



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102680098 B

(45)授权公告日 2016.10.12

(21)申请号 201210113260.0

审查员 丁文

(22)申请日 2012.04.18

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 102680098 A

(43)申请公布日 2012.09.19

(73)专利权人 杭州远方光电信息股份有限公司

地址 310053 浙江省杭州市滨江区滨康路
669号

(72)发明人 潘建根

(51)Int.Cl.

G01J 3/28(2006.01)

G01J 3/02(2006.01)

(56)对比文件

CN 202522321 U, 2012.11.07,

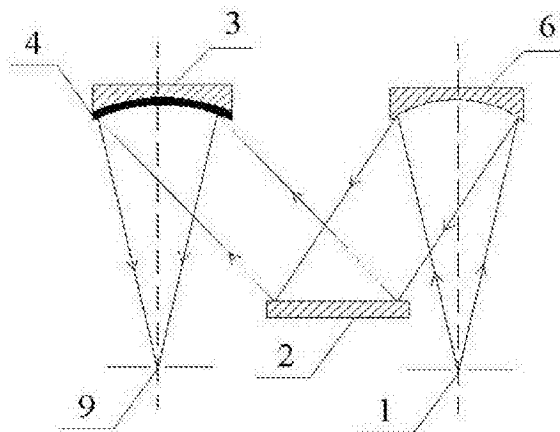
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种光谱测量装置

(57)摘要

本发明公开了一种光谱测量装置,包括入射狭缝、色散元件和成像元件等光学元件,在光学元件表面镀有光谱选择性薄膜,光谱选择性薄膜的选择波段与光谱测量装置的测量波段相对应,镀有光谱选择性薄膜的光学元件仅能出射薄膜选择波段内的光线,而大幅衰减光路中其他波长的光线,从而大幅降低光学系统的杂散光水平。



1. 一种光谱测量装置,包括入射狭缝(1)、色散元件(2)和一个或多个成像元件(3),光线从入射狭缝(1)进入光谱测量装置,经色散元件(2)分光后,成像元件(3)将色散光会聚成像,其特征在于,在成像元件(3)的表面镀有光谱选择性薄膜(4),所述的光谱选择性薄膜(4)的选择波段与光谱测量装置的测量波段相对应;还包括阵列探测器,成像元件(3)将色散光成像到阵列探测器的光敏面上,在所述的阵列探测器光敏面的不同像素区域上镀有与探测波长相对应的光谱选择性薄膜(4)。

2. 如权利要求1所述的一种光谱测量装置,其特征在于,所述的光谱选择性薄膜(4)由两种或两种以上具有不同选择波段的光学薄膜构成,各光学薄膜的选择波段首尾交叠且覆盖整个测量波段;或者所述的光谱选择性薄膜(4)为一种局部选择波段范围渐变的光学薄膜。

3. 如权利要求1所述的一种光谱测量装置,其特征在于,包括用于将成像元件(3)切入光路的切换机构(8),在所述的切换机构(8)上设置两个或两个以上的成像元件(3),所述的两个或两个以上的成像元件(3)分别镀有选择波段不同的光谱选择性薄膜(4)。

4. 如权利要求1所述的一种光谱测量装置,其特征在于,包括两个或两个以上的色散元件(2)和两个或两个以上的成像元件(3),色散元件(2)和成像元件(2)的数目相等且间隔设置,各个成像元件(3)上均镀有选择波段对应相等的光谱选择性薄膜(4)。

5. 如权利要求1或3或4所述的一种光谱测量装置,其特征在于,所述的成像元件(3)是凹面反射镜,在凹面反射镜的表面镀有光谱选择性反射膜或滤光膜。

6. 如权利要求1或4所述的一种光谱测量装置,其特征在于,在所述的色散元件(2)上镀有与光谱测量装置的测量波段相对应的光谱选择性薄膜(4)。

7. 如权利要求1或4所述的一种光谱测量装置,其特征在于,包括设置于色散元件(2)的入射或出射光路上的一个或者多个准直镜(6)或/和反射镜(7)。

8. 如权利要求7所述的一种光谱测量装置,其特征在于,在所述的一个或者多个准直镜(6)或/和反射镜(7)上镀有与光谱测量装置的测量波段相对应的光谱选择性薄膜(4)。

9. 如权利要求1或3或4所述的一种光谱测量装置,其特征在于,包括用以出射单色光的出射狭缝(9),所述的出射狭缝(9)设置在成像元件(3)的成像面上。

一种光谱测量装置

技术领域

[0001] 本发明属于光辐射测量领域,具体涉及一种光谱测量装置。

背景技术

[0002] 光谱测量装置是用于测量发光体光谱功率分布的光学仪器,广泛应用于光源辐射测量、颜色测量、元素鉴定、化学分析等领域。光谱测量装置包括多种类型,根据其所能正常工作的光谱范围,分为真空紫外/紫外/可见光/近红外/红外/远红外光谱仪等;根据色散元件的不同,分为棱镜/衍射光栅/干涉光谱仪等;根据探测方法的不同,分为看谱仪、摄谱仪和光电光谱仪等;根据装置的功能和结构特点,分为单色仪(光栅/棱镜/双单色仪等)和多色仪(多通道光谱仪、成像光谱仪等)。

[0003] 光谱测量装置一般由入射狭缝、准直元件、色散元件和成像元件等组成,测量装置工作时,光线从入射狭缝进入光谱测量装置,准直元件将入射光准直并入射到色散元件,色散元件将入射的复合光分解为光谱线,由成像元件将空间色散开的各波长的光束会聚在像方焦平面上,由出射狭缝出射或被接收系统探测。其中,杂散光是决定各种光谱测量装置测量精度的重要因素之一,它是指错误波长(非对应信号光波长)的光辐射照射被出射或被接受系统探测的光信号,主要来源于周围环境光辐射、不同衍射级次间的重叠和光学元件缺陷所产生的杂散光或非光学元件产生的反射光等。

[0004] 在传统的光谱测量装置中,镀铝凹面反射镜是常用的成像元件,然而镀铝凹面反射镜可以以高反射率反射紫外-可见-红外的光辐射,如图1所示,这种宽波段反射特性会给光谱测量装置带来可观的杂散光。以典型的Czerny-Turner机械扫描式单色仪为例,色散光入射到会聚镜(镀铝凹面反射镜)上,扫描机构带动会聚镜旋转,从而将不同的单色光反射至出射狭缝处,实现整个光谱的扫描,由于不同衍射级次光谱的重叠,在会聚镜的同一位置上,可能同时存在待测单色光和其他波长的不同衍射级光谱,镀铝反射镜无选择性地反射这该位置上的所有光线,导致出射狭缝处除待测单色光外,还混入了大量其他波长的杂散光。此外,对于采用阵列探测器的多色仪,不同波长的光线被阵列探测器不同像素区域接收、探测,由于不同波长的测量光线和非测量光线均被镀铝凹面反射镜反射至同一像素区域,导致该像素区域内混入了大量其他非测量波长的杂散光。因此,对于采用了镀铝反射镜作为成像元件的光谱测量装置,其无选择性的宽波段光谱反射特性,会给测量装置带来大量的杂散光,测量误差大。

发明内容

[0005] 为克服现有光谱测量装置的缺陷,本发明旨在提供一种可以不改变光学系统的原有结构即能大幅降低光学系统杂散光水平的光谱测量装置。

[0006] 一种光谱测量装置,包括入射狭缝、色散元件和一个或多个成像元件,光线从入射狭缝进入光谱测量装置,经色散元件分光后,成像元件将色散光会聚成像,其特征在于,在成像元件的表面镀有光谱选择性薄膜,所述的光谱选择性薄膜的选择波段与光谱测量装置

的测量波段相对应。

[0007] 本发明公开的一种光谱测量装置,光线被色散元件分光后,入射到镀有光谱选择性薄膜的成像元件上汇聚成像,光谱选择性薄膜的作用是使指定波段内的光线在光学膜层上以一定的比率出射,而其他波段内的光线由于位于光谱选择性薄膜的选择波段外,经成像元件后,该部分光线在光路中被大幅衰减。由于光谱选择性薄膜的选择波段与光谱测量装置的测量波段相对应(例如,光谱测量装置的测量波段为380nm~780nm,则光谱选择性薄膜的选择波段也应为380nm~780nm),在成像元件的某一具体位置处,仅能将某一指定波段的光线出射出去,而在该位置处其它波段的光线(如二级光谱等)被大幅衰减,使得仅该指定波段内的出射光会聚成像,从而大幅降低杂散光。该光谱测量装置没有改变原测量设备的光学系统,仅通过在成像元件上镀光谱选择性薄膜,就能大幅降低光学系统的杂散光水平,从而提高测量准确度。

[0008] 本发明还可以通过以下技术方案进一步限定和完善:

[0009] 光学薄膜是指附着在光学元件表面的厚度薄而均匀介质膜层,按照其功能而言,可分为很多种类,如反射膜、增透膜、半透半反膜、滤光膜、分色膜、偏振膜、导电膜和保护膜等。本发明中的光谱选择性薄膜可为反射膜或增透膜或滤光膜,具体说明如下:

[0010] (a)反射膜(又称反光膜)是能使一定波段的光线反射的薄膜,它的功能是增加光学元件表面的反射率。在成像元件上镀光谱选择性反射膜,从而成像元件在镀膜的对位位置处仅将指定波段的光线按一定的反射率反射出去、并将该指定波段内的反射光会聚成像,在该位置处其他波段的反射光线被大幅衰减,从而大幅降低杂散光。

[0011] (b)增透膜(又称减反射膜)的功能是通过薄膜产生相消干涉,减小或消除光学元件表面的反射光,从而增大这些元件的透射光。在成像元件上镀光谱选择性增透膜,成像元件仅将指定波段内的光线透射并会聚成像,其他波段的透射光线被大幅衰减,以此降低杂散光。

[0012] (c)滤光膜的功能是把光谱中不需要的光过滤掉,即仅让指定波段的光线通过,而将其他波段的光线截止。在成像元件上镀光谱选择性滤光膜,成像元件仅让指定波段的光线反射或透射、并会聚成像,其他波段的反射或透射光线被大幅衰减,从而降低杂散光。

[0013] 作为一种技术方案,所述的光谱选择性薄膜由两种或两种以上具有不同选择波段的光学薄膜构成,各光学薄膜的选择波段首尾交叠且覆盖整个测量波段。例如,光谱测量装置的测量波段为380nm~780nm,成像元件上镀有光谱选择性反射膜,该光学膜层由四种不同选择波段的反射膜构成,其对应的反射波段分别为350nm~500nm、450nm~600nm、480nm~700nm和500nm~800nm,如图2所示,上述各片反射膜的反射波段首位交叠,且覆盖了光谱测量装置的测量波段。或者所述的光谱选择性薄膜为一个局部选择波段范围渐变的光学薄膜,如图3所示,该光谱选择性光学薄膜为一个整体,整个测量波段内选择波段渐变,即在光学薄膜的不同位置处具有不同的选择波段范围。

[0014] 作为优选,上述的成像元件是凹面反射镜,在凹面反射镜的表面镀有光谱选择性反射膜或滤光膜。凹面反射镜具有反射和会聚的功能,在其表面镀有反射膜,可将在其选择波段内光线反射,而大幅衰减其他波段的反射光线;在其表面镀有滤光膜,可透过在其选择波段内段的光线,而过滤掉绝大部分其他波段的光线,从而使得测量光路中仅存在光学薄膜选择波段内的光线。这里的成像元件可以为曲率按一定的规律渐变的多曲率凹面反射

镜,通过采用多曲率的凹面反射镜,特别是在凹面反射镜的边缘,多曲率的凹面反射镜可改变光线的出射方向,从而减小或消除透镜的像差,使成像清晰,提高测量准确度。或者所述的成像元件是凸透镜,在凸透镜的表面镀有光谱选择性增透膜或滤光膜。凸透镜具有透射会聚的功能,在其表面镀有增透膜,可将不同波段的光线透射、会聚;在其表面镀有滤光膜,可过滤掉绝大部分其他不同波段的光线。

[0015] 作为一种技术方案,包括阵列探测器,成像元件将色散光成像到阵列探测器的光敏面上,在阵列探测器光敏面的不同像素区域上镀有与探测波长相对应的光谱选择性薄膜。阵列探测器位于成像元件的像面位置,从成像元件各个位置出射的光线被阵列探测器的不同像素区域接收测量,由于阵列探测器的不同像素区域上镀的光谱选择性薄膜,进一步对光线进行选择接收,从而提高测量准确度。例如,在阵列探测器前设置可见光波段的渐变滤光膜,分别与探测器的探测波长相对应,实现可见光波段的准确测量。

[0016] 作为一种技术方案,包括用于将成像元件切入光路的切换机构,在所述的切换机构上设置两个或两个以上的成像元件,所述的两个或两个以上的成像元件分别镀有不同选择波段的光谱选择性薄膜。切入不同选择波段的光谱选择性薄膜,分别将不同波段的光线进行出射会聚,实现不同选择波段光线的精确测量。这里的切换机构可以通过电机等驱动装置来将不同成像元件切入光路。

[0017] 作为一种技术方案,包括两个或两个以上的色散元件和两个或两个以上的成像元件,且色散元件和成像元件的数目相等且间隔设置,各个成像元件上均镀有选择波段对应相等的光谱选择性光学薄膜。具体地讲,就是在一个光学系统中可能存在多个色散元件和多个成像元件(如双单色仪),在同一个光谱测量装置中,色散元件和成像元件的数目应相等且间隔设置,色散元件位于成像元件的入射光路上(即色散元件—成像元件—色散元件—成像元件—……),光线经各个色散元件分光后,光线均要经成像元件会聚成像,在各个成像元件上均镀有选择波段相同的光谱选择性光学薄膜。例如,在双单色仪中,包括两个色散元件和两个成像元件,两个成像元件的结构和尺寸完全相同,且对应位置上均镀有300nm-600nm和550nm-800nm两种不同选择波段的反射膜,光线经第一个色散元件分光后,在第一个成像元件上反射会聚成像,再经第二个色散元件分光,在第二个成像元件上反射会聚成像。

[0018] 作为一种技术方案,包括设置于色散元件的入射或出射光路上的一个或者多个准直镜或/和反射镜。通过在光路上设置准直镜或/和反射镜,可灵活改变光路,大幅缩小仪器的体积,便于光学设计和实际应用。此外,本发明中还可以在光路中设置其他光学元件(如光阑、积分球等),以实现不同的测量目的,适应于不同的光学仪器。本发明中,同时还可以根据的具体的光学设计和测量需要,选择性地在上述的一个或者多个准直镜或/和反射镜上镀有与光谱测量装置的测量波段相对应的光谱选择性薄膜,灵活性好,且测量准确度高。可以在单个准直镜或/和单个反射镜上镀有与光谱测量装置的测量波段相对应的光谱选择性薄膜;或者在其中几个准直镜或/和几个反射镜上均镀有与光谱测量装置的测量波段相对应的光谱选择性薄膜;或者在所有准直镜或/和所有反射镜上均镀有与光谱测量装置的测量波段相对应的光谱选择性薄膜。

[0019] 作为一种技术方案,在所述的色散元件上镀有与光谱测量装置的测量波段相对应的光谱选择性薄膜。光线入射到色散元件上,光谱选择性薄膜仅对光谱测量装置测量波段

的光线进行分光,而其他波段的光线被大部分衰减。这里的色散元件可为平面光栅或棱镜等,以将入射光线分解为平行光,再入射到成像元件上会聚成像。

[0020] 作为一种技术方案,包括用以出射单色光的出射狭缝,所述的出射狭缝设置在成像元件的成像面上。例如,色散元件、成像元件和出射狭缝可构成单色仪,成像元件将光线会聚成像,从位于成像面上的出射狭缝射出,实现单色仪的测量功能。

[0021] 综上所述,本发明通过在成像元件上镀有光谱选择性薄膜,并使得光谱选择性薄膜的选择波段与光谱测量装置的测量波段相对应,使成像元件仅能出射光学薄膜选择波段内的光线,而大幅衰减光路中其他波段的光线,从而大幅降低光学系统的杂散光水平。此外,还可以根据光谱测量装置的具体类型,采用在不同光学元件上镀光谱选择性薄膜来实现杂散光水平的有效控制。例如,在机械扫描式单色仪中,采用设置多个有不同选择波段的光学薄膜的切换机构,采用切换机构将不同的光学薄膜切入光路;在双单色仪中,将多个成像元件上镀有对应相同的光谱选择性薄膜;在多色仪中,在阵列探测器的光敏面上镀有光谱选择性薄膜等。因此,本发明公开的光谱测量装置,可大幅降低各种光谱测量装置的杂散光水平,从而有效提高测量准确度。

附图说明

[0022] 附图1是镀铝反射镜的反射率随波长的变化曲线;

[0023] 附图2是本发明一种光谱选择性反射膜的示意图;

[0024] 附图3是本发明另一种光谱选择性反射膜的示意图;

[0025] 附图4是实施例1的结构图;

[0026] 附图5是实施例2的结构图;

[0027] 附图6是实施例2中切换结构的示意图;

[0028] 附图7是实施例3的结构图;

[0029] 1-入射狭缝;2-色散元件;3-成像元件;4-光谱选择性薄膜;6-准直镜;7-反射镜;8-切换结构;9-出射狭缝;10-电机。

具体实施方式

[0030] 实施例1

[0031] 如图4所示,本实施例公开了一种多色仪,包括入射狭缝1、色散元件2、成像元件3、光谱选择性薄膜4和阵列探测器。本实施例中的色散元件2为平面光栅,成像元件3为凹面镜,凹面镜3上镀的光谱选择性薄膜4为反射膜。

[0032] 如图2所示,本实施例的光谱选择性反射膜4由四种不同选择波段的反射膜构成,其对应的反射波段分别为350nm-500nm、450nm-600nm、480nm-700nm和500nm-800nm,上述各片反射膜的反射波段首位交叠,且覆盖了光谱测量装置的测量波段380nm-780nm。

[0033] 入射光线经平面光栅2分光后,不同波段的单色光入射到凹面镜3上,由于凹面镜3上镀有不同反射波段的光谱选择性反射膜4,凹面镜3分别对不同选择波段的光线进行反射、会聚,并成像到位于凹面镜3像面处的阵列探测器上,而其他波段的光线不被反射,阵列探测器的不同像素区域分别接收不同选择波段的反射光,降低系统的杂散光水平,实现整个光谱的快速高精度测量。

[0034] 此外,本实施例在阵列探测器的表面也镀有光谱选择性薄膜4,这里的光谱选择性薄膜4为一个渐变的滤光膜,如图3所示,并且光谱选择性滤光膜4的通过波段与阵列探测器不同像素区域的探测波长相对应。类似地,光线经光谱选择性反射膜4反射、会聚后,经阵列探测器表面的光谱选择性滤光膜4进一步过滤,过滤掉不应该落入该像素区域内的光线,仅通过该像素区域内应探测的光线,从而进一步降低系统的杂散光水平,提高测量准确度。

[0035] 实施例2

[0036] 如图5所示,本实施例公开了一种单色仪,包括入射狭缝1、色散元件2、成像元件3,光谱选择性薄膜4、准直镜6、出射狭缝9和电机10。本实施例中的色散元件2为平面光栅,成像元件3为凹面反射镜,凹面反射镜3上镀的光谱选择性薄膜4为反射膜。

[0037] 实际测量时,光线经入射狭缝1进入,经准直镜6反射后变为一束平行光入射到平面光栅2上,平面光栅2将入射光线色散并投射到凹面反射镜3上,凹面反射镜3上的光谱选择性反射膜4按照其反射波段将相应的光线反射,经出射狭缝9出射。

[0038] 如图6所示,本实施例还包括与电机10电连接的切换机构8,切换机构8上设置了五个成像元件3,且每个成像元件3上光谱选择性反射膜4的反射波段均不同,第一成像元件3-1上的反射波段为350nm-480nm,第二成像元件3-2的反射波段为450nm-550nm,第三成像元件3-3的反射波段为480nm-650nm,第二成像元件3-4的反射波段为600nm-720nm,第五成像元件3-5的反射波段为700nm-800nm。测量时,切换机构8在电机10的带动下,将不同的成像元件3切入光路中,以分别将不同波段的光线反射会聚,以实现不同波段光线的精确测量。

[0039] 实施例3

[0040] 如图7所示,本实施例公开了一种双单色仪,包括入射狭缝1、两个色散元件2,两个成像元件3,光谱选择性薄膜4、四个反射镜7、两个准直镜6、和出射狭缝9。本实施例中的两个色散元件2均为平面光栅,两个成像元件3均为结构和尺寸均相同的凹面反射镜,凹面反射镜3镀的光谱选择性薄膜4均为反射膜,本实施例中凹面反射镜3上的光谱选择性反射膜4如图2所示,其选择波段与实施例1中的相同,且反射膜在两个凹面反射镜3上镀的对应位置完全相同。

[0041] 测量时,光线经入射狭缝1进入,经反射镜7反光后,被准直镜6反射为一束平行光入射到平面光栅2上,平面光栅2将入射光线色散并投射到凹面反射镜3上,凹面反射镜3上的光谱选择性反射膜4按照其反射波段将相应的光线反射,从凹面反射镜3出射的反射光再经两个反射镜7反光和准直镜6反射,变为平行光入射到平面光栅2上,平面光栅2将入射光线色散并投射到凹面反射镜3上,凹面反射镜3上的光谱选择性反射膜4按照其反射波段将相应的光线反射,经出射狭缝9出射。

[0042] 本实施例中的两个凹面反射镜3上光学薄膜的选择波段应完全相等。例如,入射光线经平面光栅2色散,波长为420nm的紫光被凹面反射镜3上350nm-480nm的反射膜反射会聚,经反射镜7、准直镜6反射,以及平面光栅2分光后,入射到凹面反射镜3应同样被350nm-480nm的反射膜反射会聚。两个凹面反射镜3对应位置上的光谱选择性反射膜4的选择波段对应相等,严格保证了两次色散的反射一致性,从而大幅降低了系统的杂散光水平,提高了测量准确度。相比于其他光谱仪,双单色仪本身就具有很高的测量准确度,再通过在凹面反射镜3上镀光谱选择性反射膜,使得双单色仪的测量准确度更高。

铝反射镜曲线

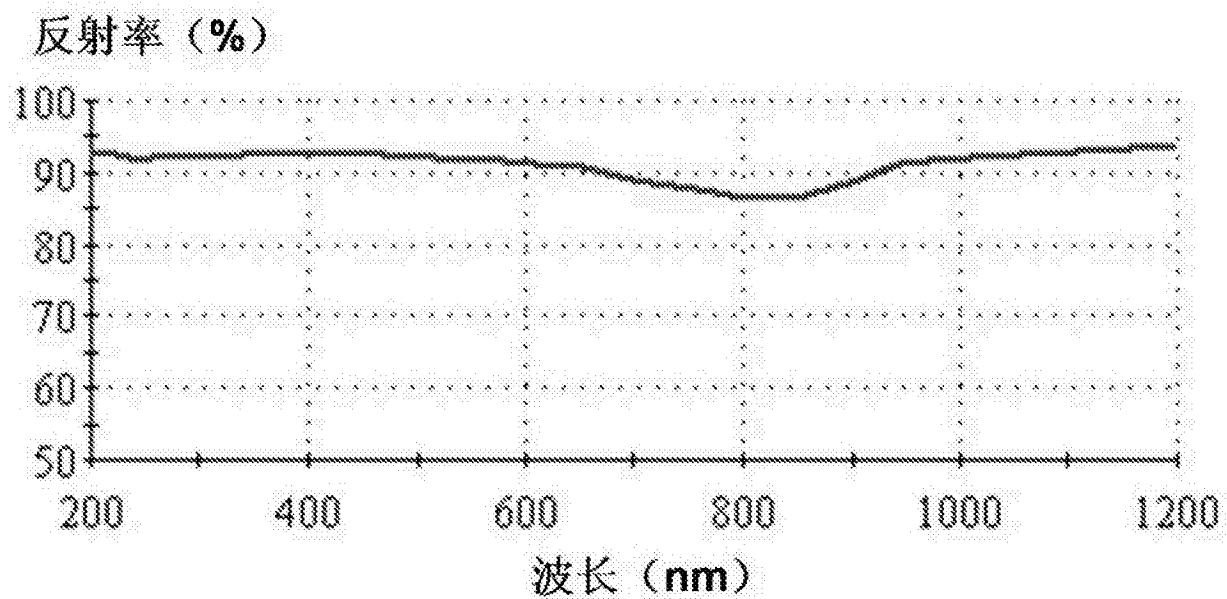


图1



图2

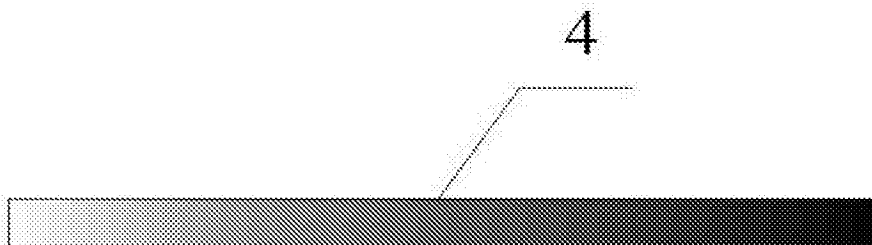


图3

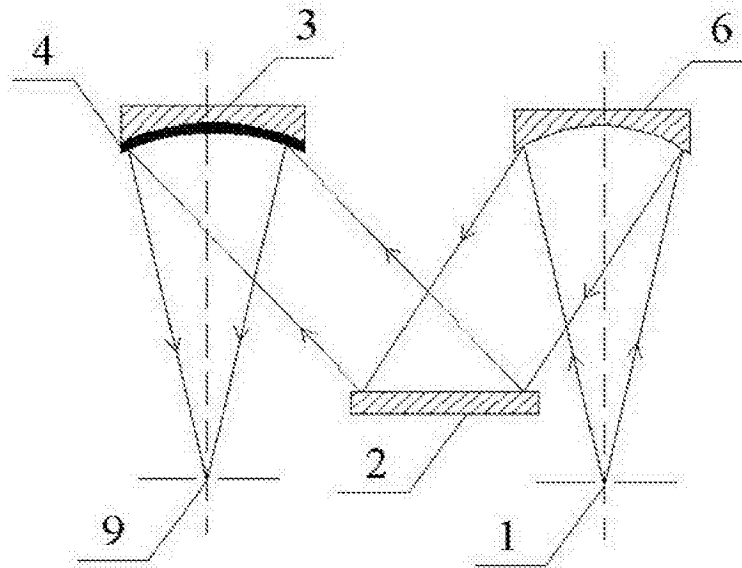


图4

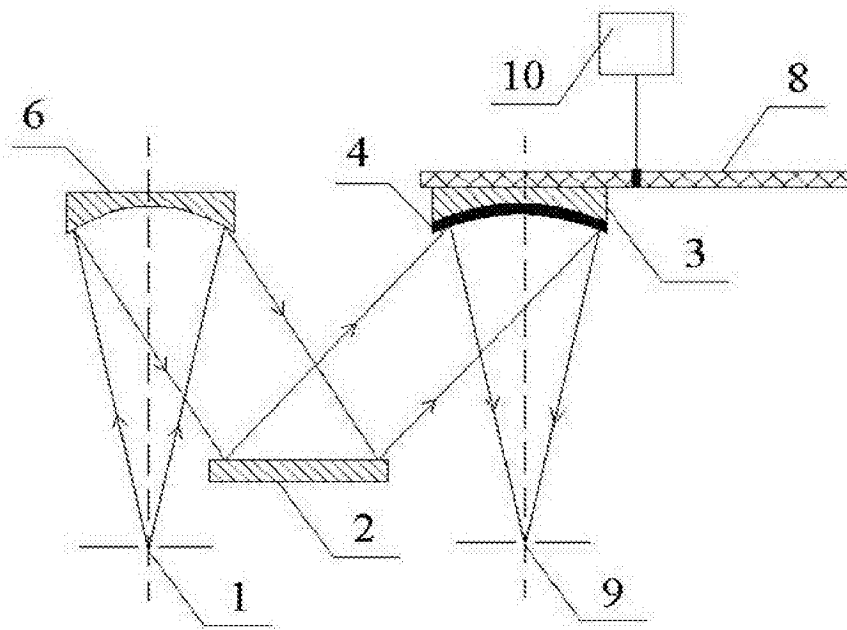


图5

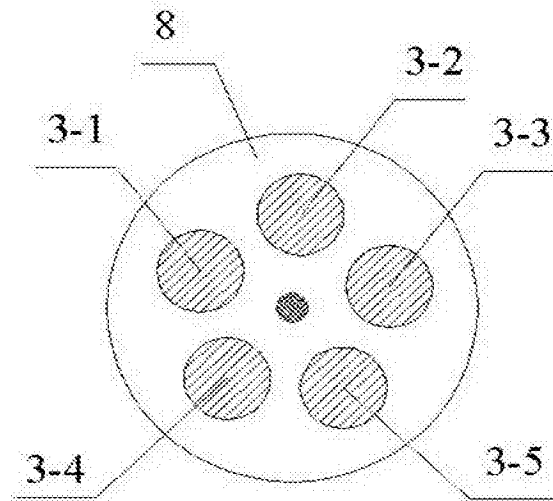


图6

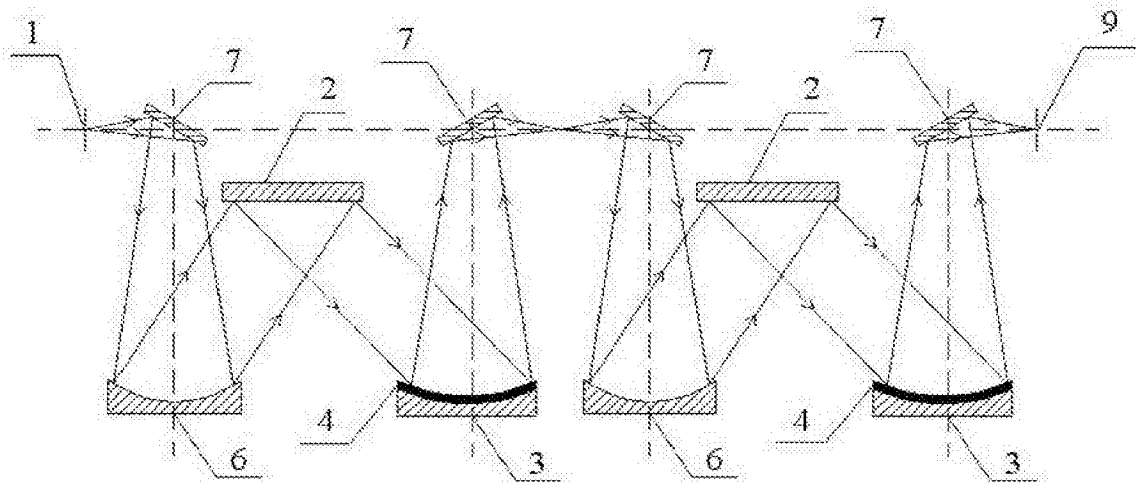


图7