



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101957257 A

(43) 申请公布日 2011.01.26

(21) 申请号 201010277313.3

(22) 申请日 2010.09.10

(71) 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路
3888 号

(72) 发明人 巴音贺希格 寇婕婷 吴娜
于宏柱 唐玉国 齐向东

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 刘树清

(51) Int. Cl.

G01M 11/02 (2006.01)

G01M 11/04 (2006.01)

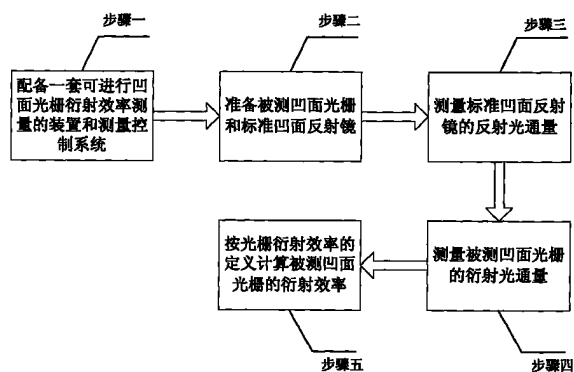
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 5 页

(54) 发明名称

一种凹面光栅衍射效率的测试方法

(57) 摘要

一种凹面光栅衍射效率测试方法,属于光谱技术领域涉及的一种光栅衍射效率测试方法。要解决的技术问题是:提供一种凹面光栅衍射效率测试方法。解决技术问题的技术方案是:包括步骤一,配备一套可进行凹面光栅衍射效率测量的装置和测量控制系统;步骤二,准备被测凹面光栅和标准凹面反射镜;步骤三,测量标准凹面反射镜的反射光通量;步骤四,测量被测凹面光栅的衍射光通量;步骤五,按光栅衍射效率的定义计算被测凹面光栅的衍射效率;该方法操作简单,测量结果稳定可靠。



1. 一种凹面光栅衍射效率测试方法,其特征在于:包括步骤一,配备一套可进行凹面光栅衍射效率测量的装置和测量控制系统;步骤二,准备被测凹面光栅和标准凹面反射镜;步骤三,测量标准凹面反射镜的反射光通量;步骤四,测量被测凹面光栅的衍射光通量;步骤五,按光栅衍射效率的定义计算被测凹面光栅的衍射效率;具体如下:

步骤一、配备一套可进行凹面光栅衍射效率测量的装置和测量控制系统;测量装置包括光源外光路、前置单色仪、测量单色仪;其中,光源外光路包括钨灯(17)、氙灯(18)、聚光镜(19);前置单色仪包括入射狭缝(20)、凹面准直镜(21)、分光光栅(22)、反射聚光镜(23)、光纤入孔(24)、壳体(25);测量单色仪包括光纤(26)、光纤出孔(27)、入射光臂(28)、光栅转台(29)、被测凹面光栅(30)、标准凹面反射镜(31)、出射光臂(32)、壳体(33)、光电倍增管(34);在光源外光路中,聚光镜(19)的正下方两侧分别安置钨灯(17)和氙灯(18),该两个光源先后发出的光线经过聚光镜(19)反射后,在前置单色仪的入射狭缝(20)处聚焦并入射到前置单色仪中;在聚光镜(19)和入射狭缝(20)形成的光路光轴上,在前置单色仪壳体(25)内安置有凹面准直镜(21),在其反射平行光束方向上安装分光光栅(22),在分光光栅(22)的衍射光束传播方向上置有反射聚光镜(23),光纤入孔(24)中心位于前置单色仪的壳体(25)上,且在反射聚光镜(23)的焦点上;在测量单色仪壳体(33)内,光纤出孔(27)置于入射光臂(28)上,并能在其上来回移动,在确定位置处固定,入射光臂(28)的一端安装在光栅转台(29)的底座上,从光纤出孔(27)出射的光束沿入射光臂(28)指向光栅转台(29),在光栅转台(29)上能固定放置标准凹面反射镜(31)或被测凹面光栅(30),出射光臂(32)能绕着光栅转台(29)中心旋转,在被测凹面光栅(30)的衍射光方向把出射光臂(32)的位置固定下来,出射光臂(32)与入射光臂(28)之间有一定的夹角;光电倍增管(34)放置在出射光臂(32)上,并能在其上来回移动,在确定位置处固定;

测量控制系统包括控制器(35)、控制软件程序和计算机操作界面;控制器(35)包括前置放大器(36)、程控放大器(37)、滤波器(38)、A/D转换器(39)、单片机(40)、PC个人计算机(41)、LED显示器(42)、驱动模块(43)、步进电机(44);控制器(35)的信号源来自测量单色仪中的光电倍增管(34),前置放大器(36)接收到来自光电倍增管(34)的电信号以后,将信号放大,传送给程控放大器(37),程控放大器(37)把接收到的信号放大到规定的范围内,传送给滤波器(38),滤波器(38)把接收信号中的噪声去掉,传送给A/D转换器(39),A/D转换器(39)将接收到的模拟量信号转换为数字量信号,传送给单片机(40),经单片机(40)的初步运算处理后,将运算处理结果传送给PC个人计算机(41),同时,对程控放大器(37)和A/D转换器(39)进行控制,单片机(40)控制驱动模块(43)驱动步进电机(44)带动光栅转台(29)转动;根据衍射效率测量要求和被测凹面光栅规格,设计的计算机操作界面,界面上方从左到右第一栏设置测量波长范围,包括起始波长、终止波长和波长间隔;第二栏设置分立波长,有10个常用测量波长能够选择,还能自行设置5个测量波长,图中涂黑框代表被选中的测量波长;第三栏设置被测凹面光栅参数,包括刻线密度、闪耀波长和光栅的长度、宽度;第四栏包括光栅、反射镜和测量三个按钮,在往测量装置中摆放光栅时选择光栅按钮,摆放反射镜时选择反射镜按钮,测量按钮用来显示测量状态,测量完成时变成黑色;界面下方左侧空白处记录并显示标准凹面反射镜的反射光通量测量值或被测凹面光栅的衍射光通量测量值,空白处的上方有位置自动调整按钮和紧急制动按钮,开始测量时,点击位置自动调整按钮,在测量过程中点击紧急制动按钮能立即停止测量;右侧表格处用来

显示测量所得的光栅衍射效率,曲线代表测得的不同波长处光栅的衍射效率;为了控制光栅转台(29)在方位、俯仰和滚转三个自由度的调整,设计的控制软件程序中,菱形框代表判断条件,矩形框代表执行条件,当点击计算机操作界面上位置自动调整按钮时,程序自行判断光栅转台(29)上被测凹面光栅(30)或标准凹面反射镜(31)在方位、俯仰和滚转三个自由度上的角度,直到角度调整正确,停止判断,进入判断测量对象流程,测量光栅时,需要先找到光栅闪耀波长位置,再进入测量流程,测量反射镜时,可以直接进入测量流程,从起始波长开始,程序依次记录测量值,直到到达终止波长,程序结束测量;

步骤二、准备被测凹面光栅和标准凹面反射镜;要求被测凹面光栅和标准凹面反射镜两者的曲率半径和通光孔径相等,打开测试用电源、光源和计算机,待光源、计算机等稳定后方能测量;

步骤三、测量标准凹面反射镜的反射光通量;打开测量单色仪,手动将标准凹面反射镜(31)放到光栅转台(29)上固定,根据被测凹面光栅的使用要求,设置光纤出孔(27)、光电倍增管(34)分别在入射光臂(28)、出射光臂(32)上的确定位置数值,在控制程序流程控制下,在操作界面上方前两栏内选择测量波长及范围、第三栏内填写被测光栅参数、选择反射镜按钮,设置完成后,单击位置自动调整按钮即开始测量,测量值将记录在界面下方左侧空白处;

步骤四、测量被测凹面光栅的衍射光通量;将被测凹面光栅(30)放置在光栅转台(29)上放置标准凹面反射镜(31)的位置上,保持步骤三中的设置不变,在操作界面上选择光栅按钮,点击位置自动调整按钮开始测量,测量值将记录在界面下方左侧空白处;

步骤五、按光栅衍射效率的定义,计算被测凹面光栅的衍射效率;即被测凹面光栅的衍射光通量与标准凹面反射镜的反射光通量之比,计算结果将显示在界面下方右侧表格中。

一种凹面光栅衍射效率的测试方法

技术领域

[0001] 本发明属于光谱技术领域涉及的一种凹面光栅衍射效率的测试方法。

背景技术

[0002] 衍射效率是光栅最重要的技术指标,它直接影响光谱仪器的能量传输特性。对于光栅的用户来说,往往对所需的光栅提出要求,要求光栅的衍射效率在某一波长 λ 的第 m 级次的衍射效率必须达到规定的技术指标要求,因此光栅的研制和生产单位要进行光栅衍射效率的测试。

[0003] 光栅衍射效率在测量中通常指相对衍射效率,即在给定波长和光谱级次情况下,探测器接收到的光栅的衍射光通量与一块具有与光栅相同孔径的标准反射镜的反射光通量之比。衍射效率的测试目前均采用连续扫描法。与本发明最为接近的已有技术,是浙江大学光学仪器系提出的平面光栅衍射效率连续扫描自动测试方法,该方法是在一套平面光栅衍射效率测量装置上实施的,该测量装置光路结构如图 1 所示:是由外光路、两台相同的 Littrow 型单色器、探测器和微机系统组成。其中,外光路包括光源 1、聚光镜 2;第一单色器包括入射狭缝 3、球面反射镜 4、分光光栅 5、平面反射镜 6、壳体 7、出射狭缝 8;第二单色器包括入射狭缝 9、球面反射镜 10、待测平面光栅 11、标准平面反射镜 12、平面反射镜 13、壳体 14、出射狭缝 15、接收器 16;外光路和第一单色器为测量提供单色光,第二单色仪是测量单色仪,要求待测平面光栅 11 与分光光栅 5 的刻线密度相同,微机系统控制两光栅相对于波长 λ 同步转动和标准平面反射镜 12 自动移入移出测量光路。测量出待测平面光栅 11 的衍射光通量和标准平面反射镜 12 的反射光通量,依此求出平面光栅的衍射效率。

[0004] 该种测试方法存在的问题:只能测量平面光栅的衍射效率,不能进行凹面光栅衍射效率测试。

发明内容

[0005] 为了克服已有技术存在的缺点,本发明的目的在于实现对凹面光栅衍射效率的测量,特提出一种凹面光栅衍射效率的测试方法。

[0006] 本发明要解决的技术问题是:提供一种凹面光栅衍射效率的测试方法。

[0007] 解决技术问题的技术方案为:如图 2 所示,包括步骤一,配备一套可进行凹面光栅衍射效率测量的装置和测量控制系统;步骤二,准备被测凹面光栅和标准凹面反射镜;步骤三,测量标准凹面反射镜的反射光通量;步骤四,测量被测凹面光栅的衍射光通量;步骤五,按光栅衍射效率的定义计算被测凹面光栅的衍射效率;具体如下:

[0008] 步骤一、配备一套可进行凹面光栅衍射效率测量的装置和测量控制系统;测量装置包括光源外光路、前置单色仪、测量单色仪,如图 3 所示;其中,光源外光路包括钨灯 17、氙灯 18、聚光镜 19;前置单色仪包括入射狭缝 20、凹面准直镜 21、分光光栅 22、反射聚光镜 23、光纤入孔 24、壳体 25;测量单色仪包括光纤 26、光纤出孔 27、入射光臂 28、光栅转台 29、被测凹面光栅 30、标准凹面反射镜 31、出射光臂 32、壳体 33、光电倍增管 34;在光源外光路

中,聚光镜 19 的正下方两侧分别安置钨灯 17 和氙灯 18,该两个光源先后发出的光线经过聚光镜 19 反射后,在前置单色仪的入射狭缝 20 处聚焦并入射到前置单色仪中;在聚光镜 19 和入射狭缝 20 形成的光路光轴上,在前置单色仪壳体 25 内安置有凹面准直镜 21,在其反射平行光束方向上安装分光光栅 22,在分光光栅 22 的衍射光束传播方向上置有反射聚光镜 23,光纤入孔 24 中心位于前置单色仪的壳体 25 上,且在反射聚光镜 23 的焦点上;在测量单色仪壳体 33 内,光纤出孔 27 置于入射光臂 28 上,并能在其上来回移动,在确定位置处固定,入射光臂 28 的一端安装在光栅转台 29 的底座上,从光纤出孔 27 出射的光束沿入射光臂 28 指向光栅转台 29,在光栅转台 29 上能固定放置标准凹面反射镜 31 或被测凹面光栅 30,出射光臂 32 能绕着光栅转台 29 中心旋转,在被测凹面光栅 30 的衍射光方向把出射光臂 32 的位置固定下来,出射光臂 32 与入射光臂 28 之间有一定的夹角;光电倍增管 34 放置在出射光臂 32 上,并能在其上来回移动,在确定位置处固定;

[0009] 测量控制系统包括控制器 35、控制软件程序和计算机操作界面;控制器 35 如图 4 所示,包括前置放大器 36、程控放大器 37、滤波器 38、A/D 转换器 39、单片机 40、PC 个人计算机 41、LED 显示器 42、驱动模块 43、步进电机 44;控制器 35 的信号源来自测量单色仪中的光电倍增管 34,前置放大器 36 接收到来自光电倍增管 34 的电信号以后,将信号放大,传送给程控放大器 37,程控放大器 37 把接收到的信号放大到规定的范围内,传送给滤波器 38,滤波器 38 把接收信号中的噪声去掉,传送给 A/D 转换器 39, A/D 转换器 39 将接收到的模拟量信号转换为数字量信号,传送给单片机 40,经单片机 40 的初步运算处理后,将运算处理结果传送给 PC 个人计算机 41,同时,对程控放大器 37 和 A/D 转换器 39 进行控制,单片机 40 控制驱动模块 43 驱动步进电机 44 带动光栅转台 29 转动;根据衍射效率测量要求和被测凹面光栅规格,设计的计算机操作界面如图 7 所示,界面上方从左到右第一栏设置测量波长范围,包括起始波长、终止波长和波长间隔;第二栏设置分立波长,有 10 个常用测量波长能够选择,还能自行设置 5 个测量波长,图中涂黑框代表被选中的测量波长;第三栏设置被测凹面光栅参数,包括刻线密度、闪耀波长和光栅的长度、宽度;第四栏包括光栅、反射镜和测量三个按钮,在往测量装置中摆放光栅时选择光栅按钮,摆放反射镜时选择反射镜按钮,测量按钮用来显示测量状态,测量完成时变成黑色;界面下方左侧空白处记录并显示标准凹面反射镜的反射光通量测量值或被测凹面光栅的衍射光通量测量值,空白处的上方有位置自动调整按钮和紧急制动按钮,开始测量时,点击位置自动调整按钮,在测量过程中点击紧急制动按钮能立即停止测量;右侧表格处用来显示测量所得的光栅衍射效率,图中曲线代表测得的不同波长处光栅的衍射效率;为了控制光栅转台 29 在方位、俯仰和滚转三个自由度的调整,设计控制软件程序如图 8 所示,菱形框代表判断条件,矩形框代表执行条件,当点击计算机操作界面上位置自动调整按钮时,程序自行判断光栅转台 29 上被测凹面光栅 30 或标准凹面反射镜 31 在方位、俯仰和滚转三个自由度上的角度,直到角度调整正确,停止判断,进入判断测量对象流程,测量光栅时,需要先找到光栅闪耀波长位置,再进入测量流程,测量反射镜时,可以直接进入测量流程,从起始波长开始,程序依次记录测量值,直到到达终止波长,程序结束测量;

[0010] 步骤二、准备被测凹面光栅和标准凹面反射镜;要求被测凹面光栅和标准凹面反射镜两者的曲率半径和通光孔径相等,打开测试用电源、光源和计算机,待光源、计算机等稳定后方能测量;

[0011] 步骤三、测量标准凹面反射镜的反射光通量；打开测量单色仪，手动将标准凹面反射镜 31 放到光栅转台 29 上固定，根据被测凹面光栅的使用要求，设置光纤出孔 27、光电倍增管 34 分别在入射光臂 28、出射光臂 32 上的确定位置数值，按图 8 所示的控制程序流程控制下，在操作界面上方前两栏内选择测量波长及范围、第三栏内填写被测光栅参数、选择反射镜按钮，设置完成后，单击位置自动调整按钮即开始测量，测量值将记录在界面下方左侧空白处；

[0012] 步骤四、测量被测凹面光栅的衍射光通量；将被测凹面光栅 30 放置在光栅转台 29 上放置标准凹面反射镜 31 的位置上，保持步骤三中的设置不变，在操作界面上选择光栅按钮，点击位置自动调整按钮开始测量，测量值将记录在界面下方左侧空白处；

[0013] 步骤五、按光栅衍射效率的定义，计算被测凹面光栅的衍射效率；即被测凹面光栅的衍射光通量与标准凹面反射镜的反射光通量之比，计算结果将显示在界面下方右侧表格中。

[0014] 本发明工作原理说明：光源发出的连续光谱经聚光镜 19 反射后通过入射狭缝 20 进入前置单色仪中，经凹面准直镜 21 反射成平行光照射在分光光栅 22 上，经分光光栅 22 衍射后，其中波长为 λ 的单色光经反射聚光镜 23 聚焦到光纤入孔 24 处；根据被测凹面光栅的使用要求，将光纤出孔 27、出射光臂 32 和光电倍增管 34 分别固定，光栅转台 29 在控制器 35 控制下可在方位、俯仰、滚转三个自由度作精确调整；来自光纤出孔 27 的单色光照在标准凹面反射镜 31 或被测凹面光栅 30 上，经光栅转台 29 精确调整后，反射光全部由光电倍增管 34 接收；测量时，在操作界面上设置测量波长和被测凹面光栅 30 参数，设置完成后，点击界面上位置自动调整按钮，便可进行反射光通量或衍射光通量的数据采集；由步骤三的操作可以获得标准凹面反射镜 31 的反射光通量数据，由步骤四的操作可以获得被测凹面光栅 30 的衍射光通量数据，测量数据保存在界面下方左侧空白处，同时，两次测量的对应数据进行比值，得出此次凹面光栅衍射效率测量的结果，并将结果显示在界面下方右侧表格栏内。

[0015] 本发明的积极效果：提供一种凹面光栅衍射效率的测试方法，能够对不同曲率半径的凹面光栅进行衍射效率测量。

附图说明

[0016] 图 1 是已有技术的测量方法的光路结构示意图；

[0017] 图 2 是本发明方法的步骤流程示意框图；

[0018] 图 3 是本发明方法中配备的凹面光栅衍射效率测量装置光路结构示意图；

[0019] 图 4 是本发明方法中配备的 controllers 的结构示意图；

[0020] 图 5 是本发明方法中控制系统电路原理图；

[0021] 图 6 是本发明方法中控制系统与测量装置连接示意图；

[0022] 图 7 是本发明方法中所设计的计算机操作界面的结构示意图；

[0023] 图 8 是本发明方法中设计的操作界面的控制程序流程图。

具体实施方式

[0024] 本发明按技术方案设定的方法步骤流程框图执行，即按步骤一、步骤二、步骤三、

步骤四和步骤五的方法步骤实施。其中,步骤一的测量装置,图 3 中的钨灯 17 采用飞利浦 10W、6V,6605 型钨灯;氘灯 18 采用北京曙光明 DL2.5 型氘灯;聚光镜 19、凹面准直镜 21、反射聚光镜 23 的基底材质均采用 K9 光学玻璃,表面镀铝,焦距 $f = 100\text{mm}$;入射狭缝 20 的材质采用 45# 钢片,狭缝宽度可调范围在 $0.1 \sim 2\text{mm}$,高度为 5mm ;分光光栅 22 采用 1200 线/毫米的平面光栅;光纤 26 由南京春辉公司生产,型号为 FSI-UV;前置单色仪壳体 25、测量单色仪壳体 33 的材质均采用铝,厚度为 6 毫米压制而成;入射光臂 28、出射光臂 32、光栅转台 29 的主要材质均采用铝,光栅转台 29 的尺寸应大于标准凹面反射镜 31 和被测凹面光栅 30 的尺寸;被测凹面光栅 30 为任意刻线数的凹面反射光栅;标准凹面反射镜 31 的基底材质采用 K9 光学玻璃,表面镀铝;标准凹面反射镜 31 的曲率半径和通光孔径与待测凹面光栅的相同;光电倍增管 34 采用浙大滨松公司生产的 R4632 型光电倍增管。图 4 所示的控制器 35 中的各件,前置放大器 36 采用 OP27 放大器,程控放大器 37 采用 PG202 或 PGA203 放大器,滤波器 38 采用 MAX262 滤波器,A/D 转换器 39 采用 TLC2543 转换器、单片机 40 采用 89C51 单片机、PC 个人计算机 41 采用 IBM 兼容机、LED 显示器 42 采用八段 LED 显示器、驱动模块 43 采用北京斯达特公司生产的 SH-2H057 模块,步进电机 44 采用苏州生产的 FL57STH76-02A 步进电机;在配备的凹面光栅衍射效率测量装置和测量控制系统的基础上,进一步按步骤二、步骤三、步骤四、步骤五规定的方法实施。

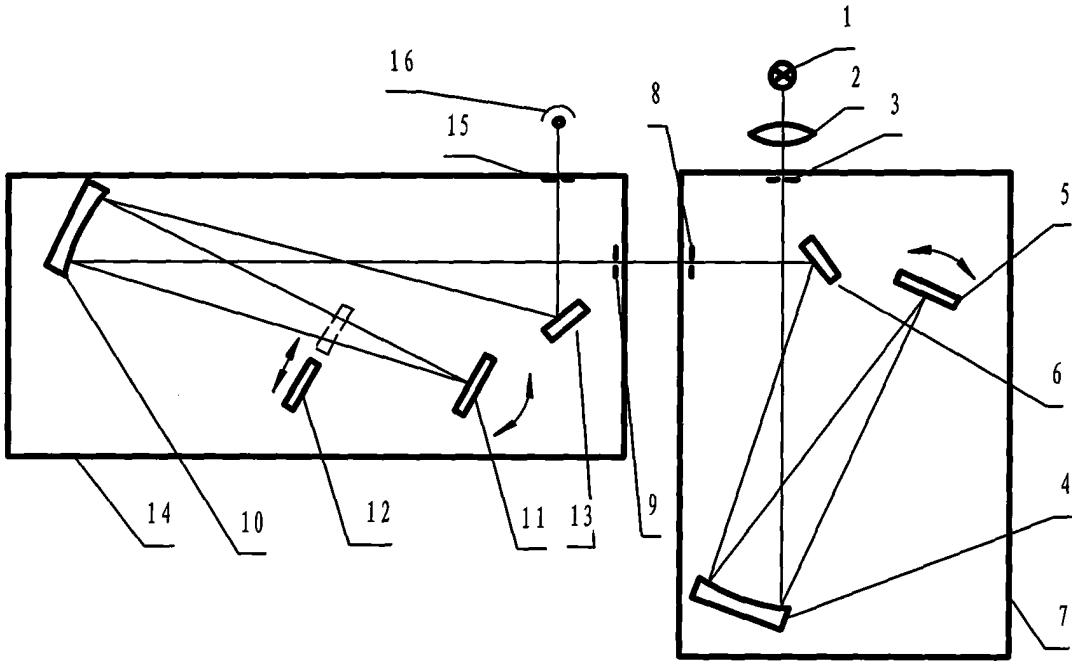


图 1

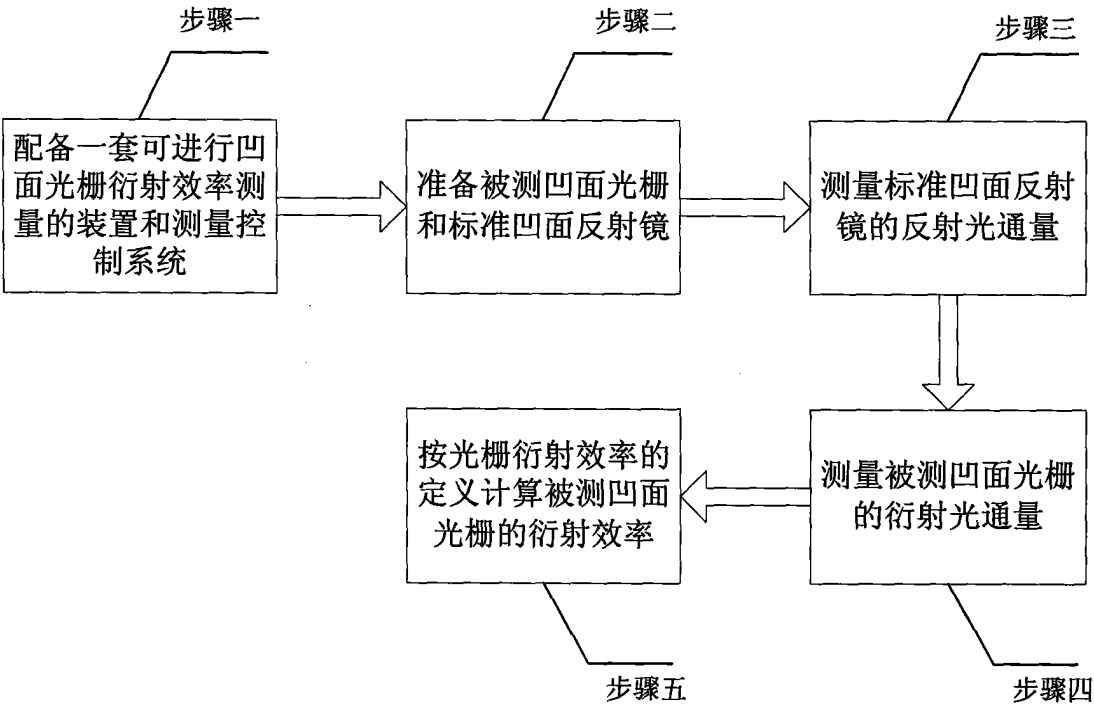


图 2

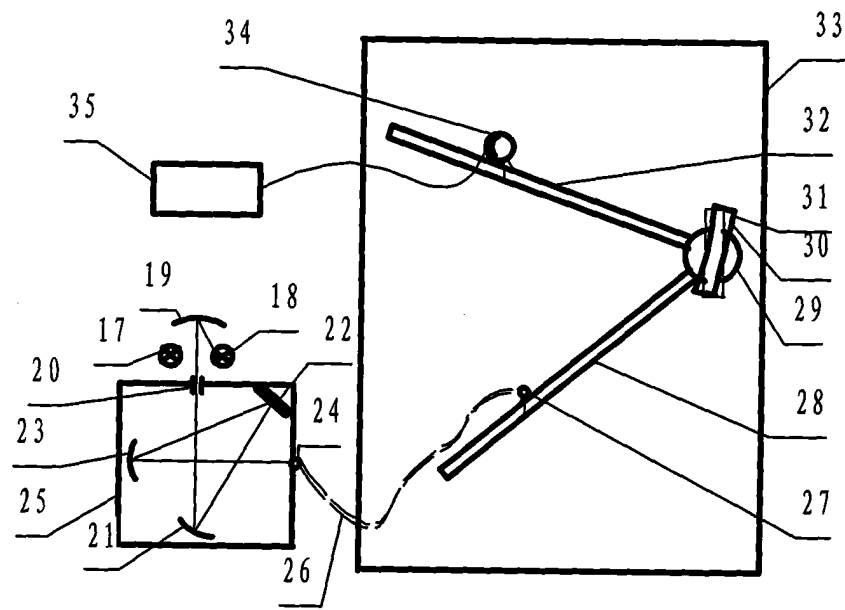


图 3

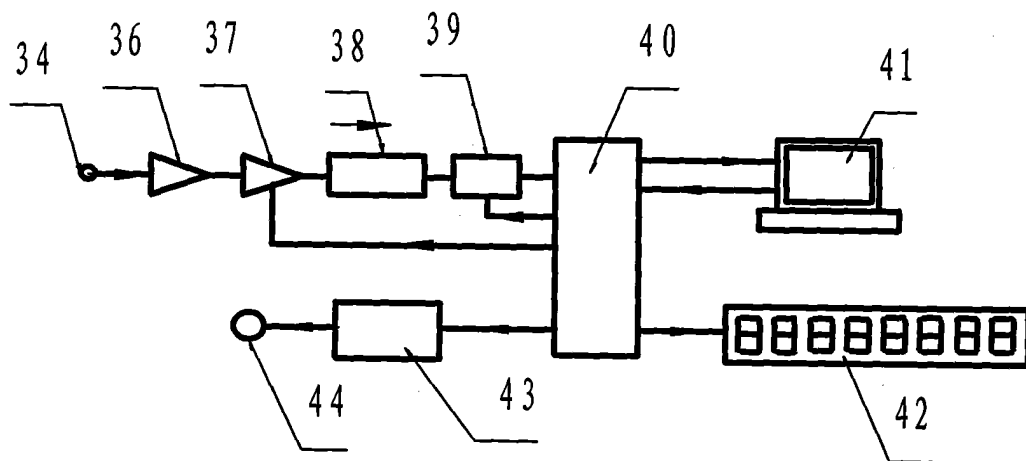


图 4

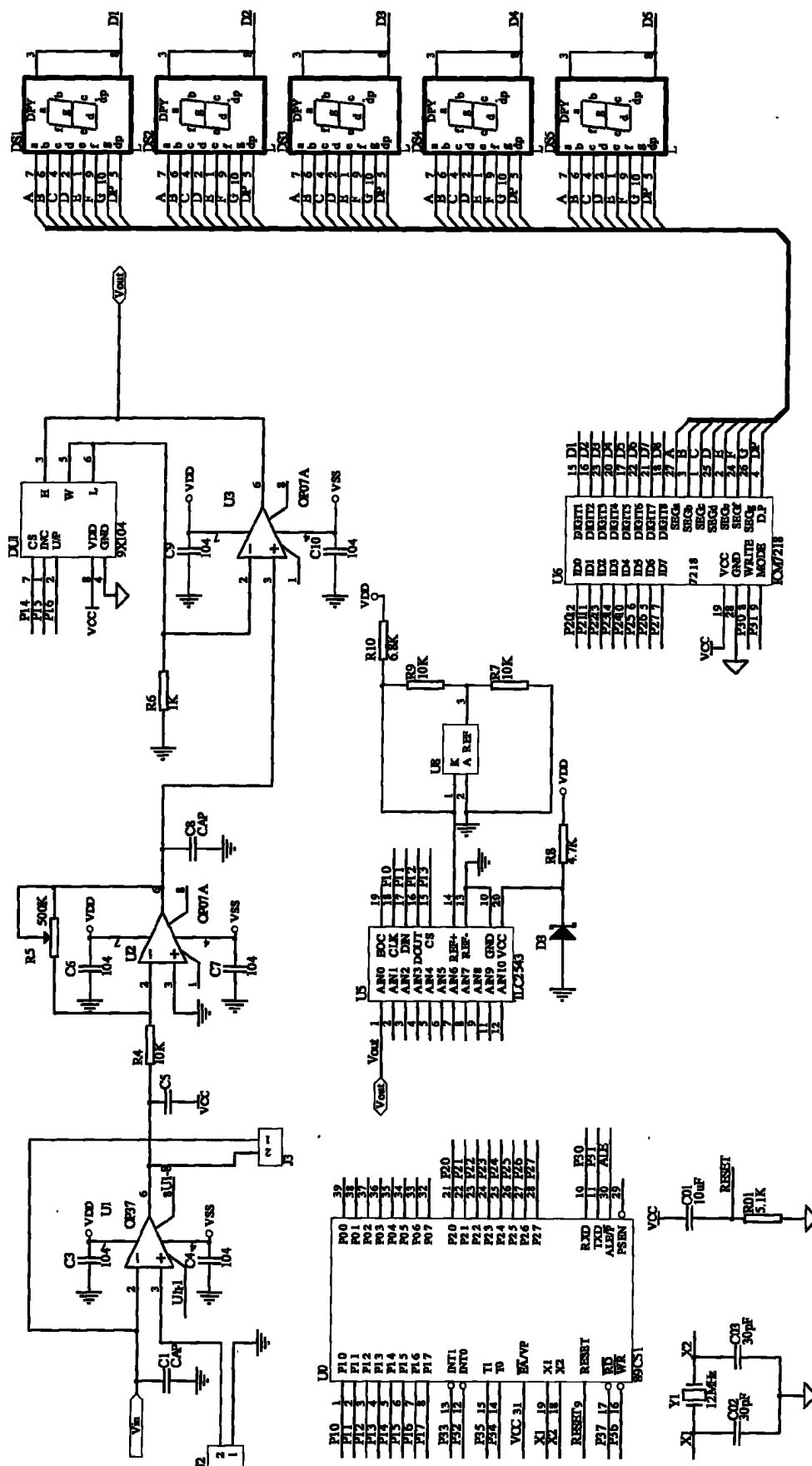


图 5

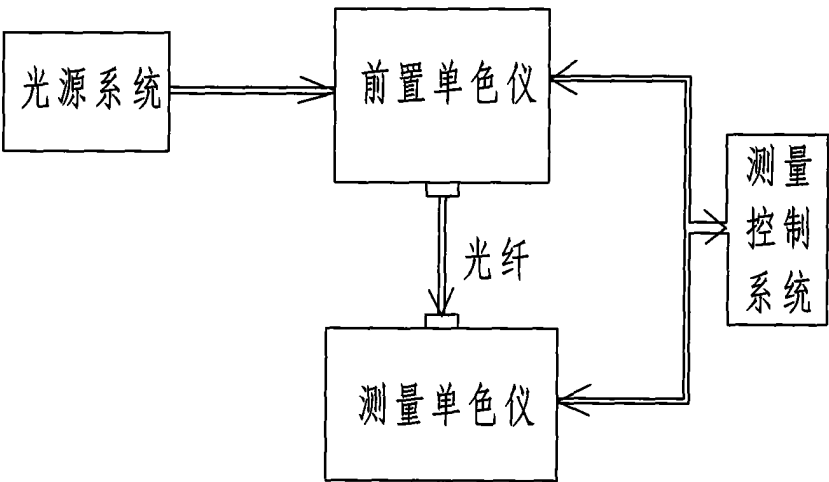


图 6

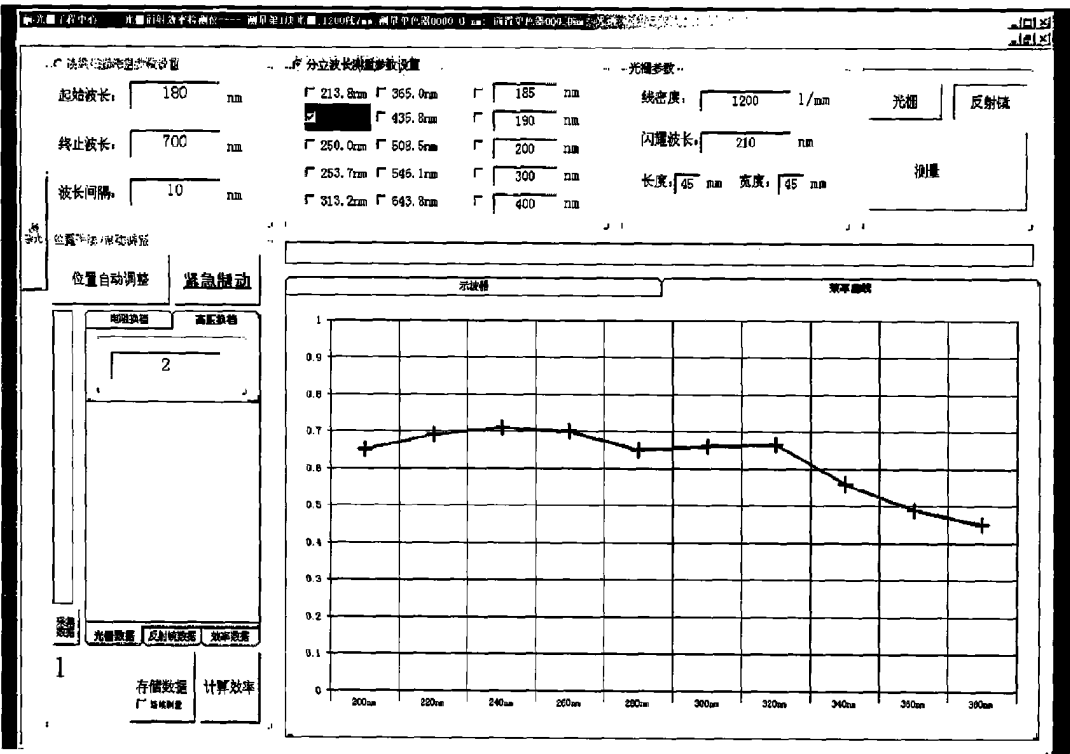


图 7

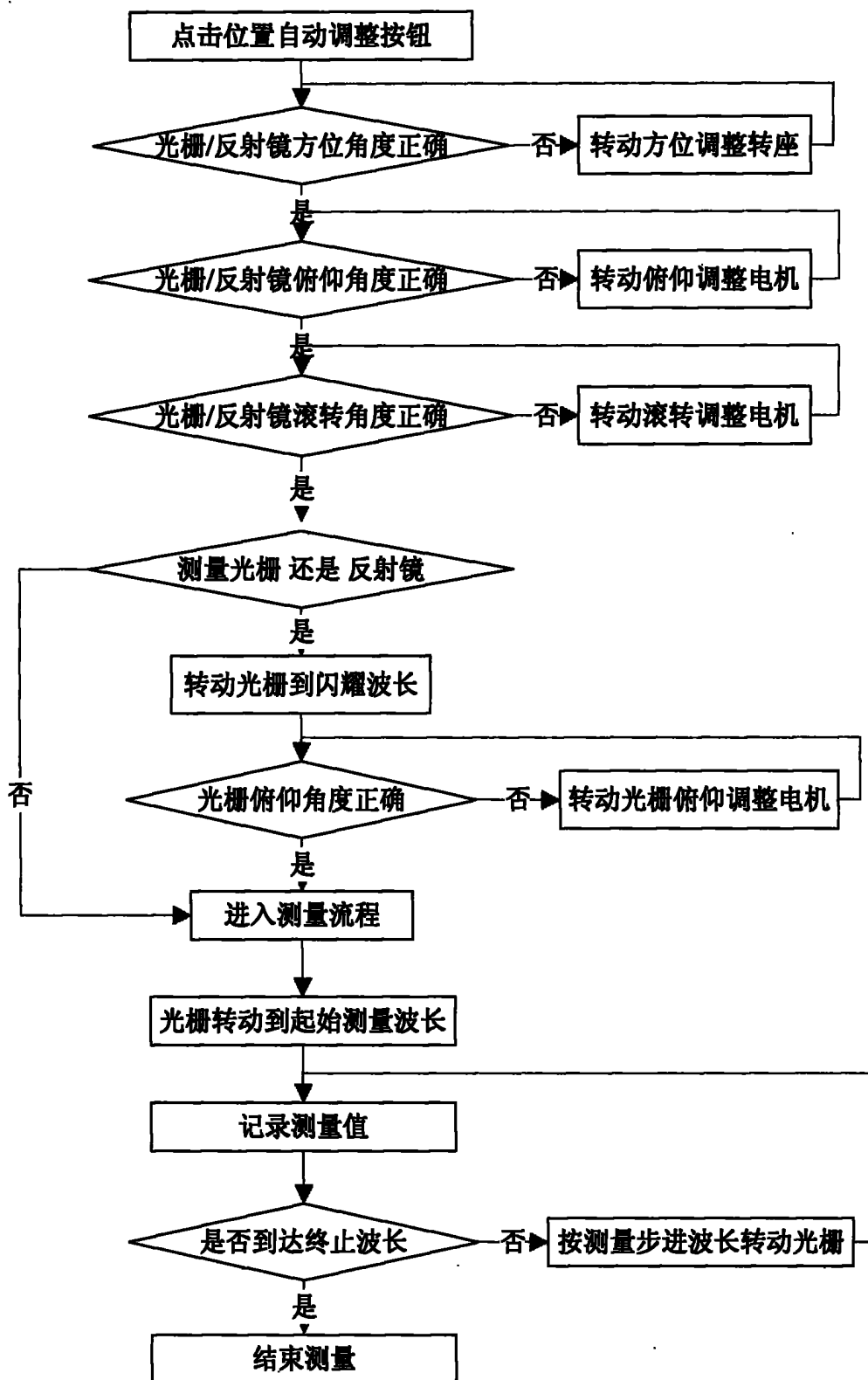


图 8