[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G05F 1/46 (2006.01)
H02M 3/28 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410056435.4

[45] 授权公告日 2009 年 5 月 20 日

[11] 授权公告号 CN 100489723C

[22] 申请日 2004.8.10
[21] 申请号 200410056435.4
[30] 优先权
[32] 2003.8.11 [33] US [31] 10/638,227
[73] 专利权人 半导体元件工业有限责任公司
地址 美国亚利桑那
[72] 发明人 查尔斯·E·米莱
[56] 参考文献
US6037755A 2000.3.14
US2003/0052654A1 2003.3.20
US5359280A 1994.10.25
审查员 张波涛

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所
代理人 李 勇

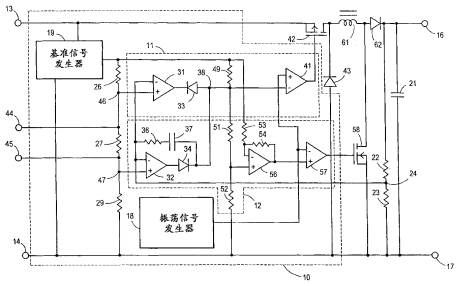
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 4 页

[54] 发明名称

形成高效功率控制器的方法

[57] 摘要

一种功率控制器(10，70)形成输出电压的一个贯穿区域。 当输出电压在贯穿区域的上限和下限之间时，功率控制器(10，70)连续地将输入电压连接到输出端以形成输出电压。 当输出电压处在贯穿区域的上限之上或下限之下时，功率控制器(10，70)开关输出晶体管(42，58)以形成输出电压。



1. 一种形成高效功率控制器的方法，包括:

设置一升压转换器（12），与一降压转换器（11）级联耦合，以接收一输入电压（13），并且在高效功率控制器的输出端（16）上产生一输出电压;

形成高效功率控制器，以便当输出电压大于一个第一值时以开关方式操作降压转换器，并且当输出电压小于一个第二值时以开关方式操作升压转换器，其中第一值大于第二值；以及

形成高效功率控制器，以便当输出电压小于第一值并且大于第二值时，连续地将输入电压耦合到输出端，并且禁止以开关方式操作降压转换器和升压转换器。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，形成高效功率控制器来连续地将输入电压耦合到输出端的步骤包括形成高效功率控制器来连续地使降压转换器的一个输出晶体管（42）工作，并且截止升压转换器的一个输出晶体管（58）。

3. 根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，形成高效功率控制器来连续地使降压转换器的输出晶体管工作并且截止升压转换器的输出晶体管的步骤包括耦合一第一放大器（31），以接收一个代表输出电压的反馈电压（24）以及接收一个第一基准电压（46），并且响应地产生一个控制电压（38），还包括使用控制电压来使降压转换器的输出晶体管（42）工作，并且耦合一第二放大器（56），以接收控制电压，以及使用第二放大器的一个输出来截止升压转换器的输出晶体管（58）。

4. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，形成高效功率控制器以便当输出电压小于第一值并且大于第二值时，连续地将输入电压耦合到输出端并且不以开关方式操作降压转换器或升压转换器的步骤包括形成高效功率控制器来产生一个具有表示第一值的第一电压和表示第二值的第二电压的控制电压（38）。

5. 根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，形成高效功率控制器来产生具有一个表示第一值的第一电压和表示第二值的第二电压的控制电压的步骤包括耦合一个第一放大器（31），来接收一个表示输出电压的反馈电压并且接收一个第一基准电压，并且耦合一个第二放大器（56），来接收一个第二基准电压（47）和控制电压（38）。

6. 根据权利要求 5 所述的方法，还包括耦合一第一比较器（57），来接收第二放大器（56）的一个输出，并且接收一振荡信号（20），以及响应地驱动升压转换器的输出晶体管（58）。

7. 一种操作高效功率控制器的方法，包括:

级联地将一升压转换器与一降压转换器相耦合;

当输出端的输出电压小于第一值并且大于第二值时，连续地将输入电压耦合到高效功率控制器的一个输出端，并且禁止以开关方式操作降压控制器和升压控制器，其中第一值大于第二值。

8. 根据权利要求 7 所述的方法，还包括当输出电压大于第一值或小于第二值时，开关地将输入电压耦合到输出端。

9. 一种高效功率控制器，包括:

耦合在一降压结构中的一第一输出晶体管（42）;

耦合在一升压结构中的一第二输出晶体管（58）;

耦合一第一误差信号放大器（31），用来接收一个表示输出电压的反馈电压并且响应地产生一控制电压;

一第一比较器（41），被耦合用来接收控制电压，并且当控制电压大于第一值时，响应地开关第一输出晶体管（42）; 以及

一加减法放大器（56），被耦合用来接收控制电压，并且当控制电压小于第二值时，响应地开关第二输出晶体管（58）。

10. 如权利要求 9 所述的高效功率控制器，还包括一第二误差信号放大器（32），被耦合用来接收反馈电压并且响应地产生控制电压，并且其中加减法放大器（56）被耦合用来接收控制电压并且响应地开关第二输出晶体管（58），包括一第二比较器（57），被耦合用来接收控制电压并且响应地开关第二输出晶体管（58）。

形成高效功率控制器的方法

技术领域

本发明一般涉及电子设备，尤其是涉及形成功率转换装置的方法。

背景技术

在过去，各种各样的方法和电路用于实现功率转换功能。一种称为降压转换器的典型结构，用于调整其值小于输入电压的输出电压。降压转换器典型地包括通过脉冲宽度调制控制器或其它类似控制器来控制的开关晶体管。开关晶体管能够以开关方式从输入电压提供功率到输出电压，同时输出电压降低到小于期望值。称为升压转换器的另一种典型结构用于调整输出电压，输出电压值大于输入电压值。升压转换器也利用以开关方式操作的开关晶体管来把输入电压值放大到所要求的输出电压值。在一些应用中，升压转换器和降压转换器串联或级联来提供比升压转换器或降压转换器分别能提供的更调准的输出电压。级联的补偿或升压转换器以类似于单独的放大或降压转换器的方式操作开关晶体管。这种级联结构的一个问题是效率问题。这两种转换器都以开关方式处理功率，总效率是两个效率的乘积，因此，效率比所要求的低。低效率导致过度的功耗和发热以及增加了运行成本。

发明内容

因此，理想的是有一种具有增加的效率的功率转换方法。

附图说明

图 1 示意地示出根据本发明的高效功率控制器的一种实施例的一部分；

图 2 示意地示出根据本发明的高效功率控制器的另一实施例的一部分;

图 3 示意地示出根据本发明的图 1 和图 2 的功率控制器一部分的另一种可替换的实施例; 以及

图4示出了根据本发明的包含高效功率控制器的半导体装置的放大平面图。

为了简单和清楚地描述，附图中的元件不需按照比例，并且在不同的附图中用相同的附图标记表示相同的元件。另外，为了简化描述起见，公知的步骤和元件的描述和细节都被省略。在这里使用的载流电极意味着一种装置元件，它通过例如 MOS 晶体管的源极或漏极或者双极型的晶体管的发射极或集电极来传送电流，并且控制电极是指一种装置元件，它通过例如 MOS 晶体管的栅极或双极型晶体管的基极来控制电流。

具体实施方式

图 1 示意性地示出了功率控制器 10 的一部分的实施例,它具有贯穿区域以便于高效率操作。控制器 10 包括一降压控制器 11 和一升压控制器 12，它们以级联的方式相互连接来提供具有所期望值的输出电压。控制器 10 接收电压输入端 13 和电压返回端 14 之间的输入电压，并且在电压输出端 16 和电压返回端 17 之间响应地产生一输出电压。电压返回端 17 典型地与电压返回端 14 相连。降压控制器 11 和升压控制器 12 在总体上通过虚线框表示。反冲二极管 43 辅助操作降压控制器 11，放大二极管 62 辅助操作升压控制器 12，并且电感线圈 61 由两个控制器 11 和 12 的操作共享。

降压控制器 11 包括第一误差信号放大器 31、补偿比较器 41 和补偿输出开关或输出晶体管 42。升压控制器 12 包括第二误差信号放大器 32 和加减法放大器 56、放大比较器 57、以及放大输出开关或输出晶体管 58。电阻器 36 和电容器 37 形成一补偿网络以提供相位补偿，目的是稳定反馈回路并使在输出端 16 上输出电压的振荡最小化。典型

地晶体管 42 是 P 通道型功率 MOS 晶体管，而晶体管 58 是 N 通道型功率 MOS 晶体管，但也可以是其它的能够提供所要求的电流的开关装置。

反馈网络包括电阻器 22 和 23，它们在电压输出端 16 和电压返回端 17 之间串联，目的是在节点 24 处形成反馈电压，它表示在输出端 16 上的输出电压。反馈网络典型地位于功率控制器 10 的外部，但是在一些实施例中也可以是在功率控制器 10 的内部。功率控制器 10 的基准信号发生器 19 在发生器 19 的输出端处提供一基准电压。基准信号发生器 19 是多种实现方式中的一种，它对于本技术领域人员是公知并且包括带隙基准信号发生器。信号发生器 18 也可以包含在功率控制器 10 中。信号发生器 18 产生一振荡信号，它便于使晶体管 42 和 58 以一定的周期比率进行开关切换。在优选的实施例中，从信号发生器 18 产生的振荡信号具有锯齿波形状，它在比电压返回端 14 处的电压大的两个电压之间变化。这种振荡信号对于本技术领域人员是公知的。输出电容器 21 完成对来自控制器 10 的电压的滤波功能。其它公知的功能和电路如平稳起动、欠电压切断、过电压保护、限流、热防护、电流型控制、或者电压型控制也可以包括为控制器 10 的一部分。晶体管 42 和 58、电阻器 22 和 23、二极管 43 和 62 以及电容器 21 典型地位于控制器 10 的外部，但是在一些实施例中任何一个元件或所有的元件也可以在控制器 10 的内部。

典型地，施加在电压输入端 13 和电压返回端 14 之间的输入电压是一个在输出电压的期望值上、下变化的电压。由控制器 10 形成的贯穿区域增加了操作效率，而从变化的输入电压形成输出电压。贯穿区域是输出电压值的一个范围，对于它来说控制器 10 连续地将输入电压连接于输出端 16 来产生输出电压。通常，贯穿区域有第一电压或上限和第二电压或下限。当输出电压不大于上限并不小于下限时，控制器 10 能够连续地使晶体管 42 工作并且使晶体管 58 截止，以便将输入电压耦合到电压输出端 16，从而将输出电压保持在要求的范围内。因此，降压控制器 11 和升压控制器 12 被禁止以开关方式操作。当输出电压

的值比贯穿区域上限大时，升压控制器 12 使晶体管 58 截止，并且降压控制器 11 通过用振荡信号驱动晶体管 42 来以开关方式操作，以便降低输出电压值。当输出电压的值比贯穿区域下限小时，降压控制器 11 连续地使晶体管 42 工作，并且升压控制器 12 通过用振荡信号驱动晶体管 58 来以开关方式操作，以便增加输出电压值。因此，当输出电压大于或小于贯穿区域时，控制器 10 切换地将输入电压耦合到电压输出端 16。本技术领域人员将意识到，由于反馈电路的高增益，输出电压可以比各自的贯穿区域上限或下限仅仅大或小几微伏。典型地上限或下限不会大于输出电压期望值之上或之下的约 10%，然而此数量依赖于输出电压所期望的调整量。

包括电阻器 26、27 和 29 的基准分压器网络连同相关的基准节点 46 和 47，在发生器 19 的输出端和返回端 14 之间串联。基准分压器网络提供两个不同的基准电压值，它由放大器 31 和 32 使用来建立贯穿区域的上限和下限。在节点 46 处的基准电压确定代表贯穿区域上限的输出电压值，并且在节点 47 上的基准电压确定代表贯穿区域下限的输出电压值。在一些实施例中，电阻器 27 可以被省略，并且外电阻器可以与可选择的输入端 44 和 45 相连，来完成电阻器 27 的功能。这种外电阻器提供了一种调整基准电压值的方法。在其它的实施例中，电阻器 27 可以保留，并且与输入端 44 和 45 相连的外电阻器与电阻器 27 并联。

放大器 31 和 32 的输出端通过二极管 33 和 34 形成逻辑“或”，以便在控制节点 38 处形成单独的控制电压。控制电压用来控制两个控制器 11 和 12 以及晶体管 42 和 58 的操作。在贯穿区域的操作模式中，当反馈电压值小于节点 46 的电压值时，放大器 31 的输出被置为高电平，它反向偏置二极管 34 并阻止放大器 31 驱动节点 38。类似地，当反馈电压值大于节点 47 的电压时，放大器 32 的输出被置为低电平，它反向偏置二极管 34 并阻止放大器 32 驱动节点 38。由此，当放大器 31 是高电平而放大器 32 是低电平时，节点 38 不被驱动。电阻器 49、51 和 52 形成一个电阻分压器，它设定施加到放大器 56 的控制电压的

电平。典型地电阻器 49、51 和 52 这样选择，使得在放大器 31 和 32 都不驱动节点 38 时，电阻器 49、51 和 52 在节点 38 上提供一个比施加于比较器 41 的振荡信号最大值更大的电压。这保证了比较器 41 能使晶体管 42 工作，以便将输入电压耦合到电压输出端 16，并且比较器 57 使晶体管 58 截止。同样在这种条件下放大器 31 和 32 都不驱动节点 38，电阻器 49、51、52、53 和 54 被选择来提供在放大器 56 的输出端处的输出电压，它近似等于在节点 38 上的控制电压减去一个比振荡信号的峰间振幅大的偏移量。该条件保证了比较器 57 的输出是低电平并且晶体管 58 是截止的。

在操作过程中，当输出端 16 上的输出电压在贯穿区域内时，在节点 24 上的反馈电压小于节点 46 上的基准电压并且大于节点 47 上的基准电压。由此，放大器 31 的输出是高电压而放大器 32 的输出是低电压，并且二极管 33 和 34 阻止放大器 31 和 32 驱动节点 38。由于电阻器 49、51 和 52 在节点 38 上形成大于振荡信号最大值的电压，比较器 41 的输出是低电平并且晶体管 42 被激活以便将输入电压连接于输出端 16。同样，放大器 56 的输出提供了一个电压，将比较器 57 的输出置为低电平，来截止晶体管 58。

如果输出电压值充分地增大以导致节点 24 上的反馈电压超过节点 46 上的基准电压值，放大器 31 的输出将降低，导致在节点 38 上的控制电压降低。当控制电压值降低于振荡信号的上限值时，比较器 41 响应地产生开关驱动晶体管 42 的脉冲。只要在节点 38 上的控制电压小于信号发生器 18 的振荡信号的上限值就产生脉冲。从比较器 41 输出的脉冲开关晶体管 42，由此以补偿模式操作控制器 10 并且降低输出电压值。只要输出电压值比贯穿区域的上限值大，控制器 10 就继续以补偿模式操作。

如果输出电压降低到一个小于贯穿区域的下限值的数值，反馈电压就降低到一个小于在节点 47 上的基准电压的数值。结果是，放大器 32 的输出电压升高并且相应地升高控制电压。高的控制电压引起放大器 56 的输出增加超过振荡信号的下限，由此使比较器 57 激活以产生

脉冲来开关驱动晶体管 58 并且以放大模式操作控制器 10。只要放大器 56 的输出比从信号发生器 18 中产生的振荡信号的下限值大就产生脉冲。由于输出电压值从放大模式操作中增加，反馈电压也增加使放大器 32 的输出相应地降低，直到输出电压不小于贯穿区域的下限。放大器 56 的输出响应地降低超过振荡信号的下限值，由此促使比较器 57 的输出变为低电平并且截止晶体管 58。

在控制器 10 的一个实施例中，理想的输出电压是 24 伏（24V）并且贯穿区域的上下限分别是 26 伏（26V）和 22 伏(22V)。电阻器 26、27 和 29 被选择来提供在节点 46 上的基准电压 2.6 伏和在节点 47 上的 2.2 伏。电阻器 22 和 23 被选择来在输出电压为 24 伏（24V）时提供 2.4 伏的反馈电压。电阻器 49、51、52、53 和 54 的值这样选择，使加减法放大器 56 从节点 38 上的控制电压中减去 2.5 伏。振荡信号分别具有 2 伏（2.0V）和 1 伏(1.0V)的上峰值和下峰值。因此，当放大器 31 和 32 不驱动节点 38 时，控制电压值为 2.5 伏。施加在电压输入端 13 和返回端 14 之间的输入电压是一个半波整流和滤波的电压，它在大约 18 伏（18V）和 30 伏（30V）之间变化。在此实施例中，控制器 10 以比现有技术的控制器大约高 10%的效率操作。

为了实现这种功能，电阻器 26 的第一端点与发生器 19 的输出端相连，而第二端点不仅与节点 46 而且与电阻器 27 的第一端点相连。电阻器 27 的第二端点与节点 47 和电阻器 29 的第一端点相连。电阻器 29 的第二端点与电压返回端 14 相连。电阻器 22 具有一个与输出端 16 相连的第一端点和一个与节点 24 和电阻器 23 的第一端点相连的第二端点，电阻器 23 具有一个与电压返回端 14 相连的第二端点。放大器 31 具有一个与节点 46 相连的正相输入端、与节点 24 相连的反相输入端和一个与二极管 33 的阴极相连的输出端。二极管 33 的阳极与节点 38 和二极管 34 的阴极相连。二极管 34 的阳极与放大器 32 的输出端相连。放大器 32 的正相输入端与节点 47 相连，并且反相输入端与节点 24 和电阻器 36 的第一端点相连。电阻器 36 的第二端点与电容器 37 的第一端点相连，电容器 37 具有一个与二极管 34 的阴极相连的第

二端点。电阻器 49 具有一个与发生器 19 的输出端相连的第一端点，以及一个与节点 38 和电阻器 51 的第一端点相连的第二端点。电阻器 51 的第二端点与放大器 56 的正相输入端和电阻器 52 的第一端点相连，电阻器 52 具有一个与电压返回端 14 相连的第二端点。放大器 56 的反相输入端与电阻器 54 的第一端点和电阻器 53 的第一端点相连，并且放大器 56 的输出端与电阻器 54 的第二端点相连。电阻器 53 的第二端点与发生器 19 的输出端相连。信号发生器 18 具有一个与比较器 57 的负输入端和比较器 41 正相输入端相连的输出端。比较器 41 具有一个与节点 38 相连的负输入端，以及一个与晶体管 42 的栅极相连的输出端。晶体管 42 的源极与输入端 13 相连，并且漏极与二极管 43 的阴极和电感线圈 61 的第一端点相连。二极管 43 的阳极与电压返回端 14 相连。电感线圈 61 的第二端点与二极管 62 的阳极和晶体管 58 的漏极相连。晶体管 58 的源极与电压返回端 14 相连，并且晶体管 58 的栅极与比较器 57 的输出端相连。比较器 57 的正相输入端与比较器 56 的输出端相连。电容器 21 的第一端点与输出端 16 和二极管 21 的阴极相连，并且电容器 21 的第二端点与电压返回端 14 相连。

图 2 示意性地示出了功率控制器 70 的实施例的一部分，该功率控制器 70 是图 1 中所示功率控制器 10 的另一个替代实施例。控制器 70 在降压控制器 71 之前耦合升压转换器 72。升压转换器 72 级联配置连接于降压控制器 71 后面。这是控制器 10 的相反布置。由于不同的连接，二极管 43 和 62 的结构以及电感线圈 61 也与控制器 10 的那些结构不同。电感线圈 61 和二极管 43 位于晶体管 42 和输出端 16 之间。另一个附加的输入电感线圈 64 与二极管 64 串联。连接一个滤波电容器 65 以接收升压转换器 72 的输出电压，并通过使用转换器 71 存储能量。除了高效率之外，转换器 70 在输入端 13 上有最小的高频脉动电流，并且转换器 70 也为电容器 21 提供一个连续的输出电流，导致在输出端 16 上的高频脉动电压较小。晶体管 42 和 58、二极管 43 和 62、电阻器 22 和 23、电感线圈 61 和 64 以及电容器 21 和 65 典型地位于控制器 70 的外部，但是在其它实施例中任意或所有的元件也可以包含

在控制器 10 内。

为了促进这种功能，控制比较器 41 和 57 的控制器 70 的各元件以与控制器 10 的相同元件同样的方式相互连接。然而，晶体管 42 和 58 的连接不同。晶体管 58 的源极与返回端 14 相连，栅极与比较器 57 的输出端相连，并且漏极与电感线圈 61 的第一端点以及二极管 62 的阳极相连。电感线圈 64 的第二端点与输入端 13 相连。二极管 62 的阴极与电容器 65 的第一端点和晶体管 42 的源极相连。晶体管 42 的漏极与二极管 43 的阴极和电感线圈 61 的第一端点相连，并且栅极与比较器 41 的输出端相连。电感线圈 61 的第二端点与输出端 16 相连。二极管 43 的阳极和电容 65 的第二端点与返回端 14 相连。

图 3 示意性地示出了在图 1 中所示的功率控制器 10 的一部分的替代实施例。在图 3 的替代实施例中，放大器 31 和 32 的输出端分开以形成两个控制电压，而不是像在图 1 的实施例中那样产生单个控制电压。放大器 31 的输出形成第一控制电压，当输出电压大于贯穿区域的上限值时，第一控制电压直接驱动比较器 41 来开关驱动晶体管 42。类似地，放大器 32 的输出形成第二控制电压，当输出电压小于贯穿区域的下限值时，第二控制电压直接驱动比较器 57 来开关驱动晶体管 58。因此，二极管 33 和 34、电阻器 49、51、52、53 和 54 以及放大器 56 被省略。电阻器 39 和电容器 40 的补偿网络可以以类似于电阻器 36 和电容器 37 的方式连接于放大器 31，来提高控制器 10 的稳定性。对贯穿区域的上限和下限单独进行补偿来提高控制器的稳定性。另外，输入电阻器 66 和 67 将反馈电压耦合到放大器 31 和 32 的输入端。电阻器 66 和 67 在放大器 31 和 32 的输入端之间辅助提供某些隔离。

为了实现上述操作，放大器 31 的输出端与比较器 41 的反相输入端和电容器 40 的第一端点相连。电容器 40 的第二端点与电阻器 39 的第一端点相连，电阻器 39 具有一与放大器 31 的反相输入端相连的第二端点。放大器 32 的输出端与比较器 57 的正相输入端相连。

图 4 示出了半导体装置 80 的放大的平面图，半导体装置 80 包括在图 1 中所示的高效功率控制器 10。装置 80 形成在半导体电路小片

81 上。

由以上全部论述中，很明显公开了一种新颖的装置和方法。形成贯通电压区域以便于将输入电压耦合到输出端，以受控制的方式形成输出电压来提高电压转换的效率。使用上限电压和下限电压来提供电压电平，以便在连续将输入电压耦合到输出端和切换输出晶体管来形成输出电压之间转换。

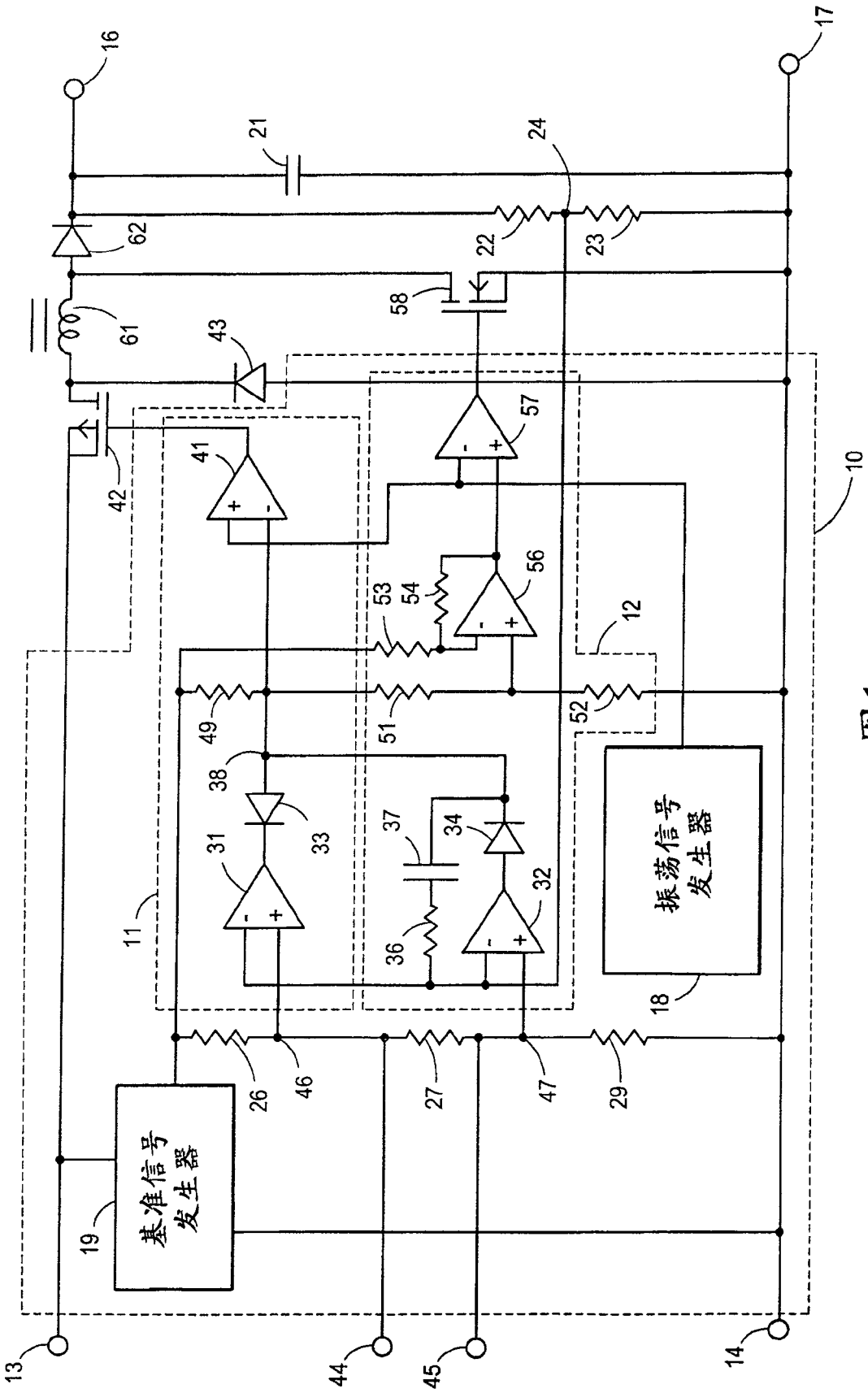

16
17
21
24
62
22
23
58
61
43
57
41
42
10
56
53
54
12
49
51
52
38
33
37
34
31
32
11
36
振荡信号发生器
18
26
46
27
47
29
基准信号发生器
19
13
44
45
14

图1

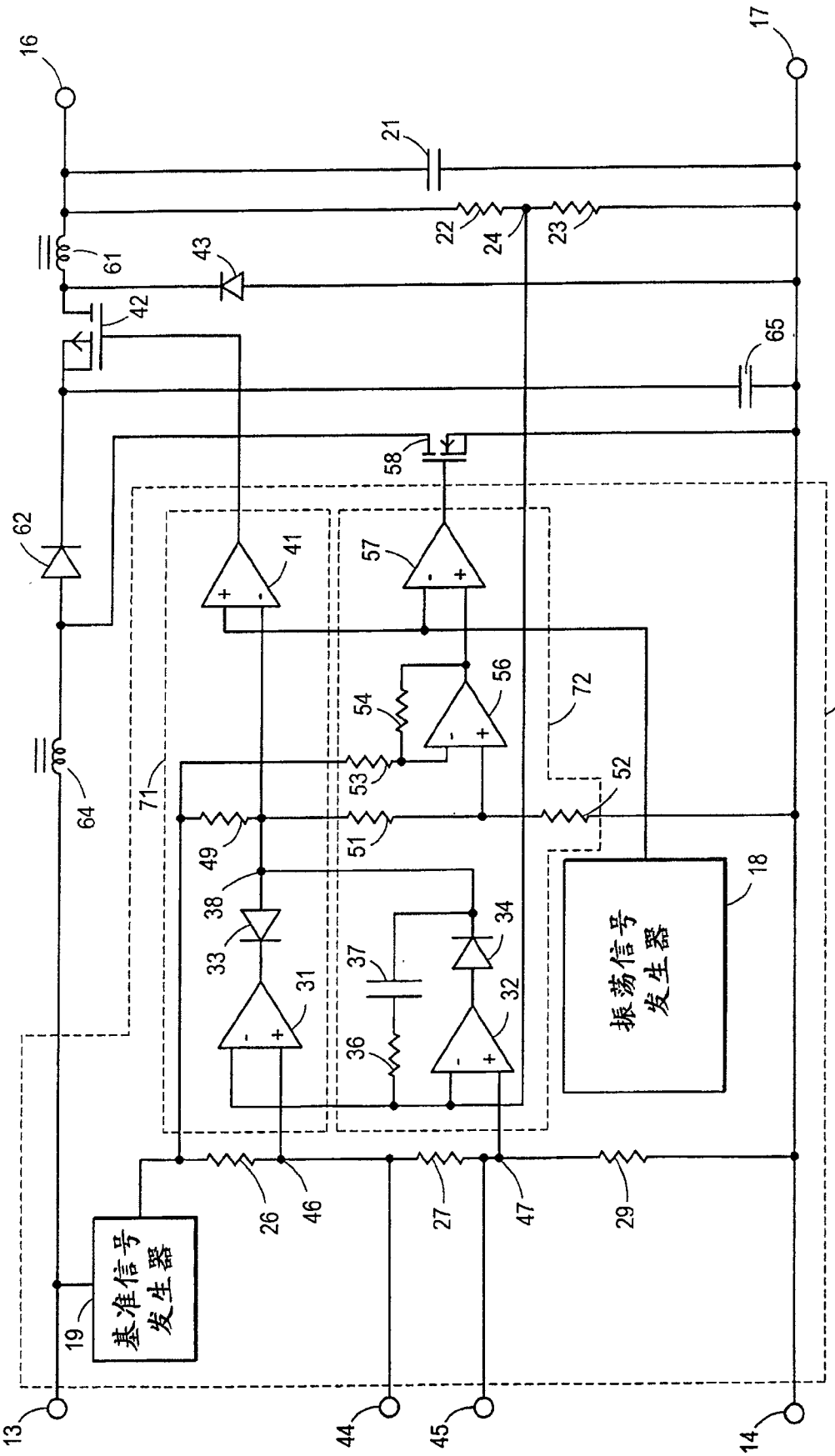

16
17
21
22
24
23
61
43
42
65
58
62
41
57
56
54
53
72
70
71
64
52
49
51
38
18
振荡信号发生器
33
34
37
31
32
36
26
46
27
47
29
基准信号发生器
19
13
44
45
14

图2

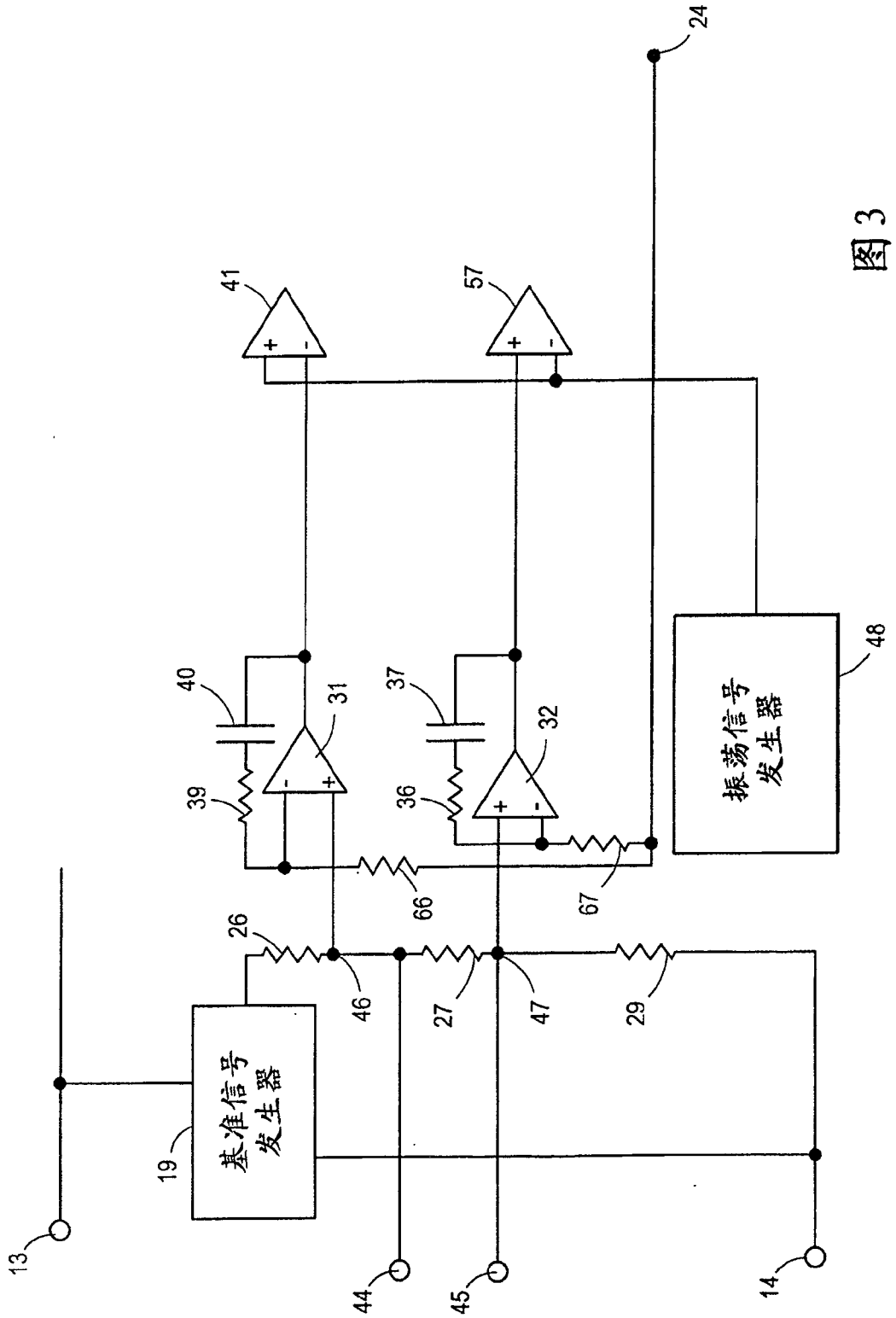

24
41
57
40
31
37
32
39
36
48
振荡信号
发生器
66
67
26
46
27
47
29
基准信号
发生器
19
13
44
45
14

图 3

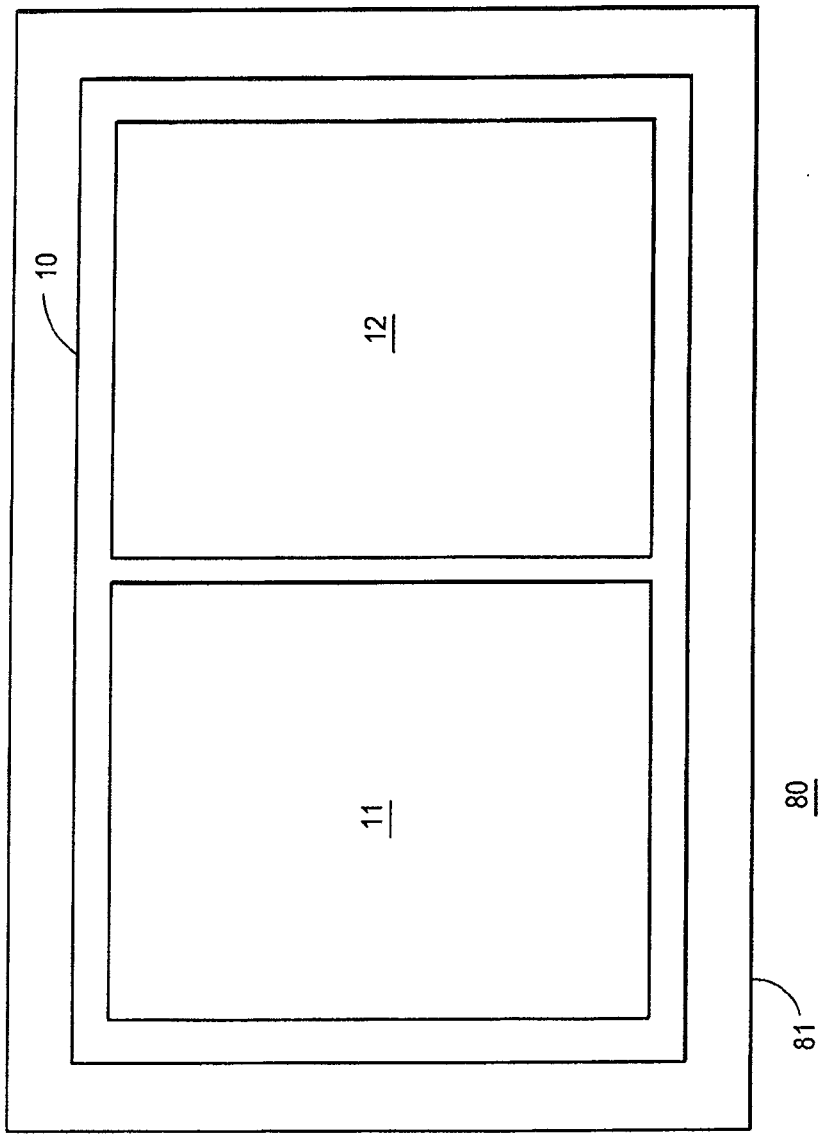


图 4