



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105960083 B

(45)授权公告日 2018.08.03

(21)申请号 201610115539.0

(22)申请日 2016.03.01

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105960083 A

(43)申请公布日 2016.09.21

(30)优先权数据

2015-045580 2015.03.09 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

(74)专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 刘静 段承恩

(51)Int.Cl.

H05B 41/36(2006.01)

G03B 21/20(2006.01)

(56)对比文件

CN 101959357 A, 2011.01.26,

CN 103037605 A, 2013.04.10,

US 2012256555 A1, 2012.10.11,

审查员 王文旭

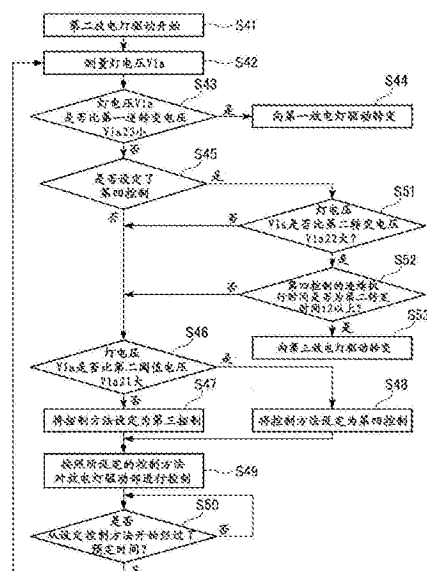
权利要求书3页 说明书22页 附图13页

(54)发明名称

放电灯驱动装置、光源装置、投影机以及放电灯驱动方法

(57)摘要

本发明提供能提高放电灯的寿命的放电灯驱动装置、光源装置、投影机以及放电灯驱动方法。放电灯驱动装置的控制部执行：第一放电灯驱动，执行在电极间电压为第一阈值电压以下时执行的第一控制和在电极间电压比第一阈值电压大时执行的第二控制；和第二放电灯驱动，执行在电极间电压为比第一阈值电压大的第二阈值电压以下时执行的第三控制和在电极间电压比第二阈值电压大时执行的第四控制，第二控制的直流电流的比例比第一控制的直流电流的比例大，第四控制的直流电流的比例比第三控制的直流电流的比例大且比第二控制的直流电流的比例大，控制部在电极间电压比小于第二阈值电压的第一逆转变电压小的情况下，从第二放电灯驱动转变到第一放电灯驱动。



1. 一种放电灯驱动装置,其特征在于,具备:

放电灯驱动部,其向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

电压检测部,其检测所述放电灯的电极间电压,

所述控制部执行:

第一放电灯驱动,其执行向所述放电灯供给包含直流电流和交流电流的所述驱动电流的第一控制以及第二控制;和

第二放电灯驱动,其执行向所述放电灯供给包含直流电流和交流电流的所述驱动电流的第三控制以及第四控制,

所述控制部在所述第一放电灯驱动中,在预定的设定定时所述电极间电压为第一阈值电压以下的情况下,执行所述第一控制,在所述预定的设定定时所述电极间电压比所述第一阈值电压大的情况下,执行所述第二控制,

所述控制部在所述第二放电灯驱动中,在预定的设定定时所述电极间电压为比所述第一阈值电压大的第二阈值电压以下的情况下,执行所述第三控制,在所述预定的设定定时所述电极间电压比所述第二阈值电压大的情况下,执行所述第四控制,

所述第二控制中的所述直流电流的比例,比所述第一控制中的所述直流电流的比例大,

所述第四控制中的所述直流电流的比例,比所述第三控制中的所述直流电流的比例大且比所述第二控制中的所述直流电流的比例大,

所述控制部在所述第二放电灯驱动中,在所述电极间电压比小于所述第二阈值电压的第一逆转变电压小的情况下,从所述第二放电灯驱动转变到所述第一放电灯驱动。

2. 根据权利要求1所述的放电灯驱动装置,其中,

所述第二控制中的供给所述直流电流的直流期间的合计长度,比所述第一控制中的供给所述直流电流的直流期间的合计长度大,

所述第四控制中的供给所述直流电流的直流期间的合计长度,比所述第三控制中的供给所述直流电流的直流期间的合计长度大、且比所述第二控制中的供给所述直流电流的直流期间的合计长度大。

3. 根据权利要求1或2所述的放电灯驱动装置,其中,

所述第一逆转变电压比所述第一阈值电压小。

4. 根据权利要求1或2所述的放电灯驱动装置,其中,

所述第三控制中的所述直流电流的比例与所述第一控制中的所述直流电流的比例大致相等。

5. 根据权利要求1或2所述的放电灯驱动装置,其中,

所述控制部在所述第一放电灯驱动的所述第二控制中,在所述电极间电压比所述第一阈值电压以上的第一转变电压大且所述第二控制的连续执行时间为第一转变时间以上的情况下,从所述第一放电灯驱动转变到所述第二放电灯驱动。

6. 根据权利要求5所述的放电灯驱动装置,其中,

所述第一转变电压比所述第一阈值电压大。

7. 根据权利要求5所述的放电灯驱动装置,其中,

所述第一转变电压比所述第二阈值电压小。

8. 根据权利要求6所述的放电灯驱动装置, 其中,
所述第一转变电压比所述第二阈值电压小。

9. 根据权利要求1或2所述的放电灯驱动装置, 其中,

所述控制部执行第三放电灯驱动, 该第三放电灯驱动是执行向所述放电灯供给包含直流电流和交流电流的所述驱动电流的第五控制以及第六控制的放电灯驱动,

所述控制部在所述第三放电灯驱动中, 在预定的设定定时所述电极间电压为比所述第二阈值电压大的第三阈值电压以下的情况下, 执行所述第五控制, 在所述预定的设定定时所述电极间电压比所述第三阈值电压大的情况下, 执行所述第六控制,

所述第六控制中的所述直流电流的比例, 比所述第五控制中的所述直流电流的比例大且比所述第四控制中的所述直流电流的比例大,

所述控制部在所述第二放电灯驱动的所述第四控制中, 在所述电极间电压比所述第三阈值电压以上的第二转变电压大且所述第四控制的连续执行时间为第二转变时间以上的情况下, 从所述第二放电灯驱动转变到所述第三放电灯驱动。

10. 根据权利要求9所述的放电灯驱动装置, 其中,

所述第六控制中的供给所述直流电流的直流期间的合计长度, 比所述第五控制中的供给所述直流电流的直流期间的合计长度大、且比所述第四控制中的供给所述直流电流的直流期间的合计长度大。

11. 根据权利要求9所述的放电灯驱动装置, 其中,

所述控制部在所述第三放电灯驱动中, 在所述电极间电压比小于所述第三阈值电压的第二逆转变电压小且为所述第一逆转变电压以上的情况下, 从所述第三放电灯驱动转变到所述第二放电灯驱动,

所述控制部在所述第三放电灯驱动中, 在所述电极间电压比所述第一逆转变电压小的情况下, 从所述第三放电灯驱动转变到所述第一放电灯驱动。

12. 根据权利要求10所述的放电灯驱动装置, 其中,

所述控制部在所述第三放电灯驱动中, 在所述电极间电压比小于所述第三阈值电压的第二逆转变电压小且为所述第一逆转变电压以上的情况下, 从所述第三放电灯驱动转变到所述第二放电灯驱动,

所述控制部在所述第三放电灯驱动中, 在所述电极间电压比所述第一逆转变电压小的情况下, 从所述第三放电灯驱动转变到所述第一放电灯驱动。

13. 一种光源装置, 其特征在于, 具备:

射出光的放电灯; 和

权利要求1至12中任意一项所述的放电灯驱动装置。

14. 一种投影机, 其特征在于, 具备:

权利要求13所述的光源装置;

光调制元件, 其根据影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, 其将由所述光调制元件调制后的光进行投影。

15. 一种放电灯驱动方法, 是向放电灯供给驱动电流来驱动所述放电灯的放电灯驱动方法, 其特征在于, 包括:

执行第一放电灯驱动,该第一放电灯驱动是执行向所述放电灯供给包含直流电流和交流电流的所述驱动电流的第一控制以及第二控制的放电灯驱动;以及

执行第二放电灯驱动,该第二放电灯驱动是执行向所述放电灯供给包含直流电流和交流电流的所述驱动电流的第三控制以及第四控制的放电灯驱动,

在所述第一放电灯驱动中,在预定的设定定时所述放电灯的电极间电压为第一阈值电压以下的情况下,执行所述第一控制,在所述预定的设定定时所述电极间电压比所述第一阈值电压大的情况下,执行所述第二控制,

在所述第二放电灯驱动中,在预定的设定定时所述电极间电压为比所述第一阈值电压大的第二阈值电压以下的情况下,执行所述第三控制,在所述预定的设定定时所述电极间电压比所述第二阈值电压大的情况下,执行所述第四控制,

所述第二控制中的所述直流电流的比例,比所述第一控制中的所述直流电流的比例大,

所述第四控制中的所述直流电流的比例,比所述第三控制中的所述直流电流的比例大且比所述第二控制中的所述直流电流的比例大,

在所述第二放电灯驱动中,在所述电极间电压比小于所述第二阈值电压的第一逆转变电压小的情况下,从所述第二放电灯驱动转变到所述第一放电灯驱动。

放电灯驱动装置、光源装置、投影机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、投影机以及放电灯驱动方法。

背景技术

[0002] 例如,在专利文献1中记载了将具有恒定点亮频率的交流电流和具有比恒定点亮频率低的频率的交流电流供给至放电灯而使突起形成于放电灯的电极前端的放电灯点亮装置。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2006-59790号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的问题

[0007] 然而,放电灯的电极前端的突起,随着劣化而难以形成。因此,在上述那样的放电灯的驱动方法中,在放电灯劣化了的情况下,难以维持稳定的电极形状。由此,有可能会无法充分地提高放电灯的寿命。

[0008] 本发明的一个方式鉴于上述问题点而提出,目的之一在于提供能够提高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机。另外,本发明的一个方式的目的之一在于提供能够提高放电灯的寿命的放电灯驱动方法。

[0009] 用于解决问题的技术方案

[0010] 本发明的放电灯驱动装置的一个方式的特征在于,具备:放电灯驱动部,其向放电灯供给驱动电流;控制部,其控制所述放电灯驱动部;以及电压检测部,其检测所述放电灯的电极间电压,所述控制部执行:第一放电灯驱动,其执行向所述放电灯供给包含直流电流和交流电流的所述驱动电流的第一控制以及第二控制;和第二放电灯驱动,其执行向所述放电灯供给包含直流电流和交流电流的所述驱动电流的第三控制以及第四控制,所述控制部在所述第一放电灯驱动中,在预定的设定定时所述电极间电压为第一阈值电压以下的情况下,执行所述第一控制,在所述预定的设定定时所述电极间电压比所述第一阈值电压大的情况下,执行所述第二控制,所述控制部在所述第二放电灯驱动中,在预定的设定定时所述电极间电压为比所述第一阈值电压大的第二阈值电压以下的情况下,执行所述第三控制,在所述预定的设定定时所述电极间电压比所述第二阈值电压大的情况下,执行所述第四控制,所述第二控制中的所述直流电流的比例,比所述第一控制中的所述直流电流的比例大,所述第四控制中的所述直流电流的比例,比所述第三控制中的所述直流电流的比例大且比所述第二控制中的所述直流电流的比例大,所述控制部在所述第二放电灯驱动中,在所述电极间电压比小于所述第二阈值电压的第一逆转变电压小的情况下,从所述第二放电灯驱动转变到所述第一放电灯驱动。

[0011] 根据本发明的放电灯驱动装置的一个方式,在第一放电灯驱动中,根据电极间电压适当执行第一控制和第二控制。第二控制中的直流电流的比例比第一控制中的直流电流的比例大。因此,在通过第一控制使得放电灯的电极前端的突起损耗而电极间电压比第一阈值电压大了的情况下,通过切换为与第一控制相比直流电流的比例大的第二控制,能够使突起生长。

[0012] 在此,例如,在切换为第二控制之后,若利用第二控制继续控制放电灯驱动部,则电极熔融,结果是形成突起,形成突起的电极主体损耗,无法维持稳定的电极形状。

[0013] 与此相对,根据本发明的放电灯驱动装置的一个方式,在切换为第二控制之后,突起生长而电极间电压成为第一阈值电压以下的情况下,放电灯驱动部的控制方法再次切换为第一控制。由此,能够抑制电极主体的损耗。另外,能够将电极间电压维持在以第一阈值电压为中心的一定范围内。

[0014] 如以上那样,根据本发明的放电灯驱动装置的一个方式,通过适当切换第一控制和第二控制,能够将电极间电压维持在一定范围,并且能够维持稳定的电极形状。其结果是,能够提高放电灯的寿命。

[0015] 另外,例如,在第二放电灯驱动中,有时电极的突起生长而细细地延长。该情况下,若将热负荷强的驱动电流供给至放电灯,则有时突起急剧地损耗而无法充分地提高放电灯的寿命。

[0016] 与此相对,根据本发明的放电灯驱动装置的一个方式,控制部在第二放电灯驱动中,在电极间电压比小于第二阈值电压的第一逆转变电压小的情况下,将放电灯的驱动从第二放电灯驱动转变到第一放电灯驱动。第一放电灯驱动的第二控制中的直流电流的比例比第二放电灯驱动的第四控制中的直流电流的比例小。即,在第二放电灯驱动中,在电极生长而电极间电压下降了的情况下,将放电灯的驱动转变到施加于电极的热负荷比第二放电灯驱动小的第一放电灯驱动。因此,能够抑制在第二放电灯驱动中生长出的突起急剧地损耗,结果是能够进一步提高放电灯的寿命。

[0017] 也可以设为所述第一逆转变电压比所述第一阈值电压小的构成。

[0018] 根据上述构成,能够更适当地设定从第二放电灯驱动向第一放电灯驱动转变的定时。

[0019] 也可以设为所述第三控制中的所述直流电流的比例与所述第一控制中的所述直流电流的比例大致相等的构成。

[0020] 根据上述构成,能够使第三控制的热负荷与第四控制的热负荷之差比第一控制的热负荷与第二控制的热负荷之差大。因此,在第二放电灯驱动的第四控制中,更容易地使电极的突起生长。

[0021] 也可以设为如下构成:所述控制部在所述第一放电灯驱动的所述第二控制中,在所述电极间电压比所述第一阈值电压以上的第一转变电压大且所述第二控制的连续执行时间为第一转变时间以上的情况下,从所述第一放电灯驱动转变到所述第二放电灯驱动。

[0022] 例如,在长时间仅执行第一放电灯驱动的情况下,有时放电灯的电极间电压不下降。根据该上述构成,在第一放电灯驱动中放电灯的电极间电压不下降的情况下,能够将放电灯的驱动转变到第二放电灯驱动。由此,能够进一步提高放电灯的寿命。

[0023] 也可以设为所述第一转变电压比所述第一阈值电压大的构成。

[0024] 根据上述构成,能够适当地将放电灯的驱动从第一放电灯驱动转变到第二放电灯驱动。

[0025] 也可以设为所述第一转变电压比所述第二阈值电压小的构成。

[0026] 根据上述构成,能够在放电灯过度劣化之前,将放电灯的驱动从第一放电灯驱动转变到第二放电灯驱动。

[0027] 也可以设为如下构成:所述控制部执行第三放电灯驱动,该第三放电灯驱动是执行向所述放电灯供给包含直流电流和交流电流的所述驱动电流的第五控制以及第六控制的放电灯驱动,所述控制部在所述第三放电灯驱动中,在预定的设定定时所述电极间电压为比所述第二阈值电压大的第三阈值电压以下的情况下,执行所述第五控制,在所述预定的设定定时所述电极间电压比所述第三阈值电压大的情况下,执行所述第六控制,所述第六控制中的所述直流电流的比例,比所述第五控制中的所述直流电流的比例大且比所述第四控制中的所述直流电流的比例大,所述控制部在所述第二放电灯驱动的所述第四控制中,在所述电极间电压比所述第三阈值电压以上的第二转变电压大且所述第四控制的连续执行时间为第二转变时间以上的情况下,从所述第二放电灯驱动转变到所述第三放电灯驱动。

[0028] 根据上述构成,能够进一步提高放电灯的寿命。

[0029] 也可以设为如下构成:所述控制部在所述第三放电灯驱动中,在所述电极间电压比小于所述第三阈值电压的第二逆转变电压小且为所述第一逆转变电压以上的情况下,将所述放电灯的驱动从所述第三放电灯驱动转变到所述第二放电灯驱动,在所述第三放电灯驱动中,在所述电极间电压比所述第一逆转变电压小的情况下,将所述放电灯的驱动从所述第三放电灯驱动转变到所述第一放电灯驱动。

[0030] 根据上述构成,能够更适当地执行放电灯驱动,能够进一步提高放电灯的寿命。

[0031] 本发明的光源装置的一个方式的特征在于,具备射出光的所述放电灯和上述的放电灯驱动装置。

[0032] 根据本发明的光源装置的一个方式,具备上述放电灯驱动装置,因此能够提高放电灯的寿命。

[0033] 本发明的投影机的一个方式的特征在于,具备:上述的光源装置;光调制元件,其根据影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,其将由所述光调制元件调制后的光进行投影。

[0034] 根据本发明的投影机的一个方式,具备上述的光源装置,因此能够提高放电灯的寿命。

[0035] 本发明的放电灯驱动方法的一个方式,是向放电灯供给驱动电流来驱动所述放电灯的放电灯驱动方法,其特征在于,包括:执行第一放电灯驱动,该第一放电灯驱动是执行向所述放电灯供给包含直流电流和交流电流的所述驱动电流的第一控制以及第二控制的放电灯驱动;和执行第二放电灯驱动,该第二放电灯驱动是执行向所述放电灯供给包含直流电流和交流电流的所述驱动电流的第三控制以及第四控制的放电灯驱动,在所述第一放电灯驱动中,在预定的设定定时所述电极间电压为第一阈值电压以下的情况下,执行所述第一控制,在所述预定的设定定时所述电极间电压比所述第一阈值电压大的情况下,执行所述第二控制,在所述第二放电灯驱动中,在预定的设定定时所述电极间电压为比所述第

一阈值电压大的第二阈值电压以下的情况下,执行所述第三控制,在所述预定的设定定时所述电极间电压比所述第二阈值电压大的情况下,执行所述第四控制,所述第二控制中的所述直流电流的比例,比所述第一控制中的所述直流电流的比例大,所述第四控制中的所述直流电流的比例,比所述第三控制中的所述直流电流的比例大且比所述第二控制中的所述直流电流的比例大,在所述第二放电灯驱动中,在所述电极间电压比小于所述第二阈值电压的第一逆转变电压小的情况下,从所述第二放电灯驱动转变到所述第一放电灯驱动。

[0036] 根据本发明的放电灯驱动方法的一个方式,与上述同样,能够提高放电灯的寿命。

附图说明

[0037] 图1是本实施方式的投影机的概略构成图。

[0038] 图2是本实施方式的放电灯的截面图。

[0039] 图3是示出本实施方式的投影机的各种构成要素的框图。

[0040] 图4是本实施方式的放电灯点亮装置的电路图。

[0041] 图5是示出本实施方式的控制部的一个构成例的框图。

[0042] 图6是示出放电灯的电极前端的突起的样态的图。

[0043] 图7是示出本实施方式的基于控制部的放电灯驱动的转变次序的一例的流程图。

[0044] 图8是示出本实施方式的第一放电灯驱动中的控制部的控制次序的一例的流程图。

[0045] 图9是示出本实施方式的第二放电灯驱动中的控制部的控制次序的一例的流程图。

[0046] 图10是示出本实施方式的驱动电流波形的一例的图。

[0047] 图11是示出本实施方式的驱动电流波形的一例的图。

[0048] 图12是示出本实施方式的使放电灯点亮时的放电灯驱动的选择方法的一例的流程图。

[0049] 图13是示出放电灯的电极的变化的图。

[0050] 图14是示出放电灯的电极的变化的图。

[0051] 附图标记说明

[0052] 10…放电灯点亮装置(放电灯驱动装置);40…控制部;90…放电灯;200…光源装置;230…放电灯驱动部;330R、330G、330B…液晶光阀(光调制元件);350…投影光学系统;500…投影机;I…驱动电流;t1…第一转变时间;t2…第二转变时间;V1a…灯电压(电极间电压);V1a11…第一阈值电压;V1a12…第一转变电压;V1a21…第二阈值电压;V1a22…第二转变电压;V1a23…第一逆转变电压;V1a31…第三阈值电压;V1a33…第二逆转变电压。

具体实施方式

[0053] 以下,参照附图对本发明的实施方式涉及的投影机进行说明。

[0054] 此外,本发明的范围不局限于以下的实施方式,可以在本发明的技术思想的范围内任意地变更。另外,在以下的附图中,为了易于理解各构成,存在各结构中的比例尺和/或数量等与实际的结构不同的情况。

[0055] 如图1所示,本实施方式的投影机500具备光源装置200、平行化透镜305、照明光学

系统310、分色光学系统320、3个液晶光阀(光调制元件)330R、330G、330B、十字分色棱镜340以及投影光学系统350。

[0056] 从光源装置200射出的光,通过平行化透镜305而入射至照明光学系统310。平行化透镜305将来自光源装置200的光平行化。

[0057] 照明光学系统310将从光源装置200射出的光的照度调整成在液晶光阀330R、330G、330B上是均匀化的。进而,照明光学系统310使从光源装置200射出的光的偏振方向一致为一个方向。其理由是为了有效地在液晶光阀330R、330G、330B利用从光源装置200射出的光。

[0058] 调整了照度分布和偏振方向的光,入射至分色光学系统320。分色光学系统320将入射光分离为红色光(R)、绿色光(G)、蓝色光(B)这3种颜色的光。3种颜色的光分别通过与各色光对应的液晶光阀330R、330G、330B根据影像信号被进行调制。液晶光阀330R、330G、330B具有下述的液晶面板560R、560G、560B和偏振板(未图示)。偏振板配置在液晶面板560R、560G、560B各自的光入射侧和光射出侧。

[0059] 经调制的3种颜色的光通过十字分色棱镜340被合成。合成光入射至投影光学系统350。投影光学系统350将入射光投影至屏幕700(参照图3)。由此,在屏幕700上显示影像。此外,平行化透镜305、照明光学系统310、分色光学系统320、十字分色棱镜340、投影光学系统350各自的构成,可以采用公知的构成。

[0060] 图2是示出光源装置200的构成的截面图。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。图2中示出光源单元210的截面图。光源单元210具备主反射镜112、放电灯90以及副反射镜50。

[0061] 放电灯点亮装置10向放电灯90供给驱动电流I而使放电灯90点亮。主反射镜112将从放电灯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。

[0062] 放电灯90的形状是沿着照射方向D延伸的棒状。设放电灯90的一个端部为第一端部90e1,设放电灯90的另一个端部为第二端部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的中央部鼓出为球状,其内部是放电空间91。在放电空间91中封入有包含稀有气体、金属卤素化合物等的作为放电介质的气体。

[0063] 在放电空间91中,第一电极92以及第二电极93的前端突出。第一电极92配置在放电空间91的第一端部90e1侧。第二电极93配置在放电空间91的第二端部90e2侧。第一电极92以及第二电极93的形状为沿着光轴AX延伸的棒状。在放电空间91中,第一电极92以及第二电极93的电极前端部被配置成以仅离开预定距离的方式对置。第一电极92以及第二电极93的材料例如是钨等金属。

[0064] 在放电灯90的第一端部90e1设置有第一端子536。第一端子536与第一电极92利用贯通放电灯90的内部的导电性部件534电连接。同样地,在放电灯90的第二端部90e2设置有第二端子546。第二端子546与第二电极93利用贯通放电灯90的内部的导电性部件544电连接。第一端子536以及第二端子546的材料采用例如钨等金属。作为导电性部件534、544的材料,例如利用钼箔。

[0065] 第一端子536以及第二端子546与放电灯点亮装置10连接。放电灯点亮装置10将用于驱动放电灯90的驱动电流I供给至第一端子536以及第二端子546。其结果是,在第一电极92和第二电极93之间产生电弧放电。利用电弧放电而产生的光(放电光)如虚线的箭头所

示,从放电位置朝向所有方向辐射。

[0066] 主反射镜112通过固定部件114固定于放电灯90的第一端部90e1。主反射镜112将放电光中的、朝向照射方向D的相反侧行进的光向照射方向D反射。主反射镜112的反射面(放电灯90侧的面)的形状只要在可将放电光朝向照射方向D反射的范围内,无特别的限定,例如可以是旋转椭圆形状,也可以是旋转抛物线形状。例如,在将主反射镜112的反射面的形状形成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。

[0067] 副反射镜50通过固定部件522固定于放电灯90的第二端部90e2侧。副反射镜50的反射面(放电灯90侧的面)的形状为包围放电空间91的第二端部90e2侧的部分的球面形状。副反射镜50将放电光中的、朝向配置主反射镜112侧的相反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辐射的光的利用效率。

[0068] 固定部件114、522的材料只要在可承受来自放电灯90的发热的耐热材料的范围内,无特别的限定,例如是无机粘接剂。作为固定主反射镜112和副反射镜50与放电灯90的配置的方法,不局限于在放电灯90固定主反射镜112和副反射镜50的方法,可以采用任意的的方法。例如,也可以将放电灯90和主反射镜112独立地固定于投影机500的框体(未图示)。对于副反射镜50也是同样的。

[0069] 以下,对投影机500的电路构成进行说明。

[0070] 图3是示出本实施方式的投影机500的电路构成的一例的图。投影机500除了具备图1所示的光学系统之外,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以及CPU(Central Processing Unit;中央处理单元)580。

[0071] 图像信号转换部510将从外部输入的图像信号502(亮度-色差信号和/或模拟RGB信号等)转换为预定的字长的数字RGB信号来生成图像信号512R、512G、512B,并供给至图像处理装置570。

[0072] 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将用于分别驱动液晶面板560R、560G、560B的驱动信号572R、572G、572B供给至液晶面板560R、560G、560B。

[0073] 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成一定的直流电压。直流电源装置80将直流电压供给至位于变压器(未图示,包含于直流电源装置80)的二次侧的图像信号转换部510、图像处理装置570以及位于变压器的一次侧的放电灯点亮装置10。

[0074] 放电灯点亮装置10,在起动时在放电灯90的电极间产生高电压,产生绝缘击穿而形成放电路径。之后,放电灯点亮装置10供给用于使放电灯90维持放电的驱动电流I。

[0075] 液晶面板560R、560G、560B分别被上述的液晶光阀330R、330G、330B所具备。液晶面板560R、560G、560B分别基于驱动信号572R、572G、572B对经由上述的光学系统入射至各液晶面板560R、560G、560B的色光的透射率(亮度)进行调制。

[0076] CPU580控制从投影机500的点亮开始至熄灯为止的各种工作。例如,在图3的例子中,借助通信信号582将点亮命令和/或熄灯命令输出至放电灯点亮装置10。CPU580从放电灯点亮装置10借助通信信号584接受放电灯90的点亮信息。

[0077] 以下,对放电灯点亮装置10的构成进行说明。

[0078] 图4是示出放电灯点亮装置10的电路构成的一例的图。

[0079] 如图4所示,放电灯点亮装置10具备电力控制电路20、极性反相电路30、控制部40、工作检测部60以及点亮电路70。

[0080] 电力控制电路20生成向放电灯90供给的驱动电力。在本实施方式中,电力控制电路20由降压斩波电路构成,上述降压斩波电路将来自直流电源装置80的电压作为输入并对输入电压进行降压而输出直流电流 I_d 。

[0081] 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。

[0082] 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。电流控制信号从下述的控制部40输入至开关元件21的控制端子来控制开关元件21的导通/截止。电流控制信号也可以使用例如PWM(Pulse Width Modulation;脉冲宽度调制)控制信号。

[0083] 若开关元件21导通,则电流流向线圈23,在线圈23中积蓄能量。之后,若开关元件21截止,则线圈23中积蓄的能量经由通过电容器24与二极管22的路径被释放。其结果是,产生与开关元件21导通时间的比例相应的直流电流 I_d 。

[0084] 极性反相电路30使从电力控制电路20输入的直流电流 I_d 在预定的定时极性反相。由此,极性反相电路30生成仅在被控制的时间持续的作为直流的驱动电流 I 、或者具有任意频率的作为交流的驱动电流 I ,并将其输出。在本实施方式中,极性反相电路30由桥式逆变电路(全桥电路)构成。

[0085] 极性反相电路30包含例如由晶体管等构成的第一开关元件31、第二开关元件32、第三开关元件33以及第四开关元件34。极性反相电路30具有串联连接的第一开关元件31和第二开关元件32与串联连接的第三开关元件33和第四开关元件34相互并联连接的构成。从控制部40分别向第一开关元件31、第二开关元件32、第三开关元件33以及第四开关元件34的控制端子输入极性反相控制信号。基于该极性反相控制信号来控制第一开关元件31、第二开关元件32、第三开关元件33以及第四开关元件34的导通/截止工作。

[0086] 在极性反相电路30中,反复执行使第一开关元件31和第四开关元件34、与第二开关元件32和第三开关元件33交替地导通/截止的工作。由此,从电力控制电路20输出的直流电流 I_d 的极性交替地反相。极性反相电路30从第一开关元件31与第二开关元件32的共用连接点和第三开关元件33与第四开关元件34的共用连接点生成仅在被控制的时间持续同一极性状态的作为直流的驱动电流 I 、或者具有被控制的频率的作为交流的驱动电流 I ,并将其输出。

[0087] 即,极性反相电路30按照下述方式进行控制:当第一开关元件31以及第四开关元件34导通时第二开关元件32以及第三开关元件33截止,当第一开关元件31以及第四开关元件34截止时第二开关元件32以及第三开关元件33导通。因此,当第一开关元件31以及第四开关元件34导通时,产生从电容器24的一端按第一开关元件31、放电灯90、第四开关元件34的顺序流动的驱动电流 I 。当第二开关元件32以及第三开关元件33导通时,产生从电容器24的一端按第三开关元件33、放电灯90、第二开关元件32的顺序流动的驱动电流 I 。

[0088] 在本实施方式中,电力控制电路20与极性反相电路30合在一起的部分与放电灯驱

动部230对应。即,放电灯驱动部230将驱动放电灯90的驱动电流I供给至放电灯90。

[0089] 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控制电力控制电路20以及极性反相电路30,据此来控制驱动电流I持续同一极性的保持时间、驱动电流I的电流值(驱动电力的电力值)以及频率等参数。控制部40针对极性反相电路30执行利用驱动电流I的极性反相定时来控制驱动电流I以同一极性持续的保持时间、驱动电流I的频率等的极性反相控制。控制部40针对电力控制电路20执行控制所输出的直流电流Id的电流值的电流控制。

[0090] 控制部40能够执行进行第一控制以及第二控制的第一放电灯驱动作为放电灯驱动部230的控制方法。控制部40能够执行进行第三控制以及第四控制的第二放电灯驱动作为放电灯驱动部230的控制方法。能够执行进行第五控制以及第六控制的第三放电灯驱动作为放电灯驱动部230的控制方法。能够执行进行第七控制以及第八控制的第四放电灯驱动作为放电灯驱动部230的控制方法。第一控制至第八控制分别是向放电灯90供给包含直流电流和交流电流的驱动电流I的控制方法。在本实施方式中,控制部40基于灯电压(电极间电压)V1a,使放电灯90的驱动在从第一放电灯驱动到第四放电灯驱动之间变化,对放电灯驱动部230进行控制。详细内容将在下文中说明。

[0091] 控制部40的构成未特别限定。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以及极性反相电路控制器43。此外,控制部40也可以利用半导体集成电路来构成其一部分或全部。

[0092] 系统控制器41通过控制电力控制电路控制器42以及极性反相电路控制器43来控制电力控制电路20以及极性反相电路30。系统控制器41也可以基于工作检测部60所检测到的灯电压V1a以及驱动电流I来控制电力控制电路控制器42以及极性反相电路控制器43。

[0093] 在本实施方式中,存储部44与系统控制器41连接。

[0094] 系统控制器41也可以基于存储部44所保存的信息来控制电力控制电路20以及极性反相电路30。存储部44中也可以保存涉及例如驱动电流I以同一极性持续的保持时间、驱动电流I的电流值、基本频率、波形、调制模式等驱动参数的信息。基本频率是指在恒定点亮方式中向放电灯90供给的驱动电流I的频率。

[0095] 在本实施方式中,存储部44中存储有例如在各放电灯驱动中向放电灯90供给的驱动电流I的驱动电流波形、用于放电灯驱动的转变判断的转变电压以及逆转变电压的值、在各放电灯驱动中用于切换控制方法的阈值电压的值等。

[0096] 此外,在本说明书中,逆转变是指放电灯驱动从热负荷大的驱动向热负荷小的驱动转变。

[0097] 电力控制电路控制器42基于来自系统控制器41的控制信号,向电力控制电路20输出电流控制信号,据此对电力控制电路20进行控制。

[0098] 极性反相电路控制器43基于来自系统控制器41的控制信号,向极性反相电路30输出极性反相控制信号,据此对极性反相电路30进行控制。

[0099] 控制部40可以使用专用电路来实现,以便进行上述的控制和/或下述的处理的各種控制。与此相对,控制部40也可以通过例如CPU执行存储在存储部44中的控制程序来作为计算机发挥作用,以便执行上述的处理的各種控制。

[0100] 图5是用于对控制部40的其他构成例进行说明的图。如图5所示,控制部40也可以

构成为利用控制程序来作为控制电力控制电路20的电流控制单元40-1、控制极性反相电路30的极性反相控制单元40-2发挥作用。

[0101] 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,也可以构成为由CPU580负责控制部40的功能的一部分。

[0102] 在本实施方式中,工作检测部60包含检测放电灯90的灯电压 V_{1a} 并将灯电压信息输出至控制部40的电压检测部。另外,工作检测部60也可以包含检测驱动电流 I 并将驱动电流信息输出至控制部40的电流检测部等。在本实施方式中,工作检测部60构成为包含第一电阻61、第二电阻62以及第三电阻63。

[0103] 在本实施方式中,工作检测部60的电压检测部利用由第一电阻61和第二电阻62分压而得的电压来检测灯电压 V_{1a} ,上述第一电阻61和第二电阻62彼此串联连接且与放电灯90并联。另外,在本实施方式中,电流检测部利用在与放电灯90串联连接的第三电阻63所产生的电压来检测驱动电流 I 。

[0104] 点亮电路70仅在放电灯90开始点亮时工作。点亮电路70将放电灯90开始点亮时在放电灯90的电极间(第一电极92与第二电极93之间)发生绝缘击穿而形成放电路径所需要的高电压(比放电灯90通常点亮时高的电压)供给至放电灯90的电极间(第一电极92与第二电极93之间)。在本实施方式中,点亮电路70与放电灯90并联连接。

[0105] 图6(A)、(B)中示出第一电极92以及第二电极93的前端部分。在第一电极92以及第二电极93的前端分别形成有突起552p、562p。突起552p从第一电极92的电极主体92a向第二电极93侧突出。突起562p从第二电极93的电极主体93a向第一电极92侧突出。

[0106] 在第一电极92与第二电极93之间发生的放电主要在突起552p与突起562p之间发生。在如本实施方式那样存在突起552p、562p的情况下,与无突起的情况相比,能够抑制第一电极92和第二电极93中的放电位置(电弧位置)的移动。

[0107] 图6(A)示出第一电极92作为阳极工作而第二电极93作为阴极工作的第一极性状态。在第一极性状态下,利用放电使电子从第二电极93(阴极)向第一电极92(阳极)移动。从阴极(第二电极93)释放电子。从阴极(第二电极93)释放的电子冲撞阳极(第一电极92)的前端。由于该冲撞而产生热,阳极(第一电极92)的前端(突起552p)的温度上升。

[0108] 图6(B)示出第一电极92作为阴极工作而第二电极93作为阳极工作的第二极性状态。在第二极性状态下,与第一极性状态相反,电子从第一电极92向第二电极93移动。其结果是,第二电极93的前端(突起562p)的温度上升。

[0109] 这样,通过向放电灯90供给驱动电流 I ,电子所冲撞的阳极的温度上升。另一方面,释放电子的阴极的温度在朝向阳极释放电子的期间降低。

[0110] 第一电极92与第二电极93之间的电极间距离会随着突起552p、562p的劣化而变大。这是由于突起552p、562p发生损耗。由于若电极间距离变大,则第一电极92与第二电极93之间的电阻变大,因而,灯电压 V_{1a} 会变大。因此,通过参照灯电压 V_{1a} ,能够检测电极间距离的变化、即能够检测放电灯90的劣化程度。

[0111] 此外,由于第一电极92与第二电极93具有同样的构成,因而在以下的说明中,有时代表性地仅对第一电极92进行说明。另外,由于第一电极92的前端的突起552p与第二电极93的前端的突起562p具有同样的构成,因此,在以下的说明中,有时代表性地仅对突起552p进行说明。

[0112] 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。

[0113] 首先,对本实施方式的放电灯90的驱动的转变成进行说明。

[0114] 图7是示出本实施方式的基于控制部40的放电灯驱动的转变成次序的一例的流程图。

[0115] 如图7所示,控制部40在放电灯90的点亮初始,执行第一放电灯驱动(步骤S11)。在第一放电灯驱动中,交替地进行第一控制和第二控制(步骤S11a)。然后,在满足了预定条件的情况下,控制部40将放电灯90的驱动从第一放电灯驱动向第二放电灯驱动转变(步骤S11b)。

[0116] 在第二放电灯驱动(步骤S12)中,交替地进行第三控制和第四控制(步骤S12a)。然后,在满足了预定条件的情况下,控制部40将放电灯90的驱动从第二放电灯驱动向第三放电灯驱动或第一放电灯驱动转变(步骤S12b)。

[0117] 在第三放电灯驱动(步骤S13)中,交替地进行第五控制和第六控制(步骤S13a)。然后,在满足了预定条件的情况下,控制部40将放电灯90的驱动从第三放电灯驱动向第四放电灯驱动或第二放电灯驱动转变(步骤S13b)。

[0118] 在第四放电灯驱动(步骤S14)中,交替地进行第七控制和第八控制(步骤S14a)。然后,在满足了预定条件的情况下,控制部40将放电灯90的驱动向第三放电灯驱动转变(步骤S14b)。

[0119] 如以上那样,在本实施方式中,控制部40使放电灯90的驱动在从第一放电灯驱动至第四放电灯驱动之间变化,对放电灯90进行驱动。

[0120] 接下来,对各放电灯驱动进行详细地说明。

[0121] 图8是示出第一放电灯驱动中的控制部40的控制次序的一例的流程图。图9是示出第二放电灯驱动中的控制部40的控制次序的一例的流程图。

[0122] 如图8所示,控制部40在开始第一放电灯驱动(步骤S21)后,利用工作检测部60的电压检测部测量灯电压V1a(步骤S22)。然后,控制部40判断是否设定了第二控制作为控制方法(步骤S23)。若未设定第二控制作为控制方法(步骤S23:否),则控制部40判断所测量的灯电压V1a是否比第一阈值电压V1a11大(步骤S24)。

[0123] 若所测量的灯电压V1a为第一阈值电压V1a11以下(步骤S24:否),则控制部40将放电灯驱动部230的控制方法设定为第一控制(步骤S25)。若所测量的灯电压V1a比第一阈值电压V1a11大(步骤S24:是),则控制部40将放电灯驱动部230的控制方法设定为第二控制(步骤S26)。控制部40按照所设定的控制方法对放电灯驱动部230进行控制(步骤S27)。

[0124] 在第一控制以及第二控制中,向放电灯90供给包含直流电流和交流电流的驱动电流I。第二控制中的直流电流的比例比第一控制中的直流电流的比例大。关于第一控制以及第二控制,在以下部分详述。

[0125] 控制部40判断是否从按照所设定的控制方法对放电灯驱动部230开始控制起经过了预定时间(步骤S28)。若未经过预定时间(步骤S28:否),则控制部40接着按照所设定的控制方法对放电灯驱动部230进行控制。若经过了预定时间(步骤S28:是)则控制部40再次测量灯电压V1a(步骤S22),进行与上述同样的判断。

[0126] 即,在本实施方式中,测量灯电压V1a(步骤S22)并设定放电灯驱动部230的控制方法(步骤S24~步骤S26)的预定的设定定时,是按预定时间设置的。

[0127] 从预定的设定定时到下一个预定的设定定时为止的预定时间优选设定为60s(秒)以上,更优选设定为300s(秒)左右。通过这样设定预定时间,可以每某一程度长的时间执行第一控制和第二控制,容易将第一电极92的突起552p维持为稳定的形状。

[0128] 在步骤S23中设定了第二控制作为控制方法的情况下(步骤S23:是),控制部40进行是否向第二放电灯驱动转变的判断。

[0129] 首先,控制部40判断灯电压V1a是否比第一转变电压V1a12大(步骤S29)。第一转变电压V1a12被设定为第一阈值电压V1a11以上。在本实施方式中,第一转变电压V1a12例如比第一阈值电压V1a11大且比下述的第二阈值电压V1a21小。

[0130] 在灯电压V1a比第一转变电压V1a12大的情况下(步骤S29:是),接下来,控制部40判断第二控制的连续执行时间是否为第一转变时间t1以上(步骤S30)。第一转变时间t1例如被设定为20分钟左右。

[0131] 此外,在本说明书中,连续执行时间包含在设定了一个控制方法之后不切换为其他的控制方法而持续地执行所设定的一个控制方法的时间的累计。即,例如,若未切换为其他的控制方法,则即便在中间夹杂放电灯90的熄灯的情况下,在放电灯90熄灯的前后所执行的一个控制方法的执行时间也作为连续执行时间被累计。

[0132] 具体而言,例如,对设定了第二控制时放电灯90熄灯的情况进行说明。在此情况下,再次使放电灯90点亮后以不夹杂第一控制等其他控制的方式执行第二控制的情况下,第二控制的连续执行时间可以为将放电灯90熄灯前执行第二控制的时间和放电灯90被再次点亮后执行第二控制的时间相加而得的累计时间。

[0133] 控制部40在第二控制的连续执行时间为第一转变时间t1以上的情况下(步骤S30:是),将放电灯90的驱动从第一放电灯驱动向第二放电灯驱动转变(步骤S31)。

[0134] 此外,控制部40在步骤S29中灯电压V1a为第一转变电压V1a12以下的情况下(步骤S29:否)以及在步骤S30中第二控制的连续执行时间比第一转变时间t1小的情况下(步骤S30:否),将灯电压V1a与第一阈值电压V1a11进行比较(步骤S24),进行控制方法的设定(步骤S25、步骤S26)。

[0135] 如以上那样,控制部40在第一放电灯驱动的第二控制中,在灯电压V1a比第一阈值电压V1a11以上的第一转变电压V1a12大且第二控制的连续执行时间为第一转变时间t1以上的情况下,将放电灯90的驱动从第一放电灯驱动向第二放电灯驱动转变。

[0136] 如图9所示,控制部40在第二放电灯驱动开始(步骤S41)之后,利用工作检测部60的电压检测部测量灯电压V1a(步骤S42)。然后,控制部40判断灯电压V1a是否比第一逆转变电压V1a23小(步骤S43)。控制部40在灯电压V1a比第一逆转变电压V1a23小的情况下(步骤S43:是),将放电灯90的驱动从第二放电灯驱动向第一放电灯驱动转变(步骤S44)。

[0137] 另一方面,控制部40在灯电压V1a为第一逆转变电压V1a23以上的情况下(步骤S43:否),与第一放电灯驱动同样地,进行向第三放电灯驱动的转变判断(步骤S45~步骤S53)和放电灯驱动部230的控制方法的设定(步骤S46~步骤S50)。

[0138] 即,控制部40判断灯电压V1a的值是否比第二阈值电压V1a21大,作为放电灯驱动部230的控制方法,设定第三控制与第四控制中的任意一个。然后,控制部40在第四控制中,在灯电压V1a比第二转变电压V1a22大且第四控制的连续执行时间为第二转变时间t2以上的情况下,将放电灯90的驱动从第二放电灯驱动向第三放电灯驱动转变。

[0139] 此外,步骤S45~步骤S53与第一放电灯驱动中的步骤S23~步骤S31对应。

[0140] 第一逆转变电压 V_{1a23} 比第二阈值电压 V_{1a21} 小。在本实施方式中,第一逆转变电压 V_{1a23} 例如比第一阈值电压 V_{1a11} 小。

[0141] 第三控制中的直流电流的比例例如与第一控制中的直流电流的比例大致相等。第四控制中的直流电流的比例比第三控制中的直流电流的比例大、且比第二控制中的直流电流的比例大。第二阈值电压 V_{1a21} 比第一阈值电压 V_{1a11} 大。第二转变时间 t_2 可以与第一转变时间 t_1 相同,也可以不同。

[0142] 此外,在本说明书中,直流电流的比例大致相等,包括进行比较的直流电流的比例彼此之比处于0.9以上且1.1以下左右的范围。

[0143] 控制部40在第三放电灯驱动中,与上述的第二放电灯驱动同样地,判断灯电压 V_{1a} 的值是否比第三阈值电压 V_{1a31} 大,作为放电灯驱动部230的控制方法,设定第五控制与第六控制中的任意一个。然后,控制部40在第六控制中,在灯电压 V_{1a} 比第三转变电压 V_{1a32} 大且第六控制的连续执行时间为第3转变时间 t_3 以上的情况下,将放电灯90的驱动从第三放电灯驱动向第四放电灯驱动转变。另外,控制部40在灯电压 V_{1a} 比第二逆转变电压 V_{1a33} 小的情况下,向第二放电灯驱动转变。

[0144] 第五控制中的直流电流的比例例如与第三控制中的直流电流的比例大致相等。第六控制中的直流电流的比例,比第五控制中的直流电流的比例大且比第四控制中的直流电流的比例大。第三阈值电压 V_{1a31} 比第二阈值电压 V_{1a21} 大。第3转变时间 t_3 可以与第一转变时间 t_1 或第二转变时间 t_2 相同,也可以不同。

[0145] 第二逆转变电压 V_{1a33} 比第一逆转变电压 V_{1a23} 大且比第三阈值电压 V_{1a31} 小。在本实施方式中,第二逆转变电压 V_{1a33} 例如比第二阈值电压 V_{1a21} 小。

[0146] 控制部40在第四放电灯驱动中,与上述的第一放电灯驱动同样地,判断灯电压 V_{1a} 的值是否比第四阈值电压 V_{1a41} 大,作为放电灯驱动部230的控制方法,设定第七控制与第八控制中的任意一个。另外,在灯电压 V_{1a} 比第三逆转变电压 V_{1a43} 小的情况下,向第三放电灯驱动转变。

[0147] 第七控制中的直流电流的比例例如与第五控制中的直流电流的比例大致相等。第八控制中的直流电流的比例,比第七控制中的直流电流的比例大且比第六控制中的直流电流的比例大。第四阈值电压 V_{1a41} 比第三阈值电压 V_{1a31} 大。

[0148] 第三逆转变电压 V_{1a43} 比第二逆转变电压 V_{1a33} 大且比第四阈值电压 V_{1a41} 小。在本实施方式中,第三逆转变电压 V_{1a43} 例如比第三阈值电压 V_{1a31} 小。

[0149] 此外,关于第一控制与第二控制的切换、第三控制与第四控制的切换、第五控制与第六控制的切换以及第七控制与第八控制的切换,除了阈值电压的值不同这一点之外,基本上是一样的。因此,在以下的说明中,有时代表性地仅对第一放电灯驱动中的第一控制与第二控制的切换进行说明。

[0150] 接下来,针对在第一控制至第八控制中向放电灯90供给的驱动电流波形进行说明。

[0151] 图10(A)~图10(C)以及图11(A)~图11(C)是示出第一控制至第八控制中的驱动电流波形的部分的一例的图。在图10(A)~图10(C)以及图11(A)~图11(C)中,纵轴示出驱动电流 I ,横轴示出时间 T 。驱动电流 I 将作为第一极性状态的情况示出为正,将作为第二极

性状态的情况示出为负。

[0152] 图10 (A) ~图10 (C) 以及图11 (A) ~图11 (C) 所示的波形分别是每单位时间 t_a 的驱动电流波形。在以下的说明中,图10 (A) ~图10 (C) 以及图11 (A) ~图11 (C) 各自所示的驱动电流波形的部分被称为单位波形。

[0153] 在本实施方式中,将图10 (A) ~图10 (C) 以及图11 (A) ~图11 (C) 所示的各单位波形组合而构成从第一控制至第八控制中的驱动电流波形。

[0154] 图10 (A) 所示的单位波形DWa1具有向放电灯90供给直流电流的直流期间PH11和向放电灯90供给与直流期间PH11相反极性的电流的相反极性期间PH21。

[0155] 在直流期间PH11中,具有一定的电流值 I_m 的第一极性的驱动电流 I 被供给至放电灯90。在相反极性期间PH21中,具有一定的电流值 $-I_m$ 的第二极性的驱动电流 I 被供给至放电灯90。

[0156] 图10 (B) 所示的单位波形DWb1以及图10 (C) 所示的单位波形DWc1,是极性在电流值 I_{m1} 与电流值 $-I_{m1}$ 之间多次反相的交流电流的电流波形。单位波形DWc1中的交流电流(第二交流电流)的频率(第二频率)比单位波形DWb1中的交流电流(第一交流电流)的频率(第一频率)低。换言之,第一控制中的交流电流以及第二控制中的交流电流包含具有第一频率的第一交流电流和具有比第一频率低的第二频率的第二交流电流。

[0157] 单位波形DWb1中的交流电流的频率(第一频率)例如为500Hz以上。单位波形DWc1中的交流电流的频率(第二频率)例如为280Hz以下。通过这样设定单位波形DWb1、DWc1中的交流电流的频率,容易将第一电极92的突起552p维持为稳定的形状。

[0158] 图11 (A) 所示的单位波形DWa2具有向放电灯90供给直流电流的直流期间PH12、和向放电灯90供给与直流期间PH12相反极性的电流的相反极性期间PH22。单位波形DWa2除了极性反相这一点之外,与单位波形DWa1同样。

[0159] 图11 (B) 所示的单位波形DWb2除了极性反相这一点之外,与单位波形DWb1同样。

[0160] 图11 (C) 所示的单位波形DWc2除了极性反相这一点之外,与单位波形DWc1同样。

[0161] 此外,在以下的说明中,将单位波形DWb1、DWb2中的交流电流称为第一交流电流,将单位波形DWb1、DWb2中的交流电流的频率称为第一频率。另外,将单位波形DWc1、DWc2中的交流电流称为第二交流电流,将单位波形DWc1、DWc2中的交流电流的频率称为第二频率。

[0162] 在本实施方式的第一放电灯驱动的第一控制中,组合单位波形而成的循环C1被反复。在本实施方式的第一放电灯驱动的第二控制中,组合单位波形而成的循环C2被反复。

[0163] 在本实施方式的第二放电灯驱动的第三控制中,组合单位波形而成的循环C3被反复。在本实施方式的第二放电灯驱动的第四控制中,组合单位波形而成的循环C4被反复。

[0164] 在本实施方式的第三放电灯驱动的第五控制中,组合单位波形而成的循环C5被反复。在本实施方式的第三放电灯驱动的第六控制中,组合单位波形而成的循环C6被反复。

[0165] 在本实施方式的第四放电灯驱动的第七控制中,组合单位波形而成的循环C7被反复。在本实施方式的第四放电灯驱动的第八控制中,组合单位波形而成的循环C8被反复。

[0166] 本实施方式的循环C1~C8例如按单位波形DWa1、单位波形DWb1、单位波形DWc1、单位波形DWa2、单位波形DWb2、单位波形DWc2这样的顺序排列。各单位波形在一个循环C1~C8内各设置一次或者多次。

[0167] 将第一放电灯驱动中的第一控制的循环C1以及第二控制中的循环C2的一例示出

在表1中。

[0168] 将第二放电灯驱动中的第三控制的循环C3以及第四控制中的循环C4的一例示出在表2中。

[0169] 将第三放电灯驱动中的第五控制的循环C5以及第六控制中的循环C6的一例示出在表3中。

[0170] 将第四放电灯驱动中的第七控制的循环C7以及第八控制中的循环C8的一例示出在表4中。

[0171] 表1

[0172] 第一放电灯驱动	第一控制	循环C1					
		DWa1	DWb1	DWc1	DWa2	DWb2	DWc2
		1	1	1000	1	1	1000
	第二控制	循环C2					
		DWa1	DWb1	DWc1	DWa2	DWb2	DWc2
		4	12	1	4	12	1

[0173] 表2

[0174] 第二放电灯驱动	第三控制	循环C3					
		DWa1	DWb1	DWc1	DWa2	DWb2	DWc2
		1	1000	1	1	1000	1
	第四控制	循环C4					
		DWa1	DWb1	DWc1	DWa2	DWb2	DWc2
		8	12	1	8	12	1

[0175] 表3

[0176] 第三放电灯驱动	第五控制	循环C5					
		DWa1	DWb1	DWc1	DWa2	DWb2	DWc2
		1	1000	1	1	1000	1
	第六控制	循环C6					
		DWa1	DWb1	DWc1	DWa2	DWb2	DWc2
		12	12	1	12	12	1

[0177] 表4

[0178] 第四放电灯驱动	第七控制	循环C7					
		DWa1	DWb1	DWc1	DWa2	DWb2	DWc2
		1	1000	1	1	1000	1
	第八控制	循环C8					
		DWa1	DWb1	DWc1	DWa2	DWb2	DWc2
		16	12	1	16	12	1

[0179] 在表1的例子中,循环C1按照单位波形DWa1一次、单位波形DWb1一次、单位波形DWc1连续1000次、单位波形DWa2一次、单位波形DWb2一次、单位波形DWc2连续1000次这样的顺序设置。

[0180] 循环C2按照单位波形DWa1连续4次、单位波形DWb1连续12次、单位波形DWc1一次、单位波形DWa2连续4次、单位波形DWb2连续12次、单位波形DWc2一次这样的顺序设置。

[0181] 在表2至表4中,也同样地示出循环C3至循环C8。

[0182] 如表1所示,第二控制的循环C2中的单位波形DWa1、DWa2的比例比第一控制的循环C1中的单位波形DWa1、DWa2的比例大。换言之,第二控制中的直流电流、即直流期间PH11、PH12的比例比第一控制中的直流电流、即直流期间PH11、PH12的比例大。

[0183] 如表2所示,第四控制的循环C4中的单位波形DWa1、DWa2的比例比第三控制的循环C3中的单位波形DWa1、DWa2的比例大。换言之,第四控制中的直流电流、即直流期间PH11、PH12的比例比第三控制中的直流电流、即直流期间PH11、PH12的比例大。

[0184] 如表3所示,第六控制的循环C6中的单位波形DWa1、DWa2的比例比第五控制的循环C5中的单位波形DWa1、DWa2的比例大。换言之,第六控制中的直流电流、即直流期间PH11、PH12的比例比第五控制中的直流电流、即直流期间PH11、PH12的比例大。

[0185] 如表4所示,第八控制的循环C8中的单位波形DWa1、DWa2的比例比第七控制的循环C7中的单位波形DWa1、DWa2的比例大。换言之,第八控制中的直流电流、即直流期间PH11、PH12的比例比第七控制中的直流电流、即直流期间PH11、PH12的比例大。

[0186] 另外,如表1至表4所示,对第二控制、第四控制、第六控制以及第八控制进行比较,直流电流的比例按上述的顺序变大。

[0187] 此外,在本说明书中,各控制中的直流电流的比例是指向放电灯90供给直流电流的时间相对于执行各控制的执行时间的比例。在表1至表4的例子中,各控制的直流电流的比例,例如与单位波形DWa1、DWa2的总次数相对于一个循环所包含的各单位波形的总次数的比例大致相同。

[0188] 此外,在本说明书中,只要没有特别预先说明,单位波形的比例意味着成为对象的单位波形的总次数相对于一个循环所包含的各单位波形的总次数的比例。

[0189] 在本实施方式中,例如,第一控制、第三控制、第五控制以及第七控制中的单位波形DWb1、DWb2的比例和单位波形DWc1、DWc2的比例,基于各阈值电压的值而调整。即,控制部40在第一控制中基于第一阈值电压V1a11的值来调整第一交流电流的比例和第二交流电流的比例。控制部40在第三控制中基于第二阈值电压V1a21的值来调整第一交流电流的比例和第二交流电流的比例。控制部40在第五控制中基于第三阈值电压V1a31的值来调整第一交流电流的比例和第二交流电流的比例。控制部40在第七控制中基于第四阈值电压V1a41的值来调整第一交流电流的比例和第二交流电流的比例。

[0190] 具体而言,控制部40在各控制中在各阈值电压为预定值以下的情况下,使第二交流电流的比例比第一交流电流的比例大,在各阈值电压比预定值大的情况下,使第一交流电流的比例比第二交流电流的比例大。预定值例如是相对于初始的灯电压V1a为+5V左右的值。

[0191] 表1至表4所示的例子示出了例如第一阈值电压V1a11为预定值以下且第二阈值电压V1a21、第三阈值电压V1a31以及第四阈值电压V1a41比预定值大的情况。因此,在表1所示的第一控制中,第二交流电流的比例、即单位波形DWc1、DWc2的比例比第一交流电流的比例、即单位波形DWb1、DWb2的比例大。

[0192] 另一方面,在表2至表4所示的第二控制、第三控制以及第四控制中,第一交流电流

的比例、即单位波形DWb1、DWb2的比例比第二交流电流的比例、即单位波形DWc1、DWc2的比例大。

[0193] 在表2至表4的例子中,例如,第三控制的循环C3、第五控制的循环C5、和第七控制的循环C7是相同的。

[0194] 接下来,对于点亮了放电灯90时的放电灯驱动的选择方法进行说明。

[0195] 图12是示出使放电灯90点亮时的放电灯驱动的选择方法的一例的流程图。

[0196] 如图12所示,在开始了放电灯90的点亮(步骤S61)之后,控制部40利用工作检测部60的电压检测部对灯电压V1a进行测量(步骤S62)。然后,控制部40判断灯电压V1a是否比第一转变电压V1a12大(步骤S63)。控制部40在灯电压V1a为第一转变电压V1a12以下的情况下(步骤S63:否),开始第一放电灯驱动(步骤S64)。

[0197] 在灯电压V1a比第一转变电压V1a12大的情况下(步骤S63:是),控制部40判断灯电压V1a是否比第二转变电压V1a22大(步骤S65)。然后,控制部40在灯电压V1a为第二转变电压V1a22以下的情况下(步骤S65:否),开始第二放电灯驱动(步骤S46)。

[0198] 在灯电压V1a比第二转变电压V1a22大的情况下(步骤S65:是),控制部40判断灯电压V1a是否比第三转变电压V1a32大(步骤S67)。然后,控制部40在灯电压V1a为第三转变电压V1a32以下的情况下(步骤S67:否),开始第三放电灯驱动(步骤S68)。控制部40在灯电压V1a比第三转变电压V1a32大的情况下(步骤S67:是),开始第四放电灯驱动(步骤S69)。

[0199] 如以上那样,在本实施方式中控制部40在点亮了放电灯90时,选择放电灯驱动。

[0200] 关于上述的控制部40的控制,进一步具体地进行说明。

[0201] 将第一放电灯驱动~第四放电灯驱动中的各阈值电压、各转变电压以及各逆转变电压的一例示出在表5中。

[0202] 表5

[0203]

第一放电灯驱动	第一阈值电压V1a11 (V)	65
	第一转变电压V1a12 (V)	68
第二放电灯驱动	第二阈值电压V1a21 (V)	75
	第二转变电压V1a22 (V)	78
	第一逆转变电压V1a23 (V)	60
第三放电灯驱动	第三阈值电压V1a31 (V)	85
	第三转变电压V1a32 (V)	88
	第二逆转变电压V1a33 (V)	70
第四放电灯驱动	第四阈值电压V1a41 (V)	95
	第三逆转变电压V1a43 (V)	80

[0204] 在表5的例子中,初始的灯电压V1a例如是63V。即,在放电灯90的点亮初始,灯电压V1a为第一转变电压V1a12 (68V) 以下。因此,控制部40执行第一放电灯驱动。另外,在放电灯90的点亮初始,灯电压V1a为第一阈值电压V1a11 (65V) 以下。因此,控制部40在第一放电灯驱动中,将放电灯驱动部230的控制方法设定为第一控制,利用第一控制对放电灯驱动部

230进行控制。

[0205] 若利用第一控制长时间驱动放电灯90,则放电灯90劣化而难以形成突起552p,电极间距离变大。由此,灯电压V1a上升。并且,若灯电压V1a变为比第一阈值电压V1a11 (65V)大,则控制部40在预定的设定定时将放电灯驱动部230的控制方法设定为第二控制。

[0206] 在此,第二控制中的直流电流的比例比第一控制中的直流电流的比例大。因此,在第二控制中第一电极92容易熔融,与第一控制相比,容易形成突起552p。由此,突起552p生长而电极间距离变小,灯电压V1a变小。并且,若灯电压V1a变为第一阈值电压V1a11 (65V)以下,则控制部40在预定的设定定时,将放电灯驱动部230的控制方法再次设定为第一控制。

[0207] 通过交替地反复进行上述的第一控制和第二控制的设定,灯电压V1a以第一阈值电压V1a11为界反复上升和下降,并且维持在以第一阈值电压V1a11 (65V) 为中心的一定的范围内。

[0208] 若长时间执行第一放电灯驱动,则伴随着放电灯90的劣化,有时在第二控制中灯电压V1a不下降。该情况下,控制部40将放电灯90的驱动从第一放电灯驱动向第二放电灯驱动切换。具体而言,例如,在灯电压V1a比第一转变电压V1a12 (68V) 大且第二控制的连续执行时间为第一转变时间t1以上、例如20分钟以上的情况下,控制部40将放电灯90的驱动从第一放电灯驱动向第二放电灯驱动切换。

[0209] 在第二放电灯驱动中,与第一放电灯驱动同样地,交替地反复进行第三控制以及第四控制的设定。由此,灯电压V1a以第二阈值电压V1a21 (75V) 为界反复上升和下降、并且维持在以第二阈值电压V1a21 (75V) 为中心的一定的范围内。并且,在第四控制中灯电压V1a不下降的情况下,例如,灯电压V1a比第二转变电压V1a22 (78V) 大且第四控制的连续执行时间为第二转变时间t2以上、例如20分钟以上的情况下,控制部40将放电灯90的驱动从第二放电灯驱动向第三放电灯驱动切换。

[0210] 另一方面,在第二放电灯驱动中,例如,有时第一电极92的突起552p生长而灯电压V1a大幅下降。该情况下,控制部40将放电灯90的驱动从第二放电灯驱动向第一放电灯驱动切换。具体而言,例如,在灯电压V1a变为比第一逆转变电压V1a23 (60V) 小的情况下,控制部40将放电灯90的驱动从第二放电灯驱动向第一放电灯驱动切换。

[0211] 以下,同样地执行第三放电灯驱动、第四放电灯驱动。

[0212] 上述的基于控制部40的控制也可以表示为放电灯驱动方法。即,本实施方式的放电灯驱动方法是向放电灯90供给驱动电流I来驱动放电灯90的放电灯驱动方法,其特征在于,包括:第一放电灯驱动,其执行向放电灯90供给包含直流电流和交流电流的驱动电流I的第一控制以及第二控制;以及第二放电灯驱动,其执行向放电灯90供给包含直流电流和交流电流的驱动电流I的第三控制以及第四控制,在第一放电灯驱动中,在预定的设定定时灯电压V1a为第一阈值电压V1a11以下的情况下,执行第一控制,在预定的设定定时灯电压V1a比第一阈值电压V1a11大的情况下,执行第二控制,在第二放电灯驱动中,在预定的设定定时灯电压V1a为比第一阈值电压V1a11大的第二阈值电压V1a21以下的情况下,执行第三控制,在预定的设定定时灯电压V1a比第二阈值电压V1a21大的情况下,执行第四控制,第二控制中的直流电流的比例比第一控制中的直流电流的比例大,第四控制中的直流电流的比例比第三控制中的直流电流的比例大且比第二控制中的直流电流的比例大,在第二放电灯驱动中,在灯电压V1a比小于第二阈值电压V1a21的第一逆转变电压V1a23小的情况下,从第

二放电灯驱动转变到第一放电灯驱动。

[0213] 根据本实施方式,控制部40能够执行第一放电灯驱动,在上述第一放电灯驱动中执行第一控制和与第一控制相比直流电流的比例大的第二控制。控制部40基于灯电压 V_{1a} 设定第一控制或第二控制来控制放电灯驱动部230。因此,根据本实施方式,能够提高放电灯90的寿命。以下,详细地进行说明。

[0214] 例如,在将多个频率的交流电流和直流电流组合而得的驱动电流波形向放电灯90供给的情况下,在初始的阶段形成突起552p。但是,有时伴随着因长时间的使用导致放电灯90劣化,逐渐地难以形成突起552p,无法维持稳定的电极形状。

[0215] 图13(A)、图13(B)以及图14(A)是示出放电灯90的第一电极92的变化的图。图13(A)是示出仅使用第一控制来长时间驱动放电灯90的情况下的第一电极92的图。图13(B)是示出仅使用第二控制来长时间驱动放电灯90的情况下的第一电极92的图。图14(A)是示出如上述说明的那样适当设定第一控制和第二控制来长时间驱动放电灯90的情况、即通过第一放电灯驱动来长时间驱动放电灯90的情况的图。

[0216] 如图13(A)所示,例如,若使用第一控制来长时间持续控制放电灯驱动部230,则第一电极92的突起552p消失,电极主体92a的前端变为平坦的形状。

[0217] 另一方面,由于第二控制与第一控制相比,直流电流的比例大,因此,第一电极92容易熔融,与第一控制相比,突起552p容易生长。但是,如图13(B)所示,若使用第二控制来长时间持续控制放电灯驱动部230,则第一电极92的突起552p虽被形成,但电极主体92a消耗而变细。

[0218] 这样,仅使用一个控制方法、例如仅使用第一控制和第二控制中的任意一个控制方法的情况下,放电灯90被长时间驱动而劣化,据此第一电极92的形状变得不稳定,结果是有时无法充分地提高放电灯90的寿命。

[0219] 与此相对,根据本实施方式,根据灯电压 V_{1a} 是否为第一阈值电压 V_{1a11} 以下,适当设定第一控制和第二控制,交替地反复执行第一控制和第二控制。因此,在本实施方式中,如图14(A)所示,在通过第一控制进行平坦化的电极主体92a的前端,通过第二控制形成突起552p。由此,根据本实施方式,即便在长时间驱动的情况下,也能够稳定地维持第一电极92的形状。

[0220] 据此,根据本实施方式,能够稳定地维持第一电极92的突起552p的形状,如上述那样,容易将灯电压 V_{1a} 长时间维持在以第一阈值电压 V_{1a11} 为中心的一定的范围内。其结果是,根据本实施方式,能够提高放电灯90的寿命。

[0221] 另外,根据本实施方式,控制部40能够执行第一放电灯驱动和第二放电灯驱动,在满足了预定条件的情况下,将放电灯90的驱动从第一放电灯驱动转变到第二放电灯驱动。因此,能够进一步提高放电灯90的寿命。以下,详细地进行说明。

[0222] 图14(B)是示出从图14(A)的状态进一步长时间地使用第一放电灯驱动来驱动放电灯90的情况的图。在图14(B)中,虚线示出图14(A)中的第一电极92的形状。

[0223] 如图14(B)所示,在进一步长时间地执行了第一放电灯驱动的情况下,存在第一电极92的整体损耗、第一电极92变短的情况。该情况下,放电灯90的灯电压 V_{1a} 上升,即便执行第二控制也无法使灯电压 V_{1a} 降低至第一阈值电压 V_{1a11} 以下。因此,不设定第一控制而仅持续地执行第二控制。若该状态持续长时间,则第二控制被长时间执行,据此,会与图13(B)

所示的形状同样地,第一电极92的电极主体92a消耗而变细。因此,有时仅通过第一放电灯驱动无法充分地提高放电灯90的寿命。

[0224] 与此相对,根据本实施方式,控制部40在第一放电灯驱动的第二控制中在灯电压V1a比第一转变电压V1a12大且第二控制的连续执行时间为第一转变时间t1以上的情况下,将放电灯90的驱动从第一放电灯驱动转变到第二放电灯驱动。第二放电灯驱动的第四控制中的直流电流的比例比第一放电灯驱动的第二控制中的直流电流的比例大。因此,即便在通过第二控制无法使灯电压V1a下降的情况下,也能够通过使用第四控制来使灯电压V1a下降。由此,在第二放电灯驱动中,通过交替地反复执行第三控制和第四控制,能够将第一电极92的形状维持为稳定的形状,并且容易将灯电压V1a长时间维持在以第二阈值电压V1a21为中心的一定的范围内。

[0225] 据此,根据本实施方式,能够进一步提高放电灯90的寿命。

[0226] 另外,根据本实施方式,控制部40在第二放电灯驱动中,在满足了预定条件的情况下,将放电灯90的驱动从第二放电灯驱动转变到第一放电灯驱动。因此,能够进一步提高放电灯90的寿命。以下,详细地进行说明。

[0227] 图14(C)是示出从图14(B)的状态长时间地使用第二放电灯驱动来驱动放电灯90的情况下的一例的图。在图14(C)中虚线示出图14(A)中的第一电极92的形状。

[0228] 如图14(C)所示,在长时间执行了第二放电灯驱动的情况下,突起552p生长,例如存在突起552p的突出长度变为与图14(A)所示的执行第一放电灯驱动时的突起552p的突出长度同等或者在其以上的情况。尤其是,在第二放电灯驱动的第三控制中,在驱动电流I所包含的高频的交流电流的比例大的情况下,突起552p容易生长。通过高频的交流电流而生长的突起552p,如图14(C)所示容易变细。例如,在表2所示的例子中,在第三控制中具有比第二频率高的第一频率的第一交流电流的比例大,因此,在长时间执行了第二放电灯驱动的情况下,在第三控制中突起552p容易成为图14(C)那样的形状。

[0229] 在这样的情况下,若将热负荷大的驱动电流I供给至放电灯90,则突起552p容易急剧损耗。因此,例如存在突起552p突然消失、灯电压V1a急剧上升的情况。由此,有时无法充分地提高放电灯90的寿命。

[0230] 与此相对,根据本实施方式,在灯电压V1a比第一逆转变电压V1a23小的情况下,将放电灯90的驱动从第二放电灯驱动转变到第一放电灯驱动。第一放电灯驱动的第二控制中的直流电流的比例比第二放电灯驱动的第四控制中的直流电流的比例小。因此,在第一放电灯驱动中,与第二放电灯驱动相比,施加于第一电极92的热负荷小。由此,能够抑制在第二放电灯驱动中细细地生长的第一电极92的突起552p急剧地损耗。因此,根据本实施方式,能够进一步提高放电灯90的寿命。

[0231] 另外,例如,在3D对应的投影机等向放电灯90供给的驱动电力变化的情况下,放电灯90特别容易劣化。因此,在向放电灯90供给的驱动电力变化的情况下,本实施方式的效果特别显著。

[0232] 另外,例如,在第一逆转变电压V1a23比第一阈值电压V1a11大的情况下,有时在突起552p的生长不充分的状态下向第一放电灯驱动转变。该情况下,通过第一放电灯驱动,有时无法使灯电压V1a下降而立即返回至第二放电灯驱动。因此,有时无法适当地切换放电灯驱动,无法充分地提高放电灯90的寿命。

[0233] 与此相对,根据本实施方式,第一逆转变电压 V_{1a23} 比第一阈值电压 V_{1a11} 小。由此,在第二放电灯驱动中当第一电极92的突起552p充分地生长了时,能够将放电灯90的驱动转变到第一放电灯驱动。因此,根据本实施方式,能够适当地进行放电灯驱动的转变,因此能够进一步提高放电灯90的寿命。

[0234] 另外,根据本实施方式,第三控制中的直流电流的比例与第一控制中的直流电流的比例大致相等。因此,与第一控制和第二控制之间的直流电流的比例之差相比,第三控制和第四控制之间的直流电流的比例之差大。由此,与第一放电灯驱动相比,第二放电灯驱动能够增大施加于放电灯90的热负荷的落差,容易使第一电极92的突起552p生长。因此,当放电灯90的劣化发展到某种程度、第一电极92的突起552p难以生长时,通过第二放电灯驱动的第四控制,容易使第一电极92的突起552p生长。其结果是,根据本实施方式,能够进一步提高放电灯90的寿命。

[0235] 另外,根据本实施方式,第一转变电压 V_{1a12} 比第一阈值电压 V_{1a11} 大。因此,在灯电压 V_{1a} 的值大到某种程度、放电灯90的劣化发展到某种程度的情况下,能够将放电灯90的驱动从第一放电灯驱动转变到第二放电灯驱动。即,能够根据放电灯90的劣化状态,更适当地切换放电灯90的驱动。因此,根据本实施方式,能够进一步提高放电灯90的寿命。

[0236] 另外,根据本实施方式,第一转变电压 V_{1a12} 比第二阈值电压 V_{1a21} 小。因此,在第一放电灯驱动中,能够在放电灯90的劣化过于发展之前,将放电灯90的驱动转变到第二放电灯驱动。由此,根据本实施方式,能够更适当地切换放电灯90的驱动,因此能够进一步通过放电灯90的寿命。

[0237] 另外,根据本实施方式,设定第一控制以及第二控制的预定的设定定时,按各预定时间而设置。因此,例如,即使在刚从第一控制切换为第二控制之后灯电压 V_{1a} 变为了第一阈值电压 V_{1a11} 以下的情况下,也在从切换为第二控制起经过预定时间为止的期间通过第二控制来驱动放电灯90。由此,能够分别按某程度的时间交替地执行第一控制和第二控制,因此,容易将第一电极92的形状维持为稳定的形状。因此,根据本实施方式,能够进一步提高放电灯90的寿命。

[0238] 另外,如上述那样,通过交替地反复执行第一控制和第二控制,可将灯电压 V_{1a} 维持在以第一阈值电压 V_{1a11} 为中心的一定的范围内。因此,在第一阈值电压 V_{1a11} 比较小的情况下,维持的灯电压 V_{1a} 比较小。即,放电灯90的第一电极92以劣化程度比较小的状态被维持。在该情况下,在第一控制中突起552p有可能会过度生长,有可能无法稳定地维持放电灯90的第一电极92的形状。

[0239] 另一方面,在第一阈值电压 V_{1a11} 比较大的情况下,维持的灯电压 V_{1a} 比较大。即,放电灯90的第一电极92以劣化程度比较大的状态被维持。在该情况下,有可能会第一电极92的劣化容易发展,第一电极92过度损耗。

[0240] 与此相对,根据本实施方式,控制部40在第一控制中基于第一阈值电压 V_{1a11} 的值对第一交流电流的比例和第二交流电流的比例进行调整。因此,能够适当地调整第一交流电流的比例和第二交流电流的比例,以便能够根据第一阈值电压 V_{1a11} 的大小来稳定地维持第一电极92。

[0241] 具体而言,根据本实施方式,控制部40在第一控制中第一阈值电压 V_{1a11} 为预定值以下的情况下,使第二交流电流的比例比第一交流电流的比例大,在第一阈值电压 V_{1a11} 比

预定值大的情况下,使第一交流电流的比例比第二交流电流的比例大。

[0242] 在此,频率低的交流电流施加于第一电极92的热负荷大,容易使突起552p成为熔融的状态。因此,在第一阈值电压V1a11比较小的情况下、即为预定值以下的情况下,通过增大具有比第一交流电流的第一频率低的第二频率的第二交流电流的比例,能够抑制突起552p过度生长。

[0243] 另一方面,在第一阈值电压V1a11比较大的情况下、即比预定值大的情况下,通过增大具有比第二交流电流的第二频率高的第一频率的第一交流电流的比例,能够抑制突起552p过度损耗。

[0244] 如以上那样,根据本实施方式,能够更稳定地维持第一电极92。其效果在将第一频率设定为500Hz以上、将第二频率设定为280Hz以下的情况下可以更显著地获得。

[0245] 此外,如上述那样,表1所示的例子是第一阈值电压V1a11为预定值以下的情况。

[0246] 此外,在本实施方式中,也可以采用以下的构成以及方法。

[0247] 在上述说明中构成为:在从正在执行的放电灯驱动进行逆转变的情况下,仅能够转变到正在执行的放电灯驱动的前一个阶段,但不局限于此。在本实施方式中也可以构成为:在各放电灯驱动中,可以将灯电压V1a与各逆转变电压对比而逆转变到适当的放电灯驱动。

[0248] 在上述的构成中,具体而言,例如,控制部40在执行第三放电灯驱动时,将灯电压V1a与第一逆转变电压V1a23以及第二逆转变电压V1a33比较。另外,控制部40在第三放电灯驱动中,在灯电压V1a比第二逆转变电压V1a33小且为第一逆转变电压V1a23以上的情况下,将放电灯90的驱动从第三放电灯驱动转变到第二放电灯驱动。控制部40在第三放电灯驱动中,在灯电压V1a比第一逆转变电压V1a23小的情况下,将放电灯90的驱动从第三放电灯驱动转变到第一放电灯驱动。根据上述构成,能够根据灯电压V1a来执行适当的放电灯驱动,因此能够进一步提高放电灯90的寿命。

[0249] 另外,在本实施方式中,设定控制方法的预定的设定定时,也可以每当接通投影机500的电源时各设置一次。该情况下,在从投影机500的电源接通到断开的一次期间中,仅通过第一控制和第二控制中的任意一方对放电灯驱动部230进行控制。

[0250] 另外,在上述说明中,控制部40可以执行从第一放电灯驱动至第四放电灯驱动的4个驱动来作为放电灯90的驱动,但不局限于此。在本实施方式中,控制部40例如可以仅执行2个或3个驱动来作为放电灯90的驱动,还可以执行5个以上的驱动。例如,可执行的放电灯驱动的数量越多,则越容易使放电灯90的驱动根据放电灯90的劣化而适当地变化,因此容易使放电灯90的寿命提高。

[0251] 另外,在本实施方式中,也可以构成为:例如在放电灯90熄灯时存储所执行的放电灯驱动,在将放电灯90再次点亮时执行所存储的放电灯驱动。

[0252] 另外,在上述说明中,在预定的设定定时判断了是否转变各放电灯驱动,但不局限于此。在本实施方式中,也可以始终监视灯电压V1a而判断是否转变放电灯驱动。在该情况下,例如有时在设定了第一控制后且经过预定时间之前,转变到第二放电灯驱动。

[0253] 另外,在本实施方式中,第一阈值电压V1a11与第一转变电压V1a12可以是相同的值。在该情况下,在灯电压V1a比第一阈值电压V1a11大而设定了第二控制的时刻,灯电压V1a比第一转变电压V1a12大。因此,在该情况下,在第二控制的连续执行时间变为第一转变

时间 t_1 以上时,控制部40将放电灯90的驱动从第一放电灯驱动转变到第二放电灯驱动。

[0254] 另外,在上述说明中,设为了第一控制和第二控制中的驱动电流波形包括直流电流和频率不同的两种交流电流的构成,但不局限于此。在本实施方式中,第一控制和第二控制中的构成驱动电流波形的交流电流可以是一种,也可以包含频率相互不同的三种以上的交流电流。另外,在本实施方式中,第一控制和第二控制中的构成驱动电流波形的直流电流也可以是两种以上。两种以上的直流电流包括向放电灯90供给的电流值的绝对值不同的两种以上的直流电流。

[0255] 此外,在上述的实施方式中,对于将本发明应用于透射式的投影机的情况的例子进行了说明,但本发明也可以应用于反射式的投影机。在此,“透射式”的含义是包含液晶面板等的液晶光阀使光透射的类型。“反射式”的含义是液晶光阀使光反射的类型。此外,光调制装置不局限于液晶面板等,例如也可以是使用了微镜的光调制装置。

[0256] 另外,在上述的实施方式中,举出了使用3个液晶面板560R、560G、560B(液晶光阀330R、330G、330B)的投影机500的例子,但本发明也可以应用于仅使用1个液晶面板的投影机、使用4个以上的液晶面板的投影机。

[0257] 另外,上述所说明的各构成在不互相矛盾的范围内,可以适当地进行组合。

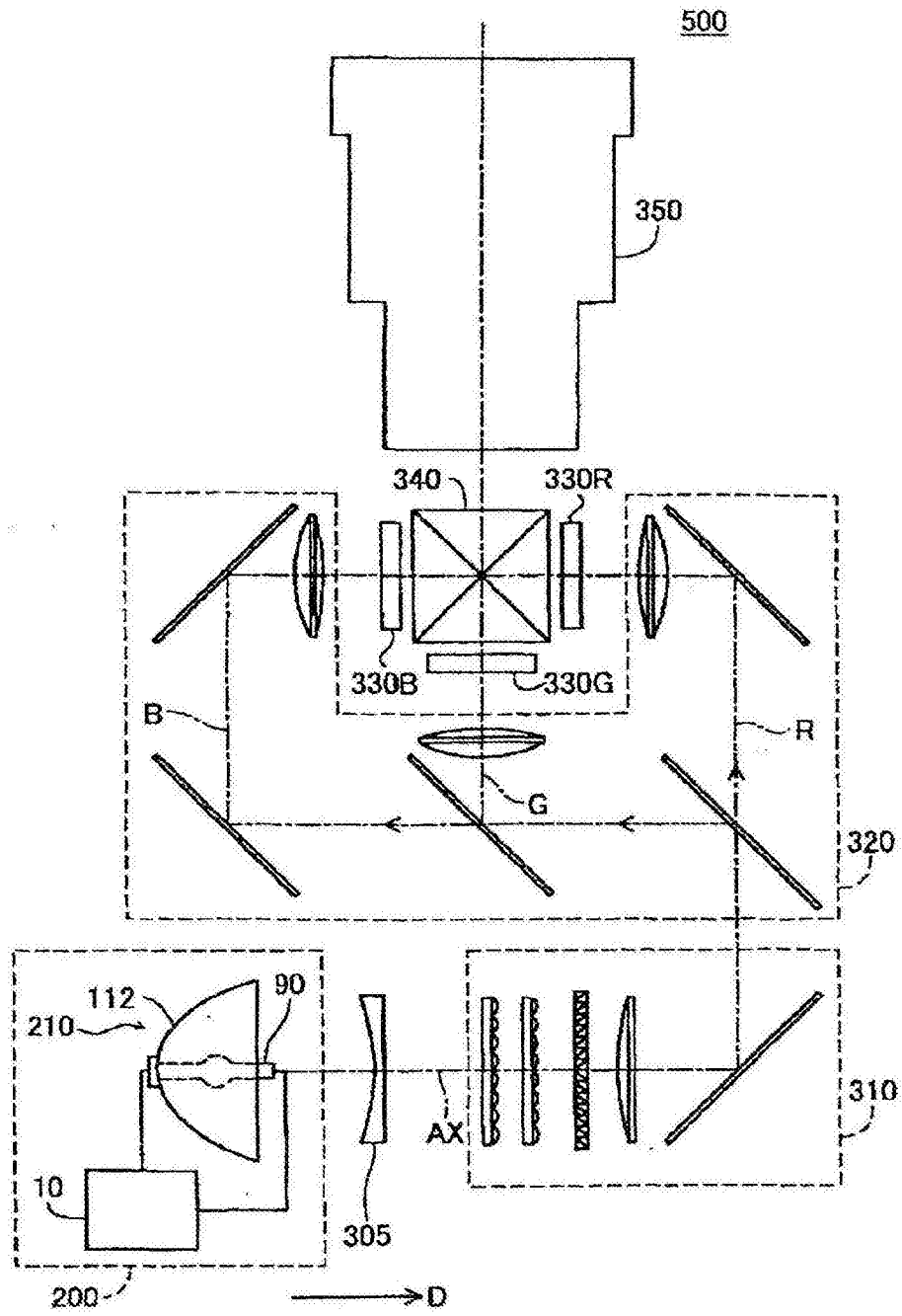


图1

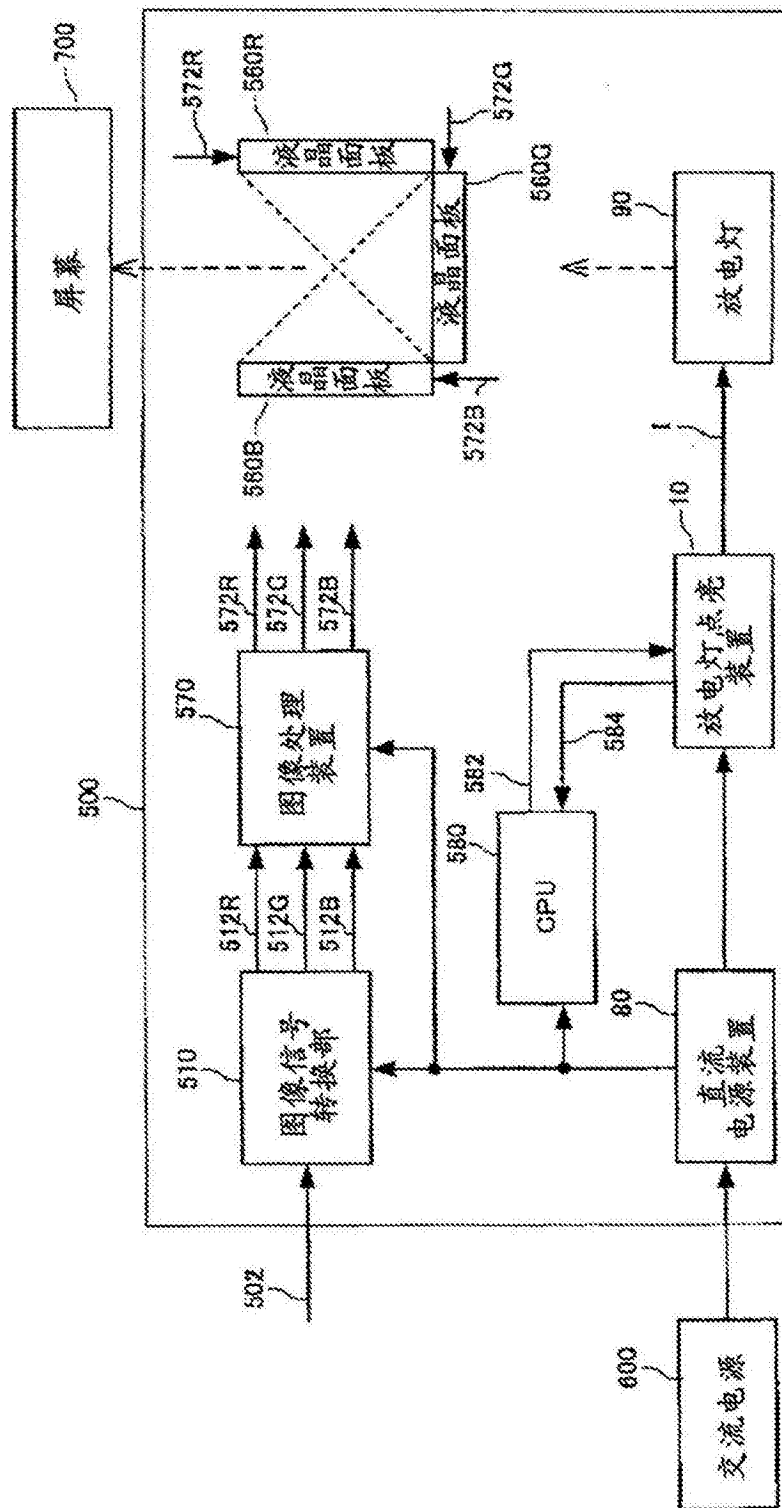


图3

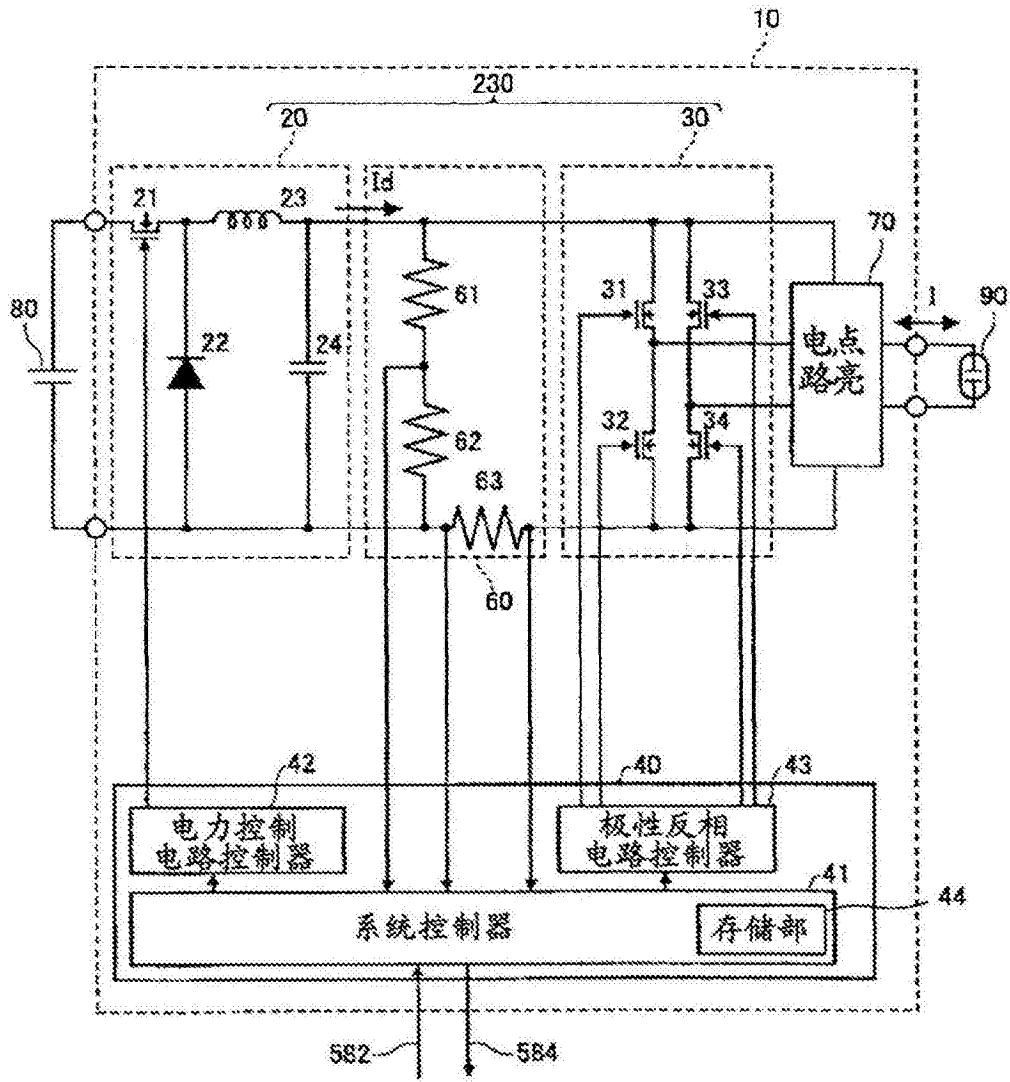


图4

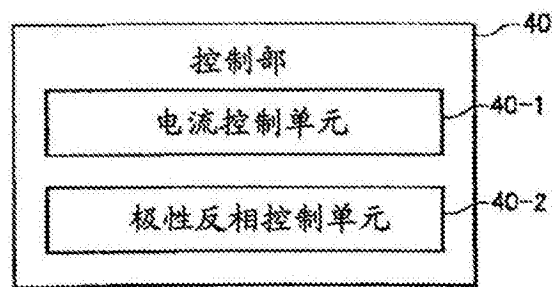


图5

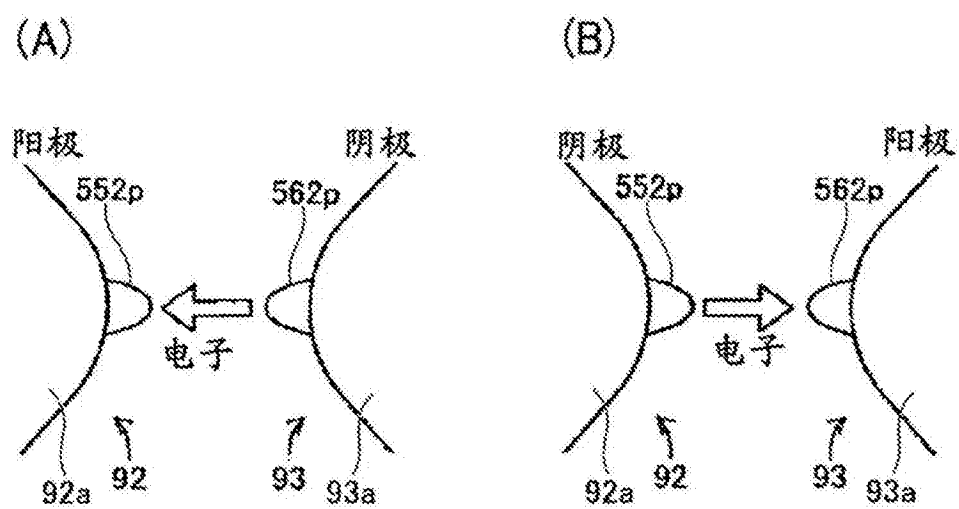


图6

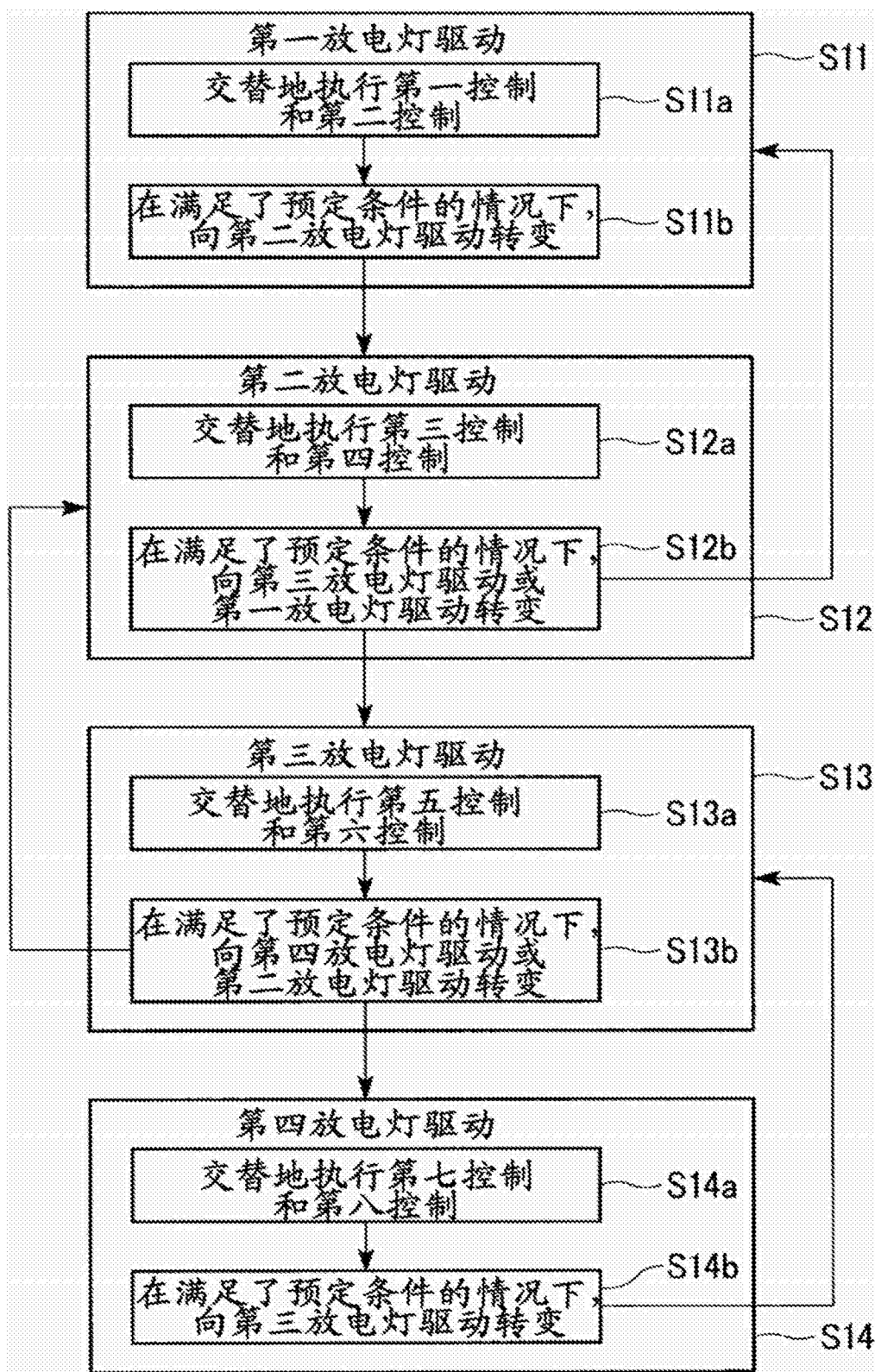


图7

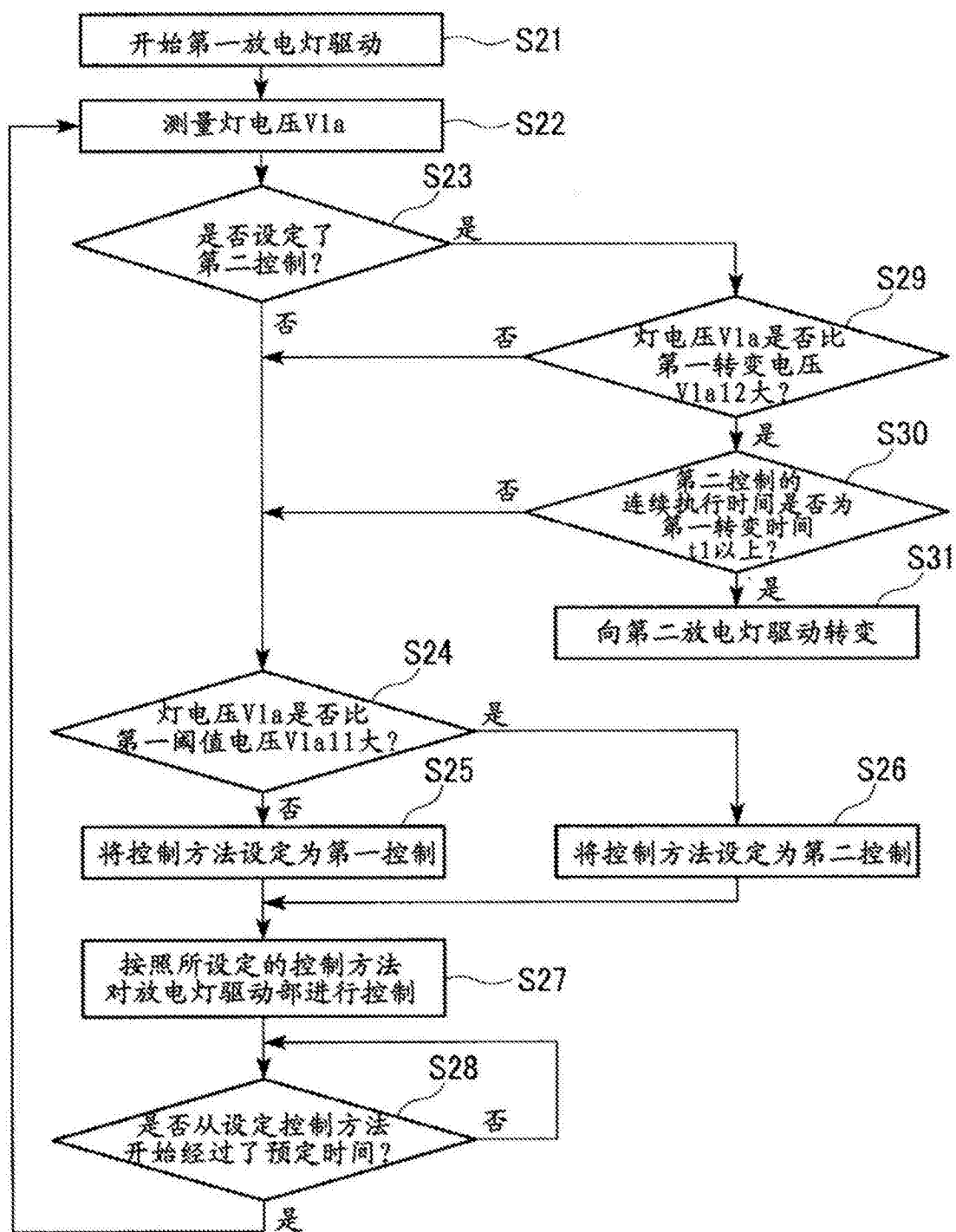


图8

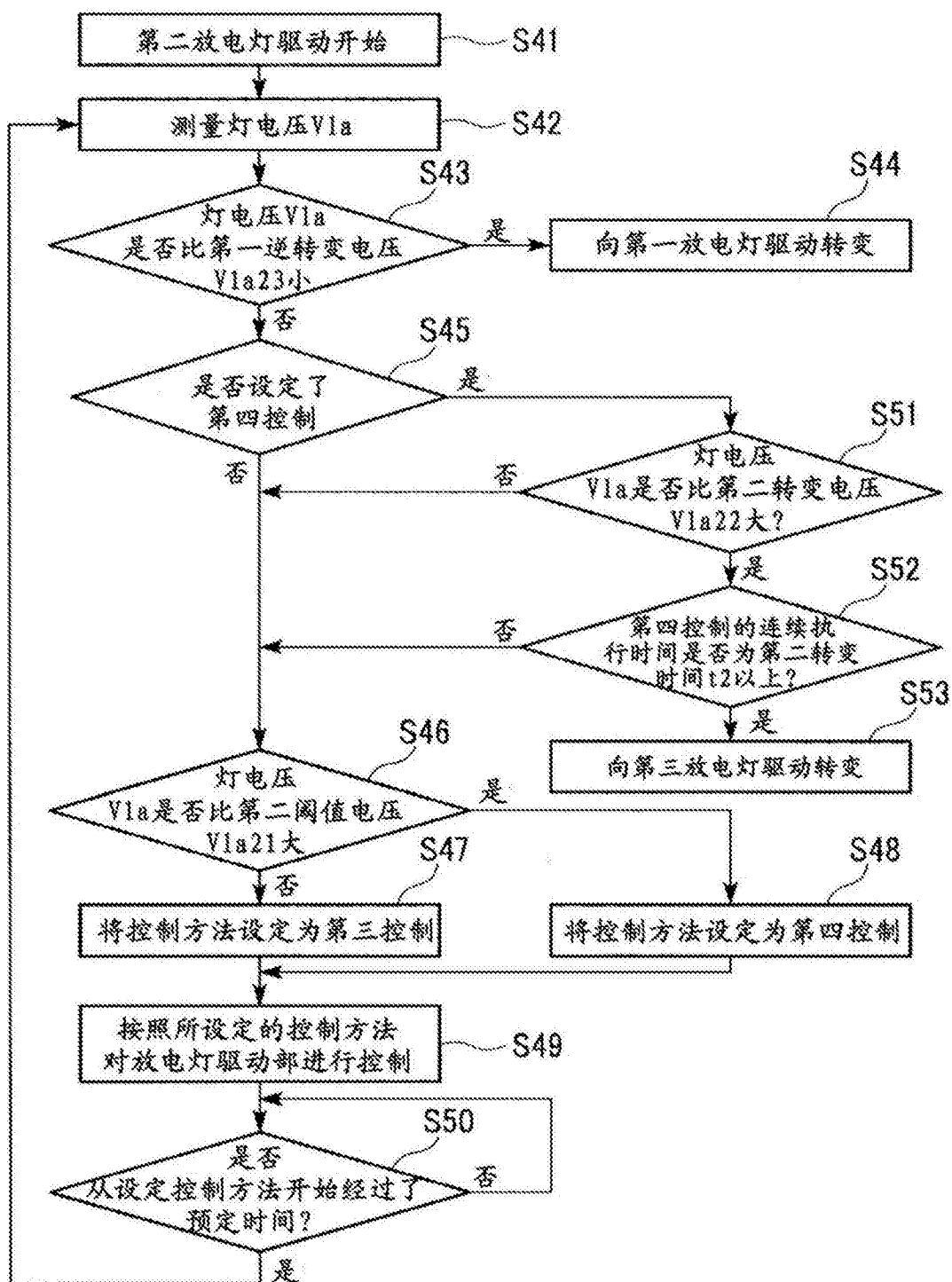


图9

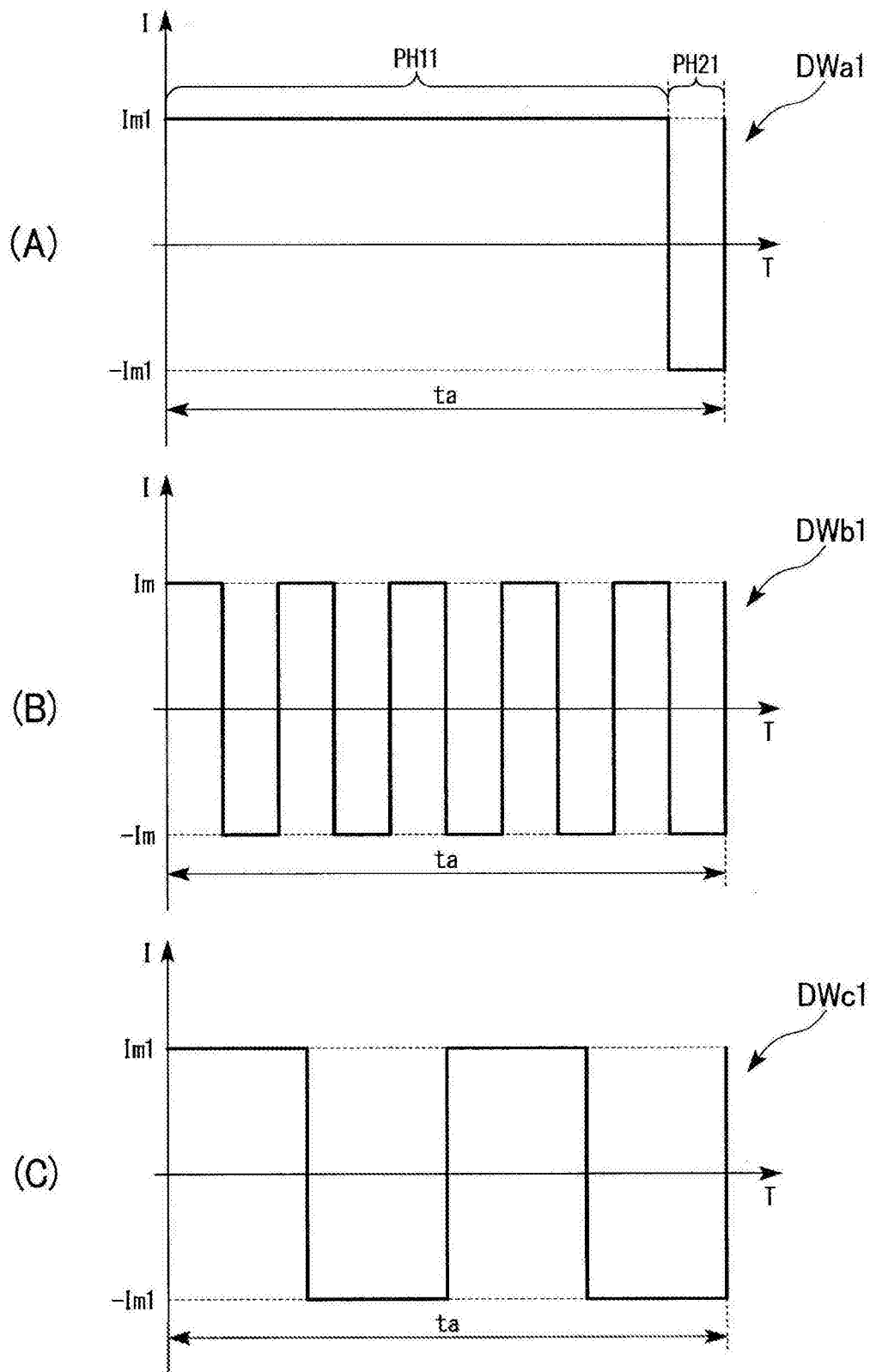


图10

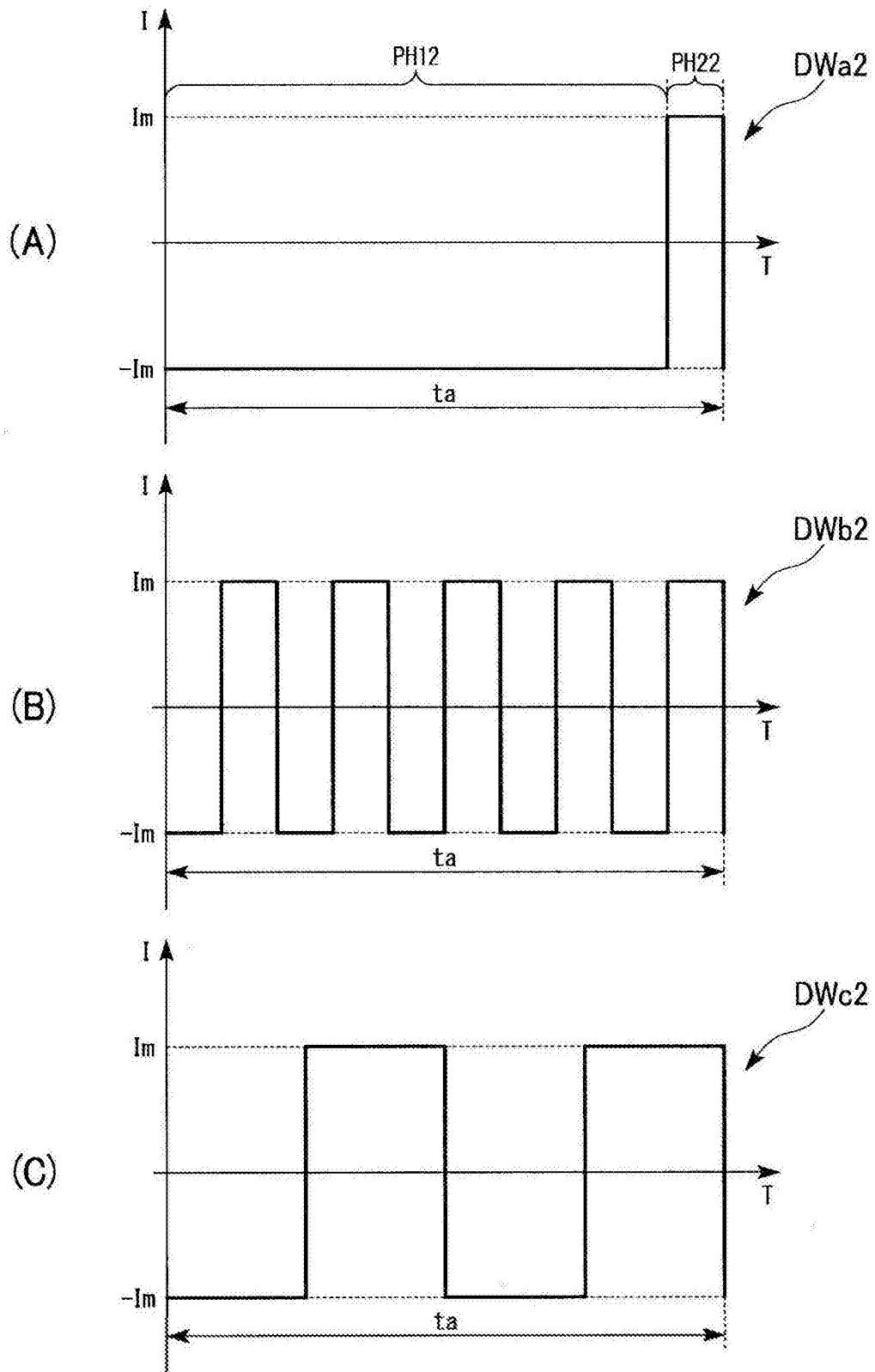


图11

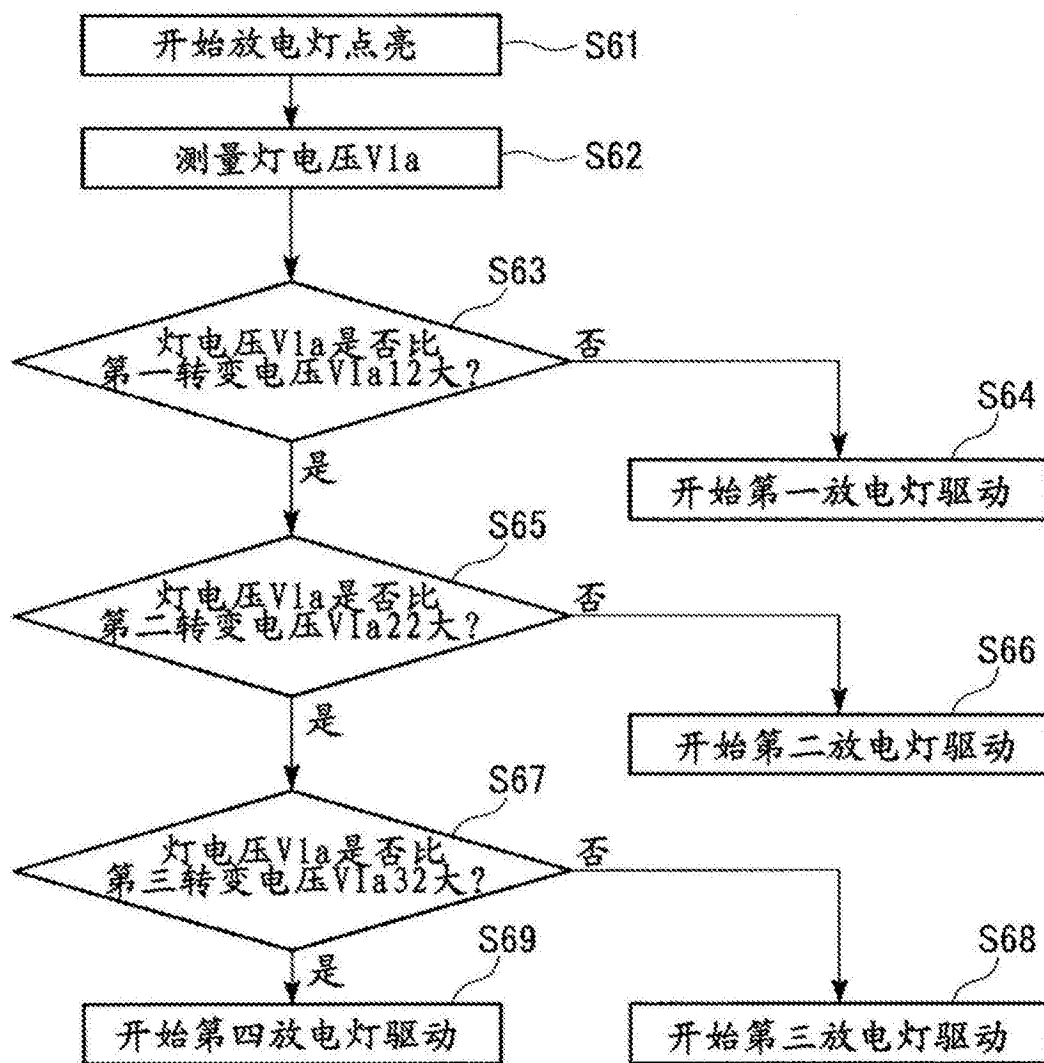


图12

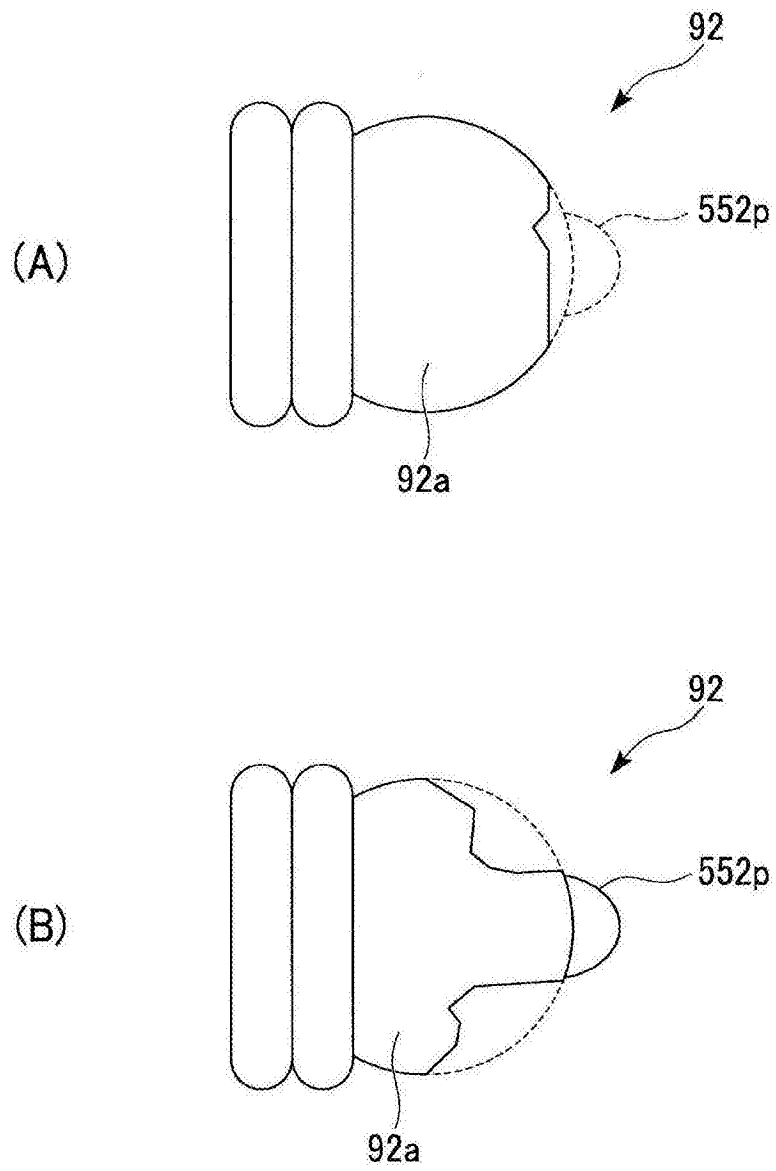


图13

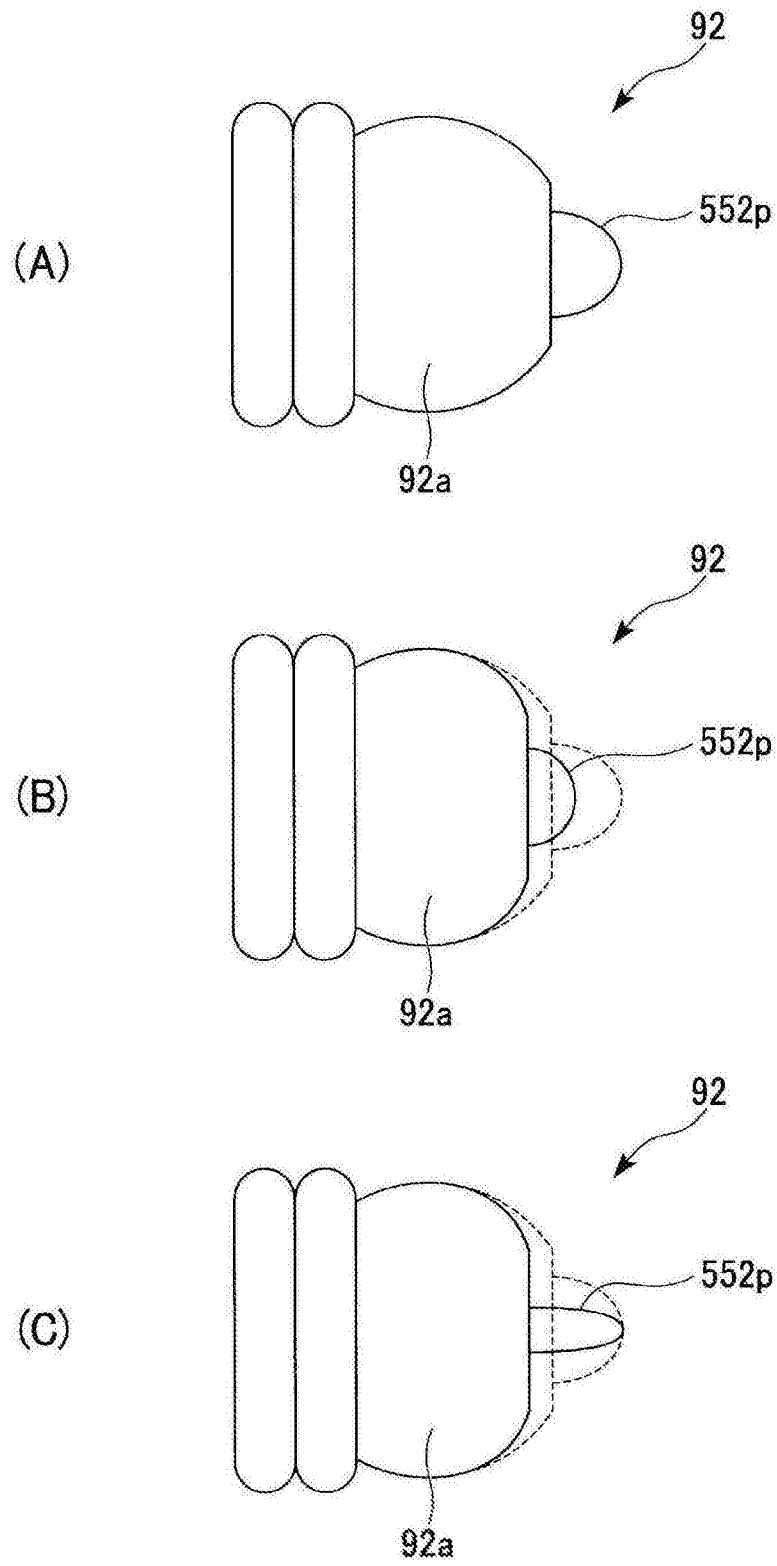


图14