



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109490865 B

(45) 授权公告日 2021.03.05

(21) 申请号 201811512676.3

(22) 申请日 2018.12.11

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109490865 A

(43) 申请公布日 2019.03.19

(73) 专利权人 锐驰智光(北京)科技有限公司
地址 100087 北京市海淀区世纪科贸大厦B座2205

(72) 发明人 姜波 金元浩 赵忠尧

(74) 专利代理机构 北京律谱知识产权代理事务所(普通合伙) 11457

代理人 黄云铎

(51) Int.Cl.

G01S 7/481(2006.01)

(56) 对比文件

CN 108732987 A,2018.11.02

CN 208094846 U,2018.11.13

CN 106443634 A,2017.02.22

EP 0835423 B1,2002.05.02

US 2010046953 A1,2010.02.25

Ken-ichi SATO.Prospects and Challenges of Multi-Layer Optical Networks.《IEICE TRANS. COMMUN》.2007,第E90-B卷(第8期),1890-1902.

Akihide Sano.240-Gb/s Polarization-Multiplexed 64-QAM Modulation and Blind Detection Using PLC-LN Hybrid Integrated Modulator and Digital Coherent Receiver.《2009 35th European Conference on Optical Communication》.2010,1-2.

审查员 杨娜

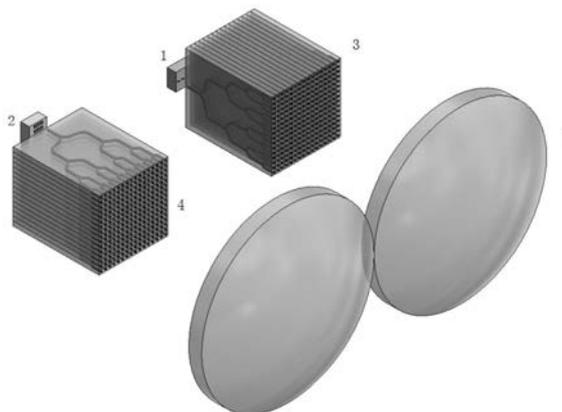
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

一种面阵激光雷达

(57) 摘要

本发明公开了一种面阵激光雷达,所述面阵激光雷达包括:激光器阵列、探测器阵列、激光光路调整装置以及信号光光路调整装置。所述激光器阵列呈线阵排列,所述激光器阵列沿第一方向设置,所述激光光路调整装置为彼此沿第一方向叠置的多个平面光波导PLC,所述激光光路调整装置设置于所述激光器阵列前方,所述探测器阵列沿第二方向设置,所述信号光光路调整装置为沿第二方向叠置的多个平面光波导PLC,所述第一方向与所述第二方向彼此垂直。



1. 一种面阵激光雷达,其特征在于,所述面阵激光雷达包括:激光器阵列、探测器阵列、光学镜头、激光光路调整装置以及信号光光路调整装置,

所述激光器阵列为激光器线阵,所述激光器线阵沿第一方向设置,所述激光光路调整装置为彼此沿第一方向叠置的多个一对多分束通道的平面光波导PLC,其多个平面光波导PLC的输入端口按线阵排列,所述激光光路调整装置设置于所述激光器阵列前方,

所述探测器阵列为探测器线阵,所述探测器线阵沿第二方向设置,所述信号光光路调整装置为彼此沿第二方向叠置的多个一对多分束通道的平面光波导PLC,其多个平面光波导PLC的输出端口按线阵排列,所述信号光光路调整装置设置于所述探测器阵列前方,

所述第一方向与所述第二方向彼此垂直,

所述光学镜头设置于所述激光光路调整装置以及信号光光路调整装置前方,

所述激光光路调整装置的每个分束通道的输入端口分别与所述激光器阵列的每个出光口对应;所述激光光路调整装置的每个分束通道的多个输出端口按线阵排列,

所述信号光光路调整装置的每个分束通道的输出端口分别与所述探测器阵列的相应探测器对应;所述信号光光路调整装置的每个分束通道的多个输入端口按线阵排列,

激光器阵列中激光器的数目、激光光路调整装置中分束通道的数目、激光光路调整装置中每个分束通道的输出端口数目、探测器阵列中探测器的数目、信号光光路调整装置中分束通道的数目以及信号光光路调整装置中每个分束通道的输入端口数目彼此相同。

2. 根据权利要求1所述的面阵激光雷达,其特征在于,所述面阵激光雷达还包括时序控制器,所述时序控制器控制所述激光器阵列中的每个激光器顺序工作,并且当任意一个激光器工作时,所述时序控制器控制所述探测器阵列中的每个探测器顺序启动,完成一维扫描,当所有激光器完成一轮工作后,完成一轮面阵扫描。

3. 根据权利要求1所述的面阵激光雷达,其特征在于,所述面阵激光雷达还包括时序控制器,所述时序控制器控制所述激光器阵列中的激光器按预定顺序工作,并且当任意一个激光器工作时,所述时序控制器控制所述探测器阵列中的探测器按预定顺序启动。

4. 根据权利要求1所述的面阵激光雷达,其特征在于,所述激光光路调整装置为多个一对多分束通道。

5. 一种采用权利要求1-4之一中所述的面阵激光雷达的激光探测系统。

一种面阵激光雷达

技术领域

[0001] 本发明涉及光学领域,具体涉及一种面阵激光雷达。

背景技术

[0002] 激光雷达是以发射激光束探测目标的位置、速度等特征量的雷达系统。从工作原理上讲,与微波雷达没有根本的区别:向目标发射探测信号(激光束),然后将接收到的从目标反射回来的信号(目标回波)与发射信号进行比较,作适当处理后,就可获得目标的有关信息,如目标距离、方位、高度、速度、姿态、甚至形状等参数,从而对飞机、导弹等目标进行探测、跟踪和识别。

[0003] 激光雷达总体上可以分为激光测距技术和扫描技术两部分。其中激光测距技术主要解决距离测量的问题,而成像技术主要解决光束扫描的问题。在极坐标系内,一个距离和两个角度,就可以唯一的确定空间的一个点,这也是一切激光雷达实现空间三维场景描绘的理论基础。

[0004] 目前,现有技术中已经存在很多关于激光雷达的记载,现有激光雷达的扫描有很多种现有解决方案:

[0005] 1. 机械扫描

[0006] 机械扫描有很多种形式,如将测距部分整体进行一维或者二维旋转,以使激光束覆盖空间一定范围;或者是利用一面或多面旋转或振动的反射镜将光束指向制定的空间区域。

[0007] 2. 电光学扫描和声光学扫描

[0008] 利用材料的电光或者声光学效应实现光学偏转。

[0009] 3. 相控阵

[0010] 利用惠更斯原理通过对光束的波前进行精细的相位控制,以实现光束的空间扫描。

[0011] 4. mems扫描

[0012] 其本质仍是一面振动的反射镜,只不过镜面尺寸较小。

[0013] 现有的上述都各有其缺点,机械扫描有大尺寸的转动部件,寿命、稳定性易受外界振动影响。电光和声光扫描,控制电路复杂,扫描角度小。相控阵生产制造难度大,偏转角度小,有旁瓣。Mems类似于机械扫描,镜片尺寸小,力学特性好,但仍然有旋转部件,仍会受影响。

发明内容

[0014] 针对现有技术的不足,本发明希望提供一种能够解决上述问题中的至少一种的面阵激光雷达。

[0015] 具体而言,本发明提供一种面阵激光雷达,其特征在于,所述面阵激光雷达包括:激光器阵列、探测器阵列、光学镜头、激光光路调整装置以及信号光路调整装置。

[0016] 优选地,所述激光器阵列为激光器线阵,所述激光器线阵沿第一方向设置,所述激光光路调整装置为彼此沿第一方向叠置的多个一对多分束通道,所述激光光路调整装置设置于所述激光器阵列前方,所述探测器阵列为探测器线阵,所述探测器线阵沿第二方向设置,所述信号光光路调整装置为沿第二方向叠置的多个一对多分束通道,所述第一方向与所述第二方向彼此垂直,所述光学镜头设置于所述激光光路调整装置以及信号光光路调整装置前方。

[0017] 优选地,所述激光光路调整装置为彼此沿第一方向叠置的多个平面光波导PLC,所述信号光光路调整装置为沿第二方向叠置的多个平面光波导PLC。

[0018] 优选地,激光器阵列中激光器的数目、激光光路调整装置中PLC的数目、探测器阵列中探测器的数目以及信号光光路调整装置中PLC的数目彼此相同。

[0019] 优选地,所述激光光路调整装置的平面光波导PLC中,多个平面光波导PLC的输入端口按线阵排列,每个输入端口分别与所述激光器阵列的每个出光口对应;所述信号光光路调整装置的平面光波导PLC中,多个平面光波导PLC的输出端口按线阵排列,每个输出端口分别与所述探测器阵列的相应探测器对应。

[0020] 优选地,所述面阵激光雷达还包括时序控制器,所述时序控制器控制所述激光器阵列中的每个激光器顺序工作,并且当任意一个激光器工作时,所述时序控制器控制所述探测器阵列中的每个探测器顺序启动,完成一维扫描,当所有激光器完成一轮工作后,完成一轮面阵扫描。

[0021] 优选地,所述面阵激光雷达还包括时序控制器,所述时序控制器控制所述激光器阵列中的全部或部分激光器按预定顺序工作,并且当任意一个激光器工作时,所述时序控制器控制所述探测器阵列中的全部或部分探测器按预定顺序启动。

[0022] 发明原理

[0023] 申请人在研发过程中注意到,光学镜头能够将空间光束按角度映射到焦平面上。也就意味着,在焦平面上进行二维移动的点事实上就对光线角度进行了扫描。现有的一种显而易见的光学扫描方法就是面阵式的探测器和激光器。激光器和探测器是一一对应的。但是这样的生产和制造难度是非常高的。现有技术水平较难实现。

[0024] 我们知道一个平面上的点是用一个坐标 (x, y) 来表示,面阵就是事实上在对 (x, y) 进行离散化的遍历。而这个过程,通常的做法就是要么在发射端进行2维遍历,要么是在接收端遍历,或者是两者同时进行。

[0025] 不管采用哪种遍历方式,发射端遍历,要么采用大功率激光器,就对人眼有损伤,要么采用面阵激光器,与像素相同, $n*n$ 个激光器,成本高,寻址困难,驱动电路也是 $n*n$ 个。

[0026] 接收端遍历,要么采用大视场,噪声高,探测距离受限,要么采用面阵探测器,与像素相同, $n*n$ 个探测器,成本高,寻址困难,放大电路和测时电路也是 $n*n$ 个。

[0027] 而采用本发明的这种构造,可以实现 x 、 y 方向同时进行遍历,激光器 n 个,探测器 n 个,电路规模从 n 的二次方变成 n 的一次方, n 越大,优势越大,但是 n 也不能过大,过大,功率分配过小,仍然测量不远。

[0028] 技术效果

[0029] 本发明首次引入了光立方,通过将探测器阵列和激光器正交排列,在不需要任何运动部件的情况下,仅仅通过电子器件的选控,就可以快速地实现二维阵列式扫描。

[0030] 本发明采用激光器 n 个,探测器 n 个,电路规模从 n 的二次方变成 n 的一次方, n 越大,优势越大,但是 n 也不能过大,过大,功率分配过小,仍然测量不远。

[0031] 优选地, $N=16$ 或者 32 ,此时,在分辨率,电路规模,测量距离和测量速度之间取得了恰当的平衡。成本低、效果好。

[0032] 本发明的激光雷达不需要转动部件就可以实现大范围的扫描,解决了机械扫描的寿命、稳定性问题;并且,本发明的激光雷达控制电路简单,只需要能够实现相应光路中探测器的选控开启即可,并且,本发明的激光雷达生产制造的难度远小于相控阵设备,并且可以实现的探测范围大,探测范围仅受光学镜头的视场角限制,无旁瓣。

附图说明

[0033] 图1为本发明的激光雷达的简化示意图;

[0034] 图2为多个平面光波导PLC (Planar Lightwave Circuit) 顺序叠置后的结构示意图;

[0035] 图3为16个平面光波导叠置后形成的光立方的主视、左视以及后视图;

[0036] 图4为本发明实施例中所采用的探测器阵列的结构示意图;

[0037] 图5为本发明实施例中所采用的激光器阵列的结构示意图;

[0038] 图6为将探测器阵列和光立方进行组合后的结构示意图;

[0039] 图7为将激光器阵列和光立方进行组合后的结构示意图;

[0040] 图8为本发明中所采用的平面光波导PLC的光路结构示意图;

[0041] 图9为进行激光测距时,光束入射在焦平面上的示意图。

具体实施方式

[0042] 以下结合附图及实施例对本发明进行详细说明,但并不因此将本发明的保护范围限制在实施例描述的范围之中。

[0043] 实施例1

[0044] 本实施例中,如图1所示,面阵激光雷达包括:激光器阵列1、探测器阵列2、激光光路调整装置3以及信号光光路调整装置4,以及两个光学镜头5。激光器阵列采用线阵激光器阵列,激光器阵列沿水平方向设置,激光光路调整装置为彼此沿水平方向叠置的多个平面光波导PLC,激光光路调整装置设置于激光器阵列前方,探测器阵列沿垂直方向设置,信号光光路调整装置为沿垂直方向叠置的多个平面光波导PLC,激光器阵列的排列方向与探测器阵列彼此垂直。

[0045] 本实施例中采用多个平面光波导PLC叠置,分别组成两个光立方,一个光立方用做激光光路调整装置3,另一个用作信号光光路调整装置4,分别置于激光器阵列和探测器阵列前方。

[0046] 如图2所示,每个光立方具有16层,并且每个光立方的每层的一侧具有16个端口,横向排布,另一侧仅具有一个端口,光立方每层中一侧的16个端口均可以与另一侧的单个端口连通。

[0047] 本实施例中,激光器阵列中激光器的数目、两个光立方中PLC的数目以及探测器阵列中探测器的数目都是16个。

[0048] 对于激光器阵列前方的光立方而言,其每层的平面光波导PLC具有一路输入和16路输出,其多个平面光波导PLC的输入端口按线阵排列,每个输入端口分别与所述激光器阵列的每个出光口对应。

[0049] 对于探测器阵列前方的光立方而言,其每层的平面光波导PLC具有16路输入和1路输出,多个平面光波导PLC的输出端口按线阵排列,每个输出端口分别与所述探测器阵列的信号探测区域对应。每层的16路输入,共计16层组合成16*16的面阵。

[0050] 当然,本领域技术人员应该理解,虽然本文中以16*16的面阵为例进行了说明,但是本领域技术人员在本发明构思的启发下,可以采用其他数目的面阵,比如,8*8、64*64,等等。优选地,面阵的一边的数目为2的n次方,n为大于等于2的正整数。

[0051] 本发明的面阵激光雷达在使用时,将现有激光雷达的二维遍历分开进行,由发射端进行x遍历(图中竖直方向),接收端进行y遍历(图中水平方向)。由于xy是正交的,两者组合起来,刚好能实现二维的遍历。

[0052] 本发明采用一对多的平面光波导PLC,其作用主要是能将光约束在波导之内,同时能够进行光功率分配,如图8所示是一个1:16的PLC。该器件也能够反过来使用,实现光的合束功能。

[0053] 例如,功率为P的光从端口0入射,光功率将会从端口1-端口16输出,每路输出的光功率将是P/16。

[0054] 又如,光从端口1-端口16入射,将会从端口0输出,其功率为16个端口入射功率之和。

[0055] 光立方的结构如图2-3所示,其是将16个PLC进行堆叠后所形成的立方结构。立方的一面为16*16个端口,另一面为16个端口。按下面规则对端口进行编号。端口地址=(PLC编号,端口号)。

[0056] 如图4所示,探测器阵列为16个探测器排成线阵,探测器的周期与PLC的端口周期相同(周期是指相邻两个探测器中心的空间距离)。

[0057] 如图5所示,激光器阵列为16个激光器排成线阵,激光器的周期与PLC的端口周期相同。

[0058] 如图6所示,将探测器阵列和光立方进行组合,DETECTOR1对准光立方的(行1,端口0)端口,探测器16对准光立方的(行16,端口0)端口。

[0059] 这样,从光立方的任意端口(行x,端口y)入射的光将通过光立方分配到所在行x对应的探测器探测器x。

[0060] 如图7所示为将激光器阵列和光立方进行组合后的结构,LD1对准光立方的(行1,端口0)端口,LD16对准光立方的(行16,端口0)端口。

[0061] 这样,从LDx激光器发出的光将被均匀的分配至行x的端口1至端口16

[0062] 返回图1,将探测器模块和激光器模块并排排列,其中探测器阵列为y方向,激光器阵列为x方向,对应的两个光立方也是处于正交状态。将光立方的端口阵列的平面放置于光学镜头的焦平面处。

[0063] 实现光学扫描的方法是:

[0064] LD1发光,其发出的光将从光立方的行1的端口1-端口16同时发出,经过光学镜头照射到待测物体后,激光被反射,由接收模块的光立方的行1-行16的端口1所接收,进而被

探测器1-探测器16同时接收,此时通过电路对探测器进行选择控制,从探测器1输出信号。使LD1连续发光16次,顺序选择探测器,将能够实现16个点的一维扫描。以此类推,继续使LD2-LD16发光,将实现另一个维度的扫描。本发明的设备可以实现对整个面阵所对应区域的扫描,也可以根据需要对部分面阵所对应的区域进行扫描,比如,可以对其中的4*4范围内的一个特定区域进行扫描或者对其中的某一个点所对应区域进行探测。

[0065] 通过这种装置,没有任何运动部件,仅仅依靠电路的选择控制,就能够实现镜头焦平面上,16*16的点阵扫描,也就是实现了光束的空间扫描。

[0066] 然后,通过激光测距的现有测距原理,就可以实现对目标的扫描测距。

[0067] 测距是在极坐标系下进行的,设空间任意点M,它在直角坐标系中的坐标为(x,y,z),则如下的有序数组(r, φ, θ)称为点M的球坐标:坐标r是点M到原点的距离,φ是通过z轴和点M的半平面与坐标面zOx所构成的角;θ是线段OM与z轴正方向的夹角,因此,在空间中这些坐标的变化范围是:

[0068] $0 \leq r \leq +\infty; 0 \leq \varphi \leq 2\pi; 0 \leq \theta \leq \pi$

[0069] 本发明利用了理想光学镜头的一个原理,即,对于理想光学镜头而言,它具有将不同角度入射光线映射到焦平面上不同点的功能。也就是在镜头焦平面上一个坐标确定的点(x,y),对应着极坐标系内(r, φ, θ)的光束,其中r为任意值。

[0070] 也就是说,通过采用本发明的面阵扫描的激光雷达,通过将探测器所对应的光立方的入光口(16*16面阵一侧)设置在光学镜头的焦平面上,能够实现对整个光学镜头视场范围内的探测。当然,激光器阵列前方的光立方的出光口,也设置在其前方的光学镜头的焦平面上,这样当激光器阵列所发出的光沿着光立方不同的出光口入射在光学镜头上之后,经光学镜头折射后,能够射向不同的方向,进而实现更大面积的探测。

[0071] 虽然上面结合本发明的优选实施例对本发明的原理进行了详细的描述,本领域技术人员应该理解,上述实施例仅仅是对本发明的示意性实现方式的解释,并非对本发明包含范围的限定。实施例中的细节并不构成对本发明范围的限制,在不背离本发明的精神和范围的情况下,任何基于本发明技术方案的等效变换、简单替换等显而易见的改变,均落在本发明保护范围之内。

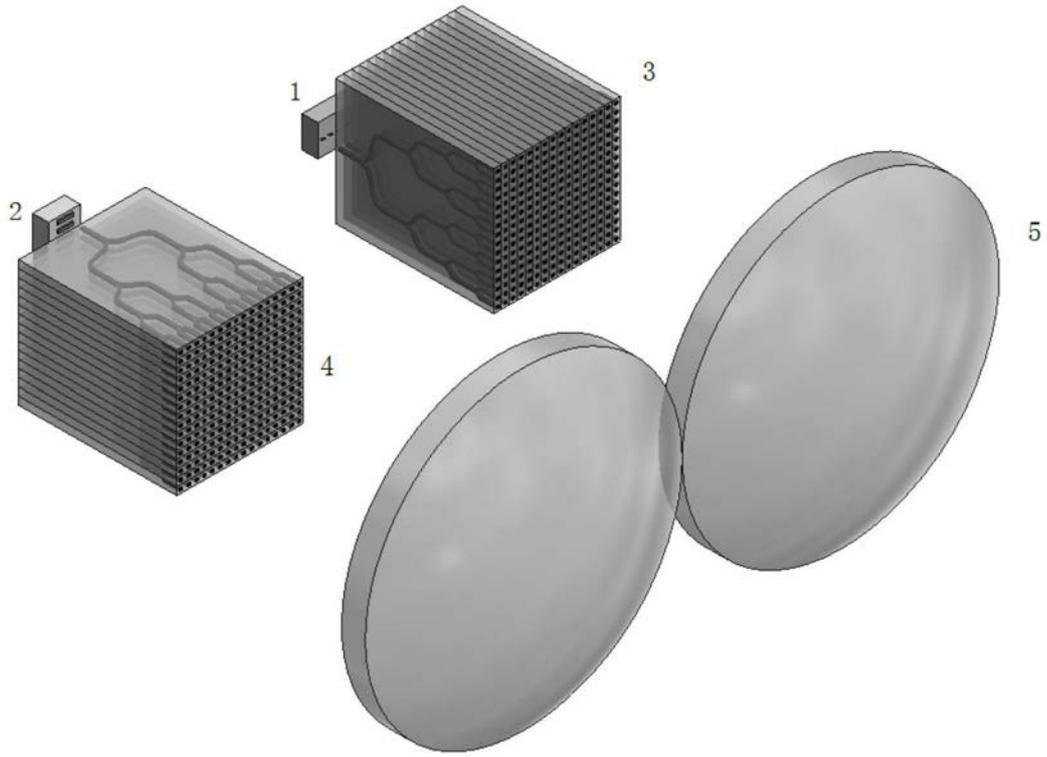


图1

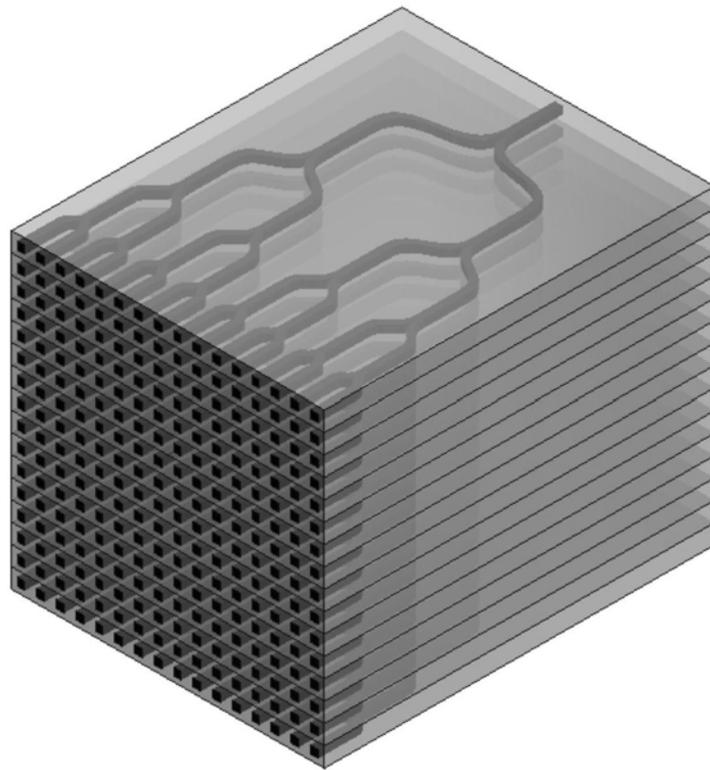


图2



图3

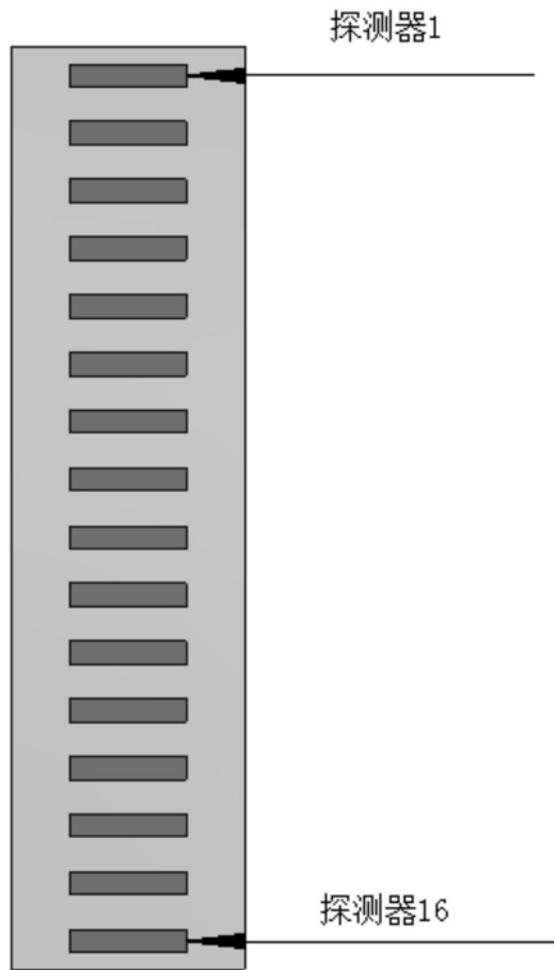


图4

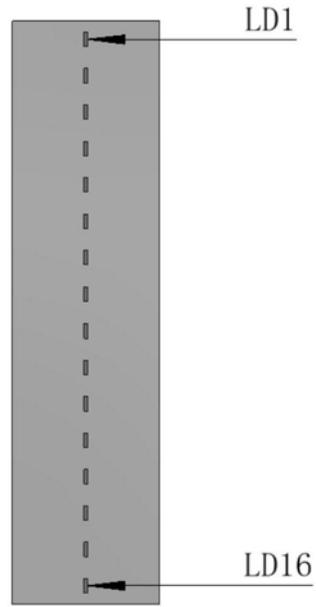


图5

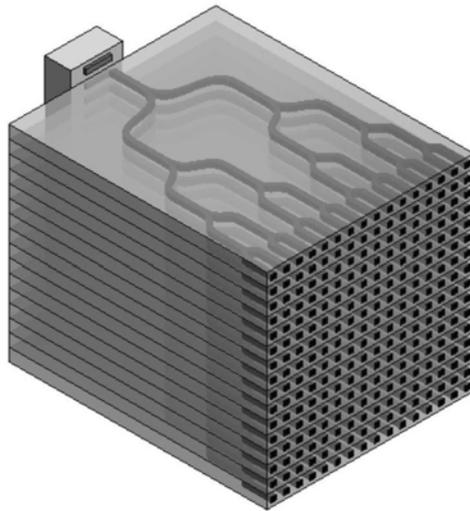


图6

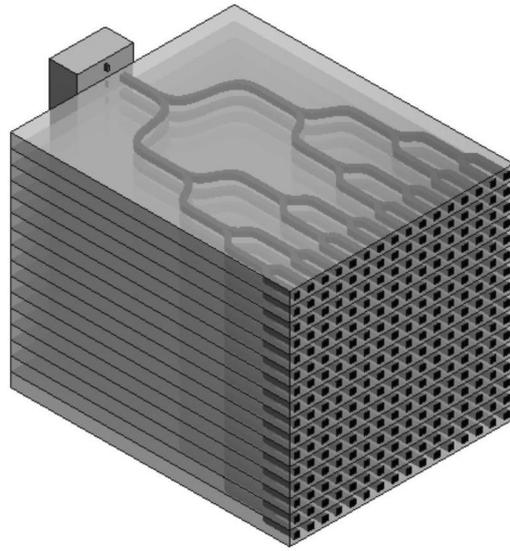


图7

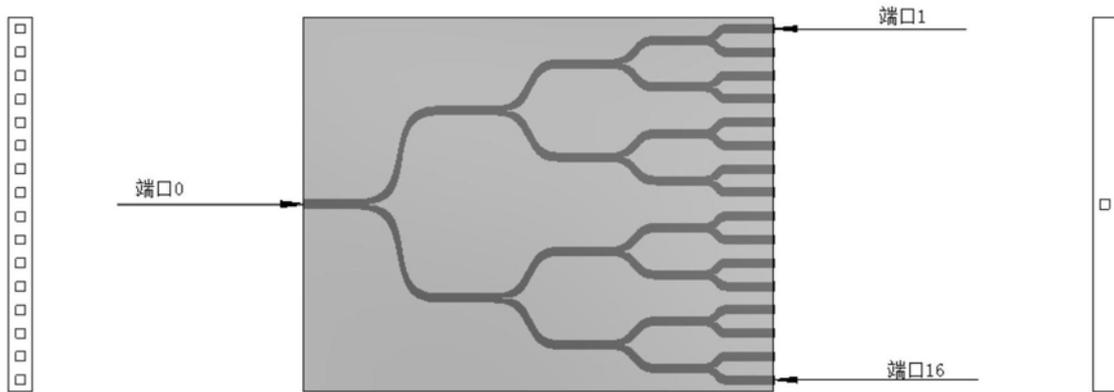


图8

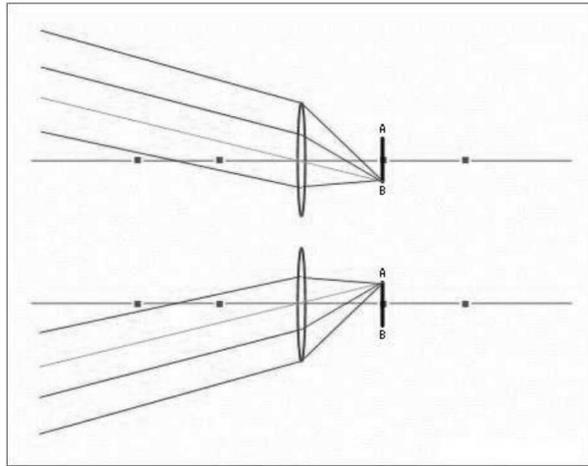


图9