

1. 一种发光控制电路,其对第1开关元件和第2开关元件进行控制,该第1开关元件对流过连接在第1节点与电感器的一端之间的发光元件的电流进行控制,该第2开关元件对从所述电感器的另一端流向第2节点的电流进行控制,其中,该发光控制电路具有:

驱动电路,其生成对所述第1开关元件进行控制的第1控制信号;以及

开关控制电路,其是生成对所述第2开关元件进行控制的第2控制信号的开关控制电路,在所述驱动电路将所述第1控制信号去激活以使所述第1开关元件成为断开状态的期间的至少一部分中,所述开关控制电路将所述第2控制信号去激活,以使所述第2开关元件成为断开状态,

在所述第1控制信号的接通占空比为规定的值以上的情况下,所述开关控制电路在所述第1控制信号被去激活的期间,将所述第2控制信号维持在去激活状态,

在所述第1控制信号的接通占空比小于所述规定的值的情况下,所述开关控制电路在所述第1控制信号被去激活的期间的一部分中,将所述第2控制信号维持在激活状态。

2. 根据权利要求1所述的发光控制电路,其中,

在所述第1控制信号的接通占空比小于所述规定的值的情况下,所述开关控制电路在所述第1控制信号从激活状态转变为去激活状态之后的规定的期间,将所述第2控制信号维持在激活状态。

3. 根据权利要求2所述的发光控制电路,其中,

在所述第1控制信号的接通占空比小于所述规定的值、且在所述第1控制信号被激活的期间所述第2控制信号一次也没有被去激活的情况下,所述开关控制电路在所述规定的期间,将所述第2控制信号维持在激活状态。

4. 根据权利要求2或3所述的发光控制电路,其中,

在所述第1控制信号的接通占空比为第1值的情况下,所述开关控制电路将所述规定的期间设定为第1期间,在所述第1控制信号的接通占空比为小于所述第1值的第2值的情况下,所述开关控制电路将所述规定的期间设定为比所述第1期间长的第2期间。

5. 根据权利要求2或3所述的发光控制电路,其中,

所述开关控制电路根据流过所述发光元件的电流,对所述规定的期间进行调整。

6. 根据权利要求1所述的发光控制电路,其中,

在所述第1控制信号的接通占空比小于所述规定的值的情况下,

在所述第1控制信号被激活时流过所述发光元件的电流小于所述规定的值的情况下,所述开关控制电路使得在所述第1控制信号从激活状态转变为去激活状态之后将所述第2控制信号维持在激活状态的期间延长第1期间,在所述第1控制信号被激活时流过所述发光元件的电流大于所述规定的值的情况下,所述开关控制电路使得在所述第1控制信号从激活状态转变为去激活状态之后将所述第2控制信号维持在激活状态的期间缩短第2期间。

7. 根据权利要求6所述的发光控制电路,其中,

所述第2期间比所述第1期间长。

8. 根据权利要求2或3所述的发光控制电路,其中,

从外部接收与所述第1控制信号的接通占空比相关的信息。

9. 根据权利要求5所述的发光控制电路,其中,

该发光控制电路还具有采样保持电路,在所述第1控制信号被激活时,该采样保持电路

对与流过所述发光元件的电流成比例的电压进行采样并保持。

10. 一种发光控制电路,其对第1开关元件和第2开关元件进行控制,该第1开关元件对流过连接在第1节点与电感器的一端之间的发光元件的电流进行控制,该第2开关元件对从所述电感器的另一端流向第2节点的电流进行控制,其中,该发光控制电路具有:

驱动电路,其将第1控制信号激活或者去激活,以使所述第1开关元件成为接通状态或者断开状态;以及

开关控制电路,其在所述第1控制信号被激活的期间,将第2控制信号激活或者去激活,以使所述第2开关元件成为接通状态或者断开状态,在所述第1控制信号被激活时流过所述发光元件的电流小于规定的值的情况下,在所述第1控制信号被去激活的期间内,使禁止所述第2控制信号的激活的期间缩短,在所述第1控制信号被激活时流过所述发光元件的电流大于所述规定的值的情况下,在所述第1控制信号被去激活的期间内,使禁止所述第2控制信号的激活的期间延长。

11. 根据权利要求10所述的发光控制电路,其中,

该发光控制电路还具有采样保持电路,在所述第1控制信号被激活时,该采样保持电路对与流过所述发光元件的电流成比例的电压进行采样并保持。

12. 一种光源装置,其具有:

权利要求1~10中的任意一项所述的发光控制电路;

所述发光元件、所述电感器、所述第1开关元件和所述第2开关元件;

电容器,其连接在所述电感器的一端与所述第1节点之间;以及

二极管,其连接在所述电感器的另一端与所述第1节点之间,

在所述第1开关元件和所述第2开关元件为接通状态时,电流流过所述发光元件以及所述电感器而在所述电感器中蓄积能量,在所述第1开关元件为接通状态且所述第2开关元件为断开状态时,通过蓄积在所述电感器中的能量而使电流流过所述发光元件以及所述二极管,在所述第1开关元件为断开状态且所述第2开关元件为接通状态时,电流流过所述电容器以及所述电感器而在所述电感器中蓄积能量。

13. 一种投射型影像显示装置,其中,该投射型影像显示装置具有权利要求12所述的光源装置。

发光控制电路、光源装置以及投射型影像显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及在利用了激光二极管、发光二极管等发光元件的光源装置中对发光进行控制的发光控制电路。而且,本发明涉及利用了这样的发光控制电路的光源装置以及利用了这样的光源装置的投射型影像显示装置等。

背景技术

[0002] 作为在利用了激光二极管(LD)、发光二极管(LED)等发光元件的光源装置中调节明亮度的方法,公知有模拟调光和数字调光。例如,模拟调光如下实现:对驱动发光元件的开关调节器进行控制,从而对流过发光元件的电流的大小进行调节。另一方面,数字调光如下实现:对与发光元件串联连接的开关晶体管进行接通/断开控制,从而对在发光元件中流过电流的期间长度进行调节。

[0003] 作为相关联的技术,在专利文献1中公开了一种光源驱动装置,该光源驱动装置能够在更宽广的调光区域使调光指示信号的大小与输出电流的关系成为线性关系,以改善如下那样的调光特性:在光源比较明亮的调光区域和比较暗的调光区域中,调光指示与调光程度之间的关系差异较大。

[0004] 如日本特开2015-135738号的图2所示,在该光源驱动装置中,使用如下的模拟调光:对与LED模块12串联连接的包含电感器L1以及开关元件Q1的转换器电路部3进行控制,从而对从转换器电路部3供给到LED模块12的输出电流 I_o 的大小进行调节。

[0005] 此外,在日本特开2009-200053号中公开了以LED灯装置中的电力效率的改善为目的的电源装置。如日本特开2009-200053号的图3所示,在该电源装置中,使用如下的数字调光:按照规定频率对与LED灯106串联连接的开关元件316进行接通/断开控制,从而对在LED灯106中流过电流的期间长度进行调节。

[0006] 在1个光源装置中进行模拟调光和数字调光这两方的情况下,如果将日本特开2015-135738号所公开的模拟调光用的电路与日本特开2009-200053号所公开的数字调光用的电路组合,则各个电路独立地分别进行动作。因此,即使在数字调光用的第1开关元件(日本特开2009-200053号的开关元件316)从接通状态转移到断开状态之后,有时模拟调光用的第2开关元件(日本特开2015-135738号的开关元件Q1)仍进行接通/断开动作。

[0007] 在第1开关元件为断开状态的期间,没有电流流过发光元件,但当第2开关元件为接通状态时,电流从电感器(专利文献1的电感器L1)经由第2开关元件流向直流电源的负极端子。因此,蓄积在电感器中的能量未用于在发光元件中发光而被释放。其结果,在利用了这样的光源装置的投射型影像显示装置中,存在产生了无用的电力损失这样的不良情况。

[0008] 另一方面,也考虑了在第1开关元件为断开状态的期间将第2开关元件维持在断开状态,但这样的话,第2开关元件的接通期间可能变得比本来需要的接通期间短。在第1开关元件的接通期间比第2开关元件本来需要的接通期间短的情况下(例如,第1开关元件的接通占空比小于5%的情况下),上述情况成为问题。

[0009] 在这样的情况下,在电感器中未能蓄积充分的能量,并且蓄积在电感器中的能量

在第2开关元件的断开期间逐渐减小,因此,流过发光元件的电流比在模拟调光中指示的电流低,发光元件的明亮度不足。

[0010] 特别地,在使用激光二极管作为发光元件的情况下,流过激光二极管的电流未到达激光振荡的临界电流,由此,激光二极管可能不发光。此外,由利用了这样的光源装置的投射型影像显示装置投射的图像的亮度可能不足。

发明内容

[0011] 因此,鉴于上述问题点,本发明的第1目的在于提供一种发光控制电路,在进行模拟调光和数字调光这两方的情况下,能够抑制蓄积在电感器中的能量未用于发光而释放的情况,从而降低电力损失。此外,本发明的第2目的在于,在进行这样的发光控制时,即使在数字调光中发光元件中的流过电流的期间较短的情况下,也防止流过发光元件的电流比在模拟调光中指示的电流低。而且,本发明的第3目的在于提供利用了这样的发光控制电路的光源装置、以及利用了这样的光源装置的投射型影像显示装置等。

[0012] 为了解决以上的课题的至少一部分,本发明的第1方面的发光控制电路对第1开关元件和第2开关元件进行控制,该第1开关元件对流过连接在第1节点与电感器的一端之间的发光元件的电流进行控制,该第2开关元件对从电感器的另一端流向第2节点的电流进行控制,其中,该发光控制电路具有:(i) 驱动电路,其生成对第1开关元件进行控制的第1控制信号;以及(ii) 开关控制电路,其是生成对第2开关元件进行控制的第2控制信号的开关控制电路,在驱动电路将第1控制信号去激活以使第1开关元件成为断开状态的期间的至少一部分中,所述开关控制电路将第2控制信号去激活,以使第2开关元件成为断开状态。

[0013] 根据本发明的第1方面,在进行模拟调光和数字调光这两方的情况下,在数字调光用的第1开关元件为断开状态从而在发光元件中未流过电流的期间,将模拟调光用的第2开关元件设为断开状态。由此,能够抑制蓄积在电感器中的能量未用于发光而释放的情况,从而降低电力损失。

[0014] 例如,在使用P沟道MOS晶体管作为第1开关元件或者第2开关元件的情况下,第1控制信号或者第2控制信号被激活(activate)为低电平,被去激活(deactivate)为高电平。另一方面,在使用N沟道MOS晶体管作为第1开关元件或者第2开关元件的情况下,第1控制信号或者第2控制信号被激活为高电平,被去激活为低电平。

[0015] 这里,可以是,在第1控制信号的接通占空比为规定的值以上的情况下,开关控制电路在第1控制信号被去激活的期间,将第2控制信号维持在去激活状态,在第1控制信号的接通占空比小于规定的值的情况下,开关控制电路在第1控制信号被去激活的期间的一部分中,将第2控制信号维持在激活状态。

[0016] 由此,在数字调光用的第1控制信号的接通占空比为规定的值以上的情况下,通过第1控制信号被去激活的期间将模拟调光用的第2控制信号维持在去激活状态,将第2开关元件维持在断开状态。由此,在进行模拟调光和数字调光这两方的情况下,能够抑制蓄积在电感器中的能量未用于发光而释放的情况,从而降低电力损失。

[0017] 此外,当数字调光用的第1控制信号的接通占空比小于规定的值的情况下,通过第1控制信号被去激活的期间的一部分将模拟调光用的第2控制信号维持在激活状态,将第2开关元件维持在接通状态。由此,即使在数字调光中在发光元件中流过电流的期间较短的

情况下,也能够将能量补充到电感器中,从而防止流过发光元件的电流比在模拟调光中指示的电流低。

[0018] 这里,可以是,在第1控制信号的接通占空比小于规定的值的情况下,开关控制电路在第1控制信号从激活状态转变为去激活状态之后的规定的期间,将第2控制信号维持在激活状态。由此,在第1控制信号被去激活之后,使第2开关元件为接通状态的期间延长规定的期间,能够使补充到电感器中的能量连续地增大。

[0019] 此外,可以是,在第1控制信号的接通占空比小于规定的值、且在第1控制信号被激活的期间第2控制信号一次也没有被去激活的情况下,开关控制电路在规定的期间将第2控制信号维持在激活状态。由此,能够仅在第1控制信号被激活的期间第2控制信号作为单一脉冲而被激活的情况下,延长第2控制信号的脉宽。

[0020] 而且,可以是,在第1控制信号的接通占空比为第1值的情况下,开关控制电路将规定的期间设定为第1期间,在第1控制信号的接通占空比为小于第1值的第2值的情况下,开关控制电路将规定的期间设定为比第1期间长的第2期间。由此,在数字调光中在发光元件中流过电流的期间较短的情况下,能够使补充到电感器中的能量进一步增大。

[0021] 或者,可以是,开关控制电路根据流过发光元件的电流,对规定的期间进行调整。由此,在流过发光元件的电流较小的情况下,能够使补充到电感器中的能量进一步增大。

[0022] 此外,可以是,在第1控制信号的接通占空比小于规定的值的情况下,在第1控制信号被激活时流过发光元件的电流小于规定的值的情况下,开关控制电路使得在第1控制信号从激活状态转变为去激活状态之后将第2控制信号维持在激活状态的期间延长第1期间,在第1控制信号被激活时流过发光元件的电流大于规定的值的情况下,开关控制电路使得在第1控制信号从激活状态转变为去激活状态之后将第2控制信号维持在激活状态的期间缩短第2期间。

[0023] 在该情况下,期望第2期间比第1期间长。例如,在第1控制信号的接通占空比从第1值变化为比第1值大的第2值的情况下,如果按照接通占空比为第1值时设定的延长期间生成第2控制信号,则流过发光元件的电流过剩。因此,在接下来设定延长期间时,使延长期间缩短比第1期间长的第2期间,由此能够在早期消除电流的过剩。

[0024] 在以上内容中,可以是,发光控制电路从外部接收与第1控制信号的接通占空比相关的信息。由此,开关控制电路能够根据与第1控制信号的接通占空比相关的信息,对第2控制信号的去激活时刻进行调整。

[0025] 本发明的第2方面的发光控制电路对第1开关元件和第2开关元件进行控制,该第1开关元件对流过连接在第1节点与电感器的一端之间的发光元件的电流进行控制,该第2开关元件对从电感器的另一端流向第2节点的电流进行控制,其中,该发光控制电路具有:驱动电路,其将第1控制信号激活或者去激活,以使第1开关元件成为接通状态或者断开状态;以及开关控制电路,其在第1控制信号被激活的期间,将第2控制信号激活或者去激活,以使第2开关元件成为接通状态或者断开状态,在第1控制信号被激活时流过发光元件的电流小于规定的值的情况下,在第1控制信号被去激活的期间内,使禁止第2控制信号的激活的期间缩短,在第1控制信号被激活时流过发光元件的电流大于规定的值的情况下,在第1控制信号被去激活的期间内,使禁止第2控制信号的激活的期间延长。

[0026] 根据本发明的第2方面,在数字调光用的第1控制信号被激活时流过发光元件的电

流小于规定的值的情况下,在第1控制信号被去激活的期间内,使禁止模拟调光用的第2控制信号的激活的期间缩短。由此,即使在数字调光中在发光元件中流过电流的期间较短的情况下,也能够将能量补充到电感器中,从而防止流过发光元件的电流比在模拟调光中指示的电流低。

[0027] 此外,在数字调光用的第1控制信号被激活时流过发光元件的电流大于规定的值的情况下,在第1控制信号被去激活的期间内,使禁止模拟调光用的第2控制信号的激活的期间延长。由此,在进行模拟调光和数字调光这双方的情况下,能够抑制蓄积在电感器中的能量未用于发光而释放的情况,从而降低电力损失。

[0028] 在本发明的第1方面或者第2方面的发光控制电路中,可以是,在根据流过发光元件的电流对第2控制信号的去激活时刻进行调整的情况下,发光控制电路还具有采样保持电路,在第1控制信号被激活时,该采样保持电路对与流过发光元件的电流成比例的电压进行采样并保持。当第1控制信号的接通占空比减小时,在发光元件中流过电流的期间缩短,但采样保持电路的工作速度比运算放大器高速,能够高精度地对流过发光元件的电流进行测量。

[0029] 本发明的第3方面的光源装置具有:上述任意一项的发光控制电路;发光元件、电感器、第1开关元件和第2开关元件;电容器,其连接在电感器的一端与第1节点之间;以及二极管,其连接在电感器的另一端与第1节点之间,在第1开关元件和第2开关元件为接通状态时,电流流过发光元件以及电感器而在电感器中蓄积能量,在第1开关元件为接通状态且第2开关元件为断开状态时,通过蓄积在电感器中的能量而使电流流过发光元件以及二极管,在第1开关元件为断开状态且第2开关元件为接通状态时,电流流过电容器以及电感器而在电感器中蓄积能量。

[0030] 根据本发明的第3方面,发光控制电路抑制蓄积在电感器中的能量未用于发光而释放的情况,并且即使在数字调光中在发光元件中流过电流的期间较短的情况下也防止流过发光元件的电流的下降,由此,能够提供电力损失少并且能够准确地控制明亮度的光源装置。

[0031] 本发明的第4方面的投射型影像显示装置具有本发明的第3方面的光源装置。根据本发明的第4方面,使用电力损失少并且能够准确地控制明亮度的光源装置,能够降低投射型影像显示装置的耗电并且准确地控制所投射的图像的亮度。

附图说明

[0032] 图1是具有本发明第1实施方式的发光控制电路的光源装置的电路图。

[0033] 图2是示出图1所示的驱动电路以及开关控制电路的结构例的电路图。

[0034] 图3是用于说明图1所示的发光控制电路的动作例的时序图。

[0035] 图4是具有本发明第2实施方式的发光控制电路的光源装置的电路图。

[0036] 图5是对图1和图4所示的发光控制电路的动作进行比较的时序图。

[0037] 图6是示出图4所示的时钟信号生成电路的结构例的电路图。

[0038] 图7是示出图6所示的时钟信号生成电路的各部分的波形的波形图。

[0039] 图8是具有本发明第3实施方式的发光控制电路的光源装置的电路图。

[0040] 图9是图8所示的开关控制电路及其反馈环路的电路图。

- [0041] 图10是用于说明第1调光模式的动作例的时序图。
- [0042] 图11是用于说明第2调光模式的动作例的时序图。
- [0043] 图12是用于说明第3调光模式的动作例的时序图。
- [0044] 图13是用于说明第4调光模式的动作例的时序图。
- [0045] 图14是具有本发明第4实施方式的发光控制电路的光源装置的电路图。
- [0046] 图15是示出图14所示的开关控制电路的结构例的电路图。
- [0047] 图16是用于说明图14所示的发光控制电路的动作例的波形图。
- [0048] 图17是具有本发明第6实施方式的发光控制电路的光源装置的电路图。
- [0049] 图18是示出图17所示的开关控制电路的结构例的电路图。
- [0050] 图19是用于说明图17所示的发光控制电路的动作例的波形图。
- [0051] 图20是示出第7实施方式中的开关控制电路的结构例的电路图。
- [0052] 图21是具有本发明第8实施方式的发光控制电路的光源装置的电路图。
- [0053] 图22是示出本发明一个实施方式的投射型影像显示装置的结构例的框图。

具体实施方式

[0054] 以下,参照附图对本发明的实施方式进行详细说明。另外,对同一结构要素赋予同一参照标号,省略重复的说明。

[0055] <第1实施方式>

[0056] 图1是示出具有本发明第1实施方式的发光控制电路的光源装置的结构例的电路图。如图1所示,该光源装置包含:发光控制电路100;发光元件110;电感器L1;作为第1开关元件的P沟道MOS晶体管QP1;作为第2开关元件的N沟道MOS晶体管QN1;二极管D1;电阻R1~R3;以及电容器C1~C4。

[0057] 向光源装置的第1节点N1供给高电位侧的电源电位VDD,向第2节点N2供给低电位侧的电源电位VSS。在图1中示出了电源电位VSS为接地电位(0V)的情况。在第1节点N1与第2节点N2之间,晶体管QP1、发光元件110、电阻R1、电感器L1、晶体管QN1、电阻R2串联连接。发光元件110例如包含至少1个激光二极管(LD)或者发光二极管(LED)等,按照与所供给的电流的大小对应的明亮度发光。

[0058] 晶体管QP1可以连接在发光元件110与电阻R1之间或者连接在电阻R1与电感器L1之间,但在图1所示的例子中,晶体管QP1连接在第1节点N1与发光元件110之间。晶体管QP1具有与第1节点N1连接的源极、与发光元件110连接的漏极以及被施加第1控制信号DDRV的栅极。

[0059] 晶体管QP1是为了数字调光而设置的,对流过连接在第1节点N1与电感器L1的一端之间的发光元件110的电流进行控制。在第1控制信号DDRV被激活为低电平时,晶体管QP1成为接通状态,在第1控制信号DDRV被去激活为高电平时,晶体管QP1成为断开状态。当第1控制信号DDRV被交替地激活和去激活时,晶体管QP1进行开关动作。

[0060] 电阻R1连接在发光元件110与电感器L1的一端之间,例如具有50m Ω 左右的较小的电阻值,用于检测流过晶体管QP1以及发光元件110的电流。晶体管QN1具有与电感器L1的另一端连接的漏极、经由电阻R2与第2节点N2连接的源极以及被施加第2控制信号GATE的栅极。

[0061] 晶体管QN1是为了模拟调光而设置的,对从电感器L1的另一端流向第2节点N2的电流进行控制。在第2控制信号GATE被激活为高电平时,晶体管QN1成为接通状态,在第2控制信号GATE被去激活为低电平时,晶体管QN1成为断开状态。当第2控制信号GATE被交替地激活和去激活时,晶体管QN1进行开关动作。

[0062] 电阻R2连接在晶体管QN1的源极与第2节点N2之间,例如具有100mΩ左右的较小的电阻值,用于检测流过晶体管QN1的电流。另外,作为开关元件,除了MOS晶体管以外,还可以使用双极晶体管、IGBT(绝缘栅双极晶体管)或者晶闸管等。

[0063] 二极管D1连接在电感器L1的另一端与第1节点N1之间,具有与电感器L1的另一端连接的阳极以及与第1节点N1连接的阴极。作为二极管D1,例如使用正向电压比PN结二极管低并且开关速度比正向电压比PN结二极管快的肖特基势垒二极管等。

[0064] 电容器C1连接在第1节点N1与第2节点N2之间,使电源电压(VDD-VSS)平滑化。电容器C4连接在电感器L1的一端与第1节点N1之间,使将电源电压(VDD-VSS)降压而得的降压电压平滑化。

[0065] <发光控制电路>

[0066] 发光控制电路100从外部的微型计算机等被供给数字调光信号DCS以及模拟调光信号ACS,对光源装置的晶体管QP1以及QN1进行控制。在图1中示出了发光控制电路100内置于1个半导体装置(IC)中的例子,但发光控制电路100可以由多个分离部件或者IC构成。此外,可以将二极管D1、电阻R1或者电阻R2等内置于IC。

[0067] 如图1所示,发光控制电路100包含内部调节器10、电平移位器21和22、驱动电路30、时钟信号生成电路40、开关控制电路50、驱动电路60以及设置于开关控制电路50的反馈环路的斜率补偿电路71~比较器75。

[0068] 内部调节器10例如包含由带隙参考电路等构成的基准电压生成电路,该内部调节器10根据电源电位VDD而生成供给到IC的内部电路的内部电源电位VDA。电容器C2连接在调节器10的输出端子与第2节点N2之间,使内部电源电压(VDA-VSS)平滑化。电平移位器(L/S)21和22将数字调光信号DCS的高电位的电位移位到与IC的内部电路相适合的电位。

[0069] 驱动电路30根据从电平移位器21供给的数字调光信号DCS,生成对晶体管QP1进行控制的第1控制信号DDRV。例如,驱动电路30使数字调光信号DCS反相而生成反相信号,并且使反相信号的高电位的电位与电源电位VDD大致相等,从而生成第1控制信号DDRV。

[0070] 在该情况下,当数字调光信号DCS被激活为高电平时,晶体管QP1成为接通状态,电流流过发光元件110。因此,通过使数字调光信号DCS的占空比发生变化,能够使在发光元件110中流过电流的期间发生变化而进行数字调光。

[0071] 时钟信号生成电路40例如包含CR振荡电路等,通过进行振荡动作而生成具有规定的频率的时钟信号CLK。CR振荡电路的振荡频率由电容器的电容值与电阻的电阻值之积即时间常数来确定。电阻R3外置于IC,以调整CR振荡电路的振荡频率。

[0072] 开关控制电路50根据时钟信号CLK、复位信号RST以及从电平移位器21供给的数字调光信号DCS,生成对晶体管QN1进行控制的第2控制信号GATE。第2控制信号GATE经由由驱动放大器等构成的驱动电路60而施加于晶体管QN1的栅极。供给到驱动电路60的电源电位可以是内部电源电位VDA,也可以是比内部电源电位VDA高的其他电源电位。

[0073] 当晶体管QP1以及QN1为接通状态时,电流从第1节点N1经由发光元件110以及电感

器L1等流向第2节点N2,电能被转换为磁能并蓄积在电感器L1中。在晶体管QP1为接通状态而晶体管QN1为断开状态时,蓄积在电感器L1中的磁能成为电能而释放,电流流过发光元件110以及二极管D1等。在晶体管QP1为断开状态而晶体管QN1为接通状态时,电流流过电容器C4以及电感器L1等,将能量蓄积到电感器L1中。

[0074] 斜率补偿电路71对电流检测用的电阻R2的两端间电压加上偏置电压而生成检测信号DET,将检测信号DET供给到比较器75的同相输入端子。电流感测放大器72将电流检测用的电阻R1的两端间电压放大而生成输出信号,将输出信号供给到运算放大器73的反相输入端子。

[0075] 向运算放大器73的同相输入端子供给模拟调光信号ACS。运算放大器73将模拟调光信号ACS的电压与电流感测放大器72的输出信号的电压之差放大而生成误差信号ERR,并将误差信号ERR供给到开关电路(SW)74。

[0076] 开关电路74例如由模拟开关等构成,在从电平移位器22供给的数字调光信号DCS被激活时成为接通状态,在数字调光信号DCS被去激活时成为断开状态。由此,在晶体管QP1为接通状态时生成的误差信号ERR的电压被保持于电容器C3,并供给到比较器75的反相输入端子。

[0077] 比较器75通过对从斜率补偿电路71供给的检测信号DET的电压与误差信号ERR的电压进行比较,生成与比较结果对应的复位信号RST,并将复位信号RST供给到开关控制电路50。

[0078] 在数字调光信号DCS被激活为高电平、从而晶体管QP1为接通状态时,开关控制电路50与时钟信号CLK的上升同步地将第2控制信号GATE激活为高电平。由此,晶体管QN1成为接通状态,电流从第1节点N1经由发光元件110以及电感器L1等流向电流检测用的电阻R2。

[0079] 流过电感器L1的电流随着时间而逐渐增大。伴随着经由电感器L1等流向电阻R2的电流增大,检测信号DET的电压也上升。当检测信号DET的电压超过保持在电容器C3中的误差信号ERR的电压时,复位信号RST被激活为高电平。由此,第2控制信号GATE被去激活为低电平,晶体管QN1成为断开状态。

[0080] 在这样的PWM(脉宽调制)动作中,当模拟调光信号ACS的电压上升时,第2控制信号GATE的接通占空比增大,晶体管QN1为接通状态的期间变长,流过发光元件110的电流增大。因此,通过使模拟调光信号ACS的电压发生变化,能够使流过发光元件110的电流发生变化,进行模拟调光。

[0081] 另一方面,当晶体管QP1为断开状态时,在发光元件110中未流过电流。但是,当晶体管QN1为接通状态时,电流从电感器L1经由晶体管QN1流向第2节点N2,因此,蓄积在电感器L1中的能量在发光元件110中未用于发光而释放。其结果,在利用了这样的光源装置的投射型影像显示装置中,存在产生了无用的电力损失的不良情况。

[0082] 因此,在本实施方式中,在将第2控制信号GATE交替地激活和去激活时,在驱动电路30将第1控制信号DDRV去激活以使晶体管QP1成为断开状态的期间,开关控制电路50将第2控制信号GATE去激活以使晶体管QN1成为断开状态。

[0083] 图2是示出图1所示的驱动电路以及开关控制电路的结构例的电路图。如图2所示,驱动电路30包含被供给电源电位VDD和电源电位VSS(接地电位)的电平移位器31和驱动放大器32。电平移位器31例如使从图1所示的电平移位器21供给的数字调光信号DCS反相而生

成第1控制信号DDRV。第1控制信号DDRV的高电位的电位与电源电位VDD大致相等。第1控制信号DDRV经由驱动放大器32施加到晶体管QP1(图1)的栅极。另外,可以向电平移位器31以及驱动放大器32供给电源电位VDD以及电源电位VHB。

[0084] 开关控制电路50例如包含RS触发器51和AND电路52。RS触发器51在复位信号RST为低电平时,与时钟信号CLK的上升同步地置位,将输出信号激活为高电平,在时钟信号CLK为低电平时,与复位信号RST的上升同步地复位,将输出信号去激活为低电平。

[0085] AND电路52通过求出数字调光信号DCS与RS触发器51的输出信号的逻辑“与”而生成第2控制信号GATE。因此,在数字调光信号DCS被去激活为低电平时,第1控制信号DDRV被去激活为高电平,第2控制信号GATE被去激活为低电平。

[0086] <动作例>

[0087] 图3是用于说明图1所示的发光控制电路的动作例的时序图。在图3中,以使信号的振幅恒定的方式进行了标准化。在该例中,驱动电路30使数字调光信号DCS反相而生成第1控制信号DDRV。当第1控制信号DDRV被激活为低电平时,晶体管QP1成为接通状态,当第1控制信号DDRV被去激活为高电平时,晶体管QP1成为断开状态。

[0088] 例如,在使发光元件110比较明亮地发光的第1调光模式下,驱动电路30始终激活第1控制信号DDRV。另一方面,在使发光元件110比较暗地(比第1调光模式暗地)发光的第2调光模式下,驱动电路30通过按照数字调光信号DCS的占空比将第1控制信号DDRV交替地激活和去激活,调节在发光元件110中流过电流的期间的长度。

[0089] 在第1调光模式以及第2调光模式下,开关控制电路50通过按照模拟调光信号ACS的电压将第2控制信号GATE交替地激活和去激活来调节流过发光元件110的电流的大小。由此,能够在使发光元件110比较明亮地发光的第1调光模式下,仅进行模拟调光,在使发光元件110比较暗地发光的第2调光模式下,除了模拟调光之外还进行数字调光。

[0090] 当第2控制信号GATE被激活为高电平时,晶体管QN1成为接通状态,当第2控制信号GATE被去激活为低电平时,晶体管QN1成为断开状态。如图3所示,开关控制电路50在驱动电路30将第1控制信号DDRV去激活为高电平的期间T0,将第2控制信号GATE去激活为低电平。

[0091] 根据本实施方式的发光控制电路100,在进行模拟调光和数字调光这两方的情况下,在数字调光用的晶体管QP1为断开状态而在发光元件110中未流过电流的期间,将模拟调光用的晶体管QN1维持在断开状态。由此,能够抑制蓄积在电感器L1中的能量未用于发光而释放的情况,从而降低电力损失。

[0092] <第2实施方式>

[0093] 图4是示出具有本发明第2实施方式的发光控制电路的光源装置的结构例的电路图。在第2实施方式中,替代图1所示的第1实施方式中的时钟信号生成电路40而使用时钟信号生成电路40a。关于其他方面,第2实施方式可以与第1实施方式相同。此外,图5是对图1和图4所示的发光控制电路的动作进行比较而示出的时序图。在图5中,以使信号的振幅恒定的方式进行了标准化。

[0094] 在图1所示的第1实施方式的发光控制电路100中,时钟信号生成电路40与数字调光信号DCS无关系地动作。因此,在数字调光用的晶体管QP1进行开关动作而发光元件110间歇地发光的情况下,根据数字调光信号DCS被激活的时刻,在第1控制信号DDRV被激活之后,第2控制信号GATE(1)最初被激活的时刻推迟。或者,如图5所示,在第1控制信号DDRV被激活

之后,第2控制信号GATE(1)最初维持在激活状态的激活期间T1缩短。

[0095] 当晶体管QP1为接通状态之后,晶体管QN1最初为接通状态的时刻推迟时,在电感器L1中未蓄积有充分的能量的状态下,发光元件110的发光时刻推迟或者在发光元件110中未流过足够的电流。此外,当激活期间T1较短时,在电感器L1中未蓄积有充分的能量的过程中,晶体管QN1转移到断开状态,因此,在发光元件110中未流过足够的电流。其结果,发光元件110的发光时刻或者明亮度发生变动,有时对光源装置的操作者带来不适感。此外,由利用了这样的光源装置的投射型影像显示装置投射的图像的亮度可能发生变动。

[0096] 因此,在第2实施方式中,开关控制电路50与第1控制信号DDRV的激活同步地开始第2控制信号GATE的激活。由此,在发光元件110通过数字调光而间歇地发光的情况下,由于当晶体管QP1为接通状态时晶体管QN1也为接通状态,因此,能够降低发光元件110的发光时刻的变动或者明亮度的变动。此外,能够降低由具有这样的光源装置的投射型影像显示装置投射的图像的亮度变动。

[0097] 而且,开关控制电路50可以将激活期间T1(图5)设为规定的期间以上,激活期间T1是在第1控制信号DDRV被激活之后、第2控制信号GATE最初被维持在激活状态的期间。这里,规定的期间优选处于在第1控制信号DDRV被激活之后、第2控制信号GATE第二次维持在激活状态的激活期间T2的95%以下的范围内。

[0098] 由此,在发光元件110通过数字调光而间歇地发光的情况下,由于在晶体管QN1为接通状态而在电感器L1中蓄积有充分的能量之后,晶体管QN1转移到断开状态,因此,能够降低发光元件110的明亮度的变动。与此相对,在对第1控制信号DDRV被激活之后最初生成的第2控制信号GATE的脉冲进行屏蔽的情况下,能够防止短脉冲的产生,但存在第2控制信号GATE的激活推迟这样的问题。

[0099] 图4所示的发光控制电路100具有与从电平移位器22供给的第1控制信号DDRV的激活同步地开始时钟信号CLK的生成的时钟信号生成电路40a,开关控制电路50与时钟信号CLK同步地将第2控制信号GATE激活。由此,能够使第2控制信号GATE的激活时刻与第1控制信号DDRV的激活时刻同步。

[0100] 图6是示出图4所示的时钟信号生成电路的结构例的电路图,图7是示出图6所示的时钟信号生成电路的各部分的波形的波形图。时钟信号生成电路40a被供给IC的内部电源电位VDA以及电源电位VSS而进行动作。在以下说明中,假设电源电位VSS为接地电位(0V)。

[0101] 如图6所示,时钟信号生成电路40a包含恒流源41和42、比较器43、缓冲电路44、反相器45、P沟道MOS晶体管QP2、N沟道MOS晶体管QN2~QN4、电阻R4~R6以及电容器C5。

[0102] 恒流源41连接在IC的内部电源电位VDA的布线与比较器43的同相输入端子之间。恒流源42经由晶体管QN3连接在比较器43的同相输入端子与电源电位VSS的布线之间。例如,恒流源41和42分别由P沟道MOS晶体管以及N沟道MOS晶体管构成,该P沟道MOS晶体管以及N沟道MOS晶体管的栅-源间被施加规定的偏置电压而供给恒定电流。

[0103] 比较器43通过对供给到同相输入端子的输入电位V1与供给到反相输入端子的输入电位V2进行比较,将与比较结果对应的时钟信号CLK从输出端子输出。缓冲电路44将从比较器43供给的时钟信号CLK缓冲并输出。反相器45使数字调光信号DCS成为反相并输出。

[0104] 晶体管QP2具有与比较器43的同相输入端子连接的源极、与比较器43的反相输入端子连接的漏极以及被施加数字调光信号DCS的栅极。晶体管QN2具有与比较器43的输出端

子连接的漏极、与电源电位VSS的布线连接的源极以及被施加反相器45的输出信号的栅极。

[0105] 电容器C5连接在比较器43的同相输入端子与电源电位VSS的布线之间。电阻R4连接在IC的内部电源电位VDA的布线与比较器43的反相输入端子之间。电阻R5以及R6串联连接在比较器43的反相输入端子与电源电位VSS的布线之间。

[0106] 晶体管QN3具有与比较器43的同相输入端子连接的漏极、经由恒流源42与电源电位VSS的布线连接的源极以及被施加比较器43的输出信号的栅极。晶体管QN4具有连接在电阻R5与电阻R6的连接点上的漏极、与电源电位VSS的布线连接的源极以及被施加比较器43的输出信号的栅极。

[0107] 在数字调光信号DCS被去激活为低电平(VSS)时,晶体管QP2以及QN2为接通状态。由此,从比较器43输出的时钟信号CLK为低电平,晶体管QN3以及QN4为断开状态。

[0108] 因此,供给到比较器43的输入电位V1以及V2与通过电阻R4~R6将电源电压VDA分压而得的分压电压VH大致相等。

[0109] $VH = \{ (R5+R6) / (R4+R5+R6) \} VDA \dots (1)$

[0110] 实际上,由于从恒流源41供给的电流,输入电位V1以及V2比式(1)所表示的分压电压VH稍高。此外,电容器C5通过输入电位V1而被充电。

[0111] 当数字调光信号DCS被激活为高电平(VDA)时,晶体管QP2以及QN2为断开状态。由此,比较器43的同相输入端子与反相输入端子电分离。比较器43的反相输入端子的输入电位V2下降至式(1)所表示的分压电压VH,低于比较器43的同相输入端子的输入电位V1,因此,从比较器43输出的时钟信号CLK转变为高电平,晶体管QN3以及QN4成为接通状态。

[0112] 因此,在电容器C5中充入的电荷经由晶体管QN3以及恒流源42而放出,因此,比较器43的同相输入端子的输入电位V1朝向电源电位VSS而逐渐下降。此外,比较器43的反相输入端子的输入电位V2立刻下降至下式(2)所表示的分压电压VL。

[0113] $VL = \{ R5 / (R4+R5) \} VDA \dots (2)$

[0114] 当比较器43的同相输入端子的输入电位V1下降至低于分压电压VL时,从比较器43输出的时钟信号CLK转变为低电平,晶体管QN3以及QN4为断开状态。因此,通过从恒流源41供给的电流对电容器C5充电,因此,比较器43的同相输入端子的输入电位V1朝向IC的内部电源电位VDA逐渐上升。此外,比较器43的反相输入端子的输入电位V2立刻上升至式(1)所表示的分压电压VH。

[0115] 当比较器43的同相输入端子的输入电位V1上升至高于分压电压VH时,从比较器43输出的时钟信号CLK转变为高电平。通过反复这样的动作,时钟信号生成电路40a生成具有规定的频率的时钟信号CLK。

[0116] <第3实施方式>

[0117] 图8是示出具有本发明第3实施方式的发光控制电路的光源装置的结构例的电路图。在第3实施方式中,替代图4所示的第2实施方式中的开关控制电路50而使用开关控制电路50a。此外,追加了设置于开关控制电路50a的反馈环路的电路。关于其他方面,第3实施方式可以与第2实施方式相同。

[0118] 如第2实施方式中的那样,在晶体管QP1为断开状态的期间将晶体管QN1维持在断开状态时,在晶体管QP1的接通期间较短的情况下(例如,接通占空比小于5%的情况下),晶体管QN1的接通期间可能比本来需要的接通期间短。

[0119] 在这样的情况下,在电感器L1中未蓄积有充分的能量,且蓄积在电感器L1中的能量在晶体管QN1的断开期间逐渐减小,因此,流过发光元件110的电流比模拟调光信号ACS所指示的电流低,发光元件110的亮度不足。

[0120] 因此,在第3实施方式中,开关控制电路50a在第1控制信号DDRV被激活的期间,将第2控制信号GATE激活或者去激活,以使晶体管QN1成为接通状态或者断开状态,在第1控制信号DDRV的接通占空比为规定的值以上的情况下,在第1控制信号DDRV被去激活的期间,将第2控制信号GATE维持在去激活状态,当第1控制信号DDRV的接通占空比小于规定的值的情况下,在第1控制信号DDRV被去激活的期间的一部分中,将第2控制信号GATE维持在激活状态。

[0121] 根据第3实施方式,在数字调光用的第1控制信号DDRV的接通占空比为规定的值以上的情况下,通过在第1控制信号DDRV被去激活的期间将模拟调光用的第2控制信号GATE维持在去激活状态,将晶体管QN1维持在断开状态。由此,在进行模拟调光和数字调光这双方的情况下,能够抑制蓄积在电感器L1中的能量未用于发光而释放的情况,从而降低电力损失。

[0122] 此外,当数字调光用的第1控制信号DDRV的接通占空比小于规定的值的情况下,通过在第1控制信号DDRV被去激活的期间的一部分将模拟调光用的第2控制信号GATE维持在激活状态,将晶体管QN1维持在接通状态。由此,即使在数字调光中在发光元件110中流过电流的期间较短的情况下,也能够向电感器L1补充能量,从而防止流过发光元件110的电流比在模拟调光中指示的电流低。

[0123] 如图8所示,在开关控制电路50a的反馈环路中,除了图4所示的第2实施方式中的斜率补偿电路71~比较器75之外,还设置有采样保持电路76、电流感测放大器77以及选择电路78。

[0124] 驱动电路30将第1控制信号DDRV激活或者去激活,以使晶体管QP1成为接通状态或者断开状态。例如,驱动电路30使从电平移位器21供给的数字调光信号DCS反相而生成反相信号,并且使反相信号的高电位的电位与电源电位VDD大致相等,由此生成第1控制信号DDRV。

[0125] 斜率补偿电路71对电流检测用的电阻R2的两端间电压加上偏置电压而生成检测信号DET,并将检测信号DET供给到比较器75的同相输入端子。电流感测放大器72将与流过发光元件110的电流成比例的电阻R1的两端间电压(电流检测电压)放大而生成输出信号。采样保持电路76被供给电源电位VDD(例如,50V)以及电源电位VHB(例如,45V)而动作,在第1控制信号DDRV被激活时,对与流过发光元件110的电流成比例的电流检测电压进行采样并保持。

[0126] 当第1控制信号DDRV的接通占空比变小时,在发光元件110中流过电流的期间缩短,但采样保持电路76的工作速度比运算放大器高速,能够高精度地测量流过发光元件110的电流。电流感测放大器77将保持在采样保持电路76中的电流检测电压放大而生成输出信号。

[0127] 选择电路78按照从开关控制电路50a供给的选择信号,选择电流感测放大器72的输出信号与电流感测放大器77的输出信号中的一方,并将所选择的信号供给到运算放大器73的反相输入端子。向运算放大器73的同相输入端子供给模拟调光信号ACS。运算放大器73

将模拟调光信号ACS的电压与选择电路78所选择的信号的电压之差放大而生成误差信号ERR,并将误差信号ERR供给到开关电路74。

[0128] 开关电路74按照从开关控制电路50a供给的控制信号,在数字调光信号DCS被去激活为低电平的期间以及规定的屏蔽期间成为断开状态,在这以外的期间成为接通状态。由此,在开关电路74为接通状态时生成的误差信号ERR的电压被保持于电容器C3并被供给到比较器75的反相输入端子。

[0129] 比较器75通过对从斜率补偿电路71供给的检测信号DET的电压与误差信号ERR的电压进行比较,生成与比较结果对应的比较结果信号COMP,并将比较结果信号COMP供给到开关控制电路50a。

[0130] 开关控制电路50a根据时钟信号CLK、比较结果信号COMP以及从电平移位器21供给的数字调光信号DCS,将第2控制信号GATE激活或者去激活,以使晶体管QN1成为接通状态或者断开状态。

[0131] 图9是示出图8所示的开关控制电路及其反馈环路的电路的结构例的电路图。在该例中,开关控制电路50a包含RS触发器51、AND电路52、反相器53、延迟电路54、开关电路55和56、OR电路57以及条件设定电路58。

[0132] RS触发器51在OR电路57的输出信号为低电平时,与时钟信号CLK的上升同步地置位,将第2控制信号GATE激活为高电平,在时钟信号CLK为低电平时,与OR电路57的输出信号的上升同步地复位,将第2控制信号GATE去激活为低电平。

[0133] 反相器53使从电平移位器21(图8)供给的数字调光信号DCS反相而生成输出信号。延迟电路54例如由伴随有门延迟的多个反相器等延迟元件或者电阻和电容器等构成,使反相器53的输出信号延迟了延迟时间TD。

[0134] AND电路52通过求出反相器53的输出信号与延迟电路54的输出信号的逻辑“与”而生成输出信号。AND电路52的输出信号在数字调光信号DCS被激活的时刻成为低电平,在数字调光信号DCS被去激活之后经过了延迟时间TD的时刻成为高电平。

[0135] 开关电路55和56例如由模拟开关等构成,选择反相器53的输出信号与AND电路52的输出信号中的一方。OR电路57通过求出开关电路55和56所选择的信号与从比较器75输出的比较结果信号COMP的逻辑“或”而生成输出信号。OR电路57的输出信号被供给到RS触发器51的复位端子。

[0136] 在开关电路55和56所选择的信号为高电平、或者检测信号DET的电压比误差信号ERR的电压高而比较结果信号COMP为高电平时,OR电路57生成高电平的输出信号。由此,RS触发器51复位,将第2控制信号GATE去激活。

[0137] 条件设定电路58例如由包含组合电路或者时序电路的逻辑电路等构成,对开关电路55和56、开关电路74以及选择电路78进行控制。选择电路78例如包含由N沟道MOS晶体管或者各种晶体管等构成的开关电路78a和78b,选择电流感测放大器72的输出信号和电流感测放大器77的输出信号中的一方,并将所选择的信号供给到运算放大器73的反相输入端子。

[0138] <第1动作例>

[0139] 在第1动作例中,发光控制电路100(图8)从外部的微型计算机等接收与数字调光信号DCS的接通占空比相关的信息、即与第1控制信号DDRV的接通占空比相关的信息。由此,

开关控制电路50a能够根据与第1控制信号DDRV的接通占空比相关的信息,对第2控制信号GATE的去激活时刻进行调整。

[0140] 例如,按照第1控制信号DDRV的接通占空比而设定了4种调光模式,对当前的调光模式进行确定的信息被供给到条件设定电路58。条件设定电路58根据对当前的调光模式进行确定的信息,设定将第2控制信号GATE去激活的条件,并生成选择信号SEL1~SEL4。

[0141] 在第1调光模式下,第1控制信号DDRV的接通占空比为100%,仅进行模拟调光。在第2调光模式下,第1控制信号DDRV的接通占空比为50%以上且小于100%,在第3调光模式下,第1控制信号DDRV的接通占空比为5%以上且小于50%,在第4调光模式下,第1控制信号DDRV的接通占空比大于0%且小于5%。在第2~第4调光模式下,进行模拟调光和数字调光这双方。另外,在本实施方式或者其他实施方式中,可以对接通占空比设置下限值(例如,1%)。

[0142] 在第1调光模式以及第2调光模式下,条件设定电路58将选择信号SEL1激活并且将选择信号SEL2去激活。由此,开关电路78a成为接通状态,开关电路78b成为断开状态,因此,电流感测放大器72的输出信号被供给到运算放大器73的反相输入端子。

[0143] 另一方面,在第3调光模式以及第4调光模式下,条件设定电路58将选择信号SEL1去激活并且将选择信号SEL2激活。由此,开关电路78a成为断开状态,开关电路78b成为接通状态,因此,电流感测放大器77的输出信号被供给到运算放大器73的反相输入端子。

[0144] 因此,在第1控制信号DDRV的接通占空比为50%以上的情况下,对与流过发光元件110的电流成比例的电流检测电压进行放大的电流感测放大器72的输出信号用于对第2控制信号GATE的去激活时刻进行调整。另一方面,在第1控制信号DDRV的接通占空比小于50%的情况下,对保持在采样保持电路76中的电流检测电压进行放大的电流感测放大器77的输出信号用于对第2控制信号GATE的去激活时刻进行调整。

[0145] 此外,在第1调光模式~第3调光模式下,条件设定电路58将选择信号SEL3激活并且将选择信号SEL4去激活。由此,开关电路55成为接通状态,开关电路56成为断开状态,因此,反相器53的输出信号被供给到OR电路57的一个输入端子。从比较器75输出的比较结果信号COMP被供给到OR电路57的另一个输入端子。

[0146] 在数字调光信号DCS被去激活为低电平、或者检测信号DET的电压比误差信号ERR的电压高而比较结果信号COMP为高电平时,OR电路57生成高电平的输出信号。由此,RS触发器51复位,将第2控制信号GATE去激活。因此,当第1控制信号DDRV的接通占空比在5%以上的情况下,在第1控制信号DDRV被去激活的期间,第2控制信号GATE维持在去激活状态。

[0147] 另一方面,在第4调光模式下,条件设定电路58将选择信号SEL3去激活并且将选择信号SEL4激活。由此,开关电路55成为断开状态,开关电路56成为接通状态,因此,AND电路52的输出信号被供给到OR电路57的一个输入端子。从比较器75输出的比较结果信号COMP被供给到OR电路57的另一个输入端子。

[0148] 在数字调光信号DCS被去激活为低电平之后经过延迟时间TD时、或者检测信号DET的电压比误差信号ERR的电压高而比较结果信号COMP为高电平时,OR电路57生成高电平的输出信号。由此,RS触发器51复位,将第2控制信号GATE去激活。因此,在第1控制信号DDRV的接通占空比小于5%的情况下,在第1控制信号DDRV被去激活的期间的一部分中,第2控制信号GATE维持在激活状态。

[0149] 另外,流过电感器L1(图8)的电流在晶体管QN1成为接通状态之后逐渐增大,因此,如果第1控制信号DDRV的接通占空比较小,则,在第1控制信号DDRV被去激活的时刻前后,从比较器75输出的比较结果信号COMP保持低电平。

[0150] 图10~图13是用于说明第1~第4调光模式下的动作例的时序图。如图10所示,在第1调光模式下,数字调光信号DCS始终被激活为高电平,第2控制信号GATE被激活为高电平并被去激活为低电平,由此,进行模拟调光。另一方面,如图11~图13所示,在第2~第4调光模式下,数字调光信号DCS也被激活为高电平并被去激活为低电平,进行模拟调光和数字调光这双方。

[0151] 如图11以及图12所示,在第2调光模式以及第3调光模式下,第2控制信号GATE与数字调光信号DCS的上升同步地被激活为高电平。此外,第2控制信号GATE与数字调光信号DCS的下降同步地被强制去激活为低电平。

[0152] 如图13所示,在第4调光模式下,第2控制信号GATE与数字调光信号DCS的上升同步地被激活为高电平。另一方面,在第2控制信号GATE的去激活中,第2控制信号GATE不与数字调光信号DCS的下降同步,而在从数字调光信号DCS的下降起的延迟时间TD(规定的期间)内,维持在激活状态,然后,被去激活为低电平。

[0153] 另外,如图11所示,在第2调光模式下,条件设定电路58可以生成屏蔽信号MASK,在数字调光信号DCS刚转变为激活状态之后的规定的屏蔽期间(MASK TIME),该屏蔽信号MASK被激活。屏蔽信号MASK用于断开开关电路74。由此,能够避免由于电流感测放大器72的工作速度慢而导致的测量误差的影响。

[0154] 此外,如图12以及图13所示,在第3调光模式以及第4调光模式下,条件设定电路58可以生成采样保持信号SHS,在数字调光信号DCS要转变为去激活状态之前的规定的采样保持期间(S/H TIME),该采样保持信号SHS被激活。

[0155] 采样保持信号SHS用于使采样保持电路76进行采样保持动作。由此,采样保持电路76能够在流过发光元件110的电流稳定之后进行采样保持动作。或者,采样保持信号SHS可以从外部的微型计算机等供给到发光控制电路100(图8)。

[0156] 这样,在第1控制信号DDRV的接通占空比小于规定的值(在该例子中是5%)的情况下,开关控制电路50a在第1控制信号DDRV从激活状态转变为去激活状态之后的规定的期间,将第2控制信号GATE维持在激活状态。由此,在第1控制信号DDRV被去激活之后,使晶体管QN1为接通状态的期间延长规定的期间,从而能够使补充到电感器L1中的能量连续增大。

[0157] 此时,在第1控制信号DDRV的接通占空比小于规定的值、并且在第1控制信号DDRV被激活的期间第2控制信号GATE一次都没有被去激活的情况下,开关控制电路50a可以在规定的期间将第2控制信号GATE维持在激活状态。由此,能够仅在第1控制信号DDRV被激活的期间第2控制信号GATE作为单一脉冲而被激活的情况下,将第2控制信号GATE的脉宽延长。

[0158] 因此,例如在数字调光信号DCS被激活的期间比较结果信号COMP曾经为高电平的情况下,条件设定电路58将选择信号SEL3激活并且将选择信号SEL4去激活。在接下来数字调光信号DCS被激活时,解除该状态。

[0159] <第2动作例>

[0160] 在第2动作例中,即使未从外部供给与数字调光信号DCS的接通占空比相关的信息,条件设定电路58也能够设定将第2控制信号GATE去激活的条件。例如,条件设定电路58

根据数字调光信号DCS和从比较器75输出的比较结果信号COMP,生成选择信号SEL1~SEL4。

[0161] 在数字调光信号DCS被激活的期间比较结果信号COMP曾经为高电平的情况下,条件设定电路58判定为第1控制信号DDRV的接通占空比在规定的值以上,将选择信号SEL1以及SEL3激活,并且将选择信号SEL2以及SEL4去激活。

[0162] 由此,开关电路78a成为接通状态,开关电路78b成为断开状态,因此,电流感测放大器72的输出信号被供给到运算放大器73的反相输入端子。此外,开关电路55成为接通状态,开关电路56成为断开状态,因此,反相器53的输出信号被供给到OR电路57的一个输入端子。从比较器75输出的比较结果信号COMP被供给到OR电路57的另一个输入端子。

[0163] 当数字调光信号DCS被去激活为低电平或者检测信号DET的电压比误差信号ERR的电压高而比较结果信号COMP为高电平时,OR电路57生成高电平的输出信号。由此,RS触发器51复位,将第2控制信号GATE去激活。因此,在第1控制信号DDRV的接通占空比为规定的值以上的情况下,在第1控制信号DDRV被去激活的期间,将第2控制信号GATE维持在去激活状态。

[0164] 另一方面,在数字调光信号DCS被激活的期间比较结果信号COMP一次都没有被激活的情况下,条件设定电路58判定为第1控制信号DDRV的接通占空比小于规定的值,将选择信号SEL1以及SEL3去激活,并且将选择信号SEL2以及SEL4激活。

[0165] 由此,开关电路78a成为断开状态,开关电路78b成为接通状态,因此,电流感测放大器77的输出信号被供给到运算放大器73的反相输入端子。此外,开关电路55成为断开状态,开关电路56成为接通状态,因此,AND电路52的输出信号被供给到OR电路57的一个输入端子。从比较器75输出的比较结果信号COMP被供给到OR电路57的另一个输入端子。

[0166] 当数字调光信号DCS被去激活为低电平之后经过延迟时间TD时、或者检测信号DET的电压比误差信号ERR的电压高而比较结果信号COMP为高电平时,OR电路57生成高电平的输出信号。由此,RS触发器51复位,将第2控制信号GATE去激活。因此,在第1控制信号DDRV的接通占空比小于规定的值的情况下,在第1控制信号DDRV被去激活的期间的一部分中,将第2控制信号GATE维持在激活状态。

[0167] 另外,流过电感器L1(图8)的电流在晶体管QN1成为接通状态之后逐渐增大,因此,如果第1控制信号DDRV的接通占空比较小,则在第1控制信号DDRV被去激活的时刻前后,从比较器75输出的比较结果信号COMP保持低电平。

[0168] <第4实施方式>

[0169] 图14是示出具有本发明第4实施方式的发光控制电路的光源装置的结构例的电路图。在第4实施方式中,替代图4所示的第2实施方式中的开关控制电路50而使用开关控制电路50b。此外,追加了比较器79、反相器80、向上/向下计数器81以及脉宽延长电路82。关于其他方面,第4实施方式可以与第2实施方式相同。

[0170] 斜率补偿电路71对电流检测用的电阻R2的两端间电压加上偏置电压而生成检测信号DET,并将检测信号DET供给到比较器75的同相输入端子。电流感测放大器72将与流过发光元件110的电流成比例的电阻R1的两端间电压(电流检测电压)放大而生成输出信号。比较器75通过对从斜率补偿电路71供给的检测信号DET的电压与误差信号ERR的电压进行比较,生成与比较结果对应的比较结果信号COMP,并将比较结果信号COMP供给到开关控制电路50b。

[0171] 比较器79通过对电流感测放大器72的输出信号的电压与模拟调光信号ACS的电压

进行比较,生成与比较结果对应的输出信号ICOMP。比较器79的输出信号ICOMP在流过发光元件110的电流小于规定的值的情况下为高电平,在流过发光元件110的电流大于规定的值的情况下为低电平。另外,由于电流感测放大器72的输出电压以及比较器79的输出电平发生变化,需要一定程度的响应时间,因此,在数字调光信号DCS下降的时刻维持以前的状态。比较器79的输出信号ICOMP被供给到向上/向下计数器81。

[0172] 反相器80使从电平移位器22供给的数字调光信号DCS反相而供给到向上/向下计数器81。向上/向下计数器81与数字调光信号DCS的下降同步地,按照比较器79的输出信号ICOMP进行向上计数动作或者向下计数动作。

[0173] 例如,在电源接通时,向上/向下计数器81的计数值复位为初始值。向上/向下计数器81与数字调光信号DCS的下降同步地,在比较器79的输出信号ICOMP为高电平时使计数值增大,在比较器79的输出信号ICOMP为低电平时使计数值减小。

[0174] 脉宽延长电路82例如由包含组合电路或者时序电路的逻辑电路构成,根据向上/向下计数器81的计数值,生成用于选择第2控制信号GATE的激活期间(脉宽)的选择信号SEL,并将选择信号SEL输出到开关控制电路50b。

[0175] 开关控制电路50b根据时钟信号CLK、比较结果信号COMP、选择信号SEL以及从电平移位器21供给的数字调光信号DCS,将第2控制信号GATE激活或者去激活,以使晶体管QN1成为接通状态或者断开状态。

[0176] 图15是示出图14所示的开关控制电路的结构例的电路图。在该例中,开关控制电路50b包含RS触发器51、AND电路52、反相器53、OR电路57以及可变延迟电路59。

[0177] RS触发器51在OR电路57的输出信号为低电平时,与时钟信号CLK的上升同步地置位,将第2控制信号GATE激活为高电平,在时钟信号CLK为低电平时,与OR电路57的输出信号的上升同步地复位,将第2控制信号GATE去激活为低电平。

[0178] 反相器53使数字调光信号DCS反相而生成输出信号,并将输出信号供给到可变延迟电路59。可变延迟电路59包含被并联地供给反相器53的输出信号的多个延迟电路、以及从反相器53的输出信号和多个延迟电路的输出信号中选择1个信号的选择电路59a。例如,各个延迟电路由伴随有门延迟的多个反相器等延迟元件或者电阻和电容器等构成,选择电路59a由多个模拟开关等构成。

[0179] 多个延迟电路具有相互不同的延迟时间TD1、TD2、•••、TDn,使被反相器53反相后的数字调光信号DCS延迟。此外,选择电路59a按照从脉宽延长电路82(图14)供给的选择信号SEL,选择被反相器53反相后的数字调光信号DCS的延迟时间TD。

[0180] AND电路52通过求出反相器53的输出信号与可变延迟电路59的输出信号的逻辑“和”来生成输出信号。AND电路52的输出信号在数字调光信号DCS被激活的时刻为低电平,在数字调光信号DCS被去激活之后经过延迟时间TD的时刻为高电平($TD \geq 0$)。

[0181] OR电路57通过求出AND电路52的输出信号与从比较器75(图14)输出的比较结果信号COMP的逻辑“或”而生成输出信号。OR电路57的输出信号被供给到RS触发器51的复位端子。在AND电路52的输出信号为高电平时、或者检测信号DET的电压比误差信号ERR的电压高而比较结果信号COMP为高电平时,OR电路57生成高电平的输出信号。由此,RS触发器51复位,将第2控制信号GATE去激活。

[0182] <动作例>

[0183] 参照图14~图16对本发明第4实施方式的发光控制电路的动作例进行说明。图16是用于说明图14所示的发光控制电路的动作例的波形图。

[0184] 当数字调光信号DCS被激活为高电平时,第1控制信号DDRV被激活为低电平,晶体管QP1成为接通状态,在发光元件110中流过电流ILD。开关控制电路50b在第1控制信号DDRV被激活的期间,将第2控制信号GATE激活或者去激活以使晶体管QN1成为接通状态或者断开状态。

[0185] 当第2控制信号GATE与数字调光信号DCS的激活同步地被激活为高电平时,晶体管QN1成为接通状态,电流IL流过电感器L1。流过电感器L1的电流IL随着时间而逐渐增大。在图16所示的期间中,流过电感器L1的电流IL较小,因此,从比较器75输出的比较结果信号COMP为低电平。

[0186] 如图16所示,在第1控制信号DDRV被激活时流过发光元件110的电流ILD小于规定的值的情况下,比较器79的输出信号ICOMP为高电平,向上/向下计数器81被设定为向上计数模式。

[0187] 此后,当数字调光信号DCS被去激活为低电平时,第1控制信号DDRV被去激活为高电平,晶体管QP1成为断开状态,发光元件110的电流ILD停止。此外,向上/向下计数器81与数字调光信号DCS的下降同步地增大计数值,因此,向上/向下计数器81的计数值比上次的值增大。

[0188] 脉宽延长电路82将选择信号SEL输出给开关控制电路50b,该选择信号SEL用于选择具有与计数值和初始值之差对应的延迟时间TD的延迟电路的输出信号。在开关控制电路50b中,选择电路59a选择具有增大的延迟时间TD的延迟电路的输出信号。由此,在数字调光信号DCS被去激活之后经过延迟时间TD之后,AND电路52的输出信号为高电平,OR电路57的输出信号为高电平,RS触发器51将第2控制信号GATE去激活。

[0189] 这里,AND电路52的输出信号为高电平的期间相当于禁止模拟调光用的第2控制信号GATE的激活的期间。因此,如果延迟时间TD增大,则在数字调光用的第1控制信号DDRV被去激活的期间内,使禁止模拟调光用的第2控制信号GATE的激活的期间缩短。

[0190] 当第2控制信号GATE被去激活为低电平时,晶体管QN1成为断开状态,流过电感器L1的电流IL减小。每当数字调光信号DCS被激活和去激活时,反复这样的动作,由此第2控制信号GATE的脉宽逐渐增大。

[0191] 接下来,在数字调光信号DCS被激活为高电平时流过发光元件110的电流ILD大于规定的值的情况下,比较器79的输出信号ICOMP为低电平,向上/向下计数器81被设定为向下计数模式。

[0192] 当数字调光信号DCS被去激活为低电平时,第1控制信号DDRV被去激活为高电平,晶体管QP1成为断开状态,发光元件110的电流ILD停止。此外,向上/向下计数器81与数字调光信号DCS的下降同步地使计数值减小,因此,计数值比上次的值减小。

[0193] 脉宽延长电路82将选择信号SEL输出给开关控制电路50b,该选择信号SEL用于选择具有与计数值和初始值之差对应的延迟时间TD的延迟电路的输出信号。在开关控制电路50b中,选择电路59a选择具有减小的延迟时间TD的延迟电路的输出信号。由此,在数字调光信号DCS被去激活之后经过延迟时间TD之后,第2控制信号GATE被去激活为低电平。

[0194] 当向上/向下计数器81的计数值在下限值以下的情况下,脉宽延长电路82将用于

选择反相器53的输出信号的选择信号SEL输出给开关控制电路50b。在开关控制电路50b中,选择电路59a选择反相器53的输出信号。由此,在数字调光信号DCS被去激活时,第2控制信号GATE被去激活为低电平。

[0195] 这里,AND电路52的输出信号为高电平的期间相当于禁止模拟调光用的第2控制信号GATE的激活的期间。因此,如果延迟时间TD减小,则在数字调光用的第1控制信号DDRV被去激活的期间内,使禁止模拟调光用的第2控制信号GATE的激活的期间延长。该期间最大延长至与第1控制信号DDRV的去激活期间相等。

[0196] 当第2控制信号GATE被去激活为低电平时,晶体管QN1成为断开状态,流过电感器L1的电流IL减小。每当数字调光信号DCS被激活和去激活,反复第2控制信号GATE的脉宽的增大或者减小,由此将第2控制信号GATE的脉宽收敛于适当的值。

[0197] 这样,根据第4实施方式,在数字调光用的第1控制信号DDRV被激活时流过发光元件110的电流小于规定的值的情况下,在第1控制信号DDRV被去激活的期间内,使禁止模拟调光用的第2控制信号GATE的激活的期间缩短。由此,即使在数字调光中在发光元件110中流过电流的期间较短的情况下,也能够向电感器L1补充能量,防止流过发光元件110的电流比在模拟调光中指示的电流小。

[0198] 此外,在数字调光用的第1控制信号DDRV被激活时流过发光元件110的电流大于规定的值的情况下,在第1控制信号DDRV被去激活的期间内,使禁止模拟调光用的第2控制信号GATE的激活的期间延长。由此,在进行模拟调光和数字调光这双方的情况下,能够抑制蓄积在电感器L1中的能量未用于发光而释放的情况,从而降低电力损失。

[0199] <第4实施方式的变形例>

[0200] 图14所示的发光控制电路100可以与图8所示的发光控制电路100同样地,包含:采样保持电路76,其在第1控制信号DDRV被激活时,对与流过发光元件110的电流成比例的电流检测电压进行采样并保持;以及电流感测放大器77,其将保持在采样保持电路76中的电流检测电压放大而生成输出信号。在该情况下,电流感测放大器77的输出信号被供给到比较器79的反相输入端子。

[0201] <第5实施方式>

[0202] 在本发明的第5实施方式中,图9所示的第3实施方式中的开关控制电路50a包含图15所示的可变延迟电路59。由此,能够使延长第2控制信号GATE的脉宽的期间可变。关于其他方面,第5实施方式可以与第3实施方式相同。

[0203] 开关控制电路50a在第1控制信号DDRV的接通占空比为规定的值以上的情况下,在第1控制信号DDRV被去激活的期间,将第2控制信号GATE维持在去激活状态,在第1控制信号DDRV的接通占空比小于规定的值的情况下,在第1控制信号DDRV从激活状态转变为去激活状态之后的规定的期间,将第2控制信号GATE维持在激活状态。

[0204] 在该情况下,开关控制电路50a可以在第1控制信号DDRV的接通占空比为第1值的情况下,将规定的期间设定为第1期间,在第1控制信号DDRV的接通占空比为比第1值小的第2值的情况下,将规定的期间设定为比第1期间长的第2期间。由此,能够在数字调光中在发光元件110中流过电流的期间较短的情况下,使补充到电感器L1中的能量进一步增大。

[0205] 例如,根据第1控制信号DDRV的接通占空比来设定5种调光模式,将对当前的调光模式进行确定的信息供给到条件设定电路58。条件设定电路58在第1控制信号DDRV的接通

占空比为5%以上的调光模式下,将规定的期间设定为零,在第1控制信号DDRV的接通占空比为4%的调光模式下,将规定的期间设定为TA1 (TA1>0)。

[0206] 此外,条件设定电路58在第1控制信号DDRV的接通占空比为3%的调光模式下,将规定的期间设定为TA2 (TA2>TA1),在第1控制信号DDRV的接通占空比为2%的调光模式下,将规定的期间设定为TA3 (TA3>TA2),在第1控制信号DDRV的接通占空比为1%的调光模式下,将规定的期间设定为TA4 (TA4>TA3)。

[0207] 而且,图8所示的发光控制电路100可以包含图14所示的比较器79~脉宽延长电路82。在该情况下,开关控制电路50a可以按照从脉宽延长电路82供给的选择信号SEL并根据流过发光元件110的电流来调整规定的期间。由此,在流过发光元件110的电流较小的情况下,能够使补充到电感器L1中的能量进一步增大。

[0208] 例如,在第1控制信号DDRV被激活时流过发光元件110的电流小于规定的值的情况下,每当数字调光信号DCS被激活和去激活时,向上/向下计数器81使计数值增大,因此,计数值与初始值的差逐渐变大。脉宽延长电路82依次生成选择信号SEL,并将选择信号SEL供给到开关控制电路50a,该选择信号SEL用于选择具有与计数值和初始值之差对应的延迟时间TD的延迟电路的输出信号。

[0209] 在设置于开关控制电路50a的可变延迟电路59(图15)中,选择电路59a按照选择信号SEL,依次选择具有逐渐变大的延迟时间TD的延迟电路的输出信号。由此,第2控制信号GATE的脉宽的延长期间逐渐增大。

[0210] 或者,可以是,开关控制电路50a在第1控制信号DDRV的接通占空比小于规定的值的情况下,在第1控制信号DDRV被激活时流过发光元件110的电流小于规定的值的情况下,将第1控制信号DDRV从激活状态转变为去激活状态之后将第2控制信号GATE维持在激活状态的期间延长第1期间,在第1控制信号DDRV被激活时流过发光元件110的电流大于规定的值的情况下,将第1控制信号DDRV从激活状态转变为去激活状态之后将第2控制信号GATE维持在激活状态的期间缩短第2期间。

[0211] 在该情况下,第2期间优选比第1期间长。例如,在第1控制信号DDRV的接通占空比从第1值(例如,1%)变化为比第1值大的第2值(例如,2%)的情况下,当按照接通占空比为第1值时设定的延长期间生成第2控制信号GATE时,流过发光元件110的电流过剩。因此,在接下来设定延长期间时,通过使延长期间缩短比第1期间长的第2期间,能够在早期消除电流的过剩。例如,可以使第2期间为第1期间的2倍。

[0212] <第6实施方式>

[0213] 图17是示出具有本发明第6实施方式的发光控制电路的光源装置的结构例的电路图。在第6实施方式中,替代图1或者图4所示的开关控制电路50而使用开关控制电路50c。此外,追加了对发光元件110的两端间的电位差与基准电压VREF进行比较的检测电路90。关于其他方面,第6实施方式可以与第1或者第2实施方式相同。

[0214] 如图17所示,检测电路90包含电阻R7~R10、运算放大器91以及比较器92,可以进一步包含DAC 93以及开关电路94。电阻R7以及R8构成将电源电位VDD分压的第1分压电路。电阻R9以及R10构成将电容器C4与电感器L1的连接点处的检测电位VLD分压的第2分压电路。第1分压电路的分压比与第2分压电路的分压比可以相等。

[0215] 由此,第1分压电路以及第2分压电路按照规定的分压比将电容器C4的两端间的电

位差分压,例如,被供给5V以及0V的电源电位而动作的运算放大器91按照规定的放大率将分压后的电位差放大。由于晶体管QP1按照第1控制信号DDRV而周期性地成为接通状态,因此,电容器C4的两端间的电位差与发光元件110的两端间的电位差大致相等。

[0216] 比较器92通过对运算放大器91的输出电压与基准电压VREF进行比较,生成与比较结果对应的输出信号VCOMP。这样,检测电路90在发光元件110的两端间的电位差小于规定的值的情况下,将输出信号VCOMP去激活为低电平,在发光元件110的两端间的电位差大于规定的值的情况下,将输出信号VCOMP激活为高电平。

[0217] 检测电路90可以从外部的微型计算机等被供给用于检测发光元件110的两端间的电位差小于还是大于规定的值的基准电压VREF。或者,检测电路90可以从外部的微型计算机等接收与基准电压VREF相关的信息(数据)DREF。DAC 93将从外部供给的数据DREF转换为基准电压VREF。

[0218] 在该情况下,即使发光元件110的电压-电流特性根据温度而变动,通过从具有光源装置的温度信息的微型计算机等设定与温度对应的基准电压VREF,也能够对基于温度的变动进行补偿。而且,可以设置开关电路94而能够选择从外部供给的基准电压VREF和从DAC 93供给的基准电压VREF中的一方。检测电路90的输出信号VCOMP被供给到开关控制电路50c。

[0219] 开关控制电路50c根据时钟信号CLK、复位信号RST、检测电路90的输出信号VCOMP以及从电平移位器21供给的数字调光信号DCS,将第2控制信号GATE激活或者去激活,以使晶体管QN1成为接通状态或者断开状态。

[0220] 图18是示出图17所示的开关控制电路的结构例的电路图。在该例中,开关控制电路50c包含RS触发器51、AND电路52以及反相器53。

[0221] RS触发器51与时钟信号CLK同步地将输出信号激活为高电平,与根据流过晶体管QN1的电流以及流过发光元件110的电流而生成的复位信号RST同步地将输出信号去激活。AND电路52相当于按照检测电路90的输出信号VCOMP对RS触发器51的输出信号进行屏蔽的屏蔽电路。

[0222] 在为了对RS触发器51的输出信号进行屏蔽而使RS触发器51或者反馈环路的电路停止的情况下,第2控制信号GATE的恢复花费时间,但在对RS触发器51的输出信号进行屏蔽的情况下,能够缩短第2控制信号GATE的恢复所需的时间。

[0223] 反相器53将检测电路90的输出信号VCOMP反相而供给到AND电路52。AND电路52在检测电路90的输出信号VCOMP被去激活为低电平并且反相器53的输出信号为高电平的情况下,将RS触发器51的输出信号作为第2控制信号GATE而输出,在检测电路90的输出信号VCOMP被激活为高电平并且反相器53的输出信号为低电平的情况下,将第2控制信号GATE维持在激活状态。

[0224] <动作例>

[0225] 参照图17~图19对本发明第6实施方式的发光控制电路的动作例进行说明。图19是用于说明图17所示的发光控制电路的动作例的波形图。在图19中示出了数字调光信号的接通占空比(第1控制信号DDRV的接通占空比)小于规定的值的情况。

[0226] 当数字调光信号DCS被激活为高电平时,第1控制信号DDRV被激活为低电平,晶体管QP1成为接通状态,在发光元件110中流过电流ILD。由此,当检测电位VLD比阈值高,从而

发光元件110的两端间的电位差小于规定的值时,检测电路90的输出信号VCOMP被去激活为低电平。

[0227] 在检测电路90的输出信号VCOMP被去激活为低电平时,AND电路52将RS触发器51的输出信号作为第2控制信号GATE而输出。由此,在发光元件110的两端间的电位差小于规定的值的情况下,开关控制电路50c将第2控制信号GATE在至少一部分的期间激活,以使晶体管QN1成为接通状态。

[0228] 在第2控制信号GATE被激活为高电平时,晶体管QN1成为接通状态,在电感器L1中流过电流 I_L 。流过电感器L1的电流 I_L 随着时间而逐渐增大。在图19所示的期间中,流过电感器L1的电流 I_L 较小,因此,从比较器75输出的复位信号RST为低电平。

[0229] 此后,当数字调光信号DCS被去激活为低电平时,第1控制信号DDRV被去激活为高电平,晶体管QP1成为断开状态,发光元件110的电流 I_{LD} 停止。由此,不再从发光元件110向电感器L1供给电流,因此,检测电位VLD逐渐下降。当检测电位VLD下降到比阈值低并且发光元件110的两端间的电位差大于规定的值时,检测电路90的输出信号VCOMP被激活为高电平。

[0230] 在检测电路90的输出信号VCOMP被激活为高电平时,AND电路52将输出信号去激活为低电平。由此,在发光元件110的两端间的电位差大于规定的值的情况下,开关控制电路50c将第2控制信号GATE维持在去激活状态,以使晶体管QN1成为断开状态。

[0231] 当第2控制信号GATE被去激活为低电平时,晶体管QN1为断开状态,流过电感器L1的电流 I_L 减小,检测电位VLD的下降停止。这样,开关控制电路50c对第2控制信号GATE的激活以及去激活进行调整,使得发光元件110的两端间的电位差接近规定的值。

[0232] 虽然在图19中未示出,但在数字调光信号DCS的接通占空比为规定的值以上的情况下,有时在检测电路90的输出信号VCOMP被激活之前,复位信号RST先被激活。在该情况下,开关控制电路50c与复位信号RST的激活同步地将第2控制信号GATE去激活。而且,开关控制电路50c有时也与时钟信号CLK以及复位信号RST同步地反复第2控制信号GATE的激活和去激活。

[0233] 根据第6实施方式,在发光元件110的两端间的电位差大于规定的值的情况下,通过将模拟调光用的第2控制信号GATE维持在去激活状态,晶体管QN1维持在断开状态。由此,在进行模拟调光和数字调光这两方的情况下,即使数字调光用的第1控制信号DDRV被去激活而晶体管QP1为断开状态,也能够抑制蓄积在电感器L1中的能量未用于发光而释放的情况,从而降低电力损失。

[0234] 此外,在发光元件110的两端间的电位差小于规定的值的情况下,通过将模拟调光用的第2控制信号GATE在至少一部分的期间激活,晶体管QN1成为接通状态。由此,即使在数字调光中在发光元件110中流过电流的期间较短的情况下,也能够将能量补充到电感器L1中,能够防止流过发光元件110的电流比在模拟调光中指示的电流低。

[0235] <第7实施方式>

[0236] 图20是示出本发明第7实施方式中的开关控制电路的结构例的电路图。在第7实施方式中,替代图17所示的第6实施方式中的开关控制电路50c而使用图20所示的开关控制电路50d。关于其他方面,第7实施方式可以与第6实施方式相同。

[0237] 发光控制电路100从外部的微型计算机等接收与数字调光信号DCS的接通占空比

相关的信息、即与第1控制信号DDRV的接通占空比相关的信息。由此,开关控制电路50d能够根据与第1控制信号DDRV的接通占空比相关的信息,设定第2控制信号GATE的激活或者去激活的条件。

[0238] 在图20所示的例子中,开关控制电路50d包含RS触发器51、AND电路52、反相器53以及OR电路57。此外,将模式信号MOD供给到开关控制电路50d,该模式信号MOD在第1控制信号DDRV的接通占空比为规定的值以上的情况下为高电平,在第1控制信号DDRV的接通占空比小于规定的值的情况下为低电平。

[0239] 例如,按照第1控制信号DDRV的接通占空比来设定2种调光模式。在第1调光模式下,第1控制信号DDRV的接通占空比为5%以上100%以下,在第2调光模式下,第1控制信号DDRV的接通占空比大于0%小于5%。在该情况下,模式信号MOD在第1调光模式下为高电平,在第2调光模式下为低电平。

[0240] RS触发器51在复位信号RST为低电平时,与时钟信号CLK的上升同步地置位,将输出信号激活为高电平,在时钟信号CLK为低电平时,与复位信号RST的上升同步地复位,将输出信号去激活为低电平。

[0241] 反相器53使模式信号MOD反相而生成输出信号。OR电路57通过求出数字调光信号DCS与反相器53的输出信号的逻辑“或”而生成输出信号。AND电路52通过求出RS触发器51的输出信号与OR电路57的输出信号的逻辑“与”而生成输出信号。

[0242] 在第1控制信号DDRV的接通占空比为规定的值以上的情况下,模式信号MOD为高电平,反相器53的输出信号为低电平,OR电路57将数字调光信号DCS供给到AND电路52的一个输入端子。在数字调光信号DCS被激活为高电平时,AND电路52将RS触发器51的输出信号作为第2控制信号GATE而输出,在数字调光信号DCS被去激活为低电平时,将输出信号去激活为低电平。

[0243] 由此,开关控制电路50d在第1控制信号DDRV的接通占空比为规定的值以上的情况下,在第1控制信号DDRV被激活的期间,将第2控制信号GATE激活或者去激活以使晶体管QN1成为接通状态或者断开状态,并且在第1控制信号DDRV被去激活的期间,将第2控制信号GATE维持在去激活状态。

[0244] 另一方面,在第1控制信号DDRV的接通占空比小于规定的值的情况下,模式信号MOD为低电平,反相器53的输出信号为高电平,OR电路57将高电平的信号供给到AND电路52的一个输入端子。AND电路52将RS触发器51的输出信号作为第2控制信号GATE而输出。

[0245] 由此,在第1控制信号DDRV的接通占空比小于规定的值的情况下,开关控制电路50d与第1控制信号DDRV不同步地将第2控制信号GATE激活或者去激活。晶体管QN1在第2控制信号GATE被激活时成为接通状态,在第2控制信号GATE被去激活时成为断开状态。

[0246] 根据第7实施方式,在数字调光用的第1控制信号DDRV的接通占空比为规定的值以上的情况下,通过在第1控制信号DDRV被去激活的期间将模拟调光用的第2控制信号GATE维持在去激活状态,使晶体管QN1维持在断开状态。由此,在进行模拟调光和数字调光这双方的情况下,能够抑制蓄积在电感器L1中的能量未用于发光而释放的情况,从而降低电力损失。

[0247] 此外,在数字调光用的第1控制信号DDRV的接通占空比小于规定的值的情况下,通过与第1控制信号DDRV不同步地将模拟调光用的第2控制信号GATE激活或者去激活,晶体管

QN1与第1控制信号DDRV不同步地成为接通状态或者断开状态。由此,即使在数字调光中在发光元件110中流过电流的期间较短的情况下,也将能量补充到电感器L1中,能够防止流过发光元件110的电流比在模拟调光中指示的电流低。

[0248] <第8实施方式>

[0249] 在以上说明的光源装置中,作为第1开关元件,也能够替代P沟道MOS晶体管QP1而使用N沟道MOS晶体管。在以下的说明中,作为一例,对在图1所示的光源装置中使用N沟道MOS晶体管作为第1开关元件的情况进行说明。

[0250] 图21是示出具有本发明第8实施方式的发光控制电路的光源装置的结构例的电路图。如图21所示,在该光源装置中,使用N沟道MOS晶体管QN5作为第1开关元件,并且追加了二极管D2和D3、齐纳二极管D4、电阻R11以及电容器C6和C7。

[0251] 晶体管QN5具有与发光元件110连接的漏极、与电感器L1的一端连接的源极以及被施加第1控制信号DDRV的栅极。驱动电路30a按照数字调光信号DCS,将第1控制信号DDRV激活为高电平以使晶体管QN5成为接通状态,将第1控制信号DDRV去激活为低电平以使晶体管QN5成为断开状态。

[0252] 第1控制信号DDRV以及第2控制信号GATE在低电平(例如,0V)与高电平(例如,7.5V)之间转变。当第1控制信号DDRV被激活为高电平时,电流从驱动电路30a经由电容器C6流向晶体管QN5的栅极,晶体管QN5的栅-源间电压上升,晶体管QN5成为接通状态。齐纳二极管D4进行钳位,使得晶体管QN5的栅-源间电压不超过规定的电压(例如,7.5V)。

[0253] 在第1控制信号DDRV维持在激活状态的期间,第3控制信号GATE'在低电平与高电平之间转变。由此,电容器C7以及二极管D2和D3进行整流动作,因此,晶体管QN5的栅-源间电压维持在阈值电压以上。在图21所示的例子中,在第1控制信号DDRV的去激活期间,第2控制信号GATE维持在去激活状态,因此,也能够将第2控制信号GATE作为第3控制信号GATE'来使用。

[0254] 另一方面,在图17所示的第6实施方式中,即使在第1控制信号DDRV的去激活期间,也能够将第2控制信号GATE激活和去激活,因此,使用与第2控制信号GATE不同的第3控制信号GATE'。例如,通过将求出数字调光信号DCS或者第1控制信号DDRV与第2控制信号GATE的逻辑“与”的AND电路设置于开关控制电路50来生成第3控制信号GATE'。

[0255] 当第1控制信号DDRV被去激活为低电平时,电流从晶体管QN5的源极经由二极管D2和D3以及电容器C6流向驱动电路30a,晶体管QN5的栅-源间电压下降,晶体管QN5成为断开状态。在待机时等发光装置长时间停止发光的情况下,电阻R11使晶体管QN5的栅-源间电压下降,使晶体管QN5维持在断开状态。

[0256] 根据以上的实施方式,发光控制电路100抑制蓄积在电感器L1中的能量未用于发光而释放的情况,并且即使在数字调光中在发光元件110中流过电流的期间较短的情况下,也防止流过发光元件110的电流的下降,由此,能够提供电力损失少且能够准确地控制明亮度的光源装置。

[0257] 此外,发光控制电路100可以从外部的微型计算机等接收第1控制信号DDRV、以及按照第1控制信号DDRV的接通占空比而进行了调整的第2控制信号GATE,并进行发光控制。

[0258] <投射型影像显示装置>

[0259] 接下来,对本发明一个实施方式的投射型影像显示装置(视频投影仪)进行说明。

[0260] 图22是示出本发明一个实施方式的投射型影像显示装置的结构例的框图。投射型影像显示装置200是如下的显示装置：从外部被供给电源电压，并且从个人计算机或视频播放器等图像数据供给装置被供给图像数据，并根据图像数据，将图像投射到屏幕（投射面）300上。

[0261] 如图22所示，投射型影像显示装置200包含电源电路210、图像数据处理部220、控制部230、光源装置240、面板250以及投射光学系统260。光源装置240包含发光控制电路100以及发光元件110。

[0262] 电源电路210例如根据从外部供给的AC100V的电源电压，生成逻辑电源电压并供给到图像数据处理部220以及控制部230等，并且生成DC50V左右的电源电压并供给到光源装置240的发光控制电路100等。发光控制电路100例如根据DC50V左右的电源电压，生成DC30V~40V左右的内部电源电压。

[0263] 图像数据处理部220以及控制部230例如由1台或者多台微型计算机等构成。图像数据处理部220对从外部供给的图像数据进行处理，生成显示用的图像信号以及同步信号，并将图像信号以及同步信号供给到面板250，由此，对面板250进行驱动而进行描绘。

[0264] 控制部230按照操作者使用遥控器或者操作面板（未图示）而进行的操作，控制投射型影像显示装置200的各部分。在操作者指示调光的情况下，控制部230生成用于实施操作者所指示的调光的数字调光信号DCS以及模拟调光信号ACS，并供给到光源装置240的发光控制电路100。

[0265] 光源装置240按照基于从控制部230供给的数字调光信号DCS以及模拟调光信号ACS的明亮度而发光，并向面板250照射光。例如，在发光元件110包含产生蓝色光的多个激光二极管的情况下，光源装置240可以还包含：接收一部分激光二极管产生的蓝色光而产生黄色光的荧光体；以及按照波长而从黄色光中分离出红色光和绿色光的分光部。在该情况下，光源装置240能够产生R（红）、G（绿）、B（蓝）这3色的光。

[0266] 面板250按照从图像数据处理部220供给的图像信号以及同步信号，对从光源装置240照射的光进行调制。例如，面板250可以包含与RGB这3色对应的3块液晶面板。各个液晶面板通过使配置为矩阵状的多个像素的光的透射率发生变化而形成图像。被面板250调制后的调制光被导向投射光学系统260。

[0267] 投射光学系统260至少包含1个透镜。例如，在投射光学系统260中设置：用于将被面板250调制后的调制光投射到屏幕300上而成像的作为透镜组的投射透镜；以及使投射透镜的光圈的状态、变焦的状态或者移位位置等发生变化的各种机构。这些机构被控制部230控制。投射光学系统260将调制光投射到屏幕300上，由此在屏幕300上显示图像。根据本实施方式，使用电力损失少且能够准确地控制明亮度的光源装置240，能够降低投射型影像显示装置的耗电并且准确地控制所投射的图像的亮度。

[0268] 本发明不限于以上说明的实施方式，能够由该技术领域中的具有通常知识的人在本发明的技术思想内进行多种变形。例如，还能够将从以上说明的实施方式中选择的多个实施方式组合而实施。

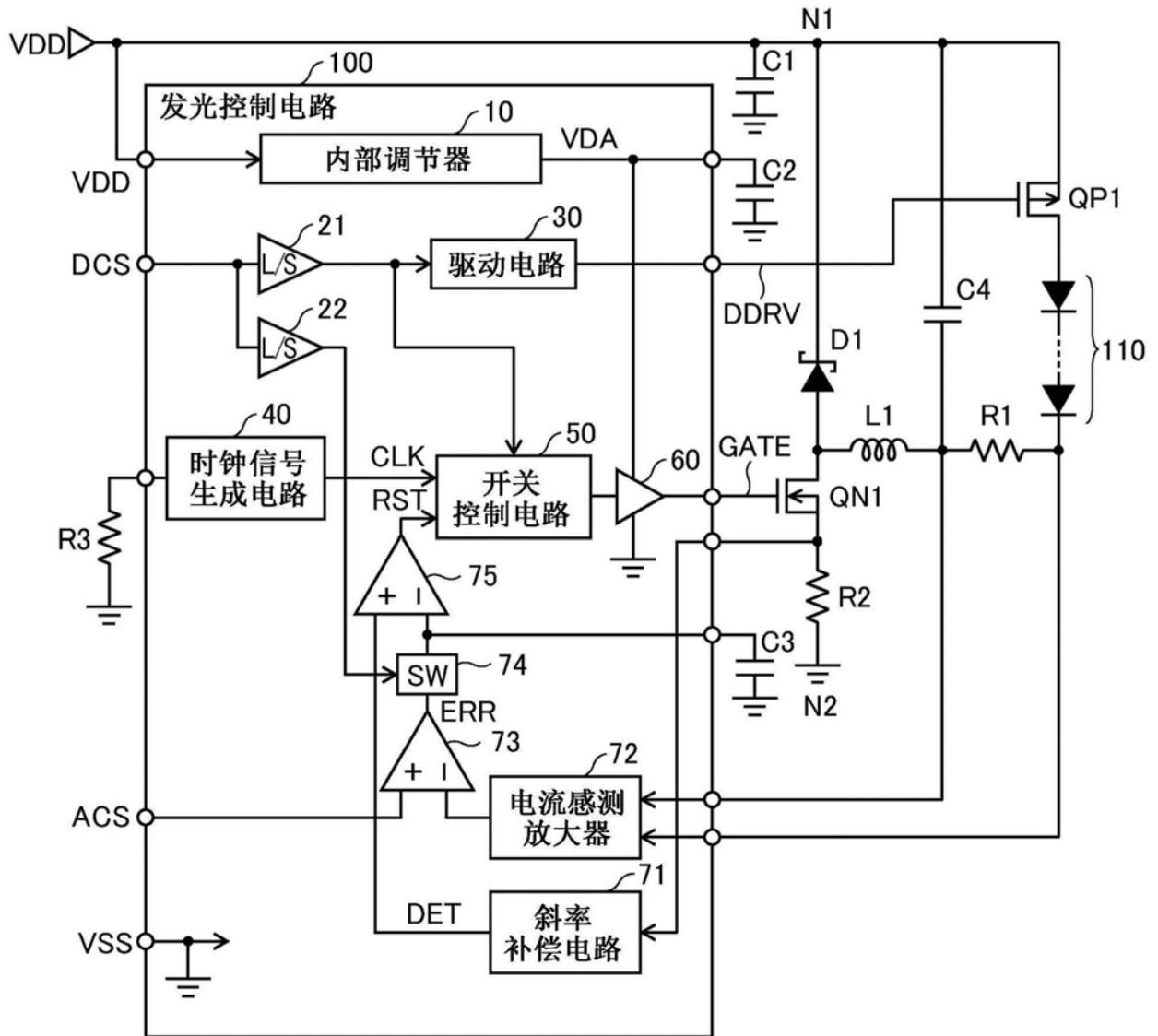


图1

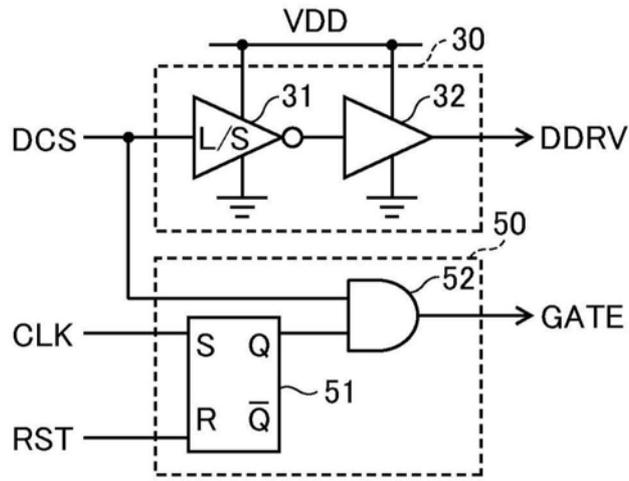


图2

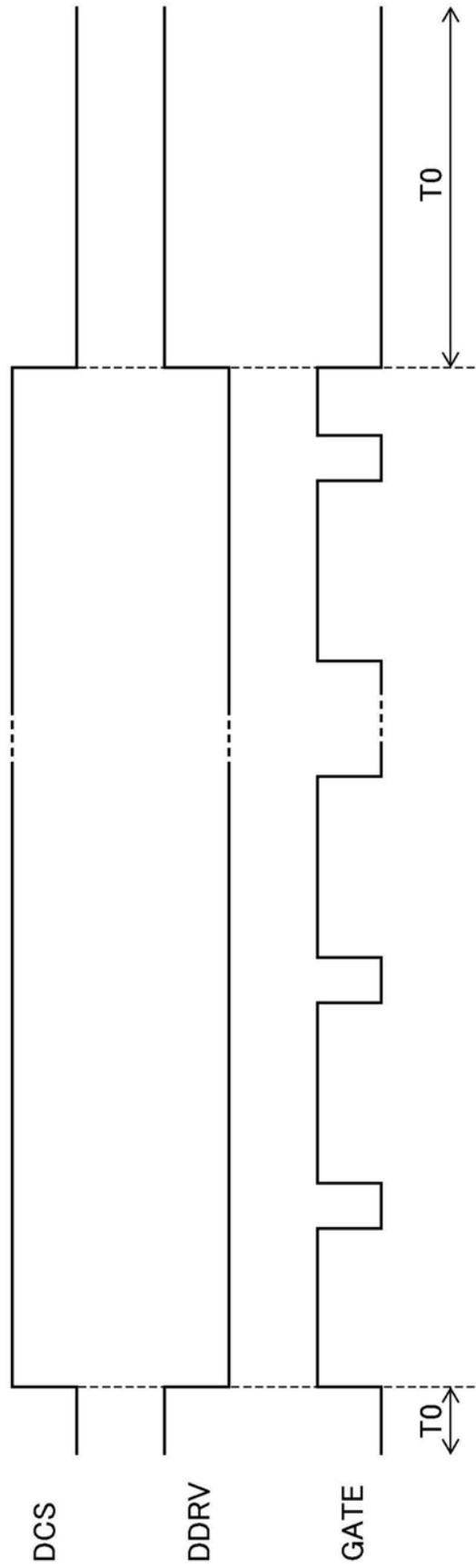


图3

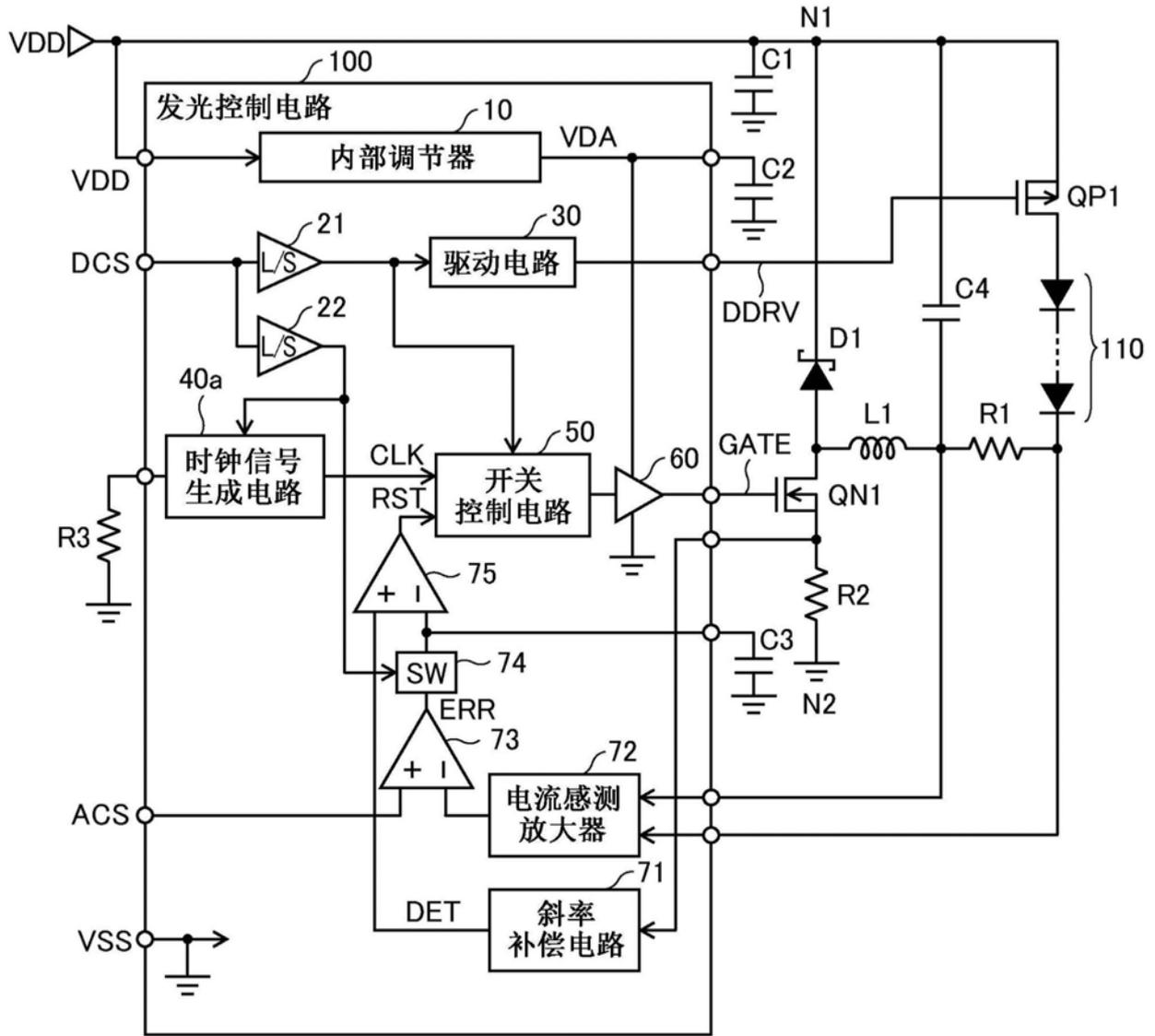


图4

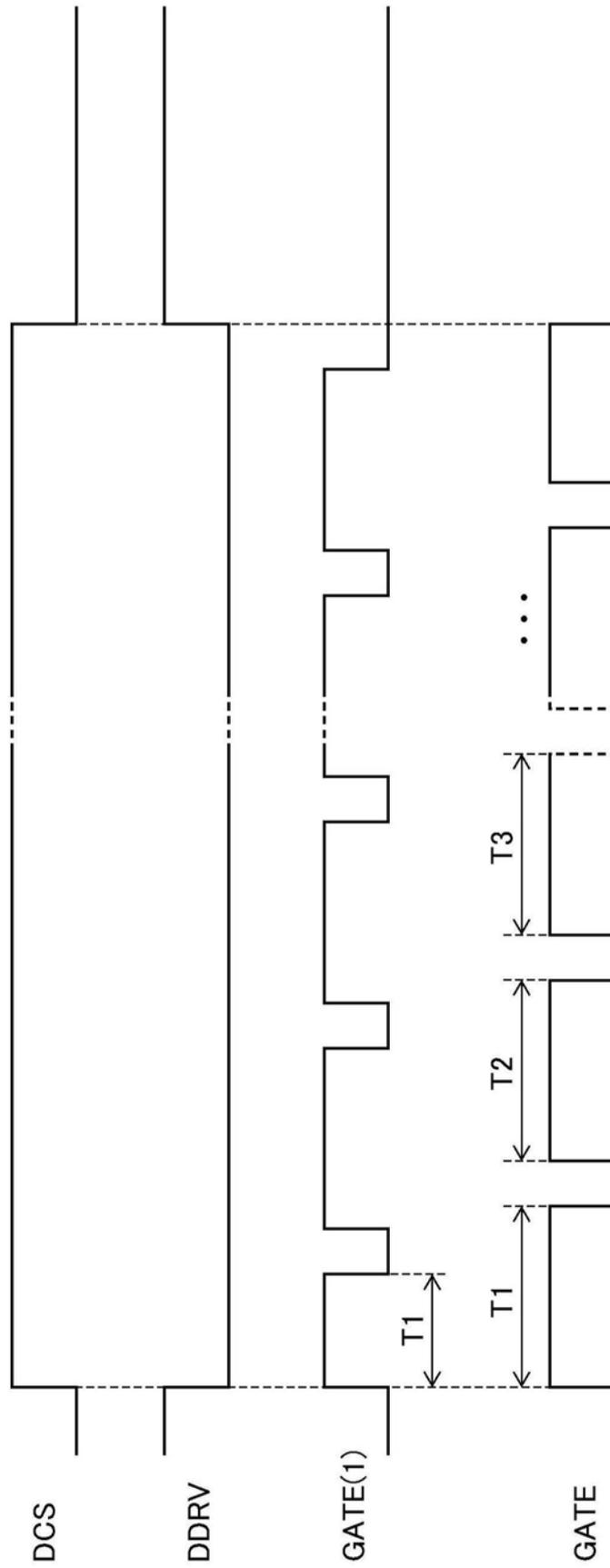


图5

40a

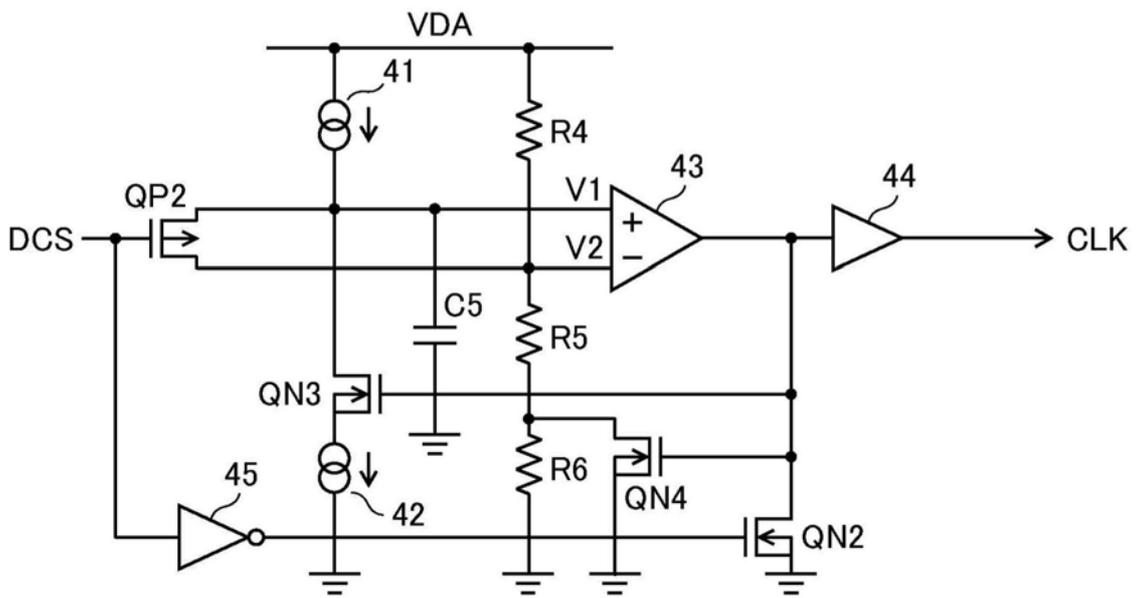


图6

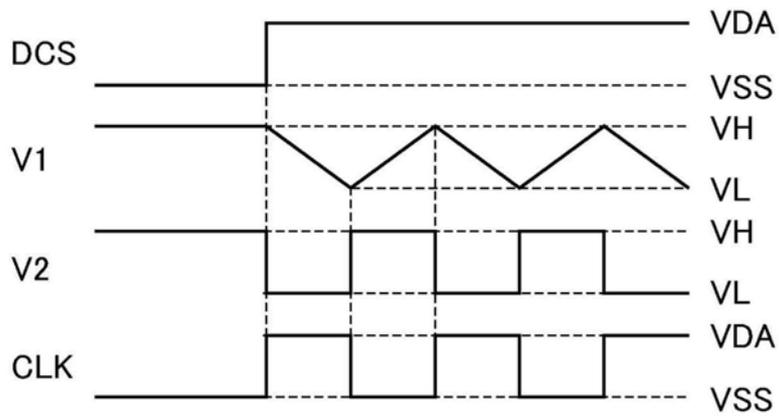


图7

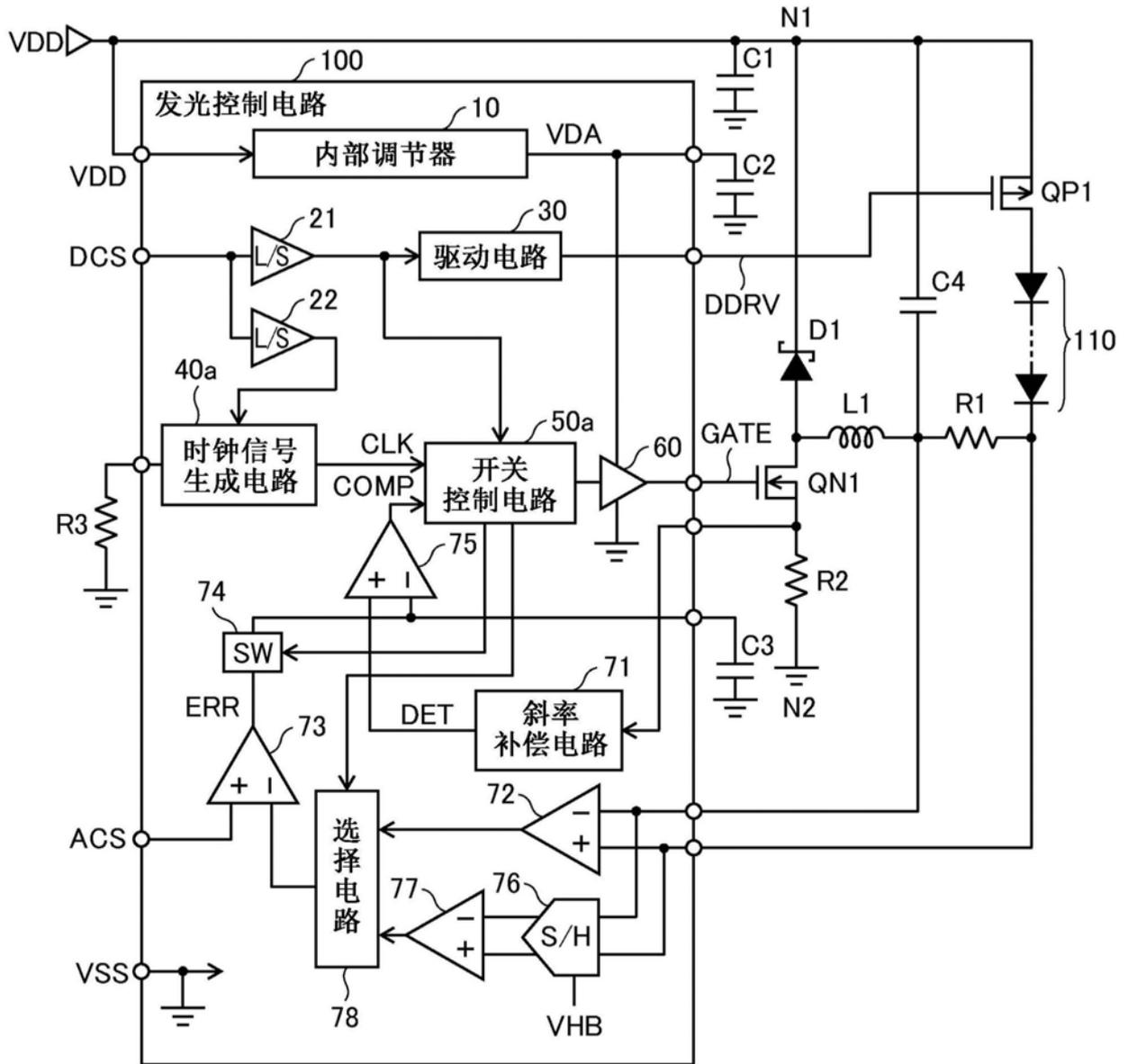


图8

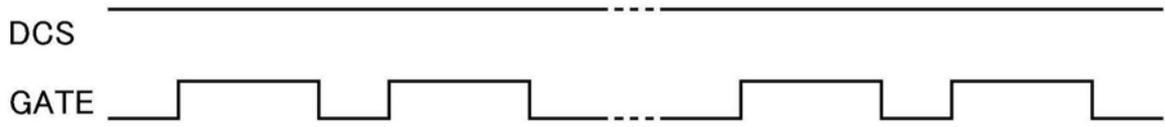


图10

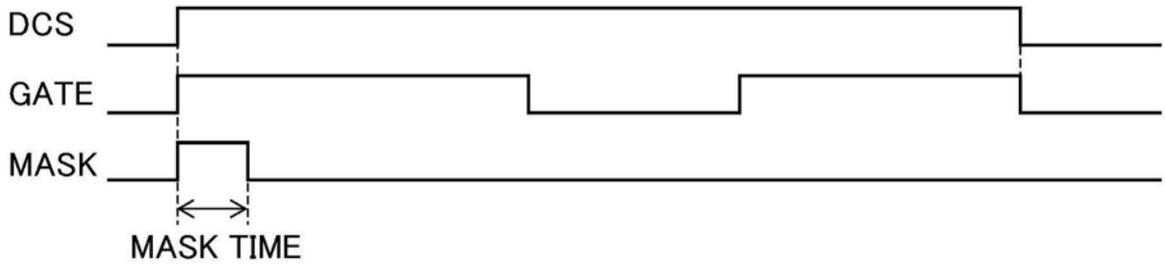


图11

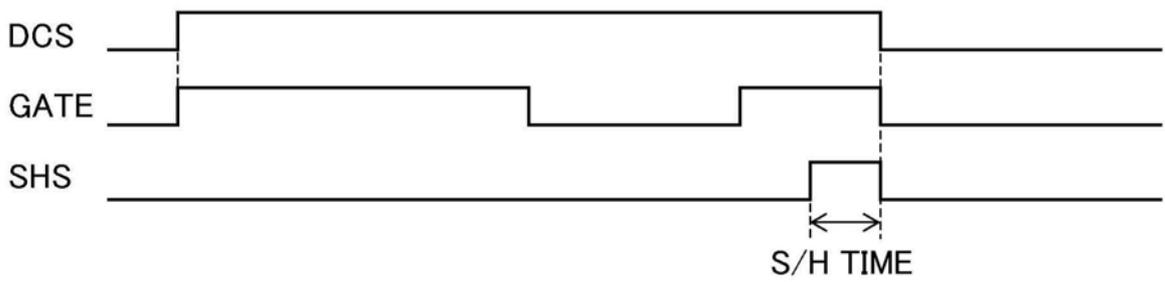


图12

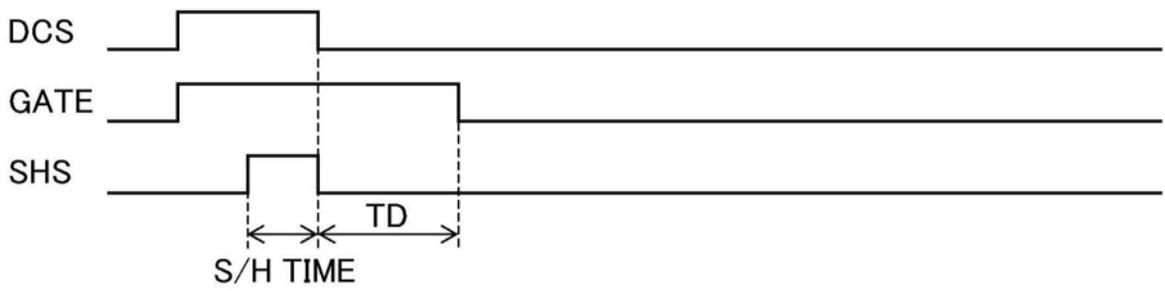


图13

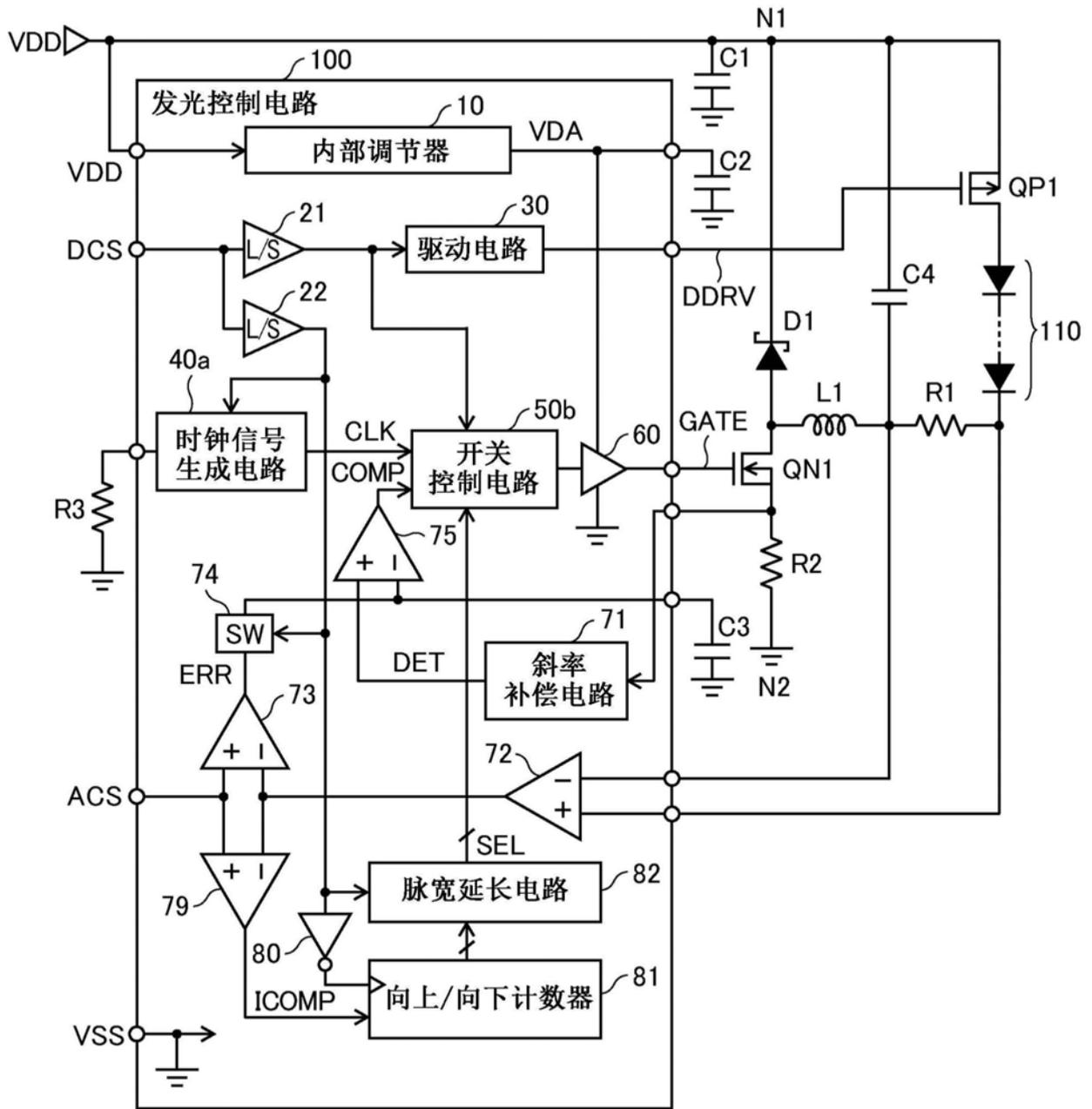


图14

50b

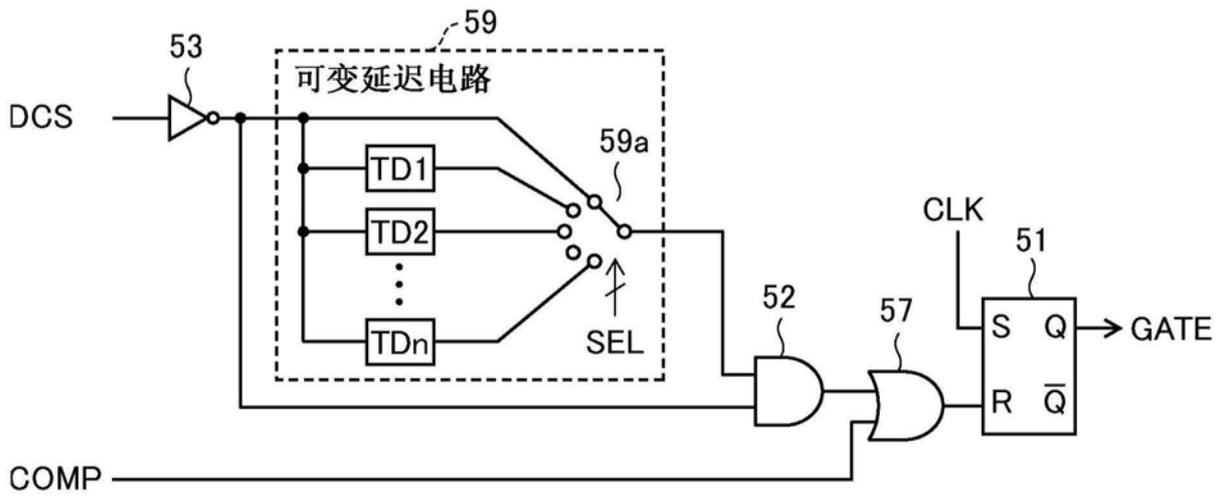


图15

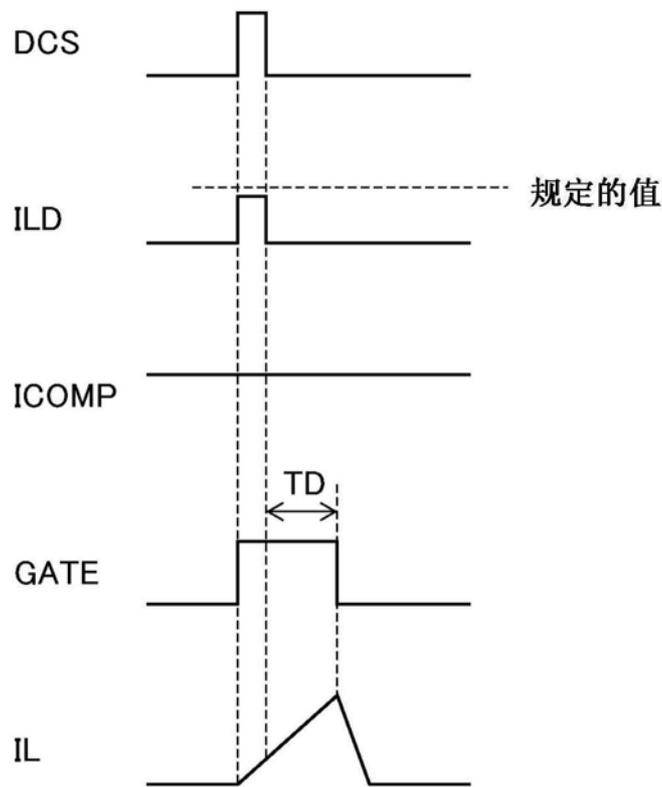


图16

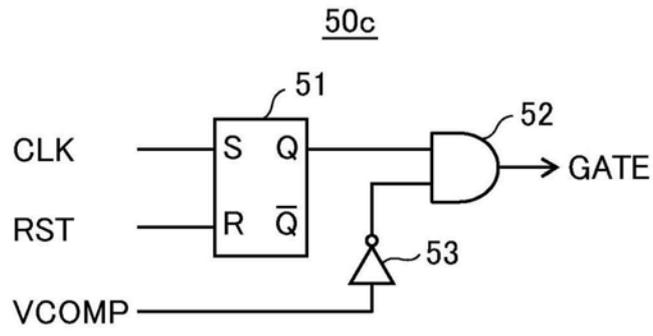


图18

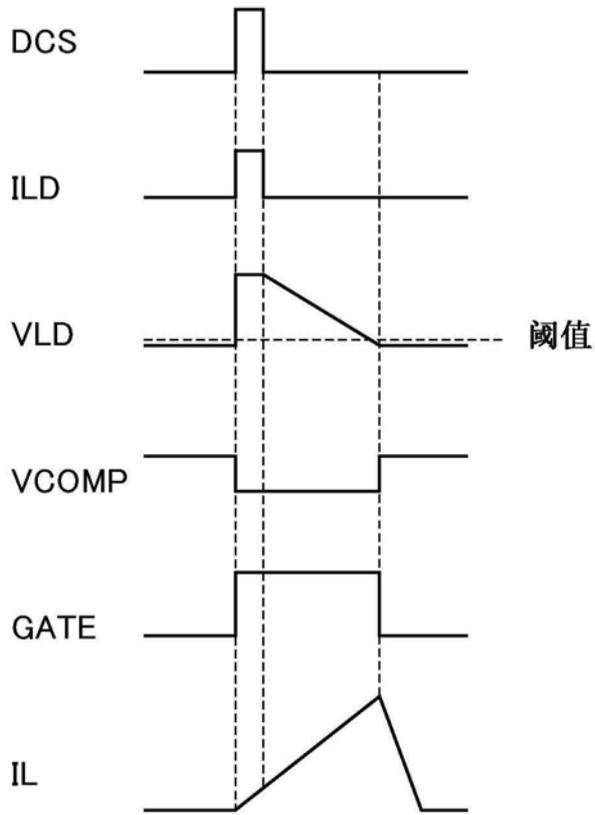


图19

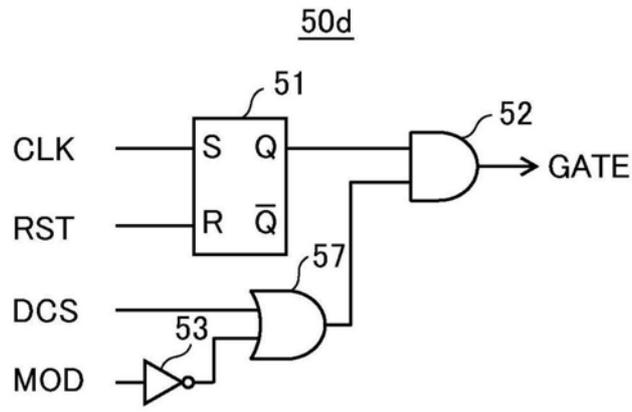


图20

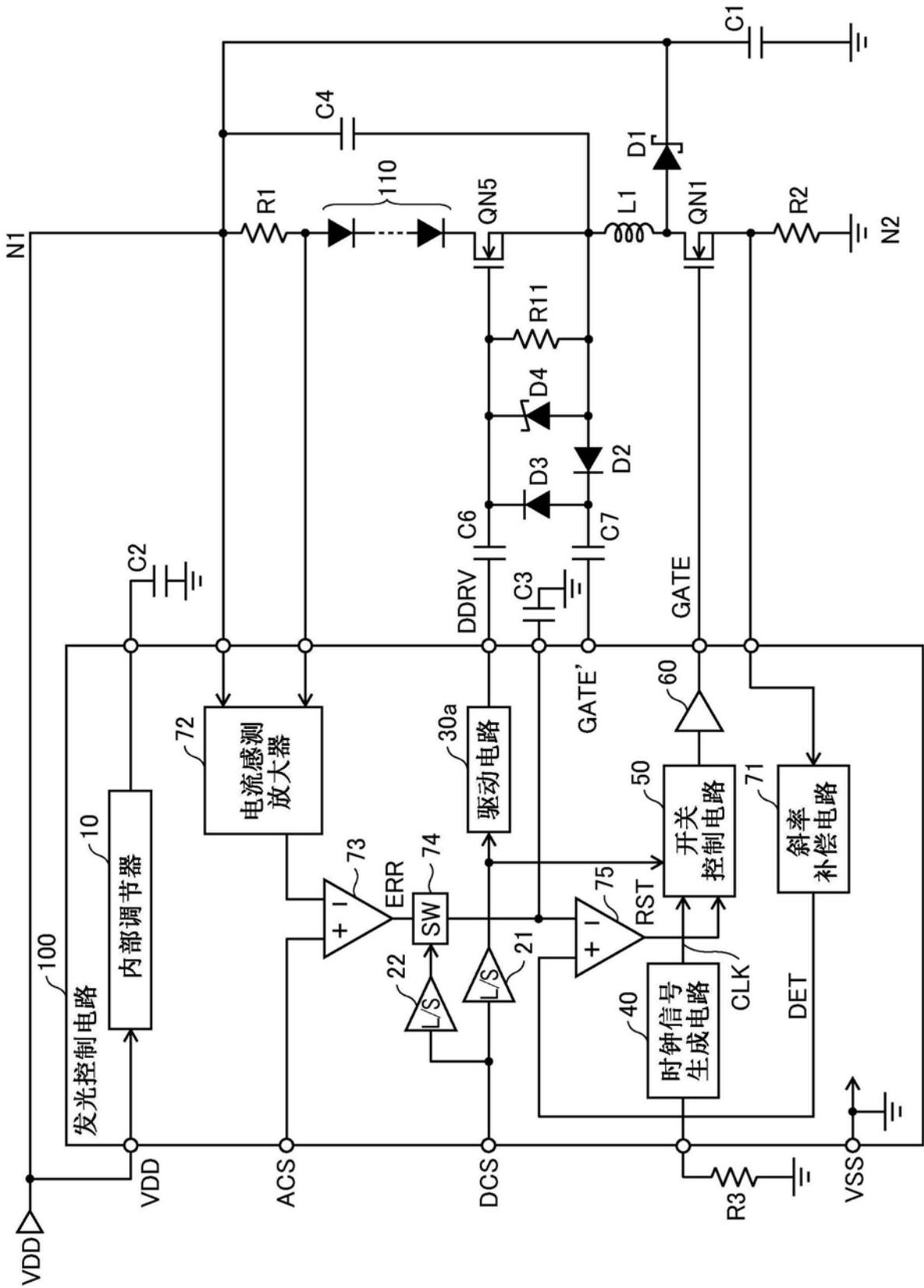


图21

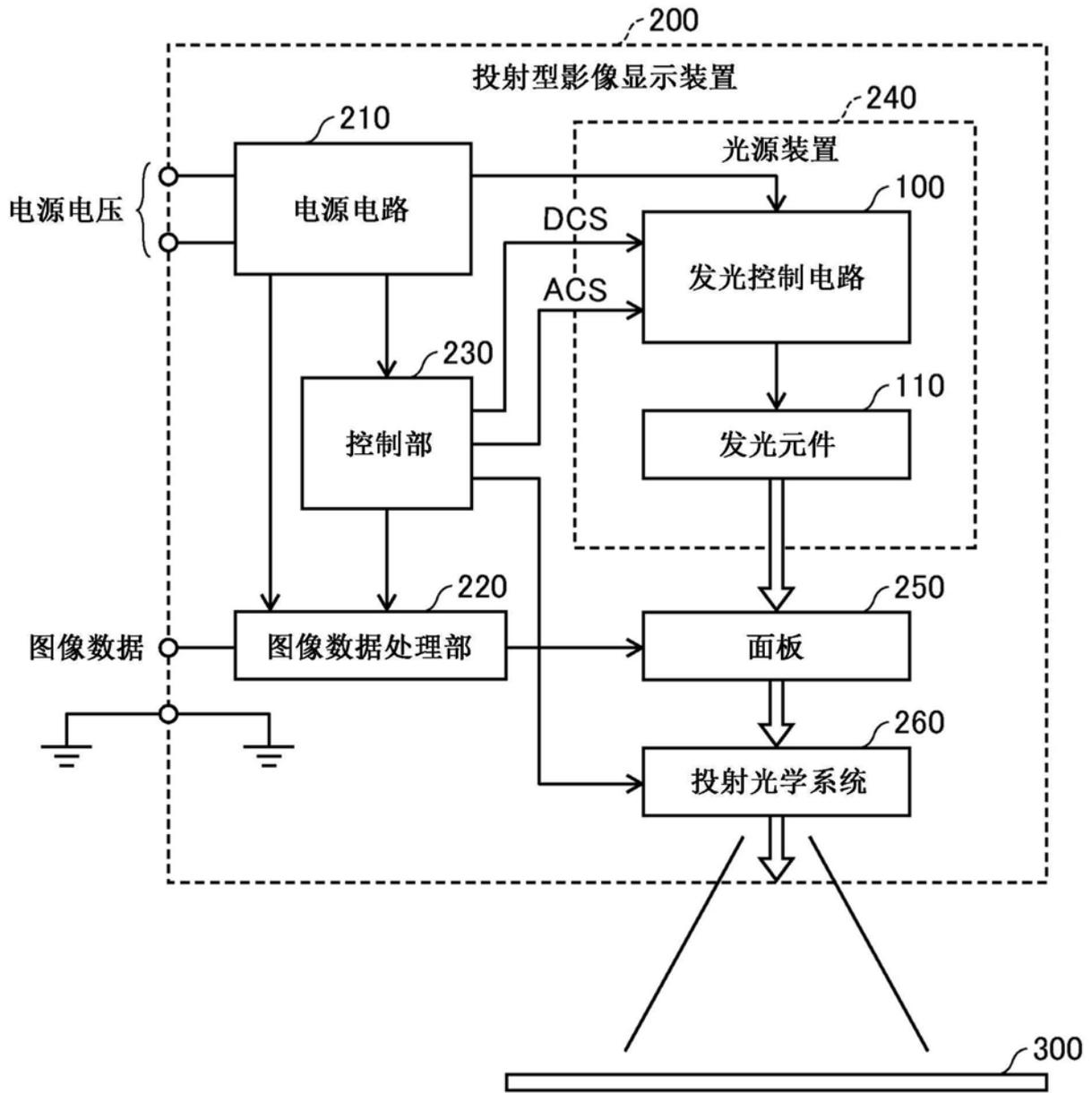


图22