

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H05B 41/24 (2007.01)

H02M 7/48 (2007.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580049501.8

[43] 公开日 2008 年 4 月 23 日

[11] 公开号 CN 101167409A

[22] 申请日 2005.11.18

[21] 申请号 200580049501.8

[30] 优先权

[32] 2005. 4. 19 [33] JP [31] 120849/2005

[86] 国际申请 PCT/JP2005/021259 2005.11.18

[87] 国际公布 WO2006/114913 日 2006.11.2

[85] 进入国家阶段日期 2007.10.17

[71] 申请人 美蓓亚株式会社

地址 日本长野县

[72] 发明人 山下雅也

[74] 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

代理人 雒运朴 李 伟

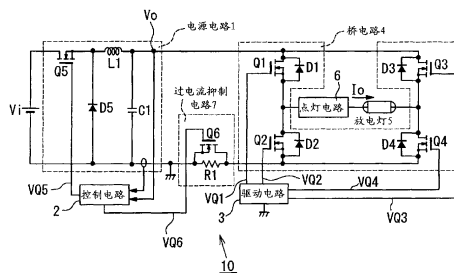
权利要求书 1 页 说明书 9 页 附图 5 页

[54] 发明名称

放电灯点灯装置

[57] 摘要

本发明提供抑制流经放电灯的过大电流，防止放电灯的电极磨损，从而实现长寿命化的同时，廉价且小型的放电灯点灯装置。该放电灯点灯装置(10)具有：输入电源(V_i)；电源电路(1)；由使放电灯(5)进行交流动作的开关元件($Q1 \sim Q4$)构成的桥电路(4)；点灯电路(6)；控制电源电路(1)的控制电路(2)；驱动桥电路(4)的驱动电路(3)，而且在桥电路(4)的负极侧和电源电路(1)的负极侧之间，连接有由电阻元件($R1$)和与电阻元件($R1$)并联连接的开关元件($Q6$)所构成的过电流抑制电路(7)。利用该过电流抑制电路(7)，可自动调整流经开关元件($Q2$ 、 $Q4$)的电流，并可抑制起动放电灯(5)时的过电流。



1. 一种放电灯点灯装置，具有：输入电源；电源电路，将该输入电源的输出进行升压或降压并输出；桥电路，对该电源电路的输出，一边切换极性一边将其向放电灯施加而使该放电灯进行交流动作；点灯电路，使上述放电灯起动；控制电路，控制上述电源电路；驱动电路，驱动上述桥电路，其特征在于，

上述桥电路由两个串联电路构成，它们分别是由与上述电源电路的正极侧连接的第一开关元件以及与上述电源电路的负极侧连接的第二开关元件构成的串联电路，和由与上述电源电路的正极侧连接的第三开关元件以及与上述电源电路的负极侧连接的第四开关元件构成的串联电路，

在上述第二开关元件与上述第四开关元件的连接点，与上述电源电路的负极侧之间，连接有过电流抑制电路，该过电流抑制电路由电阻元件、和与该电阻元件并联连接的开关元件构成。

2. 根据权利要求 1 所述的放电灯点灯装置，其特征在于，在流有过大电流时，上述第二开关元件和上述第四开关元件，在不饱和区域进行动作。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的放电灯点灯装置，其特征在于，由上述控制电路来控制上述过电流抑制电路的开关元件，以使其在上述过大电流在上述放电灯中流动时截止，在上述过大电流流动结束后导通。

放电灯点灯装置

技术领域

本发明涉及一种放电灯点灯装置，特别涉及在高压水银灯、高压钠光灯、金属卤化物灯（metal halide lamp）等的高亮度放电灯的点灯起动时，防止流经高亮度放电灯的过大电流的放电灯点灯装置。

背景技术

以往，作为对高压水银灯、高压钠光灯、金属卤化物灯等的高亮度放电灯进行点灯的点灯装置，已知有图5所示的放电灯点灯装置。在图5中，放电灯点灯装置100具有：输入电源 V_i ，向放电灯点灯装置100提供直流电压；电源电路1，将输入电源 V_i 的输出电压降压并输出；桥电路4，对电源电路1的输出电压 V_o ，一边切换极性一边将其向放电灯（例如，金属卤化物灯等的高亮度放电灯）5施加而使放电灯5进行交流动作；点灯电路6，使放电灯5起动；控制电路102，控制电源电路1；驱动电路103，驱动桥电路4。

在放电灯点灯装置100中，电源电路1由开关元件Q5、二极管D5、扼流线圈L1、以及电容器C1构成，是一种斩波电路，其通过基于控制电路102的输出信号，使开关元件Q5导通/截止，来将输入电压 V_i 降压至规定的电压并输出。此时，控制电路102检测电源电路1的输出电压 V_o 以及管电流 I_o ，并基于这些值，为了向放电灯5提供必要的功率，对电源电路1进行反馈控制。

另外，桥电路4是由4个开关元件Q1、Q2、Q3、Q4和与各开关元件并联连接的二极管D1、D2、D3、D4所构成的全桥电路，通过基于驱动电路103的输出信号，使一对开关元件Q1、Q4和另一对开关元件Q2、Q3交替地导通/截止，来以交流低频矩形波的方式向放电灯5提供功率，并稳定地维持放电灯5的点灯。另外，点灯电路6是产生用于使放电灯5起动的高压脉冲的点火器，虽然在图示中予以省略，但点灯电路6是由作为脉冲发生器的触发电路和用于使脉冲升压的脉冲变压器构成。

一般情况下,在放电灯(例如,高压水银灯、高压钠光灯、金属卤化物灯等的高亮度放电灯)的点灯时,若将高压脉冲施加于放电灯,则在放电灯的内部会产生绝缘破坏,经过辉光放电后转向电弧放电。此时,由于放电灯的灯阻抗急速降低,所以蓄积于电源电路1的电容器C1的电荷快速地放电,成为瞬间的过大电流而流入放电灯5中。在如图5所示的放电灯点灯装置100那样的以往的放电灯点灯装置中,存在以下的问题,即,由于该过大电流而产生放电灯电极的磨损,使放电灯的寿命减短。因此,提出有如图6以及图7中所示的、对流经放电灯的过大电流进行抑制的放电灯点灯装置。

图6所示的放电灯点灯装置200,除具有与图5所示的放电灯点灯装置100大致相同的构成外,还具有过电流控制电路207,该过电流控制电路207,在检测流经放电灯5的管电流 I_o 并将其与特定的基准值进行比较,仅在确定所检测出的电流 I_o 为过大电流期间,对驱动电路203进行控制,以使桥电路4进行通常的低频动作的同时,还以高频进行斩波动作。由此,谋求抑制放电灯在起动时的过大电流(例如,参照专利文献1)。

另外,图7所示的放电灯点灯装置300,除具有与图5所示的放电灯点灯装置100大致相同的构成外,还具有点灯检测电路307,该点灯检测电路307,监视电源电路1的输出电压 V_o 而检测放电灯5的点灯,驱动电路303,在点灯检测电路307对放电灯5的点灯进行检测之前,通过较低地设定桥电路4的开关元件Q1~Q4的栅极电压或基极电流,来限制流经开关元件Q1~Q4的电流,并在点灯检测电路307检测到放电灯5的点灯之后进行动作,以使栅极电压或基极电流上升至正常值。由此,谋求抑制放电灯在起动时的过大电流(例如,参照专利文献2)。

专利文献1:日本专利第3,258,758号说明书(权利要求1、权利要求2、图1)

专利文献2:日本特开2005-5185号公报(权利要求3、图7)

然而,在这种以往的放电灯点灯装置中,存在以下问题。例如,在图6所示的放电灯点灯装置200中,为了有效地实施基于斩波动作的过电流抑制,需要增大存在于放电路径中的电感(例如,点灯电路6的脉

冲变压器的次极电感), 这样将很难实现放电灯点灯装置的小型化, 低价格化。另外, 对于高周波的斩波动作来说, 当在被导通/截止驱动的一对开关元件(例如 Q1、Q4)中流经的电流和在开关元件 Q1~Q4 全部截止时的死区时间时流经二极管(例如 D2、D3)的电流, 为不连续模式的情况下, 流向放电灯 5 的电流会降低至可以维持电弧放电的电流以下, 导致放电灯断灭。另一方面, 在使这些电流设为连续模式的情况时, 当在死区时间流经二极管(例如 D2、D3)的电流截止时, 由于有过大的恢复电流流过, 所以功率损耗增大。另外, 还存在如下问题, 即, 由于需要以低频和高频两个方式来驱动开关元件 Q1~Q4, 所以使得过电流控制电路 207 以及驱动电路 203 非常复杂的同时, 由于在放电灯起动时以高频方式驱动开关元件(例如 Q1、Q4), 所以增大了周边电路因噪音而进行误动作的可能性。

另外, 在图 7 所示的放电灯点灯装置 300 中, 还存在如下的问题, 即, 在由 MOSFET 构成开关元件 Q1~Q4 的情况下, 由于 MOSFET 的栅极源极间电压的阈值存在温度特性, 且当温度上升时, 阈值下降, 所以, 即使在放电灯 5 的点灯之前将各开关元件 Q1~Q4 的栅极源极间电压设定为较低值, 来限制流经 MOSFET 的电流值, 由于随着温度上升而引起的阈值的下降, 已经进行了抑制的电流值与低温时相比变得非常大, 无法高精度地抑制过大电流。另外, 还存在如下问题, 即, 在放电灯 5 起动时, 在不能维持电弧放电而转向辉光放电的情况下, 由于不能向放电灯 5 施加能够维持辉光放电的足够的电压, 导致放电灯 5 断灭。并且, 还存在如下问题, 即, 如开关元件 Q1、Q3 那样, 在源极电压高于接地电位的情况下, 用于控制该栅极源极之间电压的驱动电路 303 变得非常复杂。

发明内容

本发明是鉴于上述课题完成的, 目的在于提供一种抑制流经放电灯的过大电流, 防止放电灯的电极磨损, 从而实现长寿命的同时, 廉价且小型的放电灯点灯装置。

为了达成上述目的, 本发明所涉及的放电灯点灯装置, 具有: 输入电源; 电源电路, 将该输入电源的输出电压升压或降压并输出; 桥电路, 对该电源电路的输出电压, 一边切换极性一边将其向放电灯施加而使该

放电灯进行交流动作；点灯电路，使上述放电灯起动；控制电路，控制上述电源电路；驱动电路，驱动上述桥电路，其特征在于，上述桥电路由两个串联电路构成，它们分别是由与上述电源电路的正极侧连接的第一开关元件以及与上述电源电路的负极侧连接的第二开关元件构成的串联电路，和由与上述电源电路的正极侧连接的第三开关元件以及与上述电源电路的负极侧连接的第四开关元件构成的串联电路，在上述第二开关元件与上述第四开关元件的连接点，和上述电源电路的负极侧之间，连接有过电流抑制电路，该过电流抑制电路由电阻元件和与该电阻元件并联连接的开关元件构成。

根据本发明，通过将由电阻元件、和与该电阻元件并联连接的开关元件构成的过电流抑制电路，连接到第二开关元件与第四开关元件的连接点，和直流电源的负极侧之间，可以与流经放电灯的电流的增大相应，降低第二开关元件以及第四开关元件的栅极电压或基极电流，限制流经这些开关元件的电流，所以可以实现抑制流经放电灯的过大电流。另外，这样的过电流抑制不需使用特殊的驱动电路即可自动地实施，而且，不需要使用具有较大电感值的电感，所以有利于放电灯点灯装置的小型化、低成本化。

并且，在流有过大电流时，上述第二开关元件以及上述第四开关元件，在不饱和区域进行动作，由此，可有效地抑制过大电流。

另外，由上述控制电路来控制上述过电流抑制电路的开关元件，使其在上述过大电流在上述放电灯中流动时截止，在上述过大电流流动结束后导通，由此，可以将没有过大电流流动时的由于过电流抑制电路而引起的损耗抑制在最小限度。

本发明由于如上构成，所以可以提供一种可抑制流经放电灯的过大电流，并防止放电灯的电极磨损，从而实现长寿命的同时，廉价且小型的放电灯点灯装置。

附图说明

图1是表示本发明所涉及的放电灯点灯装置的一实施方式的电路结构图。

图 2 是表示图 1 所示的放电灯点灯装置在起动时的动作的动作状态图。

图 3 表示典型的 MOSFET 的特性的曲线图，(a) 是以栅极源极间电压为参数表示与漏极源极间电压相对的漏极电流的输出特性图，(b) 是以温度为参数表示与栅极源极间电压相对的漏极电流的特性图。

图 4 是表示放电灯点灯装置在起动时，发生了不能维持电弧放电，而转向辉光放电的现象的情况下的动作的动作状态图。

图 5 是表示以往的放电灯点灯装置的一例的电路结构图。

图 6 是表示具有过电流抑制功能的以往的放电灯点灯装置的一例的电路结构图。

图 7 是表示具有过电流抑制功能的以往的放电灯点灯装置的另外的例子的电路结构图。

图中：1 - 电源电路；2 - 控制电路；3 - 驱动电路；4 - 桥电路；5 - 放电灯；6 - 点灯电路；7 - 过电流抑制电路；Q1 - 第一开关元件；Q2 - 第二开关元件；Q3 - 第三开关元件；Q4 - 第四开关元件；Q6 - 开关元件（过电流抑制电路）；R1 - 电阻元件。

具体实施方式

下面，基于附图，对本发明的实施方式进行说明。图 1 是表示本发明的一实施方式中的放电灯点灯装置 10 的电路结构图。在图 1 中，放电灯点灯装置 10 具有：输入电源 V_i ，向放电灯点灯装置 10 提供直流电压；电源电路 1，将输入电源 V_i 的输出电压进行降压并输出；桥电路 4，将电源电路 1 的输出电压，一边切换极性一边将其向放电灯 5 施加，以使放电灯 5 进行交流动作；点灯电路 6，使放电灯 5 起动；控制电路 2，对电源电路 1 以及后述的过电流抑制电路 7 进行控制；驱动电路 3，驱动桥电路 4，且，将过电流抑制电路 7 连接在桥电路 4 的负极侧和电源电路 1 的负极侧之间。

在放电灯点灯装置 10 中，电源电路 1 由开关元件 Q5、二极管 D5、扼流线圈 L1、以及电容器 C1 构成，是一种斩波电路，其基于控制电路

2 的输出信号 VQ5, 使开关元件 Q5 以适当的频率以及占空比 (on duty) 进行导通/截止动作, 将输入电压 V_i 降压至规定的电压 V_o 并输出。控制电路 2 检测电源电路 1 的输出电压 V_o 以及管电流 I_o , 并基于这些值, 为了向放电灯 5 提供必要的功率, 来对电源电路 1 进行反馈控制。

另外, 桥电路 4 由 4 个开关元件 Q1、Q2、Q3、Q4 和与各开关元件并联连接的二极管 D1、D2、D3、D4 构成, 是具有两个串联电路的全桥电路, 它们分别是由与电源电路 1 的正极侧连接的第一开关元件 Q1 以及与电源电路 1 的负极侧连接的第二开关元件 Q2 构成的串联电路, 和由与电源电路 1 的正极侧连接的第三开关元件 Q3 以及与电源电路 1 的负极侧连接的第四开关元件 Q4 构成的串联电路。桥电路 4 基于驱动电路 3 的输出信号 VQ1 ~ VQ4, 通过使一对开关元件 Q1、Q4 和另一对开关元件 Q2、Q3 交替进行导通/截止动作, 来以交流低频矩形波的方式向放电灯 5 供给功率, 稳定地维持放电灯 5 的点灯。这些开关元件 Q1 ~ Q4 优选为由 MOSFET 构成, 这种情况下, 可以将各二极管 D1 ~ D4 设为内置于各开关元件 Q1 ~ Q4 中的寄生二极管。另外, 点灯电路 6 是产生用于使放电灯 5 起动的高压脉冲的点火器, 虽然省略图示, 但是, 由作为脉冲发生器的触发电路和用于使脉冲升压的脉冲变压器构成。

另外, 如上所述, 在桥电路 4 的负极侧 (即第二开关元件 Q2 和第四开关元件 Q4 的连接点) 和电源电路 1 的负极侧之间, 还连接有过电流抑制电路 7, 过电流抑制电路 7 由电阻元件 R1 和与电阻元件 R1 并联地连接的开关元件 Q6 构成。在本实施方式中, 开关元件 Q6 优选为由 MOSFET 构成, 并基于控制电路 2 的输出信号 VQ6 而被导通/截止控制。

本实施方式中的放电灯点灯装置 10, 其在放电灯 5 的电弧放电被稳定地维持的稳态状态下的动作, 由于与以往的放电灯点灯装置相同, 所以省略其说明, 以下参照图 2 的动作状态图, 对放电灯点灯装置 10 起动时的动作进行详细说明。

首先, 在初始状态, 设桥电路 4 为, 开关元件 Q1、Q4 导通 (即 VQ1 以及 VQ4 为规定的高电位), 开关元件 Q3、Q2 截止 (即 VQ2 以及 VQ3 为低电位) 的状态。另外, 将过电流抑制电路 7 的开关元件 Q6 设定为截止 (即 VQ6 为低电位)。之后, 在时刻 t_1 若通过点灯电路 6 向放电灯 5 施加高压脉冲, 则在放电灯的内部会产生绝缘破坏, 经过辉

光放电后转向电弧放电。此时，由于放电灯的灯阻抗急速降低，所以蓄积于电源电路 1 的电容器 C1 的电荷，作为流经开关元件 Q1、点灯电路 6、放电灯 5、开关元件 Q4、电阻元件 R1 的路径的管电流 I_o ，而快速地开始放电。

在时间 $t_1 \sim t_2$ 内，管电流 I_o 增大。此时，若分别将电阻元件 R1 的两端间电压设为 V_{R1} 、开关元件 Q4 的栅极源极间电压设为 V_{GS} 、以及从驱动电路 3 输出的开关元件 Q4 的驱动电压设为 V_{Q4} ，则得到

$$V_{GS} = V_{Q4} - V_{R1} = V_{Q4} - R_1 \times I_o \quad (1)$$

因此，随着管电流 I_o 的增加，开关元件 Q4 的栅极源极间电压 V_{GS} 减少，在时刻 t_2 ，根据所使用的开关元件的特性而达到一定的平衡值。

关于这一点，基于图 3 所示的 MOSFET 的典型的输出特性图，进行具体地说明。其中，图 3 中 (a) 是以栅极源极间电压为参数表示与漏极源极间电压相对的漏极电流的输出特性图，图 3 中 (b) 是以温度为参数表示与栅极源极间电压相对的漏极电流的特性图。作为开关元件 Q4 使用具有图 3 所示的特性的 MOSFET，例如当将 V_{Q4} 设为 12V、电阻元件 R1 的电阻值设为 1Ω 、管电流 I_o 设为 7A 时，开关元件 Q4 的栅极源极间电压 V_{GS} 下降至 5V，开关元件 Q4 在不饱和区域进行动作。并且，在 25°C 的环境下，由于可流过达到 8A 的漏极电流，所以虽然 I_o 从 7A 开始上升，但如果考虑到图 3 (b) 所示的特性和上述 (1) 式，在 I_o 约为 7.1A、 V_{GS} 约为 4.9V 的程度达到平衡，因此 I_o 就被限制在 7.1A。另外，即使在 100°C 的环境下，情况也相同，即以 I_o 约为 7.5A、 V_{GS} 约为 4.5V 达到平衡， I_o 被限制在 7.5A。

与此点相关，在图 7 所示的以往的放电灯点灯装置 300 中，作为其开关元件 Q1~Q4 使用相同的 MOSFET，当将放电灯起动前的栅极源极间电压设定为 5V 的情况下，虽然在 25°C 的环境下的 I_o 可被抑制在 8A，但是在 100°C 的环境下，该限制值将达到 12A 这样非常大的值。与此相比较，本实施方式中的放电灯点灯装置 10，如上所述，利用具有简单的结构的过电流抑制电路 7，针对温度变动而实现了稳定的过电流抑制。另外，为了实施过电流抑制所进行的开关元件 Q4 的栅极源极间电压 V_{GS} 的调整，是通过电阻元件 R1 的两端间电压 V_{R1} 来自动

地实施的，不用使驱动电路 3 的输出电压 V_{Q4} 从规定的高电位开始变动，因此为了驱动桥电路 4，可以按原样地使用以往的驱动电路。

之后，在时间 $t_2 \sim t_3$ 期间，开关元件 Q4 的栅极源极间电压被维持在时刻 t_2 所达到的平衡值（例如，约为 4.9V），管电流 I_o 也被抑制为与该值相应的限制值（例如，上述约为 7.1A），没有产生在表示 I_o 的图中用虚线表示的那样的过大电流的波形。之后，在时刻 t_4 ，过大电流的放电结束，放电灯 5 成为温度上升电弧放电稳定后的状态（稳态状态）。此时，控制电路 2，检测出电源电路 1 的输出电压 V_o 已充分降低，在时刻 t_5 使过电流抑制电路 7 的开关元件 Q6 导通。由此，开关元件 Q4 的栅极源极间电压 V_{GS} 大致恢复至来自驱动电路 3 的驱动电压 V_{Q4} ，之后，实施基于桥电路 4 的通常的交流点灯。

在过大电流流动结束后，若将开关元件 Q6 保持为截止状态不变，则稳态电流 I_o 会持续流过电阻元件 R1。例如，当稳态电流 I_o 为 2A、电阻元件 R1 为 1Ω 时，其消耗功率将达到 4W，产生非常大的损耗。因此，在放电灯点灯装置 10 中，在过大电流流动结束后，通过使开关元件 Q6 导通，可以使过电流抑制电路 7 的实际的电阻值降至电阻元件 R1 和开关元件 Q6 的导通电阻的合成电阻值，其中开关元件 Q6 的导通电阻值优选为比电阻元件 R1 的电阻值充分地小，从而将过电流抑制电路 7 中产生的损耗抑制在最小限度。

这里，用于判别使开关元件 Q6 导通的时刻（ t_5 ）的方法，不局限于对电源电路 1 的输出电压 V_o 的检测，也可以通过控制电路 2 监视管电流 I_o 来进行判别，或者通过使控制电路 2 具备计时电路，并对一定时间的经过进行计测来进行判别。另外，开关元件 Q6 也并不局限于 MOSFET，也可以使用如双极型晶体管、IGBT、晶闸管、双向可控硅、继电器等开关元件。另外，作为电阻元件 R1，也可以使用热敏电阻或带有温度熔断器的电阻。

下面，参照图 4 所示的动作状态图，对在放电灯点灯装置 10 启动时，发生了不能维持电弧放电，而转向辉光放电的现象的情况下的动作进行说明。此外，在以下的说明中，省略了与参照图 2 所述的动作相同的动作的说明。

在图 4 中, 向辉光放电的转移发生在时刻 t_3 。在时间 $t_3 \sim t_4$, 管电流 I_o 快速地减少, 与此同时, 开关元件 Q4 的栅极源极间电压 V_{GS} 上升, 因此开关元件 Q4 在饱和区域进行动作, 而并非在不饱和区域。此时, 由于开关元件 Q4 的漏极源极间电压 V_{DS} , 与其漏极电流 (即管电流 I_o) 相应而变得非常小, 所以向放电灯 5 几乎按原样地施加电源电路 1 的输出电压 V_o , 可以充分地维持辉光放电。之后, 从辉光放电再次向电弧放电转移, 在 t_4 时刻以后, 实施与参照图 2 所述的动作相同的动作。这样, 在放电灯点灯装置 10 中, 开关元件 Q4 的栅极源极间电压的调整, 以及与此同时的动作区域的饱和区域和不饱和区域之间的变迁, 由于与管电流 I_o 的增减相应而自动地实施, 所示可以容易地防止放电灯 5 的断灭。

在以上的说明中, 对于放电灯点灯装置 10 的初始状态, 虽然将桥电路 4 设为开关元件 Q1、Q4 导通、以及开关元件 Q2、Q3 截止的状态, 但是也可以与之相反地, 设为开关元件 Q2、Q3 导通、以及开关元件 Q1、Q4 截止, 这种情况下, 同样地, 由电流抑制电路 7 自动调整开关元件 Q2 的栅极源极间电压。

另外, 作为桥电路 4 的开关元件 Q1~Q4、以及电源电路 1 的开关元件 Q5, 也可以使用双极型晶体管和 IGBT。作为桥电路 4 的开关元件 Q1~Q4, 在使用双极型晶体管等的电流控制型元件的情况下, 通过在驱动电路 3 和开关元件 Q2、Q4 的基极之间插入电阻, 可在产生过大电流时减少基极电流, 并使开关元件 Q2 或开关元件 Q4 在不饱和区域动作, 来实施本发明所涉及的过电流抑制动作。此外, 与各开关元件 Q1~Q4 并联连接的二极管 D1~D4 也可以根据需要使用外接的二极管, 并且, 电源电路 1 也并不局限于降压电路, 也可以使用升压电路、升降压电路。

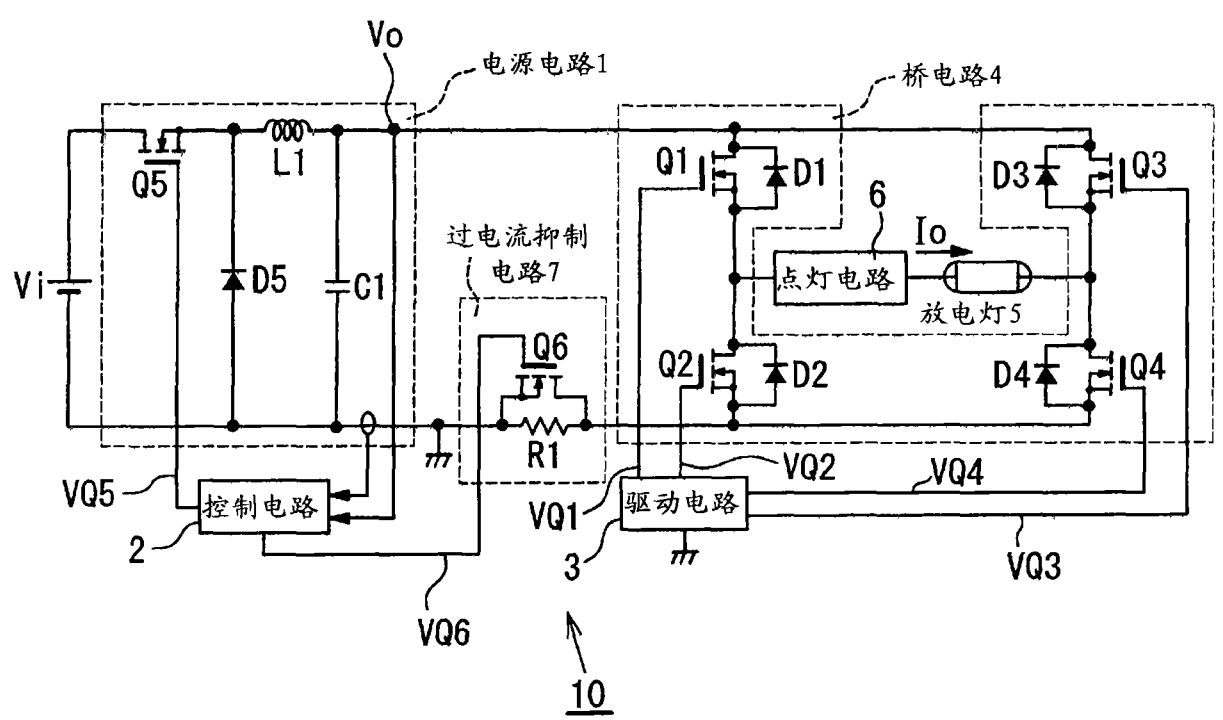


图1

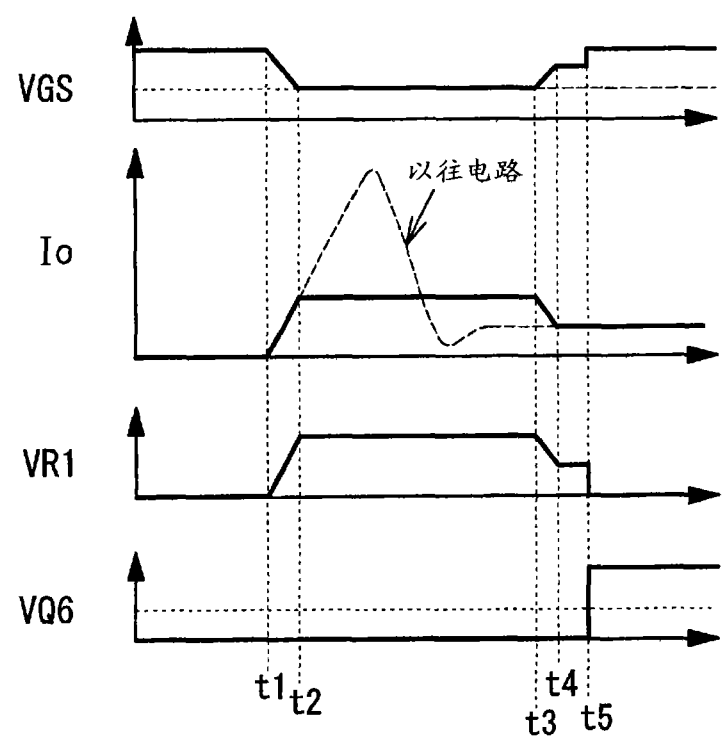


图2

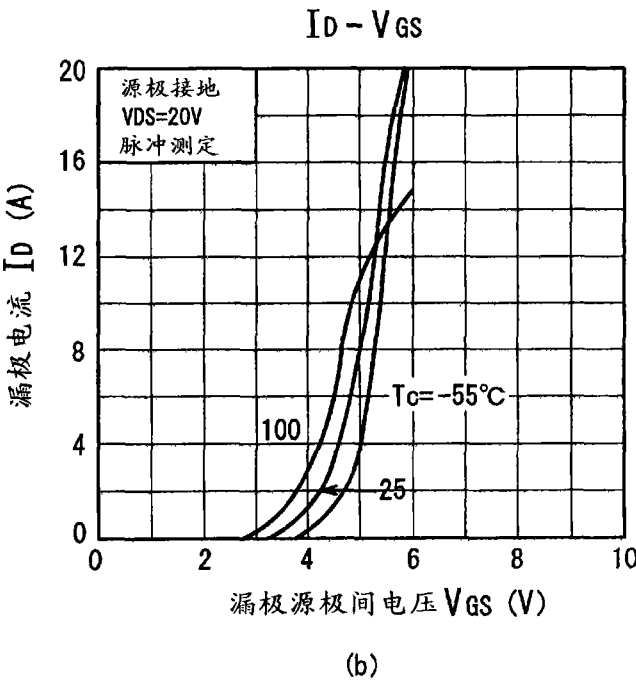
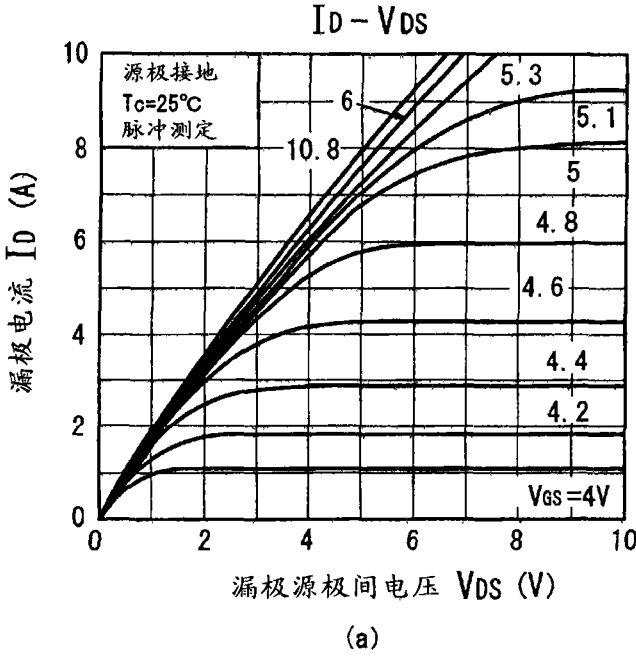


图 3

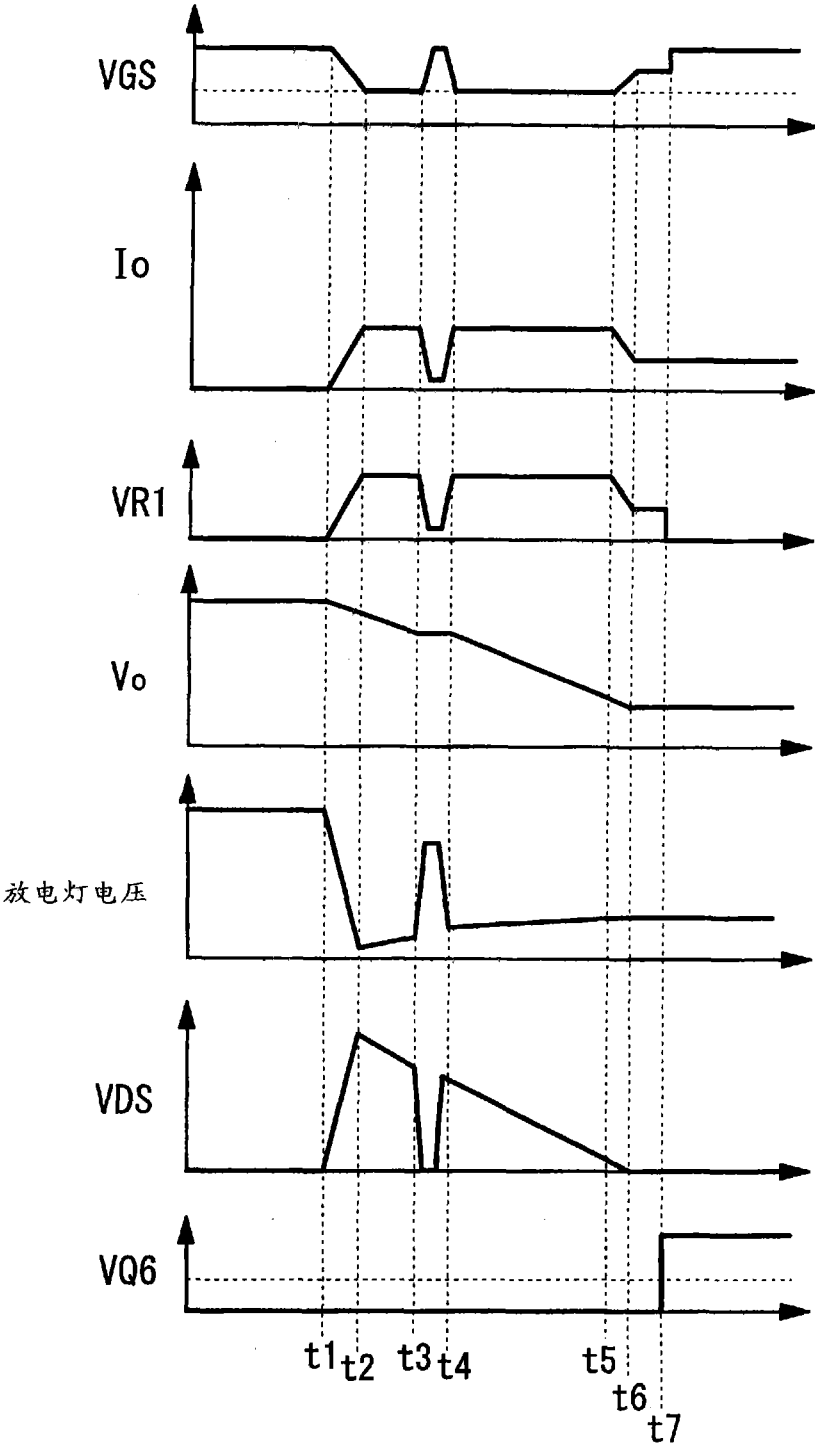


图 4

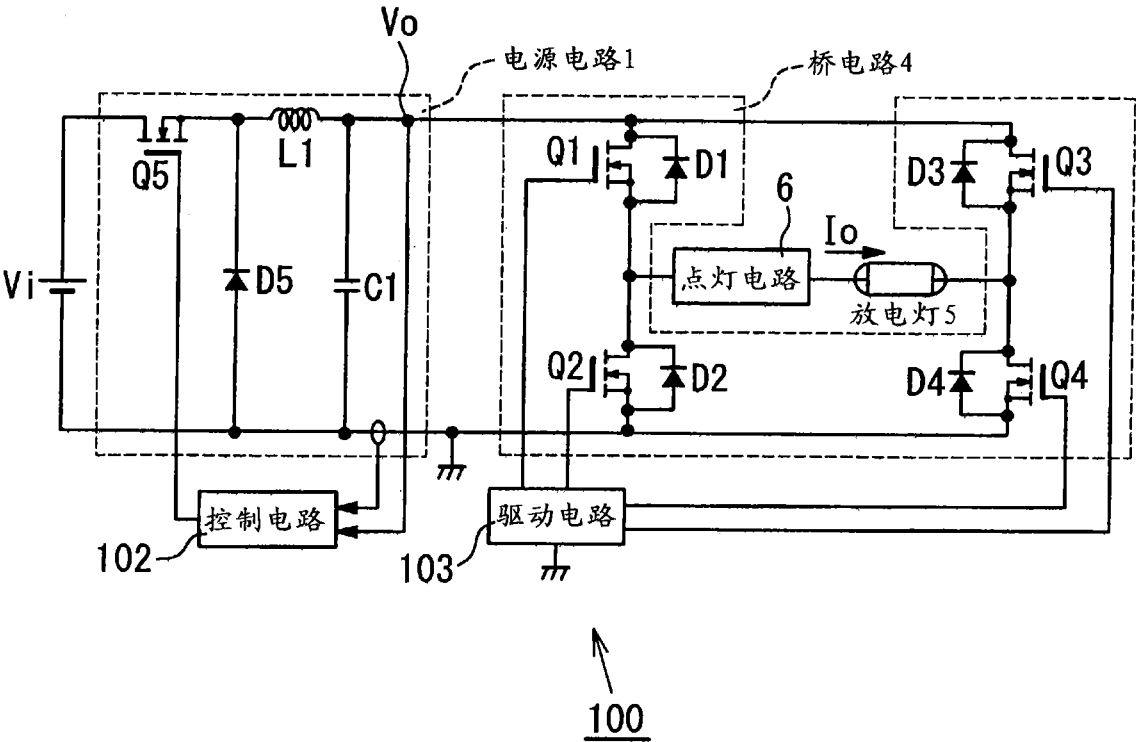


图5

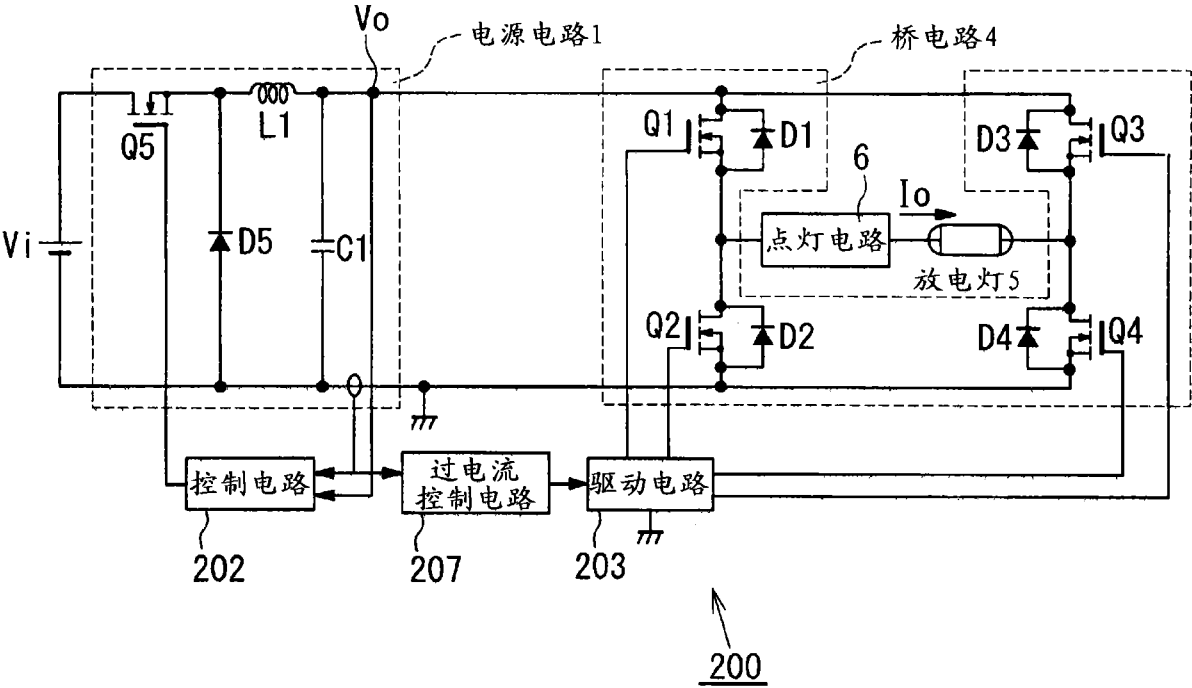


图6

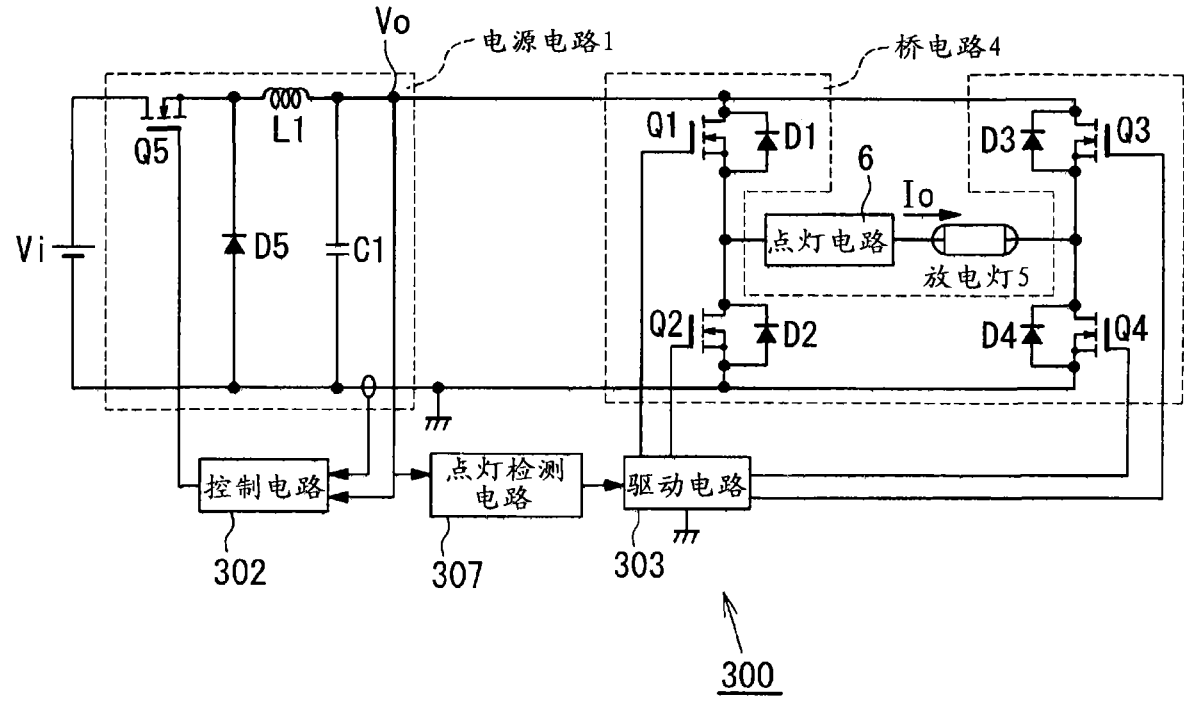


图7