

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H05B 41/288 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02146979.2

[45] 授权公告日 2008年2月6日

[11] 授权公告号 CN 100367828C

[22] 申请日 2002.10.25 [21] 申请号 02146979.2

[30] 优先权

[32] 2001.10.26 [33] JP [31] 329874/01

[73] 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 小野俊介 山本匡宏 小笹稔

吉田正人

[56] 参考文献

EP 0794694A1 1997.9.10

US 5714845 A 1998.2.3

US 6049179 A 2000.4.11

US 4803406A 1989.2.7

审查员 徐卫锋

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 陈景峻 张志醒

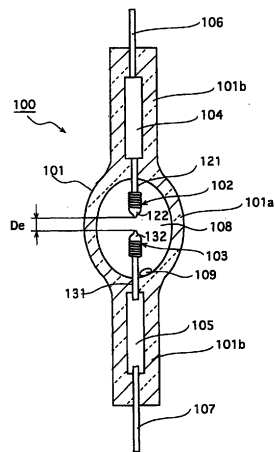
权利要求书4页 说明书14页 附图8页

[54] 发明名称

操作高压放电灯的方法、照明装置以及高压放电灯装置

[57] 摘要

公开了一种操作高压放电灯的方法、照明装置、和高压放电灯装置，它们都能在低于额定功率的功率下操作该灯而不会给照明电路施加过量负荷。为此，当检测到的灯电压( $V_{la}$ )低于预定电平时(S102: 否)，在预定时间周期内在低于额定频率的频率下输送电流(S103 和 S104)。



1、一种通过给高压放电灯输送交变电流来操作高压放电灯的方法，该高压放电灯具有其中密封卤素材料和提供一对电极的电弧管，该方法包括：

电压降低检测步骤，检测电极对之间的电压已经降低到预定电平以下；和

低频电流输送步骤，在预定时间周期内在比额定频率低的频率下输送交变电流，当在电压降低检测步骤中检测到电压降低到预定电平以下时，进行低频电流输送步骤。

2、根据权利要求1的操作高压放电灯的方法，其中在上述时间周期内交变电流的频率在0.1-10Hz范围内，其中包含10Hz。

3、根据权利要求1的操作高压放电灯的方法，其中时间周期的大小对应交变电流的10个循环或以下。

4、根据权利要求1的操作高压放电灯的方法，其中时间周期的大小对应交变电流的1个循环或以上。

5、根据权利要求1的操作高压放电灯的方法，其中时间周期的大小对应交变电流的1.5个循环。

6、根据权利要求1的操作高压放电灯的方法，其中在高压放电灯在低于额定频率的频率下工作时，在该低频下输送交变电流。

7、一种通过给高压放电灯输送直流来操作高压放电灯的方法，该高压放电灯具有其中密封卤素材料和提供一对电极的电弧管，该方法包括：

电压降低检测步骤，检测电极对之间的电压已经降低到预定电平以下；和

电流方向反向步骤，在预定时间内使直流方向相反，当在电压降低检测步骤中检测到电压降低到预定电平以下时，进行该电流方向反向步骤。

8、根据权利要求7的操作高压放电灯的方法，其中在高压放电灯在低于额定功率的功率下工作时使直流反向。

9、一种通过给高压放电灯输送交变电流来操作高压放电灯的照明装置，该高压放电灯具有其中密封卤素材料和提供一对电极的电弧管，

该装置包括:

用于检测电极对之间的电压的电压检测器; 和

用于控制交变电流的控制器, 当由电压检测器检测的电压降低到预定电平以下时, 在预定时间周期内在低于额定频率的频率下输送交变电流。

10、根据权利要求 9 的照明装置, 其中在上述时间周期内交变电流的频率在 0.1-10Hz 范围内, 其中包含 10Hz。

11、根据权利要求 9 的照明装置, 其中时间周期的大小对应交变电流的 10 个循环或以下。

12、根据权利要求 9 的照明装置, 其中时间周期的大小对应交变电流的 1 个循环或以上。

13、根据权利要求 9 的照明装置, 其中时间周期的大小对应交变电流的 1.5 个循环。

14、根据权利要求 9 的照明装置, 其中在高压放电灯已经工作预定时间之后, 控制器开始控制。

15、一种通过给高压放电灯输送直流来操作高压放电灯的照明装置, 该高压放电灯具有其中密封卤素材料和提供一对电极的电弧管, 该装置包括:

用于检测电极对之间的电压的电压检测器; 和

用以控制直流的控制器, 当由电压检测器检测到的电压降低到预定电平以下时, 在预定时间周期内在反方向流入直流。

16、根据权利要求 15 的照明装置, 其中在高压放电灯已经工作预定时间之后, 控制器开始控制。

17、一种高压放电灯装置, 包括:

用于固定高压放电灯的插座单元; 和

照明装置, 在高压放电灯固定到插座单元的情况下, 通过给其输送交变电流用于操作高压放电灯, 该高压放电灯具有其中密封卤素材料和提供一对电极的电弧管,

其中照明装置包括:

用于检测电极对之间的电压的电压检测器; 和

用于控制交变电流的控制器, 以便当由电压检测器检测的电压降低到预定电平以下时, 在预定时间周期内在比额定频率低的频率输送

交变电流。

18、一种高压放电灯装置，包括：

用于固定高压放电灯的插座单元；和

照明装置，在高压放电灯固定到插座单元的情况下，通过给其输送直流用于操作高压放电灯，该高压放电灯具有其中密封卤素材料和提供一对电极的电弧管，

其中照明装置包括：

用于检测电极对之间的电压的电压检测器；和

用于控制直流的控制器，以便当由电压检测器检测的电压降低到预定电平以下时，在预定时间周期内在反方向流入直流。

19、一种高压放电灯装置，包括：

具有其中密封卤素材料和提供一对电极的电弧管的高压放电灯；

和

照明装置，通过给其输送交变电流而操作高压放电灯，

其中照明装置包括：

用于检测电极对之间的电压的电压检测器；和

用于控制交变电流的控制器，以便当由电压检测器检测的电压降低到预定电平以下时，在预定时间周期内以比额定频率低的频率输送交变电流。

20、根据权利要求 19 的高压放电灯装置，其中

一对电极之间的距离在 0.5-2.0mm 范围内，其中包含 2.0mm；和

当在额定功率下工作时，电弧管中的汞蒸气压在 15Mpa 和 65Mpa 范围内，其中包含 65Mpa。

21、根据权利要求 19 的高压放电灯装置，其中密封在电弧管中的卤素材料的量在  $1 \times 10^{-9} \text{mol/cm}^3$  到  $1 \times 10^{-5} \text{mol/cm}^3$  范围内，其中包含  $1 \times 10^{-5} \text{mol/cm}^3$ 。

22、根据权利要求 19 的高压放电灯装置，其中当高压放电灯在低于额定功率的功率下工作时，控制器进行控制。

23、一种高压放电灯装置，包括：

具有其中密封卤素材料和提供一对电极的电弧管的高压放电灯；

和

照明装置，通过给其输送直流而操作高压放电灯，

其中照明装置包括:

用于检测电极对之间的电压的电压检测器; 和  
用于控制直流的控制器, 以便当由电压检测器检测的电压降低到  
预定电平以下时, 在预定时间周期内在反方向流入直流。

24、根据权利要求 23 的高压放电灯装置, 其中  
一对电极之间的距离在 0.5-2.0mm 范围内, 其中包含 2.0mm; 和  
当在额定功率下工作时, 电弧管中的汞蒸气压在 15Mpa 和 65Mpa  
范围内, 其中包含 65Mpa。

25、根据权利要求 23 的高压放电灯装置, 其中密封在电弧管中的  
卤素材料的量在  $1 \times 10^{-9} \text{mol/cm}^3$  到  $1 \times 10^{-5} \text{mol/cm}^3$  范围内, 其中包含  $1 \times 10^{-5} \text{mol/cm}^3$ 。

26、根据权利要求 23 的高压放电灯装置, 其中当高压放电灯在低  
于额定功率的功率下工作时, 控制器进行控制。

## 操作高压放电灯的方法、照明装置以及高压放电灯装置

本申请基于在日本申请的专利申请 No. 2001 - 329874, 在这里引证其内容供参考。

### 发明的背景

#### (1) 发明的领域

本发明涉及操作高压放电灯的方法、照明装置和高压放电灯装置。

#### (2) 相关技术的说明

通常用于液晶投影仪的光源是高压放电灯, 如高压汞灯。随着液晶投影仪尺寸的减小和广泛地用于一般室内环境中, 现在要求根据环境亮度和要投影的图像类型做一些调整, 以便防止荧光屏太亮。一种设计成满足这种要求的液晶投影仪具有所谓的模糊(dimming)控制功能(例如参见 JP2000 - 131668 - A)。该模糊控制是通过在比额定功率低的功率下操作高压放电灯以便调整灯的亮度和节约功耗来实现的。

然而, 本发明的发明人已经研究了模糊控制对常规高压放电灯和常规照明电路的影响, 并发现如下问题。即, 照明装置表现为与在额定功率下操作时相比温度上升得更高。这个更高温度上升归因于施加于照明装置的过量负荷, 并意味着该照明装置需要加大尺寸和/或给其提供增强的冷却功能。但是, 这些要求与减小尺寸、静音投影仪的需求相矛盾。

### 发明的概述

本发明的目的是提供操作高压放电灯的方法、照明装置和高压放电灯装置, 即使在高压放电灯在低于其额定功率的功率下操作时也能防止照明装置的负荷过量。

本发明的上述目的是通过给其施加交变电流而利用操作高压放电灯的方法实现的。该高压放电灯具有其中密封卤素材料和提供一对电极的电弧管。该方法包括: 用于检测一对电极之间的电压已经降低到预定电平的电压降低检测步骤; 和在预定时间周期内以比额定频率低的频率输送交变电流的低频电流输送步骤。当在电压降低检测步骤中

检测到电压降低时，进行低频电流输送步骤。

利用该结构，即使例如由于模糊控制而不正常地生长各形成在电极顶部的突起，该突起也能部分地消失，以使突起被减小到适当尺寸。因此，抑制了照明装置中的过量温度升高。本发明适用于 DC 型和 AC 型高压放电灯。即，根据在电压降低检测步骤中的检测，直流方向在预定时间周期内反向。

或者，本发明的上述目的可通过给其输送交流而利用操作高压放电灯的照明装置来实现。该高压放电灯具有其中密封卤素材料和提供一对电极的电弧管。该照明装置包括：用于检测电极对之间的电压的电压检测器；和用于控制交变电流的控制器，以便当由电压检测器检测的电压降低到预定电平以下时，在预定时间周期内以比额定频率低的频率输送交变电流。

当采用 DC 型高压放电灯，可通过给其输送直流而利用操作高压放电灯的照明装置来实现上述目的。该高压放电灯具有其中密封卤素材料和提供一对电极的电弧管。该照明装置包括：用于检测电极对之间的电压的电压检测器；和用于控制直流的控制器，以便当由电压检测器检测的电压降低到预定电平以下时，在预定时间周期内在反向流入直流。

或者，本发明的目的通过高压放电灯装置来实现，该高压放电灯装置包括：高压放电灯，具有其中密封卤素材料和提供一对电极的电弧管；和用于通过给其输送交变电流而操作高压放电灯的照明装置。该照明装置包括：用于检测电极对之间的电压的电压检测器；和用于控制交变电流的控制器，以便当由电压检测器检测的电压降低到预定电平以下时，在预定时间周期内以比额定频率低的频率输送交变电流。

高压放电灯装置的特殊例子包括各种投影仪，如液晶投影仪，其采用高压放电灯作为其光源。此外，这些例子包括通用照明装置、汽车头灯、用于医学领域的照明装置、用于紫外线固化树脂的固化装置。

根据本发明的高压放电灯装置可具有用于固定高压放电灯的插座单元但没有高压放电灯本身（这样的例子包括高压放电灯不被固定到其上的投影仪）。

此外，根据本发明的高压放电灯装置可具有不采用插座单元而直接连接到照明装置上的高压放电灯。

当采用 DC 型高压放电灯时, 本发明的目的是通过用于 DC 型高压放电灯的照明装置实现的。

#### 附图的简要说明

通过下面参照附图的说明使本发明的这些和其它目的、优点和特点更明了, 其中附图中表示了本发明的特殊实施例。

附图中:

图 1 表示根据本发明的实施例的高压汞灯 100 的结构的截面图;

图 2 是表示高压放电灯 100 安装在其内的灯单元 200 的结构的剖开的倾斜图;

图 3 是表示在电极尖端不正常生长的突起 124 的示意图;

图 4 是表示照明装置 300 的结构的方框图;

图 5 是表示通过用于低频输送控制的控制器 305 的操作的流程图;

图 6 是表示在低频输送控制下的 AC 方波电流的频率变化的示意图;

图 7 是表示为研究低频输送控制下的频率而进行的实际试验结果的示意图; 和

图 8 是表示为研究在低频输送控制下输送的低频的循环数量而进行的实际试验结果的示意图。

#### 最佳实施例的说明

下面参照附图说明作为本发明实施例的操作高压放电灯的方法。

##### (1) 高压放电灯的结构

图 1 是表示作为高压放电灯的一个例子的额定功率为 150W 的高压汞灯 100 的结构示意图。为方便起见, 该图是沿着露出电极的部分截取的截面图。

如图所示, 高压汞灯 100 由电弧管 101, 其中电弧管由石英玻璃构成。电弧管 101 具有球形发光部分 101a 和形成在发光部分 101a 的每端的密封部分 101b。发光部分 101a 内部地提供有一对钨电极 102 和 103。密封部分 101b 分别内部地提供有密封在其中的钼箔 104 和 105, 并且钼箔 104 和 105 分别连接到一对钨电极 102 和 103。钼箔 104 和 105 在另一端分别连接到外部钼引线 106 和 107。

钨电极 102 和 103 尖端之间的距离即电极间距离  $D_e$  设定在 0.5-2.0mm 范围内。注意, 作为成品完成时, 本例中的高压汞灯 100 具有

形成在每个钨电极 102 和 103 尖端的一定尺寸的突起。这样, 这个 0.5-2.0mm 范围优选确定具有形成在尖端的突起的每个电极之间的距离。

密封在形成在发光部分 101a 中的发光空间 108 中的是作为发光材料的汞 109、作为起动辅助材料的惰性气体, 如氩 (Ar)、氪 (Kr) 和氙 (Xe) 以及卤素材料, 例如碘 (I) 和溴 (Br)。在这种情况下, 汞 109 的密封量设定为发光空间 108 的容量的 150-650mg/cm<sup>3</sup>。(等效于在灯额定工作下的约 15-65MPa 的压力)。此外, 当灯处于冷却状态时的惰性气体压力设定为 0.01-1MPa。

在常规情况下, 卤素材料是 Br, 其填充量在  $1 \times 10^{-10}$ mol/cm<sup>3</sup> 和  $1 \times 10^{-4}$ mol/cm<sup>3</sup> 范围内。密封卤素材料是为了实现所谓的卤素循环, 其中蒸发的钨返回到电极, 以便抑制电弧管的变黑。为实现卤素循环的最大效果, 尤其优选密封的 Br 量在  $1 \times 10^{-9}$ mol/cm<sup>3</sup> 和  $1 \times 10^{-5}$ mol/cm<sup>3</sup> (包含) 范围内。

图 2 是表示其中安装上述高压放电灯 100 的灯单元 200 的结构的部分剖开的倾斜图。如图所示, 灯单元 200 如此构成, 基座 201 固定于电弧管 101 的一端, 电弧管 101 经过间隔器 202 固定于反射镜 203 并处于电弧轴与反射镜 203 的光学轴一致的状态。高压汞灯 100 的两个电极如此构成, 即电流分别经过端子 204 和引线 205 输送到电极。引线 205 通过孔 206 延伸到反射镜 203 的外部, 其中孔 206 是穿过反射镜 103 形成的。

## (2) 导致本发明的研究

在更具体地介绍本实施例之前, 首先说明导致本发明的研究。

首先, 本发明的发明人假设上述照明装置中的过量温度升高是由于照明电路不可避免地在照明电路没有为其设计准备的条件下工作造成的。其次, 已经澄清这种条件的原因而进行了研究。本发明的发明人已经注意到在模糊控制有效的情况下, 突起 124 已经不正常地生长于每个电极尖端上, 如图 3 所示。

考虑到这种不正常生长突起的原因, 本发明的发明人已经实现了以下假设。根据该假设, 当高压放电灯在额定功率下工作时, 下列机理工作。即, 形成电极的钨由于在灯工作时产生的热而蒸发, 并且淀积在电弧管内壁上, 由此引起电弧管变黑。密封在电弧管中的卤素材

料用于促进卤素循环，抑制上述变黑问题。在存在卤素材料的情况下，蒸发的钨与卤素化学地组合，并且该化合物由于对流而返回到放电等离子体中，在那里钨与卤素分解。已经正电离，钨固定并积累在放电区域周围的区域中，其中电场集中于负相的电极尖端。当电极反向为正相时，电子再次与整个电极尖端碰撞，由此使温度升高。结果是，在电极处于负相时积累的钨再次蒸发。

当高压放电灯在额定功率下工作时，上述积累和蒸发在保持每个电极尖端的突起处于适当尺寸的电平下稳定地平衡。但是，当进行模糊控制时，即当灯在低于额定功率的功率下工作时，正相的电极尖端的温度比灯在额定功率下工作时的温度低。由于这个低温，钨蒸发的量少，因此打乱了积累和蒸发之间的平衡。最后，钨在局部积累在每个电极尖端的状态下稳定。这就引起突起的不正常生长。

这种不正常生长的突起同样意味着较短的电弧长度。即，电极对之间的电压（灯电压  $V_{1a}$ ）降低，因此在由照明电路进行的恒定功率控制下输送给高压放电灯的电流增加。输送电流的增加超过了额定功率操作所希望的水平，因此引起过量温度升高。如上所述，本发明的发明人已经清楚了照明电路中过量温度升高的原因，并且还对装置进行了进一步的研究，以便解决上述问题，并实现嗯局本发明的操作高压放电灯的方法和其它技术。

就是说，根据本发明的操作高压放电灯的方法是通过给其输送交变电流来操作高压放电灯的方法。这里，灯具有其中密封卤素材料和提供一对电极的电弧管。根据该方法，在灯工作期间在电极对之间的电压由于改变电极间距离而降低到预定电平以下时，在预定时间周期内在比额定频率低的频率下输送交变电流。

这里使用的额定频率指的是在额定功率工作时输送给高压放电灯的交变电流的频率。该时间周期主要取决于要输送的交变电流的频率和循环数量。本发明实现了抑制照明装置中的温度过量升高，因为提供上述时间周期导致了在电极尖端的温度升高，因此在每个电极尖端形成的突起部分地消失了，即每个突起被减小到合适的尺寸。因而，电弧长度加长了，灯电压升高了。鉴于上述机理，本发明的发明人还进行了研究以阐明在上述时间周期内输送的交变电流的频率优选落入 0.1-10Hz（包含）范围内。然而，注意，该频率不限于上述范围，可

以根据各个因素如灯结构、密封在电弧管中的材料、电极材料和电极的形状和结构而最优化。

此外，本发明的发明人还阐明了，鉴于灯工作期间对闪烁的影响，要输送的循环的数量优选为 10 个循环或更少。与上述频率一样，应该注意到要输送的循环数量不限于上述特殊值，可以根据各个因素而优化。此外，不需要频率在上述时间周期内是恒定的，而是可以按连续方式变化的。或者，可断续地输送低频电流。

优选，在所述时间周期内输送至少一个循环。这是因为通过输送一个循环的低频，生长在电极对的每个上的突起相同程度地变小。这里，当开始在  $0^\circ$  相位输送低频时，一个循环足够了。然而，当照明电路不能在  $0^\circ$  相位开始输送低频时，则优选在 1.5 个循环内输送低频。

在直流型高压放电灯的情况下，可以进行下列设置。即，如果在灯工作期间流过电极的电流由于电极间距离的改变而低于预定水平，则在上述时间周期内在相对于额定方向相反的流动方向输送 DC 电流。与 AC 电流型相同，这是因为不正常地生长的在负相的电极（即阴极）上的突起。使电流方向相反导致电极尖端的温度上升，因此不正常地生长的突起可部分地消失。额定方向指的是从用于阳极的电极到用于阴极的电极流动的 DC 电流的方向。

这里，还可以提供高压放电灯在低于额定功率的功率下工作的上述时间周期。如上所述，在较低灯电压  $V_{1a}$  下的灯工作趋于导致突起的不正常生长。然而，即使在灯在额定功率下工作时，由于某些原因而仍然存在生长突起的可能性。因此，如果流过电极的电流降低到预定值以下，最好提供上述时间周期，并与灯是否在额定功率下工作无关。

### （3）照明装置的结构

下面将具体说明照明装置的结构，其包括用于执行根据本发明的操作方法的照明电路。图 4 是表示根据本例的照明装置（镇流器）300 的结构方框图。如图所示，照明装置 300 由 DC 电源 301、DC/DC 转换器 302、DC/AC 反相器 303、高压发生器 304、控制器 305、电流检测器 306 和电压检测器 307 构成。

DC 电源 301 包括例如整流器电路，并从家用 100V AC 产生 DC 电压。在由微型计算机构成的控制器 305 的控制下，DC/DC 转换器 302

在预定电压给 DC / AC 反相器 303 输送 DC。在控制器 305 的控制下, DC/AC 反相器 303 以预定频率产生 AC 方波电流, 并将 AC 输送给高压发生器 304。高压发生器 304 包括例如变压器, 并且在高压发生器 304 内产生的高压施加于高压汞灯 100。

当在高压汞灯 100 的电极之间发生击穿时, 电弧放电电流开始流过电极。作为相应, 电流检测器 306 发送检测信号给控制器 305, 以便提供在控制器 305 内的发光检测单元识别“灯操作已经起动”。“灯操作已经起动”之后, 控制器 305 在电流检测器 306 和检测灯电压的电压检测器 307 的检测信号基础上给 DC/DC 转换器 302 发送信号, 以便控制灯的发光功率。按上述方式进行的控制是在被电流检测器 306 检测的电流和被电压检测器 307 检测的电压的基础上的恒定功率控制。更详细地说, 控制器 305 将检测的电流和检测的电压的乘积与存储在其内部存储器中的参考功率相比较, 以便控制 DC/DC 转换器 302 输出电流, 结果导致恒定功率。控制器 305 连接到设置在照明装置外部的开关, 并且通过开关输入用于模糊控制的操作。响应于用于模糊控制的操作, 改变参考功率以便进行模糊控制。

控制器 305 的内部存储器除了参考功率以外还储存用于检测电极尖端的不正常生长的参考灯电压。当由检测器 307 检测到的灯电压  $V_{1a}$  低于参考灯电压时, 控制器 305 判断有不正常生长的突起。通过这种判断, 控制器 305 发送信号给 DC/AC 反相器 303, 以便在预定时间周期内流过照明电路的电流的频率低于额定频率。按这种方式进行的控制以下称为“低频输送控制”。控制的细节描述如下。

#### (4) 电极尖端的相关状态的发现

下面介绍从关于模糊控制对高压汞灯 100 和照明装置 300、特别是对电极尖端的影响的研究得到的发现。

首先, 介绍简单说明根据本例的电极 102 (及电极 103) 的结构。根据本例用在高压汞灯 100 中的电极 102 是如下获得的。参见图 3, 由钨制成的电极棒 121 提供有由细钨线在电极棒 121 的尖端附近缠绕形成的线圈 123。电极棒 121 的尖端部分和线圈 123 部分地熔化并处理形成半球形电极尖 122。此后, 通过在预定频率下输送交变电流使灯在预定时间内工作 (即老化), 因此尖端部分具有合适尺寸的突起。

本发明的发明人已经做了以下第一尝试。即, 不管灯电压  $V_{1a}$  的

检测值如何,进行模糊控制,同时发光电流的频率保持不变。结果是,如图3所示,在电极尖122上不正常地生长突起124。为了抑制所谓的跳弧现象(穿过电极发生放电电弧的起点不稳定地围绕每个电极尖的中间和周边移动的现象),该现象同样将导致亮度的格栅波动,位于电极尖上的合适尺寸的突起是优选的。然而,如图4所示,这种不正常生长的突起使电极间距离缩短,这将引起灯电压V1a降低。

由于不正常生长的突起引起的灯电压V1a的降低将导致输送给灯的功率即DC/DC转换器302的输出电流增加。这个增加归结为照明装置300中的过量温度升高的原因。鉴于上述原因,本发明的发明人已经进行了关于操作灯的方法同时保持每个突起在适当尺寸的进一步的研究,并实现了根据本发明的低频输送控制有效的概念。

更具体地说,为保持突起124在合适的尺寸范围内,当突起124不正常地生长时,优选暂时升高电极尖的温度,以便蒸发形成突起124的一定量的钨。但是,不希望改变输送给灯的功率,以便升高电极尖的温度,因为电源的变化将立即导致亮度的波动。特别在灯用作液晶投影仪的光源的情况下不希望这样。然而,也存在升高电极间温度的另一种设置。即,通过使发光电流的频率降低到几乎与DC相同的状态,希望升高电极尖的温度。这样,当不正常地生长突起124时,发光电流的频率降低,以便突起124保持在合适尺寸内而不改变输送功率,并因此不会引起亮度的大波动。

然而,应该注意在进行低频输送控制时,在特殊频率下或对于特殊数循环数量输送低频电流,由于各种因素如流过电极的电流的反向等引起不可忽略的灯闪烁。这样,在确定要输送的低频电流的频率和循环数量时应当注意。下面连续说明由本发明人所做的由控制器305进行的控制、频率和输送循环。

#### (5) 由控制器305进行的控制

首先,具体说明根据本例由控制器305进行的控制。图5是表示由控制器305进行的系列操作的例子的流程图。首先,本例的控制器305利用其内部定时器判断是否高压汞灯100已经导通60秒(S10-1)。这里,用于判断的参考时间确定为“60秒”。这是因为在具有150W额定功率的高压汞灯的情况下,如上所述,通常在灯导通之后和放电稳定之前需要60秒左右的时间。这样,优选根据灯的指标如额定功率

来优化用于判断的参考时间。

在本例中，如果由电压检测器 307 检测的灯电压  $V_{1a}$  低于预定参考电压，则假设不正常地生长突起 124。在这种情况下，为适当地蒸发形成不正常生长的突起 124 的钨，输送的电流的频率暂时变换为低频。然而，不希望简单地输送低频电流，因为灯电压  $V_{1a}$  低于预定值，这与是否是在灯刚刚操作之后、即在放电稳定之前无关。即使突起对于抑制跳弧现象有效，但是整个操作可能由于完全蒸发合适尺寸的突起而结束。因而，不进行低频输送控制，直到放电稳定为止。

过去 60 秒之后 (S101: 是)，控制器 305 判断由电压检测器 307 检测的灯电压  $V_{1a}$  是否低于 55V 的参考电压 (S102)。当判断  $V_{1a}$  低于参考电压时 (步骤 S102: 否)，控制器 305 控制 DC/AC 反相器 303，以便输出低频的 AC 方波电流，由此进行低频输送控制 (S103)。这里，参考电压设定为 55V，然而这个值只是作为例子示出的，该参考值不限于这个特殊值。此外，不用说，优选根据灯的指标如额定功率优化参考电压。

由于输送低频电流而花费预定时间周期之后 (S104: 是)，灯在其频率返回到额定频率的电流下工作 (步骤 S105)。预定时间周期主要根据在低频输送控制下要输送的频率和循环数量决定。图 6 是示意性地表示在低频输送控制下的 AC 方波电流的频率变化的示意图。图中所示例子是采用能从  $0^\circ$  相位起以输送 AC 的照明电路的情况。在该例中，额定频率为 170Hz，在图中所示的时间 A 和时间 B 之间的一个循环中在 2Hz 的频率下输送电流。

如上所述，在至少一个循环内输送低频电流，以使不正常地生长在电极对 102 和 103 的尖端的突起相同地消失。由于突起相同地消失，因此电极间距离的中心几乎保持相同，考虑到抑制亮度波动而希望这样。然而，输送少于一个循环的低频电流仍然对于某种程度地减小突起的尺寸有效。应该注意某些照明电路不能在  $0^\circ$  相位切换频率。在采用这种照明电路的情况下，在 1.5 个循环内输送低频电流。通过这种设置，不正常地生长在每个电极上的突起均匀地消失，而与频率切换到低频的相位无关。

#### (6) 关于低频输送控制下的频率的研究

下面介绍由本发明的发明人进行的关于在低频输送控制下输送的

AC 方波电流的频率的研究。图 7 是表示为该研究进行的实际试验的结果的示意图。在图中，频率 (Hz) 表示在低频输送控制下输送的电流的频率。在每个样品中，输送 5 个循环的低频电流。

在试验中，具有 150W 额定功率（额定电压为 75V）的测试灯 100 为了进行模糊控制而在 120W 下操作。灯的额定频率为 150Hz。与图 5 中所示的流程图一致，当灯电压  $V_{1a}$  降低到 55V 时，电流频率降低到测试频率。

在图中，灯电压的平均变化 ( $\Delta V_{1a}$ ) 表示在输送低频电流之前和之后由电压检测器 307 检测的灯电压  $V_{1a}$  的变化的平均值。在试验中，采用五个测试灯样品用于测试图 7 中列举的每个频率。因此，从电压变化的五个测量值得到平均值。电极的状态表示由本发明的发明人目视检测的电极的状态。

当在低频输送控制下在 0.05Hz 的频率下输送电流时，在每个电极的顶部的突起完全消失。这样，没有留下突起，这是不希望的。当在低频输送控制下的频率设定为 0.1Hz 时，在五个样品中的一个中观察到突起完全消失。然而，在其它四个样品中，每个突起只部分地消失（适当地保留），并且灯电压恢复。

当在 0.5Hz 或 1Hz 的频率下输送电流时，每个突起留下适当的尺寸，并且灯电压  $V_{1a}$  恢复。当在 5Hz 的频率输送电流时，五个样品中的一个样品表现为突起尺寸不变，并在灯电压  $V_{1a}$  时几乎不恢复。在其它四个样品的每个中，突起部分地消失并灯电压升高。当在 10Hz 频率输送电流时，五个样品中的两个样品中的突起部分地消失，但是观察到其它三个样品中的突起的尺寸没有变化。在 20Hz 的频率，所有五个样品的突起尺寸不呈现任何变化或在灯电压下没有任何恢复。

鉴于上述实验，低频输送控制下的频率优选在 0.1-10Hz（包含）范围内，并且特别优选在 0.1-5Hz 范围内。在 0.5-1Hz（包含）范围内的频率是最优选的。这里，在低频输送控制下输送的电流频率越高，灯电压  $V_{1a}$  增加的越小。即，当低频电流的频率较高时，需要更频繁地进行低频输送控制，但是在输送低频时引起的电弧长度变化保持相对小。这样，鉴于如在额定灯工作时的电弧长度和闪烁等因素，优选最佳确定频率，这将在后面详细说明。

(7) 关于低频输送控制下输送的循环数量的研究

现在说明关于要输送的低频电流的循环数量进行的研究。图 8 是表示硅与该研究进行的实际试验的结果的示意图。

在低频输送控制下出现的一个问题是根据输送的低频电流的频率或循环数量发生闪烁。通常，当频率很低时，灯在与 DC 操作相同的状态下操作。换言之，电弧是不对称的。当每个电极的极性在这种非对称电弧状态下反向时，立刻发生闪烁。如果更频繁地输送低频电流，则极性反向发生得更频繁，这将无法估计地更显著地发生闪烁。此外，在突起消失时发生的电弧长度的急剧变化可能是引起闪烁的另一因素。这些因素一起使闪烁发生得更明显。

在这个实验中，在上述实验中确定为合适的频率被输送几个循环，以便检测灯电压  $V_{1a}$  的变化和闪烁的发生。与上述实验一样，具有 150W 额定功率的测试灯在 120W 下工作，以便进行模糊控制。额定频率为 150Hz，在灯电压  $V_{1a}$  降低到 55V 时进行低频输送控制。在  $0^\circ$  相位进行电流的频率转换。对于每个条件，测试两个样品。图 8 中的闪烁列表表示目测的结果。该列中的标记“0”表示没有观察到闪烁，标记“ $\Delta$ ”表示观察到没有太多的闪烁，标记“X”表示闪烁十分明显。

首先介绍在低频输送控制下在 0.5Hz 频率下给其输送电流的灯。当输送 0.5 个循环的低频电流时，没有观察到或观察到很少的闪烁。当输送一个循环的低频时，在两个样品都观察到很少的闪烁。当输送 5 个循环或以上的低频时，在两个样品中都观察到闪烁十分明显。鉴于上述情况，假设频率很低时，电弧形状的非对称很显著，因此其影响更明显。在输送 1 个循环低频电流之后灯电压  $V_{1a}$  不增加太多。这样，得出结论是为了抑制闪烁，1 个循环是最佳的。考虑到亮度波动问题，半个循环不是优选的。这是因为输送半个循环的低频电流只引起两个电极中的一个电极上的温度升高，这可能导致电弧中心位移。

如上所述，可能照明电路不能在  $0^\circ$  相位开始输送低频电流。在采用这种照明电路的情况下，输送一个循环的低频电流不会引起两个突起相同地消失。在这种情况下，低频电流要输送 1.5 个循环。

现在在参考该试验，在 1Hz 下输送在低频输送控制下的低频。当低频电流输送 1 个循环或更少时，没有观察到闪烁。当低频电流输送 5 个循环时，观察到很少的闪烁。当低频电流输送 10 个循环以上时，闪烁十分明显。在 5Hz 输送电流的情况下，在高达 5 个循环时没有观

察到闪烁。当低频电流输送 10 个循环时，观察到很少的闪烁。当低频电流输送 20 或更多个循环时，闪烁非常明显。

鉴于上述实验，输送低频的循环数量优选为 10 个循环或以下，更优选为 5 个循环或以下。甚至更优选在  $0^\circ$  相位开始输送低频电流 1 个循环。

#### (8) 灯的寿命测试

在高压放电灯正常进行的操作中不考虑低频输送控制。这样，本发明的发明人实际上进行了灯的寿命测试，以此进行低频输送控制。下面简要说明测试结果。

对图 2 中所示的灯单元 200 进行测试，其中每个灯单元 200 由具有 150W 额定功率的灯和照明装置 300 构成，其中照明装置 300 在测试中作为全桥结构的电子镇流器，其输送方波电压。有两种类型的灯单元，一种具有低频输送控制功能，另一种没有这种功能。这里，后种类型是如此构成的，以便防止在温度升高时的不正常操作。在测试中，每个高压放电灯 100 水平固定并在 120W 工作，用于进行模糊控制。该灯点亮 3.5 小时并关闭 0.5 小时，并重复这个循环。按照上述方式利用低频输送控制（当灯电压降低到 55V 时，在一个循环中输送的电流被转换到 2Hz）对五个样品进行测试，并不采用这种控制对另五个样品进行测试。在点亮 2000 小时之后的亮度维持因素基础上判断每个样品的寿命。在没有低频输送控制的样品中，计算亮度维持因素的平均值为 86.3%，而在利用低频输送控制的样品中，亮度维持因素的平均值为 85.2%。结果清楚表明低频输送控制对灯寿命没有影响。此外，利用低频输送控制，没有样品的灯电压  $V_{1a}$  下降到 55V 以下。然而，在没有低频输送控制的情况下，5 个样品中的 3 个样品在开始测试之后的 500 小时内呈现灯电压  $V_{1a}$  下降到 55V 以下。此外，利用低频输送控制，在 2000 小时内没有观察到闪烁。

#### <修改>

关于这一点，已经借助几个实施例介绍了本发明。但是，应该明白本发明不限于上面公开的特殊实施例，如下面所示的各种修改也是适用的。

(1) 上面已经爱用作为高压放电灯的额定功率为 150W 的高压汞灯介绍了实施例。但是，本发明不限于具有特殊额定功率的灯，还可

以适用于其它类型的灯。此外，本发明不限于高压汞灯，还适用于其它类型的高压放电灯，如金属卤化物灯。这是因为只要电弧管中密封卤素材料，就有不正常地生长形成在每个电极上的突起的可能性。低频输送控制解决了不正常生长突起的问题。

(2) 在上述实施例中，通过操作开关输送用于模糊控制的指令，照明装置接收该输入指令。然而，可以不通过开关而通过来自检测使用环境的亮度的传感器的信号进行模糊控制。或者，可以根据要投影的图像确定是否进行模糊控制。

(3) 在上述实施例中，为进行模糊控制，参考电压转换到也存储在控制器 305 的内部存储器中的另一值。然而，该参考值可以固定，并且可以改变由电压检测器 307 进行的检测。不用说，在模糊控制下要输送的功率不限于 120W。

(4) 在上述实施例中，通过输送 AC 方波电流介绍了照明方法。但是，DC 型高压放电灯也可能存在由不正常地生长在一个电极（阴极）尖端上的突起引起的灯电压  $V_{1a}$  下降的问题。通过在预定期间暂时使 DC 流动方向反向来解决这个问题，由此使一部分突起消失。

(5) 在上述实施例中，在低频输送控制时的频率保持不变。然而，存在这样的情况，即突起的急剧消失可能导致电弧长度急剧变化，这将引起灯亮度波动。为了防止电弧长度的这种急剧变化，在低频输送控制期间电流的频率可以逐渐降低。更具体地说，例如，当灯电压下降到预定参考值以下时，电流频率可以象下述那样阶式降低。即，电压依次降低到 10Hz（一个循环）、8Hz（1 个循环）、6Hz（1 个循环）、4Hz（1 个循环）和最后降低到 2Hz（1 个循环）。

(6) 在上述实施例中，连续输送在低频输送控制下的低频（见图 5 中的 S104）。然而，在预定时间周期期间可以间歇地输送低频电流。

(7) 在上述实施例中，电极 102 具有圆顶形电极尖 122，但是电极的形状不限于此。本发明还适用于通过简单围绕电极棒缠绕线圈形成的电极，或者通过按照覆盖电极棒的尖端的方式将管形件固定导电电极棒上形成的电极。只要电弧管中密封卤素材料和利用卤素循环，就存在电极材料积累在每个电极的尖端的可能性，而与电极结构无关。

(8) 在上述实施例中，控制器 305 由微计算机执行。然而，除了采用微计算机的照明电路之外，也可以广泛地采用其它类型的照明电

路。一个例子是由各种电路组合而成的照明电路，如 JP5-67496-A 或 JP5-144577-A 中所公开的（以下这种照明电路称为“模拟照明电路”）。

本发明还适用于上述这种模拟电路。为了利用这种模拟电路实施本发明，该模拟电路需要结合到各种电路中，如用于检测灯电压超过预定值的电路、用于输送低频电流的转换电路、和用于测量输送循环的电路。然而，可以按照下列方式满足提供上述电路的需要。通过调整时间常数电路如 CR 电路的时间常数或利用计数器来进行时间（循环）测量。利用选择器进行转换。此外，可利用对比灯电压与参考电压的比较电路进行超过预定参考电压的灯电压的检测。

虽然前面已经借助实施例并参考附图全面地介绍了本发明，但是应该注意各种改变和修改对于本领域技术人员来说是显而易见的。因此，除非这种改变和修改脱离了本发明的范围，否则这些改变和修改都应该包含在其中。

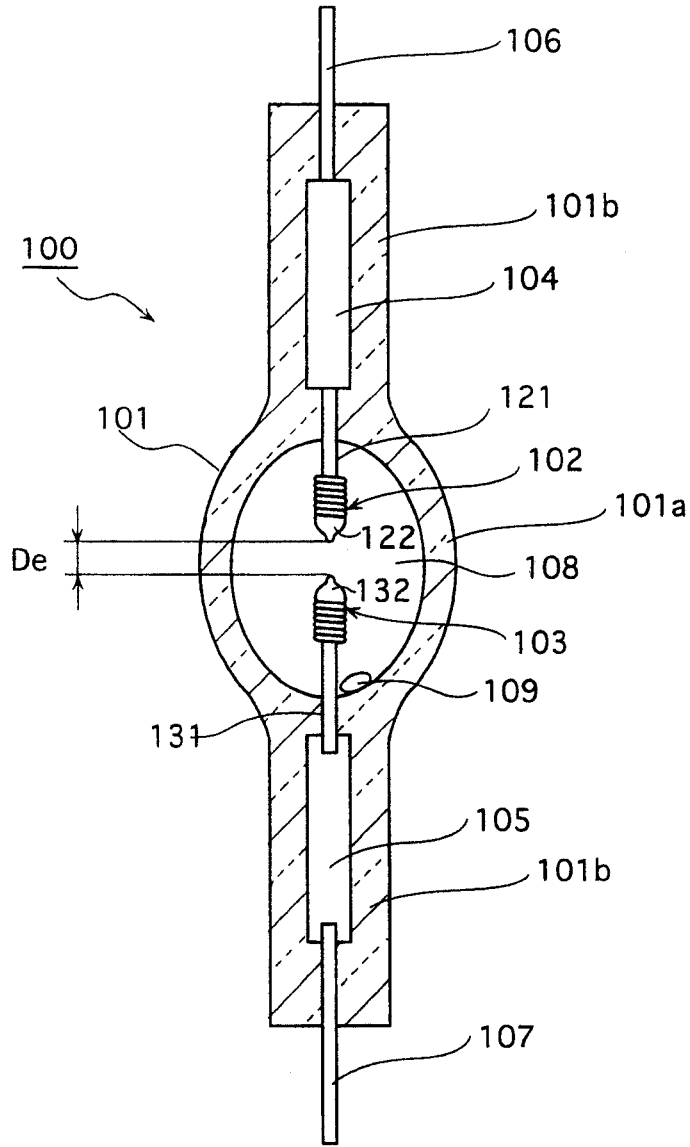


图 1

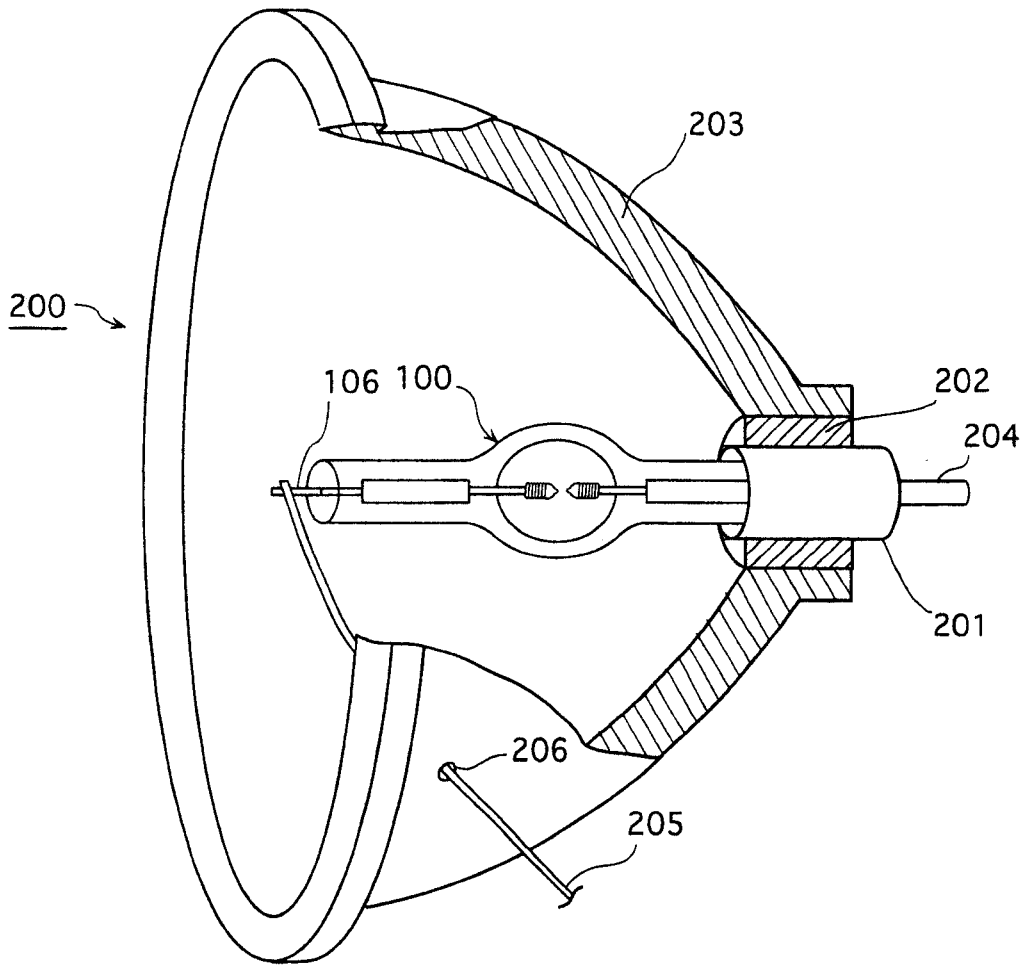


图 2

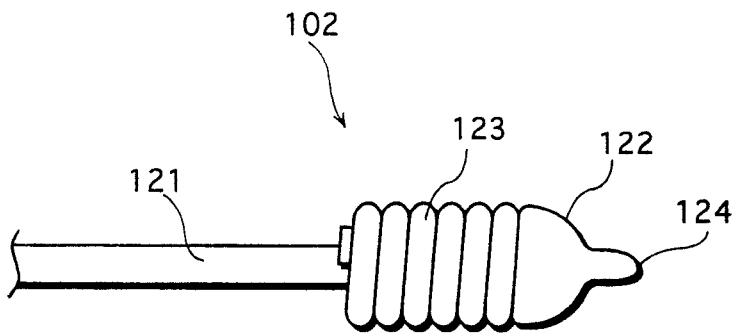


图 3

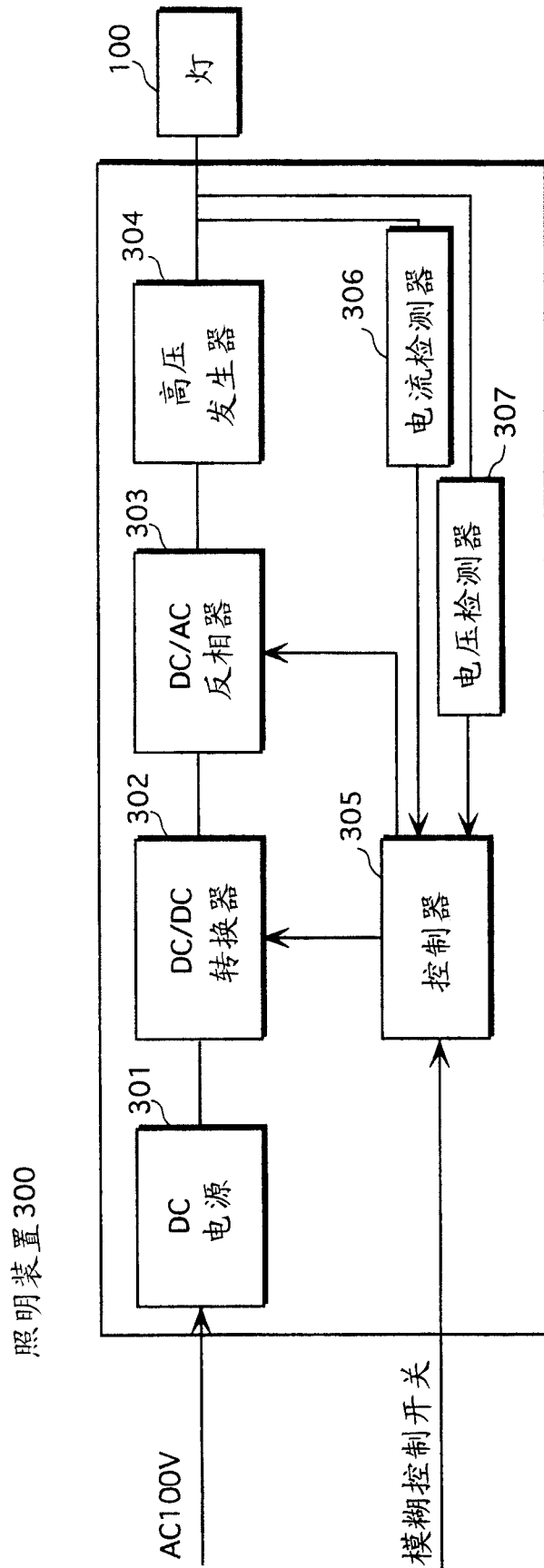


图 4

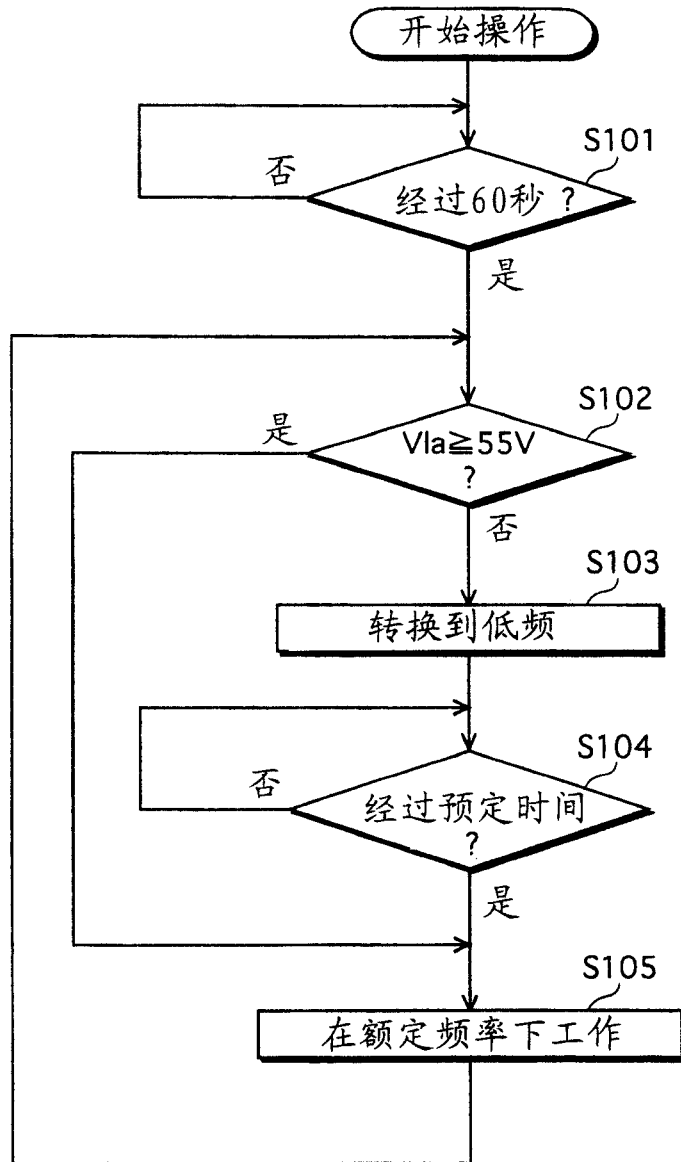


图 5

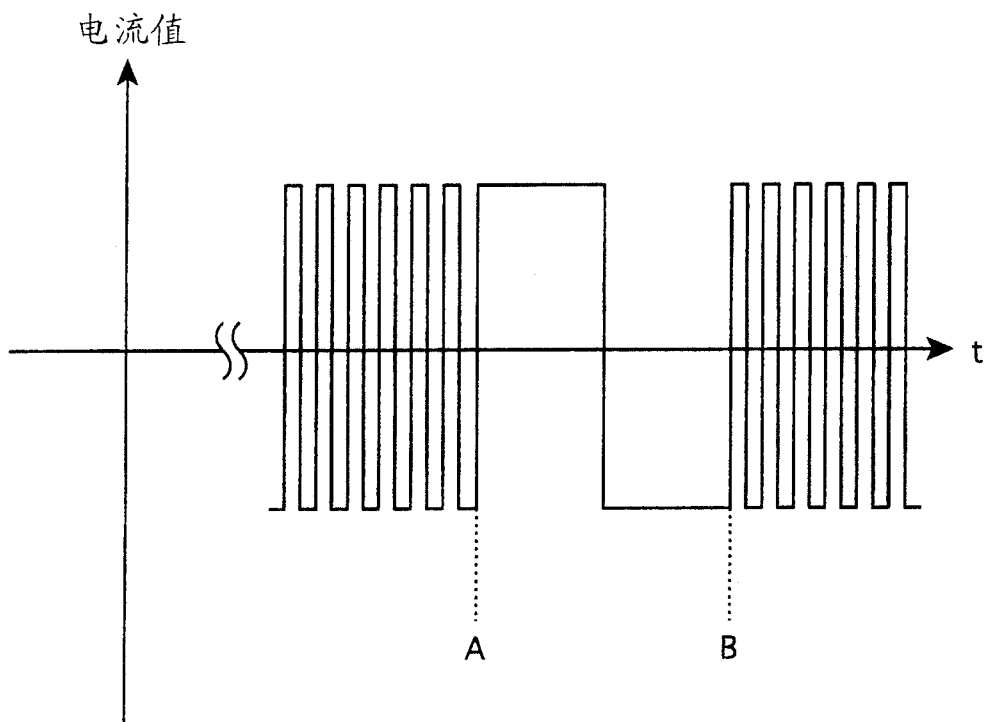


图 6

频率 (Hz)	灯电压的平均变化 ( $\Delta V_{la}$ )	电极状态
0.05	+32.4	突起完全消失
0.1	+20.3	突起部分地消失/一个样品(1/5)中完全消失
0.5	+12.4	突起部分地消失
1	+ 5.9	突起部分地消失
5	+ 1.9	突起部分地消失/一个样品(1/5)中无变化
10	+ 0.7	突起部分地消失/某些样品(3/5)无变化
20	+ 0.1	无变化

图 7

频率 (Hz)	循环	灯电压的变化 (V)	闪烁
0.5	0.5	① 5.4	○
		② 7.2	△
	1	① 13.6	△
		② 12.1	△
	5	① 13.3	×
		② 13.7	×
1	10	① 11.5	×
		② 12.5	×
	20	① 13.5	×
		② 12.3	×
1	0.5	① 4.5	○
		② 3.9	○
	1	① 6.6	○
		② 7.6	○
	5	① 9.3	△
		② 7.0	△
5	10	① 8.4	△
		② 6.0	×
	20	① 5.2	×
		② 8.5	×
5	0.5	① 0.0	○
		② 0.7	○
	1	① 1.8	○
		② 2.1	○
	5	① 1.4	○
		② 0.0	○
10	10	① 1.6	△
		② 2.0	△
	20	① 2.2	×
		② 1.5	×

图 8