



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109526129 B

(45) 授权公告日 2022. 03. 11

(21) 申请号 201811094034.6

(22) 申请日 2018.09.19

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109526129 A

(43) 申请公布日 2019.03.26

(30) 优先权数据
2017-180307 2017.09.20 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 河野胜 铃木淳一 佐藤峻
岩间裕一郎

(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 邓毅 李庆泽

(51) Int.Cl.
H05B 41/36 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 1290471 A, 2001.04.04
US 2009237009 A1, 2009.09.24
CN 105991984 A, 2016.10.05
CN 1290471 A, 2001.04.04

审查员 孙肇杰

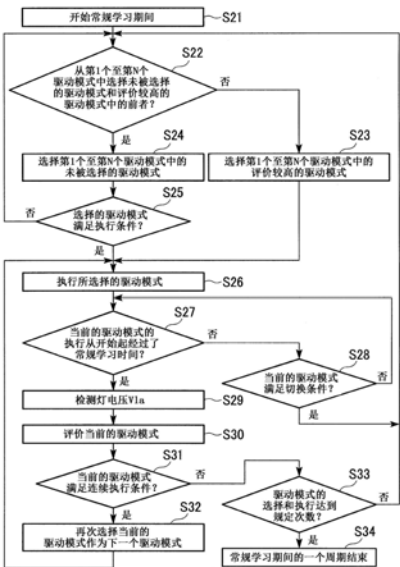
权利要求书2页 说明书20页 附图10页

(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

放电灯驱动装置、光源装置、投影仪以及放电灯驱动方法。提供能够与放电灯的个体差异无关地延长放电灯的寿命的放电灯驱动装置。本发明的放电灯驱动装置的一个形态的特征在于，具备：放电灯驱动部，其向具有第1电极和第2电极的放电灯供给驱动电流；控制部，其控制放电灯驱动部；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，选择多个驱动模式中的任意一个驱动模式，并执行所选择的驱动模式。



1. 一种放电灯驱动装置,其特征在于,该放电灯驱动装置具备:
放电灯驱动部,其向具有第1电极和第2电极的放电灯供给驱动电流;
控制部,其控制所述放电灯驱动部;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,选择所述多个驱动模式中的任意一个驱动模式,并执行所选择的所述驱动模式。
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备电压检测部,该电压检测部检测所述放电灯的电极间电压,
所述控制部根据所述电极间电压的变化来选择所述驱动模式。
3. 根据权利要求2所述的放电灯驱动装置,其中,
在执行所选择的所述驱动模式时所述电极间电压的变化满足第1规定条件的情况下,
所述控制部从所述选择的驱动模式切换到其它驱动模式。
4. 根据权利要求3所述的放电灯驱动装置,其中,
在从切换到所述其它驱动模式起的规定期间内,所述控制部不执行所述选择的驱动模式。
5. 根据权利要求2至4中的任意一项所述的放电灯驱动装置,其中,
在一定期间内,所述控制部执行所述多个驱动模式中的使所述电极间电压最接近规定电压值的驱动模式、和所述多个驱动模式中的与使所述电极间电压最接近所述规定电压值的驱动模式不同的驱动模式。
6. 根据权利要求2至4中的任意一项所述的放电灯驱动装置,其中,
在执行所选择的所述驱动模式前后的所述电极间电压的变化满足第2规定条件的情况下,所述控制部连续执行多次所述选择的驱动模式。
7. 根据权利要求2至4中的任意一项所述的放电灯驱动装置,其中,
在所述电极间电压降低规定值以上的情况下,所述控制部将所述驱动模式切换为上次执行的驱动模式。
8. 根据权利要求2至4中的任意一项所述的放电灯驱动装置,其中,
在从开始所选择的所述驱动模式起经过了规定时间的情况下,所述控制部选择所述多个驱动模式中的、与所述选择的驱动模式不同的驱动模式,
所述控制部根据所述电极间电压改变所述规定时间的长度。
9. 一种光源装置,其特征在于,该光源装置具备:
射出光的放电灯;和
权利要求1至8中的任意一项所述的放电灯驱动装置。
10. 一种投影仪,其特征在于,该投影仪具备:
权利要求9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
投影光学系统,其投射所述光调制装置调制后的光。
11. 一种放电灯驱动方法,向具有第1电极和第2电极的放电灯供给驱动电流而驱动所述放电灯,其特征在于,

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,选择所述多个驱动模式中的任意一个驱动模式,并执行所选择的所述驱动模式。

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,已知有根据施加给放电灯的施加电压的值来改变向放电灯供给的交流电流的脉冲的放电灯点亮装置。

[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,对于放电灯的每个个体而言,施加给放电灯的施加电压(电极间电压)的变化是不同的。因此,根据无法考虑到放电灯的个体差异的驱动方法,有时无法充分延长放电灯的寿命。

发明内容

[0005] 鉴于上述情况,本发明的一个方式的目的之一在于提供能够与放电灯的个体差异无关地延长放电灯的寿命的放电灯驱动装置、具备这种放电灯驱动装置的光源装置以及具备这种光源装置的投影仪。此外,本发明的一个方式的目的之一在于提供能够与放电灯的个体差异无关地延长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形态的特征在于,具备:放电灯驱动部,其向具有第1电极和第2电极的放电灯供给驱动电流;控制部,其控制所述放电灯驱动部;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,选择所述多个驱动模式中的任意一个驱动模式,并执行所选择的所述驱动模式。

[0007] 根据本发明的放电灯驱动装置的一个形态,控制部基于机器学习,从多个驱动模式中选择任意一个驱动模式,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选择合适的驱动模式。因此,根据本发明的放电灯驱动装置的一个形态,能够与放电灯的个体差异无关地延长放电灯的寿命。

[0008] 此外,由于基于机器学习选择驱动模式,因此,即使在改变了供给至放电灯的驱动电力时,也能够根据驱动电力的变化来选择合适的驱动模式。由此,能够容易多级地改变供给至放电灯的驱动电力。此外,由于可以任意地变更驱动电力,因此,也可以将驱动电力用作在延长放电灯的寿命时变化的驱动模式的驱动参数之一。由此,能够进一步延长放电灯的寿命。

[0009] 也可以构成为还具备电压检测部,该电压检测部检测所述放电灯的电极间电压,所述控制部根据所述电极间电压的变化来选择所述驱动模式。

[0010] 根据该结构,通过检测电极间电压,可以进行驱动模式的选择,从而能够适当且容易地进行机器学习。

[0011] 也可以构成为,在执行所选择的所述驱动模式时所述电极间电压的变化满足第1规定条件的情况下,所述控制部从所述选择的驱动模式切换到其它驱动模式。

[0012] 根据该结构,当所选择的驱动模式是对于此时的放电灯的状态不利于延长其寿命的驱动模式时,将驱动模式切换为其它合适的驱动模式。因此,能够抑制放电灯的寿命降低。

[0013] 也可以构成为,在从切换到所述其它驱动模式起的规定期间内,所述控制部不执行所述选择的驱动模式。

[0014] 根据该结构,能够抑制使放电灯的寿命降低的可能性较大的驱动模式的执行,从而能够进一步延长放电灯的寿命。

[0015] 也可以构成为,在一定期间内,所述控制部执行所述多个驱动模式中的使所述电极间电压最接近规定电压值的驱动模式、和所述多个驱动模式中的与使所述电极间电压最接近所述规定电压值的驱动模式不同的驱动模式双方。

[0016] 根据该结构,能够在最接近规定电压值的合适的驱动模式之间执行其它驱动模式,从而容易使对第1电极施加的热负荷的刺激大幅变动。因此,容易使突起生长,从而容易进一步延长放电灯的寿命。

[0017] 也可以构成为,在执行所选择的所述驱动模式前后的所述电极间电压的变化满足第2规定条件的情况下,所述控制部连续执行多次所述选择的驱动模式。

[0018] 根据该结构,能够实现如下结构:具有基于机器学习而在一个条件下选择并执行两个以上的驱动模式中的一个驱动模式的随机性,另一方面,还具有在所选择的驱动模式满足第2规定条件的情况下连续执行一个相同的驱动模式的特性。由此,能够多次连续执行适于延长放电灯的寿命的驱动模式,从而容易进一步延长放电灯的寿命。

[0019] 也可以构成为,在所述电极间电压降低规定值以上的情况下,所述控制部将所述驱动模式切换为上次执行的驱动模式。

[0020] 根据该结构,例如在突起移动而电极间电压急剧下降的情况下,能够切换为突起移动之前的驱动模式。由此,容易将突起的位置修正为移动之前的位置。

[0021] 也可以构成为,在从开始所选择的所述驱动模式起经过了规定时间的情况下,所述控制部选择所述多个驱动模式中的、与所述选择的驱动模式不同的驱动模式,所述控制部根据所述电极间电压改变所述规定时间的长度。

[0022] 因此,能够根据电极间电压的变化适当切换驱动模式,从而能够进一步延长放电灯的寿命。此外,例如,当放电灯劣化时,有时直到出现由于驱动模式导致的电极间电压变化为止的时间变长。在该情况下,如果驱动模式的执行时间较短,则有时无法适当地评价驱动模式。与此相对,通过根据电极间电压改变规定时间,当放电灯劣化时,能够延长规定时间。因此,容易适当地评价驱动模式,其结果,能够延长放电灯的寿命。

[0023] 本发明的光源装置的一个形态的特征在于,具备射出光的放电灯和上述放电灯驱动装置。

[0024] 根据本发明的光源装置的一个形态,由于具备上述放电灯驱动装置,因此,与上述相同,能够延长放电灯的寿命。

[0025] 本发明的投影仪的一个形态的特征在于,具备: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;以及投影光学系统,其投射所述光调制装置调制后的光。

[0026] 根据本发明的投影仪的一个形态,由于具备上述光源装置,因此,能够与上述相同

地延长放电灯的寿命。

[0027] 本发明的放电灯驱动方法的一个形态向具有第1电极和第2电极的放电灯供给驱动电流而驱动所述放电灯,其特征在于,基于机器学习,选择所述驱动电流的多个驱动模式中的任意一个驱动模式,并执行所选择的驱动模式。

[0028] 根据本发明的放电灯驱动方法的一个形态,能够与上述相同地延长放电灯的寿命。

附图说明

[0029] 图1是示出本实施方式的投影仪的概要结构图。

[0030] 图2是示出本实施方式中的放电灯的图。

[0031] 图3是示出本实施方式的投影仪的各种构成要素的框图。

[0032] 图4是本实施方式的放电灯点亮装置的电路图。

[0033] 图5是示出本实施方式的控制部的一个结构例的框图。

[0034] 图6A是示出放电灯的电极前端的突起的形态的图。

[0035] 图6B是示出放电灯的电极前端的突起的形态的图。

[0036] 图7是示出在本实施方式的交流驱动中向放电灯供给的驱动电流波形的一例的图。

[0037] 图8A是示出在本实施方式的直流驱动中向放电灯供给的驱动电流波形的一例的图。

[0038] 图8B是示出在本实施方式的直流驱动中向放电灯供给的驱动电流波形的一例的图。

[0039] 图9是示出在本实施方式中向放电灯供给的驱动电流的驱动模式的一例的图。

[0040] 图10是示出本实施方式的初始学习期间中的控制部的控制步骤的一例的流程图。

[0041] 图11是示出本实施方式的常规学习期间中的控制部的控制步骤的一例的流程图。

[0042] 图12A是示出在本实施方式的偏置驱动中向放电灯供给的驱动电流波形的一例的图。

[0043] 图12B是示出在本实施方式的偏置驱动中向放电灯供给的驱动电流波形的一例的图。

[0044] 图13是示出在本实施方式的跳跃驱动中向放电灯供给的驱动电流波形的一例的图。

[0045] 标号说明

[0046] 10:放电灯点亮装置(放电灯驱动装置);40:控制部;44:存储部;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:投影光学系统;500:投影仪;502、512R、512G、512B:图像信号;DW:驱动模式;I:驱动电流;V1a:灯电压(电极间电压)。

具体实施方式

[0047] 以下,参照附图,对本发明的实施方式的投影仪进行说明。

[0048] 另外,本发明的范围不限于以下实施方式,可以在本发明的技术思想的范围内任

意地变更。此外,在以下附图中,有时使实际结构和各结构中的比例、数字等不同,以使各结构易于理解。

[0049] 图1是示出本实施方式的投影仪500的概要结构图。如图1所示,本实施方式的投影仪500具备光源装置200、平行化透镜305、照明光学系统310、色分离光学系统320、三个液晶光阀(光调制装置)330R、330G、330B、十字分色棱镜340以及投影光学系统350。

[0050] 从光源装置200射出的光通过平行化透镜305入射到照明光学系统310。平行化透镜305将来自光源装置200的光平行化。

[0051] 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上均匀。此外,照明光学系统310使从光源装置200射出的光的偏振方向对齐为一个方向。其原因在于,为了在液晶光阀330R、330G、330B中有效地利用从光源装置200射出的光。

[0052] 被调整照明度分布和偏振方向后的光入射到色分离光学系统320。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个色光。利用与各色光对应的液晶光阀330R、330G、330B,根据图像信号分别调制3个色光。液晶光阀330R、330G、330B具备后述的液晶面板560R、560G、560B和偏光板(未图示)。偏光板配置在液晶面板560R、560G、560B各自的光入射侧以及光射出侧。

[0053] 调制后的3个色光由十字分色棱镜340合成。合成光入射到投影光学系统350。投影光学系统350将入射光投射至屏幕700(参照图3)。由此,在屏幕700上显示图像。此外,平行化透镜305、照明光学系统310、色分离光学系统320、十字分色棱镜340以及投影光学系统350各自的结构可采用公知的结构。

[0054] 图2是示出光源装置200的结构的图。光源装置200具备光源单元210和放电灯点亮装置(放电灯驱动装置)10。在图2中示出光源单元210的剖视图。光源单元210具备主反射镜112、放电灯90和副反射镜113。

[0055] 放电灯点亮装置10对放电灯90供给驱动电流I来点亮放电灯90。主反射镜112朝照射方向D反射从放电灯90发出的光。照射方向D与放电灯90的光轴AX平行。

[0056] 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的一个端部作为第1端部90e1,将放电灯90的另一个端部作为第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的中央部膨胀为球状,其内部是放电空间91。在放电空间91中封入包含稀有气体、金属卤素化合物等的作为放电介质的气体。

[0057] 在放电空间91中,第1电极92和第2电极93的前端突出。第1电极92配置在放电空间91的第1端部90e1侧。第2电极93配置在放电空间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的电极前部分开规定距离而相对地配置。第1电极92和第2电极93的材料例如是钨等金属。

[0058] 在放电灯90的第1端部90e1设置有第1端子536。第1端子536和第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,在放电灯90的第2端部90e2设置有第2端子546。第2端子546和第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以及第2端子546的材料例如是钨等金属。导电性部件534、544的材料例如可利用钼箔。

[0059] 第1端子536以及第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以及第2端子546供给用于驱动放电灯90的驱动电流I。其结果,在第1电极92和第2

电极93之间引起电弧放电。如虚线的箭头所示,从放电位置向全部方向发射通过电弧放电而产生的光(放电光)。

[0060] 主反射镜112利用固定部件114固定在放电灯90的第1端部90e1。主反射镜112朝照射方向D反射放电光中的向与照射方向D相反的一侧行进的光。主反射镜112的反射面(放电灯90侧的面)的形状在可向照射方向D反射放电光的范围内没有特别限定,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的反射面的形状成为旋转抛物线形状时,主反射镜112可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。

[0061] 副反射镜113利用固定部件522固定在放电灯90的第2端部90e2侧。副反射镜50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朝主反射镜112反射放电光中的向与配置有主反射镜112的一侧相反的一侧行进的光。由此,能够提高从放电空间91发射的光的利用效率。

[0062] 固定部件114、522的材料在可承受来自放电灯90的发热抗热材料的范围内没有特别限定,例如是无机粘结剂。固定主反射镜112以及副反射镜113与放电灯90的配置的方法不限于将主反射镜112以及副反射镜113固定在放电灯90上的方法,可采用任意方法。例如,可以将放电灯90和主反射镜112独立地固定在投影仪500的壳体内(未图示)。关于副反射镜113也是同样的。

[0063] 以下,对投影仪500的电路结构进行说明。

[0064] 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还具备图像信号转换部510、直流电源装置80、液晶面板560R、560G、560B、图像处理装置570和CPU(Central Processing Unit)580。

[0065] 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)转换为规定字长的数字RGB信号来生成图像信号512R、512G、512B,提供给图像处理装置570。

[0066] 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对液晶面板560R、560G、560B供给用于分别驱动液晶面板560R、560G、560B的驱动信号572R、572G、572B。

[0067] 直流电源装置80将从外部的交流电源600供给的交流电压转换为固定的直流电压。直流电源装置80对处于变压器(虽未图示,但包含在直流电源装置80内)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供给直流电压。

[0068] 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,发生绝缘破坏而形成放电路径。以后,放电灯点亮装置10供给用于供放电灯90维持放电的驱动电流I。

[0069] 在上述的液晶光阀330R、330G、330B中分别具备液晶面板560R、560G、560B。液晶面板560R、560G、560B分别根据驱动信号572R、572G、572B来调制经由上述的光学系统入射到各液晶面板560R、560G、560B的色光的透过率(亮度)。

[0070] CPU580控制从投影仪500的点亮开始到熄灭的各种动作。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至放电灯点亮装置10。CPU580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。

[0071] 以下,对放电灯点亮装置10的结构进行说明。

[0072] 图4是示出放电灯点亮装置10的电路结构的一例的图。

[0073] 如图4所示,放电灯点亮装置10具备电力控制电路20、极性反转电路30、控制部40、动作检测部60和启辉电路70。

[0074] 电力控制电路20生成对放电灯90供给的驱动电力 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,使该输入电压降压后输出直流电流 I_d 。

[0075] 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的阴极端子以及线圈23的一端连接。

[0076] 电容器24的一端与线圈23的另一端连接,电容器24的另一端与二极管22的阳极端子以及直流电源装置80的负电压侧连接。从后述的控制部40对开关元件21的控制端子输入电流控制信号来控制开关元件21的通断。电流控制信号例如可采用PWM(Pulse Width Modulation:脉宽调制)控制信号。

[0077] 当开关元件21接通时,线圈23中流过电流,在线圈23中蓄积能量。然后,当开关元件21关断时,利用通过电容器24和二极管22的路径来释放蓄积在线圈23中的能量。其结果是,产生与开关元件21接通的时间的比例相应的直流电流 I_d 。

[0078] 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 在规定的时机进行极性反转。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。

[0079] 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以及第2开关元件32、与串联连接的第3开关元件33以及第4开关元件34之间彼此并联连接的结构。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控制第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的通断动作。

[0080] 在极性反转电路30中,反复进行使第1开关元件31以及第4开关元件34、与第2开关元件32以及第3开关元件33交替地通断的动作。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 、或作为具有被控制的频率的交流的驱动电流 I 。

[0081] 即,极性反转电路30被控制成,当第1开关元件31以及第4开关元件34接通时,第2开关元件32以及第3开关元件33关断,当第1开关元件31以及第4开关元件34关断时,第2开关元件32以及第3开关元件33接通。因此,在第1开关元件31以及第4开关元件34接通时,从电容器24的一端产生按照第1开关元件31、放电灯90、第4开关元件34的顺序流过的驱动电流 I 。在第2开关元件32以及第3开关元件33接通时,从电容器24的一端产生按照第3开关元件33、放电灯90、第2开关元件32的顺序流过的驱动电流 I 。

[0082] 在本实施方式中,电力控制电路20与极性反转电路30组合后的部分对应于放电灯

驱动部230。即,放电灯驱动部230将驱动放电灯90的驱动电流I提供给放电灯90。

[0083] 控制部40控制放电灯驱动部230。在图4的示例中,控制部40通过控制电力控制电路20和极性反转电路30,从而控制驱动电流I持续同一极性的保持时间、驱动电流I的电流值(驱动功率 W_d 的功率值)、频率等参数。控制部40针对极性反转电路30进行这样的极性反转控制:根据驱动电流I的极性反转时机,控制驱动电流I持续同一极性的保持时间、驱动电流I的频率等。另外,控制部40对电力控制电路20进行控制所输出的直流电流 I_d 的电流值的电流控制。

[0084] 在本实施方式中,控制部40可以执行例如交流驱动和直流驱动。交流驱动是向放电灯90供给交流电流的驱动。直流驱动是向放电灯90供给直流电流的驱动。下文将对通过各放电灯驱动而向放电灯90供给的驱动电流I的驱动电流波形进行详述。

[0085] 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。此外,控制部40可由半导体集成电路构成其一部分或全部。

[0086] 系统控制器41通过控制电力控制电路控制器42以及极性反转电路控制器43来控制电力控制电路20以及极性反转电路30。系统控制器41也可以根据动作检测部60检测出的灯电压(电极间电压) V_{1a} 以及驱动电流I,控制电力控制电路控制器42以及极性反转电路控制器43。

[0087] 在本实施方式中,系统控制器41与存储部44连接。

[0088] 系统控制器41也可以根据存储在存储部44中的信息来控制电力控制电路控制器20和极性反转电路控制器30。存储部44中存储有驱动电流I的多个驱动模式DW。更具体来说,存储部44中例如存储有与构成各驱动模式DW的各驱动有关的、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的相关信息。驱动电流I的各驱动模式DW包括上述交流驱动和直流驱动中的至少一方。后面详细叙述驱动模式DW的细节。

[0089] 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,向电力控制电路20输出电流控制信号,由此控制电力控制电路20。

[0090] 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,向极性反转电路30输出极性反转控制信号,由此控制极性反转电路30。

[0091] 控制部40进行机器学习。控制部40基于机器学习,选择存储在存储部44中的多个驱动模式DW中的任意一个驱动模式DW,并执行所选择的驱动模式DW。后面详细叙述机器学习的细节。

[0092] 控制部40可采用专用电路来实现,进行上述的控制或后述的处理的各種控制。对此,控制部40例如还可以通过CPU执行存储在存储部44中的控制程序来作为计算机发挥功能,进行这些处理的各種控制。

[0093] 图5是用于说明控制部40的其它结构例的图。如图5所示,控制部40可构成为利用控制程序而作为控制电力控制电路20的电流控制单元40-1、控制极性反转电路30的极性反转控制单元40-2发挥功能。

[0094] 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,也可构成为CPU580负责控制部40的一部分功能。

[0095] 在本实施方式中,动作检测部60例如可包含检测放电灯90的灯电压 V_{1a} 并对控制部40输出驱动电压信息的电压检测部。另外,动作检测部60也可包含检测驱动电流 I 并对控制部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。

[0096] 在本实施方式中,电压检测部与放电灯90并联,根据由相互串联连接的第1电阻61以及第2电阻62分压到的电压来检测灯电压 V_{1a} 。另外,在本实施方式中,电流检测部根据在与放电灯90串联连接的第3电阻63上产生的电压来检测驱动电流 I 。

[0097] 启辉电路70仅在放电灯90的点亮开始时进行动作。启辉电路70在放电灯90的点亮开始时对放电灯90的电极之间(第1电极92与第2电极93之间)供给使放电灯90的电极间(第1电极92与第2电极93之间)绝缘破坏而形成放电路径所需的高电压(比放电灯90的通常点亮时高的电压)。在本实施方式中,启辉电路70与放电灯90并联连接。

[0098] 图6A和图6B示出第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示出第1电极92作为阳极进行动作、第2电极93作为阴极进行动作的第1极性状态。在第1极性状态中,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)释放电子。从阴极(第2电极93)释放的电子与阳极(第1电极92)的前端发生冲撞。由于该冲撞而产生热,阳极(第1电极92)的前端(突起552p)的温度上升。

[0099] 图6B示出第1电极92作为阴极进行动作、第2电极93作为阳极进行动作的第2极性状态。在第2极性状态中,与第1极性状态P1相反,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。

[0100] 这样,通过向放电灯90供给驱动电流 I ,电子碰撞的阳极的温度上升。另一方面,释放电子的阴极在朝向阳极释放电子的期间的温度降低。

[0101] 第1电极92和第2电极93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发生了损耗。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 V_{1a} 增大。因此,通过参照灯电压 V_{1a} ,能够检测出电极间距离的变化、即放电灯90的劣化程度。

[0102] 另外,由于第1电极92和第2电极93具有相同的结构,因此,在以下说明中,有时仅代表性地说明第1电极92。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具有相同的结构,因此,在以下说明中,有时仅代表性地说明突起552p。

[0103] 以下,说明本实施方式的控制部40对放电灯驱动部230的控制。在本实施方式中,控制部40利用交流驱动和直流驱动中的至少一个驱动来控制放电灯驱动部230。

[0104] 在本实施方式中,控制部40能够执行多个组合后述的1个以上的驱动而成的驱动模式DW。在本实施方式中,各驱动模式DW具有如下这样的驱动电流波形:构成驱动模式DW的各驱动的驱动参数中的至少一个互不相同。

[0105] 以下,对各驱动进行说明。图7是示出在交流驱动中向放电灯90供给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向放电灯90供给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 。在第1极性状态时将驱动电流 I 表示为正,在第2极性状态时将驱动电流 I 表示为负。

[0106] 在图7所示的交流驱动中向放电灯90供给的驱动电流 I 例如是在电流值 I_m 与电流

值 $-I_m$ 之间极性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C1的长度是恒定的。图7所示的交流电流的占空比是0.5(50%)。

[0107] 在图8A所示的直流驱动中向放电灯90供给的驱动电流I是具有恒定电流值 I_m 的第1极性的直流电流。在图8B所示的直流驱动中向放电灯90供给的驱动电流I是具有恒定电流值 $-I_m$ 的第2极性的直流电流。

[0108] 图9是示出在本实施方式中向放电灯90供给的驱动电流I的驱动模式DW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。

[0109] 图9所示的驱动模式DW由交流驱动和直流驱动构成。更具体来说,图9的驱动模式DW由第1交流驱动AC1、第1直流驱动DC1、第2交流驱动AC2和第2直流驱动DC2构成。该驱动模式DW关于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} 和交流电流的第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 t_{d2} 和第2极性作为驱动参数。

[0110] 另外,在图9的驱动模式DW的情况下,第1交流驱动AC1的执行时间的长度 t_{a1} 和第2交流驱动AC2的执行时间的长度 t_{a2} 相同,此外,第1直流驱动DC1的执行时间 t_{d1} 和第2直流驱动DC2的执行时间的长度 t_{d2} 也相同。此外,在图9的驱动模式DW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。

[0111] 第1频率 f_1 和第2频率 f_2 例如在100Hz以上且1kHz以下。第1交流驱动AC1的执行时间的长度 t_{a1} 和第2交流驱动AC2的执行时间的长度 t_{a2} 例如在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 t_{d1} 和第2直流驱动DC2的执行时间的长度 t_{d2} 例如在10ms(毫秒)以上且40ms(毫秒)以下。

[0112] 多个驱动模式DW通过适当组合例如从上述各驱动中的各驱动参数的数值范围中选择的多个数值而构成。例如,优选的是,用作组合的各驱动中的驱动参数的种类的合计为2种以上且6种以下,针对驱动参数的每个种类而准备的数值优选为2个以上且6个以下。通过组合这些而构成多个驱动模式DW,能够得到优选的数量的驱动模式DW。

[0113] 例如,在上述图9所示的驱动模式DW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,该情况下,各驱动中的驱动参数的种类的合计为4种。

[0114] 多个驱动模式DW的上述多个驱动参数中的至少一个的驱动参数的值互不相同。驱动模式DW的数量例如为3个模式以上且150个模式以下。优选的是,驱动模式DW的数量为10个模式以上且100个模式以下。更优选的是,驱动模式DW的数量为20个模式以上且30个模式以下。通过这样设定驱动模式DW的数量,能够进一步延长放电灯90的寿命。

[0115] 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,切换驱动模式DW。在本实施方式中,控制部40根据灯电压 V_{la} 的变化,进行驱动模式DW的评价,根据该驱动模式DW的评价来选择驱动模式DW。

[0116] 在本实施方式中,设置有进行多个驱动模式DW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,在以下说明中,设置有N个驱动模式DW,对各驱动模式DW分别分配了

第1个至第N个编号。

[0117] 如图10所示,在开始初始学习期间(步骤S11)之后,控制部40从第1个至第N个驱动模式DW中选择在初始学习期间未被选择的驱动模式DW(步骤S12)。例如,控制部40随机选择未选择的驱动模式DW。在刚刚开始初始学习期间之后,由于还没有选择任何驱动模式DW,因此,控制部40从第1个至第N个驱动模式DW中选择一个驱动模式DW。接下来,操作检测部60的电压检测部检测放电灯90的灯电压V1a1(步骤S13),控制部40将检测出的灯电压V1a1存储在存储部44中。然后,控制部40执行所选择的驱动模式DW(步骤S14)。

[0118] 在开始执行驱动模式DW之后,控制部40判断是否从当前选择的驱动模式DW的执行开始起经过了初始学习时间(步骤S15)。初始学习时间的长度例如在10min(分钟)以上且120min(分钟)以下。在从当前选择的驱动模式DW的执行开始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驱动模式DW。

[0119] 另一方面,在从当前选择的驱动模式DW的执行开始起经过了初始学习时间的情况下(步骤S15:“是”),操作检测部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存储在存储部44中。然后,控制部40评价当前选择的驱动模式DW(步骤S17)。

[0120] 在本实施方式中,根据灯电压V1a的变化来评价驱动模式DW。具体而言,控制部40根据执行所选择的驱动模式DW达初始学习时间之后的灯电压V1a2的值、以及执行驱动模式DW达初始学习时间之后的灯电压V1a2与执行所选择的驱动模式DW之前的灯电压V1a1之差来评价驱动模式DW。在以下说明中,将执行驱动模式DW达初始学习时间之后的灯电压V1a2与执行驱动模式DW之前的灯电压V1a1之差称为第1变动电压值。

[0121] 这里,对灯电压V1a设定了目标数值范围。控制部40选择并执行各驱动模式DW,以尽可能地将灯电压V1a维持在目标数值范围内。目标数值范围例如为60V以上且小于65V。驱动模式DW的评价比较高的情况例如为:由于执行了一个驱动模式DW而使得灯电压V1a(执行一个驱动模式DW达初始学习时间之后的灯电压V1a2)处于目标数值范围内的情况、由于执行了一个驱动模式DW而使得灯电压V1a接近目标数值范围的情况、以及在执行一个驱动模式DW前后能够使灯电压V1a维持在目标数值范围内的情况。此外,驱动模式DW的评价比较低的情况例如为:由于执行了一个驱动模式DW而使得灯电压V1a偏离目标数值范围的情况、以及由于执行了一个驱动模式DW而使得灯电压V1a远离目标数值范围的情况等。

[0122] 作为一例,在执行一个驱动模式DW达初始学习时间之后的灯电压V1a2大于目标数值范围、且第1变动电压值为负值时,所选择的一个驱动模式DW的评价较高。此外,在执行一个驱动模式DW达初始学习时间之后的灯电压V1a2大于目标数值范围、且第1变动电压值为正值时,所选择的一个驱动模式DW的评价较低。另一方面,在执行一个驱动模式DW达初始学习时间之后的灯电压V1a2小于目标数值范围、且第1变动电压值为负值时,所选择的一个驱动模式DW的评价较低。此外,在执行一个驱动模式DW达初始学习时间之后的灯电压V1a2小于目标数值范围、且第1变动电压值为正值时,所选择的一个驱动模式DW的评价较高。此外,在执行一个驱动模式DW达初始学习时间之后的灯电压V1a2在目标数值范围内时,第1变动电压值的绝对值越小,则所选择的一个驱动模式DW的评价越高,另一方面,第1变动电压值的绝对值越大,则所选择的一个驱动模式DW的评价越低。

[0123] 另外,第1变动电压值为负值意味着由于执行了1个驱动模式DW达初始学习时间而

使得灯电压V1a降低。第1变动电压值为正值意味着由于执行了1个驱动模式DW达初始学习时间而使得灯电压V1a上升。

[0124] 在评价了所选择的驱动模式DW之后,控制部40判断是否在初始学习期间中执行了全部第1个至第N个驱动模式DW(步骤S18)。在第1个至第N个驱动模式DW中存在开始初始学习期间未执行的驱动模式DW时(步骤S18:“否”),控制部40选择执行并评价其它驱动模式DW(步骤S12~S17)。另一方面,在初始学习期间中已执行了全部第1个至第N个驱动模式DW时(步骤S18:“是”),控制部40结束初始学习期间而转移到常规学习期间(步骤S19)。例如,初始学习时间的长度小于10h(小时)。

[0125] 在本实施方式中,在步骤S12中从多个驱动模式DW中选择了未被选择的驱动模式DW之后,操作检测部60的电压检测部检测放电灯90的灯电压V1a作为执行所选择的驱动模式DW之前的灯电压V1a1,但是不限于此。执行所选择的第X个驱动模式DW之前的灯电压V1a1例如也可以是在执行所选择的第X个驱动模式DW的前一个所选择的第(X-1)个驱动模式DW达初始学习时间之后检测到的灯电压V1a2。通过这样进行控制,不需要进行步骤S13中的灯电压V1a1的检测,由此能够进一步简化初始评价处理。

[0126] 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一个周期。在常规学习期间中,控制部40反复执行图11所示的一个周期。如图11所示,在开始常规学习期间(步骤S21)之后,控制部40从第1个至第N个驱动模式DW中选择在常规学习期间未选择的驱动模式DW和评价较高的驱动模式DW中的一个驱动模式DW(步骤S22~S24)。另外,例如,控制部40从第1个至第N个驱动模式DW中随机选择驱动模式DW。

[0127] 更具体来说,例如,控制部40判断是否从第1个至第N个驱动模式DW中选择在常规学习期间未选择的驱动模式DW和评价较高的驱动模式DW中的前者(在常规学习期间未选择的驱动模式DW)(步骤S22),在选择评价较高的驱动模式DW时(步骤S22:“否”),从第1个至第N个驱动模式DW中选择评价较高的驱动模式DW(步骤S23)。例如,控制部40选择第1个至第N个驱动模式DW中的评价最高的驱动模式DW,即,选择使灯电压V1a最接近灯电压V1a的目标数值范围(规定电压值)的驱动模式DW。然后,控制部40执行在步骤S23中所选择的驱动模式DW(步骤S26)。

[0128] 另一方面,在选择在常规学习期间未选择的驱动模式DW即前者时(步骤S22:“是”),控制部40从第1个至第N个驱动模式DW中选择在常规学习期间未选择的驱动模式DW(步骤S24)。然后,在选择了在常规学习期间未选择的驱动模式DW时,控制部40判断所选择的驱动模式DW是否满足执行条件(步骤S25)。例如,执行条件包括:当上次选择并执行了所选择的驱动模式DW时,在后述的步骤S28中不切换到其它驱动模式DW。

[0129] 当在步骤S24中选择的驱动模式DW满足执行条件时(步骤S25:“是”),转移到步骤S26,控制部40执行所选择的驱动模式DW。另一方面,当所选择的驱动模式DW不满足执行条件时(步骤S25:“否”),转移到步骤S22,控制部40从第1个至第N个驱动模式DW中选择其它驱动模式DW,进行与上述相同的判断。

[0130] 接下来,在开始所选择的驱动模式DW的执行之后,控制部40判断是否从开始当前选择的驱动模式DW的执行起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中的步骤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。在从当前选择的驱动模式DW的执行开始起未经过常规学习时间时(步骤S27:“否”),控制部40判断当前的驱动模式DW是否满足切换条件(第1规定条件)(步骤S28)。

[0131] 切换条件例如包括满足第1切换条件和第2切换条件中的任意一个。第1切换条件是指,在执行当前的驱动模式DW的期间,在常规学习时间内检测到的灯电压V1a的变化(变动电压值)的绝对值为第1规定值以上、且检测到的灯电压V1a偏离目标数值范围。第2切换条件包括当从当前驱动模式DW的执行开始起经过的时间为第1时间以下时,灯电压V1a的变化的绝对值为第2规定值以上。第1时间小于常规学习时间,例如为5min(分钟)。第2规定值小于第1规定值。第1规定值例如为5V。第2规定值例如为3V。

[0132] 即,即使第1时间以下灯电压V1a的变化的绝对值为比第1规定值小的第2规定值以上的情况下,也满足切换条件(第2切换条件),在超过第1时间的情况下,如果灯电压V1a的变化不是比第2规定值大的第1规定值以上,则不满足切换条件(第1切换条件)。通过设为这样的关系,控制部40根据当前选择的驱动模式DW的执行时间和灯电压V1a,阶段性地判断当前选择的驱动模式DW的切换。

[0133] 在当前选择的驱动模式DW满足切换条件时(步骤S28:“是”),控制部40判断为,在当前的放电灯90的状态下,当前选择的驱动模式DW是不利于延长放电灯90的寿命的驱动模式DW。然后,控制部40降低当前选择的驱动模式DW的评价。

[0134] 然后,控制部40以与上述相同的方式执行步骤S22~步骤S26,选择并执行下一个驱动模式DW。这样,在执行驱动模式DW时,在灯电压V1a的变化满足切换条件的情况下,控制部40从当前选择的驱动模式DW切换到其它驱动模式DW。

[0135] 另一方面,在当前的驱动模式DW不满足切换条件的情况下(步骤S28:“否”),控制部40执行当前选择的驱动模式DW,直到经过常规学习时间为止。然后,当从开始当前的驱动模式DW的执行起经过了常规学习时间时(步骤S27:“是”),操作检测部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存储在存储部44中。然后,控制部40评价当前选择的驱动模式DW(步骤S30)。

[0136] 步骤S30中的驱动模式DW的评价例如与初始学习期间的步骤S17中的驱动模式DW的评价相同。即,控制部40根据执行所选择的驱动模式DW达常规学习时间之后的灯电压V1a的值、以及执行驱动模式DW达常规学习时间之后的灯电压V1a与执行所选择的驱动模式DW之前的灯电压V1a之差来评价驱动模式DW。在以下说明中,将执行驱动模式DW达常规学习时间之后的灯电压V1a与执行驱动模式DW之前的灯电压V1a之差称为第2变动电压值。

[0137] 在步骤S30中,控制部40重新评价在常规学习期间选择的驱动模式DW。即,控制部40针对各驱动模式DW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。

[0138] 接着,控制部40判断当前选择的驱动模式DW是否满足连续执行条件(第2规定条件)(步骤S31)。连续执行条件包括满足第1连续执行条件、第2连续执行条件和第3连续执行条件中的任意一个。第1连续执行条件、第2连续执行条件和第3连续执行条件分别包括连续执行次数为规定次数以下。与连续执行次数有关的规定次数例如是2次以上且15次以下。

[0139] 并且,第1连续执行条件是指,执行所选择的驱动模式DW达常规学习时间之后的灯电压V1a大于目标数值范围、且第2变动电压值为负值。第2连续执行条件是指,在所选择的

驱动模式DW的执行前后、灯电压V1a包含在目标数值范围内。第3连续执行条件是指,执行所选择的驱动模式DW达常规学习时间之后的灯电压V1a小于目标数值范围、且第2变动电压值为正值。

[0140] 在当前的驱动模式DW满足连续执行条件时(步骤S31:“是”),控制部40判断为,在当前的放电灯90的状态下,当前选择的驱动模式DW是有利于延长放电灯90的寿命的驱动模式DW。然后,控制部40再次选择当前选择的驱动模式DW作为接下来要执行的驱动模式DW(步骤S32)。然后,转移到步骤S26,控制部40连续执行所选择的上次的驱动模式DW作为本次执行的驱动模式DW。

[0141] 如以上说明那样,在本实施方式中,在执行所选择的一个驱动模式DW达常规学习时间前后的灯电压V1a的变化满足连续执行条件的情况下,控制部40连续多次执行相同的驱动模式DW。

[0142] 另一方面,在当前的驱动模式DW不满足连续执行条件的情况下(步骤S31:“否”),控制部40在步骤S22~S26中判断驱动模式DW的选择和执行是否达到规定次数(步骤S33)。

[0143] 在驱动模式DW的选择和执行未达到规定次数的情况下(步骤S33:“否”),转移到步骤S22,再次进行驱动模式DW的选择。与一个周期的常规学习期间中的驱动模式DW的选择以及执行有关的规定次数例如大于驱动模式DW的数量N。

[0144] 当驱动模式DW的选择和执行达到规定次数时(步骤S33:“是”),控制部40结束常规学习期间的一个周期(步骤S34)。控制部40重复上述的一个周期,继续执行常规学习期间。除了重置驱动模式DW的选择和执行的次数以外,接下来的一个周期是以从常规学习期间的上次的周期继承各参数的状态来执行的。

[0145] 如上所述,控制部40利用初始学习期间和常规学习期间进行机器学习,选择要执行的驱动模式DW。例如,在投影仪500第一次被点亮之后,仅进行一次初始学习期间。例如,在初始学习期间结束之后、投影仪500点亮的期间,始终设置常规学习期间。例如,当在投影仪500的电源被断开之后再次接通时,控制部40从中断处重新开始上次电源断开时正在执行的期间。

[0146] 具备进行上述控制的控制部40的放电灯点亮装置10也可以被表达为放电灯驱动方法。即,在本实施方式的放电灯驱动方法的一个形态中,放电灯驱动方法是通过向具有第1电极92和第2电极93的放电灯90供给驱动电流I来驱动放电灯90,其特征在于,基于机器学习来选择驱动电流I的多个驱动模式DW中的任意一个驱动模式DW,并执行所选择的驱动模式DW。

[0147] 例如,以往,由于预先设定有与灯电压V1a的值以及驱动电力Wd的值对应的驱动模式DW,因此,在灯电压V1a以及驱动电力Wd为相同值的情况下,被执行的驱动模式DW是预先设定的1个驱动模式DW。

[0148] 与此相对,在本实施方式中,由于通过机械学习来选择驱动模式DW,因此,例如,在灯电压V1a为规定的电压值且驱动电力Wd为规定的功率值的情况下,执行至少一个驱动参数互不相同的多个驱动模式DW。即,例如,当供给至放电灯90的驱动电力Wd是规定的功率带、且放电灯90的灯电压V1a是规定的电压值时,控制部40执行至少三个驱动模式DW。该至少三个驱动模式DW是如下这样的驱动模式DW:构成一个驱动模式DW的驱动中的多个驱动参数中的至少一个驱动参数的值互不相同。即,在灯电压V1a恒定且驱动电力Wd的功率带恒定

而检测供给至放电灯90的驱动电流I的驱动模式DW时,可检测至少三个以上的不同的驱动模式DW。另外,规定的功率带例如是宽度为10W以内的驱动功率Wd的数值范围。

[0149] 此外,当如上所述通过机器学习来选择并执行驱动模式DW时,在放电灯90的灯电压V1a是规定电压值的情况下,由于放电灯90的累计点亮时间或放电灯90的个体不同而使得选择并执行的驱动模式DW不同。即,在放电灯90的灯电压V1a是规定电压值的情况下,控制部40根据放电灯90的累计点亮时间和放电灯90的个体中的至少一方,执行至少两个驱动模式DW例如第1驱动模式和第2驱动模式。

[0150] 第1驱动模式和第2驱动模式是多个驱动模式DW中的任意两个驱动模式DW。关于第1驱动模式和第2驱动模式,构成各驱动模式的驱动中的多个驱动参数中的至少一个驱动参数的值互不相同。另外,累计点亮时间是放电灯90被点亮的时间的总和。即,累计点亮时间是从放电灯90第一次点亮时起累计的放电灯90的点亮时间。

[0151] 具体而言,例如,在灯电压V1a为规定电压值且累计点亮时间为第1累计点亮时间的情况下,控制部40执行第1驱动模式,在灯电压V1a为规定电压值且累计点亮时间是与第1累计点亮时间不同的第2累计点亮时间的情况下,执行第2驱动模式。即,在设灯电压V1a恒定而检测供给至放电灯90的驱动电流I的驱动模式DW的情况下,当放电灯90的累计点亮时间变化时,可以检测出至少两个以上的不同的驱动模式DW。

[0152] 此外,例如,在灯电压V1a为规定电压值且放电灯90为第1个体的情况下,控制部40执行第1驱动模式,在灯电压V1a为规定电压值且放电灯90是与第1个体不同的第2个体的情况下,执行第2驱动模式。即,在设灯电压V1a恒定而检测供给至放电灯90的驱动电流I的驱动模式DW的情况下,当放电灯90的个体变化时,可以检测出至少两个以上的不同的驱动模式DW。

[0153] 另外,多个驱动参数中的至少一个驱动参数的值互不相同例如包括这样的情况:在两个驱动模式DW之间,构成各驱动模式DW的驱动不同。更具体来说,例如,在第1驱动模式由交流驱动构成、第2驱动模式由直流驱动和交流驱动构成、且第1驱动模式中的与交流驱动有关的各驱动参数和第2驱动模式中的与交流驱动有关的各参数相同的情况下,也将第1驱动模式和第2驱动模式视为至少一个驱动参数的值互不相同的驱动模式DW。该情况下,由于第1驱动模式不包括直流驱动,因此,将第1驱动模式中的与直流驱动有关的驱动参数视为零。因此,该情况下,第1驱动模式和第2驱动模式的与直流驱动有关的驱动参数互不相同。

[0154] 根据本实施方式,如上所述,控制部40基于机器学习从多个驱动模式DW中选择任意一个驱动模式DW,并执行所选择的驱动模式DW。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的个体差异来选择适当的驱动模式DW。因此,根据本实施方式,能够与放电灯90的个体差异无关地延长放电灯90的寿命。

[0155] 此外,在向放电灯90供给的驱动电力Wd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,需要根据灯电压V1a,按照供给至放电灯90的每个驱动电力Wd,确定供给至放电灯90的驱动电流I的适当的驱动模式DW,并将其存储在存储部44中。因此,难以针对全部驱动电力Wd设定与灯电压V1a对应的驱动模式DW,而只能将供给至放电灯90的驱动电力Wd变更为预先确定的多种驱动电力Wd。

[0156] 与此相对,根据本实施方式,由于基于机器学习选择驱动模式DW,因此,即使使驱

动电力 W_d 变化时,也能够根据驱动电力 W_d 的变化来选择适当的驱动模式DW。由此,能够容易多级地改变供给至放电灯90的驱动电力 W_d 。因此,例如,使用者可以通过任意改变驱动电力 W_d 来自由地变更从投影仪500投射的图像的亮度。因此,例如还可以使驱动电力 W_d 较小,从而适当地抑制投影仪500的功耗,并且延长放电灯90的寿命。

[0157] 此外,由于能够任意地变更驱动电力 W_d ,因此,也可以将驱动电力 W_d 用作在延长放电灯90的寿命时变化的驱动模式DW的驱动参数之一。由此,能够进一步延长放电灯90的寿命。例如,也可以在投影仪500的壳体上设置用于改变驱动电力 W_d 的操作部。

[0158] 此外,根据本实施方式,控制部40根据灯电压 V_{1a} 的变化进行驱动模式DW的选择。因此,通过检测灯电压 V_{1a} ,可以进行驱动模式DW的选择,从而能够适当且容易地进行机器学习。

[0159] 此外,根据本实施方式,在执行所选择的驱动模式DW时,在检测到的灯电压 V_{1a} 的变化满足切换条件的情况下,控制部40从所选择的驱动模式DW切换到其它驱动模式DW。因此,当所选择的驱动模式DW是对于此时的放电灯90的状态不利于延长其寿命的驱动模式DW时,将驱动模式DW切换为其它优选的驱动模式DW。因此,能够抑制放电灯90的寿命降低。

[0160] 此外,如上所述,满足切换条件的驱动模式DW的评价被降低,并且在步骤S24中接下来选择满足该切换条件的驱动模式DW,在步骤S25中判断满足该切换条件的驱动模式DW是否满足执行条件时,判断为不满足执行条件。即,控制部40在规定期间内不执行满足该切换条件的驱动模式DW。因此,根据本实施方式,能够抑制使放电灯90的寿命降低的可能性较大的驱动模式DW的执行,从而能够进一步延长放电灯90的寿命。

[0161] 如上所述,在从开始执行所选择的驱动模式DW起经过了常规学习时间时,控制部40选择下一个驱动模式DW,因此,驱动模式DW的执行时间(规定时间)的长度基本与常规学习时间的长度相同。但是,根据放电灯90的状态,在常规学习期间选择的驱动模式DW有时会在经过常规学习时间之前被中途切换到其它驱动模式DW,因此,即使是相同的驱动模式DW,也存在从开始执行一个驱动模式DW起直到被切换为下一个驱动模式DW为止的、所选择的一个驱动模式DW的执行时间(规定时间)发生变化的情况。

[0162] 即,控制部40根据灯电压 V_{1a} 来改变执行多个驱动模式DW中的规定的驱动模式DW的执行时间(规定时间)的长度。因此,能够根据灯电压 V_{1a} 的变化适当地切换驱动模式DW,从而能够进一步延长放电灯90的寿命。

[0163] 此外,执行多个驱动模式DW中的规定的驱动模式DW的执行时间的长度如上述那样变化,因此,根据放电灯90的累计点亮时间的不同而发生变化。此外,执行多个驱动模式DW中的规定的驱动模式DW的执行时间的长度如上述那样变化,因此,根据放电灯90的个体的不同而变化。当所选择的驱动模式DW在中途被切换到其它驱动模式DW时,该所选择的驱动模式DW的执行时间(规定时间)比常规学习时间短。

[0164] 此外,例如,即使是评价最高的驱动模式DW、即、使放电灯90的灯电压 V_{1a} 最接近目标数值范围的驱动模式DW,在始终执行相同的驱动模式DW时,第1电极92的突起552p有时不易生长,从而存在难以充分延长放电灯90的寿命的情况。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、即累计点亮时间的增加而变化。因此,即使是在某个时刻适于延长放电灯90的寿命的驱动模式DW,在另一时刻有时也会成为不适于延长放电灯90的寿命的驱动模式DW。

[0165] 与此相对,根据本实施方式,在常规学习期间的一个周期中,控制部40选择并执行从未从N个驱动模式DW中选择的驱动模式DW和评价较高的驱动模式DW中的一方。因此,在一个周期内,执行包括评价最高的驱动模式DW的评价较高的驱动模式DW和除此以外的驱动模式DW。即,本实施方式的控制部40在一定期间内执行多个驱动模式DW中的、包括评价最高的驱动模式DW在内的评价较高的驱动模式DW和(以下,称为高评价驱动模式DW_m)、和多个驱动模式DW中的评价低于高评价驱动模式DW_m的驱动模式DW(以下,称为其它驱动模式DW_e)双方。由此,能够在评价较高的高评价驱动模式DW_m期间执行评价低于高评价驱动模式DW_m的其它驱动模式DW_e,从而容易使对第1电极92施加的热负荷的刺激大幅变动。因此,容易使突起552p生长,从而容易进一步延长放电灯90的寿命。

[0166] 此外,根据本实施方式,在执行所选择的驱动模式DW前后的灯电压V_{1a}的变化满足连续执行条件的情况下,控制部40多次连续执行该所选择的驱动模式DW。这里,本实施方式构成为如下结构:在灯电压V_{1a}为规定的电压值且驱动电力W_d为规定的功率值的情况下,执行至少一个驱动参数互不相同的多个驱动模式DW。即,本实施方式具有在一个条件下选择并执行2个以上的驱动模式DW中的1个驱动模式的随机性,另一方面,还具有在所选择的驱动模式DW满足连续执行条件的情况下连续执行一个相同的驱动模式的特性。因此,能够多次连续执行适于延长放电灯90的寿命的驱动模式DW,从而容易进一步延长放电灯90的寿命。此外,在本实施方式中,连续执行条件包括连续执行次数在规定次数以下的情况。因此,能够以放电灯90的状态不会大幅变化的程度的执行时间多次连续执行优选的驱动模式DW。因此,容易进一步延长放电灯90的寿命。

[0167] 此外,根据实施方式,控制部40如步骤S25所示那样判断是否满足执行条件,在不满足执行条件时,不执行该驱动模式DW。由此,不易执行评价较低的驱动模式DW。因此,容易进一步延长放电灯90的寿命。

[0168] 由于基于上述的机器学习而选择并执行驱动模式DW,因此,在本实施方式中,执行各驱动模式DW的概率互不相同,而与灯电压V_{1a}无关。即,当放电灯90的灯电压V_{1a}是规定的电压值时,执行第1驱动模式的概率和执行第2驱动模式的概率互不相同。

[0169] 此外,在分别执行至少一次以上第1驱动模式和第2驱动模式的执行期间中,执行第1驱动模式的执行时间与执行期间的长度的比率和执行第2驱动模式的执行时间与执行期间的长度的比率互不相同。例如,执行期间相当于常规学习期间的一个周期。

[0170] 此外,在分别执行至少一次以上的第1驱动模式和第2驱动模式的执行期间中,即,例如在常规学习期间的一个周期中,执行第1驱动模式的次数和执行所述第2驱动模式的次数互不相同。在设第1驱动模式是包括评价最高的驱动模式DW在内的高评价驱动模式DW_m、第2驱动模式是其它驱动模式DW_e中的一个驱动模式DW的情况下,执行第1驱动模式的次数多于执行第2驱动模式的次数。

[0171] 此外,例如,如果所选择的多个驱动模式DW的数量(N)过少,则有时不包括与放电灯90的状态对应的优选的驱动模式DW。另一方面,如果驱动模式DW的数量过多,则在初始学习期间花费时间,并且在选择出优选的驱动模式DW之前需要时间。此外,在常规学习期间中执行优选的驱动模式DW以外的驱动模式的比率增加。

[0172] 对此,如果设驱动模式DW的数量为10个模式以上、100个模式以下,则容易选择与放电灯90的状态对应的优选的驱动模式DW,还可以缩短初始学习期间的的时间。此外,由于在

常规学习期间中可以增大优选的驱动模式DW的比率,因此,能够延长放电灯90的寿命。此外,如果设驱动模式DW的数量为20个模式以上、30个模式以下,则可以进一步提高这些效果。

[0173] 另外,在本实施方式中,还可以采用下述结构和方法。

[0174] 只要控制部40基于机器学习选择并执行驱动模式DW,则机器学习的方法没有特别限定。上述驱动模式DW的评价方法没有特别限定。初始学习时间和常规学习时间也可以互不相同。

[0175] 此外,当灯电压V1a下降第3规定值(规定值)以上时,控制部40也可以将驱动模式DW切换为上次执行的驱动模式DW。更具体来说,例如,在正在执行所选择的一个驱动模式DW时,控制部40根据在常规学习时间内检测出的灯电压V1a,判断灯电压V1a是否降低了第3规定值以上,当灯电压V1a降低了第3规定值以上时,切换到上次执行的驱动模式DW。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移动之前的驱动模式DW。由此,容易将突起552p的位置修正到移动之前的位置。此外,当灯电压V1a下降了第3规定值(规定值)以上时,控制部40也可以将驱动模式DW切换为与上次执行的驱动模式DW不同的驱动模式DW。

[0176] 此外,控制部40也可以根据灯电压(V1a)改变常规学习时间的长度。例如,当放电灯90劣化时,有时直到基于驱动模式DW的灯电压V1a发生变化为止的时间会变长。在该情况下,如果驱动模式DW的执行时间较短,则有时无法适当地评价驱动模式DW。与此相对,通过根据灯电压V1a改变常规学习时间的长度,在放电灯90劣化的情况下,可以延长常规学习时间,从而延长驱动模式DW的执行时间(规定时间)。因此,容易适当地评价驱动模式DW,其结果,能够延长放电灯90的寿命。

[0177] 此外,控制部40也可以根据灯电压V1a改变驱动模式DW的数量,也可以改变驱动模式DW的各驱动中的驱动参数的种类。在这些情况下,控制部40也可以根据灯电压V1a,改变在多个驱动模式DW中互不相同的驱动参数的种类的数量。例如,当灯电压V1a大于第1电压时,控制部40也可以增加在多个驱动模式DW中互不相同的驱动参数的种类的数量。根据该结构,在放电灯90劣化的情况下,容易增大因施加给第1电极92的热负荷的变化引起的刺激,从而能够进一步延长放电灯90的寿命。

[0178] 此外,控制部40也可以根据直到近前的灯电压V1a的变化来选择驱动模式DW。此外,在常规学习期间的一个周期中,控制部40也可以必须执行一次以上的全部驱动模式DW。此外,控制部40也可以在常规学习期间中生成预先设定的多个驱动模式DW以外的驱动模式DW。在该情况下,控制部40也可以根据预先设定的各驱动模式DW的评价值,组合驱动参数来生成新的驱动模式DW。

[0179] 此外,在初始学习期间的步骤S15中,控制部40也可以像常规学习期间的步骤S28那样判断当前选择的驱动模式DW是否满足切换条件。例如,在当前选择的驱动模式DW满足切换条件时,控制部40也可以降低当前选择的驱动模式DW的评价,从当前选择的驱动模式DW切换到其它驱动模式DW。另一方面,在当前的驱动模式DW不满足切换条件的情况下,控制部40也可以执行当前选择的驱动模式DW,直到经过初始学习时间为止。另外,该情况下的切换条件可以与步骤S28中的切换条件相同,也可以不同。

[0180] 此外,驱动模式DW的驱动电流波形没有特别限定。例如,驱动模式DW的驱动电流波

形也可以包括图12A、图12B和图13所示的驱动电流波形。图12A、图12B和图13是示出在交流驱动中供给至放电灯90的驱动电流波形的另一例的图。在图12A、图12B和图13中,纵轴表示驱动电流 I ,横轴表示时间 T 。当驱动电流 I 处于第1极性状态时表示为正,而在处于第2极性状态时表示为负。

[0181] 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,供给至放电灯90的驱动电流 I 例如是在电流值 I_m 与电流值 $-I_m$ 之间极性反转多次的矩形波交流电流。

[0182] 在图12A所示的偏置驱动中,周期 C_2 的长度是恒定的。在周期 C_2 中,设置有处于第1极性状态的第1极性期间 C_{21} 和处于第2极性状态的第2极性期间 C_{22} 。第1极性期间 C_{21} 的长度大于第2极性期间 C_{22} 的长度。即,作为驱动参数,图12A所示的偏置驱动具有周期数、周期 C_2 的长度、占空比、第1极性期间 C_{21} 的长度以及第2极性期间 C_{22} 的长度。

[0183] 在图12B所示的偏置驱动中,周期的长度发生变化。在图12B的示例中,设置有第1周期 C_3 、第2周期 C_4 和第3周期 C_5 。第1周期 C_3 的长度大于第3周期 C_5 的长度。第2周期 C_4 的长度大于第1周期 C_3 的长度。

[0184] 在第1周期 C_3 中,设置有处于第1极性状态的第1极性期间 C_{31} 和处于第2极性状态的第2极性期间 C_{32} 。第2极性期间 C_{32} 的长度小于第1极性期间 C_{31} 的长度。在第2周期 C_4 中,设置有处于第1极性状态的第1极性期间 C_{41} 和处于第2极性状态的第2极性期间 C_{42} 。第2极性期间 C_{42} 的长度小于第1极性期间 C_{41} 的长度。在第3周期 C_5 中,设置有处于第1极性状态的第1极性期间 C_{51} 和处于第2极性状态的第2极性期间 C_{52} 。第2极性期间 C_{52} 的长度小于第1极性期间 C_{51} 的长度。

[0185] 第1极性期间 C_{31} 的长度大于第1极性期间 C_{51} 的长度。第1极性期间 C_{41} 的长度大于第1极性期间 C_{31} 的长度。第2极性期间 C_{32} 的长度、第2极性期间 C_{42} 的长度和第2极性期间 C_{52} 的长度彼此相同。第1极性期间 C_{31} 、 C_{41} 、 C_{51} 的长度例如在5.0ms (毫秒) 以上、20ms (毫秒) 以下。第2极性期间 C_{32} 、 C_{42} 、 C_{52} 的长度小于0.5ms (毫秒)。

[0186] 即,作为驱动参数,图12B所示的偏置驱动与图12A的偏置驱动同样具有周期数、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。

[0187] 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,供给至放电灯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 $-I_{m2}$ 的绝对值大于 I_{m1} 和 $-I_{m1}$ 的绝对值。在图13所示的跳跃驱动中,周期 C_6 的长度是恒定的。图13所示的交流电流的占空比是0.5 (50%)。

[0188] 在周期 C_6 中,设置有处于第1极性状态的第1极性期间 C_{61} 和处于第2极性状态的第2极性期间 C_{62} 。第1极性期间 C_{61} 的长度和第2极性期间 C_{62} 的长度彼此相同。第1极性期间 C_{61} 包括低电流期间 C_{61a} 和高电流期间 C_{61b} 。低电流期间 C_{61a} 是驱动电流 I 成为电流值 I_{m1} 的期间。高电流期间 C_{61b} 是驱动电流 I 成为电流值 I_{m2} 的期间。高电流期间 C_{61b} 的长度小于低电流期间 C_{61a} 的长度。

[0189] 第2极性期间 C_{62} 包括低电流期间 C_{62a} 和高电流期间 C_{62b} 。低电流期间 C_{62a} 是驱动电流 I 成为电流值 $-I_{m1}$ 的期间。高电流期间 C_{62b} 是驱动电流 I 成为电流值 $-I_{m2}$ 的期间。高电流期间 C_{62b} 的长度小于低电流期间 C_{62a} 的长度。低电流期间 C_{61a} 的长度和低电流期间 C_{62a} 的长度彼此相同。高电流期间 C_{61b} 的长度和高电流期间 C_{62b} 的长度彼此相同。

[0190] 即,作为驱动参数,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或高电流期间C61b的比率、第2极性期间C62中的低电流期间C62a或高电流期间C62b的比率、电流值 I_{m2} 和 $-I_{m2}$ 的绝对值相对于电流值 I_{m1} 和 $-I_{m1}$ 的绝对值的比率等。

[0191] 另外,在上述说明中,作为交流驱动的一例,对图12A、图12B和图13所示的驱动进行了说明,但不限于此。例如,也可以将图12A、图12B和图13所示的驱动视为直流驱动的一例。该情况下,通过适当改变直流驱动的极性和直流驱动的执行时间的长度,产生各图所示的驱动电流波形。

[0192] 此外,在上述实施方式中,对将本发明应用于透射型投影仪的示例进行了说明,但是本发明也可以应用于反射型投影仪。这里,“透射型”是指包括液晶面板等的液晶光阀透射光的类型。“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,例如也可以是使用微镜的光调制装置。

[0193] 此外,在上述实施方式中,举出了使用三个液晶面板560R、560G、560B(液晶光阀330R、330G、330B)的投影仪500的示例,但是本发明也可以应用于仅使用一个液晶面板的投影仪、使用4个以上的液晶面板的投影仪。

[0194] 此外,上述说明的各结构可以在不相互矛盾的范围内适当组合。

[0195] 通过比较实施例和比较例1、2,对本发明的有用性进行了确认。在实施例中,多个驱动模式DW基于具有图9所示的驱动电流波形的驱动模式DW。此外,将多个驱动模式DW中的交流驱动和直流驱动的各驱动参数设为第1频率 $f1$ 和第2频率 $f2$ 、交流驱动的执行时间的长度 $ta1$ 、 $ta2$ 和直流驱动的执行时间的长度 $td1$ 、 $td2$ 这三种。此外,作为每种驱动参数的数值,从200Hz、300Hz、400Hz中选择第1频率 $f1$ 和第2频率 $f2$,从0.1ms(毫秒)、0.2ms(毫秒)、0.5ms(毫秒)中选择交流驱动的执行时间的长度 $ta1$ 、 $ta2$,从10ms(毫秒)、20ms(毫秒)、30ms(毫秒)中选择直流驱动的执行时间长度 $td1$ 、 $td2$ 。然后,关于多个驱动模式DW的数量,准备了通过分别组合上述三种驱动参数及其各数值而得到的全部27个模式。

[0196] 在实施例中,使用上述实施方式的机器学习,适当选择并执行了27个模式的驱动模式DW。在比较例1中,从27个模式的驱动模式DW中,以5V为单位,针对灯电压 V_{1a} 各预先设定并执行一个优选的驱动模式DW。在比较例2中,从27个模式的驱动模式DW中,以5V为单位,针对灯电压 V_{1a} 各预先设定两个优选的驱动模式DW,从两个驱动模式DW中适当选择并执行一个驱动模式DW。

[0197] 放电灯是额定功率为200W的高压汞灯。设供给至放电灯的驱动电力 W_d 为200W。实施例和比较例1、2都交替地反复进行2h(小时)的点亮和15min(分钟)的熄灭,累计点亮时间每经过500h(小时),进行放电灯的照度的测量。根据测量出的照度,计算出照度维持率,在计算出的照度维持率小于50%的情况下,得到进行上次测量时的累计点亮时间作为寿命值。照度维持率是当前的放电灯的照度与第一次点亮时的放电灯照度的比率。

[0198] 实施例和比较例1、2都对10个放电灯进行上述测量和计算,比较分别得到的寿命的平均值。其结果,在比较例1、2中,寿命为5000h(小时),与此相对,在实施例中,寿命为10000h(小时)。因此,已确认,通过进行机器学习,能够有效地延长放电灯的寿命。根据以上

内容,可以确认本发明的有用性。

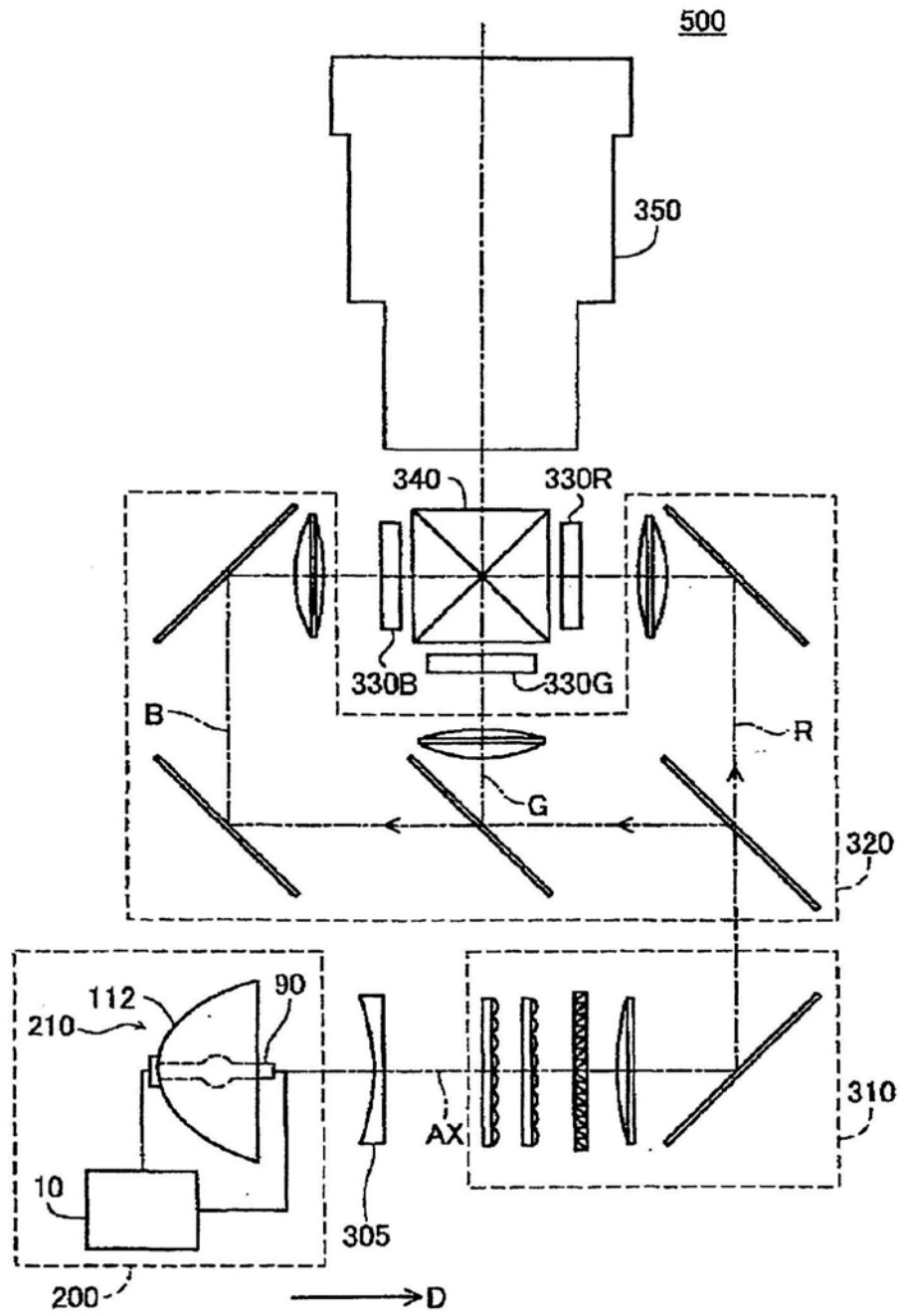


图1

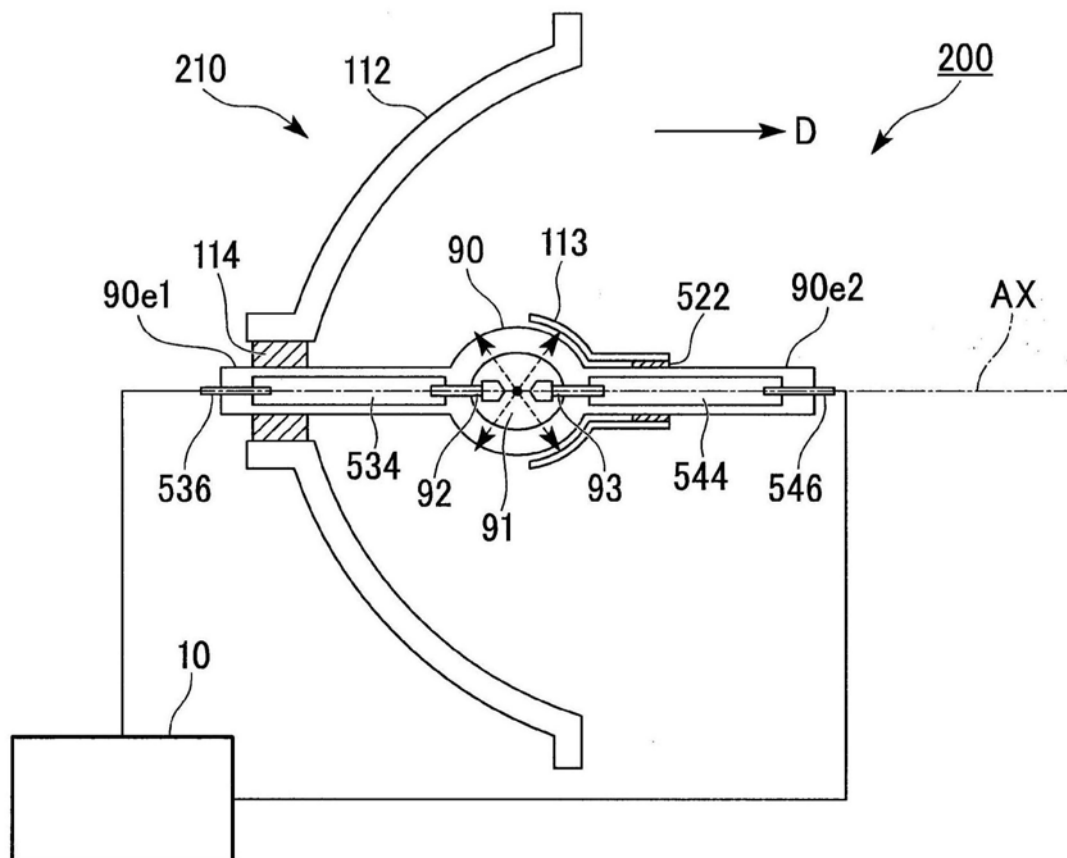


图2

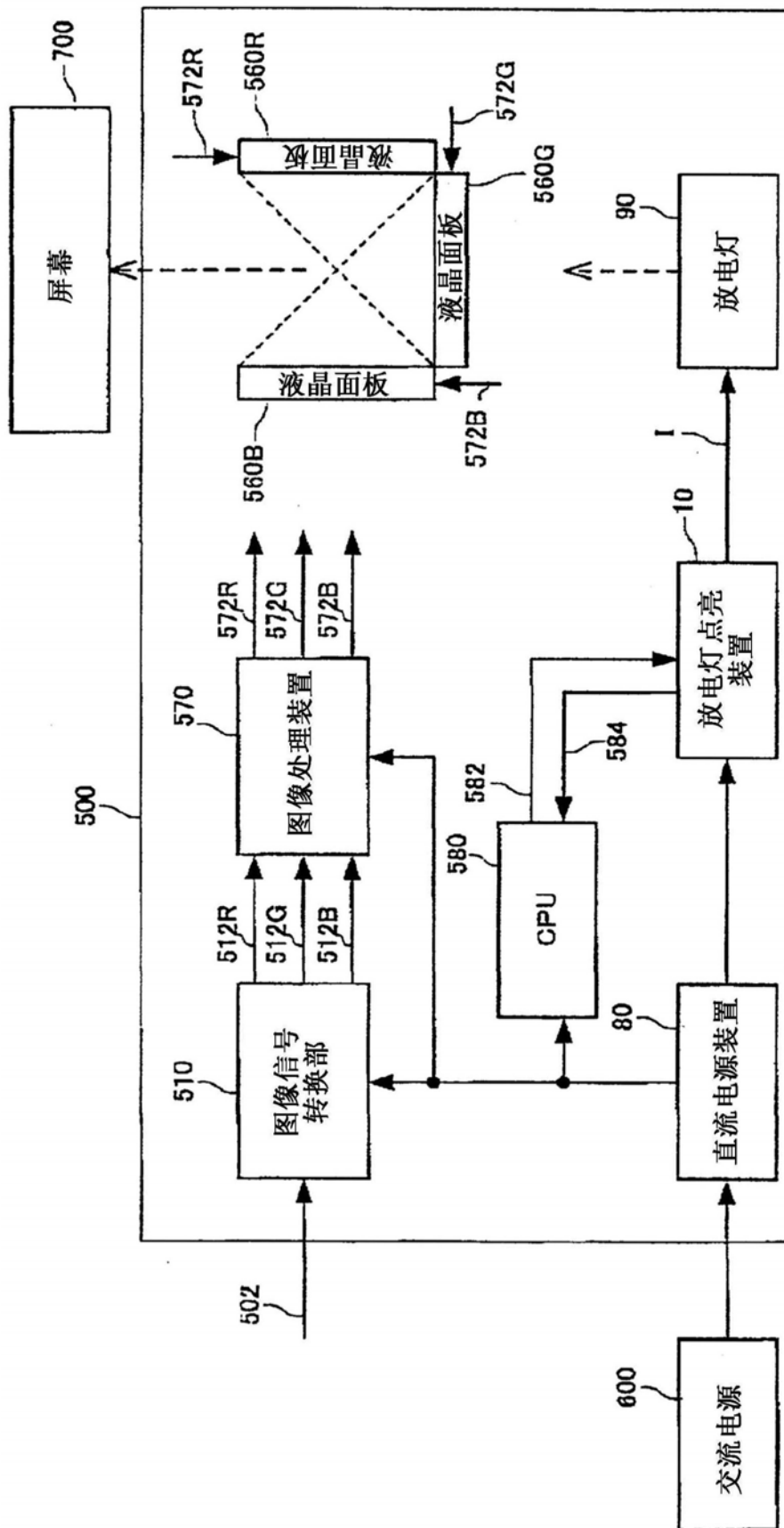


图3

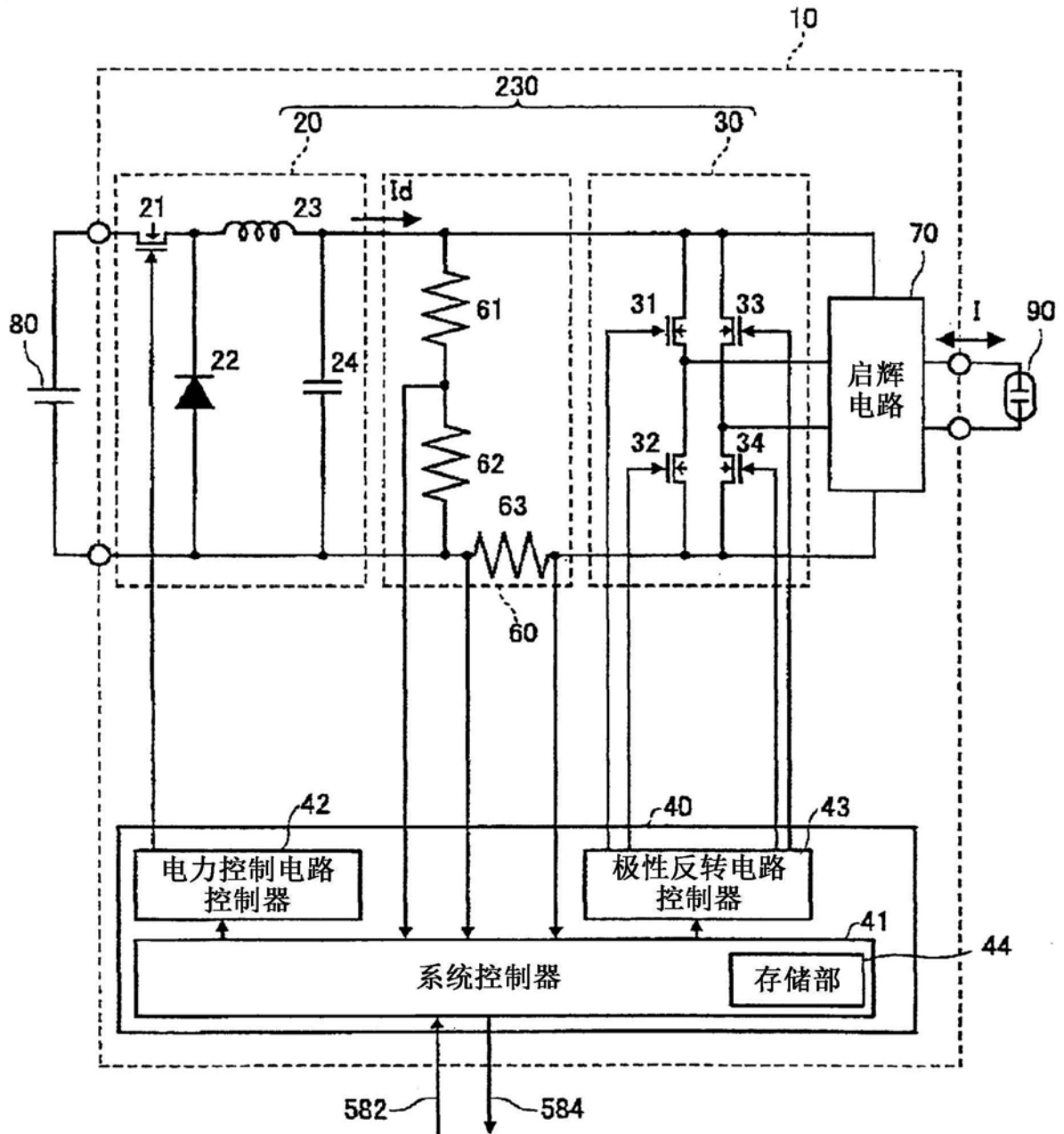


图4

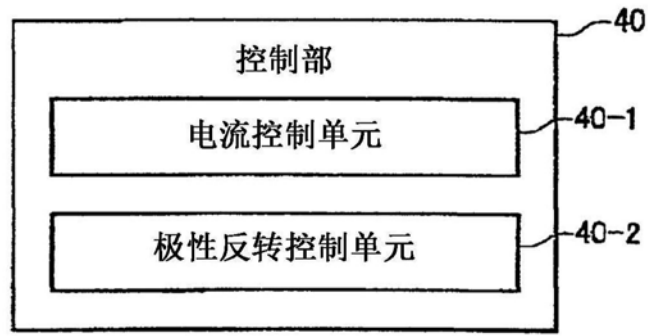


图5

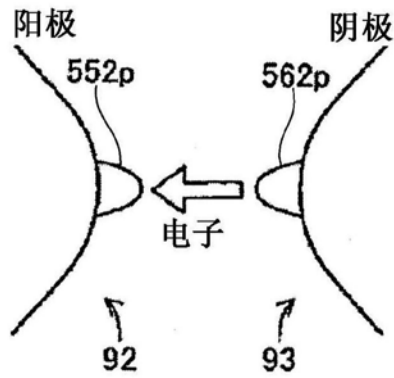


图6A

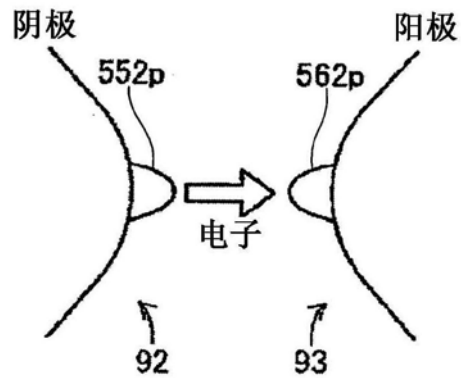


图6B

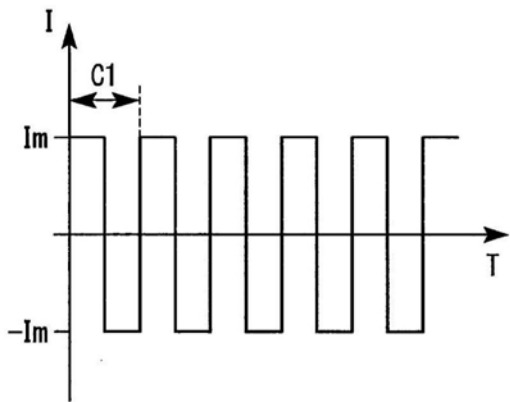


图7

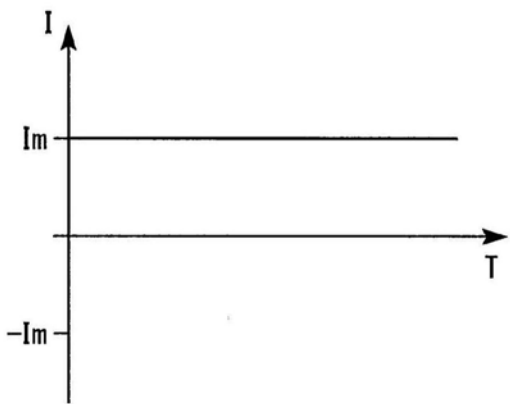


图8A

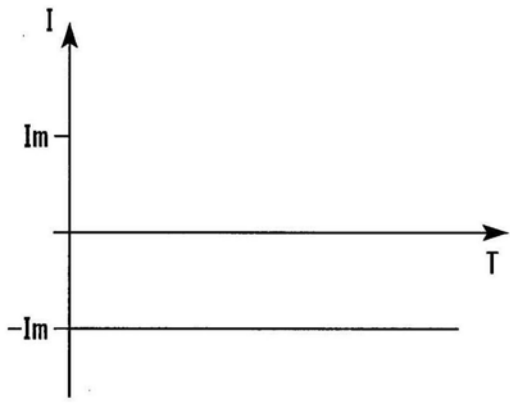


图8B

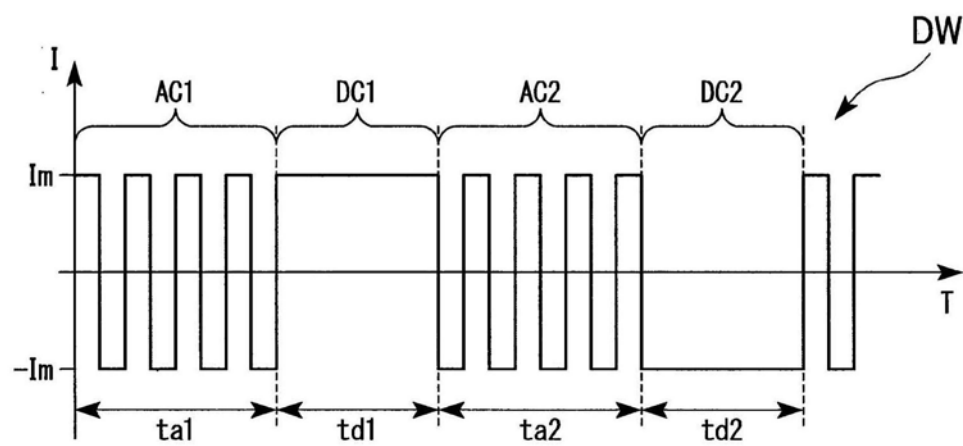


图9

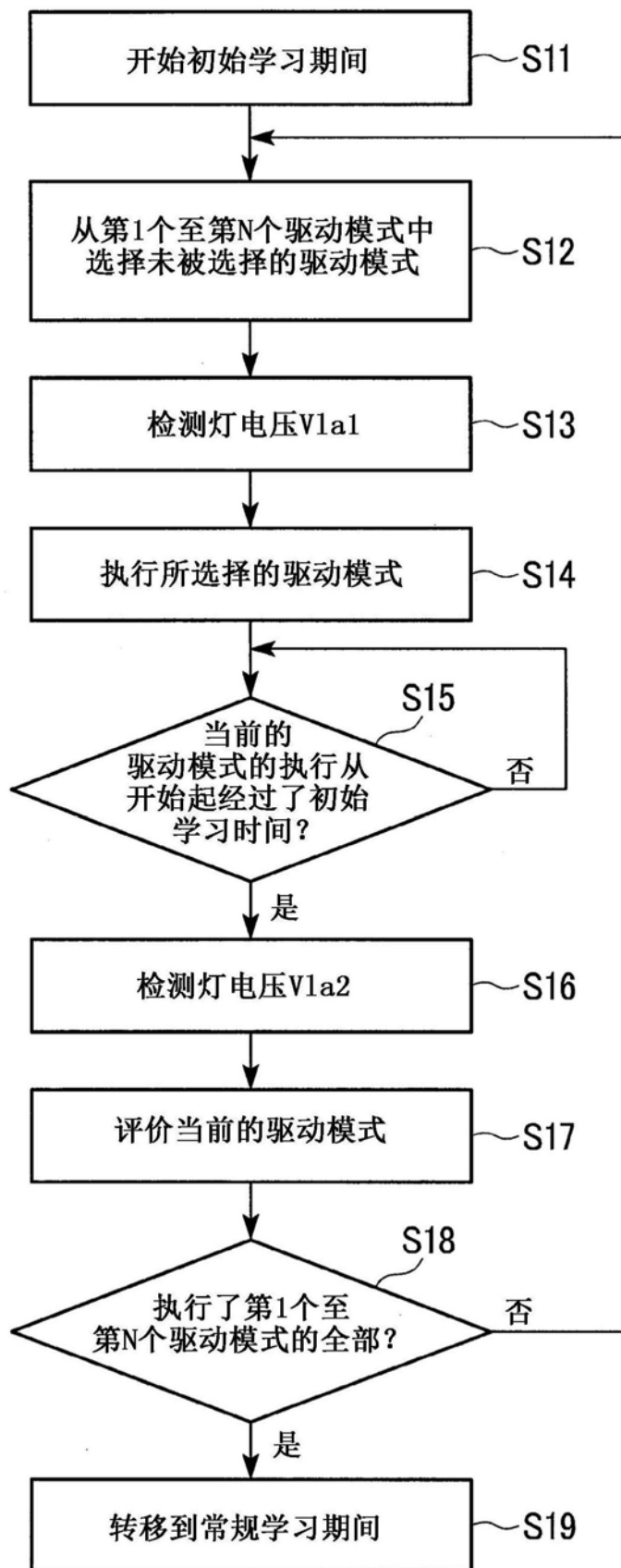


图10

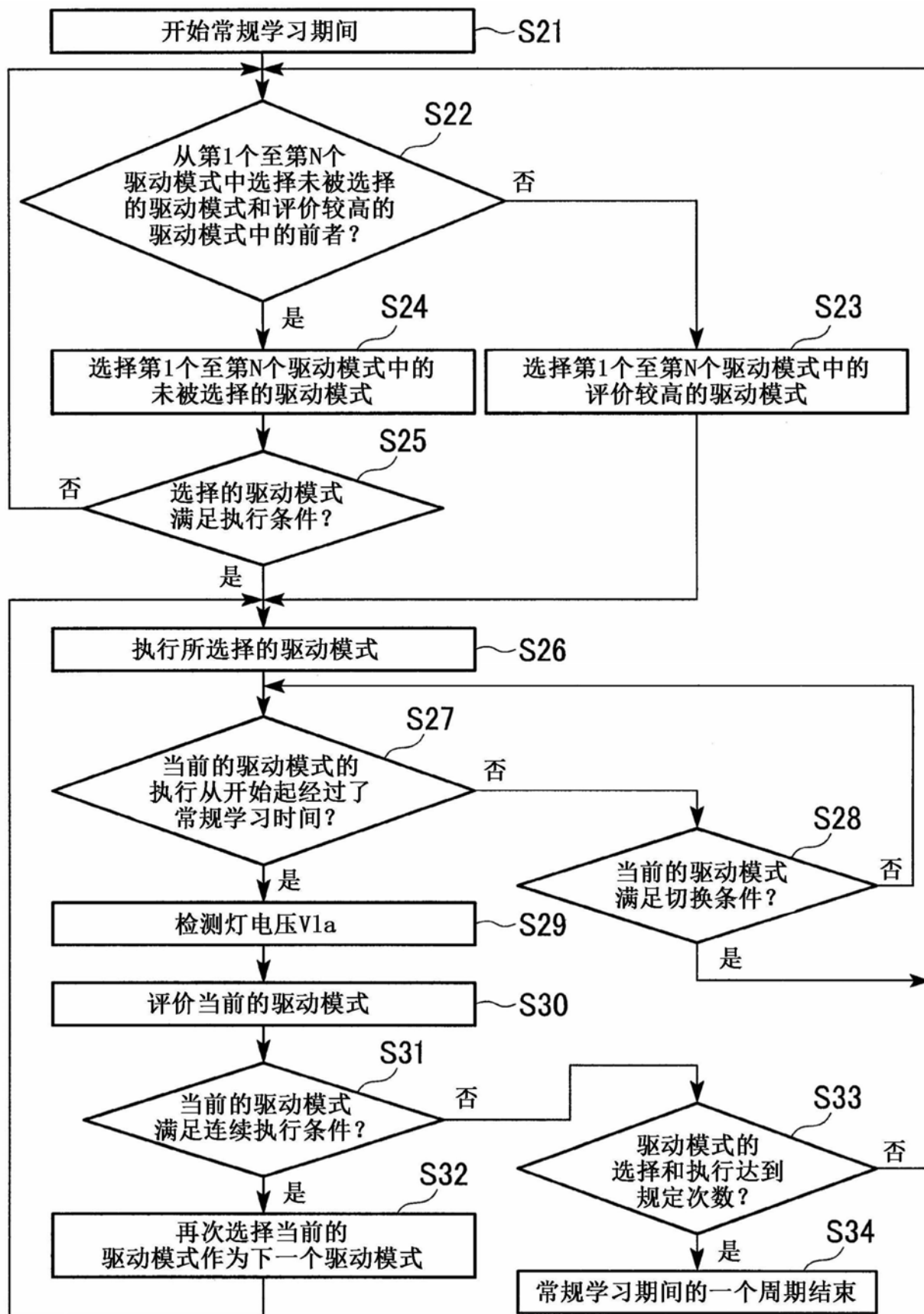


图11

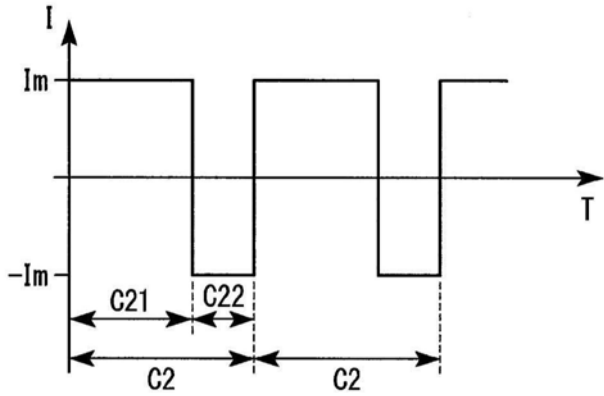


图12A

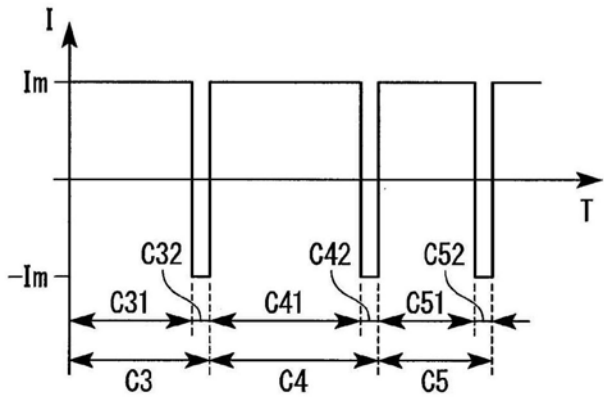


图12B

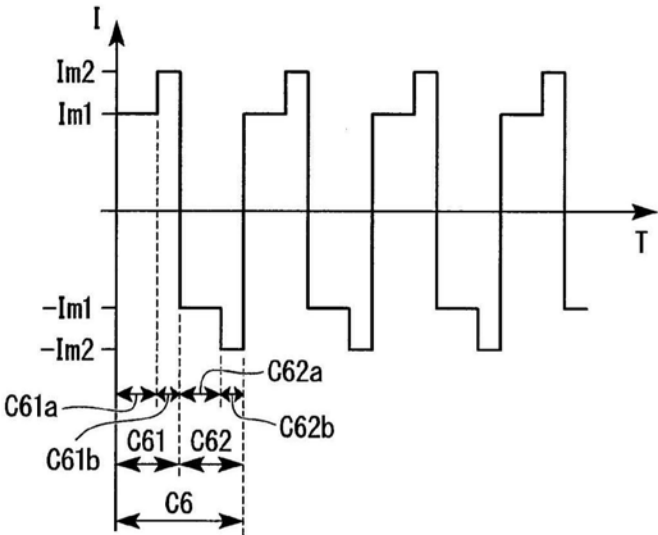


图13