



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105223657 B

(45)授权公告日 2018.07.03

(21)申请号 201410228121.1

(22)申请日 2014.05.27

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105223657 A

(43)申请公布日 2016.01.06

(73)专利权人 华为技术有限公司
地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼

(72)发明人 章春晖 张鹏

(74)专利代理机构 北京龙双利达知识产权代理有限公司 11329
代理人 毛威 张亮

(51)Int.Cl.
G02B 6/35(2006.01)
G02B 6/293(2006.01)

(56)对比文件

JP 2011028235 A,2011.02.10,
CN 103558668 A,2014.02.05,
CN 102696194 A,2012.09.26,
US 2008137172 A1,2008.06.12,
US 6643425 B1,2003.11.04,
US 6597825 B1,2003.07.22,

审查员 陈敏

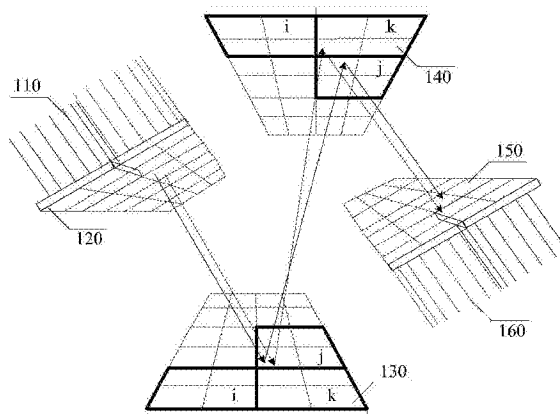
权利要求书5页 说明书26页 附图9页

(54)发明名称

光开关和波分复用光系统

(57)摘要

本发明公开了一种光开关和波分复用光系统,该光开关包括:输入端口阵列、输入端准直器阵列、输入端微镜阵列、输出端微镜阵列、输出端准直器阵列和输出端口阵列,其中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,并且该交集的面积小于输出端微镜阵列的反射区域面积。本发明的光开关和波分复用光系统能够实现大规模阵列,能够满足交换节点对吞吐容量的要求。



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;

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 $x=1, 2, \dots, R, y=1, 2, \dots, 2S-1$ 。

9. 根据权利要求2至6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,

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;

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 11 个输入端口与波分复用WDM系统的第 11 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 12 个输出端口与所述WDM系统的第 12 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 、 11 和 12 为自然数,且 $11=1, 2, \dots, m_1, 12=1, 2, \dots, m_2$,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。

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，

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；

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。

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 $N=6$ 。

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。

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。

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;

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 $x=1, 2, \dots, R, y=1, 2, \dots, 2S-1$ 。

20. 根据权利要求13至17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, m_1 个解复用器DEMUX和 m_2 个复用器MUX,

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;

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 11 个输入端口与波分复用WDM系统的第 11 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 12 个输出端口与所述WDM系统的第 12 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 、 11 和 12 为自然数,且 $11=1, 2, \dots, m_1, 12=1, 2, \dots, m_2$,其中 $2 \leq m_1 \leq M_1; 2 \leq m_2 \leq M_2$ 。

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。

光开关和波分复用光系统

技术领域

[0001] 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。

背景技术

[0002] 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的核心是光开关和光开关阵列。

[0003] 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对吞吐容量的要求。

发明内容

[0004] 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。

[0005] 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,

[0006] 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;

[0007] 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

[0008] 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。

[0009] 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 $N \geq 2, i = 1, 2, \dots, N$ 。

[0010] 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 。

[0011] 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。

[0012] 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。

[0013] 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。

[0014] 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。

[0015] 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 $2R+2S-1=N$;

[0016] 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;

[0017] 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 $I^3_{x,y}$ 与第 y 个该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 $x=1,2,\dots,R,y=1,2,\dots,2S-1$ 。

[0018] 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。

[0019] 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, m_1 个解复用器DEMUX和 m_2 个复用器MUX,

[0020] 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,

[0021] 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;

[0022] 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

[0023] 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;

[0024] 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 $N \geq 2, i=1,2,\dots,N$;

[0025] 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;

[0026] 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;

[0027] 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 $2 \leq m_1 \leq M_1; 2 \leq m_2 \leq M_2$ 。。

[0028] 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。

[0029] 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,

[0030] 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;

[0031] 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。

[0032] 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 $N \geq 2, i = 1, 2, \dots, N$ 。

[0033] 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。

[0034] 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。

[0035] 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 $I_{1,2}$ 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。

[0036] 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。

[0037] 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。

[0038] 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 $2R+2S-1=N$;

[0039] 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;

[0040] 其中,第 x 个该第一微镜子阵列对相应的第 y 个输出端口 $O^1_{x,y}$ 与第 y 个该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 个该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 个该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 $x=1,2,\dots,R,y=1,2,\dots,2S-1$ 。

[0041] 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。

[0042] 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,

[0043] 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;

[0044] 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 $2\leq m_1\leq M_1;2\leq m_2\leq M_2$;

[0045] 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,

[0046] 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;

[0047] 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;

[0048] 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 $N \geq 2$, $i = 1, 2, \dots, N$;

[0049] 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。

[0050] 结合第四方面,在第四方面的第一种可能的实现方式中,该波长组合光信号至少包括两种波长。

[0051] 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

[0052] 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。

[0053] 图1是根据本发明实施例的光开关的示意性框图。

[0054] 图2是根据本发明实施例的输入端微镜的示意性框图。

[0055] 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。

[0056] 图4是根据本发明实施例的光开关的另一示意性框图。

[0057] 图5是根据本发明实施例的光开关的再一示意性框图。

[0058] 图6是根据本发明另一实施例的光开关的示意性框图。

[0059] 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。

[0060] 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。

[0061] 图9是根据本发明再一实施例的光开关的示意性框图。

[0062] 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。

[0063] 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

[0064] 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。

[0065] 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,下文中将以WDM系统为例进行说明,但本发明并不限于此。

[0066] 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,

[0067] 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;

[0068] 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;

[0069] 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;

[0070] 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;

[0071] 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

[0072] 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。

[0073] 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。

[0074] 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。

[0075] 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。

[0076] 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。

[0077] 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输入端口。

[0078] 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反射的光信号变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。

[0079] 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。

[0080] 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。

[0081] 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。

[0082] 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。

[0083] 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。

[0084] 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。

[0085] 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。

[0086] 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。

[0087] 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。

[0088] 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。

[0089] 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。

[0090] 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 $N \geq 2$, $i = 1, 2, \dots, N$ 。

[0091] 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。

[0092] 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。

[0093] 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。

[0094] 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 。

[0095] 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。

[0096] 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。

[0097] 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。

[0098] 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。

[0099] 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对应的一个输出端准直器,并从对应的输出端口输出。

[0100] 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。

[0101] 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。

[0102] 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。

[0103] 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。

[0104] 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。

[0105] 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。

[0106] 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。

[0107] 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。

[0108] 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 $I_{1,2}$ 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上述输出端微镜区域 $O_{4,1}$ 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。

[0109] 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。

[0110] 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。

[0111] 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。

[0112] 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。

[0113] 表1

[0114]

	输出端口 1	输出端口 2	输出端口 3	输出端口 4
--	--------	--------	--------	--------

[0115]

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} →	→	→

[0116] 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。

[0117] 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。

[0118] 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。

[0119] 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。

[0120] 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。

[0121] 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。

[0122] 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。

[0123] 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。

[0124] 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。

[0125] 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。

[0126] 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 $M*M$ 的光开关能够组建 $2M*2M$ 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。

[0127] 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。

[0128] 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 $2R+2S-1=N$;

[0129] 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;

[0130] 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 $x=1,2,\dots,R,y=1,2,\dots,2S-1$ 。

[0131] 应理解,在上述实施例中,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 $N\geq 2,i=1,2,\dots,N$ 。即在上述实施例中,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。

[0132] 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。

[0133] 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。

[0134] 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。

[0135] 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。

[0136] 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,

[0137] 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,

[0138] 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;

[0139] 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;

[0140] 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 $N \geq 2, i = 1, 2, \dots, N$;

[0141] 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;

[0142] 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 $2 \leq m_1 \leq M_1; 2 \leq m_2 \leq M_2$ 。

[0143] 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。

[0144] 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。

[0145] 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。

[0146] 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 $m_2 > m_1$ 。

[0147] 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。

[0148] 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 $M_1 = M_2 = M$ 。

[0149] 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。

[0150] 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,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。

[0151] 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。

[0152] 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。

[0153] 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。

[0154] 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。

[0155] 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。

[0156] 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。

[0157] 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。

[0158] 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。

[0159] 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。

[0160] 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 $I_{i,2}$ 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 $I_{1,2}$ 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。

[0161] 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。

[0162] 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。

[0163] 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 $2R+2S-1=N$;

[0164] 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;

[0165] 其中,第 x 个该第一微镜子阵列对相应的第 y 个输出端口 $O^1_{x,y}$ 与第 y 个该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 个该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 个该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 $x=1, 2, \dots, R, y=1, 2, \dots, 2S-1$ 。

[0166] 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。

[0167] 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,

[0168] 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;

[0169] 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;

[0170] 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;

[0171] 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；

[0172] 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。

[0173] 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 $N \geq 2$, $i = 1, 2, \dots, N$ 。

[0174] 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。

[0175] 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意一个输出端微镜上。

[0176] 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。

[0177] 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。

[0178] 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。

[0179] 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。

[0180] 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。

[0181] 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。

[0182] 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。

[0183] 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。

[0184] 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。

[0185] 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 $I_{1,2}$ 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 $N=6$ 。

[0186] 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。

[0187] 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。

[0188] 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。

[0189] 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。

[0190] 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 $2R+2S-1=N$;

[0191] 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;

[0192] 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 $x=1,2,\dots,R,y=1,2,\dots,2S-1$ 。

[0193] 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。

[0194] 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。

[0195] 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,本发明实施例构建的大规模光开关构建成的交换节点,交叉调度时间短。

[0196] 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。

[0197] 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,

[0198] 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;

[0199] 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 $2 \leq m_1 \leq M_1$; $2 \leq m_2 \leq M_2$;

[0200] 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,

[0201] 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;

[0202] 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;

[0203] 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 $N \geq 2$, $i = 1, 2, \dots, N$;

[0204] 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。

[0205] 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 $m_2 > m_1$ 。

[0206] 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。

[0207] 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。

[0208] 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。

[0209] 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。

[0210] 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 $I_{1,2}$ 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 $N=6$ 。

[0211] 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。

[0212] 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。

[0213] 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 $2R+2S-1=N$;

[0214] 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;

[0215] 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 $x=1,2,\dots,R,y=1,2,\dots,2S-1$ 。

[0216] 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。

[0217] 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。

[0218] 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,

[0219] 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;

[0220] 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

[0221] 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。

[0222] 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。

[0223] 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。

[0224] 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。

[0225] 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。

[0226] 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。

[0227] 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。

[0228] 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。可以根据实际的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。

[0229] 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。

[0230] 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,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,或者网络设备等)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。

[0231] 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。

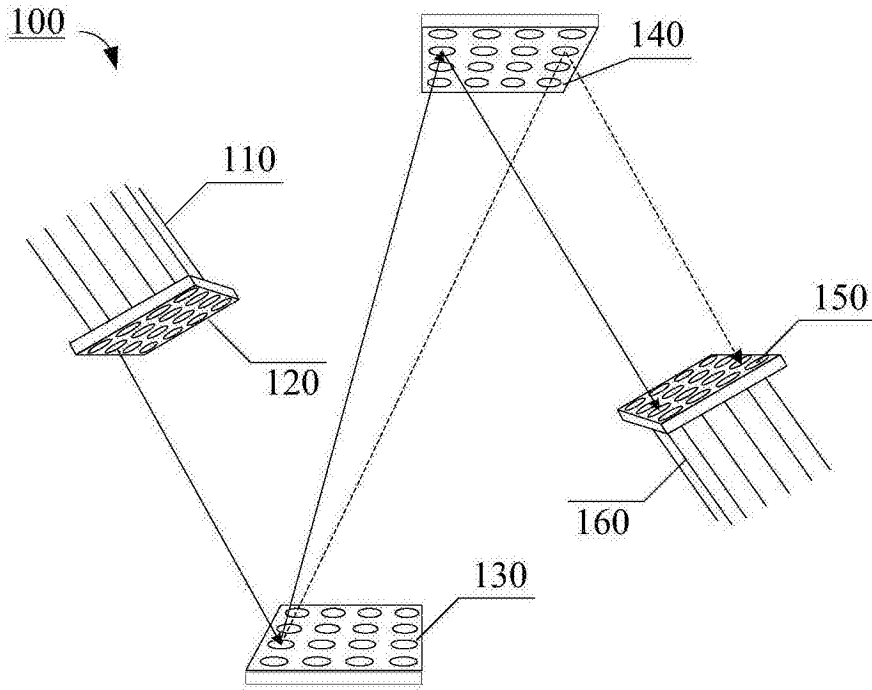


图1

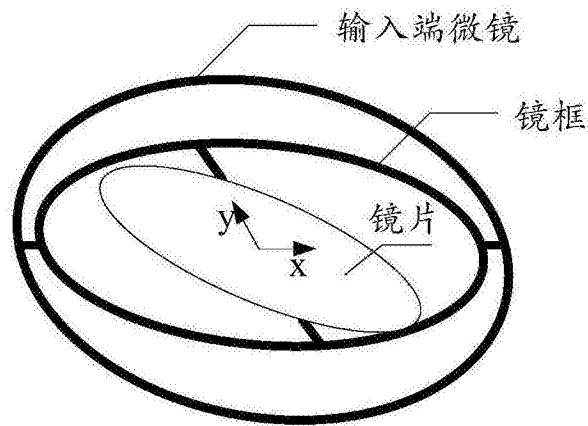


图2

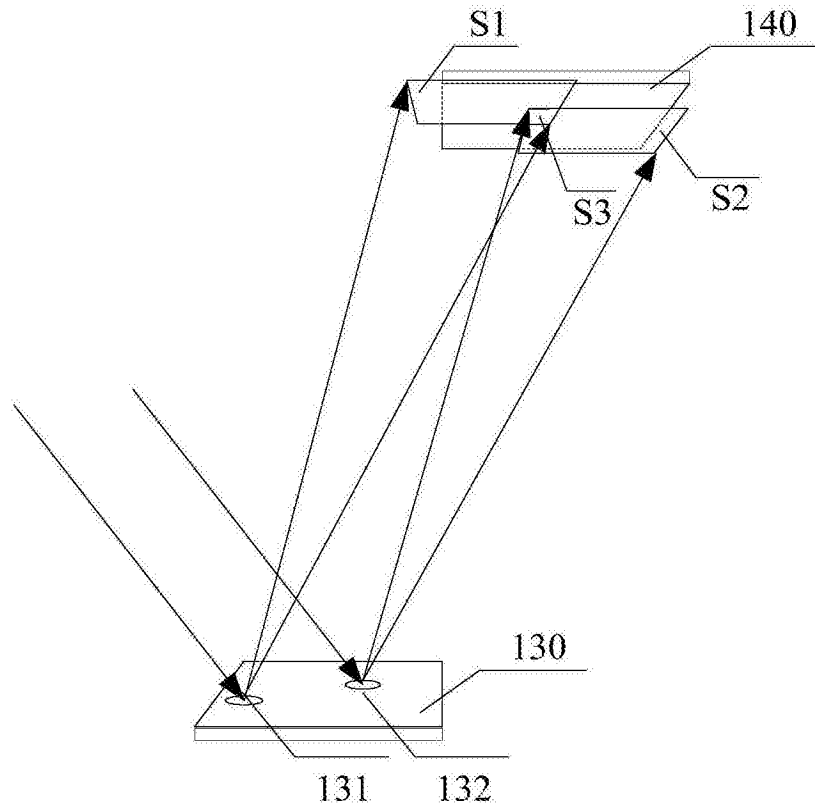


图3

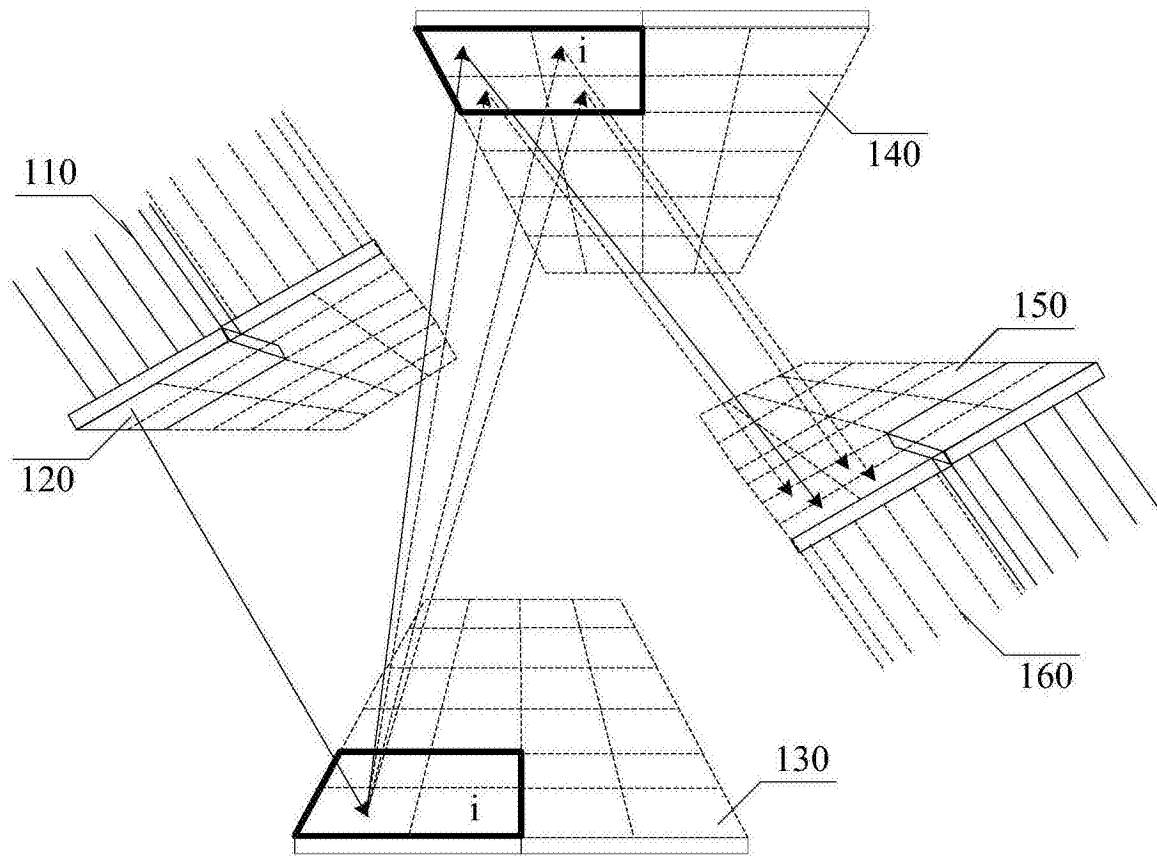


图4

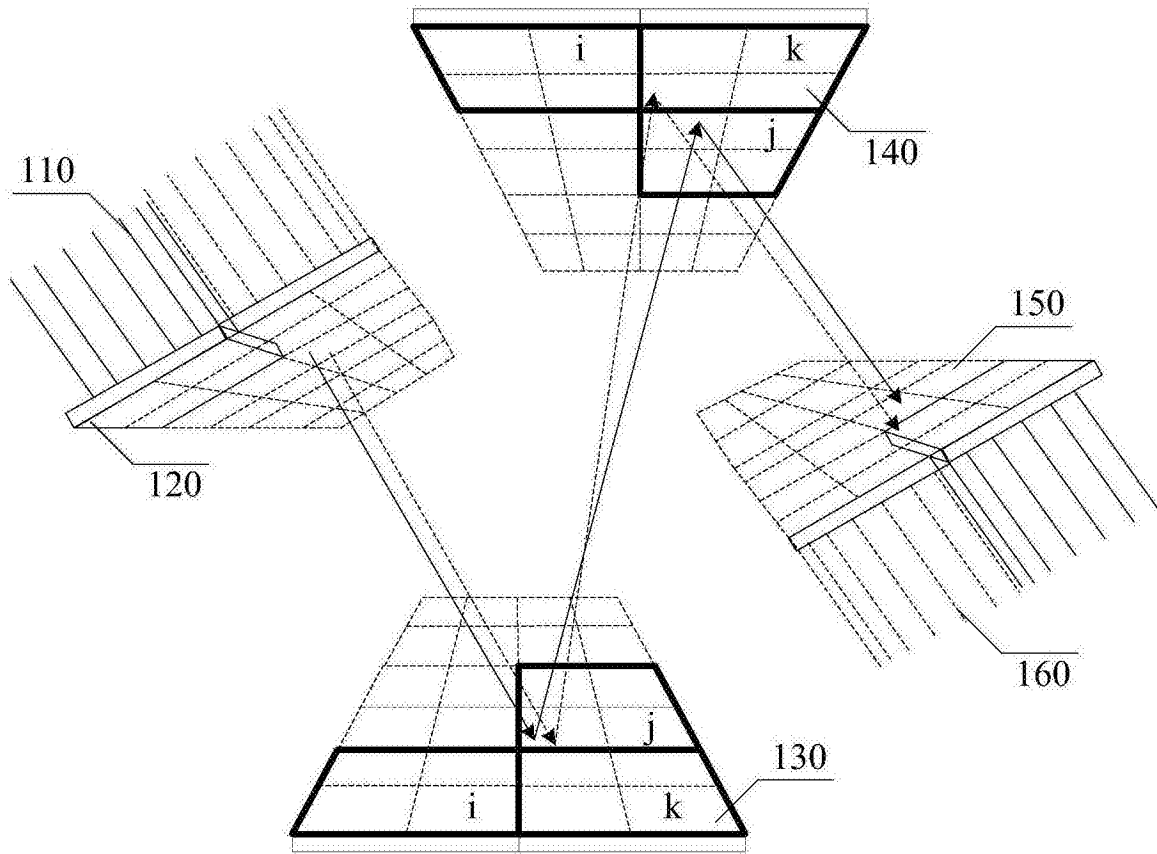


图5

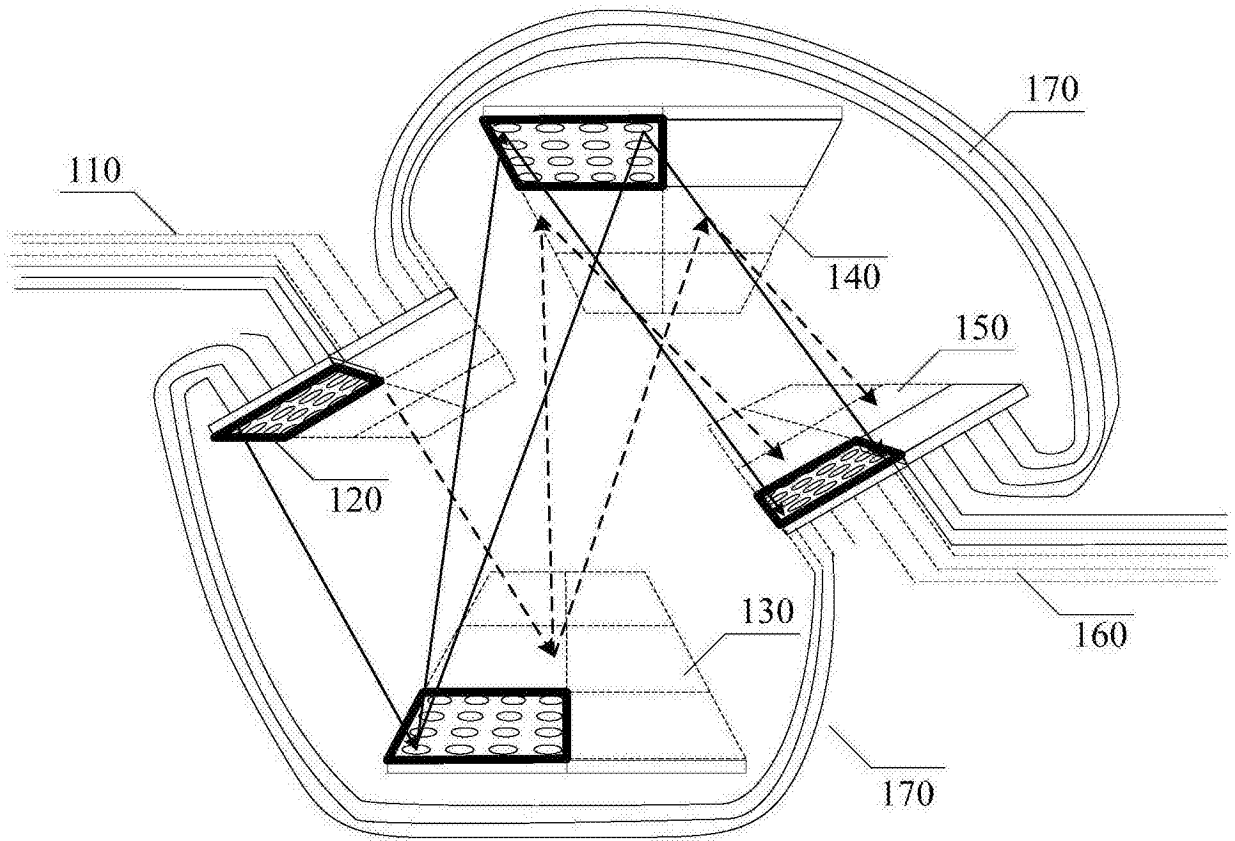


图6

$I_{1,1}$	$I_{3,1}$	$I_{5,1}$	130
$I_{1,2}$	$I_{3,2}$	$I_{5,2}$	
$I_{2,1}$	$I_{4,1}$	$I_{6,1}$	
$I_{2,2}$	$I_{4,2}$	$I_{6,2}$	

$O_{1,1}$	$O_{3,1}$	$O_{5,1}$	140
$O_{1,2}$	$O_{3,2}$	$O_{5,2}$	
$O_{2,1}$	$O_{4,1}$	$O_{6,1}$	
$O_{2,2}$	$O_{4,2}$	$O_{6,2}$	

图7

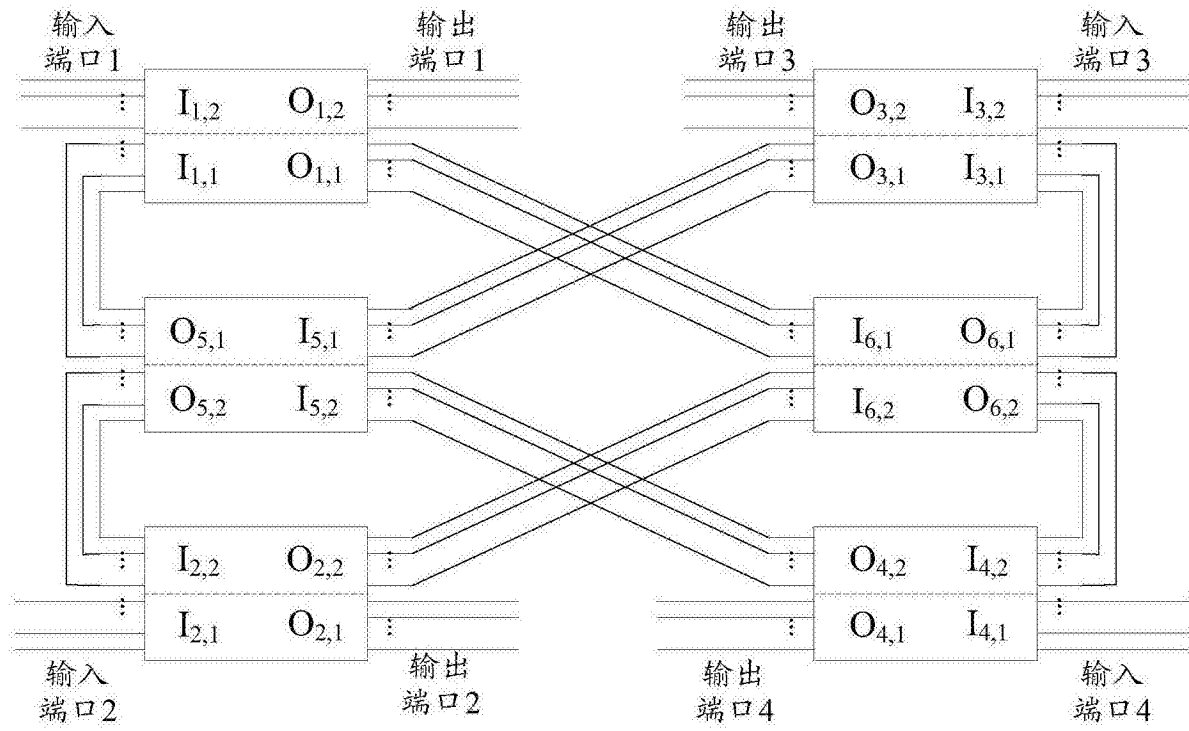


图8

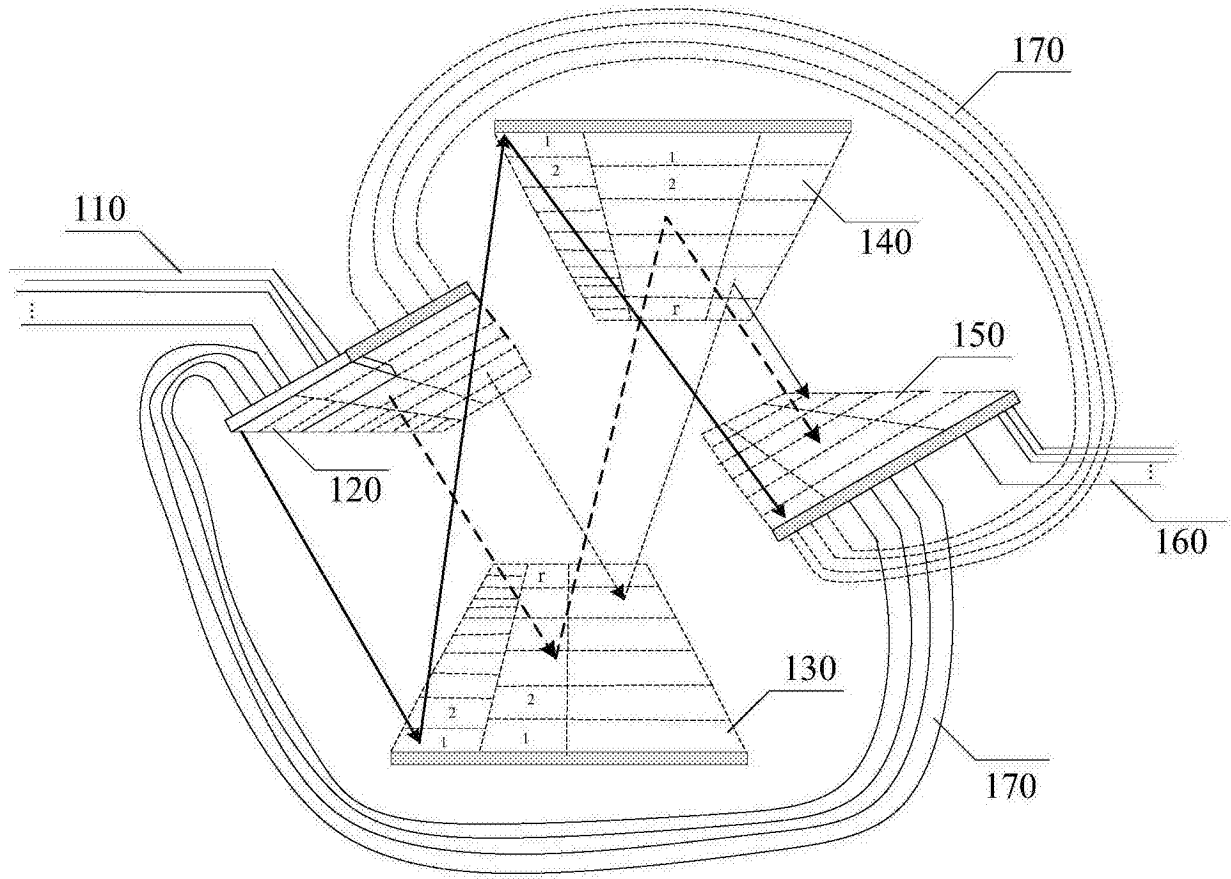


图9

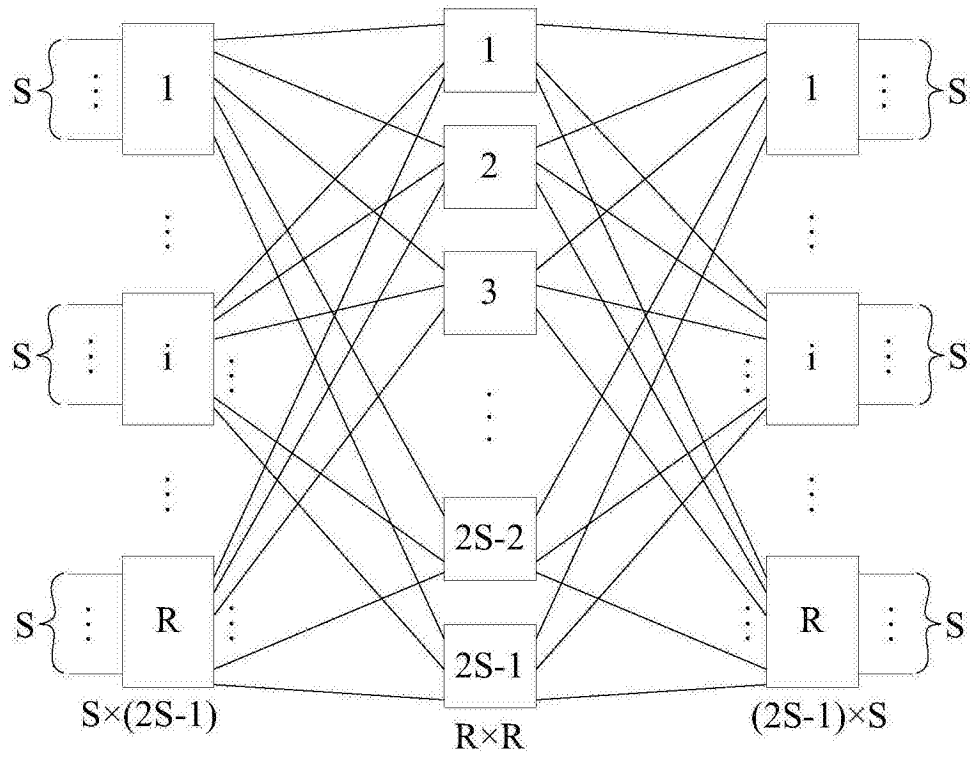


图10

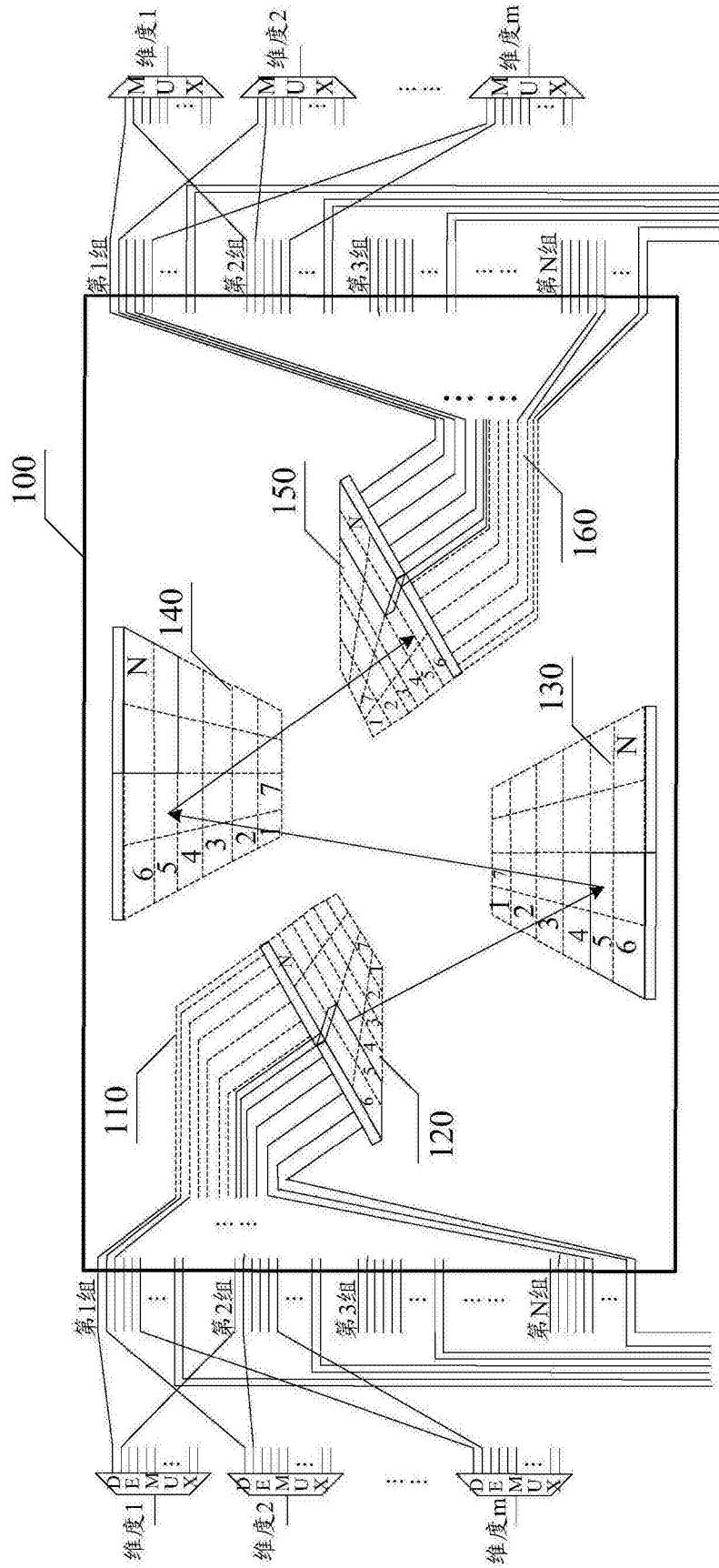


图11