

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H02M 3/07 (2006.01)

H02M 3/158 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480029936.1

[43] 公开日 2006年11月22日

[11] 公开号 CN 1868107A

[22] 申请日 2004.10.6

[21] 申请号 200480029936.1

[30] 优先权

[32] 2003.10.13 [33] EP [31] 03103768.2

[86] 国际申请 PCT/IB2004/051984 2004.10.6

[87] 国际公布 WO2005/036723 英 2005.4.21

[85] 进入国家阶段日期 2006.4.12

[71] 申请人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 赫尔曼纳斯·J·埃芬

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 王 英

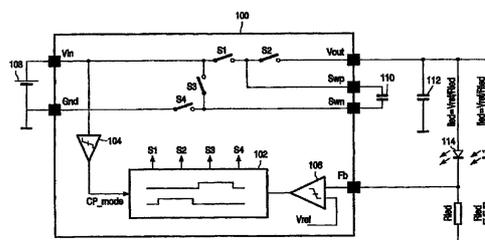
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 5 页

[54] 发明名称

升压变换器

[57] 摘要

本发明涉及一种能工作在电容性和电感性模式下的升压变换器(100)。在电容性模式下,该变换器通过使用一组开关(S1、S2、S3、S4)和一组电容器(110、112)来作为电荷泵电路工作。在电感性模式下,该变换器使用所述一组开关的子组(S2、S4)和电感来作为升压电路工作。通过选择端子(Vin)来选择模式,在电容性模式下该选择端子(Vin)也用于将电池(108)连接到升压变换器(100)上。



1、一种升压变换器，其具有电容性工作模式和电感性工作模式，和用于选择所述电容性或电感性模式的选择端子(Vin)。

2、如权利要求1所述的升压变换器，其中在所述电容性模式中，将所述选择端子连接到电压源(108)，并且其中在所述电感性模式中，将所述选择端子连接到地(Gnd)。

3、如权利要求1或2所述的升压变换器，还包括用于执行开关序列的开关装置(102、S1、S2、S3、S4)，所述开关序列包括空闲阶段、能量存储阶段和能量转移阶段。

4、如权利要求3所述的升压变换器，所述开关装置具有用于所述电容性模式的一组开关(S1、S2、S3、S4)和用于所述电感性模式的所述一组开关的子组(S2、S4)。

5、如权利要求3或4所述的升压变换器，所述开关装置包括用于接收时钟信号的计数器装置。

6、如前述权利要求中任一项所述的升压变换器，还包括第一比较器(104)，其连接到所述选择端子，用于确定所述电容性或电感性模式的选择。

7、如前述权利要求中任一项所述的升压变换器，还包括第二比较器(106)，用于将外部电阻元件(Rled)上的电压降和参考电压(Vref)进行比较，以触发从空闲阶段到能量存储阶段的转换。

8、一种电源，包括：

-用于容纳电池(108)的装置，
-升压变换器(100)，其具有电容性模式和电感性模式，以及至少第一端子(Vin)和第二端子(Swn)，
其中，将所述电池连接到所述第一端子用于所述电容性模式的选择，以及将所述电池连接到所述第二端子用于所述电感性模式的选择。

9、一种 DC/DC 转换的方法，所述方法包括以下步骤：

-选择电容性或电感性模式，以确定开关序列，
-执行所述开关序列，以提供空闲阶段、能量存储阶段和能量转移阶段，

其中，一组开关(S1、S2、S3、S4)工作在所述电容性模式下，以及所述一组开关中的子组(S2、S4)工作在所述电感性模式下。

10、如权利要求 9 所述的方法，其中通过将选择端子(Vin)连接到第一和第二预定电压中的一个，选择所述电容性或电感性模式。

11、如权利要求 10 所述的方法，其中在所述电容性模式下，所述第一预定电压是由电压源(108)提供的电压，并且其中在所述电感性模式下，所述第二预定电压为地电位。

升压变换器

本发明涉及 DC/DC 变换器领域，尤其但不限于涉及升压变换器。

现有技术中，升压变换器用来提供大于供电电压的输出电压。它尤其适用于要求工作电压高于电池电压的电池供电设备。

升压变换器通常用作白光发光二极管的电源，例如该白光发光二极管为像移动电话或个人数字助理这样的便携式应用中的显示器或键盘提供照明。

升压变换器实质上是一种开关模式电源的形式。在现有技术中公开了多种升压变换器的设计，例如 US6469476B1、US5847949、US5831846、UK2302619A 和 EP1049240A1 中的公开。

目前主要使用两种升压变换器的实现。电容性升压变换器也称为电荷泵，主要用于低成本应用和元件的最小尺寸很重要的应用中。该电容性变换器通常实现为受控倍压电路，因为这会导致最少数量的外部元件，即两个电容。必须将多个白光发光二极管(LED)并联连接到该电容性变换器的输出端。需要多个单独的电流平衡电阻来平衡通过每个白光 LED 的电流，这是从这些 LED 获得均匀的亮度所必需的。

电感性变换器用于高电源效率比成本和/或元件的尺寸更为重要的应用中。就输入/输出电压的关系而言，电感性变换器比电容性变换器更灵活。多个白光 LED 可以串联连接，确保相同的正向电流，从而使所有 LED 的亮度一致。

本发明提供了一种既可以工作在电容性模式下也可以工作在电感性模式下的升压变换器。这使用户不用更换变换器本身，就能将特定的应用优化为电容性模式下的低成本或电感性模式下的最优性能。通过选择端子来执行模式选择。

根据本发明的优选实施例，该选择端子不是一个额外的选择管脚，而是升压变换器用于连接外部元件的多个端子中的一个。这尤其有利，因为它限定了升压变换器的外部管脚的个数。

根据本发明的另一优选实施例，通过将输入电压源连接到选择端子来选择电容性工作模式。通过将选择端子连接到地，选择电感性工作模式。这具有的优势是，在该变换器上不需要额外的管脚来设置电容性或电感性模式。

根据本发明的另一优选实施例，该升压变换器具有开关控制器，用于为电容性和电感性模式提供开关序列。在电容性和电感性模式中，所述开关序列都具有空闲阶段、能量存储阶段以及能量转移阶段。

根据本发明的另一优选实施例，该升压变换器具有在电容性模式下工作的一组开关。在电容性模式下使用的该组开关中的一个子组工作在电感性模式下。

根据本发明的另一优选实施例，开关控制器通过与时钟信号相连接的计数器实现。

根据本发明的另一优选实施例，该升压变换器具有比较器，该比较器连接到选择端子，以便确定电容性或电感性模式的选择。通过该比较器将施加到选择端子上的电压和参考电压进行比较。如果选择端子上的电压超过了该门限，这表示选择了电容性模式；同样地，如果在选择端子上的电压低于该门限，这表示选择了电感性模式。

根据本发明的另一优选实施例，该升压变换器具有比较器，该比较器的一个输入端连接到外部电阻元件。该比较器将外部电阻元件上的电压降和参考电压进行比较。当外部电阻元件上的电压降表示需要更多能量时，即当该电压降低于参考电压时，触发从空闲阶段或能量存储阶段到能量转移阶段的转换。

本发明对于电池供电的应用尤其有用，诸如 LED 供电电路、移动电话的用户识别模块(SIM)的升压变换器、USB 接口或者其它电池供电应用中基于 5V 的接口。

下文中通过参考附图，将对本发明的优选实施例进行更详细描述，其中：

图 1 是处于电容性模式的升压变换器的优选实施例的电路示意图；

图 2 说明了处于电容性模式的升压变换器的开关的开关序列；
图 3 是处于电感性模式的图 1 的升压变换器的电路示意图；
图 4 说明了处于电感性模式的升压变换器的开关的开关序列；
图 5 是本发明一种方法的优选实施例的流程图。

图 1 示出了升压变换器 100。升压变换器 100 具有外部端子 V_{in} 、 Gnd 、 V_{out} 、 S_{wp} 、 S_{wn} 以及 M 。

将开关 S_1 和 S_2 串联连接在端子 V_{in} 和 V_{out} 之间。将端子 S_{wp} 连接到开关 S_1 和 S_2 的公共端。将开关 S_3 连接到端子 V_{in} 和 S_{wn} 之间。将开关 S_4 连接到 Gnd 和 S_{wn} 之间。

此外，升压变换器 100 具有开关控制器 102。开关控制器 102 提供输出信号 S_1 、 S_2 、 S_3 和 S_4 ，以控制各个开关 S_1 、 S_2 、 S_3 和 S_4 。开关控制器 102 实现开关 S_1 到 S_4 的两种可选择的开关序列，分别对应于电容性和电感性模式。

将开关控制器 102 连接到史密斯触发器 104 的输出端，该史密斯触发器 104 确定模式选择。将史密斯触发器 104 的输入端连接到模式选择端子，即端子 V_{in} 。

升压变换器 100 的比较器 106 将施加在反馈端子 Fb 的电压和参考电压 V_{ref} 进行比较。当端子 Fb 上的电压降到参考电压 V_{ref} 以下时，比较器 106 提供给开关控制器 102 一个触发信号，以启动可应用的开关序列。

这里说明的应用例子中，将电池 108 连接到升压变换器 100 的端子 V_{in} 和 Gnd 之间。电池 108 提供 DC 电压，升压变换器 100 要将该 DC 电压上变换为更高的 DC 电压。

将外部电容 110 连接到升压变换器 100 的端子 S_{wp} 和 S_{wn} 之间；将外部电容 112 连接到端子 V_{out} 和地线之间。

将至少一个外部发光二极管(LED)连接到升压变换器 100 的端子 V_{out} 和 M 之间。此外，将外部电阻 R_{led} 连接到端子 Fb 和地之间。可以将一个或多个另外的 LED 和电阻 R_{led} 的串联连接并联连接到端子 V_{out} 和地之间。

在工作中，施加到端子 V_{in} 上的电池电压使得在史密斯触发器 104 的输出端产生表示电容性模式的模式选择信号。作为响应，开关控制器 102 选择电容性模式的开关序列。

通过所选择的开关序列，升压变换器 100 将足够的电荷转移到电容 110 内，为至少一个 LED 114 提供基本恒定的供电电压。通过测量在电阻 R_{led} 上的电压降并且通过比较器 106 将该电压降与 V_{ref} 进行比较，调节从升压变换器 100 提供到电容 110 的电荷量。这样，将端子 F_b 上的电压控制到约等于 V_{ref} 。因此，流过 LED 114 和电阻 R_{led} 的电流约为：

$$I_{led} = V_{ref} / R_{led}。$$

图 2 更详细地示出了电容性模式的开关序列。该开关序列具有空闲阶段、能量存储阶段以及能量转移阶段。

在空闲阶段，所有开关 S_1 到 S_4 是打开的。在能量存储阶段，由开关控制器 102(比较图 1)控制开关 S_1 和 S_4 闭合，而开关 S_2 和 S_3 保持打开。这样，将电容器 110 并联到供电电压上，该供电电压由连接到升压变换器上的外部电池提供。从而将电荷“泵”进电容器 110 中。

经过预定时间量后，该开关序列进入能量转移阶段，其中开关控制器控制开关 S_1 和 S_4 打开，开关 S_2 和 S_3 闭合。这样，从电容器 110 提供电荷给外部负载，即这里考虑的例子中的至少一个 LED 114。

换句话说，在能量存储阶段用 V_{in} 电压为电容器 110 充电；这样在电容器 110 上的电荷 Q 等于 $Q = V_{in} \cdot C_{110}$ ，其中 C_{110} 是电容器 110 的电容值。在能量转移阶段，电容器 110 上的电荷转移到输出端，从而转移到电容器 112 上，使得输出电压增加 $V_{in} \cdot C_{110} / C_{112}$ ，其中 C_{112} 是电容器 112 的电容值。

在这种情况下输出负载是 LED，该输出负载由电容器 112 供电，所以电容器 112 上的电荷通过该负载下降 $\Delta Q = I_{load} \cdot \text{时间}$ ，其中 I_{load} 是所有电流 I_{led} 的总和。

电容器 112 上更低的电压引起更低的负载电流，从而端子 F_b 上的电压更低。所以一段时间后，在反馈端子 F_b 上的电压降低到低于

比较器 106 的开关电平。当这种情况出现时，启动新的序列。从而该电流反馈确保了该开关序列的重复频率能够获得期望的流过负载的平均电流水平，因而

$$F_{sw} * V_{in} * C_{110} = I_{led} * R_{led} \Rightarrow F_{sw} = (I_{led} * R_{led}) / (V_{in} * C_{110})$$

其中 F_{sw} 是开关频率。

接着，由开关控制器 102 实现的开关序列回到空闲阶段，直到由比较器 106 触发了下一个开关序列。应该注意，根据具体实现，该开关序列既可以开始于空闲阶段，也可以开始于能量存储阶段。

图 3 示出了处于电感性模式中的升压变换器 100。在电感性模式中，端子 V_{in} 和 Gnd 连接到地。端子 V_{out} 连接到外部负载。在这里考虑的例子中，外部负载是至少一个 LED 114 或者一连串 LED 114。端子 V_{out} 还连接到外部电容 116 上，该电容 116 的另一端连接到地。

端子 S_{wp} 和 S_{wn} 连接到电感 118 的一端。电感 118 的另一端连接到电池 108。

由于模式选择端子 V_{in} 处的地电位，所以由史密斯触发器 104 检测电感性模式。响应于由史密斯触发器 104 提供的相应模式选择信号“DC_mode”，开关控制器 102 选择电感性模式的开关序列。

依靠这种开关序列，从升压变换器 100 提供能量给电感 118，该电感 118 为至少一个 LED 114 供电。根据在端子 F_b 感测到的电阻 R_{led} 上的电压降，控制从升压变换器 100 转移到电感 118 上的能量。结果产生基本恒定的电流 I_{led} 流过至少一个 LED 114，即

$$I_{led} = V_{ref} / R_{led}$$

图 4 中详细说明了电感性模式下的开关序列。在电感性模式下的开关序列和在电容性模式下的情况一样，具有空闲阶段、能量存储阶段以及能量转移阶段。在空闲阶段，所有的开关打开。在能量存储阶段，开关 S_4 闭合而其它所有的开关仍保持打开。这样电流流过电感 118，从而能量存储在产生的电磁场中。

在随后的能量转移阶段，该能量从电感 118 转移到负载。在能量转移阶段，开关 S_2 闭合且开关 S_4 打开，同时开关 S_1 和 S_3 仍保持打开。比较器 106 触发以能量存储阶段开始的新序列。在这里考虑的

优选实施例中，比较器 106 不启动能量转移阶段。能量存储阶段具有由控制器 102 设定的固定持续时间。能量转移阶段自动跟随在能量存储阶段之后。

当电感中的所有能量都转移到输出时，也就是当电感中的电流减小为零时，能量转移阶段结束。这个时刻通常由比较器 107 检测，该比较器 107 监视流过开关 S2 的电流。当比较器 107 检测到开关 S2 中的零电流电平时，进入空闲阶段。当输出电流下降到反馈比较器 106 的门限电平以下时，该反馈比较器启动新的序列。注意，在电容性模式下没有使用零电流检测比较器 107，即未激活该比较器。

注意，在这里考虑的优选实施例中，除了开关 S1 和 S3 在电感性模式下未工作，即在电感性模式的全部时间内开关 S1 和 S3 保持打开以外，电容性模式和电感性模式的开关序列是相同的。

图 5 示出了对应的流程图。在步骤 200 中电源接通。在步骤 202 中确定所选模式。这通过将选择端子 V_{in} 上的电压电位和门限电平相比较来完成。如果 V_{in} 上的电位高于门限电平，表示选择了电容性模式。然后在步骤 204 中选择电容性开关序列。如果情况相反，则在步骤 206 中选择电感性开关序列。

在任一种情况下，在步骤 208 中确定端子 Fb 上的电压是否低于参考电压 V_{ref} 。如果判断为否，则什么也不会发生，直到端子 Fb 上的电压电位降低到参考电压 V_{ref} 以下。当端子 Fb 上的电压电位降低到参考电压 V_{ref} 以下时，在步骤 210 中开始开关序列以便进入能量转移阶段，使得端子 Fb 上的电压电位上升到参考电压 V_{ref} 之上。经过预定时间量之后，能量转移阶段完成，并且该控制回到步骤 208。

参考标号列表：

- 100 升压变换器
- 102 开关控制器
- 104 史密斯触发器
- 106 比较器
- 107 比较器

- 108 电池
- 110 电容器
- 112 电容器
- 114 LED
- 116 电容器
- 118 电感

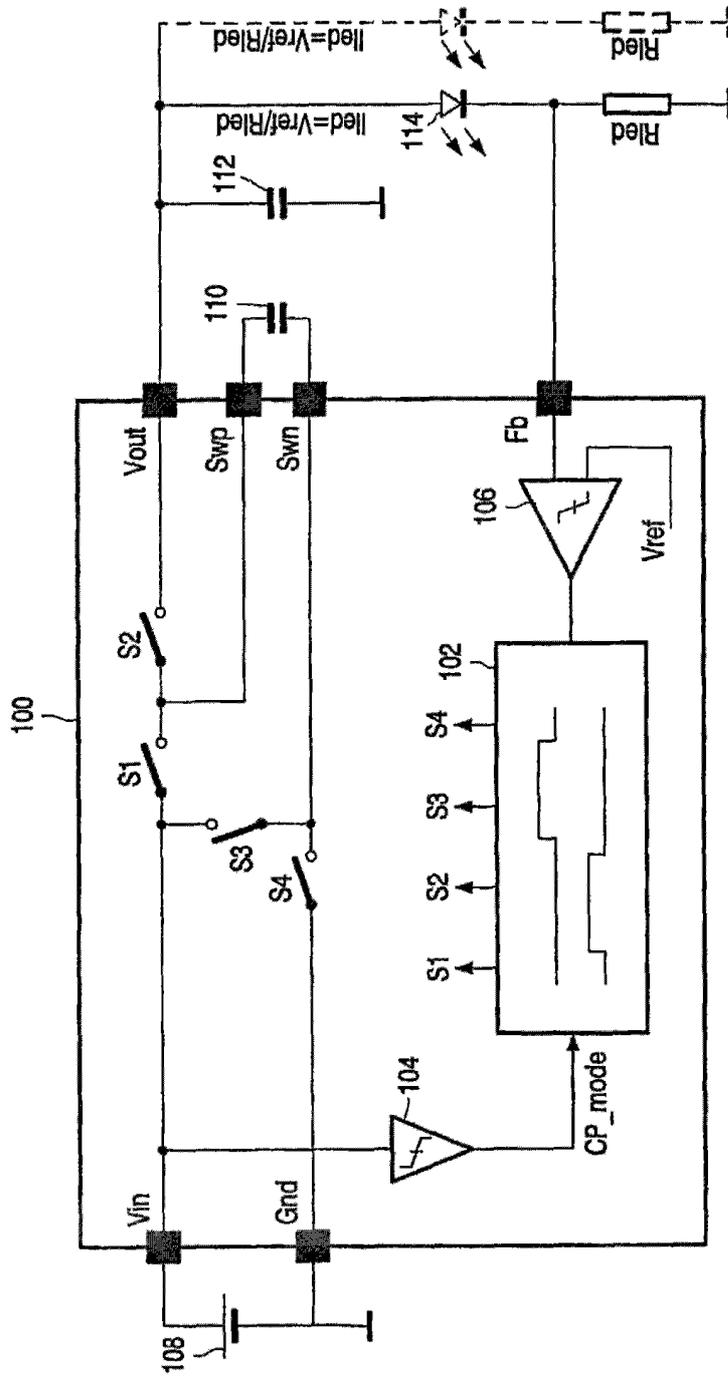


图1

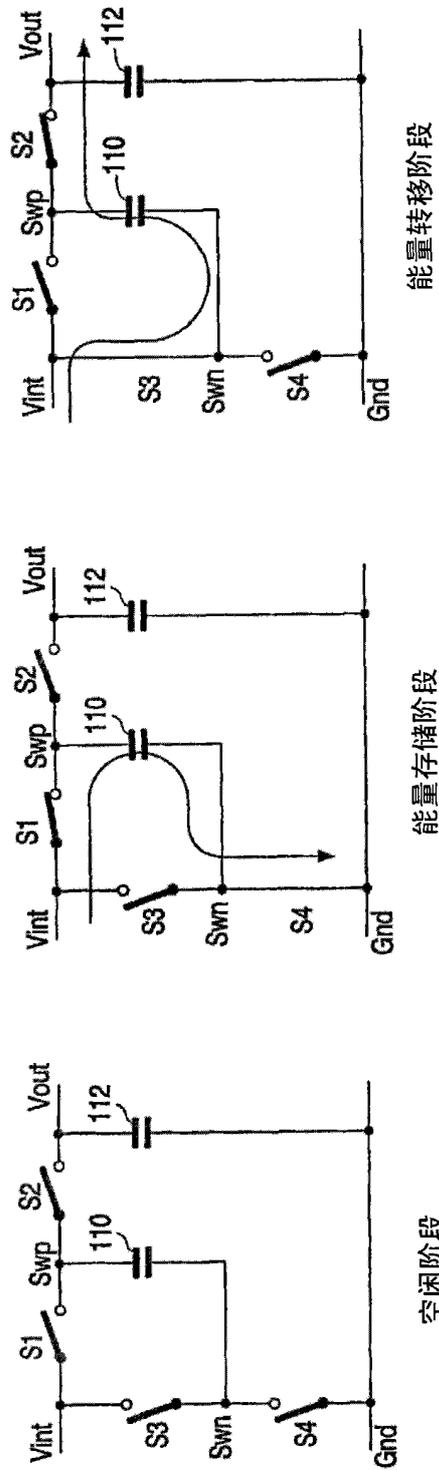


图2

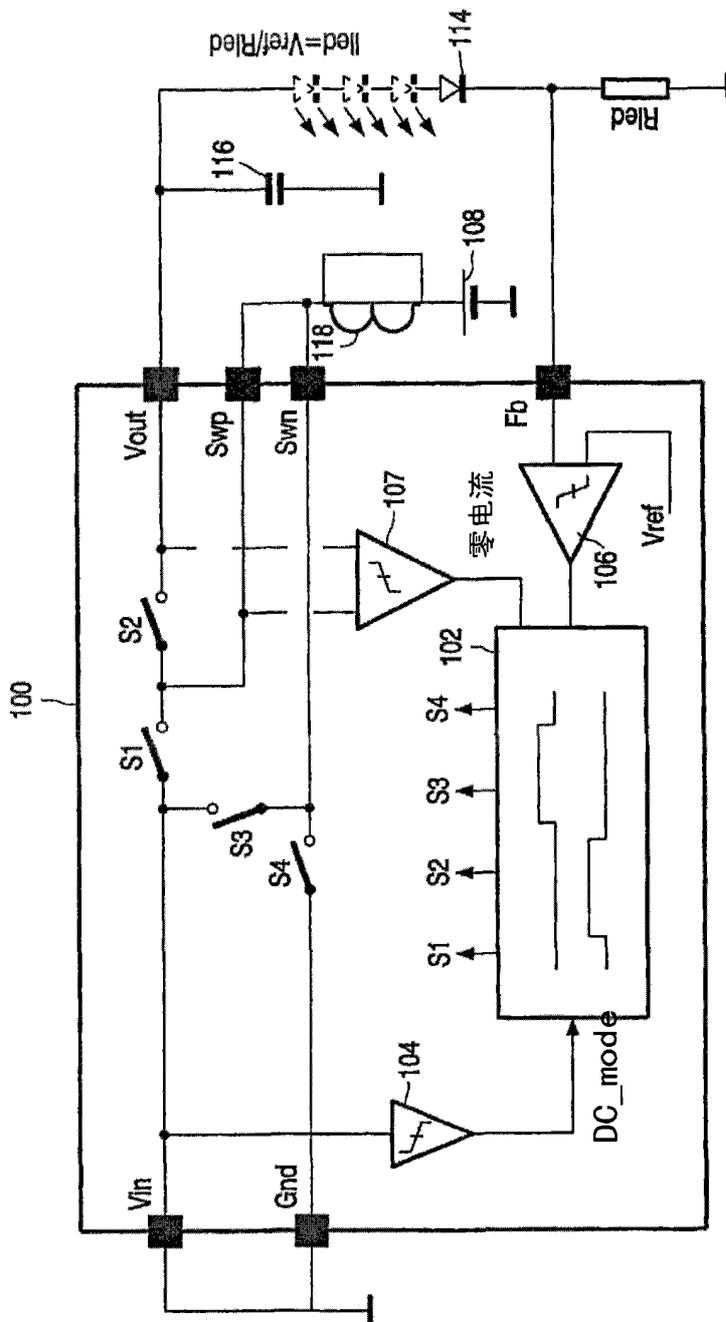


图3

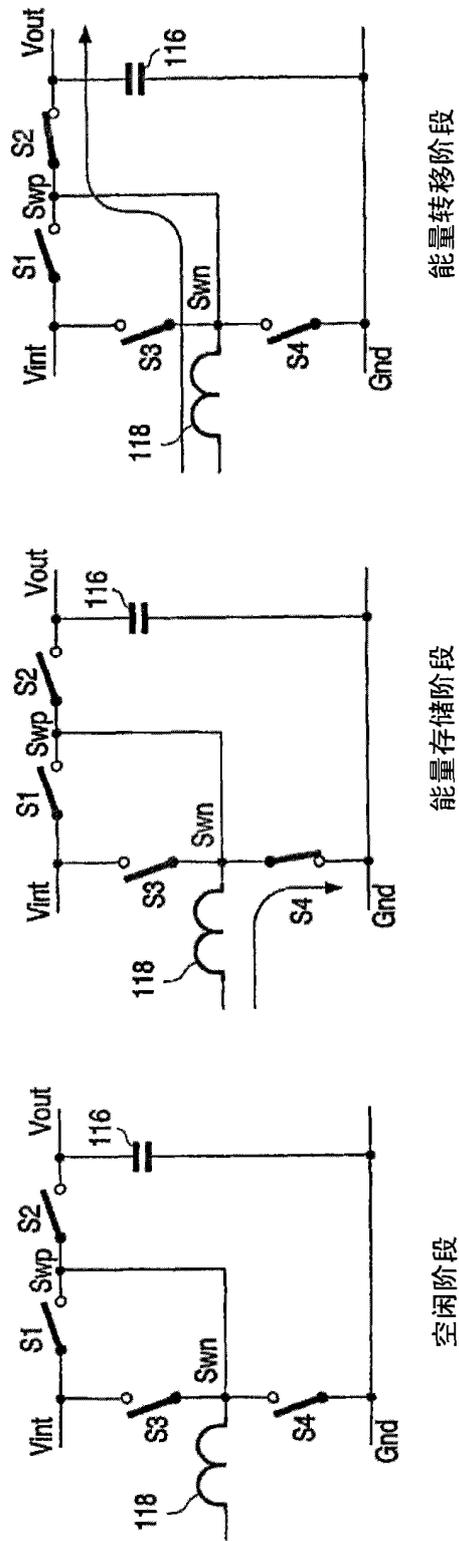


图4

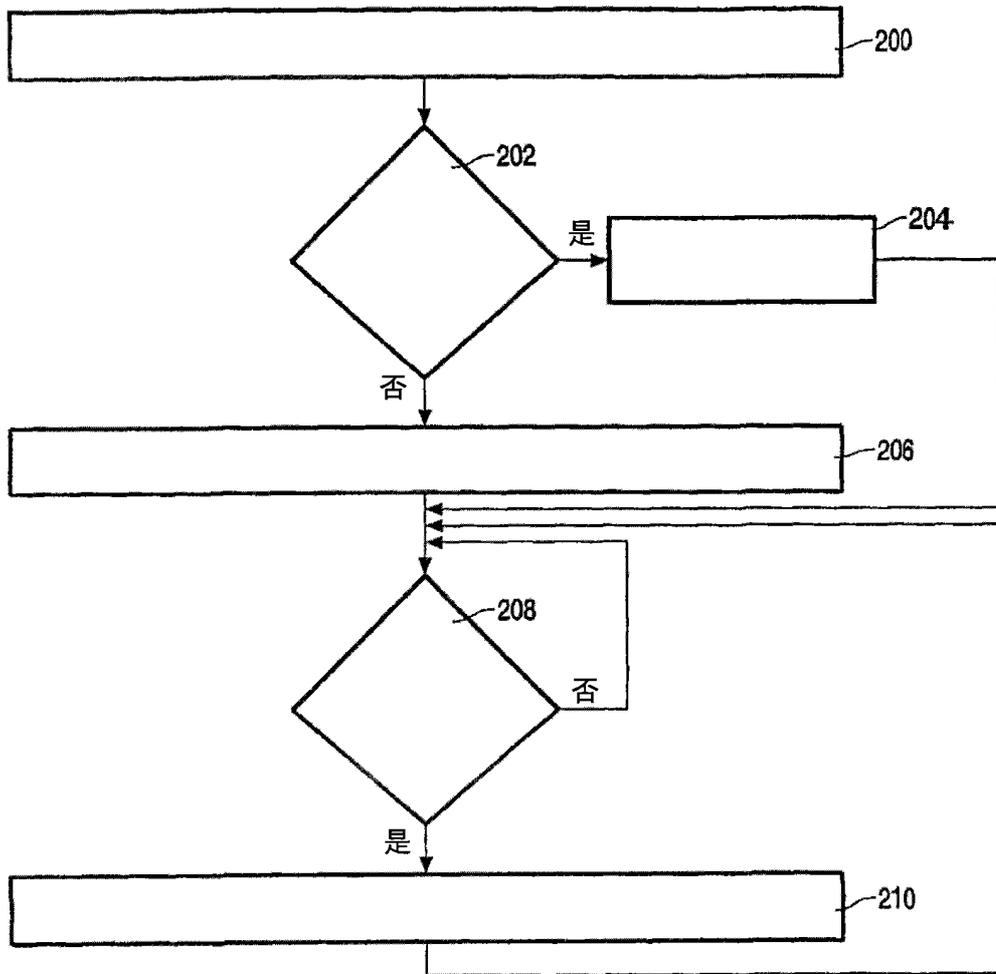


图5