至该光器件的光信号中任一波长的信号,且该第一光信号为偏振复用信号中的任一偏振信号或者该第一光信号为单偏振信号,请参考图28,该图示出了另一种检测系统的结构示意图,其中,该检测系统包括第一光分波器和第二光分波器,第一光分波器与光器件的输入端连接,第二光分波器与光器件的输出端连接,光功率检测器分别与第一光分波器和第二光分波器连接,该光器件可以与光功率检测器间接连接。

[0402] 其中,光器件可以是相关技术中的任意一种光器件,第一光分波器用于将输入至该光器件的光信号分离出一部分能量的信号用于光功率检测,该第二光分波器用于将从该光器件输出的光信号分离出一部分能量的信号用于光功率检测,第一光功率检测器和第二光功率检测器用于检测任一波长的偏振复用信号中的任一偏振信号功率,或者用于检测任一波长的单偏振信号功率,控制器可以设置于光器件中或者为与该光器件外连的装置,该控制器可以用于执行上述步骤401至步骤404:从第一光功率检测器和第二光功率检测器检测出的多个波长的信号中的任一波长的任一偏振信号的光功率中,获取第一时长内的两组光功率,该两组光功率为第一光信号输入该光器件的输入功率和第一光信号输出该光器件的输出功率,该第一时长内的两组光功率中存在符合相同功率约束条件的光功率;在该两组光功率中筛选至少一组符合相同功率约束条件的目标光功率,每组目标光功率包括分别来自两组光功率中的第一目标功率和第二目标功率;基于至少一组目标光功率,确定光器件的偏振相关损耗PDL。

[0403] 其中,该第一光功率检测器和第二光功率检测器可以为相干检测接收机或者带有波长可调滤波器的强度检测接收机。该相干检测接收机可以将指定频率或者指定波长的信号进行检测,该指定频率或者指定波长可以由工作人员进行指定。相干检测接收机可以检测任一波长信号的功率,相干检测接收机可以检测偏振复用信号中的任一偏振信号的功率。该带有波长可调滤波器的强度检测接收机可以用来检测单偏振信号的光路输入功率和光路输出功率。其中,该第一光功率检测器和第二光功率检测器也具有插损,该插损可能会对检测的该光器件的PDL造成影响,但是通常情况该第一光功率检测器和第二光功率检测器具有的插损较小,可忽略不计。

[0404] 可选的,两组光功率中符合所述功率约束条件的光功率为:所述第一时长内最大的输出功率、最小的输出功率、输出功率的平均值和输出功率的加权平均值中的任意一种;

[0405] 或者,两组光功率中符合所述功率约束条件为的光功率:所述两组光功率对应的概率分布曲线中,概率为指定概率,且位置相同的功率,所述概率分布曲线用于反映不同的光功率出现的概率。

[0406] 可选的,符合所述相同功率约束条件的目标光功率共一组,包括所述第一目标功率和所述第二目标功率的一组所述目标光功率;

[0407] 所述控制器,用于:

[0408] 将所述第一目标功率和所述第二目标功率的差值的绝对值确定为所述光器件的PDL。

[0409] 可选的,所述两组光功率为第一光信号输入所述光器件的输入功率和所述第一光信号输出所述光器件的输出功率,两组光功率中符合所述功率约束条件的光功率为:所述

第一时长内最大的功率和最小的功率中的任意一种。

[0410] 可选的,所述控制器,用于:

[0411] 获取每组所述光功率对应的概率分布曲线,所述概率分布曲线用于反映不同的光功率出现的概率;

[0412] 在所述两组光功率对应的两个概率分布曲线中,确定至少一组符合所述相同功率约束条件的光功率,作为所述目标光功率。

[0413] 可选的,符合所述相同功率约束条件的目标光功率共两组,每组所述目标光功率均包括第一目标功率和第二目标功率;

[0414] 所述控制器,用于:

[0415] 分别将每组所述目标光功率中的第一目标功率和第二目标功率做差,得到第三目标功率和第四目标功率;

[0416] 将所述第三目标功率和所述第四目标功率的差值的绝对值确定为所述光器件的PDL。

[0417] 可选的,所述控制器还用于:

[0418] 在所述基于至少一组所述目标光功率,确定所述光器件的偏振相关损耗PDL之后,根据确定的所述光器件的PDL,对所述光器件进行PDL补偿。

[0419] 可选的,所述两组光功率为所述光器件的两个偏振主轴的光路输出功率,所述控制器,用于:

[0420] 基于所述PDL,查询PDL与调节角度的对应关系,所述调节角度为光信号被调节的传播角度;

[0421] 当所述对应关系中记录有所述PDL,确定所述PDL对应的调节角度;

[0422] 基于所述调节角度,对所述光器件进行PDL补偿。

[0423] 可选的,所述光器件包括交换引擎,输入至所述光器件的光信号被分离为第一偏振信号和第二偏振信号,所述第一偏振信号被转换得到第三偏振信号,所述第三偏振信号和所述第二偏振信号的偏振方向相同,所述第二偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个光斑,所述第三偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个光斑,所述第二偏振信号形成的至少一个光斑和所述第三偏振信号形成的至少一个光斑的色散方向一致,

[0424] 所述控制器,用于:

[0425] 对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在所述目标区域对应的第四偏振信号上加载第三相位信息,使第一夹角增大所述调节角度,所述第一夹角为第四偏振信号从所述交换引擎反射的实际传输光路与所述第四偏振信号从所述交换引擎反射的理想传输光路之间的夹角,所述理想传输光路为耦合效率最大的传输光路;

[0426] 或者,

[0427] 对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在所述目标区域对应的第五偏振信号上加载第四相位信息,使第二夹角减小所述调节角度,所述第二夹角为所述第五偏振信号从所述交换引擎反射的实际传输光路与所述第五偏振信号从所述交换引擎反射的理想传输光路之间的夹角;

[0428] 其中,所述第四偏振信号为所述第一偏振信号和所述第二偏振信号中,所述第一时长内的最大的第一输出功率较大的一个偏振信号,所述第五偏振信号为所述第一偏振信

号和所述第二偏振信号中,所述第一时长内的最大的第一输出功率较小的一个偏振信号,加载所述第三相位信息以及加载所述第四相位信息的方向均与所述色散方向相同,或者均与所述色散方向垂直。

[0429] 可选的,所述光器件包括交换引擎,输入至所述光器件的光信号被分离为第一偏振信号和第二偏振信号,所述第一偏振信号被转换得到第三偏振信号,所述第三偏振信号和所述第二偏振信号的偏振方向相同,所述第二偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个光斑,所述第三偏振信号在所述交换引擎上形成至少一个光斑,所述第二偏振信号形成的至少一个光斑和所述第三偏振信号形成的至少一个光斑的色散方向一致,

[0430] 所述控制器,用于:

[0431] 执行多次补偿过程,直至获取的所述光器件当前的偏振相关损耗PDL达到指定PDL阈值,其中,所述补偿过程包括:

[0432] 对于每个所述光斑所在目标区域,通过所述交换引擎在所述目标区域对应的偏振信号上加载第五相位信息,所述第五相位信息使第一夹角增大,且第二夹角减小;

[0433] 其中,所述第一夹角为第四偏振信号从所述交换引擎反射的实际传输光路与所述第四偏振信号从所述交换引擎反射的理想传输光路之间的夹角,所述第二夹角为所述第五偏振信号从所述交换引擎反射的实际传输光路与所述第五偏振信号从所述交换引擎反射的理想传输光路之间的夹角,所述第四偏振信号为所述第一偏振信号和所述第二偏振信号中,所述第一时长内的最大的第一输出功率较大的一个偏振信号,所述第五偏振信号为所述第一偏振信号和所述第二偏振信号中,所述第一时长内的最大的第一输出功率较小的一个偏振信号,所述第三区域为用于光信号的端口交换的区域,所述第五相位信息的方向与所述色散方向相同,或者与所述色散方向垂直。

[0434] 可选的,所述功率检测端口共一个,

[0435] 所述第一相位信息和所述第三相位信息的加载时段,与所述第二相位信息和第四相位信息的加载时段不同。

[0436] 可选的,所述光器件设置于光信号传输链路中,所述控制器还用于:

[0437] 获取第一时长内的两组光功率中,任意一组光功率的最大光路输出功率和最小光路输出功率;

[0438] 将所述最大光路输出功率和所述最小光路输出功率的差值的绝对值确定为所述传输链路在所述第一时长内在所述光器件所在处的累计偏振相关损耗。

[0439] 综上所述,由于本申请实施例提供的一种检测系统,在保证光器件自身功能的基础上,实现了光器件的PDL的准确确定,并对该PDL进行补偿,除此之外,还可以确定出传输链路在第一时长内在该光器件所在处之前的累计PDL。

[0440] 本申请实施例提供了一种光信号传输结构,该光信号传输结构包括至少一个光器件,以及与至少一个光器件中的光器件对应设置的检测系统,该检测系统可以为图16或者图28所示的检测系统。

[0441] 可选的,该光信号传输结构可以包括可重构光分插复用器ROADM(Reconfigurable Optical Add-Drop Multiplexer,ROADM)以及至少一个光放大器,该ROADM可以包括至少一个WSS,该至少一个WSS中的第一WSS为如图17至图27所述的WSS,该至少一个WSS与该至少一个光放大器连接。该第一WSS对应设置有检测系统。该检测系统可以检测该第一WSS的PDL。

[0442] 示例的,至少一个光放大器包括第一级光放大器和第二级光放大器,至少一个WSS串联并具有1个输入端和至少1个输出端,第一级光放大器与输入端连接,第二级光放大器与至少1个输出端中的指定输出端连接。

[0443] 可选的,光信号传输结构还包括1个快速绕偏器,快速绕偏器设置于第一级光放大器与输入端之间。

[0444] 可选的,第一级光放大器用于预先获取第一WSS在进行PDL补偿过程会产生的额外插损,并在接收到输入至第一级光放大器的光信号后,对输入至第一WSS的光信号补偿额外插损。

[0445] 其中,该光放大器为掺铒光纤放大器(Erbium Doped Fiber Amplifier,EDFA),拉曼放大器等其他放大器。

[0446] 后续实施例以光放大器为EDFA为例进行说明,光放大器为其他光放大器时的工作原理可以参考该EDFA。

[0447] 在一种可选的实现方式中,请参考图29,该图29示出了一种可重构光分插复用器,ROADM可以包括一个WSS以及一个EDFA。

[0448] 在另一种可选的实现方式中,请参考图30,至少一个放大器可以包括第一级EDFA、第二级EDFA,ROADM包括至少一个WSS(图30示出的是该ROADM包括两个WSS的情况),其中,该至少一个WSS串联并具有1个输入端和至少1个输出端(图30中仅示出了1个输出口),该第一级EDFA与该输入端连接,第二级EDFA与该至少1个输出端中的指定输出端连接。图28中所示的两个WSS中可以有至少一个WSS为指定WSS。

[0449] 可选的,请参考图31,ROADM还可以包括1个快速绕偏器,快速绕偏器设置于第一级EDFA与WSS的输入端之间。

[0450] 该快速绕偏器可以用于快速扰动输入的光信号的偏振方向,以保证输入至WSS的光信号是一个偏振方向完全随机变化并且在一段时间内可遍历所有偏振方向的光信号,包括使得偏振复用信号中的某一偏振信号的偏振方向可以遍历所有的偏振方向,使得上述步骤104中确定出的第一目标输出功率和第二目标输出功率的准确性,确保了上述PDL的确定方法的准确性。当然,本申请实施例在实际实现时,该快速绕偏器还可以设置于WSS前面的传输链路的其他位置。

[0451] 可选的,该第一级EDFA用于获取指定WSS在进行PDL补偿过程会产生的额外插损,并在接收到输入至第一级EDFA的光信号后,对输入至该指定WSS的光信号通过增加额外增益的方式补偿该额外插损,达到预先补偿额外插损的效果。当然,该第一级EDFA还可以用于补偿前置的传输链路中光纤的插损。其中,可以通过上述实施例所提供的PDL的确定方法确定WSS的PDL,并基于该WSS的PDL确定WSS的额外插损,再提供给第一级EDFA,则在光信号再次传输时,第一级EDFA即可预先获取该额外插损。

[0452] 目前通常采用第一级EDFA补偿光信号经过光纤所造成的能量衰减,采用第二级EDFA补偿光信号经过至少一个WSS所造成的能量衰减,在本申请所提供的补偿PDL的方法中,需要给插损较小的偏振信号所经过的偏振主轴光路增加额外插损,使得两个偏振主轴光路的插损保持一致,但是该过程也会给该WSS引入额外插损 $\Delta \text{Loss}_{\text{pdl}}$,导致虽然可以增加第二级EDFA的增益使得从第二级EDFA输出信号的功率与未补偿PDL时输出的功率一致,但是输入至第二级EDFA的信号的功率却比未补偿PDL时减小了指定功率 $|\Delta \text{Loss}_{\text{pdl}}|$,进而导

致从第二级EDFA输出信号的光信噪比 (Optical Signal Noise Ratio, OSNR) 恶化。而若通过采用第一级EDFA补偿该WSS的光信号产生的额外插损 $\Delta \text{Loss}_{\text{pdl}}$, 可以提高整个传输链路的OSNR, 以下对该原理进行分析:

[0453] 输出EDFA的光信号的光信噪比的计算公式为:

$$[0454] \quad \text{OSNR}_{\text{out}}(\text{dB}) = -10 * \log_{10} \left(\frac{1}{10^{\frac{\text{OSNR}_{\text{in}}}{10}}} + \left(1 - \frac{1}{10^{\frac{G}{10}}}\right) \frac{10^{\frac{-58}{10}} * 10^{\frac{NF}{10}}}{10^{\frac{P_{\text{sig_in}}}{10}}}\right) \right) \quad (1)$$

[0455] 其中, OSNR_{in} 为输入EDFA的光信号的光信噪比, G 为EDFA的增益 (即放大的倍数), NF 为EDFA的噪声指数, $P_{\text{sig_in}}$ 为输入EDFA的光信号的功率。通常ROADM使用两个 $1 \times N$ WSS (即具有1个信号输入端口和多个信号输出端口的WSS) 串联以进行光交换, 串联的两个WSS的插损

通常在15分贝 (dB) 或以上, 则 $1 - \frac{1}{10^{\frac{G}{10}}} \approx 1$ 。因此, 上述公式 (1) 可以简化为:

$$[0456] \quad \text{OSNR}_{\text{out}}(\text{dB}) = -10 * \log_{10} \left(\frac{1}{10^{\frac{\text{OSNR}_{\text{in}}}{10}}} + \frac{10^{\frac{-58}{10}} * 10^{\frac{NF}{10}}}{10^{\frac{P_{\text{sig_in}}}{10}}}\right) \quad (2)$$

[0457] 从该公式 (2) 可以看出, 当使用第二级EDFA增加额外增益补偿WSS因补偿PDL而引入的额外插损时, 尽管可以增加第二级EDFA的增益能够保证第二级EDFA的输出信号的功率与未补偿PDL时相同 (保证进入光纤的功率没有变化), 输入第二级EDFA的光信号的功率 $P_{\text{sig_in}}$ 相比未补偿PDL时会减少指定功率 $|\Delta \text{Loss}_{\text{pdl}}|$, 这样会极大恶化第二级EDFA输出信号的光信噪比。

[0458] 本申请实施例提出一种利用第一级EDFA增加额外增益补偿上述WSS因补偿PDL而引入的额外插损的方法。第一级EDFA不仅可以补偿前面光纤的插损, 也可以补偿上述WSS因补偿PDL而引入的额外插损, 从而保证输入第二级EDFA的光信号的功率 $P_{\text{sig_in}}$ 与未补偿PDL时相同。从该公式 (2) 可以看出, 当EDFA增加增益同时保持噪声指数不变时, 因为EDFA输入信号的功率和光信噪比保持不变, EDFA的输出信号的光信噪比几乎没有变化。该方法可以使得第一级EDFA和第二级EDFA输出的光信号的光信噪比相比未补偿PDL时几乎保持不变。

[0459] 图32是在一种在通常的传输链路的配置情况下, 利用第一级EDFA增加2dB增益以补偿WSS因补偿PDL而引入的额外2dB插损时, 第二级EDFA输出的光信号的光信噪比损伤随ROADM级联数目的变化。图33是在相同的传输链路的配置情况下, 利用第二级EDFA增加2dB增益补偿WSS因补偿PDL而引入的额外2dB插损时, 第二级EDFA输出的光信号的光信噪比损伤随ROADM级联数目的变化。可以看出, 利用第一级EDFA对输入至指定WSS的光信号补偿额外插损能够极大降低该指定WSS因补偿PDL而引入的额外插损对光信号的光信噪比的恶化。

[0460] 综上所述, 本申请实施例提供的一种光信号传输结构, 其中包括至少一个光器件, 以及与该至少一个光器件中的光器件对应设置的检测系统, 可以准确检测与检测系统对应设置的光器件的PDL, 并且, 光信号传输结构的ROADM中, 第一级EDFA用于预先获取指定WSS在进行PDL补偿过程会产生的额外插损, 并在接收到输入至第一级EDFA的光信号后, 对输入至指定WSS的光信号补偿额外插损, 避免了由于对WSS的PDL进行补偿而产生额外插损进而导致第二级EDFA的输出信号的光信噪比降低的问题, 最大程度避免了恶化整个传输链路的

光信噪比。

[0461] 在本申请中,术语“第一”、“第二”、“第三”、“第四”和“第五”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“多个”指两个或两个以上,术语“至少一个”表示一个或多个,除非另有明确的限定。

[0462] 在本申请中,术语“至少一个”包括“一个”以及“至少两个”的情况。

[0463] 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。

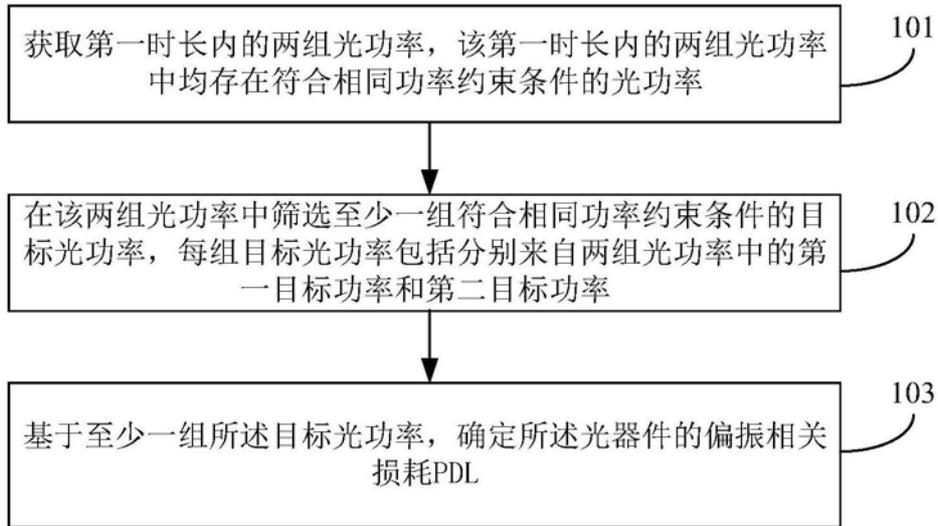


图1

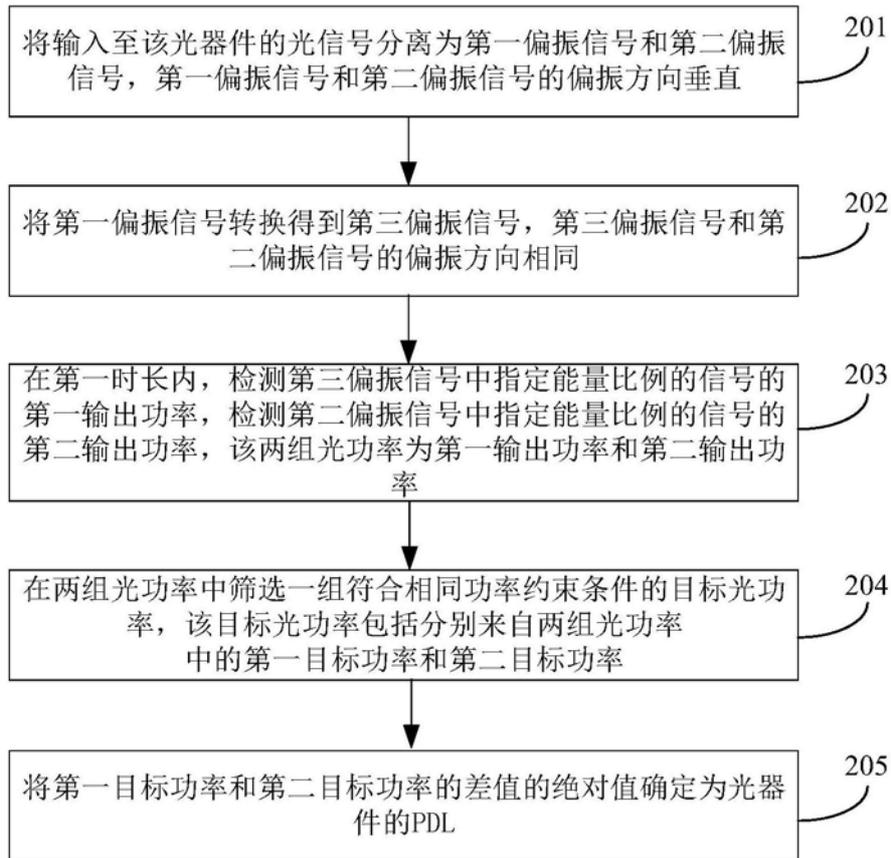


图2

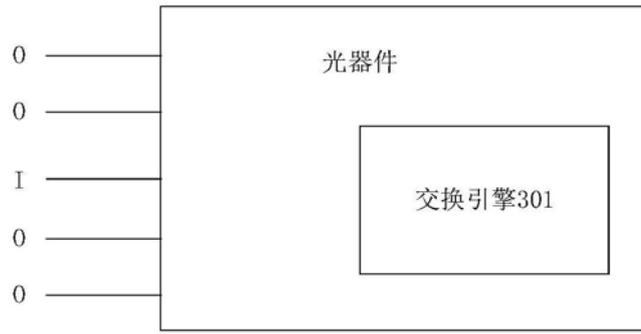


图3

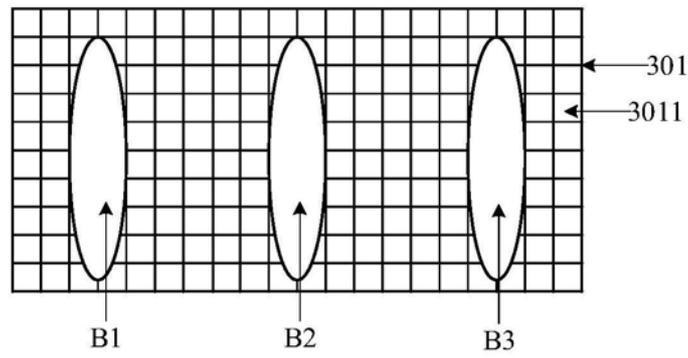


图4

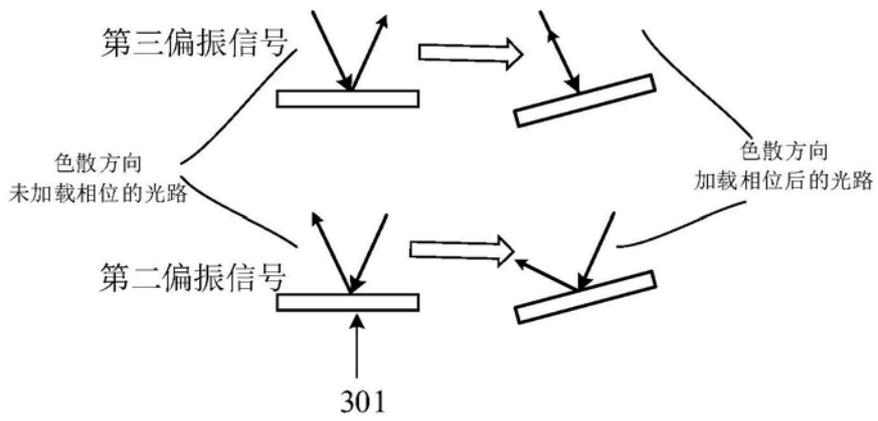


图5

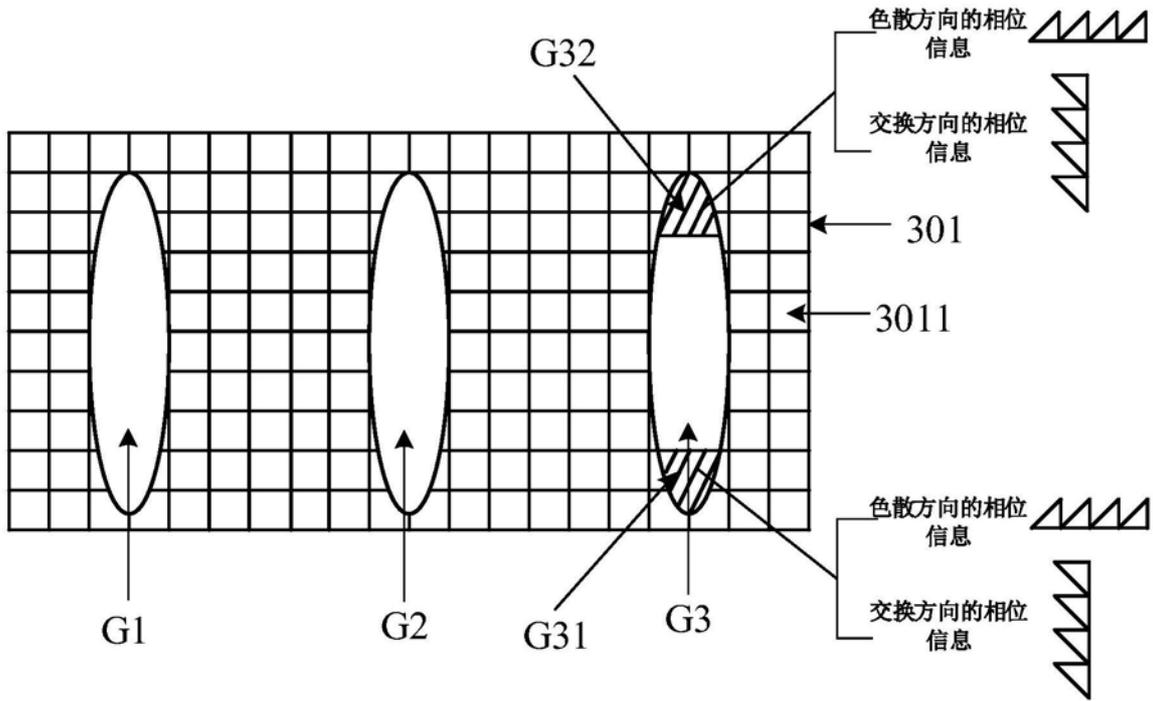


图6

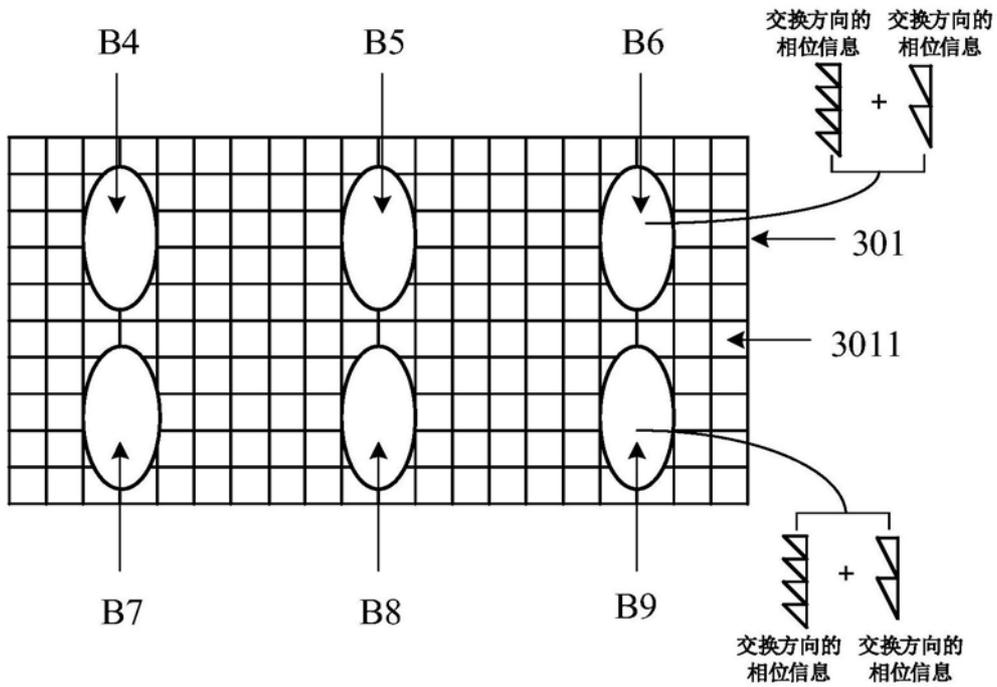


图7

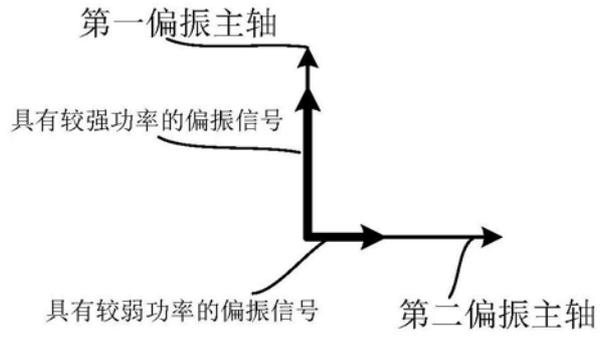


图8

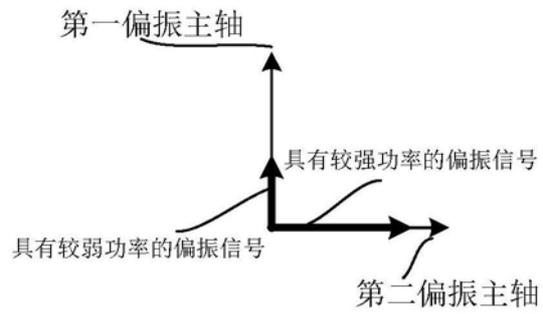


图9

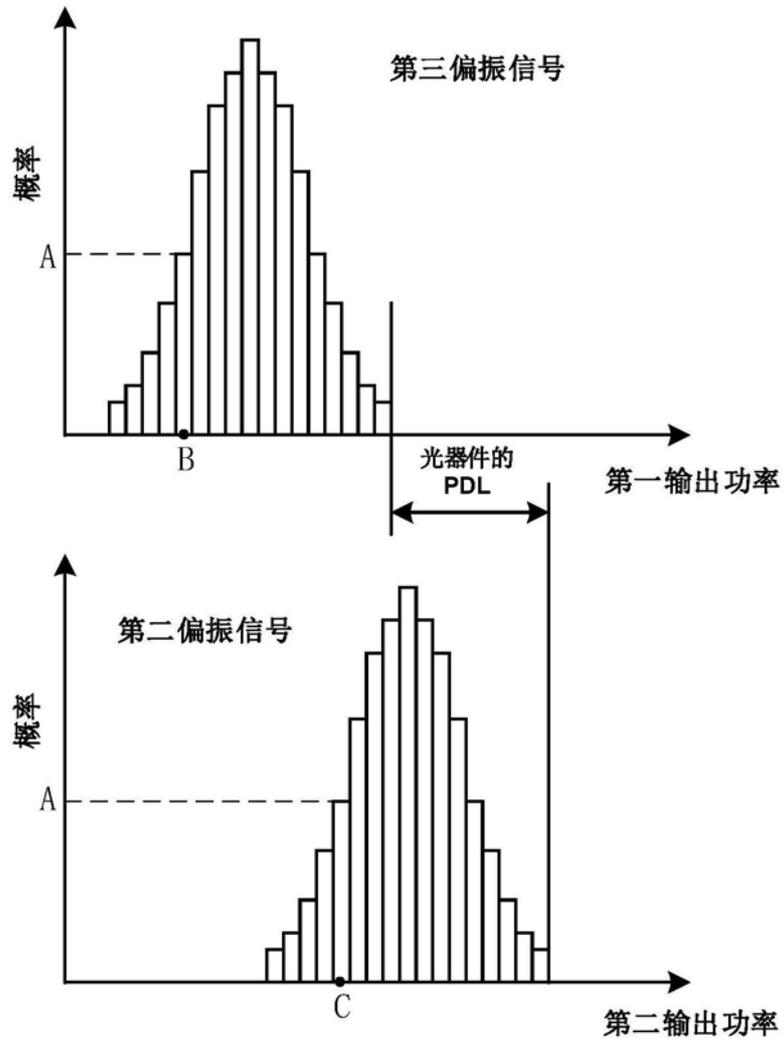


图10

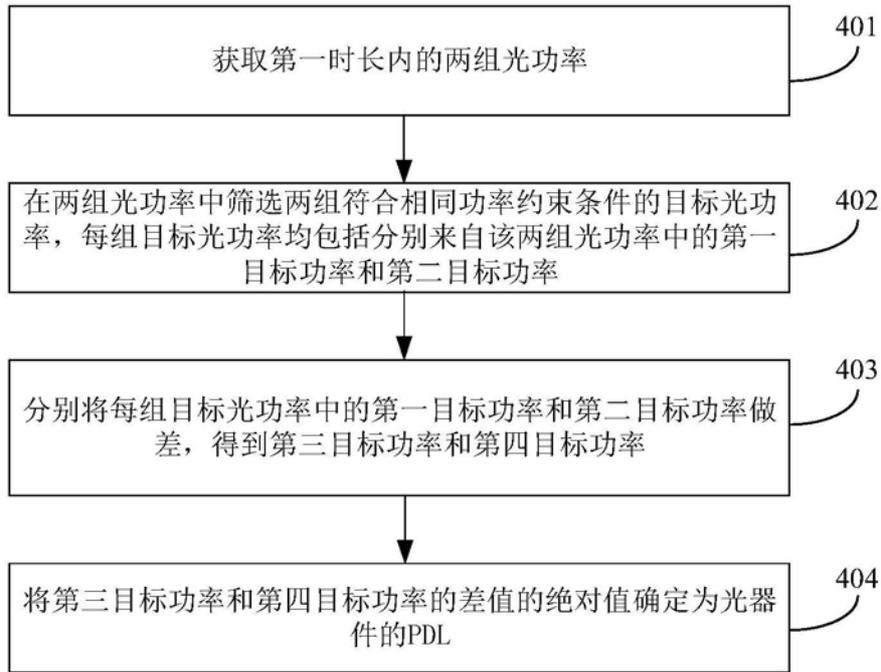


图11

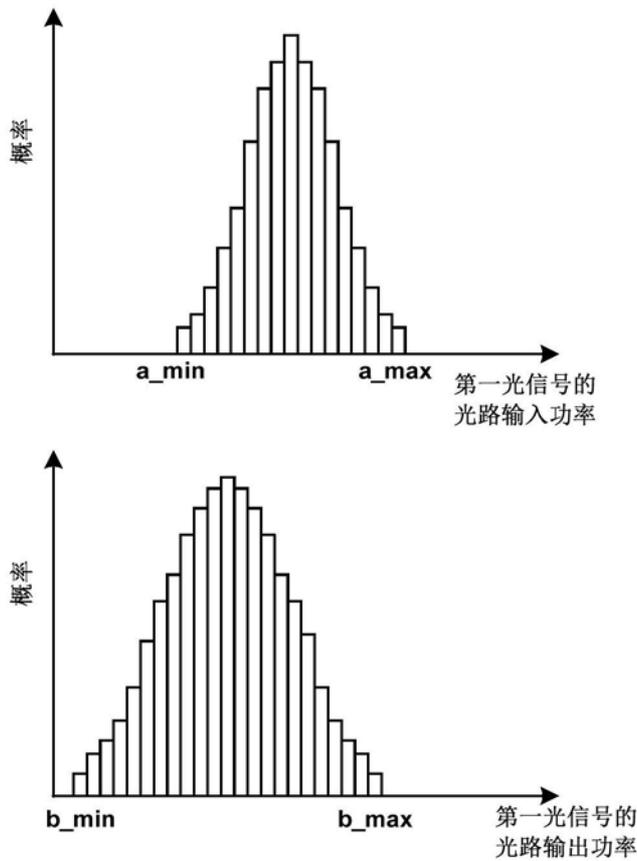


图12

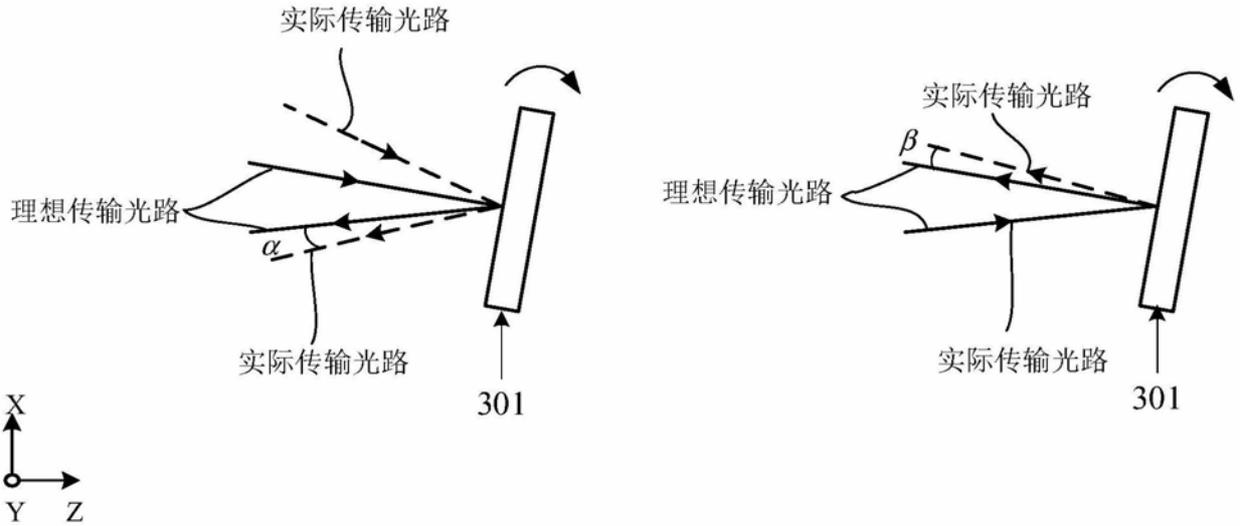


图13

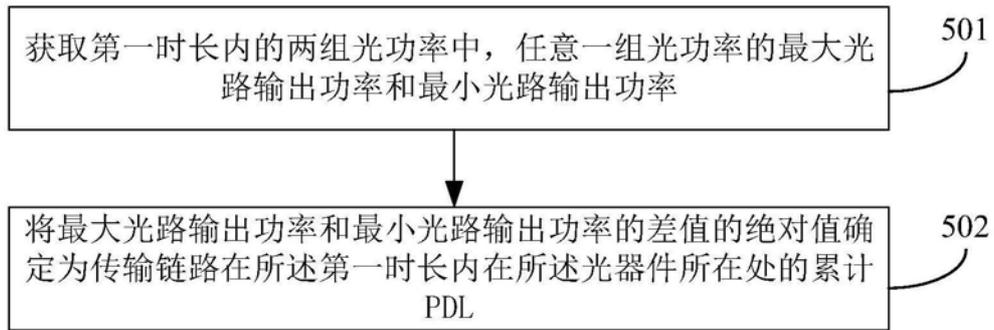


图14

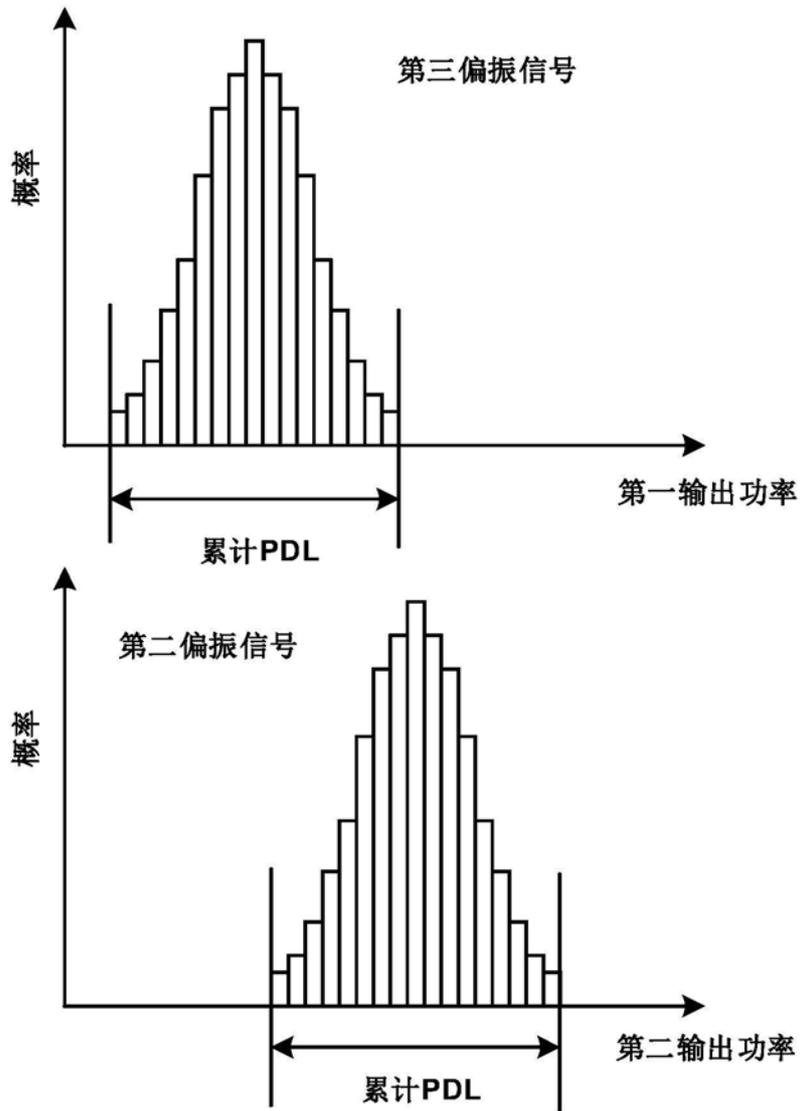


图15

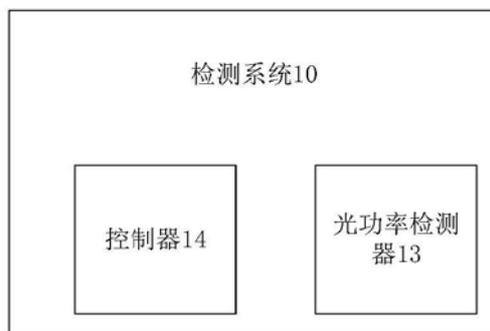


图16

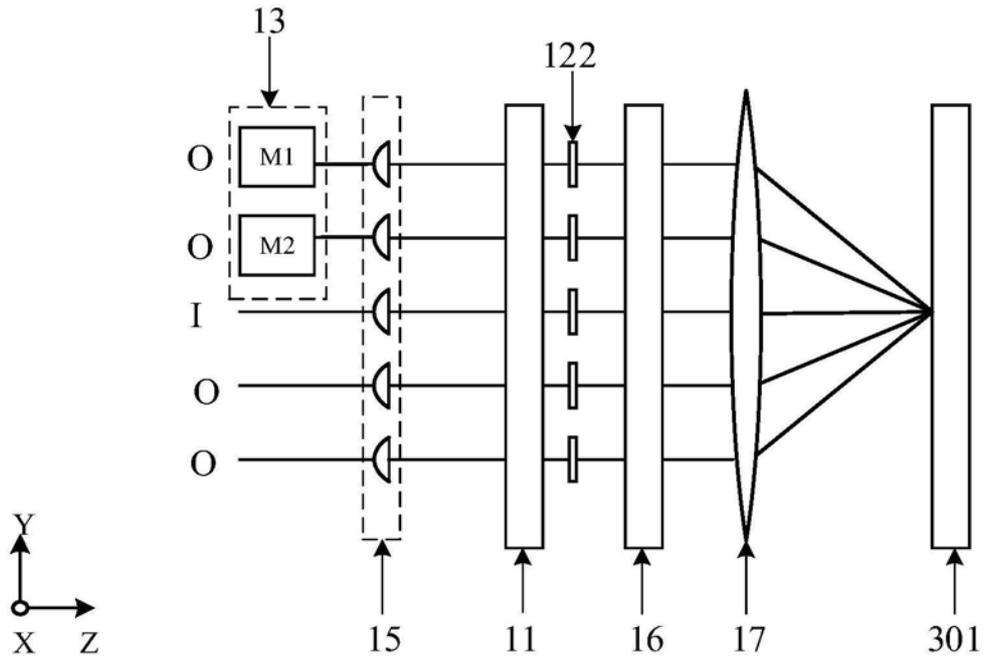


图17

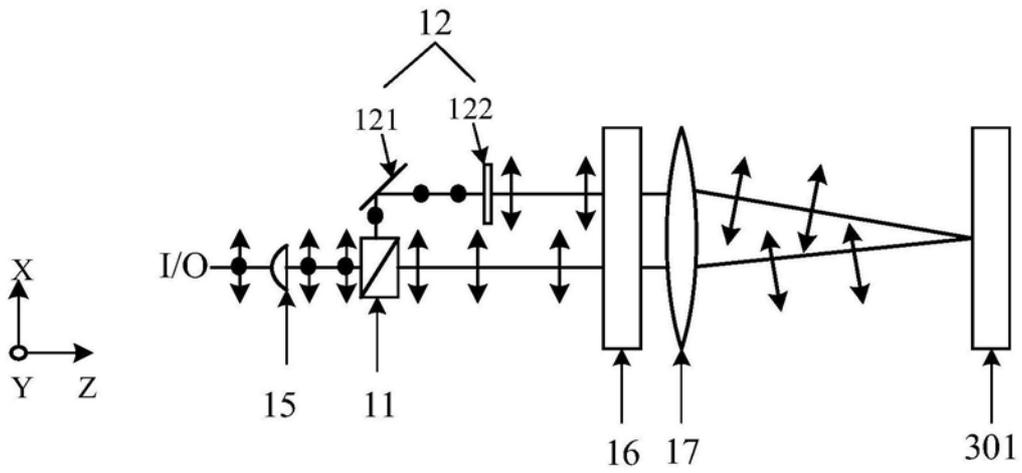


图18

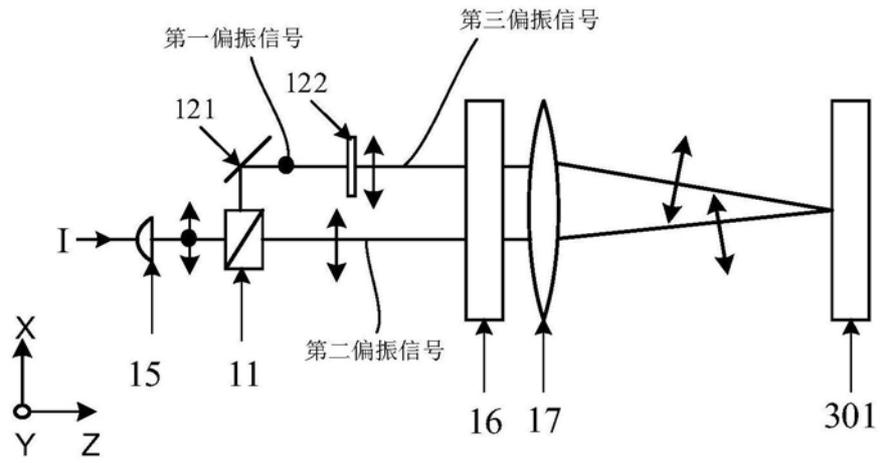


图19

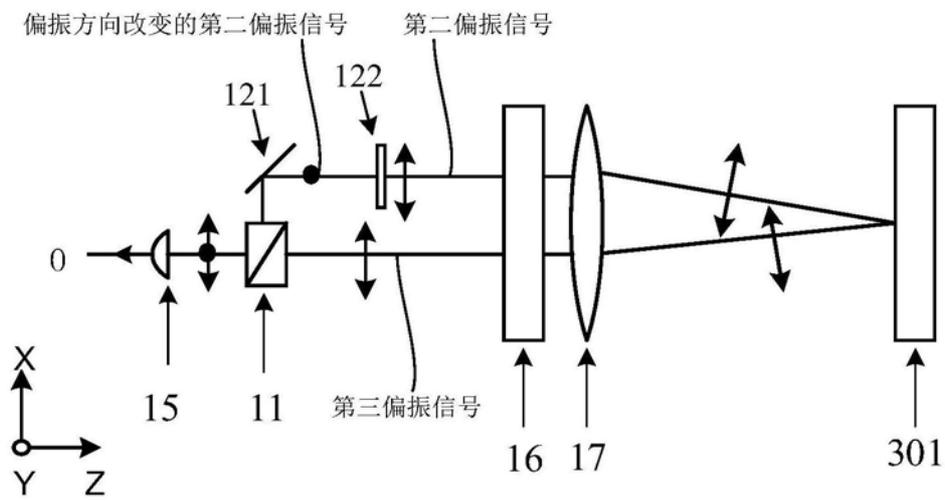


图20

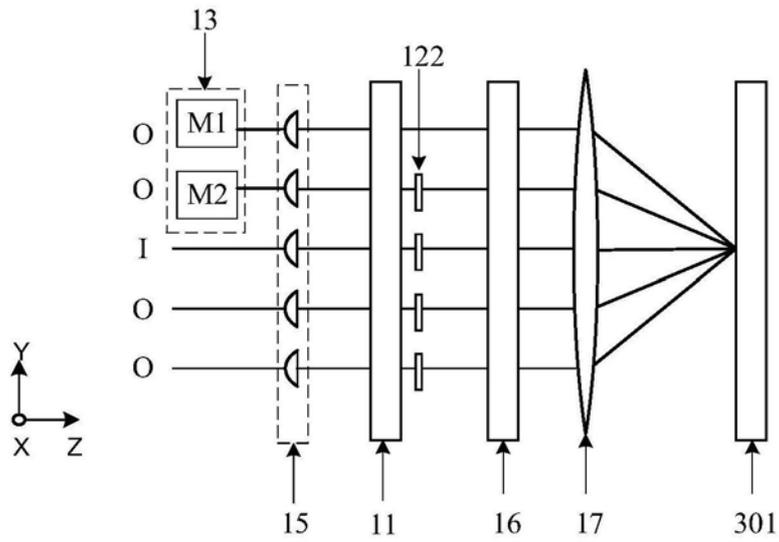


图21

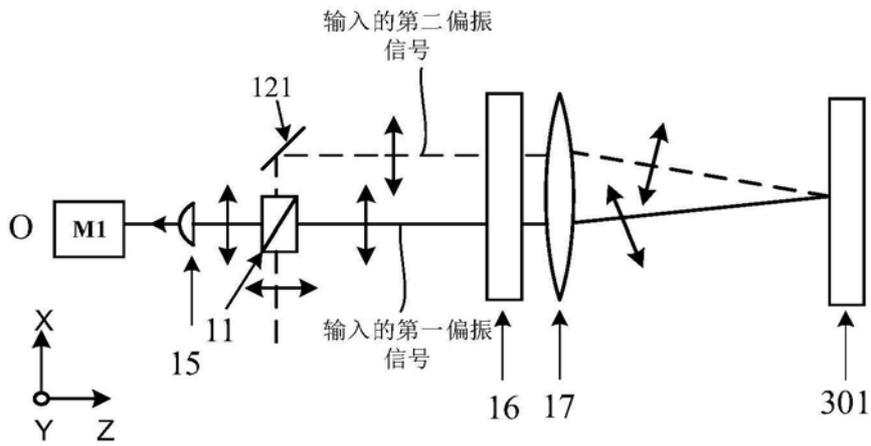


图22

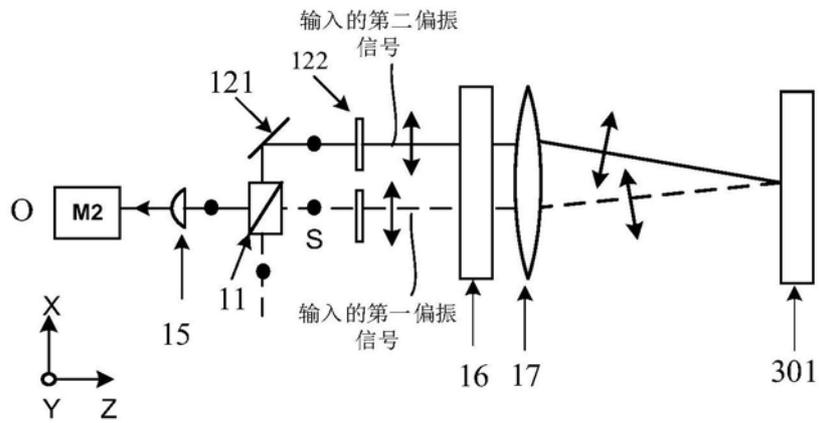


图23

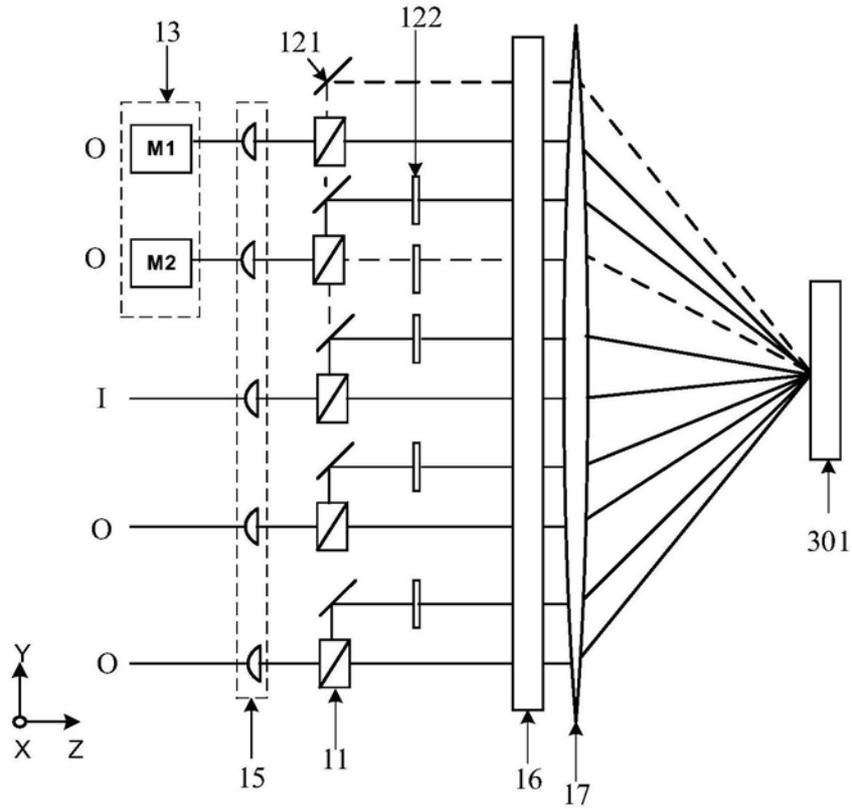


图24

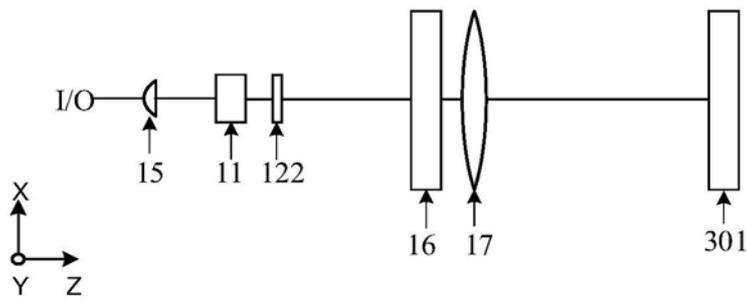


图25

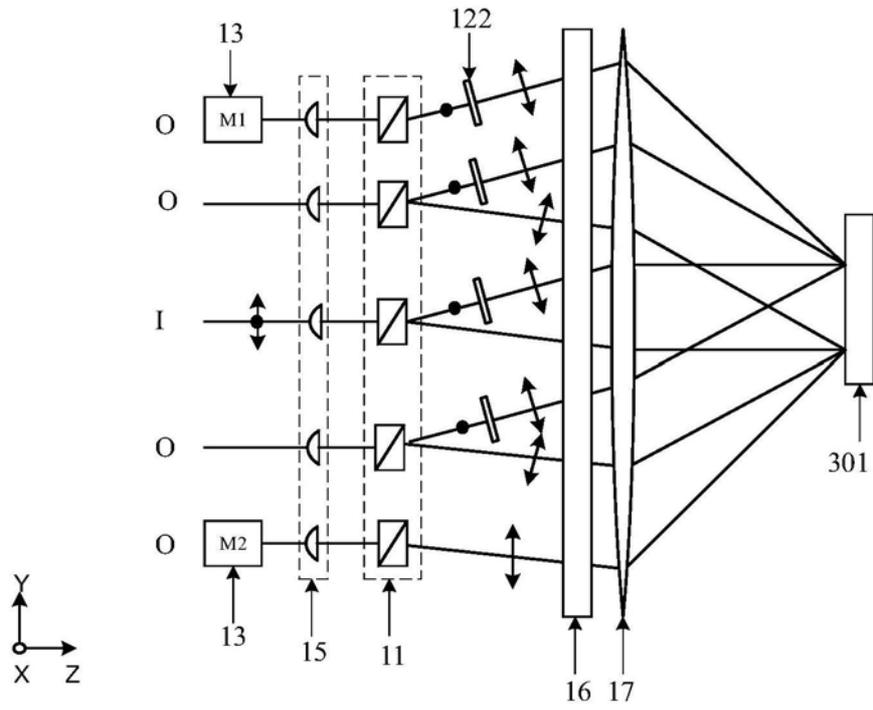


图26

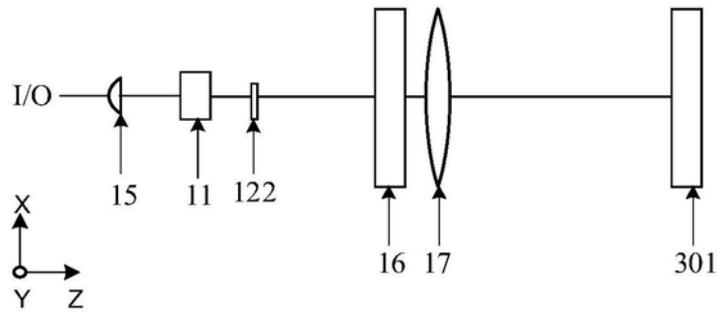


图27

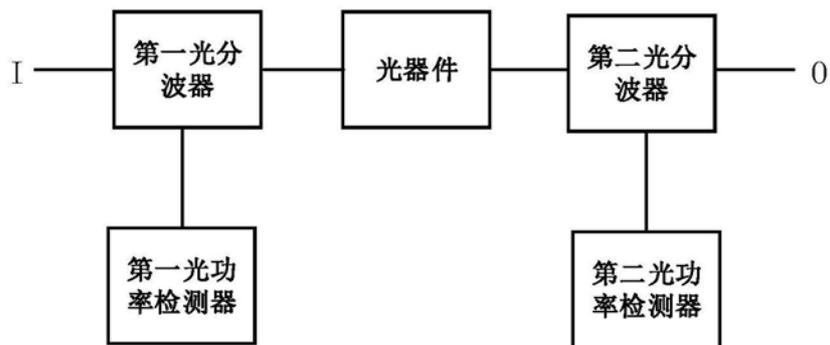


图28



图29

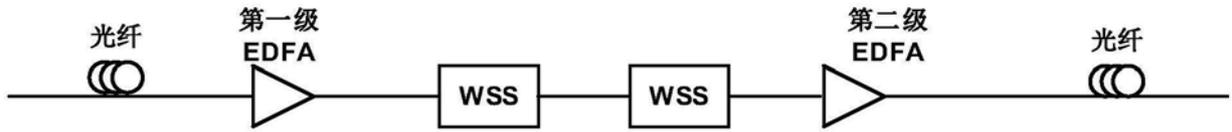


图30

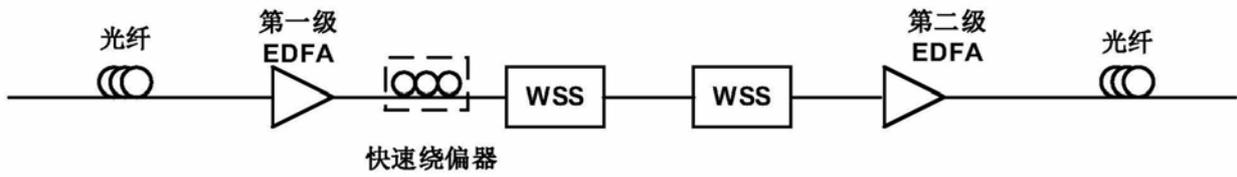


图31

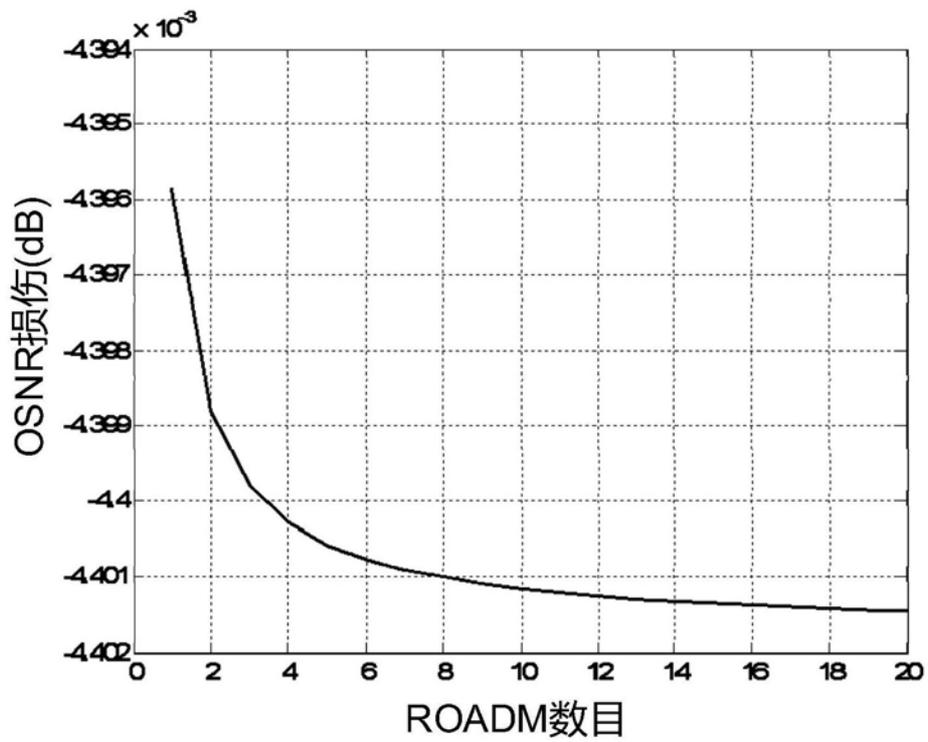


图32

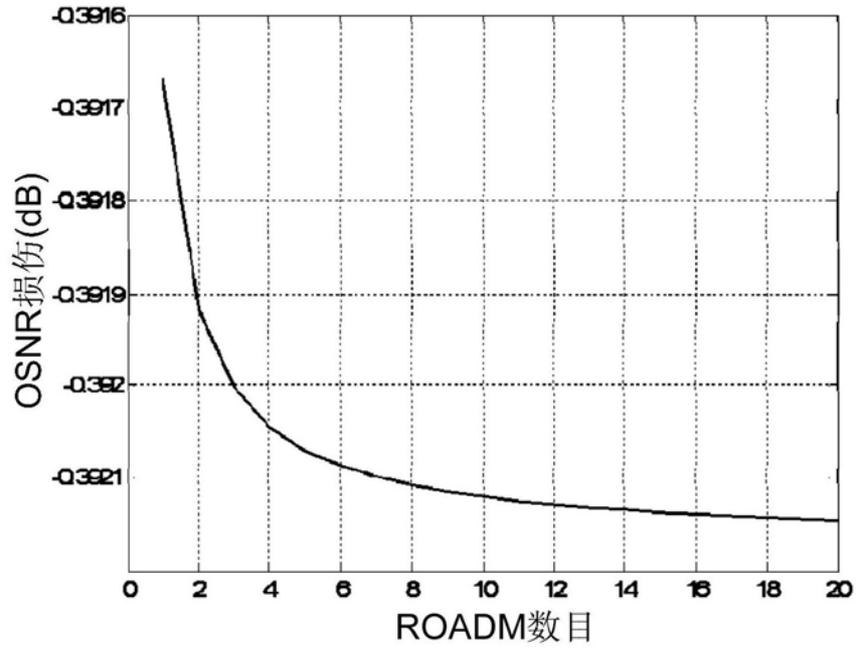


图33