

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2015 年 7 月 9 日 (09.07.2015)



(10) 国际公布号
WO 2015/100575 A1

(51) 国际专利分类号:
H04J 14/02 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2013/091006

(22) 国际申请日: 2013 年 12 月 31 日 (31.12.2013)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 华为海洋网络有限公司 (HUAWEI MARINE NETWORKS CO., LTD.) [CN/CN]; 中国天津市经济技术开发区第三大街金融街 W3 栋 5-6 层, Tianjin 300457 (CN)。

(72) 发明人: 张文斗 (ZHANG, Wendou); 中国天津市经济技术开发区第三大街金融街 W3 栋 5-6 层, Tianjin 300457 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市深佳知识产权代理事务所 (普通合伙) (SHENPAT INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY); 中国广东省深圳市国贸大厦 15 楼西座 1521 室, Guangdong 518014 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(54) Title: OPTICAL ADD-DROP MULTIPLEXER AND BRANCHING UNIT

(54) 发明名称: 一种光分插复用器, 及分支器

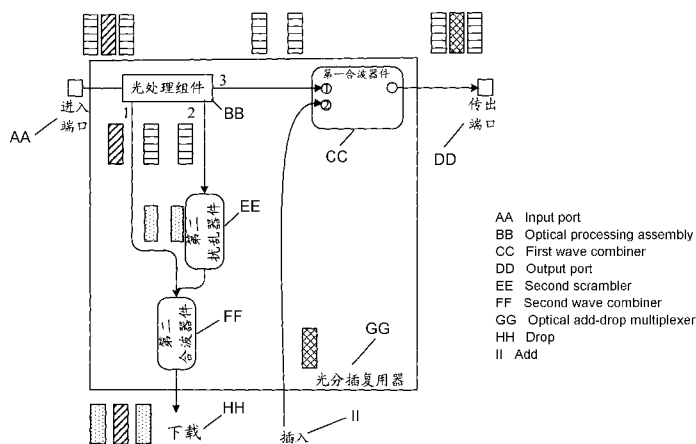


图 3 / Fig. 3

(57) Abstract: Disclosed are an optical add-drop multiplexer (OADM) and branching unit (BU). The OADM comprises: an optical processing assembly, a first wave combiner, a second wave combiner, and a second scrambler; the optical processing assembly comprises an input end, a first output end, a second output end and a third output end; the first output end of the optical processing assembly being connected with the first input end of the second wave combiner, the second output end of the optical processing assembly being connected with the input end of the second scrambler; the output end of the second scrambler being connected with the first input end of the first wave combiner. After being branched off by the optical processing assembly, express signals are scrambled by the second scrambler. The scrambled express signals are dropped to a branch after combining with drop signals, so that the express signals are not transparent on a physical layer, and cannot be restored on the branch, thus having good anti-wiretapping effect and improving information security.

(57) 摘要:

[见续页]



一种光分插复用器，及分支器，其中光分插复用器的实现包括：光处理组件、第一合波器件、第二合波器件、第二扰乱器件；光处理组件包括输入端、第一输出端、第二输出端和第三输出端；光处理组件的第一输出端连接第二合波器件的第一输入端，光处理组件的第二输出端连接第二扰乱器件的输入端；第二扰乱器件的输出端连接第二合波器件的第二输入端；光处理组件的第三输出端连接第一合波器件的第一输入端。穿通信号被光处理组件分出来以后，经过第二扰乱器件扰乱，扰乱的穿通信号与下载信号合波后下载到支路，在物理层上穿通信号已经不透明了，因此在支路上无法复原穿通信号，防窃听能力较好，提高了信息安全性。

一种光分插复用器，及分支器

技术领域

本发明涉及通信技术领域，特别涉及一种光分插复用器，及分支器。

5

背景技术

光波分复用技术在海缆光纤通信领域已经成熟应用多年，在一些波分海缆系统中还提供分支，比如通过 BU (Branching Unit, 分支器) 连接到支路端站。在 BU 内部可能会包含一个或几个 OADM (Optical Add-Drop multiplexer, 光分插复用器) 构成光分插复用分支器 (OADM BU); 也有可能

10 在 BU 外部连接一个或多个 OADM 实现 OADM BU 功能。两种方式都可以实现将干路信号中的一部分信号通过 OADM 下载到支路端站, 并从支路通过 OADM 插入新的信号到干路信号中。

光分插复用器 (OADM) 的应用环境请参阅图 1 所示, 在图 1 中 (OADM BU 情形), Station A、B、C 为三个不同的端站, 其中 Station A 和 B 为干路 (Trunk) 端站, 传输信号量大, Station C 为支路 (Branch) 端站, 它与干路端站 A、B 之间传输信号量较小。支路端站通过 OADM BU 设备下载信号和上传信号实现与端站 A、B 的进行通信。图中 RPT (Repeater) 为海缆线路的光放大器, 支路端站 C 的 Add (插入) 和 Drop (下载) 分别表示插入信号和下载信号的

15 端口。图 1 中箭头方向均为光信号的传播方向。

如图 2 所示, 为信号通过图 1 的 OADM BU 中的一个光分插复用器时的传输示意图。传输信号分为 4 种, 分别为 Express (穿通) 信号, 使用横线填充长方形示意, 承载干路端站到干路端站之间通信; Drop (下载) 信号, 使用右上到左下斜线填充长方形示意, 承载干路到支路之间的通信; Add (插入) 信号, 使用斜向方格填充的长方形示意, 承载支路到干路的通信; 以及, Loading (负载) 信号, 使用黑色长方形示意, Loading 信号是支路上波负载信号, 负载信号是用于进行功率平衡的信号, 不承载业务, 它的功率与穿通信号的功率相同。通常下载信号和 Add 信号波长相同。图 2 所示的 Input 和 Output 所示方框分别为干路信号的进入 OADM 的端口和传出 OADM 的端口。

25

-2-

在图 2 中，干路输入信号经过一个 Splitter（分路器）分成两路，一路下载到支路，在支路端站选择下载信号进行接收；另一路经过一个带阻滤波器（Band Block Filter, BBF）将下载信号阻断，然后穿通信号与支路 Add 信号合波后输出。在支路有中继器应用时，为了平衡中继器的输入功率，和支路 Add 信号一起输入的还有 Loading 信号，Loading 信号在插入信号传播方向上被带通滤波器（Band Pass Filter, BPF）滤除，通过带通滤波器的 Add 信号与穿通信号通过耦合器（Coupler）合波后输出。图 2 所示的是在 OADM BU 中的一个传输方向的信号，还存在另一个与之完全对称的信号传播方向，在此不再赘述。

请参阅图 2 所示，穿通信号会被下载到支路，导致可以从支路端站监听到干路端站之间通信的穿通信号，因此无法防窃听，为了防止被窃听通常采用的方案是基于传输协议的方案，通过 OTU（Optical Transponder Unit，光转换器）单板在将要传输的信号中的业务帧结构的开销字节中携带安全密码，每个目标端站设置不同的安全密码，目标端站的 OTU 单板读取到的安全密码与其自身预设的安全密码相同就可以读取到帧结构中的载荷数据。这样可以使 OADM 支路端站只能接收到下载信号数据。

但是采用基于传输协议的方案，如果密码被破解或泄露，仍然可以从支路窃听到干路信号的内容，因此防窃听的信息安全性并不高。

发明内容

本发明实施例提供了一种光分插复用器，及分支器，用于提高防窃听的能力，并提高信息的安全性。

本发明实施例一方面提供了一种光分插复用器，包括：

光处理组件、第一合波器件、第二合波器件、第二扰乱器件；

所述光处理组件包括输入端、第一输出端、第二输出端和第三输出端；所述第一合波器件包括第一输入端、第二输入端和输出端，所述第二合波器件包括第一输入端、第二输入端和输出端；

所述光处理组件的第一输出端连接所述第二合波器件的第一输入端，所述光处理组件的第二输出端连接所述第二扰乱器件的输入端；所述第二扰乱器件

-3-

的输出端连接所述第二合波器件的第二输入端;所述光处理组件的第三输出端连接第一合波器件的第一输入端;

包含穿通信号和下载信号的干路信号从所述光处理组件的输入端进入,所述光处理组件将干路信号处理为第二下载信号、第一穿通信号以及第二穿通信号,所述第一穿通信号和所述第二穿通信号与所述穿通信号相同,所述第二下载信号与所述下载信号相同;所述第二下载信号经所述光处理组件的第一输出端口进入所述第二合波器件的第一输入端;所述第一穿通信号经所述光处理组件的第二输出端口进入所述第二扰乱器件的输入端,所述第二扰乱器器件对进入所述第二扰乱器件输入端的所述第一穿通信号进行扰乱,得到扰乱的穿通信号,所述扰乱的穿通信号经所述第二扰乱器件的输出端进入所述第二合波器件的第二输入端;所述第二合波器件将进入所述第二合波器件的第一输入端的第二下载信号和进入所述第二合波器件的第二输入端的扰乱的穿通信号合波后输出;所述第二穿通信号经所述光处理组件的第三输出端口进入所述第一合波器件的第一输入端,所述第一合波器件将进入所述第一合波器件的第一输入端的穿通信号以及来自所述光分插复用器的支路上传端口并进入所述第一合波器件的第二输入端的插入信号合波后输出。

结合一方面的实现方式,在第一种可能的实现方式中,所述光处理组件包括:

第一耦合器、第一光拆分器件、第一光选择器件;

所述第一耦合器的输入端作为所述光处理组件的输入端,所述第一耦合器的第一输出端、第二输出端分别连接所述第一光拆分器件的输入端和所述第一光选择器件的输入端;所述第一光拆分器件的第一输出端为所述光处理组件的第一输出端,所述第一光拆分器件的第二输出端为所述光处理组件的第二输出端;所述第一光选择器件的输出端为所述光处理组件的第三输出端;

包含穿所述通信号和所述下载信号的干路信号从所述第一耦合器的输入端进入,所述第一耦合器将干路信号分为第一干路信号和第二干路信号,所述第一干路信号和第二干路信号与所述干路信号相同;所述第一干路信号经所述第一耦合器的第一输出端进入所述第一光拆分器件的输入端;所述第一光拆分器件将进入所述第一光拆分器件的输入端的第一干路信号分为第二下载信号

-4-

和所述穿通信号,所述第二下载信号和所述下载信号相同,所述第二下载信号从所述第一光拆分器件的第一输出端输出,所述穿通信号从所述第一光拆分器件的第二输出端输出;所述第二干路信号经所述第一耦合器的第二输出端进入所述第一光选择器件的输入端,所述第一光选择器件阻断干路信号中的第二下载信号得到穿通信号,得到的穿通信号在所述第一光选择器件的输出端输出。

结合一方面的实现方式,在第二种可能的实现方式中,所述光处理组件包括:

第二耦合器、第二光拆分器件;

所述第二光拆分器件的输入端作为所述光处理组件的输入端,所述第二光拆分器件的第一输出端作为所述光处理组件的第一输出端,所述第二光拆分器件的第二输出端连接所述第二耦合器的输入端;所述第二耦合器的第一输出端作为所述光处理组件的第二输出端,所述第二耦合器的第二输出端作为所述光处理组件的第三输出端;

包含穿所述通信号和所述下载信号的干路信号从所述第二光拆分器件的输入端进入,所述第二波分复用将进入所述第二光拆分器件的输入端的干路信号分为下载信号和穿通信号,所述下载信号从所述第二光拆分器件的第一输出端输出,所述穿通信号经所述第二光拆分器件的第二输出端进入所述第二耦合器的输入端,所述第二耦合器将进入所述第二耦合器的穿通信号处理为第一穿通信号和第二穿通信号,所述第一穿通信号和所述第二穿通信号与所述穿通信号相同,所述第一穿通信号从所述第二耦合器的第一输出端口输出,所述第二穿通信号从所述第二耦合器的第二输出端口输出。

结合一方面的第二种可能的实现方式,在第三种可能的实现方式中,所述光处理组件还包括:光衰减器;

所述光衰减器的输入端连接所述第二光拆分器件的第一输出端,所述光衰减器的输出端作为所述光处理组件的第一输出端。

结合一方面的实现方式,在第四种可能的实现方式中,所述光处理组件还包括第四输出端;所述第一合波器件还包括第三输入端;所述光分插复用器还包括:第一扰乱器件;

所述光处理组件的第四输出端连接所述第一扰乱器件的输入端,第一扰乱

-5-

器件的输出端连接所述第一合波器件的第三输入端；

所述光处理组件还将进入光处理组件的干路信号中的下载信号处理为第一下载信号，所述第一下载信号经所述光处理组件的第四输出端进入所述第一扰乱器件，所述第一下载信号所述下载信号相同，所述第一扰乱器件将进入所述第一扰乱器件的第一下载信号进行扰乱得到扰乱的第一下载信号，扰乱的第一下载信号经所述第一扰乱器件的输出端进入所述第一合波器件的第三输入端；

所述第一合波器件还将从所述第一合波器件的第一输入端和所述第一合波器件的第三输入端与所述第一合波器件的输出端连接；进入所述第一合波器件的第一输入端的穿通信号以及进入所述光开关组件的第三输入端的扰乱的下载信号从所述第一合波器件的输出端输出。

结合一方面的第四种可能的实现方式，在第五种可能的实现方式中，所述光处理组件包括：第三光拆分器件、第四耦合器、第五耦合器；

所述第三光拆分器件的输入端为干路输入端，所述第三光拆分器件包含两个输出端，所述第三光拆分器件的第一输出端与所述第四耦合器的输入端连接，所述第三光拆分器件的第二输出端与所述第五耦合器的输入端连接；所述第四耦合器包含第一输出端和第二输出端，所述第五耦合器包含有第一输出端和第二输出端；所述第四耦合器的第一输出端作为所述光处理组件的第三输出端与所述第一合波器件的第一输入端连接、所述第四耦合器的第二输出端作为所述光处理组件的第二输出端与所述第二扰乱器件的输入端连接，所述第五耦合器的第一输出端作为所述光处理组件的第四输出端与所述第一扰乱器件连接，所述第五耦合器的第二输出端作为所述光处理组件的第一输出端与所述第二合波器件的第一输入端连接；所述第一扰乱器的输出端与所述光开关组件的第三输入端连接；

包含穿所述通信号和所述下载信号的干路信号从所述第三光拆分器件的输入端进入，所述第三光拆分器件将干路信号拆分为所述穿通信号和所述下载信号，所述穿通信号经所述第三光拆分器件的第一输出端进入所述第四耦合器的输入端，所述下载信号经所述第三光拆分器件的第二输出端进入所述第五耦合器的输入端；所述第四耦合器将进入所述第四耦合器的输入端的穿通信号处

—6—

理为第一穿通信号和第二穿通信号,所述第一穿通信号和第二穿通信号与所述穿通信号相同,所述第一穿通信号经所述第四耦合器的第一输出端进入所述第一合波器件的第一输入端,所述第二穿通信号经所述第四耦合器的第二输出端进入所述第二扰乱器件的输入端;所述第五耦合器将进入所述第五耦合器的输入端的下载信号处理为第一下载信号和第二下载信号,所述第一下载信号和第二下载信号与所述下载信号相同,所述第一下载信号经所述第五耦合器的第一输出端进入所述第一扰乱器件的输入端,所述第二下载信号经所述第五耦合器的第二输出端进入所述第二合波器件的第一输入端。

结合一方面的第四种可能的实现方式,在第六种可能的实现方式中,支路信号包含负载信号和插入信号,所述分插复用光分支器还包括:第四光拆分器件;所述第一合波器件还包括第四输入端;

所述第四光拆分器件的第一输出端与所述第一合波器件的第四输入端连接,所述第四光拆分器件的第二输出端与所述第一合波器件的第二输入端连接;

包含负载信号和插入信号的支路信号从所述第四光拆分器件的输入端进入,所述第四光拆分器件将进入所述第四光拆分器件的支路信号拆分为所述负载信号和所述插入信号,所述负载信号经所述第四光拆分器件的第一输出端进入所述光开关组件的第四输入端,所述插入信号经所述第四光拆分器件的第二输出端进入所述光开关组件的第二输入端;

所述第一合波器件还将第二输入端和第四输入端与所述第一合波器件的输出端连接,进入所述第一合波器件的第四输入端的负载信号以及进入所述第一合波器件的第四输入端的插入信号从所述第一合波器件的输出端输出。

结合一方面的第一种、第二种、第三种、第四种、第五种或者第六种可能的实现方式,在第七种可能的实现方式中,所述分插复用光分支器,还包括:

第一带阻滤波器或者第一波长阻断器;

所述第一带阻滤波器或者第一波长阻断器串接于所述光处理组件与所述第一合波器件的第一输入端之间,用于阻断经过所述第一带阻滤波器或者第一波长阻断器的穿通信号中的下载信号。

结合一方面的第一种、第二种、第三种、第四种、第五种或者第六种可能

的实现方式,在第八种可能的实现方式中,所述第一光拆分器件为波分复用器或者1*2波长选择开关;所述第二光拆分器件为波分复用器或者1*2波长选择开关;所述第一光选择器件为带阻滤波器或者波长阻断器。

结合一方面的第八种可能的实现方式,在第九种可能的实现方式中,所述
5 光分插复用器,还包括:第一光放大器、第二光放大器、第二光选择器件、控制单元、第一检测器件、第二检测器件;

所述第一光放大器串接在所述光处理组件的输入端前,所述第一光放大器的
10 输出端连接所述光处理组件;所述第二光放大器的输出端连接所述第二光选择器件的输入端,所述第二光选择器件的输出端连接所述第二检测器件的输入端,所述第二检测器件的输出端连接所述第一合波器件的第二输入端;

干路信号从所述第一光放大器的输入端进入所述第一光放大器,经所述第一
光放大器的输出端进入所述光处理组件的输入端;包含负载信号和插入信号的
支路信号从所述第二光放大器的输入端进入所述第二光放大器,经所述第二
光放大器的输出端,进入所述第二光选择器件的输入端,所述第二光选择器件
15 的输入端将从所述第二光选择器件的输入端进入的支路信号的负载信号阻断
得到插入信号,得到的插入信号经所述第二光选择器件的输出端进入所述第一
合波器件的第二输入端;

所述第一检测器件检测经过所述第一检测器件的穿通信号,并将第一检测
值发送给控制单元;所述控制单元依据所述第一检测值调整所述第一光放大器
20 的放大量来补偿所述光分插复用器的插损;所述第二检测器件检测经过所述第二
检测器件的插入信号,并将第二检测值发送给控制单元;所述控制单元依据
所述第二检测值调整所述第二光放大器的放大量来补偿所述光分插复用器的
插损。

结合一方面的第九种可能的实现方式,在第十种可能的实现方式中,若所
25 述光处理组件包含的第一光拆分器件为1*2波长选择开关,所述第一光选择器
件以及第二光选择器件均为波长阻断器;

则所述控制单元还与所述第一光拆分器、所述第一光选择器件以及所述第
二光选择器件分别连接,构成可重构的光分插复用器。

结合一方面的第九种可能的实现方式,在第十一种可能的实现方式中,所

述第一检测器件包括：第三耦合器、光探测器；

所述第三耦合器串接在所述光处理组件与所述第一合波器件的第一输入端之间，第三耦合器的输入端与所述光处理组件连接，所述第三耦合器的两个输出端分别与所述第一合波器件的第一输入端以及所述光探测器连接；所述光
5 探测器与所述控制单元连接；

经所述光处理组件的输出端进入所述第三耦合器的穿通信号被分为两部分，分别经所述第三耦合器的两个输出端进入所述第一合波器件的第一输入端或所述光探测器；所述光探测器检测从所述光探测器的输入端进入的穿通信号，并将所述第一检测值发送给控制单元。

10 结合一方面的实现方式、一方面的第一种、第二种、第三种、第四种、第五种或者第六种可能的实现方式，在第十二种可能的实现方式中，所述第一扰乱器件或第二扰乱器件为环形振荡器。

结合一方面的第十二种可能的实现方式，在第十三种可能的实现方式中，所述环形振荡器包含至少一个 2*2 耦合器，若有至少两个 2*2 耦合器组成所述
15 环形振荡器，所述至少两个 2*2 耦合器以串联或者并联方式连接，若有至少三个 2*2 耦合器组成所述环形振荡器，所述至少三个 2*2 耦合器以串联、并联或者串并混联方式连接。

结合一方面的第十三种可能的实现方式，在第十四种可能的实现方式中，
所述 2*2 耦合器分光比为 $\frac{3-\sqrt{5}}{2}$ 。

20 本发明实施例二方面还提供了一种分支器，所述分支器包含光分插复用器；所述光分插复用器为所述一方面提供的任意一项中的光分插复用器。

从以上技术方案可以看出，本发明实施例具有以下优点：穿通信号被光处理组件分出来以后，经过第二扰乱器件扰乱，得到了扰乱的穿通信号，扰乱的穿通信号与下载信号合波后下载到支路，对于支路而言在物理层上穿通信号已
25 经不透明了，因此在支路上无法复原穿通信号，因此防窃听的能力较好，提高了信息的安全性。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案，下面将对实施例描述中所

需要使用的附图作简要介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域的普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 为现有技术光分插复用器的应用环境示意图；

5 图 2 为现有技术一个 OADM 的信号传输示意图；

图 3 为本发明实施例光分插复用器结构示意图；

图 4 为本发明实施例光处理组件结构示意图；

图 5 为本发明实施例光处理组件结构示意图；

图 6 为本发明实施例光处理组件结构示意图；

10 图 7 为本发明实施例光分插复用器结构示意图；

图 8 为本发明实施例检测器件结构示意图；

图 9 为本发明实施例光分插复用器结构示意图；

图 10 为本发明实施例耦合器结构示意图；

15 图 11 为本发明实施例信号传播方向、循环圈数与耦合器分光比的关系示意图；

图 12A 为本发明实施例单环环形振荡器结构示意图；

图 12B 为本发明实施例串联的环形振荡器结构示意图；

图 12C 为本发明实施例并联的环形振荡器结构示意图；

图 12D 为本发明实施例串联与并联混合的环形振荡器结构示意图；

20 图 12E 为本发明实施例串联与并联混合的环形振荡器结构示意图；

图 13 为本发明实施例光分插复用器结构示意图；

图 14 为本发明实施例光分插复用器结构示意图；

图 15 为本发明实施例光分插复用器结构示意图；

图 16 为本发明实施例光分插复用器结构示意图；

25 图 17 为本发明实施例光分插复用器结构示意图；

图 18 为本发明实施例光处理组件结构示意图；

图 19 为本发明实施例光分插复用器结构示意图；

图 20 为本发明实施例光分插复用器结构示意图；

图 21 为本发明实施例光分插复用器正常工程时结构示意图；

图 22 为本发明实施例光分插复用器干路断路结构示意图;

图 23 为本发明实施例光分插复用器支路断路结构示意图;

图 24 为本发明实施例分支器结构示意图。

5 具体实施方式

为了使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明作进一步地详细描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部份实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例,都属于本发明保护的范围。

10 在后续所有实施例的附图中, Express (穿通) 信号, 使用横线填充长方形示意, 承载干路到干路端站之间通信; Drop (下载) 信号, 使用右上到左下斜线填充长方形示意, 承载干路到支路之间的通信; Add (插入) 信号, 使用斜向方格填充的长方形示意, 承载支路到干路的通信; 以及, Loading (负载) 信号, 使用黑色长方形示意, Loading 信号是支路上波负载信号, 负载信号是
15 用于进行功率平衡的信号, 不承载业务, 它的功率与穿通信号的功率相同; 扰乱的穿通信号是经过扰乱的穿通信号, 使用小点填充的长方形示意; 扰乱的下载信号是经过扰乱的下载信号, 使用白点黑底填充的长方形示意; 在附图中, 箭头方向所示为光信号的传播方向, Input 和 Output 所示方框分别为干路信号的进入 OADM 的端口和传出 OADM 的端口, 后续实施例对于附图中方格所示
20 的含义不再一一说明。本发明实施例后续附图中均示意为一个方向上的光信号传播方向, 反方向的光信号传播方向与之是镜像对称的, 所采用的光分插复用器的内部结构也是镜像对称的, 因此未对反方向的结构进行赘述。

本发明实施例提供了一种光分插复用器, 如图 3 所示, 包括:

光处理组件、第一合波器件、第二合波器件、第二扰乱器件;

25 各器件的连接方式具体如下: 所述光处理组件包括输入端、第一输出端、第二输出端和第三输出端(如图 3 所示三个输出端编号 1~3 分别与第一输出端、第二输出端、以及第三输出端对应, 后续图 4、图 5、图 6 以及图 7 所示的光处理组件的输出端编号同此, 后续实施例不再一一说明); 所述第一合波器件包括第一输入端、第二输入端和输出端, 所述第二合波器件包括第一输入端、

第二输入端和输出端;

所述光处理组件的第一输出端连接所述第二合波器件的第一输入端, 所述光处理组件的第二输出端连接所述第二扰乱器件的输入端; 所述第二扰乱器件的输出端连接所述第二合波器件的第二输入端; 所述光处理组件的第三输出端
5 连接所述第一合波器件的第一输入端;

以下对光信号的传播方向以及各器件的处理进行详细说明如下: 包含穿所述通信号和所述下载信号的干路信号从所述光处理组件的输入端进入, 所述光处理组件将干路信号处理为第二下载信号、第一穿通信号以及第二穿通信号, 所述第一穿通信号和所述第二穿通信号与所述穿通信号相同, 所述第二下载信号与
10 所述下载信号相同; 所述第二下载信号经所述光处理组件的第一输出端口进入所述第二合波器件的第一输入端; 所述第一穿通信号经所述光处理组件的第二输出端口进入所述第二扰乱器件的输入端, 所述第二扰乱器器件对进入所述第二扰乱器件输入端的所述第一穿通信号进行扰乱, 得到扰乱的穿通信号, 所述扰乱的穿通信号经所述第二扰乱器件的输出端进入所述第二合波器件的第二输入端; 所述第二合波器件将进入所述第二合波器件的第一输入端的第二
15 下载信号和进入所述第二合波器件的第二输入端的扰乱的穿通信号合波后输出; 所述第二穿通信号经所述光处理组件的第三输出端口进入所述第一合波器件的第一输入端, 所述第一合波器件将进入所述第一合波器件的第一输入端的穿通信号以及来自所述光分插复用器的支路上传端口并进入所述第一合波器件的第二输入端的插入信号合波后输出。
20

另外, 需说明的是, 以上图 3 所示的插入光路只包含有 Add 信号, 实际上该路信号可以是只有 Add 信号, 也可以是 Add 信号和用于进行功率平衡的负载信号, 本实施例并不关注于插入光路光信号的具体形式, 因此本发明实施例可以对此不予限定, 图 3 示意不应理解为对本发明实施例的限定。

25 在本发明实施例中, 穿通信号被光处理组件分出来以后, 经过第二扰乱器件扰乱, 得到了扰乱的穿通信号, 扰乱的穿通信号与下载信号合波后下载到支路, 对于支路而言在物理层上穿通信号已经不透明了, 因此在支路上无法复原穿通信号, 因此防窃听的能力较好, 提高了信息的安全性。

以下实施例将给出光处理组件的两种方案作为举例, 进行举例说明如下:

方案一、如图 4 所示，所述光处理组件包括：第一耦合器、第一光拆分器件、第一光选择器件；

各器件的连接方式具体如下：所述第一耦合器的输入端作为所述光处理组件的输入端，所述第一耦合器的第一输出端、第二输出端分别连接所述第一光拆分器件的输入端和所述第一光选择器件的输入端；所述第一光拆分器件的第一输出端为所述光处理组件的第一输出端，所述第一光拆分器件的第二输出端为所述光处理组件的第二输出端；所述第一光选择器件的输出端为所述光处理组件的第三输出端；

以下对光信号的传播方向以及各器件的处理进行详细说明如下：包含穿所述通信号和所述下载信号的干路信号从所述第一耦合器的输入端进入，所述第一耦合器将干路信号分为第一干路信号和第二干路信号，所述第一干路信号和第二干路信号与所述干路信号相同；所述第一干路信号经所述第一耦合器的第一输出端进入所述第一光拆分器件的输入端；所述第一光拆分器件将进入所述第一光拆分器件的输入端的第一干路信号分为第二下载信号和所述穿通信号，所述第二下载信号和所述下载信号相同，所述第二下载信号从所述第一光拆分器件的第一输出端输出，所述穿通信号从所述第一光拆分器件的第二输出端输出；所述第二干路信号经所述第一耦合器的第二输出端进入所述第一光选择器件的输入端，所述第一光选择器件阻断干路信号中的第二下载信号得到穿通信号，得到的穿通信号在所述第一光选择器件的输出端输出。

以上实施例方案，首先将干路信号分为两路的干路信号，然后分别进行处理，得到一个下载信号和两个穿通信号，仅需三个器件就可以完成光处理组件的功能。

方案二、如图 5 所示，所述光处理组件包括：第二耦合器、第二光拆分器件；

各器件的连接方式具体如下：所述第二光拆分器件的输入端作为所述光处理组件的输入端，所述第二光拆分器件的第一输出端作为所述光处理组件的第一输出端，所述第二光拆分器件的第二输出端连接所述第二耦合器的输入端；所述第二耦合器的第一输出端作为所述光处理组件的第二输出端，所述第二耦合器的第二输出端作为所述光处理组件的第三输出端；

以下对光信号的传播方向以及各器件的处理进行详细说明如下: 包含穿所述通信号和所述下载信号的干路信号从所述第二光拆分器件的输入端进入, 所述第二波分复用器将进入所述第二光拆分器件的输入端的干路信号分为下载信号和穿通信号, 所述下载信号从所述第二光拆分器件的第一输出端输出, 所述穿通信号经所述第二光拆分器件的第二输出端进入所述第二耦合器的输入端, 所述第二耦合器将进入所述第二耦合器的穿通信号处理为第一穿通信号和第二穿通信号, 所述第一穿通信号和所述第二穿通信号与所述穿通信号相同, 所述第一穿通信号从所述第二耦合器的第一输出端口输出, 所述第二穿通信号从所述第二耦合器的第二输出端口输出。

以上实施例方案, 首先将干路信号拆分为所述穿通信号和所述下载信号, 然后将穿通信号耦合为两路相同的穿通信号, 仅需两个器件就可以完成光处理组件的功能, 可以进一步的节省硬件资源。

作为方案二的一个补充, 如图 6 所示, 所述光处理组件还包括: 光衰减器; 所述光衰减器的输入端连接所述第二光拆分器件的第一输出端, 所述光衰减器的输出端作为所述光处理组件的第一输出端。

上述光衰减器是具有对经过的光信号进行功率调节作用的器件。以上方案通过光衰减器, 实现了对下载信号的功率控制, 使下载信号的接收效果更好。

进一步地, 光拆分器件对信号进行拆分后, 穿通信号中可能混入少量的下载信号, 为了进一步滤除进入穿通信号中混入的下载信号, 所述分插复用光分波器, 还包括: 第一带阻滤波器或者第一波长阻断器; 所述第一带阻滤波器或者第一波长阻断器串接于所述光处理组件与所述第一合波器件的第一输入端之间, 用于阻断经过所述第一带阻滤波器或者第一波长阻断器的穿通信号中的下载信号。

基于以上两个光处理组件的说明, 更具体地: 所述第一光拆分器件为波分复用器或者 1×2 波长选择开关; 所述第二光拆分器件为波分复用器或者 1×2 波长选择开关; 所述第一光选择器件为带阻滤波器或者波长阻断器。

为了实现穿通信号与 Add 信号功率均衡管理, 本发明实施例进一步提供了如下解决方案: 如图 7 所示, 所述光分插复用器, 还包括: 第一光放大器、第二光放大器、第二光选择器件、控制单元、第一检测器件、第二检测器件;

各器件的连接方式具体如下：所述第一光放大器串接在所述光处理组件的输入端前，所述第一光放大器的输出端连接所述光处理组件；所述第二光放大器的输出端连接所述第二光选择器件的输入端，所述第二光选择器件的输出端连接所述第二检测器件的输入端，所述第二检测器件的输出端连接所述第一合波器件的第二输入端；

以下对光信号的传播方向以及各器件的处理进行详细说明如下：干路信号从所述第一光放大器的输入端进入所述第一光放大器，经所述第一光放大器的输出端进入所述光处理组件的输入端；包含负载信号和插入信号的支路信号从所述第二光放大器的输入端进入所述第二光放大器，经所述第二光放大器的输出端，进入所述第二光选择器件的输入端，所述第二光选择器件的输入端将从所述第二光选择器件的输入端进入的支路信号的负载信号阻断得到插入信号，得到的插入信号经所述第二光选择器件的输出端进入所述第一合波器件的第二输入端；

实现功率均衡管理需要传递检测信号以及控制信号，控制器与第一检测器件以及第二检测器件之间的连接关系在图 7 中采用的是虚线连接，采用虚线的连接方式区别于光信号传播方向的实线连接，具体如下：所述第一检测器件检测经过所述第一检测器件的穿通信号，并将第一检测值发送给控制单元；所述控制单元依据所述第一检测值调整所述第一光放大器的放大量来补偿所述光分插复用器的插损；所述第二检测器件检测经过所述第二检测器件的插入信号，并将第二检测值发送给控制单元；所述控制单元依据所述第二检测值调整所述第二光放大器的放大量来补偿所述光分插复用器的插损。

以上实施例，通过控制单元，以及第一检测器件第二检测器件实现了干路和支路的功率均衡，该方案可以实现自动化的功率均衡。

对于实现功率均衡管理的实现方案，若所述光处理组件包含的第一光拆分器件为 1*2 波长选择开关，所述第一光选择器件以及第二光选择器件均为波长阻断器；则所述控制单元还与所述第一光拆分器、所述第一光选择器件以及所述第二光选择器件分别连接。

本是实例中，以上控制单元与所述第一光拆分器、所述第一光选择器件以及所述第二光选择器件构成了可重构的光分插复用器，实现对下载信号，插入

信号的调节。

在实现功率均衡管理的实现方案中，需要使用到检测器件，检测器件实现的功能是检测经过检测器件的光信号，确定经过检测器件的光信号的功率，可选的实现方案也是较多的，本发明实施例给出了其中一种实现方案的举例，如图 8 所示，请一并参阅图 7，具体如下：所述第一检测器件包括：第三耦合器、光探测器；

各器件的连接方式具体如下：所述第三耦合器串接在所述光处理组件与所述第一合波器件的第一输入端之间，第三耦合器的输入端与所述光处理组件连接，所述第三耦合器的两个输出端分别与所述第一合波器件的第一输入端以及所述光探测器连接；所述光探测器与所述控制单元连接；

以下对光信号和检测值的传播方向以及各器件的处理进行详细说明如下：经所述光处理组件的输出端进入所述第三耦合器的穿通信号被分为两部分，分别经所述第三耦合器的两个输出端进入所述第一合波器件的第一输入端或所述光探测器；所述光探测器检测从所述光探测器的输入端进入的穿通信号，并将所述第一检测值发送给控制单元。

以上实施例，通过两个器件就实现了对信号的检测功能，能够在使用较少硬件的前提下实现对信号的检测功能。

可选地，第二扰乱器件是对光信号进行扰乱操作的器件，本发明实施例给出了其中的一种实现方案如下：所述第二扰乱器件为环形振荡器。第二扰乱器件的实现方式还可以采用耦合器件和延时器件实现，如下：对需要扰乱的光信号采用耦合器分成两路或两路以上，

使用延时器件在不同传播方向叠加不同的时延，然后再合路构成一个 M-Z 干涉仪装置，也会达到同频串扰的目的。环形振荡器的构成方案，本发明实施例基于 2*2 耦合器给出了具体的实现方案如下：所述环形振荡器包含至少一个 2*2 耦合器，若有至少两个 2*2 耦合器组成所述环形振荡器，所述至少两个 2*2 耦合器以串联或者并联方式连接，若有至少三个 2*2 耦合器组成所述环形振荡器，所述至少三个 2*2 耦合器以串联、并联或者串并混联方式连接。

作为一个优选的实现方案，所述 2*2 耦合器分光比为 $\frac{3-\sqrt{5}}{2}$ 。

以下实施例将就以上实施例中给出的方案作更详细的说明，在后续实施例

中，涉及到较多的功能器件，各器件功能的介绍如下：

WDM (Wavelength Division Multiplexer ， 波分复用器)：通常至少具有 3 个端口，用于将输入的不同波长的光分开到不同端口输出；或者不同端口输入不同波长的信号光合并后从同一端口输出。也就是说指定端口之间只能有特定波长的光通过。

WSS (Wavelength Selective Switch， 波长选择开关)：是一种多端口波长相关性器件，至少包含 3 个端口，端口之间的波长连通关系可以重构。比如前述实施例中涉及的 1*2 WSS 可以实现从一个端口输入的信号中，通过命令控制部分指定波长从其中一个端口输出，另一部分波长从另一端口输出。反过来，可以把不同端口输入的不同波长的信号合并后从一个端口输出。通常 WSS 商用器件还具有光信号的衰减调节功能和端口输出选择功能。

WB (Wavelength Blocker， 波长阻断器)：是一种两端口可重构器件，可以通过命令控制将通过该部件的特定波长信号阻断。

Coupler (耦合器)：通常至少具有 3 个端口，可以将一束光分成几份从不同端口输出，与波长无关。也可以把不同端口输入的信号光合并后从一个或几个端口输出，输出光会包含各个输入端口输入的波长成分，即：该器件分、合光具有波长无关性。技术上习惯指多输入/输出的波长无关光功率耦合分配器件和小耦合比例的光功率分配器件。

Splitter (分路器)：通常至少具有 3 个端口，一种光功率分配器件，与波长无关，属于 Coupler 的一种可选实现器件。技术领域内习惯指将一束光信号分成几路功率相当或可比的光功率分配器件。

Combiner (合路器/合波器)：将几路信号合并到一起的器件，没有特指波长相关或波长无关，在合路用途中可以看作是 WDM 和 COUPLER、WSS 器件的上位概念。

BBF(Band Block Filter，带阻滤波器)：两端口器件，将特定波带信号阻断，其余信号通过。

BPF (Band Pass Filter，带通滤波器)：两端口器件，使特定波带信号通过，其余信号阻断。

VOA (Variable Optical Attenuator，可变光衰减器)：具有调节衰减量的光

衰减器。

以下将给出五个可选实现方案，具体如下：

方案一：

本实施例技术方案如图 9 所示，OADM BU 装置输入端使用一个分路器 (Splitter) 将输入的干路信号分成两路，在下载信号的一路上使用一个波分复用器 1 (WDM1) 将下载信号和穿通信号分离，其中穿通信号通过一个 2*2 耦合器 (Coupler) 输入端，其中 2*2 耦合器的一个输出端与另一个输入端连接环回构成一个环形振荡器，2*2 耦合器的另一个输出端与下载信号通过波分复用器 2 (WDM2) 合路，并从下载端输出；穿通信号经过带阻滤波器 (BBF)，带阻滤波器将下载信号阻断得到穿通信号，穿通信号经过波分复用器 3 (WDM3) 与 Add 信号合波后输出。在下载信号的一路上 Loading (负载) 信号被带通滤波器 (BPF) 阻断得到 Add 信号，Add 信号通过带通滤波器后与穿通信号经波分复用器 3 (WDM3) 合路后输出。

在本发明实施例中，穿通信号被分路器和波分复用器分出来以后，经过环形振荡器扰乱，得到了扰乱的穿通信号，扰乱的穿通信号与下载信号合波后下载到支路，对于支路而言在物理层上穿通信号已经不透明了，因此在支路上无法复原穿通信号，因此防窃听的能力较好，提高了信息的安全性。

如图 10 所示，无方向性 2*2 耦合器的分光比通常具有对称性，比如从 p1 端口作为输入，p3 输出比例为 x%，那么 p4 输出比例为 1-x%；如果 p2 作为输入，则 p3 输出比例 1-x%，p4 输出比例为 x%。在图 10 所示 p3 和 p4 分别输出比例为 1-R 和 R。

请一并参阅图 9，假设 p1 连接 WDM1，p3 连接 WDM2，p4 环回到 p2 光纤长度远远大于所传输光信号的相干长度 (环回信号与输入信号混合不会产生干涉)，耦合器的附加损耗及环回光纤损耗可以忽略，那么 p3 输出的光功率可以表示为如下公式 (1)：

$$P_{out} = RP_{in}(t) + \sum_{N=1}^{\infty} (1-R)^2 R^{N-1} P_{in}(t - Nt_d) \quad (1)$$

R 为分光比， $P_{in}(t)$ 为 p1 输入功率，N 表示信号在光纤环循环的圈数， t_d 表示环一圈的时延。其中： $t_d = L * n / c$ ，L 为环一圈光纤长度，n 为光纤纤芯群折射率，c 为真空光速。公式 (1) 中右边第一项表示直接耦合输出的信号，

-18-

第二项表示环回方式叠加的带内同频串扰噪声。信号平均输入功率通常是恒定不变的,忽略输入信号中携带的自发辐射噪声,则信噪比可以近似表示为如下公式(2):

$$SNR \approx \frac{R}{\sum_{N=1}^{\infty} (1-R)^2 R^{N-1}} = \frac{R}{(1-R)^2 + R(1-R)^2 + R^2(1-R)^2 + \dots} \quad (2)$$

- 5 如果把输出总功率中经过不同传播方向、循环圈数的信号分解来表示,其所占比例与耦合器分光比的关系如下图 11 所示,直接从 P1 到 P3 耦合输出的信号所占功率比例即等于耦合器分光比;经过耦合器环回一圈的信号所占功率比例规律为 $(1-R)^2$, 并产生时延 t_d ; 环回两圈的信号功率比例规律为 $R(1-R)^2$, 并产生时延 $2*t_d$; 更多圈数功率比例则在前一圈的基础上乘以 R , 时延增加 t_d 。具体请参阅图 11 所示的不同传播方向信号功率比例与耦合器分光比关系示意图。在图 11 中右上到左下的实线为直接耦合输出, 短线段虚线为环回 1 圈输出, 短线段加点的虚线为环回 2 圈输出, 长线段的虚线为环回 3 圈输出, 点的虚线为环回 4 圈输出。
- 10

- 从图 11 来看环回 1 圈输出功率比例与耦合器分光比成相反趋势关系, 即意味着如果耦合器分光比太大时, 环回一圈的信号功率占输出功率的主导地位, 可以被当作主导信号, 不利于扰乱性能。最佳的扰乱性能对应的耦合器分光比在下图直接耦合输出和环回 1 圈输出的交叉点, 即满足 $(1-R)^2 = R$, 求得如下式子(3):
- 15

$$R = \frac{3-\sqrt{5}}{2} \approx 38.2\% \quad (3)$$

- 20 为了使得信号扰乱得更加充分, 可以将两个或两个以上 $2*2$ 耦合器串联或并联组合, 耦合器可以选用不同的分光比组合, 也可结合不同的环回光纤长度, 如图 12A~图 12E 所示。图 12A~图 12C 分别所示为单环环形振荡器、串联的环形振荡器, 并联的环形振荡器, 图 12D 和图 12E 为两种串联与并联混合的环形振荡器, L1~L7 均为光纤。

- 25 在串扰代价方面, 串扰代价与信号调制格式、接收判决方式、串扰信号的相关性及串扰噪声的分布都有关系, 比如在 OOK (On-Off Keying, 二进制启闭键控) 调制格式下, 接收机采用固定判决直流耦合, 功率代价关系如下公式

4:

$$P_p(dB) = -10 \times \log(1 - 4 \times 10^{\gamma_i(dB)/20}) \quad (4)$$

其中, γ_i 为串扰功率比例 (对数格式)。

方案二:

- 5 依据本发明实施例方案, 方案二的装置如图 13 所示 (图 13 所示为一个方向, 相反方向与之完全对称, 不予赘述), OADM BU 装置的输入端使用一个分路器(Splitter)将输入信号分成两路, 在支路上使用一个波分复用器(WDM1)将下载信号和穿通信号分离, 穿通信号通过一个 2*2 耦合器 1(Coupler1)输入端, 其中 Coupler1 的一个输出端与另一个输入端连接环回构成一个环形振荡器, Coupler1 的另一个输出端与下载信号通过波分复用器 2 (WDM2) 合路并
10 从下载端输出; 穿通信号一路中的带阻滤波器(BBF)将下载信号阻断, 然后经过波分复用器 3(WDM3)与 Add (插入) 信号合波后输出。在插入信号一路上 Loading (负载) 信号被带通滤波器 (BPF) 阻断, Add 信号通过带通滤波器后与穿通信号合路后输出; 通常, 在输入侧和 Add 侧输入端还分别使用一个光放大器(OA1, OA2)用于补偿 OADM 所引入的插损, 在带阻滤波器与及带通滤波器与输出合波器之间分别使用了一个耦合器 (Coupler2, Coupler3) 耦合部分功率并与光电探测器 (PD1, PD2) 连接, 用于功率检测和命令接收。光探测器 (PD1, PD2) 和光放 (OA1, OA2) 都与控制单元 (Control Unit) 连接, 光放大器的输出功率可通过光探测器检测信号反馈到控制单元反馈控制, 以实
15 现穿通信号与 Add 信号功率均衡管理能力。

- 信号流: 输入信号经过输入端光放大器(OA1)放大, 然后被分路器为两部分, 一部分连接下载信号一路的波分复用器 1 (WDM1), 并将下载信号和穿通信号分开, 然后穿通信号经过有 2*2 耦合器(Coupler1)连接构成的环形振荡器并输出扰动后的穿通信号, 然后与下载信号通过波分复用器 2 (WDM2) 合波后从下载端口输出; 另一部分信号通过带阻滤波器 (BBF), 并将其中的下
25 载信号阻断, 穿通信号保留并输出, 然后经过耦合器 2(Coupler2)、波分复用器 3 (WDM3) 输出; Add 信号及 Loading 信号从 Add 端口输入, 经过 Add 侧光放大器 (OA2) 放大, 然后经过带通滤波器 (BPF), 带通滤波器将 Loading 信号阻断并将 Add 信号输出, Add 信号经过耦合器 3 (Coupler3)、合波器 3

(WDM3), 并与穿通信号合并从输出端口输出。

本发明实施例方案二的实施方案实现了在支路中对下载信号的透明穿通以及对穿通信号的扰乱后穿通, 使得支路无法正常接收穿通信号, 规避了信息安全风险。并且, 在下载信号输出端保留了穿通信号的功率, 规避了下载信号经中继器放大后信号功率竞争而出现功率过高问题。

方案三:

如图 14 所示, 在原理上、信号传播方向与方案二是相同的。在方案二的基础上, 将下载信号传播方向上的波分复用器替换为 1×2 波长选择开关 (WSS), 将穿通信号传播方向上的带阻滤波器和插入信号传播方向上的带通滤波器替换为波长阻断器 (WB1, WB2), 并且将 WSS、WB1、WB2、OA1、OA2 分别与控制单元连接, 这样构成了一个可重构的 OADM 装置。信号流与方案二相同, 在此不再重复描述。

本发明实施例方案三的实施例能够在支路扰乱穿通信号实现保密特性, 同时满足支路中继器输入功率平衡的要求。

方案四:

方案四的实施例是在方案二的实施例的基础上的一种变异, 如图 15 所示, 采用先分波再分路的方式替代方案二的实施例先分路再分波的方式。即 OADM 的输入侧先经过波分复用器 1 (WDM1) 将下载信号和穿通信号分开, 然后通过分路器 (Splitter) 耦合分出部分穿通信号进行扰乱, 并与下载信号通过波分复用器 2 (WDM2) 合波后从支路输出端输出, 为了平衡扰乱后的信号功率与下载信号功率比例, 通常要在支路中的下载信号增加一个光衰减器 (attenuator) (在方案四的这个实施例中, BBF 是可选的, 因为 Drop 信号全部被 WDM1 下载到支路。若 WDM1 性能较差, 则会有部分 Drop 信号残留在穿通信号中时, 本实施例通过放置 BBF 来消除这些残留的 Drop 信号)。在穿通信号传播方向上可选放置一个带阻滤波器 (BBF) 用于滤除残余的 Drop 信号。WDM3 用于将穿通信号和插入信号合波, 同时将 Loading 信号阻断, 当 WDM3 不能完全隔离插入信号传播方向上的 Loading 信号时, 同样需要在插入信号传播方向上放置一个 BPF 用于把 Loading 信号阻断。光放大器、PD 及所连接耦合器功能与方案二和方案三的实施例相同, 在此不再重复描述。

在本发明实施例方案四的实施例中，信号流与方案二以及方案三的实施例区别在于，方案四的实施例先将 Drop 信号通过 WDM1 分出，然后对穿通信号功率进行扰乱，然后合波后 Drop 输出。而方案二和方案三的实施例是先把总功率分出一部分，再把不同波长成分的光分开，穿通波长扰乱，然后合波 Drop 输出。在本发明实施例中，穿通信号被分路器和波分复用器分出来以后，经过环形振荡器扰乱，得到了扰乱的穿通信号，扰乱的穿通信号与下载信号合波后下载到支路，对于支路而言在物理层上穿通信号已经不透明了，因此在支路上无法复原穿通信号，因此防窃听的能力较好，提高了信息的安全性。

方案五：

方案五的实施例是在方案四的实施例的基础上的一种变异，如图 16 所示，在方案五的实施例中，OADM 装置输入端使用一个 1*2 波长选择开关(WSS 1)将输入信号中的 Drop 信号和穿通信号分开，然后穿通信号经过一个分路器耦合部分穿通并经过一个 2*2 耦合器 1 (Coupler 1) 构成的环形振荡器，然后输出并与 Drop 信号通过耦合器 2 (Coupler 2) 合波，然后从 Drop 端口输出；分路器分出的另一路穿通信号与另一个 1*2 WSS (WSS 2) 连接；在插入信号传播方向上 Loading 信号和 Add 信号输入到另一个 WSS (WSS 2) 的另一个输入端，WSS2 选择 Add 信号及另一端口输入的穿通信号合波后输出到输出端。通常为了补偿 OADM 装置的损耗，在输入端和 Add 端口还需分别插入一个光放大器 (OA1, OA2)。另外还有一个控制装置连接到两个 WSS 和两个光放大器，用于控制 WSS 的波长选择状态、信号衰减以及光放大器的输出功率。在本发明实施例中，穿通信号被分路器和波长选择开关分出来以后，经过环形振荡器扰乱，得到了扰乱的穿通信号，扰乱的穿通信号与下载信号合波后下载到支路，对于支路而言在物理层上穿通信号已经不透明了，因此在支路上无法复原穿通信号，因此防窃听的能力较好，提高了信息的安全性。

本发明实施例还提供了另一种光分插复用器，如图 17 所示，请一并参阅图 3，所述光处理组件还包括第四输出端（光处理组件中编号为 4 的输出端）；所述第一合波器件还包括第三输入端（编号为 3 的圆）；所述光分插复用器还包括：第一扰乱器件；

所述光处理组件的第四输出端连接所述第一扰乱器件的输入端，第一扰乱

器件的输出端连接所述第一合波器件的第三输入端;

所述光处理组件还将进入光处理组件的干路信号中的下载信号处理为第一下载信号,所述第一下载信号所述下载信号相同,所述第一下载信号经所述光处理组件的第四输出端进入所述第一扰乱器件,所述第一扰乱器件将进入所述第一扰乱器件的第一下载信号进行扰乱得到扰乱的第一下载信号,扰乱的第一下载信号经所述第一扰乱器件的输出端进入所述第一合波器件的第三输入端;

所述第一合波器件还将从所述第一合波器件的第一输入端和所述第一合波器件的第三输入端与所述第一合波器件的输出端连接;进入所述第一合波器件的第一输入端的穿通信号以及进入所述光开关组件的第三输入端的扰乱的下载信号从所述第一合波器件的输出端输出。

上述第一扰乱器件可以采用和第二扰乱器件完全相同的结构,也即:第一扰乱器件也可以采用环形振荡器来实现对光信号的扰乱功能。

本实施方案不仅支持在下载信号传播方向对下载信号的透明穿通及对穿通信号的扰乱后穿通,还支持穿通信号传播方向对穿通信号的透明穿通及对 Drop 信号的扰乱,解决了 OADM 海缆系统故障场景输入功率平衡问题以支撑系统实现了故障容灾功能,同时有效规避了信息安全风险。

基于图 17 所示的结构,本发明实施例还提供了所述光处理组件的另一种可选实现方案,如图 18 所示,具体如下:所述光处理组件包括:第三光拆分器件、第四耦合器、第五耦合器;

所述第三光拆分器件的输入端为干路输入端,所述第三光拆分器件包含两个输出端,所述第三光拆分器件的第一输出端与所述第四耦合器的输入端连接,所述第三光拆分器件的第二输出端与所述第五耦合器的输入端连接;所述第四耦合器包含第一输出端和第二输出端,所述第五耦合器包含有第一输出端和第二输出端;所述第四耦合器的第一输出端作为所述光处理组件的第三输出端与所述第一合波器件的第一输入端连接、所述第四耦合器的第二输出端作为所述光处理组件的第二输出端与所述第二扰乱器件的输入端连接,所述第五耦合器的第一输出端作为所述光处理组件的第四输出端与所述第一扰乱器件连接,所述第五耦合器的第二输出端作为所述光处理组件的第一输出端与所述第

二合波器件的第一输入端连接;所述第一扰乱器的输出端与所述光开关组件的第三输入端连接;

包含穿所述通信号和所述下载信号的干路信号从所述第三光拆分器件的输入端进入,所述第三光拆分器件将干路信号拆分为所述穿通信号和所述下载信号,所述穿通信号经所述第三光拆分器件的第一输出端进入所述第四耦合器的输入端,所述下载信号经所述第三光拆分器件的第二输出端进入所述第五耦合器的输入端;所述第四耦合器将进入所述第四耦合器的输入端的穿通信号处理为第一穿通信号和第二穿通信号,所述第一穿通信号和第二穿通信号与所述穿通信号相同,所述第一穿通信号经所述第四耦合器的第一输出端进入所述第一合波器件的第一输入端,所述第二穿通信号经所述第四耦合器的第二输出端进入所述第二扰乱器件的输入端;所述第五耦合器将进入所述第五耦合器的输入端的下载信号处理为第一下载信号和第二下载信号,所述第一下载信号和第二下载信号与所述下载信号相同,所述第一下载信号经所述第五耦合器的第一输出端进入所述第一扰乱器件的输入端,所述第二下载信号经所述第五耦合器的第二输出端进入所述第二合波器件的第一输入端。

以上实施例方案,首先将干路信号处理为两路的干路信号,然后分别进行拆分处理,得到两个下载信号和两个穿通信号,仅需三个器件就可以完成光处理组件的功能。

进一步地,请参阅图 19 所示,支路信号包含负载信号和插入信号,所述分插复用光分支器还包括:第四光拆分器件;

各器件的连接关系如下:所述第一合波器件还包括第四输入端;所述第四光拆分器件的第一输出端与所述第一合波器件的第四输入端连接,所述第四光拆分器件的第二输出端与所述第一合波器件的第二输入端连接;

光信号的传播方向如下:包含负载信号和插入信号的支路信号从所述第四光拆分器件的输入端进入,所述第四光拆分器件将进入所述第四光拆分器件的支路信号拆分为所述负载信号和所述插入信号,所述负载信号经所述第四光拆分器件的第一输出端进入所述光开关组件的第四输入端,所述插入信号经所述第四光拆分器件的第二输出端进入所述光开关组件的第二输入端;

所述第一合波器件还将第二输入端和第四输入端与所述第一合波器件的

输出端连接,进入所述第一合波器件的第四输入端的负载信号以及进入所述第一合波器件的第四输入端的插入信号从所述第一合波器件的输出端输出。

本实施方案不仅支持在下载信号传播方向对下载信号的透明穿通及对穿通信号的扰乱后穿通,还支持穿通信号传播方向对穿通信号的透明穿通及对 Drop 信号的扰乱,并可以根据需要选择组合接收穿通信号与 Loading 信号以及扰乱后的 Drop 信号与 Add 信号,解决了 OADM 海缆系统故障场景和支路未完成建设场景中继电器输入功率平衡问题以支撑系统实现了故障容灾功能,同时有效规避了信息安全风险。

基于前述实施例的方案,本发明实施例提供了第一合波器件采用光开关组件与第一子合波器件来实现的方案,请参阅图 20,具体如下:所述光分插复用器,包括:

第三光拆分器件、第四光拆分器件、第四耦合器、第五耦合器、第一扰乱器件、第二扰乱器件、光开关组件、第二合波器件以及第一子合波器件;

各器件的连接方式具体如下:所述第三光拆分器件的输入端为干路输入端,所述第三光拆分器件包含两个输出端,所述第三光拆分器件的第一输出端与所述第四耦合器的输入端连接,所述第三光拆分器件的第二输出端与所述第五耦合器的输入端连接;所述第四耦合器包含第一输出端和第二输出端,所述第五耦合器包含有第一输出端和第二输出端;所述第四耦合器的第一输出端与所述光开关组件的第一输入端连接、所述第四耦合器的第二输出端与所述第二扰乱器件的输入端连接,所述第五耦合器的第一输出端与所述第一扰乱器件连接,所述第五耦合器的第二输出端与所述第一子合波器件的输入端连接,所述第一子合波器件的输出端为支路输出端;所述第一扰乱器的输出端与所述光开关组件的第三输入端连接,所述第二扰乱器件的输出端与所述第一子合波器件的输入端连接;所述第四光拆分器件的输入端为支路输入端,所述第四光拆分器件包含两个输出端,所述第四光拆分器件的第一输出端连接所述光开关组件的第四输入端、所述第四光拆分器件的第二输出端连接所述光开关组件的第二输入端;所述光开关组件包含两个输出端,所述光开关组件的第一输出端(图 20 中标注 5 所示圆圈位置)和所述光开关组件的第二输出端(图 20 中标注 6 所示圆圈位置)分别与所述第二合波器件的第一输入端和第二输入端连接;所

述第一子合波器件的输出端为干路输出端;

以下对光信号的传播方向以及各器件的处理进行详细说明如下: 包含穿所述通信号和所述下载信号的干路信号从所述第三光拆分器件的输入端进入, 所述第三光拆分器件将干路信号拆分为所述穿通信号和所述下载信号, 所述穿通信号经所述第三光拆分器件的第一输出端进入所述第四耦合器的输入端, 所述下载信号经所述第三光拆分器件的第二输出端进入所述第五耦合器的输入端; 所述第四耦合器将进入所述第四耦合器的输入端的穿通信号处理为第一穿通信号和第二穿通信号, 所述第一穿通信号和第二穿通信号与所述穿通信号相同, 所述第一穿通信号经所述第四耦合器的第一输出端进入所述光开关组件的第一输入端, 所述第二穿通信号经所述第四耦合器的第二输出端进入所述第二扰乱器件的输入端; 所述第二扰乱器件将进入所述第二扰乱器件的输入端的穿通信号扰乱得到扰乱的穿通信号, 扰乱的穿通信号经所述第二扰乱器件的输出端进入所述第一子合波器件的输入端; 所述第五耦合器将进入所述第五耦合器的输入端的下载信号处理为第一下载信号和第二下载信号, 所述第一下载信号和第二下载信号与所述下载信号相同, 所述第一下载信号经所述第五耦合器件的第一输出端进入所述第一扰乱器件的输入端, 所述第一扰乱器件将进入所述第一扰乱器件的输入端的下载信号进行扰乱, 得到扰乱的下载信号, 扰乱的下载信号经所述第一扰乱器件的输出端进入所述光开关组件的第三输入端, 所述第二下载信号经所述第五耦合器的第二输出端进入所述第一子合波器件的输入端; 所述第一子合波器件的将进入所述第一子合波器件的下载信号以及扰乱的穿通信号合波后输出;

包含负载信号和插入信号的支路信号从所述第四光拆分器件的输入端进入, 所述第四光拆分器件将进入所述第四光拆分器件的支路信号拆分为所述负载信号和所述插入信号, 所述负载信号经所述第四光拆分器件的第一输出端进入所述光开关组件的第四输入端, 所述插入信号经所述第四光拆分器件的第二输出端进入所述光开关组件的第二输入端;

所述光开关组件有三种状态, 第一种状态下, 所述光开关组件的第一输入端与所述光开关组件的第一输出端连接, 所述光开关组件的第三输入端与所述光开关组件的第二输出端连接, 进入所述光开关组件的第一输入端的穿通信号

从所述光开关组件的第一输出端输出,进入所述光开关组件的第三输入端的扰
乱的下联信号从所述光开关组件的第二输出端输出;第二种状态下,所述光开
关组件的第二输入端与所述光开关组件的第二输出端连接,所述光开关组件的
第四输入端与所述光开关组件的第一输出端连接,进入所述光开关组件的第四
5 输入端的负载信号从所述光开关组件的第一输出端输出,进入所述光开关组件
的第二输入端的插入信号从所述光开关组件的第二输出端输出;第三种状态
下,所述光开关组件的第一输入端与所述光开关组件的第一输出端连接,所述
光开关组件的第二输入端与所述光开关组件的第二输出端连接,进入所述光开
关组件的第一输入端的穿通信号从所述光开关组件的第一输出端连接,进入所
10 述光开关组件的第二输入端的插入信号从所述光开关组件的第二输出端输出。

所述第一子合波器件将经所述光开关组件进入所述第一子合波器件的穿
通信号和扰乱的下联信号合波后输出,或者所述第一子合波器件将经所述光开
关组件进入所述第一子合波器件的负载信号和插入信号合波后输出,或者所述
第一子合波器件将经所述光开关组件进入所述第一子合波器件的穿通信号和
15 插入信号合波后输出。

在本发明实施例中,穿通信号被光处理组件分出来以后,经过扰乱器件扰
乱,得到了扰乱的穿通信号,扰乱的穿通信号与下载信号合波后下载到支路,
对于支路而言在物理层上穿通信号已经不透明了,因此在支路上无法复原穿通
信号,因此防窃听的能力较好,提高了信息的安全性。另外,光开关组件的两
20 种状态可以实现对信号的控制,实现干路和支路的容灾。

可选地,所述第三光拆分器件、第四光拆分器件为波分复用器或者 1×2
波长选择开关;所述第二光拆分器件为波分复用器或者 1×2 波长选择开关;所
述第一光选择器件为带阻滤波器或者波长阻断器。

可选地,上述第一合波器件如果有三个输入端,可以直接采用一个 1×3
25 波长选择开关实现,若包含四个输入端还可以直接采用 1×4 波长选择开关。若
有四个输入端,也可以是分立的 1×2 光开关和波分复用器或耦合器构成,如果
是分立的两个 1×2 波长选择开关那么可以具体如下:所述光开关组件包含第一
 1×2 光开关和第二 1×2 光开关;所述第一 1×2 光开关的第一输入端和第二输入
端分别作为所述光开关组件的第一输入端和第二输入端,所述第二 1×2 光开关

的第一输入端和第二输入端分别作为所述光开关组件的第三输入端和第四输入端；所述第一 1*2 光开关的输出端与所述第二 1*2 光开关的输出端共同作为所述光开关组件的输出端。对于该方案在后续图 21 对应的实施例举例说明中将给出更详细的说明，第一 1*2 光开关和第二 1*2 光开关在图 21 中分别与 Switch 1（光开关 1）和 Switch 2（光开关 2）对应。

可选地，扰乱器件是对光信号进行扰乱操作的器件，本发明实施例给出了其中的一种实现方案如下：所述扰乱器件为环形振荡器。

环形振荡器的构成方案，本发明实施例基于 2*2 耦合器给出了具体的实现方案如下：所述环形振荡器包含至少一个 2*2 耦合器，若有至少两个 2*2 耦合器组成所述环形振荡器，所述至少两个 2*2 耦合器以串联或者并联方式连接，若有至少三个 2*2 耦合器组成所述环形振荡器，所述至少三个 2*2 耦合器以串联、并联或者串并混联方式连接。

作为一个优选的实现方案，所述 2*2 耦合器分光比为 $\frac{3-\sqrt{5}}{2}$ 。

可选地，所述分插复用光分支器，还可以包括：第二带阻滤波器或者第二波长阻断器，以及，第三带阻滤波器或者第三波长阻断器；

所述第二带阻滤波器或者第二波长阻断器串接于所述第三光拆分器件与所述第四耦合器之间，用于阻断经过所述第二带阻滤波器或者第二波长阻断器的穿通信号中的下载信号；

所述第三带阻滤波器或者第三波长阻断器串接于所述第三光拆分器件与所述第五耦合器之间，用于阻断经过所述第三带阻滤波器或者第三波长阻断器的下载信号中的穿通信号。采用带阻滤波器或者波长阻断器进行波长的过滤在前面实施例中已经有说明，在此本实施例不再赘述。

以下实施例，将就以上图 20 所示实施例进行更详细的举例说明，在本实施例的举例中，第三光拆分器件为 WDM1，第四光拆分器件为 WDM4，第四耦合器为 Splirrer1、第五耦合器为 Splirrer2、第一扰乱器件为 Coupler 1、第二扰乱器件为 Coupler 2、光开关组件采用两个光开关实现、第二合波器件为 WDM3 以及第一子合波器件为 WDM2。具体如下：

通常对于 OADM BU 装置，除了防窃听功能需求外，还需要 OADM BU 提供故障容灾或者故障隔离功能，也就是说当 OADM 某一侧的干路或支路出

现故障时,应当通过适当的措施来保证非故障相关端站之间的信号可以正常传输。海缆系统中光中继器工作在恒定输出功率模式下,当 OADM 某一侧的干路或支路出现故障时,意味着干路输入或者上波信号丢失,这样会导致剩余信号分享光中继器的总输出功率,结果导致剩余信号功率过高,可能会因在光纤中传输积累的非线性代价增加或者接收机功率过载导致信号传输中断。目前采用掺铒光纤放大器(Erbium-doped Optical Fiber Amplifier, EDFA)的自发辐射补偿损失的信号功率,然而通常 EDFA 的自发辐射很难完全补偿损失的信号功率,而且光谱分布也会不一样,仍然会对正常端站之间传输的信号质量造成影响。如下实施例将提供一种兼顾防窃听和 OADM 系统故障容灾的 OADM 装置。

5

10

15

20

如图 21 所示, OADM BU 装置输入端使用一个波分复用器(WDM1)将输入信号中的 Drop 信号和穿通信号分开,然后分别经过一个分路器(Splitter1、Splitter2)将 Drop 信号和穿通信号各分成两路。其中一路穿通信号经过一个 2*2 耦合器(Coupler2)构成的环形振荡器,然后输出并与其中一路 Drop 信号通过波分复用器(WDM2)合波,然后从 Drop 端口输出;另一路穿通信号连接到一个 1*2 光开关(Switch1)的其中一个输入端;另一路 Drop 信号经过另一个 2*2 耦合器(Coupler 1)构成的环形振荡器,扰乱输出的 Drop 信号连接到另一个 1*2 光开关(Switch 2)的其中一个输入端,两个 1*2 光开关的输出端通过一个波分复用器(WDM3)合波后连接至输出端;在插入信号传播方向上 Loading 信号和 Add 信号通过一个波分复用器(WDM4)分开,并分别连接到两个 1*2 光开关(Switch1、Switch2)的另一输入端,在波分复用器(WDM4)之前可选增加一个可变光衰减器(VOA)用于管理 Add 信号和穿通信号的功率均衡。

25

当 OADM 处于正常运行场景下(图 21), OADM 的输入端输入信号和 Add 端输入信号均正常存在,控制光开关 1(Switch 1)使得穿通信号与其输出端口连接,控制光开关 2(Switch 2)使得上传信号与其输出端口连接,然后穿通信号和 Add 信号然后通过波分复用器(WDM3)合波后输出。

当 OADM 处于干路故障场景下(图 22, 画叉方向故障), OADM 的干路输入信号丢失, Add 端输入信号均正常存在,此时控制光开关 1(Switch 1)连接 Loading 光信号的输入端与输出端口连接,光开关 2 状态不变,支路信号

输入端的 Loading 信号和 Add 信号分别被两个光开关选择接收并通过波分复用器 (WDM4) 合波后输出。这样填补了丢失的穿通信号, 使得 Add 信号所占功率比例保持稳定, 支路端站与干路非故障侧端站之间可以维持正常通信。

当 OADM 处于支路故障场景下, 或者预留 OADM 支路场景下 (海缆系统工程投资巨大, 有些项目选择一期建设干路, 二期建设支路, 这种情况下支路未完成建设之前, OADM 设备 Add 端没有信号输入。) 请参阅图 23 所示, 画叉方向故障, 此时 OADM 的干路输入信号正常, Add 端输入信号丢失或不存
5 在, 控制光开关 1(Switch 1)使得穿通信号与其输出端口连接, 控制光开关 2(Switch 2)使得扰乱后的下载信号与其输出端口连接, 然后穿通信号和扰乱后的
10 下载信号然后通过波分复用器(WDM3)合波后输出。这样填补了丢失或缺席的 Add 信号, 使得穿通信号所占总功率比例稳定, OADM 两侧干路端站之间可以维持正常通信。

本实施方案不仅支持在下载信号传播方向对下载信号的透明穿通及对穿通信号的扰乱后穿通, 还支持穿通信号传播方向对穿通信号的透明穿通及对
15 Drop 信号的扰乱, 并可以根据需要选择组合接收穿通信号与 Loading 信号以及扰乱后的 Drop 信号与 Add 信号, 解决了 OADM 海缆系统故障场景和支路未完成建设场景中继电器输入功率平衡问题以支撑系统实现了故障容灾功能, 同时有效规避了信息安全风险。

本发明实施例还提供了一种分支器, 如图 24 所示, 上述分支器 2400 包含
20 有分插复用器 2401; 本发明实施例中的分支器 2400 包含的光分插复用器 2401 是本发明实施例提供的任意一项的光分插复用器 2401。光分插复用器 2401 的数量可以有一个, 通常可以有两个, 其具体的数量本发明实施例不予限定。可以参考图 1 中分支器 2400 集成有两个 OADM 的示例, OADM 的结构可以参考前述关于 OADM 的实施例说明。

25 另外, 本领域普通技术人员可以理解实现上述各方法实施例中的全部或部分步骤是可以通程序来指令相关的硬件完成, 相应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。

以上仅为本发明较佳的具体实施方式, 但本发明的保护范围并不局限于此, 任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明实施例揭露的技术范围内, 可轻

—30—

易想到的变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

权 利 要 求

1、一种光分插复用器，其特征在于，包括：

光处理组件、第一合波器件、第二合波器件、第二扰乱器件；

所述光处理组件包括输入端、第一输出端、第二输出端和第三输出端；所述
5 所述第一合波器件包括第一输入端、第二输入端和输出端，所述第二合波器件包括第一输入端、第二输入端和输出端；

所述光处理组件的第一输出端连接所述第一合波器件的第一输入端，所述
光处理组件的第二输出端连接所述第二扰乱器件的输入端；所述第二扰乱器件
的输出端连接所述第二合波器件的第二输入端；所述光处理组件的第三输出端
10 连接所述第一合波器件的第一输入端；

包含穿通信号和下载信号的干路信号从所述光处理组件的输入端进入，所述
光处理组件将干路信号处理为第二下载信号、第一穿通信号以及第二穿通信号，
所述第一穿通信号和所述第二穿通信号与所述穿通信号相同，所述第二下载
信号与所述下载信号相同；所述第二下载信号经所述光处理组件的第一输出
15 端口进入所述第二合波器件的第一输入端；所述第一穿通信号经所述光处理组
件的第二输出端口进入所述第二扰乱器件的输入端，所述第二扰乱器器件对进
入所述第二扰乱器件输入端的所述第一穿通信号进行扰乱，得到扰乱的穿通信号，
所述扰乱的穿通信号经所述第二扰乱器件的输出端进入所述第二合波器件的
第二输入端；所述第二合波器件将进入所述第二合波器件的第一输入端的第
20 二下载信号和进入所述第二合波器件的第二输入端的扰乱的穿通信号合波后
输出；所述第二穿通信号经所述光处理组件的第三输出端口进入所述第一合波
器件的第一输入端，所述第一合波器件将进入所述第一合波器件的第一输入端
的穿通信号以及来自所述光分插复用器的支路上传端口并进入所述第一合波
器件的第二输入端的插入信号合波后输出。

25 2、根据权利要求 1 所述光分插复用器，其特征在于，所述光处理组件包括：

第一耦合器、第一光拆分器件、第一光选择器件；

所述第一耦合器的输入端作为所述光处理组件的输入端，所述第一耦合器
的第一输出端、第二输出端分别连接所述第一光拆分器件的输入端和所述第一

光选择器件的输入端;所述第一光拆分器件的第一输出端为所述光处理组件的第一输出端,所述第一光拆分器件的第二输出端为所述光处理组件的第二输出端;所述第一光选择器件的输出端为所述光处理组件的第三输出端;

5 包含所述穿通信号和所述下载信号的干路信号从所述第一耦合器的输入端进入,所述第一耦合器将所述干路信号分为第一干路信号和第二干路信号,所述第一干路信号和第二干路信号与所述干路信号相同;所述第一干路信号经所述第一耦合器的第一输出端进入所述第一光拆分器件的输入端;所述第一光拆分器件将进入所述第一光拆分器件的输入端的第一干路信号分为所述第二下载信号和所述穿通信号,所述第二下载信号和所述下载信号相同,所述第二下载信号从所述第一光拆分器件的第一输出端输出,所述穿通信号从所述第一光拆分器件的第二输出端输出;所述第二干路信号经所述第一耦合器的输出端进入所述第一光选择器件的输入端,所述第一光选择器件阻断干路信号中的第二下载信号得到穿通信号,得到的穿通信号在所述第一光选择器件的输出端输出。

15 3、根据权利要求1所述光分插复用器,其特征在于,所述光处理组件包括:

第二耦合器、第二光拆分器件;

20 所述第二光拆分器件的输入端作为所述光处理组件的输入端,所述第二光拆分器件的第一输出端作为所述光处理组件的第一输出端,所述第二光拆分器件的第二输出端连接所述第二耦合器的输入端;所述第二耦合器的第一输出端作为所述光处理组件的第二输出端,所述第二耦合器的第二输出端作为所述光处理组件的第三输出端;

25 包含穿所述通信号和所述下载信号的干路信号从所述第二光拆分器件的输入端进入,所述第二波分复用将进入所述第二光拆分器件的输入端的干路信号分为所述第二下载信号和所述穿通信号,所述第二下载信号从所述第二光拆分器件的第一输出端输出,所述穿通信号经所述第二光拆分器件的第二输出端进入所述第二耦合器的输入端,所述第二耦合器将进入所述第二耦合器的穿通信号处理为第一穿通信号和第二穿通信号,所述第一穿通信号和所述第二穿通信号与所述穿通信号相同,所述第一穿通信号从所述第二耦合器的第一输出端

口输出, 所述第二穿通信号从所述第二耦合器的第二输出端口输出。

4、根据权利要求 3 所述光分插复用器, 其特征在于, 所述光处理组件还包括: 光衰减器;

所述光衰减器的输入端连接所述第二光拆分器件的第一输出端, 所述光衰减器的输出端作为所述光处理组件的第一输出端。

5、根据权利要求 1 所述光分插复用器, 其特征在于, 所述光处理组件还包括第四输出端; 所述第一合波器件还包括第三输入端; 所述光分插复用器还包括: 第一扰乱器件;

所述光处理组件的第四输出端连接所述第一扰乱器件的输入端, 第一扰乱器件的输出端连接所述第一合波器件的第三输入端;

所述光处理组件还将进入所述光处理组件的干路信号中的下载信号处理为第一下载信号, 所述第一下载信号所述下载信号相同, 所述第一下载信号经所述光处理组件的第四输出端进入所述第一扰乱器件, 所述第一扰乱器件将进入所述第一扰乱器件的第一下载信号进行扰乱得到扰乱的第一下载信号, 扰乱的第一下载信号经所述第一扰乱器件的输出端进入所述第一合波器件的第三输入端;

所述第一合波器件还将从所述第一合波器件的第一输入端和所述第一合波器件的第三输入端与所述第一合波器件的输出端连接; 进入所述第一合波器件的第一输入端的穿通信号以及进入所述光开关组件的第三输入端的扰乱的下载信号从所述第一合波器件的输出端输出。

6、根据权利要求 5 所述分插复用光分支器, 其特征在于, 所述光处理组件包括: 第三光拆分器件、第四耦合器、第五耦合器;

所述第三光拆分器件的输入端为干路输入端, 所述第三光拆分器件包含两个输出端, 所述第三光拆分器件的第一输出端与所述第四耦合器的输入端连接, 所述第三光拆分器件的第二输出端与所述第五耦合器的输入端连接; 所述第四耦合器包含第一输出端和第二输出端, 所述第五耦合器包含有第一输出端和第二输出端; 所述第四耦合器的第一输出端作为所述光处理组件的第三输出端与所述第一合波器件的第一输入端连接、所述第四耦合器的第二输出端作为所述光处理组件的第二输出端与所述第二扰乱器件的输入端连接, 所述第五耦

合器的第一输出端作为所述光处理组件的第四输出端与所述第一扰乱器件连接,所述第五耦合器的第二输出端作为所述光处理组件的第一输出端与所述第二合波器件的第一输入端连接,所述第一合波器件的输出端为干路输出端;所述第一扰乱器的输出端与所述光开关组件的第三输入端连接;

- 5 包含穿通信号和下载信号的干路信号从所述第三光拆分器件的输入端进入,所述第三光拆分器件将干路信号拆分为所述穿通信号和所述下载信号,所述穿通信号经所述第三光拆分器件的第一输出端进入所述第四耦合器的输入端,所述下载信号经所述第三光拆分器件的第二输出端进入所述第五耦合器的输入端;所述第四耦合器将进入所述第四耦合器的输入端的穿通信号处理为第一穿通信号和第二穿通信号,所述第一穿通信号和第二穿通信号与所述穿通信号相同,所述第一穿通信号经所述第四耦合器的第一输出端进入所述第一合波器件的第一输入端,所述第二穿通信号经所述第四耦合器的第二输出端进入所述第二扰乱器件的输入端;所述第五耦合器将进入所述第五耦合器的输入端的下载信号处理为第一下载信号和第二下载信号,所述第一下载信号和第二下载信号与
10 所述下载信号相同,所述第一下载信号经所述第五耦合器的第一输出端进入所述第一扰乱器件的输入端,所述第二下载信号经所述第五耦合器的第二输出端进入所述第二合波器件的第一输入端。

- 7、根据权利要求 5 所述分插复用光分支器,其特征在于,支路信号包含负载信号和插入信号,所述分插复用光分支器还包括:第四光拆分器件;所述
20 第一合波器件还包括第四输入端;

所述第四光拆分器件的第一输出端与所述第一合波器件的第四输入端连接,所述第四光拆分器件的第二输出端与所述第一合波器件的第二输入端连接;

- 包含负载信号和插入信号的支路信号从所述第四光拆分器件的输入端进入,所述第四光拆分器件将进入所述第四光拆分器件的支路信号拆分为所述负载信号和所述插入信号,所述负载信号经所述第四光拆分器件的第一输出端进入所述光开关组件的第四输入端,所述插入信号经所述第四光拆分器件的第二输出端进入所述光开关组件的第二输入端;
- 25

所述第一合波器件还将第二输入端和第四输入端与所述第一合波器件的

输出端连接,进入所述第一合波器件的第四输入端的负载信号以及进入所述第一合波器件的第四输入端的插入信号从所述第一合波器件的输出端输出。

8、根据权利要求2至7任意一项所述分插复用光分支器,其特征在于,还包括:第一带阻滤波器或者第一波长阻断器;

5 所述第一带阻滤波器或者第一波长阻断器串接于所述光处理组件与所述第一合波器件的第一输入端之间,用于阻断经过所述第一带阻滤波器或者第一波长阻断器的穿通信号中的下载信号。

9、根据权利要求2至7任意一项所述光分插复用器,其特征在于,

10 所述第一光拆分器件为波分复用器或者1*2波长选择开关;所述第二光拆分器件为波分复用器或者1*2波长选择开关;所述第一光选择器件为带阻滤波器或者波长阻断器。

10、根据权利要求9所述光分插复用器,其特征在于,还包括:第一光放大器、第二光放大器、第二光选择器件、控制单元、第一检测器件、第二检测器件;

15 所述第一光放大器串接在所述光处理组件的输入端前,所述第一光放大器的输出端连接所述光处理组件;所述第二光放大器的输出端连接所述第二光选择器件的输入端,所述第二光选择器件的输出端连接所述第二检测器件的输入端,所述第二检测器件的输出端连接所述第一合波器件的第二输入端;

20 干路信号从所述第一光放大器的输入端进入所述第一光放大器,经所述第一光放大器的输出端进入所述光处理组件的输入端;包含负载信号和插入信号的支路信号从所述第二光放大器的输入端进入所述第二光放大器,经所述第二光放大器的输出端,进入所述第二光选择器件的输入端,所述第二光选择器件的输入端将从所述第二光选择器件的输入端进入的支路信号的负载信号阻断得到插入信号,得到的插入信号经所述第二光选择器件的输出端进入所述第一合波器件的第二输入端;

25 所述第一检测器件检测经过所述第一检测器件的穿通信号,并将第一检测值发送给控制单元;所述控制单元依据所述第一检测值调整所述第一光放大器的放大量来补偿所述光分插复用器的插损;所述第二检测器件检测经过所述第二检测器件的插入信号,并将第二检测值发送给控制单元;所述控制单元依据

所述第二检测值调整所述第二光放大器的放大量来补偿所述光分插复用器的插损。

11、根据权利要求 10 所述光分插复用器，其特征在于，所述第一光拆分器件为 1*2 波长选择开关，所述第一光选择器件以及第二光选择器件均为波长
5 阻断器；

所述控制单元还与所述第一光拆分器、所述第一光选择器件以及所述第二光选择器件分别连接。

12、根据权利要求 10 所述光分插复用器，其特征在于，所述第一检测器件包括：第三耦合器、光探测器；

10 所述第三耦合器串接在所述光处理组件与所述第一合波器件的第一输入端之间，第三耦合器的输入端与所述光处理组件连接，所述第三耦合器的两个输出端分别与所述第一合波器件的第一输入端以及所述光探测器连接；所述光探测器与所述控制单元连接；

15 经所述光处理组件的输出端进入所述第三耦合器的穿通信号被分为两部分，分别经所述第三耦合器的两个输出端进入所述第一合波器件的第一输入端或所述光探测器；所述光探测器检测从所述光探测器的输入端进入的穿通信号，并将所述第一检测值发送给控制单元。

13、根据权利要求 1 至 7 任意一项所述光分插复用器，其特征在于，所述
20 所述第一扰乱器件或第二扰乱器件为环形振荡器。

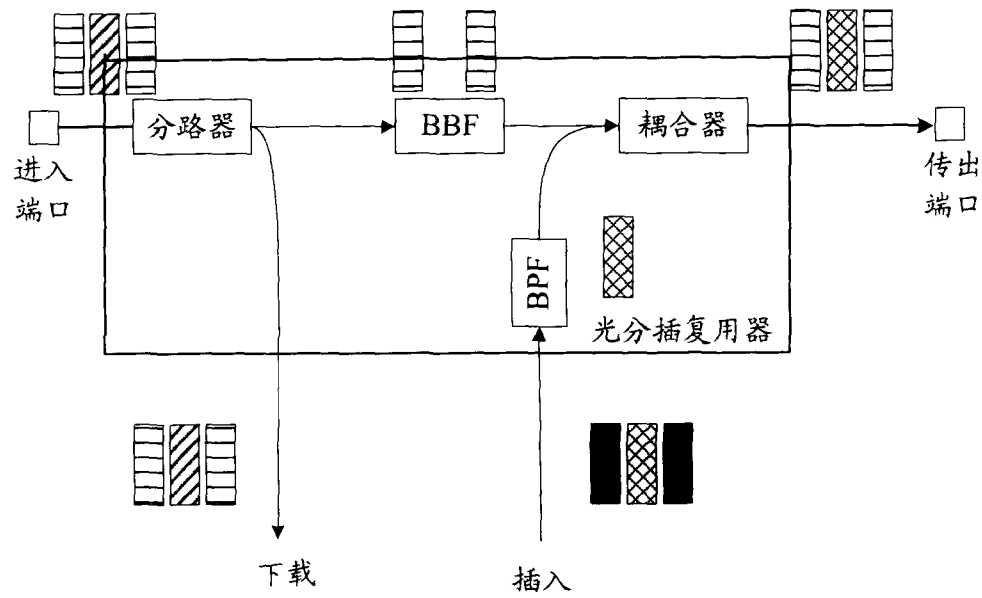
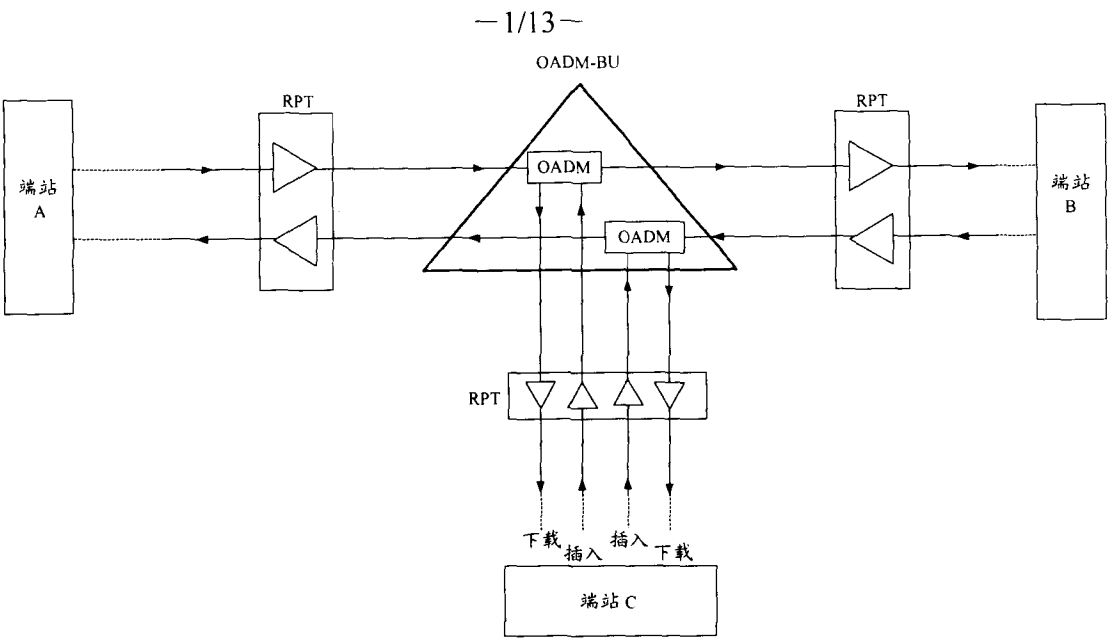
14、根据权利要求 13 所述光分插复用器，其特征在于，

所述环形振荡器包含至少一个 2*2 耦合器，若有至少两个 2*2 耦合器组成所述环形振荡器，所述至少两个 2*2 耦合器以串联或者并联方式连接，若有至少三个 2*2 耦合器组成所述环形振荡器，所述至少三个 2*2 耦合器以串联、并
25 联或者串并混联方式连接。

15、根据权利要求 14 所述光分插复用器，其特征在于，

所述 2*2 耦合器分光比为 $\frac{3-\sqrt{5}}{2}$ 。

16、一种分支器，所述分支器包含光分插复用器；其特征在于，所述光分插复用器为权利要求 1~15 任意一项所述的光分插复用器。



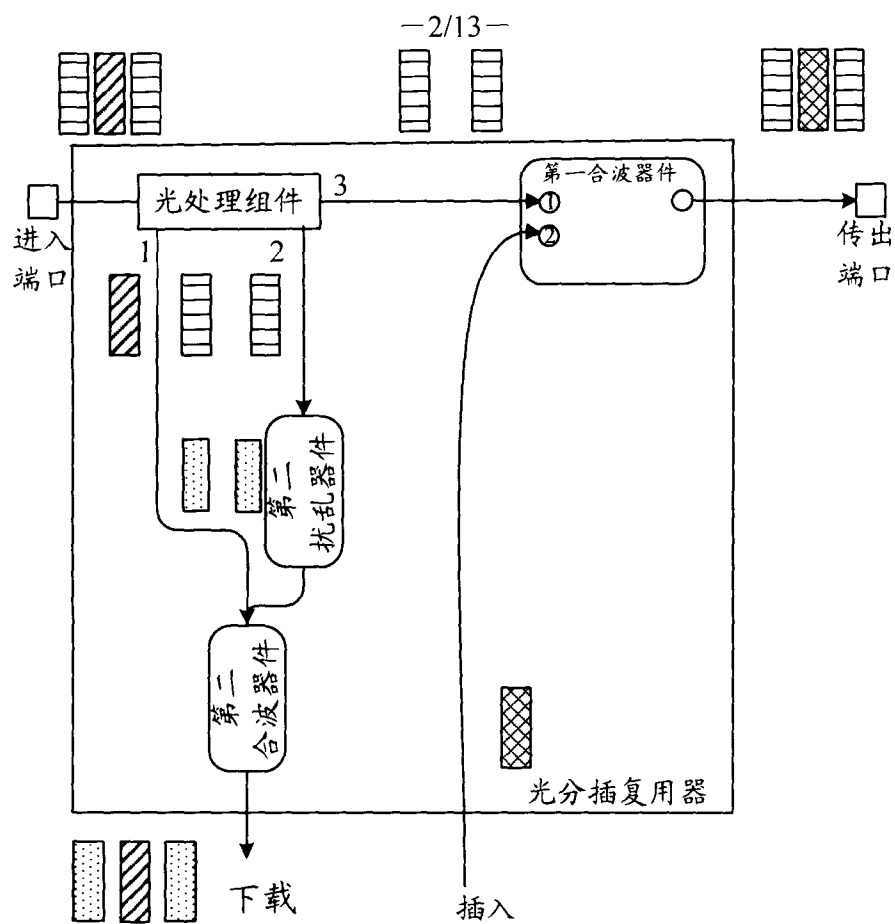


图 3

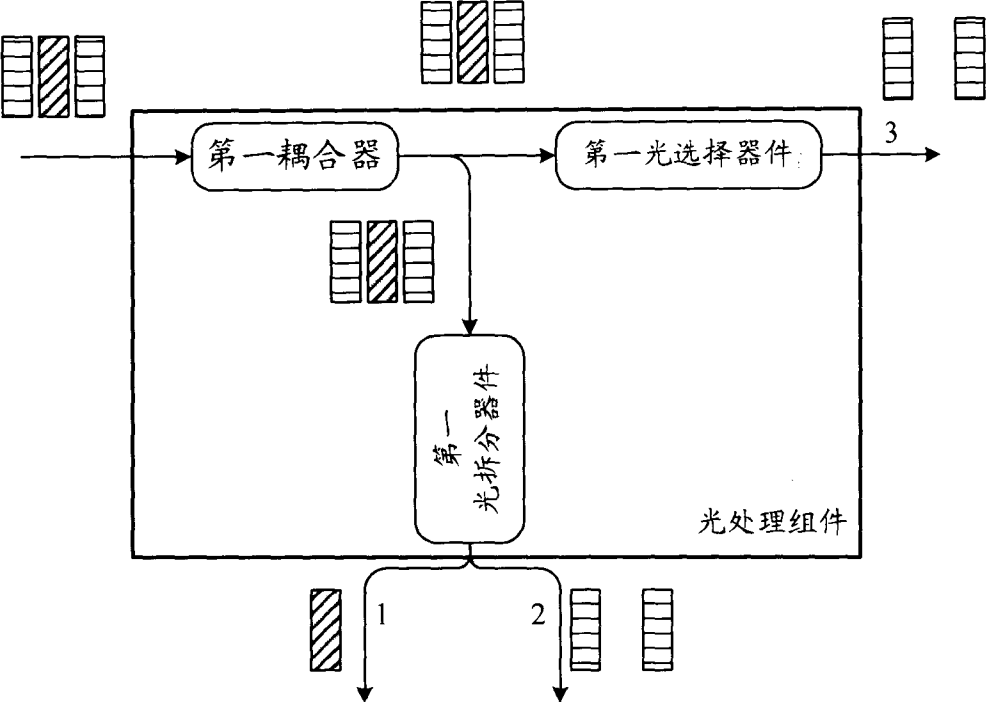


图 4

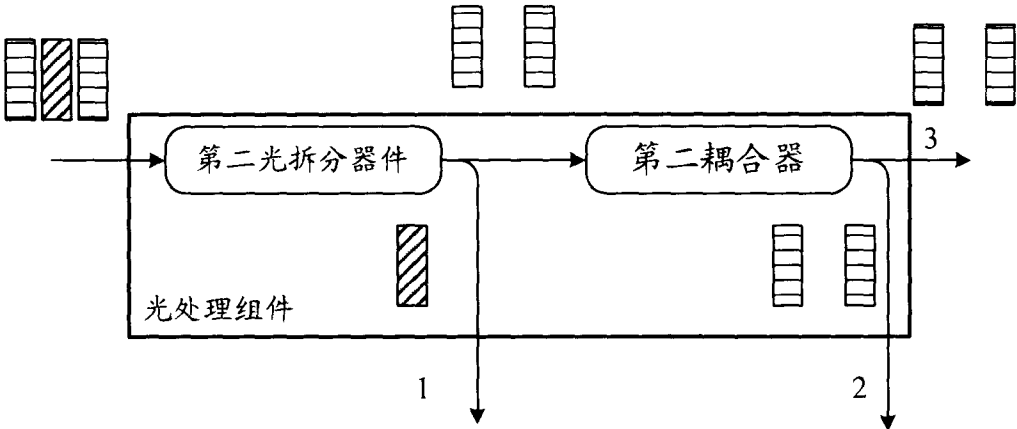


图 5

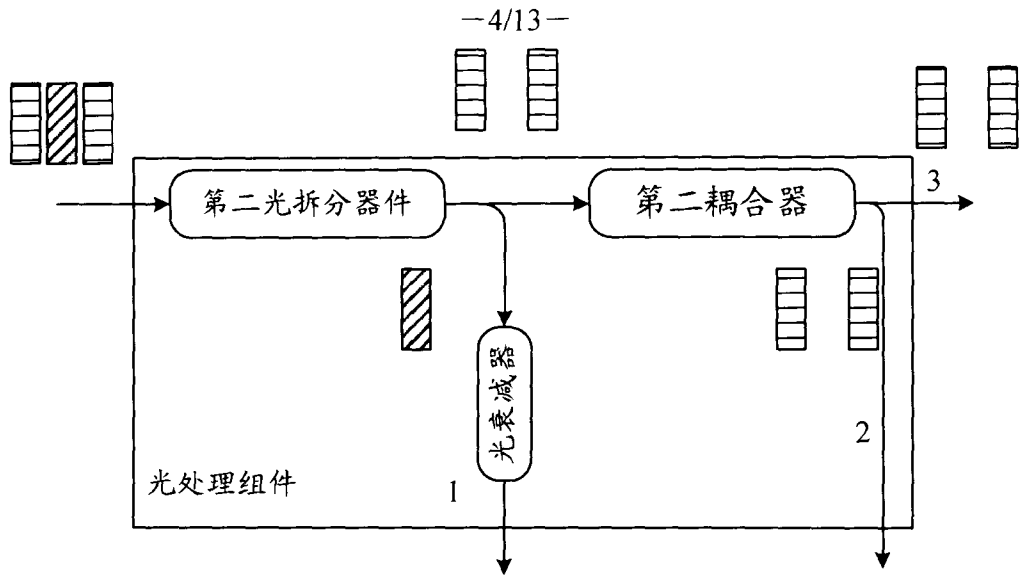


图 6

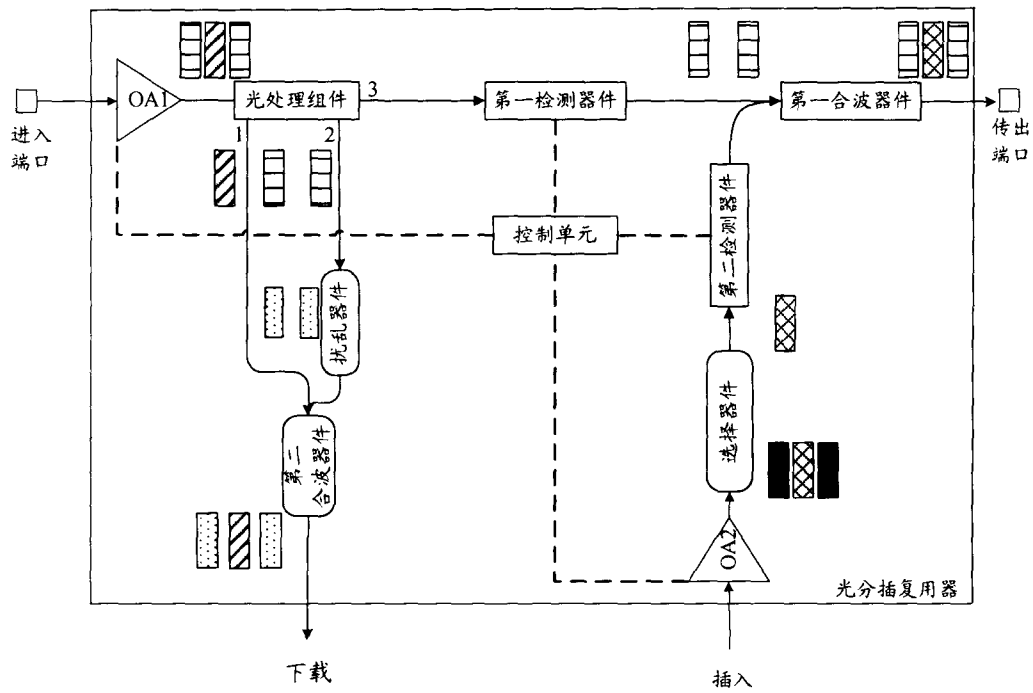


图 7

- 5/13 -

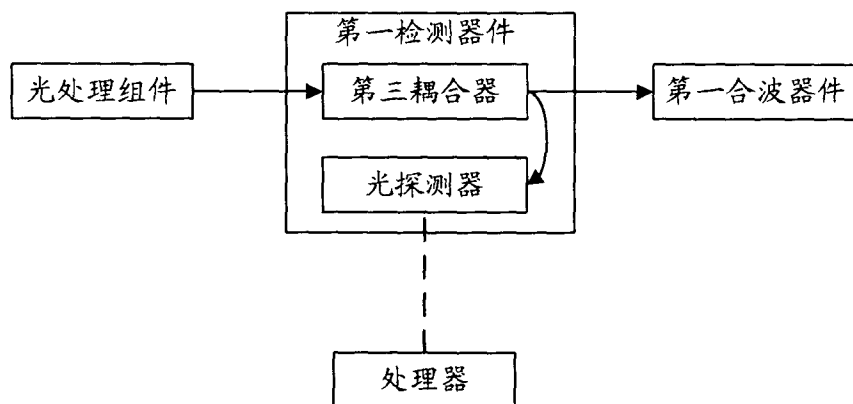


图 8

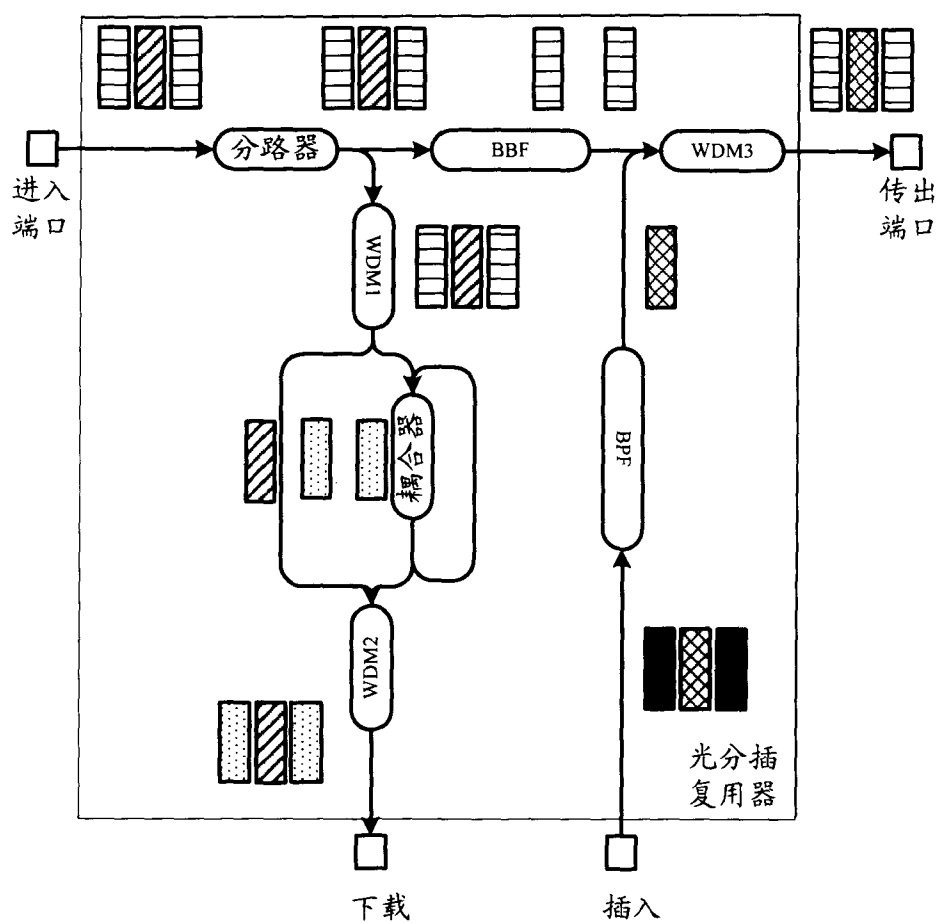


图 9

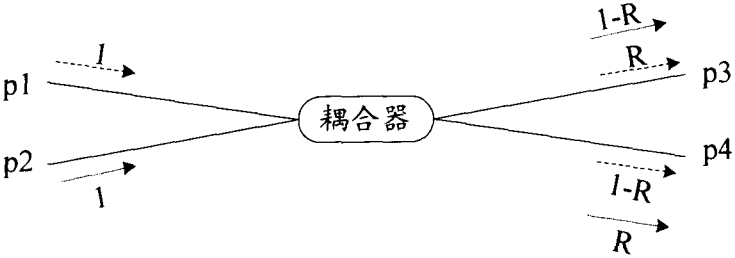


图 10

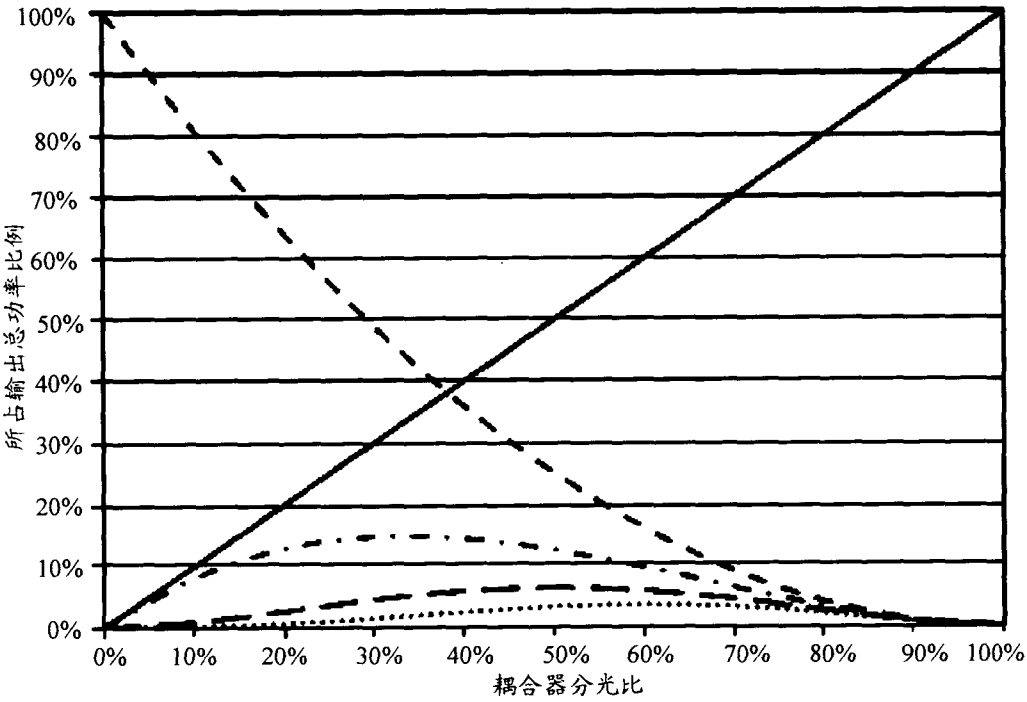


图 11

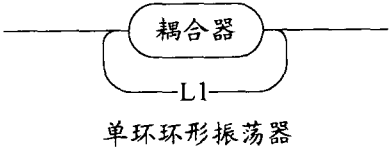
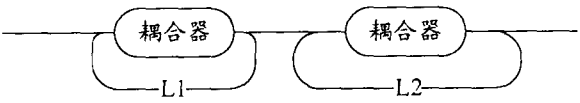


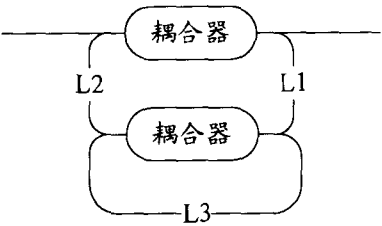
图 12A

— 7/13 —



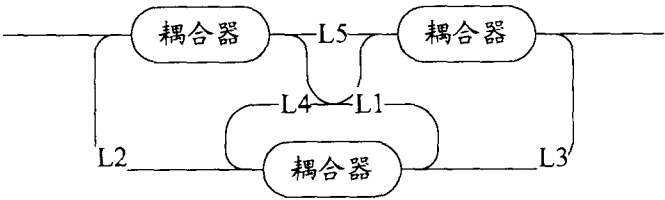
串联

图 12B



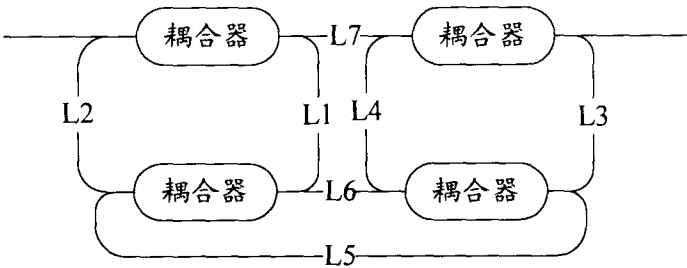
并联

图 12C



串联与并联混合

图 12D



串联与并联混合

图 12E

— 8/13 —

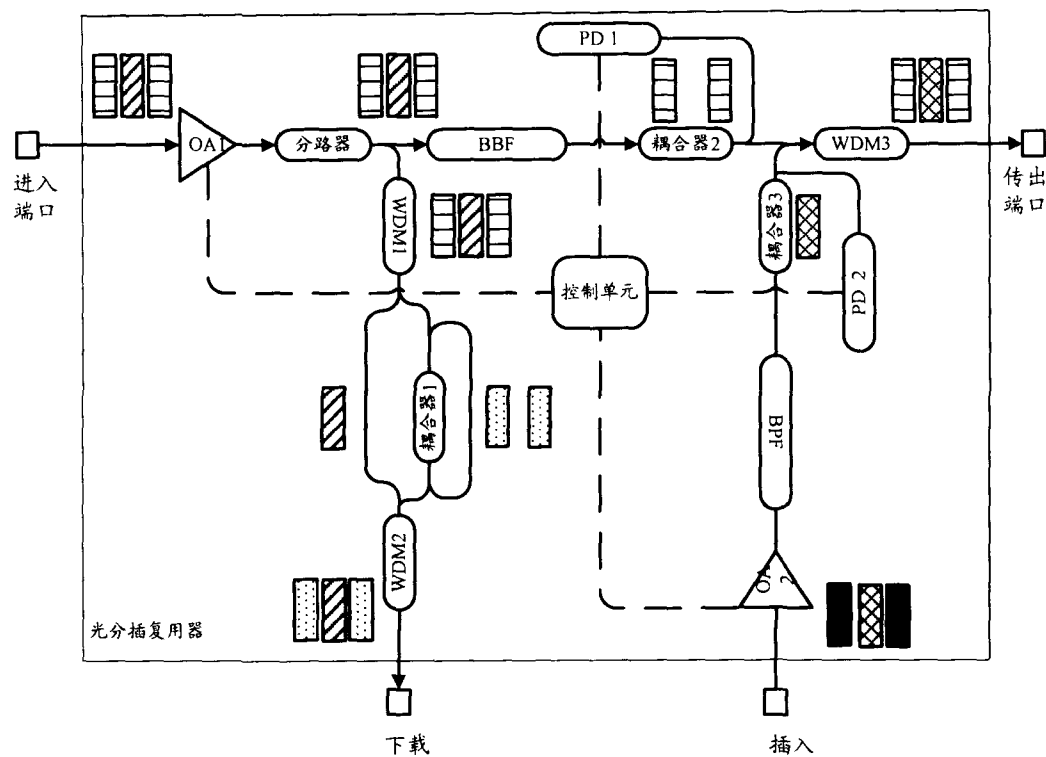


图 13

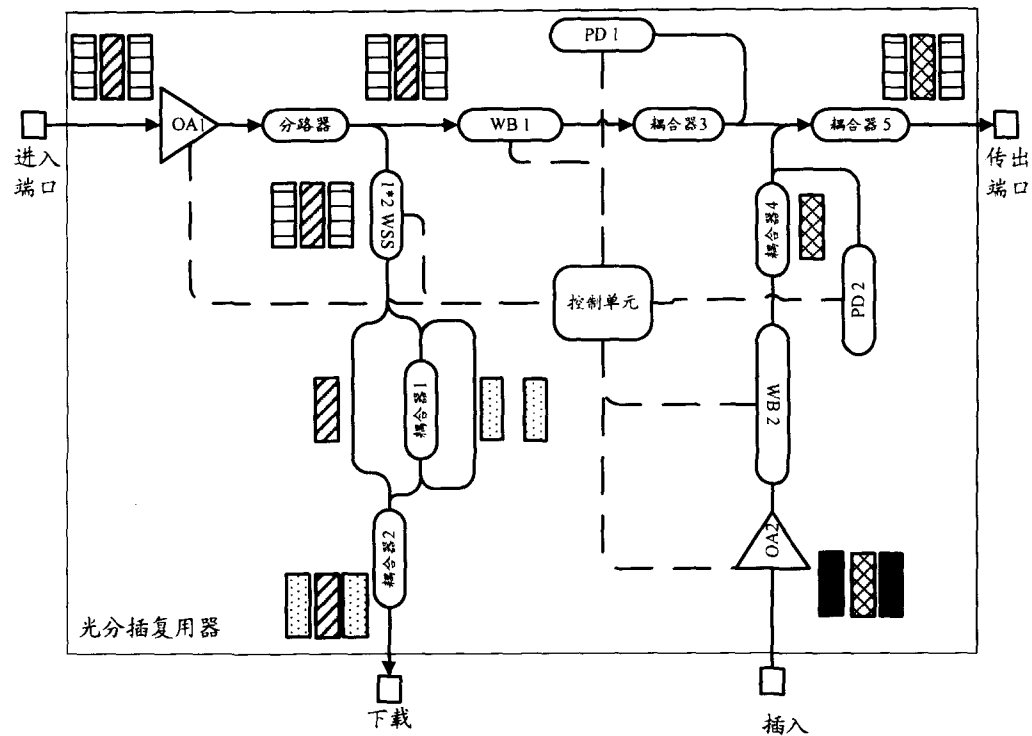


图 14

—9/13—

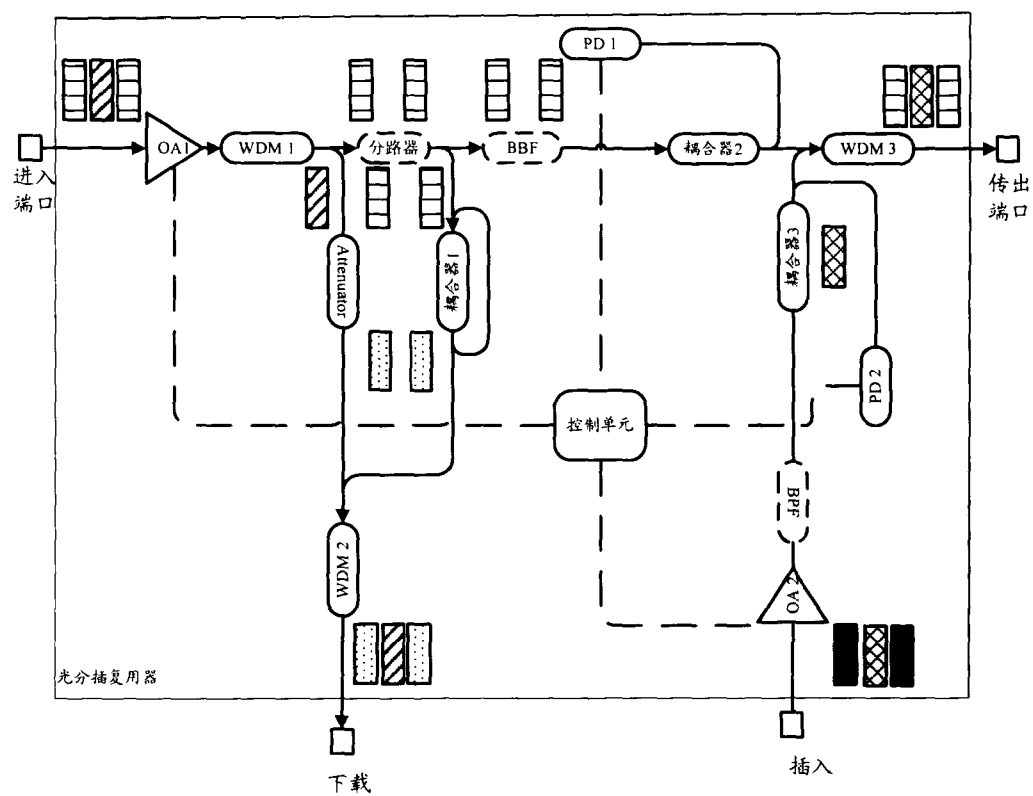


图 15

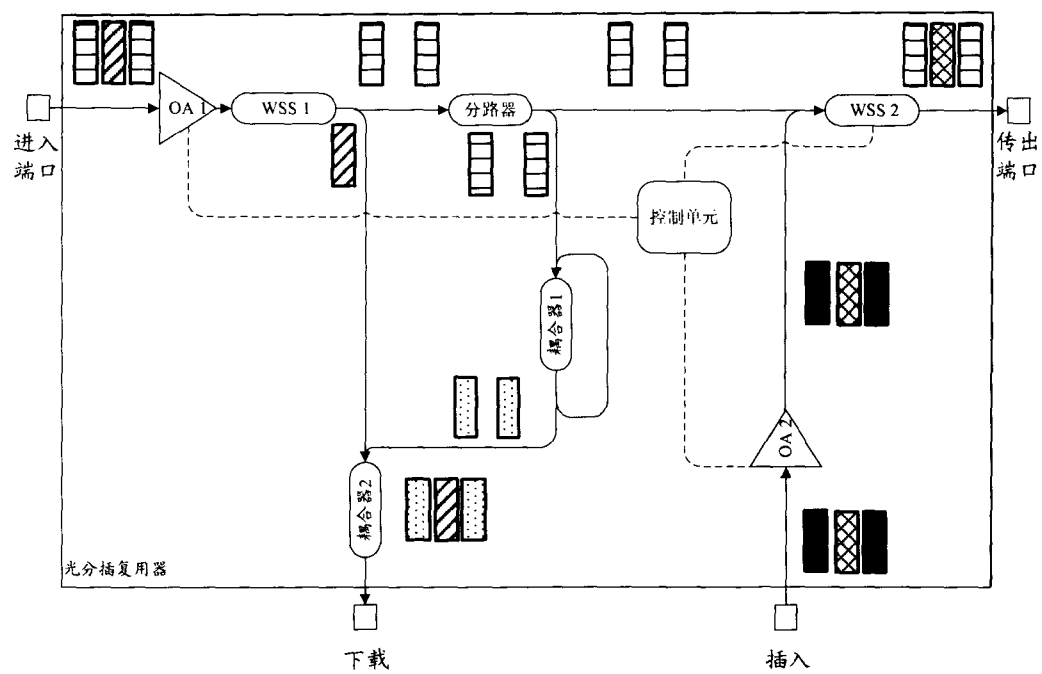


图 16

- 10/13 -

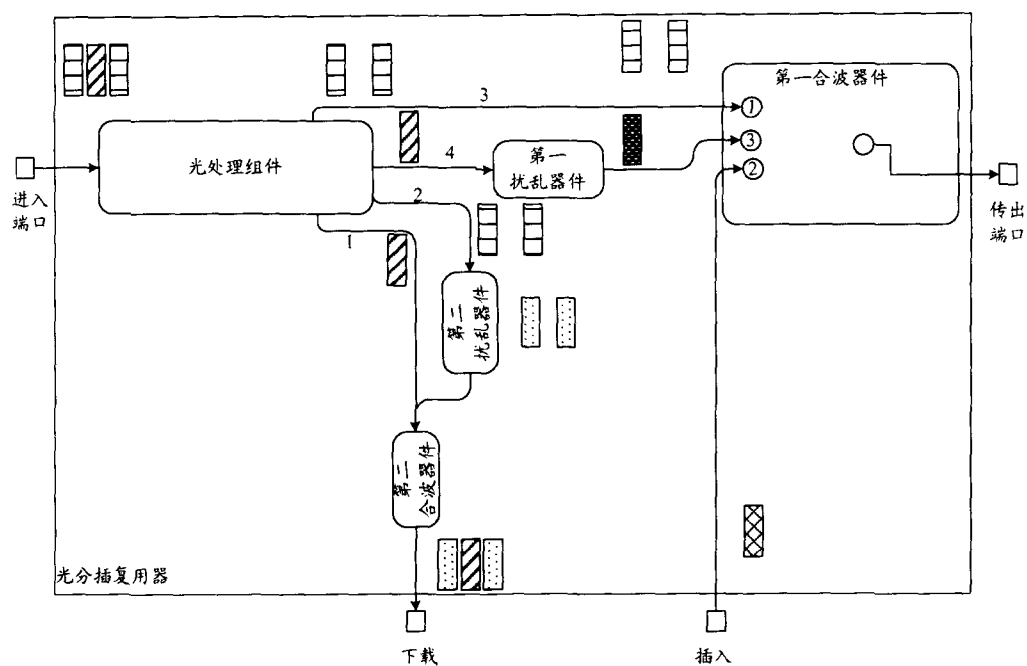


图 17

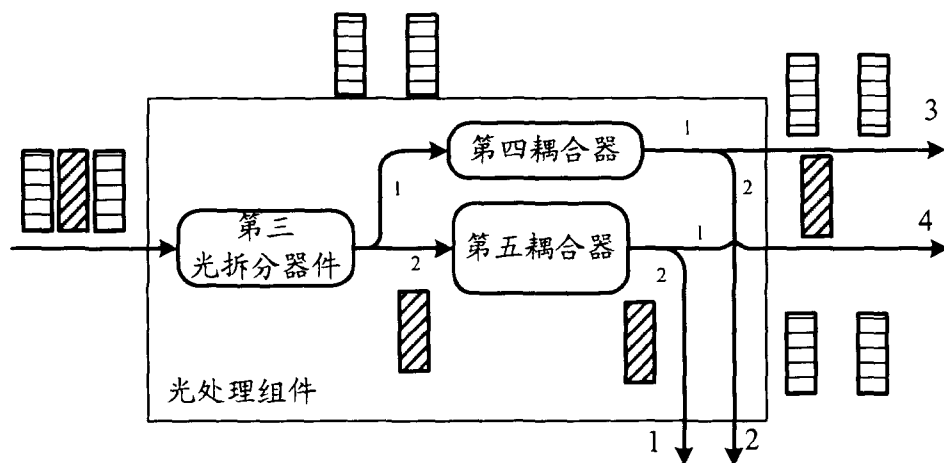


图 18

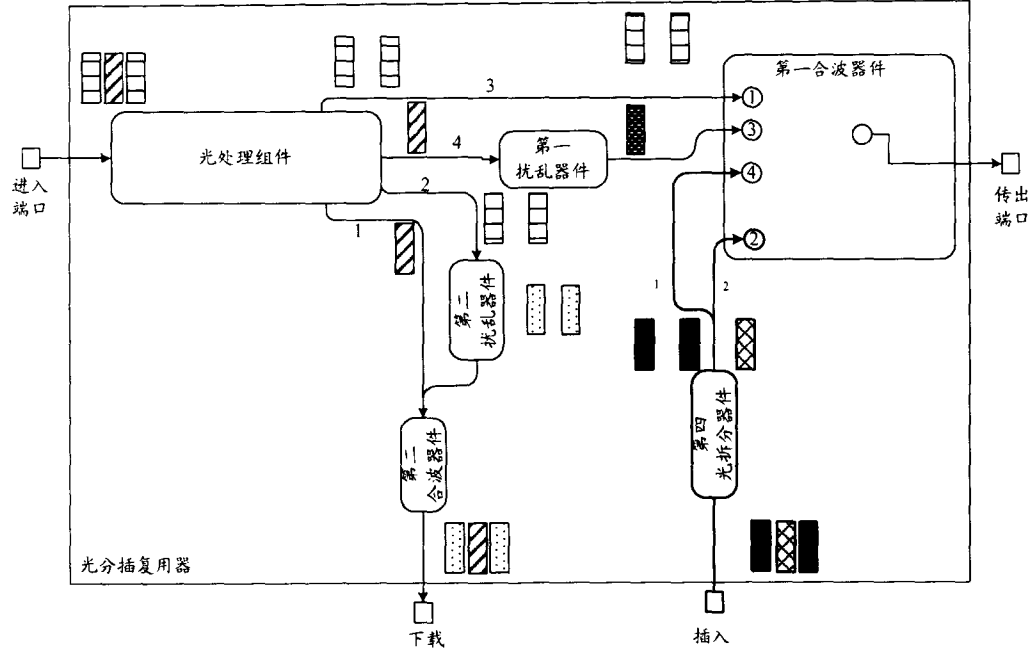


图 19

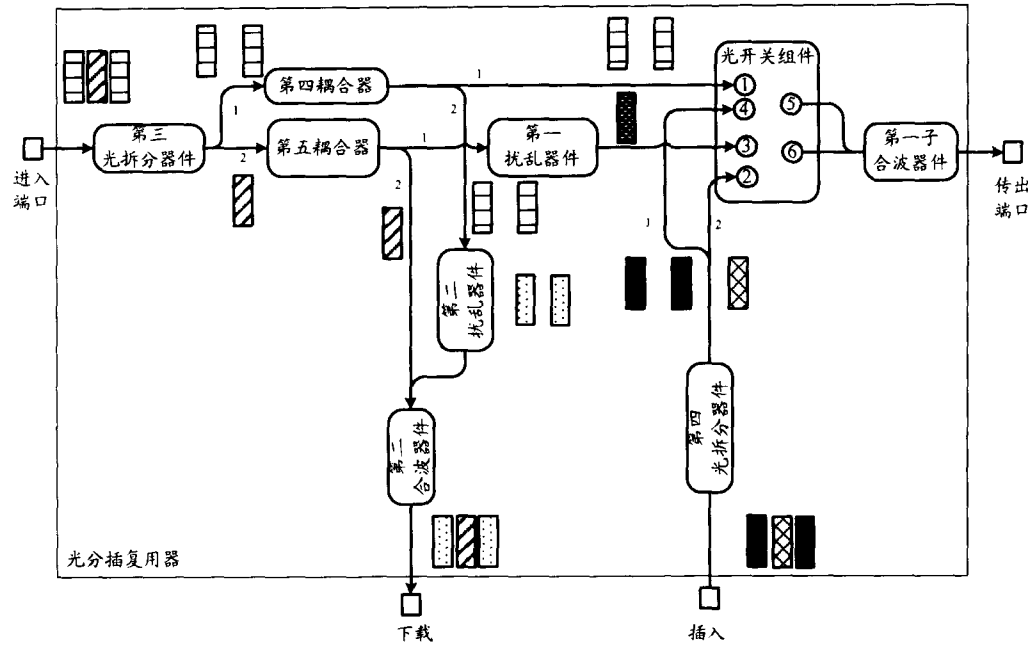


图 20

- 12/13 -

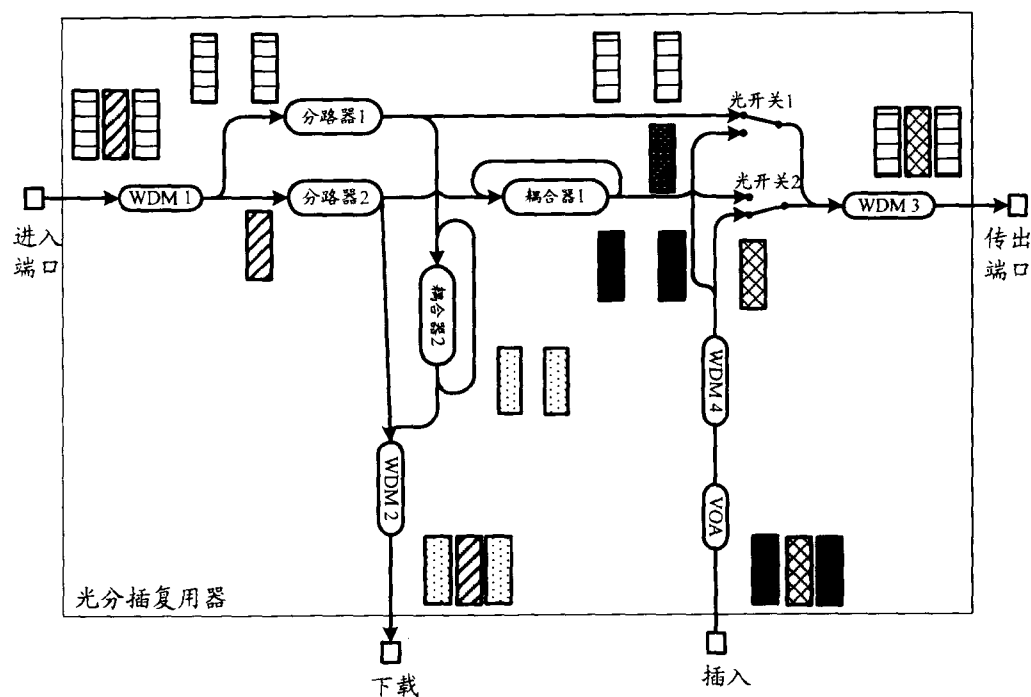


图 21

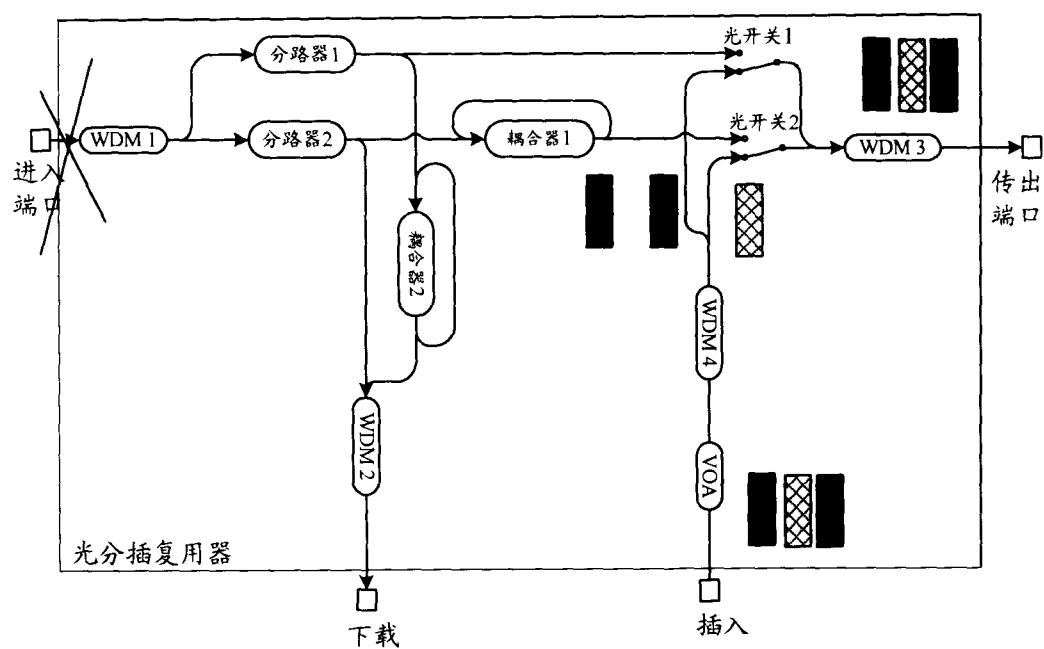


图 22

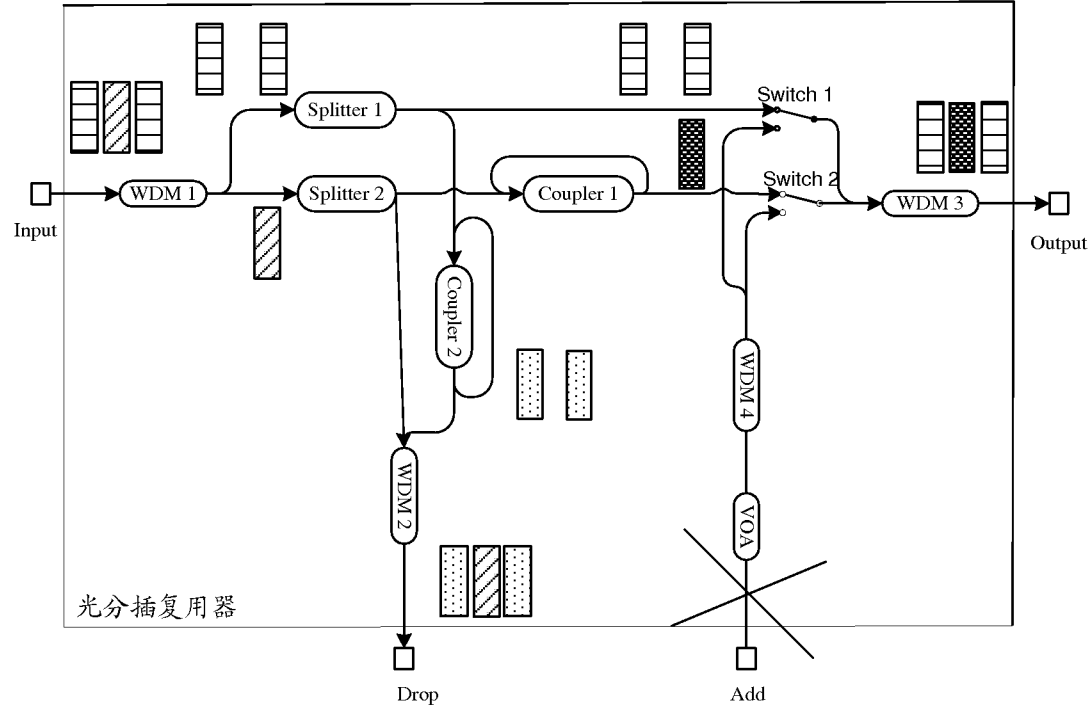


图 23

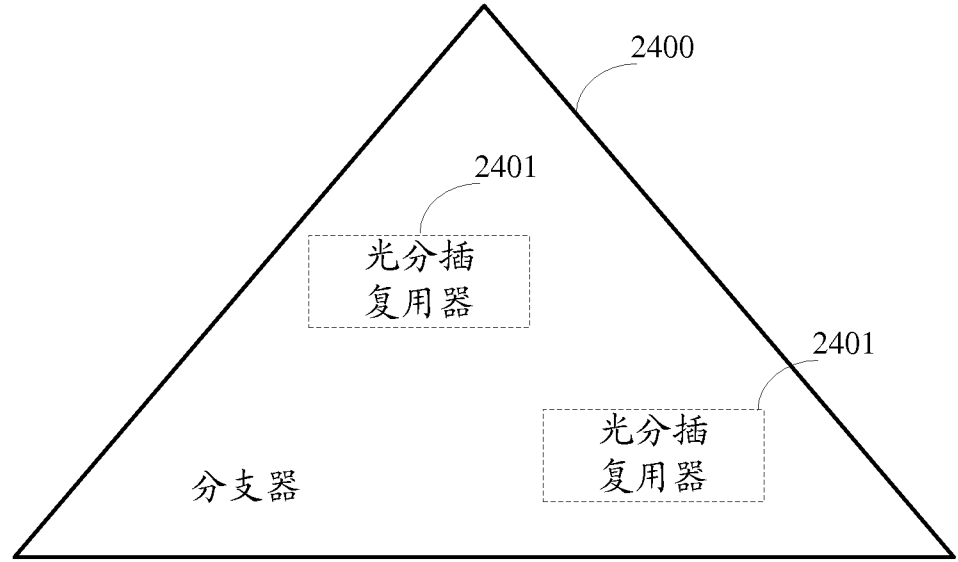


图 24

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2013/091006

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04J 14/02 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04J; H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNXTX; CNABS; CNKI; VEN: optical add-drop multiplex+, disturb+, coupl+, select+, combine

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 101141221 A (ZTE CORPORATION et al.) 12 March 2008 (12.03.2008) the whole document	1-16
A	CN 102742199 A (HUAWEI MARINE NETWORKS CO., LTD.) 17 October 2012 (17.10.2012) the whole document	1-16
A	CN 101136717 A (ZTE CORPORATION et al.) 05 March 2008 (05.03.2008) the whole document	1-16
A	CN 101420286 A (ZTE CORPORATION et al.) 29 April 2009 (29.04.2009) the whole document	1-16

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 29 September 2014	Date of mailing of the international search report 10 October 2014
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer YANG, Xiaoman Telephone No. (86-10) 62411492

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2013/091006

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 101141221 A	12 March 2008	CN 101141221 B	09 May 2012
CN 102742199 A	17 October 2012	EP 2654227 A4	23 October 2013
		WO 2013123665 A1	29 August 2013
		EP 2654227 A1	23 October 2013
		US 2013223837 A1	29 August 2013
CN 101136717 A	05 March 2008	CN 101136717 B	11 May 2011
		WO 2008028362 A1	13 March 2008
CN 101420286 A	29 April 2009	CN 101420286 B	08 February 2012

A. 主题的分类		
H04J 14/02(2006.01)i		
按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
B. 检索领域		
检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)		
H04J; H04B		
包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献		
在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))		
CNTXT;CNABS;CNKI:光分插复用, 扰乱, 耦合, 选择, 合波, VEN:optical add-drop multiplex+, disturb+, coupl+, select+		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 101141221 A (中兴通讯股份有限公司等) 2008年 3月 12日 (2008 - 03 - 12) 全文	1-16
A	CN 102742199 A (华为海洋网络有限公司) 2012年 10月 17日 (2012 - 10 - 17) 全文	1-16
A	CN 101136717 A (中兴通讯股份有限公司等) 2008年 3月 05日 (2008 - 03 - 05) 全文	1-16
A	CN 101420286 A (中兴通讯股份有限公司等) 2009年 4月 29日 (2009 - 04 - 29) 全文	1-16
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期		国际检索报告邮寄日期
2014年 9月 29日		2014年 10月 10日
ISA/CN的名称和邮寄地址		授权官员
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国		杨晓曼
传真号 (86-10)62019451		电话号码 (86-10)62411492

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2013/091006

检索报告引用的专利文件				公布日 (年/月/日)		同族专利		公布日 (年/月/日)	
CN	101141221	A	2008年 3月 12日	CN	101141221	B		2012年 5月 09日	
CN	102742199	A	2012年 10月 17日	EP	2654227	A4		2013年 10月 23日	
				WO	2013123665	A1		2013年 8月 29日	
				EP	2654227	A1		2013年 10月 23日	
				US	2013223837	A1		2013年 8月 29日	
CN	101136717	A	2008年 3月 05日	CN	101136717	B		2011年 5月 11日	
				WO	2008028362	A1		2008年 3月 13日	
CN	101420286	A	2009年 4月 29日	CN	101420286	B		2012年 2月 08日	