

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H05B 33/08 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710004443.8

[43] 公开日 2007 年 7 月 25 日

[11] 公开号 CN 101005722A

[22] 申请日 2007.1.22

[21] 申请号 200710004443.8

[30] 优先权

[32] 2006.1.20 [33] JP [31] 2006-012603

[71] 申请人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 国松崇 荒川龙太郎 八谷佳明
福井穰

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司
代理人 王 玮

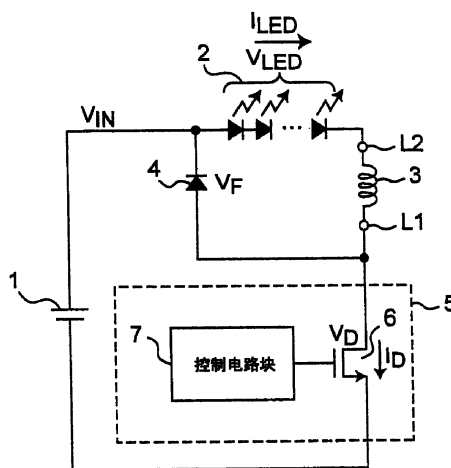
权利要求书 4 页 说明书 26 页 附图 13 页

[54] 发明名称

发光二极管驱动设备

[57] 摘要

提供了一种能够减小传导发射的发光二极管驱动设备。所述发光二极管驱动设备包括：发光二极管，从电压源向所述发光二极管施加电压；与发光二极管串联的扼流线圈；与发光二极管和扼流线圈并联的整流二极管，以便将在扼流线圈中产生的反电动势提供给发光二极管；以及包括开关元件和控制电路块的开关驱动电路。所述开关元件确定将电流施加到所述发光二极管还是不施加到所述发光二极管。所述控制电路块控制所述开关元件的导通/截止定时，以便控制流入所述发光二极管的电流。所述扼流线圈连接在所述发光二极管和所述开关驱动电路之间。



1.一种发光二极管驱动设备，包括：

至少一个发光二极管；

扼流线圈；以及

包括开关元件和控制电路块的开关驱动电路，所述开关元件确定将电流施加到还是不施加到所述发光二极管，所述控制电路块控制所述开关元件的导通/截止定时，以便控制流入所述发光二极管的电流，

其中，所述扼流线圈连接在所述发光二极管和所述开关驱动电路之间。

2.根据权利要求 1 所述的发光二极管驱动设备，还包括整流二极管，将在所述扼流线圈中产生的反电动势提供给所述发光二极管。

3.根据权利要求 1 所述的发光二极管驱动设备，其中，所述发光二极管的阳极端子与电压源相连，所述扼流线圈的一端与所述发光二极管的阴极端子相连，所述整流二极管的阳极端子与所述扼流线圈的另一端相连，所述整流二极管的阴极端子与所述发光二极管的阳极端子相连，以及所述开关驱动电路连接在所述扼流线圈的所述另一端和参考电位之间。

4.根据权利要求 2 所述的发光二极管驱动设备，其中，所述发光二极管的阴极端子与参考电位相连，所述扼流线圈的一端与所述发光二极管的阳极端子相连，所述整流二极管的阴极端子与所述扼流线圈的另一端相连，所述整流二极管的阳极端子与所述发光二极管的阴极端子相连，以及所述开关驱动电路连接在电压源和所述扼流线圈的另一端之间。

5.根据权利要求 1 所述的发光二极管驱动设备，还包括保护元件，所述保护元件与所述发光二极管的两个端子并联，以便保护所述发光二极管免于静电放电损害。

6.根据权利要求 1 所述的发光二极管驱动设备，其中，所述发光二极管包括并联的发光元件和电容器。

7.根据权利要求 1 所述的发光二极管驱动设备, 其中, 所述发光二极管包括发光元件和反并联在所述发光二极管的阳极端子和阴极端子之间的齐纳二极管。

8.根据权利要求 1 所述的发光二极管驱动设备, 还包括整流器, 当电压源是一种输出交流电压的交流电源时, 所述整流器对所述交流电压进行整流。

9.根据权利要求 8 所述的发光二极管驱动设备, 其中, 所述控制电路块包括:

恒流源, 所述恒流源的一端与所述整流器相连;

调节器, 所述调节器与所述恒流源的另一端相连, 并且当所述恒流源的输出电压不低于预定值时, 所述调节器输出启动信号, 当所述恒流源的输出电压低于预定值时, 所述调节器输出停止信号;

电流检测电路, 用于检测流入所述开关元件的电流;

控制电路, 用于根据所述电流检测电路的输出信号, 以预定振荡频率间歇地执行所述开关元件的导通/截止控制, 以使流入所述发光二极管的电流保持恒定; 以及

起动/停止电路, 用于根据来自所述调节器的启动信号和停止信号, 控制所述控制电路的起动和停止。

10.根据权利要求 9 所述的发光二极管驱动设备, 还包括电容器, 所述电容器的一端与所述调节器相连, 另一端与所述调节器的参考电势相连或者与所述扼流线圈相连。

11.根据权利要求 9 所述的发光二极管驱动设备, 还包括输入电压检测电路, 所述输入电压检测电路检测从所述整流器输出的电压, 并将检测到的电压与预定值进行比较, 从而分别输出用于控制发光二极管发光或熄灭的发光信号或熄灭信号,

其中, 当所述调节器输出所述停止信号时, 所述起动/停止电路向所述控制电路输出所述停止信号, 并且当所述调节器输出启动信号时, 所述起动/停止电路向所述控制电路输出该输入电压检测电路的所述发光信号或所述熄灭信号。

12.根据权利要求 11 所述的发光二极管驱动设备, 其中, 所述输

入电压检测电路包括：

串联的多个电阻器，将所述整流器的输出电压直接地、或通过插入在所述整流器和所述输入电压检测电路之间的电阻器施加到所述多个电阻器；以及

比较器，所述比较器的正输入端子施加有由所述多个电阻器分压的直流电压，所述比较器的负输入端子施加有作为参考的输入参考电压。

13.根据权利要求 11 所述的发光二极管驱动设备，其中，所述输入电压检测电路包括：

多个电阻器，所述整流器的输出电压被直接地、或通过插入在所述整流器和所述输入电压检测电路之间的电阻器施加到所述多个电阻器，所述多个电阻器输出第一分压电压和低于所述第一分压电压的第二分压电压；

第一比较器，所述第一比较器的正输入端子被施加所述第一分压电压，所述第一比较器的负输入端子被施加作为参考的输入参考电压；

第二比较器，所述第二比较器的负输入端子被施加所述第二分压电压，所述第二比较器的正输入端子被施加所述输入参考电压；以及

“与”电路，用于接收所述第一比较器和所述第二比较器的输出信号。

14.根据权利要求 9 所述的发光二极管驱动设备，其中，通过对所述开关元件的导通状态电压和作为参考的检测参考电压进行比较，所述电流检测电路检测流入所述开关元件的电流。

15.根据权利要求 9 所述的发光二极管驱动设备，其中，所述开关驱动电路还包括：

另一个开关元件，所述另一个开关元件的一端与所述扼流线圈和所述开关元件之间的结点相连，以便通过控制电路，利用与所述开关元件相同的控制来进行切换，电流流入所述另一个开关元件，所述电流小于流入所述开关元件的电流，并且与流入所述开关元件的电流具有恒定电流比；以及

电阻器，串联在所述另一个开关元件的另一端和参考电位之间，

通过将所述电阻器的两端之间的电压与作为参考的所述检测参考电压进行比较,所述电流检测电路检测所述开关元件的电流。

16.根据权利要求 14 所述的发光二极管驱动设备,其中,所述开关驱动电路还包括与所述电流检测电路相连的外部检测端子,通过改变输入到所述外部检测端子的检测参考电压的数值,来改变所述开关元件的间歇导通/截止中的导通周期,以便调整流入所述发光二极管的恒定电流的电平。

17.根据权利要求 16 所述的发光二极管驱动设备,还包括软起动电路,所述软起动电路连接在所述电流检测电路和输入了所述检测参考电压的所述外部检测端子之间,其中,当从所述起动/停止电路输入发光信号时,所述软起动电路输出所述检测参考电压,以便逐渐地增大所述检测参考电压,直到检测参考电压达到恒定值为止。

18.根据权利要求 15 所述的发光二极管驱动设备,其中,所述开关驱动电路还包括与所述电流检测电路相连的外部检测端子,通过改变输入到所述外部检测端子的检测参考电压的数值,来改变所述开关元件的间歇导通/截止中的导通周期,以便调整流入所述发光二极管的恒定电流的电平。

19.根据权利要求 18 所述的发光二极管驱动设备,还包括软起动电路,所述软起动电路连接在所述电流检测电路和输入了所述检测参考电压的所述外部检测端子之间,其中,当从所述起动/停止电路输入发光信号时,所述软起动电路输出所述检测参考电压,以便逐渐地增大所述检测参考电压,直到所述检测参考电压达到恒定值为止。

发光二极管驱动设备

技术领域

本发明涉及一种发光二极管（LED）驱动设备，特别是涉及一种LED照明设备。

背景技术

近年来，已经开发了用于驱动发光二极管的发光二极管驱动设备并投入了实际使用。下面将参考图 13 来描述日本专利待审专利公开 No. 2001-8443 中公开的一种传统的发光二极管驱动电路。传统的发光二极管驱动电路包括发光二极管 102、与发光二极管 102 串联的线圈 103、以及与发光二极管 102 和线圈 103 并联的二极管 104。二极管 104 将线圈 103 中产生的反电动势提供给发光二极管 102。

还设置有直流电源 101，以便向发光二极管 102、线圈 103 和二极管 104 施加脉冲电压。在直流电源 101 的输出电压的施加与非施加之间切换的开关元件 105 连接在发光二极管 102 和直流电源 101 之间。例如，开关元件 105 包括开关晶体管和振荡器。二极管 104 的阴极与直流电源 101 的正电极相连，以便将反向偏置施加到二极管 104。

在传统的发光二极管驱动电路中，当开关元件 105 导通时，直流电源 101 将输出电压施加到发光二极管，以使发光二极管发光。当开关元件 105 截止时，发光二极管 102 利用线圈 103 的反电动势来发光。

传统的发光二极管驱动设备存在着以下问题。发光二极管 102 是一种容性负载。在商用发光二极管中，作为静电保护元件的电容器或齐纳二极管通常与发光二极管并联，以便防止静电放电损害。因此，当接通开关元件 105 以便在从电流切断周期过渡到电流通过周期的周期时，在线圈 103 的低电位侧端子 P2 处的电位波动增大。此时，较大电流瞬时流入发光二极管 102 的寄生电容、或作为静电保护元件与

发光二极管 102 并联的电容器或齐纳二极管的寄生电容。结果，发光二极管 102 中的正向电压瞬时减小。由于发光二极管 102 的两个端子之间的电压波动，发光二极管 102 成为噪声发生源。由于在每一次导通开关元件 105 时都产生该现象，增大了传输到直流电源 101 的传导发射（conducted emission）。此外，当发光二极管 102 的正向电压减小时，电流流入寄生电容，从而减小了流入发光二极管 102 的电流。结果，不能获得足够的照度。

考虑到上述问题，本发明的目的在于提供一种发光二极管驱动设备，能够利用简单的配置来减小传导发射。

发明内容

根据本发明的一种发光二极管驱动设备包括：至少一个发光二极管；扼流线圈；以及包括开关元件和控制电路块的开关驱动电路。所述开关元件在将电流施加到所述发光二极管和不施加到所述发光二极管之间切换，所述控制电路块控制所述开关元件的导通/截止定时，以便控制流入发光二极管的电流。在所述发光二极管驱动设备中，所述扼流线圈连接在所述发光二极管和所述开关驱动电路之间。

本发明的发光二极管驱动设备还包括整流二极管，用于把所述扼流线圈中产生的反电动势提供给发光二极管。

根据具有本发明上述配置的发光二极管驱动设备，通过使开关元件导通而在将开关元件从电流切断周期过渡到电流通过周期时，使扼流线圈和发光二极管之间的结点处的电位波动较小。因此，电流不会流入发光二极管的寄生电容。即使作为静电保护元件的电容器或齐纳二极管与发光二极管中的发光元件并联，电流也不会流入电容器或齐纳二极管的寄生电容。稳定了发光二极管两端之间的电压，从而消除了发光二极管的正向电压的瞬时减小。结果是，能够减小发光二极管产生的噪声，从而减小传送到电压源的传导发射。此外，能够显著减小流入发光二极管的寄生电容的电流，因此能够实现具有较高功率转换效率的发光二极管驱动设备。

在本发明的发光二极管驱动设备中，所述发光二极管的阳极端子

可以与所述电压源相连，所述扼流线圈的一端可以与所述发光二极管的阴极端子相连，所述整流二极管可以与发光二极管的阳极端子以及所述扼流线圈的另一端相连，以及所述开关驱动电路可以连接在所述扼流线圈的所述另一端和参考电位之间。

在本发明的发光二极管驱动设备中，所述发光二极管的阴极端子可以与所述参考电位相连，所述扼流线圈的一端可以与所述发光二极管的阳极端子相连，所述整流二极管可以与所述发光二极管的阴极端子以及所述扼流线圈的另一端相连，以及所述开关驱动电路可以连接在所述电压源和所述扼流线圈的另一端之间。通过将发光二极管的阴极端子固定在所述参考电位，不会将不低于发光二极管的正向电压的电压施加到发光二极管的阳极端子，因此在发光二极管的断开和变化期间，能够安全地进行工作。

可以将用于保护发光二极管免于静电放电损害的元件与发光二极管的两个端子并联。通过附加用于保护发光二极管免于静电放电损害的元件，能够实现可以减小传导发射的发光二极管驱动设备，而不会由于静电或浪涌电压导致损害发光二极管。可以使用其中插入了静电放电损害保护电路的一种发光二极管产品。由于在开关元件从截止切换到导通的时刻发光二极管的两端之间的电压没有波动，因此能够减小传导发射。

通过将所述发光元件与电容器并联可以形成所述发光二极管。所述发光二极管可以包括所述发光元件和反并联在发光元件的阳极端子和阴极端子之间的齐纳二极管。本发明的发光二极管驱动设备还包括整流器，当所述电压源是一种输出交流电压的交流电源时，所述整流器对所述交流电压进行整流。

控制电路块可以包括：恒流源，所述恒流源的一端与所述整流器相连；调节器，所述调节器与所述恒流源的另一端相连，并且当所述恒流源的输出电压不低于预定值时，输出启动信号，或者当所述恒流源的输出电压低于预定值时，输出停止信号；电流检测电路，检测流入所述开关元件的电流；控制电路，根据所述电流检测电路的输出信号，以预定振荡频率间歇地执行开关元件的导通/截止控制，以使流入

所述发光二极管的电流保持恒定；以及启动/停止电路，根据来自所述调节器的启动信号和停止信号，控制所述控制电路的启动和停止。

本发明的发光二极管驱动设备还包括电容器，所述电容器的一端与所述调节器相连，另一端与所述整流器的参考电位相连，或者与所述扼流线圈和所述二极管的阴极端子之间的结点相连。

包括所述调节器的发光二极管驱动设备使所述参考电压能够在所述控制电路的操作中保持恒定。因此，能够实现对于所述开关元件的稳定控制。

当参考电压小于预定值时，控制电路不执行开关元件的导通/截止控制。在参考电压到达所述预定值之后，控制电路开始操作。因此，控制电路能够稳定地操作。

发光二极管驱动设备可以包括输入电压检测电路，所述输入电压检测电路检测从所述整流器输出的电压，并将检测到的电压与预定值进行比较，从而分别输出用于控制发光二极管的发光或熄灭的发光信号或熄灭信号，当所述调节器输出停止信号时，所述启动/停止电路可以向所述控制电路输出所述停止信号，并且当所述调节器输出启动信号时，可以向所述控制电路输出所述输入电压检测电路的发光信号或熄灭信号。

输入电压检测电路可以包括：串联的多个电阻器，将所述整流器的输出电压直接地、或通过插入在所述整流器和输入电压检测电路之间的电阻器施加到所述多个电阻器；以及比较器，所述比较器的正输入端子施加有由所述多个电阻器分压的直流电压，所述比较器的负输入端子施加有作为参考的输入参考电压。根据上述配置，可以按照交流电源的频率的二倍周期来正确地调节发光二极管发射光的周期和发光二极管熄灭光的周期（例如，在使用商用电源的情况下是100Hz/120Hz）。通过改变插入在整流器和输入电压检测电路之间的电阻器的数值，可以针对由整流器输出的电压的变化，任意地设置能够执行开关元件的导通/截止控制的电压电平。因此，能够实现具有较高功率转换效率并且能够调整复杂光强度的安全发光二极管驱动设备。

输入电压检测电路可以包括：多个电阻器，将所述整流器的输出

电压直接地、或通过插入在所述整流器和所述输入电压检测电路之间的电阻器施加到所述多个电阻器，所述多个电阻器输出第一分压和低于所述第一分压的第二分压；第一比较器，所述第一比较器的正输入端子施加有所述第一分压，所述第一比较器的负输入端子施加有作为参考的输入参考电压；第二比较器，所述第二比较器的负输入端子施加有所述第二分压，所述第二比较器的正输入端子施加有所述输入参考电压；以及“与”电路，输入所述第一比较器和第二比较器的输出信号。根据上述配置，针对由整流器输出的电压的变化，能够正确地设置可以执行开关元件的导通/截止控制的电压电平的上限和下限。通过改变插入在整流器和输入电压检测电路之间的电阻器的数值，能够针对由整流器输出的电压的变化，任意地设置可以执行开关元件的导通/截止控制的电压电平的上限和下限。通过使用具有较高电阻的电阻器，能够减小由输入电压检测电路中的电阻器引起的电功率损失。

通过对所述开关元件的导通状态电压和作为参考的检测参考电压进行比较，电流检测电路可以检测流入开关元件的电流。因此，减小了电功率损失，并且能够检测开关元件的电流的波峰值，即，流入发光二极管的电流的波峰值。能够实现具有较高功率转换效率的发光二极管驱动半导体电路。

所述开关驱动电路还可以包括：另一个开关元件，所述另一个开关元件的一端与所述扼流线圈和所述开关元件之间的结点相连，以便通过控制电路，利用与所述开关元件相同的控制来切换导通/截止，电流流入所述另一个开关元件，所述电流小于流入所述开关元件的电流，并且与流入所述开关元件的电流具有恒定电流比；以及电阻器，串联在所述另一个开关元件的另一端和参考电位之间。通过对所述电阻器的两端之间的电压与作为参考的检测参考电压进行比较，电流检测电路可以检测所述开关元件的电流。

因此，由于电阻器没有直接检测到较大电流，因而减小了电功率损失，因此能够检测到开关元件的电流的波峰值，即，流入发光二极管的电流的波峰值。能够实现具有较高功率转换效率的发光二极管驱动半导体电路。

所述开关驱动电路还可以包括与所述电流检测电路相连的外部检测端子，通过改变输入到所述外部检测端子的检测参考电压的数值，可以改变开关元件的间歇导通/截止控制中的导通周期，以便调整流入发光二极管的恒定电流的电平。因此，能够实现具有亮度控制功能和较高功率转换效率的发光二极管驱动电路。

本发明的发光二极管驱动设备可以包括软起动电路，所述软起动电路连接在所述电流检测电路和输入了检测参考电压的外部检测端子之间。当从所述起动/停止电路输入发光信号时，所述软起动电路可以输出检测参考电压，以便逐渐地增大所述检测参考电压，直到检测参考电压达到恒定值。因此，能够防止在启动中产生的冲击电流，并且能够逐渐地增强发光二极管的光强度。

根据本发明，获得了能够实现减小传导发射的效果的发光二极管驱动设备。根据本发明，发光二极管驱动设备能够执行恒流驱动，而不会受到输入电压的波动影响。根据本发明，实现了一种能够进行亮度控制并且具有较高功率转换效率的发光二极管驱动设备。

附图说明

图 1 示出了根据本发明第一实施方式的发光二极管驱动设备的电路图；

图 2 示出了第一实施方式中每一个电压和每一个电流的波形图；

图 3A 示出了第一实施方式中发光二极管的电压和电流；

图 3B 示出了传统的发光二极管的电压和电流；

图 4A 示出了由第一实施方式的发光二极管驱动设备产生的传导发射波形；

图 4B 示出了由传统的发光二极管驱动设备产生的传导发射波形；

图 5 示出了根据本发明第二实施方式的发光二极管驱动设备的电路图；

图 6 示出了第二实施方式中每一个电压和每一个电流的波形图；

图 7 示出了根据本发明第三实施方式的发光二极管驱动设备的电路图；

图 8 示出了在第三实施方式中电流流入发光二极管的周期；

图 9 示出了根据本发明第四实施方式的发光二极管驱动设备的电路图；

图 10 示出了根据本发明第五实施方式的发光二极管驱动设备的电路图；

图 11 示出了在第五实施方式中电流流入发光二极管的周期；

图 12 示出了根据本发明第六实施方式的发光二极管驱动设备的电路图；以及

图 13 示出了传统发光二极管驱动设备的示意配置。

具体实施方式

下面将参考附图，描述示意性地示出了实现本发明的最佳模式的实施方式。

（第一实施方式）

下面参考图 1 到 4 来描述根据本发明第一实施方式的发光二极管驱动设备。图 1 示出了第一实施方式的发光二极管驱动设备。第一实施方式的发光二极管驱动设备包括：发光二极管（LED）2；扼流线圈 3，所述扼流线圈的一端与发光二极管 2 的阴极端子相连；以及整流二极管 4，具有与扼流线圈 3 的另一端相连的阳极端子以及与直流电源 1 的高电位端子和发光二极管 2 的阳极端子相连的阴极端子。整流二极管 4 将扼流线圈 3 中产生的反电动势提供给发光二极管 2。发光二极管 2 的阳极端子与作为电压源的直流电源 1 的高电位端子相连。发光二极管 2 是包括多个串联发光二极管的发光二极管组。然而，发光二极管组中包括的发光二极管的数目并不局限于图 1 所示的数目，可以将至少一个发光二极管用作发光二极管 2。

发光二极管驱动设备还包括开关驱动电路 5，所述开关驱动电路 5 控制流入发光二极管的电流。开关驱动电路 5 包括：开关元件 6，所述开关元件 6 的一端与扼流线圈 3 相连，另一端与直流电源 1 的低电位端子相连，以便在直流电源 1 施加和不施加输出电压之间进行切换；

以及控制电路块 7，控制电路块 7 与开关元件 6 的控制端子相连，以控制开关元件 6 的导通/截止定时。控制电路块 7 以预定振荡频率间歇性地控制开关元件 6 的导通/截止定时。

第一实施方式的发光二极管驱动设备与传统配置的不同之处在于将扼流线圈 3 连接在发光二极管 2 和开关驱动电路 5 之间。

下面，参考图 2 来描述第一实施方式的发光二极管驱动设备的操作。图 2 顺序地示出了直流电源 1 的输出电压 V_{IN} 的波形、开关元件 6 的高电位侧端子和参考电位之间的电压 V_D 的波形、流入开关元件 6 的电流 I_D 的波形、流入发光二极管 2 的电流 I_{LED} 的波形、以及发光二极管 2 的正向电压 V_{LED} 的波形（即，发光二极管 2 的阳极端子和阴极端子之间的电压差的波形）。

当开关元件 6 根据由控制电路块 7 确定的希望定时从截止切换到导通时，直流电源 1 将输出电压 V_{IN} 施加到发光二极管 2 和扼流线圈 3，开关元件 6 的电压 V_D 减小到开关元件 6 的导通状态电压 V_{on} 。就是说，扼流线圈 3 和开关元件 6 之间的结点 L1 处的电压迅速减小到开关元件 6 的导通状态电压 V_{on} 。

当开关元件 6 导通时，电流流入诸如发光二极管 2→扼流线圈 3→开关元件 6 之类的路径，流入发光二极管 2 的电流 I_{LED} 的波形变为具有随时间增大的梯度的电流波形。由直流电源 1 的输出电压 V_{IN} 和扼流线圈 3 的电感值 L 来确定该梯度。

直流电源 1 始终将输出电压 V_{IN} 施加到发光二极管 2 的阳极端子。而与开关元件的导通和截止无关，发光二极管 2 的阴极端子电压（结点 L2 处的电压）是电压 $(V_{IN}-V_{LED})$ ，该电压 $(V_{IN}-V_{LED})$ 根据从直流电源 1 处的输出电压 V_{IN} 中减去由电流 I_{LED} 流入发光二极管 2 产生的电位差（发光二极管 2 的正向电压 V_{LED} ）而减小。因此，在开关元件 6 导通的时刻，发光二极管 2 的两个端子之间的电位不会大幅变化。

当开关元件 6 导通时，与流入发光二极管 2 的电流 I_{LED} 的增大相关联，发光二极管 2 的正向电压 V_{LED} 缓慢增大。因此，发光二极管 2 的两个端子之间的电位差缓慢变大。

当开关元件 6 截止时，由于直流电源 1 的输出电压 V_{IN} 被中断并且

没有被施加到发光二极管 2 和扼流线圈 3, 在扼流线圈 3 中产生的反电动势。扼流线圈 3 的反电动势使电流流入诸如扼流线圈 3→整流二极管 4→发光二极管 2→扼流线圈 3 之类的路径。流入发光二极管 2 的电流 I_{LED} 的波形变为具有随时间减小的梯度的电流波形。由扼流线圈 3 的电感值 L 以及整流二极管 4 的正向电压 V_F 与发光二极管 2 的正向电压 V_{LED} 的总和 (V_F+V_{LED}) 来确定该梯度。

当开关元件 6 截止时, 扼流线圈的两个端子之间的电位差变为发光二极管 2 的正向电压 V_{LED} 与整流二极管 4 的正向电压 V_F 的总和值 (V_F+V_{LED})。由于发光二极管 2 和扼流线圈 3 之间的结点 L2 的电压被固定为比直流电源 1 的输出电压 V_{IN} 小发光二极管 2 的正向电压 V_{LED} 的电压 ($V_{IN}-V_{LED}$), 扼流线圈 3 和开关元件 6 之间的结点 L1 处的电压瞬时增大到电压 ($V_{IN}+V_F$), 所述电压 ($V_{IN}+V_F$) 是通过将扼流线圈 3 的两个端子之间产生的电位差 ($V_{LED}+V_F$) 与发光二极管 2 和扼流线圈 3 之间的结点 L2 的电压 ($V_{IN}-V_{LED}$) 相加而获得的。

另一方面, 由于发光二极管 2 和扼流线圈 3 之间的结点 L2 的电压被固定为比直流电源 1 的输出电压 V_{IN} 小发光二极管 2 的正向电压 V_{LED} 的电压 ($V_{IN}-V_{LED}$), 当开关元件 6 截止的时刻, 发光二极管 2 的两个端子之间的电位不会大幅波动。

当开关元件 6 截止时, 由于正向电压 V_{LED} 与流入发光二极管 2 的电流 I_{LED} 的减小相关联地缓慢减小, 因此发光二极管 2 的端子之间的电位差缓慢减小。

因此, 当开关元件 6 在导通和截止之间切换时, 当在扼流线圈 3 和开关元件 6 之间的结点 L1 处电压大幅波动时, 在发光二极管 2 和扼流线圈 3 之间的结点 L2 处, 电压不会大幅波动。

图 3A 示出了当第一实施方式的发光二极管驱动设备的开关元件 6 从截止→导通→截止时每一个部件的电压波形。为了在第一实施方式和现有技术之间进行比较, 图 3B 示出了当图 13 所示的传统的发光二极管驱动设备的开关元件 105 从截止→导通→截止时每一个部件的电压波形。在图 3A 和 3B 中, 垂直轴指示了开关元件的两个端子之间的电压 V_D 的波形、流入发光二极管的电流 I_{LED} 的波形以及发光二极管的

两个端子之间的电压 V_{LED} 的波形。开关元件的端子之间的电压 V_D 的指示波形是 $20V/div$ ，流入发光二极管的电流 I_{LED} 的指示波形是 $100mA/div$ ，以及发光二极管的端子之间的电压 V_{LED} 的指示波形是 $5V/div$ 。水平轴指示时间，所指示的时间是 $400ns/div$ 。

如图 3A 清楚所示，在第一实施方式的发光二极管驱动设备中，在开关元件 6 导通和截止的时刻，发光二极管的端子之间的电压 V_{LED} 不会波动。另一方面，如图 3B 清楚所示，在传统的发光二极管驱动设备中，当开关元件导通的时刻，发光二极管的端子之间的电压 V_{LED} 从大约 9V 到大约 6V 快速地波动。在传统的发光二极管驱动设备中，在开关元件截止的时刻，发光二极管的端子之间的电压 V_{LED} 从大约 8V 到大约 11V 快速地波动。

诸如在第一实施方式中，当扼流线圈 3 连接在开关元件 6 和发光二极管 2 之间时，即使由于开关元件 6 在导通和截止之间切换导致扼流线圈 3 和开关元件 6 之间的结点 L1 处的电位大幅波动，发光二极管 2 的端子之间的电位也不会大幅波动。因此，不会有对发光二极管的寄生电容充电。

图 4A 示出了由第一实施方式的发光二极管驱动设备产生的传导发射波形。为了在第一实施方式和现有技术之间进行比较，图 4B 示出了由图 13 所示的传统的发光二极管驱动设备产生的传导发射波形。在图 4A 和 4B 中，水平轴指示噪声频率，垂直轴指示传导发射。如图 4A 和 4B 清楚所示，在第一实施方式的发光二极管驱动设备中，与传统的发光二极管驱动设备相比较，在不小于 1MHz 的频率范围内，噪声电平显著减小。

诸如在第一实施方式中，通过将扼流线圈 3 连接在开关元件 6 和发光二极管 2 之间，当开关元件 6 在导通和截止之间切换时，发光二极管 2 的端子之间的电位不会大幅波动。发光二极管 6 不会成为噪声源。因此，能够减小传输到直流电源 1 的传导发射。

可以将用于保护发光二极管 2 免受静电放电损害的元素与发光二极管 2 的端子并联。例如，为了防止静电放电损害，可以将电容器与发光二极管 2 并联，或者可以将齐纳二极管与发光二极管 2 反并联。

作为替换,可以使用具有诸如电容器或齐纳二极管之类静电放电损害防止元件与发光元件结合的发光二极管产品。在这些情况下得到了与第一实施方式相同的效果。

在图1所示的第一实施方式中,用直流电源1作为电压源。电压源并不局限于直流电源,可以使用交流电源和对交流电压进行整流的整流器。可以将平滑电容器连接在整流器的高电位侧和低电位侧之间。可以在随后的实施方式中使用这些配置。

(第二实施方式)

下面参考图5和6来描述根据本发明第二实施方式的发光二极管驱动设备。图5示出了第二实施方式的发光二极管驱动设备。第二实施方式的发光二极管驱动设备中包括的组件与第一实施方式的发光二极管驱动设备中包括的组件相类似。然而,第二实施方式与第一实施方式的不同之处在于组件之间的连接关系。

在第二实施方式的开关驱动电路5的开关元件6中,开关元件6的一端与直流电源1的高电位侧端子相连,另一端与扼流线圈3的一端相连。扼流线圈3的另一端与发光二极管2的阳极端子相连。在整流二极管4中,阴极端子连接在开关元件6和扼流线圈3之间,阳极端子与发光二极管2的阴极端子相连。发光二极管2的阴极端子和整流二极管4的阳极端子与直流电源1的低电位侧端子相连。

接下来,参考图6描述第二实施方式的发光二极管驱动设备的操作。图6顺序地示出了直流电源1的输出电压 V_{IN} 的波形、开关元件6的低电位侧端子和参考电位端子之间的电压 V_S 的波形、流入开关元件6的电流 I_D 的波形、流入发光二极管2的电流 I_{LED} 的波形、以及发光二极管2的正向电压 V_{LED} 的波形(即,发光二极管2的阳极端子和阴极端子之间的电压差的波形)。

当开关元件6根据由控制电路块7确定的希望定时导通时,直流电源1将输出电压 V_{IN} 施加到扼流线圈3和发光二极管2。开关元件6的低电位侧端子和参考电位之间的电压 V_S 的波形变为被减小开关元件6的导通状态电压 V_{on} 的电压($V_{IN}-V_{on}$)。电流流入开关元件6→

扼流线圈 3→发光二极管 2 的路径, 流入发光二极管 2 的电流 I_{LED} 的波形变为具有随时间增大的梯度的波形。由直流电源 1 的输出电压 V_{IN} 和扼流线圈 3 的电感值 L 来确定该梯度。

当开关元件 6 截止时, 由于直流电源 1 的输出电压 V_{IN} 的施加被中断, 在扼流线圈 3 中产生了反电动势。扼流线圈 3 的反电动势使电流流入扼流线圈 3→发光二极管 2→整流二极管 4→扼流线圈 3 的路径。流入发光二极管 2 的电流 I_{LED} 的波形变为具有随时间减小的梯度的波形。由扼流线圈 3 的电感值 L 以及整流二极管 4 的正向电压 V_F 与发光二极管 2 的正向电压 V_{LED} 的总和电压 (V_F+V_{LED}) 来确定该梯度。

发光二极管 2 的阴极端子与直流电源 1 的低电位侧端子相连, 并且阴极端子始终是参考电位。

当开关元件 6 导通时, 开关元件 6 和扼流线圈 3 之间的结点 L1 处的电压被增大到电压 ($V_{IN}-V_{on}$), 所述电压 ($V_{IN}-V_{on}$) 比直流电源 1 的输出电压 V_{IN} 低了开关元件 6 处的导通状态电压 V_{on} 。

另一方面, 当开关元件 6 截止时, 扼流线圈 3 和发光二极管 2 之间的结点 L2 处的电压被固定为由于扼流线圈 3 的反电动势而流入发光二极管 2 的电流 I_{LED} 产生的电位差 (发光二极管 2 的正向电压 V_{LED})。因此, 在开关元件 6 导通的时刻, 发光二极管 2 的两个端子之间的电位不会大幅波动。当开关元件 6 导通时, 发光二极管 2 处的正向电压 V_{LED} 与流入发光二极管 2 的电流 I_{LED} 的增大相关联地缓慢增大。因此, 缓慢地增大了发光二极管 2 的端子之间的电位差。

当开关元件 6 截止时, 扼流线圈 3 的反电动势使扼流线圈 3 的两个端子之间的电位差变为发光二极管 2 的正向电压 V_{LED} 和整流二极管 4 的正向电压 V_F 的总和值 ($V_{LED}+V_F$)。由于将扼流线圈 3 和发光二极管 2 之间的结点 L2 处的电压固定为电压 (V_{LED}), 所述电压 (V_{LED}) 比直流电源 1 的参考电势高出发光二极管 2 的正向电压 V_{LED} , 开关元件 6 和扼流线圈 3 之间的结点 L2 处的电压瞬时减小到电压 ($-V_F$), 所述电压 ($-V_F$) 是通过从结点 L2 处的电压 (V_{LED}) 中减去扼流线圈 3 的端子之间产生的电位差 ($V_{LED}+V_F$) 而获得的。

然而, 由于将结点 L2 处的电压固定为电压 (V_{LED}), 所述电压 (V_{LED})

比直流电源 1 的参考电位高出发光二极管 2 的正向电压 V_{LED} ，当开关元件 6 截止的时刻，发光二极管 2 的两个端子之间的电位不会大幅波动。当开关元件 6 截止时，由于发光二极管 2 的正向电压 V_{LED} 与流入发光二极管 2 的电流 I_{LED} 的减小相关联地缓慢减小，因此，缓慢地减小了发光二极管 2 的两个端子之间的电势差。

因此，即使当开关元件 6 在导通和截止之间切换时，开关元件 6 的低电位侧端子和参考电位之间电压 V_s 大幅波动，发光二极管 2 的两个端子之间的电位 V_{LED} 也不会大幅波动，因此，不会有对发光二极管 2 的寄生电容充电。发光二极管 2 不会成为噪声源，并且能够减小传输到直流电源 1 的传导发射。

在第二实施方式中，由于将发光二极管 2 连接在开关驱动电路 5 的低电位侧和直流电源 1 的参考电位之间，发光二极管 2 的阴极端子处的电压被固定在参考电位。由于不会将不低于发光二极管 2 的正向电压 V_{LED} 电压施加到发光二极管 2 的阳极端子，在发光二极管的断开和改变期间，能够安全地执行工作。

为了防止静电放电损害，可以将电容器与发光二极管 2 并联，或者可以将齐纳二极管与发光二极管 2 反并联。作为替换，可以优先使用具有诸如电容器或齐纳二极管之类静电放电损害防止元件并结合发光元件的发光二极管产品。在这些情况下得到了与第二实施方式相同的效果。

（第三实施方式）

下面参考图 7 和 8 来描述根据本发明第三实施方式的发光二极管驱动设备。图 7 示出了第三实施方式的发光二极管驱动设备。第三实施方式具体地示出了第一实施方式的控制电路块 7 的示例。

第三实施方式的电压源与第一实施方式的电压源的不同之处在于使用了用于产生交流电压的交流电源 8 以及整流器 9 与交流电源 8 相连。在第三实施方式中，整流器 9 是输出全波整流直流电压 V_{IN} 的全波整流器。整流器 9 的高电位侧与发光二极管 2 的阳极端子和整流二极管 4 的阴极端子相连，并且整流器 9 的低电位侧与开关驱动电路 5

的低电位侧端子 GND-SRCE 相连。

第三实施方式的开关驱动电路 5 包括输入端子 IN、高电位侧端子 DRN、低电位侧端子 GND-SRCE 以及参考电压端子 VCC。输入端子 IN 与整流器 9 的高电位侧相连，并且被施加有直流电压 V_{IN} 。高电位侧端子 DRN 与扼流线圈 3 和整流二极管 4 的阳极端子之间的结点相连。低电位侧端子 GND-SRCE 与控制电路块 7 的接地端子 GND 相连，并且具有地电位(参考电位)。在本实施方式的发光二极管驱动设备中，电容器 10 连接在参考电压端子 VCC 和低电位侧端子 GND-SRCE 之间。

开关驱动电路 5 包括开关元件 6 和控制电路块 7。开关元件 6 连接在高电位侧端子 DRN 和低电位侧端子 GND-SRCE 之间。开关元件 6 的控制端子与控制电路块 7 的输出端子 GATE 相连。

本实施方式的控制电路块 7 包括：恒流源 14 和用于输入直流电压 V_{IN} 的调节器 19，以便输出恒定的参考电压 V_{CC} ；电流检测电路 12，用于检测流入开关元件 6 的电流；控制电路 70；以及输入电压检测电路 18 和起动/停止电路 11。通过施加参考电压 V_{CC} 来驱动控制电路 70，并且控制电路 70 根据电流检测电路 12 的输出来控制开关元件 6 的导通/截止。输入电压检测电路 18 和起动/停止电路 11 根据直流电压 V_{IN} 来限制控制电路 70 的操作。控制电路块 70 还包括与开关驱动电路 5 的输入端子 IN 相连的输入端子 VJ。

恒流源 14 连接在输入端子 VJ 和调节器 19 的一端之间。可以把与恒流源 14 相连的输入端子 VJ 连接到高电位侧端子 DRN，来代替开关驱动电路 5 的端子 IN。恒流源 14 向调节器 19 输出电压 V_J 。

调节器 19 的另一端与参考电压端子 VCC 相连，并且调节器 19 将参考电压 V_{CC} 输出到参考电压端子 VCC。调节器 19 将电压 V_J 与具有预定电压值的启动电压（图 8 的启动电压 V_{CC0} ）相比较。当电压 V_J 低于启动电压时，调节器 19 直接输出电压 V_J 作为参考电压 V_{CC} 。当电压 V_J 不低于启动电压 V_{CC0} 时，调节器 19 输出具有恒定电压值 V_{CC0} 的参考电压 V_{CC} 。在电容器 14 中累积参考电压 V_{CC} 。当参考电压 V_{CC} 达到电压值 V_{CC0} 时，控制电路块 7 的内部电路开始工作。

当电压 V_J 低于启动电压 V_{CC0} 时, 调节器 19 向起动/停止电路 11 输出作为停止信号的低电平 (L) 信号, 并控制起动/停止电路 11, 从而不会开始对开关元件 6 的导通/截止进行控制。当电压 V_J 不低于启动电压 V_{CC0} 时, 调节器 19 向起动/停止电路 11 输出作为启动信号的高电平 (H) 信号, 并控制起动/停止电路 11, 以便开始开关元件 6 的导通/截止控制。

控制电路块 7 还包括具有地电位的接地端子 GND。接地端子 GND 与开关驱动电路 5 的低电位侧端子 GND-SRCE 相连。

输入电压检测电路 18 包括: 串联在输入端子 IN 和接地端子 GND 之间的电阻器 15 和 16; 以及比较器 17, 比较器 17 将电阻器 15 和 16 之间的中间结点处的电压与具有预定值的输入参考电压 V_{ST} 进行比较。电阻器 15 和 16 对输入到输入端子 IN 的直流电压 V_{IN} 进行分压并输出分压 V_{IN18} 。比较器 17 的正输入端子与电阻器 15 和 16 之间的中间结点相连, 以输入分压电压 V_{IN18} 。比较器 17 的负输入端子输入了输入参考电压 V_{ST} 。当分压电压 V_{IN18} 低于输入参考电压 V_{ST} 时, 比较器 17 输出低电平 (L) 信号。当分压电压 V_{IN18} 不低于输入参考电压 V_{ST} 时, 比较器 17 输出高电平 (H) 信号。由输入电压检测电路 18 输出的低电平信号是用于熄灭发光二极管 2 的熄灭信号, 高电平信号是使发光二极管发光的发光信号。比较器 17 的输出端子与起动/停止电路 11 相连。

起动/停止电路 11 输入从调节器 19 和输入电压检测电路 18 的比较器 17 的输出端子输出的信号。起动/停止电路 11 的输出与控制电路 70 的“与”电路 20 相连。当起动/停止电路 11 输入来自调节器 19 的停止信号时, 起动/停止电路 11 向“与”电路 20 输出停止信号, 当起动/停止电路 11 输入来自调节器 19 的启动信号时, 起动/停止电路 11 向“与”电路 20 输出输入电压检测电路 18 的发光信号或熄灭信号。就是说, 当从调节器 19 和输入电压检测电路 18 输入的信号均为高电平信号时, 起动/停止电路 11 输出高电平信号, 而当从调节器 19 和输入电压检测电路 18 输入的信号之一为低电平信号时, 起动/停止电路 11 输出低电平信号。

电流检测电路 12 是一种比较器, 所述比较器的正输入端子与高电

位侧端子 DRN 相连, 以输入开关元件 6 的导通状态电压 V_{on} , 负输入端子输入作为参考的检测参考电压 V_{sn} 。当导通状态电压 V_{on} 小于检测参考电压 V_{sn} 时, 电流检测电路 12 输出低电平信号。当导通状态电压 V_{on} 不低于检测参考电压 V_{sn} 时, 电流检测电路 12 输出低电平信号。通过将开关元件 6 的导通状态电压 V_{on} 与电流检测电路 12 的检测参考电压 V_{sn} 进行比较来检测流入开关元件 6 的电流 I_D 。

控制电路 70 包括: 振荡器 13、“与”电路 20 和 24、OR 电路 23、RS 触发器电路 22、以及导通状态消隐脉冲发生器 21。

振荡器 13 输出最大占空信号 MXDTY 和时钟信号 CLK。由振荡器 13 的时钟信号 CLK 和最大占空信号 MXDTY 来调节开关元件的振荡频率和最大导通占空。

“与”电路 24 的输入端子与电流检测电路 12 和导通状态消隐脉冲发生器 21 的输出端子相连, “与”电路 24 的输出端子与 OR 电路 23 的输入端子之一相连。

将振荡器 13 的最大占空信号 MXDTY 的反向信号输入到 OR 电路 23 的另一个输入端子。

在 RS 触发电路 22 中, 复位信号端子 R 与 OR 电路 23 的输出端子相连, 将振荡器 13 的时钟信号 CLK 输入到设定信号端子 S。

“与”电路 20 的输入端子与起动/停止电路 11、输出最大占空信号 MXDTY 的振荡器 13 的输出端子以及 RS 触发电路 22 的输出端子 Q 相连。

控制电路块 7 包括与开关元件 6 的控制端子相连的输出端子 GATE, “与”电路 20 的输出端子与输出端子 GATE 相连。

导通消隐脉冲发生器 21 的一端与“与”电路 20 和输出端子 GATE 之间的结点相连。由于开关元件 6 从截止切换到导通, 导通消隐脉冲发生器 21 在预定时间 (例如数百纳秒) 内输入“与”电路 20 的输出信号, 并输出低电平信号。导通消隐脉冲发生器 21 在除所述预定时间以外的任意时间处输出高电平信号。在第三实施方式中, 将导通消隐脉冲发生器 21 的输出信号和电流检测电路 12 的输出信号输入到“与”电路 24, 从而防止了由开关元件 6 从截止状态切换到导通状态的过渡

中产生的阻尼振荡（ringing）导致的、开关元件 6 的不正确导通/截止控制。

接下来，参考图 8 来描述第三实施方式的发光二极管驱动设备的操作。图 8 示出了第三实施方式的发光二极管驱动设备中由整流器 9 输出的直流电压 V_{IN} 的波形、流入发光二极管 2 的电流 I_{LED} 的波形以及参考电压 V_{CC} 的波形。如图 8 所示，由整流器 9 输出的直流电压 V_{IN} 具有使交流电压被全波整流的波形。

当通过输入端子 IN 将直流电压 V_{IN} 施加到输入端子 V_J 时，恒流源 14 输出的电压 V_J 随着直流电压 V_{IN} 的增大而增大。当电压 V_J 增大时，调节器 19 增大参考电压 V_{CC} 。由于当参考电压 V_{CC} 达到启动电压 V_{CC0} 时调节器 19 向起动/停止电路 11 输出作为停止信号的低电平信号，不执行开关元件 6 的导通/截止控制（停止周期 T3）。

当电压 V_J 达到启动电压 V_{CC0} 时，调节器 19 输出具有电压值 V_{CC0} 的参考电压 V_{CC} ，并且控制电路块 7 的内部电路开始操作（启动周期 T4）。振荡器 13 开始输出最大占空信号 MXDTY 和时钟信号 CLK。调节器 19 向起动/停止电路 11 输出作为起动信号的高电平信号，起动/停止电路 11 开始开关元件 6 的控制。就是说，起动/停止电路 11 根据从输入电压检测电路 18 输出的发光信号或熄灭信号来控制发光二极管 2 的发光周期 T1 或熄灭周期 T2。

当分压电压 V_{IN18} 达到输入参考电压 V_{st} 时，输入电压检测电路 18 的比较器 17 向起动/停止电路 11 输出作为发光信号的高电平信号，起动/停止电路 11 向“与”电路 20 输出高电平信号（发光周期 T1）。因此，控制电路 70 执行开关元件 6 的导通/截止控制，以使发光二极管 2 发光。

在第三实施方式中，当分压电压 V_{IN18} 达到参考电压 V_{st} 时刻的电压 V_{IN} 的电压值 V_{IN1} 高于当电压 V_J 达到电压值 V_{CC0} 时刻的电压 V_{IN} 的电压值 V_{IN2} 。

当分压电压 V_{IN18} 低于输入参考电压 V_{st} 时，输入电压检测电路 18 的比较器 17 向起动/停止电路 11 输出作为熄灭信号的低电平信号，起动/停止电路 11 向“与”电路 20 输出低电平信号（熄灭周期 T2）。因

此, 开关元件 6 保持在截止状态, 并且发光二极管 2 熄灭。

就是说, 间歇地执行开关元件 6 的导通/截止控制, 以使发光二极管 2 在分压电压 V_{IN18} 不低于输入参考电压 V_{st} 的发光周期 T1 期间发射光。另一方面, 停止开关元件 6 的导通/截止控制, 以使发光二极管 2 在分压 V_{IN18} 低于输入参考电压 V_{st} 的熄灭周期 T2 期间熄灭光。在发光周期 T1 期间, 恒定电流 I_{LED} 流入发光二极管 2, 而在熄灭周期 T2 期间, 恒定电流 I_{LED} 不流入发光二极管 2。

在电容器 10 中累积由调节器 19 输出的参考电压 V_{CC} 。调节器 19 执行控制, 以便在电压 V_J 不低于启动电压 V_{CC0} 的启动周期 T4 期间参考电压 V_{CC} 始终保持在恒定电压 V_{CC0} 。调节器 19 适当地设置电容器 10 的电容值, 以使在电压 V_{IN} 减小且电压 V_J 再次低于电压值 V_{CC0} 的启动周期 T5 期间, 参考电压 V_{CC} 不会减小。执行开关元件 6 的导通/截止控制, 以使在参考电压 V_{CC} 保持在启动电压 V_{CC0} 的启动周期 T4 和 T5 期间发光二极管 2 重复发光和熄灭。

接下来, 描述第三实施方式的发光二极管驱动设备的发光周期 T1 中的恒流输出操作。图 2 示出了发光周期 T1 期间每一个电压和每一个电流的波形。图 2 按顺序示出了直流电源 1 的输出电压 V_{IN} 的波形、开关元件 6 的高电位侧端子和参考电位之间的电压 V_D 的波形、流入开关元件 6 的电流 I_D 的波形、流入发光二极管 2 的电流 I_{LED} 的波形、以及发光二极管 2 的正向电压 V_{LED} 的波形 (即, 发光二极管 2 的阳极端子和阴极端子之间的电压差的波形)。

在发光周期 T1 期间, 由振荡器 13 的时钟信号 CLK 和最大占空信号 MXDTY 来调节开关元件 6 的振荡频率和最大导通占空。

当开关元件 6 导通时, 开关元件 6 的电压 V_D 是电压值 V_{on} 。当导通电压 V_{on} 达到电压值 V_{sn} 时, 电流检测电路 12 输出高电平信号。通过”与”电路 24 将高电平信号输入到 OR 电路 23, OR 电路 23 输出高电平信号。即使导通状态电压 V_{on} 没有达到电压值 V_{sn} , 当最大占空信号 MXDTY 的反向信号变为高电平时, OR 电路 23 也输出高电平信号。将高电平信号输入到 RS 触发器 22 的复位信号端子 R。复位 RS 触发器 22 以便向”与”电路 20 输出低电平信号。”与”电路 20 输出低电平信号, 这

导致开关元件 6 处于截止状态。

当将振荡器 13 的时钟信号 CLK 输入到 RS 触发器 22 的设定信号端子 S 时, 开关元件 6 变为导通状态。

由于开关元件 6 从截止切换为导通, 导通状态消隐脉冲发生器 21 在预定时间内输出低电平信号。将该低电平信号输入到“与”电路 24, 从而电流检测电路 12 的输出信号对开关元件 6 的导通/截止控制不会产生影响。导通状态消隐脉冲发生器 21 在经过预定时间之后输出高电平信号。基于电流检测电路 12 的输出信号来执行开关元件 6 的导通/截止控制。

当开关元件 6 的导通状态电压 V_{on} 达到电压值 V_{sn} 时、或者当最大占空信号 MXDTY 的反向信号变为高电平时, OR 电路 23 输出高电平信号以复位 RS 触发器 22。因此, 开关元件 6 再次变为截止状态。

就是说, 通过 OR 电路 23 的输出信号来调节开关元件 6 的导通占空, 向所述 OR 电路 23 输入振荡器 13 的最大占空信号 MXDTY 的反向信号以及电流检测电路 12 的输出信号。

因此, 当在图 8 的发光周期 T1 期间由控制电路块 7 间歇地执行开关元件 6 的导通/截止控制时, 流入发光二极管 2 的电流 I_{LED} 变为图 2 所示。

当开关元件 6 导通时, 电流 I_{LED} 按照发光二极管 2→扼流线圈 3→开关元件 6 的方向流入发光二极管 2。当开关元件 6 截止时, 电流 I_{LED} 流入扼流线圈 3→整流二极管 4→发光二极管 2 构成的闭环。因此, 流入扼流线圈 3 的电流 (即, 流入发光二极管 2 的电流) 具有图 2 的电流 I_{LED} 所示的波形。

当开关元件 6 导通时, 发光二极管 2 的正向电压 V_{LED} 与流入发光二极管 2 的电流 I_{LED} 的增大相关联地缓慢增大。当开关元件 6 截止时, 正向电压 V_{LED} 与流入发光二极管 2 的电流 I_{LED} 的减小相关联地缓慢减小。

当开关元件 6 导通时, 扼流线圈 3 和开关元件 6 之间的结点 L1 处的电压减小到开关元件 6 的导通状态电压 V_{on} 。然而, 由于发光二极管 2 和扼流线圈 3 之间的结点 L2 处的电压没有大幅波动, 在开关

元件 6 导通的时刻，发光二极管 2 的端子之间的电位没有大幅波动。

当开关元件 6 截止时，由于在扼流线圈 3 中产生的反电动势，扼流线圈 3 的两个端子之间电位差变为发光二极管 2 的正向电压 V_{LED} 和整流二极管 4 的正向电压 V_F 的总和值 ($V_{LED}+V_F$)。由于发光二极管 2 和扼流线圈 3 之间的结点 L2 处的电压被固定为比直流电源 1 的输出电压 V_{IN} 小发光二极管 2 的正向电压 V_{LED} 的电压 ($V_{IN}-V_{LED}$)，扼流线圈 3 和开关元件 6 之间的结点 L1 处的电压瞬时增大到电压 ($V_{IN}+V_F$)，所述电压 ($V_{IN}+V_F$) 是通过将扼流线圈 3 的两个端子之间产生的电位差 ($V_{LED}+V_F$) 与二极管 2 和扼流线圈 3 之间的结点 L2 的电压 ($V_{IN}-V_{LED}$) 相加获得的。然而，由于二极管 2 和扼流线圈 3 之间的结点 L2 处的电压没有大幅波动，在开关元件 6 截止的时刻，发光二极管 2 的两个端子之间的电势没有大幅波动。

因此，如第三实施方式所述，当扼流线圈 3 连接在开关元件 6 和发光二极管 2 之间时，即使由于开关元件 6 在导通和截止之间切换导致扼流线圈 3 和开关元件 6 之间的结点 L1 处的电势大幅波动，发光二极管 2 的端子之间的电位也不会大幅波动。因此，不会有对发光二极管 2 的寄生电容充电。发光二极管 2 不会成为噪声源，并且能够减小传输到直流电源 1 的传导发射。

在图 7 中，检测参考电压 V_{sn} 是预定电压值。然而，可以在开关驱动电路 5 中设置从外部接收检测参考电压 V_{sn} 的外部检测端子（未示出）。在这种情况下，通过任意地设置和改变检测参考电压 V_{sn} 的电压值，可以改变流入开关元件 6 的电流 I_b 的波峰电流值。因此，能够改变流入发光二极管 2 的电流 I_{LED} 的电流值，以实现具有亮度控制功能的发光二极管驱动设备。

在第三实施方式中，输入参考电压 V_{st} 是预定电压值。然而，可以在开关驱动电路 5 中设置从外部接收输入参考电压 V_{st} 的外部检测端子（未示出）。通过任意地设置和改变输入参考电压 V_{st} 的电压值，可以简单地调整电流 I_{LED} 流入发光二极管 2 的发光周期 T1 的长度。

在用商用电源作为交流电源 8 的情况下，可以按照二倍周期 (100Hz/120Hz) 来容易地调整发光周期 T1 和熄灭周期 T2，并且能够

容易地调整色度和光强度。

使用第三实施方式的发光二极管驱动设备还能够获得以下效果。在第三实施方式的切换驱动电路中，不需要用于提供电源的电阻器，因此在启动中不会产生电功率损失。通常，按照直流方式通过电阻器执行从输入电压（高电压）到开关驱动电路的供电。由于不仅在启动和停止中执行供电，在正常操作中也执行供电，电阻器产生了电功率损失。然而，根据第三实施方式的配置，无需电阻器。

在流入开关元件 6 的电流 I_o 中，通过电流检测电路 12 来检测开关元件 6 的导通状态电压 V_{on} 。因此，无需用于检测电流的传统检测电阻器，并且不会产生检测电阻器的电功率损失。

在图 7 中，通过在相同基板中的开关驱动电路 5 中形成开关元件 6 和控制电路块 7，能够实现发光二极管驱动设备的最小化。对于随后的实施方式也是如此。

在图 7 中，用全波整流器 9 作为对交流电压进行整流的装置。然而，显然，即使使用半波整流器也能够获得相同的效果。对于随后的实施方式也是如此。

可以将诸如齐纳二极管之类的箝位电路与开关元件 6 的高电位侧端子 DRN 和低电位侧端子 GND-SRCE 并联。在控制电路块 7 对开关元件 6 的间歇导通/截止控制中，当开关元件 6 从导通切换到截止时，由于布线电容或布线电感产生的阻尼振荡，导致有时开关元件 6 的高电位侧电压 V_o 会超过开关元件 6 的耐压。在这种情况下，可能会击穿开关元件 6。因此，并联具有低于开关元件 6 的耐压的箝位电压的箝位电路，以便利用箝位电压来箝位开关元件 6 的电压 V_o ，并且能够防止开关元件 6 被击穿。因此，能够实现具有高安全性的发光二极管驱动设备。在随后的实施方式中，通过附加箝位电路能够获得相同的效果。

在开关元件 6 从截止状态转移到导通状态的过渡状态中，由于当延迟整流二极管 4 的反向恢复时间 (T_{rr}) 时增大了电功率损失，在第三实施方式中，整流二极管 4 的反向恢复时间 (T_{rr}) 不大于 100 纳秒。

（第四实施方式）

下面参考图 9 来描述根据本发明第四实施方式的发光二极管驱动设备。图 9 示出了第四实施方式的发光二极管驱动设备。第四实施方式具体地示出了第二实施方式的控制电路块 7 的示例。就是说, 开关驱动电路 5 连接在整流器 9 的高电位侧和扼流线圈 3 的一端之间, 扼流线圈 3 的另一端与发光二极管 2 的阳极端子相连。第四实施方式的控制电路块 7 的内部电路与第三实施方式的控制电路块 7 的内部电路相同。

与第三实施方式相似, 将用于产生交流电压的交流电源 8 用作第四实施方式的电压源, 整流器 9 与交流电源 8 相连。在第四实施方式中, 整流器 9 是输出全波整流直流电压 V_{IN} 的全波整流器。

在第四实施方式中, 整流器 9 的高电位侧与输入端子 IN 和开关驱动电路 5 的高电势侧端子 DRN 相连。开关驱动电路 5 的低电位侧端子 GND-SRCE 与扼流线圈 3 的一端和整流二极管 4 的阴极端子相连。扼流线圈 3 的另一端与发光二极管 2 的阳极端子相连。发光二极管 2 的阴极端子和整流二极管 4 的阳极端子与整流器 9 的低电位侧端子相连。

开关驱动电路 5 的低电位侧端子 GND-SRCE 与控制电路块 7 的接地端子 GND 相连, 低电势位端子 GND-SRCE 变为开关驱动电路 5 的参考电势。电容器 10 连接在参考电压端子 VCC 和低电势位端子 GND-SRCE 之间。

根据上述配置, 即使在开关驱动电路 5 被设置为高于发光二极管 2 的电位侧的电路配置中, 也能够使用与第三实施方式相同的开关驱动电路 7。第四实施方式能够获得与第三实施方式相同的效果。

(第五实施方式)

下面参考图 10 和 11 来描述根据本发明第五实施方式的发光二极管驱动设备。图 10 示出了第五实施方式的发光二极管驱动设备。第五实施方式与第三实施方式的不同之处在于以下各点。

第五实施方式的发光二极管驱动设备还包括连接在输入端子 IN 和整流器 9 之间的电阻器 28。

除了输入端子 IN 以外, 开关驱动电路 5 还包括不通过电阻器 28 输入直流电压 V_{IN} 的输入端子 JFET。输入端子 VJ 与输入端子 JFET 相连, 将直流电压 V_{IN} 输入到恒流源 14。

第五实施方式的输入电压检测电路 27 包括: 串联在输入端子 IN 和接地端子 GND 之间的三个电阻器 29、30 和 31; 第一比较器 32, 具有用于输入从电阻器 29 和电阻器 30 之间的结点输出的第一分压电压 V_{H27} 的正输入端子, 并且具有用于输入该输入参考电压 V_{st} 的负输入端子; 第二比较器 33, 具有用于输入从电阻器 30 和电阻器 31 之间的结点输出的第二分压电压 V_{L27} 的负输入端子, 并且具有用于输入该输入参考电压 V_{st} 的正输入端子; 以及”与”电路 34, 具有与第一比较器 32 和第二比较器 33 的输出端子相连的输入端子。”与”电路 34 的输出端子与起动/停止电路 11 相连。关于这一点, 第一分压 V_{H27} 和第二分压 V_{L27} 始终保持关系 $V_{H27} > V_{L27}$ 。

第五实施方式的控制电路块 7 还包括开关元件 25 和电阻器 26。开关元件 25 与开关元件 6 并联。小于流入开关元件 6 的电流并且具有与其具有恒定电流比的电流流入开关元件 25。开关元件 25 的高电位侧与开关元件 6 的高电位侧相连。与开关元件 6 的控制端子相同, 开关元件 25 的控制端子与控制电路块 7 的输出端子 GATE 相连。电阻器 26 连接在开关元件 25 的低电位侧和接地端子 GND 之间。

电流检测电路 12 通过电阻器 26 的两端之间的电压来检测流入开关元件 25 的电流, 并且将检测到的电压与检测参考电压 V_{sn} 进行比较。

第五实施方式的开关驱动电路 5 还包括外部检测端子 SN, 并将输入到外部检测端子 SN 的检测参考电压 V_{sn} 输出到电流检测电路 12。

除了上述配置以外, 第五实施方式与图 7 所示的第三实施方式相似。

下面将参考图 11 来描述第五实施方式的发光二极管驱动设备的操作。图 11 示出了流入发光二极管 2 的电流 I_{LED} 的波形、第一分压电压 V_{H27} 的波形以及第二分压电压 V_{L27} 的波形。在图 11 中, 水平轴指示时间 t 。

在熄灭周期 T2A 期间, 第一比较器 32 输出低电平信号, 直到第

一分压电压 V_{H27} 达到输入参考电压 V_{st} 为止。另一方面, 由于第二分压电压 V_{L27} 低于输入参考电压 V_{st} , 第二比较器 33 输出高电平信号。被输入了两个比较器 32 和 33 的输出信号的”与”电路 34 的输出信号变为低电平, 起动/停止电路 11 向”与”电路 13 输出作为熄灭信号的低电平信号。控制电路块 7 停止开关元件 6 的控制(熄灭周期 T2A)。

当直流电压 V_{IN} 增大并且第一分压电压 V_{H27} 达到输入参考电压 V_{st} 时, 第一比较器 32 输出高电平信号。另一方面, 由于第二分压 V_{L27} 低于输入参考电压 V_{st} , 第二比较器 33 输出高电平信号。被输入了两个比较器 32 和 33 的输出信号的”与”电路 34 的输出信号变为高电平, 起动/停止电路 11 向”与”电路 13 输出作为发光信号的高电平信号。控制电路块 7 开始对开关元件 6 的间隙导通/截止控制, 并且发光二极管 2 发光(发光周期 T1)。

当直流电压 V_{IN} 进一步增大且第二分压电压 V_{L27} 达到输入参考电压 V_{st} 时, 第二比较器 33 输出低电平信号。另一方面, 由于第一分压电压 V_{H27} 高于输入参考电压 V_{st} , 第一比较器 32 继续输出高电平信号。被输入了两个比较器 32 和 33 的输出信号的”与”电路 34 的输出信号变为低电平, 起动/停止电路 11 向”与”电路 13 输出作为熄灭信号的低电平信号。控制电路块 7 停止开关元件 6 的控制(熄灭周期 T2B)。

然后, 当直流电压 V_{IN} 减小时, 第二分压电压 V_{L27} 再次变为低于输入参考电压 V_{st} , 开关元件 6 变为振荡状态(发光周期 T1)。

当第一分压电压 V_{H27} 低于输入参考电压 V_{st} 时, 开关元件 6 变为停止状态(熄灭周期 T2A)。

如图 11 所示, 在第一分压电压 V_{H27} 低于输入参考电压 V_{st} 的熄灭周期 T2A 期间, 由于控制电路块 7 停止了对开关元件 6 的导通/截止控制以便将开关元件 6 保持在截止状态, 发光二极管 2 熄灭光。另一方面, 在第一分压电压 V_{H27} 高于输入参考电压 V_{st} 并且第二分压电压 V_{L27} 低于输入参考电压 V_{st} 的发光周期 T1 期间, 控制电路块 7 执行对开关元件 6 的导通/截止控制以使发光二极管 2 发射光。在第二分压 V_{L27} 高于输入参考电压 V_{st} 的熄灭周期 T2B 期间, 控制电路块 7 停止对开关元件 6 的导通/截止控制以便将开关元件 6 保持在截止状态, 因

此发光二极管 2 熄灭光。

根据第五实施方式，除了第一和第三实施方式的效果以外，还获得了以下效果。可以针对直流电压 V_{IN} 的变化来设置能够执行对开关元件 6 的导通/截止控制的电压水平范围的上限和下限。在施加了异常高电压的情况下，输入电压检测电路 27 变为保护电路，因此第五实施方式能够实现高安全性的发光二极管驱动设备。

通过改变电阻器 28 的值，可以针对直流电压 V_{IN} 的变化来设置能够执行对开关元件 6 的导通/截止控制的电压范围的上限和下限。因此，能够实现可调整复杂光强度的高安全性发光二极管驱动设备。通过将高电阻用作电阻器 28，能够减小输入电压检测电路 27 的电阻器 29、30 和 31 产生的电功率损失。

第五实施方式的输入电压检测电路 27 具有三个串联的电阻器，以便产生第一分压电压 V_{H27} 和第二分压电压 V_{L27} 。然而，本发明并不局限于第五实施方式的输入电压检测电路 27，可以形成输入电压检测电路 27 的内部配置，以便针对直流电压 V_{IN} 的变化来设置能够执行对开关元件 6 的导通/截止控制的电压水平的上限和下限。

当没有使用电阻器 28 时，输入端子 IN 和输入端子 JFET 可以变为共用。在这种情况下，输入电压检测电路 27 的电阻器 29 的高电位侧和输入端子 VJ 与相同的输入端子 IN（或 JFET）相连。

可以将平滑电容器（未示出）与整流器 9 的高电位侧和低电位侧相连。在将平滑电容器添加到整流器 9 的高电位侧和低电位侧的情况下，可以将直流电压 V_{IN} 看作是具有特定纹波电压宽度的直流电压。在这种情况下，当整流器 9 或平滑电容器被击穿以及直流电压 V_{IN} 变为异常电压时，输入电压检测电路 27 充当保护电路，停止开关驱动电路 5 以保护开关驱动电路。

可以将第五实施方式中开关驱动电路 5 的电阻器 26 和内部电路配置应用到图 9 所示的第四实施方式。

（第六实施方式）

下面参考图 12 来描述根据本发明第六实施方式的发光二极管驱

动设备。图 12 示出了第六实施方式的发光二极管驱动设备。第六实施方式的发光二极管驱动设备与图 10 所示第五实施方式的不同之处在于添加了软起动电路 35 和亮度控制电路 36。第六实施方式的其它配置与第五实施方式相似。

软起动电路 35 连接在外部检测端子 SN 和电流检测电路 12 之间。软起动电路 35 还与起动/停止电路 11 相连。当软起动电路 35 从起动/停止电路 11 输入作为发光信号的高电平 (H) 信号时, 软起动电路 35 输出检测参考电压 V_{sn} , 以便逐渐地增大检测参考电压 V_{sn} , 直到检测参考电压 V_{sn} 达到恒定值。根据上述配置, 能够防止在启动中产生的冲击电流。通过逐渐地增大检测参考电压 V_{sn} , 能够逐渐地增大流入到发光二极管 2 的电流 I_{LED} 。因此, 能够逐渐地增强发光二极管的光强度。

亮度控制电路 36 与外部检测端子 SN 相连。例如, 当将 8 比特微计算机用作亮度控制电路 36 时, 根据外部信号可以执行 256 级光控制。

在固定电阻器和可变电阻器串联在参考电压端子 VCC 和接地端子 GND 之间并且将由这两个电阻器分割的电压输入到外部检测端子 SN 的情况下, 通过改变可变电阻器的数值, 可以执行不停顿的光控制。

根据第六实施方式, 除了第一到第五实施方式的效果以外, 还具有的优点在于利用简单的配置实现了具有亮度控制功能的发光二极管驱动设备。

可以将第六实施方式的软起动电路 35 和亮度控制电路应用到图 9 所示的第四实施方式。

可以将本发明应用于使用发光二极管的设备和仪器。具体地讲, 本发明适于 LED 照明设备。

尽管已经结合其特定实施方式描述了本发明, 多种其他修改、修正和应用对于本领域普通技术人员来说是显而易见的。因此, 本发明并不局限于这里提出的公开, 而仅由所附权利要求的范围限定。本公开涉及于 2006 年 1 月 20 日提交的日本专利申请 2006-012603 中包括的主题, 上述申请一并在本作为参考。

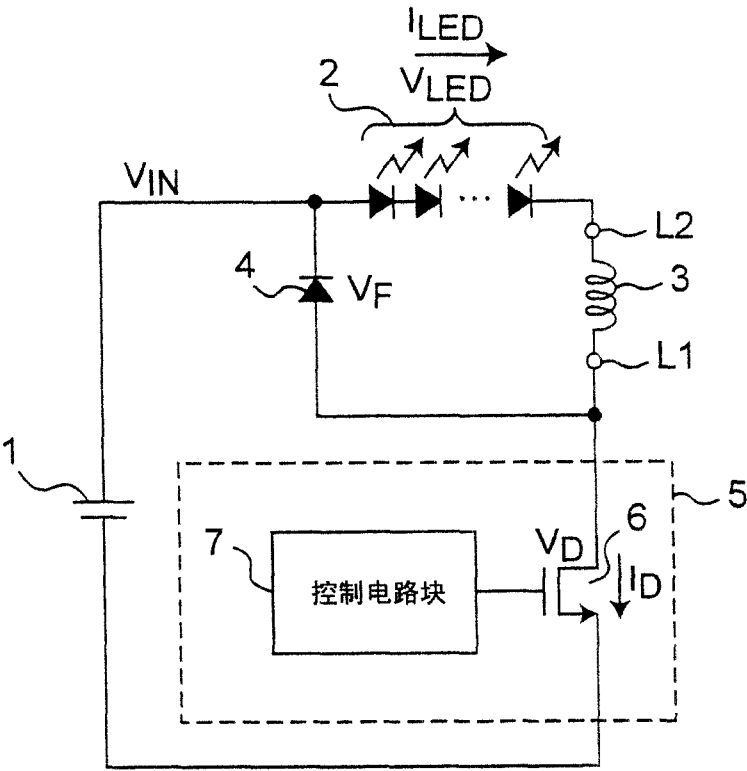


图 1

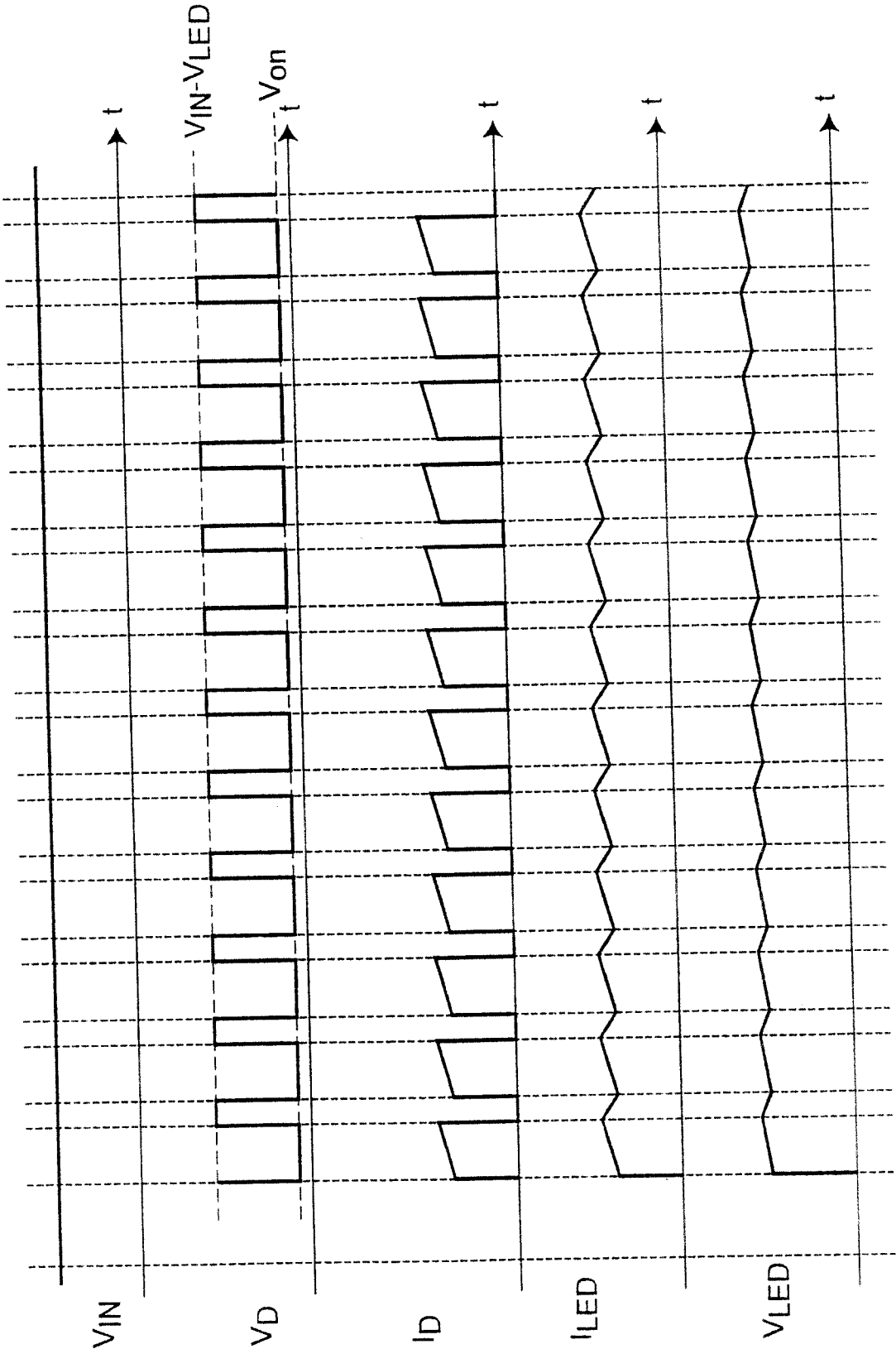
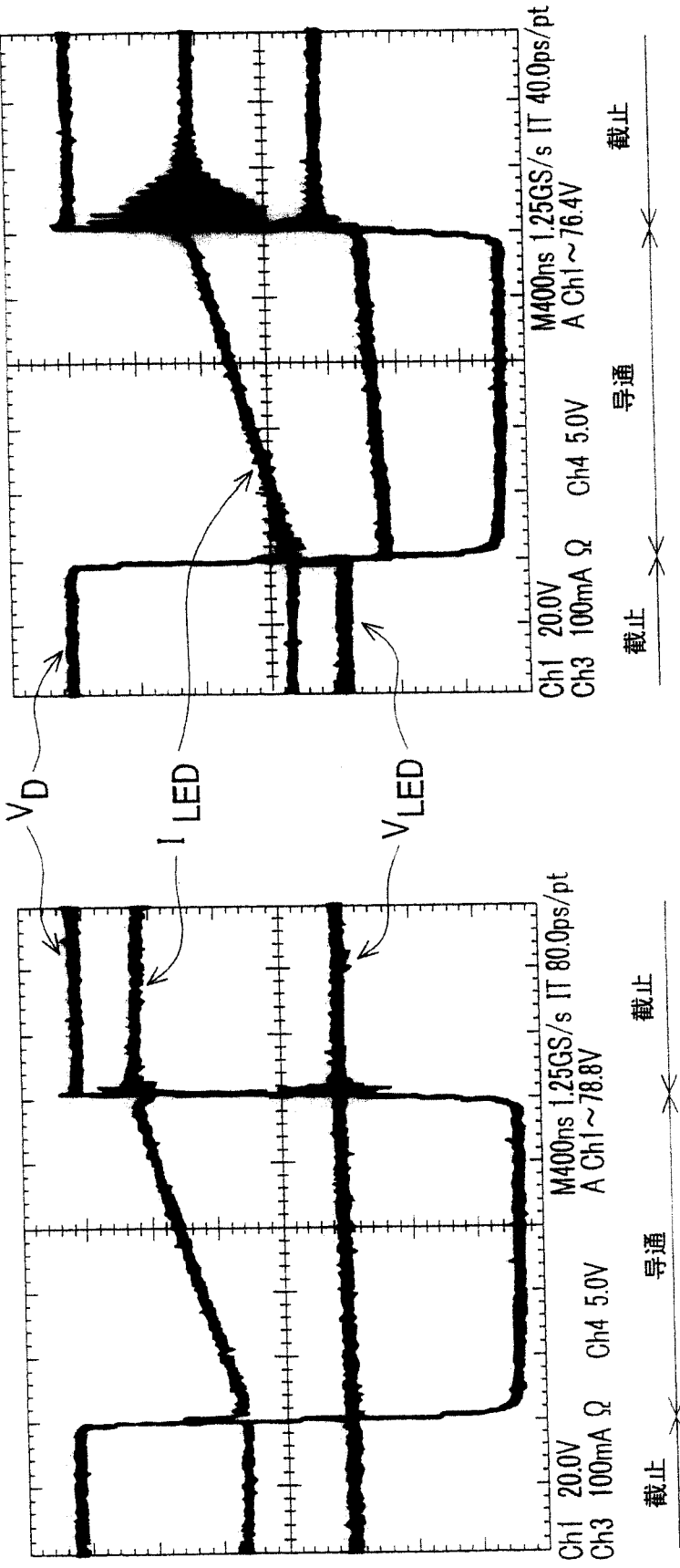


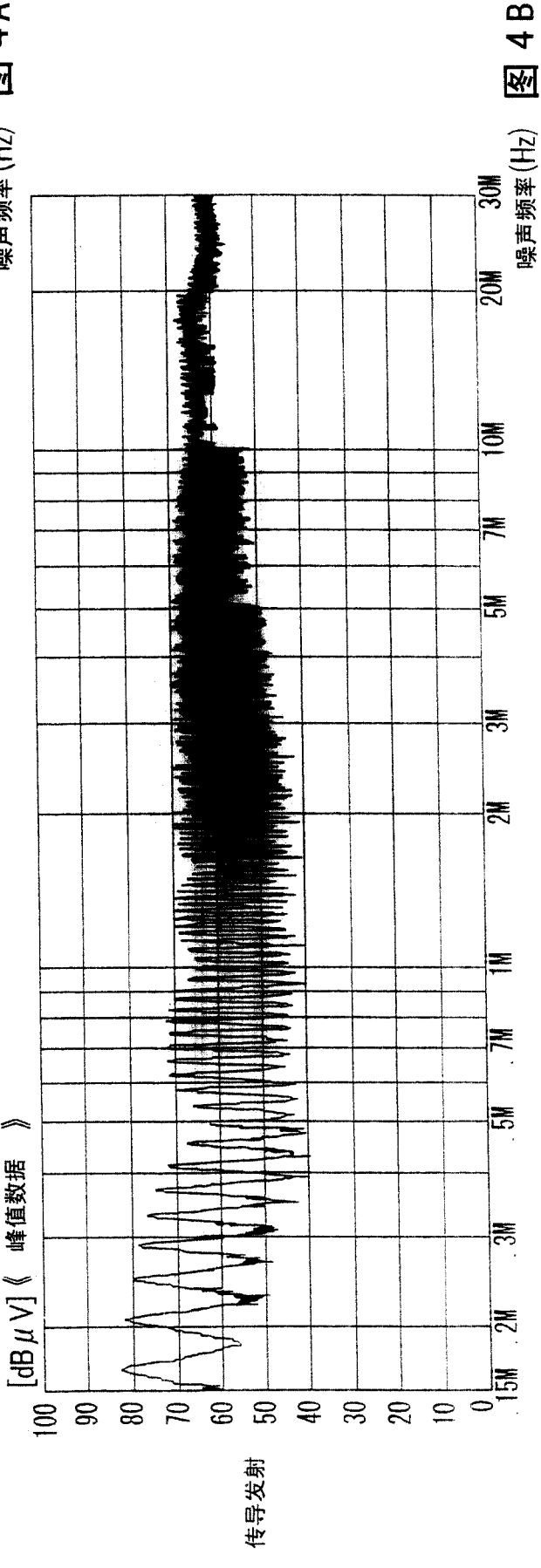
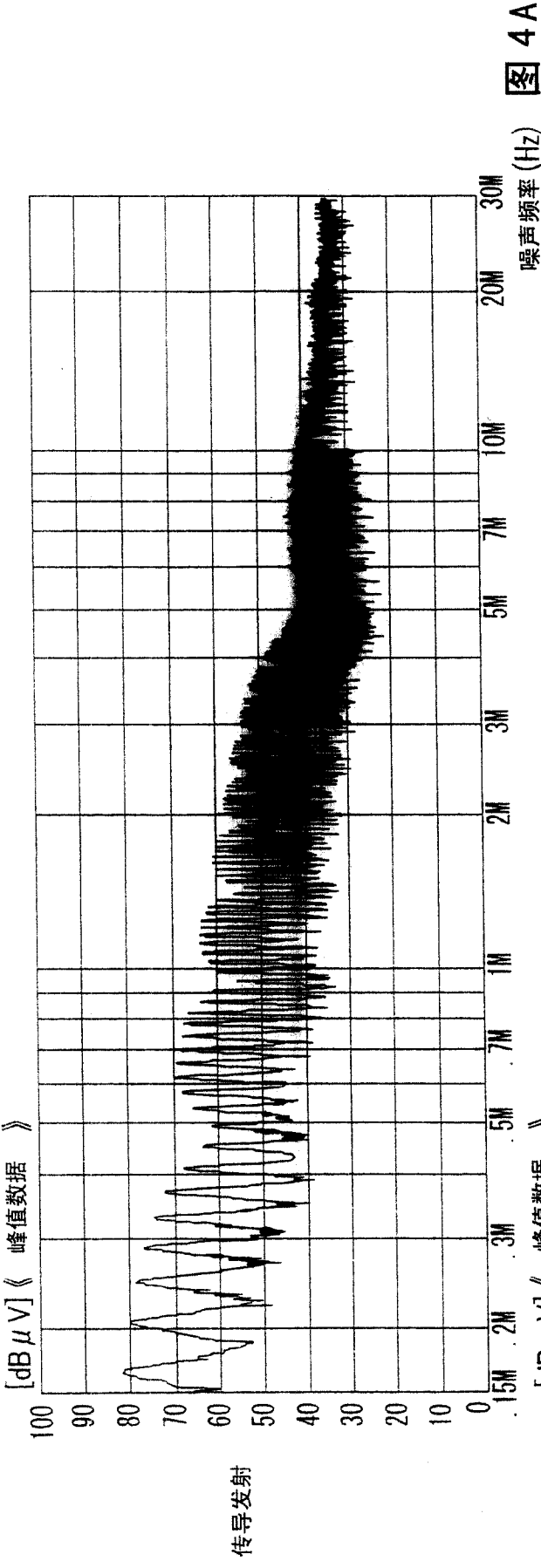
图 2



(b)

(a)

图 3



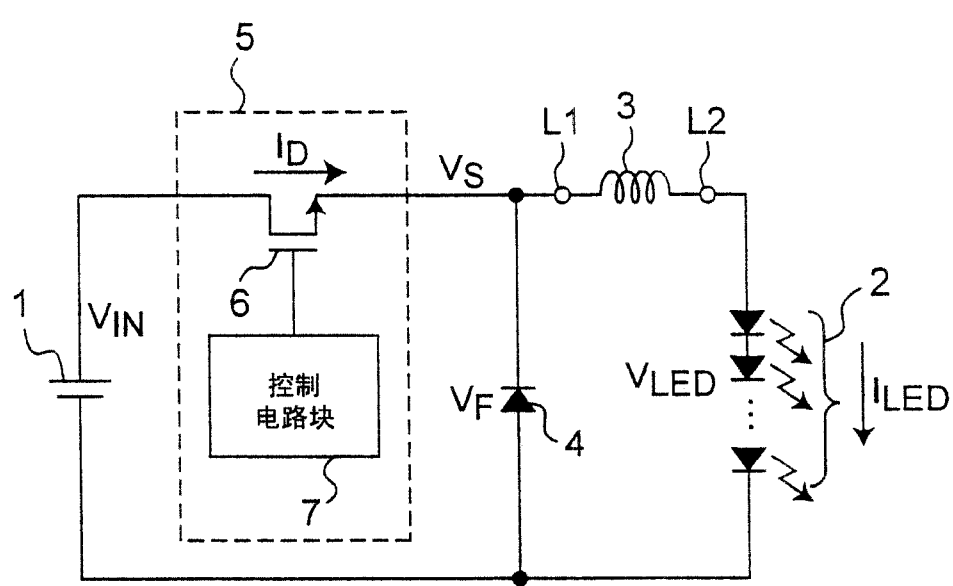


图 5

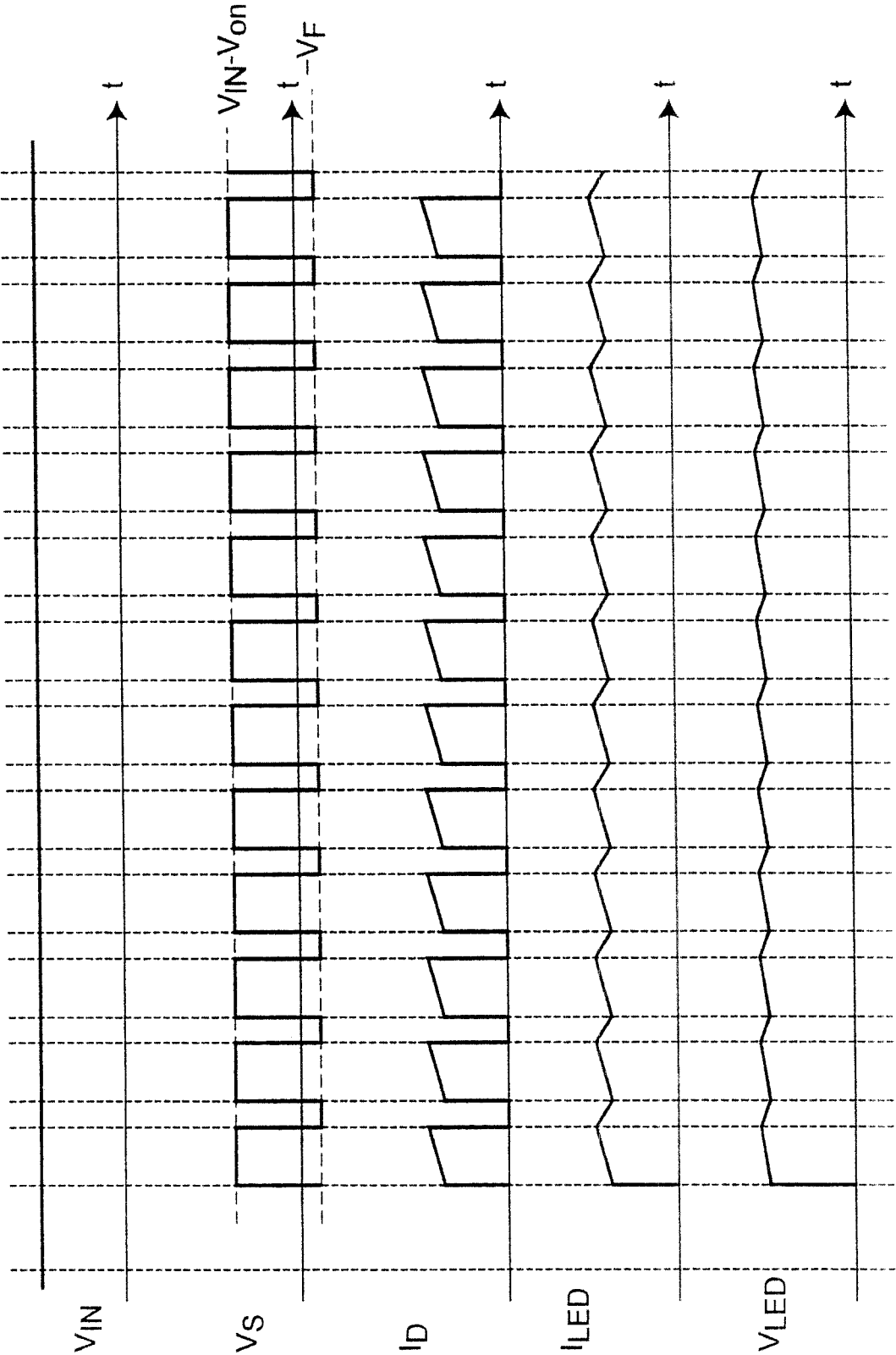


图 6

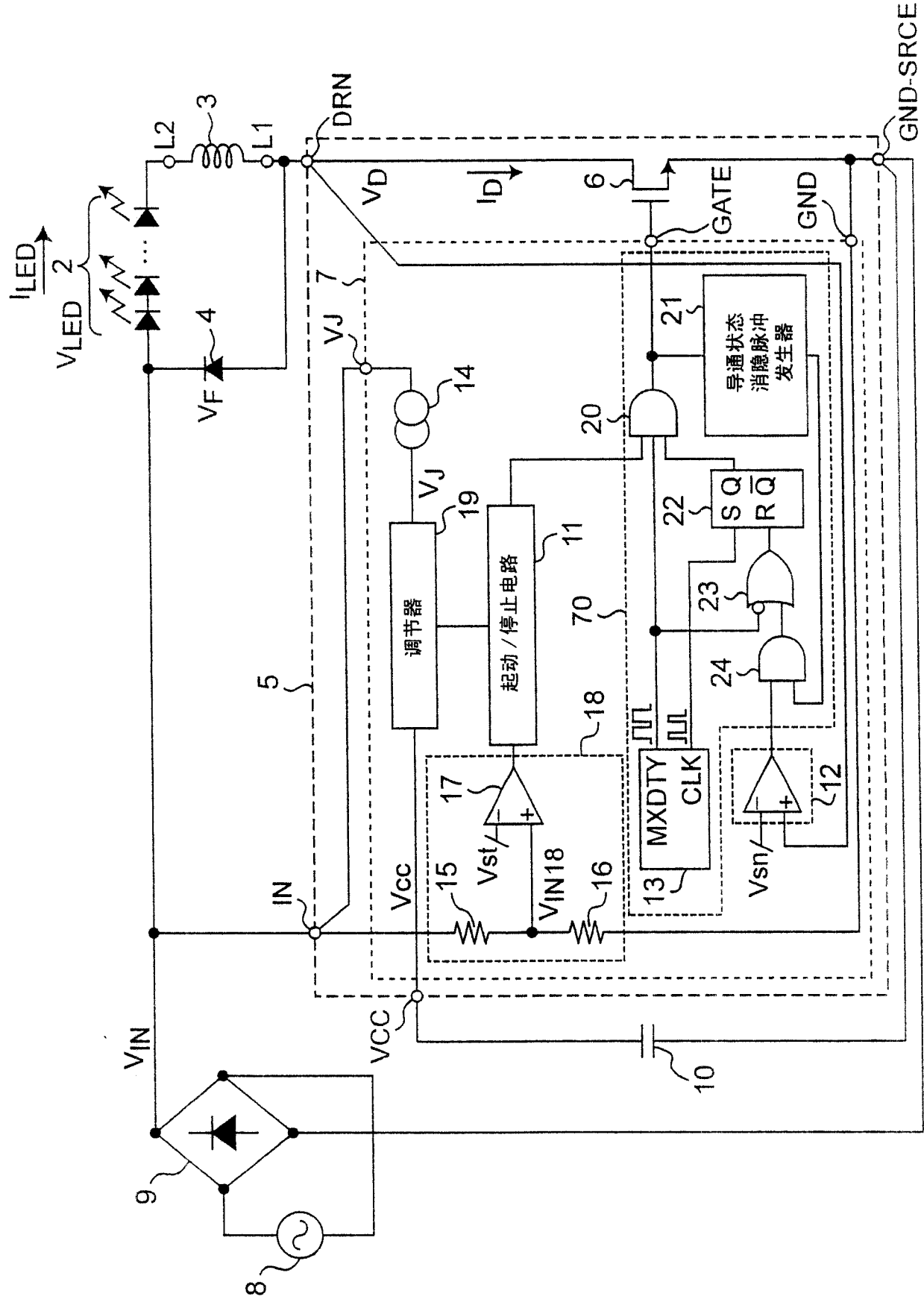


图 7

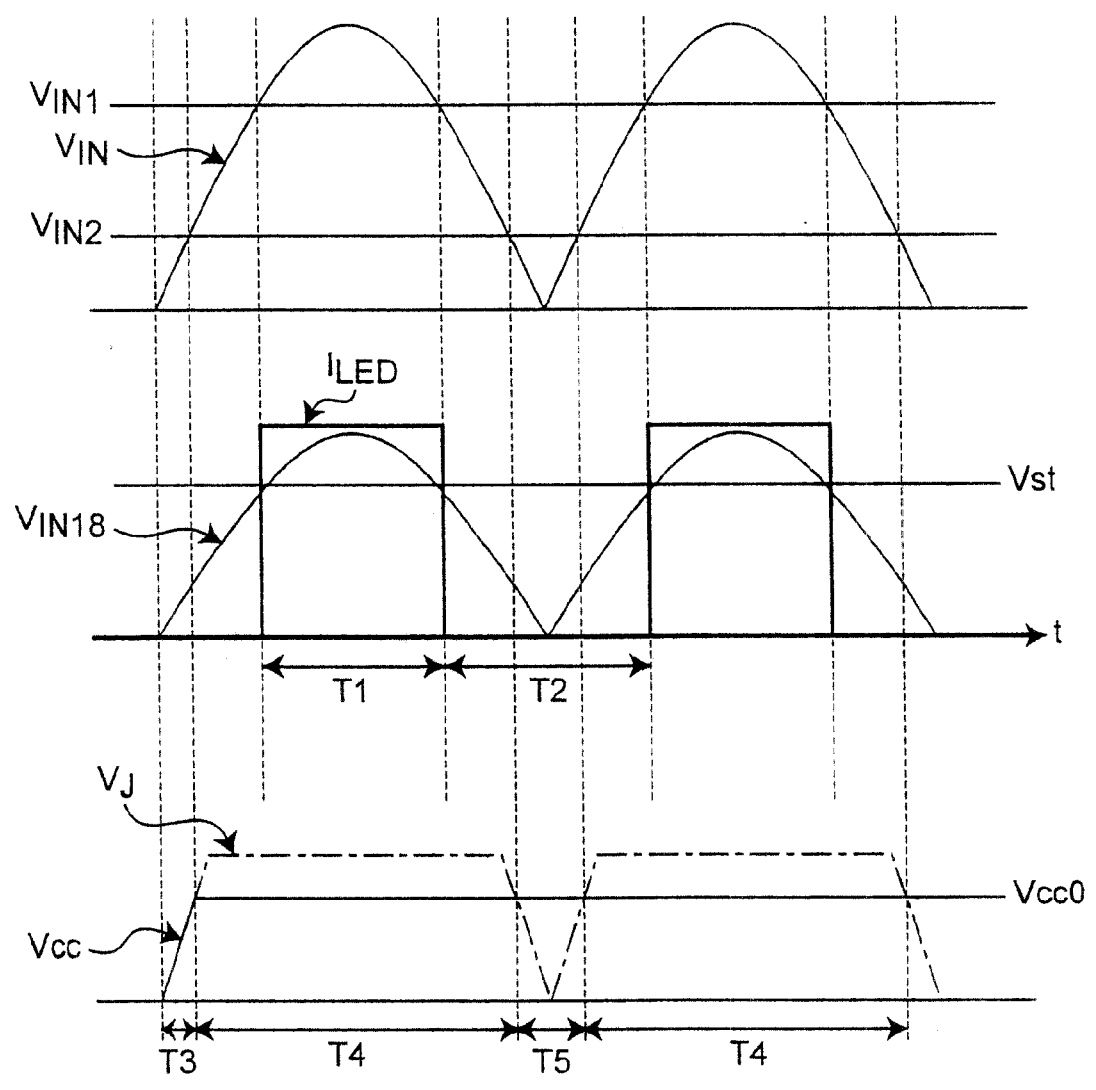
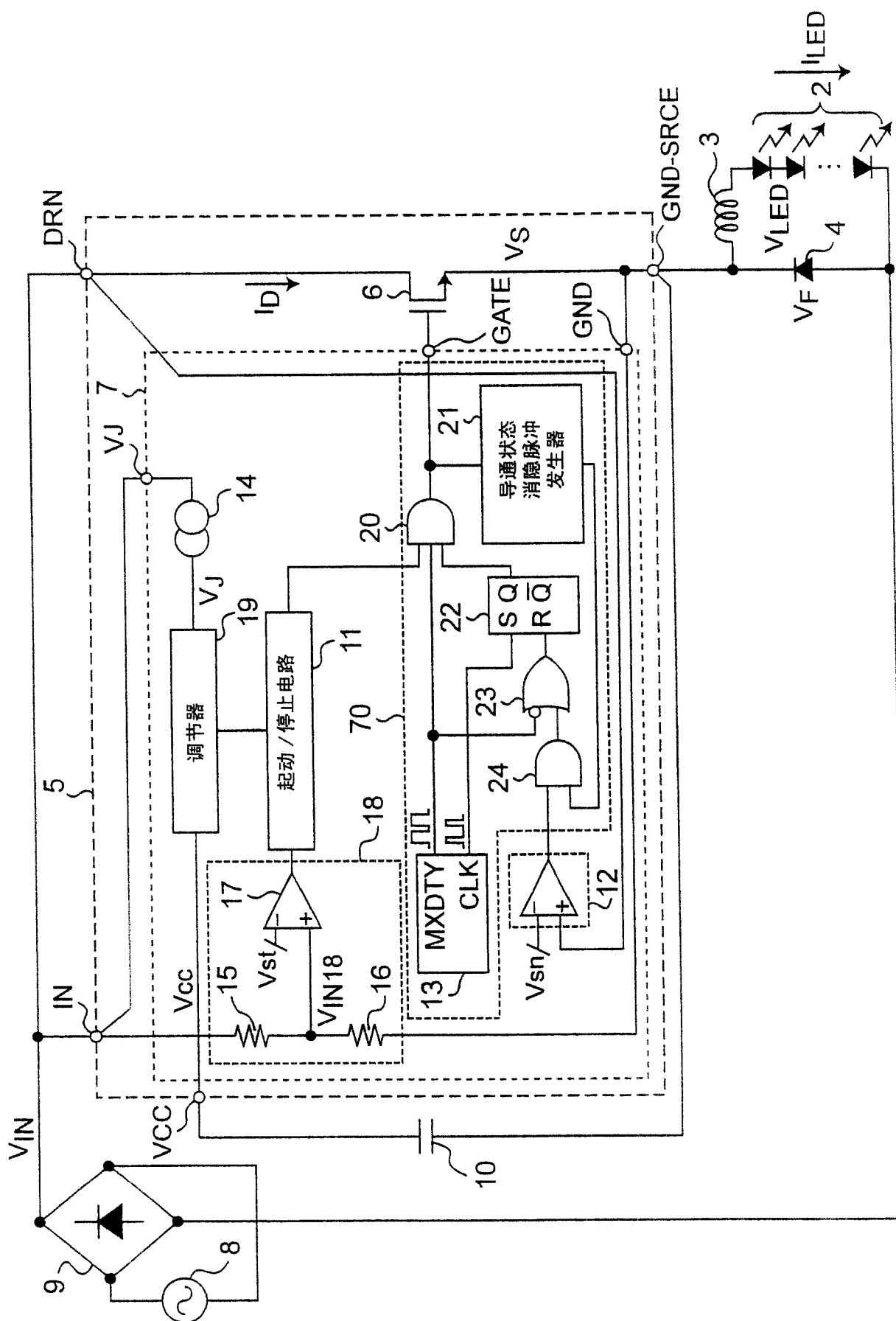


图 8



9
圖

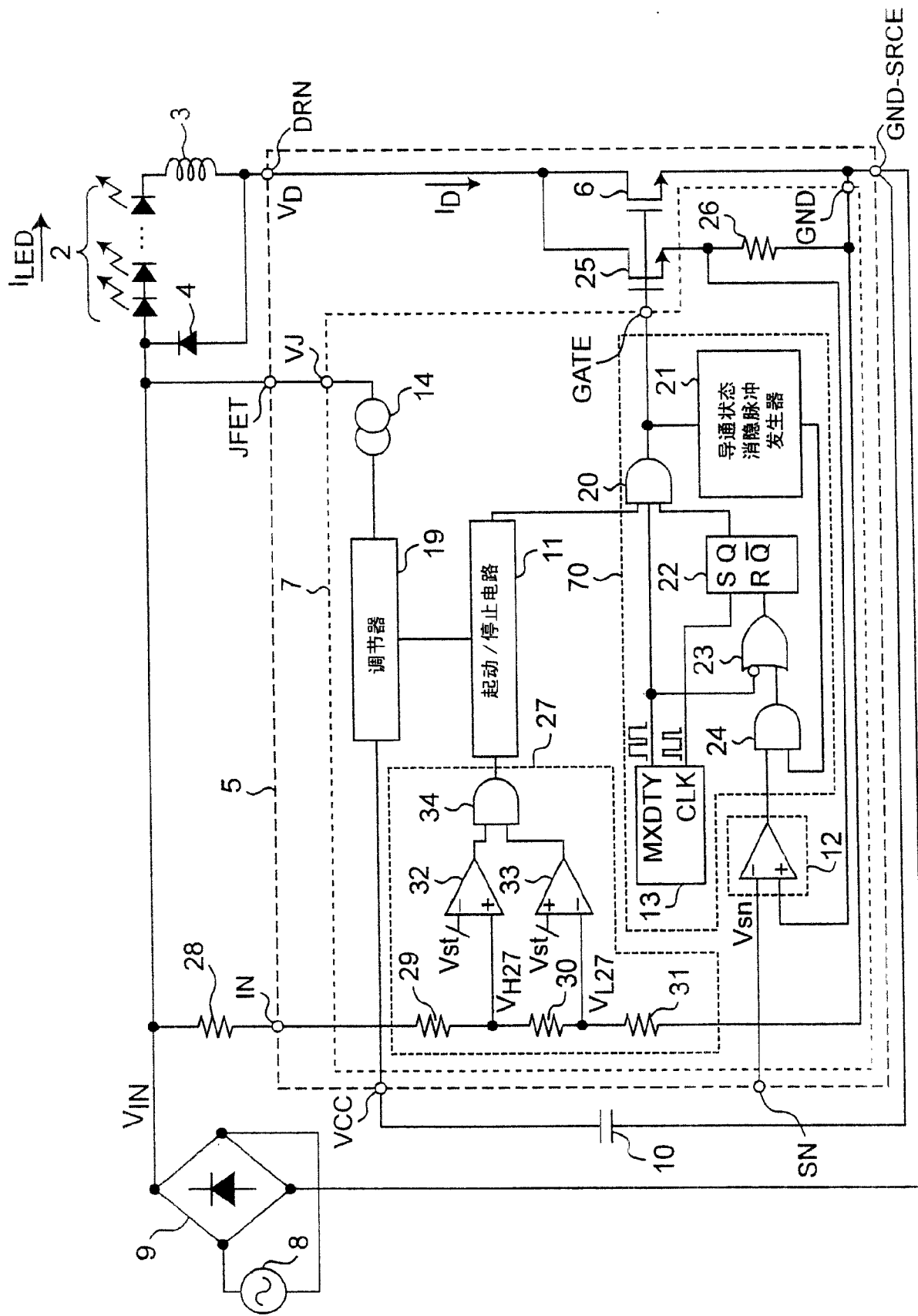


图 10

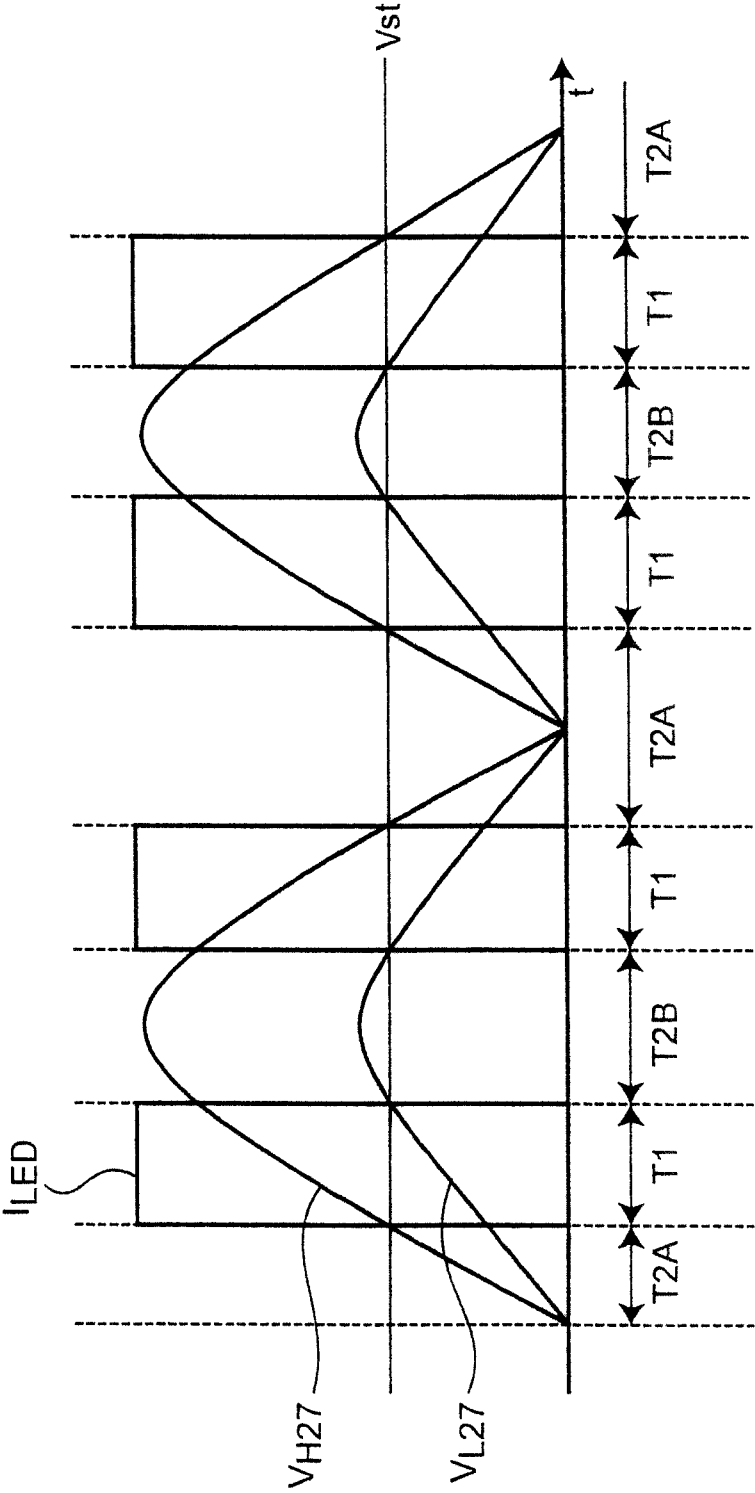


图 11

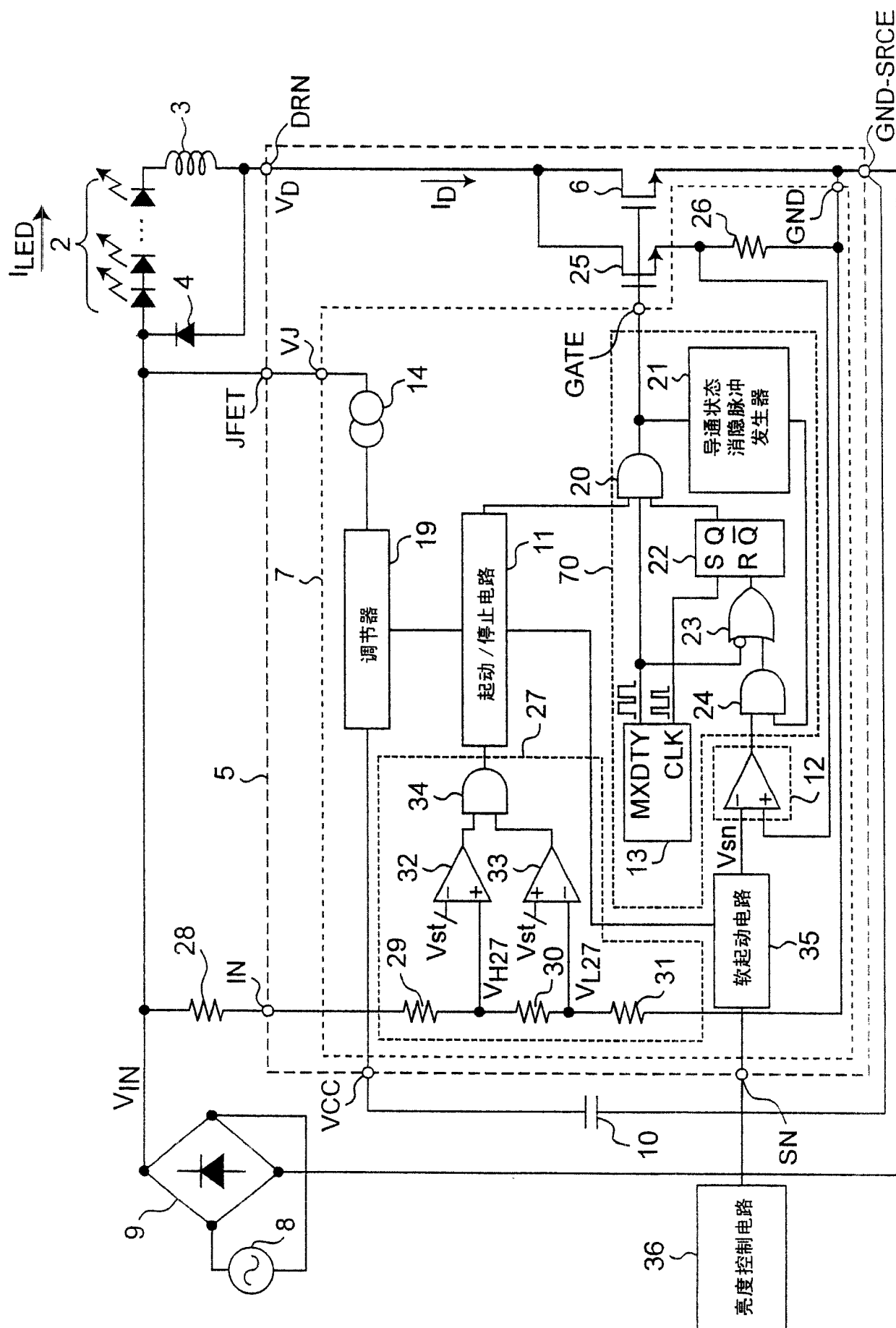


图 12

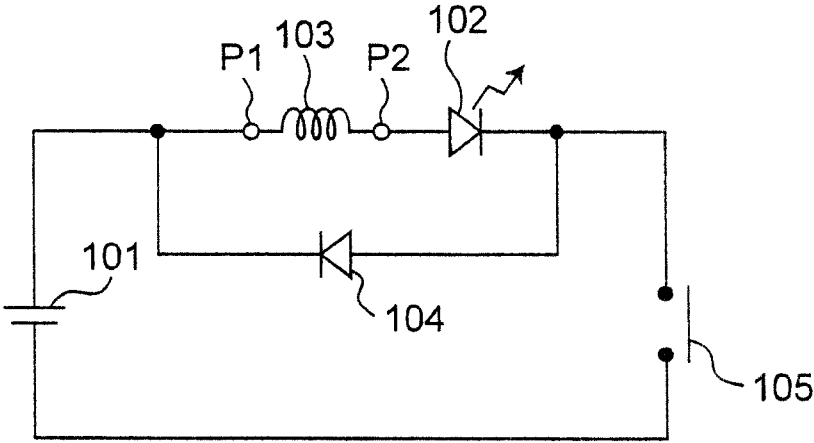


图 13