



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104238281 B

(45)授权公告日 2016.09.07

(21)申请号 201410468136.5

G02B 27/10(2006.01)

(22)申请日 2014.09.15

G02B 26/08(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104238281 A

(56)对比文件

CN 102566318 A, 2012.07.11, 第57-59段, 附图6A、6B、7.

(43)申请公布日 2014.12.24

US 6704340 B2, 2004.03.09, 全文.

(73)专利权人 中国科学院上海光学精密机械研究所

CN 101487983 A, 2009.07.22, 全文.

地址 201800 上海市嘉定区上海市800-211邮政信箱

鲍建飞等. 光刻机照明系统中光束稳定技术研究.《中国激光》.2012, 第39卷(第9期), 全文.

审查员 黄倩

(72)发明人 黄立华 何国俊 侯莉颖 黄惠杰

(74)专利代理机构 上海新天专利代理有限公司  
31213

代理人 张泽纯 张宁展

(51)Int. Cl.

G03F 7/20(2006.01)

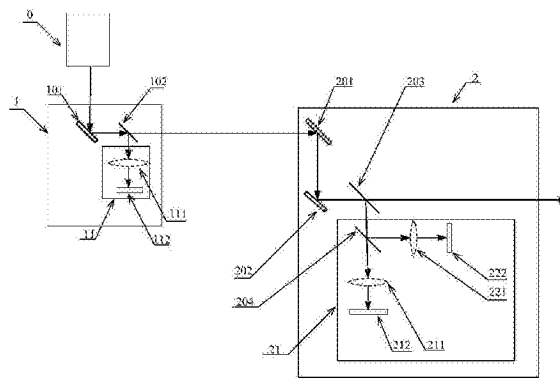
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

应用于远距离的光束稳定装置和光束稳定方法

(57)摘要

一种应用于远距离的光束稳定装置及稳定方法,包括置于光源与后续光学系统之间的传输光路中光束初稳定单元和光束精稳定单元。本发明能实现对光束长距离传输时出现的大尺度位置和指向偏移量的光束进行快速、高精度的稳定。



1. 一种运用光束稳定装置稳定光束的方法,该光束稳定装置,包括光束初稳定单元(1)和光束精稳定单元(2),所述的光束初稳定单元(1)包括第一电动反射镜(101)、第一分光镜(102)和第一光束测量子单元(11),所述的第一光束测量子单元(11)包括光束指向测量光路(111)和第一光电探测器(112),所述的光束精稳定单元(2)包括第二电动反射镜(201)、第三电动反射镜(202)、第二分光镜(203)、第二光束测量子单元(21),第二光束测量子单元(21)包括第三分光镜(204)、第二测量光路(211)和第二光电探测器(212),第三测量光路(221)和第三光电探测器(222),沿光路输入方向依次是所述的第一电动反射镜(101)、第一分光镜(102),所述的第一分光镜(102)将入射光分为反射光和透射光,沿反射光方向依次是所述的光束指向测量光路(111)和所述的第一光电探测器(112),沿透射光方向依次是所述的第二电动反射镜(201)、第三电动反射镜(202)、第二分光镜(203),该第二分光镜(203)将所述的透射光再分为第二反射光和第二透射光,该第二透射光为输出光,沿第二反射光方向依次是所述的第三分光镜(204)、第二测量光路(211)和第二光电探测器(212),在所述的第三分光镜(204)的反射光方向依次是所述的第三测量光路(221)和第三光电探测器(222),其特征在于,该方法包括如下步骤:

1)将所述的光束初稳定单元和所述的光束精稳定单元置于光源与后续光学系统之间的传输光路中;

2)启动所述的光束稳定装置;

3)判断光束初稳定单元中的光束测量子单元(1)测得的光源端的光束二维指向:

假设光束初稳定单元在x方向上的指向初稳定阈值范围是 $[Tinit\_x\_pnt0, Tinit\_x\_pnt1]$ ,光束初稳定单元在y方向上的指向初稳定阈值范围是 $[Tinit\_y\_pnt0, Tinit\_y\_pnt1]$ ,若第一光束测量子单元(11)测得的光束指向已经处于上述的指向初稳定阈值范围内,则第一电动反射镜(101)将保持静止;若光束的指向超出上述任何一个指向初稳定阈值范围,则所述的第一电动反射镜(101)将根据当前第一光束测量子单元(11)的输出在两个正交方向上运动以改变经光束初稳定单元出射的光束的指向,直到由第一光束测量子单元(11)测得的光源端的光束二维指向均已处于上述指向初稳定阈值范围内为止;

4)判断光束精稳定单元中第二光束测量子单元(21)输出的入射至后端光学系统的光束的位置和指向数值:

假设光束精稳定单元在x方向上的指向精稳定阈值范围是 $[Tult\_x\_pnt0, Tult\_x\_pnt1]$ ,光束精稳定单元在y方向上的指向精稳定阈值范围是 $[Tult\_y\_pnt0, Tult\_y\_pnt1]$ ;光束精稳定单元在x方向上的位置精稳定阈值范围是 $[Tult\_x\_pos0, Tult\_x\_pos1]$ ,光束精稳定单元在y方向上的位置精稳定阈值范围是 $[Tult\_y\_pos0, Tult\_y\_pos1]$ ,若入射至后端光学系统的光束的位置和指向均已处于指向精稳定阈值范围内和位置精稳定阈值范围内时,则光束精稳定单元的第二电动反射镜(201)和第三电动反射镜(202)将保持静止;若入射至后端光学系统的光束的位置和指向超出了指向精稳定阈值范围和位置精稳定阈值范围,则第二电动反射镜(201)和第三电动反射镜(202)将根据当前第二光束测量子单元(21)的输出在两个正交方向上转动以改变经光束精稳定单元出射的光束的位置和指向,直到由第二光束测量子单元(21)测得的入射至后端光学系统的光束位置和指向已处于上述指向精稳定阈值范围内和位置精稳定阈值范围内为止。

## 应用于远距离的光束稳定装置和光束稳定方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及光刻机的光束稳定,特别是一种应用于远距离的光束稳定装置及稳定方法。

### 背景技术

[0002] 光束稳定技术广泛应用于空间光通信,光刻机等高端领域。在空间光通信中,发射端光束指向偏移过大则会导致双方通信的失败;在光刻机应用中,照明光束的指向和位置稳定性很大程度上制约着光刻质量,影响光刻产品的良品率,因此有必要引入光束稳定技术,将光束的指向和位置偏移维持在可控范围之内。

[0003] 一般来讲,主流光刻机中的准分子激光器位于距光刻机曝光系统位置较远的另一个地基上。所以,存在如下原因导致了入射到光刻机曝光系统中的光束位置和指向存在较大的偏差:准分子激光器自身输出光束的位置和指向存在漂移;光束经多个反射镜的长距离传输(20米);准分子激光器与光刻机曝光系统所处的不同地基之间的相对位移。

[0004] 在现有的光束稳定技术中,多采用光束位置探测光学系统和由两只电动反射镜组成的光束位置调整系统构成光束稳定装置,根据光束位置探测光学系统的输出并通过控制两只可在两个正交方向旋转的电动反射镜将光束位置和指向矫正到指定的容限误差内。

[0005] 在先技术“一种用于光刻设备中的光束稳定装置”(中国专利,申请号:201010582736)提出了使用三块反射镜和一支可进行远场、近场光束位置探测的光路来进行光束稳定的技术方案。在进行光束稳定过程中,该方案必须将反射镜调节装置的平动动作和旋转动作联合使用才能将光束的指向和位置稳定在期望状态。因此,反射镜调节装置不仅包含旋转运动机构,还必须有完成直线运动的直线运动机构,这使得整个光束稳定系统的结构相当复杂,而且,带有直线运动结构的电动反射镜调节装置的体积较大,亦不便于安装。

[0006] 如上所述,入射到光刻机曝光系统中的光束位置和指向可能存在较大的偏差。准分子激光器的指向处于亚毫弧度量级,其位置变化处于亚毫米量级。假设准分子激光器距离光刻机曝光系统中的照明系统的距离为20米,当准分子激光器的指向从 $+0.5\text{mrad}$ 变化到 $-0.5\text{mrad}$ ,那么入射到光刻机曝光系统中的照明系统底部的光束位置变化为20mm。可见曝光光源如此小的指向变化在曝光系统的底部即造成了如此大的光斑位置变化。光斑位置如此大的变化将极易超出光束位置探测光学系统中光电探测器的光敏面,从而导致了光束稳定的失败。而且,准分子激光器与曝光系统处于不同的地基且距离较远,光束的指向和位置在传输过程中亦可能受到扰动。

[0007] 与此同时,光束稳定系统中较大的位置修正量使得电动反射镜需要有较大的调整量,这将增大电动反射镜所需的执行时间,制约着整个稳定系统的闭环带宽。同时,电动反射镜在较大范围内执行动作则会带来执行精度的下降,进而影响整套稳定系统的稳定精度。

## 发明内容

[0008] 本发明旨在克服上述在先技术的不足,提出一种应用于远距离的光束稳定装置及稳定方法。利用本发明所所述的光束稳定装置和方法,能实现对光束长距离传输时出现的大尺度位置和指向偏移量的光束进行快速、高精度的稳定。

[0009] 本发明的技术解决方案如下:

[0010] 一种应用于远距离的光束稳定装置,特征在于包括光束初稳定单元和光束精稳定单元,所述的光束初稳定单元包括第一电动反射镜、第一分光镜和第一光束测量子单元,所述的第一光束测量子单元包括光束指向测量光路和第一光电探测器,所述的光束精稳定单元包括第二电动反射镜、第三电动反射镜、第二分光镜、第二光束测量子单元,第二光束测量子单元包括第三分光镜、第二测量光路和第二光电探测器,第三测量光路和第三光电探测器,沿光路输入方向依次是所述的第一电动反射镜、第一分光镜,所述的第一分光镜将入射光分为反射光和透射光,沿反射光方向依次是所述的光束指向测量光路和所述的第一光电探测器,沿透射光方向依次是所述的第二电动反射镜、第三电动反射镜、第二分光镜,该第二分光镜将所述的透射光再分为第二反射光和第二透射光,该第二透射光为输出光,沿第二反射光方向依次是所述的第三分光镜、第二测量光路和第二光电探测器,在所述的第三分光镜的反射光方向依次是所述的第三测量光路和第三光电探测器。

[0011] 在所述的第一分光镜和所述的第二电动反射镜之间设有固定反射镜。

[0012] 运用上述的光束稳定装置稳定光束的方法,该方法包括如下步骤:

[0013] 1)将所述的光束初稳定单元和所述的光束精稳定单元置于光源与后续光学系统之间的传输光路中;

[0014] 2)启动所述的光束稳定装置;

[0015] 3)判断光束初稳定单元中的光束测量子单元测得的光源端的光束二维指向:

[0016] 假设光束初稳定单元在x方向上的指向初稳定阈值范围是 $[Tinit\_x\_pnt0, Tinit\_x\_pnt1]$ ,光束初稳定单元在y方向上的指向初稳定阈值范围是 $[Tinit\_y\_pnt0, Tinit\_y\_pnt1]$ ,若第一光束测量子单元测得的光束指向已经处于上述的指向初稳定阈值范围内,则第一电动反射镜将保持静止;若光束的指向超出上述任何一个指向初稳定阈值范围,则所述的第一电动反射镜将根据当前第一光束测量子单元的输出在两个正交方向上运动以改变经光束初稳定单元出射的光束的指向,直到由第一光束测量子单元测得的光源端的光束二维指向均已处于上述指向初稳定阈值范围内为止;

[0017] 4)判断光束精稳定单元中第二光束测量子单元输出的入射至后端光学系统的光束的位置和指向数值:

[0018] 假设光束精稳定单元在x方向上的指向精稳定阈值范围是 $[Tult\_x\_pnt0, Tult\_x\_pnt1]$ ,光束精稳定单元在y方向上的指向精稳定阈值范围是 $[Tult\_y\_pnt0, Tult\_y\_pnt1]$ ;光束精稳定单元在x方向上的位置精稳定阈值范围是 $[Tult\_x\_pos0, Tult\_x\_pos1]$ ,光束精稳定单元在y方向上的位置精稳定阈值范围是 $[Tult\_y\_pos0, Tult\_y\_pos1]$ ,若入射至后端光学系统的光束的位置和指向均已处于指向精稳定阈值范围内和位置精稳定阈值范围内时,则光束精稳定单元的第二电动反射镜和第三电动反射镜将保持静止;若入射至后端光学系统的光束的位置和指向超出了指向精稳定阈值范围和位置精稳定阈值范围,则第二电

动反射镜和第三电动反射镜将根据当前第二光束测量子单元的输出在两个正交方向上转动以改变经光束精稳定单元出射的光束的位置和指向,直到由第二光束测量子单元测得的入射至后端光学系统的光束位置和指向已处于上述指向精稳定阈值范围内和位置精稳定阈值范围内为止。

[0019] 与在先技术相比,本发明具有以下优点:

[0020] (1)针对光束在经过长距离传输后,由于光源和环境等原因引起的入射到后端光学系统的光斑位置偏移量大,从而极易超出光束位置探测光学系统的探测范围而导致了光束稳定失败的现象,本发明提出了一种基于复合控制的光束稳定装置及方法,即首先使用光束初稳定单元将位于光束长距离传输源头的光源的出射光束的指向稳定在一个很小的范围,保证了入射到与光源相隔较远的后端光学系统的光斑的位置不会漂移出光束位置探测光学系统的探测范围,从而为更精确的稳定入射至后端光学系统的光束的位置和指向提供了保证,同时也解决了在探测器选型上存在的探测范围与探测器精度的矛盾。

[0021] 进而,本发明在传输光路且靠近后端光学系统附近使用光束精稳定单元对光束的位置和指向进行精确的控制,从而保证了入射到后端光学系统的光束位置和指向能达到较高的精度。

[0022] (2)本发明采用了复合控制的光束稳定装置,共有三个电动反射镜在不同阶段进行协同工作,减小了单个电动反射镜的调整量,避免了其进行大角度的转动,可以更有效地提高光束稳定系统的精度和带宽。

[0023] (3)本发明仅采用具有二维正交方向转动功能的电动反射镜,不使用直线步进单元,降低了整个装置结构的复杂度,减小空间体积,利于系统集成。

## 附图说明

[0024] 图1为本发明实施例1的装置示意图。

[0025] 图2为本发明实施例2的装置示意图。

[0026] 图3为应用本发明光束稳定装置而实施的光束稳定方法流程图。

## 具体实施方式

[0027] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明,但不应以此限制本发明的保护范围。

[0028] 请参阅图1,图1是本发明一种应用于远距离的光束稳定装置实施例1的结构示意图,可看出,本发明应用于远距离的光束稳定装置包括所述的光束初稳定单元1和所述的光束精稳定单元2。

[0029] 所述的光束初稳定单元1包括所述的电动反射镜101、所述的分光镜102和所述的光束测量子单元11。所述的光束测量子单元11包括所述的光束指向测量光路111和所述的光电探测器112。

[0030] 光源0的出射光先进入到光束初稳定单元1,且首先入射到电动反射镜101上,经该电动反射镜101反射后照射到分光镜102上。照射到分光镜102上的一部分光束被反射进入到第一光束测量子单元11中,另一部分光束透过分光镜102进入到光束精稳定单元2中。入射到第一光束测量子单元11中的光束经测量光路111后将直接照射到光电探测器112上。电

动反射镜101将根据第一光束测量子单元11的输出进行二维正交方向上的转动,从而达到控制光束初稳定单元出射光束指向的目的。

[0031] 从图1可看出,光束初稳定单元1的出射光进入到光束精稳定单元2中。

[0032] 所述的光束精稳定单元2包括第二电动反射镜201、第三电动反射镜202、第二分光镜203和第二光束测量子单元21。所述的光束测量子单元21包括所述的第三分光镜204、所述的第二测量光路211和所述的第二光电探测器212,以及包括所述的第三测量光路221和所述的第三光电探测器222。第二电动反射镜201和第三电动反射镜202将根据所述的光束测量子单元21的输出进行二维正交方向上的转动,从而达到控制光束精稳定单元出射光束位置和指向的目的,以此保证了入射到后端光学系统的光束的位置和指向被精确的稳定在需要的数值上。

[0033] 请参阅图2,与图1相比,在图2中增加了用于转折光路的固定反射镜3,以此保证入射到后端光学系统的光束的方向与光源出射方向基本一致。由于固定反射镜3的存在,导致了图1中的光束稳定装置的排布与图2中的光束稳定装置的排布略有不同,但这两种排布方式的光束稳定装置的工作方法完全相同。

[0034] 请参阅图3,图3是应用本发明光束稳定装置而实施的光束稳定方法流程图,具体的光束稳定方法如下。

[0035] (1)首先判断光束初稳定单元中的第一光束测量子单元11测得的光源端的光束二维指向:

[0036] 假设光束初稳定单元在x方向上的指向初稳定阈值范围是 $[Tinit\_x\_pnt0, Tinit\_x\_pnt1]$ ,光束初稳定单元在y方向上的指向初稳定阈值范围是 $[Tinit\_y\_pnt0, Tinit\_y\_pnt1]$ 。若第一光束测量子单元11测得的光束指向已经处于上述的指向初稳定阈值范围内,则第一电动反射镜101将保持静止。

[0037] 若光束的指向超出上述任何一个指向初稳定阈值范围,则光束初稳定单元的第一电动反射镜101将根据当前第一光束测量子单元11的输出在两个正交方向上运动以改变经光束初稳定单元出射的光束的指向,直到由第一光束测量子单元11测得的光源端的光束二维指向均已处于上述指向初稳定阈值范围内为止。

[0038] (2)判断光束精稳定单元中的第二光束测量子单元21输出的入射至后端光学系统的光束的位置和指向数值:假设光束精稳定单元在x方向上的指向精稳定阈值范围是 $[Tult\_x\_pnt0, Tult\_x\_pnt1]$ ,光束精稳定单元在y方向上的指向精稳定阈值范围是 $[Tult\_y\_pnt0, Tult\_y\_pnt1]$ ;光束精稳定单元在x方向上的位置精稳定阈值范围是 $[Tult\_x\_pos0, Tult\_x\_pos1]$ ,光束精稳定单元在y方向上的位置精稳定阈值范围是 $[Tult\_y\_pos0, Tult\_y\_pos1]$ 。若入射至后端光学系统的光束的位置和指向均已处于指向精稳定阈值范围内和位置精稳定阈值范围内时,则光束精稳定单元的第二电动反射镜201和第三电动反射镜202将保持静止。

[0039] 若入射至后端光学系统的光束的位置和指向超出了指向精稳定阈值范围和位置精稳定阈值范围,则光束精稳定单元的第二电动反射镜201和第三电动反射镜202将根据当前第二光束测量子单元21的输出在两个正交方向上转动以改变经光束精稳定单元出射的光束的位置和指向,直到由第二光束测量子单元21测得的入射至后端光学系统的光束位置和指向已处于上述指向精稳定阈值范围内和位置精稳定阈值范围内为止。

[0040] (3)重复上述步骤(1)和步骤(2),即可实现远传输距离的光束的快速、高精度的稳定。

[0041] 可见,由于使用光束初稳定单元,即在传输光束光斑位置出现较小漂移量的光束传输光路的前端位置处开展光束稳定,很大程度上抑制了光束传输光路后端光斑位置的漂移量,亦使得在光束传输光路的后端位置处只需使用光束精稳定单元开展小偏移量的光束稳定即可。如此,在整个光束稳定装置中所使用的光电探测器和电动反射镜都是小行程和高精度的。所以,与在先技术相比,本发明一种应用于远距离的光束稳定装置及方法具有稳定速度快、精度高、结构简单等优点,可广泛适用于类似于光刻机等传输距离远的光学设备中。

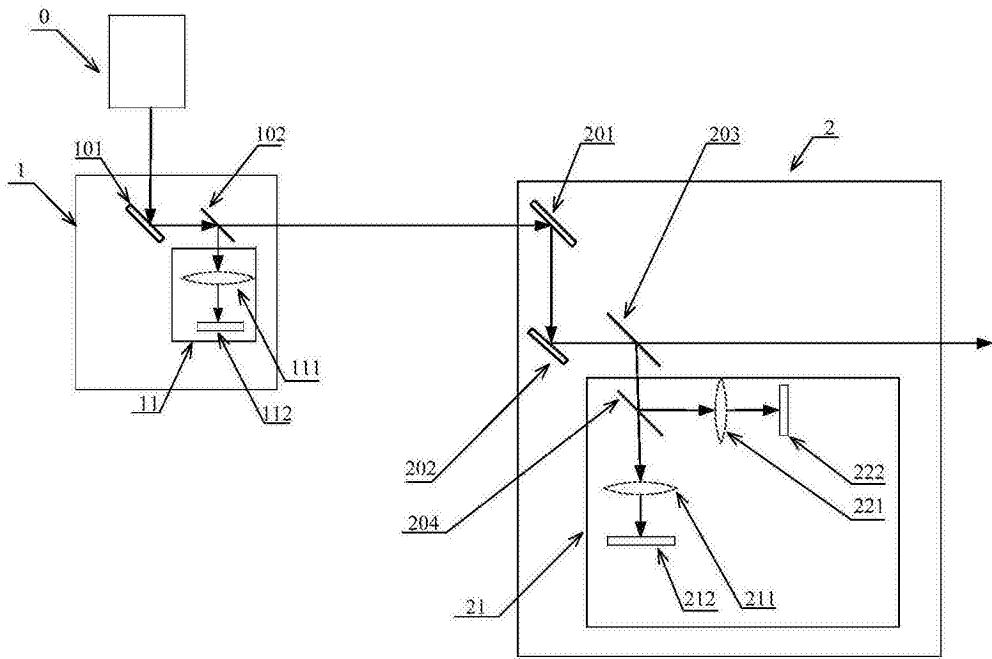


图1

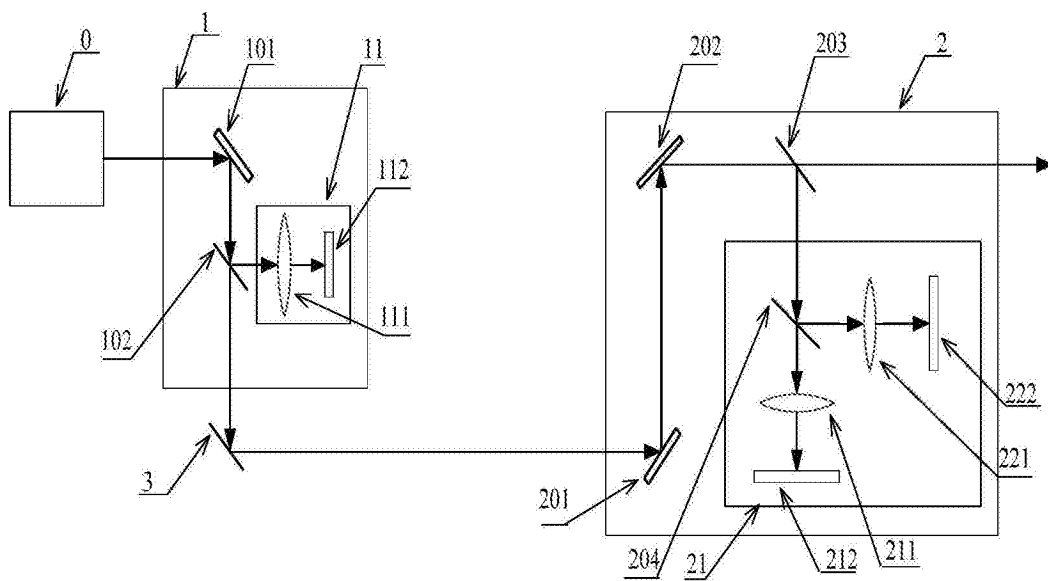


图2



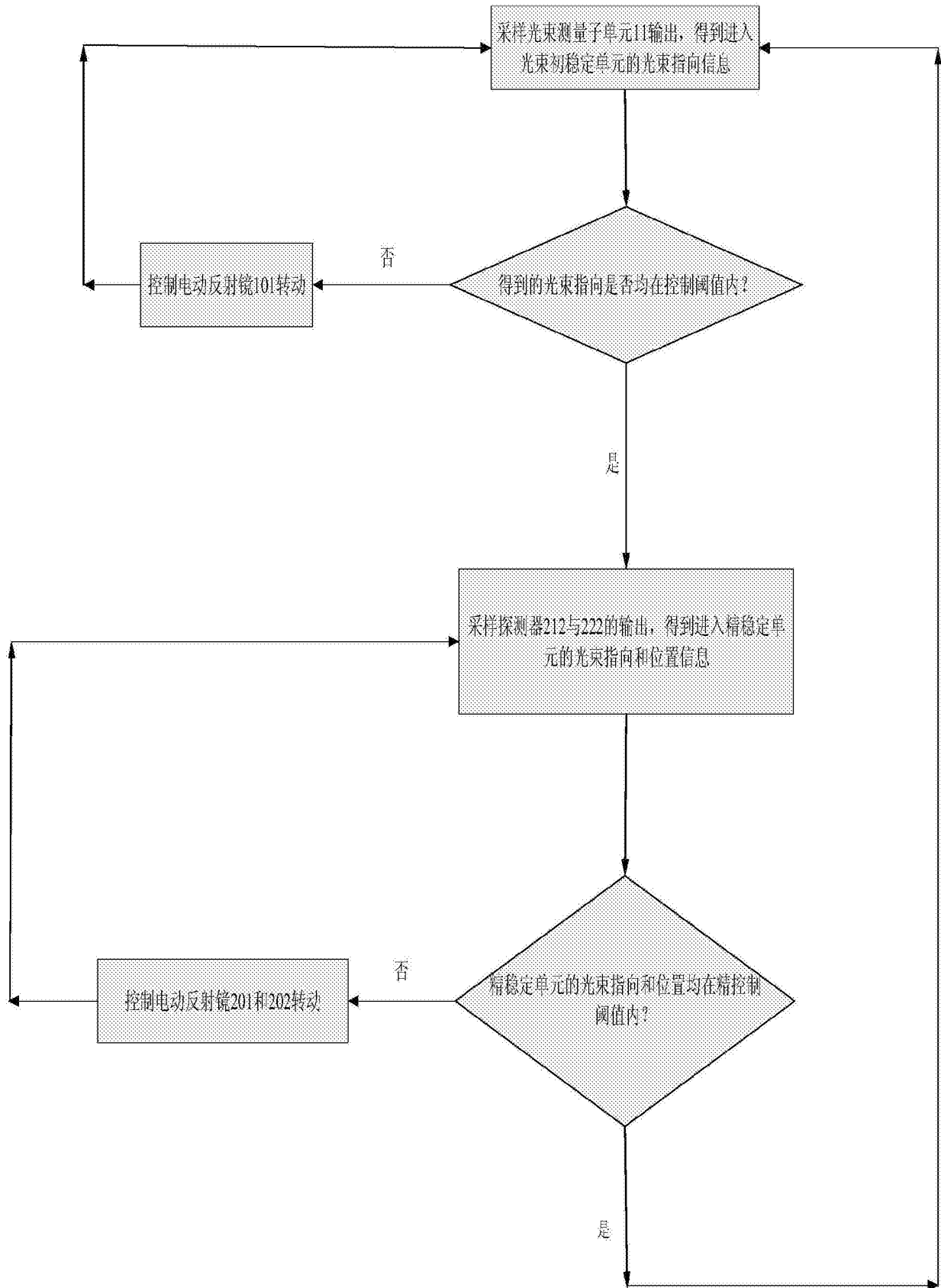


图3