



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107192667 B

(45) 授权公告日 2023. 09. 01

(21) 申请号 201710296039.6

G01N 21/31 (2006.01)

(22) 申请日 2017.04.28

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107192667 A

US 5963320 A, 1999.10.05

CN 104378861 A, 2015.02.25

CN 103698007 A, 2014.04.02

(43) 申请公布日 2017.09.22

US 6040904 A, 2000.03.21

CN 206906226 U, 2018.01.19

CN 103207063 A, 2013.07.17

(73) 专利权人 中国科学院西安光学精密机械研究所

CN 103018010 A, 2013.04.03

CN 103206964 A, 2013.07.17

CN 102288391 A, 2011.12.21

地址 710119 陕西省西安市高新区新型工业园信息大道17号

US 2017102268 A1, 2017.04.13

CN 103196555 A, 2013.07.10

(72) 发明人 薛勋 李坤 李晶 郭毅 赵建科
曹昆 张洁 胡丹丹 刘尚阔
昌明 赵怀学

陆俊桦; 翟文超; 郑小兵. 基于空间光调制器的光谱可调光源定标. 大气与环境光学学报. 2014, 第9卷(第6期), 第457-463页.

(74) 专利代理机构 西安智邦专利商标代理有限公司 61211

审查员 彭亚东

专利代理师 倪金荣

(51) Int. Cl.

G01N 21/01 (2006.01)

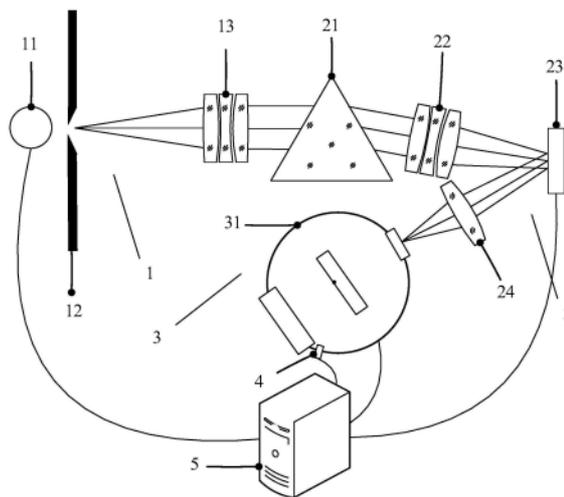
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种光谱可调光源及其光谱调节方法

(57) 摘要

本发明涉及照明领域,特别涉及一种光谱可调光源及其光谱调节方法。现阶段,人们认知的大多数人造光源输出的光谱信息受限于自身发光物质,只能在满足普朗克公式的前提下,得到一定范围光谱信息可调的光源,无法实现对光源的光谱信息进行任意调整。本发明解决上述问题的技术方案是:提供一种光谱可调光源,包括出射光源系统、光谱分解调节系统、光谱混合系统,光谱采集系统以及主控系统;上述光谱分解调节系统、光谱混合系统、光谱采集系统依次设置在出射光源系统的出射光路上;上述主控系统分别与上述出射光源系统、光谱分解调节系统、光谱混合系统和光谱采集系统相连。



CN 107192667 B

1. 一种光谱可调光源的光谱调节方法,所述光谱可调光源包括出射光源系统(1)、光谱分解调节系统(2)、光谱混合系统(3)、光谱采集系统(4)以及主控系统(5);所述光谱分解调节系统(2)包括依次设置的棱镜(21)、第一会聚镜(22)、数字微镜器件(23)和第二会聚镜(24);所述数字微镜器件(23)位于第一会聚镜(22)的焦面位置;所述数字微镜器件(23)为多个,多个数字微镜器件(23)沿纵向逐个拼接;所述出射光源系统(1)包括连续谱光源(11)、狭缝(12)和准直透镜(13),所述狭缝(12)以及准直透镜(13)依次设置在连续谱光源(11)的出射光路上;所述光谱混合系统(3)包括积分球(31);所述积分球(31)位于所述数字微镜器件(23)反射光路上;所述第二会聚镜(24)位于所述数字微镜器件(23)与积分球(31)之间;所述光谱采集系统(4)包括光谱辐射度计,用于监测所述积分球(31)的输出的光谱辐亮度值和光谱分布曲线;或者包括光纤光谱仪,用于监测所述积分球(31)的输出的光谱辐照度值和光谱分布曲线;

其特征在于:包含以下步骤:

1)、数据收集

1.1) 点亮连续谱光源(11),待其稳定;连续谱光源(11)照射狭缝(12),狭缝(12)出射光束经过准直透镜(13)准直后出射平行复色光束,平行复色光束经过棱镜(21)后,不同波长的单色光沿不同方向折射,但同一波长的单色光束仍维持平行;不同波长的单色平行光束经过第一会聚镜(22)后会聚到其像方焦面上的不同位置,各个波长的单色光束的狭缝(12)成像依次排列在第一会聚镜(22)的焦面处,形成狭缝(12)的一系列不同颜色的像;

1.2) 主控系统(5)控制数字微镜器件(23)的所有动镜转动至关闭状态;

1.3) 主控系统(5)控制数字微镜器件(23)第一列的动镜进行转动;从上向下依次打开第一列的所有动镜,每打开一个动镜,光谱采集系统(4)便采集一组光谱信息,动镜的开合数量及其状态与光谱信息一一对应,作为后续光谱调整的初始数据,直到第一列动镜全部打开为止;

1.4) 重复步骤1.2)、1.3),分别对数字微镜器件(23)剩余各列的动镜进行初始数据采集,采集的光谱信息储存在主控系统(5)内部数据库中;

2)、数据输入、粗调

2.1) 向主控系统(5)输入需要获取光源的光谱信息,主控系统(5)将输入的光谱信息进行归一化处理;

2.2) 主控系统(5)基于输入的光谱信息以及内部数据库中的数据,根据最小二乘法计算得到与每列数字微镜器件(23)动镜的开关动作相对应的开关信号值的最优值;

2.3) 主控系统(5)根据计算得到的数字微镜器件(23)每个动镜需要开关所对应的开关信号值的最优值,发出控制指令,驱动各个动镜转动到位;

3)、闭环自反馈精调,获取目标光源

3.1) 通过光谱采集系统(4)测试积分球(31)的光谱信息,并与所需要的目标光谱信息进行比对;

3.2) 主控系统(5)基于测得的光谱信息得到实际光谱信息曲线,再根据实际光谱信息曲线与目标光谱信息曲线的误差,微量调整每种波长范围,直到获得的光谱信息曲线与目标光谱信息曲线误差小于5%,结束精细调整环节;至此,整个光谱调节过程结束。

2. 根据权利要求1所述的光谱可调光源的光谱调节方法,其特征在于:

所述出射光源系统(1)和光谱分解调节系统(2)为多组,多组出射光源系统(1)和光谱分解调节系统(2)产生的光束同时射入同一个光谱混合系统(3)。

3.根据权利要求1或2所述的光谱可调光源的光谱调节方法,其特征在于:所述棱镜(21)采用高色散率玻璃制成。

4.根据权利要求3所述的光谱可调光源的光谱调节方法,其特征在于:所述数字微镜器件(23)的动镜在开启位置与关闭位置时分别与水平面的夹角为 12° 和 168° 。

一种光谱可调光源及其光谱调节方法

技术领域

[0001] 本发明涉及照明领域,特别涉及一种光谱可调光源及其光谱调节方法。

背景技术

[0002] 光是由光源发出的。凡是能发射紫外线、可见光、红外线等各种电磁辐射的物质都可称为光源,其中又有自然光源和人造光源之分。常见的自然光源有太阳光、昼空、夜空、月和星等,人造光源的范围更广,包括热辐射或温度辐射光源、气体放电光源、固体发光光源、激光器等各种类型,还有蜡烛、油灯、火焰、电弧等也属于人造光源。光谱是指复色光经过色散系统(如棱镜、光栅)分光后,被色散开的单色光按波长(或频率)大小而依次排列的图案,全称为光学频谱。

[0003] 光源的颜色常用色温这一概念来表示。光源发射光的颜色与黑体在某一温度下辐射光色相同时,黑体的温度称为该光源的色温。黑体,又称为普朗克辐射体或完全辐射体,属于热辐射或温度辐射类型;是一个理想化了的物体,它能够吸收外来的全部电磁辐射,并且不会有任何的反射与透射。它没办法反射任何的电磁波,但可以放出电磁波,而这些电磁波的波长和能量全取决于黑体的温度,不因其他因素而改变。在黑体辐射中,随着温度不同,光的颜色各不相同,黑体呈现由红—橙红—黄—黄白—白—蓝白的渐变过程。绝对黑体的光谱分布特性可以由普朗克公式确定。

[0004] 现阶段,人们认知的大多数人造光源输出的光谱信息受限于自身发光物质,只能在满足普朗克公式的前提下,得到一定范围光谱信息可调的光源,无法实现对光源的光谱信息进行任意调整。

[0005] 例如中国专利CN104378861B公开了一种色温可调黑体光源及其色温调节方法,该方法是利用7路氙灯光源、4路卤钨灯光源,通过高斯型滤光片控制11路光源的谱线形式,实现色温可调。该方法获得的光源输出的谱线形式满足普朗克公式,除了调节色温之外,还能在一定范围内对光源的光谱信息进行调节,但该光源受限于支路的光谱范围,光谱分辨率的精细程度有限,并且在所需谱线形式要求精细或所需谱线形式不同于黑体辐射形式时,该方法不能得到符合要求的光源。

[0006] 而目前在空间、海洋、环境、工业视觉等领域星等模拟、彩色定标、成像相机辐射度定标、光谱成像仪光谱复原定标等方面都需要一种可以根据实际需求对光谱信息任意调整的新型光源。

发明内容

[0007] 本发明的目的是克服现有人造光源的光谱信息调整范围窄,无法实现对其光谱信息进行任意调整的不足,而提供一种光谱可调光源及其光谱调节方法。

[0008] 为实现上述目的,本发明提供的技术方案是:一种光谱可调光源,包括出射光源系统、光谱分解调节系统、光谱混合系统,光谱采集系统以及主控系统;

[0009] 上述光谱分解调节系统、光谱混合系统、光谱采集系统依次设置在出射光源系统

的出射光路上;上述主控系统分别与上述出射光源系统、光谱分解调节系统、光谱混合系统和光谱采集系统相连。

[0010] 进一步地,上述光谱分解调节系统包括依次设置的棱镜、第一会聚镜、数字微镜器件和第二会聚镜;数字微镜器件位于第一会聚镜的焦面位置。

[0011] 进一步地,上述出射光源系统包括连续谱光源、狭缝和准直透镜,所述狭缝以及准直透镜依次设置在连续谱光源的出射光路上。

[0012] 进一步地,上述光谱混合系统包括积分球;积分球位于所述数字微镜器件反射光路上;第二会聚镜位于所述数字微镜器件与积分球之间。

[0013] 进一步地,上述光谱采集系统与积分球相连;光谱采集系统包括光谱辐射度计,用于监视所述积分球的输出的光谱辐亮度值和光谱分布曲线;或者包括光纤光谱仪,用于监视所述积分球的输出的光谱辐照度值和光谱分布曲线。

[0014] 本发明利用棱镜色散的原理获取不同波长的光,将各个波长的光束按照波长顺序排列在数字微镜器件所在平面上,通过控制数字微镜器件动镜的转动对各个波长的光束进行选择,积分球将数字微镜器件进行波长选择后的光束进行混合并输出,最终在积分球得到所需光谱的光源。

[0015] 在本发明中,不同波长的光沿数字微镜器件阵列的行方向均匀排布,数字微镜器件的每个动镜的尺寸决定了整个可调光源的光谱最小分辨率。通过控制数字微镜器件的每列动镜的开关进行波长的选取,通过控制每列中的每个动镜的开关进行波长能量的选取。与传统的通过LED或滤光片进行光谱权重可调的光源相比,本发明的光谱分辨率的精细程度较之大幅提高,波长能量可供调整的范围也显著提高。例如数字微镜器件的分辨率为 1024×768 ,则其光谱分辨率为波长的范围除以1024,其波长能量幅值调整范围为768档。

[0016] 为了提高光谱信息数据采集结果的可靠性,采用高精度、高灵敏度的光谱辐射度计采集辐亮度信息;根据实际需要,为了进一步获取光谱辐照度信息,还可采用光纤光谱仪。

[0017] 为了提高光谱权重的可调档位,扩大光谱调整范围,可设置多个数字微镜器件,多个数字微镜器件沿纵向逐个拼接。

[0018] 为实现光源能量的叠加,可将光谱可调光源进行模块化设置,出射光源系统和光谱分解调节系统一一对应作为一个整体,并将上述整体设置为多组,多组的出射光源系统和光谱分解调节系统产生的光束同时射入同一个光谱混合系统。

[0019] 为了提高光源光谱的分辨率,棱镜采用高色散率玻璃。高色散率的玻璃包括轻火石、重火石、钛火石、镧火石、钡火石等。

[0020] 棱镜色散本领如公式1所示。

$$[0021] \quad D_{\theta} = \frac{b}{a} \frac{dn}{d\lambda} \quad (1)$$

[0022] 其中: D_{θ} 为棱镜的角色散本领;

[0023] b为棱镜底边长度;

[0024] a为光束的宽度;

[0025] $\frac{dn}{d\lambda}$ 为棱镜材料的色散率。

[0026] 进一步地,数字微镜器件的动镜在开启位置与关闭位置时分别与水平面的夹角为 12° 和 168° 。

[0027] 本发明提供的光谱可调光源的光谱调节方法,包含以下步骤:

[0028] 1)、数据收集

[0029] 1.1) 点亮连续谱光源,待其稳定;连续谱光源照射狭缝,狭缝出射光束经过准直透镜准直后出射平行复色光束,平行复色光束经过棱镜后,不同波长的单色光沿不同方向折射,但同一波长的单色光束仍维持平行;不同波长的单色平行光束经过第一会聚镜后会聚到其像方焦面上的不同位置,各个波长的单色光束的狭缝成像依次排列在第一会聚镜的焦面处,形成狭缝的一系列不同颜色的像;

[0030] 1.2) 主控系统控制数字微镜器件的所有动镜转动至关闭状态;

[0031] 1.3) 主控系统控制数字微镜器件第一列的动镜进行转动;从上向下依次打开第一列的所有动镜,每打开一个动镜,光谱采集系统便采集一组光谱信息,动镜的开合数量及其状态与光谱信息一一对应,作为后续光谱调整的初始数据,直到第一列动镜全部打开为止;

[0032] 1.4) 重复步骤1.2)、1.3),分别对数字微镜器件剩余各列的动镜进行初始数据采集,采集的光谱信息储存在主控系统内部数据库中;

[0033] 2)、数据输入、粗调

[0034] 2.1) 向主控系统输入需要获取光源的光谱信息,主控系统将输入的光谱信息进行归一化处理;

[0035] 2.2) 主控系统基于输入的光谱信息以及内部数据库中的数据,根据最小二乘法计算得到与每列数字微镜器件动镜的开关动作相对应的开关信号值的最优值;

[0036] 2.3) 主控系统根据计算得到的数字微镜器件每个动镜需要开关所对应的开关信号值的最优值,发出控制指令,驱动各个动镜转动到位;

[0037] 3)、闭环自反馈精调,获取目标光源

[0038] 3.1) 通过光谱采集系统测试积分球的光谱信息,并与所需要的目标光谱信息进行比对;

[0039] 3.2) 主控系统基于测得的光谱信息得到实际光谱信息曲线,再根据实际光谱信息曲线与目标光谱信息曲线的误差,微量调整每种波长范围,直到获得的光谱信息曲线与目标光谱信息曲线误差小于5%,结束精细调整环节;至此,整个光谱调节过程结束。

[0040] 本发明的优点:

[0041] 1、在本发明中,不同波长的光沿数字微镜器件阵列的行方向均匀排布,数字微镜器件的每个动镜的尺寸决定了整个可调光源的光谱最小分辨率。通过控制数字微镜器件的每列动镜的开关进行波长的选取,通过控制每列中的每个动镜的开关进行波长能量的选取。与传统的通过LED或滤光片进行光谱权重可调的光源相比,本发明的光谱分辨率的精细程度较之大幅提高,波长能量可供调整的范围也显著提高。

[0042] 2、为了提高光谱信息数据采集结果的可靠性,本发明可以采用高精度、高灵敏度的光谱辐射度计采集光谱辐亮度信息;也可以采用光纤光谱仪采集光谱辐照度信息。

[0043] 3、本发明可以设置多个数字微镜器件,多个数字微镜器件沿纵向逐个拼接,从而提高光谱权重的可调档位,扩大光谱调整范围。

[0044] 4、本发明可将光谱可调光源进行模块化设置,用多组出射光源系统和光谱分解调

节系统产生的光束射入同一个光谱混合系统,实现光源能量的叠加。

[0045] 5、采用高色散率玻璃材质的棱镜可以进一步提高光源光谱的分辨率。

[0046] 6、本发明中的光谱调节方法运用首先单点采样扩充数据库内容,然后运用最小二乘算法逼近目标函数的方法,相当于使用多组已知连续函数进行目标函数的拟合;并且光谱采集系统和主控系统互相制约,实现闭环式自反馈功能,可以通过自动方式实现光谱权重的调节。本方法计算简洁、流畅,能够快速、实时获取可调光源。

附图说明

[0047] 图1是本发明所提供的一种光谱可调光源的结构示意图;

[0048] 图2是本发明中的动镜开启状态反射光线的示意图;

[0049] 图3是本发明中的动镜关闭状态反射光线的示意图;

[0050] 图4是本发明中选通光谱的示意图。

[0051] 图中各标号的说明如下:

[0052] 1—出射光源系统;11—连续谱光源、12—狭缝、13—准直透镜;

[0053] 2—光谱分解调节系统;21—棱镜、22—第一会聚镜、23—数字微镜器件、24—第二会聚镜;

[0054] 3—光谱混合系统;31—积分球;

[0055] 4—光谱采集系统;

[0056] 5—主控系统;

具体实施方式

[0057] 下面结合附图和实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0058] 如图1至图3所示的光谱可调光源的结构示意图,包括出射光源系统1、光谱分解调节系统2、光谱混合系统3,光谱采集系统4以及主控系统5;光谱分解调节系统2、光谱混合系统3、光谱采集系统4依次设置在出射光源系统1的出射光路上;主控系统5分别与所述出射光源系统1、光谱分解调节系统2、光谱混合系统3和光谱采集系统4相连。

[0059] 出射光源系统1包括连续谱光源11、狭缝12和准直透镜13,所述狭缝12以及准直透镜13依次设置在连续谱光源11的出射光路上。

[0060] 光谱分解调节系统2包括依次设置的棱镜21、第一会聚镜22、数字微镜器件23和第二会聚镜24;棱镜21采用高色散率的重火石玻璃制成;数字微镜器件23位于第一会聚镜22的焦面位置;数字微镜器件23的动镜在开启位置与关闭位置时分别与水平面的夹角为 12° 和 168° 。

[0061] 光谱混合系统3包括积分球31;积分球31位于所述数字微镜器件23反射光路上;所述第二会聚镜24位于所述数字微镜器件23与积分球31之间。

[0062] 光谱采集系统4与积分球31相连,并设置在所述积分球出光口的下方。光谱采集系统4包括光谱辐射度计,用于监测所述积分球31的输出的光谱辐亮度值和光谱分布曲线;或者包括光纤光谱仪,用于监测所述积分球31的输出的光谱辐照度值和光谱分布曲线。

[0063] 本发明提供的光谱可调光源的光谱调节方法,包含以下步骤:

[0064] 1)、数据收集

[0065] 1.1) 点亮连续谱光源11,待其稳定;连续谱光源11照射狭缝12,狭缝12出射光束经过准直透镜13准直后出射平行复色光束,平行复色光束经过棱镜21后,不同波长的单色光沿不同方向折射,但同一波长的单色光束仍维持平行;不同波长的单色平行光束经过第一会聚镜22后会聚到其像方焦面上的不同位置,各个波长的单色光束的狭缝12成像依次排列在第一会聚镜22的焦面处,形成狭缝12的一系列不同颜色的像;

[0066] 1.2) 主控系统5控制数字微镜器件23的所有动镜转动至关闭状态;

[0067] 1.3) 主控系统5控制数字微镜器件23第一列的动镜进行转动;从上向下依次打开第一列的所有动镜,每打开一个动镜,光谱采集系统4便采集一组光谱信息,动镜的开合数量及其状态与光谱信息一一对应,作为后续光谱调整的初始数据,直到第一列动镜全部打开为止;

[0068] 1.4) 重复步骤1.2、1.3,分别对数字微镜器件23剩余各列的动镜进行初始数据采集,采集的光谱信息储存在主控系统5内部数据库中;

[0069] 2)、数据输入、粗调

[0070] 2.1) 向主控系统5输入需要获取光源的光谱信息,主控系统5将输入的光谱信息进行归一化处理;

[0071] 2.2) 主控系统5基于输入的光谱信息以及内部数据库中的数据,根据最小二乘法计算得到与每列数字微镜器件23动镜的开关动作相对应的开关信号值的最优值;

[0072] 2.3) 主控系统5根据计算得到的数字微镜器件23每个动镜需要开关所对应的开关信号值的最优值,发出控制指令,驱动各个动镜转动到位;

[0073] 3)、闭环自反馈精调,获取目标光源

[0074] 3.1) 通过光谱采集系统4测试积分球31出光口处的光谱信息,并与所需要的目标光谱信息进行比对;

[0075] 3.2) 主控系统5基于测得的光谱信息得到实际光谱信息曲线,再根据实际光谱信息曲线与目标光谱信息曲线的误差,微量调整每种波长范围,直到获得的光谱信息曲线与目标光谱信息曲线误差小于5%,结束精细调整环节;至此,整个光谱调节过程结束。

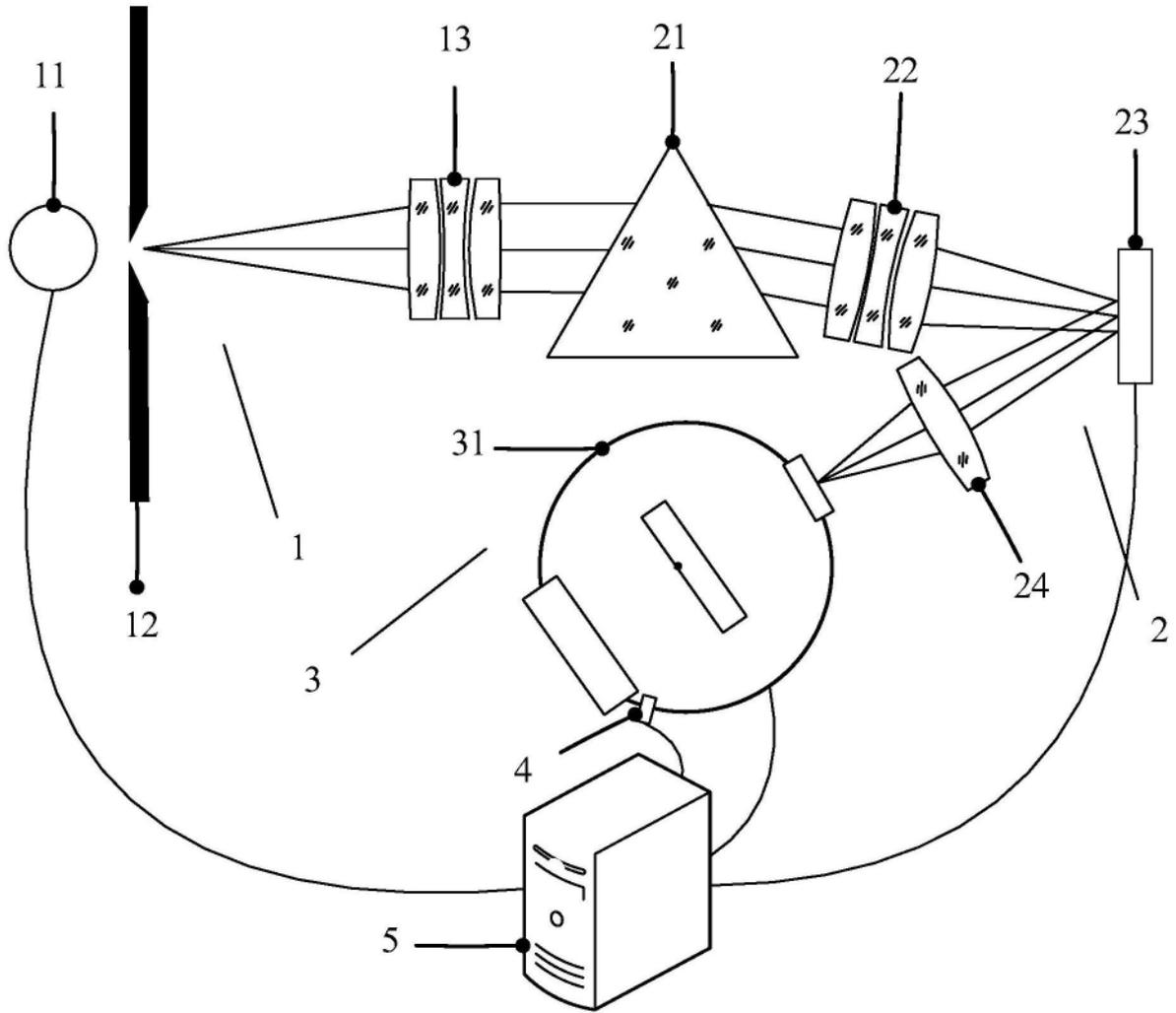


图1

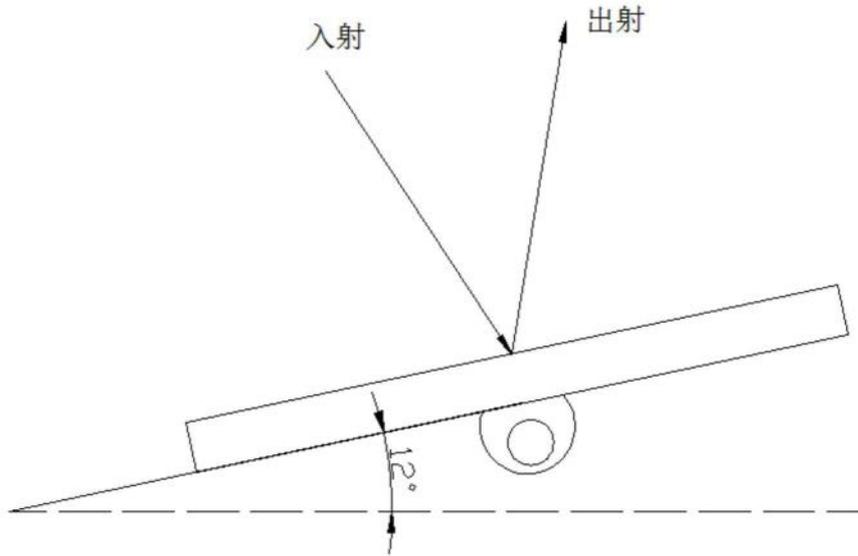


图2

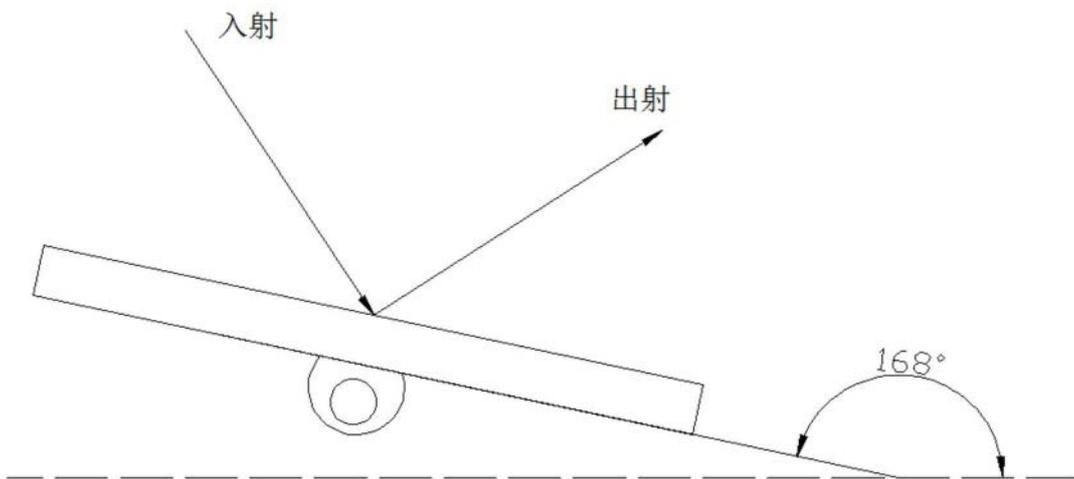


图3

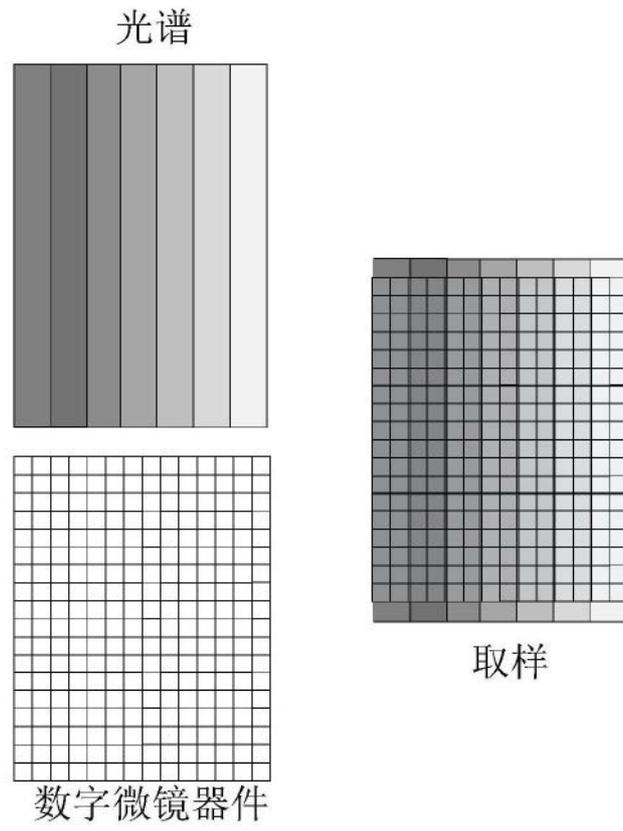


图4