

## (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  
2021 年 1 月 7 日 (07.01.2021)



(10) 国际公布号  
**WO 2021/000616 A1**

(51) 国际专利分类号:  
**H04J 14/02** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/083102

(22) 国际申请日: 2020 年 4 月 3 日 (03.04.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:  
201910581369.9 2019年6月29日 (29.06.2019) CN

(71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

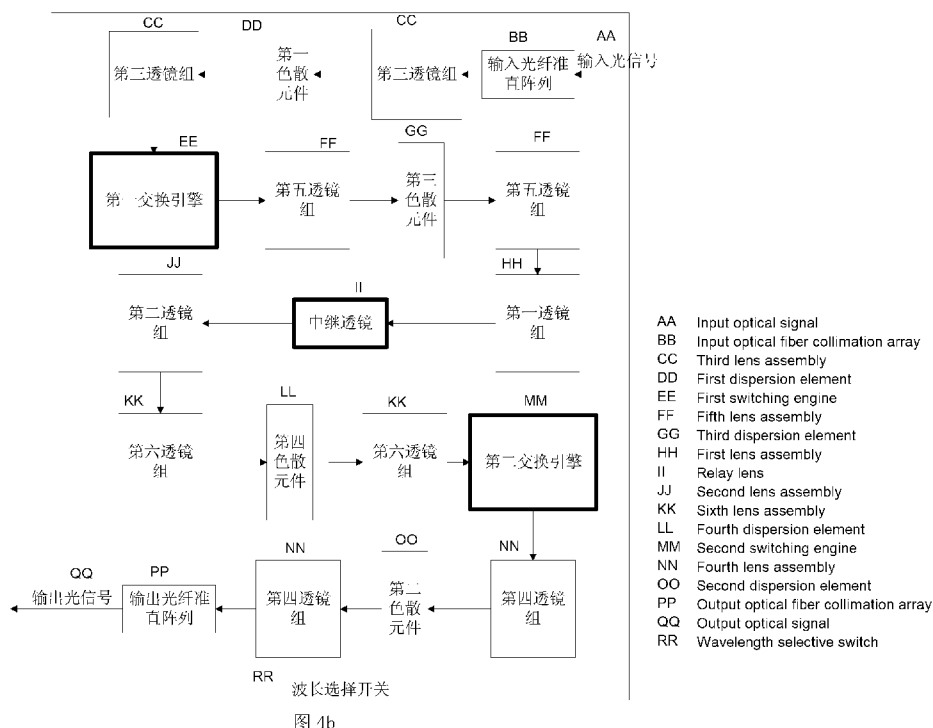
(72) 发明人: 邹冰 (ZOU, Bing); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 赵晗 (ZHAO, Han); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 闫云飞 (YAN, Yunfei); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(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); 中国广东省深圳市罗湖区南湖街道春风路庐山大厦B座18C2、18D、18E、18E2, Guangdong 518001 (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,

(54) Title: WAVELENGTH SELECTIVE SWITCH AND RELATED DEVICE

(54) 发明名称: 一种波长选择开关以及相关装置



(57) Abstract: Disclosed in an embodiment of the present invention is a wavelength selective switch, comprising: an input optical fiber collimation array comprising multiple input ports; a relay lens positioned between a first switching engine and a second switching engine; a first lens assembly comprising A lenses and a second lens assembly comprising B lenses, wherein each of A and B is a natural number greater than or equal to 2, the first lens assembly is connected to the first switching engine and the relay lens, the second lens assembly is connected to the relay lens and the second switching engine, and each of the first lens assembly and the second lens assembly

CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, ST, 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))。

comprises a lens having a curvature in a dispersion direction; and an output optical fiber collimation array comprising multiple output ports. Arrangement of two or more lens assemblies between switching engines reduces filtering costs of a wavelength selective switch, and increases the filtering bandwidth of the wavelength selective switch.

(57) 摘要: 本申请实施例公开了一种波长选择开关, 包括: 输入光纤准直阵列包括多个输入端口; 中继透镜位于第一交换引擎与第二交换引擎之间; 第一透镜组包括A个透镜, 第二透镜组包括B个透镜, A与B为大于或等于2的自然数, 第一透镜组连接第一交换引擎与中继透镜, 第二透镜组连接中继透镜与第二交换引擎, 第一透镜组与第二透镜组都包括色散方向存在曲率的透镜; 输出光纤准直阵列包括多个输出端口。通过在交换引擎之间设置两个或以上的透镜组。减小了波长选择开关的滤波代价, 提升了波长选择开关的滤波带宽。

—1—

## 一种波长选择开关以及相关装置

本申请要求于 2019 年 06 月 29 日提交中国专利局、申请号为 201910581369.9、发明名称为“一种波长选择开关以及相关装置”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

5

**技术领域**

本申请涉及光通信技术领域，尤其涉及一种波长选择开关以及相关装置。

**背景技术**

10 随着视频和云端业务的迅速增长，运营商对光网络构建的灵活性、光网络的建设和运行维护费用的降低尤为关注。网络节点需要交叉连接的方向维度（或者说，传输路径）越来越多，运营商可通过使用可重构的光分插复用器（reconfigurable optical add-drop multiplexer, ROADM）远程自动地进行维度切换等，来取代之前人工下站点的方式去更换光纤的连接，从而满足网络动态连接的需求。为了适应高速光通信网络高效性、灵活性的需求，作为网络交叉连接核心的 ROADM 需要不断的发展。

15 在目前的 ROADM 节点中，采用离散化器件是一种常用的实现形式。使用多个  $1 \times N$  波长选择开关（wavelength selective switch, WSS）互联来搭建节点，以实现不同信号的路由交换选择，当网络业务量增加时，需要通过增加  $1 \times N$  波长选择开关的个数来增加节点内业务交换的能力。但是，这样需要在现有设备中大量增加模块插槽数目，以便接入多个  $1 \times N$  波长选择开关，增加设备的成本，并且会随着业务量的扩大，使成本急剧上升。

20 因此，现在提出  $N \times M$  波长选择开关和  $N \times N$  波长选择开关，在提升节点内业务交换能力的同时，节省波长选择开关数量，其中， $N$  与  $M$  为大于 1 的不相同的正整数。 $N \times M$  波长选择开关和  $N \times N$  波长选择开关中，需要两级或两级以上的交换引擎将相应的光信号聚焦到相应的空间位置上。然而，交换引擎的滤波效应，使得光信号每经过一级交换引擎，都会劣化信号质量，多级交换引擎级联情况下滤波的影响尤为明显，会严重降低信道质量。

**发明内容**

25 本申请实施例提供了一种波长选择开关以及相关装置，通过在交换引擎之间设置两个或以上的透镜组，透镜组中包括  $X$  个色散方向存在曲率的透镜，其中， $X$  为大于或等于 2 的自然数。减小了波长选择开关的滤波代价，提升了波长选择开关的滤波带宽，提升信道质量。

30 本申请实施例提供以下技术方案：

第一方面，本申请实施例提供一种波长选择开关，包括：输入光纤准直阵列、第一交换引擎、中继透镜、第一透镜组、第二透镜组、第二交换引擎以及输出光纤准直阵列；输入光纤准直阵列包括  $N$  个输入端口， $N$  为大于 1 的自然数；第一交换引擎与输入光纤准直阵列连接；中继透镜与第一交换引擎以及第二交换引擎连接，中继透镜位于第一交换引擎与第二交换引擎之间，中继透镜为交换光路方向上的透镜；第一透镜组包括  $A$  个透镜，第二透镜组包括  $B$  个透镜， $A$  为大于或等于 2 的自然数， $B$  为大于或等于 2 的自然数，第一透镜组连接第一交换引擎与中继透镜，第二透镜组连接中继透镜与第二交换引擎，第一透镜

35

-2-

组和第二透镜组中至少包括色散方向存在曲率的透镜；输出光纤准直阵列包括 M 个输出端口，M 为大于 1 的自然数，输出光纤准直阵列连接第二交换引擎。

在本申请实施例中，波长选择开关中两级交换引擎之间设置第一透镜组与第二透镜组，第一透镜组与第二透镜组中至少包括色散方向存在曲率的透镜，第一透镜组中包括 A 个色散方向存在曲率的透镜，第二透镜组中包括 B 个色散方向存在曲率的透镜，其中，A 为大于或等于 2 的自然数，B 为大于或等于 2 的自然数。减小了波长选择开关的滤波代价，提升了波长选择开关的滤波带宽，提升信道质量。

在第一方面的一种可能实现中，第一透镜组中透镜之间的距离之和等于第一透镜组中透镜的焦距之和；第一透镜组中距离中继透镜最近的透镜，与中继透镜之间的距离等于透镜的焦距；第二透镜组中透镜之间的距离之和等于第二透镜组中透镜的焦距之和；第二透镜组中距离中继透镜最近的透镜，与中继透镜之间的距离等于透镜的焦距，A 与 B 之和为偶数。

在本申请实施例中，波长选择开关中两级交换引擎之间的第一透镜组与第二透镜组，按照  $4f$  光学系统的顺序排列位置，在色散方向中共有  $A+B$  个透镜，组成了  $(2(A+B))f$  光学系统，光信号通过该  $(2(A+B))f$  光学系统后，到达第二交换引擎时光斑分布区域与光信号投影于第一交换引擎的区域是一致的，光斑分布均在切换区域以内。所以第二交换引擎对光斑的切割效果较弱，有效降低了滤波代价。

在第一方面的一种可能实现中，第一透镜组中透镜的焦距之和等于中继透镜的焦距；第二透镜组中透镜的焦距之和等于中继透镜的焦距。

在本申请实施例中，由于第一透镜组中透镜的焦距之和等于中继透镜的焦距，且第二透镜组中透镜的焦距之和等于中继透镜的焦距，因此，第一交互引擎输出的光束大小与输入第二交换引擎的光束大小一致。第一交换引擎、第一透镜组、中继透镜、第二透镜组以及第二交换引擎共同构成一个以中继透镜为中心的  $2f$  光学系统。

在第一方面的一种可能实现中，波长选择开关还包括：第一色散元件与第二色散元件；第一色散元件与输入光纤准直阵列以及第一交换引擎连接，第一色散元件位于输入光纤准直阵列与第一交换引擎之间；第二色散元件与第二交换引擎以及输出光纤准直阵列连接，第二色散元件位于第二交换引擎与输出光纤准直阵列之间。

在第一方面的一种可能实现中，波长选择开关还包括：第三透镜组包括 C 个透镜，第四透镜组包括 D 个透镜，C 为大于或等于 2 的自然数，D 为大于或等于 2 的自然数；第三透镜组连接输入光纤准直阵列与第一色散元件，连接第一色散元件与第一交换引擎，第一色散元件位于第三透镜组的透镜之间；第四透镜组连接第二交换引擎与第二色散元件，连接第二色散元件与输出光纤准直阵列，第二色散元件位于第四透镜组的透镜之间。第三透镜组中透镜之间的距离之和等于第三透镜组中透镜的焦距之和；第三透镜组中距离第一交换引擎最近的透镜，与第一交换引擎之间的距离等于透镜的焦距；第四透镜组中透镜之间的距离之和等于第四透镜组中透镜的焦距之和；第四透镜组中距离第二交换引擎最近的透镜，与第二交换引擎之间的距离等于透镜的焦距，C 和 D 之和为偶数。

在本申请实施例中，由于波长选择开关中两级交换引擎之间，在色散方向中共有  $(A+B)$

个透镜，组成了  $(2(A+B))f$  光学系统，光信号通过该  $(2(A+B))f$  光学系统后，到达第二交换引擎时光斑分布区域与光信号投影于第一交换引擎的区域是一致的，光斑分布均在切换区域以内。所以第二交换引擎对光斑的切割效果较弱，有效降低了滤波代价。第一色散元件将来自输入光纤准直阵列的光束色散打开后，按不同波长投影于第一交换引擎上，不同波长的光束通过第二色散元件后，在色散方向的不同光束又合为一个光束。通过设置第一色散元件与第二色散元件，从而实现对不同波长光束的偏转。通过设置第三透镜组与第四透镜组，为波长交换开关内的光信号提供色散像差的补偿，提升波长交换开关的光学性能。

在第一方面的一种可能实现中，波长选择开关还包括：第三色散元件与第四色散元件；第三色散元件位于第一交换引擎与中继透镜之间；第四色散元件位于中继透镜与第二交换引擎之间。

在本申请实施例中，通过设置第三色散元件与第四色散元件，有效减少光束在传输时产生额外的离轴像差，提升波长选择开关的光学性能。

在第一方面的一种可能实现中，波长选择开关还包括：第五透镜组与第六透镜组，第五透镜组包括  $E$  个透镜， $E$  为大于或等于 2 的自然数，第五透镜组中透镜之间的距离之和等于第五透镜组中透镜的焦距之和；第五透镜组中距离第一交换引擎最近的透镜，与第一交换引擎之间的距离等于透镜的焦距；第六透镜组包括  $F$  个透镜， $F$  为大于或等于 2 的自然数，第六透镜组中透镜之间的距离之和等于第六透镜组中透镜的焦距之和；第六透镜组中距离第二交换引擎最近的透镜，与第二交换引擎之间的距离等于透镜的焦距；第五透镜组连接第一交换引擎与第三色散元件，连接第三色散元件与第一透镜组，第三色散元件位于第五透镜组的透镜之间；第六透镜组连接第二透镜组与第四色散元件，连接第四色散元件与第二交换引擎，第四色散元件位于第六透镜组的透镜之间， $E$  和  $F$  之和为偶数。

在本申请实施例中，波长选择开关包括多组透镜组与色散元件，第五透镜组与第六透镜组用于补偿光信号的色散与像差，第三色散元件以及第四色散元件，用于减少光束在传输时产生额外的离轴像差，提升波长交换开关的光学性能。

在第一方面的一种可能实现中，波长选择开关还包括：第七透镜组与第八透镜组；第七透镜组连接第一交换引擎与第一透镜组；第八透镜组连接第二透镜组与第二交换引擎；第七透镜组包括  $G$  个透镜，第八透镜组包括  $H$  个透镜， $G$  为大于或等于 2 的自然数， $H$  为大于或等于 2 的自然数。第七透镜组中透镜之间的距离之和等于第七透镜组中透镜的焦距之和；第七透镜组中距离第一交换引擎最近的透镜，与第一交换引擎之间的距离等于透镜的焦距；第八透镜组中透镜之间的距离之和等于第八透镜组中透镜的焦距之和；第八透镜组中距离第二交换引擎最近的透镜，与第二交换引擎之间的距离等于透镜的焦距， $G$  和  $H$  之和为偶数。

在本申请实施例中，波长选择开关中两级交换引擎之间，当第七透镜组与第八透镜组包括色散方向存在曲率的透镜时，在色散方向中共有  $(A+B+G+H)$  个透镜，组成了  $(2(A+B+G+H))f$  光学系统，光信号通过该  $(2(A+B+G+H))f$  光学系统后，到达第二交换引擎时光斑分布区域与光信号投影于第一交换引擎的区域是一致的，光斑分布均在切换区域以内。

—4—

所以第二交换引擎对光斑的切割效果较弱，有效降低了滤波代价。通过设置第七透镜组与第八透镜组，为波长交换开关内的光信号提供色散像差的补偿，提升波长交换开关的光学性能。

第二方面，本申请实施例提供一种光分路器，光分路器包括前述第一方面的波长选择开关。

第三方面，本申请实施例提供一种可重构的光分插复用器，可重构的光分插复用器包括前述第一方面的波长选择开关。

从以上技术方案可以看出，本申请实施例具有以下优点：

通过在交换引擎之间设置两个或以上的透镜组，透镜组中包括多个色散方向存在曲率的透镜，为光信号提供色散像差的补偿，减小了波长选择开关的滤波代价，提升了波长选择开关的滤波带宽，提升波长交换开关的光学性能，提升信道质量。

### 附图说明

图 1 为本申请实施例提供的一种可重构的光分插复用器的示意图；

图 2a 为本申请实施例中交换引擎上的一种光斑分布示意图；

图 2b 为本申请实施例中交换引擎上的另一种光斑分布示意图；

图 2c 为本申请实施例中一种滤波光谱示意图；

图 3 为本申请实施例中波长选择开关的一种光斑示意图；

图 4a 为本申请实施例提出的一种波长选择开关结构示意图；

图 4b 为本申请实施例提出的一种波长选择开关结构示意图；

图 5 为本申请实施例提出的波长选择开关色散方向的光路示意图；

图 6 为本申请实施例提出的波长选择开关交换光路方向的光路示意图；

图 7 为本申请实施例中的一种光斑示意图；

图 8 为本申请实施例中一种滤波带宽的仿真波形示意图；

图 9 为本申请实施例提出的另一种波长选择开关结构示意图；

图 10 为本申请实施例提出的另一种波长选择开关结构示意图；

图 11 为本申请实施例提出的另一种波长选择开关结构示意图；

图 12 为本申请实施例提出的另一种波长选择开关结构示意图；

图 13 为本申请实施例提出的另一种波长选择开关结构示意图；

图 14 为本申请实施例提出的另一种波长选择开关结构示意图。

### 具体实施方式

为了使本技术领域的人员更好地理解本申请方案，下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例进行介绍。

本申请提供一种波长选择开关（wavelength selective switch, WSS）以及相关装置，通过在交换引擎之间设置两个或以上的透镜组，透镜组中包括 A+B 个色散方向存在曲率的

透镜，减小了波长选择开关的滤波代价，提升了波长选择开关的滤波带宽，提升信道质量。本申请实施例中的“连接”是指光路上的连接，本领域技术人员可以理解，具体的光器件可能不一定具有实质的接触性的物理连接关系，但是这些光器件的空间位置和它们本身的器件特性让它们构成一种光路上的连接关系。

请参阅图 1，图 1 为本申请实施例提供的一种可重构的光分插复用器的示意图。图 1 中可重构的光分插复用器 (reconfigurable optical add-drop multiplexer, ROADM) 是一种连接多维度光至多维度光的可重构的光分插复用器，该可重构的光分叉复用器基于  $N \times M$  或  $N \times N$  波长选择开关，其中， $N$  与  $M$  为大于 1 且不相同的正整数。对于  $N \times M$  波长选择开关或  $N \times N$  波长选择开关，需要使用两级或两级以上交换引擎才能实现，为了便于理解，本申请实施例中以两级交换引擎的波长选择开关为例进行说明，需要说明的是，本申请实施例提出的波长选择开关，不仅可以应用于两级交换引擎的波长选择开关，还可以应用于三级交换引擎或三级以上的交互引擎的波长选择开关，此处不作限定。接下来介绍在波长选择开关中，交换引擎的滤波效应。

请参阅图 2a，图 2a 为本申请实施例中交换引擎上的一种光斑分布示意图，波长选择开关中接收光信号后，光信号在交换引擎上投影为三个光斑，分别为： $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  以及  $\lambda_3$ 。这三个光斑的分布如图 2a，图 2a 中横坐标为色散方向，纵坐标为交换光路方向。交换引擎对这三个光斑对应的光信号进行处理，具体请参见图 2b，图 2b 为本申请实施例中交换引擎上的另一种光斑分布示意图。图 2b 中，横线覆盖区域为交换引擎上光信号发生波长交换 ( $\lambda$  switching) 的区域，只有投影于该横线覆盖区域中的光信号才能发生波长方向的偏转，以图 2b 为例， $\lambda_1$  的右半部分、 $\lambda_2$  的全部以及  $\lambda_3$  的左半部分才能发生波长交换。由于波长交换时， $\lambda_1$  与  $\lambda_3$  被部分切割，因此  $\lambda_1$  与  $\lambda_3$  对应的光信号能量经过交换引擎处理后会降低。具体如图 2c 为例，图 2c 为本申请实施例中一种滤波光谱示意图。由于  $\lambda_1$  与  $\lambda_3$  被部分切割，因此，该光信号通过该交换引擎后会损失部分能量，将该交换引擎对该光信号进行部分切割所产生的影响称为滤波效应。对于图 2b 中交换引擎的波长交换区域内的该光信号 ( $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  以及  $\lambda_3$ ) 所产生的滤波光谱如图 2c，图 2c 中横坐标是波长，纵坐标是透过率，可见在波长为  $\lambda_1$  和  $\lambda_3$  位置，由于透过率 (transmission) 的下降，滤波光谱边缘的斜度较小，劣化了光信号的质量。在波长为  $\lambda_1$  和  $\lambda_3$  位置，滤波光谱边缘的斜度较小，滤波效应也称为滤波代价。

这样的滤波效应每经过一级交换引擎都会发生，而本申请实施例提供了一种波长选择开关，在光信号通过第一交换引擎之后，投影于波长交换区域边缘的光斑并不会被部分切割，从而保证的第一交换引擎后的光信号的传输效率，减小了波长选择开关的滤波代价，提升了波长选择开关的滤波带宽，提升信道质量。以两级交换引擎为例进行说明，具体请参见图 3，图 3 为本申请实施例中波长选择开关的一种光斑示意图。图 3 展示的是以图 2a-图 2c 为例的光斑  $\lambda_1$ ，在经过第一交换引擎之后，由于仅右半部分进过波长交换。该经过波长交换的光斑投影在第二交换引擎中波长交换区域 (横线覆盖区域)，因此，该光斑并不会被部分切割，该光斑完全投影与第二交换引擎的波长交换区域，该光斑的所有能量均会被交换，不会产生额外的能量损失，在第二交换引擎中不会产生额外的滤波代价。

下面结合附图说明本申请实施例提出的波长选择开关，请参阅图 4a，图 4a 为本申请实施例提出的一种波长选择开关结构示意图。本申请实施例提出的一种波长选择开关中包括：输入光纤准直阵列（fiber collimator array, FCA）、第一交换引擎、第一透镜组、中继透镜、第二透镜组、第二交换引擎以及输出光纤准直阵列。

5 本申请实施例中，光信号通过输入光纤准直阵列进入波长选择开关，输入光纤准直阵列对光信号进行准直处理，输入准直器阵列在竖直方向上列成一排，输入光纤准直阵列中还可以包括：输入端口、输入光纤阵列以及输入准直器阵列。其中，输入端口接收外界的输入光信号；输入侧光纤阵列与输入准直器阵列；输入准直器阵列在竖直方向上列成一排，并使得来自输入端口的光信号平行地输往后续光学元件。与输入光纤准直阵列对应的，输出光纤准直阵列在竖直方向上列成一排，用于将来自第二交换引擎的光信号输出，输出光纤准直阵列中包括输出准直器阵列以及输出光纤阵列，其中，光信号由输出准直器阵列、  
10 输出光纤阵列到输出端口。

在输入光纤准直阵列之后，连接的是第一交换引擎，本申请实施例中的交换引擎至少包括两级交换引擎：第一交换引擎以及第二交换引擎，需要说明的是，当波长选择开关中的交换引擎为三级或三级以上交换引擎时，与波长选择开关为两级交换引擎的情况类似，  
15 此处不再赘述。交换引擎用于调整来自入射光的偏转角度，将相应的光信号聚焦到相应的空间位置上。

在第一交换引擎之后，连接的是第一透镜组，第一透镜组包括 A 个透镜，A 为大于或等于 2 的自然数，第一透镜组中至少包括色散方向存在曲率的透镜。

20 在第一透镜组之后，连接的是中继透镜。中继透镜为交换光路方向上的柱透镜，可以是一个柱透镜，也可以是多个柱透镜的组合，仅在交换光路上存在曲率。

在中继透镜之后，连接的是第二透镜组。第二透镜组包括 B 个透镜，B 为大于或等于 2 的自然数，第一透镜组连接第一交换引擎与中继透镜，第二透镜组连接中继透镜与第二交换引擎，第一透镜组和第二透镜组中至少包括色散方向存在曲率的透镜。第一透镜组中至少包括色散方向存在曲率的透镜，第二透镜组中至少包括色散方向存在曲率的透镜，第一  
25 透镜组的透镜与第二透镜组的透镜可补偿光信号的色散与像差，有效提升光学性能。

在第二透镜组之后，连接的是输出光纤准直阵列。输出光纤准直阵列中包括多个输出端口，光信号通过输出光纤准直阵列中的输出端口输出波长选择开关。

本申请实施例中，通过在交换引擎之间设置两个或以上的透镜组，透镜组中包括多个色散方向存在曲率的透镜，为光信号提供色散像差的补偿，减小了波长选择开关的滤波代价，提升了波长选择开关的滤波带宽，提升波长交换开关的光学性能，提升信道质量。  
30

本申请实施例提出的波长选择开关，还可以包括更多的光学元件，具体的，请参阅图 4b，图 4b 为本申请实施例提出的一种波长选择开关结构示意图。本申请实施例提出的一种波长选择开关中包括：输入光纤准直阵列（fiber collimator array, FCA）、第三透镜组、第一色散元件、第一交换引擎、第五透镜组、第三色散元件、第五透镜组、第一透镜组、中继透镜、第二透镜组、第六透镜组、第四色散元件、第六透镜组、第二交换引擎、第四透镜组、第二色散元件、第四透镜组以及输出光纤准直阵列。  
35

-7-

这些光学元件，总的可归类为下列六类：输入光纤准直阵列、透镜组、色散元件、交换引擎、中继透镜以及输出光纤准直阵列，首先介绍各个光学元件的作用：

具体的，输入光纤准直阵列在竖直方向上列成一排，输入光纤准直阵列中还可以包括：输入端口、输入光纤阵列以及输入准直器阵列，其中，输入端口接收外界的输入光信号；  
5 输入侧光纤阵列与输入准直器阵列；输入准直器阵列在竖直方向上列成一排，并使得来自输入端口的光信号平行地输往后续光学元件。该输入光纤准直阵列包括  $N$  个输入端口， $N$  为大于 1 的自然数。与输入光纤准直阵列相对应的，输出光纤准直阵列包括  $M$  个输出端口， $M$  为大于 1 的自然数，输出光纤准直阵列在竖直方向上列成一排，用于将来自第二交换引擎的光信号输出，输出光纤准直阵列中包括输出准直器阵列以及输出光纤阵列，其中，光  
10 信号由输出准直器阵列、输出光纤阵列到输出端口。

交换引擎，其可为微电子机械系统（micro-electro mechanical system, MEMS）或者硅基液晶（liquid crystal on silicon, LCOS），可以根据波长路由配置信息，配置对应的 MEMS 镜子或者 LCOS 像素点的参数以调整来自入射光的偏转角度，将相应的光信号聚焦到相应的空间位置上。MEMS 中，可以通过微反射镜的机械运动，从而使打在微反射镜上的  
15 光束进行偏转，从而实现光路的偏转，从而实现信号光的维度（或者说，传输路径）切换；LCOS 中，可以通过配置像素点的相位形成闪耀光栅对相应的入射光进行偏转。

中继透镜，中继透镜为交换光路方向上的柱透镜，可以是一个柱透镜，也可以是多个柱透镜的组合，仅在交换光路上存在曲率。中继透镜的作用是将输入光纤准直阵列输入的光信号，交换至输出光纤准直阵列对应的端口中，以实现光信号输入至  $N$  个输入端口，并  
20 从  $M$  个输出端口输出。第一透镜组中透镜的焦距之和等于中继透镜的焦距；第二透镜组中透镜的焦距之和等于中继透镜的焦距。

本申请实施例中的透镜组中包括透镜，透镜可以是色散方向存在曲率的柱透镜，在色散方向存在曲率的柱透镜用于会聚或发散色散方向的光信号，透镜可补偿光信号的色散与像差，有效提升光学性能，还可以是在色散方向上存在曲率，并且在交换光路上同时存在  
25 曲率的透镜，此时透镜组既可以会聚色散方向的光信号，也可以会聚光路方向的光信号。色散元件中包括一个或以上的光栅、棱镜以及聚焦透镜，该光栅可以是反射式衍射光栅，也可以是透射式衍射光栅，此处不作限定。

色散元件中的光栅或棱镜用于分开不同波长，聚焦透镜用于准直来自光栅的不同波长光、汇聚来自光栅的单波长光。透镜组与色散元件，用于改变光信号的光束大小，并用于  
30 将光信号变为一个偏振态的偏振光。

本申请实施例中，透镜组中包括：第一透镜组、第二透镜组、第三透镜组、第四透镜组、第五透镜组以及第六透镜组，其中：第一透镜组、第二透镜组、第三透镜组、第四透镜组、第五透镜组以及第六透镜组中每个透镜组均包括至少两个透镜。

第一透镜组包括  $A$  个透镜，第二透镜组包括  $B$  个透镜， $A$  为大于或等于 2 的自然数， $B$   
35 为大于或等于 2 的自然数， $A$  与  $B$  之和为偶数。第一透镜组中透镜之间的距离之和等于第一透镜组中透镜的焦距之和；第一透镜组中距离中继透镜最近的透镜，与中继透镜之间的距离等于透镜的焦距；第二透镜组中透镜之间的距离之和等于第二透镜组中透镜的焦距之

和；第二透镜组中距离中继透镜最近的透镜，与中继透镜之间的距离等于透镜的焦距。第一透镜组中透镜的焦距之和等于中继透镜的焦距；第二透镜组中透镜的焦距之和等于中继透镜的焦距。

第三透镜组包括C个透镜，第四透镜组包括D个透镜，C为大于或等于2的自然数，D为大于或等于2的自然数，C与D之和为偶数。第三透镜组中透镜之间的距离之和等于第三透镜组中透镜的焦距之和；第三透镜组中距离第一交换引擎最近的透镜，与第一交换引擎之间的距离等于透镜的焦距；第四透镜组中透镜之间的距离之和等于第四透镜组中透镜的焦距之和；第四透镜组中距离第二交换引擎最近的透镜，与第二交换引擎之间的距离等于透镜的焦距。

第五透镜组包括E个透镜，E为大于或等于2的自然数，第五透镜组中透镜之间的距离之和等于第五透镜组中透镜的焦距之和；第五透镜组中距离第一交换引擎最近的透镜，与第一交换引擎之间的距离等于透镜的焦距，第六透镜组包括F个透镜，F为大于或等于2的自然数，第六透镜组中透镜之间的距离之和等于第六透镜组中透镜的焦距之和；第六透镜组中距离第二交换引擎最近的透镜，与第二交换引擎之间的距离等于透镜的焦距，E和F之和为偶数。

交换引擎，其可为微电子机械系统（micro-electro mechanical system, MEMS）或者硅基液晶（liquid crystal on silicon, LCOS），可以根据波长路由配置信息，配置对应的MEMS镜子或者LCOS像素点的参数以调整来自入射光的偏转角度，将相应的光信号聚焦到相应的空间位置上。MEMS中，可以通过微反射镜的机械运动，从而使打在微反射镜上的光束进行偏转，从而实现光路的偏转，从而实现信号光的维度（或者说，传输路径）切换；LCOS中，可以通过配置像素点的相位形成闪耀光栅对相应的入射光进行偏转。

中继透镜，中继透镜为交换光路方向上的柱透镜，可以是一个柱透镜，也可以是多个柱透镜的组合，仅在交换光路上存在曲率。中继透镜的作用是将输入光纤准直阵列输入的光信号，交换至输出光纤准直阵列对应的端口中，以实现光信号输入至N个输入端口，并从M个输出端口输出。第一透镜组中透镜的焦距之和等于中继透镜的焦距；第二透镜组中透镜的焦距之和等于中继透镜的焦距。

需要说明的是，本领域技术人员可以理解，有多种器件可以实现上述的功能，本申请实施例给出的仅仅是一个示例。

下面结合图5和图6对本申请实施例提出的波长选择开关的具体结构进行说明，图5为本申请实施例提出的波长选择开关色散方向的光路示意图，图6为本申请实施例提出的波长选择开关交换光路方向的光路示意图。

为了便于理解，图5与图6中的波长选择开关，是以透镜组均为2个透镜，色散元件均为1个光栅，两级交换引擎的情况为例进行说明，需要指出的是，不对波长选择开关中光学元件的种类与数量进行限定。可以理解的是，波长选择开关中的透镜组为2个以上透镜，和/或色散元件为1个棱镜，和/或两级以上的交换引擎的情况，也属于本申请所涵盖的范围。需要说明的是，本申请中的“X和/或Y”可以理解为：X、或Y、或X和Y。

图5与图6所示的波长选择开关中，光信号从输入光纤准直阵列输入，该输入光纤准

直阵列包含  $N$  个输入光纤、 $N$  个准直透镜，用于将  $N$  个维度的输入光信号准直后输出， $N$  为大于 1 的自然数。

第三透镜组中包括透镜 1 和透镜 2，透镜 1 和透镜 2 可以为焦距相同或不同的透镜，具体的可以为色散方向存在曲率的柱透镜，透镜 1 与透镜 2 之间的距离等于透镜 1 和透镜 2 的焦距之和，透镜 1 到输入光纤准直阵列的距离等于透镜 1 的焦距，透镜 2 到第一交换引擎的距离等于透镜 2 的焦距，即透镜 1 和透镜 2 组成一个波长方向的  $4f$  光学系统。在第三透镜组中存在第一色散元件，该第一色散元件中包括光栅 1，光束经过透镜 1 入射光栅 1，经过光栅 1 色散打开之后光束按不同波长经过透镜 2 传输到第一交换引擎的不同区域，该光束在第一交换引擎上投影的光斑分布如可参见图 2a-图 2b 所示。

第一交换引擎后，连接的是第五透镜组。第五透镜组中包括透镜 3 和透镜 4，透镜 3 和透镜 4 可以为焦距相同或不同的透镜，透镜 3 与透镜 4 之间的距离等于透镜 3 和透镜 4 的焦距之和，透镜 3 到第一交换引擎的距离等于透镜 3 的焦距，即透镜 3 和透镜 4 组成一个  $4f$  光学系统。在第五透镜组中存在第三色散元件，该第三色散元件中包括光栅 2。光栅 2 位于透镜 3 和透镜 4 之间，光信号通过第一交换引擎之后，不同波长的光束通过光栅 2，在色散方向的不同光束又合为一个光束。通过设置第三色散元件：光栅 2，有效减少光束在后续通过中继透镜时产生额外的离轴像差，在输入端口数量较大时（例如： $N > 5$ ），离轴像差过大会导致光束在第二交换引擎上产生位移偏差，影响整体的滤波光谱。第三色散元件相对于第五透镜组的位置，由各自光学元件的光学性能参数决定，此处不作限定。

在第五透镜组后，连接的是第一透镜组。第一透镜组中包括透镜 5 和透镜 6，透镜 5 和透镜 6 可以为焦距相同或不同的透镜，透镜 5 与透镜 6 之间的距离等于透镜 5 和透镜 6 的焦距之和，透镜 6 到中继透镜的距离等于透镜 6 的焦距，即透镜 5 和透镜 6 组成一个  $4f$  光学系统，第一透镜组中的透镜仅可以为色散方向存在曲率的透镜。光信号经过透镜 5 和透镜 6 到达中继透镜，中继透镜为交换光路方向的透镜。

光信号通过第五透镜组后，进入中继透镜，中继透镜将第一交换引擎引入的交换角度转换为光束位置上的偏移。中继透镜后连接的是第二透镜组，第二透镜组包括透镜 7 和透镜 8，透镜 7 和透镜 8 可以为焦距相同或不同的透镜，透镜 7 与透镜 8 之间的距离等于透镜 7 和透镜 8 的焦距之和，透镜 7 到第一交换引擎的距离等于透镜 7 的焦距，即透镜 7 和透镜 8 组成一个  $4f$  光学系统。

光信号通过第二透镜组后，进入第六透镜组，第六透镜组与第二透镜组连接。第六透镜组中包括透镜 9 和透镜 10，透镜 9 和透镜 10 可以为焦距相同或不同的透镜，透镜 9 与透镜 10 之间的距离等于透镜 9 和透镜 10 的焦距之和，透镜 10 到第二交换引擎的距离等于透镜 10 的焦距，即透镜 9 和透镜 10 组成一个  $4f$  光学系统，第二透镜组中的透镜仅可以为色散方向存在曲率的透镜。在第六透镜组中存在第四色散元件，该第四色散元件中包括光栅 3。光栅 3 位于透镜 9 和透镜 10 之间，光栅 3 与光栅 2 的光学性能一致。光栅 3 用于将光束色散打开。第四色散元件相对于第六透镜组的位置，由各自光学元件的光学性能参数决定，此处不作限定。

光信号通过第二透镜组后，到达第二交换引擎。第二级交换引擎根据光束的角度和输

出端口，再次将光束偏转相应的角度，保证光束能到达期望的输出端口。该光束在第二交换引擎上投影的光斑分布如可参见图 2a-图 2b 所示。

光信号通过第二交换引擎后，到达第四透镜组，第四透镜组中包括透镜 11 和透镜 12，透镜 11 和透镜 12 可以为焦距相同或不同的透镜，透镜 11 与透镜 12 之间的距离等于透镜 11 和透镜 12 的焦距之和，透镜 11 到第二交换引擎的距离等于透镜 1 的焦距，即透镜 11 和透镜 12 组成一个  $4f$  光学系统。在第四透镜组中存在第二色散元件，该第二色散元件中包括光栅 4。光栅 3 位于透镜 11 和透镜 12 之间，光栅 4 与光栅 1 的光学性能一致。光栅 3 用于将色散打开的光束合波。合波之后的光束到达输出端，输出端包含一个输出光纤准直阵列，该输出光纤准直阵列包含  $M$  个输入光纤、 $M$  个准直透镜，用于将光信号准直后输出至  $M$  个维度， $M$  为大于 1 的自然数。

图 5-图 6 的波长选择开关中，交换引擎上光斑的切割示意图请参阅图 7，图 7 为本申请实施例中的一种光斑示意图。图 7 中，半圆形为光斑的一种示意，经过第一交换引擎后，光斑变为半个椭圆形光斑，光斑方向朝下。经过四个透镜（透镜 3、4、5 以及 6）组成的  $8f$  光学系统后，光斑传播到中继透镜的位置。其中通过前两个透镜（透镜 3 和透镜 4）组成的  $4f$  光学系统之后，半椭圆光斑发生一次翻转，再次经过后面两个透镜（透镜 5 和透镜 6）组成的  $4f$  光学系统之后，光斑再次翻转一次。同理，经过四个透镜（透镜 7、8、9、以及 10）组成的  $8f$  光学系统后，光斑传播到第二交换引擎的位置。光斑的方向与第一交换引擎射出的光斑方向一致。

本申请实施例中，由于波长选择开关中两级交换引擎之间，在色散方向中共有 8 个透镜，组成了  $16f$  光学系统，光信号通过该  $16f$  光学系统后，到达第二交换引擎时光斑分布区域与光信号投影于第一交换引擎的区域是一致的，光斑分布均在切换区域以内。所以第二交换引擎对光斑的切割效果较弱，有效降低了滤波代价。具体请参见图 8，图 8 为本申请实施例中一种滤波带宽的仿真波形示意图，虚线对应于两级级联的  $1 \times N$  波长选择开关，实线对应于本申请实施例提出的波长选择开关。示例性的，本申请实施例提出的波长选择开关，在 50 吉赫（GHz）通道内的滤波光谱的 3 分贝（decibel，dB）带宽为 44.2GHz。而采用同样光栅、光斑大小设计的  $1 \times N$  两级级联的波长选择开关的滤波光谱 3dB 带宽为 42.7GHz，可见本申请实施例提出的波长选择开关的滤波光谱带宽要大于光斑大小设计的  $1 \times N$  两级级联的波长选择开关。需要说明的是，这仅是一种可能的仿真实验结果，根据实际光学元件以及光学元件之间排列的不同，还可以存在其它的仿真实验结果，此处不限定。通过在交换引擎之间设置透镜组，减小了波长选择开关的滤波代价，提升了波长选择开关的滤波带宽，提升信道质量。

除了与图 4a 和图 4b 结构类似的波长选择开关以外，本申请实施例提出的波长选择开关还可以是其它的结构，具体的，请参阅图 9，图 9 为本申请实施例提出的另一种波长选择开关结构示意图，本申请实施例提出的一种波长选择开关中包括：输入光纤准直阵列、第一色散元件、第一交换引擎、第一透镜组、中继透镜、第二透镜组、第二交换引擎、第二色散元件及输出光纤准直阵列，其中：输入光纤准直阵列、第一色散元件、第一交换引擎、第一透镜组、中继透镜、第二透镜组、第二交换引擎、第二色散元件及输出光纤准直

阵列，与前述图 4b 对应的实施例类似，此处不再赘述。

本申请实施例中，由于波长选择开关中两级交换引擎之间，在色散方向中共有  $A+B$  个透镜，组成了  $(2(A+B))f$  光学系统，光信号通过该  $(2(A+B))f$  光学系统后，到达第二交换引擎时光斑分布区域与光信号投影于第一交换引擎的区域是一致的，光斑分布均在切换区域以内。所以第二交换引擎对光斑的切割效果较弱，有效降低了滤波代价。第一色散元件将来自输入光纤准直阵列的光束色散打开后，按不同波长投影于第一交换引擎上，不同波长的光束通过第二色散元件后，在色散方向的不同光束又合为一个光束。通过设置第一色散元件与第二色散元件，从而实现对不同波长光束的偏转。

请参阅图 10，图 10 为本申请实施例提出的另一种波长选择开关结构示意图，本申请实施例提出的一种波长选择开关中包括：输入光纤准直阵列、第三透镜组、第一色散元件、第一交换引擎、第一透镜组、中继透镜、第二透镜组、第二交换引擎、第四透镜组、第二色散元件及输出光纤准直阵列，其中：输入光纤准直阵列、第三透镜组、第一色散元件、第一交换引擎、第一透镜组、中继透镜、第二透镜组、第二交换引擎、第四透镜组、第二色散元件及输出光纤准直阵列，与前述图 4b 对应的实施例类似，此处不再赘述。第一色散元件位于第三透镜组之间，第二色散元件位于第四透镜组之间，第一色散元件相对于第三透镜组的位置，第二色散元件相对于第四透镜组的位置，由各自光学元件的光学性能参数决定，此处不作限定。

本申请实施例中，由于波长选择开关中两级交换引擎之间，在色散方向中共有  $A+B$  个透镜，组成了  $(2(A+B))f$  光学系统，光信号通过该  $(2(A+B))f$  光学系统后，到达第二交换引擎时光斑分布区域与光信号投影于第一交换引擎的区域是一致的，光斑分布均在切换区域以内。所以第二交换引擎对光斑的切割效果较弱，有效降低了滤波代价。第一色散元件将来自输入光纤准直阵列的光束色散打开后，按不同波长投影于第一交换引擎上，不同波长的光束通过第二色散元件后，在色散方向的不同光束又合为一个光束。通过设置第一色散元件与第二色散元件，从而实现对不同波长光束的偏转。通过设置第三透镜组与第四透镜组，为波长交换开关内的光信号提供色散像差的补偿，提升波长交换开关的光学性能。

请参阅图 11，图 11 为本申请实施例提出的另一种波长选择开关结构示意图，本申请实施例提出的一种波长选择开关中包括：输入光纤准直阵列、第一交换引擎、第一透镜组、第三色散元件、中继透镜、第二透镜组、第四色散元件、第二交换引擎及输出光纤准直阵列，其中：输入光纤准直阵列、第一交换引擎、第一透镜组、第三色散元件、中继透镜、第二透镜组、第四色散元件、第二交换引擎及输出光纤准直阵列，与前述图 4b 对应的实施例类似，此处不再赘述。第三色散元件位于第一透镜组之间，第四色散元件位于第二透镜组之间，具体的由各自的光学参数决定，此处不作限定。

本申请实施例中，由于波长选择开关中两级交换引擎之间，在色散方向中共有  $A+B$  个透镜，组成了  $(2(A+B))f$  光学系统，光信号通过该  $(2(A+B))f$  光学系统后，到达第二交换引擎时光斑分布区域与光信号投影于第一交换引擎的区域是一致的，光斑分布均在切换区域以内。所以第二交换引擎对光斑的切割效果较弱，有效降低了滤波代价。通过设置

第三色散元件与第四色散元件，有效减少光束在传输时产生额外的离轴像差，提升光学性能。

请参阅图 12，图 12 为本申请实施例提出的另一种波长选择开关结构示意图，本申请实施例提出的一种波长选择开关中包括：输入光纤准直阵列、第三透镜组、第一色散元件、第一交换引擎、第一透镜组、第三色散元件、中继透镜、第二透镜组、第四色散元件、第二交换引擎、第四透镜组、第二色散元件及输出光纤准直阵列，其中：输入光纤准直阵列、第三透镜组、第一色散元件、第一交换引擎、第一透镜组、第三色散元件、中继透镜、第二透镜组、第四色散元件、第二交换引擎、第四透镜组、第二色散元件及输出光纤准直阵列，与前述图 4b 对应的实施例类似，此处不再赘述。第一色散元件位于第三透镜组之间，第二色散元件位于第四透镜组之间，第三色散元件位于第一透镜组之间，第四色散元件位于第二透镜组之间，具体的位置由各自的光学性能参数决定。

本申请实施例中，由于波长选择开关中两级交换引擎之间，在色散方向中共有  $A+B$  个透镜，组成了  $(2(A+B))f$  光学系统，光信号通过该  $(2(A+B))f$  光学系统后，到达第二交换引擎时光斑分布区域与光信号投影于第一交换引擎的区域是一致的，光斑分布均在切换区域以内。所以第二交换引擎对光斑的切割效果较弱，有效降低了滤波代价。第一色散元件将来自输入光纤准直阵列的光束色散打开后，按不同波长投影于第一交换引擎上，不同波长的光束通过第二色散元件后，在色散方向的不同光束又合为一个光束。通过设置第一色散元件与第二色散元件，从而实现对不同波长光束的偏转。通过设置第三透镜组与第四透镜组，为波长交换开关内的光信号提供色散像差的补偿，提升波长交换开关的光学性能。通过设置第三色散元件与第四色散元件，有效减少光束在传输时产生额外的离轴像差，提升波长交换开关的光学性能。

请参阅图 13，图 13 为本申请实施例提出的另一种波长选择开关结构示意图，本申请实施例提出的一种波长选择开关中包括：输入光纤准直阵列、第一交换引擎、第七透镜组、第一透镜组、中继透镜、第二透镜组、第八透镜组、第二交换引擎以及输出光纤准直阵列，其中：输入光纤准直阵列、第一交换引擎、第一透镜组、中继透镜、第二透镜组、第二交换引擎及输出光纤准直阵列，与前述图 4b 对应的实施例类似，此处不再赘述。

第七透镜组中包括  $U$  个透镜，第八透镜组包括  $U$  个透镜， $U$  为大于或等于 2 的自然数。第七透镜组与第八透镜组的透镜，可以仅为色散方向上具有曲率的透镜，也可以仅为交换光路方向上存在曲率的透镜，还可以为同时在色散方向存在曲率并且在交换光路方向存在曲率的透镜，第七透镜组中透镜之间的距离之和等于第七透镜组中透镜的焦距之和；第七透镜组中距离第一交换引擎最近的透镜，与第一交换引擎之间的距离等于透镜的焦距；第八透镜组中透镜之间的距离之和等于第八透镜组中透镜的焦距之和；第八透镜组中距离第二交换引擎最近的透镜，与第二交换引擎之间的距离等于透镜的焦距。

本申请实施例中，波长选择开关中两级交换引擎之间，当第七透镜组与第八透镜组包括色散方向存在曲率的透镜时，在色散方向中共有  $(A+B+G+H)$  个透镜，组成了  $(2(A+B+G+H))f$  光学系统，光信号通过该  $(2(A+B+G+H))f$  光学系统后，到达第二交换引擎时光斑分布区域

与光信号投影于第一交换引擎的区域是一致的，光斑分布均在切换区域以内。所以第二交换引擎对光斑的切割效果较弱，有效降低了滤波代价。通过设置第七透镜组与第八透镜组，为波长交换开关内的光信号提供色散像差的补偿，提升波长交换开关的光学性能。

请参阅图 14，图 14 为本申请实施例提出的另一种波长选择开关结构示意图，本申请实施例提出的一种波长选择开关中包括：输入光纤准直阵列、第三透镜组、第一色散元件、第一交换引擎、第七透镜组、第一透镜组、中继透镜、第二透镜组、第八透镜组、第二交换引擎、第四透镜组、第二色散元件及输出光纤准直阵列，其中：输入光纤准直阵列、第三透镜组、第一色散元件、第一交换引擎、第一透镜组、中继透镜、第二透镜组、第二交换引擎、第四透镜组、第二色散元件及输出光纤准直阵列，与前述图 4b 对应的实施例类似，此处不再赘述。第七透镜组与第八透镜组与图 13 对应的实施例类似，此处不再赘述。第一色散元件位于第三透镜组之间，第二色散元件位于第四透镜组之间，第三色散元件位于第一透镜组之间，第四色散元件位于第二透镜组之间，具体的位置由各自的光学性能参数决定。

本申请实施例中，波长选择开关中两级交换引擎之间，当第七透镜组与第八透镜组包括色散方向存在曲率的透镜时，在色散方向中共有  $(A+B+G+H)$  个透镜，组成了  $(2(A+B+G+H))f$  光学系统，光信号通过该  $(2(A+B+G+H))f$  光学系统后，到达第二交换引擎时光斑分布区域与光信号投影于第一交换引擎的区域是一致的，光斑分布均在切换区域以内。所以第二交换引擎对光斑的切割效果较弱，有效降低了滤波代价。第一色散元件将来自输入光纤准直阵列的光束色散打开后，按不同波长投影于第一交换引擎上，不同波长的光束通过第二色散元件后，在色散方向的不同光束又合为一个光束。通过设置第一色散元件与第二色散元件，从而实现对不同波长光束的偏转。通过设置第三透镜组、第四透镜组、第七透镜组与第八透镜组，为波长交换开关内的光信号提供色散像差的补偿，提升波长交换开关的光学性能。

本申请的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换，以便这里描述的实施例能够以除了在这里图示或描述的内容以外的顺序实施。此外，术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含，例如，包含了一系列步骤或模块的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或模块，而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或模块。在本申请中出现的对步骤进行的命名或者编号，并不意味着必须按照命名或者编号所指示的时间/逻辑先后顺序执行方法流程中的步骤，已经命名或者编号的流程步骤可以根据要实现的技术目的变更执行次序，只要能达到相同或者相类似的技术效果即可。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为描述的方便和简洁，上述描述的系统，装置和单元的具体工作过程，可以参考前述方法实施例中的对应过程，在此不再赘述。

在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的系统，装置和方法，可以通过其它的方式实现。例如，以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，例如，所述单元的

划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。

5 以上所述，以上实施例仅用以说明本申请的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述实施例对本申请进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本申请各实施例技术方案的精神和范围。

## 权 利 要 求

1、一种波长选择开关，其特征在于，所述波长选择开关包括：输入光纤准直阵列、第一交换引擎、中继透镜、第一透镜组、第二透镜组、第二交换引擎以及输出光纤准直阵列；所述输入光纤准直阵列包括多个输入端口；

5 所述第一交换引擎与所述输入光纤准直阵列连接；

所述中继透镜与所述第一交换引擎以及所述第二交换引擎连接，所述中继透镜位于所述第一交换引擎与所述第二交换引擎之间，所述中继透镜为交换光路方向上的透镜；

10 所述第一透镜组包括 A 个透镜，所述第二透镜组包括 B 个透镜，所述 A 为大于或等于 2 的自然数，所述 B 为大于或等于 2 的自然数，所述第一透镜组连接所述第一交换引擎与所述中继透镜，所述第二透镜组连接所述中继透镜与所述第二交换引擎，所述第一透镜组中至少包括色散方向存在曲率的透镜，所述第二透镜组中至少包括色散方向存在曲率的透镜；

所述输出光纤准直阵列包括多个输出端口，所述输出光纤准直阵列连接所述第二交换引擎。

15 2、根据权利要求 1 所述的波长选择开关，其特征在于，

所述第一透镜组中透镜之间的距离之和等于所述第一透镜组中透镜的焦距之和；

所述第一透镜组中距离所述中继透镜最近的透镜，与所述中继透镜之间的距离等于所述透镜的焦距；

所述第二透镜组中透镜之间的距离之和等于所述第二透镜组中透镜的焦距之和；

20 所述第二透镜组中距离所述中继透镜最近的透镜，与所述中继透镜之间的距离等于所述透镜的焦距；

所述 A 与所述 B 之和为偶数。

3、根据权利要求 2 所述的波长选择开关，其特征在于，

所述第一透镜组中透镜的焦距之和等于所述中继透镜的焦距；

25 所述第二透镜组中透镜的焦距之和等于所述中继透镜的焦距。

4、根据权利要求 3 所述的波长选择开关，其特征在于，所述波长选择开关还包括：第一色散元件与第二色散元件；

所述第一色散元件与所述输入光纤准直阵列以及所述第一交换引擎连接，所述第一色散元件位于所述输入光纤准直阵列与所述第一交换引擎之间；

30 所述第二色散元件与所述第二交换引擎以及所述输出光纤准直阵列连接，所述第二色散元件位于所述第二交换引擎与所述输出光纤准直阵列之间。

5、根据权利要求 4 所述的波长选择开关，其特征在于，所述波长选择开关还包括：第三透镜组与第四透镜组；

35 所述第三透镜组包括 C 个透镜，所述第四透镜组包括 D 个透镜，所述 C 为大于或等于 2 的自然数，所述 D 为大于或等于 2 的自然数；

所述第三透镜组连接所述输入光纤准直阵列与所述第一交换引擎，所述第一色散元件位于所述第三透镜组的透镜之间；

- 16 -

所述第四透镜组连接所述第二交换引擎与所述第二色散元件，连接所述第二色散元件与所述输出光纤准直阵列，所述第二色散元件位于所述第四透镜组的透镜之间。

6、根据权利要求5所述的波长选择开关，其特征在于，

所述第三透镜组中透镜之间的距离之和等于所述第三透镜组中透镜的焦距之和；

所述第三透镜组中距离所述第一交换引擎最近的透镜，与所述第一交换引擎之间的距离等于所述透镜的焦距；

所述第四透镜组中透镜之间的距离之和等于所述第四透镜组中透镜的焦距之和；

所述第四透镜组中距离所述第二交换引擎最近的透镜，与所述第二交换引擎之间的距离等于所述透镜的焦距；

所述C和所述D之和为偶数。

7、根据权利要求3或6中任一项所述的波长选择开关，其特征在于，所述波长选择开关还包括：第三色散元件与第四色散元件；

所述第三色散元件位于所述第一交换引擎与所述中继透镜之间；

所述第四色散元件位于所述中继透镜与所述第二交换引擎之间。

8、根据权利要求7所述的波长选择开关，其特征在于，所述波长选择开关还包括：第五透镜组与第六透镜组；

所述第五透镜组包括E个透镜，所述第六透镜组包括F个透镜，所述E为大于或等于2的自然数，所述F为大于或等于2的自然数；

所述第五透镜组连接所述第一交换引擎与所述第一透镜组，所述第三色散元件位于所述第五透镜组的透镜之间；

所述第六透镜组连接所述第二透镜组与所述第二交换引擎，所述第四色散元件位于所述第六透镜组的透镜之间。

9、根据权利要求8所述的波长选择开关，其特征在于，

所述第五透镜组中透镜之间的距离之和等于所述第五透镜组中透镜的焦距之和；

所述第五透镜组中距离所述第一交换引擎最近的透镜，与所述第一交换引擎之间的距离等于所述透镜的焦距；

所述第六透镜组中透镜之间的距离之和等于所述第六透镜组中透镜的焦距之和；

所述第六透镜组中距离所述第二交换引擎最近的透镜，与所述第二交换引擎之间的距离等于所述透镜的焦距；

所述E和所述F之和为偶数。

10、根据权利要求7所述的波长选择开关，其特征在于，所述波长选择开关具体包括：所述第三色散元件与所述第一透镜组连接，所述第三色散元件位于所述第一透镜组之间；

所述第四色散元件与所述第二透镜组连接，所述第四色散元件位于所述第二透镜组之间。

11、根据权利要求3或6中任一项所述的波长选择开关，其特征在于，所述波长选择开关还包括：第七透镜组与第八透镜组；

-17-

所述第七透镜组连接所述第一交换引擎与所述第一透镜组；

所述第八透镜组连接所述第二透镜组与所述第二交换引擎；

所述第七透镜组包括 G 个透镜，所述第八透镜组包括 H 个透镜，所述 U 为大于或等于 2 的自然数，所述 G 为大于或等于 2 的自然数。

5 12、根据权利要求 11 所述的波长选择开关，其特征在于，

所述第七透镜组中透镜之间的距离之和等于所述第七透镜组中透镜的焦距之和；

所述第七透镜组中距离所述第一交换引擎最近的透镜，与所述第一交换引擎之间的距离等于所述透镜的焦距；

所述第八透镜组中透镜之间的距离之和等于所述第八透镜组中透镜的焦距之和；

10 所述第八透镜组中距离所述第二交换引擎最近的透镜，与所述第二交换引擎之间的距离等于所述透镜的焦距；

所述 G 和所述 H 之和为偶数。

13、一种光分路器，其特征在于，所述光分路器包括：如权利要求 1-12 中任一项所述的波长选择开关。

15 14、一种可重构的光分插复用器，其特征在于，所述可重构的光分插复用器包括：如权利要求 1-12 中任一项所述的波长选择开关。



图 1

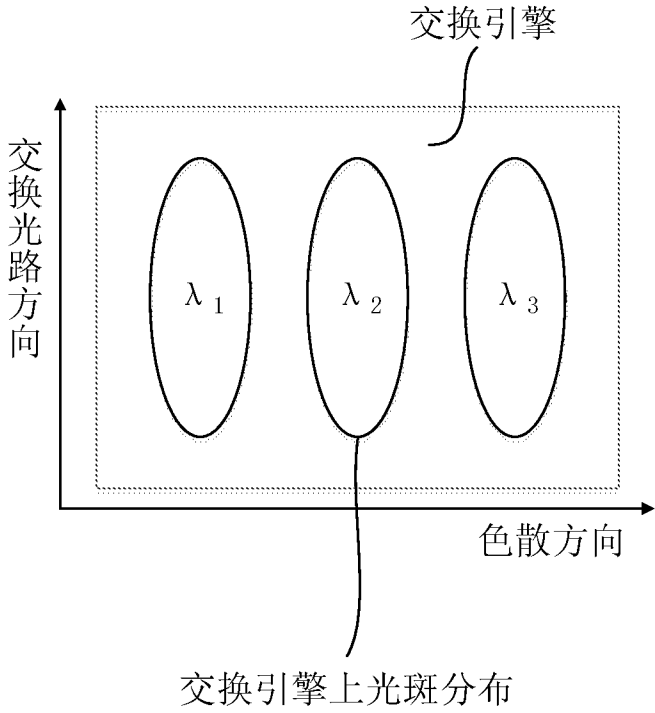
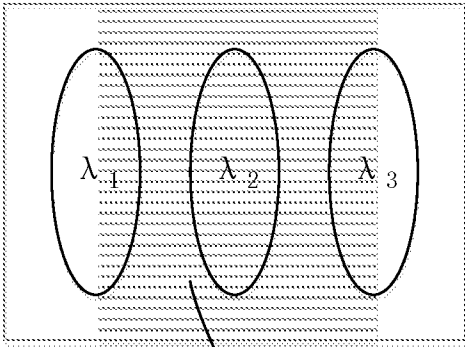


图 2a

-2/12-



交换引擎上波长交换区域

图 2b

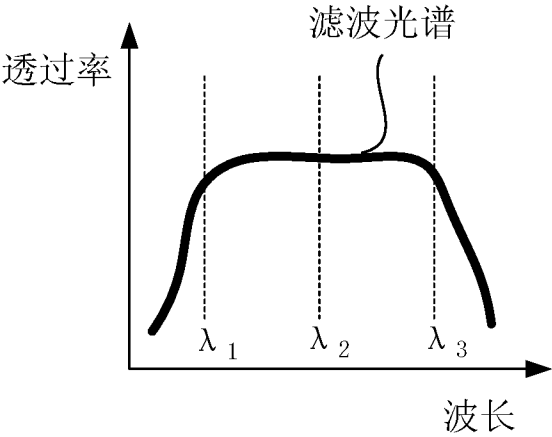


图 2c

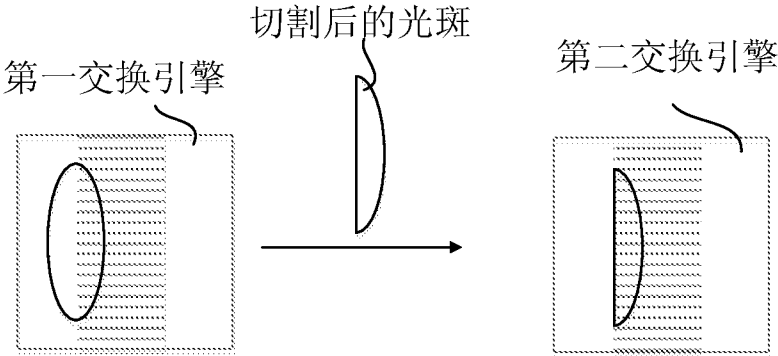
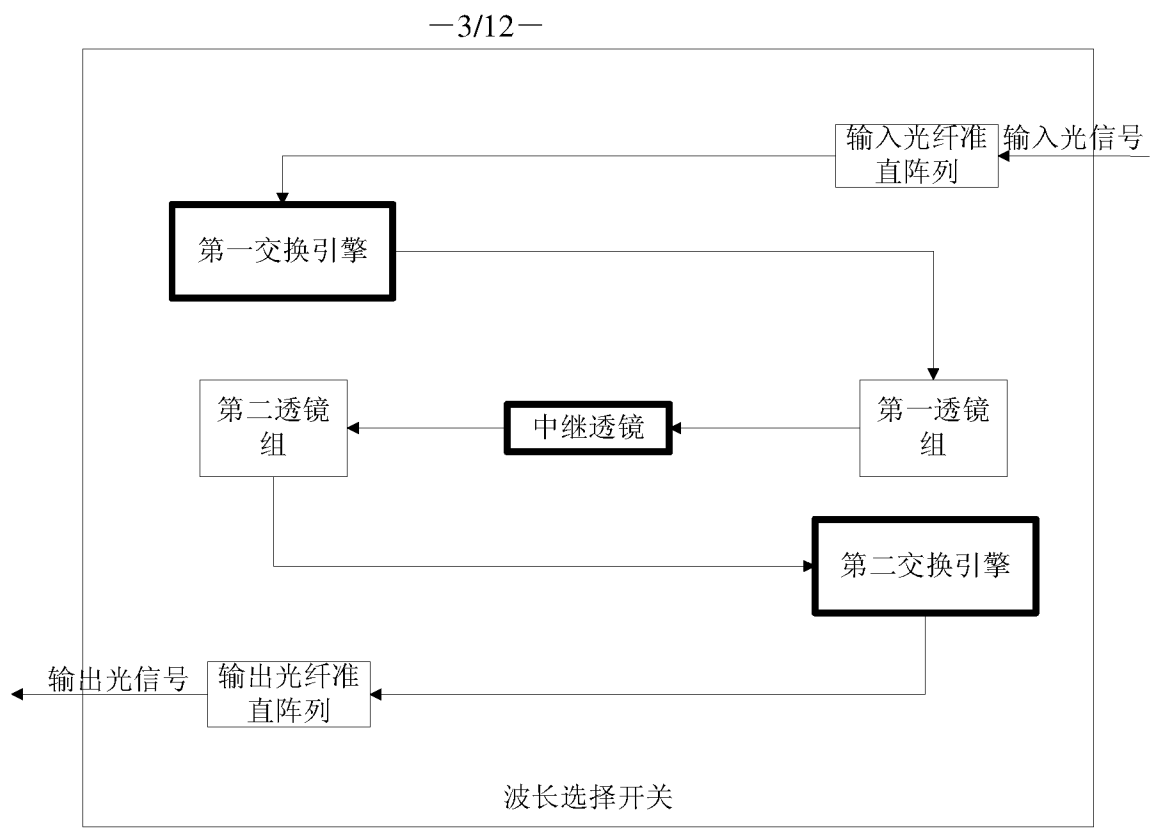


图 3



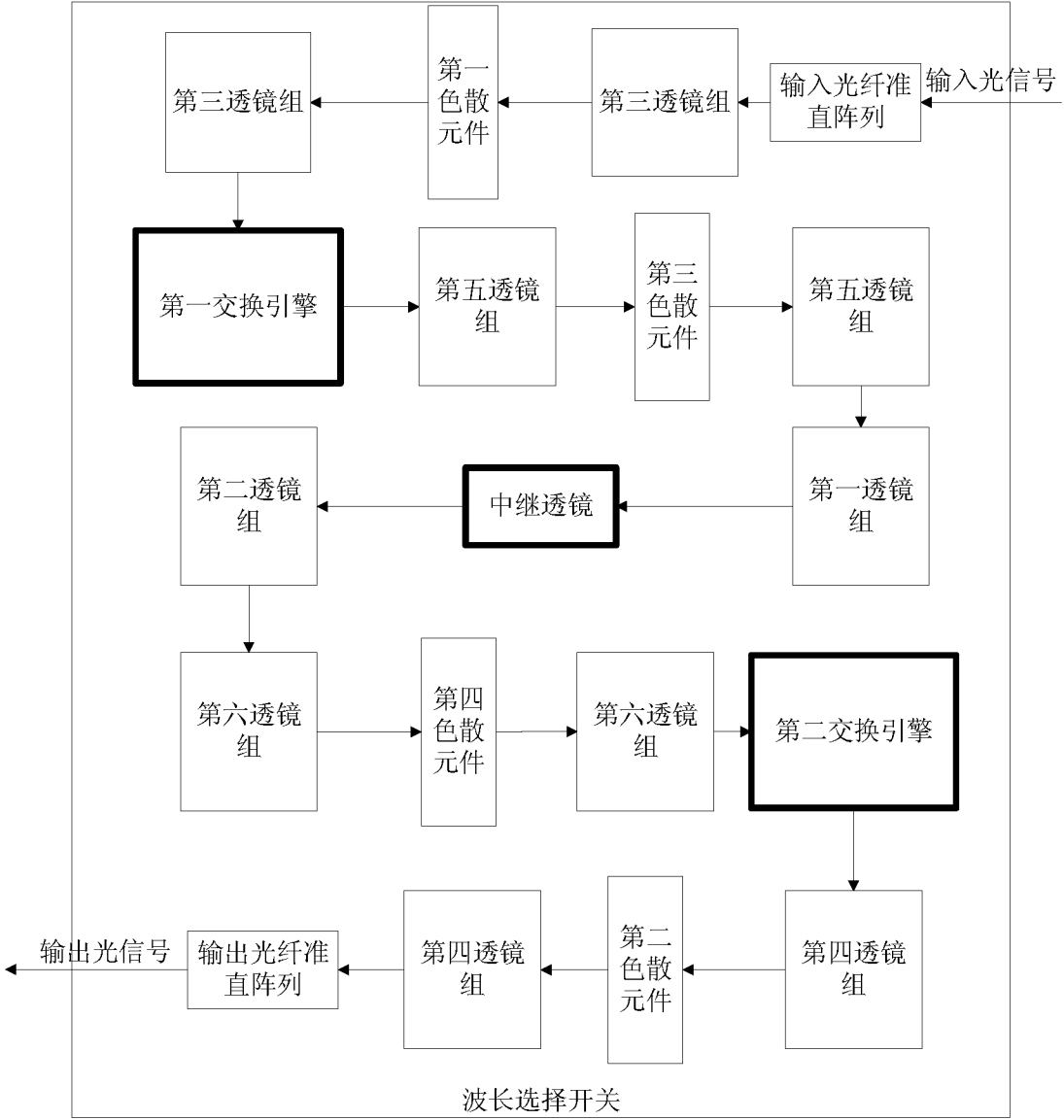


图 4b

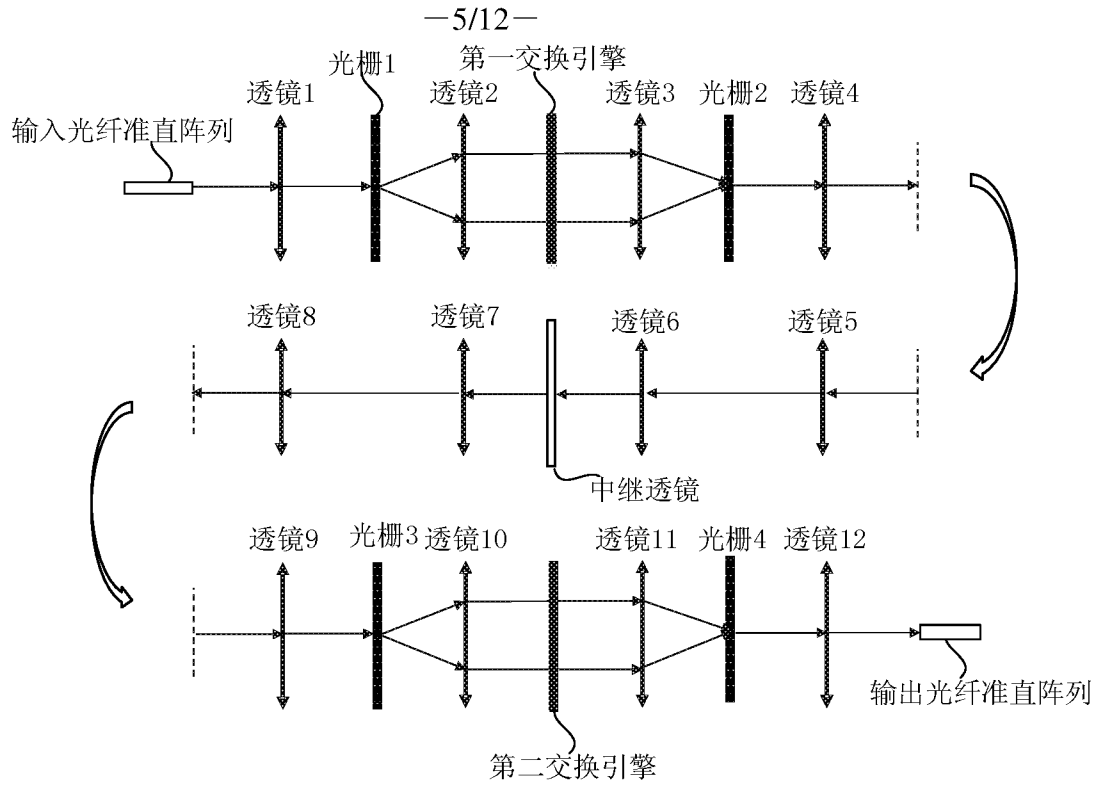


图 5

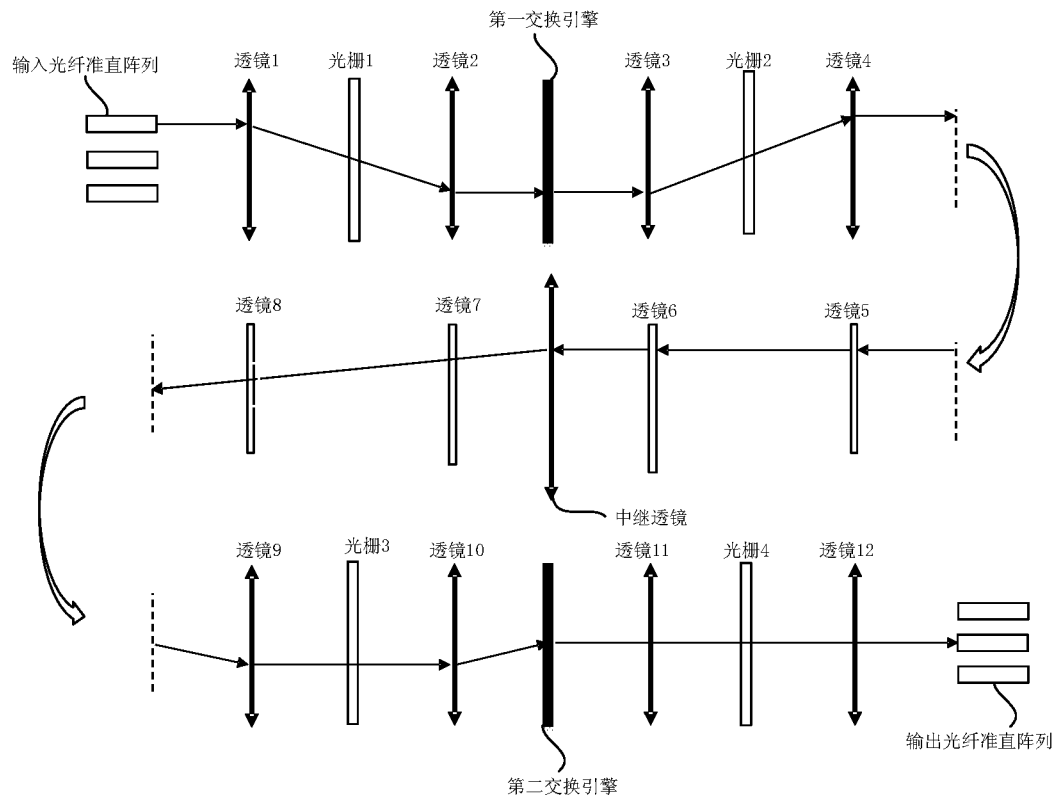


图 6

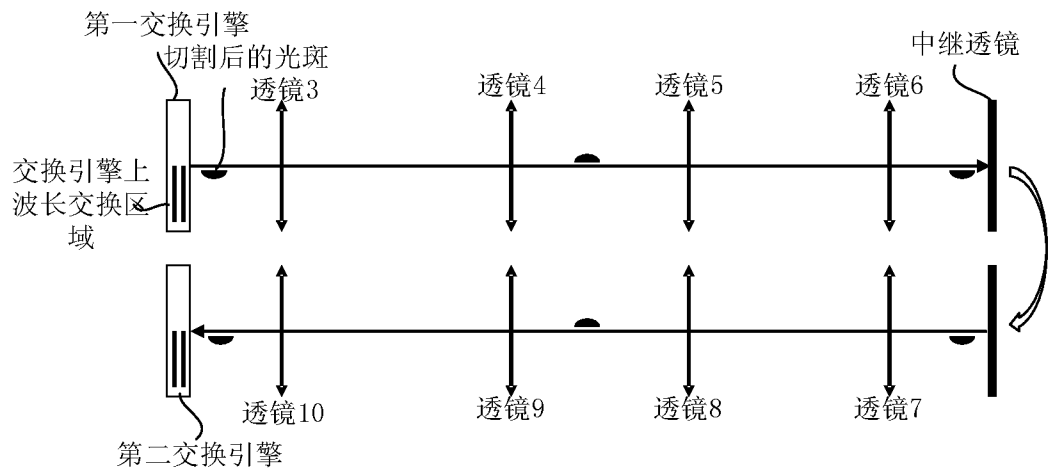


图 7

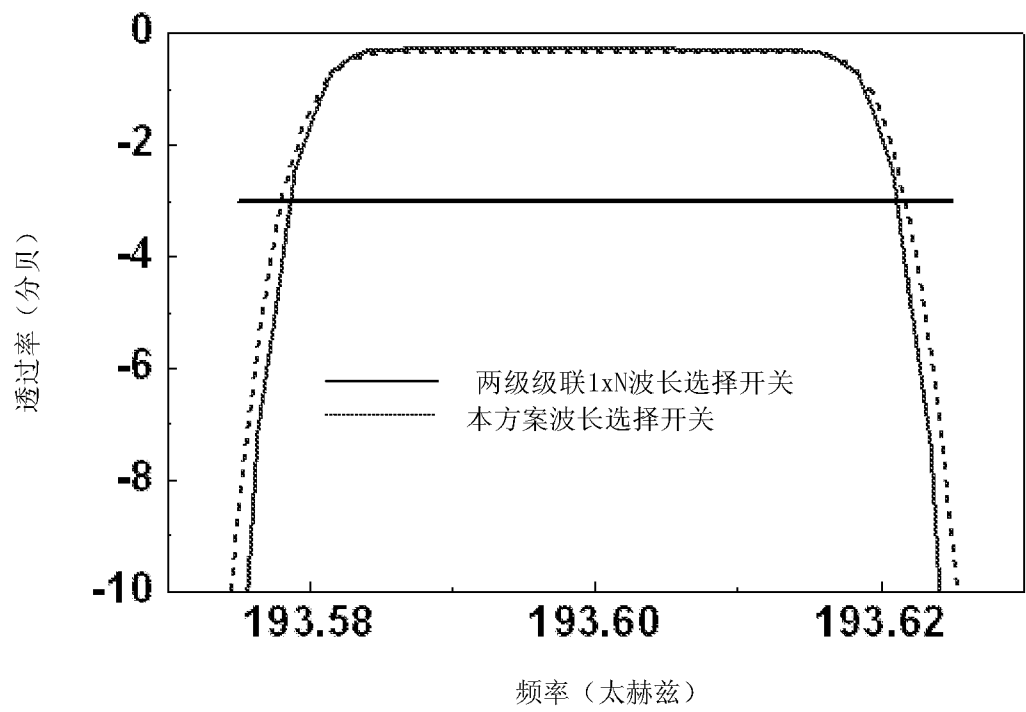


图 8

—7/12—

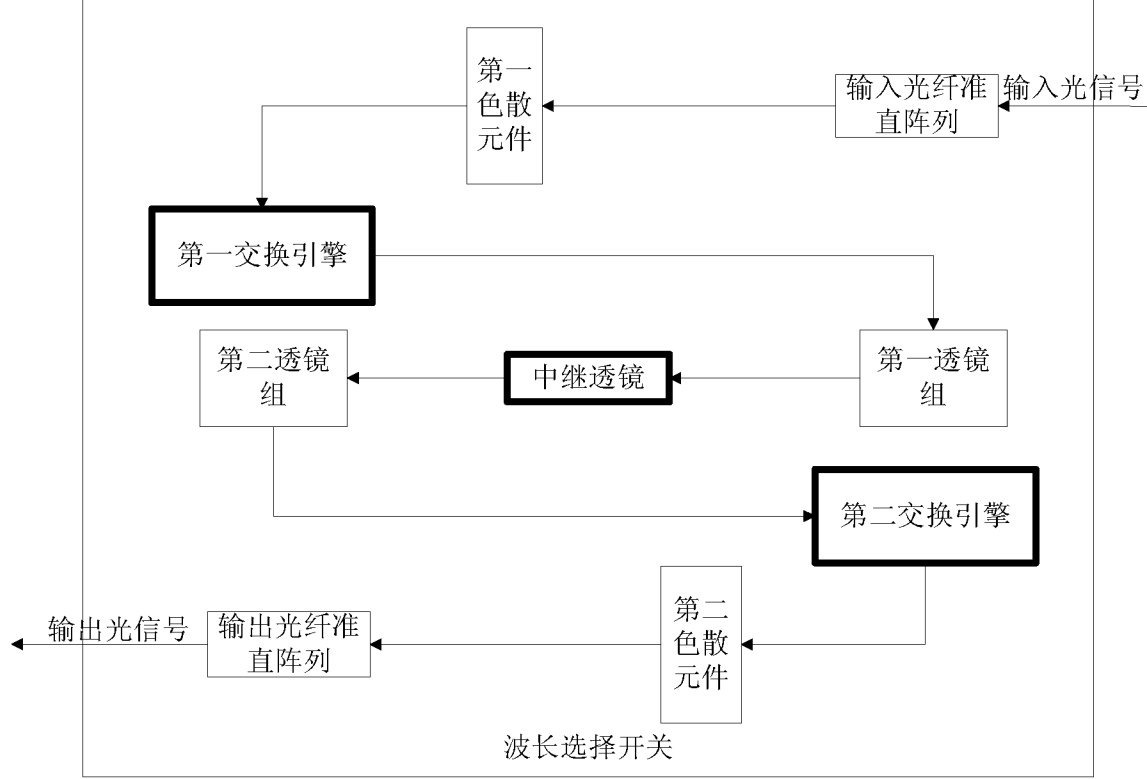


图 9

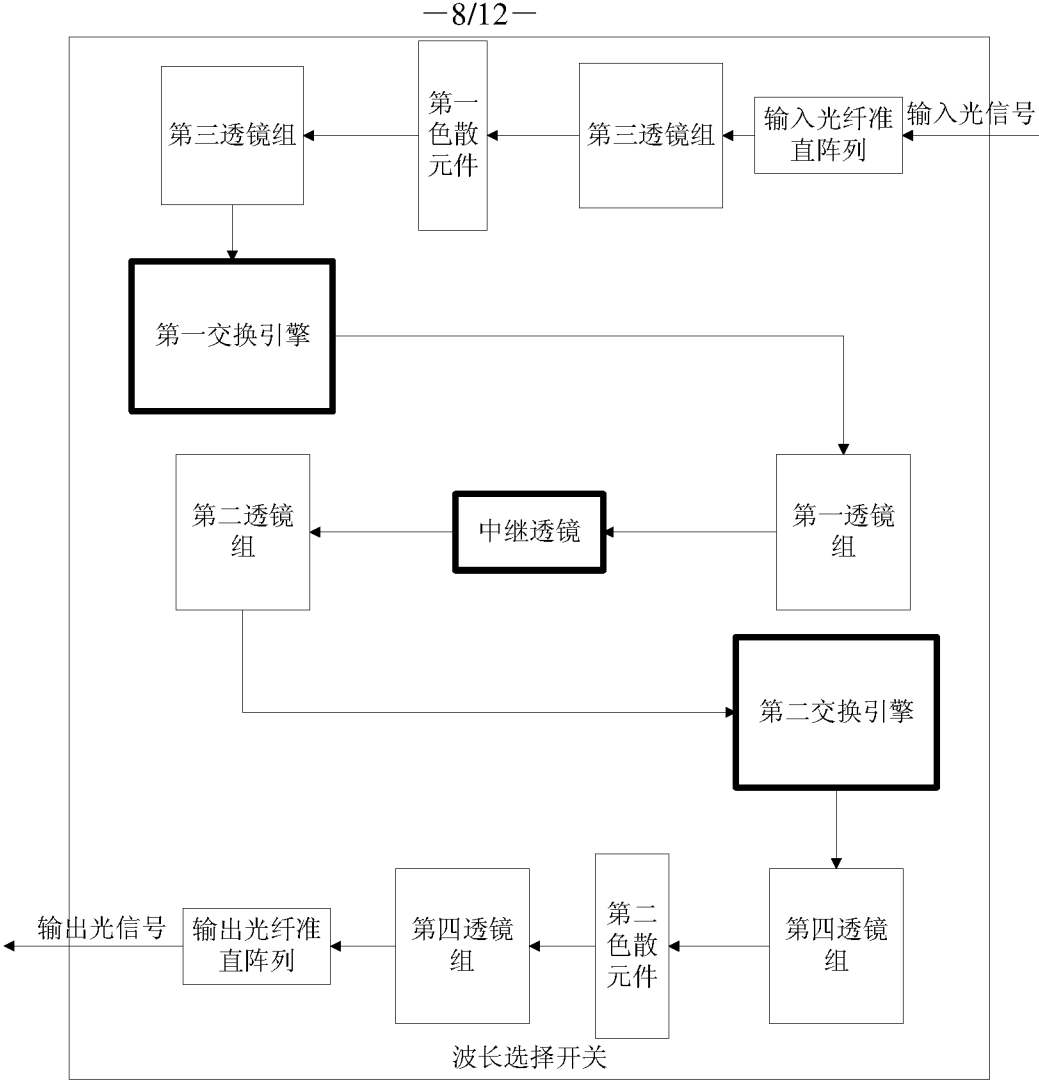


图 10

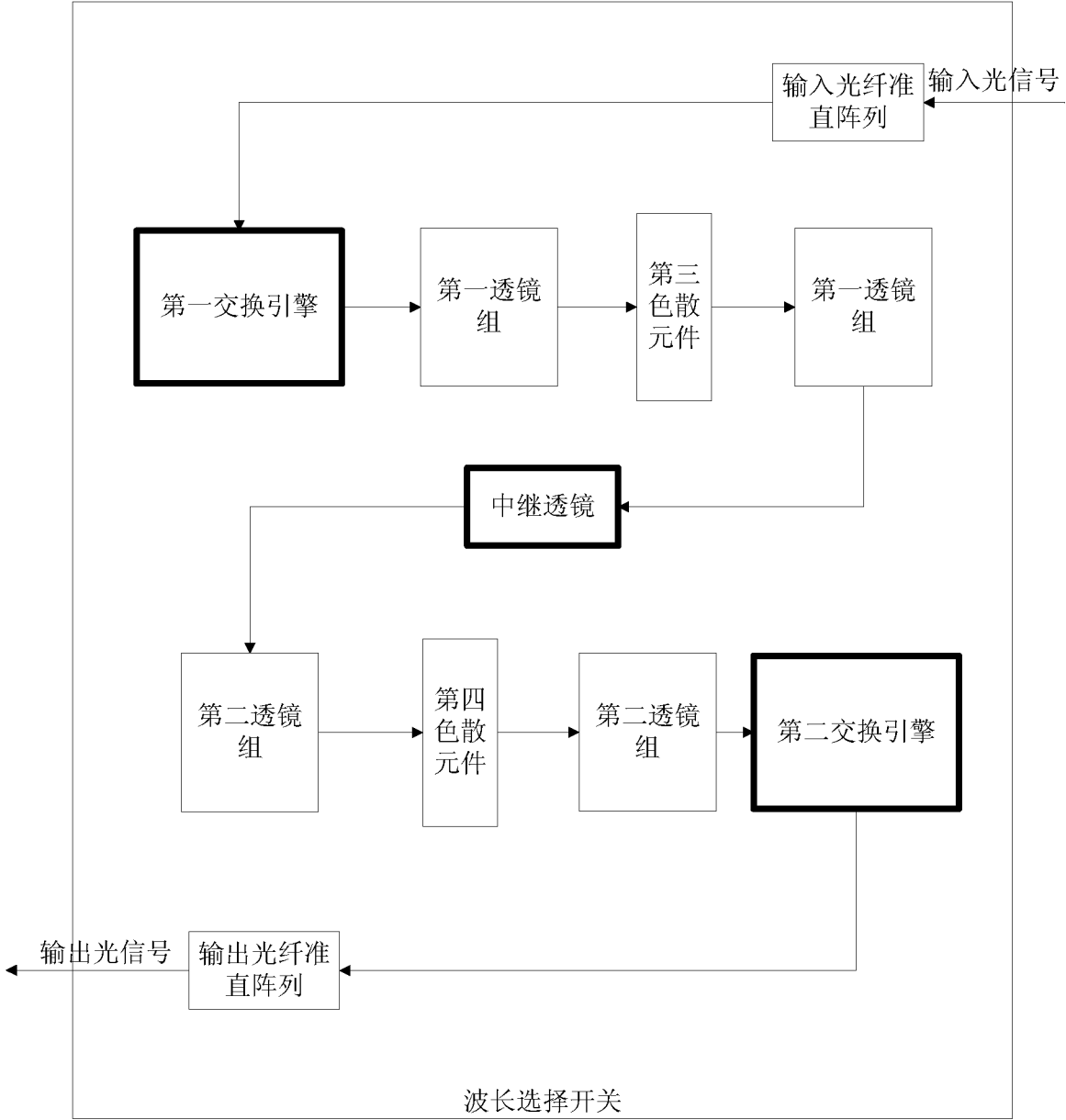


图 11

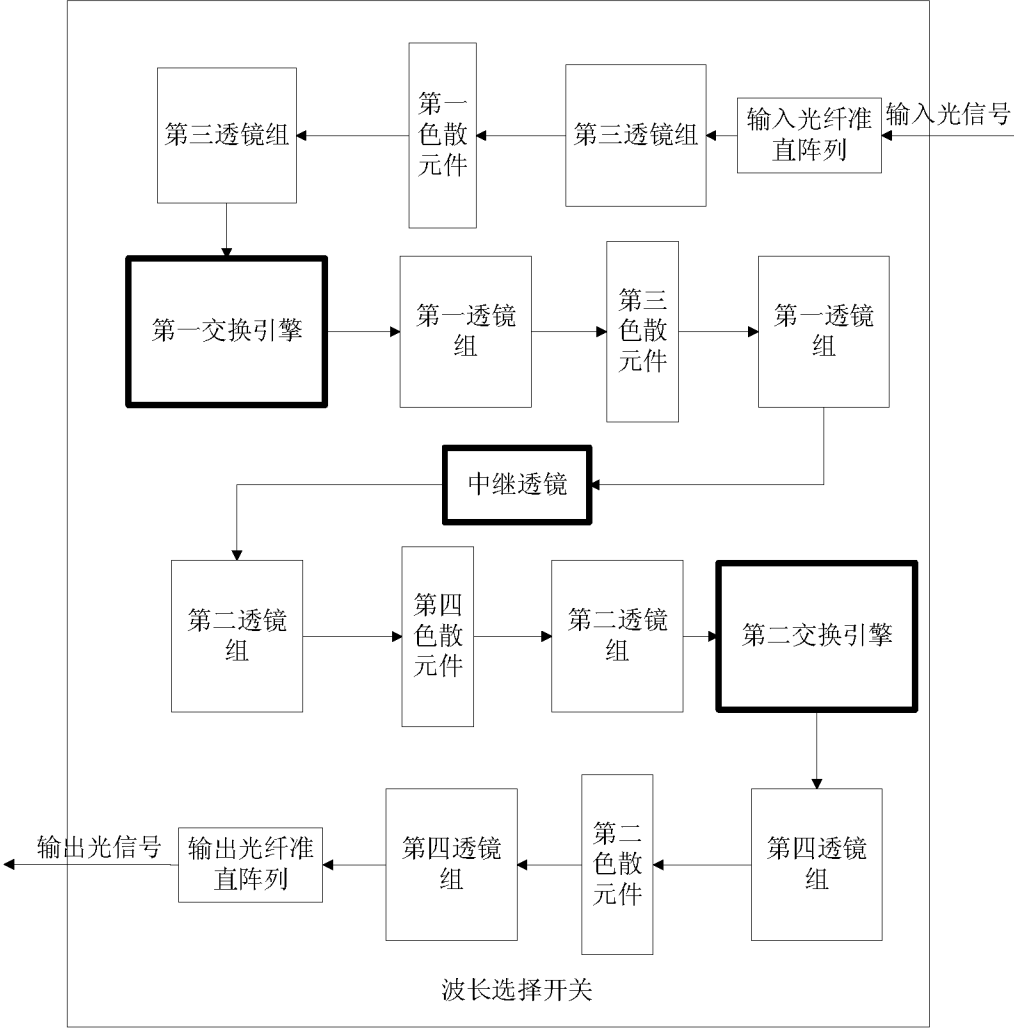


图 12

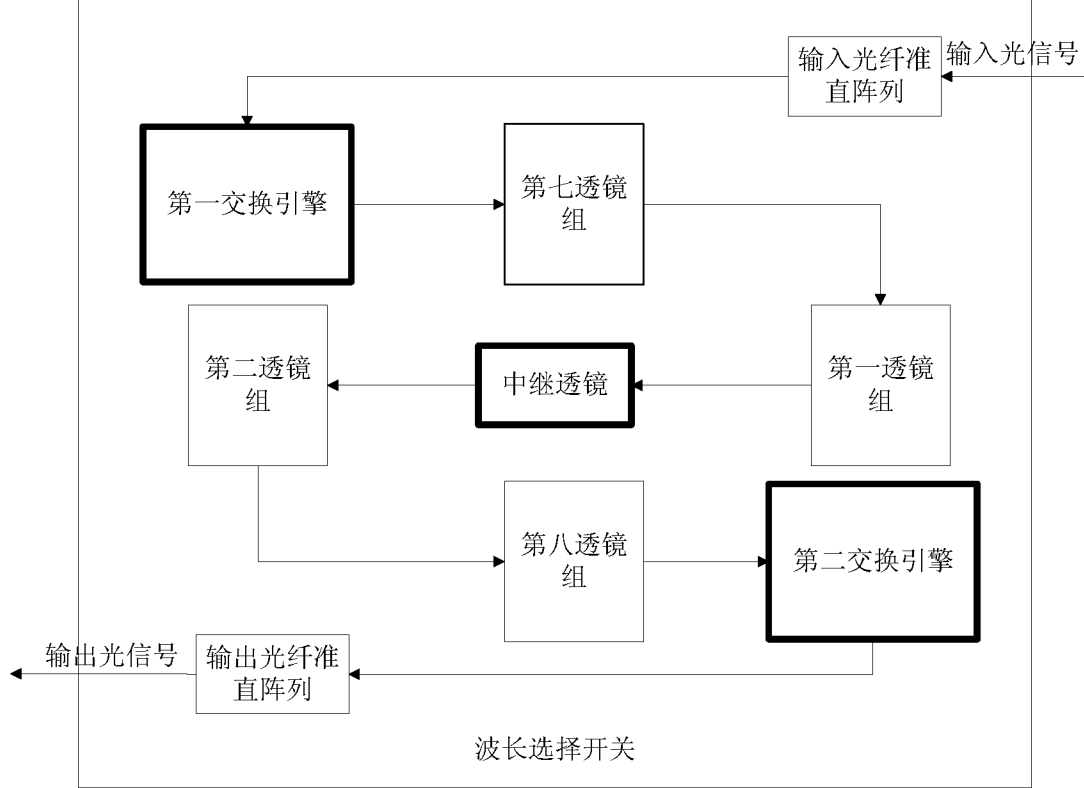


图 13

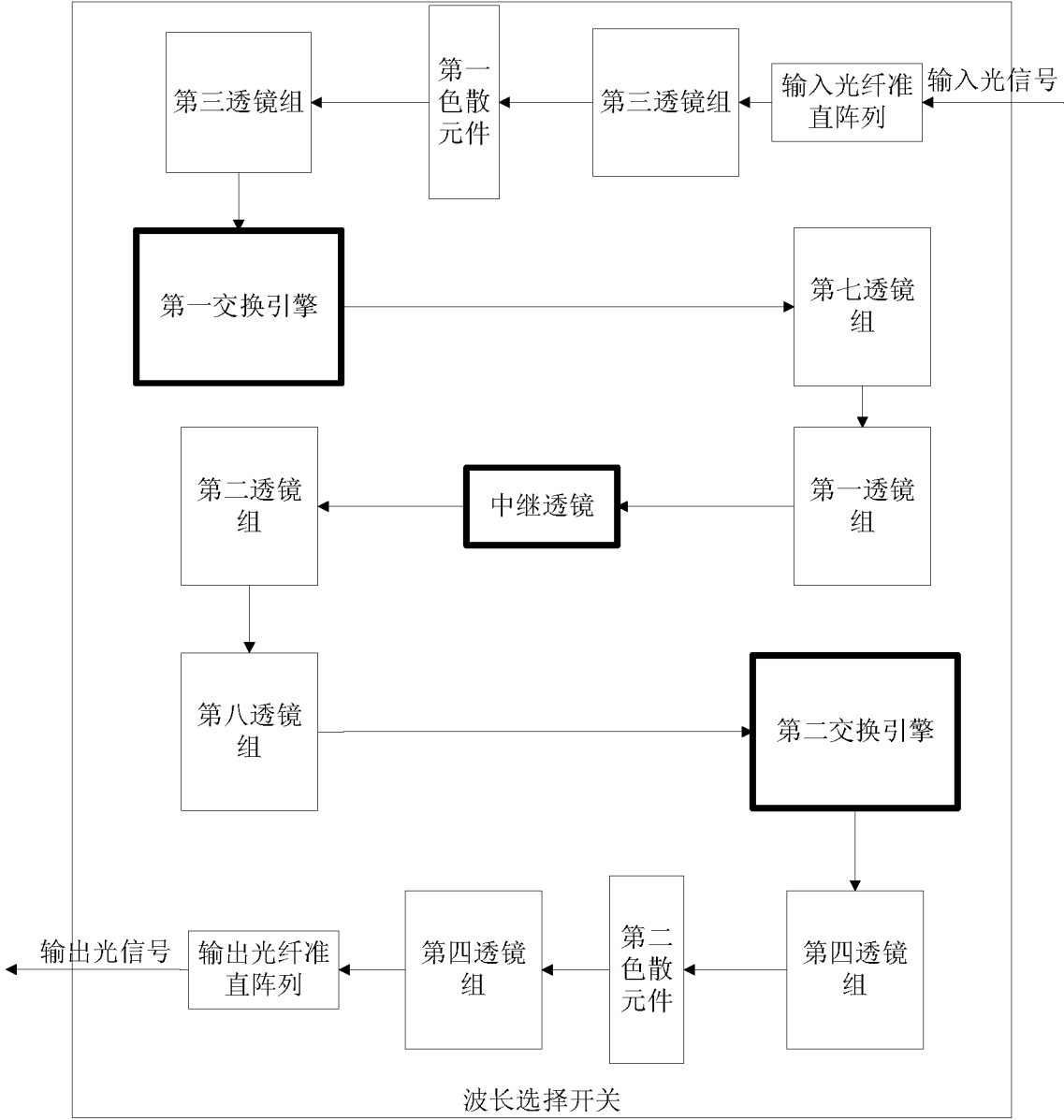


图 14

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/083102

**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 G02B

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)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC, IEEE: 光分复用器, 波长选择开关, 交换引擎, 滤波, 带宽, 透镜, 曲率, ROADM, WSS, wavelength, switch, engine, fiber, collimator, array, lens, curvature

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                             | Relevant to claim No. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | CN 104620155 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 13 May 2015 (2015-05-13)<br>description paragraphs [0011]-[0020], [0032]-[0050] | 1-14                  |
| A         | CN 101156098 A (CAPELLA PHOTONICS INC.) 02 April 2008 (2008-04-02)<br>entire document                                          | 1-14                  |
| A         | CN 105182474 A (ACCELINK TECHNOLOGIES CO., LTD.) 23 December 2015<br>(2015-12-23)<br>entire document                           | 1-14                  |
| A         | US 6876475 B1 (SILICON LIGHT MACHINES CORPORATION) 05 April 2005<br>(2005-04-05)<br>entire document                            | 1-14                  |
| A         | US 2006198575 A1 (DOERR, Christopher Richard et al.) 07 September 2006 (2006-09-07)<br>entire document                         | 1-14                  |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“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

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 June 2020

Date of mailing of the international search report

02 July 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/  
CN)  
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing  
100088  
China

Authorized officer

Facsimile No. (86-10)62019451

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2020/083102**

| Patent document<br>cited in search report |            |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) |              |    | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|------------|----|--------------------------------------|-------------------------|--------------|----|--------------------------------------|
| CN                                        | 104620155  | A  | 13 May 2015                          | ES                      | 2663239      | T3 | 11 April 2018                        |
|                                           |            |    |                                      | WO                      | 2015024238   | A1 | 26 February 2015                     |
|                                           |            |    |                                      | EP                      | 3037865      | A1 | 29 June 2016                         |
|                                           |            |    |                                      | US                      | 2016165324   | A1 | 09 June 2016                         |
| CN                                        | 101156098  | A  | 02 April 2008                        | WO                      | 2006110297   | A2 | 19 October 2006                      |
|                                           |            |    |                                      | JP                      | 2008536168   | A  | 04 September 2008                    |
|                                           |            |    |                                      | US                      | 2006228072   | A1 | 12 October 2006                      |
|                                           |            |    |                                      | EP                      | 1869514      | A2 | 26 December 2007                     |
|                                           |            |    |                                      | JP                      | 4523058      | B2 | 11 August 2010                       |
|                                           |            |    |                                      | CA                      | 2603993      | A1 | 19 October 2006                      |
| CN                                        | 105182474  | A  | 23 December 2015                     | WO                      | 2017071017   | A1 | 04 May 2017                          |
|                                           |            |    |                                      | US                      | 2018246277   | A1 | 30 August 2018                       |
| US                                        | 6876475    | B1 | 05 April 2005                        | None                    |              |    |                                      |
| US                                        | 2006198575 | A1 | 07 September 2006                    | DE                      | 602006007634 | D1 | 20 August 2009                       |
|                                           |            |    |                                      | EP                      | 1699256      | A1 | 06 September 2006                    |
|                                           |            |    |                                      | CN                      | 1829132      | A  | 06 September 2006                    |
|                                           |            |    |                                      | JP                      | 2006243734   | A  | 14 September 2006                    |
|                                           |            |    |                                      | IN                      | 200600372    | I4 | 14 August 2007                       |

## 国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/083102

| <b>A. 主题的分类</b><br>H04J 14/02 (2006.01) i<br><br>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>B. 检索领域</b><br>检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)<br>H04J G02B<br><br>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献<br><br>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))<br>CNPAT, CNKI, WPI, EPDOC, IEEE: 光分复用器, 波长选择开关, 交换引擎, 滤波, 带宽, 透镜, 曲率, ROADM, WSS, wavelength, switch, engine, fiber, collimator, array, lens, curvature                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                     |                                      |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                     |         |   |                                                                                             |      |   |                                                              |      |   |                                                                    |      |   |                                                                                       |      |   |                                                                                   |      |
| <b>C. 相关文件</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 104620155 A (华为技术有限公司) 2015年 5月 13日 (2015 - 05 - 13)<br/>说明书第[0011]-[0020]、[0032]-[0050]段</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101156098 A (卡佩拉光子学公司) 2008年 4月 2日 (2008 - 04 - 02)<br/>全文</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105182474 A (武汉光迅科技股份有限公司) 2015年 12月 23日 (2015 - 12 - 23)<br/>全文</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 6876475 B1 (SILICON LIGHT MACHINES CORPORATION) 2005年 4月 5日 (2005 - 04 - 05)<br/>全文</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2006198575 A1 (DOERR, Christopher Richard等) 2006年 9月 7日 (2006 - 09 - 07)<br/>全文</td> <td>1-14</td> </tr> </tbody> </table> |                                                                                                                                                                                     |                                      | 类 型*                                                                                                                                                                                                       | 引用文件, 必要时, 指明相关段落                                                                                                                                                                   | 相关的权利要求 | X | CN 104620155 A (华为技术有限公司) 2015年 5月 13日 (2015 - 05 - 13)<br>说明书第[0011]-[0020]、[0032]-[0050]段 | 1-14 | A | CN 101156098 A (卡佩拉光子学公司) 2008年 4月 2日 (2008 - 04 - 02)<br>全文 | 1-14 | A | CN 105182474 A (武汉光迅科技股份有限公司) 2015年 12月 23日 (2015 - 12 - 23)<br>全文 | 1-14 | A | US 6876475 B1 (SILICON LIGHT MACHINES CORPORATION) 2005年 4月 5日 (2005 - 04 - 05)<br>全文 | 1-14 | A | US 2006198575 A1 (DOERR, Christopher Richard等) 2006年 9月 7日 (2006 - 09 - 07)<br>全文 | 1-14 |
| 类 型*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 引用文件, 必要时, 指明相关段落                                                                                                                                                                   | 相关的权利要求                              |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                     |         |   |                                                                                             |      |   |                                                              |      |   |                                                                    |      |   |                                                                                       |      |   |                                                                                   |      |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | CN 104620155 A (华为技术有限公司) 2015年 5月 13日 (2015 - 05 - 13)<br>说明书第[0011]-[0020]、[0032]-[0050]段                                                                                         | 1-14                                 |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                     |         |   |                                                                                             |      |   |                                                              |      |   |                                                                    |      |   |                                                                                       |      |   |                                                                                   |      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | CN 101156098 A (卡佩拉光子学公司) 2008年 4月 2日 (2008 - 04 - 02)<br>全文                                                                                                                        | 1-14                                 |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                     |         |   |                                                                                             |      |   |                                                              |      |   |                                                                    |      |   |                                                                                       |      |   |                                                                                   |      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | CN 105182474 A (武汉光迅科技股份有限公司) 2015年 12月 23日 (2015 - 12 - 23)<br>全文                                                                                                                  | 1-14                                 |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                     |         |   |                                                                                             |      |   |                                                              |      |   |                                                                    |      |   |                                                                                       |      |   |                                                                                   |      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | US 6876475 B1 (SILICON LIGHT MACHINES CORPORATION) 2005年 4月 5日 (2005 - 04 - 05)<br>全文                                                                                               | 1-14                                 |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                     |         |   |                                                                                             |      |   |                                                              |      |   |                                                                    |      |   |                                                                                       |      |   |                                                                                   |      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | US 2006198575 A1 (DOERR, Christopher Richard等) 2006年 9月 7日 (2006 - 09 - 07)<br>全文                                                                                                   | 1-14                                 |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                     |         |   |                                                                                             |      |   |                                                              |      |   |                                                                    |      |   |                                                                                       |      |   |                                                                                   |      |
| <input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                     |                                      |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                     |         |   |                                                                                             |      |   |                                                              |      |   |                                                                    |      |   |                                                                                       |      |   |                                                                                   |      |
| <table border="0"> <tr> <td>           * 引用文件的具体类型:<br/>           “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件<br/>           “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利<br/>           “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)<br/>           “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件<br/>           “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         </td> <td>           “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<br/>           “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<br/>           “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<br/>           “&amp;” 同族专利的文件         </td> </tr> </table>                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                     |                                      | * 引用文件的具体类型:<br>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件<br>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利<br>“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)<br>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件<br>“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<br>“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<br>“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<br>“&” 同族专利的文件 |         |   |                                                                                             |      |   |                                                              |      |   |                                                                    |      |   |                                                                                       |      |   |                                                                                   |      |
| * 引用文件的具体类型:<br>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件<br>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利<br>“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)<br>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件<br>“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<br>“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<br>“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<br>“&” 同族专利的文件 |                                      |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                     |         |   |                                                                                             |      |   |                                                              |      |   |                                                                    |      |   |                                                                                       |      |   |                                                                                   |      |
| 国际检索实际完成的日期<br>2020年 6月 22日                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                     | 国际检索报告邮寄日期<br>2020年 7月 2日            |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                     |         |   |                                                                                             |      |   |                                                              |      |   |                                                                    |      |   |                                                                                       |      |   |                                                                                   |      |
| ISA/CN的名称和邮寄地址<br>中国国家知识产权局 (ISA/CN)<br>中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088<br>传真号 (86-10)62019451                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                     | 授权官员<br>闫洪波<br>电话号码 86-(10)-53961740 |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                     |         |   |                                                                                             |      |   |                                                              |      |   |                                                                    |      |   |                                                                                       |      |   |                                                                                   |      |

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/083102

| 检索报告引用的专利文件 |            |    | 公布日<br>(年/月/日) | 同族专利 |              |    | 公布日<br>(年/月/日) |
|-------------|------------|----|----------------|------|--------------|----|----------------|
| CN          | 104620155  | A  | 2015年 5月 13日   | ES   | 2663239      | T3 | 2018年 4月 11日   |
|             |            |    |                | WO   | 2015024238   | A1 | 2015年 2月 26日   |
|             |            |    |                | EP   | 3037865      | A1 | 2016年 6月 29日   |
|             |            |    |                | US   | 2016165324   | A1 | 2016年 6月 9日    |
| CN          | 101156098  | A  | 2008年 4月 2日    | WO   | 2006110297   | A2 | 2006年 10月 19日  |
|             |            |    |                | JP   | 2008536168   | A  | 2008年 9月 4日    |
|             |            |    |                | US   | 2006228072   | A1 | 2006年 10月 12日  |
|             |            |    |                | EP   | 1869514      | A2 | 2007年 12月 26日  |
|             |            |    |                | JP   | 4523058      | B2 | 2010年 8月 11日   |
|             |            |    |                | CA   | 2603993      | A1 | 2006年 10月 19日  |
| CN          | 105182474  | A  | 2015年 12月 23日  | WO   | 2017071017   | A1 | 2017年 5月 4日    |
|             |            |    |                | US   | 2018246277   | A1 | 2018年 8月 30日   |
| US          | 6876475    | B1 | 2005年 4月 5日    | 无    |              |    |                |
| US          | 2006198575 | A1 | 2006年 9月 7日    | DE   | 602006007634 | D1 | 2009年 8月 20日   |
|             |            |    |                | EP   | 1699256      | A1 | 2006年 9月 6日    |
|             |            |    |                | CN   | 1829132      | A  | 2006年 9月 6日    |
|             |            |    |                | JP   | 2006243734   | A  | 2006年 9月 14日   |
|             |            |    |                | IN   | 200600372    | I4 | 2007年 8月 14日   |