



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107407802 B

(45)授权公告日 2020.03.10

(21)申请号 201580078280.0

(22)申请日 2015.03.30

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107407802 A

(43)申请公布日 2017.11.28

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.09.26

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2015/001832 2015.03.30

(87)PCT国际申请的公布数据
W02016/157249 JA 2016.10.06

(73)专利权人 奥林巴斯株式会社
地址 日本东京都

(72)发明人 岛本笃义

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 李辉 于靖帅

(51)Int.Cl.
G02B 26/10(2006.01)
A61B 1/00(2006.01)
G02B 21/06(2006.01)
G02B 23/26(2006.01)

(56)对比文件
US 2009177042 A1,2009.07.09,
JP 2014147462 A,2014.08.21,
JP 2014198089 A,2014.10.23,
审查员 刘丹

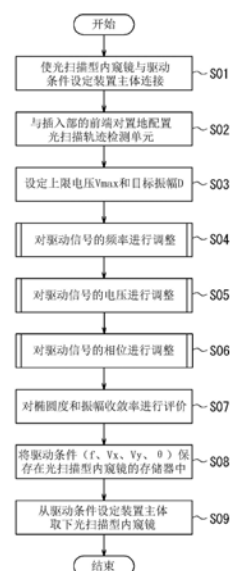
权利要求书4页 说明书12页 附图10页

(54)发明名称

光扫描装置的驱动条件设定方法和驱动条件设定装置

(57)摘要

提出了适用于光扫描装置的驱动条件设定方法和装置。驱动条件设定方法具有：安装扫描轨迹检测单元的步骤；以及调整步骤（步骤S03～S06），通过改变施加给致动器的驱动信号而对扫描轨迹检测单元所检测的扫描轨迹进行调整。调整步骤具有：设定步骤（步骤S03），对施加给致动器的驱动信号的第1驱动信号值和扫描轨迹的目标振幅进行设定；以及频率确定步骤（步骤S04），一边按照第1驱动信号值使致动器振动，一边改变施加给致动器的驱动信号的频率而对检测出的扫描轨迹的振幅与目标振幅进行比较，从而确定施加给致动器的驱动信号的频率。



1. 一种驱动条件设定方法,该驱动条件设定方法应用于光扫描装置,该光扫描装置具有:光纤,其对来自光源的光进行引导,并从被支承为能够振动的前端部射出;以及致动器,其使所述光纤的所述前端部振动,该驱动条件设定方法的特征在于,具有如下的步骤:

安装扫描轨迹检测单元的步骤,该扫描轨迹检测单元对从所述光纤的所述前端部射出的光的扫描轨迹进行检测;以及

调整步骤,对所述致动器施加驱动信号而使所述前端部振动,通过改变所述驱动信号而对所述扫描轨迹检测单元所检测的扫描轨迹进行调整,

该调整步骤具有如下的步骤:

设定步骤,对施加给所述致动器的所述驱动信号的第1驱动信号值和所述扫描轨迹的目标振幅进行设定;以及

频率确定步骤,一边使所述致动器按照所述第1驱动信号值进行振动,一边改变施加给该致动器的驱动信号的频率而使检测出的扫描轨迹的振幅与所述目标振幅进行比较,从而确定施加给所述致动器的驱动信号的频率。

2. 根据权利要求1所述的驱动条件设定方法,其中,

在所述频率确定步骤中,使施加给所述致动器的驱动信号的频率以与所述光纤的所述前端部的共振频率相距规定的值的频率为初始值,而朝向所述共振频率改变。

3. 根据权利要求1所述的驱动条件设定方法,其特征在于,

所述致动器构成为能够使所述光纤在与所述光纤的所述前端部的光的射出方向垂直且彼此垂直的第1方向和第2方向上振动,

所述驱动条件设定方法还具有如下的第2驱动信号值确定步骤:在通过所述频率确定步骤对于所述第1方向的振动确定了所述驱动信号的频率之后,一边根据所确定的所述频率使所述致动器在所述第2方向上振动,一边改变施加给所述致动器的所述第2方向的驱动信号而使检测出的扫描轨迹的振幅与所述目标振幅进行比较,从而确定施加给所述致动器的第2驱动信号值。

4. 根据权利要求3所述的驱动条件设定方法,其中,

执行所述第2驱动信号值确定步骤以使得所述第2方向的所述驱动信号的振幅不超过规定的值。

5. 根据权利要求3所述的驱动条件设定方法,其特征在于,

所述调整步骤具有如下的相位调整步骤:在所述第2驱动信号值确定步骤之后,按照在所述频率确定步骤中确定的所述频率,对所述致动器在所述第1方向上施加所述第1驱动信号值的驱动信号且在所述第2方向上施加所述第2驱动信号值的驱动信号,对所述第1方向的驱动信号与所述第2方向的驱动信号的相位差进行调整以使得在所述扫描轨迹检测单元所检测的扫描轨迹的外周形状中使长径为a、短径为b时的椭圆度 $\gamma = b/a$ 的值比规定的值大。

6. 根据权利要求3所述的驱动条件设定方法,其特征在于,

所述调整步骤具有如下的相位调整步骤:在所述第2驱动信号值确定步骤之后,按照在所述频率确定步骤中确定的所述频率,对所述致动器在所述第1方向上施加使所述第1驱动信号值为振幅的最大值的驱动信号且在所述第2方向上施加使所述第2驱动信号值为振幅的最大值的驱动信号,对所述第1方向的驱动信号与所述第2方向的驱动信号的相位差进行

调整以使得所述光纤的所述前端部呈涡旋状扫描,在所述扫描轨迹检测单元所检测的扫描轨迹的最外周形状中使长径为a、短径为b时的椭圆度 $\gamma = b/a$ 的值比规定的值大。

7. 根据权利要求5所述的驱动条件设定方法,其中,

该方法具有如下的检查步骤:在所述相位调整步骤之后,对所述致动器施加将所述第1方向的振幅的最大值设为所述第1驱动信号值并将所述第2方向的振幅的最大值设为所述第2驱动信号值的驱动信号,使所述光纤的所述前端部呈涡旋状扫描,在将所述扫描轨迹检测单元所检测的扫描轨迹的最小振幅除以最大振幅所得到的值设为振幅收敛率时,对该振幅收敛率进行检查。

8. 根据权利要求6所述的驱动条件设定方法,其中,

该方法具有如下的检查步骤:在所述相位调整步骤之后,对所述致动器施加将所述第1方向的振幅的最大值设为所述第1驱动信号值并将所述第2方向的振幅的最大值设为所述第2驱动信号值的驱动信号,使所述光纤的所述前端部呈涡旋状扫描,在将所述扫描轨迹检测单元所检测的扫描轨迹的最小振幅除以最大振幅所得到的值设为振幅收敛率时,对该振幅收敛率进行检查。

9. 根据权利要求5所述的驱动条件设定方法,其中,

该方法具有如下的步骤:将在所述频率确定步骤中确定的所述驱动信号的频率、在所述设定步骤中设定的所述第1驱动信号值、在所述第2驱动信号值确定步骤中确定的所述第2驱动信号值以及在所述相位调整步骤中调整后的所述相位差存储在所述光扫描装置的存储器中。

10. 根据权利要求6所述的驱动条件设定方法,其中,

该方法具有如下的步骤:将在所述频率确定步骤中确定的所述驱动信号的频率、在所述设定步骤中设定的所述第1驱动信号值、在所述第2驱动信号值确定步骤中确定的所述第2驱动信号值以及在所述相位调整步骤中调整后的所述相位差存储在所述光扫描装置的存储器中。

11. 根据权利要求1所述的驱动条件设定方法,其特征在于,

所述光扫描装置是光扫描型内窥镜。

12. 一种驱动条件设定装置,该驱动条件设定装置应用于光扫描装置,该光扫描装置具有:光纤,其对来自光源的光进行引导,并从被支承为能够振动的前端部射出;以及致动器,其使所述光纤的所述前端部振动,该驱动条件设定装置的特征在于,具有:

控制部,其对所述致动器进行控制;以及

扫描轨迹检测单元,其对从所述光纤的所述前端部射出的光的扫描轨迹进行检测,

所述控制部对所述致动器施加驱动信号而使所述前端部振动,通过改变所述驱动信号而对所述扫描轨迹检测单元所检测的扫描轨迹进行调整,该调整为:在对施加给所述致动器的所述驱动信号的第1驱动信号值和所述扫描轨迹的目标振幅进行了设定之后,一边按照所述第1驱动信号值使所述致动器振动,一边改变施加给该致动器的驱动信号的频率而使检测出的扫描轨迹的振幅与所述目标振幅进行比较,从而确定施加给所述致动器的驱动信号的频率。

13. 根据权利要求12所述的驱动条件设定装置,其特征在于,

所述控制部使施加给所述致动器的驱动信号的频率以与所述光纤的所述前端部的共

振频率相距规定的值的频率为初始值而朝向所述共振频率改变,从而确定施加给所述致动器的驱动信号的频率。

14. 根据权利要求12所述的驱动条件设定装置,其中,

所述致动器构成为能够使所述光纤在与所述光纤的所述前端部的光的射出方向垂直且彼此垂直的第1方向和第2方向上振动,所述控制部构成为在对于所述第1方向的振动确定了所述驱动信号的频率之后,一边根据所确定的所述频率使所述致动器在所述第2方向上振动,一边改变施加给所述致动器的所述第2方向的驱动信号而使检测出的扫描轨迹的所述第2方向的振幅与所述目标振幅进行比较,从而确定施加给所述致动器的第2驱动信号值。

15. 根据权利要求14所述的驱动条件设定装置,其中,

所述控制部构成为在确定了所述第2驱动信号值之后,按照所述频率对所述致动器在所述第1方向上施加所述第1驱动信号值的驱动信号且在所述第2方向上施加所述第2驱动信号值的驱动信号,对所述第1方向的驱动信号与所述第2方向的驱动信号的相位差进行调整以使得在所述扫描轨迹检测单元所检测的扫描轨迹的外周形状中使长径为a、短径为b时的椭圆度 $\gamma = b/a$ 的值比规定的值大。

16. 根据权利要求14所述的驱动条件设定装置,其中,

所述控制部构成为在确定了所述第2驱动信号值之后,按照所述频率对所述致动器在所述第1方向上施加使所述第1驱动信号值为振幅的最大值的驱动信号且在所述第2方向上施加使所述第2驱动信号值为振幅的最大值的驱动信号,对所述第1方向的驱动信号与所述第2方向的驱动信号的相位差进行调整以使得所述光纤的所述前端部呈涡旋状扫描,在所述扫描轨迹检测单元所检测的扫描轨迹的最外周形状中使长径为a、短径为b时的椭圆度 $\gamma = b/a$ 的值比规定的值大。

17. 根据权利要求15所述的驱动条件设定装置,其中,

所述控制部构成为在对所述相位差进行了调整之后,对所述致动器施加将所述第1方向的振幅的最大值设为所述第1驱动信号值并将所述第2方向的振幅的最大值设为所述第2驱动信号值的驱动信号,使所述光纤的所述前端部呈涡旋状扫描,在将所述扫描轨迹检测单元所检测的扫描轨迹的最小振幅除以最大振幅所得到的值设为振幅收敛率时,对该振幅收敛率进行检查。

18. 根据权利要求16所述的驱动条件设定装置,其中,

所述控制部构成为在对所述相位差进行了调整之后,对所述致动器施加将所述第1方向的振幅的最大值设为所述第1驱动信号值并将所述第2方向的振幅的最大值设为所述第2驱动信号值的驱动信号,使所述光纤的所述前端部呈涡旋状扫描,在将所述扫描轨迹检测单元所检测的扫描轨迹的最小振幅除以最大振幅所得到的值设为振幅收敛率时,对该振幅收敛率进行检查。

19. 根据权利要求15所述的驱动条件设定装置,其中,

该装置构成为将所述驱动信号的频率、所述第1驱动信号值、所述第2驱动信号值以及所述相位差存储在所述驱动条件设定光扫描装置的存储器中。

20. 根据权利要求16所述的驱动条件设定装置,其中,

该装置构成为将所述驱动信号的频率、所述第1驱动信号值、所述第2驱动信号值以及

所述相位差存储在所述驱动条件设定光扫描装置的存储器中。

光扫描装置的驱动条件设定方法和驱动条件设定装置

技术领域

[0001] 本发明涉及用于光扫描装置的驱动条件设定方法和驱动条件设定装置。

背景技术

[0002] 提出了如下的光扫描装置：使对来自激光器等光源的光进行引导的光纤振动而使出射光在对象物上以描绘涡旋状的轨迹的方式进行扫描（例如，参照专利文献1和专利文献2）。在这样的光扫描装置中，光纤的前端部以能够振动的状态被悬臂支承，通过使用了压电元件或电磁单元的驱动机构来使该前端部在与光纤的光轴垂直且彼此垂直的两轴方向上驱动。通过使该垂直的两轴方向的振动的相位彼此错开 90° 且以相同的频率振动，使振动的振幅在0与最大值之间周期性地扩大、缩小，从而能够以涡旋状的扫描轨迹在对象物上进行扫描。另外，以下也将涡旋状的扫描称为螺旋扫描。

[0003] 多数情况下，对光扫描装置的光纤赋予振动的频率被设定在光纤的前端部的共振频率附近。其理由是因为通过使驱动频率处于共振频率附近而能够以较少的能量进行更大振幅的扫描。例如，根据引用文献2，公开了如下的方法：使用光位置检测器（PSD：Position Sensitive Detector：位置敏感探测器）来检测涡旋状的扫描的扫描轨迹，对施加电压的振幅、相位差、驱动频率等驱动参数进行调整以使其最外周的形状为大致正圆。这里，驱动频率被设定为使光纤的振幅最大的频率即共振频率。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1：日本特许第5190267号公报

[0007] 专利文献2：日本特开2014-147462号公报

发明内容

[0008] 发明要解决的课题

[0009] 但是，根据本发明者们所研究的内容，在使光纤扫描的光纤扫描型的光扫描装置中，当使光纤的前端部以共振频率振动时，在螺旋扫描的中心部振动不会充分收敛，容易引起扫描区域的中空。并且，当以共振频率进行驱动时，即使共振频率因温度变化等环境变化而稍微变化，扫描轨迹也容易变形为椭圆，且振幅容易降低。因此，优选以与共振频率相距某程度的频率使光纤的前端部振动。但是，当使驱动频率与光纤前端部的共振频率相距适当的值时，光纤前端部的振幅降低，扫描范围变小且能量效率降低。并且，在距离共振频率过远的状态下，当使施加给驱动机构的电压或电流变大时，也有可能使驱动机构故障或破损。

[0010] 因此，着眼于这些点而完成的本发明的目的在于，提供对光扫描装置中的合适的驱动条件进行设定的方法和装置。

[0011] 用于解决课题的手段

[0012] 达成上述目的的驱动条件设定方法的发明提供一种驱动条件设定方法，

[0013] 该驱动条件设定方法应用于光扫描装置,该光扫描装置具有:光纤,其对来自光源的光进行引导,并从被支承为能够振动的前端部射出;以及致动器,其使所述光纤的所述前端部振动,该驱动条件设定方法的特征在于,具有如下的步骤:

[0014] 安装扫描轨迹检测单元的步骤,该扫描轨迹检测单元对从所述光纤的所述前端部射出的光的扫描轨迹进行检测;以及

[0015] 调整步骤,对所述致动器施加驱动信号而使所述前端部振动,通过改变所述驱动信号而对所述扫描轨迹检测单元所检测的扫描轨迹进行调整,

[0016] 该调整步骤具有如下的步骤:

[0017] 设定步骤,对施加给所述致动器的所述驱动信号的第1驱动信号值和所述扫描轨迹的目标振幅进行设定;以及

[0018] 频率确定步骤,一边使所述致动器按照所述第1驱动信号值进行振动,一边改变施加给该致动器的驱动信号的频率而使检测出的扫描轨迹的振幅与所述目标振幅进行比较,从而确定施加给所述致动器的驱动信号的频率。

[0019] 优选为,在上述所述频率确定步骤中,使施加给所述致动器的驱动信号的频率以与所述光纤的所述前端部的共振频率相距规定的值的频率为初始值,而朝向所述共振频率改变。

[0020] 优选为,所述致动器构成为能够使所述光纤在与所述光纤的所述前端部的光的射出方向垂直且彼此垂直的第1方向和第2方向上振动,所述驱动条件设定方法还具有如下的第2驱动信号值确定步骤:在通过所述频率确定步骤对于所述第1方向的振动确定了所述驱动信号的频率之后,一边根据所确定的所述频率使所述致动器在所述第2方向上振动,一边改变施加给所述致动器的所述第2方向的驱动信号而使检测出的扫描轨迹的振幅与所述目标振幅进行比较,从而确定施加给所述致动器的第2驱动信号值。

[0021] 优选为,执行所述第2驱动信号值确定步骤以使得所述第2方向的所述驱动信号的振幅不超过规定的值。

[0022] 进一步优选为,所述调整步骤具有如下的相位调整步骤:在所述第2驱动信号值确定步骤之后,按照在所述频率确定步骤中确定的所述频率,对所述致动器在所述第1方向上施加所述第1驱动信号值的驱动信号且在所述第2方向上施加所述第2驱动信号值的驱动信号,对所述第1方向的驱动信号与所述第2方向的驱动信号的相位差进行调整以使得在所述扫描轨迹检测单元所检测的扫描轨迹的外周形状中使长径为a、短径为b时的椭圆度 $\gamma = b/a$ 的值比规定的值大。或者,所述调整步骤可以具有如下的相位调整步骤:在所述第2驱动信号值确定步骤之后,按照在所述频率确定步骤中确定的所述频率,对所述致动器在所述第1方向上施加使所述第1驱动信号值为振幅的最大值的驱动信号且在所述第2方向上施加使所述第2驱动信号值为振幅的最大值的驱动信号,对所述第1方向的驱动信号与所述第2方向的驱动信号的相位差进行调整以使得所述光纤的所述前端部呈涡旋状扫描,在所述扫描轨迹检测单元所检测的扫描轨迹的最外周形状中使长径为a、短径为b时的椭圆度 $\gamma = b/a$ 的值比规定的值大。

[0023] 并且,所述驱动条件设定方法可以具有如下的检查步骤:在所述相位调整步骤之后,对所述致动器施加将所述第1方向的振幅的最大值设为所述第1驱动信号值并将所述第2方向的振幅的最大值设为所述第2驱动信号值的驱动信号,使所述光纤的所述前端部呈涡

旋状扫描,在将所述扫描轨迹检测单元所检测的扫描轨迹的最小振幅除以最大振幅所得到的值设为振幅收敛率时,对该振幅收敛率进行检查。

[0024] 进一步优选为,在所述驱动条件设定方法中,将在所述频率确定步骤中确定的所述驱动信号的频率、在所述设定步骤中设定的所述第1驱动信号值、在所述第2驱动信号值确定步骤中确定的所述第2驱动信号值以及在所述相位调整步骤中调整后的所述相位差存储在所述光扫描装置的存储器中。

[0025] 这里,所述光扫描装置可以是光扫描型内窥镜。

[0026] 达成上述目的的驱动条件设定装置的发明提供一种驱动条件设定装置,

[0027] 该驱动条件设定装置应用于光扫描装置,该光扫描装置具有:光纤,其对来自光源的光进行引导,并从被支承为能够振动的前端部射出;以及致动器,其使所述光纤的所述前端部振动,该驱动条件设定装置的特征在于,具有:

[0028] 控制部,其对所述致动器进行控制;以及

[0029] 扫描轨迹检测单元,其对从所述光纤的所述前端部射出的光的扫描轨迹进行检测,

[0030] 所述控制部对所述致动器施加驱动信号而使所述前端部振动,通过改变所述驱动信号而对所述扫描轨迹检测单元所检测的扫描轨迹进行调整,该调整为:在对施加给所述致动器的所述驱动信号的第1驱动信号值和所述扫描轨迹的目标振幅进行了设定之后,一边按照所述第1驱动信号值使所述致动器振动,一边改变施加给该致动器的驱动信号的频率而使检测出的扫描轨迹的振幅与所述目标振幅进行比较,从而确定施加给所述致动器的驱动信号的频率。

[0031] 优选为,所述控制部使施加给所述致动器的驱动信号的频率以与所述光纤的所述前端部的共振频率相距规定的值的频率为初始值而朝向所述共振频率改变,从而确定施加给所述致动器的驱动信号的频率。

[0032] 优选为,所述致动器构成为能够使所述光纤在与所述光纤的所述前端部的光的射出方向垂直且彼此垂直的第1方向和第2方向上振动,所述控制部构成为在对于所述第1方向的振动确定了所述驱动信号的频率之后,一边根据所确定的所述频率使所述致动器在所述第2方向上振动,一边改变施加给所述致动器的所述第2方向的驱动信号而使检测出的扫描轨迹的所述第2方向的振幅与所述目标振幅进行比较,从而确定施加给所述致动器的第2驱动信号值。

[0033] 进一步优选为,所述控制部构成为在确定了所述第2驱动信号值之后,按照所述频率对所述致动器在所述第1方向上施加所述第1驱动信号值的驱动信号且在所述第2方向上施加所述第2驱动信号值的驱动信号,对所述第1方向的驱动信号与所述第2方向的驱动信号的相位差进行调整以使得在所述扫描轨迹检测单元所检测的扫描轨迹的外周形状中使长径为a、短径为b时的椭圆度 $\gamma = b/a$ 的值比规定的值大。或者,所述控制部可以构成为在确定了所述第2驱动信号值之后,按照所述频率对所述致动器在所述第1方向上施加使所述第1驱动信号值为振幅的最大值的驱动信号且在所述第2方向上施加使所述第2驱动信号值为振幅的最大值的驱动信号,对所述第1方向的驱动信号与所述第2方向的驱动信号的相位差进行调整以使得所述光纤的所述前端部呈涡旋状扫描,在所述扫描轨迹检测单元所检测的扫描轨迹的最外周形状中使长径为a、短径为b时的椭圆度 $\gamma = b/a$ 的值比规定的值大。

[0034] 并且,优选为,所述控制部构成为在对所述相位差进行了调整之后,对所述致动器施加将所述第1方向的振幅的最大值设为所述第1驱动信号值并将所述第2方向的振幅的最大值设为所述第2驱动信号值的驱动信号,使所述光纤的所述前端部呈涡旋状扫描,在将所述扫描轨迹检测单元所检测的扫描轨迹的最小振幅除以最大振幅所得到的值设为振幅收敛率时,对该振幅收敛率进行检查。

[0035] 进一步优选为,所述驱动条件设定装置构成为将所述驱动信号的频率、所述第1驱动信号值、所述第2驱动信号值以及所述相位差存储在所述驱动条件设定光扫描装置的存储器中。

[0036] 另外,在本申请中,“扫描轨迹检测单元”是指对因光纤的振动而投影的光的扫描轨迹进行二维检测的单元,例如能够使用光位置检测器(PSD:Position Sensitive Detector)或电荷耦合器件(CCD:Charge Coupled Device)等图像传感器。或者,作为“扫描轨迹检测单元”,也可以是将扫描轨迹投影在屏幕上并通过人眼来确认的方法。或者,也可以是配置在光扫描装置内部的、对光纤的前端部的位置进行检测的检测器。并且,“光扫描装置”是使光纤的前端部振动而在对象物上进行扫描的扫描装置。作为光扫描装置,包含像光扫描型内窥镜或光扫描型投影装置(投影仪)那样具有使光照射在比光纤的振幅宽的区域内的广角光学系统的装置、以及像光扫描型显微镜那样使光所投影的范围相对于光纤的振幅较窄的窄焦点光学系统的装置。“第1驱动信号值”和“第2驱动信号值”表示驱动信号的振幅。例如,在对压电元件进行驱动的情况下是振动电压的振幅值。

[0037] 发明效果

[0038] 根据本发明,能够提供对光扫描装置中的合适条件进行设定的方法和装置。

附图说明

[0039] 图1是示出使一个实施方式的驱动条件设定装置与光扫描型内窥镜连接的状态的框图。

[0040] 图2是图1的光扫描型内窥镜的前端部的剖视图。

[0041] 图3是将光扫描型内窥镜的致动器与照明用光纤一同示出的图,图3的(a)是侧视图,图3的(b)是沿图3的(a)的A-A线的剖视图。

[0042] 图4是示出螺旋扫描的扫描轨迹的一部分的图。

[0043] 图5是使用图1的驱动条件设定装置来执行驱动条件设定的流程图。

[0044] 图6是驱动信号的频率调整处理的流程图。

[0045] 图7是示出光纤的前端部在X方向和Y方向上的振幅的频率特性的一例的图。

[0046] 图8是示出显示在显示装置上的Y方向的照明光的轨迹的图。

[0047] 图9是驱动信号的电压调整处理的流程图。

[0048] 图10是示出显示在显示装置上的X方向的照明光的扫描轨迹的图。

[0049] 图11是驱动信号的相位调整处理的流程图。

[0050] 图12是示出使用PSD所检测的椭圆状的轨迹的一例的图。

[0051] 图13是用于对螺旋扫描的振幅收敛率进行说明的图,(a)示出最大振幅值($h_{\max}$), (b)示出最小振幅值($h_{\min}$)。

具体实施方式

[0052] 以下,参照附图对本发明的实施方式进行说明。

[0053] (第1实施方式)

[0054] 图1是示出使本发明的第1实施方式的驱动条件设定装置与光扫描型内窥镜30(光扫描装置)连接的状态的框图。驱动条件设定装置具有驱动条件设定装置主体10和PSD 20(扫描轨迹检测单元)。并且,根据需要,使驱动条件设定装置主体10与显示器等显示装置18、或键盘、鼠标和/或触摸面板等输入装置19连接。光扫描型内窥镜30通过连接部31而与驱动条件设定装置主体10连接。并且,PSD 20是对光点在检测面上的位置进行检测的检测器,将与光点位置的坐标对应的电压值作为检测信号而输出。

[0055] 作为驱动条件设定的对象的光扫描型内窥镜30是内窥镜装置的所谓镜体部分,具有:光照明用光纤33(光纤),其贯穿插入在扫描型内窥镜30的内部;致动器34,其对照明用光纤33的前端部33a的振动进行驱动;驱动信号线35,其将驱动信号传递给致动器34;以及存储器36,其被内设在光扫描型内窥镜30的内部(例如,连接部31)。并且,在光扫描型内窥镜30中贯穿插入有受光用光纤37(参照图2),该受光用光纤37接受并传递因照明光的照射而产生的反射光或荧光等被检测光。

[0056] 在内窥镜观察时的状态下,光扫描型内窥镜30通过连接部31而与光扫描型内窥镜装置的控制装置主体连接,被用于内窥镜图像的生成。光扫描型内窥镜装置主体具有:向扫描型内窥镜30提供光的光源部、用于对致动器34进行驱动的驱动电路、以及根据由光扫描型内窥镜30接受到的像素数据来生成图像的图像处理电路等。例如在日本专利申请公开日本特开2014-44265号公报和日本特开2014-145941号公报等中公开了这样的光扫描型内窥镜装置。光扫描型内窥镜30通常与控制装置主体分开流通,本发明的驱动条件设定装置主要在产品发货时用于进行光扫描型内窥镜30的驱动条件设定。

[0057] 驱动条件设定装置主体10构成为与内窥镜观察时的控制装置主体同样,能够与光扫描型内窥镜30的连接部31连接。驱动条件设定装置主体10具有:控制部11,其对驱动条件设定装置主体10整体进行控制;光源部12,其对光扫描型内窥镜30提供驱动条件设定用的照明光;驱动电路13,其对光扫描型内窥镜30的致动器34进行驱动;运算电路14,其接受来自PSD 20的输出并对该输出进行处理;以及存储部15,其对表示从运算电路14输出的驱动条件的驱动参数进行存储。

[0058] 光源部12例如具有激光器二极管、DPSS激光器(半导体激发固态激光器)等光源。在利用光扫描型内窥镜30进行内窥镜观察的情况下,虽然有时为了得到彩色图像而使用射出不同波长的光的多个光源,但在驱动条件设定装置主体10中,在用于驱动条件设定时只要是单一的光源即可。光源部12的发光时机被控制部11控制。从光源部12射出的光入射到照明用光纤16而在驱动条件设定装置主体10的壳体与光扫描型内窥镜30的连接部31之间与光扫描型内窥镜30的照明用光纤33结合。作为照明用光纤16、33例如可以使用单模光纤。

[0059] 驱动电路13对光扫描型内窥镜30的致动器34提供与内窥镜观察时相同的驱动信号。像后述那样,在照明用光纤33的前端部33a被压电元件驱动的情况下,驱动电路13提供压电元件的驱动电压。驱动电路13的输出被提供给驱动信号线17。驱动信号线17在驱动条件设定装置主体10的壳体与光扫描型内窥镜30的连接部31之间与光扫描型内窥镜30的驱动信号线35连接。并且,还通过控制部11来控制驱动电路13的驱动开始的时机。

[0060] 运算电路14经由检测信号线21来取得从PSD 20输出的与照明光在受光面上的照射位置对应的检测信号,将该信号转换成照射位置的坐标值(x,y)。此外,运算电路14根据转换出的坐标值(x,y)对扫描轨迹进行计算,并依次输出给控制部11。由此,控制部11得到光扫描型内窥镜30的扫描轨迹的信息。并且,运算电路14根据需要使显示装置18显示所取得的照明光的扫描轨迹。由此,驱动条件设定装置的使用者能够在显示装置18上对扫描轨迹进行确认。输出给控制部11的扫描轨迹和显示在显示装置上的扫描轨迹被用于后述的驱动条件的设定。控制部11构成将确定为驱动条件的驱动参数保存在存储部15中。

[0061] 接着,对光扫描型内窥镜30的驱动机构进行说明。图2是图1的光扫描型内窥镜30的插入部32的前端部32a(虚线所示的部分)的剖视图。光扫描型内窥镜30的插入部32的前端部32a构成包含:致动器34、投影用透镜38a、38b、穿过中心部的照明用光纤33、以及穿过外周部的多个受光用光纤37。受光用光纤37在内窥镜观察时用于被检测光的检测,由于不用于驱动条件设定,所以省略了详细的说明。致动器34构成包含:致动器管40,其被安装环39固定在插入部32的内部;以及光纤保持部件41和压电元件42a~42d(参照图3的(a)和(b)),它们配置在致动器管40内。

[0062] 照明用光纤33被光纤保持部件41支承并且从光纤保持部件41到前端部33a为止的部分是被支承为能够振动的摇动部33b。并且,投影用透镜38a、38b配置在插入部32的最前端。投影用透镜38a、38b构成使从照明用光纤33的前端部33a射出的激光大致会聚在观察对象物上。因此,PSD 20被定位成其受光面与该聚光位置一致。另外,投影用透镜并不仅限于由两个透镜构成,也有时由一个或其他的多个透镜构成。

[0063] 图3是将光扫描型内窥镜30的致动器34与照明用光纤33一同示出的图,图3的(a)是侧视图,图3的(b)是沿图3的(a)的A-A线的剖视图。照明用光纤33贯穿具有棱柱状形状的光纤保持部件41的中央,由此被光纤保持部件41固定并保持。光纤保持部件41的4个侧面分别朝向与作为照明用光纤33的前端部33a的光的射出方向(光轴方向)的+Z方向垂直的、且彼此垂直的+Y方向和+X方向以及它们的相反方向。并且,在光纤保持部件41的+Y方向和-Y方向上固定有Y方向驱动用的一对压电元件42a、42c,在+X方向和-X方向上固定有X方向驱动用的一对压电元件42b、42d。隔着光纤保持部件41对置配置的压电元件42b、42d彼此在在在一方伸长时另一方收缩,使光纤保持部件41产生挠曲,通过交替重复进行该动作而产生X方向上的振动。关于Y方向的振动也相同。

[0064] 驱动电路13能够对X方向驱动用的压电元件42b、42d和Y方向驱动用的压电元件42a、42c施加相同频率的振动电压或者施加不同频率的振动电压而对它们进行振动驱动。当分别对Y方向驱动用的压电元件42a、42c和X方向驱动用的压电元件42b、42d进行振动驱动时,图2、图3所示的照明用光纤33的摇动部33b振动而使前端部33a偏转,所以从前端部33a射出的激光对PSD 20的受光面进行扫描。在螺旋扫描的情况下,在X方向和Y方向上施加相同频率且相位彼此相差90°且振幅在0与最大值之间变化的振动电压。由此,以描绘出图4所示的涡旋状的轨迹的方式对PSD 20的受光面进行扫描。在图4中,实线表示振幅扩大时的扫描轨迹的例子,虚线表示振幅缩小时的扫描轨迹的例子。

[0065] 接着,对设定驱动条件的方法进行说明。图5是使用图1的驱动条件设定装置来执行驱动条件设定的流程图。

[0066] 首先,如图1所示,本驱动条件设定装置的使用者使光扫描型内窥镜30与驱动条件

设定装置主体10连接(步骤S01)。由此,驱动条件设定装置主体10的照明用光纤16和驱动信号线17分别与光扫描型内窥镜30的照明用光纤33和驱动信号线35连接。

[0067] 接着,使用者对光扫描型内窥镜30的插入部32的前端部32a进行固定,并将PSD 20配置成使PSD 20的受光面与从前端部32a照射的照明光形成光点的聚光面一致(步骤S02)。这里,PSD 20的检测信号线21与驱动条件设定装置主体10的运算电路14连接。另外,PSD 20被配置成在不使光扫描型内窥镜30的照明用光纤33的前端部33a振动的状态下所射出的照明光对PSD 20的坐标原点进行照射。此外,使照明用光纤33的前端部33a仅在X方向或Y方向的一个方向上驱动而使PSD 20的坐标轴方向与照明用光纤33的直线扫描的方向一致。因此,优选设置有用于PSD 20的位置调整和旋转调整的机构。

[0068] 此外,对施加给压电元件42a~42d的上限电压的振幅 $V_{\max}$ (第1驱动信号值)和目标振幅D进行设定(步骤S03)。步骤S03相当于设定步骤。通常情况下,压电元件在被施加电压时会产生因晶体内部的极化而导致的变形。但是,当对压电元件施加使其极化反转的程度的电压时,有可能导致压电元件破坏而使极化消失。因此,作为施加给压电元件42a~42d的电压,预先设定考虑了安全的上限值。并且,设定用于得到期望的照明光的照射范围的扫描振幅来作为目标振幅D。这里,关于目标振幅,可以设定照明用光纤33的前端部33a的振幅,也可以设定透过投影用透镜38a、38b后的照射位置处的振幅。在本实施方式中,假设设定由PSD 20得到的照明光的照射位置处的振幅。目标振幅D在光扫描型内窥镜30的情况下对应于能够观察的视野的大小。并且,视野的形状并不一定是正圆,可以根据需要为椭圆,也可以在X方向和Y方向上改变目标振幅D。

[0069] 在步骤S03之后,在步骤S04~S06中,对致动器34施加驱动信号而使照明用光纤33的前端部33a振动,通过对所施加的驱动信号进行调整而将从PSD 20得到的扫描轨迹调整为圆形的扫描轨迹。步骤S03~步骤S06相当于调整步骤。

[0070] 首先,进行驱动信号的频率的调整(步骤S04)。步骤S04相当于频率确定步骤。关于驱动信号的频率的调整,由于在图6的驱动信号的频率调整处理的流程图中示出详细情况,因此以下参照图6进行说明。

[0071] 首先,在X方向、Y方向上分别对照明用光纤的振动的共振频率 f_x 、 f_y 进行设定(步骤S11)。关于共振频率 f_x 、 f_y ,可以使用有限元法等根据光扫描型内窥镜30的设计值来进行预测,也可以在与驱动条件设定装置主体10连接的状态下进行测定。在对共振频率进行测定的情况下,一边在X方向和Y方向上分别独立地改变频率,一边从驱动电路13对致动器34施加振动电压。能够通过PSD 20对从照明用光纤33的前端部33a射出的照明光的振幅进行检测,将得到最大振幅的频率确定为共振频率。或者,也可以在驱动条件设定装置主体10中设置未图示的阻抗分析仪,一边改变照明用光纤33的驱动频率一边通过阻抗测定对共振频率进行测定。在任意的情况下均将从驱动电路13施加给致动器34的电压设为例如上限电压 $V_{\max}$ 的1/10左右的充分低的值,以使得照明用光纤33在以共振频率振动的情况下也不会破损。

[0072] 接着,对X方向的共振频率 f_x 和Y方向的共振频率 f_y 进行比较(步骤S12),在 f_x 较大的情况(在该情况下,第1方向为Y方向,第2方向为X方向)下,通过进行Y方向的一维扫描来确定频率。首先,将Y方向的驱动电压设定为 $V_{\max}$,将驱动频率的初始值 f_0 设定为 $f_0 = f_x + \Delta f$ (步骤S13)。即,将 f_0 设定为比X方向的共振频率 f_x 靠上侧规定的频率 Δf 。 Δf 例如优选为

共振频率的 $\pm 2\%$ 以上。

[0073] 接着,一边使光源部12发光一边通过致动器34来使照明用光纤33的前端部33a在Y方向上振动。使用图7对该情形进行说明。在图7中示出了相同的驱动电压下的X方向和Y方向上的振幅的频率特性。实线表示X方向的照明用光纤33的前端部33a的振幅相对于频率的变化,虚线表示Y方向的照明用光纤33的前端部33a的振幅相对于频率的变化。像步骤S12中比较的那样,X方向的共振频率 f_x 比Y方向的共振频率 f_y 大。并且,驱动频率的初始值 f_0 被设定为比 f_x 充分高的频率。并且,通过控制部11的控制而使驱动电路13从初始值 f_0 逐渐朝向较低的频率对为了进行Y方向的扫描所施加的驱动频率进行扫频(步骤S14)。此时,通过PSD 20来检测照明光的照射位置,经由检测信号线21而利用运算电路14对Y方向的扫描轨迹进行计算。当使驱动频率逐渐下降时,扫描振幅逐渐扩大并接近目标振幅D。控制部11使扫描振幅与目标振幅D进行比较(步骤S15),在扫描振幅处于目标振幅D的附近时,确定驱动频率 f 而使扫描结束(步骤S19)。另外,目标振幅D的附近例如是指目标振幅 $D \pm 10\%$ 的范围。只要是 $\pm 10\%$ 的范围,则即使在X方向或Y方向上伸缩,也不会出现太大的变形。

[0074] 并且,Y方向的扫描轨迹也可以根据需要而显示在显示装置18上。图8示出了显示在显示装置18上的Y方向的照明光的扫描轨迹。所显示的扫描轨迹的振幅 h 随着使频率降低而接近目标振幅D。驱动频率 f 也可以不是由控制部11来确定,而是由使用者一边确认像这样显示在显示装置18上的图像,一边确定。另外,虽然在图6的流程图中未记载,但当即使使驱动频率从 f_0 下降并到达X方向的共振频率 f_x ,在步骤15中Y方向的振幅也未达到目标振幅D的情况下,切换到如下的步骤S16~步骤S18并执行。在即便如此还未到达目标振幅D的情况下,视为该光扫描型内窥镜30不合格,终止以下的处理。

[0075] 另一方面,在步骤S12中,在X方向的共振频率 f_x 不比Y方向的共振频率 f_y 大的情况(在该情况下,第1方向为X方向,第2方向为Y方向)下,将X方向的驱动电压 V_x 设为 $V_{\max}$,将驱动频率的初始值 f_0 设定为 $f_0 = f_y + \Delta f$ (步骤S16)。并且,一边在X方向上从驱动频率的初始值 f_0 开始进行扫描,一边向频率的较低的一方对驱动频率进行扫频(步骤S17)。并且,在X方向的振幅处于目标振幅D的附近时(步骤S18),确定驱动频率 f 并结束扫描(步骤S19)。

[0076] 另外,在上述说明中,虽然将驱动频率的初始值 f_0 设定在与共振频率 f_x 、 f_y 相比频率较高的一侧,但也可以设定在频率较低的一侧。例如,在 $f_x > f_y$ 的情况下,设定为 $V_x = V_{\max}$, $f_0 = f_y - \Delta f$,对致动器34进行驱动而使照明用光纤33的前端部33a在X方向上扫描。并且,使频率逐渐增大,能够将振幅 h 成为目标振幅D时的频率确定为驱动频率 f 。

[0077] 接着,返回图5对驱动信号的电压进行调整(步骤S05)。但是,在图6的对驱动信号的频率进行调整的流程图中,X方向或Y方向中的任意一方的驱动电压已经被设定为 $V_{\max}$ 。因此,在步骤S05中,对未确定驱动信号的电压的另一方的驱动电压的振幅(第2驱动信号值)进行确定。步骤S05相当于第2驱动信号值确定步骤。使用图9的驱动信号的电压调整处理的流程图对该处理的流程进行说明。

[0078] 首先,与图6的流程图同样,根据X方向的共振频率 f_x 与Y方向的共振频率 f_y 的大小关系而分开处理。首先,在 $f_x > f_y$ 的情况(步骤S21)下,通过以下的步骤S22~S25来确定X方向的驱动电压 V_x (第2驱动信号值)。在该情况下,Y方向的驱动电压 V_y 已经在步骤S13中被设定为 $V_{\max}$ (第1驱动信号值)。

[0079] 首先,通过控制部11的控制,一边使光源部12发光,一边由驱动电路13使致动器34

以驱动频率 f 在X方向上扫描(步骤S22)。照明光的照射位置由PSD 20检测并由运算电路14计算。此时,使驱动电压 V_x 从0逐渐变大(步骤S23)。由此,X方向的扫描振幅从0逐渐扩大。这里,如图7所示,在施加了与Y方向相同的驱动电压(即 V_{max})的情况下,在驱动频率 f 处X方向的扫描轨迹的振幅比目标振幅 D 大。因此,在 $0 < V_x < V_{max}$ 的范围内,存在扫描轨迹的振幅为目标振幅 D 的驱动电压 V_x 。因此,执行X方向的驱动电压 V_x 的确定以使得驱动信号的振幅不超过 V_{max} (规定的值)。控制部11使驱动电压 V_x 增大直到X方向的扫描振幅处于目标振幅 D 的附近,在判断出扫描振幅处于目标振幅 D 的附近时(步骤S24),将驱动电压 V_x 确定为此时的值并结束扫描(步骤S25)。另外,这里,目标振幅 D 的附近例如是指目标振幅 $D \pm 10\%$ 的范围。并且,X方向与Y方向的目标振幅可以不必相同。

[0080] 另外,在步骤S22~步骤S25中,由PSD 20检测并由运算电路14计算出的照明光的扫描轨迹根据需要而显示在显示装置18上。图10是示出显示在显示装置18上的X方向的照射光的扫描轨迹的图。随着驱动电压 V_x 增加,X方向的扫描振幅 h 接近目标振幅 D 。关于驱动电压 V_x ,也可以不是由控制部11来确定,而是由使用者一边确认像这样显示在显示装置18上的图像一边确定。

[0081] 另一方面,在步骤S21中,在不是 $f_x > f_y$ 的情况下,通过步骤S26~S29来确定Y方向的驱动电压 V_y 。在该情况下,X方向的驱动电压 V_x 在步骤S16中被设定为 V_{max} 。首先,一边使光源部12发光,一边使致动器34以驱动频率 f 在Y方向上驱动(步骤S26)。接着,使驱动电压 V_y 从0逐渐变大(步骤S27),使Y方向的扫描振幅从0逐渐扩大。在控制部11判断为Y方向的扫描振幅处于目标振幅 D 的附近时(步骤S28),将 V_y 确定为此时的电压值并结束扫描(步骤S29)。在该情况下,关于驱动电压 V_y ,也可以不是由控制部11来确定,而是由使用者一边确认像这样显示在显示装置18上的图像一边确定。

[0082] 接着,返回图5的流程图,进行驱动信号的相位调整(步骤S06)。步骤S06相当于相位调整步骤。为了进行理想的螺旋扫描,优选使施加给致动器34的X方向和Y方向的驱动电压的相位错开 90° 。然而,在对实际的光纤进行扫描的情况下,由于从驱动电路13到致动器34的信号延迟在X方向和Y方向上不同等的原因而产生相位偏移。因此,需要进行驱动信号的相位调整。

[0083] 图11是示出驱动信号的相位调整处理的流程图。首先,在驱动电路13中,将驱动频率、X方向和Y方向的驱动电压的振幅设定为在步骤S04和S05中确定的频率 f 、驱动电压 V_x 和 V_y 。接着,从驱动电路13对致动器34施加使相位错开了 90° 来作为初始相位差的驱动信号(步骤S31)。虽然在理想情况下致动器34使照明用光纤33的前端部33a以描绘圆轨道的方式进行扫描,但若产生相位偏移则其轨道变形为椭圆。

[0084] 图12是示出使用PSD 20所检测的椭圆状的轨迹的一例的图。这里, a 是椭圆的长径(长轴长度的 $1/2$), b 是椭圆的短径(短轴长度的 $1/2$)。并且,由 $\gamma = b/a$ 定义的 γ 表示椭圆度。控制部11根据由运算电路14计算出的扫描路径对椭圆度 γ 进行计算,对从驱动电路13发送给致动器34的X方向和Y方向的驱动信号的相位差进行调整,以使得扫描轨迹接近正圆(步骤S32)。进行该调整直到 γ 比规定的值大(例如,满足 $\gamma > 0.9$)为止(步骤S33)。在该情况下,将 $\gamma > 0.9$ 时的相位差确定为X方向和Y方向的驱动信号间的相位差 θ (步骤S34)。另外,用于判定椭圆度 γ 的规定的值并不仅限于0.9,也可以设定其他的值。越使 γ 的值接近1,则越能够使照明光的扫描轨迹接近正圆。

[0085] 通过以上的步骤S04~S06,作为驱动电路13中的驱动参数,确定频率 f 、X方向的驱动电压的振幅 V_x 、Y方向的驱动电压的振幅 V_y 以及X方向和Y方向的驱动信号的相位差 θ 。接着,使用这些驱动参数来进行螺旋扫描,对扫描轨迹的最外周的椭圆度和振幅收敛率进行评价(步骤S07)。步骤S07相当于检查步骤。这里,X方向和Y方向的驱动电压的振幅 V_x 、 V_y 被设定为螺旋扫描中的最大振幅。

[0086] 在步骤S04~S06中,确定了驱动致动器34的驱动参数以使得成为圆轨道。然而,在进行螺旋扫描的情况下,出现了因扫描轨迹产生变形而使扫描区域不为圆形的情况,所以在步骤S07中进行确认螺旋扫描的扫描轨迹的流程。例如,如果扫描轨迹的最外周的椭圆度 γ 比0.9小,则光扫描型内窥镜30被判定为不合格。

[0087] 另一方面,振幅收敛率是指对螺旋扫描中的扫描中心处的中空的生产进行评价的指标,按照以下的方式进行定义。首先,在图13的(a)中示出了螺旋扫描的1帧的、一维方向(X方向或Y方向)上的扫描轨迹的时间变化的一例。并且,在图13的(b)中放大地示出振幅在最小值附近处的一维方向上的扫描轨迹。若将1帧中的光纤振幅的最大值设为 $h_{\max}$ 、最小值设为 $h_{\min}$,则振幅收敛率由 $h_{\min} \div h_{\max} \times 100$ 【%】定义。针对对象物的扫描区域的最大半径与振幅的最大值 $h_{\max}$ 相关联。另一方面,在光纤没有衰减到0的情况下,扫描区域的中心部出现中空,产生没有被扫描的区域。该区域的半径与振幅的最小值 $h_{\min}$ 相关联。若产生中空,则产生了图像中心部的像素信息缺损的问题。

[0088] 与使用了同样能够细径化的光纤束的图像光导相比,光扫描型内窥镜30为了得到在分辨能力的方面上优异的效果,优选至少相当于 100×100 像素以上的图像显示。在 100×100 像素的图像中,若上述的振幅收敛率设为2%,则中心部的像素信息缺损为 $100 \times 0.02 = 2$ 像素。如果为2像素以下,则像素插值处理等图像处理不会对分辨率带来显著的影响,但如果为2像素以上,则像素插值处理等图像处理会对图像中心部的分辨率带来较大的影响。因此,在光扫描型内窥镜30中,优选振幅收敛率为2%以下。例如,在振幅收敛率超过2%的情况下,能够将光扫描型内窥镜30判定为不合格产品。

[0089] 接着,在通过步骤S07得到了合适的范围的椭圆度和振幅收敛率的情况下,通过控制部11或使用者的操作而将由运算电路14计算出的频率 f 、X方向的驱动电压的振幅 V_x 、Y方向的驱动电压的振幅 V_y 以及X方向和Y方向的驱动信号的相位差 θ 这样的表示各驱动条件的驱动参数保存在光扫描型内窥镜30内的存储器36中(步骤S08)。各驱动参数能够暂时保存在驱动条件设定装置主体10的存储部15中,通过从该存储部15下载到存储器36而进行保存。或者,也可以在存储部15上安装有能够相对于驱动条件设定装置主体10装拆的可移动型的存储介质(存储卡等),使用者在驱动条件的计算后将该可移动型的存储介质(存储卡等)从驱动条件设定装置主体10取下而作为存储器36插入于光扫描型内窥镜30的规定的部位。

[0090] 最后,使用者将光扫描型内窥镜30从驱动条件设定装置主体10取下而结束驱动条件的设定(步骤S09)。

[0091] 如上所述,光扫描型内窥镜30在存储器36中保持驱动参数。在使用光扫描型内窥镜30来进行内窥镜观察时,像上述那样光扫描型内窥镜30与具有光源和驱动电路、图像处理部的控制装置主体连接。控制装置主体从光扫描型内窥镜30的存储器36读取驱动参数,根据该驱动参数对驱动电路进行驱动并使致动器34进行动作。

[0092] 另外,能够改变环境条件而多次进行上述的驱动条件设定的过程,将在每个不同的环境条件下的驱动参数保存在存储器36中。例如,考虑将温度条件改变成15℃、25℃、35℃。或者,也可以改变湿度或光扫描型内窥镜30的前端部32a的按压状态而对驱动参数进行测定。在光扫描型内窥镜30被用于实际的观察的情况下,能够从存储器36读取与环境条件对应的驱动参数而对驱动条件进行设定。并且,也可以根据光扫描型内窥镜30的变焦状态、即照明用光纤33的前端部33a与投影用透镜38a、38b的距离等观察条件对驱动参数进行测定而保存在存储器36中。

[0093] 根据本发明,由于使用上述驱动条件设定装置,按照上述驱动条件设定步骤来确定驱动参数,所以能够设定适合光扫描装置的驱动条件。由此,由于光扫描型内窥镜30在观察时也以远离X方向和Y方向的共振频率 f_x 、 f_y 的驱动频率 f 进行扫描以使得扫描轨迹的振幅为目标振幅D,所以能够对期望的视野范围进行扫描。并且,由于使驱动频率 f 远离共振频率 f_x 、 f_y ,所以即使产生温度变化等环境变化,也不容易在扫描轨迹中产生变形或中空,能够以稳定的扫描轨迹来进行光扫描。

[0094] 此外,通过将X方向的驱动电压和Y方向的驱动电压设为考虑到压电元件42a~42d的安全的最大施加电压 V_{max} 以下的合适的电压值,能够抑制因对致动器34施加过度的电压或电流而产生故障或寿命的缩短。并且,由于一边从与共振频率 f_x 、 f_y 相距规定的值的频率开始逐渐接近共振频率,一边确定驱动频率,所以能够避免因光纤的前端部以共振频率振动而使光纤的振幅变得过大从而产生破损。

[0095] 此外,由于在X方向和Y方向上分别将扫描轨迹的振幅调整为目标振幅D,所以即使致动器34的构造具有制造上的偏差,也能够进行使垂直的两个轴方向上的振幅相等的扫描。并且,由于进行相位调整以使得椭圆度 γ 比规定的值大,确定了X方向的驱动信号与Y方向的驱动信号的相位差,所以能够使照明用光纤33进行扫描以使得成为最外周接近正圆的螺旋扫描轨迹。此外,由于使用确定的驱动参数对螺旋扫描的轨迹进行评价,对轨迹的变形或中空进行确认,所以能够掌握不良情况。

[0096] 并且,由于将驱动条件的确定步骤规定为算法,所以能够通过驱动条件设定装置自动地对于各光扫描型内窥镜30分别确定驱动条件。此外,由于能够将所确定的驱动条件作为驱动参数而下载在光扫描型内窥镜30内部的存储器中,所以也能够自动化地进行驱动条件在光扫描型内窥镜中的设定。

[0097] 另外,本发明并不仅限于上述实施方式,能够进行多种变形或变更。例如,作为对光扫描装置的光纤进行驱动的方法,并不仅限于使用压电元件的方法,也可以通过使用了电磁线圈和永磁铁的电磁性的驱动方法来构成致动器。在该情况下,驱动电路对电流进行控制而代替对施加给致动器的电压进行控制。

[0098] 此外,在上述实施方式中,使控制部、光源部、驱动电路、运算电路和存储部内设在同一驱动条件设定装置主体中,但它们也可以为单独的硬件。并且,上述实施方式应用于光扫描装置的发货前的驱动条件的设定,但并不仅限于此,也可以应用于对使用开始后的光扫描装置的驱动条件进行调整。此外,在上述实施方式中,与内窥镜观察用的控制装置主体分开地设置驱动条件设定装置主体,但也可以使驱动条件设定装置主体的功能内设在内窥镜观察用的控制装置主体中,使用者能够将控制装置主体与PSD连接而进行驱动条件的调整。

[0099] 作为扫描轨迹检测单元,使用了PSD,但并不仅限于此。例如,也可以将CCD等图像传感器配置在来自扫描装置的光的聚光位置。或者,也可以在照明光的照射位置配置屏幕,使用者对屏幕上所观察的照明光的扫描轨迹进行目视确认,经由输入装置进行操作而对各种驱动参数进行设定。

[0100] 并且,作为目标振幅,在上述实施方式中采用了PSD受光面所检测的扫描轨迹的振幅,但也可以将扫描轨迹的振幅除以投影光学系统的倍率而得到的值来作为目标振幅。在该情况下,目标振幅为光纤前端部的振幅。并且,例如能够通过对驱动电路的电压放大器的增益进行调整而进行用于使扫描振幅接近目标振幅的驱动电压的调整。同样,在使用电磁性的驱动方法的情况下,能够通过电流放大器的增益调整对驱动电流进行调整。

[0101] 并且,光扫描装置并不仅限于光扫描型内窥镜,也可以应用于使光纤扫描的光扫描型显微镜或光扫描型投影装置(投影仪)。并且,在上述实施方式中,作为光扫描装置的光扫描型内窥镜不具有光源和驱动电路,但也可以使本发明应用于内设有光源和驱动电路的光扫描装置。在该情况下,驱动条件设定装置至少包含与光扫描装置连接的驱动条件设定装置主体的控制部、扫描轨迹检测单元、以及对扫描轨迹检测单元所检测出的位置信息进行保存的存储装置,只要根据控制部的控制对光扫描装置的光源和驱动电路进行驱动而使光纤扫描,通过PSD对光点的位置进行检测而进行驱动条件的设定,并将驱动参数保存在存储装置中即可。除此之外,作为驱动条件设定装置的结构,能够采用各种变形方式。

[0102] 产业上的可利用性

[0103] 本发明的驱动条件设定装置和驱动条件设定方法能够优选用于光扫描装置的产品发货前的驱动条件设定等。

[0104] 标号说明

[0105] 10:驱动条件设定装置主体;11:控制部;12:光源部;13:驱动电路;14:运算电路;15:存储部;16:照明用光纤;17:驱动信号线;18:显示装置;19:输入装置;20:PSD;21:检测信号线;30:光扫描型内窥镜;31:连接部;32:插入部;32a:前端部;33:照明用光纤;33a:前端部;33b:摇动部;34:致动器;35:驱动信号线;36:存储器;37:受光用光纤;37a:前端部;38a、38b:投影用透镜;39:安装环;40:致动器管;41:光纤保持部件;42a、42b、42c、42d:压电元件。

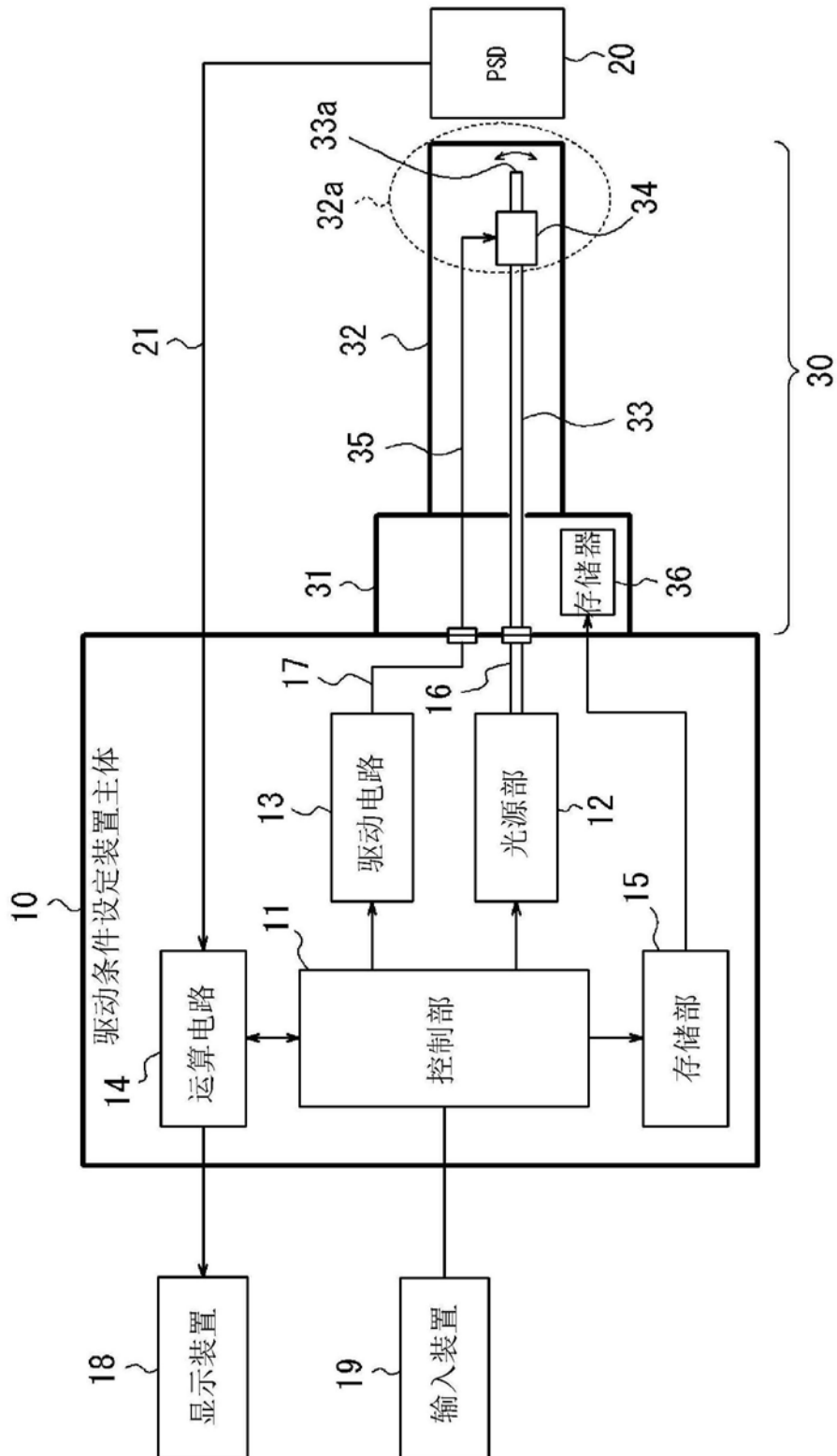


图1

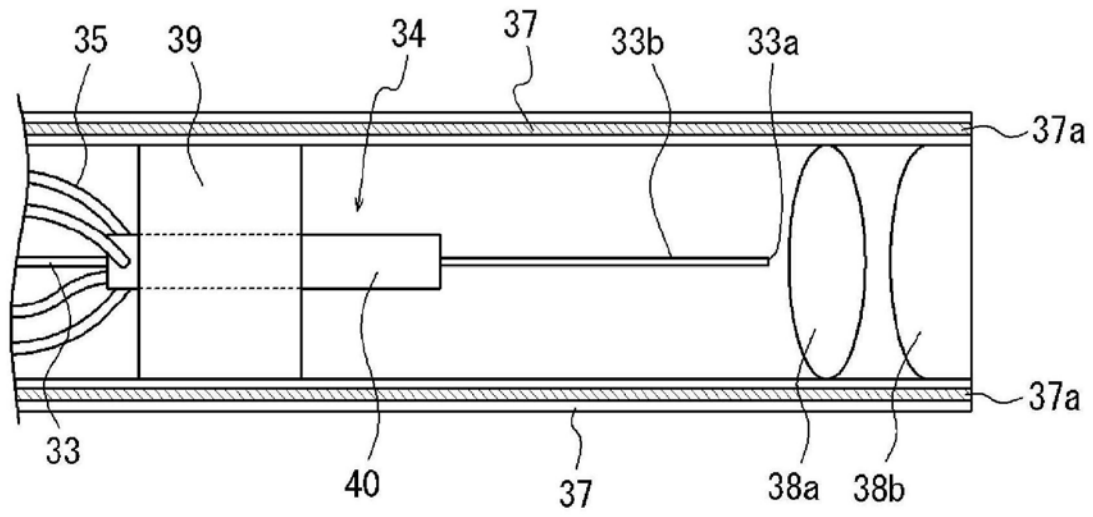
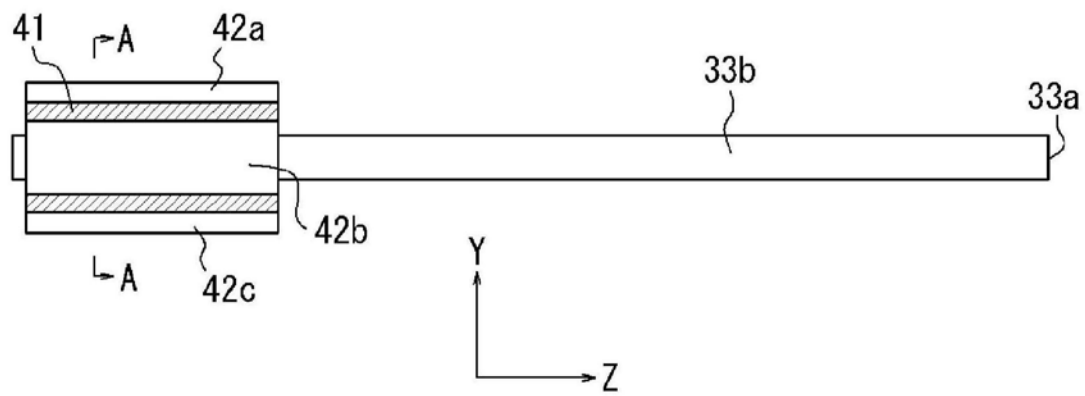


图2

(a)



(b)

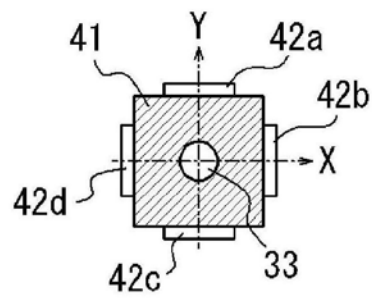


图3

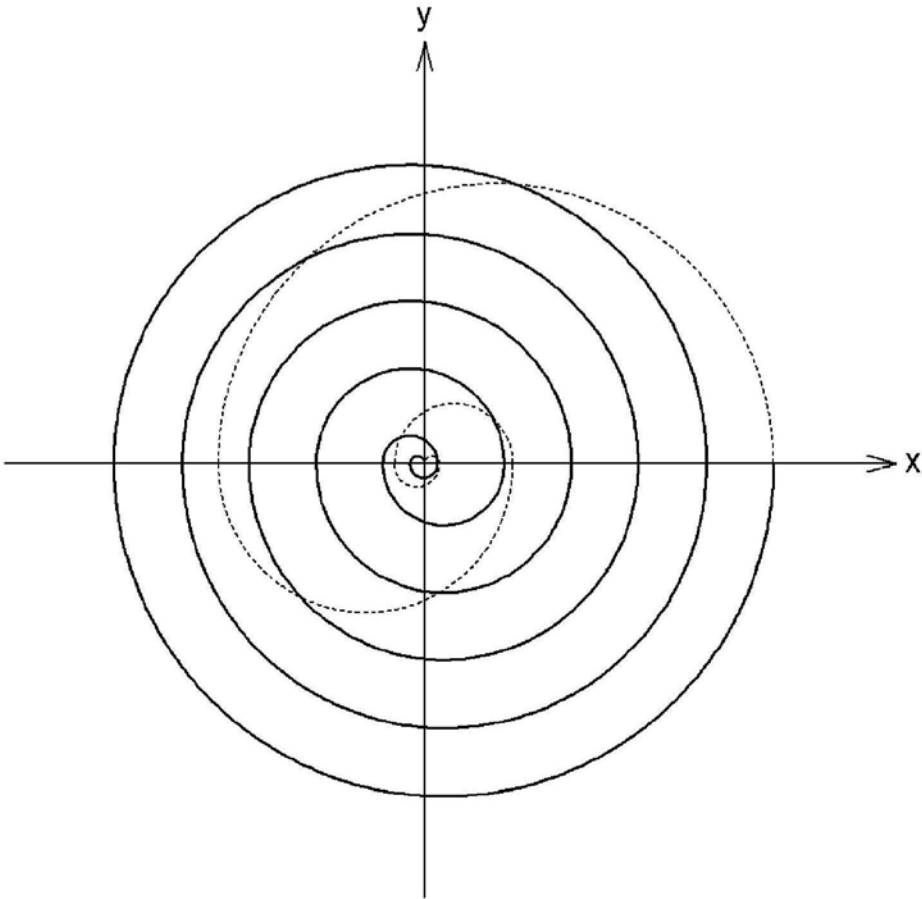


图4

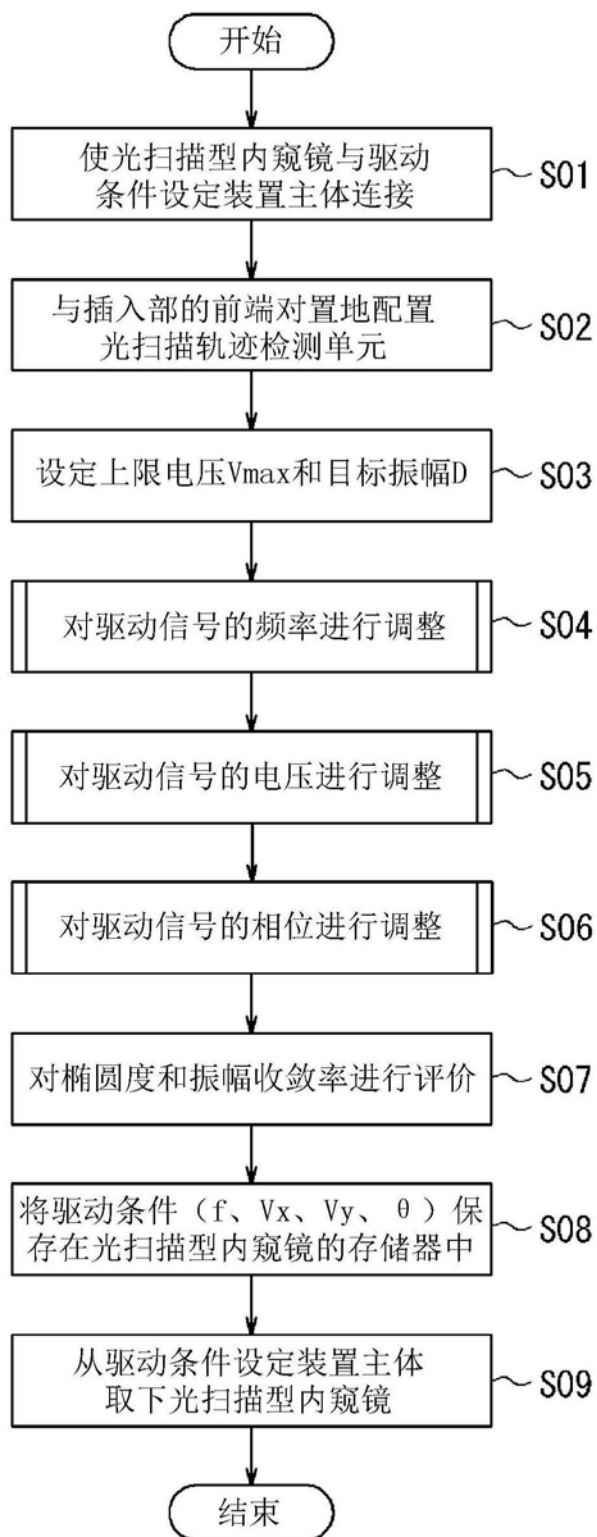


图5

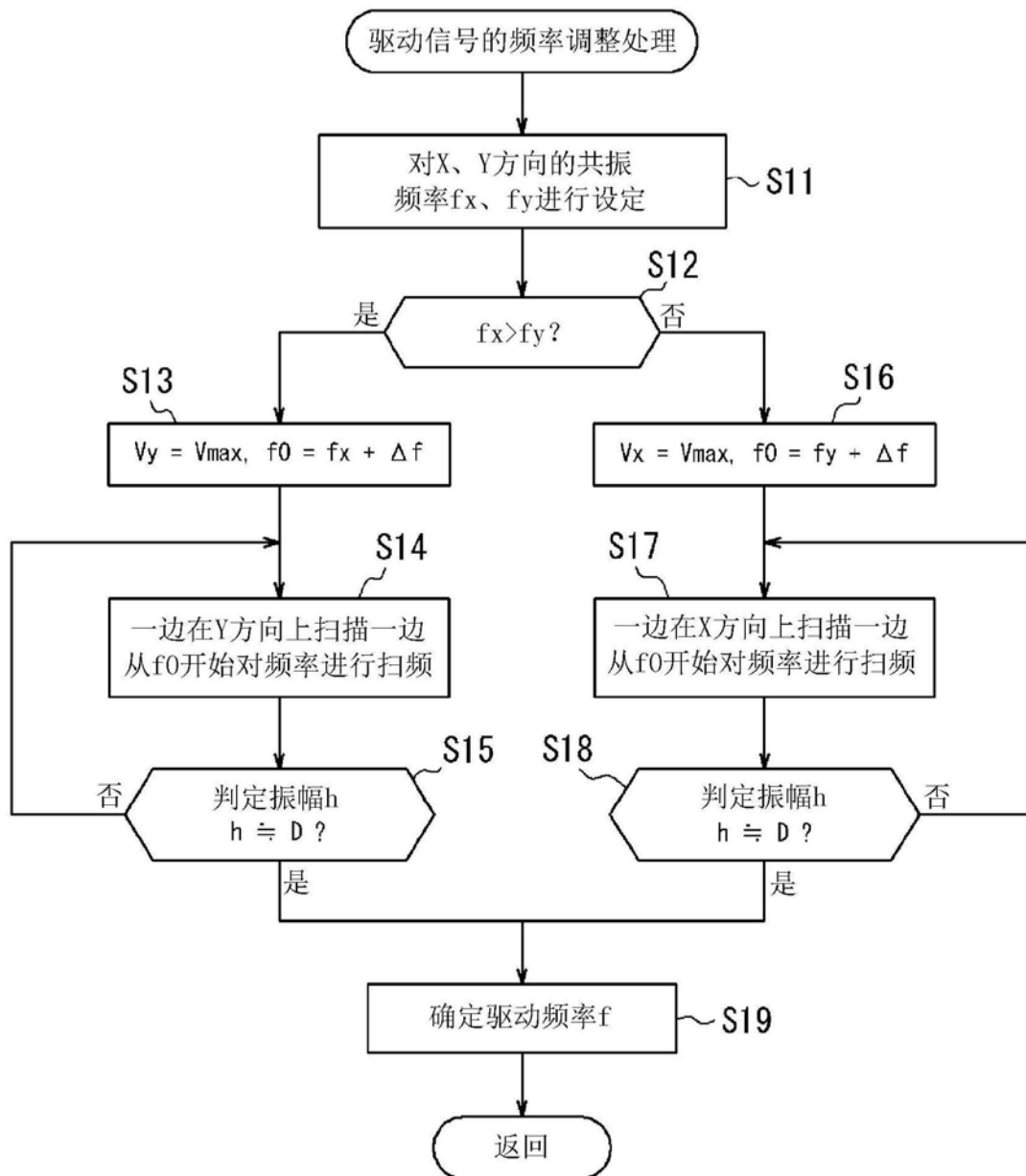


图6

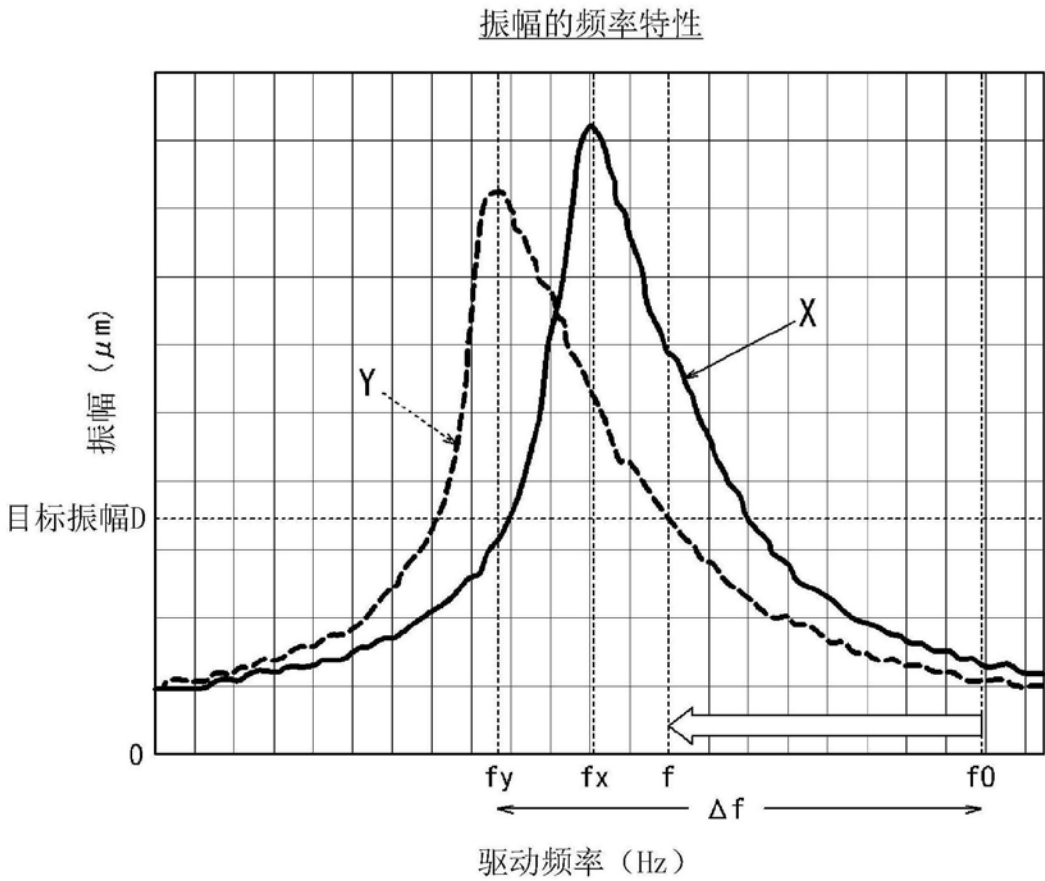


图7

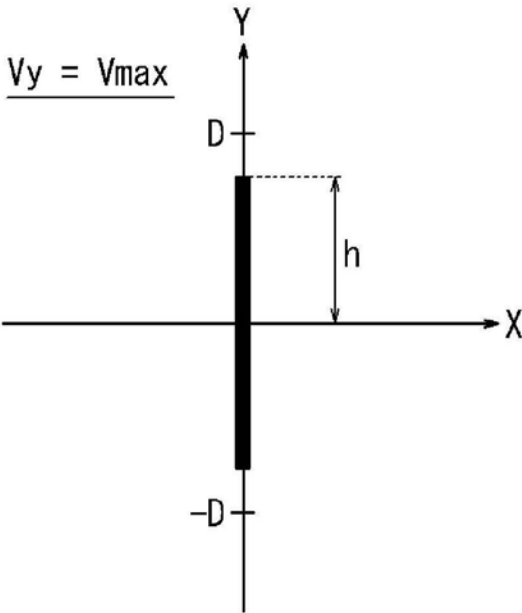


图8

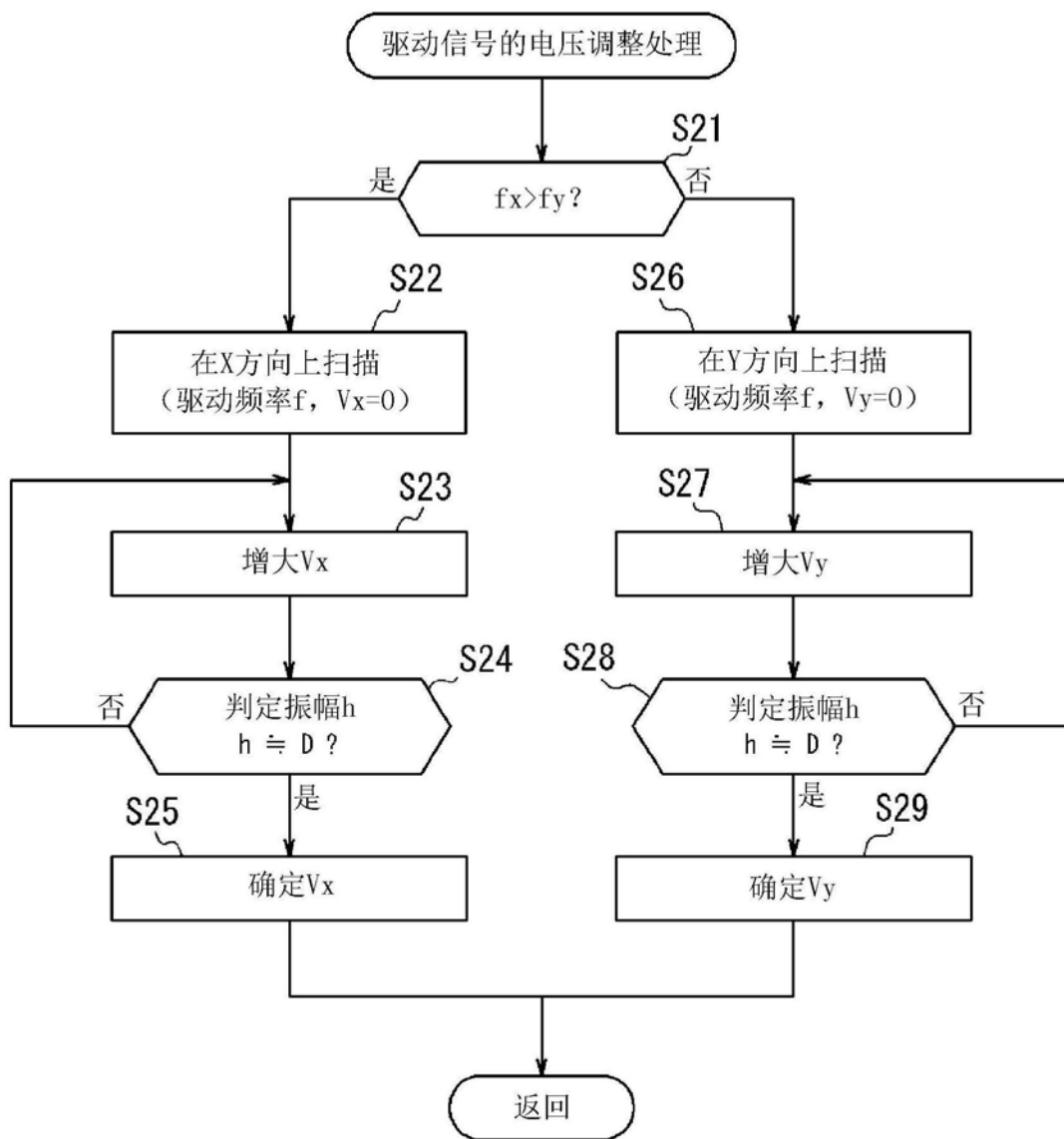


图9

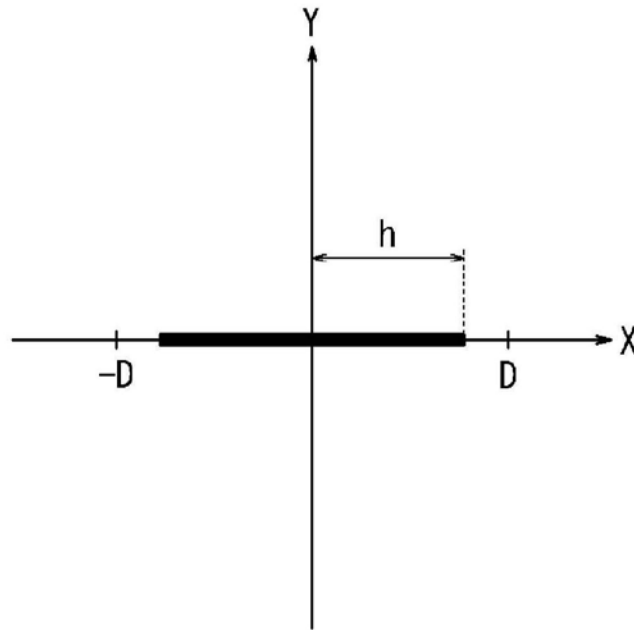


图10

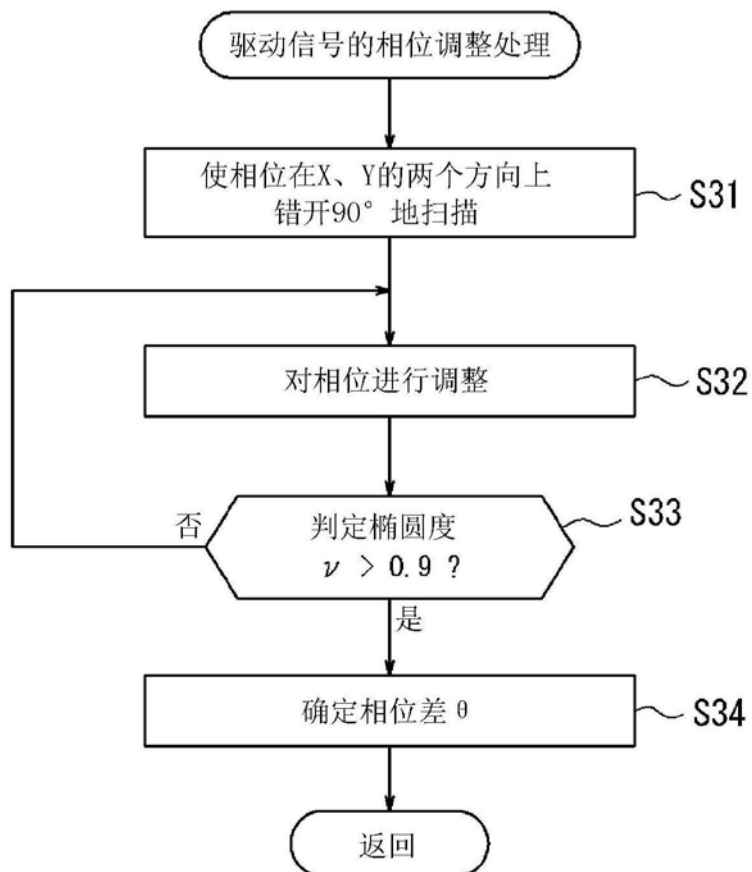


图11

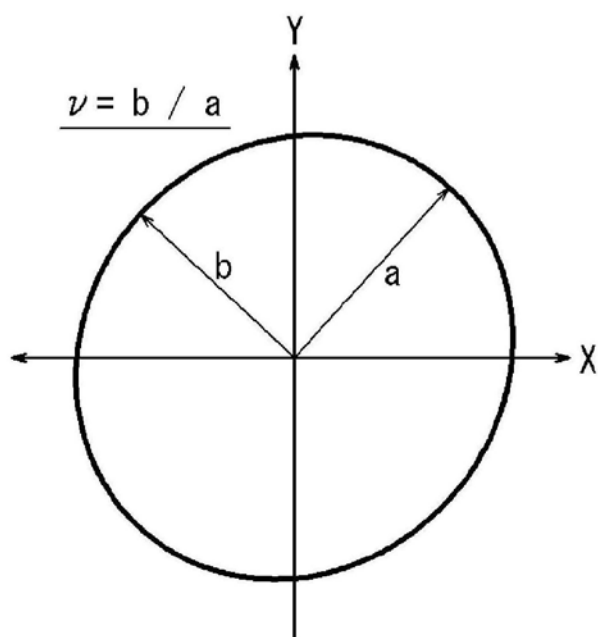


图12

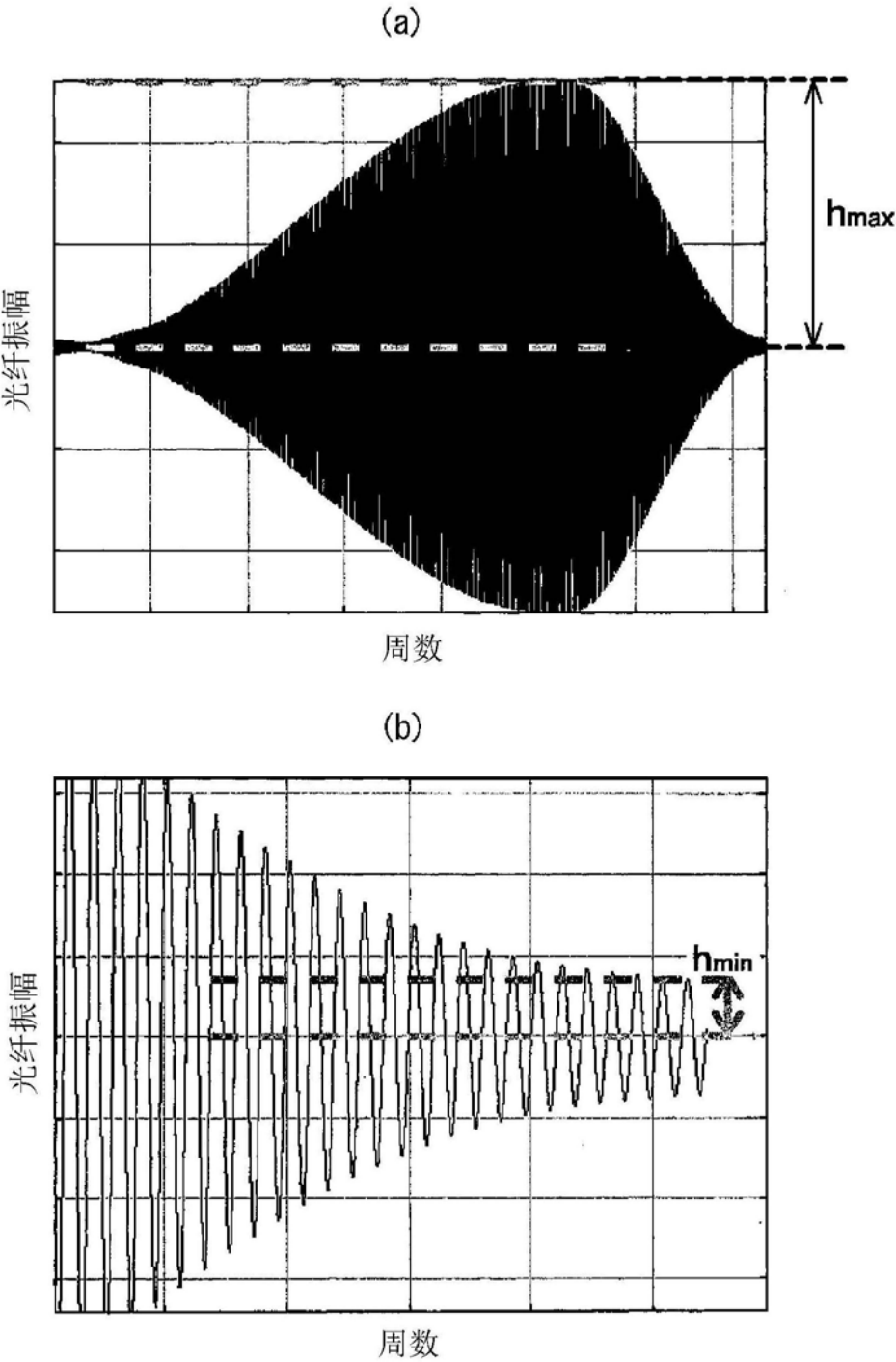


图13

专利名称(译)	光扫描装置的驱动条件设定方法和驱动条件设定装置		
公开(公告)号	CN107407802B	公开(公告)日	2020-03-10
申请号	CN201580078280.0	申请日	2015-03-30
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
[标]发明人	岛本笃义		
发明人	岛本笃义		
IPC分类号	G02B26/10 A61B1/00 G02B21/06 G02B23/26		
CPC分类号	A61B1/00006 A61B1/00172 G02B23/2469 G02B26/103 G02B26/101		
代理人(译)	李辉		
审查员(译)	刘丹		
其他公开文献	CN107407802A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

提出了适用于光扫描装置的驱动条件设定方法和装置。驱动条件设定方法具有：安装扫描轨迹检测单元的步骤；以及调整步骤(步骤S03～S06)，通过改变施加给致动器的驱动信号而对扫描轨迹检测单元所检测的扫描轨迹进行调整。调整步骤具有：设定步骤(步骤S03)，对施加给致动器的驱动信号的第1驱动信号值和扫描轨迹的目标振幅进行设定；以及频率确定步骤(步骤S04)，一边按照第1驱动信号值使致动器振动，一边改变施加给致动器的驱动信号的频率而对检测出的扫描轨迹的振幅与目标振幅进行比较，从而确定施加给致动器的驱动信号的频率。

