



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580043894.1

[43] 公开日 2007 年 12 月 5 日

[11] 公开号 CN 101084621A

[22] 申请日 2005.12.14

[21] 申请号 200580043894.1

[30] 优先权

[32] 2004.12.21 [33] JP [31] 368707/2004

[86] 国际申请 PCT/JP2005/022932 2005.12.14

[87] 国际公布 WO2006/068012 日 2006.6.29

[85] 进入国家阶段日期 2007.6.20

[71] 申请人 罗姆股份有限公司

地址 日本京都府

[72] 发明人 冈本成弘 山伦章

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司
代理人 李贵亮

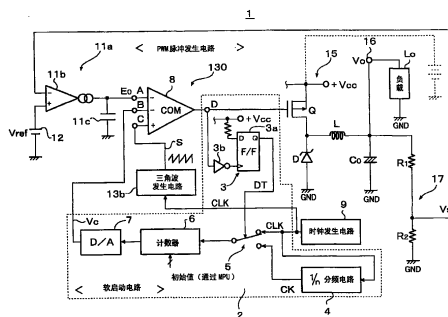
权利要求书 3 页 说明书 13 页 附图 4 页

[54] 发明名称

开关调节器

[57] 摘要

本发明提供一种开关调节器，其中作为软启动电路不需要大的时间常数电容器，能够降低软启动时间的偏差且缩短电源电压稳定化控制开始之前的时间，并且适于 IC 化。在本发明中，将软启动电路的输出电压作为以规定的速率阶跃上升或者阶跃下降的阶跃电压信号，将该阶跃电压变化的周期在电源接通时设为规定的周期，并由检测电路监视 PWM 脉冲的输出，输出在所述电源接通时的初期以后，根据从“H”向“L”或者从“L”向“H”变化的定时，将软启动电路的输出信号的阶跃电压的变化周期设为大于所述规定的周期。



1. 一种开关调节器，其将从输出端子向负载输出的电力的电压的一部分或全部返回到误差放大器的一侧的输入，在另一侧的输入上施加规定的恒定电压，根据从所述误差放大器得到输出信号产生脉冲宽度变化的 PWM 脉冲，并根据该 PWM 脉冲来开关从直流电源接收的电力，由此在所述输出端子产生规定的稳定化的电压的电力，

所述开关调节器包括：

产生三角波信号的三角波发生电路；

通过比较所述误差放大器的所述输出信号的电压与所述三角波信号的电压来产生所述 PWM 脉冲的 PWM 脉冲发生电路；

对所述 PWM 脉冲从高电平向低电平的变化或相反变化进行检测的检测电路；以及

软启动电路，其产生顺次阶跃上升或顺次阶跃下降且与所述三角波信号的电压进行比较的电压信号，并且该阶跃电压的变化周期在电源接通的初期为规定的周期，并且，所述电源接通时的所述电压信号的初始电压位于所述三角波信号的电压振幅范围的外侧，在所述三角波信号的电压振幅范围的外侧，根据所述检测电路的检测信号，所述阶跃电压的变化周期被切换成大于所述规定的周期且适于软启动的周期。

2. 如权利要求 1 所述的开关调节器，其中，在所述电源接通的初期，所述 PWM 脉冲处于高电平或低电平的状态。

3. 如权利要求 2 所述的开关调节器，其中，通过比较所述阶跃电压与所述三角波信号的电压，在所述初始电压位于所述三角波信号的电压振幅范围的外侧的所述电源接通的初期，所述 PWM 脉冲处于高电平或低电平中的某一种状态。

4. 如权利要求 3 所述的开关调节器，其中，所述 PWM 脉冲发生电路具有接受所述电压信号并比较所述阶跃电压与所述三角波信号的电压的比较器，根据该比较器的比较结果，所述 PWM 脉冲变成所述一种状态，当所述阶跃电压进入所述三角波信号的电压振幅范围时，以适于所述软启

动的周期产生脉冲宽度变化的所述 PWM 脉冲。

5. 如权利要求 4 所述的开关调节器, 其中, 所述比较器在所述软启动所需的经过时间之前, 比较所述阶跃电压与所述三角波信号的电压, 在所述软启动所需的经过时间之后, 比较所述输出信号的电压与所述三角波信号的电压。

6. 如权利要求 5 所述的开关调节器, 其中, 所述比较器在所述电源接通初期, 将所述阶跃电压与所述三角波信号的电压的比较结果设为有效, 并根据所述输出信号的电压值将所述误差放大器的所述输出信号的电压与所述三角波信号的电压的比较结果设为有效。

7. 如权利要求 6 所述的开关调节器, 其中, 所述比较器具有三个输入端子, 在第一输入端子接受所述误差放大器的所述输出信号, 在第二输入端子接受所述阶跃电压, 在第三输入端子接受所述三角波信号, 所述软启动所需的经过时间是从 1msec~20msec 的范围中选择的期间, 适于所述软启动的周期为所述选择期间的 1/20 至 1/50。

8. 如权利要求 7 所述的开关调节器, 其中, 所述比较器将所述误差放大器的所述输出信号的电压和所述阶跃电压的逻辑和的电压与所述三角波信号的电压进行比较, 所述阶跃电压以规定的速率顺次上升, 以使所述电压信号的电压从进入所述三角波信号的振幅的范围至离开为止的时间与所述软启动所需的经过时间相当来选择所述阶跃电压的上升率。

9. 如权利要求 7 所述的开关调节器, 其中, 所述规定的周期与所述三角波信号的周期对应, 或小于所述三角波信号的周期。

10. 如权利要求 7 所述的开关调节器, 其中, 所述规定的周期是从适于所述软启动的周期的 1/50~1/600 的范围中选择的周期。

11. 如权利要求 3 所述的开关调节器, 其中, 所述初始电压在所述三角波信号的电压振幅范围的外侧附近, 所述 PWM 脉冲发生电路具有将两个输入信号的电压与所述三角波信号的电压进行比较的比较器, 所述输入信号之一是所述输出信号, 另一个是所述电压信号, 所述比较器在所述电源接通的初期将所述电压信号的电压与所述三角波信号的电压的比较设为有效, 在所述软启动所需的经过时间之后, 将所述输出信号的电压与所述三角波信号的电压的比较设为有效。

12. 如权利要求 11 所述的开关调节器, 其中, 还具有时钟发生电路, 所述软启动电路具有计数器和 D/A 转换电路, 通过所述 D/A 转换电路将所述计数器的计数值进行 D/A 转换来生成所述电压信号, 在所述电源接通的初期, 所述计数器计数来自所述时钟发生电路的时钟, 根据所述检测信号, 所述计数器计数周期比所述时钟长的时钟信号。

13. 如权利要求 12 所述的开关调节器, 其中, 所述时钟的周期实质上与所述三角波信号的周期对应, 所述时钟信号的周期是所述时钟的周期的 50 倍~600 倍, 与所述初始电压相当的数值在所述计数器中被设定为初始值。

14. 如权利要求 13 所述的开关调节器, 其中, 所述软启动电路还具有选择电路和分频电路, 所述外侧附近位于与所述三角波信号的电压振幅的上限电压或下限电压具有 3~15mV 的电位差的范围, 周期比所述时钟长的时钟信号通过由所述分频电路分频所述时钟而生成, 所述选择电路接受所述检测信号, 从所述时钟切换到所述时钟信号, 并送出到所述计数器。

开关调节器

技术领域

本发明涉及开关调节器 (switching regulator)，具体地涉及在使用开关调节器的 DC/DC 转换器中，适于不需要作为软启动电路而设置的用于得到大的时间常数的电容器，能够降低软启动时间的偏差，并且缩短电源电压稳定化控制开始之前的时间的 IC 化的开关调节器。

背景技术

以往，在便携式的音响设备或个人计算机、PHS、便携式电话机、便携用电子设备中，为得到有效转换的电源电压，采用了使用开关调节器的 DC/DC 转换器的电源电路。

图 4 是该 DC/DC 转换器 (开关调节器) 的一例的说明图。

10 是开关调节器，11 是其误差放大器，12 是基准电压发生电路，13 是 PWM 脉冲发生电路，14 是驱动器。15 是开关电路，P 沟道的 MOSFET 晶体管 Q 与肖特基二极管 D 的串联电路设置在电源线 +Vcc (输入侧直流电源的电压) 和地线 GND 之间。

16 是其输出端子，在该输出端子 16 上，电力用的电容器 Co 设置在与地线 GND 之间。并且，晶体管 Q 和肖特基二极管 D 的连接点与该输出端子 16 之间连接线圈 L。作为线圈 L，使用例如 10 μ H 左右的线圈，作为电容器 Co，使用例如 150 μ F 左右的电容器。此外，在输出端子 16 上，还在和地线 GND 之间设有输出电压检测用的电阻分压电路 17，由电阻分压电路 17 检测的电压 Vs 反馈到误差放大器 11。该检测电压 Vs 在误差放大器 11 中与基准电压发生电路 12 的比较基准电压 Vref 进行比较。根据该比较结果，在误差放大器 11 中产生误差电压 VE (误差检测信号)，然后输入到 PWM 脉冲发生电路 13 中。PWM 脉冲发生电路 13 通常由比较器 (COM) 13a 和三角波发生电路 13b 构成。

在 PWM 脉冲发生电路 13 中，这些三角波发生电路 13b 的电压波形在比较器 13a 中与误差电压 E_o 进行比较。用基于与比较基准电压 V_{ref} 的比较结果的误差电压 E_o 来对三角波进行限幅，并与被限幅的宽度对应地生成 PWM 脉冲。PWM 脉冲被施加到驱动器 14。驱动器 14 根据 PWM 脉冲的脉冲宽度来导通/截止晶体管 Q，从而向输出端子 16 产生降压的电压（在升压型时为由回扫脉冲产生的升压电压）。

而且，肖特基二极管 D 为在晶体管 Q 截止时、将从线圈 L 流出的电流换流向线圈 L 的续流二极管（flywheel diode）。

由此，以使由电阻分压电路 17 分压的电压、即检测电压 V_s 与比较基准电压 V_{ref} 一致的方式控制晶体管 Q 的导通/截止，在输出端子 16 产生输出电压 V_o ，且该输出电压 V_o 被稳定为作为目标的恒定电压 V_{ta} 。

而且，因为在比较器 13a 的输出中具有晶体管 Q 的驱动能力，因此，在不需驱动器 14 的情况下则将其删除。此时，比较器 13a 的输出直接被送出到晶体管 Q。

此处，输出电压检测用的电阻分压电路 17 由电阻 R1 和电阻 R2 串联构成。另外，比较器 13a 的被比较信号的（-）输入端子有两个，其中一个接收来自软启动电路 18 的输出。

软启动电路 18 是下述的电路：通过比较器 13a 产生 PWM 脉冲，改变其占空比，通过逐渐扩大驱动脉冲的脉冲宽度来逐渐提高输出电压的电路。在图 4 中，因为晶体管 Q 是 P 沟道晶体管，所以从驱动器 14 输出的驱动脉冲对应于 PWM 脉冲的脉冲宽度的变化，LOW 电平期间的脉冲宽度逐渐增加，与此相对应，晶体管 Q 的导通期间增加。

该软启动电路 18 一般公知有使用了 CR 时间常数电路的电压发生电路或者软启动电压发生电路（专利文献 1），其中，所述 CR 时间常数电路将对电容器的充电电压设为三角波临界值，所述软启动电压发生电路使用计数器和 D/A 转换器，根据时钟 CLK 产生阶梯状上升的电压信号。

特别是前者的软启动电路 18，其二次侧的电容器 C_o 的电容量大。由此，相对于输出电流，在需要大的稳定性的电路中，防止冲击电流（冲流），或在多沟道电源电路中，在控制各个输出定时时便利。

通过设置这种软启动电路 18，逐渐扩大开关晶体管 Q 的导通期间，

因此，向电容器 C_o 的充电电流逐渐增加，从而防止了在启动时向未充电状态的电容器 C_o 流入大的电流。由此，具有在开关晶体管 Q 不被破坏地情况下完成的优点。

专利文献 1：日本专利文献特开 2004—23948 号公报。

发明内容

用于软启动的时间根据输出电流值和二次侧电容器 C_o 的电容量的不同而不同，但通常将输出电压 V_o 上升到目标电压 V_{ta} 或其附近的正常电压的时间设为 1msec~20msec 左右。

在前者使用 CR 时间常数电路的软启动电路中，如专利文献 1 的现有技术中所记载，时间常数用的电容器变大，则存在不能 IC 化的问题。另一方面，专利文献 1 所示的使用 D/A 的软启动电压发生电路虽适于 IC 化，但由于软启动电压对应固定周期的时钟 CLK 而阶梯状上升，因此存在启动时间依赖时钟周期的问题。因此，时钟周期被限制。并且，由比较器比较的三角波信号的电压与软启动的阶跃电压在最初交叉之前的时间没有余裕。这样，由于三角波信号的振幅偏差与 D/A 转换电路的转换特性的偏差，存在不能按照时间软启动的问题。因此，输出电压 V_o 产生之前的响应迟钝，输出电压难以进入正常的电压状态。

在三角波信号的频率高的情况下，为了加快响应，如果使对于 D/A 的时钟周期接近三角波信号的周期，或者提高时钟频率，使其对应地接近三角波信号的频率，则达不到软启动的状态。此情况，特别在二次侧的电容器 C_o 的电容量大时，存在问题。例如，如果以几百 μF 左右的电容量使输出电流达到一百 mA 以上，则即使设置软启动电路，有时几十倍以上的冲流流过，开关晶体管 Q 被破坏。

在专利文献 1 中，三角波信号的频率低，且使三角波信号的下限电压与软启动电压发生电路的电压一致地开始软启动。但在实际上，存在由于电路的偏差，难以使这些一致，且需要电平调整电路等缺点。并且现状是，如果将三角波信号的频率设为高频率，则不能使其一致地启动。

另一方面，如果为了软启动而延长时钟周期（降低其频率），则在进入正常的电压状态之前花费的时间过多，并且，因为时钟周期长，因计数

器值的多少的差和 D/A 转换电路的转换特性的偏差而导致在电源电压稳定化控制开始之前的时间的偏差增大。因此，在具有多个电源电路的情况下，特别是在多沟道型的电源电路中，不得不控制与偏差最大的电源电路相符合的软启动产生的电源电压，所以，在得到稳定的电压之前的等待时间不得不增加。

本发明的目的在于解决该现有技术中的问题，并提供一种作为软启动电路不需要大的时间常数电容器、且适于 IC 化的开关调节器。

本发明的另一个目的是提供一种能够降低软启动时间的偏差、并且缩短在电源电压稳定化控制开始之前的时间的开关调节器。

为达到上述目的，本发明的开关调节器的特征在于，将从输出端子向负载输出的电力的电压的一部分或全部返回到误差放大器的一侧的输入，在另一侧的输入上施加规定的恒定电压，根据从误差放大器得到的输出信号而产生脉冲宽度变化的 PWM 脉冲，根据该 PWM 脉冲来开关从直流电源接受的电力，由此在所述输出端子上产生规定的稳定化的电压的电力，该开关调节器包括：产生三角波信号的三角波发生电路；通过比较误差放大器的输出信号的电压与三角波信号的电压来产生 PWM 脉冲的 PWM 脉冲发生电路；对 PWM 脉冲从高电平（以下为“H”）向低电平（以下为“L”）的变化或相反变化进行检测的检测电路；以及软启动电路，其产生顺次阶跃上升或顺次阶跃下降且与三角波信号的电压进行比较的电压信号（阶跃电压信号），并且该阶跃电压的变化周期在电源接通的初期为规定的周期，并且，电源接通时的电压信号的初始电压位于三角波信号的电压振幅范围的外侧，根据检测电路的检测信号，阶跃电压的变化周期被切换到大于规定的周期且适于软启动的周期。

发明效果

在本发明中，将软启动电路的输出电压设为顺次阶跃上升或顺次阶跃下降的阶跃电压，且将该阶跃电压变化的周期在电源接通时设为规定的周期，并由检测电路检测 PWM 脉冲的输出，该输出在所述电源接通时的初期以后，根据从“H”向“L”或者从“L”向“H”变化的定时，将软启动电路的输出信号的阶跃电压的变化周期设为大于所述规定的周期。而且，此时的“H”、“L”的电压电平根据开关晶体管的导通/截止驱动来决定，

可以是“H” > “L”。

因此，本发明的软启动电路在电源接通初期，首先产生例如周期是适于软启动的阶跃电压信号的 1/5 左右或以下的短周期的阶跃电压信号。在该阶跃电压信号达到进入三角波信号的电压范围内的电压电平后，从检测电路产生检测信号，根据该检测信号，将阶跃电压信号设为从 50~600 的范围内选择的周期，进入软启动的 PWM 控制开始状态。在软启动的 PWM 控制中，阶跃电压信号以适于软启动的周期改变 PWM 脉冲的脉冲宽度。

对于该情况下的电源接通初期时的正常周期，例如如果以适于软启动的阶跃电压的变化周期(软启动的 PWM 控制开始状态的阶跃电压的周期)侧为基准，则可以从其 1/50~1/600 的范围内选择。

其理由是，在考虑用于软启动的时间为所述的 1msec~20msec 左右的情况下，由于适于软启动的周期需要对三角波信号进行 10 次以上的限幅，所以规定的周期是阶跃电压的周期的 1/10 或以下。

与此相对，因为所述电源接通时的初期是在进入软启动的 PWM 控制开始状态之前的等待时间，所以短些好。因此，规定的周期优选适于软启动的周期的 1/10 的再 1/5 以下的比例。这是由于，当以适于软启动的周期的 1/10 的期间为基准时，如果设为其 1/5 以下的周期，则在所述电源接通时的初期，能够在该初期的期间内确保五次以上的阶跃电压的变化。

而且，相对于所述的 10 次以上，如果将软启动的阶跃电压的周期设为其 10 倍的 100 次以上，则相应地，规定的周期为 1/500，如果为 12 倍的 120 次，则为 1/600。

由此，因为软启动电路产生的电压在电源接通时的初期以快的周期上升，所以即使阶跃电压信号的初期电压在三角波信号的电压振幅范围的外侧，也能够高速地到达三角波信号的电压电平。并且，到达时检测电路产生检测信号，阶跃电压信号变为适于软启动的周期的阶跃变化。

从而，能够早地进入软启动的 PWM 控制开始状态，在与三角波信号的周期独立地开始软启动后，阶跃电压信号变为适于软启动的周期的阶梯状的信号，并能够在软启动电路中产生此种信号。

在本发明中，由于软启动电路产生阶梯状的电压信号，所以不需要时间常数电路。如果开始软启动的 PWM 控制，则从该时刻起，变成将三角

波信号的振幅用最合适的周期的阶跃电压限幅的形式的软启动控制，所以即使在三角波信号的振幅或阶跃电压的变化中多少有偏差，作为结果，因为被限幅的三角波信号的数量与阶跃电压的上升率或下降率的关系紧密，所以偏差基本消除，且软启动时间的偏差降低。

其结果是，能够实现作为软启动电路不需要大的时间常数电容器、软启动时间的偏差降低且启动之前的时间缩短、且适于 IC 化的开关调节器。

附图说明

图 1 是使用了本发明的开关调节器的一个实施例的框图。

图 2 是 PWM 脉冲发生比较器的电路的具体例子的说明图。

图 3 是说明该软启动动作的时序图。

图 4 是以往的 DC/DC 转换器（开关调节器）的一例的说明图。

图中，1、10—开关调节器；2、18—软启动电路；3—PWM 控制开始检测电路；4— $1/n$ 分频电路；5—选择器；6—计数器；7—D/A 转换电路（D/A）；8—PWM 脉冲发生比较器；9—时钟发生电路；11、11a—误差放大器；12—基准电压发生电路；13、13a—PWM 脉冲发生电路；14—驱动器；15—开关电路；16—输出端子；17—电阻分压电路；D—肖特基二极管；D1、D2—二极管；Q1—MOSFET 晶体管。

具体实施方式

图 1 是使用了本发明的开关调节器的一个实施例的框图，图 2 是 PWM 脉冲发生比较器的电路的具体例子的说明图，图 3 是说明该软启动动作的时序图。与图 4 的相同构成要素标注同一符号，且说明从略。

实施例

在图 1 的开关调节器 1 中，取代图 4 的软启动电路 18，设置了软启动电路 2。

130 是 PWM 脉冲发生电路，由软启动电路 2、PWM 比较器 8 和三角波发生电路 13b 构成。

软启动电路 2 产生阶跃电压信号 ST（参照图 3（a）），该阶跃电压信号 ST 产生短周期和长周期的阶跃电压。该软启动电路 2 由 PWM 控制开

始检测电路 3、1/n 分频电路 4、选择器 5、计数器 6、以及 D/A 转换电路 (D/A) 7 构成, 计数器 6 经由选择器 5 接受由 1/n 分频电路 4 分频的时钟 CK 与分频前的时钟 CLK。在图 1 中, 图 4 的驱动器 14 被删除, 但也可以设置驱动器 14。

选择器 5 按照 PWM 控制开始检测电路 3 的输出, 从时钟发生电路 9 的输出向 1/n 分频电路 4 的输出切换端子的选择。此处, 设 $n=300$, 将时钟 CLK 进行 $1/300$ 分频, 从而产生周期 $T=300 \times t$ 的时钟 CK (分频时钟)。t 是分频前的时钟 CLK 的周期。分频率 n 以输出电压 V_o 上升到目标电压 V_{ta} 或与之接近的电压 (正常电压) 之前的时间、即 $1\text{msec} \sim 20\text{msec}$ 左右的期间作为基准, 将适于软启动的周期赋予分频时钟 CK。其优选生成具有 $1\text{msec} \sim 20\text{msec}$ 左右的期间的 $1/20$ 至 $1/50$ 左右的周期的分频时钟 CK。因此, 在将该分频时钟 CK 的周期设为几百 μsec , 将分频前的时钟 CLK 的周期设为几个 μsec 的情况下, 分频率 n 优选为从 $n=50 \sim 600$ 中选择的数值。

三角波发生电路 13b 接受时钟发生电路 9 的时钟 CLK, 并产生周期与 CLK 的周期对应的三角波信号 S (参照图 3 (a))。

D/A7 对计数器 6 的计数值进行 D/A 转换, 从而向 PWM 脉冲发生比较器 8 (以下称为 PWM 比较器 8) 的 (-) 输入端子 B 输出模拟转换电压信号 V_c 。PWM 比较器 8 与图 4 的比较器 13a 对应, 但在 (-) 输入端子 A 接受误差放大器 11a 的输出电压 E_o 。

并且在 PWM 比较器 8 的 (+) 输入端子 C 接受来自三角波发生电路 13b 的三角波信号 S。

这里, 误差放大器 11a 与图 4 的误差放大器 11 对应, 由电流输出放大器 11b 和电容器 11c 构成, 电容器 11c 将输出电流转换为电压, 并向 (-) 输入端子 A 送出电压信号 E_o 。电压信号 E_o 是根据与输出电压值 V_o 对应的检测电压 V_s 和基准电压发生电路 12 的基准电压值 V_{ref} 的差而产生的误差电压。

PWM 控制开始检测电路 3 包括由触发器构成的闩锁电路 3a 和转换器 3b, 转换器 3b 与 PWM 比较器 8 的输出 (设置驱动器 14 时也可以为其输出) 连接。闩锁电路 3a 在 PWM 比较器 8 的输出从 “H” 变成 “L” 时, 使

其反转，通过被提升到电源电压的数据端子 D 来锁住数据“1”。并且，根据触发器的 Q 输出，将“H”作为检测信号 DT 输出，并将其送至选择器 5。

而且，在电源接通时的初始状态下，闩锁电路 3a 的设定值被清零，Q 输出为“L”。只要在闩锁电路 3a 中被锁住的数据“1”不被重设、即只要电源不是再次接通时，则始终保持被锁住的数据“1”。

选择器 5 在电源接通时的初始状态下，从闩锁电路 3a 接受“L”，选择时钟发生电路 9 的输出侧，将时钟 CLK 加到计数器 6。并且，在闩锁电路 3a 变成“H”时，选择 1/n 分频电路 4 的输出侧，将分频时钟 CK 加到计数器 6。

其结果是，计数器 6 在从电源接通时的初期至闩锁电路 3a 被设置成“H”之间，换言之，在软启动的 PWM 控制开始之前，与快的时钟 CLK 同步，其值以周期 t 向上计数。然后，闩锁电路 3a 被设置成“H”，软启动的 PWM 控制开始，从在闩锁电路 3a 设置“H”时刻起，按分频时钟 CK ($=300 \times$ 时钟 CLK)，换言之，利用慢的分频时钟 CK，计数器 6 以周期 $T (=300t)$ 向上增加。

PWM 比较器 8 在电源接通初期，使（-）输入端子 B 的模拟转换电压信号 V_c 与三角波信号 S 的电压的比较有效，并且在经过规定的软启动时间 $T_S (=1\text{msec} \sim 20\text{msec}$ 左右的期间) 后（参照图 3 (e)），使电压信号 E_o 与三角波信号 S 的电压的比较有效。因此，在比三角波信号 S 的上限值电压低的电压电平范围内，对于两个（-）输入端子 A、B 的输入信号进行逻辑和动作。

如图 2 所示，PWM 比较器 8 由电流开关电路构成，在该电流开关中，PNP 晶体管 Q3 与并联设置的两个 PNP 晶体管 Q1、Q2 构成联合差动对。晶体管 Q1 的基极与（-）输入端子 A 连接，晶体管 Q2 的基极与（-）输入端子 B 连接。晶体管 Q3 的基极成为（+）输入端子。

晶体管 Q1、Q2、Q3 的发射极连接在一起，并经由恒流电路 8a 与电源线 $+V_{cc}$ （或 $+V_{DD}$ ）连接。晶体管 Q1、Q2 的集电极连接在一起，该集电极与晶体管 Q3 的集电极经由构成有源负载的电流镜电路的 NPN 晶体管 Q4、Q5 分别与地线 GND 连接。电流镜电路的输出侧的晶体管 Q5 的集电

极与 NPN 的输出段晶体管 Q6 的基极连接。晶体管 Q6 的集电极与 PWM 比较器 8 的输出端子 C 连接，进而经由电阻 R3 与电源线+VDD 连接，发射极与地线 GND 连接。

在电源接通时刻，因为输出端子 Vo 的电压没有上升，所以产生具有大的误差电压的电压信号 Eo。此时，电压信号 Eo 为高于“H”的电压。另一方面，三角波信号 S 的上限电压值被设定为“H”。因此，晶体管 Q1 为截止状态。

另一方面，D/A7 的转换模拟电压 Vc 被输入到 PWM 比较器 8 的(一)输入端子 B，从而施加在晶体管 Q2 的基极上。因此，按照 D/A7 的转换模拟电压 Vc 的值驱动晶体管 Q2，并在 PWM 比较器 8 的输出端子 D 处产生脉冲宽度与(一)输入端子 B 的输入电压对应的 PWM 脉冲(输出电压)。

而且，在该(一)输入端子 B 处施加来自软启动电路 2 的阶跃电压信号 ST (参照图 3 (a))。

因此，对来自软启动电路 2 的阶跃电压信号 ST 的产生进行说明。

在计数器 6 中，在初始状态下设定规定的计数值，计数器 6 接受时钟 CLK，从该初始值开始计数。此情况的计数器 6 的初始值为，将 D/A7 对该初始值进行 D/A 转换后的电压 Vc 设定在三角波发生电路 13b 的三角波信号 S 的波形的下限电压的下侧附近的值(参照图 3 (a))。此为阶跃电压信号 ST 的初始电压值。例如，如果“L”设为 0.5V，“H”设为 1.0V，则设定在 0.5V~1.0V 的范围内产生三角波信号 S。

在本实施例中，选择阶跃电压信号 ST 的阶跃电压的上升率，使得阶跃电压信号 ST 的电压从进入三角波信号 S 的振幅范围(0.5V~1.0V)到离开的时间与软启动需要的经过时间 TS (=1msec~20msec 左右)相当。

阶跃电压信号 ST 的初始电压值为，作为 D/A7 的模拟转换电压 Vc，产生约 490mV (=0.5V-1.0V)左右的电压的值。在本发明中，可以将该初始电压值设定为相对于三角波信号 S 的下限电压值低 2%~5%左右的值。这是由于，软启动电路 8 产生的初始电压能够通过将 D/A 转换周期改变成与三角波信号 S 的周期对应的周期而以几个 mV/LSB 的高分辨率得到提高。

而且，此处的阶跃电压信号 ST 以几个 mV/LSB 产生其电压值上升的

阶跃电压。即使在三角波信号的振幅或阶跃电压的变化中多少有偏差，该几个 mV 仍然位于能够吸收的范围。

在计数器 6 中设定的所述初始值为由 MPU（未图示）等在计数器 6 中设置的值，其能够以阶跃电压信号 ST 的初始电压值按照电路的偏差变成比所述三角波信号 S 的下限电压值低 2%~5%左右的值的方式存储在非易失性存储器中，并存储成为调整后的数据。

因此，软启动电路 2 产生以几个 mV 为单位阶梯状上升的阶跃电压信号 ST，在电源接通初期，首先产生与时钟 CLK 的周期对应的短周期的阶跃电压信号 ST。当该阶跃电压信号 ST 达到进入三角波信号的电压范围内的电压电平时，进入软启动的 PWM 控制开始状态。在软启动的 PWM 控制中，变为与分频时钟 CK 对应的长周期的阶跃电压信号 ST，并以适于软启动的周期来改变 PWM 脉冲的脉冲宽度。

以下，参照图 3 的时序图，对开关调节器 1 的软启动的动作进行说明。

如果接通电源，开始开关调节器 1 启动，则在计数器 6 中设定初始值，如图 3 (a) 所示，在 PWM 比较器 8 的输出端子 D，根据所述初始值，生成相对于三角波信号 S 的下限电压值低约 10mv ($=0.5V \times 0.02$) 左右的下侧电压，该电压按照时钟 CLK 依次上升。

此时，因为选择器 5 在电源接通时的初始状态下接受来自门锁电路 3a 的“L”，所以利用时钟发生电路 9 的时钟 CLK 的周期 t，计数器 6 的计数值增加上升。因此，例如，如果设周期 $t=1.5 \mu \text{ sec}$ ，三角波信号 S 的下限电压为 0.5v，D/A7 的分辨率为 3.0mV/LSB，则即使 D/A7 与三角波信号 S 的电压电平中存在偏差，阶跃电压信号 ST 仍能在几个 $\mu \text{ sec} \sim 6 \mu \text{ sec}$ 左右的时间从电源接通时刻到达三角波信号 S 的边界（参照图 3 (b) 的周期 t 的限幅期间）。此时之前，由于（一）输入端子 B 的输入电压总是低于三角波信号 S 的电压，所以在 PWM 比较器 8 的输出端子 D 输出相当于“H”或其以上的、仅使开关晶体管 Q 截止的规定电压电平的电压信号（参照图 3 (d)）。

在 D/A7 的模拟转换电压 V_c 到达三角波信号 S 的边界，（一）输入端子 B 的输入电压高于三角波信号 S 的下限电压的时刻，进入软启动的 PWM 控制开始状态。此时，在 PWM 比较器 8 的输出端子 D，与时钟 CLK 的

周期 t 对应地产生窄宽度的“L”的脉冲信号。按照该“L”脉冲信号的最初的信号，经由转换器 3b 向闩锁电路 3a 施加“H”，从而在闩锁电路 3a 的 Q 输出中产生“H”的输出（参照图 3 (b)），并产生检测信号 DT。其结果，选择器 5 的选择被切换到 $1/n$ 分频电路 4 的输出侧。

此处，计数器 6 的计数增长的周期变为 $n \times t$ 倍，在本例中，周期变为时钟 CLK 的 300 倍，且在 PWM 比较器 8 的输出端子 D 以三角波信号 S 的周期（时钟 CLK 的周期）产生“L”的输出。然后，在输出端子 D 处，得到“L”期间的宽度在每 n 个时钟 CLK 逐渐增加的 PWM 脉冲。

“L”期间的宽度按每 n 个该时钟 CLK 逐渐增加的 PWM 脉冲被施加到开关晶体管 Q 上，开关晶体管 Q 被三角波信号 S 的周期（时钟 CLK 的周期）斩波控制，从而断续地变为导通，并且导通期间逐次地增加（参照图 3 (a)）。

由此，输出电压 V_o 成为软启动。

如果 D/A7 的模拟转换电压 V_c 达到三角波信号 S 的上限 1.0V 以上，则 PWM 脉冲的占空比变为 100%，开关晶体管 Q 变为导通的状态，但此时，因为电容器 C_o 的充电已经在一定程度上完成，所以输出信号 V_o 接近目标电压 V_{ta} 。因此，电阻分压电路 17 产生的检测电压 V_s 接近基准电压发生电路 12 的比较基准电压 V_{ref} ，与此对应，误差放大器 11a 的输出电压 E_o 降低（参照图 3 (e)）。另一方面，D/A7 的模拟转换电压 V_c 随着计数器 6 的计数值的上升而上升，并超过三角波信号 S 的上限的 1.0V。

而且，如图 3 (b) 所示的阶跃电压信号 ST 在到达三角波信号 S 的边界之前的时间、即几个 $\mu \text{sec} \sim 6 \mu \text{sec}$ ，可以相对于 $1 \text{msec} \sim 20 \text{msec}$ 左右的经过时间 T_s 而忽略，所以在图 3 (e) 中没有特别的表示出。

在模拟转换电压 V_c 超过三角波信号 S 的上限值的时刻，晶体管 Q2 截止，相反，在输出电压 E_o 降低到三角波信号 S 的上限值以下的时刻，晶体管 Q1 导通。

因此，通过选择 D/A7 的分辨率和分频率 n ，使得输出电压 E_o 的电压值降低，从而降低到三角波信号 S 的上限值以下的定时和晶体管 Q2 截止的定时在三角波信号 S 的上限值附近，该切换的定时在三角波信号 S 的上限值附近产生，切换之前的时间为规定的软启动经过时间 T_s ($=1 \text{msec} \sim$

20msec 左右的其间), 软启动的 PWM 的控制完成。

如果输出电压 E_o 降低到三角波信号 S 的上限值以下, 则晶体管 $Q1$ 根据误差放大器 11a 的输出电压 E_o 而导通/截止, 如图 3 (e) 所示, 切换到通常的 PWM 进行的输出电压 V_o 的稳定化控制 (正常的 PWM 控制期间)。

在实施例, 虽然使在时钟发生电路 9 中产生的时钟 CLK 的周期与三角波信号 S 的周期对应, 但在到达三角波信号 S 的下限的电压之前, 不需要对三角波信号进行限幅, 所以该时钟 CLK 也可以小于该周期。相反, 如果将三角波信号 S 的频率提高为实施例中的两倍、三倍..., 则到达三角波信号的下限电压之前的时钟 CLK 的周期变为三角波信号 S 的周期的两倍、三倍...

因而, 三角波信号 S 的频率与时钟 CLK 的周期是相对的。在实施例中, 考虑了在通常的软启动期间为 1msec~20msec 左右的情况下, 将分频率设为从 $n=50\sim 600$ 中选择的数值。因此, 如果以软启动的 PWM 控制开始状态的分频时钟 CK 侧的周期为基准考虑, 则时钟 CLK 的最合适的周期为如上所述, 从分频周期 CK 的周期的 $1/50\sim 1/600$ 的范围内选择。

此外, 在实施例, 相对于三角波信号 S 的下限电压, 将在软启动电路 2 中产生的初始电压值设定在下限的下侧附近。但是, 在开关晶体管是 N 沟道 MOS 晶体管的情况下, 与实施例相反, PWM 比较器 8 的输出为“H”, 晶体管 Q 为导通。此时, 在软启动电路 2 中产生的初始电压值 (D/A7 的电压值) 相反地设定在超过三角波信号 S 的上限的上侧附近。然后, 控制在软启动电路 2 中产生的电压 (D/A7 的模拟转换电压 V_c) 从该处逐渐降低。在该情况下, 计数器 6 从大的初始值倒数。

此时的软启动电路 2 产生的初始电压值 (D/A7 的模拟转换电压 V_c) 优选设定为相对于三角波信号 S 的上限电压值高 3mV 至 15mV 以上、即上限电压值的 1%~2.5%左右的高的值。

此外, 与实施例相反, PWM 比较器 8 的三角波信号 S 的输入侧变为 (-) 输入端子, 软启动电路 2 及误差放大器 11a 的输入端子也能够设为 (+) 输入侧。在此情况下, 相对于三角波信号 S 的上限电压, 将在软启动电路 2 中产生的初始电压值设定在超过上限的上侧附近, 然后将在软启

动电路 2 中产生的电压 (D/A7 的电压) 从此处逐渐降低。

此外, 在实施例中, 将开关晶体管设为 MOS 晶体管, 但也可以是双极晶体管。

此外, 实施例的 PWM 比较器 8 的构成为一个例子, 在软启动所需的经过时间 T_S ($=1\text{msec}\sim 20\text{msec}$ 左右的期间) 前比较阶跃电压信号 ST 和三角波信号 S 的电压, 也可在软启动所需的经过时间后比较误差放大器的输出信号的电压和三角波信号的电压。本发明不限定于比较信号为两个输入的比较器。

例如, 也可以是设置比较 (一) 输入端子 A 侧与三角波信号 S 的第一比较器和比较 (一) 输入端子 B 侧与三角波信号 S 的第二比较器, 在对各自的输出进行所述逻辑和的条件下驱动开关晶体管的电路。

工业实用性

实施例举了降压型的开关调节器进行了说明, 但本发明当然也能够适用于升压型的 DC/DC 转换器。

1

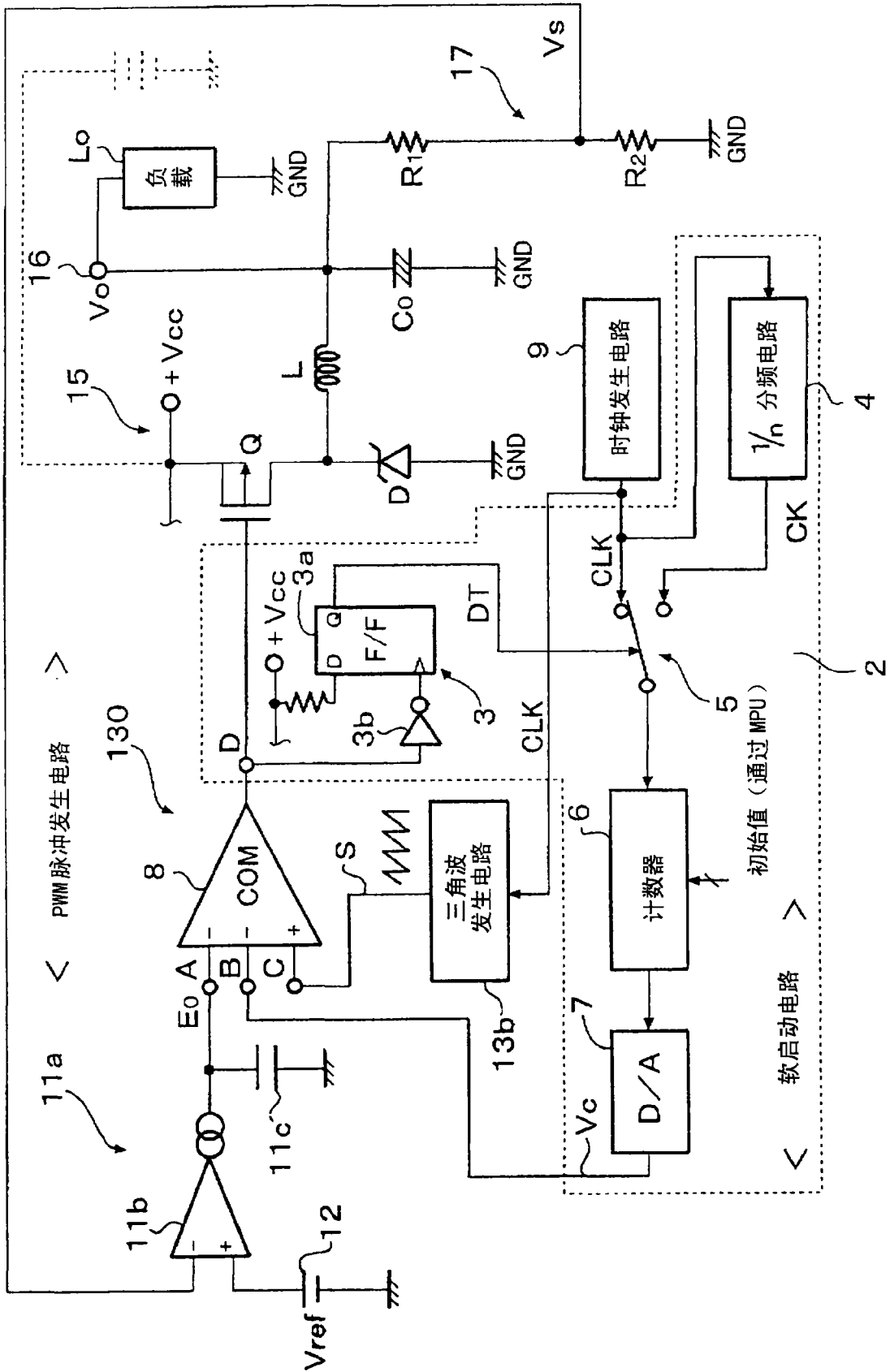


图1

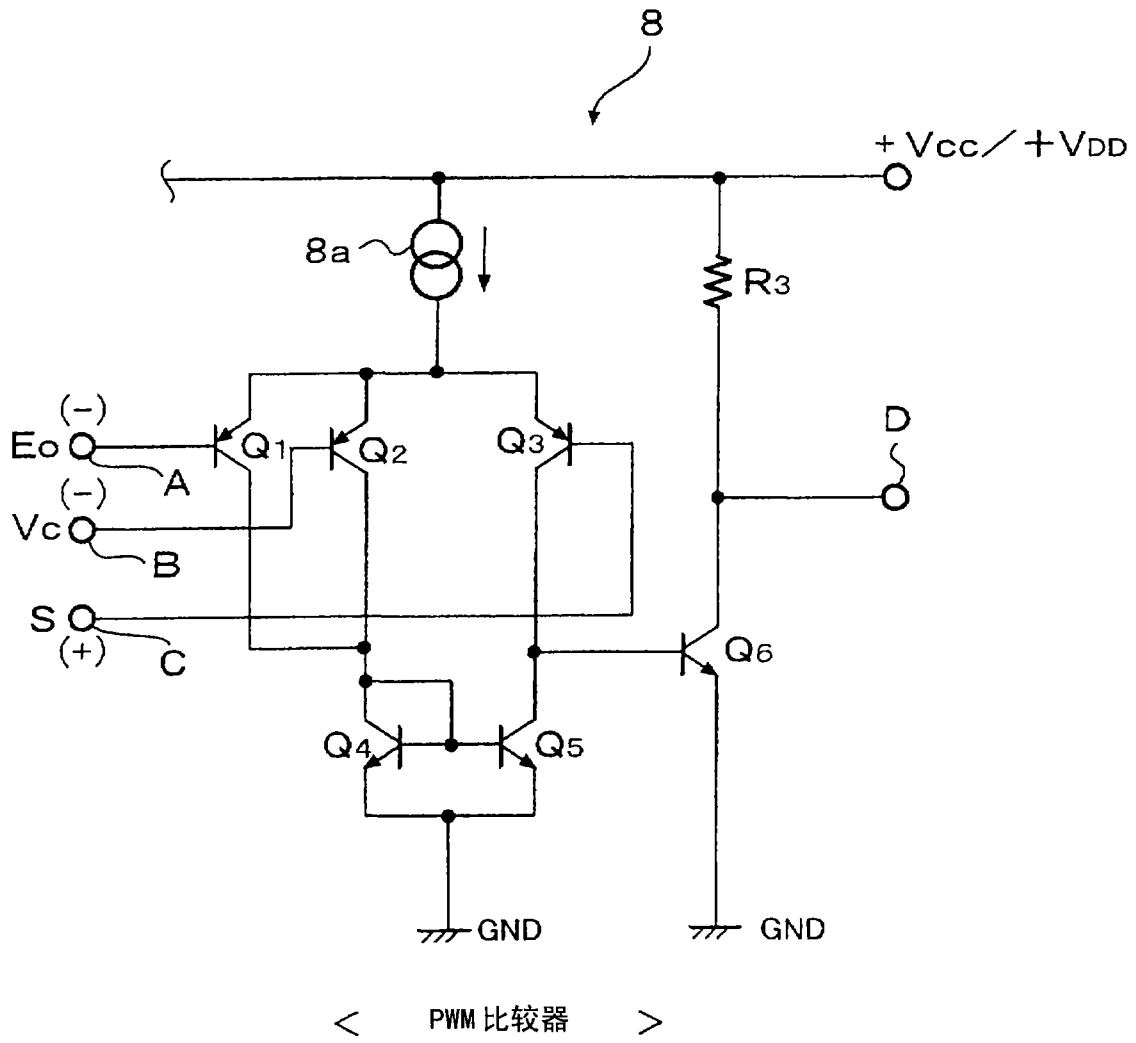


图 2

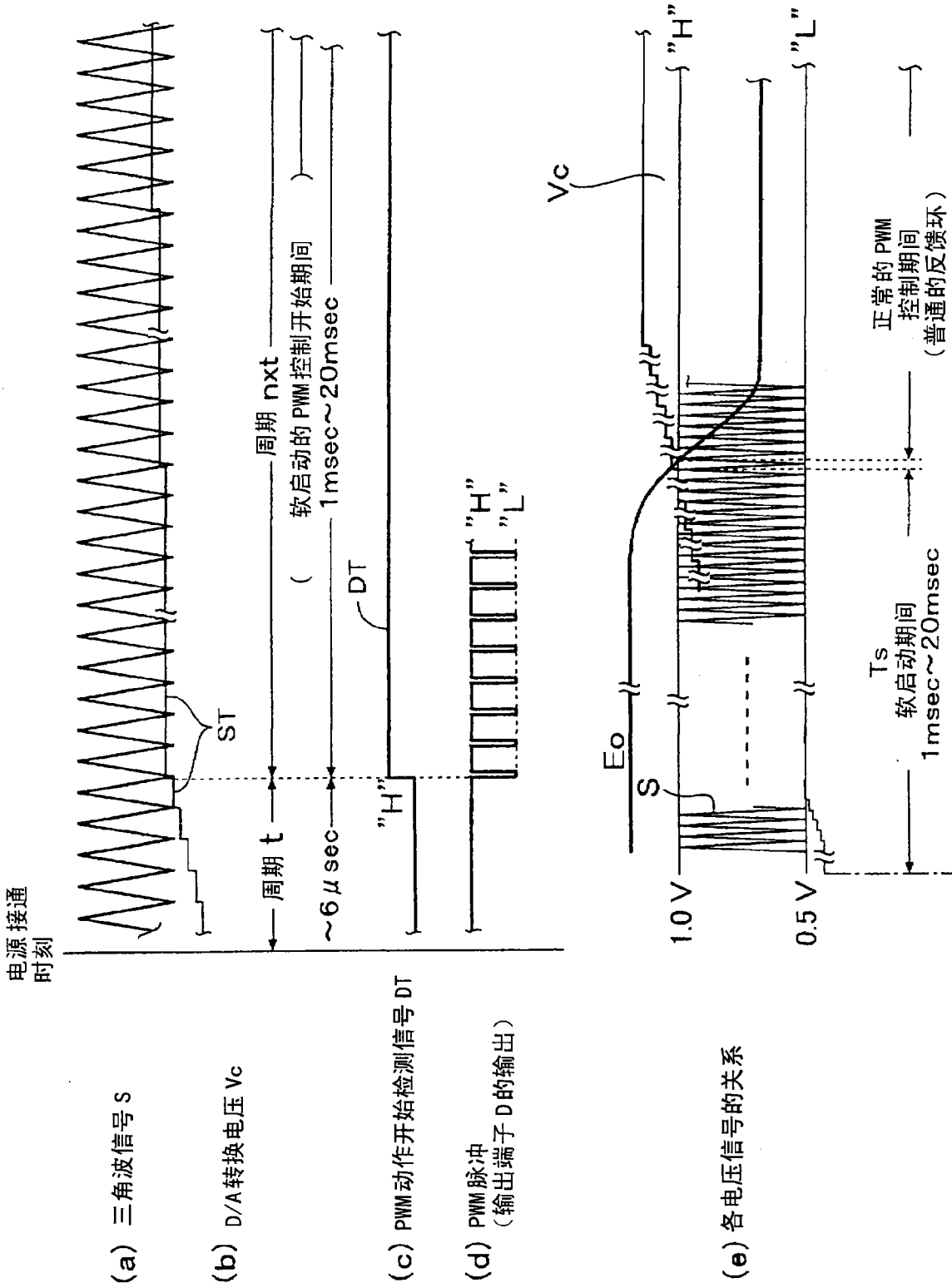


图 3

10

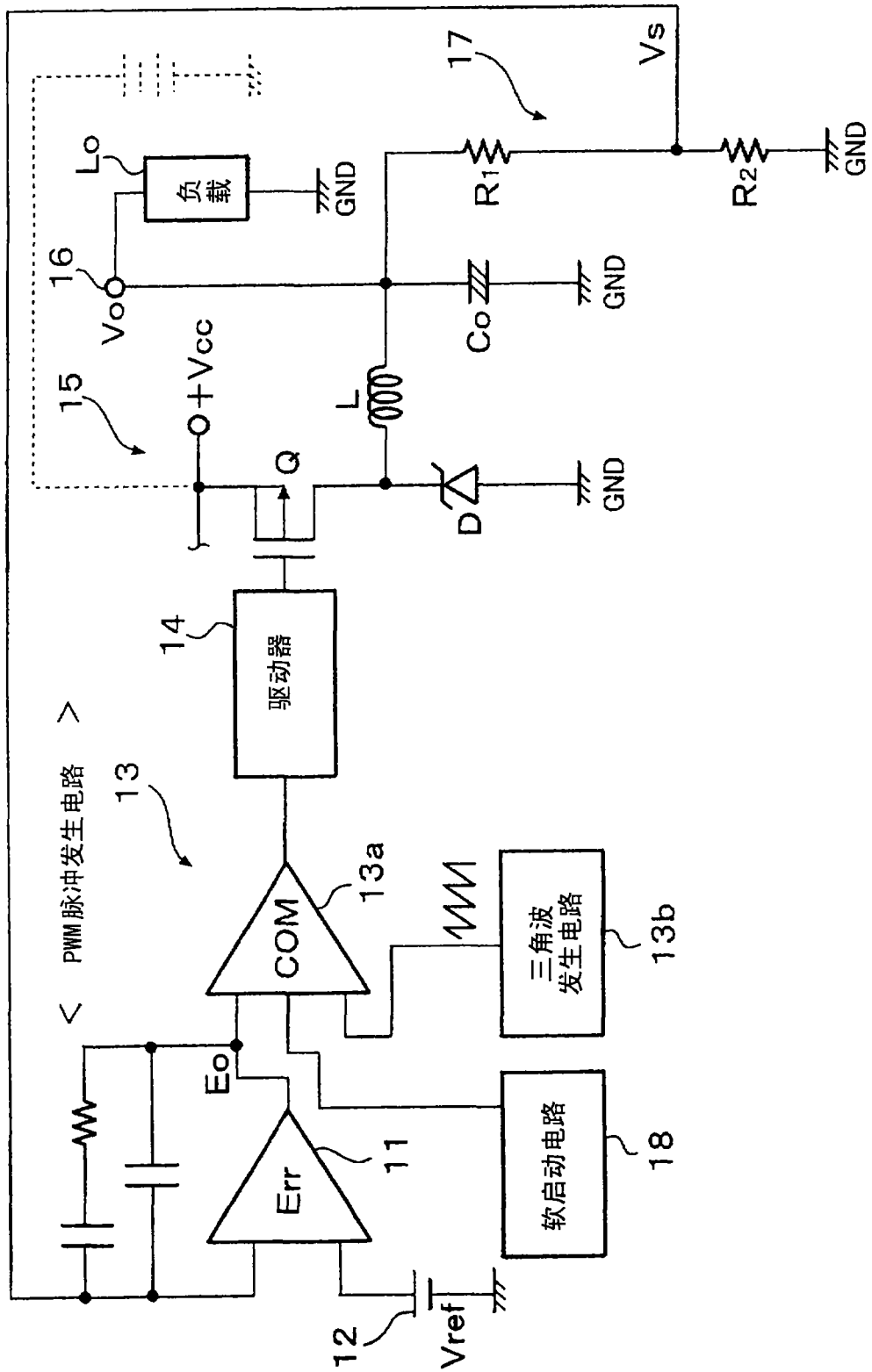


图 4