



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410079863.9

[45] 授权公告日 2007 年 11 月 14 日

[11] 授权公告号 CN 100349373C

[22] 申请日 2004.9.23

[21] 申请号 200410079863.9

[30] 优先权

[32] 2003.9.29 [33] JP [31] 2003-338069

[73] 专利权人 株式会社村田制作所

地址 日本京都府

[72] 发明人 野间隆嗣 竹村博

[56] 参考文献

JP2001-218453 A 2001.8.10

US5218520 A 1993.6.8

JP10-215569 A 1998.8.11

审查员 黄 君

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公
司
代理人 陈瑞丰

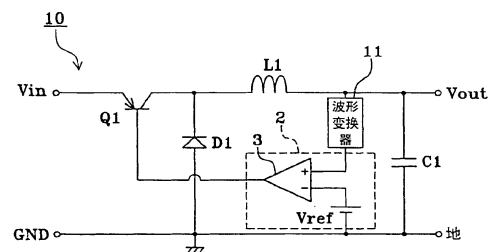
权利要求书 1 页 说明书 12 页 附图 16 页

[54] 发明名称

纹波变换器

[57] 摘要

一种纹波变换器包括用于转换输入直流电压的晶体管，用于平滑转换的直流电压的扼流线圈和滤波电容器，用于当晶体管截止时使电流流过扼流线圈的续流二极管，和根据输出电压中的纹波用于控制晶体管导通/截止的比较单元。在该纹波变换器中，在输出端与比较单元中比较器的同相输入端之间的连接通路上设置波形变换器。变换输出电压波形的结果与参考电压进行比较，而比较的结果反馈给该晶体管。



1. 一种纹波变换器，包括：

用于转换输入直流电压的开关元件；

用于平滑转换的直流电压的扼流线圈和滤波电容器；

用于当开关元件断开时使电流流过扼流线圈的续流二极管；和

用于执行反馈控制的控制电路，以便根据输出由所述扼流线圈和所述滤波电容器滤波后的电压的输出端子的输出电压中的纹波大小控制开关元件是接通还是断开；其中

所述控制电路包括：用于转换与所述输出电压成比例的信号的波形并且输出结果信号的波形变换器；以及用于将波形变换器的输出与参考电压进行比较并且将其比较结果反馈到所述开关元件的比较单元。

2. 根据权利要求 1所述的纹波变换器，其特征在于所述纹波变换器包括用于变换与输出电压成比例的信号的相位并且输出结果信号的相位变换器。

3. 根据权利要求 2所述的纹波变换器，其特征在于所述相位变换器包括对与输出电压成比例的信号进行微分并且输出的微分器或进行积分并且输出的积分器。

4. 根据权利要求 2所述的纹波变换器，其特征在于所述相位变换器包括用于检测流过扼流线圈的电流波形并且输出所述电流波形的电流检测器，和根据电流检测器的输出信号用于处理与输出电压成比例的信号的信号处理器。

5. 根据权利要求 4所述的纹波变换器，其特征在于所述电流检测器包括与所述扼流线圈串联设置的电流检测电阻。

6. 根据权利要求 4所述的纹波变换器，其特征在于所述电流检测器利用扼流线圈的电阻分量。

纹波变换器

技术领域

本发明涉及到纹波变换器。尤其是，本发明涉及到一种为保持开关稳定振荡而不必考虑用于平滑输出的外部附加电容器的类型或者电容量的纹波变换器。

背景技术

纹波变换器泛指直流-直流变换器，其包括用于转换输入直流电压的开关元件、用于平滑转换的直流电压的扼流线圈和滤波电容器、当开关元件断开时用于使电流流过扼流线圈的续流二极管、和用于根据输出电压中纹波大小来控制开关元件接通/断开的控制电路。这种纹波变换器的电路已经众所周知，例如，1991年7月1日，Saishin Dengenkairo Sekkeigijutsu no Subete，CQ出版有限公司公开的“晶体管 Gijutsu 专刊编号No. 28”文献中所描述。

图 14A显示了类似于如上所述文献中公开电路的纹波变换器电路图。图 14B显示开关元件输出端的电压和输出电压的波形（输出端 V_{out} 处的电压波形）。

根据图 14A中所示电路图的纹波变换器 1包括一个起开关元件作用的 PNP晶体管 Q1、续流二极管 D1、扼流线圈 L1、滤波电容器 C1、和比较单元 2。晶体管 Q1的发射极连接到输入端 V_{in} ，而其集电极经过扼流线圈 L1连接到输出端 V_{out} 。晶体管 Q1的集电极经由续流二极管 D1接地。输出端 V_{out} 经由滤波电容器 C1接地。比较单元 2包括比较器 3和具有一端接地的参考电压源 V_{ref} 。比较器 3的同相输入端连接到输出端 V_{out} ，而其反相输入端连接到参考电压源 V_{ref} 。比较器 3的输出连接到晶体管 Q1的基极。就这些元件而言，比较单元 2起到控制电路的作用，其根据输出电压中的纹波来执行开关元件接通/断开的反馈控制。

在如上所述构造的纹波变换器 1 中, 当比较器 3 的输出处于低电平(以下缩写为 L) 而且晶体管 Q1 导通时, 输出端 V_{out} 的电压(输出电压) v_o 增加。当输出电压 v_o 超过参考电压源 V_{ref} 的电压(参考电压) v_{ref} 时, 比较器 3 的输出转变到高电平(以下缩写为 H) 而且晶体管 Q1 截止。在输出电压 v_o 超过参考电压 v_{ref} 时与晶体管 Q1 截止时之间, 存在延迟时间 t_1 , 比如由比较器 3 所引起的延迟和由于晶体管 Q1 转换时间的存在所引起的延迟。因此, 输出电压 v_o 在延迟时间 t_1 期间保持增加。

当晶体管 Q1 截止时输出电压 v_o 开始降低。当输出电压 v_o 降低到低于参考电压 v_{ref} 时, 比较器 3 的输出转变到 L 而晶体管 Q1 导通。在输出电压 v_o 降低到参考电压 v_{ref} 时与晶体管 Q1 导通时之间, 存在延迟时间, 比如是由比较器 3 所引起的延迟和由于晶体管 Q1 转换时间的存在所引起的延迟。因此, 输出电压 v_o 在延迟时间 t_2 期间保持下降。当延迟时间 t_2 过去而且晶体管 Q1 导通时, 状态恢复到初始状态。这种情况不断地重复。结果, 所描述的输出电压 v_o 实质上形成三角波而且其平均值实际保持在参考电压 v_{ref} 。

上面提到的文献描述在输出端 V_{out} 的电压实质上形成如上所述的三角波。然而, 这个描述不一定准确。假定具有较大的等效串联电阻(ESR) 的电容器被用作滤波电容器的铝电解电容器。实际上, 有时该电压形成取决于滤波电容器 C1 的特性的如上所述的一实际上的三角波。然而, 在其它情况下, 该电压在三角波的峰值(开关元件导通/截止切换的时间) 附近形成具有电压急剧改变的波形, 或者通过交替地而后折叠的二次曲线而获得的波形, 如将在后面描述的那样。

具体地说, 例如, 当具有较大的等效串联电感(ESL) 的电容器用作滤波电容器时, 比如含铅低阻抗的电解电容器, 该波形在开关元件的导通/截止切换时具有急剧的电压变化, 如图 15 所示。

如另一个例子, 考虑滤波电容器是理想电容器而且具有足够小的 ESR 或者 ESL 的情况。在这种情况下, 在开关元件导通时流过扼流线圈的电流线性地增加, 而在开关元件截止时流过扼流线圈的电流线性地减小。即, 流过扼流线圈的电流波形是三角形。当滤波电容器是理想电容器时, 滤波电容器两端的电压是一个通过积分电容器电流而获得的值。因此, 通过平滑具有三角波形的扼流线圈电流获得的滤波电容器两端的电压

(即, 输出端的电压波形) 具有彼此交替地相连的两个二次曲线的波形, 如图 16所示。 在这种情况下下的峰值点位于开关元件的导通期间或者截止期间的中间附近。

如上所述, 纹波变换器输出电压的波形变化取决于系统的响应延迟(延迟时间 t_1 和 t_2) 和滤波电容器的特性。

通常, 当使用一种模块构成直流-直流变换器时, 用于输出的附加电容器(另一个滤波电容)经常外部地附加在该模块的输出端。在设计该模块的阶段, 难以预知该模块的附加电容器的特性。因此, 在某些情况下, 在使用纹波变换器时, 驱动频率无法设置成期望的值。当使用具有小 ESR 或者 ESL 的陶瓷电容器作为输出电容器时, 这个问题变成尤为严重。更具体地说, 可以从在图 16 和图 14 (b) 之间的比较了解, 当使用陶瓷电容器时, 当输出电压 v_o 与参考电压 v_{ref} 交叉的时间被推迟时, 导致驱动频率下降。因此, 必须选择电感较大值的扼流线圈 L_1 , 而纹波增加。所以, 已经难以使用陶瓷电容器作为输出电容器。

至于系统的响应延迟, 主要原因是由比较器所引起的延迟。由比较器所引起的延迟受过载量(即, 输入端之间的电压差、或者图 14B 中输出电压 v_o 的最大值 v_1 与参考电压 v_{ref} 之间的电压差)的影响, 而且当过载量减小时该延迟趋向于更大。这就是, 当输出电压变化较快时延迟减小而当输出电压改变较慢时延迟增加。

例如, 在图 14A 中显示的纹波变换器 1 的中, 当为了减少输出电压中的纹波而增加输出电容器的电容量时, 则输出电压中的暂态变化量减小。如此, 因为输出电压与参考电压 v_{ref} 交叉小于 v_1 , 所以在 t_1 时间过载量已经消逝。因而, 实际的延迟时间比 t_1 要大, 与输出电容器的电容量不增加的情况相比较, 这将导致驱动频率降低。当驱动频率减小时, 输出电压中的纹波增加。因此, 即使当输出电容器的电容量增加时, 输出电压中的纹波实质上并没有减小。这就是, 驱动频率减小而没有减少纹波。

发明内容

为了克服如上所述的问题, 本发明优选实施例提供一种纹波变换器, 其能够而与在使用纹波变换器时外部附加输出电容器的类型或者电容量

无关地保持稳定振荡。

根据本发明优选实施例的纹波变换器包括：用于转换输入直流电压的开关元件；用于平滑转换的直流电压的扼流线圈和滤波电容器；用于当开关元件断开时使电流流过扼流线圈的续流二极管；和用于执行反馈控制的控制电路，以便根据输出由所述扼流线圈和所述滤波电容器滤波后的电压的输出端子的输出电压中的纹波大小控制开关元件是接通还是断开。该控制电路包括用于转换与输出电压成比例信号的波形并且输出结果信号的波形变换器，和用于将波形变换器的输出与参考电压进行比较并且将其比较结果反馈到开关元件的比较单元。

该波形变换器更可取地包括用于对与输出电压成比例的信号进行相位变换并且输出结果信号的相位变换器。此外，该相位变换器更可取地包括对与输出电压成比例的信号进行微分并且输出的微分器，或进行积分并且输出的积分器。

还有，该相位变换器更可取地包括用于检测流过扼流线圈的电流波形并且输出该电流波形的电流检测器，和根据该电流检测器的输出信号用于处理与输出电压成比例信号的信号处理器。此外，该电流检测器更可取地包括与扼流线圈串联设置的电流检测电阻。另外，该电流检测器可以利用扼流线圈的电阻分量。

根据本发明优选实施例的纹波变换器保持稳定振荡而不必考虑当使用纹波变换器时外部附加输出电容器的类型或者电容量。

从下面参考附图对优选实施例的详细描述中，本发明的这些和各种其它特点、元件、步骤、特征和优点将变得更清晰明显。

附图说明

图 1 是显示根据本发明优选实施例的纹波变换器电路图；

图 2 是显示根据本发明另一个优选实施例的纹波变换器电路图；

图 3 是显示图 2 中显示纹波变换器的几个部分在某一状态下电压波形图；

图 4 是显示图 2 中所示纹波变换的几个部分在另一个状态下电压波形图；

图 5是显示根据本发明另一个优选实施例的纹波变换器电路图；

图 6是显示图 5中所示纹波变换的几个部分电压波形图；

图 7是显示根据本发明另一个优选实施例的纹波变换器电路图；

图 8是显示根据本发明另一个优选实施例的纹波变换器电路图；

图 9是显示图 8中所示纹波变换器的几个部分电压波形图；

图 10是显示根据本发明另一个优选实施例的纹波变换器的电路图；

图 11是显示根据本发明另一个优选实施例的纹波变换器的电路图；

图 12是显示根据本发明另一个优选实施例的纹波变换器的电路图；

图 13A是显示图 12中所示纹波变换器中电流互感器例子的透视图而图 13B是剖面图；

图 14A是显示根据已有技术的纹波变换器的电路图而图 14B是显示在某一状态下纹波变换器几个部分的电压波形图；

图 15是显示图 14A中所示纹波变换的几个部分在另一个状态下电压波形图；和

图 16是显示图 14A中所示纹波变换的几个部分在另一个状态下电压波形图。

具体实施方式

第一优选实施例

图 1显示根据本发明第一优选实施例的纹波变换器的电路图。在图 1中，与图 14B中元件对应或等效的元件用相同的编号表示，并且将省略其描述。

在图 1所示的纹波变换器 10中，波形变换器 11设置在输出端 V_{out} 和比较器 3的同相输入端之间的连接通路上。除此之外，纹波变换器 10与根据已有技术图 14中所示的纹波变换器 1相同。在纹波变换器 10中，波形变换器 11和比较单元 2定义一个控制电路，其根据输出电压中的纹波用于执行开关元件接通/断开的反馈控制。

在纹波变换器 10中，输出电压 v_o 的波形通过波形变换器 11变换，而波形变换的结果与参考电压 v_{ref} 进行比较。如将在随后描述，波形变换器 11将输出电压 v_o 的波形转换成不同的波形。因此，不考虑附加于纹波

变换器的输出电容器，可以根据输出电容器改变波形变换器的特性以便增加驱动频率的允许调整范围，因此保持了期望的振荡状态。现在，参考优选实施例更具体地描述该波形变换器。

第二优选实施例

图 2显示根据本发明另一个优选实施例的纹波变换器的电路图。在图 2中，与图 1中元件对应或等效的元件用相同的编号表示，并且将省略其描述。

在图 2所示的纹波变换器 15中，输出端 V_{out} 经过串联的电阻 R_1 和 R_2 接地。此外，彼此串联连接的电容器 C_2 与电阻 R_3 并联连接到电阻 R_1 。电阻 R_1 与 R_2 之间的结点连接到比较器 3 的同相输入端。这就是，电阻 R_1 、 R_2 与 R_3 、和电容器定义了波形变换器 16。

对于波形变换器 16 的元件，电阻 R_1 和 R_2 提供一个电路，其用于将与输出电压 v_o 成比例的电压 ver_1 输入到比较器 3 同相输入端。电容器 C_2 与电阻 R_3 和 R_2 提供一个电路（微分器），其用于将微分输出电压 v_o 获得的值 ver_2 输入到比较器 3 的同相输入端。因此，实际上输入到比较器 3 同相输入端的电压 ver 是这两个值的和。提供电阻 R_3 是为了调节纹波电压的反馈量，而且当它不必要时可以省略（短路）。

现在，设定具有较小的 ESR 或者 ESL 的电容用作滤波电容器 C_1 ，比如陶瓷电容器。图 3 显示在这种情况下的电压 ver_1 、电压 ver_2 ，和电压 ver 。输入到比较器 3 同相输入端的电压 ver 相位与输出电压 v_o 的相位比较稍微超前。因此，在当电压 ver 与参考电压 v_{ref} 交叉时和当晶体管 Q_1 的导通/截止转换时之间，延迟时间 t_1' 和 t_2' 与不使用波形变换器 16（即，当输出电压 v_o 本身输入到比较器 3 的同相输入端时）的情况相比较有所增加。

然而，因为延迟时间实际上是由比较器特性决定的恒定值，由于电压 ver 与参考电压 v_{ref} 交叉，所以晶体管 Q_1 实际上是在预定延迟时间 t_1 和 t_2 之后转换导通/截止的。预定延迟时间 t_1 和 t_2 比上面所述的延迟时间 t_1' 和 t_2' 短。因此，晶体管 Q_1 导通/截止的转换比图 3 中所示波形快。这表示驱动频率增加。因此，使用较小的扼流线圈作扼流线圈 L_1 ，这使纹波变换器 15 能够设计的更紧凑。此外，纹波变换器 15 克服已有技术中的问

题, 设定相同的延迟时间 (t_1 、 t_2), 在使用陶瓷电容器作为滤波电容器 C1 时与使用电解电容器的情况相比较驱动频率减小。

相反地, 设定具有较大的 ESR 的电容器用作滤波电容器 C1, 比如低阻抗的电解电容器。图 4 显示在这种情况下的电压 ver_1 、电压 ver_2 , 和电压 ver 。这就是, 输入到比较器 3 同相输入端的电压 ver 相位与输出电压 vo 的相位比较稍微超前。因此, 类似于使用具有较小的 ESR 或者 ESL 电容器的情况, 比如陶瓷电容器, 驱动频率增加。这能够使纹波变换器设计更紧凑。

从输入到比较器 3 同相输入端的电压 ver 相位与输出电压 vo 的相位比较稍微超前的事实了解到, 波形变换器 16 本质上包括相位变换器。

第三优选实施例

图 5 显示根据本发明另一个优选实施例的纹波变换器的电路图。在图 5 中, 与图 2 中元件对应的元件用相同的编号表示, 并且将省略其描述。

在图 5 所示的纹波变换器 18 中, 代替图 2 中的彼此串联的电容器 C2 与电阻 R3, 电阻 R4 和电容器 C3 与 R2 并联连接。因此, 电阻 R1、R2 和 R4, 以及电容器 C3 定义了波形变换器 19。

对于波形变换器 19 的元件, 电阻 R1 和 R2 提供一个电路, 其用于将与输出电压 vo 成比例的电压 ver_1 输入到比较器 3 同相输入端。电阻 R1 与 R4 和电容器 C2 提供一个电路 (积分器), 其用于将积分输出电压 vo 而获得的值 ver_2 输入到比较器 3 的同相输入端。因此, 实际上输入到比较器 3 同相输入端的电压 ver 是这两个值的和。

现在, 设定使用具有较大 ESR 的电容器, 比如普通的电解电容器。图 6 显示在这种情况下的电压 ver_1 、电压 ver_2 , 和电压 ver 。输入到比较器 3 同相输入端的电压 ver 相位与输出电压 vo 的相位比较稍微滞后。因此, 在当电压 ver 与参考电压 v_{ref} 交叉时与当晶体管 Q1 的导通/截止转换时之间, 延迟时间 t_1' 和 t_2' 与不使用波形变换器 16 (即, 当输出电压 vo 本身实质上输入到比较器 3 的同相输入端) 的情况相比较有所减小。

然而, 因为延迟时间实际上是由比较器的特性决定的恒定值, 由于电压 ver 与参考电压 v_{ref} 交叉, 所以晶体管 Q1 导通/截止的转换实际上在预定延迟时间 t_1 和 t_2 之后。预定延迟时间 t_1 和 t_2 比上面所述的延迟时间

$t1'$ 和 $t2'$ 更长。因此,晶体管 Q1的导通/截止转换比图 6中所示波形滞后。这表示驱动频率减小。当系统的延迟时间小而且驱动频率高不使用波形变换器时,导致开关损耗大,通过使用积分输出电压的值(如这样一种波形变换器),减小了开关损耗,以致减小驱动频率。

从输入到比较器 3同相输入端的电压 v_{er} 相位与输出电压 v_o 的相位比较稍微滞后这一事实可知,波形变换器 16实质上包括相位变换器。

第四优选实施例

图 7是根据本发明优选实施例的纹波变换器的电路图。在图 7中,与图 1中元件相对应或等效的元件用相同的编号表示,并且省略对其的描述。

图 7显示的纹波变换器 20不同于图 1显示纹波变换器 10的仅仅是波形变换器 21。波形变换器 21包括:电压检测器 22,它用于检测输出电压以及输出与输出电压 v_o 成比例的信号;检测电流器 23,它用于检测流过扼流线圈 L1的电流并且输出相应的信号;和信号处理器 24。输出端 V_{out} 经过电压检测器 22连接到信号处理器 24的输入端。配备电流检测器 23以便检测流过的与输出端 V_{out} 导线连接的扼流线圈 L1的电流,而且它与信号处理器24的另一个输入端连接。信号处理器 24的输出端连接到比较器 3的同相输入端。该电流变换器及其功能将具体地描述。

第五优选实施例

图 8显示根据本发明另一个优选实施例的纹波变换器的电路图。在图 8中,与图 14A中元件对应的元件用相同的编号表示,并且省略对其描述。

在图 8显示的纹波变换器 30中,一个具有较小电阻的电流检测电阻 R5安排在扼流线圈 L1与输出端 V_{out} 之间,两个串联连接的电阻 R1和 R2连接在地与扼流线圈 L1和电阻 R5的结点之间,而电阻 R1与 R2之间的结点与比较器 3的同相输入端连接。在这种情况下,电阻 R1与 R2和电流检测电阻 R5定义了波形变换器 31,其中电流检测电阻 R5起电流检测器的作用。

在如上所述构造的纹波变换器 30中,电流检测电阻 R5两端的电压与流过扼流线圈 L1的电流成比例。因此,扼流线圈 L1与电流检测电阻 R5之间结点的电压(表示为电压 v_r),其具有根据流过扼流线圈 L1的电流

来转换输出电压 v_o 的波形而获得的波形。通过电阻 R_1 与 R_2 在结点分压获得的电压输入到比较器 3 的同相输入端, 以致于通过电流检测器检测的信号与通过电压检测器检测的信号之和被输入到比较器 3 的同相输入端。因此, 波形变换器 31 实质上包括一个信号处理器, 它根据电流检测器的输出信号来处理与输出电压成比例的信号。

现在, 假设在纹波变换器 30 中使用具有较小的 ESR 或者 ESL 的电容器作为滤波电容器 C_1 , 比如陶瓷电容器。图 9 显示在这种情况下的电压 v_o 、电压 v_r , 和电压 v_{er} 。电压 v_o 与图 2 中显示纹波变换器 15 的情况下相同。电压 v_r 具有在晶体管 Q_1 导通时间期间线性增加而晶体管 Q_1 截止时间期间线性减小的波形, 与流过扼流线圈 L_1 的电流成比例。电压 v_{er} 是这两个电压之和。

如从图 9 中所了解, 在当电压 v_{er} 与参考电压 v_{ref} 交叉时与当晶体管 Q_1 的导通/截止转换时之间, 延迟时间 t_1' 和 t_2' 与不使用波形变换器 31 (即, 当输出电压 v_o 本身实质上输入到比较器 3 的同相输入端) 的情况相比较有所增加。因此, 驱动频率增加类似于图 2 中显示的纹波变换器 15 的情况。

此外, 就纹波变换器 30 而言, 彼此串联连接的电阻 R_1 与 R_2 两端的电压可以通过改变电流检测电阻 R_5 的电阻来改变, 而与纹波电压的大小无关。因此, 该波形变换器的设计灵活性与纹波变换器 15 的情况相比较有所增加。而且, 获得稳定的工作。此外, 在纹波变换器 30 中, 即使当输出电容器是外部地附加到该模块时, 电压 v_{er} 仅仅变成接近于当输出电压 v_o 幅度减小时的电压 v_r 。因此, 有利于保持驱动频率基本一样。

第六优选实施例

图 10 显示根据本发明另一个优选实施例的纹波变换器的电路图。在图 10 中, 与图 2 中元件对应的元件用相同编号表示, 并且省略对其的描述。

在图 2 所示的纹波变换器 15 中, 彼此串联连接的电容器 C_2 和电阻 R_3 与波形变换器 16 中的电阻 R_1 并联连接。因此, 电容器 C_2 的一端连接到输出端 V_{out} 。另一方面, 在图 10 显示的纹波变换器 40 中, 在波形变换器 41 中, 电流检测电阻 R_6 安排在扼流线圈 L_1 与输出端 V_{out} 之间,

并且电容器 C2的一端连接到扼流线圈 L1与电流检测电阻 R6之间的结点。电阻 R6具有较小的电阻值并且起电流检测器的作用，类似于图 8所示纹波变换器 30中的电流检测电阻 R5。类似于纹波变换器 15的情况，当不必要时，电阻 R3可以省略（短路）。

在如上所述构造的纹波变换器 40中，利用电阻 R1与 R2，在电阻 R1与 R2之间的结点获得的信号波形与输出电压 v_o 成比例，类似于纹波变换器 15的情况。另一方面，在电阻 R3与 R2之间的结点处，由电容器 C2和电阻 R3与 R2获得的信号波形是通过微分一个求和电压而获得的值，该和电压是输出电压 v_o 与流过扼流线圈 L1与电阻 R6有关的电流分量之和。因此，波形变换器 41实质上包括一个信号处理器，它根据电流检测器的输出信号来处理与输出电压成比例的信号。

在纹波变换器 30中，与纹波变换器 40相反，由电阻 R1与 R2检测的电压不是输出电压 v_o 。在这种情况下，控制扼流线圈 L1与电阻 R5之间结点处的电压以至于是恒定值。因此，当例如输出电流增加时电阻 R5两端的电压降增加，这可能使负载调节变坏（即，当负载电流增加时纹波变换器的输出电压变化）。

另一方面，在纹波变换器 40中，输出电压 v_o 本身是用作为通过电阻 R1与 R2的直流反馈，因此负载调节没有变坏。此外，因为纹波电压的交流分量经过电容器 C2和电阻 R3输入到比较器 3，所以在比较器 3同相输入端的波形基本保持是三角形，类似于纹波变换器 30的情况。从而，在保持纹波变换器 30优点的同时也改善了输出电压的精度。

此外，类似于纹波变换器 30，经过电容器 C2和电阻 R3输入到比较器 3的电压幅度可以通过改变电阻 R6的电阻值来改变，与纹波电压的大小无关。这增加了波形变换器的设计灵活性，并且获得更稳定的工作。

第七优选实施例

图 11显示根据本发明另一个优选实施例的纹波变换器的电路图。在图 11中，与图 10中元件对应的元件用相同编号表示，并且将省略其描述。

在图 10所示的纹波变换器 40中，用于检测电流的电阻 R6是以与波形变换器 41中扼流线圈 L1和输出端 V_{out} 之间的电流通路串联的方式设置的。因此，由电流检测电阻 R6所引起的功率损耗不能忽略。鉴于这个，

在纹波变换器 50中,利用了扼流线圈 L1包含的电阻分量(以下简称电阻 Ri),因此这种以串联方式设置的分离电阻,如电阻 R6被忽略。

在纹波变换器 50中,包含电阻 R7和电容器 C4的串联电路与扼流线圈 L1并联连接。此外,电容器 C2的一端连接到电阻 R7和电容器 C4之间的结点,这就定义了波形变换器 51。即,波形变换器 51包含电阻 R1、R2、R3与 R7,和电容器 C2与 C4。

现在,考虑纹波变换器 50中的扼流线圈 L1(电感 l1与电阻分量 ri)、电阻 R7(电阻 r7)与电容器 C4(电容量 c4)它们之间的关系。通常大家认为,当选择这样的值 $c4 = l1 / (ri \cdot r7)$ 时,电容器 C4两端的电压与流过扼流线圈 L1的电流值成正比。因此,电阻 R7与电容器 C4之间结点的电压基本上与纹波变换器 40中的扼流线圈 L1与电流检测电阻 R6之间结点的电压相同。所以,由于附加了分离的电流检测电阻,同时消除了不必要的功率损耗,纹波变换器 50获得与纹波变换器 40相同的优点。

当该数值如此选择以致于 $c4 < l1 / (ri \cdot r7)$ 时,电容器 C4两端的纹波电压增加。因此,比较器 3的过载电压增加,以致于驱动频率增加。相反地,当该数值如此选择以致于 $c4 > l1 / (ri \cdot r7)$ 时,电容器 C4两端的纹波电压减小,因此驱动频率减小。这就是,其效果相当于增加或者降低纹波变换器 40中电阻 R6的电阻值而获得的效果。

第八优选实施例

图 12显示根据本发明另一个优选实施例的纹波变换器的电路图。在图 12中,与图 2中元件对应的元件用相同编号表示,并且将省略其描述。

在图 12所示的纹波变换器 60中,作为波形变换器 61中的电流检测器,电流互感器 CT是安排在扼流线圈 L1与输出端 Vout的连接线路上。电流互感器 CT的其中一端连接到电阻 R1与 R2之间的结点,而另一个端与比较器 3的同相输入端连接。依据如上所述的连接,提供一个信号相加器,即,信号处理器。

在如上所述构造的纹波变换器 60中,在电流互感器 CT中产生与流过扼流线圈 L1的电流成比例的电压。因此,该电压加上出现在两个电阻 R1与 R2之间结点与输出电压 vo成比例的电压 ver1,而其结果输入到比较器 3同相输入端。

如上所述，在纹波变换器 60 中，通过将流过扼流线圈 L1 的电流成比例的电压加上与输出电压 v_o 成比例的电压可以变换波形。流过扼流线圈 L1 的电流取决于输入与输出电压之间的差值和扼流线圈 L1 的电感，与虑输出电容器的种类无关。因此，在不考虑输出电容器的类型或者电容容量情况下提供稳定的控制工作。

还是在这种情况下，类似于纹波变换器 50 的情况，即使当负载电流较大时输出电压也能准确地控制。

代替电流互感器 CT，可以使用近似于扼流线圈 L1 配置的配线电极 61，如图 13A 和 13B 所示。图 13A 是透视图而图 13B 是显示扼流线圈 L1 与配线电极 61 之间位置关系的剖面图。

根据如上所述的配置，由流过扼流线圈 L1 的电流产生的通量（漏磁通）跨过配线电极 61。于是，虽然不能期望使用电流互感器的情况下有较大的值，但是与流过扼流线圈 L1 的电流成比例的电压产生在配线电极 61 上。因此，优点是不需要分开提供电流互感器。

应该理解，上面的描述仅仅是本发明的说明。在不违背本发明的情况下，那些技术上精通的人可以做出各种各样替换与修改。因此，本发明的范围是包含在属于附加的权利要求范围内的所有那些替换、修改与改变。

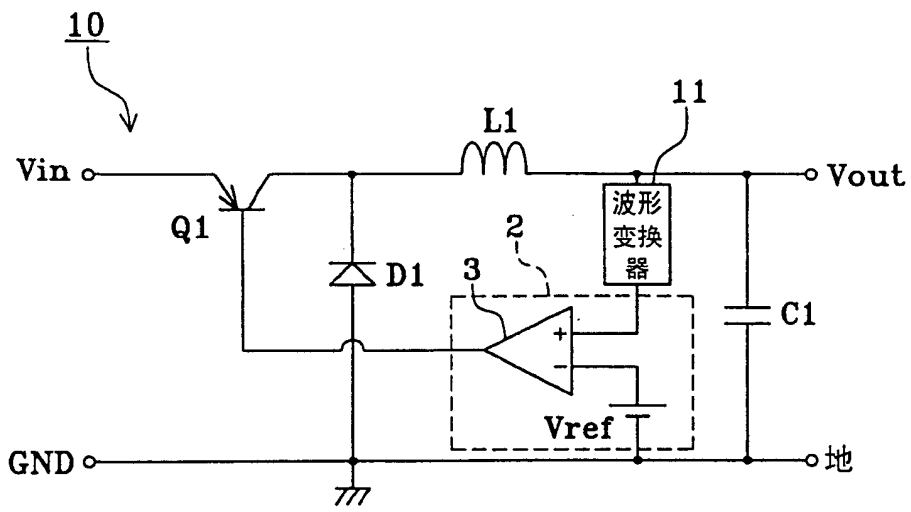


图 1

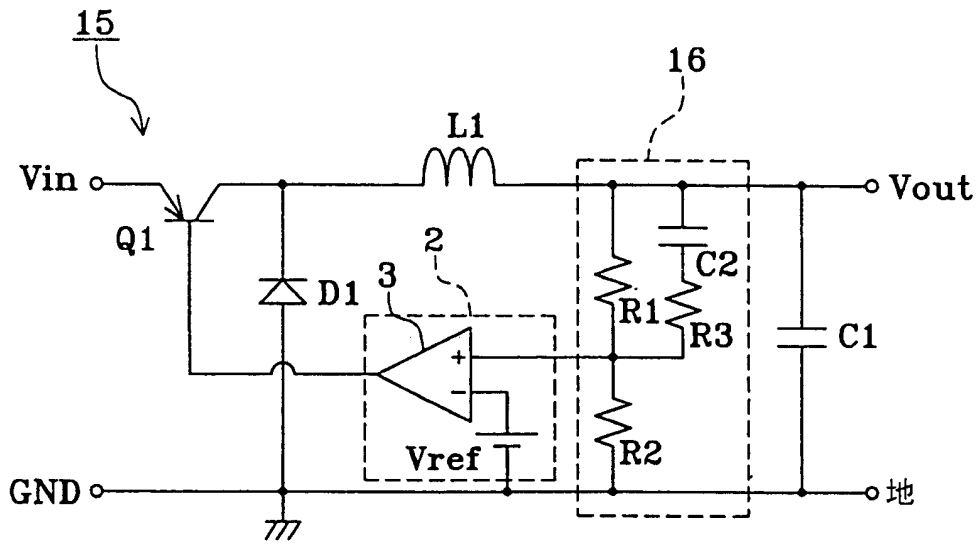


图 2

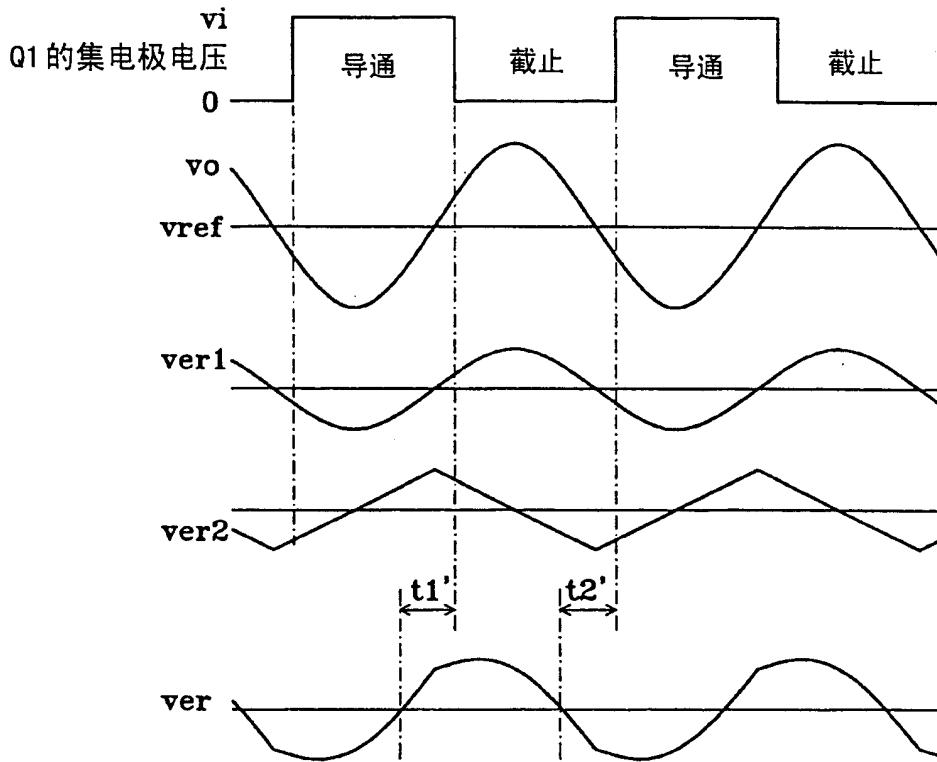


图 3

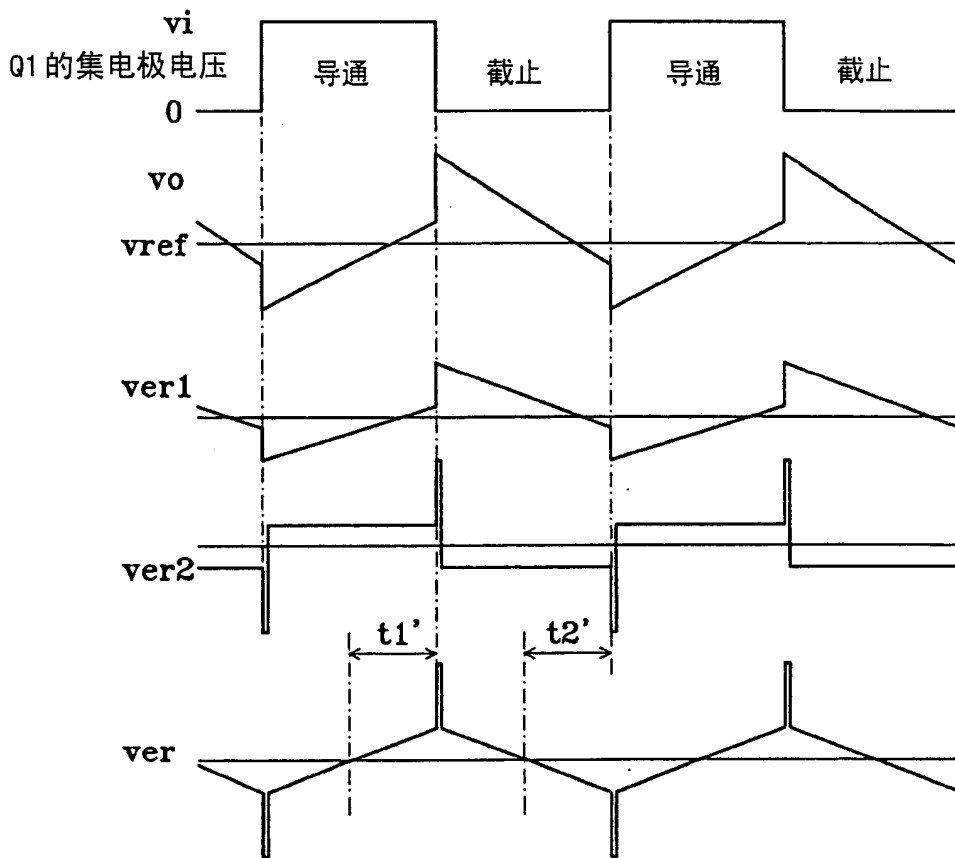


图 4

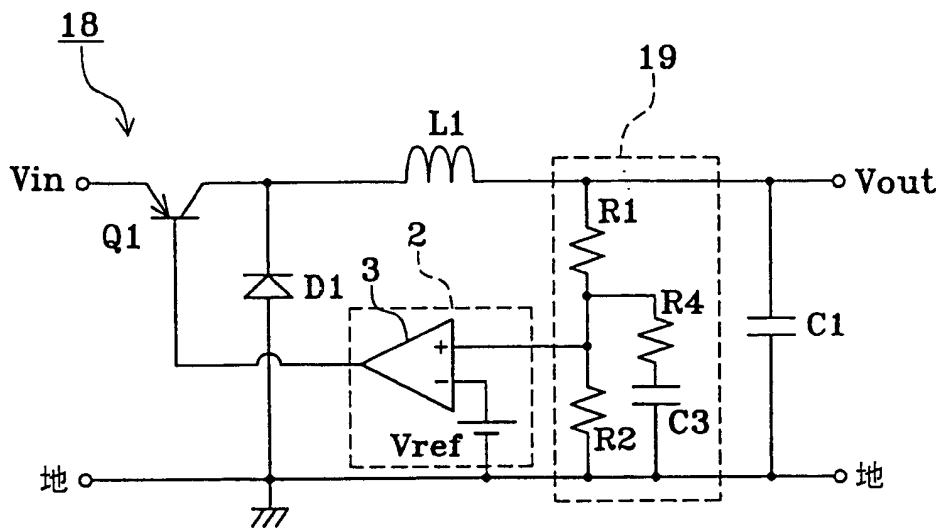


图 5

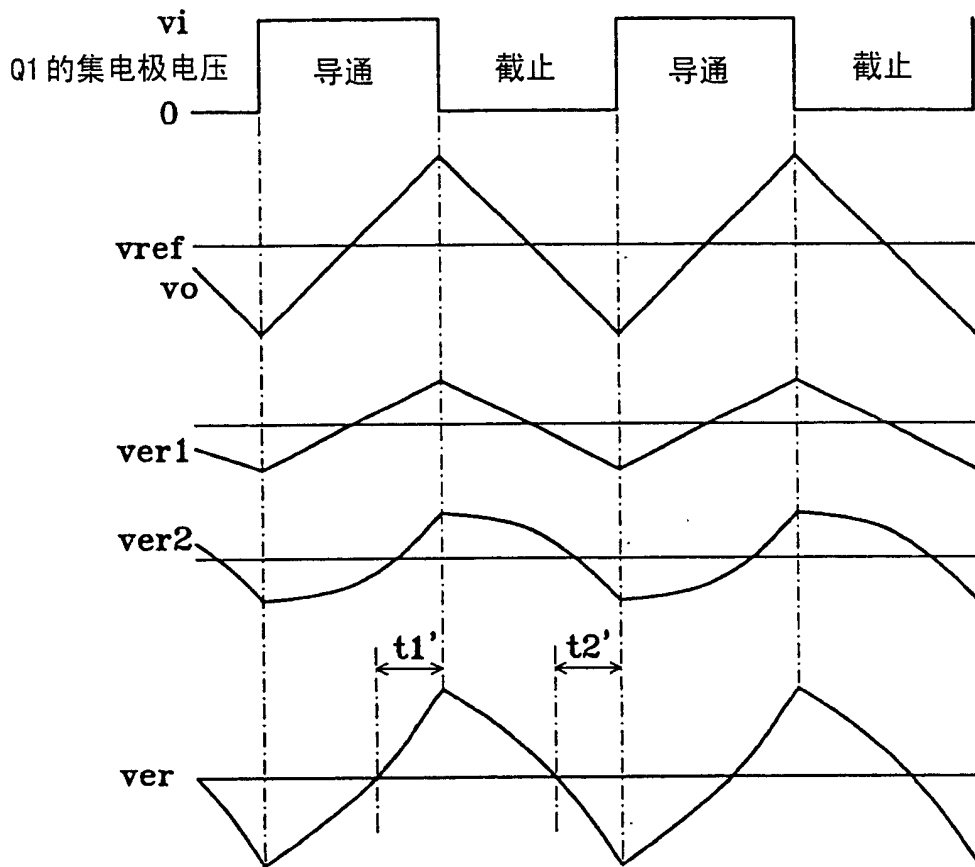


图 6

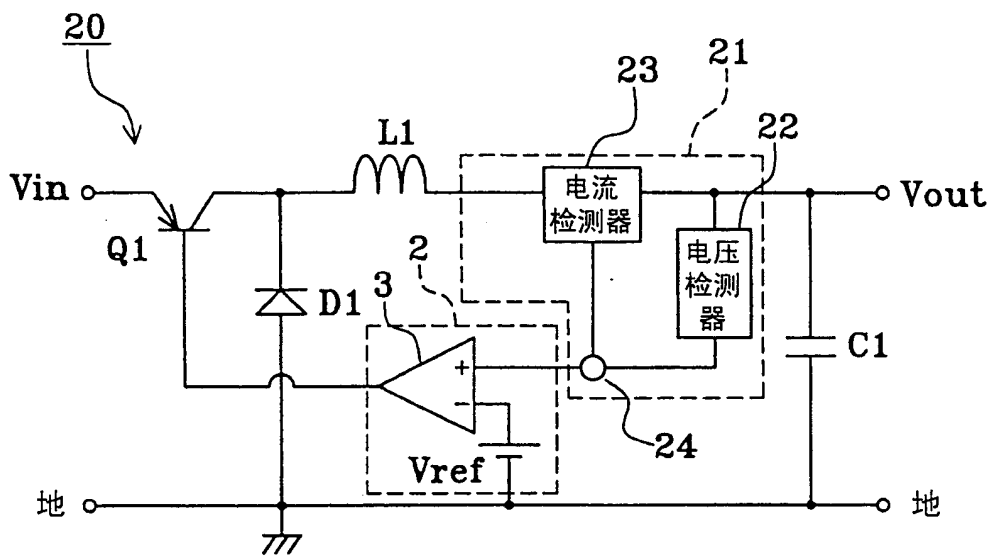


图 7

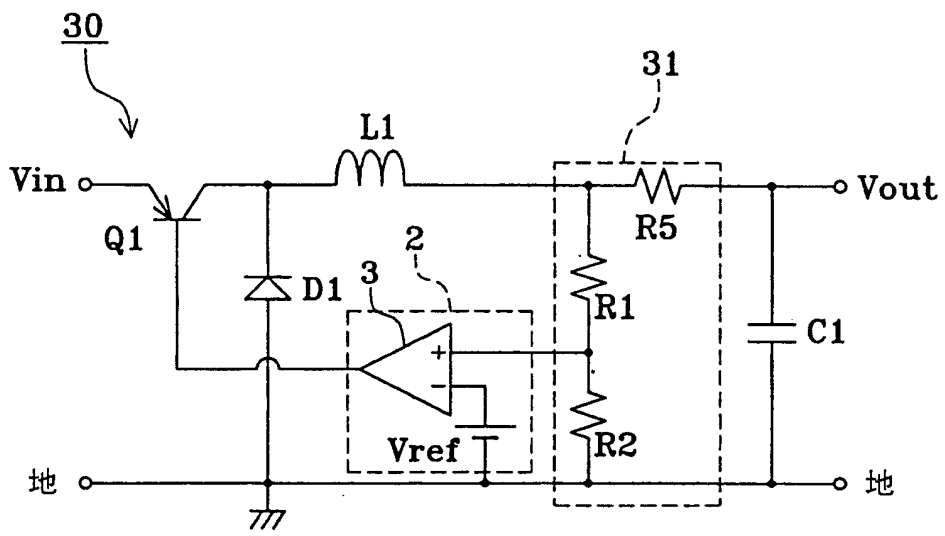


图 8

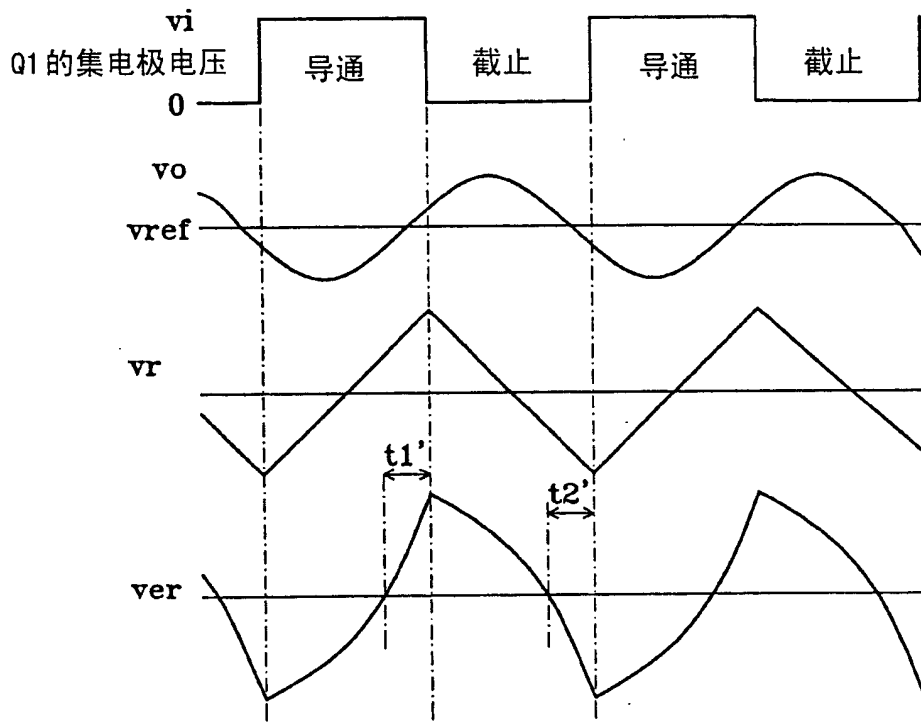


图 9

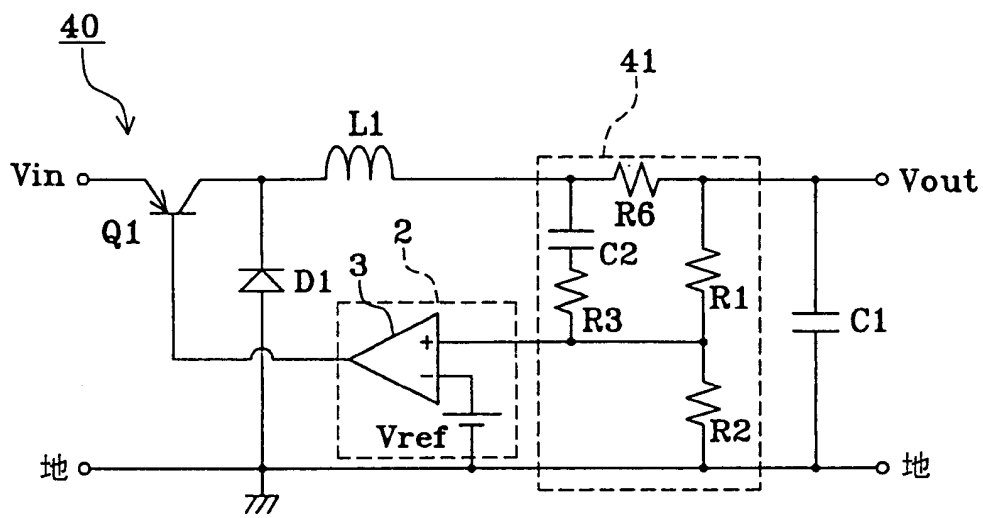


图 10

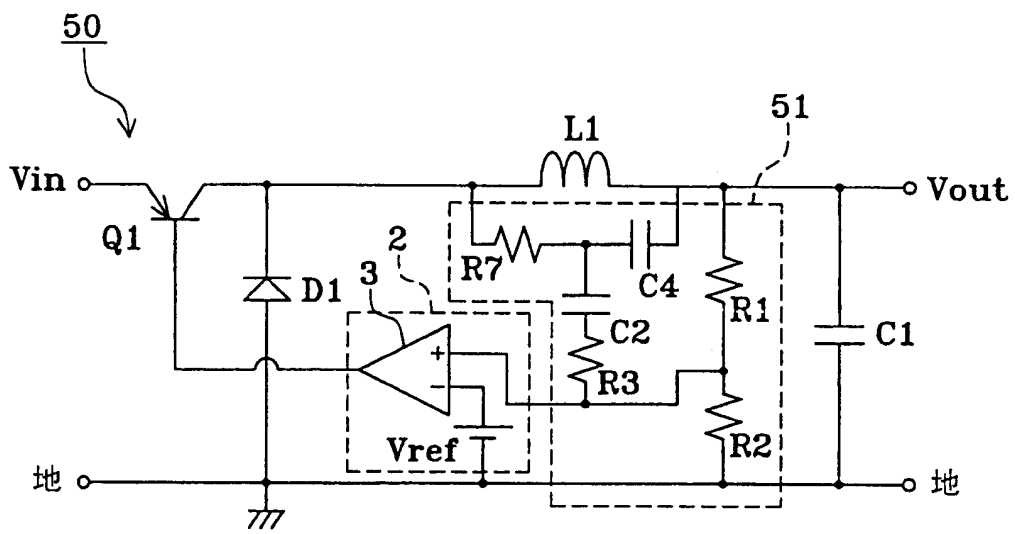


图 11

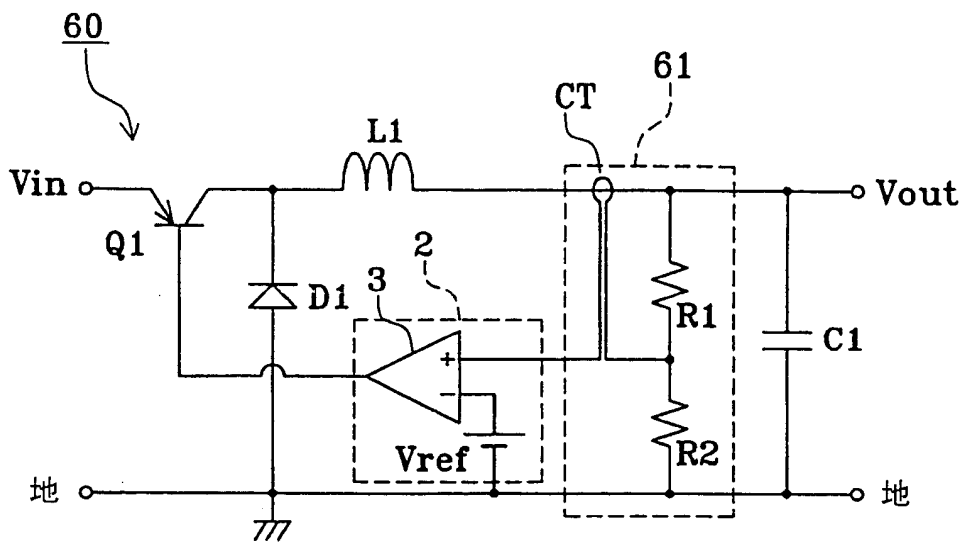


图 12

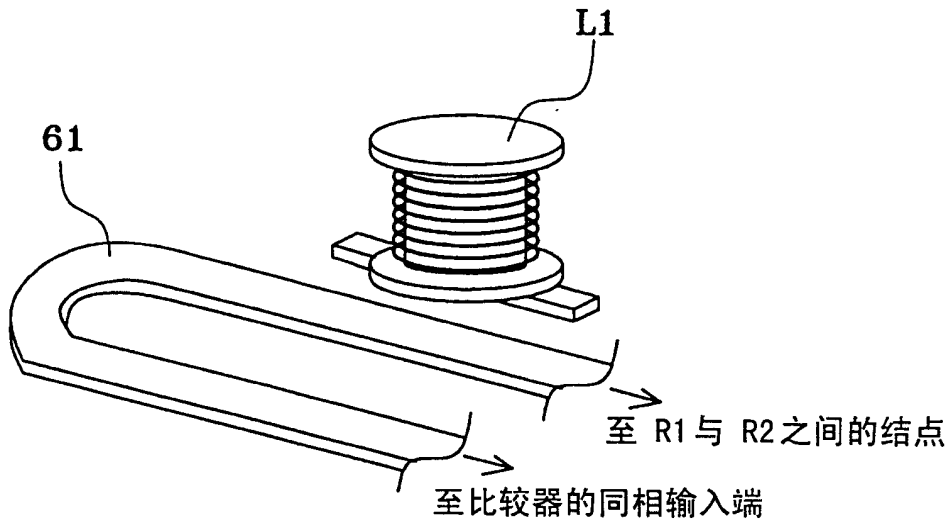


图 13A

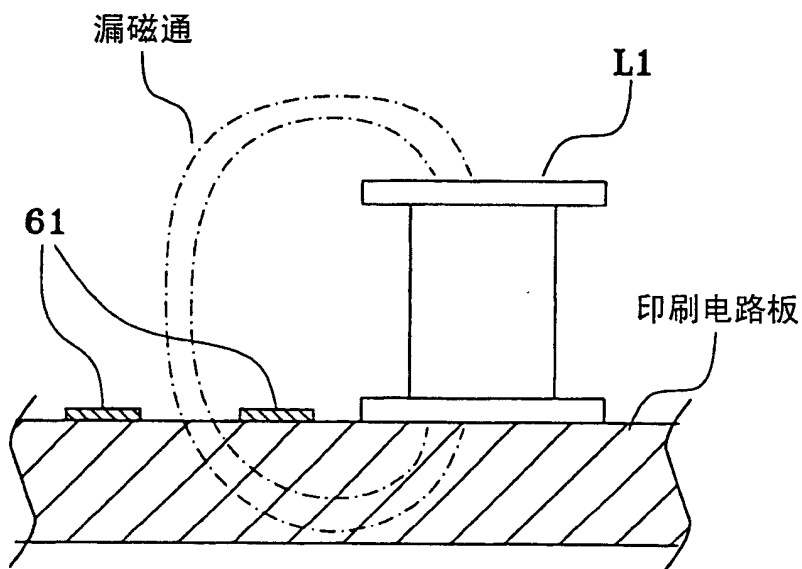


图 13B

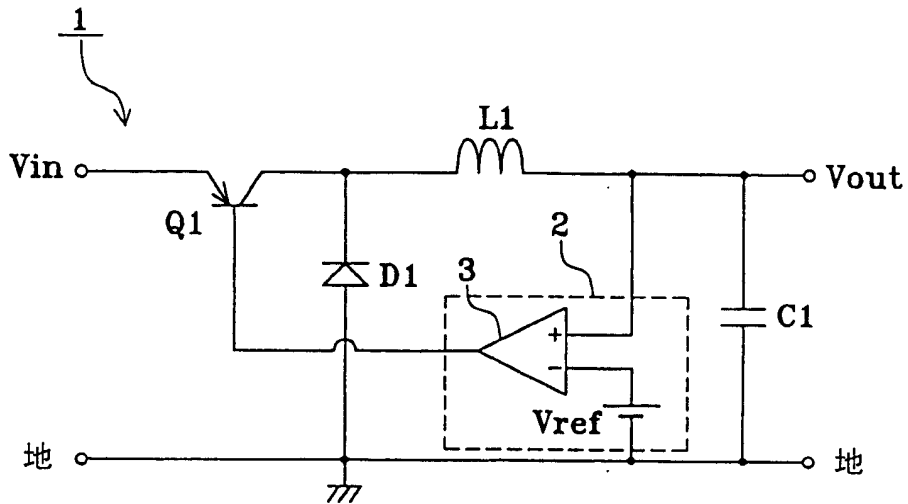


图 14A

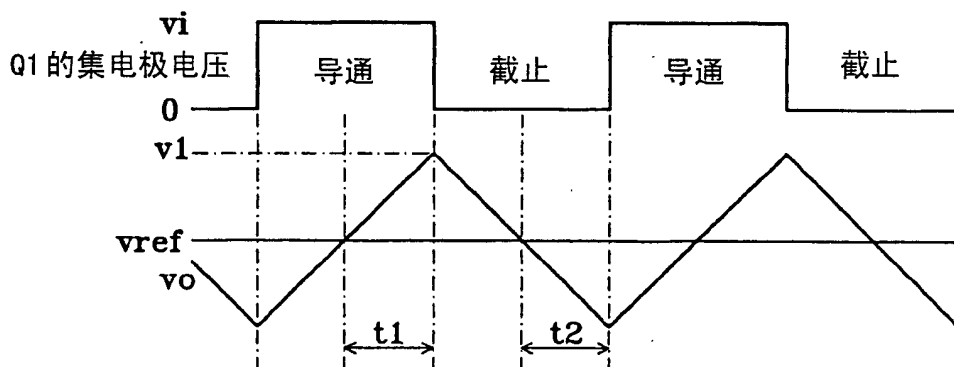


图 14B

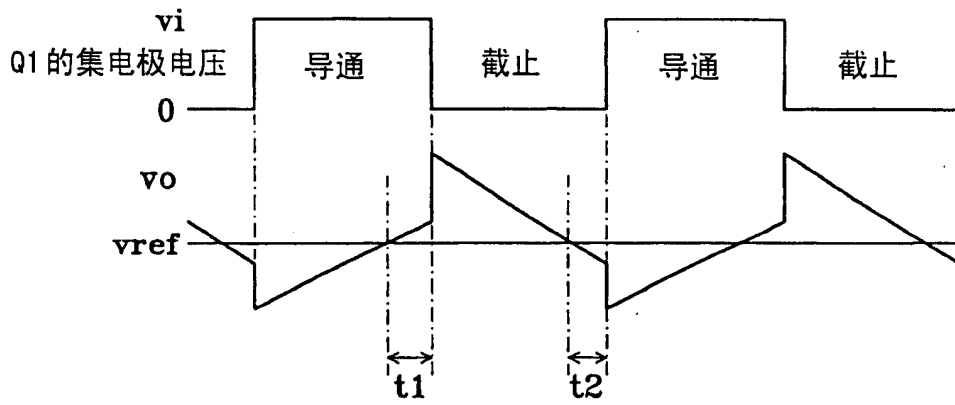


图 15

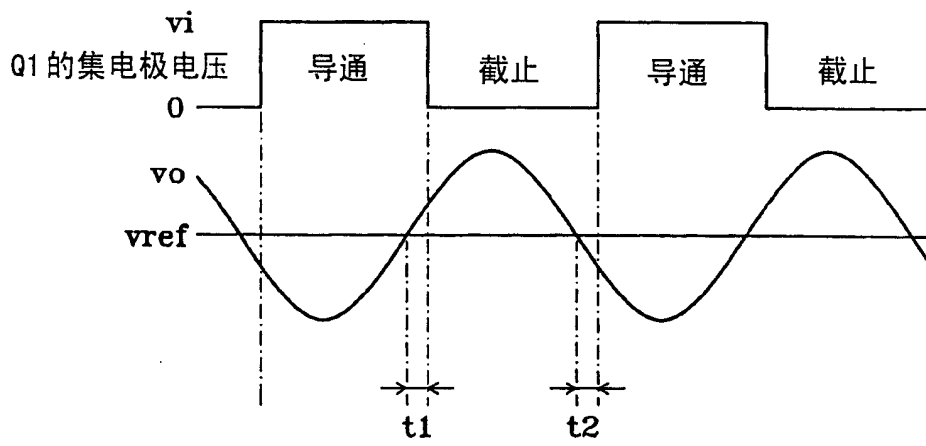


图 16