



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114200590 B

(45) 授权公告日 2023.06.27

(21) 申请号 202111501292.3

审查员 赵星

(22) 申请日 2021.12.09

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 114200590 A

(43) 申请公布日 2022.03.18

(73) 专利权人 武汉光迅科技股份有限公司

地址 430074 湖北省武汉市洪山区邮科院路88号

(72) 发明人 郭路 张玉安 曹丽 顾本艳

(74) 专利代理机构 深圳市爱迪森知识产权代理

事务所(普通合伙) 44341

专利代理师 何婷

(51) Int. Cl.

G02B 6/35 (2006.01)

G02B 26/08 (2006.01)

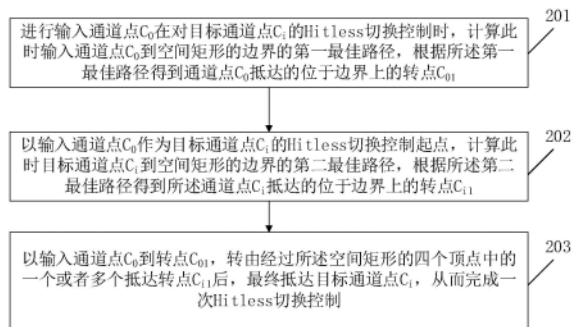
权利要求书2页 说明书8页 附图8页

(54) 发明名称

一种二维MEMS光开关Hitless切换控制方法和装置

(57) 摘要

本发明涉及光通信技术领域,提供了一种二维MEMS光开关Hitless切换控制方法和装置。其中在进行输入通道点C₀在对目标通道点C_i的Hitless切换控制时,计算此时输入通道点C₀到空间矩形的边界的第一最佳路径,根据所述第一最佳路径得到通道点C₀抵达的位于边界上的转点C_{0i};以输入通道点C₀作为目标通道点C_i的Hitless切换控制起点,计算此时目标通道点C_i到空间矩形的边界的第二最佳路径,根据所述第二最佳路径得到所述通道点C_i抵达的位于边界上的转点C_{i1}。本发明不需要人工筛选提供Hitless过渡点,自动计算切换路径,避开干扰通道影响,实现切换Hitless功能。



1. 一种二维MEMS光开关Hitless切换控制方法,其特征在于,获得二维MEMS光开关中各通道点 C_i 对应的二维电压值坐标 (X_i, Y_i) ;其中, i 为整数,代表通道点标识,在二维平面内取X轴和Y轴的0电压和最大电压范围内,得到光信号能够在各通道端面位移的空间矩形,其中,空间矩形的四个顶点分别为Z1、Z2、Z3和Z4,方法包括:

在进行输入通道点 C_0 在对目标通道点 C_i 的Hitless切换控制时,计算此时输入通道点 C_0 到空间矩形的边界的第一最佳路径,根据所述第一最佳路径得到通道点 C_0 抵达的位于边界上的转点 C_{01} ;

以输入通道点 C_0 作为目标通道点 C_i 的Hitless切换控制起点,计算此时目标通道点 C_i 到空间矩形的边界的第二最佳路径,根据所述第二最佳路径得到所述通道点 C_i 抵达的位于边界上的转点 C_{i1} ;

以输入通道点 C_0 到转点 C_{01} ,转由经过所述空间矩形的四个顶点中的一个或者多个抵达转点 C_{i1} 后,最终抵达目标通道点 C_i ,从而完成一次Hitless切换控制。

2. 根据权利要求1所述的二维MEMS光开关Hitless切换控制方法,其特征在于,方法还包括:

所使用的是二维 $1 \times N$ MEMS OSW光开关,对应有1个输入端口和 n 个输出端口,总共具有 $n+1$ 个光通道;

引入X轴和Y轴的坐标系,坐标系建立在光纤横截面所在的平面上,所述二维电压值坐标 (X_i, Y_i) 与相应坐标系中的光纤横截面建立有映射关系。

3. 根据权利要求2所述的二维MEMS光开关Hitless切换控制方法,其特征在于,光信号从输入端光纤进入,经透镜准直后输出到二维MEMS转镜上,通过在X轴上给所述二维MEMS转镜施加 X_i 的电压,使所述二维MEMS转镜绕X轴旋转相应的角度;同样地,通过在Y轴上给所述二维MEMS转镜施加 Y_i 的电压,使所述二维MEMS转镜(13)绕Y轴旋转相应的角度;从而完成输入通道进入的光信号经由二维MEMS转镜反射到通道点 C_i 。

4. 根据权利要求2所述的二维MEMS光开关Hitless切换控制方法,其特征在于,所述X轴和Y轴的坐标系与二维MEMS转镜的X轴上给所述二维MEMS转镜施加 X_i 的电压,以及Y轴上给所述二维MEMS转镜施加 Y_i 的电压所构成的坐标系,两个坐标系的X轴和Y轴互相平行。

5. 根据权利要求1所述的二维MEMS光开关Hitless切换控制方法,其特征在于,判断输入通道点 C_0 到边界上的转点 C_{01} 的路径是否存在干扰点;若存在,则计算绕过干扰点的路径,控制光斑由输入通道点 C_0 点绕过干扰点移动到边界上的转点 C_{01} 。

6. 根据权利要求1所述的二维MEMS光开关Hitless切换控制方法,其特征在于,对于输入通道点 C_0 而言,在水平和垂直方向上共有四条路径 L_1 、 L_2 、 L_3 和 L_4 用于抵达边界点,所述方法具体包括:

分别计算每条路径上距其他通道点的距离,分别取每个通道上最短的距离得到 D_1 、 D_2 、 D_3 和 D_4 中的一个或者多个;

判断 $D_1 \sim D_4$ 中的最大值为 D_4 ,则得到从 C_0 移动到边界的最佳路径为 L_4 ,通过所述路径 L_4 达到边界上的中转点 C_{01} 。

7. 根据权利要求6所述的二维MEMS光开关Hitless切换控制方法,其特征在于,若各路径中的最大值 D_4 ,仍然小于Hitless的允许最小值 D_m ,表示光斑在延 L_4 路径垂直移动到 C_{01} 的过程中,会对 D_4 所关联的通道造成串扰,无法实现Hitless,因此需要重新规划路径绕开干

扰通道,则方法还包括:

以干扰通道点为圆心,Hitless最小电压 D_m 为半径做圆,再做圆形的外切正方形,从而得到沿着所述外切正方形移动的避开路径,该路径保证光斑与干扰通道的距离一直大于 D_m 。

8. 根据权利要求7所述的二维MEMS光开关Hitless切换控制方法,其特征在于,所述得到沿着所述外切正方形移动的避开路径,具体为:

以所述路径 L_4 作为切割线,切割所述外切正方形得到的面积较小的一侧的外轮廓,作为沿着所述外切正方形移动的避开路径。

9. 根据权利要求1-8任一所述的二维MEMS光开关Hitless切换控制方法,其特征在于,所述方法还包括:

按照计算输入通道点 C_0 到目标通道点 C_1 的Hitless切换控制过程方式,依次完成MEMS光开关中剩余其他通道点的Hitless切换控制过程,从而完成二维MEMS光开关的Hitless切换控制。

10. 一种二维MEMS光开关Hitless切换控制装置,其特征在于,所述装置包括:

至少一个处理器;以及,与所述至少一个处理器通信连接的存储器;其中,所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的指令,所述指令被所述处理器执行,用于执行权利要求1-9任一所述的二维MEMS光开关Hitless切换控制方法。

一种二维MEMS光开关Hitless切换控制方法和装置

【技术领域】

[0001] 本发明涉及光通信技术领域,特别是涉及一种二维MEMS光开关Hitless切换控制方法和装置。

【背景技术】

[0002] 光开关作为光分插复用(Optical Add-Drop Multiplexer,简称为OADM)设备中的关键器件,具有控制信号在同一通道或不同通道间通断以及波长转换的功能,对解决目前复杂网络中的波长争用、提高波长重用率以及灵活配置网络上具有重要意义。

[0003] 二维微机电系统转镜(MicroElectroMechanical System Optical Switch,简称为MEMS OSW)光开关作为光开关系列中的一种新型光开关,具有体积小、成本低、功耗低、速度快和损耗低等特点,因此光通信网络对于MEMS OSW的需求量也日益增加。而无干扰(Hitless)切换的是MEMS OSW光开关信号通断以及通道切换控制的关键环节。因此,如何在光开关切换控制过程中高效、准确地实现Hitless切换便显得尤为重要。

[0004] 鉴于此,克服该现有技术所存在的缺陷是本技术领域亟待解决的问题。

【发明内容】

[0005] 本发明实施例要解决的技术问题是如何在光开关切换控制过程中高效、准确地实现Hitless切换。

[0006] 本发明实施例采用如下技术方案:

[0007] 第一方面,本发明提供了一种二维MEMS光开关Hitless切换控制方法,其特征在于,获得二维MEMS光开关中各通道点 C_i 对应的二维电压值坐标 (X_i, Y_i) ;其中, i 为整数,代表通道点标识,在二维平面内取 X 轴和 Y 轴的0电压和最大电压范围内,得到光信号能够在各通道端面位移的空间矩形,其中,空间矩形的四个顶点分别为 $Z1$ 、 $Z2$ 、 $Z3$ 和 $Z4$,方法包括:

[0008] 在进行输入通道点 C_0 在对目标通道点 C_i 的Hitless切换控制时,计算此时输入通道点 C_0 到空间矩形的边界的第一最佳路径,根据所述第一最佳路径得到通道点 C_0 抵达的位于边界上的转点 C_{01} ;

[0009] 以输入通道点 C_0 作为目标通道点 C_i 的Hitless切换控制起点,计算此时目标通道点 C_i 到空间矩形的边界的第二最佳路径,根据所述第二最佳路径得到所述通道点 C_i 抵达的位于边界上的转点 C_{i1} ;

[0010] 以输入通道点 C_0 到转点 C_{01} ,转由经过所述空间矩形的四个顶点中的一个或者多个抵达转点 C_{i1} 后,最终抵达目标通道点 C_i ,从而完成一次Hitless切换控制。

[0011] 优选的,方法还包括:

[0012] 所使用的是二维 $1 \times N$ MEMS OSW光开关,对应有1个输入端口和 n 个输出端口,总共具有 $n+1$ 个光通道;

[0013] 引入 X 轴和 Y 轴的坐标系,坐标系建立在光纤横截面所在的平面上,所述二维电压值坐标 (X_i, Y_i) 与相应坐标系中的光纤横截面建立有映射关系。

[0014] 优选的,光信号从输入端光纤进入,经所述透镜准直后输出到二维MEMS转镜上,通过在X轴上给所述二维MEMS转镜施加 X_1 的电压,使所述二维MEMS转镜绕X轴旋转相应的角度;同样地,通过在Y轴上给所述二维MEMS转镜施加 Y_1 的电压,使所述二维MEMS转镜绕Y轴旋转相应的角度;从而完成输入通道进入的光信号经由二维MEMS转镜反射到通道点 C_1 。

[0015] 优选的,所述X轴和Y轴的坐标系与二维MEMS转镜的X轴上给所述二维MEMS转镜施加 X_1 的电压,以及Y轴上给所述二维MEMS转镜施加 Y_1 的电压所构成的坐标系,两个坐标系的X轴和Y轴互相平行。

[0016] 优选的,判断输入通道点 C_0 到边界上的转点 C_{01} 的路径是否存在干扰点;若存在,则计算绕过干扰点的路径,控制光斑由输入通道点 C_0 点绕过干扰点移动到边界上的转点 C_{01} 。

[0017] 优选的,对于输入通道点 C_0 而言,在水平和垂直方向上共有四条路径 L_1 、 L_2 、 L_3 和 L_4 用于抵达边界点,所述方法具体包括:

[0018] 分别计算每条路径上距其他通道点的距离,分别取每个通道上最短的距离得到 D_1 、 D_2 、 D_3 和 D_4 中的一个或者多个;

[0019] 判断 $D_1 \sim D_4$ 中的最大值为 D_4 ,则得到从 C_0 移动到边界的最佳路径为 L_4 ,通过所述路径 L_4 达到边界上的中转点 C_{01} 。

[0020] 优选的,若各路径中的最大值 D_4 ,仍然小于Hitless的允许最小值 D_m ,表示光斑在延 L_4 路径垂直移动到 C_{01} 的过程中,会对 D_4 所关联的通道造成串扰,无法实现Hitless,因此需要重新规划路径绕开该干扰通道,则方法还包括:

[0021] 以干扰通道点为圆心,Hitless最小电压 D_m 为半径做圆,再做该圆形的外切正方形,从而得到沿着所述外切正方形移动的避开路径,该路径保证光斑与干扰通道的距离一直大于 D_m 。

[0022] 优选的,所述得到沿着所述外切正方形移动的避开路径,具体为:

[0023] 以所述路径 L_4 作为切割线,切割所述外切正方形得到的面积较小的一侧的外轮廓,作为沿着所述外切正方形移动的避开路径。

[0024] 优选的,所述方法还包括:

[0025] 按照计算输入通道点 C_0 到目标通道点 C_1 的Hitless切换控制过程方式,依次完成MEMS光开关中剩余其他通道点的Hitless切换控制过程,从而完成二维MEMS光开关的Hitless切换控制。

[0026] 第二方面,本发明还提供了一种二维MEMS光开关Hitless切换控制装置,用于实现第一方面所述的二维MEMS光开关Hitless切换控制方法,所述装置包括:

[0027] 至少一个处理器;以及,与所述至少一个处理器通信连接的存储器;其中,所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的指令,所述指令被所述处理器执行,用于执行第一方面所述的二维MEMS光开关Hitless切换控制方法。

[0028] 第三方面,本发明还提供了一种非易失性计算机存储介质,所述计算机存储介质存储有计算机可执行指令,该计算机可执行指令被一个或多个处理器执行,用于完成第一方面所述的二维MEMS光开关Hitless切换控制方法。

[0029] 与现有技术相比,本发明实施例的有益效果在于:

[0030] 本发明中所提出二维MEMS光开关Hitless切换控制方法,在二维MEMS光开关切换时,不需要人工筛选提供Hitless过渡点,自动计算切换路径,避开干扰通道影响,实现切换

Hitless功能。

【附图说明】

[0031] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,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它的附图。

[0032] 图1是本发明实施例提供的一种二维MEMS光开关Hitless切换控制方法流程图;

[0033] 图2为本发明实施例提供的一种二维MEMS OSW光开关的结构原理示意图;

[0034] 图3为本发明实施例提供的XY坐标系及通道点的排列示意图;

[0035] 图4为本发明实施例提供的XY坐标系及通道点的排列示意图;

[0036] 图5是本发明实施例提供的一种二维MEMS光开关Hitless切换控制方法流程图;

[0037] 图6是本发明实施例提供的一种二维MEMS光开关Hitless切换控制方法流程图;

[0038] 图7是本发明实施例提供的一种二维MEMS光开关Hitless切换控制方法流程图;

[0039] 图8为本发明实施例提供的XY坐标系及通道点的排列示意图;

[0040] 图9为本发明实施例提供的XY坐标系及通道点的排列示意图;

[0041] 图10为本发明实施例提供的一种二维MEMS光开关Hitless切换控制装置结构示意图。

【具体实施方式】

[0042] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0043] 在本发明的描述中,术语“内”、“外”、“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“顶”、“底”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明而不是要求本发明必须以特定的方位构造和操作,因此不应当理解为对本发明的限制。

[0044] 现有的二维MEMS OSW光开关批量生产过程中,一般采用人工筛选的方式来选择一个或多个Hitless过渡点,切换过程中通过过渡点实现Hitless功能。但是,这种人工筛选的方法,其筛选效率和准确性都无法满足大批量生产的要求;而且,在MEMS OSW光开关的通道切换中,是以近似直线路径的方式完成从Hitless过渡点到各通道点的切换,如果在Hitless点到某通道点的直线路径上存在其他干扰通道点,在切换过程中将会出现光信号干扰,无法实现Hitless功能。

[0045] 本发明的目的是克服现有技术存在的困难,提供一种二维MEMS光开关Hitless切换控制方法,通过模块自动实现切换过程中Hitless功能。

[0046] 此外,下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未

构成冲突就可以相互组合。

[0047] 实施例1:

[0048] 本发明实施例1提供了一种二维MEMS光开关Hitless切换控制方法,获得二维MEMS光开关中各通道点 C_i 对应的二维电压值坐标 (X_i, Y_i) ;其中, i 为整数,代表通道点标识,在本发明实施例中为了表述上的方便,取通道点编号的下标 i 和对应的二维电压值坐标中的下标 i 为同一参数值;在进行本发明实施例具体方案内容阐述之前还需要介绍的是,在本发明中二维MEMS光开关包含的是多个通道,而在本发明阐述过程中也被描述为通道点 C_i ,两者实际是同一对象在不同场景中的表述差异,后者更多是指在本发明后面提出的X轴和Y轴坐标系中呈现的坐标点的描述。本发明在二维平面内取X轴和Y轴的0电压和最大电压范围内,得到光信号能够在各通道端面位移的空间矩形,其中,空间矩形的四个顶点分别为Z1、Z2、Z3和Z4,即控制电压使得光斑只可以在这个矩形范围内移动,而矩形的四个边即光斑移动边界,光斑在该边界移动时,不会在任何通道上产生信号干扰,因此本发明的目的是首先让光斑从输入通道安全移动到边界,然后延边界移动到靠近目标通道处,才移动进入到目标通道。接下来阐述具体的过程,如图1所示,方法包括:

[0049] 在步骤201中,进行输入通道点 C_0 在对目标通道点 C_i 的Hitless切换控制时,计算此时输入通道点 C_0 到空间矩形的边界的第一最佳路径,根据所述第一最佳路径得到通道点 C_0 抵达的位于边界上的转点 C_{01} 。

[0050] 在本发明实施例中以下标0代表了输入通道点 C_0 ,在实际应用场景中,输入通道点可以是一个或者多个,本发明实施例所提出的方案也是均适用的。而在本发明后续实施例中,为了描述上的简介,将都以输入通道点 C_0 作为输入通道描述对象进行阐述。而作为本领域技术人员可以知晓,在有多个输入通道时候,可以通过借鉴输入通道点 C_0 的切换方法逐一完成其他输入通道的控制切换。

[0051] 在步骤202中,以输入通道点 C_0 作为目标通道点 C_i 的Hitless切换控制起点,计算此时目标通道点 C_i 到空间矩形的边界的第二最佳路径,根据所述第二最佳路径得到所述通道点 C_i 抵达的位于边界上的转点 C_{i1} 。

[0052] 其中,计算最佳路径的第一判断条件就是相应地在X轴和Y轴坐标系中由输入通道点 C_0 抵达目标通道点 C_i 经过的路径长度最短,并在所述最短路径上确认所述第一最佳路径和第二最佳路径。需要说明的是,此处的第一、第二并不代表特殊的含义,只是为了区别最短路径上的两段路径内容,为了方便方案中技术阐述而使用,并不代表特定的前后顺序或者其他特殊含义,不应该做过渡限定性解读。

[0053] 在步骤203中,以输入通道点 C_0 到转点 C_{01} ,转由经过所述空间矩形的四个顶点中的一个或者多个抵达转点 C_{i1} 后,最终抵达目标通道点 C_i ,从而完成一次Hitless切换控制。

[0054] 本发明实施例中所提出二维MEMS光开关Hitless切换控制方法,在二维MEMS光开关切换时,不需要人工筛选提供Hitless过渡点,自动计算切换路径,避开干扰通道影响,实现切换Hitless功能。

[0055] 延续上述本发明实施例提出的二维MEMS光开关Hitless切换控制方法,对于其可适用的场景,接下来将以最为简要的、最为典型的一种示例进行相关扩展内容阐述,并对实施例1中部分技术内容进行实例化细化描述,如图2所示,在当前给出的实例场景中:

[0056] 所使用的是二维 $1 \times N$ MEMS OSW光开关,对应有一个输入端口和 n 个输出端口,总共

具有 $n+1$ 个光通道,结合本发明实施例,其中 C_0 为输入通道点,而 $C_1\sim C_n$ 为相应 n 个输出通道点,在本发明实施例中也描述目标通道点;如图2所示,本发明实施例所用的光开关包括光纤11、透镜12以及二维MEMS转镜13,其中,左侧为 $N+1$ 根光纤,每根光纤对应一个光通道,其中一路为输入端,剩下的 N 路为输出端。此处为便于描述,引入 X 轴和 Y 轴的坐标系,坐标系建立在光纤横截面所在的平面上,即图2的左视平面上,如图3所示。从图2中来看, X 轴垂直于纸面方向向外, Y 轴竖直向上。

[0057] 引入 X 轴和 Y 轴的坐标系,坐标系建立在光纤横截面所在的平面上,所述二维电压值坐标 (X_i, Y_i) 与相应坐标系中的光纤横截面建立有映射关系。根据每个输出光通道对应的坐标,在 XY 坐标系中绘制可得到散点图,如图3所示,散点即为通道点,以 C_i 表示,每个通道点对应一个输出光通道,通道点 C_i 的二维电压值坐标为 (X_i, Y_i) ,表示在当切换到通道点 C_i 对应输出光通道时,需要在 X 轴、 Y 轴上分别施加的电压值为 X_i 和 Y_i ,其中, $i \in \{1, 2, 3, \dots, n\}$;因为 C_0 是输入通道点,因此,此处的 i 的取值范围内部包括0,而是从1开始。

[0058] 在上述测试标定过程中,每个通道点与二维坐标的对应关系可以均被保存在光开关模块内,则在本发明实施例中,通过调取模块内数据即可读取各通道点对应的二维电压值坐标。以 1×16 光开关为例(即 $n=16$),调取 1×16 光开关的定标数据,分别读取16个通道点中每个通道点 C_i 对应的坐标 (X_i, Y_i) , $i \in \{1, 2, 3, \dots, 16\}$ 。

[0059] 在本发明实施例中,光信号从输入端光纤进入,经所述透镜准直后输出到二维MEMS转镜13上,通过在 X 轴上给所述二维MEMS转镜13施加 X_n 的电压,使所述二维MEMS转镜13绕 X 轴旋转相应的角度;同样地,通过在 Y 轴上给所述二维MEMS转镜13施加 Y_n 的电压,使所述二维MEMS转镜13绕 Y 轴旋转相应的角度;从而完成输入通道进入的光信号经由二维MEMS转镜13反射到通道点 C_n 。

[0060] 工作原理为:则在某一时刻,通过给所述二维MEMS转镜13同时在 X 轴和 Y 轴两个方向上施加电压,所述二维MEMS转镜13可在 X 、 Y 两个维度上旋转特定角度,从而将入射光信号反射回 N 路输出端中的其中一路,光信号从对应的输出端输出。通过测试标定,可以确定光信号反射到每一路输出端时,对应的施加在所述二维MEMS转镜13上的两个方向上的电压值,因此,所述光开关中的每个输出通道都会对应一个特定的 X 、 Y 轴二维电压值坐标,从而能够通过改变电压,实现将光信号从入射端切换到 N 路输出端中的某一路的光路切换功能。

[0061] 所述 X 轴和 Y 轴的坐标系与二维MEMS转镜13的 X 轴上给所述二维MEMS转镜13施加 X_n 的电压,以及 Y 轴上给所述二维MEMS转镜13施加 Y_n 的电压所构成的坐标系,两个坐标系的 X 轴和 Y 轴互相平行。

[0062] 在本发明实施例中,判断输入通道点 C_0 到边界上的转点 C_{01} 的路径是否存在干扰点;若存在,则计算绕过干扰点的路径,控制光斑由输入通道点 C_0 点绕过干扰点移动到边界上的转点 C_{01} 。

[0063] 对于输入通道点 C_0 而言,在水平和垂直方向上共有四条路径 L_1 、 L_2 、 L_3 和 L_4 用于抵达边界点,如图4和图5所示,所述方法具体包括:

[0064] 在步骤301中,分别计算每条路径上距其他通道点的距离,分别取每个通道上最短的距离得到 D_1 、 D_2 、 D_3 和 D_4 中的一个或者多个。

[0065] 在步骤302中,判断 $D_1\sim D_4$ 中的最大值为 D_4 ,则得到从 C_0 移动到边界的最佳路径为 L_4 ,通过所述路径 L_4 达到边界上的中转点 C_{01} 。

[0066] 在步骤303中,若各路径中的最大值 D_4 ,仍然小于Hitless的允许最小值 D_m ,表示光斑在延 L_4 路径垂直移动到 C_{01} 的过程中,会对 D_4 所关联的通道造成串扰,无法实现Hitless,因此需要重新规划路径绕开该干扰通道,进入步骤304。

[0067] 在步骤304中,以干扰通道点为圆心,Hitless最小电压 D_m 为半径做圆,再做该圆形的外切正方形,从而得到沿着所述外切正方形移动的避开路径,该路径保证光斑与干扰通道的距离一直大于 D_m 。

[0068] 基于上述步骤301-步骤304实现,所述得到沿着所述外切正方形移动的避开路径,具体为:以所述路径 L_4 作为切割线,切割所述外切正方形得到的面积较小的一侧的外轮廓,作为沿着所述外切正方形移动的避开路径。

[0069] 结合本发明实施例,如图6所示,作为完整方案呈现,方法还包括:

[0070] 在步骤204中,按照计算输入通道点 C_0 到目标通道点 C_1 的Hitless切换控制过程方式,依次完成MEMS光开关中剩余其他通道点的Hitless切换控制过程,从而完成二维MEMS光开关的Hitless切换控制。

[0071] 实施例2:

[0072] 本发明实施例1提供一种二维MEMS光开关Hitless切换控制方法,相比较实施例1所阐述的方法过程,本发明实施例更契合实例场景表现,相应的方法流程会呈现的更为完善,进一步的,在本发明实施例中,输入通道点还被表述为 C_A ,相比较实施例1中的输入通道点 C_0 ,两者都含义是相同的;另外,本发明实施例也将实施例1中的目标通道点 C_1 以目标通道点 C_B 的方式描述,但是两者仍然是代表了相同的含义,如图7所示,包括以下步骤:

[0073] 步骤401,获得各通道点 C_i 对应的二维电压值坐标 (X_i, Y_i) ;其中, i 为整数,代表通道点标识。

[0074] 在本发明实施例中,所使用的是二维 $1 \times N$ MEMS OSW光开关,对应有1个输入端口和 N 个输出端口,则总共具有 $N+1$ 个光通道,如图2所示,本发明实施例所用的光开关包括光纤11、透镜12以及二维MEMS转镜13,其中,左侧为 $N+1$ 根光纤,每根光纤对应一个光通道,其中一路为输入端,剩下的 N 路为输出端。此处为便于描述,引入 X 轴和 Y 轴的坐标系,坐标系建立在光纤横截面所在的平面上,即图2的左视平面上,如图3所示。

[0075] 从图2中来看, X 轴垂直于纸面方向向外, Y 轴竖直向上,工作原理为:光信号从输入端光纤进入,经所述透镜12准直后输出到所述二维MEMS转镜13上,通过在 X 轴上给所述二维MEMS转镜13施加不同的电压,可使所述二维MEMS转镜13绕 X 轴旋转不同的角度;同样地,通过在 Y 轴上给所述二维MEMS转镜13施加不同的电压,可使所述二维MEMS转镜13绕 Y 轴旋转不同的角度;则在某一时刻,通过给所述二维MEMS转镜13同时在 X 轴和 Y 轴两个方向上施加电压,所述二维MEMS转镜13可在 X 、 Y 两个维度上旋转特定角度,从而将入射光信号反射回 N 路输出端中的其中一路,光信号从对应的输出端输出。通过测试标定,可以确定光信号反射到每一路输出端时,对应的施加在所述二维MEMS转镜13上的两个方向上的电压值,因此,所述光开关中的每个输出通道都会对应一个特定的 X 、 Y 轴二维电压值坐标,从而能够通过改变电压,实现将光信号从入射端切换到 N 路输出端中的某一路的光路切换功能。根据每个输出光通道对应的坐标,在 XY 坐标系中绘制可得到散点图,散点即为通道点,以 C_i 表示,每个通道点对应一个输出光通道,通道点 C_i 的二维电压值坐标为 (X_i, Y_i) ,表示在当切换到通道点 C_i 对应输出光通道时,需要在 X 轴、 Y 轴上分别施加的电压值为 X_i 和 Y_i ,其中, $i \in \{1, 2,$

3, …… , N}。

[0076] 在上述测试标定过程中,每个通道点与二维坐标的对应关系均被保存在光开关模块内,则在本步骤中,通过调取模块内数据即可读取各通道点对应的二维电压值坐标。以1x16光开关为例(即 $N=16$),调取1x16光开关的定标数据,分别读取16个通道点中每个通道点 C_i 对应的坐标 (X_i, Y_i) , $i \in \{1, 2, 3, \dots, 16\}$ 。

[0077] 步骤402,计算并判断输入通道 C_A 到边界的最佳路径,以及通道点 C_A 到边界的第一中转点 C_{A1} 。

[0078] 在二维平面内取X和Y轴的0电压和最大电压范围内,可以得到一个矩形,即控制电压使得光斑只可以在这个矩形范围内移动,而矩形的四个边即光斑移动边界,光斑在该边界移动时,不会在任何通道上产生信号干扰。因此本发明的目的是首先让光斑从输入通道安全移动到边界,然后延边界移动到靠近目标通道处,才移动进入到目标通道。

[0079] 如图8所示由通道点 C_A 到矩形边界,在水平和垂直方向上共有四条路径 $L_1 \sim L_4$,分别计算每条路径上距其他通道点的距离,如在 L_1 路径上有距离 D_1 , L_3 路径上有距离 D_3 、 D_{31} 、 D_{32} , L_2 路径上有 D_2 、 D_{21} 、 D_{22} 等,分别取每个通道上最短的距离得到 D_1 、 D_2 、 D_3 、 D_4 ,由于距离越短则光斑对该通道的光串扰越大,则由最短距离可以找到光斑在该路径上移动时影响最大的通道所在的位置。进一步判断 $D_1 \sim D_4$ 中的最大值为 D_4 ,可以得到从 C_A 移动到边界的最佳路径 L_4 ,以及通过 L_4 达到边界的中转点 C_{A1} 。

[0080] 同理,可以得到终点 C_B 移动到边界的最佳路径,以及通过该路径达到边界的中转点 C_{B1} 。在不考虑干扰点的情况下,光斑移动路径即 $C_A - C_{A1} - Z_2 - C_{B1} - C_B$,该路径下可以实现切换过程中的Hitless功能。

[0081] 步骤403,判断输入 C_A 到边界的路径是否存在干扰点,计算绕过干扰点的路径,控制光斑由 C_A 点绕过干扰点移动到 C_{A1} 点。

[0082] 如图9所示,如果步骤20中得到的各路径中的最大值 D_4 ,仍然小于Hitless的允许最小值 D_m ,则表示光斑在延 L_4 路径垂直移动到 C_{A1} 的过程中,会对 D_4 所示的通道造成串扰,无法实现Hitless,因此需要重新规划路径绕开该干扰通道。

[0083] 以干扰通道点为圆心,Hitless最小电压为半径做圆,为便于控制再做该圆形的外切正方形,则得到新路径 $C_A - C_{A20} - C_{A21} - C_{A22} - C_{A23} - C_{A1}$,该路径保证光斑与干扰通道的距离一直大于 D_m ,因此不会造成光信号干扰。

[0084] 同理,在步骤404-步骤405中,由 C_{B1} 移动到 C_B 的路径上也做同样的判断处理,以保证全路径上的Hitless功能。

[0085] 实施例3:

[0086] 如图10所示,是本发明实施例的二维MEMS光开关Hitless切换控制装置的架构示意图。本实施例的二维MEMS光开关Hitless切换控制装置包括一个或多个处理器21以及存储器22。其中,图10中以一个处理器21为例。

[0087] 处理器21和存储器22可以通过总线或者其他方式连接,图10中以通过总线连接为例。

[0088] 存储器22作为一种非易失性计算机可读存储介质,可用于存储非易失性软件程序和非易失性计算机可执行程序,如实施例1中的二维MEMS光开关Hitless切换控制方法。处理器21通过运行存储在存储器22中的非易失性软件程序和指令,从而执行二维MEMS光开关

Hitless切换控制方法。

[0089] 存储器22可以包括高速随机存取存储器,还可以包括非易失性存储器,例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非易失性固态存储器件。在一些实施例中,存储器22可选包括相对于处理器21远程设置的存储器,这些远程存储器可以通过网络连接至处理器21。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

[0090] 所述程序指令/模块存储在所述存储器22中,当被所述一个或者多个处理器21执行时,执行上述实施例1中的二维MEMS光开关Hitless切换控制方法,例如,执行以上描述的图1、图5-图7所示的各个步骤。

[0091] 值得说明的是,上述装置和系统内的模块、单元之间的信息交互、执行过程等内容,由于与本发明的处理方法实施例基于同一构思,具体内容可参见本发明方法实施例中的叙述,此处不再赘述。

[0092] 本领域普通技术人员可以理解实施例的各种方法中的全部或部分步骤是可以通程序来指令相关的硬件来完成,该程序可以存储于一计算机可读存储介质中,存储介质可以包括:只读存储器(ROM,Read Only Memory)、随机存取存储器(RAM,Random Access Memory)、磁盘或光盘等。

[0093] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

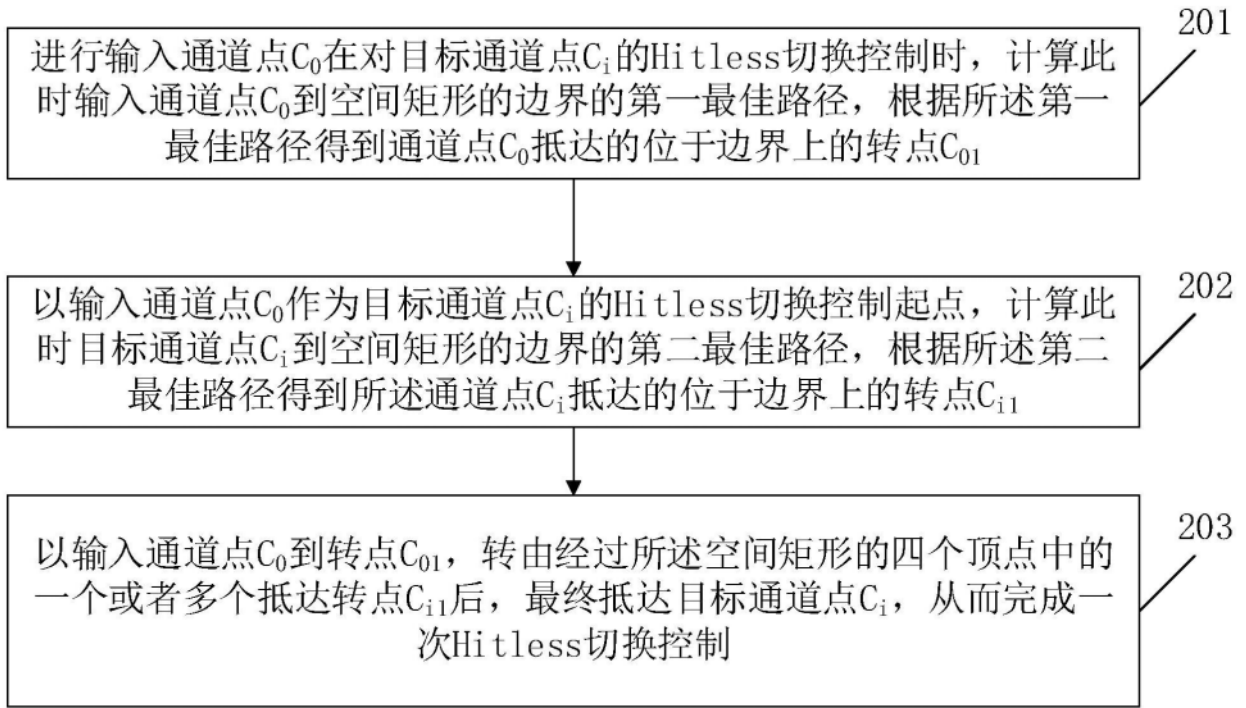


图1

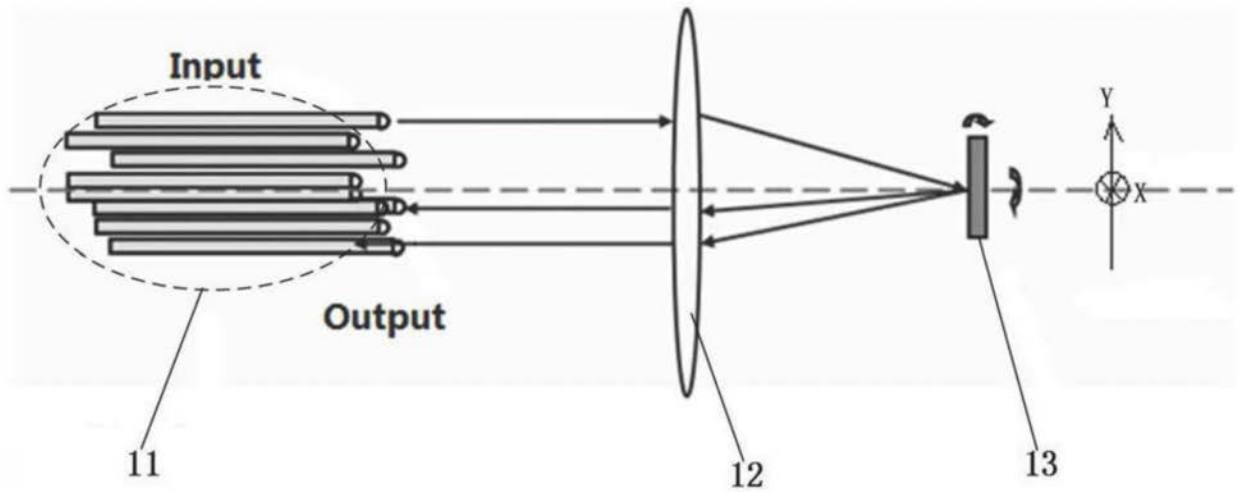


图2

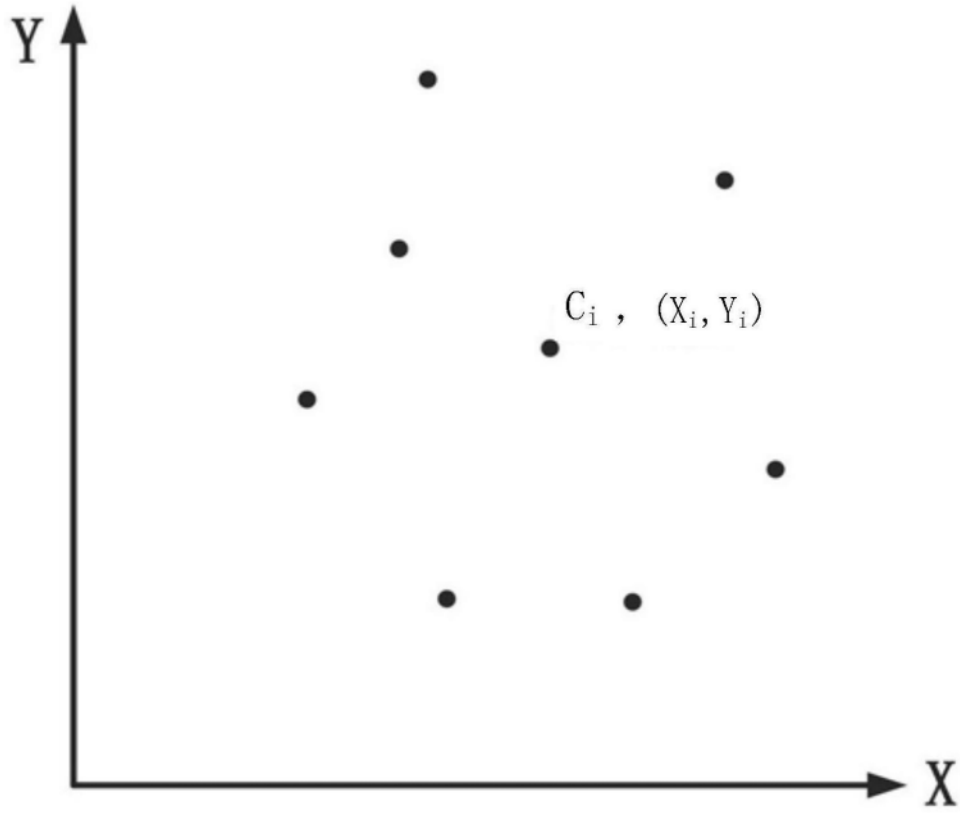


图3

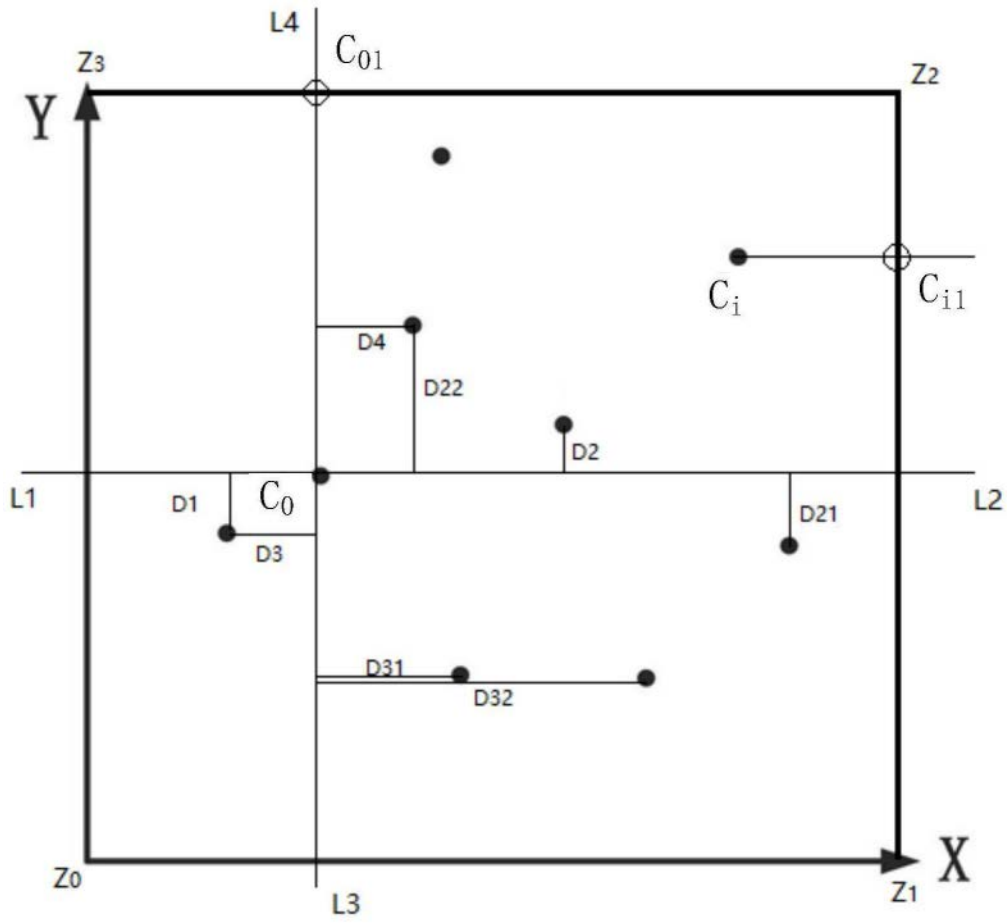


图4

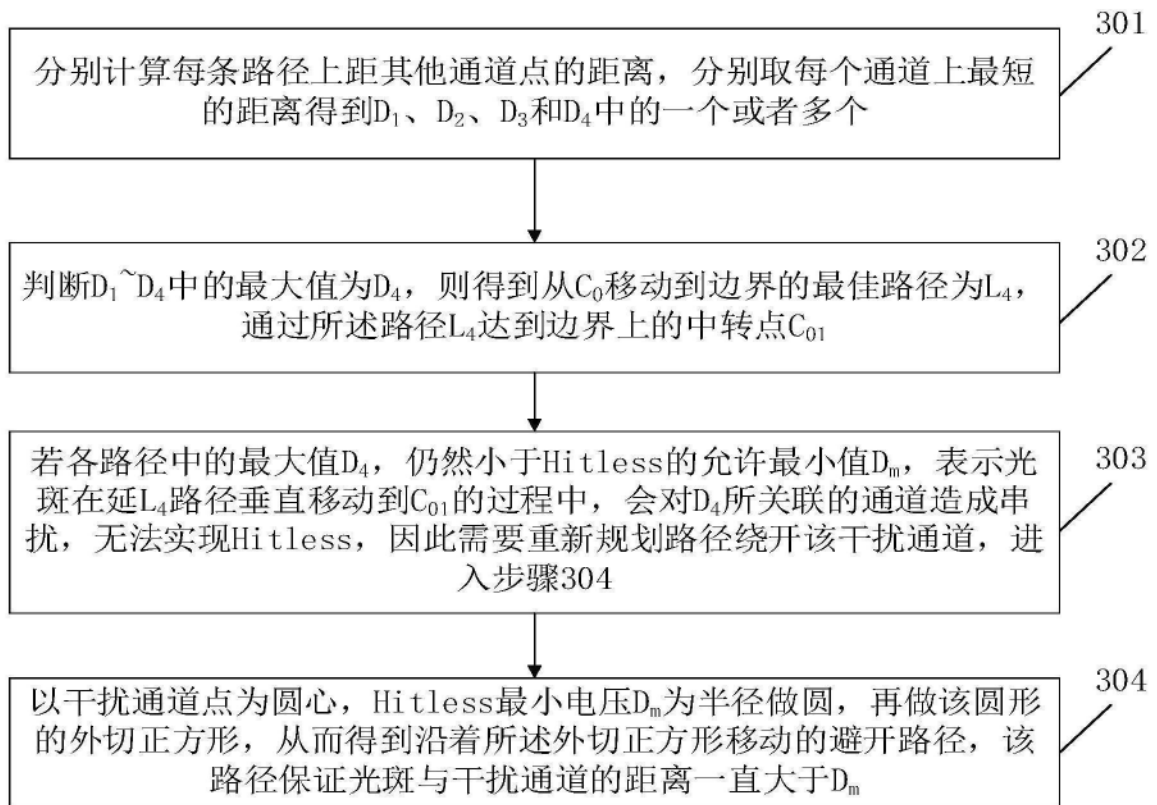


图5

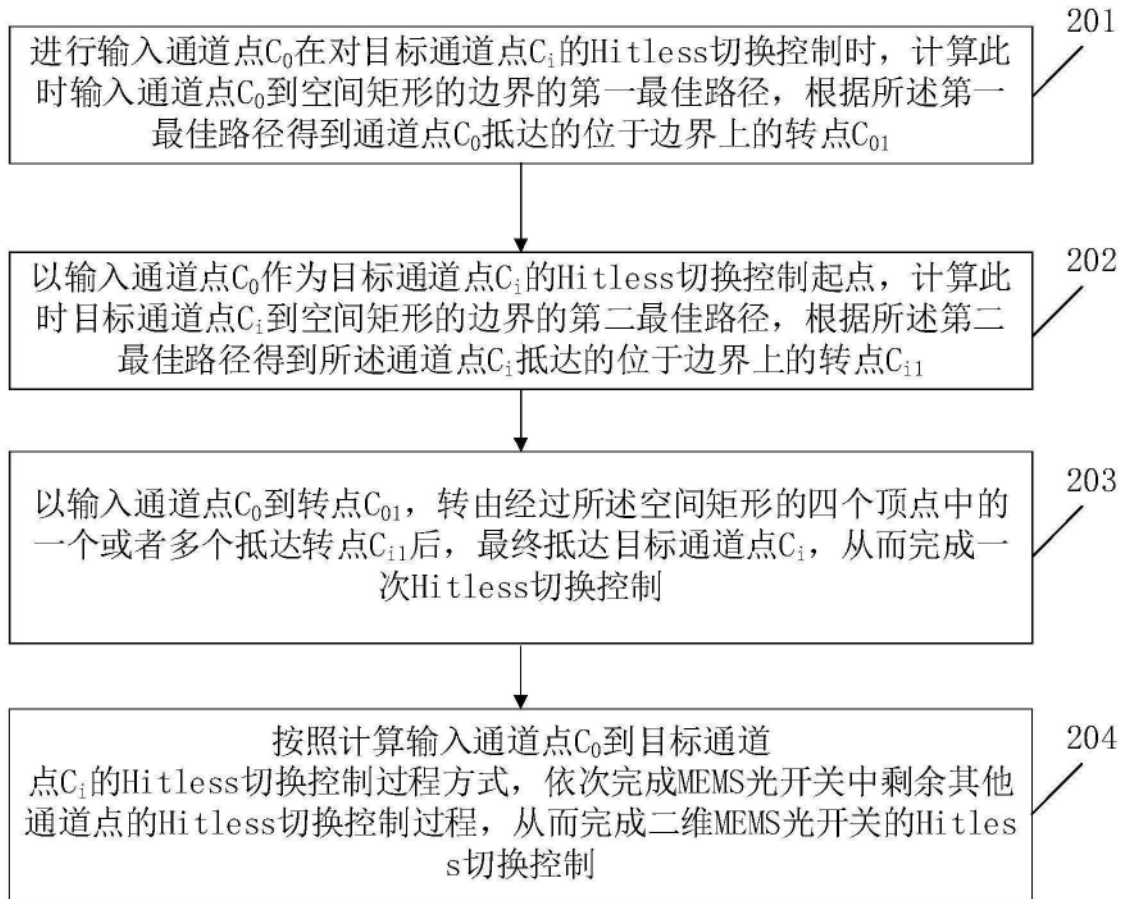


图6

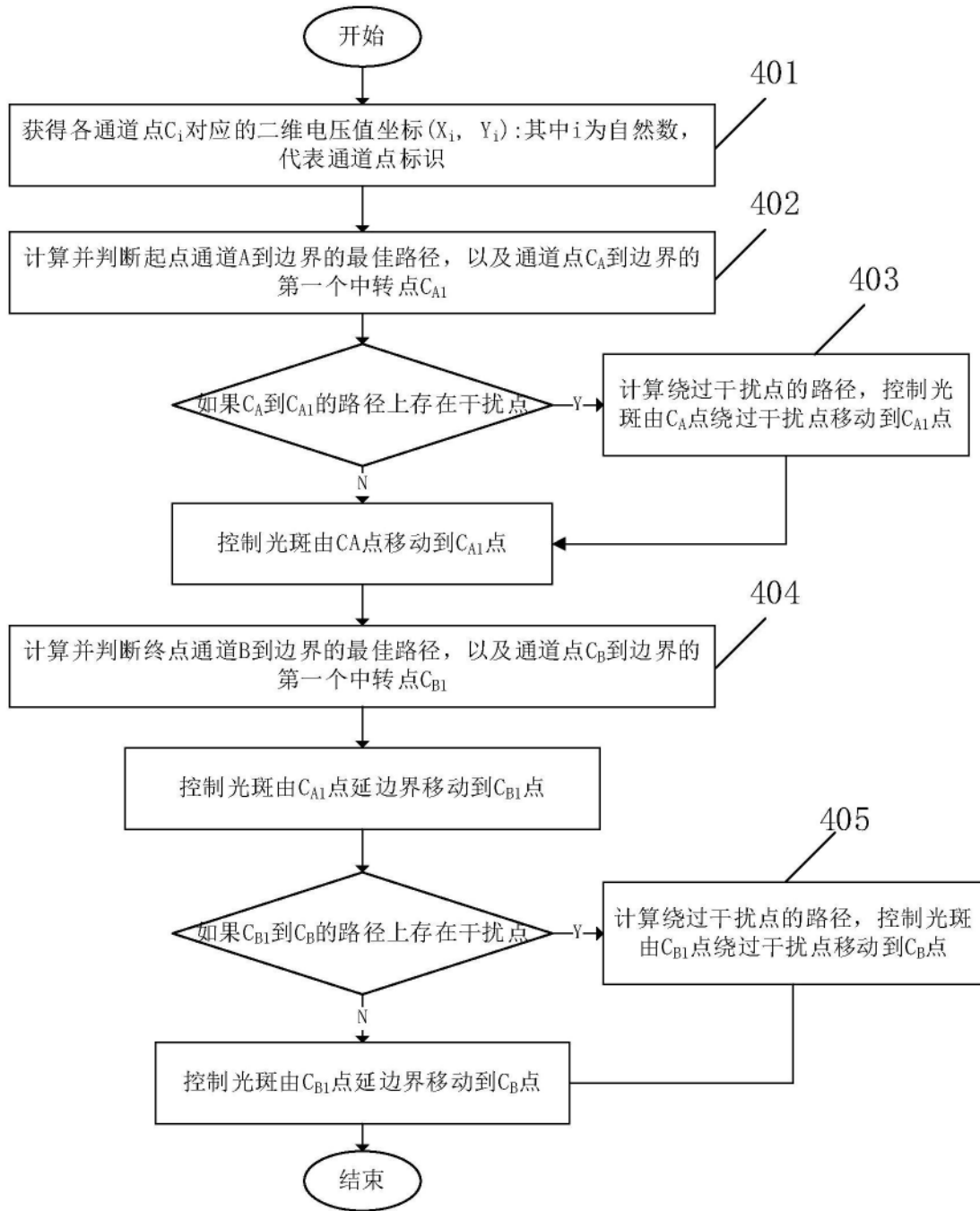


图7

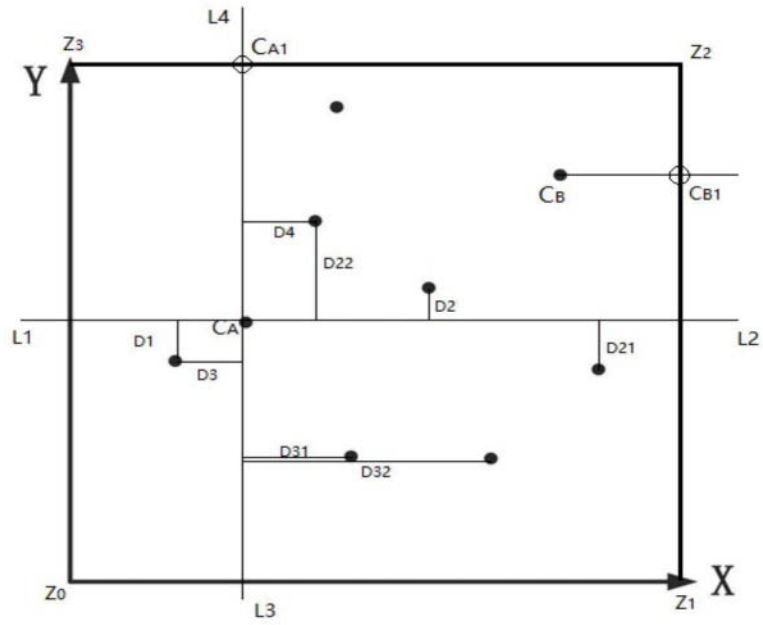


图8

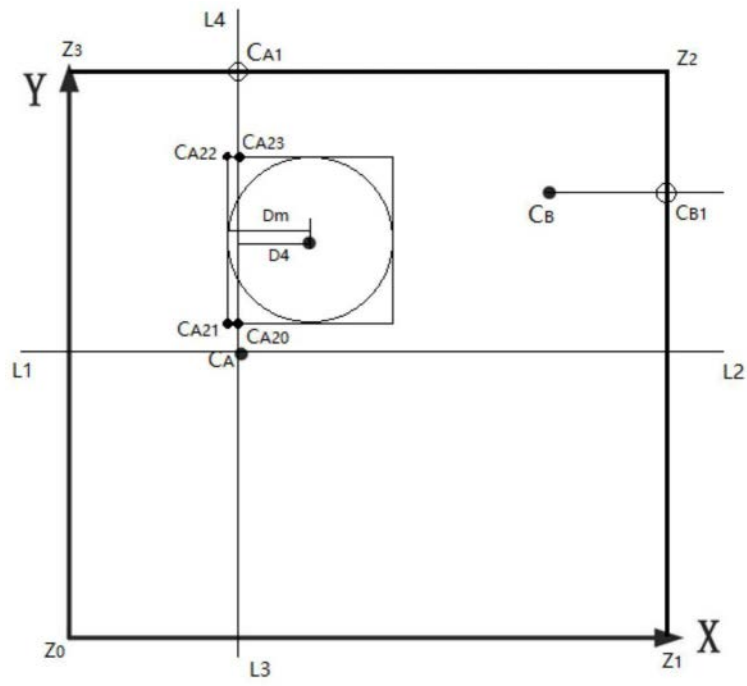


图9

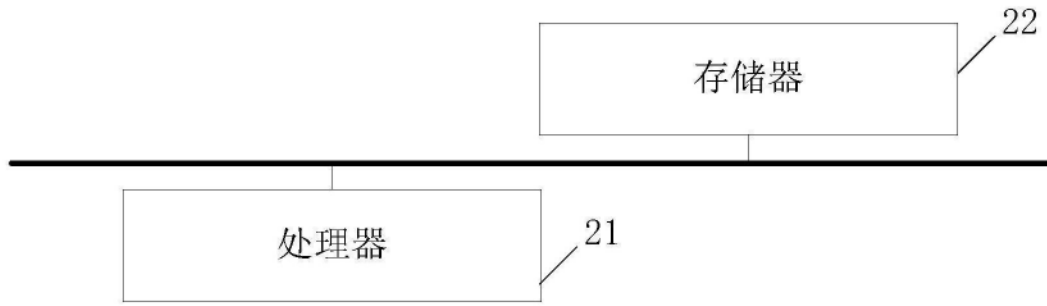


图10