

(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 12 月 3 日 (03.12.2015)



(10) 国际公布号
WO 2015/180469 A1

- (51) 国际专利分类号:
G02B 6/35 (2006.01) H04J 14/02 (2006.01)
G02B 26/08 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2014/095613
- (22) 国际申请日: 2014 年 12 月 30 日 (30.12.2014)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201410228121.1 2014 年 5 月 27 日 (27.05.2014) 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: 章春晖 (ZHANG, Chunhui); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 张鹏 (ZHANG, Peng); 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: 北京龙双利达知识产权代理有限公司 (LONGSUN LEAD IP LTD.); 中国北京市海淀区丹棱街 16 号海兴大厦 C 座 1108, Beijing 100080 (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, 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, 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))。

(54) Title: OPTICAL SWITCH AND WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING OPTICAL SYSTEM

(54) 发明名称: 光开关和波分复用光系统

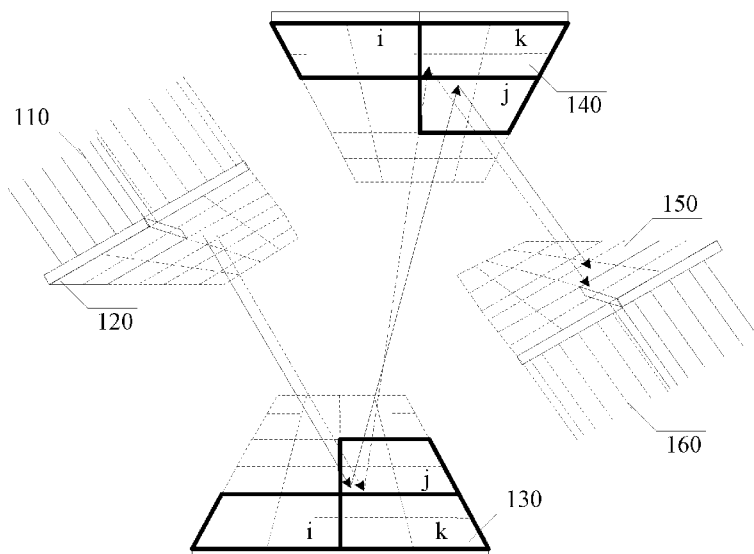


图 5 / FIG. 5

(57) Abstract: An optical switch and a wavelength division multiplexing optical system. The optical switch (100) comprises an input port array (110), an input end collimator array (120), an input end micromirror array (130), an output end micromirror array (140), an output end collimator array (150) and an output port array (160), wherein all input end micromirrors contained in the input end micromirror array (130) can deflect in two mutually perpendicular directions. Reflected light output after all the input end micromirrors reflect incident light with the same incident angle does not have a common intersection within the maximum movable range on a plane where the output end micromirror array (140) is located, or have a common intersection and the area of the intersection is smaller than that of a reflecting region of the output end micromirror array (140). The optical switch and wavelength division multiplexing optical system can realize large-scale arrays, thereby satisfying requirements of exchange nodes for the throughput capacity.

(57) 摘要:

[见续页]



一种光开关和波分复用光系统，其中光开关（100）包括输入端口阵列（110）、输入端准直器阵列（120）、输入端微镜阵列（130）、输出端微镜阵列（140）、输出端准直器阵列（150）和输出端口阵列（160）。输入端微镜阵列（130）包括的所有的输入端微镜在相互垂直的两个方向上能够偏转。所有的输入端微镜对相同入射角度的入射光进行反射后输出的反射光、在输出端微镜阵列（140）所在平面上的最大可移动范围没有共同的交集，或具有共同的交集且交集的面积小于输出端微镜阵列（140）的反射区域面积。该光开关和波分复用光系统能够实现大规模阵列，满足交换节点对吞吐容量的要求。

光开关和波分复用光系统

本申请要求于 2014 年 5 月 27 日提交中国专利局、申请号为 201410228121.1、发明名称为“光开关和波分复用光系统”的中国专利申请的
5 优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本发明涉及光通信领域，尤其涉及通信领域中的光开关和波分复用光系统。

10

背景技术

全光通信网是建立在密集波分复用（Dense Wavelength Division Multiplexing，简称为“DWDM”）技术上的高速宽带通信网，该全光通信网在干线上采用 DWDM 技术扩容，在交换节点上采用光分插复用器（Optical Add-Drop Multiplexer，简称为“OADM”）、光交叉连接器（Optical Cross-Connect，简称为“OXC”）来实现，并通过光纤接入技术实现光纤到户（Fiber To The Home，简称为“FTTH”）。OXC 和 OADM 是全光通信网的核心器件，研制光交叉连接器（OXC）和光分插复用器（OADM）成为建设大容量通信干线网络十分迫切的任务。而 OXC 和 OADM 的核心是光开
15 关和光开关阵列。
20

然而，随着波分复用（Wavelength Division Multiplexing，简称为“WDM”）光网络中的城域网和骨干网的交换节点的吞吐容量要求越来越高，交换节点的 OXC 设备和 OADM 设备的规模也越来越大，技术上要求光开关具有更大的规模和更高的集成度。目前的光开关不能满足城域网和骨干网的交换节点
25 对吞吐容量的要求。

发明内容

有鉴于此，本发明实施例提供了一种光开关和波分复用光系统，能够满足交换节点对吞吐容量的要求。

30 第一方面，提供了一种光开关，该光开关包括：输入端口阵列、与该输入端口阵列连接的输入端准直器阵列、输入端微镜阵列、输出端微镜阵列、

输出端准直器阵列以及与该输出端准直器阵列连接的输出端口阵列，

其中，该输入端准直器阵列用于将该输入端口阵列输入的光信号进行准直和扩束，并将经过准直和扩束的该光信号入射到该输入端微镜阵列；该输入端微镜阵列用于将该输入端准直器阵列输出的该光信号反射到该输出端微镜阵列；该输出端微镜阵列用于将该输入端微镜阵列反射的该光信号反射到该输出端准直器阵列；该输出端准直器阵列用于将该输出端微镜阵列反射的该光信号耦合到该输出端口阵列；

其中，该输入端微镜阵列包括的所有的输入端微镜在相互垂直的两个方向上能够偏转，该所有的输入端微镜对相同入射角度的入射光进行反射后输出的反射光、在该输出端微镜阵列所在平面上的最大可移动范围没有共同的交集，或

该所有的输入端微镜对相同入射角度的入射光进行反射后输出的反射光、在该输出端微镜阵列所在平面上的最大可移动范围具有共同的交集，并且该共同的交集的面积小于该输出端微镜阵列的反射区域的面积。

结合第一方面，在第一方面的第一种可能的实现方式中，该输入端微镜阵列包括 N 个输入端微镜子阵列，该输出端微镜阵列包括 N 个输出端微镜子阵列，其中，该 N 个输入端微镜子阵列中的第 i 个输入端微镜子阵列中的每个输入端微镜能够将该光信号反射到该 N 个输出端微镜子阵列中的第 i 个输出端微镜子阵列中的每个输出端微镜，其中， N 为自然数，且 $N \geq 2$ ， $i=1, 2, \dots, N$ 。

结合第一方面的第一种可能的实现方式，在第一方面的第二种可能的实现方式中，该输入端微镜阵列中的第 j 个输入端微镜子阵列包括输入端相邻区域，该输入端相邻区域中的输入端微镜能够将该光信号反射到第 k 个输出端微镜子阵列中的输出端微镜，其中，该第 k 个输出端微镜子阵列与第 j 个输出端微镜子阵列相邻， j 和 k 为自然数，且 j 和 k 小于或等于 N 。

结合第一方面的第一种或第二种可能的实现方式，在第一方面的第三种可能的实现方式中，该输入端口阵列包括的第一输入端口通过光纤与该输出端口阵列包括的第一输出端口连接，使得从该输入端口阵列包括的一个第二输入端口输入的该光信号能够从该输出端口阵列包括的任意一个第二输出端口输出。

结合第一方面的第三种可能的实现方式，在第一方面的第四种可能的实

现方式中, 该 N 为 6, 第 i 个输入端微镜子阵列 I_i 包括两个输入端微镜区域 $I_{i,1}$ 和 $I_{i,2}$; 第 i 个输出端微镜子阵列 O_i 包括两个输出端微镜区域 $O_{i,1}$ 和 $O_{i,2}$; 其中, 该输入端微镜区域 $I_{1,2}$ 中的每个输入端微镜分别能够将该光信号反射到该输出端微镜区域 $O_{2,1}$ 中的每个输出端微镜; 与该输入端微镜区域 $I_{1,2}$ 相邻的 $I_{2,1}$ 中的每个输入端微镜分别能够将该光信号反射到与该输出端微镜区域 $O_{2,1}$ 相邻的 $O_{1,2}$ 中的每个输出端微镜; 该输入端微镜区域 $I_{3,2}$ 中的每个输入端微镜分别能够将该光信号反射到该输出端微镜区域 $O_{4,1}$ 中的每个输出端微镜; 与该输入端微镜区域 $I_{3,2}$ 相邻的 $I_{4,1}$ 中的每个输入端微镜分别能够将该光信号反射到与所述输出端微镜区域 $O_{4,1}$ 相邻的 $O_{3,2}$ 中的每个输出端微镜; 其中, 该输入端微镜区域 $I_{1,1}$ 、 $I_{2,2}$ 、 $I_{3,1}$ 、 $I_{4,2}$ 、 $I_{5,1}$ 、 $I_{5,2}$ 、 $I_{6,1}$ 和 $I_{6,2}$ 相应的第一输入端口分别与该输出端微镜区域 $O_{5,1}$ 、 $O_{5,2}$ 、 $O_{6,1}$ 、 $O_{6,2}$ 、 $O_{3,1}$ 、 $O_{4,2}$ 、 $O_{1,1}$ 和 $O_{2,2}$ 相应的第一输出端口通过光纤连接。

结合第一方面的第四种可能的实现方式, 在第一方面的第五种可能的实现方式中, 该输入端微镜区域 $I_{i,1}$ 和 $I_{i,2}$ 分别包括 $L/2$ 个输入端微镜, 该输出端微镜区域 $O_{i,1}$ 和 $O_{i,2}$ 分别包括 $L/2$ 个输出端微镜, 其中 L 为偶数。

结合第一方面的第一种至第四种可能的实现方式中的任一种可能的实现方式, 在第一方面的第六种可能的实现方式中, 每个该输入端微镜子阵列包括 M 个输入端微镜, 并且每个该输出端微镜子阵列包括 M 个输出端微镜, 其中 M 为自然数。

结合第一方面的第一种至第三种可能的实现方式中的任一种可能的实现方式, 在第一方面的第七种可能的实现方式中, 包括 M 个输入端微镜的该第 i 个输入端微镜子阵列与包括 M 个输出端微镜的该第 i 个输出端微镜子阵列形成第 i 个微镜子阵列对, 其中, N 个该微镜子阵列对包括: R 个第一微镜子阵列对、 $2S-1$ 个第二微镜子阵列对和 R 个第三微镜子阵列对, R 、 S 和 M 为自然数, 且 $2R+2S-1=N$;

其中, 每个该第一微镜子阵列对与该输入端口阵列中的 S 个输入端口和该输出端口阵列中的 $2S-1$ 个输出端口相对应, 每个该第二微镜子阵列对与该输入端口阵列中的 R 个输入端口和该输出端口阵列中的 R 个该输出端口相对应, 每个该第三微镜子阵列对与该输入端口阵列中的 $2S-1$ 个该输入端口和该输出端口阵列中的 S 个该输出端口相对应;

其中, 第 x 个该第一微镜子阵列对相应的第 y 个输出端口 $O_{x,y}^I$ 与第 y

个该第二微镜子阵列对相应的第 x 个输入端口 $I_{y,x}^2$ 通过光纤连接；第 x 个该第三微镜子阵列对相应的第 y 个输入端口 $I_{x,y}^3$ 与第 y 个该第二微镜子阵列对相应的第 x 个输出端口 $O_{y,x}^2$ 通过光纤连接； x, y 为自然数，且 $x=1, 2, \dots, R, y=1, 2, \dots, 2S-1$ 。

- 5 结合第一方面的第一种至第七种可能的实现方式中的任一种可能的实现方式，在第一方面的第八种可能的实现方式中，该输入端微镜阵列和该输出端微镜阵列分别包括的输入端微镜和输出端微镜为微机电系统 MEMS 微镜。

10 第二方面，提供了一种波分复用光系统，该波分复用系统包括根据本发明实施例的光开关， $m1$ 个解复用器 DEMUX 和 $m2$ 个复用器 MUX，

其中，该光开关包括：输入端口阵列、与该输入端口阵列连接的输入端准直器阵列、输入端微镜阵列、输出端微镜阵列、输出端准直器阵列以及与该输出端准直器阵列连接的输出端口阵列，

15 其中，该输入端准直器阵列用于将该输入端口阵列输入的光信号进行准直和扩束，并将经过准直和扩束的该光信号入射到该输入端微镜阵列；该输入端微镜阵列用于将该输入端准直器阵列输出的该光信号反射到该输出端微镜阵列；该输出端微镜阵列用于将该输入端微镜阵列反射的该光信号反射到该输出端准直器阵列；该输出端准直器阵列用于将该输出端微镜阵列反射的该光信号耦合到该输出端口阵列；

20 其中，该输入端微镜阵列包括的所有的输入端微镜在相互垂直的两个方向上能够偏转，该所有的输入端微镜对相同入射角度的入射光进行反射后输出的反射光、在该输出端微镜阵列所在平面上的最大可移动范围没有共同的交集，或

25 该所有的输入端微镜对相同入射角度的入射光进行反射后输出的反射光、在该输出端微镜阵列所在平面上的最大可移动范围具有共同的交集，并且该共同的交集的面积小于该输出端微镜阵列的反射区域的面积；

其中，该输入端微镜阵列包括 N 个输入端微镜子阵列，该输出端微镜阵列包括 N 个输出端微镜子阵列，其中，该 N 个输入端微镜子阵列中的第 i 个输入端微镜子阵列中的每个输入端微镜能够将该光信号反射到该 N 个输出端微镜子阵列中的第 i 个输出端微镜子阵列中的每个输出端微镜，其中，
30 N 为自然数，且 $N \geq 2, i=1, 2, \dots, N$ ；

其中,该输入端微镜阵列和该输出端微镜阵列分别包括的输入端微镜和输出端微镜为微机电系统 MEMS 微镜;

其中,该输入端口阵列包括 N 组输入端口子阵列,该输入端准直器阵列包括 N 个输入端准直器子阵列,该输出端口阵列包括 N 组输出端口子阵列,该输出端准直器阵列包括 N 个输出端准直器子阵列,其中,每组输入端口子阵列分别与一个输入端准直器子阵列和一个输入端微镜子阵列相对应,每组输出端口子阵列分别与一个输出端准直器子阵列和一个输出端微镜子阵列相对应;

其中,每组输入端口子阵列包括 M1 个输入端口,每组输出端口子阵列包括 M2 个输出端口,第 i 组输入端口子阵列中的第 l1 个输入端口与波分复用 WDM 系统的第 l1 个解复用器 DEMUX 输出第 i 个波长组合光信号的端口连接,并且第 i 组输出端口子阵列中的第 l2 个输出端口与该 WDM 系统的第 l2 个复用器 MUX 输入第 i 个波长组合光信号的端口连接, M1、M2、l1 和 l2 为自然数,且 $l1=1, 2, \dots, m1$, $l2=1, 2, \dots, m2$, 其中 $2 \leq m1 \leq M1$; $2 \leq m2 \leq M2$ 。。

结合第二方面,在第二方面的第一种可能的实现方式中,该波长组合光信号至少包括两种波长。

第三方面,提供了一种光开关,该光开关包括:输入端口阵列、与该输入端口阵列连接的输入端准直器阵列、输入端微镜阵列、输出端微镜阵列、输出端准直器阵列以及与该输出端准直器阵列连接的输出端口阵列,

其中,该输入端准直器阵列用于将该输入端口阵列输入的光信号进行准直和扩束,并将经过准直和扩束的该光信号入射到该输入端微镜阵列;该输入端微镜阵列用于将该输入端准直器阵列输出的该光信号反射到该输出端微镜阵列;该输出端微镜阵列用于将该输入端微镜阵列反射的该光信号反射到该输出端准直器阵列;该输出端准直器阵列用于将该输出端微镜阵列反射的该光信号耦合到该输出端口阵列;

其中,该输入端微镜阵列包括的所有的输入端微镜在相互垂直的两个方向上能够偏转;该输入端微镜阵列至少包括第一输入端微镜子阵列和第二输入端微镜子阵列;该输出端微镜阵列至少包括第三输出端微镜子阵列和第四输出端微镜子阵列;入射光经该第一输入端微镜子阵列反射后能够入射在该第三输出端微镜子阵列的反射区域内;入射光经该第一输入端微镜子阵列反射后不能入射在该第四输出端微镜子阵列的反射区域内;入射光经该第二输

入端微镜子阵列反射后能够入射在该第四输出端微镜子阵列的反射区域内。

结合第三方面，在第三方面的第一种可能的实现方式中，该输入端微镜子阵列包括 N 个输入端微镜子阵列，该输出端微镜子阵列包括 N 个输出端微镜子阵列，其中，该 N 个输入端微镜子阵列中的第 i 个输入端微镜子阵列中的每个输入端微镜子能够将该光信号反射到该 N 个输出端微镜子阵列中的第 i 个输出端微镜子阵列中的每个输出端微镜子，其中， N 为自然数，且 $N \geq 2$ ， $i=1, 2, \dots, N$ 。

结合第三方面的第一种可能的实现方式，在第三方面的第二种可能的实现方式中，该输出端微镜子阵列还包括第五输出端微镜子阵列；入射光经该第一输入端微镜子阵列反射后还能够入射在该第五输出端微镜子阵列的反射区域内，其中该第三输出端微镜子阵列和该第五输出端微镜子阵列为相邻的微镜子阵列。

结合第三方面的第一种或第二种可能的实现方式，在第三方面的第三种可能的实现方式中，该输入端口阵列包括的第一输入端口通过光纤与该输出端口阵列包括的第一输出端口连接，使得从该输入端口阵列包括的一个第二输入端口输入的该光信号能够从该输出端口阵列包括的任意一个第二输出端口输出。

结合第三方面的第三种可能的实现方式，在第三方面的第四种可能的实现方式中，该输入端微镜子阵列包括 N 个输入端微镜子阵列，该 N 个输入端微镜子阵列中的第 i 个输入端微镜子阵列包括两个输入端微镜子域 $I_{i,1}$ 和 $I_{i,2}$ ；该输出端微镜子阵列包括 N 个输出端微镜子阵列，该 N 个输出端微镜子阵列中的第 i 个输出端微镜子阵列包括两个输出端微镜子域 $O_{i,1}$ 和 $O_{i,2}$ ；该输入端微镜子域 $I_{1,2}$ 中的每个输入端微镜子分别能够将该光信号反射到该输出端微镜子域 $O_{2,1}$ 中的每个输出端微镜子；与该输入端微镜子域 $I_{1,2}$ 相邻的 $I_{2,1}$ 中的每个输入端微镜子分别能够将该光信号反射到与该输出端微镜子域 $O_{2,1}$ 相邻的 $O_{1,2}$ 中的每个输出端微镜子；该输入端微镜子域 $I_{3,2}$ 中的每个输入端微镜子分别能够将该光信号反射到该输出端微镜子域 $O_{4,1}$ 中的每个输出端微镜子；与该输入端微镜子域 $I_{3,2}$ 相邻的 $I_{4,1}$ 中的每个输入端微镜子分别能够将该光信号反射到与该输出端微镜子域 $O_{4,1}$ 相邻的 $O_{3,2}$ 中的每个输出端微镜子；其中，该输入端微镜子域 $I_{1,1}$ 、 $I_{2,2}$ 、 $I_{3,1}$ 、 $I_{4,2}$ 、 $I_{5,1}$ 、 $I_{5,2}$ 、 $I_{6,1}$ 和 $I_{6,2}$ 相应的第一输入端口分别与该输出端微镜子域 $O_{5,1}$ 、 $O_{5,2}$ 、 $O_{6,1}$ 、 $O_{6,2}$ 、 $O_{3,1}$ 、 $O_{4,2}$ 、 $O_{1,1}$ 和 $O_{2,2}$ 相应的第一输

出端口通过光纤连接；其中 $N=6$ 。

结合第三方面的第四种可能的实现方式，在第三方面的第五种可能的实现方式中，该输入端微镜子域 $I_{i,1}$ 和 $I_{i,2}$ 分别包括 $L/2$ 个输入端微镜，该输出端微镜子域 $O_{i,1}$ 和 $O_{i,2}$ 分别包括 $L/2$ 个输出端微镜，其中 L 为偶数。

5 结合第三方面的第一种至第四种可能的实现方式中的任一种可能的实现方式，在第三方面的第六种可能的实现方式中，每个该输入端微镜子阵列包括 M 个输入端微镜，并且每个该输出端微镜子阵列包括 M 个输出端微镜，其中 M 为自然数。

10 结合第三方面的第一种至第三种可能的实现方式中的任一种可能的实现方式，在第三方面的第七种可能的实现方式中，包括 M 个输入端微镜的该第 i 个输入端微镜子阵列与包括 M 个输出端微镜的该第 i 个输出端微镜子阵列形成第 i 个微镜子阵列对，其中， N 个该微镜子阵列对包括： R 个第一微镜子阵列对、 $2S-1$ 个第二微镜子阵列对和 R 个第三微镜子阵列对， R 、 S 和 M 为自然数，且 $2R+2S-1=N$ ；

15 其中，每个该第一微镜子阵列对与该输入端口阵列中的 S 个输入端口和该输出端口阵列中的 $2S-1$ 个输出端口相对应，每个该第二微镜子阵列对与该输入端口阵列中的 R 个输入端口和该输出端口阵列中的 R 个该输出端口相对应，每个该第三微镜子阵列对与该输入端口阵列中的 $2S-1$ 个该输入端口和该输出端口阵列中的 S 个该输出端口相对应；

20 其中，第 x 个该第一微镜子阵列对相应的第 y 个输出端口 $O_{x,y}^1$ 与第 y 个该第二微镜子阵列对相应的第 x 个输入端口 $I_{y,x}^2$ 通过光纤连接；第 x 个该第三微镜子阵列对相应的第 y 个输入端口 $I_{x,y}^3$ 与第 y 个该第二微镜子阵列对相应的第 x 个输出端口 $O_{y,x}^2$ 通过光纤连接； x, y 为自然数，且 $x=1, 2, \dots, R, y=1, 2, \dots, 2S-1$ 。

25 结合第三方面的第一种至第七种可能的实现方式中的任一种可能的实现方式，在第三方面的第八种可能的实现方式中，该输入端微镜阵列和该输出端微镜阵列分别包括的输入端微镜和输出端微镜为微机电系统 MEMS 微镜。

30 第四方面，提供了一种波分复用光系统，该波分复用光系统包括根据本发明实施例的光开关， m_1 个解复用器 DEMUX 和 m_2 个复用器 MUX，

其中，该输入端口阵列包括 N 组输入端口子阵列，该输入端准直器阵列

包括 N 个输入端准直器子阵列, 该输出端口阵列包括 N 组输出端口子阵列, 该输出端准直器阵列包括 N 个输出端准直器子阵列, 其中, 每组输入端口子阵列分别与一个输入端准直器子阵列和一个输入端微镜子阵列相对应, 每组输出端口子阵列分别与一个输出端准直器子阵列和一个输出端微镜子阵列相对应;

其中, 每组输入端口子阵列包括 $M1$ 个输入端口, 每组输出端口子阵列包括 $M2$ 个输出端口, 第 i 组输入端口子阵列中的第 $l1$ 个输入端口与波分复用 WDM 系统的第 $l2$ 个解复用器 DEMUX 输出第 i 个波长组合光信号的端口连接, 并且第 i 组输出端口子阵列中的第 $l2$ 个输出端口与该 WDM 系统的第 $l2$ 个复用器 MUX 输入第 i 个波长组合光信号的端口连接, $M1$ 、 $M2$ 、 $l1$ 和 $l2$ 为自然数, 且 $l1=1, 2, \dots, m1$, $l2=1, 2, \dots, m2$, 其中 $2 \leq m1 \leq M1$; $2 \leq m2 \leq M2$;

其中, 该光开关包括: 输入端口阵列、与该输入端口阵列连接的输入端准直器阵列、输入端微镜阵列、输出端微镜阵列、输出端准直器阵列以及与该输出端准直器阵列连接的输出端口阵列,

其中, 该输入端准直器阵列用于将该输入端口阵列输入的光信号进行准直和扩束, 并将经过准直和扩束的该光信号入射到该输入端微镜阵列; 该输入端微镜阵列用于将该输入端准直器阵列输出的该光信号反射到该输出端微镜阵列; 该输出端微镜阵列用于将该输入端微镜阵列反射的该光信号反射到该输出端准直器阵列; 该输出端准直器阵列用于将该输出端微镜阵列反射的该光信号耦合到该输出端口阵列;

其中, 该输入端微镜阵列包括的所有的输入端微镜在相互垂直的两个方向上能够偏转; 该输入端微镜阵列至少包括第一输入端微镜子阵列和第二输入端微镜子阵列; 该输出端微镜阵列至少包括第三输出端微镜子阵列和第四输出端微镜子阵列; 入射光经该第一输入端微镜子阵列反射后能够入射在该第三输出端微镜子阵列的反射区域内; 入射光经该第一输入端微镜子阵列反射后不能入射在该第四输出端微镜子阵列的反射区域内; 入射光经该第二输入端微镜子阵列反射后能够入射在该第四输出端微镜子阵列的反射区域内;

其中, 该输入端微镜阵列包括 N 个输入端微镜子阵列, 该输出端微镜阵列包括 N 个输出端微镜子阵列, 其中, 该 N 个输入端微镜子阵列中的第 i 个输入端微镜子阵列中的每个输入端微镜能够将该光信号反射到该 N 个输出端微镜子阵列中的第 i 个输出端微镜子阵列中的每个输出端微镜, 其中,

N 为自然数, 且 $N \geq 2$, $i=1, 2, \dots, N$;

其中, 该输入端微镜阵列和该输出端微镜阵列分别包括的输入端微镜和输出端微镜为微机电系统 MEMS 微镜。

结合第四方面, 在第四方面的第一种可能的实现方式中, 该波长组合光
5 信号至少包括两种波长。

基于上述技术方案, 本发明实施例的光开关和波分复用光系统, 通过将光开关和波分复用光系统设计成所有的输入端微镜对相同入射角度的入射光进行反射后输出的反射光、在输出端微镜阵列所在平面上的最大可移动范围没有共同的交集, 或所有的输入端微镜对相同入射角度的入射光进行反射
10 后输出的反射光、在输出端微镜阵列所在平面上的最大可移动范围具有共同的交集, 并且该共同的交集的面积小于输出端微镜阵列的反射区域的面积, 能够实现大规模的阵列, 从而能够满足交换节点对吞吐容量的要求。

附图说明

15 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案, 下面将对本发明实施例中所需要使用的附图作简单地介绍, 显而易见地, 下面所描述的附图仅仅是本发明的一些实施例, 对于本领域普通技术人员来讲, 在不付出创造性劳动的前提下, 还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 是根据本发明实施例的光开关的示意性框图。

20 图 2 是根据本发明实施例的输入端微镜的示意性框图。

图 3 是根据本发明实施例的输入端微镜阵列和输出端微镜阵列的示意性框图。

图 4 是根据本发明实施例的光开关的另一示意性框图。

图 5 是根据本发明实施例的光开关的再一示意性框图。

25 图 6 是根据本发明另一实施例的光开关的示意性框图。

图 7 是根据本发明另一实施例的输入端微镜阵列和输出端微镜阵列的示意性框图。

图 8 是根据本发明另一实施例的第一输入端口与第一输出端口的连接关系的示意性框图。

30 图 9 是根据本发明再一实施例的光开关的示意性框图。

图 10 是根据本发明再一实施例的光开关的各端口之间的连接关系的示

意性框图。

图 11 是根据本发明实施例的波分复用光系统的示意性框图。

具体实施方式

5 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明的一部分实施例，而不是全部实施例。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的前提下所获得的所有其他实施例，都应属于本发明保护的范围。

应理解，本发明实施例的技术方案可以应用于各种光网络，包括无源光
10 网络（Passive Optical Network，简称为“PON”），例如：吉比特无源光网络（Gigabit-capable Passive Optical Networks，简称为“GPON”）系统、10G 以太网无源光网络（10G bit/S Ethernet Passive Optical Network，简称为“10G EPON”）和 10G 比特无源光网络（10-Gigabit-capable Passive Optical Network，简称为“XG PON”）等。此外，为了描述方便，下文中将 WDM 系统为例
15 进行说明，但本发明并不限于此。

图 1 示出了根据本发明实施例的光开关 100 的示意性框图。如图 1 所示，该光开关 100 包括：输入端口阵列 110、与该输入端口阵列 110 连接的输入端准直器阵列 120、输入端微镜阵列 130、输出端微镜阵列 140、输出端准直器阵列 150 以及与该输出端准直器阵列 150 连接的输出端口阵列 160，

20 其中，该输入端准直器阵列 120 用于将该输入端口阵列 110 输入的光信号进行准直和扩束，并将经过准直和扩束的该光信号入射到该输入端微镜阵列 130；

该输入端微镜阵列 130 用于将该输入端准直器阵列 120 输出的该光信号反射到该输出端微镜阵列 140；

25 该输出端微镜阵列 140 用于将该输入端微镜阵列 130 反射的该光信号反射到该输出端准直器阵列 150；

该输出端准直器阵列 150 用于将该输出端微镜阵列 140 反射的该光信号耦合到该输出端口阵列 160；

30 其中，该输入端微镜阵列 130 包括的所有的输入端微镜在相互垂直的两个方向上能够偏转，该所有的输入端微镜对相同入射角度的入射光进行反射后输出的反射光、在该输出端微镜阵列 140 所在平面上的最大可移动范围没

有共同的交集，或

该所有的输入端微镜对相同入射角度的入射光进行反射后输出的反射光、在该输出端微镜阵列 140 所在平面上的最大可移动范围具有共同的交集，并且该共同的交集的面积小于该输出端微镜阵列 140 的反射区域的面积。

- 5 具体而言，输入端口阵列 110 可以包括一个或多个输入端口，每个输入端口可以为将光信号耦合进输入端准直器阵列 120 的输入端光纤，每个输入端光纤可以将光信号耦合进输入端准直器阵列 120 中的一个或多个输入端准直器；类似地，输出端口阵列 160 可以包括一个或多个输出端口，每个输出端口可以为将光信号从输出端准直器阵列 150 耦合到其它器件的输出端光
10 纤，每个输出端光纤可以将光信号从输出端准直器阵列 150 中的一个或多个输出端准直器耦合进其它器件。

应理解，在本发明实施例中，输入端口阵列 110 包括的输入端口的数量与输出端口阵列 160 包括的输出端口的数量可以相等，也可以不相等，本发明并不限于此。

- 15 应理解，在本发明实施例中，从光纤和准直器输出的光，一般以高斯光束来进行近似分析。高斯光束的束腰半径越大，则发散角越小，传播的距离越长。由于光纤特别是单模光纤输出的光束的束腰很小，为了使得光束具有较远的传播距离，可以用准直器将光纤输出的光束转换成大束腰的光束，这样光束才能在自由空间中传播较远的距离。

- 20 因而，在本发明实施例中，输入的光信号通过输入端口阵列 110 进入光开关 100，该输入端准直器阵列 120 用于将输入端口阵列 110 输入的光信号进行准直和扩束，将小束腰的光信号变换成大束腰的光信号，以便于在自由空间中传输更远的距离；经过准直和扩束的光信号由该输入端准直器阵列 120 入射到光开关 100 的输入端微镜阵列 130。

- 25 应理解，在本发明实施例中，该输入端准直器阵列 120 包括一个或多个输入端准直器，输入端准直器阵列 120 包括的输入端准直器的数量与输入端口阵列 110 包括的输入端口的数量可以相等，也可以不相等。优选地，在本发明实施例中，输入端准直器阵列 120 包括的输入端准直器与输入端口阵列 110 包括的输入端口具有一一对应的关系，即每个输入端准直器分别对应一个
30 输入端口。

类似地，在本发明实施例中，输出端准直器阵列 150 用于将该输出端微

镜阵列 140 反射的该光信号耦合到该输出端口阵列 160。例如，该输出端准直器阵列 150 将该输出端微镜阵列 140 反射的光信号转换成小束腰的光信号，以减小发散角，从而便于将光信号耦合进输出端口阵列 160。

应理解，在本发明实施例中，该输出端准直器阵列 150 包括一个或多个输出端准直器，输出端准直器阵列 150 包括的输出端准直器的数量与输出端口阵列 160 包括的输出端口的数量可以相等，也可以不相等。优选地，在本发明实施例中，输出端准直器阵列 150 包括的输出端准直器与输出端口阵列 160 包括的输出端口具有一一对应的关系，即每个输出端准直器分别对应一个输出端口。

在本发明实施例中，输入端微镜阵列 130 包括的每个输入端微镜在相互垂直的两个方向上能够偏转，从而能够在一定范围内改变对入射光进行反射后输出的反射光反射方向，以能够将输入的光信号反射到输出端微镜阵列 140。例如，如图 2 所示，输入端微镜可以包括镜片以及用于固定镜片的镜框，其中，该镜片可以绕 y 轴偏转，该镜框可以绕 x 轴偏转，且 x 轴与 y 轴相互垂直，从而使得该输入端微镜可以在相互垂直的两个方向上偏转，由此能够在一定范围内改变对入射光进行反射后输出的反射光的反射方向。应理解，本发明实施例仅以图 2 所示的输入端微镜为例进行说明，但本发明并不限于此。

类似地，输出端微镜阵列 140 包括的每个输入端微镜也可以在相互垂直的两个方向上能够偏转，从而能够在一定范围内改变对入射光进行反射后输出的反射光反射方向，以能够将输入的光信号反射到输出端准直器阵列 150，但本发明实施例并不限于此。

在本发明实施例中，输入端微镜阵列 130 包括的每个输入端微镜与输入端准直器阵列 120 包括的每个输入端准直器具有对应关系，例如，可选地，输入端微镜与输入端准直器具有一一对应关系，即输入端微镜阵列 130 包括的每个输入端微镜与输入端口阵列 110 包括的每个输入端口具有一一对应的关系；类似地，输出端微镜阵列 140 包括的每个输出端微镜与输出端准直器阵列 150 包括的每个输出端准直器具有对应关系，例如，可选地，输出端微镜与输出端准直器具有一一对应关系，即输出端微镜阵列 140 包括的每个输出端微镜与输出端口阵列 160 包括的每个输出端口具有一一对应的关系。但本发明并不限于此。

在本发明实施例中，由于输入端微镜在相互垂直的两个方向上能够偏转，从而输入端微镜对入射光进行反射后输出的反射光在该输出端微镜阵列 140 所在平面上具有一定的可移动范围，其中，所有的输入端微镜对相同入射角度的入射光进行反射后输出的反射光、在该输出端微镜阵列 140 所在平面上的最大可移动范围没有共同的交集，即在该输出端微镜阵列 140 所在平面上，没有一个区域能够位于所有的输入端微镜输出的反射光的最大可移动范围内。这也意味着并不是所有的输入端微镜都能够将相同入射角度的入射光反射到输出端微镜阵列 140 中的任意一个输出端微镜，能够实现大规模的阵列，从而能够满足交换节点对吞吐容量的要求。

应理解，在本发明实施例中，“全交叉”指从任意一个输入端口输入的光信号，都能够从该光开关的任意一个输出端口输出，即输入端微镜阵列中的每个输入端微镜都能够将相同入射角度的入射光反射到输出端微镜阵列中的任意一个输出端微镜。

在本发明实施例中，可选地，该所有的输入端微镜对相同入射角度的入射光进行反射后输出的反射光、在该输出端微镜阵列 140 所在平面上的最大可移动范围也可以具有共同的交集，但该共同的交集的面积小于该输出端微镜阵列 140 的反射区域的面积。

这也意味着即使所有的输入端微镜都能够将相同入射角度的入射光反射到输出端微镜阵列 140 中的一些特定的输出端微镜，但并不是所有的输入端微镜都能够将相同入射角度的入射光反射到输出端微镜阵列 140 中的任意一个输出端微镜，能够实现大规模的阵列，从而能够满足交换节点对吞吐容量的要求。

例如，如图 3 所示，输入端微镜阵列 130 包括输入端微镜 131 和 132，由于输入端微镜 131 和 132 在相互垂直的两个方向上能够偏转，从而输入端微镜 131 和 132 对入射光进行反射后输出的反射光在该输出端微镜阵列 140 所在平面上具有一定的可移动范围，例如分别如图 3 中的 S1 和 S2 所示。其中，S3 为 S1 和 S2 的交集。

但应理解，对于本发明实施例中的光开关，所有的输入端微镜输出的反射光在输出端微镜阵列所在平面上的最大可移动范围上没有共同的交集或相同的交集；或即使具有共同的交集，该共同的交集的面积小于输出端微镜阵列的反射区域的面积。

因此,本发明实施例的光开关,通过将光开关设计成所有的输入端微镜对相同入射角度的入射光进行反射后输出的反射光、在输出端微镜阵列所在平面上的最大可移动范围没有共同的交集,或所有的输入端微镜对相同入射角度的入射光进行反射后输出的反射光、在输出端微镜阵列所在平面上的最大可移动范围具有共同的交集,并且该共同的交集的面积小于输出端微镜阵列的反射区域的面积,能够实现大规模的阵列,从而能够满足交换节点对吞吐容量的要求。

在本发明实施例中,可选地,如图4所示,该输入端微镜阵列130包括N个输入端微镜子阵列,该输出端微镜阵列140包括N个输出端微镜子阵列,其中,该N个输入端微镜子阵列中的第i个输入端微镜子阵列中的每个输入端微镜能够将该光信号反射到该N个输出端微镜子阵列中的第i个输出端微镜子阵列中的每个输出端微镜,其中,N为自然数,且 $N \geq 2$, $i=1, 2, \dots, N$ 。

具体地,例如如图4所示,输入端微镜阵列130包括6个输入端微镜子阵列,每个输入端微镜子阵列例如可以包括4个输入端微镜;输出端微镜阵列140包括6个输出端微镜子阵列,每个输出端微镜子阵列例如也可以包括4个输出端微镜;其中,第i个输入端微镜子阵列中的每个输入端微镜都能够将该光信号反射到第i个输出端微镜子阵列包括的四个输出端微镜中的任意一个输出端微镜,如图4中的实线和虚线所示。

即在本发明实施例中,对于任意一个输入端微镜子阵列与相应的输出端微镜子阵列形成的微镜子阵列对,该微镜子阵列对内部具有全交叉特性,即微镜子阵列对中的每个输入端微镜都能够将光信号反射到该微镜子阵列对中的任意一个输出端微镜,也即微镜子阵列对中的所有的输入端微镜对相同入射角度的入射光进行反射后输出的反射光、在该微镜子阵列对中的输出端微镜所在平面上的最大可移动范围具有共同的交集,并且该共同的交集的面积大于或等于所有的输出端微镜的反射区域的面积。

进一步地,输入端口阵列110可以包括N个输入端口子阵列,输入端准直器阵列120可以包括N个输入端准直器子阵列,输出端准直器阵列150可以包括N个输出端准直器子阵列,输出端口阵列160也可以包括N个输出端口子阵列,并且N个输入端微镜子阵列与N个输入端准直器子阵列和N个输入端口子阵列具有一一对应关系,N个输出端微镜子阵列与N个输出端

准直器子阵列和 N 个输出端口子阵列也具有一一对应关系,但本发明实施例并不限于此。

在本发明实施例中,可选地,如图 5 所示,该输入端微镜阵列 130 中的第 j 个输入端微镜子阵列包括输入端相邻区域,该输入端相邻区域中的输入端微镜能够将该光信号反射到第 k 个输出端微镜子阵列中的输出端微镜,其中,该第 k 个输出端微镜子阵列与第 j 个输出端微镜子阵列相邻, j 和 k 为自然数,且 j 和 k 小于或等于 N 。

即在本发明实施例中,输入端微镜阵列 130 中的一个或多个输入端微镜子阵列具有输入端相邻区域,该输入端相邻区域中的输入端微镜不仅能够将光信号反射到相应的输出端微镜子阵列中的任意一个输出端微镜,还能够将光信号反射到与该相应的输出端微镜子阵列相邻的输出端微镜子阵列中的输出端微镜。

应理解,在本发明实施例中,第 j 个输入端微镜子阵列可以为输入端微镜阵列 130 中的特定的一个或多个输入端微镜子阵列,也可以为该输入端微镜阵列 130 中的任意一个输入端微镜子阵列,本发明实施例并不限于此。

还应理解,第 j 个输入端微镜子阵列包括的输入端相邻区域靠近第 k 个输入端微镜子阵列,并且该输入端相邻区域可以为第 j 个输入端微镜子阵列包括的一个或多个输入端微镜的部分或全部反射区域,本发明实施例并不限于此。

具体而言,在本发明实施例中,光信号首先经过输入端口阵列输入到输入端准直器阵列,经过输入端准直器阵列的光信号到达输入端微镜阵列,该输入端微镜阵列上对应每一个输入光束的输入端微镜通过偏转不同的角度,可以将光束反射到输出端微镜阵列的不同微镜上;输出端微镜阵列上的相应微镜通过偏转,可以再将光束反射到与之对应的输出端准直器阵列;该输出端准直器阵列再对光束进行变换后,耦合到对应的输出端口阵列,从而完成光开关的调度功能。

应理解,在根据本发明实施例的光开关中,从每个输入端口和输入端准直器进入光开关的光信号,只能入射到与之相对应的一个输入端微镜上;类似地,每个从输出端微镜反射出来的光信号也只能进入与之相对应的一个输出端准直器,并从对应的输出端口输出。

例如,根据本发明实施例的光开关可以包括: N 个输入端口子阵列、 N

个输出端口子阵列、N 个输入端准直器子阵列、N 个输入端微镜子阵列、N 个输出端微镜子阵列以及 N 个输出端准直器子阵列，其中 N 个输入端微镜子阵列与 N 个输入端准直器子阵列和 N 个输入端口子阵列具有一一对应关系，N 个输出端微镜子阵列与 N 个输出端准直器子阵列和 N 个输出端口子阵列也具有一一对应关系。

在上述光开关中，第 i 个输入端微镜子阵列中的每个输入端微镜，都能够将经过输入端准直器子阵列入射的光信号反射到相应的第 i 个输出端微镜子阵列中的任意一个输出端微镜；类似地，第 i 个输出端微镜子阵列中的任意一个输出端微镜通过偏转不同的角度，都可以将输出端微镜反射的光束反射至相应的第 i 个输出端准直器子阵列中，从而从相应的第 i 个输出端口子阵列的相应输出端口中输出。因而，从第 i 个输入端口子阵列中的任意一个输入端口进入的光信号都能够从第 i 个输出端口子阵列中的任意一个输出端口中输出，如图 4 中的实线和虚线所示，又例如，如图 5 中的实线所示。

进一步地，在上述光开关中，如果第 k 个输入端微镜子阵列与第 j 个输入端微镜子阵列相邻，或第 k 个输出端微镜子阵列与第 j 个输出端微镜子阵列相邻，那么在第 j 个输入端微镜子阵列中靠近第 k 个输入端微镜子阵列边缘处的输入端相邻区域，该输入端相邻区域中的输入端微镜能够将光信号反射到第 k 个输出端微镜子阵列中的输出端微镜，该光信号再经过第 k 个输出端准直器子阵列后，从第 k 个输出端口子阵列的输出端口中输出。因而，从第 j 个输入端口子阵列中的部分输入端口进入的光信号能够从第 k 个输出端口子阵列中的部分输出端口中输出，如图 5 中的虚线所示。

应理解，在本发明实施例中，仅以每个阵列包括的子阵列的数量相等为例进行说明，但本发明并不限于此，每个阵列包括的子阵列的数量也可以不相等，例如，输入端微镜子阵列和输出端微镜子阵列的数量可以不相等。还应理解，在本发明实施例中，仅以每个子阵列包括的器件的数量相等为例进行说明，但本发明并不限于此，每个子阵列包括的器件的数量也可以不相等，例如，输入端微镜子阵列包括的输入端微镜的数量与输出端微镜子阵列包括的输出端微镜的数量可以不相等。

因此，本发明实施例的光开关，通过将光开关设计成所有的输入端微镜对相同入射角度的入射光进行反射后输出的反射光、在输出端微镜阵列所在平面上的最大可移动范围没有共同的交集，或所有的输入端微镜对相同入射

角度的入射光进行反射后输出的反射光、在输出端微镜阵列所在平面上的最大可移动范围具有共同的交集，并且该共同的交集的面积小于输出端微镜阵列的反射区域的面积，能够实现大规模的阵列，从而能够满足交换节点对吞吐容量的要求。

5 在本发明实施例中，可选地，如图 6 所示，该输入端口阵列 110 包括的第一输入端口通过光纤 170 与该输出端口阵列 160 包括的第一输出端口连接，使得从该输入端口阵列 110 包括的一个第二输入端口输入的该光信号能够从该输出端口阵列 160 包括的任意一个第二输出端口输出。

10 具体而言，对于本发明实施例的光开关，在各相应的子阵列范围内，光信号能够实现全交叉，即从一个输入端口子阵列中的每一个输入端口进入的光信号都能够从相应的输出端口子阵列中的任意一个输出端口中输出；但在整个光开关的各输入端口和输出端口之间，光信号不能够实现全交叉。为此，可以将部分输入端口通过光纤与部分输出端口连接，再利用从输入端口子阵列中的部分输入端口进入的光信号、能够从与相应输出端口子阵列相邻的输出端口子阵列中的部分输出端口中输出的特性，使得在整个光开关的各输入端口和输出端口之间，光信号能够实现全交叉，即从光开关的任意一个第二输入端口输入的光信号，都能够从该光开关的任意一个第二输出端口输出。

15 应理解，在本发明实施例中，第一输入端口表示输入端口阵列中与输出端口通过光纤相连接的输入端口；相应地，第一输出端口表示输出端口阵列中与输入端口通过光纤相连接的输出端口；第二输入端口表示输入端口阵列中未与输出端口通过光纤相连接的输入端口，即输入端口阵列中除该第一输入端口之外的输入端口；相应地，第二输出端口表示输出端口阵列中未与输入端口通过光纤相连接的输出端口，即输出端口阵列中除该第一输出端口之外的输出端口。

25 可选地，在本发明实施例中，如图 7 所示，该 N 为 6，第 i 个输入端微镜子阵列 I_i 包括两个输入端微镜区域 $I_{i,1}$ 和 $I_{i,2}$ ；第 i 个输出端微镜子阵列 O_i 包括两个输出端微镜区域 $O_{i,1}$ 和 $O_{i,2}$ ；其中，该输入端微镜区域 $I_{i,2}$ 中的每个输入端微镜分别能够将该光信号反射到该输出端微镜区域 $O_{2,1}$ 中的每个输出端微镜；与该输入端微镜区域 $I_{i,2}$ 相邻的 $I_{i,1}$ 中的每个输入端微镜分别能够将
30 该光信号反射到与该输出端微镜区域 $O_{2,1}$ 相邻的 $O_{1,2}$ 中的每个输出端微镜；该输入端微镜区域 $I_{3,2}$ 中的每个输入端微镜分别能够将该光信号反射到该输

出端微镜区域 $O_{4,1}$ 中的每个输出端微镜; 与该输入端微镜区域 $I_{3,2}$ 相邻的 $I_{4,1}$ 中的每个输入端微镜分别能够将该光信号反射到与所述输出端微镜区域 $O_{4,1}$ 相邻的 $O_{3,2}$ 中的每个输出端微镜; 其中, 该输入端微镜区域 $I_{1,1}$ 、 $I_{2,2}$ 、 $I_{3,1}$ 、 $I_{4,2}$ 、 $I_{5,1}$ 、 $I_{5,2}$ 、 $I_{6,1}$ 和 $I_{6,2}$ 相应的第一输入端口分别与该输出端微镜区域 $O_{5,1}$ 、 $O_{5,2}$ 、 $O_{6,1}$ 、 $O_{6,2}$ 、 $O_{3,1}$ 、 $O_{4,2}$ 、 $O_{1,1}$ 和 $O_{2,2}$ 相应的第一输出端口通过光纤连接。

具体而言, 在本发明实施例中, 从第 i 个输入端口子阵列中的任意一个输入端口进入的光信号都能够从第 i 个输出端口子阵列中的任意一个输出端口中输出, i 为自然数且 $i=1, 2, \dots, 6$ 。另外, 该输入端微镜区域 $I_{1,2}$ 中的每个输入端微镜能够将光信号反射到输出端微镜区域 $O_{2,1}$ 中的每个输出端微镜; 该输入端微镜区域 $I_{2,1}$ 、 $I_{3,2}$ 以及 $I_{4,1}$ 中的每个输入端微镜分别能够将该光信号反射到该输出端微镜区域 $O_{1,2}$ 、 $O_{4,1}$ 以及 $O_{3,2}$ 中的每个输出端微镜; 并且各第一输入端口与各第一输出端口的连接关系如图 8 所示。

应理解, 如图 8 所示, 与输入端微镜区域 $I_{1,2}$ 、 $I_{2,1}$ 、 $I_{3,2}$ 以及 $I_{4,1}$ 相对应的输入端口为保留的用于接收外部光信号输入的第二输入端口; 与输出端微镜区域 $O_{2,1}$ 、 $O_{1,2}$ 、 $O_{4,1}$ 以及 $O_{3,2}$ 相对应的输出端口为保留的用于将光信号输出到外部的第二输出端口。

还应理解, 如图 8 所示, 输入端微镜区域 $I_{1,1}$ 、 $I_{2,2}$ 、 $I_{3,1}$ 、 $I_{4,2}$ 、 $I_{5,1}$ 、 $I_{5,2}$ 、 $I_{6,1}$ 和 $I_{6,2}$ 相对应的第一输入端口分别与输出端微镜区域 $O_{5,1}$ 、 $O_{5,2}$ 、 $O_{6,1}$ 、 $O_{6,2}$ 、 $O_{3,1}$ 、 $O_{4,2}$ 、 $O_{1,1}$ 和 $O_{2,2}$ 相对应的第一输出端口一一对应, 并通过光纤连接。例如, 输入端微镜区域 $I_{1,1}$ 相对应的输入端口与输出端微镜区域 $O_{5,1}$ 相对应的输出端口一一对应, 并通过光纤连接; 又例如, 输入端微镜区域 $I_{3,1}$ 相对应的输入端口与输出端微镜区域 $O_{6,1}$ 相对应的输出端口一一对应, 并通过光纤连接。还应理解, 第一输入端口包括与各输入端微镜区域 $I_{1,1}$ 、 $I_{2,2}$ 、 $I_{3,1}$ 、 $I_{4,2}$ 、 $I_{5,1}$ 、 $I_{5,2}$ 、 $I_{6,1}$ 和 $I_{6,2}$ 相对应的各输入端口; 类似地, 第一输出端口包括与各输出端微镜区域 $O_{5,1}$ 、 $O_{5,2}$ 、 $O_{6,1}$ 、 $O_{6,2}$ 、 $O_{3,1}$ 、 $O_{4,2}$ 、 $O_{1,1}$ 和 $O_{2,2}$ 相对应的各输出端口。

由此, 对于根据本发明实施例的光开关, 从第二输入端口中的任意一个输入端口输入的光信号, 都能够从该光开关的任意一个第二输出端口输出。具体地, 光信号的在各输入端口和各输出端口之间传输的路径可以如下面的表 1 所示。

表 1

	输出端口 1	输出端口 2	输出端口 3	输出端口 4
输入端口 1	→	→	→ $O_{1,1}-I_{6,1}$ → $O_{6,1}-I_{3,1}$ →	→ $O_{1,1}-I_{6,1}$ → $O_{6,2}-I_{4,2}$ →
输入端口 2	→	→	→ $O_{2,2}-I_{6,2}$ → $O_{6,1}-I_{3,1}$ →	→ $O_{2,2}-I_{6,2}$ → $O_{6,2}-I_{4,2}$ →
输入端口 3	→ $O_{3,1}-I_{5,1}$ → $O_{5,1}-I_{1,1}$ →	→ $O_{3,1}-I_{5,1}$ → $O_{5,2}-I_{2,2}$ →	→	→
输入端口 4	→ $O_{4,2}-I_{5,2}$ → $O_{5,1}-I_{1,1}$ →	→ $O_{4,2}-I_{5,2}$ → $O_{5,2}-I_{2,2}$ →	→	→

如表 1 所示，其中，符号“→”表示光信号从输入端微镜到输出端微镜在空间中传输的路径，符号“-”表示光信号在光纤中传输的路径。

其中，通过输入端微镜的偏转，由于子阵列内部能够实现光信号的全交叉，因而光信号可以从输入端口 1、输入端口 2、输入端口 3 和输入端口 4 输入，并分别从输出端口 1、输出端口 2、输出端口 3 和输出端口 4 输出；另一方面，由于输入端微镜区域 $I_{1,2}$ 、 $I_{2,1}$ 、 $I_{3,2}$ 以及 $I_{4,1}$ 中的每个输入端微镜分别能够将该光信号反射到输出端微镜区域 $O_{2,1}$ 、 $O_{1,2}$ 、 $O_{4,1}$ 以及 $O_{3,2}$ 中的每个输出端微镜，因而光信号可以从输入端口 1、输入端口 2、输入端口 3 和输入端口 4 输入，并分别从输出端口 2、输出端口 1、输出端口 4 和输出端口 3 输出。

对于光信号从其它输入端口输入并从其它输出端口输出的情况，则光信号需要经过 3 次内部的空间路径传输以及 2 次外部的光纤路径传输来实现。例如，对于光信号从输入端口 3 输入并从输出端口 1 输出的情况，输入的光信号经过输入端微镜偏转，即经过内部的空间路径传输，能够到达输出端微镜区域 $O_{3,1}$ ；该光信号再通过外部光纤即经过外部的光纤路径传输，能够到达输入端微镜区域 $I_{5,1}$ ；该光信号再经过内部的空间路径传输，能够从输入端微镜区域 $I_{5,1}$ 到达输出端微镜区域 $O_{5,1}$ ；该光信号再经过外部的光纤路径传输，能够到达输入端微镜区域 $I_{1,1}$ ；由此，该光信号再经过内部的空间路径传输，能够从输入端微镜区域 $I_{1,1}$ 传输到输出端微镜区域 $O_{1,2}$ ，并从相应的输出端口 1 输出。

应理解，本发明实施例的第二输入端口以及第二输出端口的设置仅以上

面的例子为例进行说明，但本发明并不限于此，例如各第二输入端口还可以与其它输入端微镜区域相应，各第二输出端口还可以与其它输出端微镜区域相应，只要输入端口 1 与输入端口 2 相邻，输入端口 3 与输入端口 4 相邻；相应地，输出端口 1 与输出端口 2 相邻，输出端口 3 与输出端口 4 相邻。

- 5 在本发明实施例中，可选地，该输入端微镜区域 $I_{i,1}$ 和 $I_{i,2}$ 分别包括 $L/2$ 个输入端微镜，该输出端微镜区域 $O_{i,1}$ 和 $O_{i,2}$ 分别包括 $L/2$ 个输出端微镜，其中 L 为偶数。

- 10 即在本发明实施例中，输入端微镜区域或输出端微镜区域的反射面积可以为整个输入端微镜子阵列或输出端微镜子阵列的反射面积的一半，但本发明并不限于此，输入端微镜区域或输出端微镜区域的反射面积与整个输入端微镜子阵列或输出端微镜子阵列的反射面积的比值还可以为其它值，例如 $2/5$ 、 $1/3$ 等。

- 15 在本发明实施例中，可选地，每个该输入端微镜子阵列包括 M 个输入端微镜，并且每个该输出端微镜子阵列包括 M 个输出端微镜，其中 M 为自然数。即每个输入端微镜子阵列包括的输入端微镜的数量与每个输出端微镜子阵列包括的输出端微镜的数量相等。

- 20 但应理解，本发明实施例仅以此为例进行说明，本发明并不限于此，例如，输入端微镜子阵列包括的输入端微镜的数量可以与相应的输出端微镜子阵列包括的输出端微镜的数量相等，但不同输入端微镜子阵列包括的输入端微镜的数量可以不相等；再例如，每个输入端微镜子阵列包括的输入端微镜的数量与每个输出端微镜子阵列包括的输出端微镜的数量不相等。

- 25 仍以图 8 所示的实施例为例进行说明，该光开关包括 6 个输入端微镜子阵列和相应的 6 个输出端微镜子阵列，假设每个输入端微镜子阵列包括两个输入端微镜，每个输出端微镜子阵列包括两个输出端微镜，即每个输入端微镜区域和每个输出端微镜区域分别包括一个输入端微镜和一个输出端微镜。因而，如图 8 所示，该光开关包括 4 个输入端口，即为与输入端微镜区域 $I_{1,2}$ 、 $I_{2,1}$ 、 $I_{3,2}$ 以及 $I_{4,1}$ 分别包括的输入端微镜相应的输入端口；该光开关还包括 4 个输出端口，即为与输出端微镜区域 $O_{2,1}$ 、 $O_{1,2}$ 、 $O_{4,1}$ 以及 $O_{3,2}$ 分别包括的输出端微镜相应的输出端口。

- 30 因此，本发明实施例可以通过 6 个 2×2 的光开关组建 4×4 的光开关，该光开关的输入端口总数或输出端口总数为 12（即 4×3 ）个。而如果根据完全

无阻塞 CLOS 结构来组建 4×4 的光开关,则需要 2 个 2×3 的光开关、3 个 2×2 的光开关和 2 个 3×2 的光开关,这中 CLOS 结构的光开关的输入端口总数或输出端口总数为 16 (即 4×3) 个。因此,根据本发明实施例的光开关的结构优于纯数学的其他拓扑结构,并且端口利用率更高,即可以利用较少的端口来实现光开关的扩展。

应理解,上述例子以每个微镜子阵包括两个微镜为例进行说明,如果每个微镜子阵包括 M 个微镜,则本发明实施例可以通过 $M \times M$ 的光开关能够组建 $2M \times 2M$ 的光开关,特别是在 M 比较大的时候,该光开关的结构优于纯数学的其他拓扑结构,并且端口利用率更高,即可以利用较少的端口来实现光开关的扩展。例如,当 M 为 320 时,即以通过 320×320 的光开关组建 640×640 的光开关为例进行说明,如果使用完全无阻塞 CLOS 结构,则需要 640 个 2×3 的光开关和 3 个 320×320 的光开关,即组建的 CLOS 结构的光开关的输入端口总数或输出端口总数为 640×4 个;而如果采用本发明实施例的光开关,该光开关的输入端口总数或输出端口总数为 640×3 个。因而,根据本发明实施例的光开关的端口利用率更高;此外,通过本发明实施例构建光开关也能够具有完全无阻塞的全交叉特性,可以用于骨干网交换节点或数据中心等需要大规模光开关的场景。

因此,本发明实施例的光开关,通过将光开关设计成所有的输入端微镜对相同入射角度的入射光进行反射后输出的反射光、在输出端微镜阵列所在平面上的最大可移动范围没有共同的交集,或所有的输入端微镜对相同入射角度的入射光进行反射后输出的反射光、在输出端微镜阵列所在平面上的最大可移动范围具有共同的交集,并且该共同的交集的面积小于输出端微镜阵列的反射区域的面积,能够实现大规模的阵列,从而能够满足交换节点对吞吐容量的要求;此外,本发明实施例的光开关还具有较高的端口利用率,即可以利用较少的端口来实现光开关的扩展,从而可以用于骨干网交换节点或数据中心等需要大规模光开关的场景。

在本发明实施例中,如图 9 和图 10 所示,可选地,包括 M 个输入端微镜的该第 i 个输入端微镜子阵列与包括 M 个输出端微镜的该第 i 个输出端微镜子阵列形成第 i 个微镜子阵列对,其中, N 个该微镜子阵列对包括: R 个第一微镜子阵列对、 $2S-1$ 个第二微镜子阵列对和 R 个第三微镜子阵列对, R 、 S 和 M 为自然数,且 $2R+2S-1=N$;

其中, 每个该第一微镜子阵列对与该输入端口阵列中的 S 个输入端口和该输出端口阵列中的 $2S-1$ 个输出端口相对应, 每个该第二微镜子阵列对与该输入端口阵列中的 R 个输入端口和该输出端口阵列中的 R 个该输出端口相对应, 每个该第三微镜子阵列对与该输入端口阵列中的 $2S-1$ 个该输入端口和该输出端口阵列中的 S 个该输出端口相对应;

其中, 第 x 个该第一微镜子阵列对相应的第 y 个输出端口 O_{xy}^1 与第 y 个该第二微镜子阵列对相应的第 x 个输入端口 $I_{y,x}^2$ 通过光纤连接; 第 x 个该第三微镜子阵列对相应的第 y 个输入端口 $I_{x,y}^3$ 与第 y 个该第二微镜子阵列对相应的第 x 个输出端口 $O_{y,x}^2$ 通过光纤连接; x, y 为自然数, 且 $x=1, 2, \dots, R, y=1, 2, \dots, 2S-1$ 。

应理解, 在上述实施例, 该输入端微镜阵列 130 包括 N 个输入端微镜子阵列, 该输出端微镜阵列 140 包括 N 个输出端微镜子阵列, 其中, 该 N 个输入端微镜子阵列中的第 i 个输入端微镜子阵列中的每个输入端微镜能够将该光信号反射到该 N 个输出端微镜子阵列中的第 i 个输出端微镜子阵列中的每个输出端微镜, 其中, N 为自然数, 且 $N \geq 2, i=1, 2, \dots, N$ 。即在上述实施例, 微镜子阵列对内部具有全交叉特性, 即微镜子阵列对中的每个输入端微镜都能够将光信号反射到该微镜子阵列对中的任意一个输出端微镜。

还应理解, 在本发明实施例中, 第一微镜子阵列对、第二微镜子阵列对和第三微镜子阵列对之间的端口的连接关系可以如图 10 所示, 其中输入端口与输出端口之间的连接或输出端口与输入端口之间的连接可以通过外部的光纤 170 实现, 如图 10 中各端口之间的实线所示, 但本发明实施例并不限于此。

根据本发明上述实施例, 可以构建大规模的无阻塞全交叉光开关, 应用于骨干网节点或数据中心。例如, 假设 3D-MEMS 工艺水平可以制作一个 25×25 的光开关, 那么利用本发明实施例的方案, 可以做一个更大规模的局部交叉光开关, 其中包括 25 组 13×25 的全交叉端口组、25 组 25×13 的全交叉端口组和 25 组 25×25 的全交叉端口组, 通过本发明实施例所描述的方案, 可以组成规模为 325×325 的全交叉光开关。因此, 本方案利用局部交叉的光开关来构建拓扑结构, 与利用独立的小规模光开关构建拓扑结构相比较, 集成度更高, 体积更小。

还应理解，交换节点的交叉调度时间是 WDM 系统中的一项重要指标。在基于大规模光开关的交换节点中，交叉调度时间主要取决于光开关的切换时间，而光开关的切换时间与切换过程中微镜偏转的角度有关。本发明实施例构建的大规模无阻塞光开关，只需要微镜子阵列对内实现全交叉，不需要在整个光开关的范围内实现所有端口全交叉，由此使得微镜的偏转角度比同等规模的全交叉光开关小，从而切换时间更快。因此，本发明实施例组建的大规模光开关构建成的交换节点，交叉调度时间短。

因此，本发明实施例的光开关，通过将光开关设计成所有的输入端微镜对相同入射角度的入射光进行反射后输出的反射光、在输出端微镜阵列所在平面上的最大可移动范围没有共同的交集，或所有的输入端微镜对相同入射角度的入射光进行反射后输出的反射光、在输出端微镜阵列所在平面上的最大可移动范围具有共同的交集，并且该共同的交集的面积小于输出端微镜阵列的反射区域的面积，能够实现大规模的阵列，从而能够满足交换节点对吞吐容量的要求；另外，根据本发明实施例的光开关，还具有集成度更高、体积小和切换时间短的特点。

另一方面，如图 11 所示，本发明实施例还提供了一种波分复用光系统，该波分复用系统包括根据本发明实施例的光开关， m_1 个解复用器 DEMUX 和 m_2 个复用器 MUX，

其中，该光开关包括：输入端口阵列、与该输入端口阵列连接的输入端准直器阵列、输入端微镜阵列、输出端微镜阵列、输出端准直器阵列以及与该输出端准直器阵列连接的输出端口阵列，

其中，该输入端准直器阵列用于将该输入端口阵列输入的光信号进行准直和扩束，并将经过准直和扩束的该光信号入射到该输入端微镜阵列；该输入端微镜阵列用于将该输入端准直器阵列输出的该光信号反射到该输出端微镜阵列；该输出端微镜阵列用于将该输入端微镜阵列反射的该光信号反射到该输出端准直器阵列；该输出端准直器阵列用于将该输出端微镜阵列反射的该光信号耦合到该输出端口阵列；

其中，该输入端微镜阵列包括的所有的输入端微镜在相互垂直的两个方向上能够偏转，该所有的输入端微镜对相同入射角度的入射光进行反射后输出的反射光、在该输出端微镜阵列所在平面上的最大可移动范围没有共同的交集，或该所有的输入端微镜对相同入射角度的入射光进行反射后输出的反

射光、在该输出端微镜阵列所在平面上的最大可移动范围具有共同的交集，并且该共同的交集的面积小于该输出端微镜阵列的反射区域的面积；

其中，该输入端微镜阵列包括 N 个输入端微镜子阵列，该输出端微镜阵列包括 N 个输出端微镜子阵列，其中，该 N 个输入端微镜子阵列中的第 i 个输入端微镜子阵列中的每个输入端微镜能够将该光信号反射到该 N 个输出端微镜子阵列中的第 i 个输出端微镜子阵列中的每个输出端微镜，其中， N 为自然数，且 $N \geq 2$ ， $i=1, 2, \dots, N$ ；

其中，该输入端口阵列 110 包括 N 组输入端口子阵列，该输入端准直器阵列 120 包括 N 个输入端准直器子阵列，该输出端口阵列 160 包括 N 组输出端口子阵列，该输出端准直器阵列 150 包括 N 个输出端准直器子阵列，其中，每组输入端口子阵列分别与一个输入端准直器子阵列和一个输入端微镜子阵列相对应，每组输出端口子阵列分别与一个输出端准直器子阵列和一个输出端微镜子阵列相对应；

其中，每组输入端口子阵列包括 $M1$ 个输入端口，每组输出端口子阵列包括 $M2$ 个输出端口，第 i 组输入端口子阵列中的第 $l1$ 个输入端口与波分复用 WDM 系统的第 $l1$ 个解复用器 DEMUX 输出第 i 个波长组合光信号的端口连接，并且第 i 组输出端口子阵列中的第 $l2$ 个输出端口与所述 WDM 系统的第 $l2$ 个复用器 MUX 输入第 i 个波长组合光信号的端口连接， $M1$ 、 $M2$ 、 $l1$ 和 $l2$ 为自然数，且 $l1=1, 2, \dots, m1$ ， $l2=1, 2, \dots, m2$ ，其中 $2 \leq m1 \leq M1$ ； $2 \leq m2 \leq M2$ 。

可选地，在本发明实施例中，该输入端微镜阵列和该输出端微镜阵列分别包括的输入端微镜和输出端微镜为微机电系统 MEMS 微镜。

可选地，在本发明实施例中，该波长组合光信号至少包括两种波长。

因此，本发明实施例的波分复用光系统，通过将波分复用光系统包括的光开关设计成至少包括第一输入端微镜子阵列、第二输入端微镜子阵列、第三输出端微镜子阵列和第四输出端微镜子阵列，其中，入射光经该第一输入端微镜子阵列反射后能够入射在该第三输出端微镜子阵列的反射区域内；入射光经该第一输入端微镜子阵列反射后不能入射在该第四输出端微镜子阵列的反射区域内；并且入射光经该第二输入端微镜子阵列反射后能够入射在该第四输出端微镜子阵列的反射区域内，能够实现大规模的阵列，从而能够满足交换节点对吞吐容量的要求。

应理解, 在本发明实施例中, 可选地, 波分复用光系统包括的解复用器 DEMUX 和复用器 MUX 的数量相同, 即 $m_1=m_2$; 但本发明实施例并不限于此, DEMUX 与 MUX 的数量也可以不同, 例如, $m_1>m_2$, 或 $m_2>m_1$ 。

5 应理解, 根据本发明实施例的光开关的部分或全部器件的特性、结构、功能等, 与如图 1 至图 10 所示的本发明实施例中的光开关 100 的相应器件的特性、结构、功能相同或相似, 因而为了简洁, 在此不再赘述。

下面将以根据本发明实施例的光开关用于 WDM 系统中的交换节点为例进行详细说明, 并假设 $m_1=m_2=m$, 且 $M_1=M_2=M$ 。

具体地, 以 m 个维度、 N 个波长的 WDM 系统交换节点为例, 如图 11 所示。根据本发明实施例的光开关的输入端口阵列分为 N 组输入端口子阵列, 每组输入端口子阵列包括的输入端口的数量为 M ; 同样地, 输出端口阵列可以分为 N 组输出端口子阵列, 每组输出端口子阵列包括的输出端口的数量为 M , 其中 M 大于等于 m 。特别地, 如果有本地上下波时, 端口数量 M 大于 m 。分组后每组内的任意输入端口都可以与组内任意输出端口建立光路连接, 即每组内的输入输出端口能实现全交叉连接; 此外, 一些端口还可以调度到相邻组, 并从相邻组的部分输出端口输出。

来自 m 个维度的 WDM 光经由各个 DEMUX 分开成 N 个不同的波长。将每个维度的 λ_1 分别连接到第一组输入端口子阵列的输入端口, 作为第一个波长组合光信号; 每个维度的 λ_2 分别连接到第二组输入端口子阵列的输入端口, 作为第二个波长组合光信号; 各个维度的其余各波长均按照这样的方式依次与各组输入端口子阵列的输入端口相连, 这样来自 m 个维度所有的 λ_i 都连接到了光开关的第 i 组输入端口子阵列。每个 MUX 输入 λ_1 的输入口分别与光开关的第一组输出端口子阵列的输出端口相连; 每个 MUX 输入 λ_2 的输入口分别与光开关的第二组输出端口子阵列的输出端口相连; 类似地, 25 每个 MUX 输入第 i 个波长组合光信号的输入口与光开关的第 i 组输出端口子阵列的输出端口相连。因而, 从光开关输出端口输出的去往同一个维度的各个单波长光, 由对应各个维度的 MUX 复用到对应维度的光纤中, 并传输到下一个交换节点。如果每组输入输出端口子阵列中还有多余的输入输出端口, 那么将这些剩余的输入端口用于本地波长上载, 剩余的输出端口用于本地波长下载。

30 当来自维度 a 的波长 λ_c 要去往维度 b 时, 来自维度 a 的 WDM 信号先

经过与维度 a 对应的 DEMUX 解复用成各个单波长的光，将第 c 个波长的光 λ_c 送到局部交叉光开关的第 c 组输入端口子阵列的一个输入端口；根据本发明实施例的光开关建立第 c 组第 a 个输入端口与第 c 组第 b 个输出端口之间的光路连接，这样来自维度 a 的 λ_c 就被送到第 c 组输出端口子阵列中与维度 b 相对应的输出端口，其中，a、b、c 为自然数，a 和 b 小于或等于 m，c 小于或等于 N。与维度 b 对应的 MUX 将经过光开关输出的 λ_c 和其他需要去往维度 b 的各个单波长信号复用到一起后输出，这样就完成了波长调度，复用后输出的光信号将被送入对应的单根光纤中，以传输到下一个交换节点，这样就在本交换节点完成了维度之间的波长级别的调度。

当本地的波长 λ_c 需要到维度 a 去时，先将 λ_c 由光开关的第 c 组输入端口子阵列中预留的用于上载的输入端口送入该光开关，再经由第 c 组输入输出端口之间的调度，将 λ_c 送到第 c 组输出端口子阵列中与维度 a 对应的输出端口。与维度 a 对应的 MUX 将 λ_c 和其他去往维度 a 的各个单波长波长复用到一起，送入与维度 a 对应的光纤中进行传输，从而完成本地波长的上载。

当维度 b 中的 λ_c 需要下载时，则可以通过第 c 组输入输出端口之间的调度，将输入波长 λ_c 送到第 c 组输出端口子阵列中预留的用于下载的输出端口，从而完成本地波长的下载。

应理解，在本发明实施例中，可选地，该波长组合光信号至少包括两种波长。例如，该波长组合光信号包括两种或多种波长。具体地，根据本发明实施例的光开关，不限于每组输入输出端口只完成一个波长的调度，例如，也可以将 2 个波长光信号或多个波长光信号放到同一组中进行调度，此时每组端口中的端口数应该大于等于 $2m$ 或 $N*m$ 。还应理解，在本发明实施例中，该波长组合光信号也可以仅包括一种波长，本发明并不限于此。还应理解，在本发明实施例中，仅以 $2 \leq m$ 为例进行说明，但本发明并不限于此，例如，m 取值也可以为 1。

在本发明实施例中，可选地，该输入端微镜阵列 130 和该输出端微镜阵列 140 分别包括的输入端微镜和输出端微镜为微机电系统 MEMS 微镜。但本发明并不限于此，例如，根据本发明实施例的输入端微镜和输出端微镜为也可以为基于压电陶瓷的微镜等。

在本发明实施例中，以容纳 8 个维度 80 波，并要预留 50% 上下波的交换节点为例，此时的节点如果使用现有技术中的全交叉光开关作为交换器

件,则需要 960×960 的光开关。目前业界最大规模的光开关基于 3D-MEMS 技术制成,但受限于 3D-MEMS 的微镜工艺,无法实现 960×960 的光开关。

然而,采用根据本发明实施例的局部交叉光开关结构来制作这种 960×960 的光开关,那么每组全交叉端口内有 12 个输入端口和 12 个输出端口即可满足要求,这样的局部交叉光开关对 3D-MEMS 工艺要求和 12×12 的 3D-MEMS 光开关要求基本相当,业界有多家器件商都具备这种工艺。

在本发明实施例中,可选地,该输入端微镜阵列中的第 j 个输入端微镜子阵列包括输入端相邻区域,该输入端相邻区域中的输入端微镜能够将该光信号反射到第 k 个输出端微镜子阵列中的输出端微镜,其中,该第 k 个输出端微镜子阵列与第 j 个输出端微镜子阵列相邻, j 和 k 为自然数,且 j 和 k 小于或等于 N 。

在本发明实施例中,可选地,该输入端口阵列包括的第一输入端口通过光纤与该输出端口阵列包括的第一输出端口连接,使得从该输入端口阵列包括的一个第二输入端口输入的该光信号能够从该输出端口阵列包括的任意一个第二输出端口输出。

在本发明实施例中,可选地,该 N 为 6,第 i 个输入端微镜子阵列 I_i 包括两个输入端微镜区域 $I_{i,1}$ 和 $I_{i,2}$;第 i 个输出端微镜子阵列 O_i 包括两个输出端微镜区域 $O_{i,1}$ 和 $O_{i,2}$;其中,该输入端微镜区域 $I_{1,2}$ 中的每个输入端微镜分别能够将该光信号反射到该输出端微镜区域 $O_{2,1}$ 中的每个输出端微镜;与该输入端微镜区域 $I_{1,2}$ 相邻的 $I_{2,1}$ 中的每个输入端微镜分别能够将该光信号反射到与该输出端微镜区域 $O_{2,1}$ 相邻的 $O_{1,2}$ 中的每个输出端微镜;该输入端微镜区域 $I_{3,2}$ 中的每个输入端微镜分别能够将该光信号反射到该输出端微镜区域 $O_{4,1}$ 中的每个输出端微镜;与该输入端微镜区域 $I_{3,2}$ 相邻的 $I_{4,1}$ 中的每个输入端微镜分别能够将该光信号反射到与前述输出端微镜区域 $O_{4,1}$ 相邻的 $O_{3,2}$ 中的每个输出端微镜;其中,该输入端微镜区域 $I_{1,1}$ 、 $I_{2,2}$ 、 $I_{3,1}$ 、 $I_{4,2}$ 、 $I_{5,1}$ 、 $I_{5,2}$ 、 $I_{6,1}$ 和 $I_{6,2}$ 相应的第一输入端口分别与该输出端微镜区域 $O_{5,1}$ 、 $O_{5,2}$ 、 $O_{6,1}$ 、 $O_{6,2}$ 、 $O_{3,1}$ 、 $O_{4,2}$ 、 $O_{1,1}$ 和 $O_{2,2}$ 相应的第一输出端口通过光纤连接。

在本发明实施例中,可选地,该输入端微镜区域 $I_{i,1}$ 和 $I_{i,2}$ 分别包括 $L/2$ 个输入端微镜,该输出端微镜区域 $O_{i,1}$ 和 $O_{i,2}$ 分别包括 $L/2$ 个输出端微镜,其中 L 为偶数。

在本发明实施例中,可选地,每个该输入端微镜子阵列包括 M 个输入

端微镜，并且每个该输出端微镜子阵列包括 M 个输出端微镜，其中 M 为自然数。

在本发明实施例中，可选地，包括 M 个输入端微镜的该第 i 个输入端微镜子阵列与包括 M 个输出端微镜的该第 i 个输出端微镜子阵列形成第 i 个微镜子阵列对，其中， N 个该微镜子阵列对包括： R 个第一微镜子阵列对、 $2S-1$ 个第二微镜子阵列对和 R 个第三微镜子阵列对， R 、 S 和 M 为自然数，且 $2R+2S-1=N$ ；

其中，每个该第一微镜子阵列对与该输入端口阵列中的 S 个输入端口和该输出端口阵列中的 $2S-1$ 个输出端口相对应，每个该第二微镜子阵列对与该输入端口阵列中的 R 个输入端口和该输出端口阵列中的 R 个该输出端口相对应，每个该第三微镜子阵列对与该输入端口阵列中的 $2S-1$ 个该输入端口和该输出端口阵列中的 S 个该输出端口相对应；

其中，第 x 个该第一微镜子阵列对相应的第 y 个输出端口 $O_{x,y}^1$ 与第 y 个该第二微镜子阵列对相应的第 x 个输入端口 $I_{y,x}^2$ 通过光纤连接；第 x 个该第三微镜子阵列对相应的第 y 个输入端口 $I_{x,y}^3$ 与第 y 个该第二微镜子阵列对相应的第 x 个输出端口 $O_{y,x}^2$ 通过光纤连接； x, y 为自然数，且 $x=1, 2, \dots, R, y=1, 2, \dots, 2S-1$ 。

因此，本发明实施例的波分复用光系统，通过将波分复用光系统包括的光开关设计至少包括第一输入端微镜子阵列、第二输入端微镜子阵列、第三输出端微镜子阵列和第四输出端微镜子阵列，其中，入射光经该第一输入端微镜子阵列反射后能够入射在该第三输出端微镜子阵列的反射区域内；入射光经该第一输入端微镜子阵列反射后不能入射在该第四输出端微镜子阵列的反射区域内；并且入射光经该第二输入端微镜子阵列反射后能够入射在该第四输出端微镜子阵列的反射区域内，能够实现大规模的阵列，从而能够满足交换节点对吞吐容量的要求。

再一方面，本发明实施例提供了一种光开关，该光开关包括：输入端口阵列、与该输入端口阵列连接的输入端准直器阵列、输入端微镜阵列、输出端微镜阵列、输出端准直器阵列以及与该输出端准直器阵列连接的输出端口阵列，

其中，该输入端准直器阵列用于将该输入端口阵列输入的光信号进行准直和扩束，并将经过准直和扩束的该光信号入射到该输入端微镜阵列；

该输入端微镜阵列用于将该输入端准直器阵列输出的该光信号反射到该输出端微镜阵列；

该输出端微镜阵列用于将该输入端微镜阵列反射的该光信号反射到该输出端准直器阵列；

- 5 该输出端准直器阵列用于将该输出端微镜阵列反射的该光信号耦合到该输出端口阵列；

其中，该输入端微镜阵列包括的所有的输入端微镜在相互垂直的两个方向上能够偏转；该输入端微镜阵列至少包括第一输入端微镜子阵列和第二输入端微镜子阵列；该输出端微镜阵列至少包括第三输出端微镜子阵列和第四输出端微镜子阵列；入射光经该第一输入端微镜子阵列反射后能够入射在该第三输出端微镜子阵列的反射区域内；入射光经该第一输入端微镜子阵列反射后不能入射在该第四输出端微镜子阵列的反射区域内；入射光经该第二输入端微镜子阵列反射后能够入射在该第四输出端微镜子阵列的反射区域内。

在本发明实施例中，可选地，该输入端微镜阵列包括 N 个输入端微镜子阵列，该输出端微镜阵列包括 N 个输出端微镜子阵列，其中，该 N 个输入端微镜子阵列中的第 i 个输入端微镜子阵列中的每个输入端微镜能够将该光信号反射到该 N 个输出端微镜子阵列中的第 i 个输出端微镜子阵列中的每个输出端微镜，其中， N 为自然数，且 $N \geq 2$ ， $i=1, 2, \dots, N$ 。

具体而言，在本发明实施例中，第一输入端微镜子阵列中的每个输入端微镜都能够将入射光反射到第三输出端微镜子阵列中的每个输出端微镜；第二输入端微镜子阵列中的每个输入端微镜都能够将入射光反射到第四输出端微镜子阵列中的每个输出端微镜；但第一输入端微镜子阵列中的每个输入端微镜都不能够将入射光反射到第三输出端微镜子阵列中的任意一个输出端微镜。

25 即，在本发明实施例中，可选地，该第一输入端微镜子阵列用于将入射到本子阵列中任意一个输入端微镜上的入射光反射到该第三输出端微镜子阵列中的任意一个输出端微镜上，且不反射到该第四输出端微镜子阵列中的任何一个输出端微镜上；类似地，该第二输入端微镜子阵列用于将入射到本子阵列中任意一个输入端微镜上的入射光反射到该第四输出端微镜子阵列中的任何一个输出端微镜上。

30 还应理解，根据本发明实施例的光开关的部分或全部器件的特性、结构、

功能等，与如图 1 至 4 所示的本发明实施例中的光开关 100 的相应器件的特性、结构、功能相同或相似，因而为了简洁，在此不再赘述。

因此，本发明实施例的光开关，通过将光开关设计成至少包括第一输入端微镜子阵列、第二输入端微镜子阵列、第三输出端微镜子阵列和第四输出端微镜子阵列，其中，入射光经该第一输入端微镜子阵列反射后能够入射在该第三输出端微镜子阵列的反射区域内；入射光经该第一输入端微镜子阵列反射后不能入射在该第四输出端微镜子阵列的反射区域内；并且入射光经该第二输入端微镜子阵列反射后能够入射在该第四输出端微镜子阵列的反射区域内，能够实现大规模的阵列，从而能够满足交换节点对吞吐容量的要求。

在本发明实施例中，可选地，该输出端微镜阵列还包括第五输出端微镜子阵列；入射光经该第一输入端微镜子阵列反射后还能够入射在该第五输出端微镜子阵列的反射区域内，其中该第三输出端微镜子阵列和该第五输出端微镜子阵列为相邻的微镜阵列。

应理解，在本发明实施例中，例如，该输出端微镜阵列还可以包括与第三输出端微镜子阵列相邻的第五输出端微镜子阵列，该输入端微镜阵列还可以包括第六输入端微镜子阵列，其中，第一输入端微镜子阵列与第三输出端微镜子阵列相对应；第二输入端微镜子阵列与第四输出端微镜子阵列相对应；第五输出端微镜子阵列与第六输入端微镜子阵列相对应，即第六输入端微镜子阵列中的每个输入端微镜都能够将入射光反射到第五输出端微镜子阵列中的每个输出端微镜，其中，第一输入端微镜子阵列中的每个输入端微镜还都能够将入射光反射到第五输出端微镜子阵列中的每个输出端微镜。

即在本发明实施例中，该第一输入端微镜子阵列用于将入射到本子阵列中任意一个输入端微镜上的入射光反射到所述第三或第五输出端微镜子阵列中的任意一个输出端微镜上，其该第三输出端微镜子阵列和该第五输出端微镜子阵列为相邻的微镜阵列。

还应理解，根据本发明实施例的光开关的部分或全部器件的特性、结构、功能等，与如图 5 所示的本发明实施例中的光开关 100 的相应器件的特性、结构、功能相同或相似，因而为了简洁，在此不再赘述。

在本发明实施例中，可选地，该输入端口阵列包括的第一输入端口通过光纤与该输出端口阵列包括的第一输出端口连接，使得从该输入端口阵列包括的一个第二输入端口输入的该光信号能够从该输出端口阵列包括的任意

一个第二输出端口输出。

应理解,在本发明实施例中,第一输入端口表示输入端口阵列中与输出端口通过光纤相连接的输入端口;相应地,第一输出端口表示输出端口阵列中与输入端口通过光纤相连接的输出端口;第二输入端口表示输入端口阵列中未与输出端口通过光纤相连接的输入端口,即输入端口阵列中除该第一输入端口之外的输入端口;相应地,第二输出端口表示输出端口阵列中未与输入端口通过光纤相连接的输出端口,即输出端口阵列中除该第一输出端口之外的输出端口。

还应理解,根据本发明实施例的光开关的部分或全部器件的特性、结构、功能等,与如图6所示的本发明实施例中的光开关100的相应器件的特性、结构、功能相同或相似,因而为了简洁,在此不再赘述。

在本发明实施例中,可选地,该输入端微镜子阵列包括N个输入端微镜子阵列,该N个输入端微镜子阵列中的第i个输入端微镜子阵列包括两个输入端微镜子域 $I_{i,1}$ 和 $I_{i,2}$;该输出端微镜子阵列包括N个输出端微镜子阵列,该N个输出端微镜子阵列中的第i个输出端微镜子阵列包括两个输出端微镜子域 $O_{i,1}$ 和 $O_{i,2}$;该输入端微镜子域 $I_{1,2}$ 中的每个输入端微镜分别能够将该光信号反射到该输出端微镜子域 $O_{2,1}$ 中的每个输出端微镜;与该输入端微镜子域 $I_{1,2}$ 相邻的 $I_{2,1}$ 中的每个输入端微镜分别能够将该光信号反射到与该输出端微镜子域 $O_{2,1}$ 相邻的 $O_{1,2}$ 中的每个输出端微镜;该输入端微镜子域 $I_{3,2}$ 中的每个输入端微镜分别能够将该光信号反射到该输出端微镜子域 $O_{4,1}$ 中的每个输出端微镜;与该输入端微镜子域 $I_{3,2}$ 相邻的 $I_{4,1}$ 中的每个输入端微镜分别能够将该光信号反射到与该输出端微镜子域 $O_{4,1}$ 相邻的 $O_{3,2}$ 中的每个输出端微镜;其中,该输入端微镜子域 $I_{1,1}$ 、 $I_{2,2}$ 、 $I_{3,1}$ 、 $I_{4,2}$ 、 $I_{5,1}$ 、 $I_{5,2}$ 、 $I_{6,1}$ 和 $I_{6,2}$ 相应的第一输入端口分别与该输出端微镜子域 $O_{5,1}$ 、 $O_{5,2}$ 、 $O_{6,1}$ 、 $O_{6,2}$ 、 $O_{3,1}$ 、 $O_{4,2}$ 、 $O_{1,1}$ 和 $O_{2,2}$ 相应的第一输出端口通过光纤连接;其中 $N=6$ 。

还应理解,根据本发明实施例的光开关的部分或全部器件的特性、结构、功能等,与如图7和8所示的本发明实施例中的光开关100的相应器件的特性、结构、功能相同或相似,因而为了简洁,在此不再赘述。

在本发明实施例中,可选地,该输入端微镜子域 $I_{i,1}$ 和 $I_{i,2}$ 分别包括 $L/2$ 个输入端微镜,该输出端微镜子域 $O_{i,1}$ 和 $O_{i,2}$ 分别包括 $L/2$ 个输出端微镜,其中L为偶数。

在本发明实施例中，可选地，每个该输入端微镜子阵列包括 M 个输入端微镜，并且每个该输出端微镜子阵列包括 M 个输出端微镜，其中 M 为自然数。

因此，本发明实施例的光开关，通过将光开关设计成至少包括第一输入端微镜子阵列、第二输入端微镜子阵列、第三输出端微镜子阵列和第四输出端微镜子阵列，其中，入射光经该第一输入端微镜子阵列反射后能够入射在该第三输出端微镜子阵列的反射区域内；入射光经该第一输入端微镜子阵列反射后不能入射在该第四输出端微镜子阵列的反射区域内；并且入射光经该第二输入端微镜子阵列反射后能够入射在该第四输出端微镜子阵列的反射区域内，能够实现大规模的阵列，从而能够满足交换节点对吞吐容量的要求；此外，本发明实施例的光开关还具有较高的端口利用率，即可以利用较少的端口来实现光开关的扩展，从而可以用于骨干网交换节点或数据中心等需要大规模光开关的场景。

在本发明实施例中，可选地，包括 M 个输入端微镜的该第 i 个输入端微镜子阵列与包括 M 个输出端微镜的该第 i 个输出端微镜子阵列形成第 i 个微镜子阵列对，其中， N 个该微镜子阵列对包括： R 个第一微镜子阵列对、 $2S-1$ 个第二微镜子阵列对和 R 个第三微镜子阵列对， R 、 S 和 M 为自然数，且 $2R+2S-1=N$ ；

其中，每个该第一微镜子阵列对与该输入端口阵列中的 S 个输入端口和该输出端口阵列中的 $2S-1$ 个输出端口相对应，每个该第二微镜子阵列对与该输入端口阵列中的 R 个输入端口和该输出端口阵列中的 R 个该输出端口相对应，每个该第三微镜子阵列对与该输入端口阵列中的 $2S-1$ 个该输入端口和该输出端口阵列中的 S 个该输出端口相对应；

其中，第 x 个该第一微镜子阵列对相应的第 y 个输出端口 $O_{x,y}^1$ 与第 y 个该第二微镜子阵列对相应的第 x 个输入端口 $I_{y,x}^2$ 通过光纤连接；第 x 个该第三微镜子阵列对相应的第 y 个输入端口 $I_{x,y}^3$ 与第 y 个该第二微镜子阵列对相应的第 x 个输出端口 $O_{y,x}^2$ 通过光纤连接； x, y 为自然数，且 $x=1, 2, \dots, R, y=1, 2, \dots, 2S-1$ 。

在本发明实施例中，可选地，该输入端微镜阵列和该输出端微镜阵列分别包括的输入端微镜和输出端微镜为微机电系统 MEMS 微镜。

还应理解，根据本发明实施例的光开关的部分或全部器件的特性、结构、

功能等，与如图 9 和 10 所示的本发明实施例中的光开关 100 的相应器件的特性、结构、功能相同或相似，因而为了简洁，在此不再赘述。

还应理解，交换节点的交叉调度时间是 WDM 系统中的一项重要指标。在基于大规模光开关的交换节点中，交叉调度时间主要取决于光开关的切换时间，而光开关的切换时间与切换过程中微镜偏转的角度有关。本发明实施例构建的大规模无阻塞光开关，只需要微镜子阵列对内实现全交叉，不需要在整个光开关的范围内实现所有端口全交叉，由此使得微镜的偏转角度比同等规模的全交叉光开关小，从而切换时间更快。因此，本发明实施例组建的大规模光开关构建成的交换节点，交叉调度时间短。

因此，本发明实施例的光开关，通过将光开关设计成至少包括第一输入端微镜子阵列、第二输入端微镜子阵列、第三输出端微镜子阵列和第四输出端微镜子阵列，其中，入射光经该第一输入端微镜子阵列反射后能够入射在该第三输出端微镜子阵列的反射区域内；入射光经该第一输入端微镜子阵列反射后不能入射在该第四输出端微镜子阵列的反射区域内；并且入射光经该第二输入端微镜子阵列反射后能够入射在该第四输出端微镜子阵列的反射区域内，能够实现大规模的阵列，从而能够满足交换节点对吞吐容量的要求；另外，根据本发明实施例的光开关，还具有集成度更高、体积小和切换时间短的特点。

本发明实施例还提供了一种波分复用光系统，该波分复用光系统包括根据本发明实施例的光开关， m_1 个解复用器 DEMUX 和 m_2 个复用器 MUX，

其中，该输入端口阵列包括 N 组输入端口子阵列，该输入端准直器阵列包括 N 个输入端准直器子阵列，该输出端口阵列包括 N 组输出端口子阵列，该输出端准直器阵列包括 N 个输出端准直器子阵列，其中，每组输入端口子阵列分别与一个输入端准直器子阵列和一个输入端微镜子阵列相对应，每组输出端口子阵列分别与一个输出端准直器子阵列和一个输出端微镜子阵列相对应；

其中，每组输入端口子阵列包括 M_1 个输入端口，每组输出端口子阵列包括 M_2 个输出端口，第 i 组输入端口子阵列中的第 l_1 个输入端口与波分复用 WDM 系统的第 l_2 个解复用器 DEMUX 输出第 i 个波长组合光信号的端口连接，并且第 i 组输出端口子阵列中的第 l_2 个输出端口与该 WDM 系统的第 l_2 个复用器 MUX 输入第 i 个波长组合光信号的端口连接， M_1 、 M_2 、 l_1 和

l_2 为自然数, 且 $l_1=1, 2, \dots, m_1, l_2=1, 2, \dots, m_2$, 其中 $2 \leq m_1 \leq M_1; 2 \leq m_2 \leq M_2$;

其中, 该光开关包括: 输入端口阵列、与该输入端口阵列连接的输入端准直器阵列、输入端微镜阵列、输出端微镜阵列、输出端准直器阵列以及与该输出端准直器阵列连接的输出端口阵列,

- 5 其中, 该输入端准直器阵列用于将该输入端口阵列输入的光信号进行准直和扩束, 并将经过准直和扩束的该光信号入射到该输入端微镜阵列; 该输入端微镜阵列用于将该输入端准直器阵列输出的该光信号反射到该输出端微镜阵列; 该输出端微镜阵列用于将该输入端微镜阵列反射的该光信号反射到该输出端准直器阵列; 该输出端准直器阵列用于将该输出端微镜阵列反射的该光信号耦合到该输出端口阵列;

- 10 其中, 该输入端微镜阵列包括的所有的输入端微镜在相互垂直的两个方向上能够偏转; 该输入端微镜阵列至少包括第一输入端微镜子阵列和第二输入端微镜子阵列; 该输出端微镜阵列至少包括第三输出端微镜子阵列和第四输出端微镜子阵列; 入射光经该第一输入端微镜子阵列反射后能够入射在该第三输出端微镜子阵列的反射区域内; 入射光经该第一输入端微镜子阵列反射后不能入射在该第四输出端微镜子阵列的反射区域内; 入射光经该第二输入端微镜子阵列反射后能够入射在该第四输出端微镜子阵列的反射区域内;

- 15 该输入端微镜阵列包括 N 个输入端微镜子阵列, 该输出端微镜阵列包括 N 个输出端微镜子阵列, 其中, 该 N 个输入端微镜子阵列中的第 i 个输入端微镜子阵列中的每个输入端微镜能够将该光信号反射到该 N 个输出端微镜子阵列中的第 i 个输出端微镜子阵列中的每个输出端微镜, 其中, N 为自然数, 且 $N \geq 2, i=1, 2, \dots, N$;

其中, 该输入端微镜阵列和该输出端微镜阵列分别包括的输入端微镜和输出端微镜为微机电系统 MEMS 微镜。

- 25 应理解, 在本发明实施例中, 可选地, 波分复用光系统包括的解复用器 DEMUX 和复用器 MUX 的数量相同, 即 $m_1=m_2$; 但本发明实施例并不限于此, DEMUX 与 MUX 的数量也可以不同, 例如, $m_1>m_2$, 或 $m_2>m_1$ 。

- 30 还应理解, 根据本发明实施例的波分复用光系统的部分或全部器件的特性、结构、功能等, 与如图 11 所示的本发明实施例中的波分复用光系统的相应器件的特性、结构、功能相同或相似, 因而为了简洁, 在此不再赘述。

在本发明实施例中, 可选地, 该波长组合光信号至少包括两种波长。

在本发明实施例中，可选地，该输出端微镜阵列还包括第五输出端微镜子阵列；入射光经该第一输入端微镜子阵列反射后还能够入射在该第五输出端微镜子阵列的反射区域内，其中该第三输出端微镜子阵列和该第五输出端微镜子阵列为相邻的微镜阵列。

5 在本发明实施例中，可选地，该输入端口阵列包括的第一输入端口通过光纤与该输出端口阵列包括的第一输出端口连接，使得从该输入端口阵列包括的一个第二输入端口输入的该光信号能够从该输出端口阵列包括的任意一个第二输出端口输出。

10 在本发明实施例中，可选地，该输入端微镜阵列包括 N 个输入端微镜子阵列，该 N 个输入端微镜子阵列中的第 i 个输入端微镜子阵列包括两个输入端微镜子域 $I_{i,1}$ 和 $I_{i,2}$ ；该输出端微镜阵列包括 N 个输出端微镜子阵列，该 N 个输出端微镜子阵列中的第 i 个输出端微镜子阵列包括两个输出端微镜子域 $O_{i,1}$ 和 $O_{i,2}$ ；该输入端微镜子域 $I_{1,2}$ 中的每个输入端微镜分别能够将该光信号反射到该输出端微镜子域 $O_{2,1}$ 中的每个输出端微镜；与该输入端微镜子域 $I_{1,2}$
15 相邻的 $I_{2,1}$ 中的每个输入端微镜分别能够将该光信号反射到与该输出端微镜子域 $O_{2,1}$ 相邻的 $O_{1,2}$ 中的每个输出端微镜；该输入端微镜子域 $I_{3,2}$ 中的每个输入端微镜分别能够将该光信号反射到该输出端微镜子域 $O_{4,1}$ 中的每个输出端微镜；与该输入端微镜子域 $I_{3,2}$ 相邻的 $I_{4,1}$ 中的每个输入端微镜分别能够将该光信号反射到与该输出端微镜子域 $O_{4,1}$ 相邻的 $O_{3,2}$ 中的每个输出端微镜；
20 其中，该输入端微镜子域 $I_{1,1}$ 、 $I_{2,2}$ 、 $I_{3,1}$ 、 $I_{4,2}$ 、 $I_{5,1}$ 、 $I_{5,2}$ 、 $I_{6,1}$ 和 $I_{6,2}$ 相应的第一输入端口分别与该输出端微镜子域 $O_{5,1}$ 、 $O_{5,2}$ 、 $O_{6,1}$ 、 $O_{6,2}$ 、 $O_{3,1}$ 、 $O_{4,2}$ 、 $O_{1,1}$ 和 $O_{2,2}$ 相应的第一输出端口通过光纤连接；其中 $N=6$ 。

25 在本发明实施例中，可选地，该输入端微镜子域 $I_{i,1}$ 和 $I_{i,2}$ 分别包括 $L/2$ 个输入端微镜，该输出端微镜子域 $O_{i,1}$ 和 $O_{i,2}$ 分别包括 $L/2$ 个输出端微镜，其中 L 为偶数。

在本发明实施例中，可选地，每个该输入端微镜子阵列包括 M 个输入端微镜，并且每个该输出端微镜子阵列包括 M 个输出端微镜，其中 M 为自然数。

30 在本发明实施例中，可选地，包括 M 个输入端微镜的第 i 个输入端微镜子阵列与包括 M 个输出端微镜的第 i 个输出端微镜子阵列形成第 i 个微镜子阵列对，其中， N 个该微镜子阵列对包括： R 个第一微镜子阵列对、 $2S-1$

个第二微镜子阵列对和 R 个第三微镜子阵列对, R 、 S 和 M 为自然数, 且 $2R+2S-1=N$;

其中, 每个该第一微镜子阵列对与该输入端口阵列中的 S 个输入端口和该输出端口阵列中的 $2S-1$ 个输出端口相对应, 每个该第二微镜子阵列对与该输入端口阵列中的 R 个输入端口和该输出端口阵列中的 R 个该输出端口相对应, 每个该第三微镜子阵列对与该输入端口阵列中的 $2S-1$ 个该输入端口和该输出端口阵列中的 S 个该输出端口相对应;

其中, 第 x 个该第一微镜子阵列对相应的第 y 个输出端口 $O_{x,y}^1$ 与第 y 个该第二微镜子阵列对相应的第 x 个输入端口 $I_{y,x}^2$ 通过光纤连接; 第 x 个该第三微镜子阵列对相应的第 y 个输入端口 $I_{x,y}^3$ 与第 y 个该第二微镜子阵列对相应的第 x 个输出端口 $O_{y,x}^2$ 通过光纤连接; x, y 为自然数, 且 $x=1, 2, \dots, R, y=1, 2, \dots, 2S-1$ 。

还应理解, 根据本发明实施例的波分复用光系统包括的光开关可对应于根据本发明实施例的光开关 100, 并且该波分复用光系统包括的光开关的部分或全部器件的特性、结构、功能等, 与本发明实施例中的光开关 100 的相应器件的特性、结构、功能相同或相似, 因而为了简洁, 在此不再赘述。

因此, 本发明实施例的波分复用光系统, 通过将波分复用光系统的光开关设计成至少包括第一输入端微镜子阵列、第二输入端微镜子阵列、第三输出端微镜子阵列和第四输出端微镜子阵列, 其中, 入射光经该第一输入端微镜子阵列反射后能够入射在该第三输出端微镜子阵列的反射区域内; 入射光经该第一输入端微镜子阵列反射后不能入射在该第四输出端微镜子阵列的反射区域内; 并且入射光经该第二输入端微镜子阵列反射后能够入射在该第四输出端微镜子阵列的反射区域内, 能够实现大规模的阵列, 从而能够满足交换节点对吞吐容量的要求。

此外, 本发明实施例还提供了一种光开关阵列, 该光开关阵列包括多个根据本发明实施例的光开关, 其中, 该光开关包括: 输入端口、与该输入端口连接的输入端准直器阵列、输入端微镜阵列、输出端微镜阵列、输出端准直器阵列以及与该输出端准直器阵列连接的输出端口,

其中, 该输入端准直器阵列用于将该输入端口输入的光信号进行准直和扩束, 并将经过准直和扩束的该光信号入射到该输入端微镜阵列; 该输入端微镜阵列用于将该输入端准直器阵列输出的该光信号反射到该输出端微镜

阵列；该输出端微镜阵列用于将该输入端微镜阵列反射的该光信号反射到该输出端准直器阵列；该输出端准直器阵列用于将该输出端微镜阵列反射的该光信号耦合到该输出端口；

其中，该输入端微镜阵列包括的所有的输入端微镜在相互垂直的两个方向上能够偏转，该所有的输入端微镜对相同入射角度的入射光进行反射后输出的反射光、在该输出端微镜阵列所在平面上的最大可移动范围没有共同的交集，或

该所有的输入端微镜对相同入射角度的入射光进行反射后输出的反射光、在该输出端微镜阵列所在平面上的最大可移动范围具有共同的交集，并且该共同的交集的面积小于该输出端微镜阵列的反射区域的面积。

因此，本发明实施例的光开关阵列，通过将光开关阵列包括的光开关设计成所有的输入端微镜对相同入射角度的入射光进行反射后输出的反射光、在输出端微镜阵列所在平面上的最大可移动范围没有共同的交集，或所有的输入端微镜对相同入射角度的入射光进行反射后输出的反射光、在输出端微镜阵列所在平面上的最大可移动范围具有共同的交集，并且该共同的交集的面积小于输出端微镜阵列的反射区域的面积，能够实现大规模的阵列，从而能够满足交换节点对吞吐容量的要求。

应理解，本文中术语“系统”和“网络”在本文中常被可互换使用。本文中术语“和/或”，仅仅是一种描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，A 和/或 B，可以表示：单独存在 A，同时存在 A 和 B，单独存在 B 这三种情况。另外，本文中字符“/”，一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

还应理解，在本发明实施例中，“与 A 相应的 B”表示 B 与 A 相关联，根据 A 可以确定 B。但还应理解，根据 A 确定 B 并不意味着仅仅根据 A 确定 B，还可以根据 A 和/或其它信息确定 B。

本领域普通技术人员可以意识到，结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤，能够以电子硬件、计算机软件或者二者的结合来实现，为了清楚地说明硬件和软件的可互换性，在上述说明中已经按照功能一般性地描述了各示例的组成及步骤。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行，取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能，但是这种实现不应认为超

出本发明的范围。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为了描述的方便和简洁，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。

- 5 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。另外，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口、装置或单元的间接耦合或通信连接，也可以是电的，机械的或其它的形式连接。

- 10 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际需要选择其中的部分或者全部单元来实现本发明实施例方案的目的。

另外，在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以是两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能单元的形式实现。

- 20 所述集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用时，可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分，或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备）执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U 盘、移动硬盘、只读存储器（ROM，Read-Only Memory）、随机存取存储器（RAM，Random Access Memory）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

- 30 以上所述，仅为本发明的具体实施方式，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揭露的技术范围内，可轻易想到各种等效的修改或替换，这些修改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以权利要求的保护范围为准。

权利要求

1、一种光开关, 其特征在于, 包括:

输入端口阵列、与所述输入端口阵列连接的输入端准直器阵列、输入端微镜阵列、输出端微镜阵列、输出端准直器阵列以及与所述输出端准直器阵列连接的输出端口阵列，

其中,所述输入端准直器阵列用于将所述输入端口阵列输入的光信号进行准直和扩束,并将经过准直和扩束的所述光信号入射到所述输入端微镜阵列;

所述输入端微镜阵列用于将所述输入端准直器阵列输出的所述光信号反射到所述输出端微镜阵列;

所述输出端微镜阵列用于将所述输入端微镜阵列反射的所述光信号反射到所述输出端准直器阵列;

所述输出端准直器阵列用于将所述输出端微镜阵列反射的所述光信号耦合到所述输出端口阵列;

其中,所述输入端微镜阵列包括的所有的输入端微镜在相互垂直的两个方向上能够偏转,所述所有的输入端微镜对相同入射角度的入射光进行反射后输出的反射光、在所述输出端微镜阵列所在平面上的最大可移动范围没有共同的交集,或

所述所有的输入端微镜对相同入射角度的入射光进行反射后输出的反射光、在所述输出端微镜阵列所在平面上的最大可移动范围具有共同的交集，并且所述共同的交集的面积小于所述输出端微镜阵列的反射区域的面积。

2、根据权利要求 1 所述的光开关，其特征在于，所述输入端微镜阵列包括 N 个输入端微镜子阵列，所述输出端微镜阵列包括 N 个输出端微镜子阵列，其中，所述 N 个输入端微镜子阵列中的第 i 个输入端微镜子阵列中的每个输入端微镜能够将所述光信号反射到所述 N 个输出端微镜子阵列中的第 i 个输出端微镜子阵列中的每个输出端微镜，其中，N 为自然数，且 $N \geq 2$ ， $i=1, 2, \dots, N$ 。

3、根据权利要求2所述的光开关，其特征在于，所述输入端微镜阵列中的第j个输入端微镜子阵列包括输入端相邻区域，所述输入端相邻区域中的输入端微镜能够将所述光信号反射到第k个输出端微镜子阵列中的输出端

微镜, 其中, 所述第 k 个输出端微镜子阵列与第 j 个输出端微镜子阵列相邻, j 和 k 为自然数, 且 j 和 k 小于或等于 N 。

4、根据权利要求 2 或 3 所述的光开关, 其特征在于, 所述输入端口阵列包括的第一输入端口通过光纤与所述输出端口阵列包括的第一输出端口连接, 使得从所述输入端口阵列包括的一个第二输入端口输入的所述光信号能够从所述输出端口阵列包括的任意一个第二输出端口输出。

5、根据权利要求 4 所述的光开关, 其特征在于, 所述 N 为 6, 第 i 个输入端微镜子阵列 I_i 包括两个输入端微镜区域 $I_{i,1}$ 和 $I_{i,2}$; 第 i 个输出端微镜子阵列 O_i 包括两个输出端微镜区域 $O_{i,1}$ 和 $O_{i,2}$; 其中, 所述输入端微镜区域 $I_{1,2}$ 中的每个输入端微镜分别能够将所述光信号反射到所述输出端微镜区域 $O_{2,1}$ 中的每个输出端微镜; 与所述输入端微镜区域 $I_{1,2}$ 相邻的 $I_{2,1}$ 中的每个输入端微镜分别能够将所述光信号反射到与所述输出端微镜区域 $O_{2,1}$ 相邻的 $O_{1,2}$ 中的每个输出端微镜; 所述输入端微镜区域 $I_{3,2}$ 中的每个输入端微镜分别能够将所述光信号反射到所述输出端微镜区域 $O_{4,1}$ 中的每个输出端微镜; 与所述输入端微镜区域 $I_{3,2}$ 相邻的 $I_{4,1}$ 中的每个输入端微镜分别能够将所述光信号反射到与所述输出端微镜区域 $O_{4,1}$ 相邻的 $O_{3,2}$ 中的每个输出端微镜; 其中, 所述输入端微镜区域 $I_{1,1}$ 、 $I_{2,2}$ 、 $I_{3,1}$ 、 $I_{4,2}$ 、 $I_{5,1}$ 、 $I_{5,2}$ 、 $I_{6,1}$ 和 $I_{6,2}$ 相应的第一输入端口分别与所述输出端微镜区域 $O_{5,1}$ 、 $O_{5,2}$ 、 $O_{6,1}$ 、 $O_{6,2}$ 、 $O_{3,1}$ 、 $O_{4,2}$ 、 $O_{1,1}$ 和 $O_{2,2}$ 相应的第一输出端口通过光纤连接。

6、根据权利要求 5 所述的光开关, 其特征在于, 所述输入端微镜区域 $I_{i,1}$ 和 $I_{i,2}$ 分别包括 $L/2$ 个输入端微镜, 所述输出端微镜区域 $O_{i,1}$ 和 $O_{i,2}$ 分别包括 $L/2$ 个输出端微镜, 其中 L 为偶数。

7、根据权利要求 2 至 5 中任一项所述的光开关, 其特征在于, 每个所述输入端微镜子阵列包括 M 个输入端微镜, 并且每个所述输出端微镜子阵列包括 M 个输出端微镜, 其中 M 为自然数。

8、根据权利要求 2 至 4 中任一项所述的光开关, 其特征在于, 包括 M 个输入端微镜的所述第 i 个输入端微镜子阵列与包括 M 个输出端微镜的所述第 i 个输出端微镜子阵列形成第 i 个微镜子阵列对, 其中, N 个所述微镜子阵列对包括: R 个第一微镜子阵列对、 $2S-1$ 个第二微镜子阵列对和 R 个第三微镜子阵列对, R 、 S 和 M 为自然数, 且 $2R+2S-1=N$;

其中, 每个所述第一微镜子阵列对与所述输入端口阵列中的 S 个输入端

口和所述输出端口阵列中的 $2S-1$ 个输出端口相对应, 每个所述第二微镜子阵列对与所述输入端口阵列中的 R 个输入端口和所述输出端口阵列中的 R 个所述输出端口相对应, 每个所述第三微镜子阵列对与所述输入端口阵列中的 $2S-1$ 个所述输入端口和所述输出端口阵列中的 S 个所述输出端口相对应;

5 其中, 第 x 个所述第一微镜子阵列对相应的第 y 个输出端口 $O_{x,y}^1$ 与第 y 个所述第二微镜子阵列对相应的第 x 个输入端口 $I_{y,x}^2$ 通过光纤连接; 第 x 个所述第三微镜子阵列对相应的第 y 个输入端口 $I_{x,y}^3$ 与第 y 个所述第二微镜子阵列对相应的第 x 个输出端口 $O_{y,x}^2$ 通过光纤连接; x, y 为自然数, 且 $x=1, 2, \dots, R, y=1, 2, \dots, 2S-1$ 。

10 9、根据权利要求 2 至 8 中任一项所述的光开关, 其特征在于, 所述输入端微镜阵列和所述输出端微镜阵列分别包括的输入端微镜和输出端微镜为微机电系统 MEMS 微镜。

10、一种波分复用光系统, 其特征在于, 包括如权利要求 9 所述的光开关, m_1 个解复用器 DEMUX 和 m_2 个复用器 MUX,

15 其中, 所述输入端口阵列包括 N 组输入端口子阵列, 所述输入端准直器阵列包括 N 个输入端准直器子阵列, 所述输出端口阵列包括 N 组输出端口子阵列, 所述输出端准直器阵列包括 N 个输出端准直器子阵列, 其中, 每组输入端口子阵列分别与一个输入端准直器子阵列和一个输入端微镜子阵列相对应, 每组输出端口子阵列分别与一个输出端准直器子阵列和一个输出端微镜子阵列相对应;

20 其中, 每组输入端口子阵列包括 M_1 个输入端口, 每组输出端口子阵列包括 M_2 个输出端口, 第 i 组输入端口子阵列中的第 l_1 个输入端口与波分复用 WDM 系统的第 l_1 个解复用器 DEMUX 输出第 i 个波长组合光信号的端口连接, 并且第 i 组输出端口子阵列中的第 l_2 个输出端口与所述 WDM 系统的第 l_2 个复用器 MUX 输入第 i 个波长组合光信号的端口连接, M_1, M_2, l_1 和 l_2 为自然数, 且 $l_1=1, 2, \dots, m_1, l_2=1, 2, \dots, m_2$, 其中 $2 \leq m_1 \leq M_1; 2 \leq m_2 \leq M_2$ 。

11、根据权利要求 10 所述的波分复用光系统, 其特征在于, 所述波长组合光信号至少包括两种波长。

30 12、一种光开关, 其特征在于, 包括:

输入端口阵列、与所述输入端口阵列连接的输入端准直器阵列、输入端

微镜阵列、输出端微镜阵列、输出端准直器阵列以及与所述输出端准直器阵列连接的输出端口阵列，

5 其中，所述输入端准直器阵列用于将所述输入端口阵列输入的光信号进行准直和扩束，并将经过准直和扩束的所述光信号入射到所述输入端微镜阵列；

所述输入端微镜阵列用于将所述输入端准直器阵列输出的所述光信号反射到所述输出端微镜阵列；

所述输出端微镜阵列用于将所述输入端微镜阵列反射的所述光信号反射到所述输出端准直器阵列；

10 所述输出端准直器阵列用于将所述输出端微镜阵列反射的所述光信号耦合到所述输出端口阵列；

其中，所述输入端微镜阵列包括的所有的输入端微镜在相互垂直的两个方向上能够偏转；

15 所述输入端微镜阵列至少包括第一输入端微镜子阵列和第二输入端微镜子阵列；所述输出端微镜阵列至少包括第三输出端微镜子阵列和第四输出端微镜子阵列；

入射光经所述第一输入端微镜子阵列反射后能够入射在所述第三输出端微镜子阵列的反射区域内；入射光经所述第一输入端微镜子阵列反射后不能入射在所述第四输出端微镜子阵列的反射区域内；

20 入射光经所述第二输入端微镜子阵列反射后能够入射在所述第四输出端微镜子阵列的反射区域内。

13、根据权利要求 12 所述的光开关，其特征在于，所述输入端微镜阵列包括 N 个输入端微镜子阵列，所述输出端微镜阵列包括 N 个输出端微镜子阵列，其中，所述 N 个输入端微镜子阵列中的第 i 个输入端微镜子阵列中的每个输入端微镜能够将所述光信号反射到所述 N 个输出端微镜子阵列中的第 i 个输出端微镜子阵列中的每个输出端微镜，其中， N 为自然数，且 $N \geq 2$ ， $i=1, 2, \dots, N$ 。

14、根据权利要求 13 所述的光开关，其特征在于，所述输出端微镜阵列还包括第五输出端微镜子阵列；入射光经所述第一输入端微镜子阵列反射后还能够入射在所述第五输出端微镜子阵列的反射区域内，其中所述第三输出端微镜子阵列和所述第五输出端微镜子阵列为相邻的微镜阵列。

15、根据权利要求 13 或 14 所述的光开关，其特征在于，所述输入端口阵列包括的第一输入端口通过光纤与所述输出端口阵列包括的第一输出端口连接，使得从所述输入端口阵列包括的一个第二输入端口输入的所述光信号能够从所述输出端口阵列包括的任意一个第二输出端口输出。

5 16、根据权利要求 15 所述的光开关，其特征在于，所述输入端微镜子阵列包括 N 个输入端微镜子阵列，所述 N 个输入端微镜子阵列中的第 i 个输入端微镜子阵列包括两个输入端微镜子域 $I_{i,1}$ 和 $I_{i,2}$ ；所述输出端微镜子阵列包括 N 个输出端微镜子阵列，所述 N 个输出端微镜子阵列中的第 i 个输出端微镜子阵列包括两个输出端微镜子域 $O_{i,1}$ 和 $O_{i,2}$ ；所述输入端微镜子域 $I_{1,2}$ 中的每个输入端微镜分别能够将所述光信号反射到所述输出端微镜子域 $O_{2,1}$ 中的每个输出端微镜；与所述输入端微镜子域 $I_{1,2}$ 相邻的 $I_{2,1}$ 中的每个输入端微镜分别能够将所述光信号反射到与所述输出端微镜子域 $O_{2,1}$ 相邻的 $O_{1,2}$ 中的每个输出端微镜；所述输入端微镜子域 $I_{3,2}$ 中的每个输入端微镜分别能够将所述光信号反射到所述输出端微镜子域 $O_{4,1}$ 中的每个输出端微镜；与所述输入端微镜子域 $I_{3,2}$ 相邻的 $I_{4,1}$ 中的每个输入端微镜分别能够将所述光信号反射到与
15 所述输出端微镜子域 $O_{4,1}$ 相邻的 $O_{3,2}$ 中的每个输出端微镜；其中，所述输入端微镜子域 $I_{1,1}$ 、 $I_{2,2}$ 、 $I_{3,1}$ 、 $I_{4,2}$ 、 $I_{5,1}$ 、 $I_{5,2}$ 、 $I_{6,1}$ 和 $I_{6,2}$ 相应的第一输入端口分别与所述输出端微镜子域 $O_{5,1}$ 、 $O_{5,2}$ 、 $O_{6,1}$ 、 $O_{6,2}$ 、 $O_{3,1}$ 、 $O_{4,2}$ 、 $O_{1,1}$ 和 $O_{2,2}$ 相应的第一输出端口通过光纤连接；其中 $N=6$ 。

20 17、根据权利要求 16 所述的光开关，其特征在于，所述输入端微镜子域 $I_{i,1}$ 和 $I_{i,2}$ 分别包括 $L/2$ 个输入端微镜，所述输出端微镜子域 $O_{i,1}$ 和 $O_{i,2}$ 分别包括 $L/2$ 个输出端微镜，其中 L 为偶数。

25 18、根据权利要求 13 至 16 中任一项所述的光开关，其特征在于，每个所述输入端微镜子阵列包括 M 个输入端微镜，并且每个所述输出端微镜子阵列包括 M 个输出端微镜，其中 M 为自然数。

30 19、根据权利要求 13 至 15 中任一项所述的光开关，其特征在于，包括 M 个输入端微镜的所述第 i 个输入端微镜子阵列与包括 M 个输出端微镜的所述第 i 个输出端微镜子阵列形成第 i 个微镜子阵列对，其中， N 个所述微镜子阵列对包括： R 个第一微镜子阵列对、 $2S-1$ 个第二微镜子阵列对和 R 个第三微镜子阵列对， R 、 S 和 M 为自然数，且 $2R+2S-1=N$ ；

其中，每个所述第一微镜子阵列对与所述输入端口阵列中的 S 个输入端

口和所述输出端口阵列中的 $2S-1$ 个输出端口相对应, 每个所述第二微镜子阵列对与所述输入端口阵列中的 R 个输入端口和所述输出端口阵列中的 R 个所述输出端口相对应, 每个所述第三微镜子阵列对与所述输入端口阵列中的 $2S-1$ 个所述输入端口和所述输出端口阵列中的 S 个所述输出端口相对应;

5 其中, 第 x 个所述第一微镜子阵列对相应的第 y 个输出端口 $O^1_{x,y}$ 与第 y 个所述第二微镜子阵列对相应的第 x 个输入端口 $I^2_{y,x}$ 通过光纤连接; 第 x 个所述第三微镜子阵列对相应的第 y 个输入端口 $I^3_{x,y}$ 与第 y 个所述第二微镜子阵列对相应的第 x 个输出端口 $O^2_{y,x}$ 通过光纤连接; x, y 为自然数, 且 $x=1, 2, \dots, R, y=1, 2, \dots, 2S-1$ 。

10 20、根据权利要求 13 至 19 中任一项所述的光开关, 其特征在于, 所述输入端微镜阵列和所述输出端微镜阵列分别包括的输入端微镜和输出端微镜为微机电系统 MEMS 微镜。

21、一种波分复用光系统, 其特征在于, 包括如权利要求 20 所述的光开关, $m1$ 个解复用器 DEMUX 和 $m2$ 个复用器 MUX,

15 其中, 所述输入端口阵列包括 N 组输入端口子阵列, 所述输入端准直器阵列包括 N 个输入端准直器子阵列, 所述输出端口阵列包括 N 组输出端口子阵列, 所述输出端准直器阵列包括 N 个输出端准直器子阵列, 其中, 每组输入端口子阵列分别与一个输入端准直器子阵列和一个输入端微镜子阵列相对应, 每组输出端口子阵列分别与一个输出端准直器子阵列和一个输出端微镜子阵列相对应;

20 其中, 每组输入端口子阵列包括 $M1$ 个输入端口, 每组输出端口子阵列包括 $M2$ 个输出端口, 第 i 组输入端口子阵列中的第 $l1$ 个输入端口与波分复用 WDM 系统的第 $l2$ 个解复用器 DEMUX 输出第 i 个波长组合光信号的端口连接, 并且第 i 组输出端口子阵列中的第 $l2$ 个输出端口与所述 WDM 系统的第 $l2$ 个复用器 MUX 输入第 i 个波长组合光信号的端口连接, $M1, M2, l1$ 和 $l2$ 为自然数, 且 $l1=1, 2, \dots, m1, l2=1, 2, \dots, m2$, 其中 $2 \leq m1 \leq M1; 2 \leq m2 \leq M2$ 。

22、根据权利要求 21 所述的波分复用光系统, 其特征在于, 所述波长组合光信号至少包括两种波长。

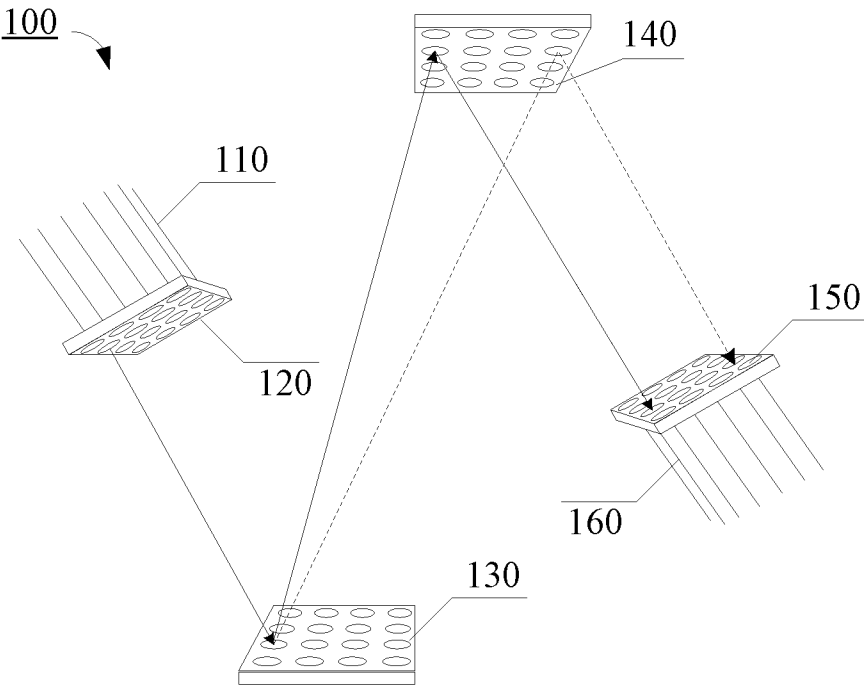


图 1

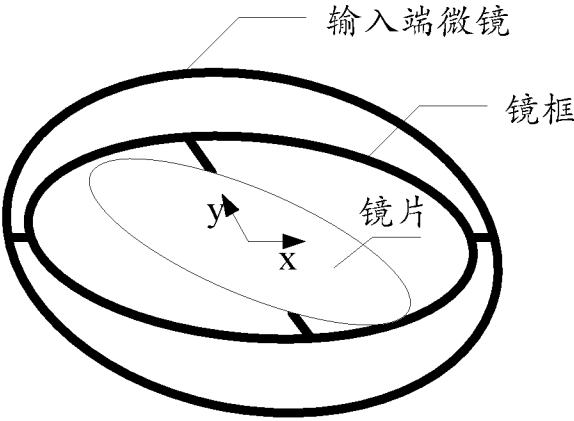


图 2

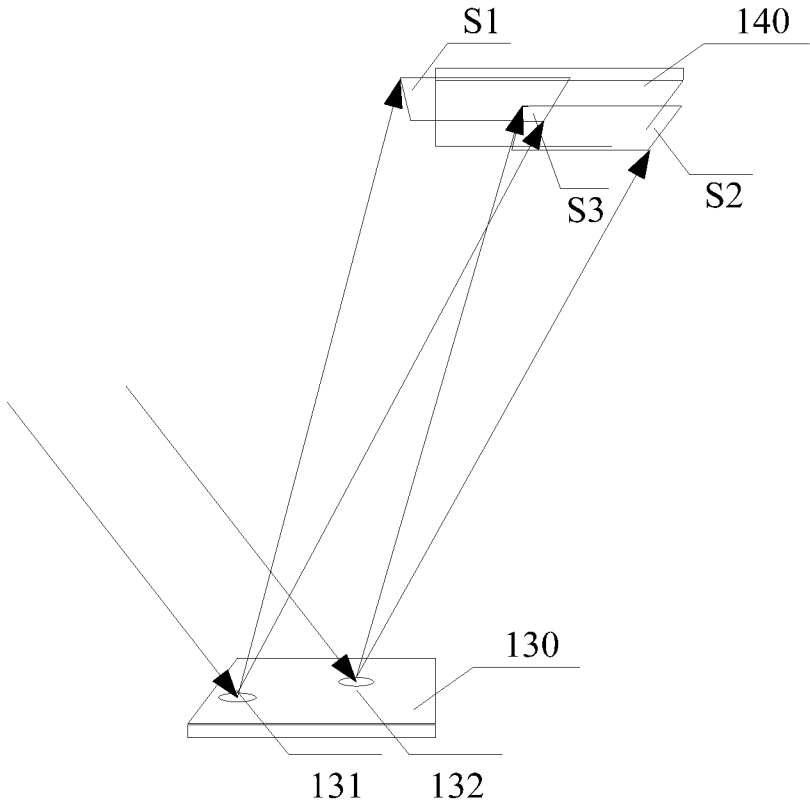


图 3

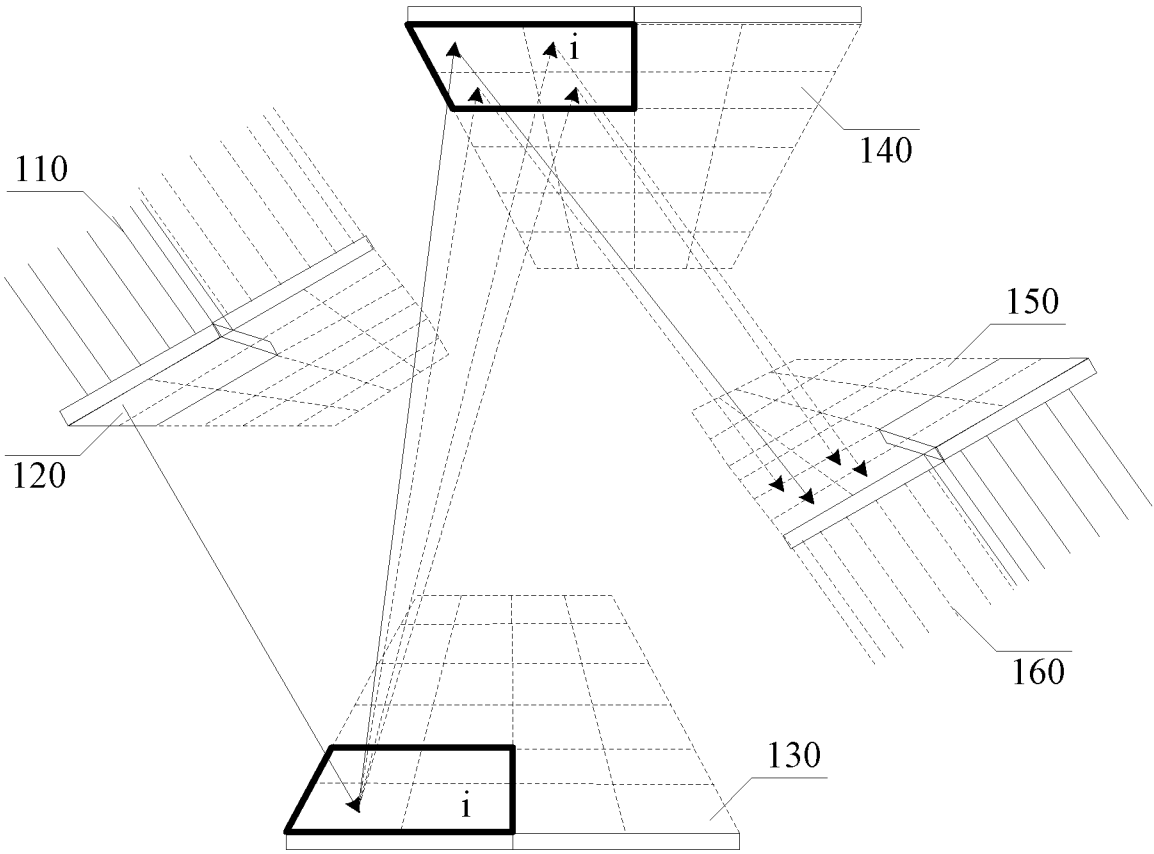


图 4

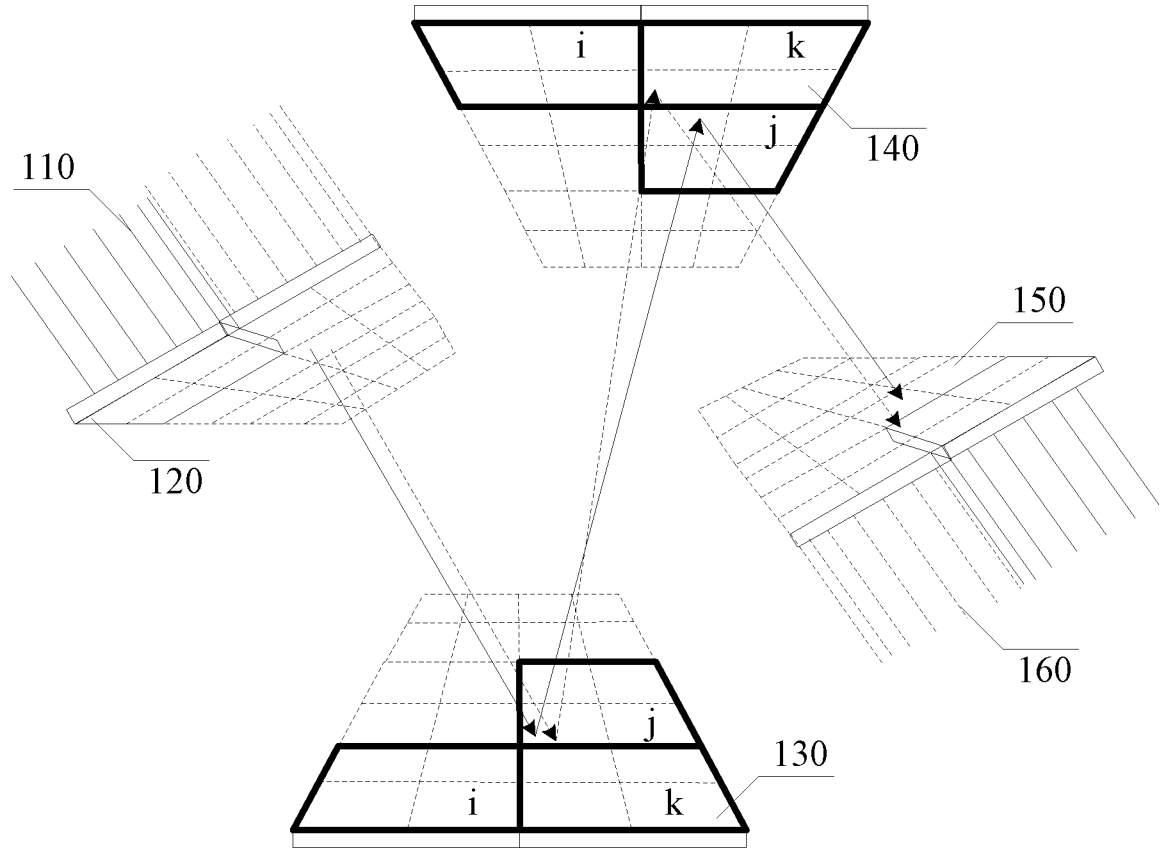


图 5

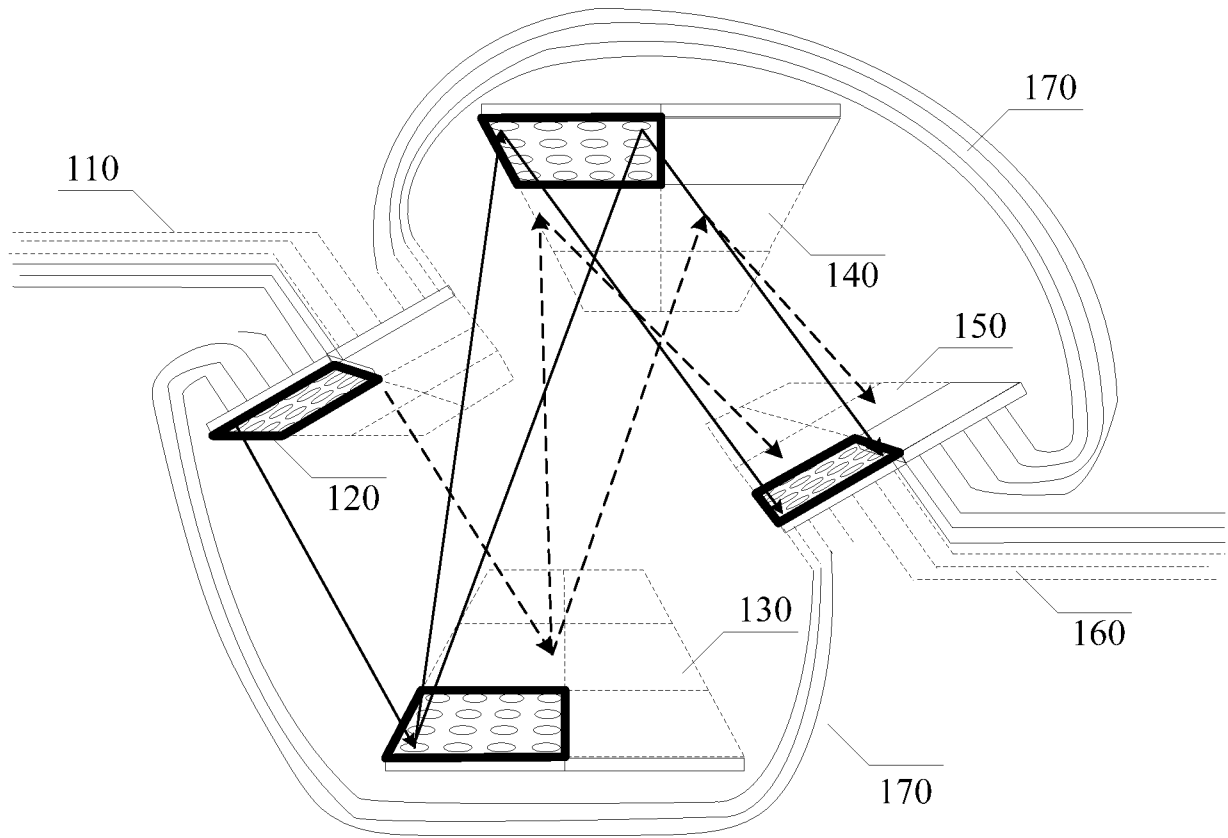


图 6

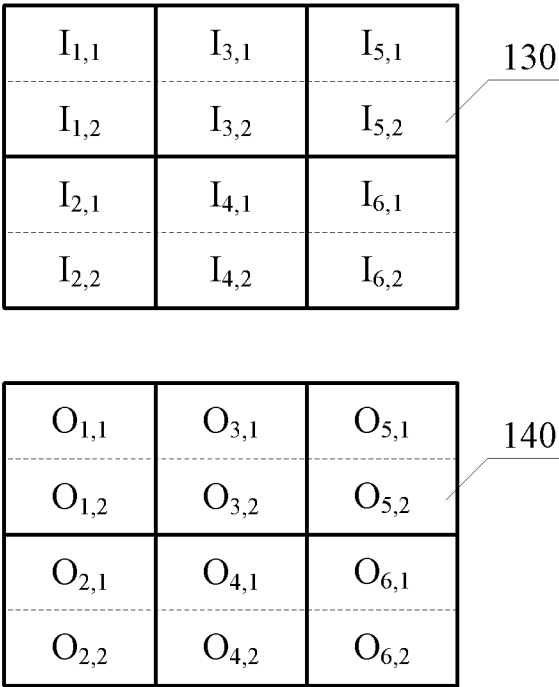


图 7

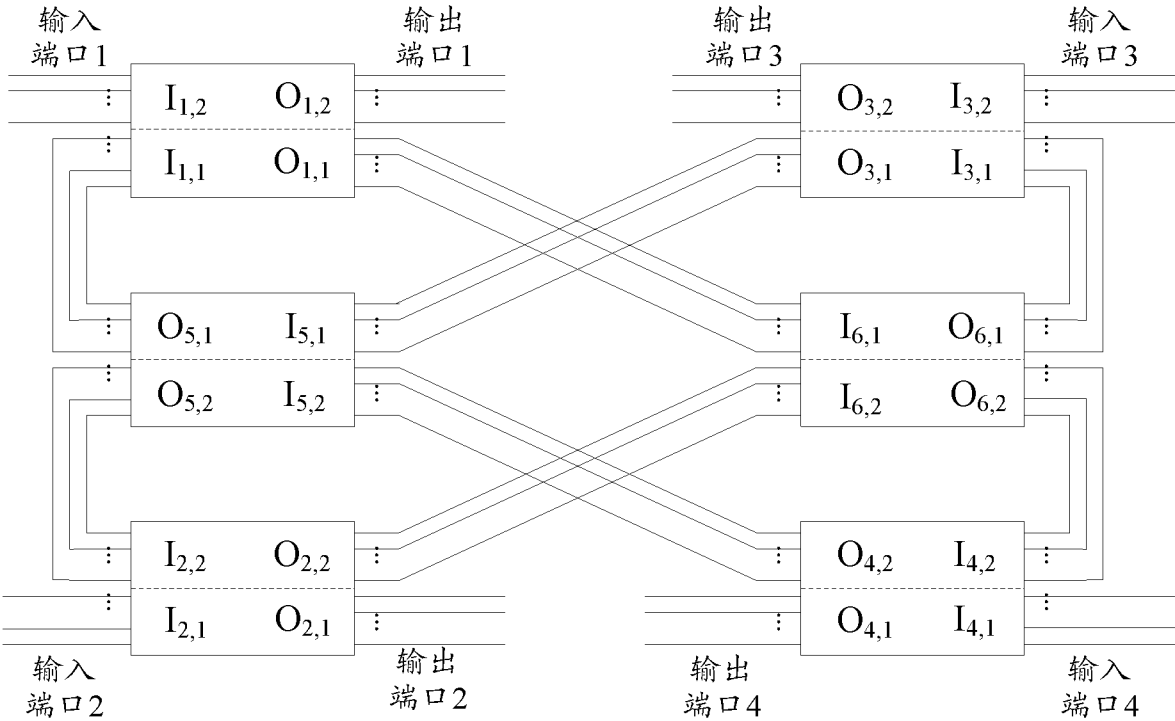


图 8

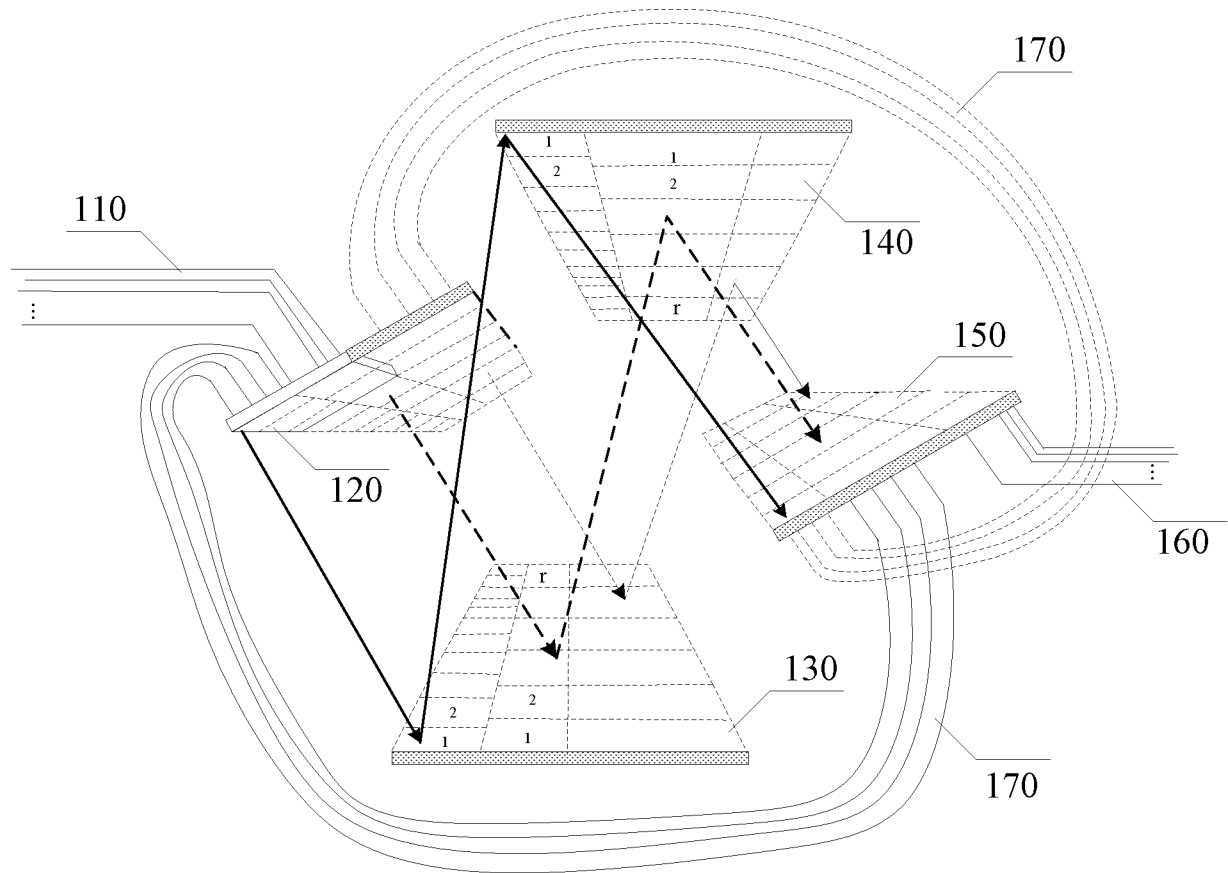


图 9

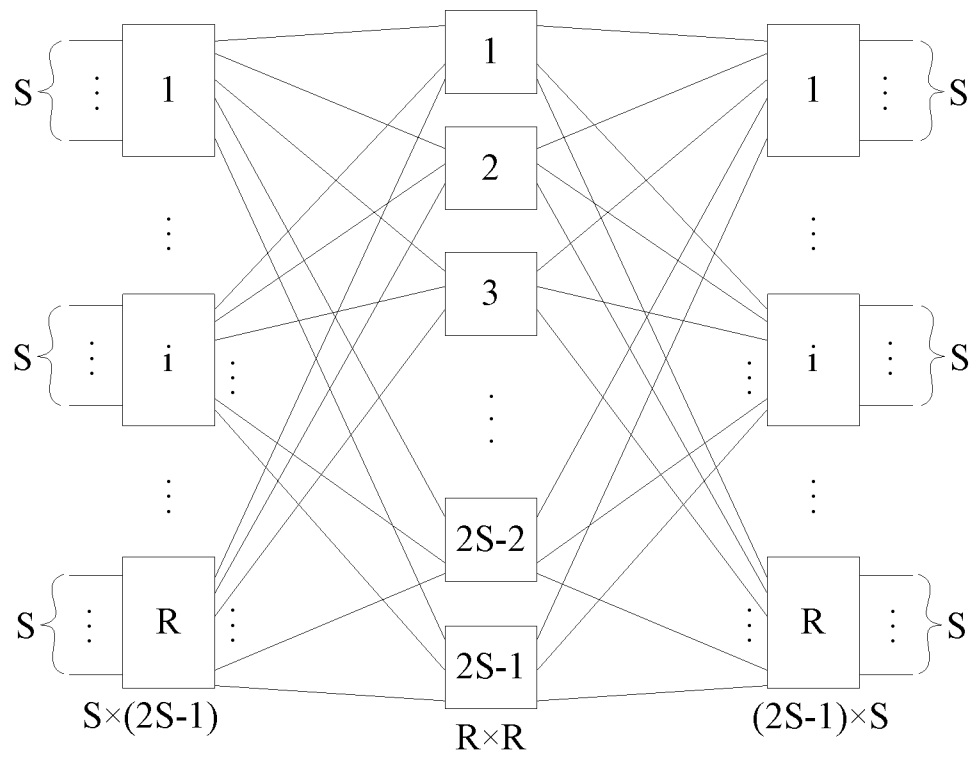


图 10

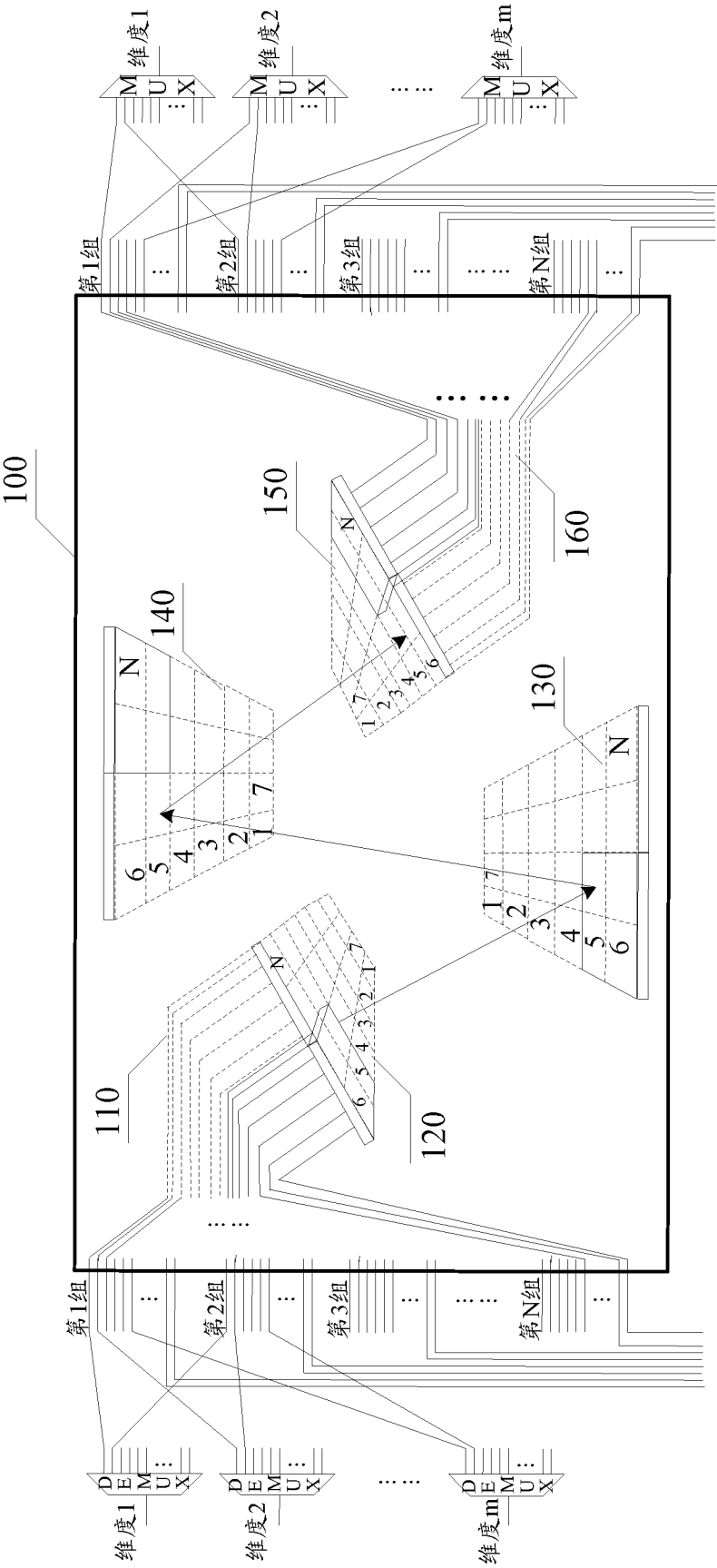


图 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2014/095613

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B 6/35 (2006.01) i; G02B 26/08 (2006.01) i; 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)

G02B, H04B, H04J

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)

CNABS, CNTXT, VEN, CNKI: optical switch, micro mirror, full crossover, intersection, optical cross connection, wavelength division multiplexing, wavelength cross connect, optical add-drop multiplexing, switch+, on 1w off, exchange+, OXC, OADM, ?WDM, mem?, WXC, ROADM, dmd, microelectromechanical, micro 1w electromechanical, micro 1w electro 1w mechanical, micro 1w machine??, micromachine??, micromechanical, reflect+, array+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103558668 A (WUHAN RESEARCH INSTITUTE OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS), 05 February 2014 (05.02.2014), description, paragraphs [0016]-[0043], and figures 1-4	1-22
A	CN 102696194 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.), 26 September 2012 (26.09.2012), the whole document	1-22
A	CN 1831574 A (FUJITSU LTD.), 13 September 2006 (13.09.2006), the whole document	1-22
A	US 2008137172 A1 (GLIMMERGLASS NETWORKS INC.), 12 June 2008 (12.06.2008), the whole document	1-22
A	CN 1595221 A (BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS), 16 March 2005 (16.03.2005), the whole document	1-22
A	CN 101263408 A (CAPELLA PHOTONICS INC.), 10 September 2008 (10.09.2008), the whole document	1-22

☒ 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 27 March 2015 (27.03.2015)	Date of mailing of the international search report 03 April 2015 (03.04.2015)
Name and mailing address of the ISA/CN: 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 DAI, Yunli Telephone No.: (86-10) 62085585

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2014/095613

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 202282779 U (ACCELINK TECHNOLOGY CO., LTD. et al.), 20 June 2012 (20.06.2012), the whole document	1-22
A	US 2012236216 A1 (SHARMA, M. et al.), 20 September 2012 (20.09.2012), the whole document	1-22

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2014/095613

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103558668 A	05 February 2014	None	
CN 102696194 A	26 September 2012	WO 2012159341 A1	29 November 2012
		CN 102696194 B	10 December 2014
CN 1831574 A	13 September 2006	EP 1701580 A2	13 September 2006
		JP 4476140 B2	09 June 2010
		US 7440648 B2	21 October 2008
		JP 2006243571 A	14 September 2006
		US 2006198583 A1	07 September 2006
		CN 100439957 C	03 December 2008
US 2008137172 A1	12 June 2008	WO 2008070764 A3	12 September 2008
		WO 2008070764 A2	12 June 2008
CN 1595221 A	16 March 2005	CN 100350292 C	21 November 2007
CN 101263408 A	10 September 2008	US 2007166034 A1	19 July 2007
		US 7567756 B2	28 July 2009
		EP 1913431 A2	23 April 2008
		WO 2007018758 A2	15 February 2007
		WO 2007018758 A3	14 June 2007
		JP 2009503607 A	29 January 2009
		CA 2616046 A1	15 February 2007
CN 202282779 U	20 June 2012	None	
US 2012236216 A1	20 September 2012	WO 2012125722 A1	20 September 2012
		US 8854597 B2	07 October 2014

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2014/095613

A. 主题的分类

G02B 6/35(2006.01)i; G02B 26/08(2006.01)i; 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)

G02B, H04B, H04J

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))

CNABS, CNTXT, VEN, CNKI: 光开关, 微机械, 微机电, 微电子机械, 微反射镜, 微镜, 阵列, 反射, 全交叉, 交集, 光交叉连接, 波分复用, 波长交叉连接, 光分插复用, switch+, on 1w off, exchang+, OXC, OADM, ?WDM, mem?, WXC, ROADM, dmd, microelectromechanical, micro 1w electromechanical, micro 1w electro 1w mechanical, micro 1w machine??. micromachine??. micromechanical, reflect+, array+

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 103558668 A (武汉邮电科学研究院) 2014年 2月 5日 (2014 - 02 - 05) 说明书[0016]-[0043]段, 附图1-4	1-22
A	CN 102696194 A (华为技术有限公司) 2012年 9月 26日 (2012 - 09 - 26) 全文	1-22
A	CN 1831574 A (富士通株式会社) 2006年 9月 13日 (2006 - 09 - 13) 全文	1-22
A	US 2008137172 A1 (GLIMMERGLASS NETWORKS INC) 2008年 6月 12日 (2008 - 06 - 12) 全文	1-22
A	CN 1595221 A (北京邮电大学) 2005年 3月 16日 (2005 - 03 - 16) 全文	1-22
A	CN 101263408 A (卡佩拉光子学公司) 2008年 9月 10日 (2008 - 09 - 10) 全文	1-22

☒ 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

2015年 3月 27日

国际检索报告邮寄日期

2015年 4月 3日

ISA/CN的名称和邮寄地址

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

传真号 (86-10)62019451

授权官员

代云丽

电话号码 (86-10)62085585

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 202282779 U (武汉光迅科技股份有限公司 等) 2012年 6月 20日 (2012 - 06 - 20) 全文	1-22
A	US 2012236216 A1 (SHARMA MANISH 等) 2012年 9月 20日 (2012 - 09 - 20) 全文	1-22

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2014/095613

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	103558668	A	2014年 2月 5日	无			
CN	102696194	A	2012年 9月 26日	WO	2012159341	A1	2012年 11月 29日
				CN	102696194	B	2014年 12月 10日
CN	1831574	A	2006年 9月 13日	EP	1701580	A2	2006年 9月 13日
				JP	4476140	B2	2010年 6月 9日
				US	7440648	B2	2008年 10月 21日
				JP	2006243571	A	2006年 9月 14日
				US	2006198583	A1	2006年 9月 7日
				CN	100439957	C	2008年 12月 3日
US	2008137172	A1	2008年 6月 12日	WO	2008070764	A3	2008年 9月 12日
				WO	2008070764	A2	2008年 6月 12日
CN	1595221	A	2005年 3月 16日	CN	100350292	C	2007年 11月 21日
CN	101263408	A	2008年 9月 10日	US	2007166034	A1	2007年 7月 19日
				US	7567756	B2	2009年 7月 28日
				EP	1913431	A2	2008年 4月 23日
				WO	2007018758	A2	2007年 2月 15日
				WO	2007018758	A3	2007年 6月 14日
				JP	2009503607	A	2009年 1月 29日
				CA	2616046	A1	2007年 2月 15日
CN	202282779	U	2012年 6月 20日	无			
US	2012236216	A1	2012年 9月 20日	WO	2012125722	A1	2012年 9月 20日
				US	8854597	B2	2014年 10月 7日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)