



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109587915 B

(45) 授权公告日 2022. 04. 29

(21) 申请号 201811131762.X

(22) 申请日 2018.09.27

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109587915 A

(43) 申请公布日 2019.04.05

(30) 优先权数据
2017-190276 2017.09.29 JP

(73) 专利权人 精工爱普生株式会社
地址 日本东京都

(72) 发明人 佐藤峻 铃木淳一 河野胜

(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 邓毅

(51) Int. Cl.

H05B 41/36 (2006.01)

(56) 对比文件

JP 2009230901 A, 2009.10.08

JP 2015179401 A, 2015.10.08

JP 2016018746 A, 2016.02.01

US 2017142816 A1, 2017.05.18

审查员 葛莉蓉

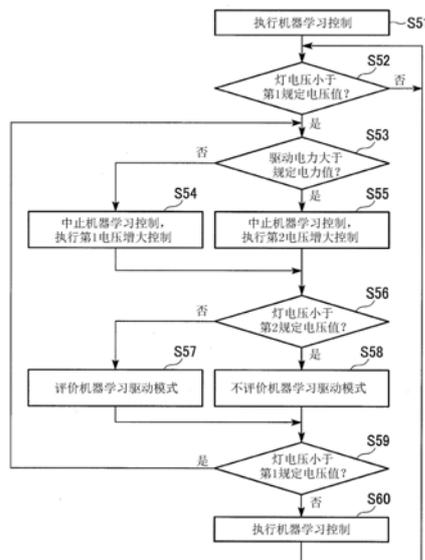
权利要求书3页 说明书33页 附图15页

(54) 发明名称

放电灯驱动装置、光源装置、投影仪以及放电灯驱动方法

(57) 摘要

提供放电灯驱动装置、光源装置、投影仪以及放电灯驱动方法,无论放电灯的个体差异如何,都能够提高放电灯的寿命。本发明的放电灯驱动装置的一个方式的特征在于,具有:放电灯驱动部,其向具有第1电极和第2电极的放电灯提供驱动电流;控制部,其对放电灯驱动部进行控制;以及存储部,其存储驱动电流的多个驱动模式,控制部基于机器学习来选择多个驱动模式中的任意1个驱动模式,并执行所选择的驱动模式,在满足规定的条件的情况下,控制部不选择和执行基于机器学习的驱动模式,而是执行多个驱动模式中的规定的驱动模式。



1. 一种放电灯驱动装置,其特征在于,该放电灯驱动装置具有:
放电灯驱动部,其向具有第1电极和第2电极的放电灯提供驱动电流;
控制部,其对所述放电灯驱动部进行控制;以及
存储部,其存储所述驱动电流的多个驱动模式,
所述控制部对执行后的所述驱动模式进行评价,进行能够更新所述驱动模式的评价结果的机器学习,根据基于所述机器学习的所述驱动模式的评价结果来选择所述多个驱动模式中的任意1个驱动模式,并执行所选择的所述驱动模式,

在满足规定的条件的情况下,所述控制部不选择和执行基于所述机器学习的所述驱动模式,而是执行所述多个驱动模式中的规定的驱动模式。

2. 根据权利要求1所述的放电灯驱动装置,其中,

该放电灯驱动装置还具有检测所述放电灯的电极间电压的电压检测部,

在不满足所述规定的条件的情况下,所述控制部以设置第1期间和第2期间交替反复的混合期间的方式控制所述放电灯驱动部,在该第1期间,将交流电流提供给所述放电灯,在该第2期间,将直流电流提供给所述放电灯,

所述规定的条件包含:所述电极间电压小于第1规定电压值,

在所述电极间电压小于所述第1规定电压值的情况下,所述控制部执行包含低频期间的驱动模式作为所述规定的驱动模式,

在所述低频期间,将如下的交流电流提供给所述放电灯,该交流电流具有比在所述第1期间提供给所述放电灯的交流电流的频率低的频率。

3. 根据权利要求2所述的放电灯驱动装置,其中,

所述规定的条件包含:所述电极间电压小于所述第1规定电压值、并且提供给所述放电灯的驱动电力大于规定电力值,

在所述电极间电压小于所述第1规定电压值、并且所述驱动电力大于所述规定电力值的情况下,所述控制部执行包含所述低频期间和第3期间的驱动模式作为所述规定的驱动模式,

所述第3期间交替地包含第1直流期间和第2直流期间,在该第1直流期间,将直流电流提供给所述放电灯,在该第2直流期间,将具有与在所述第1直流期间提供给所述放电灯的所述直流电流的极性相反的极性的直流电流提供给所述放电灯,

所述第2直流期间的长度小于0.5ms,

所述第3期间中的所述第1直流期间的长度的合计大于所述第2期间的长度。

4. 根据权利要求2或3所述的放电灯驱动装置,其中,

所述低频期间具有第1交流期间和第2交流期间,

在所述第1交流期间提供的交流电流的频率与在所述第2交流期间提供的交流电流的频率互不相同。

5. 根据权利要求1所述的放电灯驱动装置,其中,

所述规定的条件包含:提供给所述放电灯的驱动电力的变化比例在规定比例以上。

6. 根据权利要求5所述的放电灯驱动装置,其中,

在不满足所述规定的条件的情况下,所述控制部执行包含混合期间的第1驱动模式,该混合期间是第1期间和第2期间交替反复的期间,在该第1期间,将具有频率的交流电流提供

给所述放电灯,在该第2期间,将直流电流提供给所述放电灯,

当所述驱动电力的变化比例在所述规定比例以上的情况下,所述控制部执行与所述第1驱动模式不同的第2驱动模式作为所述规定的驱动模式,

所述第2驱动模式包含所述混合期间,

所述第2驱动模式中的所述第1期间的长度大于所述第1驱动模式中的所述第1期间的长度,

所述第2驱动模式中的所述第1期间的频率高于所述第1驱动模式中的所述第1期间的频率。

7. 根据权利要求6所述的放电灯驱动装置,其中,

所述第2驱动模式中的所述第2期间的长度小于所述第1驱动模式中的所述第2期间的长度。

8. 根据权利要求6或7所述的放电灯驱动装置,其中,

所述第1驱动模式和所述第2驱动模式包含第3期间,该第3期间交替地包含第1直流期间和第2直流期间,在该第1直流期间,将直流电流提供给所述放电灯,在该第2直流期间,将具有与在所述第1直流期间提供给所述放电灯的所述直流电流的极性相反的极性的直流电流提供给所述放电灯,

所述第1直流期间的长度大于所述第2直流期间的长度,

所述第2直流期间的长度小于0.5ms,

所述第3期间中的所述第1直流期间的长度的合计大于所述第2期间的长度,

所述第2驱动模式中的所述第3期间的长度小于所述第1驱动模式中的所述第3期间的长度。

9. 根据权利要求6或7所述的放电灯驱动装置,其中,

该放电灯驱动装置还具有检测所述放电灯的电极间电压的电压检测部,

所述控制部根据所述第2驱动模式的执行时间的长度或者所述电极间电压,从所述第2驱动模式切换为基于所述机器学习的驱动模式。

10. 根据权利要求9所述的放电灯驱动装置,其中,

在开始执行所述第2驱动模式之后所述电极间电压下降了规定值以上的情况下,所述控制部从所述第2驱动模式切换为基于所述机器学习的驱动模式。

11. 根据权利要求6或7所述的放电灯驱动装置,其中,

所述规定的条件包含:受理所述第2驱动模式的执行输入的输入部受理了所述第2驱动模式的执行输入,

在所述输入部受理了所述第2驱动模式的执行输入的情况下,所述控制部从执行中的所述驱动模式切换为所述第2驱动模式。

12. 根据权利要求1~3中的任意一项所述的放电灯驱动装置,其中,

所述规定的条件包含:受理所述驱动模式的切换输入的输入部受理了所述驱动模式的切换输入,

在所述输入部受理了所述驱动模式的切换输入的情况下,所述控制部从执行中的所述驱动模式切换为其他驱动模式。

13. 根据权利要求11所述的放电灯驱动装置,其中,

在从基于所述输入部所受理的输入的、所述驱动模式的切换起的一定期间内,所述控制部不执行在切换之前刚刚执行的驱动模式。

14. 根据权利要求1~3中的任意一项所述的放电灯驱动装置,其中,

所述规定的条件包含:所述放电灯的1次点亮时间为第1规定时间以下的短点亮连续执行了规定次数、以及按照规定的比例以上的比例执行了所述短点亮,

在不满足所述规定的条件的情况下,所述控制部执行第1驱动模式,

在所述短点亮连续执行了所述规定次数的情况下、或者按照所述规定的比例以上的比例执行了所述短点亮的情况下,所述控制部按照第2规定时间执行施加到所述第1电极和所述第2电极的热负荷比所述第1驱动模式大的驱动模式。

15. 一种光源装置,其特征在于,具有:

放电灯,其射出光;以及

权利要求1~14中的任意一项所述的放电灯驱动装置。

16. 一种投影仪,其特征在于,具有:

权利要求15所述的光源装置;

光调制装置,其根据图像信号对从所述光源装置射出的光进行调制;以及

投射光学系统,其投射被所述光调制装置调制后的光。

17. 一种放电灯驱动方法,向具有第1电极和第2电极的放电灯提供驱动电流来驱动所述放电灯,该放电灯驱动方法的特征在于,

对所述驱动电流的多个驱动模式中的执行后的所述驱动模式进行评价,进行能够更新所述驱动模式的评价结果的机器学习,

根据基于所述机器学习的所述驱动模式的评价结果来选择所述多个驱动模式中的任意驱动模式,并执行所选择的所述驱动模式,

在满足规定的条件的情况下,不选择和执行基于所述机器学习的所述驱动模式,而是执行所述多个驱动模式中的规定的驱动模式。

放电灯驱动装置、光源装置、投影仪以及放电灯驱动方法

技术领域

[0001] 本发明涉及放电灯驱动装置、光源装置、投影仪以及放电灯驱动方法。

背景技术

[0002] 例如,如专利文献1所示,公知有根据施加给放电灯的施加电压的值来使提供给放电灯的交流电流的脉冲发生变化的放电灯点亮装置。

[0003] 专利文献1:日本特开2016-018746号公报

[0004] 但是,放电灯存在个体差异,施加给放电灯的施加电压(电极间电压)的变化根据每个放电灯的个体而不同。因此,在利用无法考虑放电灯的个体差异的驱动方法时,有时无法充分地提高放电灯的寿命。

发明内容

[0005] 本发明的一个方式鉴于上述情况,其目的之一在于提供无论放电灯的个体差异如何,都能够提高放电灯的寿命的放电灯驱动装置、具有这样的放电灯驱动装置的光源装置以及具有这样的光源装置的投影仪。此外,本发明的一个方式的目的之一在于提供无论放电灯的个体差异如何,都能够提高放电灯的寿命的放电灯驱动方法。

[0006] 本发明的放电灯驱动装置的一个方式的特征在于,该放电灯驱动装置具有:放电灯驱动部,其向具有第1电极和第2电极的放电灯提供驱动电流;控制部,其对所述放电灯驱动部进行控制;以及存储部,其存储所述驱动电流的多个驱动模式,所述控制部基于机器学习来选择所述多个驱动模式中的任意1个驱动模式,并执行所选择的所述驱动模式,在满足规定的条件的情况下,所述控制部不选择和执行基于所述机器学习的所述驱动模式,而是执行所述多个驱动模式中的规定的驱动模式。

[0007] 根据本发明的放电灯驱动装置的一个方式,控制部基于机器学习来从多个驱动模式中选择任意1个驱动模式,并执行所选择的驱动模式。因此,即使在放电灯存在个体差异的情况下,通过进行机器学习,也能够根据放电灯的个体差异而选择适当的驱动模式。因此,根据本发明的放电灯驱动装置的一个方式,无论放电灯的个体差异如何,都能够提高放电灯的寿命。

[0008] 另一方面,仅使用机器学习的话,除放电灯的寿命以外有时会产生不良情况。因此,在仅使用机器学习的情况下,能够提高放电灯的寿命,但使用搭载有放电灯的投影仪等设备的使用者的方便性和舒适性有时会下降。

[0009] 与此相对,根据本发明的放电灯驱动装置的一个方式,在满足规定的条件的情况下,不选择和执行基于机器学习的驱动模式,而是执行规定的驱动模式。因此,与基于机器学习的控制不同地,无论机器学习如何,都能够针对每个单独的问题选择并执行适当的驱动模式。由此,根据本发明的放电灯驱动装置的一个方式,能够基于机器学习来提高放电灯的寿命,并且提高使用者的方便性和舒适性。

[0010] 可以采用如下结构:还具有检测所述放电灯的电极间电压的电压检测部,在不

足所述规定的条件的情况下,所述控制部以设置第1期间和第2期间交替反复的混合期间的方式控制所述放电灯驱动部,在该第1期间,将交流电流提供给所述放电灯,在该第2期间,将直流电流提供给所述放电灯,所述规定的条件包含:所述电极间电压小于第1规定电压值,在所述电极间电压小于第1规定电压值的情况下,所述控制部执行包含低频期间的驱动模式作为所述规定的驱动模式,在所述低频期间,将如下的交流电流提供给所述放电灯,该交流电流具有比在所述第1期间提供给所述放电灯的交流电流的频率低的频率。

[0011] 根据该结构,在电极间电压比较小的情况下、即第1电极和第2电极的突起过度生长而电极间距离比较小的情况下,无论机器学习如何,都能够执行包含低频期间的驱动模式。由此,能够抑制水银桥的产生。

[0012] 可以构成所述规定的条件包含:所述电极间电压小于所述第1规定电压值、并且提供给所述放电灯的驱动电力大于规定电力值,在所述电极间电压小于所述第1规定电压值、并且所述驱动电力大于所述规定电力值的情况下,所述控制部执行包含所述低频期间和第3期间的驱动模式作为所述规定的驱动模式,所述第3期间交替地包含第1直流期间和第2直流期间,在该第1直流期间,将直流电流提供给所述放电灯,在该第2直流期间,将具有与在所述第1直流期间提供给所述放电灯的所述直流电流的极性相反的极性的直流电流提供给所述放电灯,所述第2直流期间的长度小于0.5ms,所述第3期间中的所述第1直流期间的长度的合计大于所述第2期间的长度。

[0013] 根据该结构,当驱动电力在规定电力值以上的情况下、即驱动电力比较大的情况下,能够执行包含第3期间的驱动模式。由此,能够使施加给第1电极和第2电极的热负荷过大,能够将突起压碎。因此,能够适当缩短过度生长的突起,能够抑制水银桥。

[0014] 可以采用如下结构:所述低频期间具有第1交流期间和第2交流期间,在所述第1交流期间提供的交流电流的频率与在所述第2交流期间提供的交流电流的频率互不相同。

[0015] 根据该结构,能够缩短第1电极和第2电极的突起而抑制水银桥,并且在返回到基于机器学习的控制时使突起容易地生长。

[0016] 可以构成所述规定的条件包含:提供给所述放电灯的驱动电力的变化比例在规定的比例以上。

[0017] 根据该结构,在驱动电力急剧变化的情况下,能够执行能够适当地抑制闪烁的规定的驱动模式。因此,能够抑制在放电灯中产生闪烁,例如在放电灯搭载于投影仪的情况下,能够抑制从投影仪投射的图像闪烁。其结果,能够提高使用者的舒适性。

[0018] 可以采用如下结构:在不满足所述规定的条件的情况下,所述控制部以设置包含混合期间的第1驱动模式的方式控制所述放电灯驱动部,该混合期间是第1期间和第2期间交替反复的期间,在该第1期间,将具有频率的交流电流提供给所述放电灯,在该第2期间,将直流电流提供给所述放电灯,当所述驱动电力的变化比例在所述规定比例以上的情况下,所述控制部执行与所述第1驱动模式不同的第2驱动模式作为所述规定的驱动模式,所述第2驱动模式包含所述混合期间,所述第2驱动模式中的所述第1期间的长度大于所述第1驱动模式中的所述第1期间的长度,所述第2驱动模式中的所述第1期间的频率高于所述第1驱动模式中的所述第1期间的频率。

[0019] 根据该结构,能够缩短极性被维持为恒定的时间,能够使电弧放电的辉点位置稳定并且仅使第1电极和第2电极的一部分熔融/凝固而生长。由此,能够迅速形成细长的小突

起。通过形成有小突起,电弧放电的辉点稳定在小突起的前端位置,因此,抑制了电弧放电的辉点移动。因此,根据该结构,能够抑制在驱动电力急剧变化的情况下产生闪烁。

[0020] 可以采用如下结构:所述第2驱动模式中的所述第2期间的长度小于所述第1驱动模式中的所述第2期间的长度。

[0021] 根据该结构,能够使施加给第1电极和第2电极的热负荷适当减小,从而减小第1电极和第2电极中的熔融范围。由此,容易更迅速地形成小突起。因此,能够更适当地抑制放电灯的闪烁。

[0022] 可以采用如下结构:所述第1驱动模式和所述第2驱动模式包含第3期间,该第3期间交替地包含第1直流期间和第2直流期间,在该第1直流期间,将直流电流提供给所述放电灯,在该第2直流期间,将具有与在所述第1直流期间提供给所述放电灯的所述直流电流的极性相反的极性的直流电流提供给所述放电灯,所述第1直流期间的长度大于所述第2直流期间的长度,所述第2直流期间的长度小于0.5ms,所述第3期间中的所述第1直流期间的长度的合计大于所述第2期间的长度,所述第2驱动模式中的所述第3期间的长度小于所述第1驱动模式中的所述第3期间的长度。

[0023] 根据该结构,能够更适当地减小施加给第1电极和第2电极的热负荷,从而减小第1电极和第2电极中的熔融范围。由此,容易更迅速地形成小突起。因此,能够更适当地抑制放电灯的闪烁。

[0024] 可以采用如下结构:还具有检测所述放电灯的电极间电压的电压检测部,所述控制部根据所述第2驱动模式的执行时间的长度或者所述电极间电压,从所述第2驱动模式切换为基于所述机器学习的驱动模式。

[0025] 根据该结构,能够抑制第2驱动模式的执行时间变长。由此,能够增大执行机器学习的时间比例,能够进一步提高放电灯的寿命。

[0026] 可以采用如下结构:在开始执行所述第2驱动模式之后所述电极间电压下降了规定值以上的情况下,所述控制部从所述第2驱动模式切换为基于所述机器学习的驱动模式。

[0027] 根据该结构,在电极间电压下降了规定值以上的情况下,即使结束第2驱动模式,由于形成了小突起,因此也能够抑制闪烁。因此,缩短了执行第2驱动模式的时间而进一步提高放电灯的寿命,并且更容易地抑制闪烁。

[0028] 可以构成为所述规定的条件包含:受理所述第2驱动模式的执行输入的输入部受理了所述第2驱动模式的执行输入,在所述输入部受理了所述第2驱动模式的执行输入的情况下,所述控制部从执行中的所述驱动模式切换为所述第2驱动模式。

[0029] 根据该结构,例如,在放电灯搭载于投影仪的情况下,如果使用投影仪的使用者对投射的图像感到闪烁,则能够通过输入部进行规定的输入操作,执行第2驱动模式。由此,在产生闪烁的情况下,使用者通过对输入部进行输入,能够消除或者减少闪烁。因此,能够提高使用者的方便性和舒适性。

[0030] 可以构成为所述规定的条件包含:受理所述驱动模式的切换输入的输入部受理了所述驱动模式的切换输入,在所述输入部受理了所述驱动模式的切换输入的情况下,所述控制部从执行中的所述驱动模式切换为其他驱动模式。

[0031] 根据该结构,例如,在放电灯搭载于投影仪的情况下,如果使用投影仪的使用者对投射的图像感到闪烁,则能够通过输入部进行规定的输入操作,执行其他驱动模式。由

此,在产生闪烁的情况下,使用者通过对输入部进行输入,能够强制地切换产生闪烁的驱动模式,容易消除或者减少闪烁。因此,能够提高使用者的方便性和舒适性。

[0032] 可以采用如下结构:在从基于所述输入部所受理的输入的、所述驱动模式的切换起的一定期间内,所述控制部不执行在切换之前刚刚执行的驱动模式。

[0033] 在切换之前刚刚执行的驱动模式是产生闪烁的驱动模式的可能性较高。因此,根据该结构,通过在一定期间内不执行该驱动模式,能够进一步抑制闪烁的产生。

[0034] 可以构成为所述规定的条件包含:所述放电灯的1次点亮时间为第1规定时间以下的短点亮连续执行了规定次数、以及按照规定的比例以上的比例执行了所述短点亮,在不满足所述规定的条件的情况下,所述控制部执行第1驱动模式,在所述短点亮连续执行了规定次数的情况下、或者按照规定的比例以上的比例执行了所述短点亮的情况下,所述控制部按照第2规定时间执行施加到所述第1电极和所述第2电极的热负荷比所述第1驱动模式大的驱动模式。

[0035] 根据该结构,能够通过比较大的热负荷使由于连续的短点亮而变形的第1电极和第2电极的突起熔融并再成型。由此,能够容易地消除突起的变形,抑制闪烁的产生。

[0036] 本发明的光源装置的一个方式的特征在于,具有:放电灯,其射出光;以及上述放电灯驱动装置。

[0037] 根据本发明的光源装置的一个方式,由于具有上述放电灯驱动装置,因此,能够提高放电灯的寿命,并且能够提高使用者的方便性和舒适性。

[0038] 本发明的投影仪的一个方式的特征在于,具有:上述光源装置;光调制装置,其根据图像信号对从所述光源装置射出的光进行调制;以及投射光学系统,其投射被所述光调制装置调制后的光。

[0039] 根据本发明的投影仪的一个方式,由于具有上述光源装置,因此,能够提高放电灯的寿命,并且能够提高使用者的方便性和舒适性。

[0040] 在本发明的放电灯驱动方法的一个方式中,向具有第1电极和第2电极的放电灯提供驱动电流来驱动所述放电灯,该放电灯驱动方法的特征在于,基于机器学习来选择所述驱动电流的多个驱动模式中的任意驱动模式,并执行所选择的所述驱动模式,在满足规定的条件的情况下,不选择和执行基于所述机器学习的所述驱动模式,而是执行所述多个驱动模式中的规定的驱动模式。

[0041] 根据本发明的放电灯驱动方法的一个方式,与上述同样地,能够提高放电灯的寿命,并且能够提高使用者的方便性和舒适性。

附图说明

[0042] 图1是示出本实施方式的投影仪的概略结构图。

[0043] 图2是示出本实施方式的放电灯的图。

[0044] 图3是示出本实施方式的投影仪的各种结构要素的框图。

[0045] 图4是本实施方式的放电灯点亮装置的电路图。

[0046] 图5是示出本实施方式的控制部的一个结构例的框图。

[0047] 图6A是示出放电灯的电极前端的突起的外观的图。

[0048] 图6B是示出放电灯的电极前端的突起的外观的图。

- [0049] 图7是示出在本实施方式的交流驱动中提供给放电灯的驱动电流波形的一例的图。
- [0050] 图8A是示出在本实施方式的直流驱动中提供给放电灯的驱动电流波形的一例的图。
- [0051] 图8B是示出在本实施方式的直流驱动中提供给放电灯的驱动电流波形的一例的图。
- [0052] 图9是示出在本实施方式中提供给放电灯的驱动电流的机器学习驱动模式的一例的图。
- [0053] 图10是示出本实施方式的初始学习期间内的控制部的控制步骤的一例的流程图。
- [0054] 图11是示出本实施方式的常规学习期间内的控制部的控制步骤的一例的流程图。
- [0055] 图12A是示出在本实施方式的偏置驱动中提供给放电灯的驱动电流波形的一例是图。
- [0056] 图12B是示出在本实施方式的偏置驱动中提供给放电灯的驱动电流波形的一例的图。
- [0057] 图13是示出在本实施方式的跳跃驱动中提供给放电灯的驱动电流波形的一例的图。
- [0058] 图14是示出在本实施方式中提供给放电灯的驱动电流的第2电压增大模式的一例的示意图。
- [0059] 图15是示出本实施方式的机器学习控制、第1电压增大控制和第2电压增大控制之间的切换中的控制部的控制步骤的一例的流程图。
- [0060] 图16是示出本实施方式的机器学习控制和闪烁抑制控制之间的切换中的控制部的控制步骤的一例的流程图。
- [0061] 图17是示出本实施方式中的驱动电力变化和控制切换的一例的图表。
- [0062] 图18是示出本实施方式的机器学习控制和高负荷驱动控制之间的切换中的控制部的控制步骤的一例的流程图。
- [0063] 图19是示出本实施方式的放电灯的点亮和熄灭的执行和控制的切换的一例的图表。
- [0064] 标号说明
- [0065] 10:放电灯点亮装置(放电灯驱动装置);40:控制部;44:存储部;45:输入部;90:放电灯;92:第1电极;93:第2电极;200:光源装置;230:放电灯驱动部;330R、330G、330B:液晶光阀(光调制装置);350:投射光学系统;500:投影仪;502、512R、512G、512B:图像信号;DW、DW_e:驱动模式;DW1:机器学习驱动模式(第1驱动模式);DWF:闪烁抑制模式(第2驱动模式);f1、f11、f12、f13、f14:第1频率;I:驱动电流;P1:第1交流期间;P2:第2交流期间;Pt:第2规定时间;SL:短点亮;V1a:灯电压(电极间电压);Wd:驱动电力。

具体实施方式

[0066] 以下,参照附图来说明本发明的实施方式的投影仪。

[0067] 此外,本发明的范围不限于以下的实施方式,在本发明的技术思想的范围内可任意地进行变更。另外,在以下的附图中,为了容易了解各个结构,有时使各构造中的比例尺、

数量等与实际构造不同。

[0068] 图1是示出本实施方式的投影机500的概略结构图。如图1所示,本实施方式的投影机500具有光源装置200、平行化透镜305、照明光学系统310、颜色分离光学系统320、3个液晶光阀(光调制装置)330R、330G、330B、十字分色棱镜340以及投射光学系统350。

[0069] 从光源装置200射出的光通过平行化透镜305而入射到照明光学系统310。平行化透镜305使来自光源装置200的光平行化。

[0070] 照明光学系统310将从光源装置200射出的光的照度调整为在液晶光阀330R、330G、330B上是均匀的。而且,照明光学系统310将从光源装置200射出的光的偏振方向对齐为一个方向。其理由在于,为了在液晶光阀330R、330G、330B中有效利用从光源装置200射出的光。

[0071] 照度分布和偏振方向被调整后的光入射到颜色分离光学系统320。颜色分离光学系统320将入射光分离为红色光(R)、绿色光(G)、蓝色光(B)这3种色光。通过与各色光对应的液晶光阀330R、330G、330B并根据图像信号来对3种色光分别进行调制。液晶光阀330R、330G、330B具有后述的液晶面板560R、560G、560B和偏振片(未图示)。偏振片配置于液晶面板560R、560G、560B各自的光入射侧和光射出侧。

[0072] 调制后的3种色光被十字分色棱镜340合成。合成光入射到投射光学系统350。投射光学系统350将入射光投射到屏幕700(参照图3)。由此,在屏幕700上显示图像。另外,平行化透镜305、照明光学系统310、颜色分离光学系统320、十字分色棱镜340、投射光学系统350各自的结构能够采用公知的结构。

[0073] 图2是示出光源装置200的结构的剖视图。光源装置200具有光源单元210以及放电灯点亮装置(放电灯驱动装置)10。在图2中示出了光源单元210的剖视图。光源单元210具有主反射镜112、放电灯90以及副反射镜113。

[0074] 放电灯点亮装置10向放电灯90提供驱动电流I而使放电灯90点亮。主反射镜112将放电灯90发出的光朝向照射方向D反射。照射方向D与放电灯90的光轴AX平行。

[0075] 放电灯90的形状是沿着照射方向D延伸的棒状。将放电灯90的一个端部设为第1端部90e1,将放电灯90的另一个端部设为第2端部90e2。放电灯90的材料例如是石英玻璃等透光性材料。放电灯90的中央部呈球形鼓起,其内部是放电空间91。在放电空间91中封入包含稀有气体、金属卤化物等的作为放电介质的气体。

[0076] 第1电极92和第2电极93的前端向放电空间91突出。第1电极92配置于放电空间91的第1端部90e1侧。第2电极93配置于放电空间91的第2端部90e2侧。第1电极92和第2电极93的形状是沿着光轴AX延伸的棒状。在放电空间91中,第1电极92和第2电极93的电极前端部隔着规定距离而对置地配置。第1电极92和第2电极93的材料例如是钨等金属。

[0077] 在放电灯90的第1端部90e1设置有第1端子536。第1端子536与第1电极92通过贯通放电灯90的内部的导电性部件534电连接。同样地,在放电灯90的第2端部90e2设置有第2端子546。第2端子546与第2电极93通过贯通放电灯90的内部的导电性部件544电连接。第1端子536和第2端子546的材料例如是钨等金属。作为导电性部件534、544的材料,例如使用钼箔。

[0078] 第1端子536和第2端子546与放电灯点亮装置10连接。放电灯点亮装置10向第1端子536和第2端子546提供用于驱动放电灯90的驱动电流I。其结果,在第1电极92与第2电极

93之间产生电弧放电。通过电弧放电产生的光(放电光)如虚线的箭头所示那样,从放电位置朝向所有方向放射。

[0079] 主反射镜112借助固定部件114而固定于放电灯90的第1端部90e1。主反射镜112将放电光中的、朝向与照射方向D相反的一侧行进的光朝向照射方向D反射。主反射镜112的反射面(放电灯90侧的面)的形状只要是能够将放电光朝向照射方向D反射的形状,则没有特别限定,例如,可以是旋转椭圆形状,也可以是旋转抛物线形状。例如,在使主反射镜112的反射面的形状为旋转抛物线形状的情况下,主反射镜112能够将放电光转换为与光轴AX大致平行的光。由此,能够省略平行化透镜305。

[0080] 副反射镜113借助固定部件522而固定于放电灯90的第2端部90e2侧。副反射镜113的反射面(放电灯90侧的面)的形状是包围放电空间91的第2端部90e2侧的部分的球面形状。副反射镜113将放电光中的、朝向与配置有主反射镜112的一侧相反的一侧行进的光朝向主反射镜112反射。由此,能够提高从放电空间91放射的光的利用效率。

[0081] 固定部件114、522的材料只要是可耐受来自放电灯90的发热的耐热材料,则没有特别限定,例如是无机粘接剂。作为将主反射镜112和副反射镜113与放电灯90之间的配置固定起来的方法,不限于将主反射镜112和副反射镜113固定于放电灯90的方法,能够采用任意的的方法。例如,可以将放电灯90和主反射镜112独立地固定于投影仪500的壳体(未图示)。关于副反射镜113也同样如此。

[0082] 以下,对投影仪500的电路结构进行说明。

[0083] 图3是示出本实施方式的投影仪500的电路结构的一例的图。除了图1所示的光学系统之外,投影仪500还具有图像信号转换部510、直流电源装置80、液晶面板560R、560G、560B、图像处理装置570以及CPU(Central Processing Unit:中央处理器)580。

[0084] 图像信号转换部510将从外部输入的图像信号502(亮度-色差信号或模拟RGB信号等)转换为规定的字长的数字RGB信号而生成图像信号512R、512G、512B,并提供给图像处理装置570。

[0085] 图像处理装置570对3个图像信号512R、512G、512B分别进行图像处理。图像处理装置570将分别用于驱动液晶面板560R、560G、560B的驱动信号572R、572G、572B提供给液晶面板560R、560G、560B。

[0086] 直流电源装置80将从外部的交流电源600提供的交流电压转换为恒定的直流电压。直流电源装置80向处于变压器(虽未图示,但包含于直流电源装置80)的2次侧的图像信号转换部510、图像处理装置570以及处于变压器的1次侧的放电灯点亮装置10提供直流电压。

[0087] 放电灯点亮装置10在启动时在放电灯90的电极之间产生高电压,产生介电击穿而形成放电路径。以后,放电灯点亮装置10提供用于维持放电灯90放电的驱动电流I。

[0088] 液晶面板560R、560G、560B分别设置于上述液晶光阀330R、330G、330B。液晶面板560R、560G、560B分别根据驱动信号572R、572G、572B,并经由上述光学系统来对入射到各液晶面板560R、560G、560B的色光的透射率(亮度)进行调制。

[0089] CPU 580对投影仪500从开始点亮到熄灭为止的各种动作进行控制。例如,在图3的例子中,经由通信信号582将点亮命令或熄灭命令输出到放电灯点亮装置10。CPU 580经由通信信号584从放电灯点亮装置10接收放电灯90的点亮信息。

[0090] 以下,对放电灯点亮装置10的结构进行说明。

[0091] 图4是示出放电灯点亮装置10的电路结构的一例的图。

[0092] 如图4所示,放电灯点亮装置10具有电力控制电路20、极性反转电路30、控制部40、动作检测部60以及启辉电路70。

[0093] 电力控制电路20生成提供给放电灯90的驱动电力 W_d 。在本实施方式中,电力控制电路20由降压斩波电路构成,该降压斩波电路将来自直流电源装置80的电压作为输入,使输入电压降压之后输出直流电流 I_d 。

[0094] 电力控制电路20构成为包含开关元件21、二极管22、线圈23以及电容器24。开关元件21例如由晶体管构成。在本实施方式中,开关元件21的一端与直流电源装置80的正电压侧连接,另一端与二极管22的阴极端子和线圈23的一端连接。

[0095] 线圈23的另一端与电容器24的一端连接,电容器24的另一端与二极管22的阳极端子和直流电源装置80的负电压侧连接。从后述的控制部40向开关元件21的控制端子输入电流控制信号来对开关元件21的接通/断开进行控制。电流控制信号例如可以使用PWM(Pulse Width Modulation:脉宽调制)控制信号。

[0096] 当开关元件21接通时,在线圈23中流有电流,在线圈23中蓄积能量。然后,当开关元件21断开时,蓄积在线圈23中的能量按照通过电容器24和二极管22的路径而放出。其结果,产生了与开关元件21接通的时间比例对应的直流电流 I_d 。

[0097] 极性反转电路30使从电力控制电路20输入的直流电流 I_d 在规定的时刻进行极性反转。由此,极性反转电路30生成并输出作为在被控制的时间内持续的直流的驱动电流 I 、或者作为具有任意频率的交流的驱动电流 I 。在本实施方式中,极性反转电路30由桥式逆变电路(全桥电路)构成。

[0098] 极性反转电路30例如包含由晶体管等构成的第1开关元件31、第2开关元件32、第3开关元件33以及第4开关元件34。极性反转电路30具有串联连接的第1开关元件31和第2开关元件32与串联连接的第3开关元件33和第4开关元件34相互并联连接而得的结构。分别从控制部40向第1开关元件31、第2开关元件32、第3开关元件33以及第4开关元件34的控制端子输入极性反转控制信号。根据该极性反转控制信号来对第1开关元件31、第2开关元件32、第3开关元件33以及第4开关元件34的接通/断开动作进行控制。

[0099] 在极性反转电路30中,反复进行使第1开关元件31和第4开关元件34、第2开关元件32和第3开关元件33交替地接通/断开的动作。由此,从电力控制电路20输出的直流电流 I_d 的极性交替地反转。在极性反转电路30中,从第1开关元件31与第2开关元件32的公共连接点、以及第3开关元件33与第4开关元件34的公共连接点生成并输出作为在被控制的时间内持续同一极性状态的直流的驱动电流 I 、或者作为具有被控制的频率的交流的驱动电流 I 。

[0100] 即,极性反转电路30被控制成:在第1开关元件31和第4开关元件34接通时,第2开关元件32和第3开关元件33断开,在第1开关元件31和第4开关元件34断开时,第2开关元件32和第3开关元件33接通。因此,在第1开关元件31和第4开关元件34接通时,产生了从电容器24的一端起按顺序流过第1开关元件31、放电灯90、第4开关元件34的驱动电流 I 。在第2开关元件32和第3开关元件33接通时,产生了从电容器24的一端起按顺序流过第3开关元件33、放电灯90、第2开关元件32的驱动电流 I 。

[0101] 在本实施方式中,电力控制电路20与极性反转电路30组合而得的部分对应于放电

灯驱动部230。即,放电灯驱动部230向放电灯90提供对放电灯90进行驱动的驱动电流I。

[0102] 控制部40对放电灯驱动部230进行控制。在图4的例子中,控制部40通过对电力控制电路20和极性反转电路30进行控制,来对驱动电流I持续同一极性的保持时间、驱动电流I的电流值(驱动电力Wd的电力值)以及频率等参数进行控制。控制部40对极性反转电路30进行如下极性反转控制:根据驱动电流I的极性反转时刻来对驱动电流I持续同一极性的保持时间以及驱动电流I的频率等进行控制。控制部40对电力控制电路20进行如下电流控制:对所输出的直流电流Id的电流值进行控制。

[0103] 在本实施方式中,控制部40例如能够执行交流驱动和直流驱动。交流驱动是向放电灯90提供交流电流的驱动。直流驱动是向放电灯90提供直流电流的驱动。关于通过各放电灯驱动向放电灯90提供的驱动电流I的驱动电流波形,在后文进行详细叙述。

[0104] 控制部40的结构没有特别限定。在本实施方式中,控制部40构成为包含系统控制器41、电力控制电路控制器42以及极性反转电路控制器43。另外,控制部40的一部分或者全部可以由半导体集成电路构成。

[0105] 系统控制器41通过对电力控制电路控制器42和极性反转电路控制器43进行控制,对电力控制电路20和极性反转电路30进行控制。系统控制器41可以根据动作检测部60检测到的灯电压(电极间电压)V1a和驱动电流I来对电力控制电路控制器42和极性反转电路控制器43进行控制。

[0106] 在本实施方式中,系统控制器41中连接有存储部44。

[0107] 系统控制器41可以根据存储在存储部44中的信息对电力控制电路20和极性反转电路30进行控制。在存储部44中存储有驱动电流I的多个驱动模式DW。更具体而言,在存储部44中例如存储有与执行驱动的时间长度、驱动电流I的电流值、频率、周期数、极性、波形、调制模式等驱动参数相关的信息,该驱动参数与构成各驱动模式DW的各驱动相关。驱动电流I的各驱动模式DW包含上述交流驱动和直流驱动中的至少一方。关于驱动模式DW的细节,在后文进行详细叙述。

[0108] 电力控制电路控制器42根据来自系统控制器41的控制信号而向电力控制电路20输出电流控制信号,由此,对电力控制电路20进行控制。

[0109] 极性反转电路控制器43根据来自系统控制器41的控制信号而向极性反转电路30输出极性反转控制信号,由此,对极性反转电路30进行控制。

[0110] 控制部40能够执行机器学习控制MLC和非机器学习控制NMLC,在机器学习控制MLC中,基于机器学习来控制放电灯驱动部230,在非机器学习控制NMLC中,无论机器学习如何都根据已确定的规定驱动模式DW来控制放电灯驱动部230。即,控制部40进行机器学习。控制部40基于机器学习而选择存储在存储部44中的多个驱动模式DW中的任意1个驱动模式DW,并执行所选择的驱动模式DW。关于机器学习的细节,在后文进行详细叙述。在本实施方式中,非机器学习控制NMLC包含第1电压增大控制VIC1、第2电压增大控制VIC2、闪烁抑制控制FRC、高负荷驱动控制HLC以及强制输入控制CIC。关于各控制的细节,在后文进行详细叙述。

[0111] 控制部40能够采用专用电路来实现,进行上述控制或后述的处理的的各种控制。与此相对,控制部40例如也能够通过CPU执行存储在存储部44中的控制程序而作为计算机来发挥功能,进行这些处理的的各种控制。

[0112] 图5是用于对控制部40的其他结构例进行说明的图。如图5所示,控制部40可以构

成为通过控制程序而作为对电力控制电路20进行控制的电流控制单元40-1和对极性反转电路30进行控制的极性反转控制单元40-2来发挥功能。

[0113] 在图4所示的例子中,控制部40构成为放电灯点亮装置10的一部分。与此相对,也可以构成为,CPU 580承担控制部40的功能的一部分。

[0114] 在本实施方式中,动作检测部60包含检测放电灯90的灯电压V1a并向控制部40输出灯电压信息的电压检测部。此外,动作检测部60可以包含检测驱动电流I并向控制部40输出驱动电流信息的电流检测部等。在本实施方式中,动作检测部60构成为包含第1电阻61、第2电阻62以及第3电阻63。

[0115] 在本实施方式中,动作检测部60的电压检测部利用由与放电灯90并联、并相互串联连接的第1电阻61和第2电阻62分压到的电压来检测灯电压V1a。此外,在本实施方式中,电流检测部利用在与放电灯90串联连接的第3电阻63中产生的电压来检测驱动电流I。

[0116] 启辉电路70仅在放电灯90开始点亮时进行动作。启辉电路70在放电灯90开始点亮时将使放电灯90的电极间(第1电极92与第2电极93之间)介电击穿而形成放电路径所需的高电压(比放电灯90的正常点亮时高的电压)提供到放电灯90的电极间(第1电极92与第2电极93之间)。在本实施方式中,启辉电路70与放电灯90并联连接。

[0117] 在图6A和图6B中示出了第1电极92和第2电极93的前端部分。在第1电极92和第2电极93的前端分别形成有突起552p、562p。图6A示出了第1电极92作为阳极而进行动作,第2电极93作为阴极而进行动作的第1极性状态。在第1极性状态下,通过放电,电子从第2电极93(阴极)向第1电极92(阳极)移动。从阴极(第2电极93)放出电子。从阴极(第2电极93)放出的电子与阳极(第1电极92)的前端碰撞。通过该碰撞而产生热,阳极(第1电极92)的前端(突起552p)的温度上升。

[0118] 图6B示出了第1电极92作为阴极而进行动作,第2电极93作为阳极而进行动作的第2极性状态。在第2极性状态下,与第1极性状态相反地,电子从第1电极92向第2电极93移动。其结果,第2电极93的前端(突起562p)的温度上升。

[0119] 这样,通过向放电灯90提供驱动电流I,电子所碰撞的阳极的温度上升。另一方面,放出电子的阴极在向阳极放出电子的期间,温度下降。

[0120] 第1电极92与第2电极93之间的电极间距离随着突起552p、562p的劣化而增大。这是因为突起552p、562p发生损耗。当电极间距离增大时,第1电极92与第2电极93之间的电阻增大,因此,灯电压V1a增大。因此,通过参照灯电压V1a,能够检测电极间距离的变化、即、放电灯90的劣化程度。

[0121] 另外,由于第1电极92和第2电极93采用同样的结构,因此在以下的说明中,有时仅代表性地对第1电极92进行说明。此外,由于第1电极92的前端的突起552p和第2电极93的前端的突起562p采用同样的结构,因此在以下的说明中,有时仅代表性地对突起552p进行说明。

[0122] 图1所示的输入部45是受理使用者的规定输入的部分。输入部45例如受理投影仪500的电源的接通/断开、点亮模式的变更等使用者的输入。在本实施方式中,输入部45与放电灯点亮装置10的控制部40连接。在从使用者受理了输入的情况下,输入部45向控制部40输出与输入对应的信号。关于输入部45受理的输入,在后文进行详细叙述。

[0123] 输入部45受理输入的方法没有特别限定。例如可以通过按下安装于投影仪500的

壳体上的各种按钮、或者通过对在安装有投影仪500的壳体的显示器上显示的菜单进行操作而使输入部45输入受理,也可以通过从投影仪500的遥控器发送的信号而使输入部45受理输入。而且,例如可以通过与投影仪500有线或者无线地连接的PC(Personal Computer:个人电脑)、移动电话、平板等未图示的电子终端中的操作而使输入部45受理输入。

[0124] 以下,对本实施方式的基于控制部40的放电灯驱动部230的控制进行说明。在本实施方式中,控制部40通过交流驱动和直流驱动中的至少1个驱动来对放电灯驱动部230进行控制。

[0125] 首先,对本实施方式的基于控制部40的机器学习控制MLC进行说明。机器学习控制MLC是在不满足后述规定的条件中的任何条件的情况下执行的。在机器学习控制MLC中,执行多个驱动模式DW中的机器学习驱动模式(第1驱动模式)DW1。即,在不满足规定的条件的情况下,控制部40执行机器学习驱动模式DW1。设置有多个机器学习驱动模式DW1。各机器学习驱动模式DW1具有构成驱动模式DW的各驱动的驱动参数中的至少1个驱动参数互不相同的同样的驱动电流波形。

[0126] 以下,对各驱动进行说明。图7是示出在交流驱动中提供给放电灯90的驱动电流波形的一例的图。图8A和图8B是示出在直流驱动中提供给放电灯90的驱动电流波形的一例的图。在图7、图8A和图8B中,纵轴表示驱动电流I,横轴表示时间T。驱动电流I在第1极性状态的情况下表示为正,在第2极性状态的情况下表示为负。

[0127] 在图7所示的交流驱动中提供给放电灯90的驱动电流I例如是极性在电流值 I_m 与电流值 $-I_m$ 之间反转多次的矩形波交流电流。在图7所示的交流电流中,周期 C_1 的长度恒定。图7所示的交流电流的占空比为0.5(50%)。

[0128] 在图8A所示的直流驱动中提供给放电灯90的驱动电流I是具有恒定的电流值 I_m 的第1极性的直流电流。在图8B所示的直流驱动中提供给放电灯90的驱动电流I是具有恒定的电流值 $-I_m$ 的第2极性的直流电流。

[0129] 图9是示出在本实施方式中提供给放电灯90的驱动电流I的机器学习驱动模式DW1的一例的图。在图9中,纵轴表示驱动电流I,横轴表示时间T。

[0130] 图9所示的机器学习驱动模式DW1由交流驱动和直流驱动构成。更具体而言,图9的机器学习驱动模式DW1由第1交流驱动AC1、第1直流驱动DC1、第2交流驱动AC2以及第2直流驱动DC2构成。执行第1交流驱动AC1的期间和执行第2交流驱动AC2的期间是将交流电流提供给放电灯90的第1期间。执行第1直流驱动DC1的期间和执行第2直流驱动DC2的期间是将直流电流提供给放电灯90的第2期间。即,图9的机器学习驱动模式DW1具有第1期间和第2期间交替反复的混合期间。

[0131] 这样,在不满足后述的规定的条件的情况下,控制部40以设置混合期间的方式控制放电灯驱动部230。换言之,在不满足后述的规定的条件的情况下,控制部40以设置包含混合期间的机器学习驱动模式(第1驱动模式)DW1的方式控制放电灯驱动部230。混合期间的第1期间的数量和第2期间的数量没有特别限定。

[0132] 而且,该机器学习驱动模式DW1的各交流驱动和各直流驱动具有多个驱动参数。例如,第1交流驱动AC1具有交流驱动的执行时间的长度 t_{a1} 和交流电流的第1频率 f_1 作为驱动参数。第1直流驱动DC1具有直流驱动的执行时间的长度 t_{d1} 和第1极性作为驱动参数。第2交流驱动AC2具有交流驱动的执行时间的长度 t_{a2} 以及交流电流的第2频率 f_2 作为驱动参数。

第2直流驱动DC2具有直流驱动的执行时间的长度 td_2 和第2极性作为驱动参数。

[0133] 另外,在图9的机器学习驱动模式DW1的情况下,第1交流驱动AC1的执行时间的长度 ta_1 和第2交流驱动AC2的执行时间的长度 ta_2 相同,此外,第1直流驱动DC1的执行时间的长度 td_1 和第2直流驱动DC2的执行时间的长度 td_2 也相同。而且,在图9的机器学习驱动模式DW1的情况下,第1交流驱动AC1中的交流电流的第1频率 f_1 和第2交流驱动AC2中的交流电流的第2频率 f_2 相同。

[0134] 第1频率 f_1 和第2频率 f_2 例如为100Hz以上且1kHz以下。第1交流驱动AC1的执行时间的长度 ta_1 和第2交流驱动AC2的执行时间的长度 ta_2 例如为10ms(毫秒)以上且10s(秒)以下。第1直流驱动DC1的执行时间的长度 td_1 和第2直流驱动DC2的执行时间的长度 td_2 例如为10ms(毫秒)以上且40ms(毫秒)以下。

[0135] 多个机器学习驱动模式DW1例如是将从上述各驱动的各驱动参数的数值范围中选择的多个数值适当组合而构成的。例如,作为组合而使用的各驱动的驱动参数的种类合计优选为2种以上且6种以下,按照每个驱动参数的种类而准备的数值优选为2个以上且6个以下。通过将它们组合来构成多个机器学习驱动模式DW1,得到了优选的数量的机器学习驱动模式DW1。

[0136] 例如,在上述图9所示的机器学习驱动模式DW1中说明的驱动参数是交流驱动的执行时间的长度、交流驱动中的交流电流的频率、直流驱动的执行时间的长度以及直流驱动的极性,在该情况下,各驱动的驱动参数的种类合计为4种。

[0137] 在多个机器学习驱动模式DW1中,上述多个驱动参数中的至少1个驱动参数的值互不相同。机器学习驱动模式DW1的数量例如为3个模式以上且150个模式以下。优选的是,机器学习驱动模式DW1的数量为10个模式以上且100个模式以下。更优选的是,机器学习驱动模式DW1数量为20个模式以上且30个模式以下。通过像这样设定机器学习驱动模式DW1的数量,能够进一步提高放电灯90的寿命。

[0138] 接下来,说明本实施方式的控制部40对各驱动模式DW的切换。控制部40基于机器学习来切换机器学习驱动模式DW1。在本实施方式中,控制部40根据灯电压 V_{1a} 的变化来进行机器学习驱动模式DW1的评价,并根据该机器学习驱动模式DW1的评价来进行机器学习驱动模式DW1的选择。

[0139] 在本实施方式中,设置有进行多个机器学习驱动模式DW1的初始评价的初始学习期间、和设置在初始学习期间之后的常规学习期间。图10是示出初始学习期间中的控制部40的控制步骤的一例的流程图。另外,在以下的说明中,机器学习驱动模式DW1设置有N个,对各机器学习驱动模式DW1分别赋予第1号~第N号的编号。

[0140] 如图10所示,控制部40在开始初始学习期间(步骤S11)之后,从第1号~第N号的机器学习驱动模式DW1中选择在初始学习期间中未被选择的机器学习驱动模式DW1(步骤S12)。控制部40例如随机地选择未被选择的机器学习驱动模式DW1。在刚开始初始学习期间之后未选择任何机器学习驱动模式DW1,因此,控制部40从第1号~第N号的机器学习驱动模式DW1中选择1个机器学习驱动模式DW1。接下来,动作检测部60的电压检测部检测放电灯90的灯电压 V_{1a1} (步骤S13),控制部40将检测到的灯电压 V_{1a1} 存储到存储部44中。而且,控制部40执行所选择的机器学习驱动模式DW1(步骤S14)。

[0141] 在开始执行机器学习驱动模式DW1之后,控制部40判断从开始执行当前选择的机

器学习驱动模式DW1起是否经过了初始学习时间(步骤S15)。初始学习时间的长度例如是10min(分钟)以上且120min(分钟)以下。当从开始执行当前选择的机器学习驱动模式DW1起未经过初始学习时间的情况下(步骤S15:否),控制部40继续执行当前选择的机器学习驱动模式DW1。

[0142] 另一方面,当从开始执行当前选择的机器学习驱动模式DW1起经过了初始学习时间的情况下(步骤S15:是),动作检测部60的电压检测部检测放电灯90的灯电压V1a2(步骤S16),控制部40将检测到的灯电压V1a2存储到存储部44中。然后,控制部40对当前选择的机器学习驱动模式DW1进行评价(步骤S17)。

[0143] 在本实施方式中,机器学习驱动模式DW1的评价是基于灯电压V1a的变化而进行的。具体而言,控制部40根据按照初始学习时间执行了所选择的机器学习驱动模式DW1之后的灯电压V1a2的值、和按照初始学习时间执行了机器学习驱动模式DW1之后的灯电压V1a2相对于执行所选择的机器学习驱动模式DW1之前的灯电压V1a1的差值,对进行机器学习驱动模式DW1评价。在以下的说明中,将按照初始学习时间执行了机器学习驱动模式DW1之后的灯电压V1a2相对于执行机器学习驱动模式DW1之前的灯电压V1a1的差值称为第1变动电压值。

[0144] 这里,对灯电压V1a设定了目标数值范围。控制部40以能够尽可能地将灯电压V1a维持为目标数值范围的方式来选择并执行各机器学习驱动模式DW1。目标数值范围例如是根据提供给放电灯90的驱动电力Wd的值而确定的。在驱动电力Wd比额定电力低的情况下,相比于驱动电力Wd为额定电力的情况,目标数值范围的数值较小。在驱动电力Wd为额定电力(例如,215W)的情况下,目标数值范围例如在60V以上且小于65V。在驱动电力Wd比额定电力低(例如,140W)的情况下,目标数值范围例如为53V以上且小于59V。通过像这样设定目标数值范围,能够容易地根据驱动电力Wd来适当地维持灯电压V1a,提高放电灯90的寿命。

[0145] 机器学习驱动模式DW1的评价比较高的情况例如是通过执行1个机器学习驱动模式DW1而灯电压V1a(按照初始学习时间执行了1个机器学习驱动模式DW1之后的灯电压V1a2)成为目标数值范围内的情况、通过执行1个机器学习驱动模式DW1而灯电压V1a接近目标数值范围的情况、以及在执行1个机器学习驱动模式DW1的前后能够将灯电压V1a维持在目标数值范围内的情况等。此外,机器学习驱动模式DW1的评价比较低的情况例如是通过执行1个机器学习驱动模式DW1而灯电压V1a相对于目标数值范围偏离的情况、以及通过执行1个机器学习驱动模式DW1而灯电压V1a远离目标数值范围的情况等。

[0146] 作为一例,在按照初始学习时间执行了1个机器学习驱动模式DW1之后的灯电压V1a2大于目标数值范围的情况下、并且第1变动电压值为负值的情况下,所选择的1个机器学习驱动模式DW1的评价比较高。此外,在按照初始学习时间执行了1个机器学习驱动模式DW1之后的灯电压V1a2大于目标数值范围的情况下、并且第1变动电压值为正值的情况下,所选择的1个机器学习驱动模式DW1的评价比较低。另一方面,在按照初始学习时间执行了1个机器学习驱动模式DW1之后的灯电压V1a2小于目标数值范围的情况下、并且第1变动电压值为负值的情况下,所选择的1个机器学习驱动模式DW1的评价比较低。此外,在按照初始学习时间执行了1个机器学习驱动模式DW1之后的灯电压V1a2小于目标数值范围的情况下、并且第1变动电压值为正值的情况下,所选择的1个机器学习驱动模式DW1的评价比较高。而且,在按照初始学习时间执行了1个机器学习驱动模式DW1之后的灯电压V1a2在目标数值范

围内的情况下,第1变动电压值的绝对值越小,则所选择的1个机器学习驱动模式DW1的评价越高,另一方面,第1变动电压值的绝对值越大,则所选择的1个机器学习驱动模式DW1的评价越低。

[0147] 另外,第1变动电压值为负值意味着通过按照初始学习时间执行了1个机器学习驱动模式DW1而使灯电压V1a下降。第1变动电压值为正值意味着通过按照初始学习时间执行了1个机器学习驱动模式DW1而使灯电压V1a上升。

[0148] 在对所选择的机器学习驱动模式DW1进行评价之后,控制部40判断在初始学习期间内是否执行了第1号~第N号的全部机器学习驱动模式DW1(步骤S18)。在第1号~第N号的机器学习驱动模式DW1中存在初始学习期间内未执行的机器学习驱动模式DW1的情况下(步骤S18:否),控制部40选择并执行另一机器学习驱动模式DW1,并进行评价(步骤S12~S17)。另一方面,在初始学习期间内执行了第1号~第N号的全部N个模式的机器学习驱动模式DW1的情况下(步骤S18:是),控制部40结束初始学习期间,并转移到常规学习期间(步骤S19)。初始学习期间的长度例如小于10h(小时)。

[0149] 在本实施方式中,作为执行所选择的机器学习驱动模式DW1之前的灯电压V1a1,在步骤S12中从多个机器学习驱动模式DW1中选择了未被选择的机器学习驱动模式DW1之后,通过动作检测部60的电压检测部来检测了放电灯90的灯电压V1a,但不限于此。执行所选择的第X个机器学习驱动模式DW1之前的灯电压V1a1例如可以设为:在按照初始学习时间执行了所选择的第X个机器学习驱动模式DW1的前1个选择的第(X-1)个机器学习驱动模式DW1之后检测到的灯电压V1a2。通过像这样进行控制,不需要步骤S13中的灯电压V1a1的检测,能够进一步简化初始评价的处理。

[0150] 图11是示出常规学习期间中的控制部40的控制步骤的一例的流程图。在图11中示出了常规学习期间中的1个循环。在常规学习期间中,控制部40反复执行图11所示的1个循环。如图11所示,控制部40在开始常规学习期间(步骤S21)之后,从第1号~第N号的机器学习驱动模式DW1中选择在常规学习期间中未被选择的机器学习驱动模式DW1和评价比较高的机器学习驱动模式DW1中的一个机器学习驱动模式DW1(步骤S22~S24)。另外,控制部40例如从第1号~第N号的机器学习驱动模式DW1中随机地选择机器学习驱动模式DW1。

[0151] 更具体而言,例如,控制部40判断是否从第1号~第N号的机器学习驱动模式DW1中,选择了在常规学习期间中未被选择的机器学习驱动模式DW1和评价比较高的机器学习驱动模式DW1中的前者(在常规学习期间中未被选择的机器学习驱动模式DW1)(步骤S22),在选择了评价比较高的机器学习驱动模式DW1的情况下(步骤S22:否),从第1号~第N号的机器学习驱动模式DW1中选择评价比较高的机器学习驱动模式DW1(步骤S23)。控制部40例如从第1号~第N号的机器学习驱动模式DW1中选择评价最高的机器学习驱动模式DW1、即、使灯电压V1a最接近灯电压V1a的目标数值范围的机器学习驱动模式DW1。然后,控制部40执行在步骤S23中选择的机器学习驱动模式DW1(步骤S26)。

[0152] 另一方面,控制部40在选择了前者、即在常规学习期间中未被选择的机器学习驱动模式DW1的情况下(步骤S22:是),从第1号~第N号的机器学习驱动模式DW1中选择在常规学习期间中未被选择的机器学习驱动模式DW1(步骤S24)。而且,在选择了在常规学习期间中未被选择的机器学习驱动模式DW1的情况下,控制部40判断所选择的机器学习驱动模式DW1是否满足执行条件(步骤S25)。执行条件例如包含了:在上次选择并执行了所选择的机

器学习驱动模式DW1时,在后述的步骤S28中未切换为其他机器学习驱动模式DW1。

[0153] 在步骤S24中选择的机器学习驱动模式DW1满足执行条件的情况下(步骤S25:是),转移到步骤S26,控制部40执行所选择的机器学习驱动模式DW1。另一方面,在所选择的机器学习驱动模式DW1不满足执行条件的情况下(步骤S25:否),转移到步骤S22,控制部40从第1号~第N号的机器学习驱动模式DW1中选择其他机器学习驱动模式DW1,进行与上述同样的判断。

[0154] 接下来,在开始执行所选择的机器学习驱动模式DW1之后,控制部40判断从开始执行当前选择的机器学习驱动模式DW1起是否经过了常规学习时间(步骤S27)。在步骤S27中判断的常规学习时间例如与在初始学习期间的步骤S15中判断的初始学习时间相同。即,常规学习时间的长度例如为10min(分钟)以上且120min(分钟)以下。在从开始执行当前选择的机器学习驱动模式DW1起未经过常规学习时间的情况下(步骤S27:否),控制部40判断当前的机器学习驱动模式DW1是否满足切换条件(步骤S28)。

[0155] 切换条件例如包含满足第1切换条件和第2切换条件中的任意1个切换条件。第1切换条件指的是:在执行当前的机器学习驱动模式DW1的过程中,在常规学习时间内检测到的灯电压V1a的变化(变动电压值)的绝对值在第1规定值以上,并且检测到的灯电压V1a偏离了目标数值范围。第2切换条件包含:在从开始执行当前的机器学习驱动模式DW1起经过的时间为第1时间以下的情况下,灯电压V1a的变化的绝对值为第2规定值以上。第1时间比常规学习时间小,例如是5min(分钟)。第2规定值比第1规定值小。第1规定值例如是5V。第2规定值例如是3V。

[0156] 即,即使是在第1时间以内,如果灯电压V1a的变化绝对值处于比第1规定值小的第2规定值以上的情况下,也设为满足切换条件(第2切换条件),而在超过第1时间的情况下,如果灯电压V1a的变化不在比第2规定值大的第1规定值以上,则设为不满足切换条件(第1切换条件)。通过成为这样的关系,控制部40根据当前选择的机器学习驱动模式DW1的执行时间和灯电压V1a,对当前选择的机器学习驱动模式DW1的切换进行阶段性地判断。

[0157] 在当前选择的机器学习驱动模式DW1满足切换条件的情况下(步骤S28:是),控制部40判断为在当前的放电灯90的状态下,当前选择的机器学习驱动模式DW1是为了提高放电灯90的寿命而不优选的机器学习驱动模式DW1。而且,控制部40降低对当前选择的机器学习驱动模式DW1的评价。

[0158] 然后,控制部40与上述同样地执行步骤S22~步骤S26,选择并执行下一个机器学习驱动模式DW1。这样,控制部40在执行机器学习驱动模式DW1时,灯电压V1a的变化满足切换条件的情况下,从当前选择的机器学习驱动模式DW1切换为其他机器学习驱动模式DW1。

[0159] 另一方面,在当前的机器学习驱动模式DW1不满足切换条件的情况下(步骤S28:否),控制部40执行当前选择的机器学习驱动模式DW1直到经过常规学习时间为止。而且,当从开始执行当前的机器学习驱动模式DW1起经过了常规学习时间的情况下(步骤S27:是),动作检测部60的电压检测部检测放电灯90的灯电压V1a(步骤S29),控制部40将检测到的灯电压V1a存储到存储部44中。然后,控制部40对当前选择的机器学习驱动模式DW1进行评价(步骤S30)。

[0160] 步骤S30中的机器学习驱动模式DW1的评价例如与初始学习期间的步骤S17中的机器学习驱动模式DW1的评价相同。即,控制部40根据按照常规学习时间执行了所选择机器学习

习驱动模式DW1之后的灯电压V1a的值、和按照常规学习时间执行了机器学习驱动模式DW1之后的灯电压V1a相对于执行所选择的机器学习驱动模式DW1之前的灯电压V1a的差值,对机器学习驱动模式DW1进行评价。在以下的说明中,将按照常规学习时间执行了机器学习驱动模式DW1之后的灯电压V1a相对于执行机器学习驱动模式DW1之前的灯电压V1a的差值称为第2变动电压值。

[0161] 在步骤S30中,控制部40进行在常规学习期间选择的机器学习驱动模式DW1的再次评价。即,控制部40针对各机器学习驱动模式DW1,更新在初始学习期间进行的评价以及在当前时刻之前的常规学习期间进行的评价。

[0162] 接下来,控制部40判断当前选择的机器学习驱动模式DW1是否满足连续执行条件(步骤S31)。连续执行条件包含了满足第1连续执行条件、第2连续执行条件以及第3连续执行条件中的任意1个连续执行条件。第1连续执行条件、第2连续执行条件以及第3连续执行条件分别包含了连续执行次数在规定次数以下。与连续执行次数相关的规定次数例如为2次以上且15次以下。

[0163] 而且,第1连续执行条件指的是:按照常规学习时间执行了所选择的机器学习驱动模式DW1之后的灯电压V1a大于目标数值范围、并且第2变动电压值为负值。第2连续执行条件指的是:在执行所选择的机器学习驱动模式DW1的前后,灯电压V1a包含于目标数值范围内。第3连续执行条件指的是:按照常规学习时间执行了所选择的机器学习驱动模式DW1之后的灯电压V1a小于目标数值范围、并且第2变动电压值为正值。

[0164] 在当前的机器学习驱动模式DW1满足连续执行条件的情况下(步骤S31:是),控制部40判断为在当前的放电灯90的状态下,当前选择的机器学习驱动模式DW1是为了提高放电灯90的寿命而优选的机器学习驱动模式DW1。然后,控制部40再次选择当前选择的机器学习驱动模式DW1来作为接下来执行的机器学习驱动模式DW1(步骤S32)。然后,转移到步骤S26,控制部40连续地执行作为此次执行的机器学习驱动模式DW1而选择的上次机器学习驱动模式DW1。

[0165] 如以上说明的那样,在本实施方式中,控制部40在按照常规学习时间执行了所选择的1个机器学习驱动模式DW1前后的灯电压V1a的变化满足连续执行条件的情况下,连续多次地执行相同的机器学习驱动模式DW1。

[0166] 另一方面,在当前的机器学习驱动模式DW1不满足连续执行条件的情况下(步骤S31:否),控制部40判断在步骤S22~S26中是否执行了规定次数的机器学习驱动模式DW1的选择和执行(步骤S33)。

[0167] 在未执行规定次数的机器学习驱动模式DW1的选择和执行的情况下(步骤S33:否),转移到步骤S22,再次进行机器学习驱动模式DW1的选择。1个循环的常规学习期间中的与机器学习驱动模式DW1的选择和执行相关的规定次数例如比机器学习驱动模式DW1的个数N多。

[0168] 在执行了规定次数的机器学习驱动模式DW1的选择和执行的情况下(步骤S33:是),控制部40结束常规学习期间的1个循环(步骤S34)。控制部40反复以上的1个循环,连续执行常规学习期间。除了将机器学习驱动模式DW1的选择和执行的次数复位之外,在从常规学习期间的上次循环中沿用各参数的状态下执行下1个循环。

[0169] 如上所述,控制部40通过初始学习期间和常规学习期间来进行机器学习,并选择

要执行的机器学习驱动模式DW1。初始学习期间例如在投影仪500首次点亮之后仅进行1次。例如在初始学习期间结束之后,在投影仪500点亮的期间始终设置常规学习期间。例如,在投影仪500的电源断开之后再次接通时,控制部40使在电源上次断开时执行的期间从中断处重新开始。

[0170] 机器学习驱动模式DW1的驱动电流波形没有特别限定,可以是与图9所示的驱动电流波形不同的驱动电流波形。例如,机器学习驱动模式DW1的驱动电流波形可以包含图12A、图12B以及图13所示的驱动电流波形。图12A、图12B以及图13是示出在交流驱动中提供给放电灯90的驱动电流波形的另一例的图。在图12A、图12B以及图13中,纵轴表示驱动电流I,横轴表示时间T。驱动电流I在第1极性状态的情况下表示为正,在第2极性状态的情况下表示为负。

[0171] 图12A和图12B所示的交流驱动是占空比小于0.5(50%)的偏置驱动。在图12A和图12B所示的偏置驱动中提供给放电灯90的驱动电流I例如是极性在电流值 I_m 与电流值 $-I_m$ 之间反转多次的矩形波交流电流。

[0172] 在图12A所示的偏置驱动中,周期C2的长度恒定。在周期C2中设置有成为第1极性状态的第1极性期间C21以及成为第2极性状态的第2极性期间C22。第1极性期间C21的长度比第2极性期间C22的长度大。即,图12A所示的偏置驱动具有周期数、周期C2的长度、占空比、第1极性期间C21的长度以及第2极性期间C22的长度作为驱动参数。

[0173] 在图12B所示的偏置驱动中,周期的长度发生变化。在图12B的例子中,设置有第1周期C3、第2周期C4以及第3周期C5。第1周期C3的长度比第3周期C5的长度大。第2周期C4的长度比第1周期C3的长度大。

[0174] 在第1周期C3中设置有成为第1极性状态的第1极性期间C31以及成为第2极性状态的第2极性期间C32。第2极性期间C32的长度比第1极性期间C31的长度小。在第2周期C4中设置有成为第1极性状态的第1极性期间C41以及成为第2极性状态的第2极性期间C42。第2极性期间C42的长度比第1极性期间C41的长度小。在第3周期C5中设置有成为第1极性状态的第1极性期间C51以及成为第2极性状态的第2极性期间C52。第2极性期间C52的长度比第1极性期间C51的长度小。

[0175] 第1极性期间C31的长度比第1极性期间C51的长度大。第1极性期间C41的长度比第1极性期间C31的长度大。第2极性期间C32的长度、第2极性期间C42的长度以及第2极性期间C52的长度彼此相同。第1极性期间C31、C41、C51的长度例如为5.0ms(毫秒)以上且20ms(毫秒)以下。第2极性期间C32、C42、C52的长度小于0.5ms(毫秒)。

[0176] 即,图12B所示的偏置驱动与图12A的偏置驱动同样地,具有周期数、各周期的长度、各占空比、各第1极性期间的长度以及各第2极性期间的长度作为驱动参数。

[0177] 图13所示的交流驱动是在各极性状态下驱动电流I的绝对值增大的跳跃驱动。在图13所示的跳跃驱动中提供给放电灯90的驱动电流I例如是电流值在 I_{m1} 、 I_{m2} 、 $-I_{m1}$ 、 $-I_{m2}$ 之间变化的矩形波交流电流。 I_{m2} 和 $-I_{m2}$ 的绝对值比 I_{m1} 和 $-I_{m1}$ 的绝对值大。在图13所示的跳跃驱动中,周期C6的长度恒定。图13所示的交流电流的占空比为0.5(50%)。

[0178] 在周期C6中设置有成为第1极性状态的第1极性期间C61以及成为第2极性状态的第2极性期间C62。第1极性期间C61的长度与第2极性期间C62的长度彼此相同。第1极性期间C61包含低电流期间C61a和高电流期间C61b。低电流期间C61a是驱动电流I为电流值 I_{m1} 的

期间。高电流期间C61b是驱动电流I为电流值 I_{m2} 的期间。高电流期间C61b的长度比低电流期间C61a的长度小。

[0179] 第2极性期间C62包含低电流期间C62a和高电流期间C62b。低电流期间C62a是驱动电流I为电流值 $-I_{m1}$ 的期间。高电流期间C62b是驱动电流I为电流值 $-I_{m2}$ 的期间。高电流期间C62b的长度比低电流期间C62a的长度小。低电流期间C61a的长度与低电流期间C62a的长度彼此相同。高电流期间C61b的长度与高电流期间C62b的长度彼此相同。

[0180] 即,图13所示的跳跃驱动具有周期数、周期C6的长度、电流值 I_{m1} 和 $-I_{m1}$ 的绝对值、电流值 I_{m2} 和 $-I_{m2}$ 的绝对值、第1极性期间C61的长度、第2极性期间C62的长度、第1极性期间C61中的低电流期间C61a的长度和高电流期间C61b的长度、第2极性期间C62中的低电流期间C62a的长度和高电流期间C62b的长度、第1极性期间C61中的低电流期间C61a或者高电流期间C61b的比例、第2极性期间C62中的低电流期间C62a或者高电流期间C62b的比例、电流值 I_{m2} 和 $-I_{m2}$ 的绝对值相对于电流值 I_{m1} 和 $-I_{m1}$ 的绝对值的比例等作为驱动参数。

[0181] 另外,在上述说明中,将图12A、图12B以及图13所示的驱动作为交流驱动的一例来进行说明,但不限于此。例如,可以将图12A、图12B以及图13所示的驱动视为直流驱动的一例。在该情况下,通过使直流驱动的极性和直流驱动的执行时间的长度适当变化来生成各图所示的驱动电流波形。

[0182] 接下来,对基于控制部40的非机器学习控制NMLC进行说明。在非机器学习控制NMLC中,控制部40执行非机器学习驱动模式DW2作为多个驱动模式DW中的规定的驱动模式DW。控制部40根据规定的条件来切换机器学习控制MLC和非机器学习控制NMLC。在满足规定的条件的情况下,控制部40不选择和执行基于机器学习的机器学习驱动模式DW1,而执行非机器学习驱动模式DW2。在本实施方式中,非机器学习驱动模式DW2设置有多个。

[0183] 首先,对非机器学习控制NMLC中的第1电压增大控制VIC1和第2电压增大控制VIC2进行说明。在第1电压增大控制VIC1中,执行非机器学习驱动模式DW2中的第1电压增大模式DWV1。第1电压增大模式DWV1构成为包含第3交流驱动AC3。执行第3交流驱动AC3的期间是将交流电流提供给放电灯90的低频期间。在本实施方式中,第1电压增大模式DWV1例如仅由第3交流驱动AC3构成。

[0184] 在第3交流驱动AC3中提供给放电灯90的驱动电流波形与在第1交流驱动AC1和第2交流驱动AC2中提供给放电灯90的驱动电流波形相同。在第3交流驱动AC3中,将具有第3频率 $f3$ 的交流电流提供给放电灯90,该第3频率 $f3$ 是比在第1交流驱动AC1和第2交流驱动AC2中提供给放电灯90的交流电流的第1频率 $f1$ 和第2频率 $f2$ 低的频率。第3频率 $f3$ 的值例如在30Hz以上且200Hz以下。在第3交流驱动AC3中,第3频率 $f3$ 的值变化为多个值。即,低频期间具有提供给放电灯90的交流电流的第3频率 $f3$ 互不相同的多个交流期间。低频期间例如具有第1交流期间P1和第2交流期间P2这2个交流期间。即,在该情况下,低频期间具有第1交流期间P1和第2交流期间P2,在第1交流期间P1内提供给放电灯90的交流电流的第3频率 $f3$ 与在第2交流期间P2内提供给放电灯90的交流电流的第3频率 $f3$ 互不相同。

[0185] 在第2电压增大控制VIC2中,执行非机器学习驱动模式DW2中的第2电压增大模式DWV2。图14是示出在本实施方式中提供给放电灯90的驱动电流I的第2电压增大模式DWV2的一例的图。在图14中,纵轴表示驱动电流I,横轴表示时间T。如图14所示,第2电压增大模式DWV2由第3交流驱动AC3和偏置驱动BD构成。执行偏置驱动BD的期间是第3期间。在本实施方

式的第2电压增大模式DWV2中,例如,第3交流驱动AC3和偏置驱动BD交替地执行。此外,在本实施方式的第2电压增大模式DWV2中,例如,第1极性期间(第1直流期间)的第1极性和第2极性期间(第2直流期间)的第2极性在每次设置第3期间时反转。即,在图14所示的第3期间的下一个设置的第3期间内,各第2极性期间的长度比各第1极性期间的长度大。这样,在本实施方式中,在满足后述的规定的条件的情况下,控制部40执行包含低频期间和第3期间的第2电压增大模式DWV2。

[0186] 在偏置驱动BD中提供给放电灯90的电流的驱动电流波形与在图12B所示的偏置驱动中提供给放电灯90的电流的驱动电流波形相同。在偏置驱动BD中,例如,各第1极性期间的长度相同。执行偏置驱动BD的间隔(设置第3期间的间隔)、即执行1次第3交流驱动AC3的时间(1个低频期间的长度 t_{a3})例如在10s(秒)以上且90s(秒)以下左右。此外,在第2电压增大模式DWV2中,执行1次偏置驱动BD的时间(第3期间的长度 t_b)例如在10ms(毫秒)以上且1000ms(毫秒)以下左右。

[0187] 在本实施方式中,控制部40根据灯电压 V_{1a} 和驱动电力 W_d 来切换机器学习控制MLC、第1电压增大控制VIC1和第2电压增大控制VIC2。图15是示出机器学习控制MLC、第1电压增大控制VIC1和第2电压增大控制VIC2之间的切换中的控制部40的控制步骤的一例的流程图。

[0188] 如图15所示,控制部40执行机器学习控制MLC(步骤S51)。接下来,动作检测部60的电压检测部检测放电灯90的灯电压 V_{1a} 。而且,控制部40在执行机器学习控制MLC的过程中,判断检测到的灯电压 V_{1a} 是否小于第1规定电压值(步骤S52)。第1规定电压值例如是上述目标数值范围的中央值。即,当目标数值范围在60V以上且小于65V的情况下,第1规定电压值例如是63V。此外,当目标数值范围在53V以上且小于59V的情况下,第1规定电压值例如是56V。

[0189] 当灯电压 V_{1a} 在第1规定电压值以上的情况下(步骤S52:否),控制部40继续执行机器学习控制MLC。另一方面,在灯电压 V_{1a} 小于第1规定电压值的情况下(步骤S52:是),控制部40判断驱动电力 W_d 是否大于规定电力值(步骤S53)。规定电力值例如比额定电力小。规定电力值例如是额定电力的8成左右的值。

[0190] 当驱动电力 W_d 在规定的电力值以下的情况下(步骤S53:否),控制部40中止机器学习控制MLC,执行第1电压增大控制VIC1(步骤S54)。即,控制部40从机器学习控制MLC切换为第1电压增大控制VIC1。另一方面,在驱动电力 W_d 大于规定电力值的情况下(步骤S53:是),控制部40中止机器学习控制MLC,执行第2电压增大控制VIC2(步骤S55)。即,控制部40从机器学习控制MLC切换为第2电压增大控制VIC2。由此,控制部40执行第1电压增大模式DWV1或者第2电压增大模式DWV2。在该情况下,无论上述机器学习控制MLC的流程图如何,控制部40都强制地结束机器学习驱动模式DW1的执行,而执行第1电压增大模式DWV1或者第2电压增大模式DWV2。

[0191] 如上所述,在灯电压 V_{1a} 小于第1规定电压值的情况下,控制部40执行第1电压增大控制VIC1或者第2电压增大控制VIC2。即,在灯电压 V_{1a} 小于第1规定电压值的情况下,控制部40执行包含低频期间的驱动模式DW作为规定的驱动模式DW。这样,在本实施方式中,执行非机器学习控制NMLC的规定的条件包含了灯电压 V_{1a} 小于第1规定电压值。

[0192] 此外,在灯电压 V_{1a} 小于第1规定电压值并且驱动电力 W_d 大于规定电力值的情况

下,控制部40执行第2电压增大控制VIC2。即,在灯电压V1a小于第1规定电压值并且驱动电力Wd大于规定电力值的情况下,控制部40执行包含低频期间和第3期间的驱动模式DW作为规定的驱动模式DW。这样,在本实施方式中,执行非机器学习控制NMLC的规定的条件包含了灯电压V1a小于第1规定电压值并且驱动电力Wd大于规定电力值。

[0193] 在开始执行第1电压增大控制VIC1或者第2电压增大控制VIC2之后,动作检测部60的电压检测部检测放电灯90的灯电压V1a。而且,控制部40在执行第1电压增大控制VIC1或者第2电压增大控制VIC2的过程中,判断检测到的灯电压V1a是否小于第2规定电压值(步骤S56)。第2规定电压值小于第1规定电压值。第2规定电压值例如是目标数值范围内的最小的值。在该情况下,在步骤S56中,控制部40判断灯电压V1a是否小于目标数值范围。当目标数值范围在60V以上且小于65V的情况下,第2规定电压值例如是60V。此外,当目标数值范围在53V以上且小于59V的情况下,第2规定电压值例如是53V。

[0194] 当灯电压V1a在第2规定电压值以上的情况下(步骤S56:否),控制部40执行第1电压增大控制VIC1或者第2电压增大控制VIC2,并且评价在上述机器学习控制MLC中选择并执行的机器学习驱动模式DW1(步骤S57)。具体而言,控制部40评价在从机器学习控制MLC切换为第1电压增大控制VIC1或者第2电压增大控制VIC2之前刚刚执行的机器学习驱动模式DW1。另一方面,在灯电压V1a小于第2规定电压值的情况下(步骤S56:是),控制部40不评价在机器学习控制MLC中选择并执行的机器学习驱动模式DW1(步骤S58)。

[0195] 然后,动作检测部60的电压检测部检测放电灯90的灯电压V1a。而且,控制部40在执行第1电压增大控制VIC1或者第2电压增大控制VIC2的过程中,再次判断检测到的灯电压V1a是否小于第1规定电压值(步骤S59)。在灯电压V1a小于第1规定电压值的情况下(步骤S59:是),转移到步骤S53,控制部40判断驱动电力Wd是否大于规定电力值,并根据该结果来执行第1电压增大控制VIC1或者第2电压增大控制VIC2。即,控制部40持续执行第1电压增大控制VIC1或者第2电压增大控制VIC2,在驱动电力Wd跨越规定电力值而发生变化的情况下,在第1电压增大控制VIC1和第2电压增大控制VIC2之间进行切换。另一方面,当灯电压V1a在第1规定电压以上的情况下(步骤S59:否),控制部40再次执行机器学习控制MLC(步骤S60)。

[0196] 在表1中示出以上说明的灯电压V1a的变化中的各控制的切换和机器学习驱动模式DW1的评价有无的一例。在表1中,规定电力值是140W。第1规定电压值是56V。第2规定电压值是53V。

[0197] 表1

驱动电力 Wd【W】	灯电压 V1a【V】		有无 评价	控制的种类
[0198] 140	59 以上		有	机器学习控制 MLC
	目标数值范围	56 以上且小于 59	有	
		53 以上且小于 56	有	
	小于 53		无	第 1 电压增大控制 VIC1
大于 140	59 以上		有	机器学习控制 MLC
	目标数值范围	56 以上且小于 59	有	
		53 以上且小于 56	有	
	小于 53		无	第 2 电压增大控制 VIC2

[0199] 另外,例如,第1规定电压值根据驱动电力Wd的值而变化,因此,控制部40可以根据在步骤S52和步骤S59中判断的第1规定电压值的值来判断驱动电力Wd的值,并确定执行第1电压增大控制VIC1和第2电压增大控制VIC2中的哪种控制。

[0200] 接下来,对非机器学习控制NMLC中的闪烁抑制控制FRC进行说明。在闪烁抑制控制FRC中,执行非机器学习驱动模式DW2中的闪烁抑制模式(第2驱动模式)DWF。闪烁抑制模式DWF具有与机器学习驱动模式DW1同样的驱动电流波形。即,闪烁抑制模式DWF包含混合期间。

[0201] 闪烁抑制模式DWF中的第1期间的长度比通过机器学习控制MLC而执行的机器学习驱动模式DW1中的第1期间的长度大。闪烁抑制模式DWF中的第1期间的长度例如为0.1s(秒)以上。

[0202] 闪烁抑制模式DWF中的第1期间的第1频率f1和第2频率f2比机器学习驱动模式DW1中的第1期间的第1频率f1和第2频率大。闪烁抑制模式DWF中的第1期间的第1频率f1和第2频率例如为400Hz以上。

[0203] 闪烁抑制模式DWF中的第2期间的长度比机器学习驱动模式DW1中的第2期间的长度小。闪烁抑制模式DWF中的第2期间的长度例如为50ms(毫秒)以下。

[0204] 此外,机器学习驱动模式DW1和闪烁抑制模式DWF除了混合期间之外还可以包含第3期间。在该情况下,闪烁抑制模式DWF中的第3期间的长度比机器学习驱动模式DW1中的第3期间的长度小。闪烁抑制模式DWF中的第3期间的长度例如为0s(秒)。即,闪烁抑制模式DWF中的第3期间的长度比机器学习驱动模式DW1中的第3期间的长度小也包含了闪烁抑制模式DWF不具有第3期间的情况。

[0205] 在本实施方式中,闪烁抑制模式DWF是与在机器学习控制MLC中执行的多个机器学习驱动模式DW1中的任意一个都不同的驱动模式DW。另外,闪烁抑制模式DWF的一部分驱动参数可以与多个机器学习驱动模式DW1中的某个机器学习驱动模式DW1的驱动参数相同。

[0206] 在本实施方式中,控制部40根据驱动电力Wd的变化,在机器学习控制MLC和闪烁抑制控制FRC之间进行切换。图16是示出机器学习控制MLC和闪烁抑制控制FRC之间的切换中的控制部40的控制步骤的一例的流程图。图17是示出驱动电力Wd的变化和控制切换的一例

的图表。在图17中,纵轴表示驱动电力 W_d ,横轴表示时间 T 。

[0207] 如图16所示,控制部40执行机器学习控制MLC(步骤S61),并在执行机器学习控制MLC的过程中,判断驱动电力 W_d 的变化比例是否在规定比例以上(步骤S62)。驱动电力 W_d 的变化比例在规定比例以上是指在驱动电力 W_d 发生变化的情况下,驱动电力 W_d 相对于变化前的驱动电力 W_d 的变化量比例在规定的值以上。规定比例例如是10%。在该情况下,如果变化前的驱动电力 W_d 是230W,则当驱动电力 W_d 的变化量在23W以上或-23W以下的情况下,驱动电力 W_d 的变化比例在规定比例以上。

[0208] 在本实施方式中,驱动电力 W_d 的变化量被判断为驱动电力 W_d 在一定时间内相对于驱动电力 W_d 的最大值的变化量。一定时间例如是2h(小时)。具体而言,例如,在图17所示的时刻 T_1 ,驱动电力 W_d 是一定时间内的最大值 W_{dmax} 的情况下,驱动电力 W_d 成为相对于最大值 W_{dmax} 按照规定比例发生了变化的值 W_{d1} 的时刻 T_2 是驱动电力 W_d 的变化比例在规定比例以上的时刻。在图17的例子中示出了驱动电力 W_d 相对于最大值 W_{dmax} 下降了规定比例而成为值 W_{d1} 的情况。

[0209] 如图16所示,在驱动电力 W_d 的变化比例小于规定比例的情况下(步骤S62:否),控制部40继续执行机器学习控制MLC。另一方面,当驱动电力 W_d 的变化比例在规定比例以上的情况下(步骤S62:是),控制部40中止机器学习控制MLC,而执行闪烁抑制控制FRC(步骤S63)。即,控制部40从机器学习控制MLC切换为闪烁抑制控制FRC。由此,控制部40执行闪烁抑制模式DWF。在该情况下,无论上述机器学习控制MLC的流程图如何,控制部40都强制地结束机器学习驱动模式DW1的执行,而执行闪烁抑制模式DWF。

[0210] 在开始闪烁抑制控制FRC之后,控制部40判断从开始闪烁抑制控制FRC起是否经过了上限时间(步骤S64)。上限时间例如在5min(分钟)以上且2h(小时)以下。另外,上限时间可以比5min(分钟)短。在经过了上限时间的情况下(步骤S64:是),控制部40结束闪烁抑制控制FRC,而执行机器学习控制MLC(步骤S66)。即,控制部40从闪烁抑制控制FRC切换为机器学习控制MLC。在该情况下,闪烁抑制控制FRC的执行时间 t_c 的长度与上限时间的长度相同。

[0211] 如上所述,当驱动电力 W_d 的变化比例在规定比例以上的情况下,控制部40按照上限时间执行与机器学习驱动模式DW1(第1驱动模式)不同的闪烁抑制模式(第2驱动模式)DWF。这样,在本实施方式中,执行非机器学习控制NMLC的规定的条件包含了驱动电力 W_d 的变化比例在规定比例以上。

[0212] 在未经过上限时间的情况下(步骤S64:否),动作检测部60的电压检测部检测放电灯90的灯电压 V_{1a} 。而且,控制部40判断从开始闪烁抑制控制FRC起,检测到的灯电压 V_{1a} 是否下降了第3规定值(规定值)以上(步骤S65)。第3规定值例如是3V。当从开始闪烁抑制控制FRC起灯电压 V_{1a} 未下降第3规定值以上的情况下(步骤S65:否),控制部40继续执行闪烁抑制控制FRC。

[0213] 另一方面,当从开始闪烁抑制控制FRC起灯电压 V_{1a} 下降了第3规定值以上的情况下(步骤S65:是),控制部40结束闪烁抑制控制FRC,而执行机器学习控制MLC(步骤S66)。即,即使在从开始闪烁抑制控制FRC起未经过上限时间的情况下,只要灯电压 V_{1a} 下降了第3规定值以上,就结束闪烁抑制模式DWF。这样,在本实施方式中,从开始执行闪烁抑制模式DWF后灯电压 V_{1a} 下降了第3规定值以上的情况下,控制部40结束闪烁抑制模式DWF,而选择并执行基于机器学习的机器学习驱动模式DW1。在该情况下,闪烁抑制控制FRC的执行时间 t_c 的

长度比上限时间的长度短。

[0214] 如以上说明的那样,在本实施方式中,控制部40根据闪烁抑制模式DWF的执行时间的长度或者灯电压 V_{1a} ,从闪烁抑制模式DWF切换为基于机器学习的机器学习驱动模式DW1。

[0215] 接下来,对非机器学习控制NMLC中的高负荷驱动控制HLC进行说明。在高负荷驱动控制HLC中,执行非机器学习驱动模式DW2中的高负荷驱动模式DWH。高负荷驱动模式DWH是施加给第1电极92和第2电极93的热负荷比机器学习驱动模式DW1大的驱动模式DW。在高负荷驱动模式DWH中,只要施加给第1电极92和第2电极93的热负荷比机器学习驱动模式DW1大,就没有特别限定。高负荷驱动模式DWH例如可以是相对于机器学习驱动模式DW1的驱动电流波形、占空比被大幅调制的驱动模式DW,还可以是驱动电力 W_d 比执行机器学习控制MLC时的驱动电力 W_d 大的驱动模式DW。

[0216] 在本实施方式中,控制部40根据放电灯90的点亮和熄灭的执行历史,在机器学习控制MLC和高负荷驱动控制HLC之间进行切换。图18是示出机器学习控制MLC和高负荷驱动控制HLC之间的切换中的控制部40的控制步骤的一例的流程图。图19是示出放电灯90的点亮和熄灭的执行和控制切换的一例的图表。在图19中,纵轴表示放电灯90的点亮和熄灭,横轴表示时间 T 。

[0217] 如图18所示,控制部40判断从放电灯90点亮(步骤S71)起是否连续执行了规定次数的短点亮SL(步骤S72)。即,控制部40判断短点亮SL的连续执行次数是否在规定次数以上。短点亮SL是放电灯90点亮1次的时间 t_e 在第1规定时间以下的点亮。第1规定时间例如是10min(分钟)。规定次数例如是6次。

[0218] 在短点亮SL未连续执行规定次数的情况下(步骤S72:否),控制部40执行机器学习控制MLC(步骤S75)。另一方面,在短点亮SL连续执行了规定次数的情况下(步骤S72:是),控制部40执行高负荷驱动控制HLC(步骤S73)。由此,执行高负荷驱动模式DWH。

[0219] 在开始高负荷驱动控制HLC之后,控制部40判断从开始高负荷驱动控制HLC起是否经过了第2规定时间 P_t (步骤S74)。第2规定时间 P_t 例如为10min(分钟)以上。在未经过第2规定时间 P_t 的情况下(步骤S74:否),控制部40继续执行高负荷驱动控制HLC。另一方面,在经过了第2规定时间 P_t 的情况下(步骤S74:是),控制部40结束高负荷驱动控制HLC,而执行机器学习控制MLC(步骤S75)。即,控制部40从高负荷驱动控制HLC切换为机器学习控制MLC。

[0220] 如上所述,在本实施方式中,在连续执行了规定次数的短点亮SL的情况下,控制部40按照第2规定时间 P_t 执行施加给第1电极92和第2电极93的热负荷比机器学习驱动模式DW1大的高负荷驱动模式DWH。这样,在本实施方式中,执行非机器学习控制NMLC的规定的条件包含了短点亮SL连续执行了规定次数。

[0221] 接下来,对非机器学习控制NMLC中的强制输入控制CIC进行说明。强制输入控制CIC是通过输入部45受理操作而进行的控制。在本实施方式中,输入部45受理闪烁抑制模式DWF的执行输入和驱动模式DW的切换输入。即,在本实施方式中,执行非机器学习控制NMLC的规定的条件包含:输入部45受理了闪烁抑制模式DWF的执行输入、以及输入部45受理了驱动模式DW的切换输入。

[0222] 在输入部45受理了闪烁抑制模式DWF的执行输入的情况下,控制部40从执行中的驱动模式DW切换为闪烁抑制模式DWF。在切换为闪烁抑制模式DWF之后,控制部40执行与上述闪烁抑制控制FRC同样的控制。输入部45受理了闪烁抑制模式DWF的执行输入的情况下的

驱动模式DW的切换例如即使在控制部40正执行上述任意控制的过程中也被执行。

[0223] 在输入部45受理了驱动模式DW的切换输入的情况下,控制部40从执行中的驱动模式DW切换为其他驱动模式DW。在本实施方式中,输入部45受理了驱动模式DW的切换输入的情况下的、向其他驱动模式DW的切换例如在正执行机器学习控制MLC的过程中被执行。在执行机器学习控制MLC的过程中,输入部45受理了驱动模式DW的切换输入的情况下,与进行机器学习控制MLC的情况同样地,控制部40选择下一个机器学习驱动模式DW1,并强制地切换为该机器学习驱动模式DW1。即,在强制输入控制CIC中执行的非机器学习驱动模式DW2包含与机器学习驱动模式DW1同样的驱动模式DW。

[0224] 如上述那样,在基于输入部45受理的输入的驱动模式DW的切换起的一定期间内,控制部40不执行在切换之前刚刚执行的驱动模式DW。例如,在机器学习控制MLC中根据输入部45受理的输入而切换了驱动模式DW的情况下,在一定期间内不执行使用者对输入部45进行输入操作时执行的机器学习驱动模式DW1。具体而言,例如,控制部40将使用者对输入部45进行输入操作时执行的机器学习驱动模式DW1的评价降低至与上述步骤S28中的当前选择的驱动模式DW满足切换条件的情况下的处理相同的程度,由此,在机器学习控制MLC中,在一定期间内不选择和执行切换前的机器学习驱动模式DW1。

[0225] 具有进行上述控制的控制部40的放电灯点亮装置10也能够表现为放电灯驱动方法。即,本实施方式的放电灯驱动方法的一个方式向具有第1电极92和第2电极93的放电灯90提供驱动电流I,来对放电灯90进行驱动,该放电灯驱动方法的特征在于,基于机器学习来选择多个驱动模式DW中的任意1个驱动模式DW,并执行所选择的驱动模式DW,在满足规定的条件的情况下,不选择和执行基于机器学习的驱动模式DW,而执行多个驱动模式DW中的规定的驱动模式DW。

[0226] 例如,以往,预先设定了与灯电压V1a的值和驱动电力Wd的值对应的驱动模式DW,因此,在灯电压V1a和驱动电力Wd为相同的值的情况下,执行的驱动模式DW是预先设定的1个驱动模式DW。

[0227] 与此相对,在本实施方式中,通过机器学习来选择机器学习驱动模式DW1,因此,例如在灯电压V1a为规定的电压值并且驱动电力Wd为规定的电力值的情况下,执行至少1个驱动参数互不相同的多个机器学习驱动模式DW1。即,例如,在提供给放电灯90的驱动电力Wd是规定的电力段、并且放电灯90的灯电压V1a为规定的电压值的情况下,控制部40至少执行3个机器学习驱动模式DW1。该至少3个机器学习驱动模式DW1是构成1个机器学习驱动模式DW1的驱动的多个驱动参数中的至少1个驱动参数的值互不相同的机器学习驱动模式DW1。即,在使灯电压V1a恒定并且使驱动电力Wd的电力段恒定而对提供给放电灯90的驱动电流I的机器学习驱动模式DW1进行检测的情况下,至少能够检测3个以上的不同的机器学习驱动模式DW1。另外,规定的电力段例如是指宽度在10W以内程度的驱动电力Wd的数值范围。

[0228] 此外,当像上述那样通过机器学习来选择并执行机器学习驱动模式DW1时,在放电灯90的灯电压V1a为规定的电压值的情况下,由于放电灯90的累积点亮时间或者放电灯90的个体不同,因此,选择并执行的机器学习驱动模式DW1不同。即,在放电灯90的灯电压V1a为规定的电压值的情况下,控制部40根据放电灯90的累积点亮时间和放电灯90的个体中的至少一方,执行至少2个机器学习驱动模式DW1,例如第3驱动模式和第4驱动模式。

[0229] 第3驱动模式和第4驱动模式是多个机器学习驱动模式DW1中的任意的2个机器学

习驱动模式DW1。在第3驱动模式和第4驱动模式中,构成各驱动模式的驱动的多个驱动参数中的至少1个驱动参数的值互不相同。另外,累积点亮时间是放电灯90点亮的时间的总计。即,累积点亮时间是从放电灯90首次点亮起累积的放电灯90的点亮时间。

[0230] 具体而言,例如,在灯电压V1a为规定的电压值并且累积点亮时间是第1累积点亮时间的情况下,控制部40执行第3驱动模式,在灯电压V1a为规定的电压值并且累积点亮时间是与第1累积点亮时间不同的第2累积点亮时间的情况下,控制部40执行第4驱动模式。即,在使灯电压V1a恒定来检测提供给放电灯90的驱动电流I的机器学习驱动模式DW1的情况下,当放电灯90的累积点亮时间改变时,至少能够检测2种以上不同的机器学习驱动模式DW1。

[0231] 此外,例如,在灯电压V1a为规定的电压值并且放电灯90是第1个体的情况下,控制部40执行第3驱动模式,在灯电压V1a为规定的电压值并且放电灯90是与第1个体不同的第2个体的情况下,控制部40执行第4驱动模式。即,在使灯电压V1a恒定来检测提供给放电灯90的驱动电流I的机器学习驱动模式DW1的情况下,当放电灯90的个体改变时,至少能够检测2种以上不同的机器学习驱动模式DW1。

[0232] 另外,多个驱动参数中的至少1个驱动参数的值互不相同例如包含了如下情况:在2个机器学习驱动模式DW1之间,构成各机器学习驱动模式DW1的驱动不同。更具体而言,例如,在第3驱动模式由交流驱动构成,第4驱动模式由直流驱动和交流驱动构成,并且,在第3驱动模式中的与交流驱动相关的各驱动参数和第4驱动模式中的与交流驱动相关的各参数相同的情况下,第3驱动模式与第4驱动模式也是至少1个驱动参数的值互不相同的机器学习驱动模式DW1。在该情况下,由于在第3驱动模式中不包含直流驱动,因此,将第3驱动模式中的与直流驱动相关的驱动参数视为零。由此,在该情况下,在第3驱动模式和第4驱动模式中,与直流驱动相关的驱动参数互不相同。

[0233] 根据本实施方式,如上述那样,控制部40基于机器学习来从多个机器学习驱动模式DW1中选择任意1个机器学习驱动模式DW1,并执行所选择的机器学习驱动模式DW1。因此,即使在放电灯90存在个体差异的情况下,通过进行机器学习,也能够根据放电灯90的个体差异而选择适当的机器学习驱动模式DW1。因此,根据本实施方式,无论放电灯90的个体差异如何,都能够提高放电灯90的寿命。

[0234] 此外,当提供给放电灯90的驱动电力Wd发生变化时,第1电极92的突起552p的熔融程度和生长程度发生变化。因此,以往,针对每个提供给放电灯90的驱动电力Wd,需要根据灯电压V1a来确定提供给放电灯90的驱动电流I的适当的驱动模式DW,并预先存储到存储部44中。因此,难以预先针对全部驱动电力Wd的每个驱动电力Wd设定与灯电压V1a对应的驱动模式DW,成为了仅能够对预先确定的多个种类的驱动电力Wd变更提供给放电灯90的驱动电力Wd的方法。

[0235] 与此相对,根据本实施方式,由于基于机器学习来选择机器学习驱动模式DW1,因此,即使在使驱动电力Wd发生变化的情况下,也能够根据驱动电力Wd的变化来选择适当的机器学习驱动模式DW1。由此,能够容易地使提供给放电灯90的驱动电力Wd多阶段地变化。因此,例如,使用者能够使驱动电力Wd任意地变化,而自由地变更从投影仪500投射的影像的亮度。因此,例如,也能够使驱动电力Wd比较小,适当抑制投影仪500的功耗,并且提高放电灯90的寿命。

[0236] 此外,由于能够任意地变更驱动电力 W_d ,因此,作为在提高放电灯90的寿命时发生变化的机器学习驱动模式DW1的驱动参数之一,也能够使用驱动电力 W_d 。由此,能够进一步提高放电灯90的寿命。例如,可以在投影仪500的壳体上设置用于使驱动电力 W_d 发生变化的操作部。

[0237] 此外,根据本实施方式,控制部40根据灯电压 V_{1a} 的变化来进行机器学习驱动模式DW1的选择。因此,通过检测灯电压 V_{1a} ,能够进行机器学习驱动模式DW1的选择,能够适当并且容易地进行机器学习。

[0238] 此外,根据本实施方式,在执行所选择的机器学习驱动模式DW1时,当检测到的灯电压 V_{1a} 的变化满足切换条件的情况下,控制部40从所选择的机器学习驱动模式DW1切换为其他机器学习驱动模式DW1。因此,在所选择的机器学习驱动模式DW1是在此时的放电灯90的状态下为了提高寿命而不优选的机器学习驱动模式DW1的情况下,将机器学习驱动模式DW1切换为其他适当的机器学习驱动模式DW1。因此,能够抑制放电灯90的寿命下降。

[0239] 此外,如上所述,降低对满足切换条件的机器学习驱动模式DW1的评价,并且,在步骤S24中选择下一个满足该切换条件的机器学习驱动模式DW1,在步骤S25中判断满足该切换条件的机器学习驱动模式DW1是否满足执行条件时,判断为不满足执行条件。即,控制部40在规定期间不执行满足该切换条件的机器学习驱动模式DW1。因此,根据本实施方式,能够抑制执行使放电灯90的寿命下降的可能性较高的机器学习驱动模式DW1,能够进一步提高放电灯90的寿命。

[0240] 如上述那样,在从开始执行所选择的机器学习驱动模式DW1起经过了常规学习时间的情况下,控制部40选择下一个机器学习驱动模式DW1,因此,机器学习驱动模式DW1的执行时间(规定时间)的长度基本上与常规学习时间的长度相同。但是,在常规学习期间选择的机器学习驱动模式DW1有时会由于放电灯90的状态而在经过常规学习时间之前,在中途切换为其他机器学习驱动模式DW1,因此,即使是相同的机器学习驱动模式DW1,从开始执行1个机器学习驱动模式DW1起到切换为下一个机器学习驱动模式DW1为止的、所选择的1个机器学习驱动模式DW1的执行时间(规定时间)有时也发生变化。

[0241] 即,控制部40根据灯电压 V_{1a} 而使执行多个机器学习驱动模式DW1中的规定的机器学习驱动模式DW1的执行时间(规定时间)的长度发生变化。因此,能够根据灯电压 V_{1a} 的变化来适当地切换机器学习驱动模式DW1,能够进一步提高放电灯90的寿命。

[0242] 此外,执行多个机器学习驱动模式DW1中的规定的机器学习驱动模式DW1的执行时间的长度如上述那样发生变化,因此,根据放电灯90的累积点亮时间而发生变化。此外,执行多个机器学习驱动模式DW1中的规定的驱动模式的执行时间的长度如上述那样发生变化,因此,根据放电灯90的个体而发生变化。在所选择的机器学习驱动模式DW1在中途切换为其他机器学习驱动模式DW1的情况下,该选择的机器学习驱动模式DW1的执行时间(规定时间)比常规学习时间短。

[0243] 此外,例如,即使是评价最高的机器学习驱动模式DW1、即、使放电灯90的灯电压 V_{1a} 最接近目标数值范围的机器学习驱动模式DW1,在始终执行相同的机器学习驱动模式DW1的情况下,第1电极92的突起552p有时也不容易生长,从而有时也不容易充分地提高放电灯90的寿命。此外,例如,放电灯90的第1电极92的突起552p的熔融程度和生长程度伴随着放电灯90的劣化、即累积点亮时间的增加而变化。因此,即使是在某个时刻适合于提高放

电灯90的寿命的机器学习驱动模式DW1,有时在其他时刻也会成为不适合于提高放电灯90的寿命的机器学习驱动模式DW1。

[0244] 对此,根据本实施方式,控制部40在常规学习期间的1个循环中,从N个机器学习驱动模式DW1中选择并执行未被选择的机器学习驱动模式DW1和评价比较高的机器学习驱动模式DW1中的一方。因此,在1个循环内,执行包含评价最高的机器学习驱动模式DW1的评价比较高的机器学习驱动模式DW1、和这以外的机器学习驱动模式DW1这双方。即,本实施方式的控制部40在一定的期间内,执行多个机器学习驱动模式DW1中的包含评价最高的机器学习驱动模式DW1的评价比较高的机器学习驱动模式DW1(以下,称为高评价驱动模式DWm)、和多个机器学习驱动模式DW1中的比高评价驱动模式DWm评价低的机器学习驱动模式DW1(以下,称为其他驱动模式DWe)这双方。由此,能够在评价高的高评价驱动模式DWm的期间执行比高评价驱动模式DWm评价低的其他驱动模式DWe,容易使施加给第1电极92的热负荷的刺激大幅变动。因此,使突起552p容易生长,容易进一步提高放电灯90的寿命。

[0245] 此外,根据本实施方式,在执行所选择的机器学习驱动模式DW1的前后的灯电压V1a的变化满足连续执行条件的情况下,控制部40连续地执行多次该选择的机器学习驱动模式DW1。这里,本实施方式采用如下结构:在灯电压V1a为规定的电压值并且驱动电力Wd为规定的电力值的情况下,执行至少1个驱动参数互不相同的多个机器学习驱动模式DW1。即,本实施方式具有在1个条件下选择并执行2个以上的机器学习驱动模式DW1中的1个机器学习驱动模式DW1的随机性,另一方面,还具有如下特性:在所选择的机器学习驱动模式DW1满足连续执行条件的情况下,连续地执行1个相同的驱动模式。因此,能够连续地执行多次适合于提高放电灯90的寿命的机器学习驱动模式DW1,容易进一步提高放电灯90的寿命。此外,在本实施方式中,连续执行条件包含了连续执行次数在规定次数以下。因此,在放电灯90的状态不大幅变化的程度的执行时间内,能够连续地执行多次适当的机器学习驱动模式DW1。因此,容易进一步提高放电灯90的寿命。

[0246] 此外,根据本实施方式,控制部40如步骤S25所示那样判断是否满足执行条件,在不满足执行条件的情况下,不执行该机器学习驱动模式DW1。由此,不容易执行评价比较低的机器学习驱动模式DW1。因此,容易进一步提高放电灯90的寿命。

[0247] 由于根据以上的机器学习来选择并执行机器学习驱动模式DW1,因此,在本实施方式中,无论灯电压V1a如何,执行各机器学习驱动模式DW1的概率都互不相同。即,在放电灯90的灯电压V1a为规定的电压值的情况下,执行第3驱动模式的概率与执行第4驱动模式的概率互不相同。

[0248] 此外,在至少分别执行1次以上的第3驱动模式和第4驱动模式的执行期间内,执行第3驱动模式的执行时间相对于执行期间长度的比例与执行第4驱动模式的执行时间相对于执行期间长度的比例互不相同。执行期间例如相当于常规学习期间的1个循环。

[0249] 此外,在至少分别执行1次以上的第3驱动模式和第4驱动模式的执行期间内、即、例如常规学习期间的1个循环中,执行第3驱动模式的次数与执行第4驱动模式的次数互不相同。在设第3驱动模式为包含评价最高的机器学习驱动模式DW1的高评价驱动模式DWm、设第4驱动模式为其他驱动模式DWe中的1个机器学习驱动模式DW1的情况下,执行第3驱动模式的次数比执行第4驱动模式的次数多。

[0250] 此外,例如,当所选择的多个机器学习驱动模式DW1的个数(N)过少时,有时不包含

与放电灯90的状态对应的适当的机器学习驱动模式DW1。另一方面,当机器学习驱动模式DW1的个数过多时,初始学习期间耗费时间,选择出适当的机器学习驱动模式DW1耗费时间。此外,在常规学习期间内,执行适当的机器学习驱动模式DW1以外的机器学习驱动模式DW1的比例增大。

[0251] 与此相对,如果机器学习驱动模式DW1的个数为10个模式以上且100个模式以下,则能够容易地选择与放电灯90的状态对应的适当的机器学习驱动模式DW1,初始学习期间的时间也缩短。此外,在常规学习期间内,能够增大适当的机器学习驱动模式DW1的比例,因此,能够进一步提高放电灯90的寿命。此外,如果机器学习驱动模式DW1的个数为20个模式以上且30个模式以下,则能够更好地得到这些效果。

[0252] 如上所述,通过使用机器学习,能够适当地选择要执行的机器学习驱动模式DW1,能够提高放电灯90的寿命。但是,仅使用机器学习的话,除放电灯90的寿命以外有时会产生不良情况。因此,在仅使用机器学习的情况下,能够提高放电灯90的寿命,但使用搭载有放电灯90的投影仪500等设备的使用者的方便性和舒适性有时会下降。

[0253] 与此相对,根据本实施方式,在满足规定的条件的情况下,不选择和执行基于机器学习的机器学习驱动模式DW1,而执行非机器学习驱动模式DW2作为规定的驱动模式DW。因此,与基于机器学习的机器学习控制MLC分开地,无论机器学习如何,都能够针对每个单独的问题选择并执行适当的驱动模式DW。由此,根据本实施方式,能够基于机器学习来提高放电灯90的寿命,并且提高使用者的方便性和舒适性。

[0254] 具体而言,作为除放电灯90的寿命以外产生了不良情况的例子,列举了产生水银桥的情况。例如,在比较初始的状态下的放电灯90中,有时第1电极92和第2电极93的突起552p、562p过度生长,而导致电极间距离变得比较小。在该情况下,在将放电灯90熄灭之后,有时会产生在放电灯90内液化的水银以跨越第1电极92和第2电极93的方式进行附着的水银桥。当产生水银桥时,第1电极92与第2电极93短路,因此,放电灯90不再点亮。

[0255] 为了抑制这样的水银桥的产生,考虑了执行使电极间距离增大的驱动模式DW。但是,正常情况下,这样的驱动模式DW容易使放电灯90的寿命下降。因此,在机器学习控制MLC中选择的机器学习驱动模式DW1优选不包含使电极间距离增大的驱动模式DW。但是,这样的话,存在即使执行机器学习控制MLC也难以抑制水银桥的问题。

[0256] 与此相对,根据本实施方式,在灯电压V1a小于第1规定电压值的情况下,控制部40执行包含低频期间的第1电压增大模式DWV1或者第2电压增大模式DWV2作为规定的驱动模式DW。因此,在灯电压V1a比较小的情况下、即突起552p、562p过度生长而导致电极间距离比较小的情况下,无论机器学习如何,都能够执行第1电压增大模式DWV1或者第2电压增大模式DWV2。

[0257] 在低频期间,将具有比在第1期间提供给放电灯90的交流电流的第1频率f1和第2频率f2低的第3频率f3的交流电流提供给放电灯90。因此,当执行包含低频期间的驱动模式DW时,能够使第1电极92和第2电极93的突起552p、562p容易地熔融而变短,从而使第1电极92与第2电极93之间的电极间距离增大。因此,通过执行第1电压增大模式DWV1或者第2电压增大模式DWV2,能够抑制水银桥的产生。由此,根据本实施方式,能够提高放电灯90的寿命并且抑制水银桥的产生,能够提高使用者的方便性。

[0258] 此外,例如,在执行仅由低频期间构成的第1电压增大模式DWV1的情况下,如果驱

动电力 W_d 比较小,则施加给第1电极92和第2电极93的热负荷比较大,但能够在极性切换之前熔融的第1电极92和第2电极93的部分比较小,突起552p、562p不易生长。因此,能够缩短突起552p、562p。另一方面,在驱动电力 W_d 比较大的情况下,施加给第1电极92和第2电极93的热负荷适当地增大,能够在极性切换之前熔融的第1电极92和第2电极93的部分变得比较大。由此,在驱动电力 W_d 比较大的情况下,当执行第1电压增大模式DWV1时,突起552p、562p有时会生长。因此,有时难以抑制水银桥的产生。

[0259] 与此相对,根据本实施方式,当灯电压 V_{1a} 小于第1规定电压值、并且提供给放电灯90的驱动电力 W_d 在规定电力值以上的情况下,执行包含低频期间和第3期间的第2电压增大模式DWV2作为规定的驱动模式DW。在第3期间内,施加给第1电极92和第2电极93的热负荷比低频期间大。因此,当驱动电力 W_d 在规定电力值以上的情况下、即驱动电力 W_d 比较大的情况下,当执行第3期间时,能够使施加给第1电极92和第2电极93的热负荷过大,能够将突起552p、562p压碎。由此,能够适当缩短过度生长的突起552p、562p,能够抑制水银桥。

[0260] 此外,例如,在驱动电力 W_d 比规定电力值小的情况下、即驱动电力 W_d 比较小的情况下,当执行第2电压增大模式DWV2时,施加给第1电极92和第2电极93的热负荷适当地增大。因此,有时突起552p、562p生长,而难以抑制水银桥的产生。因此,如上所述,通过根据驱动电力 W_d 来适当执行第1电压增大模式DWV1和第2电压增大模式DWV2,能够更适当地缩短突起552p、562p,能够进一步抑制水银桥的产生。

[0261] 此外,例如,即使在通过第1电压增大模式DWV1或者第2电压增大模式DWV2而缩短突起552p、562p的情况下,如果将突起552p、562p过度压碎,则当再次执行机器学习控制MLC时,有时难以使突起552p、562p生长。

[0262] 与此相对,根据本实施方式,低频期间具有提供给放电灯90的交流电流的频率互不相同的多个交流期间。由此,在执行第1电压增大模式DWV1或者第2电压增大模式DWV2的情况下,能够对第1电极92和第2电极93适当地赋予由热负荷的变化带来的刺激,能够生成使得突起552p、562p容易生长的基部并且缩短突起552p、562p。因此,能够缩短突起552p、562p而抑制水银桥,并且在返回到机器学习控制MLC时使突起552p、562p容易地生长。

[0263] 此外,作为除放电灯90的寿命以外产生了不良情况的例子,可列举产生闪烁的情况。例如,当驱动电力 W_d 急剧上升时,相对于通过上升之前的比较小的驱动电力 W_d 形成的突起552p、562p的粗细而言,施加给第1电极92和第2电极93的热负荷容易变得过大。因此,有时突起552p、562p会熔融而消失。因此,有时在第1电极92的表面和第2电极93的表面上,电弧放电的辉点移动。当辉点移动时,电极间距离改变而电弧放电的大小改变,因此,有时放电灯90的照度改变而产生闪烁。

[0264] 此外,例如,当驱动电力 W_d 急剧下降时,相对于通过下降前的比较大的驱动电力 W_d 形成的突起552p、562p的粗细而言,电弧放电的辉点大小容易变小。因此,辉点容易在突起552p、562p上移动。因此,有时会产生闪烁。

[0265] 与此相对,根据本实施方式,不选择和执行基于机器学习的机器学习驱动模式DW1而执行规定的驱动模式DW的规定的条件包含了:驱动电力 W_d 的变化比例在规定比例以上。因此,在驱动电力 W_d 急剧变化的情况下,能够执行可适当地抑制闪烁的规定的驱动模式DW、即上述实施方式中的闪烁抑制模式DWF。因此,能够抑制在放电灯90中产生闪烁,能够抑制从投影仪500投射的图像闪烁。其结果,能够提高使用者的舒适性。

[0266] 具体而言,根据本实施方式,闪烁抑制模式DWF中的第1期间的长度比在机器学习控制MLC中执行的机器学习驱动模式DW1中的第1期间的长度大。此外,闪烁抑制模式DWF中的第1期间的第1频率 f_1 和第2频率 f_2 比在机器学习控制MLC中执行的机器学习驱动模式DW1中的第1期间的第1频率 f_1 和第2频率 f_2 高。因此,能够缩短极性被维持为恒定的时间,能够使电弧放电的辉点位置稳定,并且仅使第1电极92和第2电极93的一部分熔融/凝固而生长。由此,能够迅速形成细长的小突起。通过形成有小突起,电弧放电的辉点稳定在小突起的前端位置,因此,抑制了电弧放电的辉点移动。因此,根据本实施方式,能够抑制在驱动电力 W_d 急剧变化的情况下产生闪烁。

[0267] 此外,根据本实施方式,闪烁抑制模式DWF中的第2期间的长度比在机器学习控制MLC中执行的机器学习驱动模式DW1中的第2期间的长度小。因此,能够使施加给第1电极92和第2电极93的热负荷适当减小,从而减小第1电极92和第2电极93中的熔融范围。由此,容易更迅速地形成小突起。因此,能够更适当地抑制放电灯90的闪烁。

[0268] 此外,根据本实施方式,闪烁抑制模式DWF中的第3期间的长度比在机器学习控制MLC中执行的机器学习驱动模式DW1中的第3期间的长度小。因此,能够更适当地减小施加给第1电极92和第2电极93的热负荷,从而减小第1电极92和第2电极93中的熔融范围。由此,容易更迅速地形成小突起。因此,能够更适当地抑制放电灯90的闪烁。

[0269] 此外,在执行闪烁抑制模式DWF的期间,不执行机器学习,因此,优选闪烁抑制模式DWF的执行时间较短。与此相对,根据本实施方式,控制部40根据执行闪烁抑制模式DWF的时间或者灯电压 V_{1a} 而结束闪烁抑制模式DWF,选择并执行基于机器学习的机器学习驱动模式DW1。因此,能够抑制闪烁抑制模式DWF的执行时间变长。由此,能够增大执行机器学习的时间的比例,能够进一步提高放电灯90的寿命。

[0270] 此外,根据本实施方式,在开始执行闪烁抑制模式DWF之后灯电压 V_{1a} 下降了第3规定值以上的情况下,控制部40结束闪烁抑制模式DWF,选择并执行基于机器学习的机器学习驱动模式DW1。在通过执行闪烁抑制模式DWF而灯电压 V_{1a} 某种程度地下降的情况下,能够判断为形成了上述小突起。因此,在灯电压 V_{1a} 下降了第3规定值以上的情况下,即使结束闪烁抑制模式DWF,由于形成了小突起,因此也能够抑制闪烁。因此,缩短了闪烁抑制模式DWF的执行时间而进一步提高了放电灯90的寿命,并且更容易地抑制闪烁。

[0271] 此外,根据本实施方式,在输入部45受理了闪烁抑制模式DWF的执行输入的情况下,控制部40将执行中的驱动模式DW切换为闪烁抑制模式DWF。因此,例如,在使用投影仪500的使用者对投射的图像感到闪烁的情况下,通过对输入部45进行规定的输入操作,能够执行闪烁抑制模式DWF。由此,在产生闪烁的情况下,使用者通过对输入部45进行输入,能够消除或者减少闪烁。因此,能够提高使用者的方便性和舒适性。

[0272] 此外,根据本实施方式,在输入部45受理了驱动模式DW的切换输入的情况下,控制部40将执行中的驱动模式DW切换为其他驱动模式DW。因此,例如,在使用投影仪500的使用者对投射的图像感到闪烁的情况下,通过对输入部45进行规定的输入操作,能够执行其他驱动模式DW。由此,在产生闪烁的情况下,使用者通过对输入部45进行输入,能够从产生闪烁的驱动模式DW强制地进行切换,从而容易消除或者减少闪烁。因此,能够提高使用者的方便性和舒适性。此外,例如,在机器学习控制MLC中选择并执行的机器学习驱动模式DW1是产生闪烁的机器学习驱动模式DW1的情况下,能够强制地选择并执行下一个机器学习驱动模

式DW1。

[0273] 此外,根据本实施方式,在基于输入部45受理的输入的驱动模式DW的切换起的一定期间内,控制部40不执行在切换之前刚刚执行的驱动模式DW。在切换之前刚刚执行的驱动模式DW是产生闪烁的驱动模式DW的可能性较高,因此,通过在一定期间内不执行该驱动模式DW,能够进一步抑制闪烁的产生。

[0274] 此外,例如,当连续执行放电灯90的点亮时间较短的短点亮SL时,在执行1个或者少量的机器学习驱动模式DW1的期间,放电灯90的点亮启动动作进行多次,有时会导致突起552p、562p变形。在这样的情况下,容易产生闪烁。但是,在执行1个或者少量的机器学习驱动模式DW1的过程中,有时难以应对由于连续地执行短点亮SL而突发地产生的突起552p、562p的变形。因此,仅执行机器学习的话,有时无法抑制闪烁,使用者的舒适性下降。

[0275] 与此相对,根据本实施方式,在短点亮SL连续执行规定次数的情况下,控制部40按照第2规定时间,执行施加给第1电极92和第2电极93的热负荷比在机器学习控制MLC中执行的机器学习驱动模式DW1大的高负荷驱动模式DWH。因此,能够通过比较大的热负荷使由于连续的短点亮SL而变形的突起552p、562p熔融并再成型。由此,能够容易地消除突起552p、562p的变形,抑制闪烁的产生。

[0276] 另外,在本实施方式中,也能够采用下述结构和方法。

[0277] 只要控制部40基于机器学习来选择并执行机器学习驱动模式DW1,则机器学习的方法没有特别限定。上述机器学习驱动模式DW1的评价方法没有特别限定。初始学习时间和常规学习时间可以互不相同。

[0278] 此外,在机器学习控制MLC中,在灯电压V1a下降了第4规定值以上的情况下,控制部40可以将机器学习驱动模式DW1切换为上次执行的机器学习驱动模式DW1。更具体而言,例如,在执行所选择的1个机器学习驱动模式DW1时,控制部40根据在常规学习时间内检测到的灯电压V1a来判断灯电压V1a是否下降了第4规定值以上,在灯电压V1a下降了第4规定值以上的情况下,切换为上次执行的机器学习驱动模式DW1。根据该结构,例如,在突起552p移动而灯电压V1a急剧下降的情况下,能够切换为突起552p移动之前的机器学习驱动模式DW1。由此,容易地将突起552p的位置修正到移动前的位置。此外,在灯电压V1a下降了第4规定值以上的情况下,控制部40可以将机器学习驱动模式DW1切换为与上次执行的机器学习驱动模式DW1不同的机器学习驱动模式DW1。

[0279] 此外,在机器学习控制MLC中,控制部40可以根据灯电压V1a来使常规学习时间的长度发生变化。例如,当放电灯90劣化时,到由于机器学习驱动模式DW1而产生灯电压V1a的变化为止的时间有时会变长。在该情况下,当机器学习驱动模式DW1的执行时间较短时,有时无法对机器学习驱动模式DW1进行适当评价。与此相对,通过根据灯电压V1a使常规学习时间的长度发生变化,能够在放电灯90劣化的情况下,延长常规学习时间,延长机器学习驱动模式DW1的执行时间。因此,能够容易地对机器学习驱动模式DW1进行适当评价,结果是提高了放电灯90的寿命。

[0280] 此外,在机器学习控制MLC中,控制部40可以根据灯电压V1a使机器学习驱动模式DW1的个数发生变化,也可以使机器学习驱动模式DW1的各驱动的驱动参数的种类发生变化。在这些情况下,控制部40可以根据灯电压V1a使在多个机器学习驱动模式DW1中互不相同的驱动参数的种类数量发生变化。例如,可以是,在灯电压V1a大于第1电压的情况下,控

制部40使在多个机器学习驱动模式DW1中互不相同的驱动参数的种类数量变多。根据该结构,在放电灯90劣化的情况下,容易使施加给第1电极92的热负荷的变化所导致的刺激增大,能够进一步提高放电灯90的寿命。

[0281] 此外,在机器学习控制MLC中,控制部40可以根据此前的灯电压V1a的变化来选择机器学习驱动模式DW1。此外,控制部40可以在常规学习期间的1个循环中必须执行全部机器学习驱动模式DW1各1次以上。此外,控制部40可以在常规学习期间中生成预先设定的多个机器学习驱动模式DW1以外的机器学习驱动模式DW1。在该情况下,控制部40可以根据预先设定的各机器学习驱动模式DW1的评价值,将驱动参数组合而生成新的机器学习驱动模式DW1。

[0282] 此外,控制部40可以在初始学习期间的步骤S15中,如常规学习期间的步骤S28那样,判断当前选择的机器学习驱动模式DW1是否满足切换条件。例如,可以是,在当前选择的机器学习驱动模式DW1满足切换条件的情况下,控制部40降低对当前选择的机器学习驱动模式DW1的评价,并从当前选择的机器学习驱动模式DW1切换为其他机器学习驱动模式DW1。另一方面,可以是,在当前选择的机器学习驱动模式DW1不满足切换条件的情况下,控制部40执行当前选择的机器学习驱动模式DW1直到经过初始学习时间为止。另外,该情况下的切换条件与步骤S28中的切换条件可以相同,也可以不同。

[0283] 此外,在满足规定的条件的情况下执行的规定的驱动模式DW只要不是基于机器学习的机器学习驱动模式DW1的选择和执行,就没有特别限定。即,可以执行上述非机器学习控制NMLC的各例以外的非机器学习控制NMLC。例如,在灯电压V1a大于第3规定电压值的情况下,控制部40可以执行规定的驱动模式DW。在该情况下,第3规定电压值例如是目标数值范围中的最大的值。

[0284] 此外,只要至少执行1个非机器学习控制NMLC,则可以执行上述非机器学习控制NMLC的各例中的任意1个以上。此外,通过输入部45而强制地切换的其他驱动模式DW可以通过对输入部45进行1次输入而连续地切换多次。此外,在输入部45受理驱动模式DW的切换输入的情况下切换的其他驱动模式DW只要与执行中的驱动模式DW不同,就没有特别限定。输入部45受理驱动模式DW的切换输入的情况下的向其他驱动模式DW的切换可以在执行上述任意控制的期间进行。

[0285] 此外,执行非机器学习控制NMLC的规定的条件可以包含:按照规定的比例以上的比例执行了短点亮SL。在按照规定的比例以上的比例执行了短点亮SL的情况下,控制部40可以按照第2规定时间来执行高负荷驱动模式DWH。按照规定的比例以上的比例执行短点亮SL例如包含:在进行了一定次数的放电灯90的点亮的情况下,一定次数的点亮中的短点亮SL所占的比例在规定的比例以上。关于按照规定的比例以上的比例来执行短点亮SL,作为一例,是如下情况等:在进行了一定次数的放电灯90的点亮的情况下,20次中的15次以上是短点亮SL。在该情况下,连续地执行短点亮SL的次数可以比规定次数少。

[0286] 例如,即使在短点亮SL的连续次数比规定次数少的情况下,如果频繁地执行短点亮SL,则突起552p、562p也容易变形,从而容易产生闪烁。与此相对,根据该结构,即使在短点亮SL的连续次数比规定次数少的情况下,也能够执行高负荷驱动模式DWH,因此,能够进一步抑制闪烁。

[0287] 此外,在上述实施方式中,输入部45与放电灯点亮装置10的控制部40连接,但不限

于此。也可以采用如下结构:输入部45与投影仪500的CPU 580连接,将与输入对应的信号输出到CPU 580。在该情况下,CPU 580根据来自输入部45的信号来控制放电灯点亮装置10。

[0288] 此外,在上述实施方式中,对将本发明应用于透射型的投影仪时的例子进行了说明,但本发明也能够应用于反射型的投影仪。这里,“透射型”是指包含液晶面板等的液晶光阀透过光的类型。“反射型”是指液晶光阀反射光的类型。另外,光调制装置不限于液晶面板等,例如可以是利用了微镜的光调制装置。

[0289] 此外,在上述实施方式中,列举了利用3个液晶面板560R、560G、560B(液晶光阀330R、330G、330B)的投影仪500的例子,但本发明也能够应用于仅利用了1个液晶面板的投影仪和利用了4个以上的液晶面板的投影仪。

[0290] 此外,上述说明的各结构能够在相互不矛盾的范围内进行适当组合。

[0291] [实施例]

[0292] 对实施例和比较例进行比较,确认了本发明的有用性。首先,在实施例和比较例中,都使用上述实施方式的机器学习适当地选择并执行了2000h(小时)的多个机器学习驱动模式DW1。即,使放电灯的消耗按照一定程度进行。然后,在实施例和比较例中,都是重复100次使放电灯点亮3min(分钟)然后熄灭3min(分钟)的操作。此时,在实施例中,在第7次以后的点亮时,不选择和执行基于机器学习的机器学习驱动模式DW1,而执行高负荷驱动模式DWH。在比较例中,即使在第7次以后的点亮时,也选择并执行基于机器学习的机器学习驱动模式DW1。

[0293] 机器学习驱动模式DW1基于具有图9所示的驱动电流波形的驱动模式DW。此外,假设多个驱动模式DW中的交流驱动和直流驱动的各驱动参数为第1频率 f_1 和第2频率 f_2 、交流驱动的执行时间的长度 ta_1 、 ta_2 以及直流驱动的执行时间的长度 td_1 、 td_2 这3种。而且,作为驱动参数的每个种类的数值,第1频率 f_1 和第2频率 f_2 从200Hz、300Hz、400Hz中选择,交流驱动的执行时间的长度 ta_1 、 ta_2 从0.1ms(毫秒)、0.2ms(毫秒)、0.5ms(毫秒)中选择,直流驱动的执行时间的长度 td_1 、 td_2 从10ms(毫秒)、20ms(毫秒)、30ms(毫秒)中选择。而且,对于多个驱动模式DW的个数,准备了将上述3种驱动参数及其各数值分别组合而得的共27个模式。

[0294] 在实施例中使用的高负荷驱动模式DWH是图9所示的机器学习驱动模式DW1与基于偏置驱动BD的机器学习驱动模式DW1交替反复的驱动模式DW。即,在高负荷驱动模式DWH中设置有第1期间、第2期间以及第3期间。第1期间的第1频率 f_1 的基频是200Hz,第1期间的长度是200ms(毫秒),第2期间的长度是10ms(毫秒),第3期间的长度是100ms(毫秒)。

[0295] 放电灯是额定200W的高压水银灯。提供给放电灯的驱动电力 W_d 是200W。在实施例和比较例中,在上述100次的点亮中,对能够看到闪烁的点亮次数进行计数。其结果,在比较例中,在21次点亮中看到了闪烁,与此相对,在实施例中,1次也没看到闪烁。因此,可以明确:通过将选择并执行基于机器学习的机器学习驱动模式DW1、以及不选择和执行基于机器学习的机器学习驱动模式DW1而执行规定的驱动模式DW组合起来,能够抑制闪烁。根据以上内容,能够确认本发明的有用性。

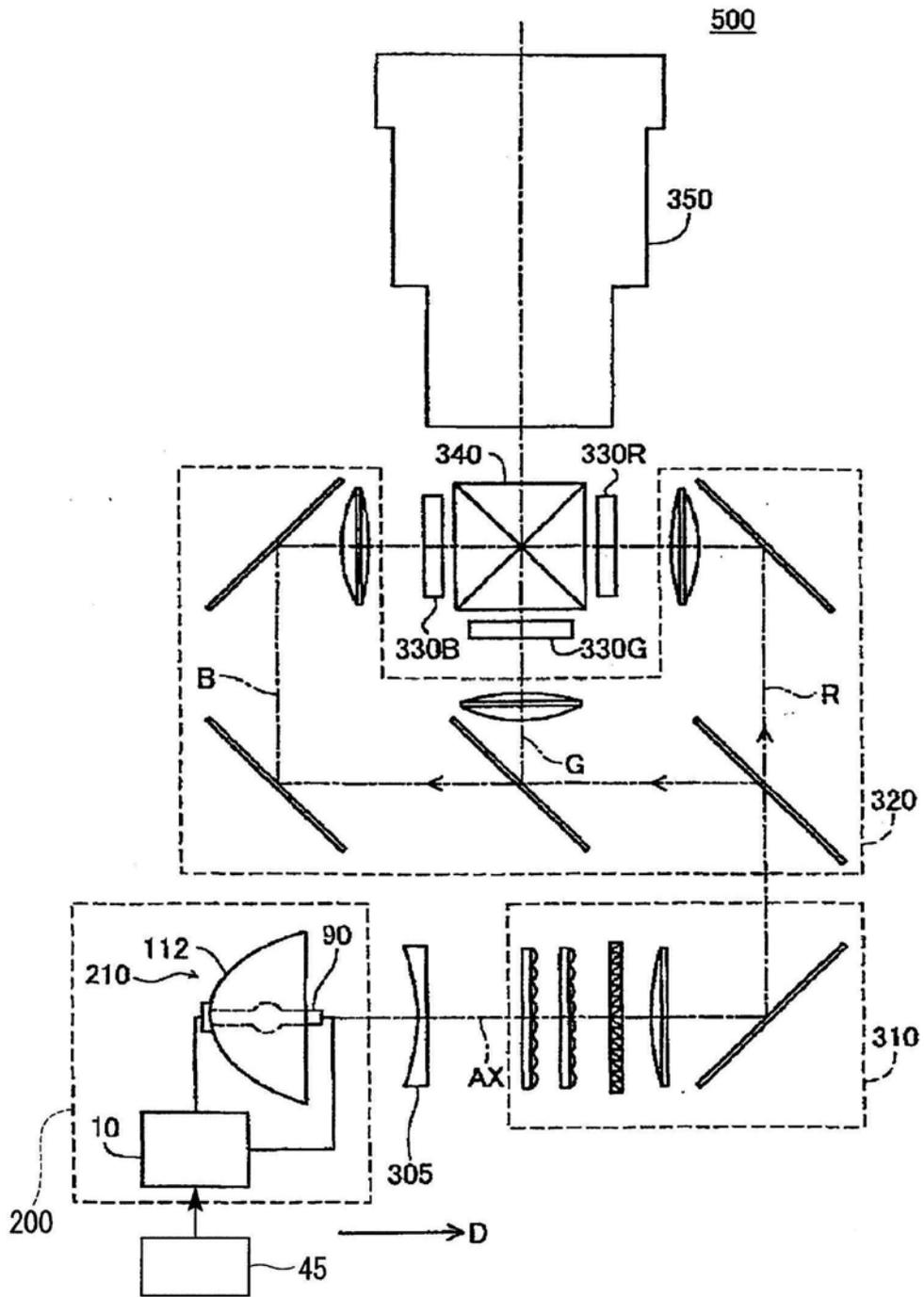


图1

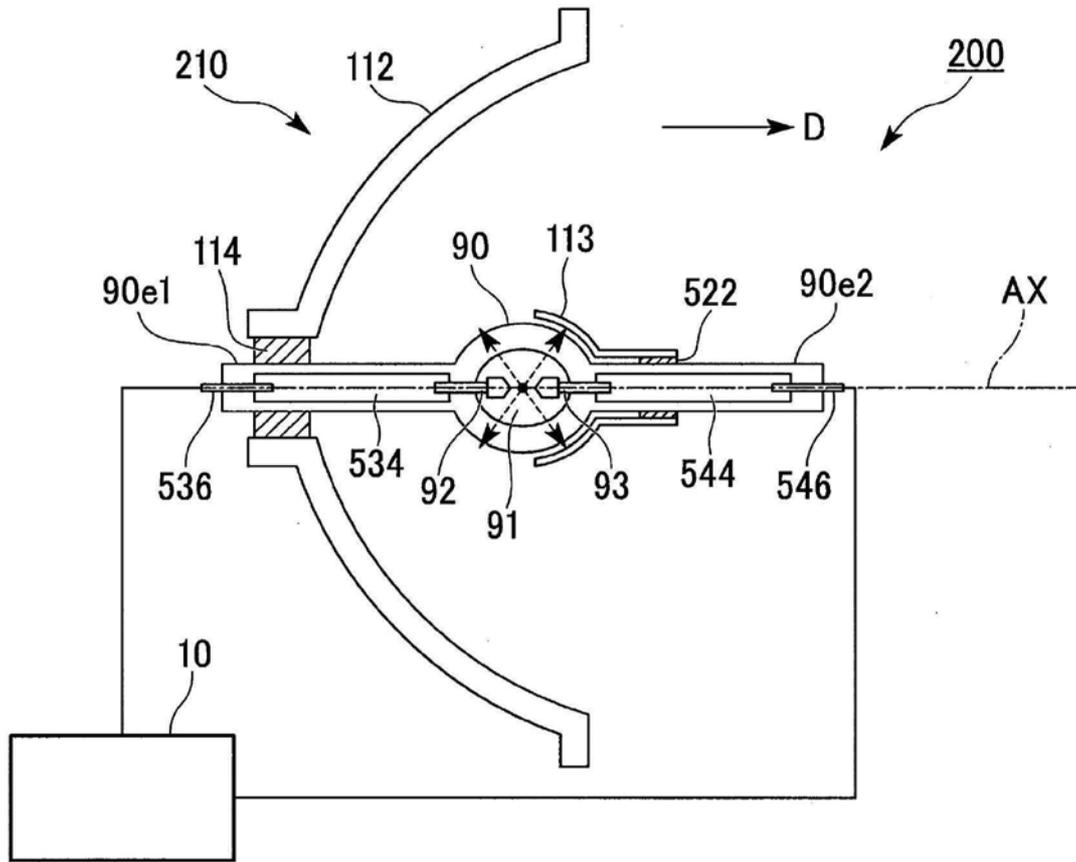


图2

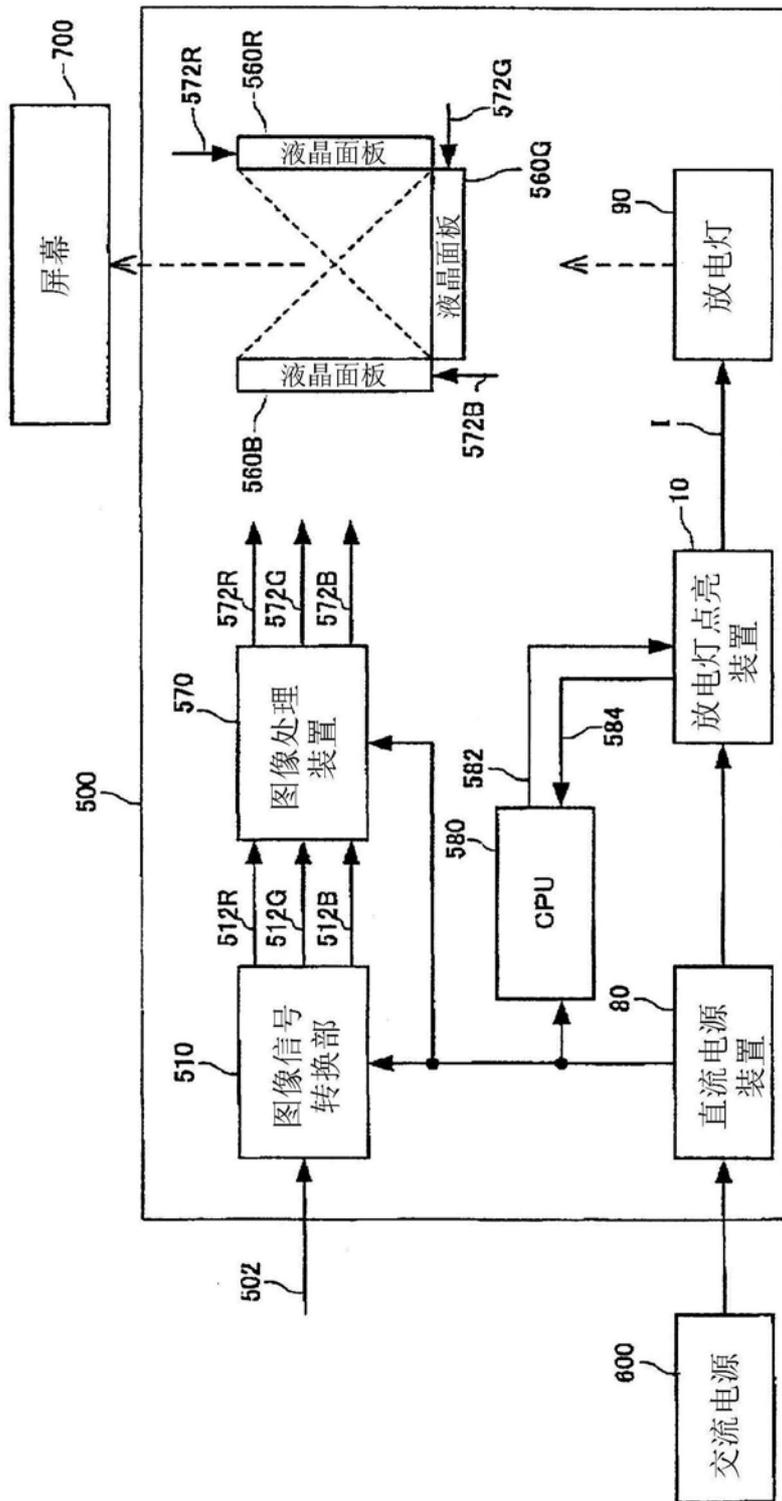


图3

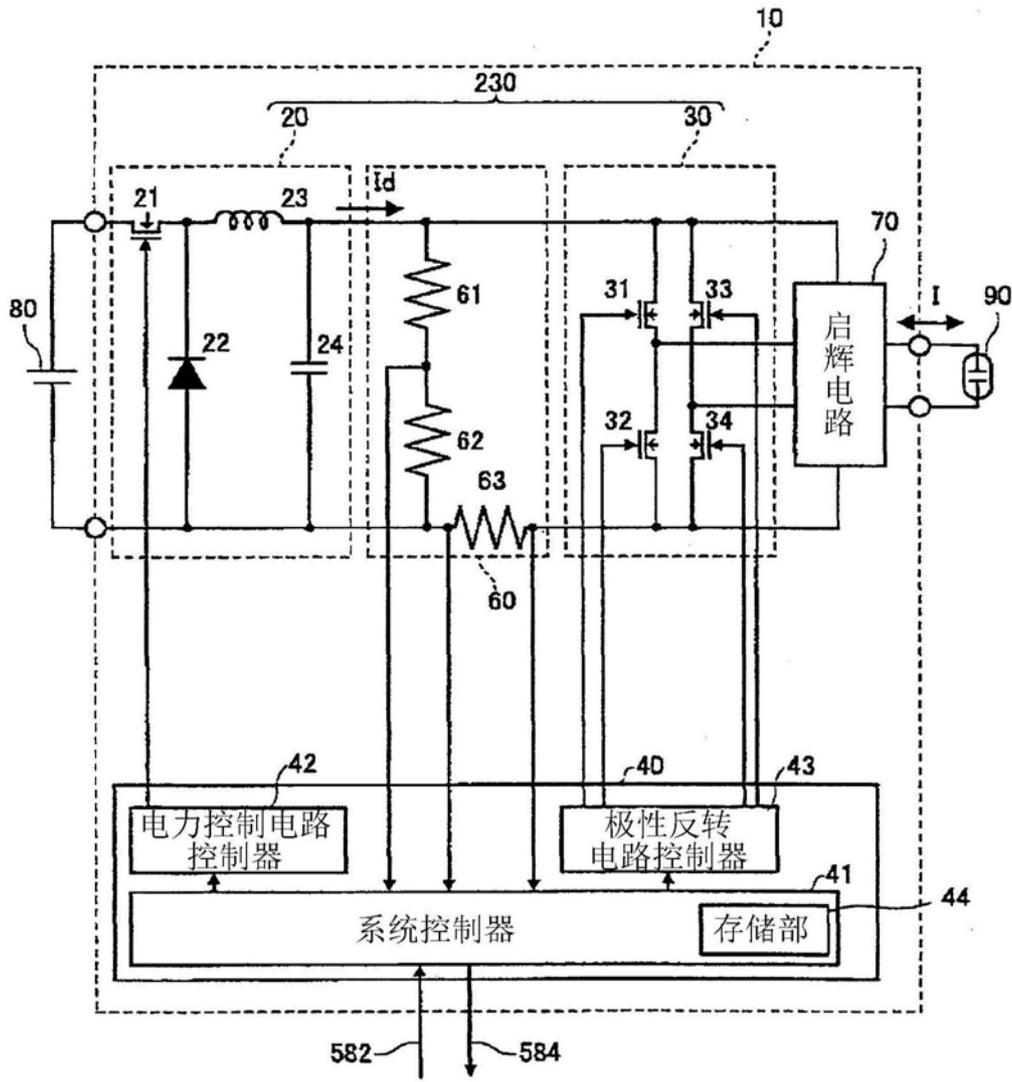


图4

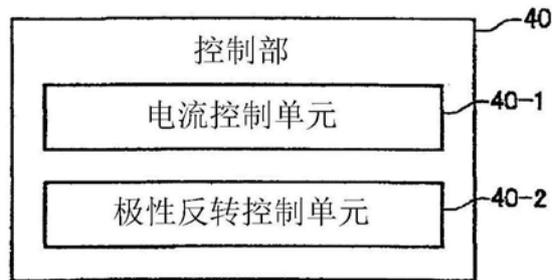


图5

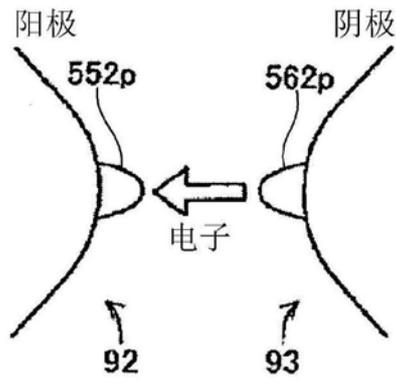


图6A

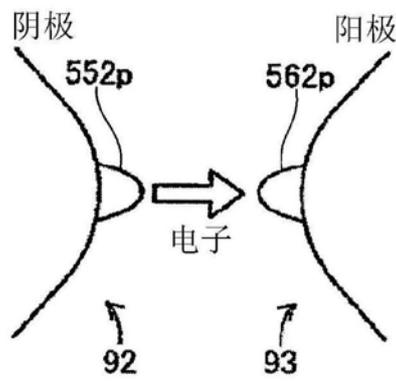


图6B

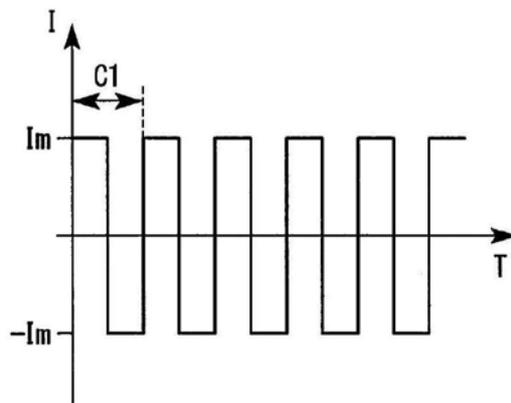


图7

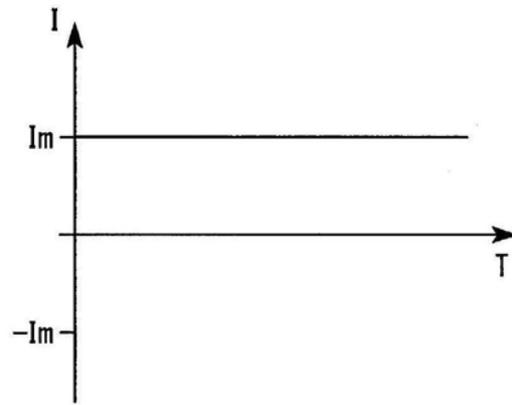


图8A

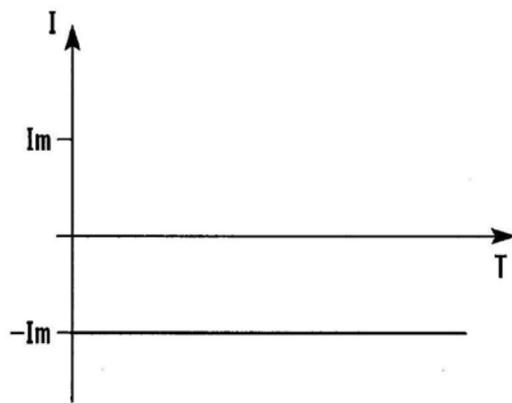


图8B

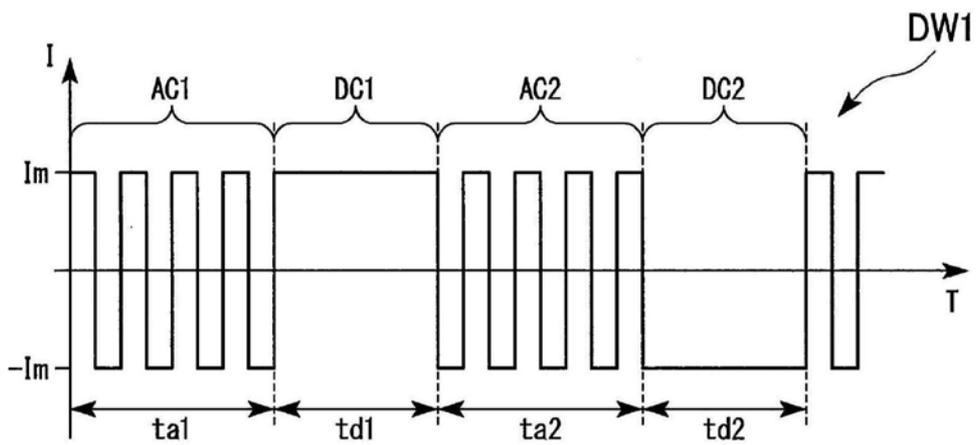


图9

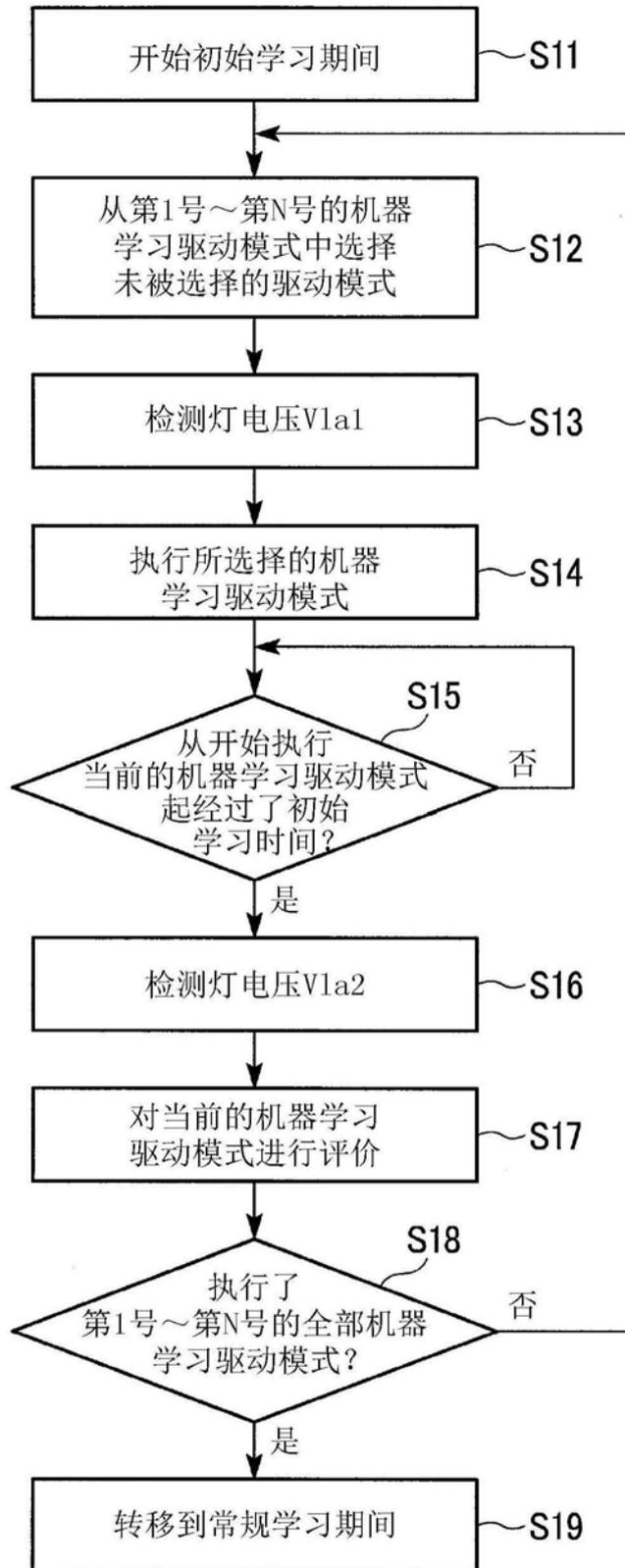


图10

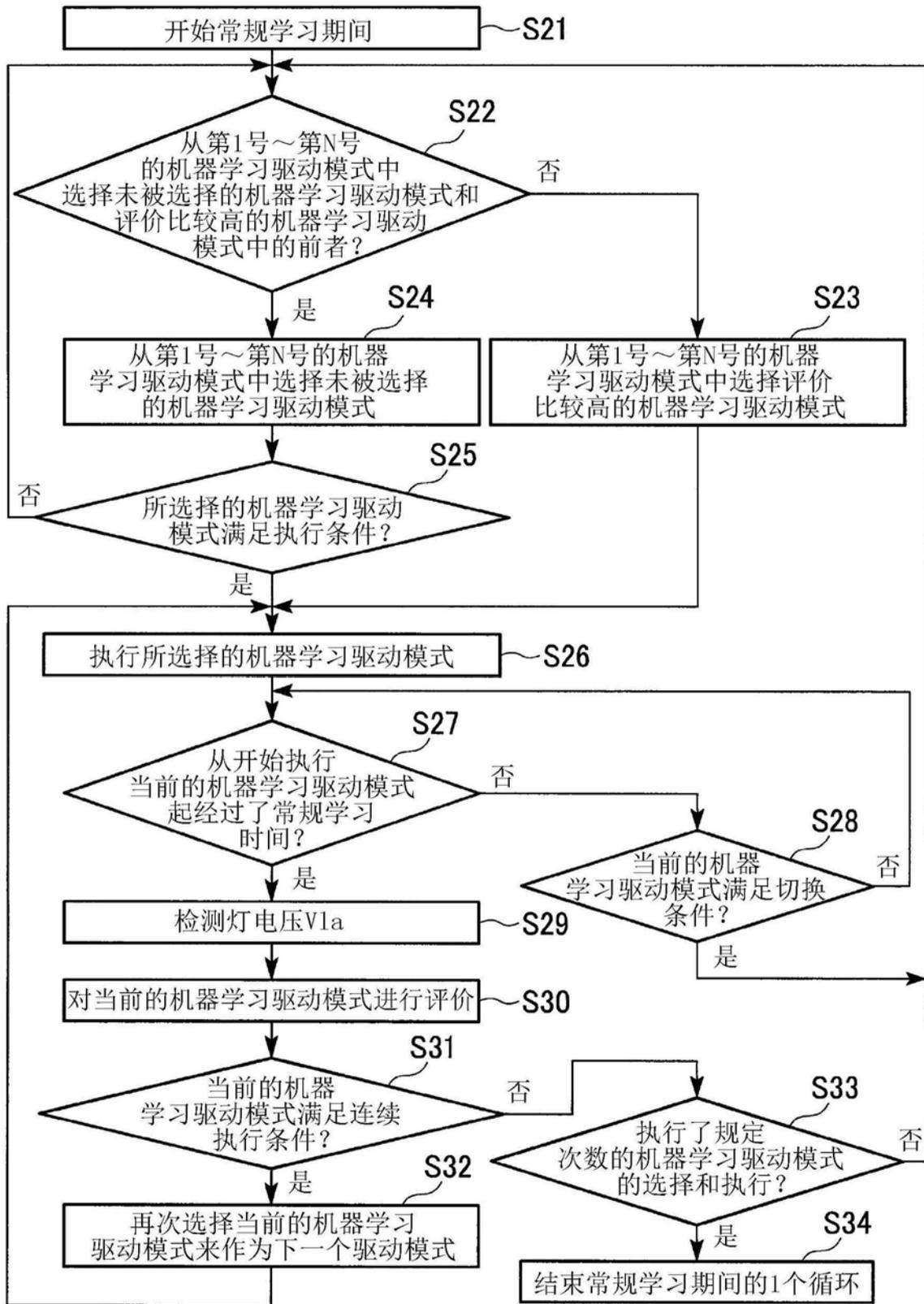


图11

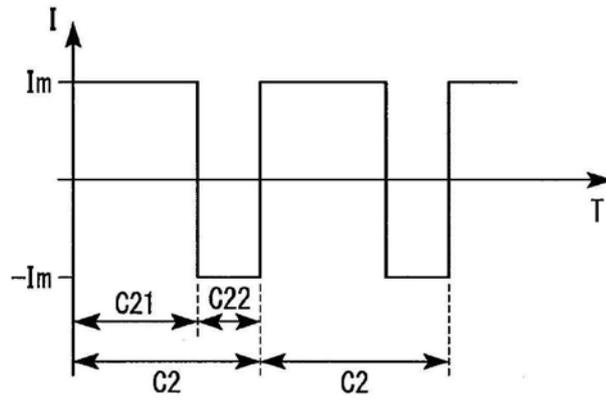


图12A

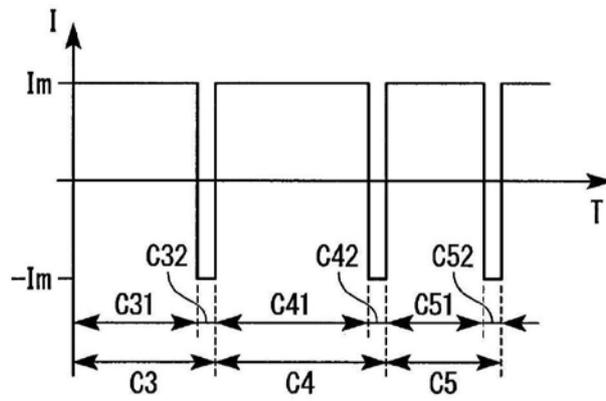


图12B

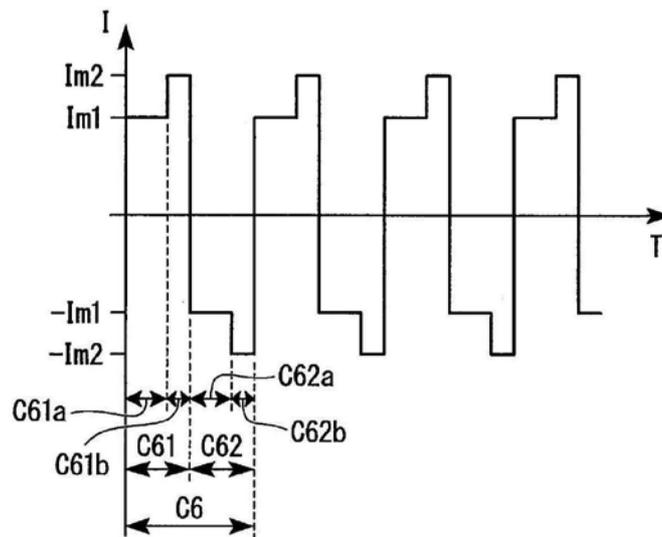


图13

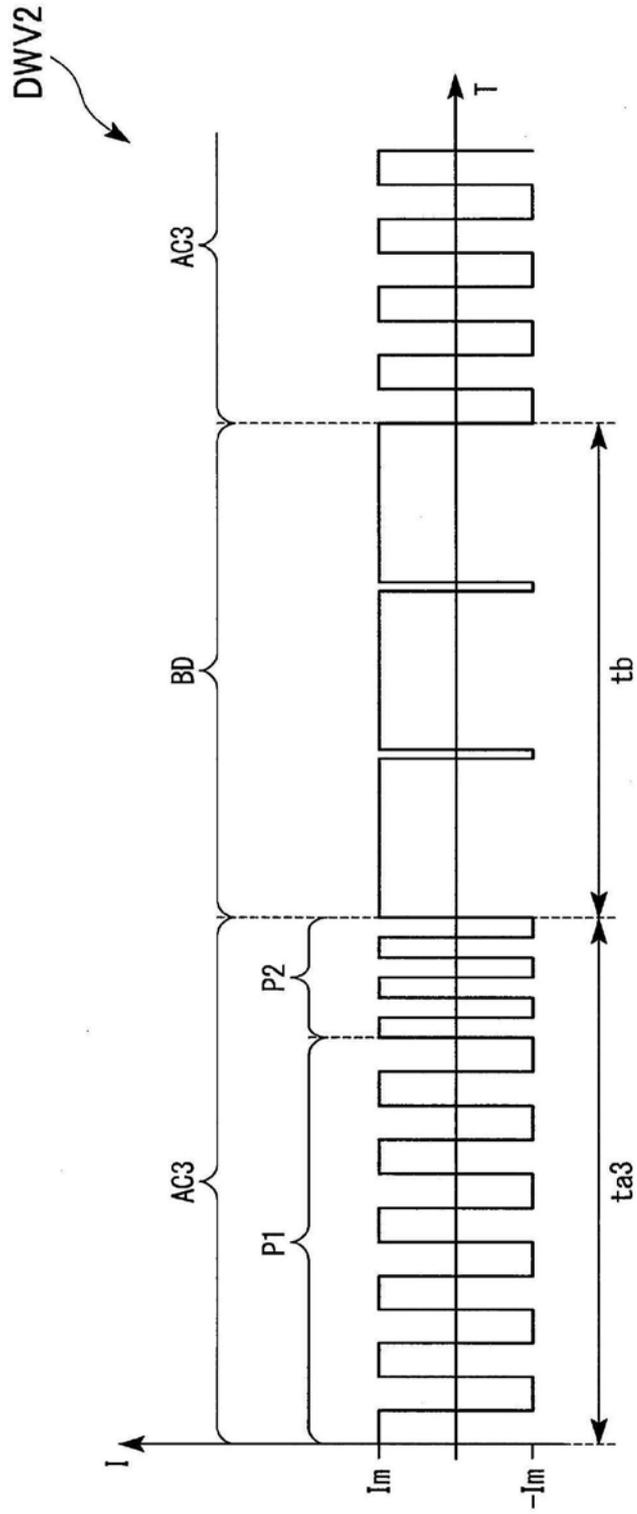


图14

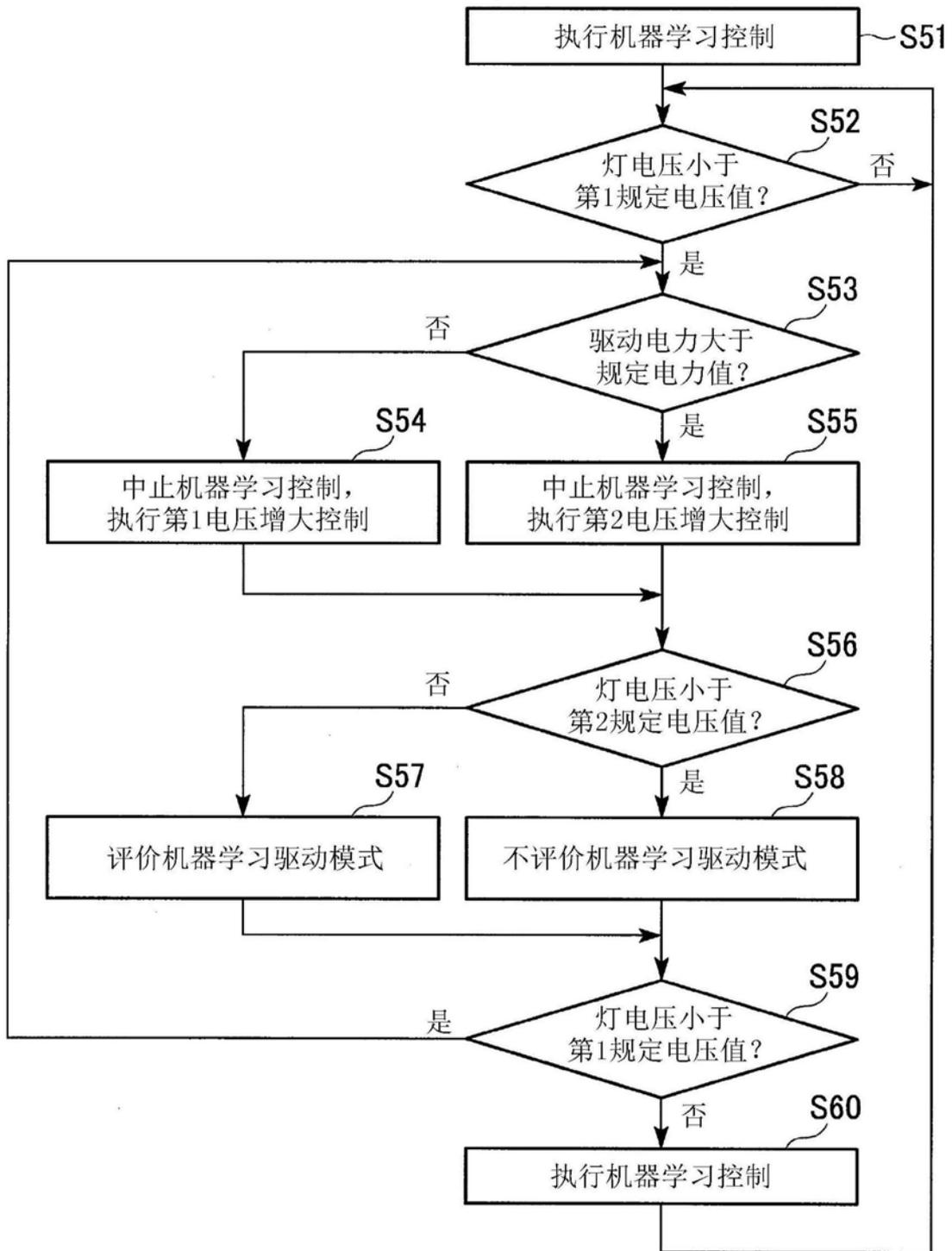


图15

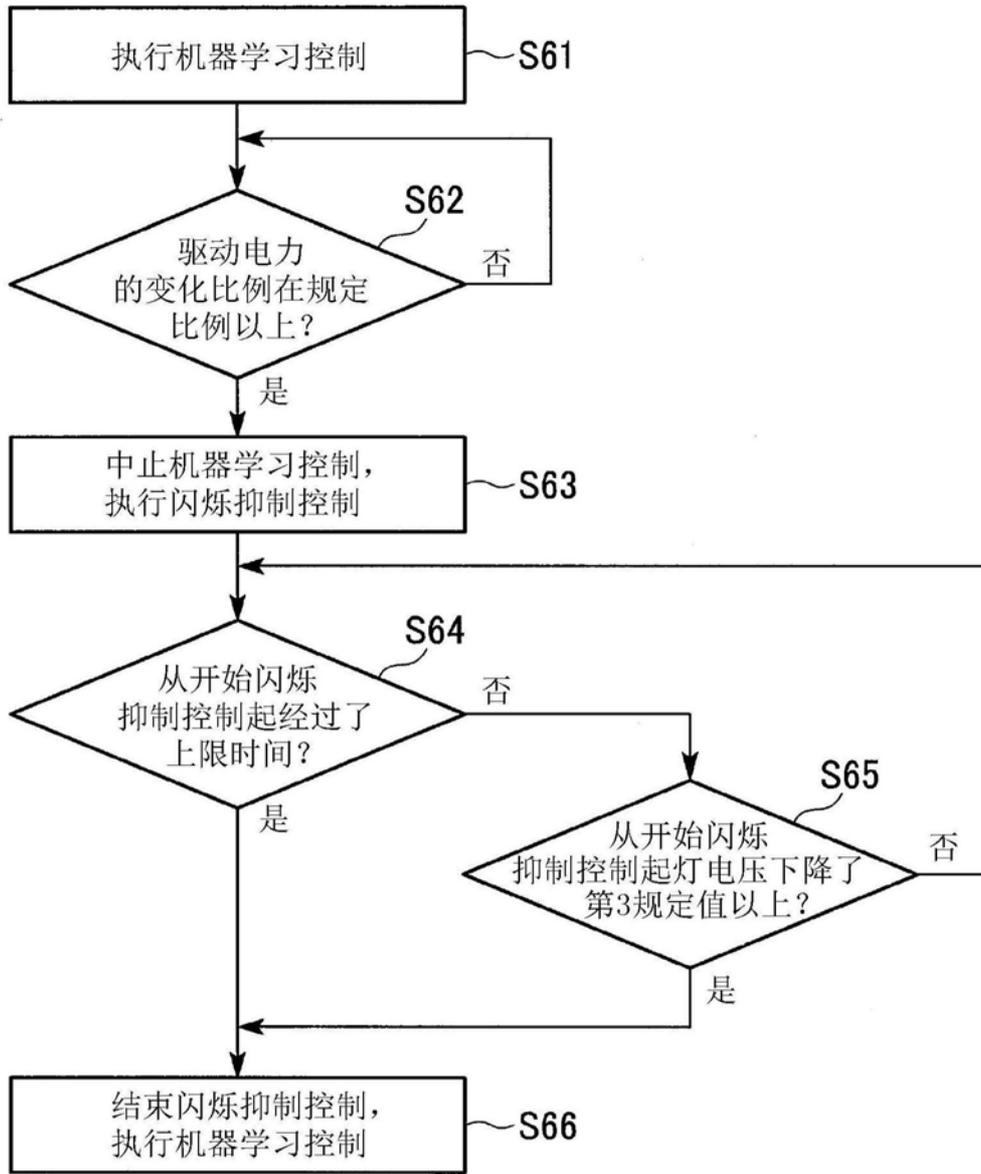


图16

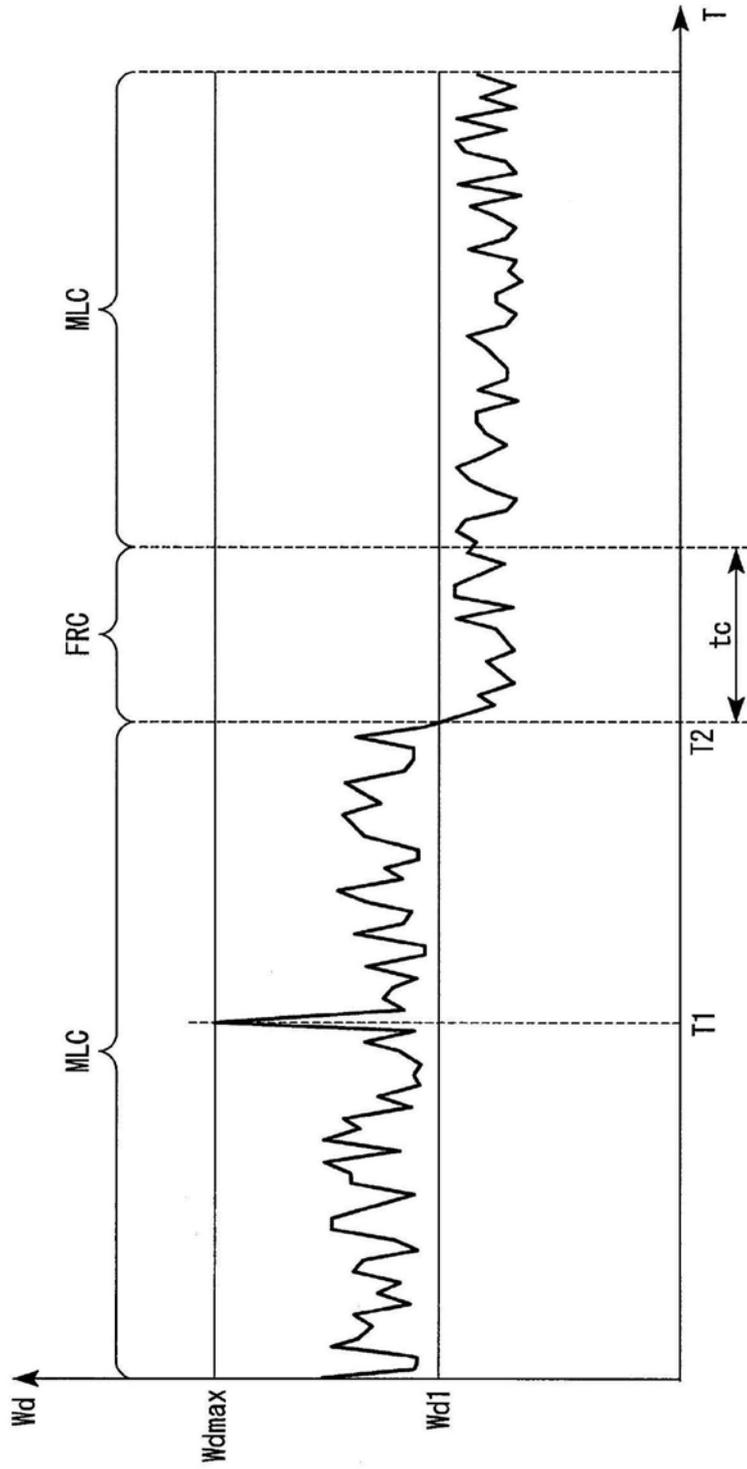


图17

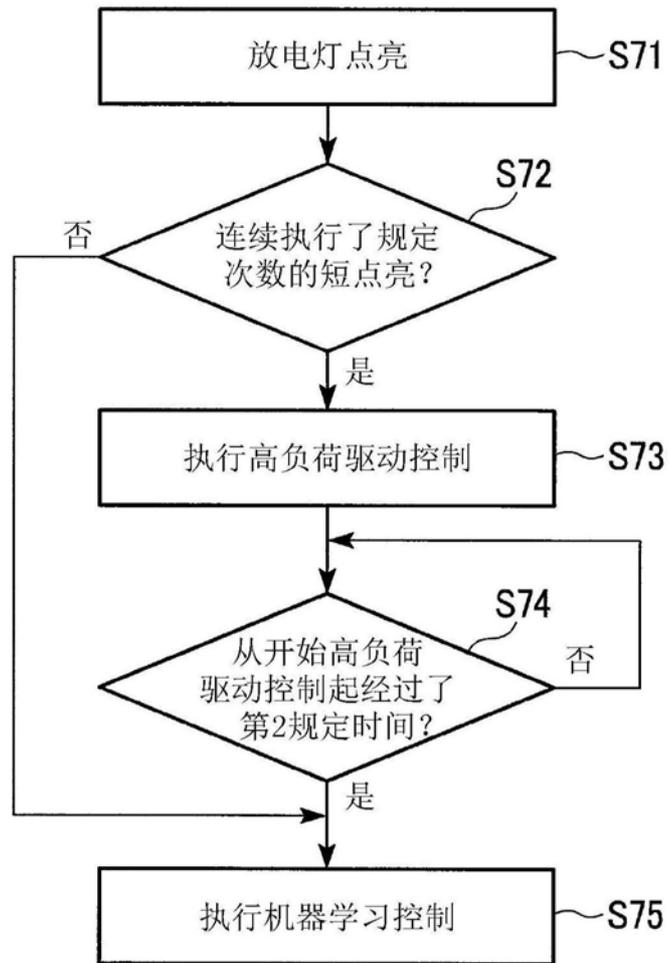


图18

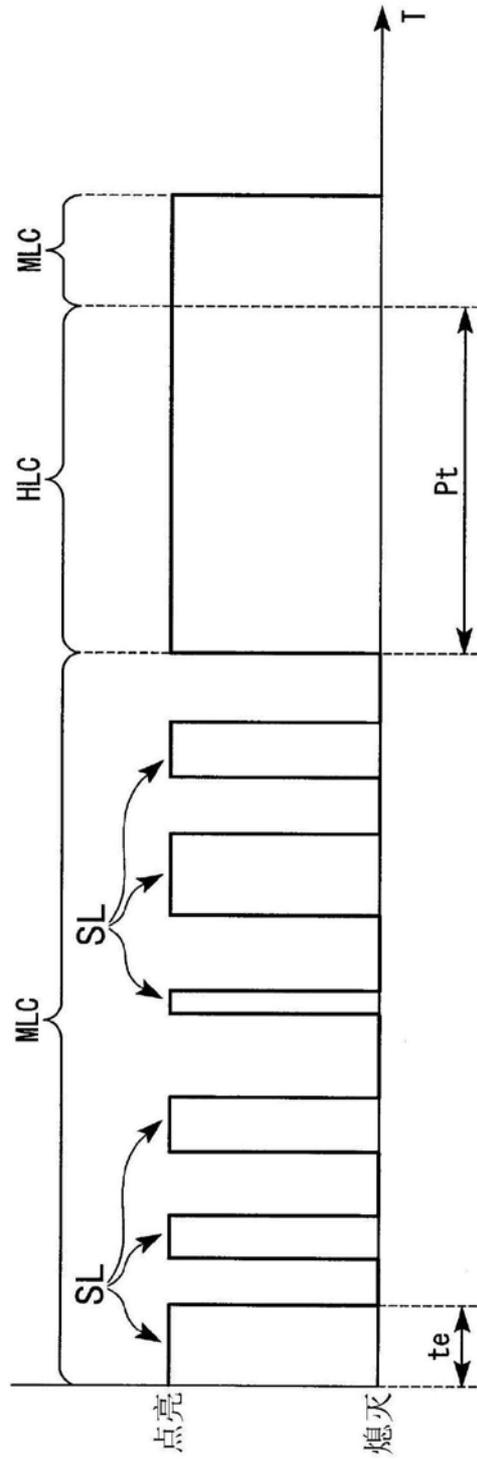


图19