



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105824029 B

(45)授权公告日 2018.09.04

(21)申请号 201610303450.7

G01S 7/481(2006.01)

(22)申请日 2016.05.10

审查员 陈曦

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105824029 A

(43)申请公布日 2016.08.03

(73)专利权人 深圳市速腾聚创科技有限公司

地址 518000 广东省深圳市南山区丽山路

硅谷大学城创业园A座1915

(72)发明人 邱纯鑫 刘乐天

(74)专利代理机构 广州华进联合专利商标代理

有限公司 44224

代理人 刘诚

(51)Int.Cl.

G01S 17/08(2006.01)

G01S 17/58(2006.01)

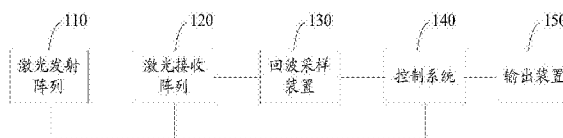
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

多线激光雷达

(57)摘要

本发明涉及一种多线激光雷达,包括:激光发射阵列,用于发射多路激光;激光接收阵列,用于接收由目标物体反射的多路激光回波;回波采样装置,用于采用时分复用方式对所述多路激光回波进行采样并输出采样数据流;控制系统,分别与所述激光发射阵列、所述激光接收阵列以及所述回波采样装置连接;所述控制系统用于对所述激光发射阵列和所述激光接收阵列的工作进行控制,并根据所述采样数据流确定测量数据;以及输出装置,用于输出所述测量数据。上述多线激光雷达,回波采样装置通过时分复用方式进行采样后通过控制系统进行实时处理,有利于提高测量过程的实时性。



1. 一种多线激光雷达,其特征在于,包括:

激光发射阵列,用于发射多路激光;

激光接收阵列,用于接收由目标物体反射的多路激光回波;

回波采样装置,用于采用时分复用方式对所述多路激光回波进行采样并输出采样数据流;所述回波采样装置为模数转换回波采样装置;

控制系统,分别与所述激光发射阵列、所述激光接收阵列以及所述回波采样装置连接;所述控制系统用于对所述激光发射阵列和所述激光接收阵列的工作进行控制,并根据所述采样数据流确定测量数据;所述控制系统包括波形筛选系统以及时分复用数字信号处理阵列;所述波形筛选系统用于从所述采样数据流中筛选出满足预设波形条件的回波并将筛选结果输出给所述时分复用数字信号处理阵列;所述时分复用数字信号处理阵列用于根据所述筛选结果处理得到 时间间隔信息并根据所述时间间隔信息确定出目标物体的距离信息;以及

输出装置,用于输出所述测量数据。

2. 根据权利要求1所述的多线激光雷达,其特征在于,所述回波采样装置的采样频率为每秒千兆次采样级的采样频率。

3. 根据权利要求1所述的多线激光雷达,其特征在于,所述控制系统还包括依次连接的接收功率评估系统、自动功率控制系统和激光发射控制系统;所述接收功率评估系统用于根据所述波形筛选系统的筛选结果计算回波的功率值;所述自动功率控制系统用于根据所述功率值计算得到功率补偿值;所述激光发射控制系统用于根据所述功率补偿值对所述激光发射阵列的发射功率进行控制。

4. 根据权利要求1所述的多线激光雷达,其特征在于,还包括:

发射准直光学系统,设置在所述激光发射阵列的出射光侧,用于对所述激光发射阵列发射的多路激光进行准直;以及

激光接收聚焦系统,设置在所述激光接收阵列的入射光侧,用于对由目标物体反射的各路激光回波进行聚焦。

5. 根据权利要求4所述的多线激光雷达,其特征在于,所述多线激光雷达包括固定部、旋转部以及旋转机构;所述固定部和所述旋转部之间通过旋转机构连接;

所述激光发射阵列、所述发射准直光学系统、所述激光接收聚焦系统、所述激光接收阵列、所述回波采样装置均固定设置在所述旋转部;所述控制系统包括FPGA主控系统和FPGA数据集成系统;所述FPGA主控系统设置在所述旋转部;所述FPGA数据集成系统设置在所述固定部;

所述输出装置设置在所述固定部,且与所述FPGA数据集成系统连接;所述固定部还设置有旋转角测量系统;所述旋转角度测量系统与所述FPGA数据集成系统连接,用于测量旋转部的旋转角度信息;所述FPGA主控系统用于根据所述采样数据流确定测量数据并输出给所述FPGA数据集成系统;所述FPGA数据集成系统用于接收所述旋转角度信息以及所述测量数据,并生成带角度的测量数据后输出给所述输出装置。

6. 根据权利要求5所述的多线激光雷达,其特征在于,所述旋转结构上设置有无线通信系统,用于实现所述FPGA主控系统和所述FPGA数据集成系统之间的通信连接。

7. 根据权利要求5所述的多线激光雷达,其特征在于,所述旋转部还包括支架;所述激

光发射阵列和所述激光接收阵列分别固定在所述支架的两侧且由所述支架分隔开来。

8. 根据权利要求7所述的多线激光雷达,其特征在于,还包括设置在所述旋转部的发射光路系统和接收光路系统;

所述发射光路系统设置在所述激光发射阵列和所述发射准直光学系统之间;所述发射光路系统用于控制所述多路激光沿平行于所述激光发射阵列的出射光的方向射出;

所述接收光路系统设置在所述激光接收阵列和所述激光接收聚焦系统之间;所述接收光路系统用于控制所述多路激光回波沿所述激光回波的入射方向输出至所述激光接收阵列。

9. 根据权利要求4所述的多线激光雷达,其特征在于,所述发射准直光学系统包括准直发射镜头;所述激光接收聚焦系统包括聚焦接收镜头;所述准直发射镜头和所述聚焦接收镜头均固定在弧形曲面上。

多线激光雷达

技术领域

[0001] 本发明涉及激光探测技术领域,特别是涉及一种多线激光雷达。

背景技术

[0002] “雷达”是一种利用电磁波探测目标的位置的电子装置,主要用于探测目标的距离、速度、角位置等运动参数。雷达包括超声波雷达、微波雷达以及激光雷达。激光雷达是利用激光光波来完成探测任务。传统的激光雷达多应用于定点测量。当多线测量时测量速度达不到要求,无法满足实时性要求。

发明内容

[0003] 基于此,有必要提供一种实时性较高的多线激光雷达。

[0004] 一种多线激光雷达,包括:激光发射阵列,用于发射多路激光;激光接收阵列,用于接收由目标物体反射的多路激光回波;回波采样装置,用于采用时分复用方式对所述多路激光回波进行采样并输出采样数据流;控制系统,分别与所述激光发射阵列、所述激光接收阵列以及所述回波采样装置连接;所述控制系统用于对所述激光发射阵列和所述激光接收阵列的工作进行控制,并根据所述采样数据流确定测量数据;以及输出装置,用于输出所述测量数据。

[0005] 在其中一个实施例中,所述回波采样装置为模数转换回波采样装置;所述控制系统包括波形筛选系统以及时分复用数字信号处理阵列;所述波形筛选系统用于从所述采样数据流中筛选出满足预设波形条件的回波并将筛选结果输出给所述时分复用数字信号处理阵列;所述时分复用数字信号处理阵列用于根据所述筛选结果处理得的时间间隔信息并根据所述时间间隔信息确定出目标物体的距离信息。

[0006] 在其中一个实施例中,所述回波采样装置的采样频率为每秒千兆次采样级的采样频率。

[0007] 在其中一个实施例中,所述控制系统还包括依次连接的接收功率评估系统、自动功率控制系统和激光发射控制系统;所述接收功率评估系统用于根据所述波形筛选系统的筛选结果计算回波的功率值;所述自动功率控制系统用于根据所述功率值计算得到功率补偿值;所述激光发射控制系统用于根据所述功率补偿值对所述激光发射阵列的发射功率进行控制。

[0008] 在其中一个实施例中,还包括:发射准直光学系统,设置在所述激光发射阵列的出射光侧,用于对所述激光发射阵列发射的多路激光进行准直;以及激光接收聚焦系统,设置在所述激光接收阵列的入射光侧,用于对由目标物体反射的各路激光回波进行聚焦。

[0009] 在其中一个实施例中,所述多线激光雷达包括固定部、旋转部以及旋转机构;所述固定部和所述旋转部之间通过旋转机构连接;所述激光发射阵列、所述发射准直光学系统、所述激光接收聚焦系统、所述激光接收阵列、所述回波采样装置均固定设置在所述旋转部;所述控制系统包括FPGA主控系统和FPGA数据集成系统;所述FPGA主控系统设置在所述旋转

部;所述FPGA数据集成系统设置在所述固定部;所述输出装置设置在所述固定部,且与所述FPGA数据集成系统连接;所述固定部还设置有旋转角测量系统;所述旋转角度测量系统与所述FPGA数据集成系统连接,用于测量旋转部的旋转角度信息;所述FPGA主控系统用于根据所述采样数据流确定测量数据并输出给所述FPGA数据集成系统;所述FPGA数据集成系统用于接收所述旋转角度信息以及所述测量数据,并生成带角度的测量数据后输出给所述输出装置。

[0010] 在其中一个实施例中,所述旋转结构上设置有无线通信系统,用于实现所述FPGA主控系统和所述FPGA数据集成系统之间的通信连接。

[0011] 在其中一个实施例中,所述旋转部还包括支架;所述激光发射阵列和所述激光接收阵列分别固定在所述支架的两侧且由所述支架分隔开来。

[0012] 在其中一个实施例中,还包括设置在所述旋转部的发射光路系统和接收光路系统;所述发射光路系统设置在所述激光发射阵列和所述发射准直光学系统之间;所述发射光路系统用于控制所述多路激光沿平行于所述激光发射阵列的出射光的方向射出;所述接收光路系统设置在所述激光接收阵列和所述激光接收聚焦系统之间;所述接收光路系统用于控制所述多路激光回波沿所述激光回波的入射方向输出至所述激光接收阵列。

[0013] 在其中一个实施例中,所述发射准直光学系统包括准直发射镜头;所述激光接收聚焦系统包括聚焦接收镜头;所述准直发射镜头和所述聚焦接收镜头均固定在弧形曲面上。

[0014] 上述多线激光雷达,激光发射阵列可以同时发出多路激光,激光接收阵列用于接收由目标物体反射回来的多路激光回波。回波采样装置通过时分复用方式对激光接收阵列接收到的多路激光回波进行采样,并输出采样数据流以供控制系统确定出测量数据后通过输出装置输出。上述多线激光雷达,回波采样装置通过时分复用方式进行采样后通过控制系统进行实时处理,有利于提高测量过程的实时性。

附图说明

[0015] 图1为一实施例中的多线激光雷达的结构框图;

[0016] 图2为图1中的控制系统的结构框图;

[0017] 图3为另一实施例中的多线激光雷达的结构框图;

[0018] 图4为一实施例中的多线激光雷达的具体结构示意图;

[0019] 图5为图4的俯视图;

[0020] 图6为图4中的多线激光雷达的发射光路和接收光路的示意图;

[0021] 图7为图4中的发射准直光学系统的结构示意图;

[0022] 图8为图4中的激光接收聚焦系统的结构示意图。

具体实施方式

[0023] 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。

[0024] 图1为一实施例中的多线激光雷达的结构框图。该多线激光雷达包括激光发射阵

列110、激光接收阵列120、回波采样装置130、控制系统140以及输出装置150。

[0025] 激光发射阵列110用于发射多路激光。其中,激光发射阵列110发射的激光为脉冲激光。激光发射阵列110包括多个阵列排布的激光发射器。

[0026] 激光接收阵列120则用于接收由目标物体反射来的多路脉冲激光。激光接收阵列120同样包括多个阵列排布的激光接收器。激光接收器的数量与激光发射器的数量相同。在其他的实施例中,激光发射阵列110和激光接收阵列120的排列方式可以根据实际需要进行设定。

[0027] 回波采样装置130与激光接收阵列120连接。回波采样装置130用于采用时分复用方式对激光接收阵列120接收到的激光回波进行采样,并生成采样数据流后输出。通过时分复用方式进行多路激光回波的采样,可以有效提高采样效率,且有利于提高测量过程的实时性。回波采样装置130的采样频率为GSPS(Gigabit Samples Per Second,即每秒千兆次采样)级,从而使得得到的采样数据流为GSPS级数据流(也可以称之为高速采样数据流)。在本实施例中,回波采集装置130为ADC采样装置(模数转换采样装置),其采集到的数据流为600000次回波信号每秒的高速数据流。该数据流为8bit ADC量化后的数据流。

[0028] 控制系统140分别与激光发射阵列110、激光接收阵列120以及回波采样装置130连接。控制系统140用于对激光发射阵列110、激光接收阵列120以及回波采样装置130的工作状态进行控制。并且,控制系统140还用于根据采样数据流确定测量数据。具体地,控制系统140可以通过FPGA(Field-Programmable Gate Array,现场可编程门阵列)来实现。控制系统140包括波形筛选系统142和时分复用数字信号处理阵列(时分复用DSP阵列)144,如图2所示。波形筛选系统142用于从采样数据流中筛选出满足预设波形条件的回波。预设波形条件可以是波形的峰值、相位等参数条件。具体地,波形筛选系统142内存储有预设波形模板。因此,波形筛选系统142将采样数据流中的波形与预设波形模板进行匹配,根据匹配程度判断采样数据流中的波形是否满足预设波形条件。波形筛选系统142将包含满足预设波形条件的波形的数据点序列提取后打包发送给时分复用DSP阵列144。时分复用DSP阵列144由FPGA逻辑资源和乘法器构建而成,以对筛选出的数据进行一系列的乘法及迭代运算,以得到代表距离信息的时间间隔信息。时分复用DSP阵列144还会根据得到的时间间隔信息转换为距离信息后结合其他辅助信息打包发送。时间间隔信息转换为距离信息的计算公式如下:

[0029] $D=T * Ca/2$ 。

[0030] 其中,D表示距离,Ca表示空气中光传播速度,T表示时间间隔信息,为回波和参考信号与模板相关度分别达到最大值的时刻的差值的绝对值。通过将得到的距离信息与其他辅助信息如点序列号、信道衰减值以及检验信息等进行打包发送,有利于提高数据传输过程的稳定性以及安全性。在其他的实施例中,回波采样装置130也可以集成在控制系统140内。

[0031] 输出装置150用于控制系统140输出的测量数据输出。在本实施例中,输出装置150为输出接口。在其他的实施例中,输出装置150可以为显示装置,直接将测量数据显示输出。

[0032] 上述多线激光雷达,激光发射阵列110可以同时发出多路激光,激光接收阵列120用于接收由目标物体反射回来的多路激光回波。回波采样装置130通过时分复用方式对激光接收阵列120接收到的多路激光回波进行采样并输出采样数据流以供控制系统140确定

出测量数据并通过输出装置150输出。上述多线激光雷达,回波采样装置130通过时分复用方式进行采样后通过控制系统140进行实时处理,有利于提高测量过程的实时性。同时,控制系统140采用时分复用DSP阵列对数据进行计算处理,可以进一步提高测量过程的实时性。

[0033] 在一实施例中,控制系统140还包括依次连接的接收功率评估系统145、自动功率控制系统147和激光发射控制系统149,如图2所示。接收功率评估系统145与波形筛选系统142连接,用于根据波形筛选系统142的筛选结果进行回波功率值计算。自动功率控制系统(AGC)147用于根据计算得到的功率值计算出功率补偿值。激光发射控制系统149则用于根据该功率补偿值调整发射功率补偿光路衰减,使得下次得到的回波能量恰好在期待的功率范围内,从而获得具有较好信噪比的回波信号,从而有利于提高测量的准确度。

[0034] 图3为另一实施例中的多线激光雷达的结构框图。该多线激光雷达包括旋转部200、固定部300和旋转机构400。旋转部200通过旋转机构400与固定部300连接。其中,旋转部200包括相互连接的距离测量系统210和FPGA主控系统220。固定部300则包括相互连接的角度测量系统310、FPGA数据集成系统320和输出装置330。FPGA主控系统220和FPGA数据集成系统320形成多线激光雷达的控制系统。旋转机构400内设置有带能量的无线通信系统410。FPGA主控系统220通过无线通信系统与FPGA数据集成系统320进行通信连接。

[0035] 上述多线激光雷达,FPGA主控系统220与距离测量系统210连接且设置在旋转部200,FPGA数据集成系统320和角度测量系统310、输出装置330连接且设置在固定部300。FPGA主控系统220通过旋转机构400中的无线通信系统410与FPGA数据集成系统320进行通信连接,从而形成多线激光雷达的控制系统。通过将控制系统中的FPGA主控系统220和FPGA数据集成系统320单独设置且分别设置在旋转部200和固定部300,有利于提高系统的稳定性。

[0036] 在本实施例中,距离测量系统210包括激光发射阵列212、发射准直光学系统214、激光接收聚焦系统216以及激光接收阵列218。激光发射阵列212和激光接收阵列218分别与FPGA主控系统220连接。激光发射阵列212用于发射多路脉冲激光(4路、8路、16路、32路、64路)。多路激光的路数可以根据需要设置,如设置成偶数路。发射准直光学系统214设置在激光发射阵列212的出射光侧。发射准直光学系统214用于对激光发射阵列212发射的多路激光进行准直。激光接收聚焦系统216设置在激光接收阵列218的入射光侧。激光接收聚焦系统216用于对由目标物体反射的各路激光回波进行聚焦后输出给激光接收阵列218。激光接收阵列218用于接收经过激光接收聚焦系统216聚焦后的多路激光回波。通过对入射光进行聚焦,并对出射光进行准直,有利于提高测量的精确度。FPGA主控系统210用于对激光发射阵列212和激光接收阵列218进行控制。FPGA主控系统210还用于根据接收到的多路激光回波确定测量数据(距离信息)。FPGA主控系统210的工作过程在前述实施例中已说明,此处不赘述。

[0037] 角度测量系统310用于对旋转部200的旋转角度进行测量并输出给FPGA数据集成系统320。角度测量系统310可以采用本领域常用的高精度旋转角度测量系统来实现。FPGA数据集成系统320用于接收角度测量系统310输出的角度信息和FPGA主控系统220输出的距离信息,从而生成带角度的测量数据后通过输出装置330输出。输出装置330可以为多路激光测距数据输出接口,也可以为能够进行直观显示的显示装置。

[0038] 图4为一实施例中的多线激光雷达的具体结构示意图,图5为图4的俯视图。在本实施例中,旋转部200包括支架230。激光发射阵列212和激光接收阵列218分别固定在支架230的两侧且由支架230分隔开来。并且,激光发射阵列212中的多个激光发射器和激光接收阵列218中的多个激光接收器均沿支架230竖向间隔排列。在本实施例中,多个激光发射器和多个激光接收器所在的支架面均为弧形曲面。激光发射阵列212的出射光和激光接收阵列218的入射光之间的夹角呈90度。距离测量系统210还包括发射光路系统和接收光路系统。发射光路系统设置在激光发射阵列212和发射准直光学系统214之间。发射光路系统用于控制多路激光沿平行于激光发射阵列212的出射光方向射出。具体地,发射光路系统包括第一光学透镜242和第二光学透镜244。第一光学透镜242和第二光学透镜244平行设置,并且与激光发射阵列212的出射光呈45度夹角。同时,第一光学透镜242和第二光学透镜244的反射面朝激光发射阵列212设置。接收光路系统则设置在激光接收聚焦系统216和激光接收阵列218之间。接收光路系统用于控制多路激光沿激光回波的反射方向输出至激光接收阵列218。具体地,接收光路系统包括第三光学透镜252和第四光学透镜254。第三光学透镜252和第四光学透镜254平行设置,并且与激光接收阵列218的入射光呈45度夹角。第三透镜252和第四光学透镜254的反射面朝激光接收阵列218设置。发射光路和接收光路的示意图如图6示。激光发射阵列212中的多个激光发射器发射的激光经装在激光发射阵列212前面的第一光学镜片242反射90°后入射到安装在第一光学镜片242前面的第二光学镜片244。经第二光学镜片244反射90°后入射到发射准直光学系统214,经过发射准直光学系统214准直后直接入射到目标物体(或探测物体)。经探测物体反射后入射到激光接收聚焦系统216,经过激光接收聚焦系统216聚焦后入射到第三光学镜片252,经第三光学镜片252反射90°后入射到第四光学镜片254,经第四光学镜片254反射90°后入射到激光接收阵列218。在本实施例中,第一光学镜片242、第二光学镜片244、第三光学镜片252和第四光学镜片254均为普通的全光学镜片。

[0039] 在本实施例中,发射准直光学系统214为大视场准直系统。发射准直光学系统214包括多个准直发射镜头(图中未示)。多个准直发射镜头设置在弧形曲面上,弧形曲面的半径为200mm。激光接收聚焦系统216包括多个聚焦接收镜头(图中未示)。多个聚焦接收镜头设置在弧形面上,弧形曲面的半径为200mm。在本实施例中,准直发射镜头所构成的弧形与聚焦接收镜头所构成的弧形的圆心相同,且均在圆心角30度范围内。发射准直光学系统214还包括沿激光发射阵列212的出射光方向依次同轴排列的第三透镜J5、第二透镜J3以及第一透镜J1,如图7所示。参见图7,激光发射阵列212包括16路激光发射器F1~F16。16路激光器F1~F16固定在激光支架W上。激光支架W为圆弧形支架。在本实施例中,第一透镜J1为正弯月透镜,且第一透镜J1的曲面朝激光发射器凸出。第二透镜J3为负弯月透镜,且第二透镜J3的曲面朝激光发射器的射出方向弯曲。第三透镜J5为正弯月透镜,且第三透镜J5的曲面朝激光发射器的射出方向弯曲。M1、M2、M3、M4、M5、M6分别是J1、J3、J5透镜的镜面。在本实施例中,正透镜是指透镜的中心厚度大于比边缘厚度的透镜,负透镜是指透镜的中心厚度小于边缘厚的透镜。负号表示沿光的传播方向,以球面和主光轴的交点为准,球面的球心在该点以左,则曲率半径为负,反之,球心在该点以右,则曲率半径为正。具体参数可设计为:镜面M1的半径为15.6mm,镜面M2半径58.33mm,镜面M3半径为14.011mm,镜面M4半径为7.508mm,镜面M5半径为-156.575mm,镜面M6半径为-19.31mm。圆弧形支架W的内侧半径为-

200.058mm。其中,镜面M1到镜面M2间玻璃厚度为7.33mm,材料折射率为1.49、阿贝数为55.3、孔径为31.7mm。镜面M2到镜面M3的厚为2mm,材料为空气。镜面M3到镜面M4的玻璃厚为3.59mm,材料的折射率1.59、阿贝数为30.9、孔径为23mm。镜面M4到镜面M5的厚为13.57mm,材料为空气。镜面M5到镜面M6的玻璃厚为21.3mm,材料的折射率1.50、阿贝数为56.41、孔径为19mm。镜面M6到激光支架W的内侧弧面距离为31.168mm。上述参数仅为一个具体示例,在其他的实施例中可以根据需要对各参数进行适应性调整。

[0040] 激光接收聚焦系统216还包括沿入射方向依次同轴排列的第四透镜J2、第五透镜J4、以及第六透镜J6,如图8所示。参见图8,激光接收阵列218包括16路激光接收器P1~P16。16路激光器P1~P16固定在激光支架W上。激光支架W为圆弧形支架。激光接收聚焦系统216的结构与发射准直系统214的结构相同,此处不赘述。

[0041] 上述多线激光雷达的结构简单、稳定性较好,且能够满足实时性要求。

[0042] 以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0043] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明的保护范围应以所附权利要求为准。

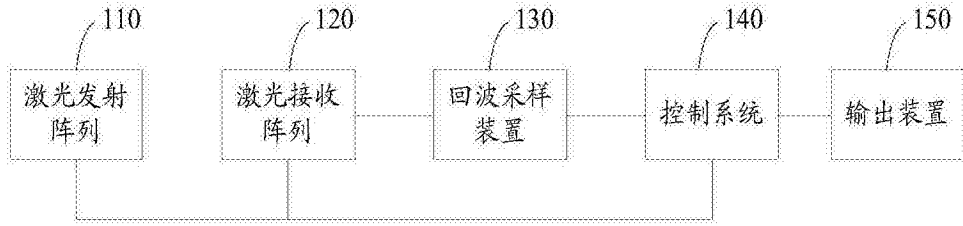


图1

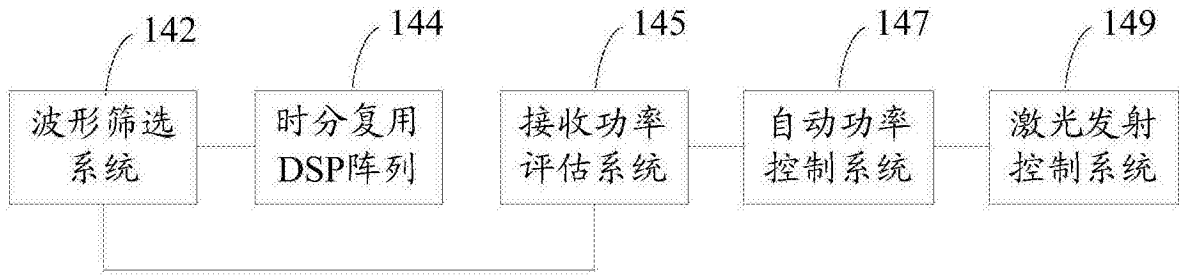


图2

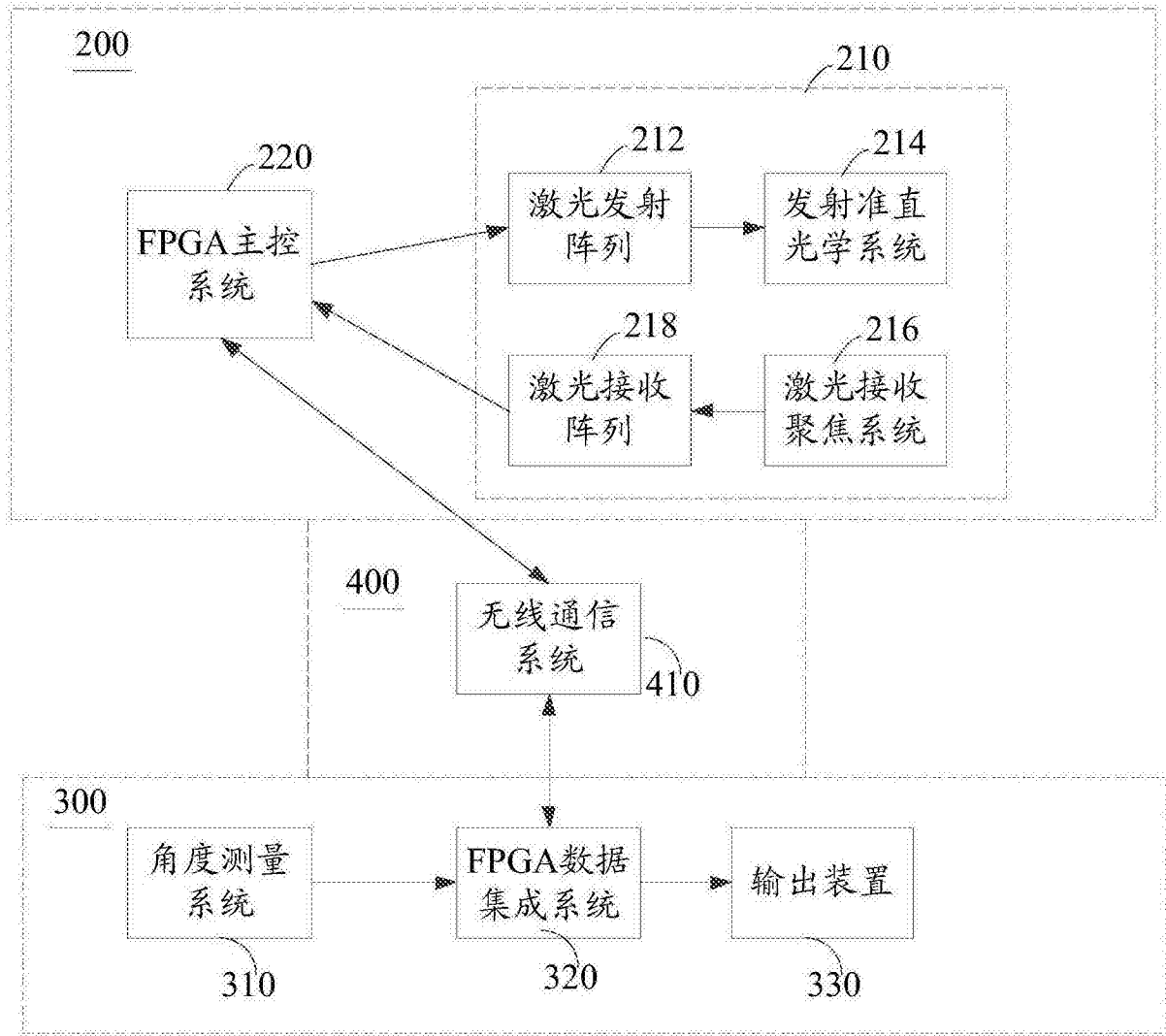


图3

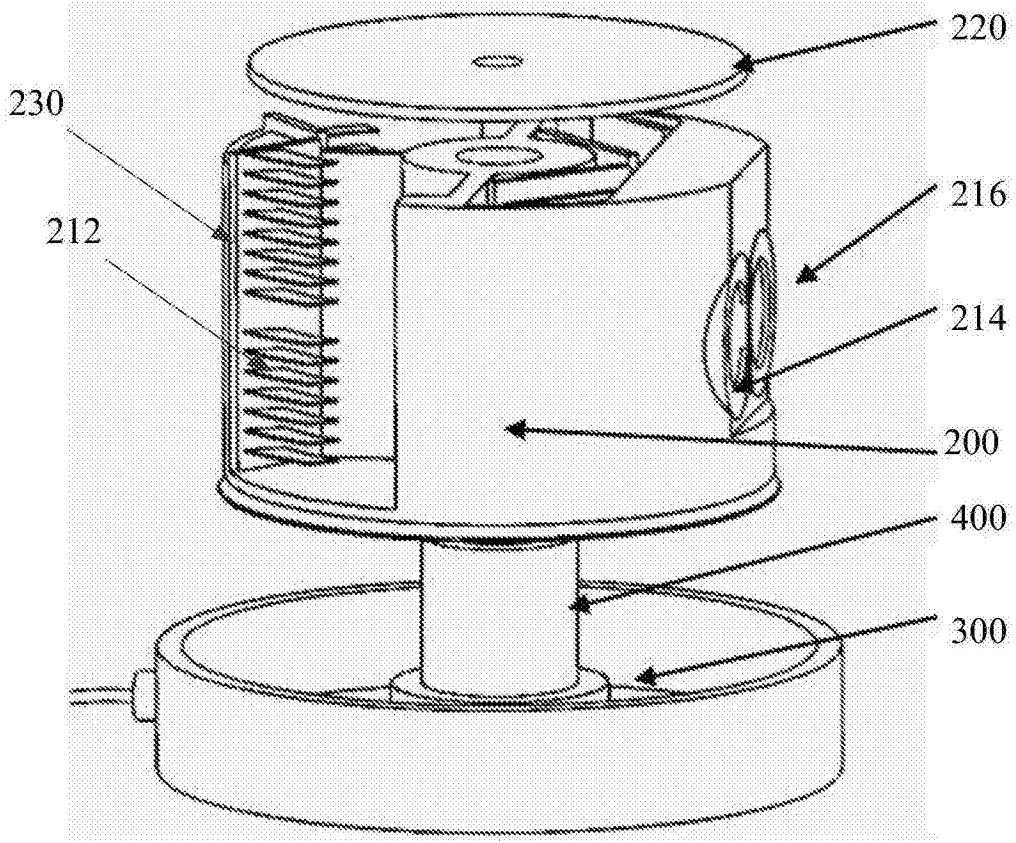


图4

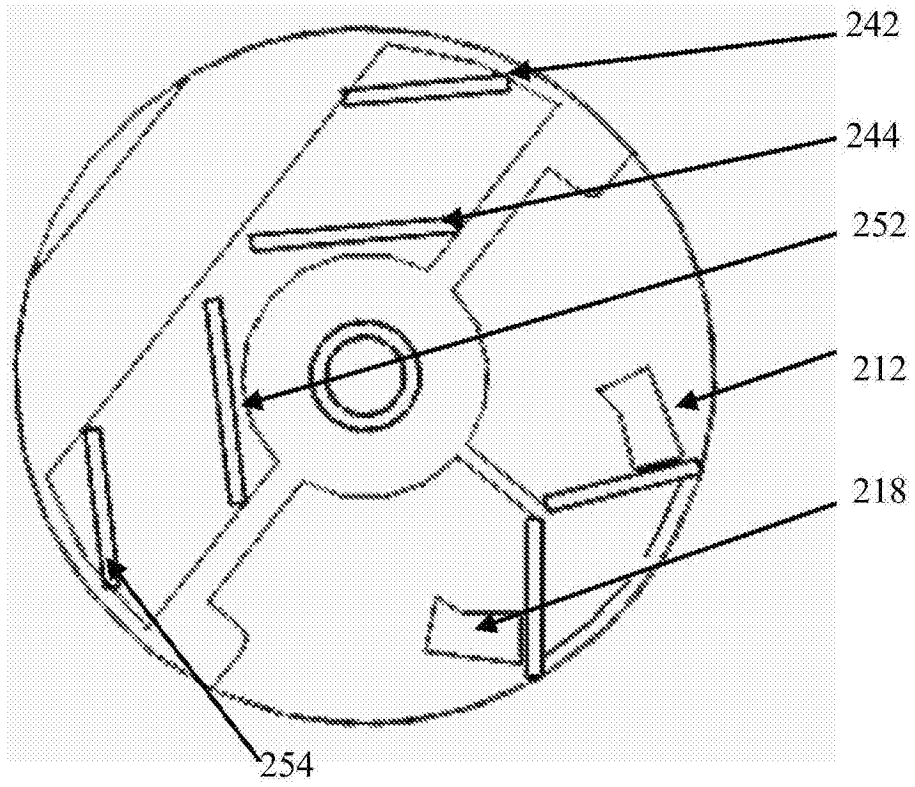


图5

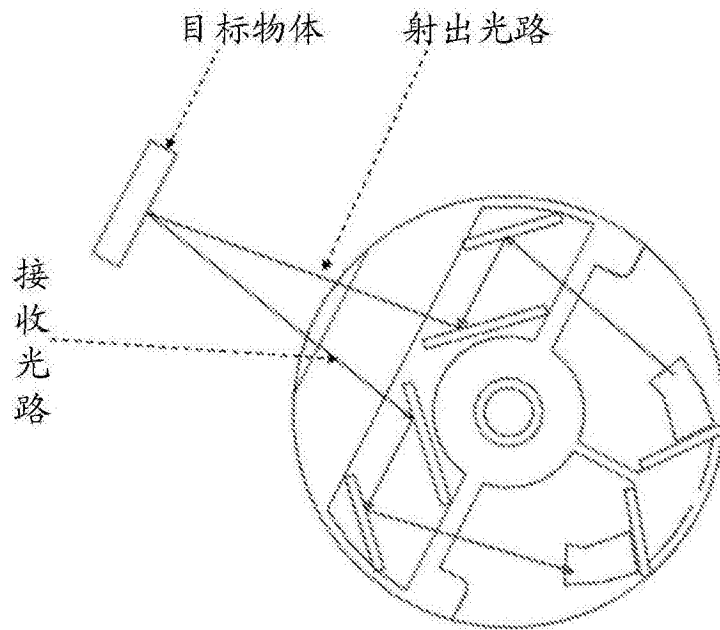


图6

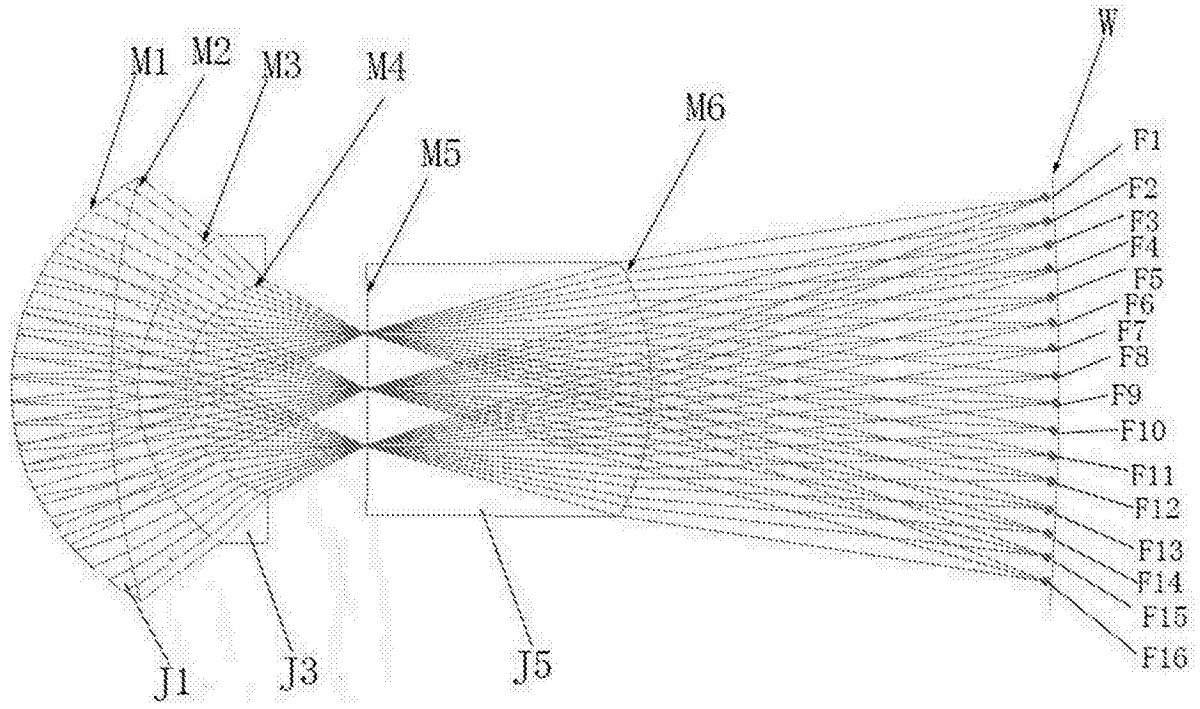


图7

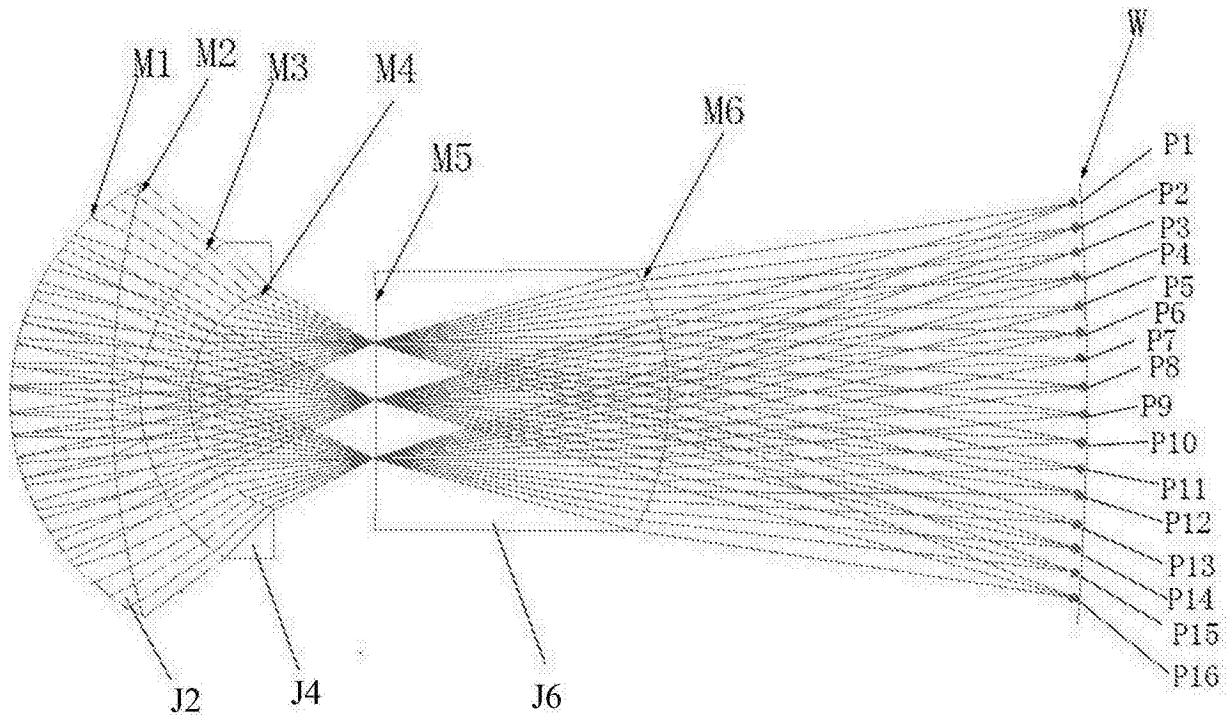


图8