



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106849657 B

(45)授权公告日 2019.06.21

(21)申请号 201611051238.2

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2016.11.24

H02M 3/158(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

(56)对比文件

申请公布号 CN 106849657 A

CN 104795994 A, 2015.07.22,

(43)申请公布日 2017.06.13

US 6043634 A, 2000.03.28,

(30)优先权数据

US 2009174262 A1, 2009.07.09,

14/952,003 2015.11.25 US

CN 103427689 A, 2013.12.04,

(73)专利权人 罗克韦尔自动化技术公司

CN 103797698 A, 2014.05.14,

地址 美国俄亥俄州

CN 101630907 A, 2010.01.20,

审查员 王宇

(72)发明人 乔纳森·D·霍夫曼

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

公司 11227

代理人 康建峰 杨华

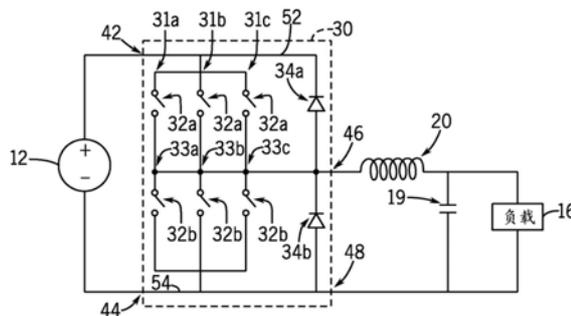
权利要求书3页 说明书9页 附图9页

(54)发明名称

用于控制开关电源中的并联腿的系统和方法

(57)摘要

公开了用于控制开关电源(30)中的多个并联开关器件(32)的改进的系统和方法。开关电源(30)包括在输入端的电压轨(42,44)之间的并联腿(31),其中每个腿连接到公共输出端。每个腿(31)可具有单个或多对开关器件(32)。根据本发明的一个实施例,在一个载波周期(D1)期间启用每个腿(31)的开关器件(32),并且在之后的载波周期(D1)期间交替使开关器件被启用的腿(31)。根据本发明的另一实施例,在每个载波周期(D1)期间启用每个腿(31)的开关器件(32);然而,一个腿(31)的开关器件(32)在载波周期(D1)内在其它腿(31)的开关器件(32)之前被启用,并且要被启用的第一腿(31)在相继的载波周期(D1)期间被交替。



1. 一种用于控制电力转换器的输入端与所述电力转换器的输出端之间的电力流的系统,其中,所述输入端包括第一端子和第二端子,并且所述输出端包括第一端子和第二端子,所述系统包括:

所述电力转换器内的连接到所述输入端的第一端子的第一电压轨;

所述电力转换器内的连接到所述输入端的第二端子的第二电压轨;

所述电力转换器内的多个腿,其中,每个腿与其它腿并联连接在所述第一电压轨与所述第二电压轨之间,并且其中,每个腿包括由控制信号选择性地启用的至少一个开关器件;

处理器,所述处理器能够被操作用以:

以用于调制例程的载波频率生成载波信号;

在每个载波周期期间生成用于所述多个腿中的一个腿中的所述至少一个开关器件的控制信号;

在所述载波频率的每个周期内的第一时间处生成用于选自于所述多个腿的第一腿中的第一开关器件的控制信号,并且在所述载波频率的每个周期内的在所述第一时间之后的时间处生成用于选自于所述多个腿的其它腿中的每个腿的第一开关器件的控制信号,所述其它腿中的每个腿的第一开关器件在所述第一腿中的第一开关器件接通期间被接通,

其中,所述多个腿中的不同腿按次序被选择为所述第一腿,使得所述多个腿中的每个腿的所述至少一个开关器件在第二频率的周期内首先接收其对应的控制信号一次,其中,所述第二频率等于所述载波频率除以所述系统中存在的腿数目,所述多个腿中的每个腿在所述第二频率的每个周期内仅激活一次。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述电力转换器内的所述多个腿中的每个腿包括:

公共连接点;

连接在所述第一电压轨与该腿的公共连接点之间的第一开关器件;以及

连接在该腿的公共连接点与所述第二电压轨之间的第二开关器件,其中:

所述多个腿中的每个腿的公共连接点连接在一起并且连接到所述输出端的第一端子,并且所述系统还包括串联连接在所述多个腿中的每个腿的公共连接点与连接到所述输出端的第一端子的负载之间的电感器。

3. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述处理器还能够被操作用以在所述第二频率的连续的周期之间改变生成用于第一开关器件中的每个第一开关器件的控制信号的次序。

4. 根据权利要求2所述的系统,其中,串联连接在所述多个腿中的每个腿的公共连接点与所述负载之间的电感器是第一电感器,所述系统还包括多个第二电感器,其中,所述多个第二电感器中的每个第二电感器连接在所述多个腿中的一个腿的公共连接点与所述输出端的第一端子之间。

5. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述电力转换器内的所述多个腿中的每个腿包括:

公共连接点;

连接在所述第一电压轨与该腿的公共连接点之间的第一开关器件;以及

连接在该腿的公共连接点与所述第二电压轨之间的第二开关器件,其中,所述系统还包括:

多个第一电感器,每个第一电感器连接在选自于所述多个腿的第一腿和第二腿的公共连接点之间,其中,所述多个腿中的每个腿包括连接到所述腿的公共连接点的所述多个第一电感器中的一个第一电感器;以及

第二电感器,其中,所述第二电感器连接在所述多个腿中的一个腿的公共连接点与连接到所述输出端的第一端子的负载之间。

6. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述电力转换器内的所述多个腿中的每个腿包括:

中间连接点;

连接在所述第一电压轨与该腿的中间连接点之间的第一开关器件;

连接在该腿的中间连接点与所述第二电压轨之间的第二开关器件;以及

连接在中间连接点与所述多个腿中的每个腿连接于的公共连接点之间的电感器,并且其中,所述系统还包括:

连接在所述多个腿中的每个腿连接于的公共连接点与从所述电力转换器的输出端接收电力的负载之间的输出电感器。

7. 一种用于减少电力转换器中的损耗的方法,其中,所述电力转换器包括被配置成传导处于第一电压电势的DC电压的第一电压轨、被配置成传导处于第二电压电势的DC电压的第二电压轨、多个腿,其中,每个腿并联连接在所述第一电压轨与所述第二电压轨之间,并且其中,每个腿包括至少一个开关器件,所述方法包括以下步骤:

在处理器上以第一频率执行调制例程;以及

用所述处理器生成多个控制信号,其中:

每个控制信号在所述第一频率的每个周期期间生成,

用于选自于所述多个腿的第一腿中的所述至少一个开关器件的第一控制信号在所述第一频率的每个周期内的第一时间处生成,并且

用于选自于所述多个腿的其它腿中的每个腿的所述至少一个开关器件的控制信号在所述第一频率的每个周期内的在所述第一时间之后的时间处生成,所述其它腿中的每个腿的所述至少一个开关器件在所述第一腿中的所述至少一个开关器件接通期间被接通,

其中,所述多个腿中的不同腿按次序被选择为所述第一腿,使得所述多个腿中的每个腿的所述至少一个开关器件在第二频率的周期内首先接收其对应的控制信号一次,其中,所述第二频率等于限定了载波信号在其内重复的载波周期的载波频率除以所述电力转换器中存在的腿数目,所述多个腿中的每个腿在所述第二频率的每个周期内仅激活一次。

8. 根据权利要求7所述的方法,其中,

所述第一频率是所述载波频率。

9. 根据权利要求8所述的方法,还包括以下步骤:

在所述处理器内生成多个载波信号,其中,

限定了开关周期的开关频率等于所述第二频率,在所述开关周期内用于所述多个腿中的每个腿的控制信号被生成一次,

所述多个载波信号中的每个载波信号对应于所述多个腿中的一个腿,

所述多个载波信号中的每个载波信号在所述载波周期内重复,并且

所述多个载波信号中的每个载波信号根据所述腿数目而相对于彼此相移。

10. 根据权利要求9所述的方法,还包括以下步骤:
生成对应于期望输出电压的初始参考信号;以及
生成第二参考信号,其中:
所述第二参考信号等于所述初始参考信号除以所述腿数目,并且
用于每个腿的控制信号是通过比较所述第二参考信号与用于对应腿的载波信号来生成的。
11. 根据权利要求7所述的方法,还包括以下步骤:在所述第二频率的相继的周期之间旋转生成控制信号的顺序。

用于控制开关电源中的并联腿的系统和方法

技术领域

[0001] 本文所公开的主题总体涉及开关电源,更具体地涉及用于控制电源中的并联开关器件的系统和方法。

背景技术

[0002] 正如本领域技术人员所知的那样,开关电源使用电力半导体器件,例如晶闸管,硅控整流器(SCR)或多种类型的晶体管中的一种例如绝缘栅双极晶体管(IGBT)或金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET),以调节电源的输入端与输出端之间的电力流。该电力半导体器件可以以诸如升压,降压,半桥或全桥布置之类的多种配置进行布置,用以将输入端处提供的电压转换和/或调节为电源输出端处的期望电压。

[0003] 通常处理器以周期性频率(也称为开关频率)生成选通信号来控制电力半导体器件或开关器件的操作。选通信号使每个器件在开关周期期间的特定时间处传导或阻挡电压通过该器件。开关器件经常与反向连接在该开关器件两端的二极管配对,并与诸如电容器或电感器之类的电抗元件配对以在开关器件关断后的短持续时间内维持期望电压电平和/或期望电流流经电力转换器。合适的调制技术能够生成选通信号来增加或减小输入端与输出端之间的电压电平,以及能够在交流(AC)电压与直流(DC)电压之间转换电压。

[0004] 还如本领域技术人员所知的那样,开关电源中的开关器件在电源内部产生电力损耗。两种常见的损耗是开关损耗和传导损耗。开关损耗起因于器件在“开”和“关”状态之间进行转变时的突发瞬变状态及由此导致的在开关器件两端的电压和/或电流的尖峰。传导损耗起因于由于所传导的电流的幅度及开关器件的固有电阻特性而导致的器件两端的电力下降。随着开关器件额定电力增加,器件中的相应电力损耗也类似地增加。此外,随着开关频率增加,转变的次数增加,转变的次数增加进而使器件两端的开关损耗也增加。由于随着额定值和开关频率增加,开关器件中损耗的电力也增加,因此开关电源需要开关电源的增加的冷却和/或散热能力。而增大冷却或散热能力导致电源的额外费用和/或尺寸。

[0005] 以往,已知将多个开关器件并联连接来提供具有更大的总额定功率的开关电源,并允许每个开关器件耗散一部分电力损耗。理想地,完全一致地开关每个并联器件的结果是开关损耗与传导损耗在器件之间均匀分布。然而,由于控制电路中的制造公差和传输延迟,即使向每个器件提供相同的选通信号,每个器件导通和/或关断的时间通常也存在一些变化。因此,其中一个器件承受大部分开关损耗,并且可能在其它器件之前失效。开发出了许多技术用来同步并联器件的开关。然而,同步例程成功的程度各有不同,并且给控制开关器件增加不期望的复杂性。

[0006] 因此,提供一种用于控制开关电源中的多个并联开关器件的改进的系统和方法将会是所期望的。

发明内容

[0007] 本文所公开的主题描述了一种用于控制开关电源中的多个并联开关器件的改进

的系统和方法。该开关器件包括在输入端的电压轨之间的并联腿,其中每个腿还连接到公共输出端。每个腿可以具有连接到位于两个开关器件之间的公共输出端的单个开关器件或多对开关器件。以第一频率即载波频率生成载波信号。根据输入电压生成参考信号以在开关电源的输出端提供期望电压电势。该参考信号被用来生成用于开关电源内的每个开关器件的控制信号。根据本发明的一个实施例,在一个载波周期期间启用每个腿的开关器件,并在之后的载波周期期间交替使开关器件被启用的腿,使得在第二频率内每个腿的开关器件被启用一次。根据本发明的另一实施例,在每个载波周期期间启用每个腿的开关器件;然而,一个腿的开关器件在载波周期内在其它腿的开关器件之前被启用。在之后的载波周期期间交替首先被启用的腿,使得在第二频率内每个腿被首先启用一次。

[0008] 根据本发明的一个实施例,公开了一种用于控制电力转换器的输入端与该电力转换器的输出端之间的电力流的系统。该输入端包括第一端子和第二端子,并且该输出端包括第一端子和第二端子。该系统包括电力转换器内的多个腿,每个腿包括公共连接点、第一开关器件和第二开关器件。该第一开关器件连接在输入端的第一端子与该腿的公共连接点之间,该第二开关器件连接在该腿的公共连接点与输入端的第二端子之间。每个腿的公共连接点连接在一起并且连接到输出端的第一端子。该系统还包括电感器和处理器。该电感器串联连接在输出端的第一端子与能够被操作用以接收从电力转换器输出的电力输出的负载之间。该处理器能够被操作用以生成具有载波频率的载波信号以及生成多个控制信号。每个控制信号对应于多个腿中的一个腿的第一开关器件,并且选择性地在输入端的第一端子与该腿的公共连接点之间建立电连接。第一持续时间被定义为等于载波频率的周期,第二持续时间被定义为等于电力转换器中存在的多个腿的数目乘以第一持续时间。在第二持续时间内,多个控制信号中的每个控制信号被提供给相应的第一开关器件一次。

[0009] 根据本发明的另一实施例,公开了一种用于减少电力转换器中的损耗的方法。该电力转换器包括被配置成传导处于第一电压电势的DC电压的第一电压轨、被配置成传导处于第二电压电势的DC电压的第二电压轨以及多个腿。每个腿并联连接在该第一电压轨与该第二电压轨之间,并且每个腿包括至少一个开关器件。该方法包括以下步骤:在处理器上以载波频率执行调制例程以及用处理器生成多个控制信号。每个控制信号在第一频率的每个周期期间生成,用于选自于多个腿的第一腿中的所述至少一个开关器件的第一控制信号在第一频率的每个周期内的第一时间处生成,并且用于选自于多个腿的其它腿中的每个腿的所述至少一个开关器件的控制信号在第一频率的每个周期内的在第一时间之后的时间处生成,其它腿中的每个腿的第一开关器件在第一腿中的第一开关器件接通期间被接通。多个腿中的不同腿按次序被选择为第一腿,使得多个腿中的每个腿的所述至少一个开关器件在第二频率的周期内首先接收其对应的控制信号一次,且第二频率等于载波频率除以系统中存在的腿数目,多个腿中的每个腿在第二频率的每个周期内仅激活一次。

[0010] 根据本发明的再一实施例,公开了一种用于控制电力转换器的输入端与该电力转换器的输出端之间的电力流的系统。该输入端包括第一端子和第二端子,该输出端包括第一端子和第二端子。该系统包括该电力转换器内的连接到输入端的第一端子的第一电压轨、该电力转换器内的连接到输入端的第二端子的第二电压轨以及该电力转换器内的多个腿。每个腿与其它腿并联连接在第一电压轨与第二电压轨之间,并且每个腿包括由控制信号选择性地启用的至少一个开关器件。该系统还包括处理器,该处理器能够被操作用以:以

用于调制例程的载波频率生成载波信号；在每个载波周期期间生成用于多个腿中的一个腿中的所述至少一个开关器件的控制信号；以及在载波频率的每个周期内的第一时间处生成用于选自于多个腿的第一腿中的第一开关器件的控制信号，并且在载波频率的每个周期内的在第一时间之后的时间处生成用于选自于多个腿的其它腿中的每个腿的第一开关器件的控制信号，其它腿中的每个腿的所述至少一个开关器件在第一腿中的所述至少一个开关器件接通期间被接通。多个腿中的不同腿按次序被选择为第一腿，使得多个腿中的每个腿的所述至少一个开关器件在第二频率的周期内首先接收其对应的控制信号一次。该第二频率等于限定了载波信号在其内重复的载波周期的载波频率除以电力转换器中存在的腿数目，多个腿中的每个腿在第二频率的每个周期内仅激活一次。

[0011] 通过详细的描述和附图，本发明的这些和其它优点及特征对于本领域技术人员将变得明显。然而，应当理解，示出了本发明优选的实施例的详细的描述和附图是以说明的方式给出的，而非以限制的方式给出的。在不脱离本发明精神的情况下，可以在本发明的范围内进行许多改变和修改，并且本发明包括所有这些修改。

附图说明

[0012] 附图示出了本文所公开主题的各种示例性实施例，在附图中相同附图标记自始至终表示相同部件，并且在附图中：

[0013] 图1是根据本发明的一个实施例的开关电源的简化示意图；

[0014] 图2是图1的开关电源的扩展示意图；

[0015] 图3是根据本发明的另一实施例的开关电源的简化示意图；

[0016] 图4是图3的开关电源的扩展示意图；

[0017] 图5是根据本发明的另一实施例的开关电源的简化示意图；

[0018] 图6是图5的开关电源的扩展示意图；

[0019] 图7a是根据本发明的一个实施例的被用来生成用于开关电源中的开关器件的控制信号的载波信号和参考信号的图形表示；

[0020] 图7b是由于图7a的载波信号和参考信号而产生的向第一部分开关器件提供的控制信号的图形表示；

[0021] 图7c是由于图7a的载波信号和参考信号而产生的向第二部分开关器件提供的控制信号的图形表示；

[0022] 图8a是根据本发明的另一实施例的被用来生成用于开关电源中的开关器件的控制信号的载波信号和参考信号的图形表示；

[0023] 图8b是由于图8a的载波信号和参考信号而产生的向第一部分开关器件提供的控制信号的图形表示；

[0024] 图8c是由于图8a的载波信号和参考信号而产生的向第二部分开关器件提供的控制信号的图形表示；

[0025] 图9a是根据本发明的另一实施例的被用来生成用于开关电源中的开关器件的控制信号的载波信号和参考信号的图形表示；

[0026] 图9b是由于图9a的载波信号和参考信号而产生的向第一部分开关器件提供的控制信号的图形表示；

[0027] 图9c是由于图9a的载波信号和参考信号而产生的向第二部分开关器件提供的控制信号的图形表示；

[0028] 图10a是根据本发明的另一实施例的被用来生成用于开关电源中的开关器件的控制信号的载波信号和参考信号的图形表示；

[0029] 图10b是由于图10a的载波信号和参考信号而产生的向第一部分开关器件提供的控制信号的图形表示；

[0030] 图10c是由于图10a的载波信号和参考信号而产生的向第二部分开关器件提供的控制信号的图形表示；

[0031] 在描述附图所示的本发明的各种实施例时,为了清楚起见,将采用特定的术语。然而,不希望本发明限于如此选择的特定术语,并且应当理解,每个特定术语包括以类似方式操作以实现类似目的的所有技术等同用语。例如,经常使用词语“连接”、“附接”或类似的术语。它们不限于直接连接,而是包括通过其它元件进行的连接,而这种连接被本领域技术人员认为是等同的。

具体实施方式

[0032] 首先转到图1,示出了根据本发明的一个实施例的开关电源30。电源30在第一输入端子42和第二输入端子44处从输入电源12接收电力。根据所示的实施例,输入电源12是DC电压源,向第一输入端子42和第二输入端子44提供处于第一电压电势的DC电压。存在于输入端的DC电压经由正轨52和负轨54在开关电源30内传导。

[0033] 术语“正”和“负”在本文中用于参考,并不意味着限制。可以设想,存在于输入端子42和输入端子44处的DC电压的极性可以为负,使得负轨54上的电势大于正轨52上的电势。根据应用需求,电压轨52和电压轨54中的每一个都被配置为传导具有期望电势的DC电压。根据本发明的一个实施例,正轨52可以具有处于正电势的DC电压,负轨54可以具有处于地电势的DC电压。可选地,正轨52可以具有处于地电势的DC电压,而负轨54可以具有处于负电势的DC电压。根据本发明的再一实施例,正轨52可以具有相对于地电势处于正电势的第一DC电压,而负轨54可以具有相对于地电势处于负电势的第二DC电压。正轨52与负轨54之间产生的DC电压电势是正轨52与负轨54上存在的电势之间的差。

[0034] 开关电源30包括多个腿31,其中每个腿31并联连接在正轨52与负轨54之间。根据所示的实施例,示出了腿31a、腿31b和腿31c三个腿。每个腿31包括第一开关器件32a和第二开关器件32b,第一开关器件32a和第二开关器件32b串联连接在正轨52与负轨54之间,第一开关器件32a与第二开关器件32b之间具有公共连接点33。每个腿31中的第一开关器件32a在本文中还可以称为上开关,而每个腿31中的第二开关器件32b在本文中还可以称为下开关。术语“上”和“下”仅在示意性表示方面是相关的,并且不旨在表示第一开关器件32a与第二开关器件32b之间的任何特定物理关系。开关器件32包括例如电力半导体器件如晶体管、晶闸管和硅控整流器,该电力半导体器件接收控制信号以导通和/或关断。第一开关器件32a包括并联连接在公共连接点33与正轨52之间的二极管34a,第二开关器件32b包括并联连接在公共连接点33与负轨54之间的二极管34b。如图1所示,可以设置一个第一二极管34a与所有第一开关器件32a并联连接,以及可以设置一个第二二极管34b与所有第二开关器件32b并联连接。可选地,如图2所示,可以针对每个开关器件设置单独的二极管。

[0035] 开关电源30为第一输出端子46和第二输出端子48的两端的负载16提供期望输出电压电势。电感器20连接在第一输出端子46与负载16之间以帮助维持从电源30输出的恒定电流。在负载16的两端还连接有输出电容器19。输出电容器帮助维持负载16的恒定电压。可选地,电感器20和输出电容器19可以包括在开关电源30内,并且负载16可以直接连接在第一输出端子46和第二输出端子48的两端。

[0036] 接着转向图2,示出了图1的开关电源30的另外的细节。根据所示的实施例,电源10包括输入电源12和连接在输入电源12的正端子与负端子之间的电容器14。输入电源12将电容器14充电到基本上等于由输入电源12提供的电压电势的电压电势,电容器14减小由电力开关器件引起的存在于电力转换器的输入端处的纹波的幅度。应当理解,电容器14可以是单个电容器或是并联连接的、串联连接的或并联连接与串联连接组合的多个电容器。可选地,电容器14可以部分地或整体地包括在开关电源30内的正轨52与负轨54之间。每个开关器件32a被示为晶体管36a并且在晶体管36a的两端连接了续流二极管38a;每个开关器件32b被示为晶体管36b并且在该晶体管36b的两端连接了续流二极管38b。

[0037] 开关电源30还可以包括处理器56和存储装置58。可以设想,处理器56和存储装置58可以均是单个电子装置也可以由多个装置构成。可选地,处理器56和/或存储装置58可以集成在现场可编程阵列(FPGA)或专用集成电路(ASIC)上。存储装置58可以包括易失性存储器、非易失性存储器或其组合。处理器56从提供开关电源30内当前运行状态的指示的传感器接收反馈信号。根据所示的实施例,开关电源30包括开关电源30的输入端处的电压传感器60和电流传感器62。电压传感器60生成电压反馈信号61,电流传感器62生成电流反馈信号63,其中反馈信号61和反馈信号63中的每一个都对应于正轨52上的运行状态。开关电源30还包括开关电源30的输出端处的电压传感器66和电流传感器68。电压传感器66生成电压反馈信号67,电流传感器68生成电流反馈信号69,其中反馈信号67和反馈信号69中的每一个都对应于第一输出端子46处的运行状态。处理器56执行存储在存储装置58上的程序以生成选择性地启用/禁用开关器件36中的每个开关器件的控制信号35、控制信号37和控制信号39。根据所示的实施例,第一组控制信号35被提供给第一腿31a中的开关器件36,第二组控制信号37被提供给第二腿31b中的开关器件36,而第三组控制信号39被提供给第三腿31c中的开关器件36。注意,第一控制信号35a、第一控制信号37a和第一控制信号39a被提供给相应的腿31a、腿31b和腿31c中的每个上开关器件36a,而第二控制信号35b、第二控制信号37b和第二控制信号39b被提供给在相应的腿31a、腿31b和腿31c中的每个下开关器件36b。

[0038] 接着转向图3和图4,示出了根据本发明的另一实施例的开关电源30。开关电源30还是将以第一电压电势向第一输入端子42和第二输入端子44提供的DC电压转换为在输出端子46和输出端子48处提供的第二DC电压电势。开关电源30包括多个腿31,其中每个腿31并联连接在正轨52与负轨54之间。根据所示的实施例,示出了腿31a、腿31b和腿31c三个腿。每个腿31包括第一开关器件32a和第二开关器件32b,第一开关器件32a和第二开关器件32b串联连接在正轨52与负轨54之间,第一开关器件32a与第二开关器件32b之间具有公共连接点33。开关器件32a和开关器件32b包括例如电力半导体器件如晶体管、晶闸管和硅控整流器,该电力半导体器件接收控制信号以导通和/或关断。第一开关器件32a包括并联连接在公共连接点33与正轨52之间的二极管34a,第二开关器件32b包括并联连接在公共连接点33与负轨54之间的二极管34b。

[0039] 图1和图2所示的第一实施例使用连接在开关电源30的输出端的单个电感器20,与图1和图2所示的第一实施例相比,图3和图4所示的实施例包括连接在两个公共连接点33之间的第一电感器22和第二电感器24。第一电感器22连接在第一腿31a的公共连接点33a与第二腿31b的公共连接点33b之间。第二电感器24连接在第二腿31b的公共连接点33b与第三腿31c的公共连接点33c之间。第三电感器26连接在第二腿31b的公共连接点33b与第一输出端子46之间。输出电容器19连接在第三电感器26之后并连接在输出端子46和输出端子48的两端。负载16连接到输出端子46和输出端子48并接收在输出端子46和输出端子48处提供的第二DC电压电势。添加第一电感器22和第二电感器24提供了腿31之间的隔离,从而使得用于各开关器件36的二极管38主要接收相应的开关器件36在操作时产生的开关瞬态,而非上二极管38a或下二极管38b中的每个二极管接收上开关器件36a或下开关器件36b中的每个开关器件的开关瞬态的至少一部分。

[0040] 接着转向图5和图6,示出了根据本发明的再一实施例的开关电源30。开关电源30还是将以第一电压电势向第一输入端子42和第二输入端子44提供的DC电压转换为在输出端子46和输出端子48处提供的第二DC电压电势。开关电源30包括多个腿31,其中每个腿31都并联连接在正轨52与负轨54之间。根据所示的实施例,示出了腿31a、腿31b和腿31c三个腿。每个腿31包括第一开关器件32a和第二开关器件32b,第一开关器件32a和第二开关器件32b串联连接在正轨52与负轨54之间,第一开关器件32a与第二开关器件32b之间具有中间连接点29。每个腿31包括与其它腿31的其它中间连接点29隔离的中间连接点29。开关器件32a和开关器件32b包括例如电力半导体器件如晶体管、晶闸管和硅控整流器,该电力半导体器件接收控制信号以导通和/或关断。第一开关器件32a包括并联连接在中间连接点29与正轨52之间的二极管34a,第二开关器件32b包括并联连接在中间连接点29与负轨54之间的二极管34b。

[0041] 图1和图2所示的第一实施例使用连接在开关电源30的输出端的单个电感器20,与图1和图2所示的第一实施例相比,图5和图6所示的实施例包括连接在每个腿的中间连接点29与公共连接点33之间的第一组电感器21。选自于第一组电感器21中的第一电感21a连接在第一腿31a的中间连接点29a与公共连接点33之间。选自于第一组电感器21中的第二电感器21b连接在第二腿31b的中间连接点29b与公共连接点33之间。选自于第一组电感器21中的第三电感器21c连接在第三腿31c的中间连接点29c与公共连接点33之间。可以设想,第一组电感器21中的电感器29a、电感器29b和电感器29c中的每一个是相同的值,这是为了在每个中间连接点29与公共连接点33之间获得一组平衡的电感器。然后输出电感器23连接在公共连接点33与第一输出端子46之间。输出电容器19连接在输出电感器23之后并连接在输出端子46和输出端子48的两端。负载16连接到输出端子46和输出端子48并接收在输出端子46和输出端子48处提供的第二DC电压电势。添加第一组电感器21提供了在腿31之间具有隔离的另一种实施例,使得用于每个开关器件36的二极管38主要接收相应的开关器件36在操作时产生的开关瞬态,而非上二极管38a或下二极管38b中的每个二极管接收上开关器件36a或下开关器件36b中的每个开关器件的开关瞬态的至少一部分。

[0042] 在操作中,开关电源30中的处理器56生成控制信号35、控制信号37和控制信号39以提供电力开关器件36的期望操作。接下来参考图7,示出了用于生成控制信号35、控制信号37和控制信号39的示例性调制技术。开关电源30被配置成针对在输出端子46和输出端子

48处的负载16提供期望电压电势。期望电压电势是已知的并且可以是固定值或可配置的值。期望电压电势的值存储在存储装置58中,并且可以由处理器56读取。基于来自电压传感器60、电压传感器66和/或电流传感器62、电流传感器68的反馈信号61、反馈信号63、反馈信号67和反馈信号69中的一个或多个,处理器56确定期望占空比,开关器件36需要按该期望占空比进行操作以在输出端子46和输出端子48处生成期望电压电势。

[0043] 根据所示的实施例,处理器56使用锯齿比较调制技术来生成控制信号35、控制信号37和控制信号39。尽管将针对所示的调制技术来讨论本发明,但是应当理解,在不偏离本发明的范围的情况下,可以实施各种其它调制技术。处理器56使用先前确定的期望电压电势来生成参考信号100。处理器56还生成载波信号102,载波信号102在所示的实施例中是锯齿波形。参考信号100与载波信号102相比较以生成期望的控制信号35、控制信号37和控制信号39。可以设想,处理器56可以执行一个或多个所存储的程序以生成参考信号100和载波信号102并且数字地执行比较器功能。可选地,处理器56可以将参考信号100及载波信号102输出到外部电路,例如被配置成执行比较的运算放大器。可以设想,在不偏离本发明的范围的情况下,还可以使用数字和/或模拟逻辑电路的其它配置。

[0044] 载波信号102以载波频率生成,并且具有为载波频率倒数的载波周期D1。载波信号102是周期性波形,其中在每个载波周期D1内生成波形的一个循环。对于所示的锯齿载波信号102,载波信号在零处开始载波周期D1,然后斜坡上升在载波周期结束时达到最大电压。参考信号100具有在载波信号102的最小值与最大值之间的幅度。参考信号100与载波信号102相比较的结果是生成控制信号35、控制信号37和控制信号39。再参考图7B和图7C,当参考信号100的幅度大于载波信号102的幅度时,生成用于上开关36a中的一个开关的控制信号35a、控制信号37a或控制信号39a。当参考信号100的幅度小于载波信号102的幅度时,生成用于下开关36b中的一个开关的控制信号35b、控制信号37b或控制信号39b。

[0045] 为了减少开关电源30内的开关损耗,处理器56在每个载波周期D1期间生成用于开关电源30的仅一个腿31的控制信号35、控制信号37或控制信号39。参考图7a至图7c,处理器56在相继的载波周期D1期间以及以第二频率在第二周期D2内在腿31之间旋转。在每个第二周期D2内,每个腿31接收一组控制信号。根据所示的实施例,第一腿31a接收第一组控制信号35。当参考信号100大于载波信号102时,用于第一腿31a中的上开关36a的控制信号35a处于激活。当参考信号100小于载波信号102时,用于第一腿31a中的下开关36a的控制信号35b处于激活。第二腿31b接收第二组控制信号37。当参考信号100大于载波信号102时,用于第二腿31b中的上开关36a的控制信号37a处于激活。当参考信号100小于载波信号102时,用于第二腿31b中的下开关36b的控制信号37b处于激活。第三腿31c接收第三组控制信号39。当参考信号100大于载波信号102时,用于第三腿31c中的上开关36a的控制信号39a处于激活。当参考信号100小于载波信号102时,用于第三腿31c中的下开关36b的控制信号39b处于激活。

[0046] 一次向一个腿31提供控制信号并在腿之间旋转的结果是:每个开关器件36以第二频率进行开关,该第二频率是载波频率的一小部分。第二频率等于载波频率除以开关电源30中存在的腿31的数目。根据所示的具有三个腿31的实施例,第二频率是载波频率的三分之一。

[0047] 虽然每个开关器件36需要被额定以处理在输入端与输出端之间传递的电力的全

部容量,但是开关器件的成本及尺寸取决于额定功率和额定开关频率两方面。在每次器件导通或关断(即开关)时,突发的瞬态致使器件上的电力损耗。如果开关频率增加,则器件内电力耗散的频率增加,从而导致器件内被耗散的电力增加。被耗散的电力增加需要冷却能力的增强,例如更大的散热器,更大的表面积,或附加的冷却特征例如风扇冷却或液体冷却。因此,降低器件的开关频率减小了相当的电力容量所需的器件的尺寸及成本。

[0048] 然而,因为每个腿31在公共连接点33处连接,所以在开关电源30的输出端观察到的开关电压的频率保持与载波频率相等。与开关器件相反,为了使谐波含量最小化所需的电感器的成本及尺寸随着开关频率增加而减小。当开关频率增加时,电压或电流的幅度能够改变的时间减少。因此,增加开关频率的结果是:对于相当的电力容量,在电感器上的纹波幅度更小。而更小的纹波幅度的结果是,减小了设置在开关电源30的输出端处的电感器26的尺寸和/或电力容量。

[0049] 接下来参考图8,可以设想,开关每个腿31的顺序可以改变。在图7中,每个腿31a、腿31b和腿31c在第二频率的每个周期D2期间以相同的顺序接收相应的控制信号35、控制信号37和控制信号39,与图7不同,图8示出了接收其控制信号35、控制信号37和控制信号39的腿31的旋转。在第二周期D2的第一实例期间,腿31按从第一腿31a到第二腿31b再到第三腿31c的顺序进行开关,从而生成控制信号35、控制信号37和控制信号39,如上面关于图7所述。在第二周期D2的第二实例期间,腿31按从第二腿31b开始移至第三腿31c然后到第一腿31a进行开关,从而按不同的顺序生成相应的控制信号37、控制信号39和控制信号35。该顺序可以以有序的方式继续改变,例如,在第二周期D2的第三实例中从第三腿31c开始,并重复旋转次序。可选地,该顺序可以以随机或伪随机方式改变,只要每个腿31在每个第二周期D2期间接收控制信号35、控制信号37和控制信号39一次即可。改变腿31开关的顺序对于扩展因在更宽的频谱上调制开关器件36而产生的谐波内容而言可能是所期望的。

[0050] 可以设想,每个腿31可以以载波频率进行开关,但仍然提供减小了的开关损耗。已经确定,当多个开关器件36并联连接时,由于导通开关器件36中的一个开关器件而导致的瞬变电压和/或电流尖峰主要发生在被开启的第一开关器件36中。也就是说,在根据所示的实施例三个开关器件并联连接的情况下,对于上开关器件36a或下开关器件36b,如果开关器件中的一个被导通,只要第一器件保持导通,那么开启其它两个器件中的每一个都不会导致显著的瞬变电压和/或电流尖峰。参考图9,在第一载波周期D1期间,当参考信号100大于载波信号102时,首先接通用于第一腿31a中的上开关器件36a的控制信号35a。类似地,当参考信号100小于载波信号102时,首先接通用于第一腿31a中的下开关器件36b的控制信号35b。在同一载波周期内并且在已经生成用于第一腿31a的控制信号35之后,处理器56可以针对第二腿31b和第三腿31c分别生成控制信号37和控制信号39。生成第一控制信号35与第二控制信号37和第三控制信号39之间的延迟优选地足够长,以使得初始瞬变电压和/或电流尖峰能够在启用附加开关器件36之前耗散。该延迟可以在应用之间变化,并且可以例如根据开关器件的导通时间来选择。

[0051] 正如在针对图8所讨论的示例性实施例中接收控制信号的各个腿31在第二持续时间D2内旋转一样,如图9所示,与作为启用的初始开关器件的开关器件36对应的腿31在第二持续时间D2内旋转。在第一载波周期D1中,第一腿31a的开关器件36均被首先启用,如第一控制信号35a和第一控制信号35b被首先生成所示。在第二载波周期D1中,第二腿31b的开关

器件36均被首先启用,如第二控制信号37a、第二控制信号37b被首先生成所示。最后,在第三载波周期D1中,第三腿31c的开关器件36均被首先启用,如第三控制信号39a、第三控制信号39b被首先生成所示。尽管每个开关器件36都以较高的载波频率开关,但是每个开关器件36基本上经受与第二频率D2相关联的开关损耗。而且,每个开关器件都经受已减小的传导损耗。随着之后的器件被启用,通过上开关器件36a或下开关器件36b的电流通过并联路径传导,从而减少通过每个路径的总电流。在电流减小的情况下,因传导而在每个器件中耗散的电力也减小。

[0052] 在图9中,在每个载波周期内的第二控制信号和第三控制信号被示出为以依次的方式生成。然而,这是为了便于说明,可以设想在每个载波周期内的第二控制信号和第三控制信号二者可以一前一后地生成,但是在第一控制信号已生成之后并且在足够的延迟(例如经过了第一开关器件36的导通时间)之后生成。还可以设想,每一个所示的实施例的元件可以与其它实施例组合使用。例如,在图8所示的实施例中生成控制信号35、控制信号37和控制信号39的可变顺序可以与图9中的实施例结合,以改变选择在每个载波周期中要生成的第一控制信号的顺序。

[0053] 接下来参考图10,载波频率以较慢的频率生成(即,载波周期等于第二周期D2),但所得到的输出频率保持大于开关频率。以使得载波周期等于第二周期D2的方式来生成一个载波信号。然而,载波信号针对每个腿31被相移。每个经相移的载波信号被用来生成用于相应腿31的控制信号。根据图10所示的实施例,电源30具有三个腿31。第一载波信号102a没有相移。第二载波信号102b相移120度,第三载波信号102c相移240度。相继的载波信号之间的相移量等于360度除以电源30中存在的腿31的数目。

[0054] 然后,每个载波信号被用来生成用于电源30的相应腿31的控制信号。如上所述,可以确定参考信号100以确定期望输出电压。然后将参考信号100除以存在的腿31的数目以确定第二参考信号101。针对腿31a至腿31c中的每个腿,将第二参考信号101与对应的载波信号102a至载波信号102c相比较,使得在每个载波周期D2期间由每个腿31提供期望输出电力的一部分。类似于上面讨论的调制方法,每个腿31因此在第一频率的周期D1内激活,但是在第二频率的每个周期D2内仅激活一次。每个腿31以较慢的频率进行开关,而在电感器20处观察到的产生的输出频率为较高的频率。

[0055] 应当理解,本发明在其应用上不限于本文所阐述的部件的构造和布置的细节。本发明能够具有其它实施例并且能够以各种方式实践或执行。前述内容的变化和修改在本发明的范围内。还应当理解,本文公开和限定的本发明延伸至从文本和/或附图提及或明显的两个或更多个单独特征的所有备选组合。所有这些不同的组合构成本发明的各种备选方面。本文所述的实施例解释了用于实践本发明的已知的最佳模式,并且将使得本领域的其它技术人员能够利用本发明。

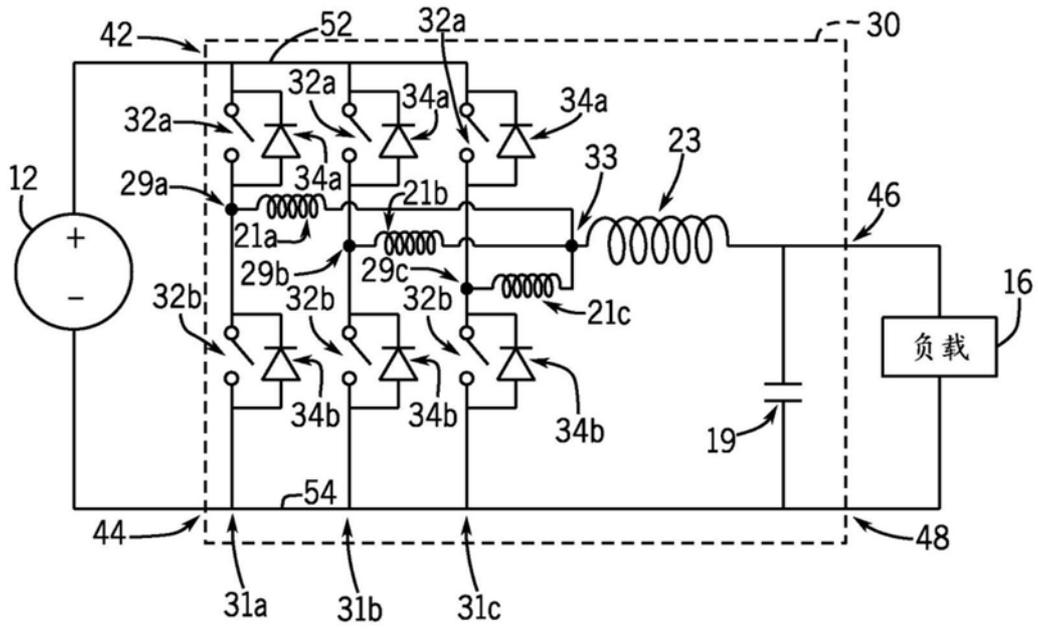


图5

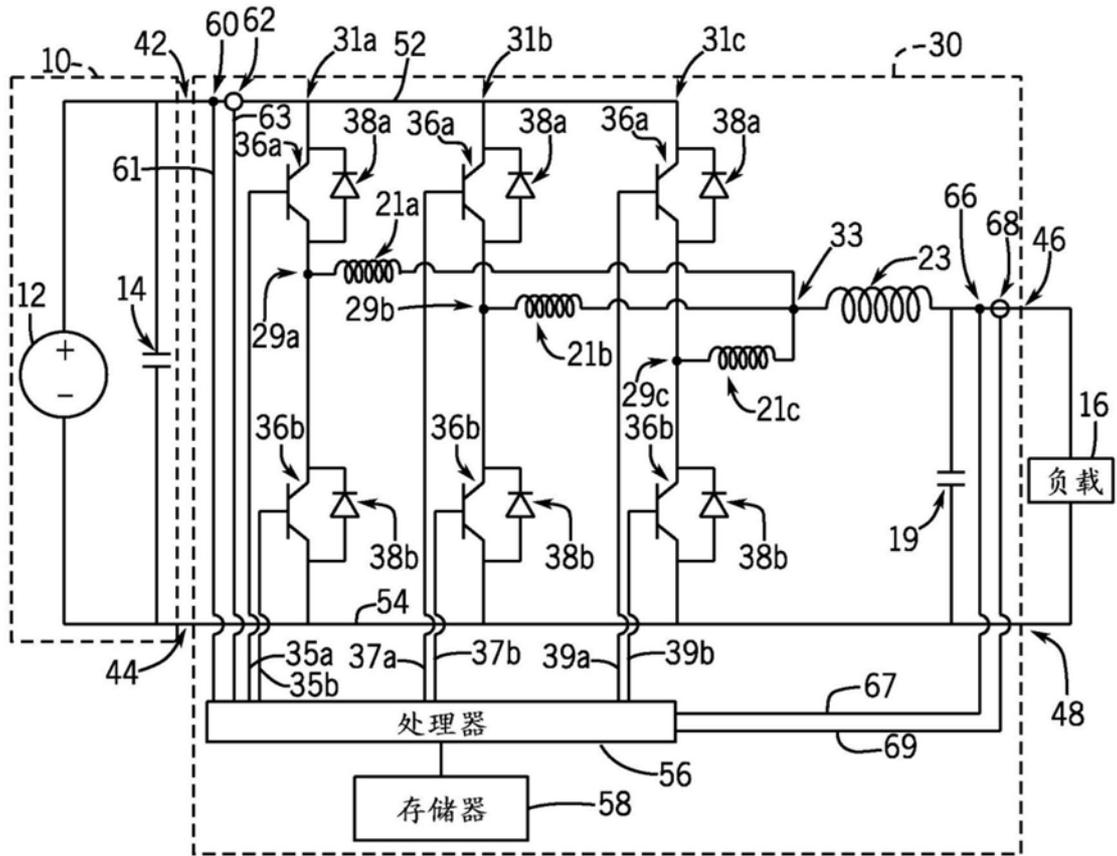


图6

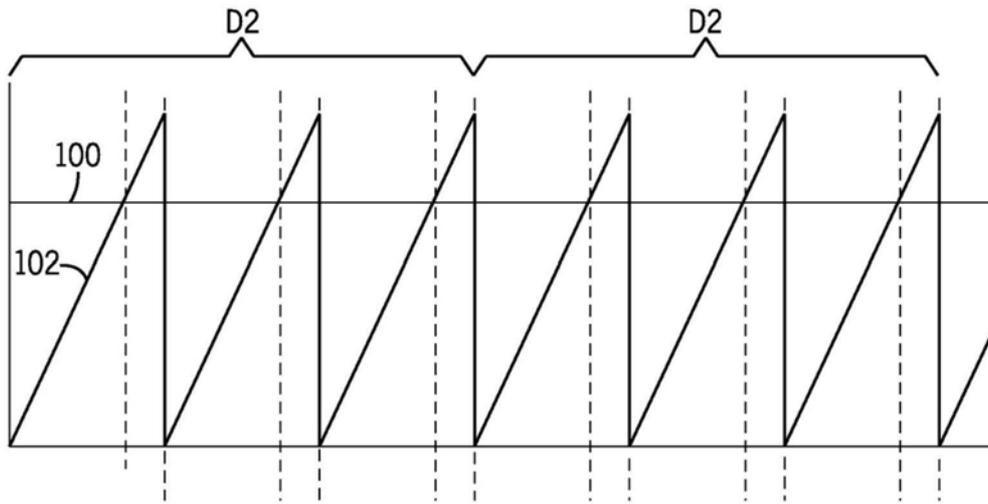


图7A

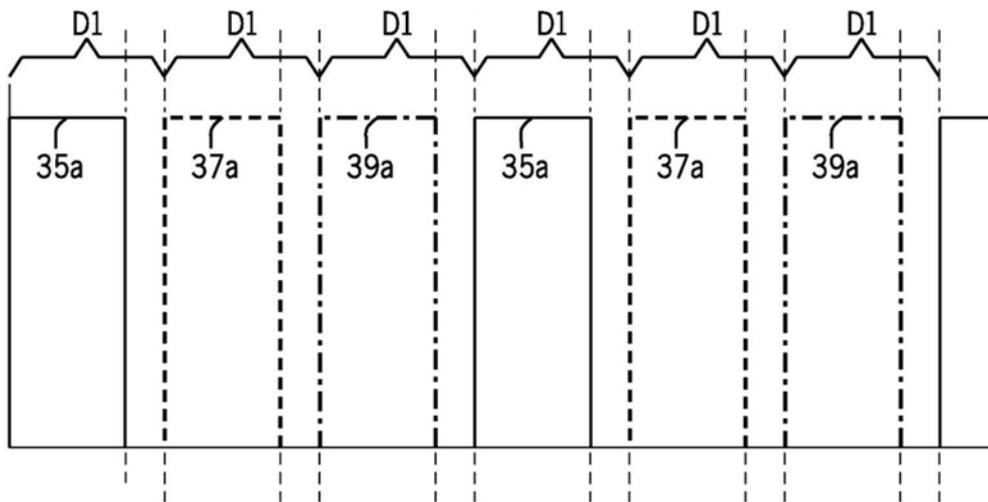


图7B

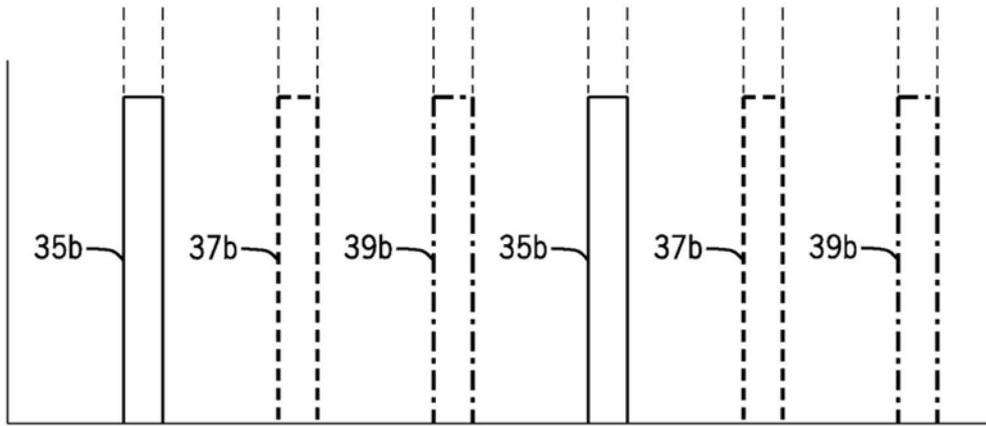


图7C

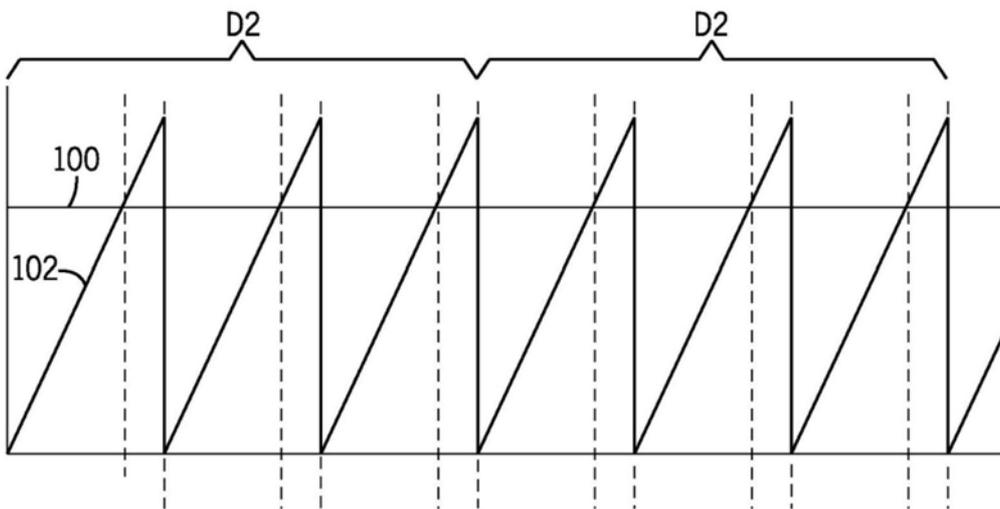


图8A

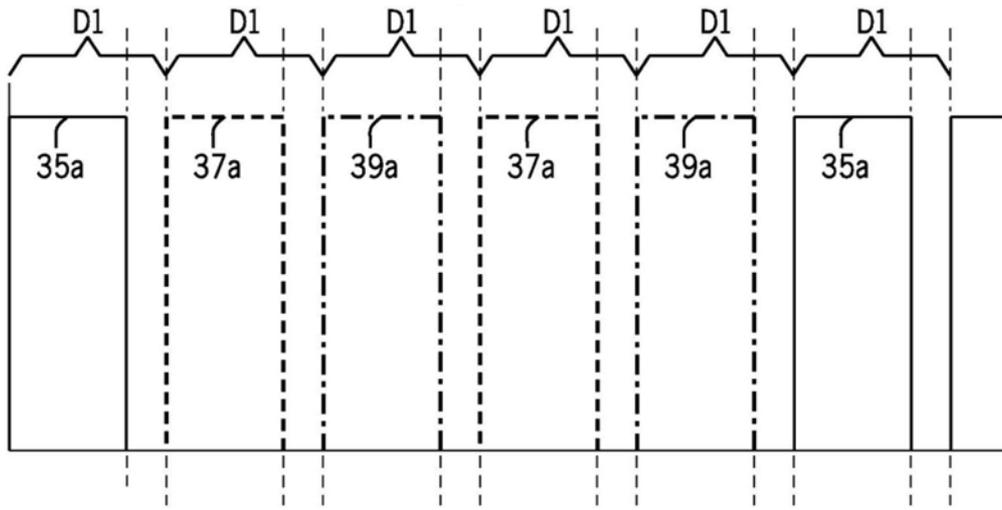


图8B

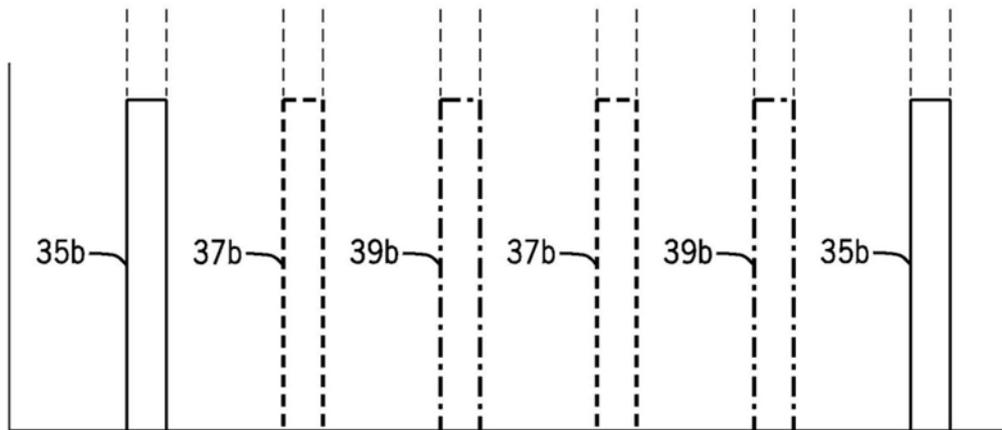


图8C

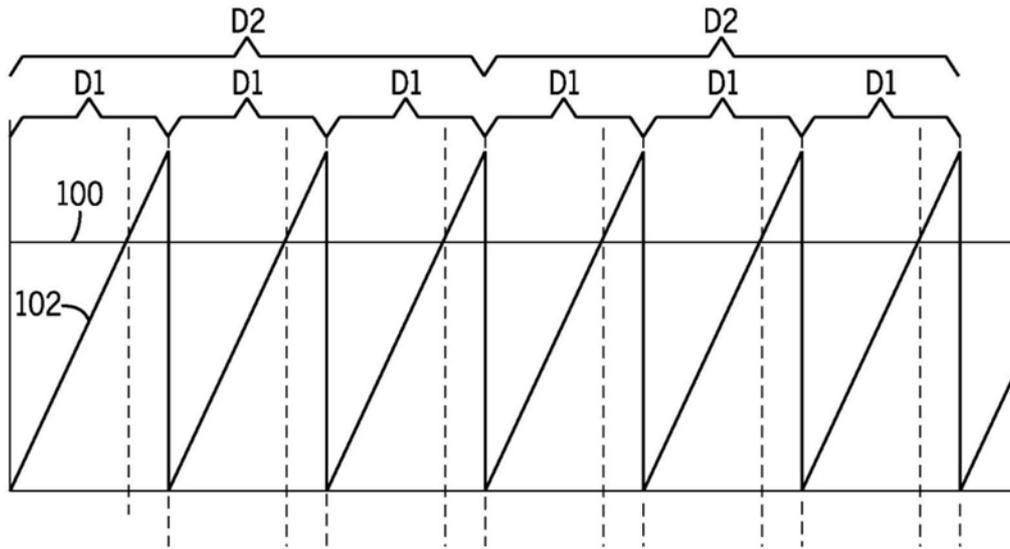


图9A

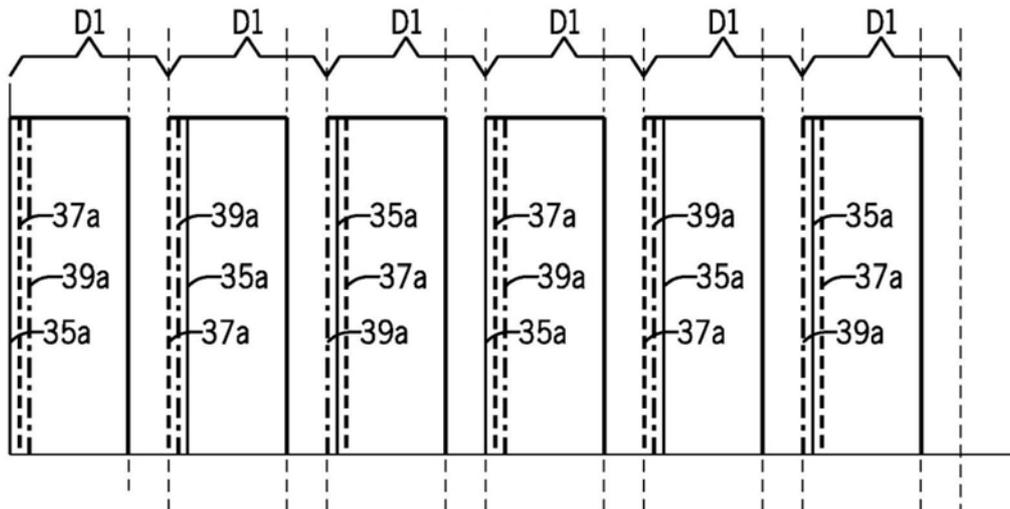


图9B

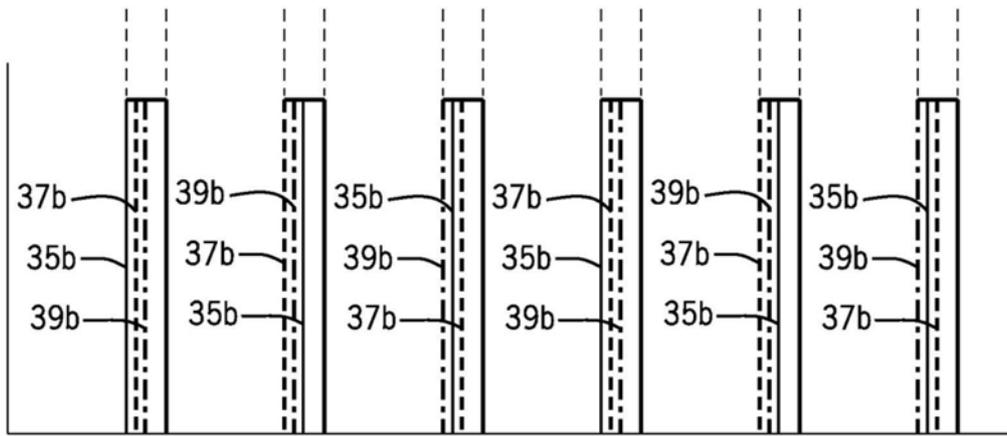


图9C

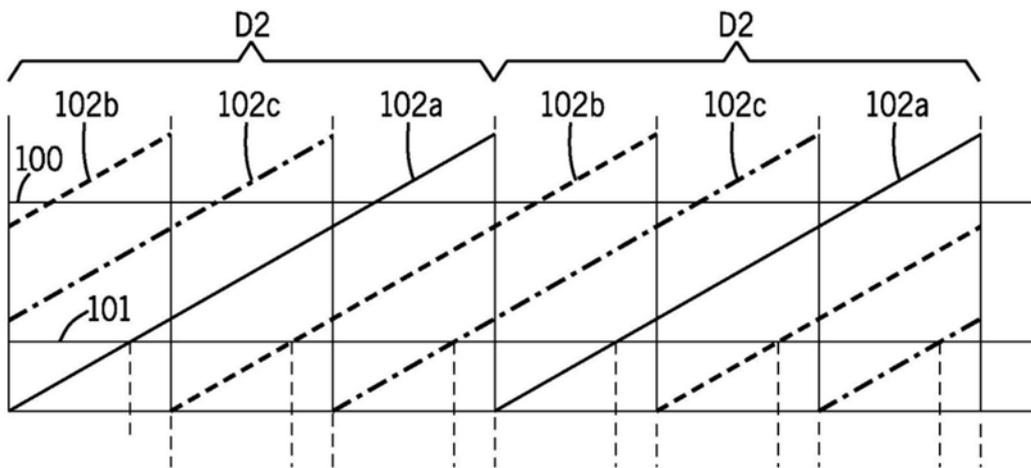


图10A

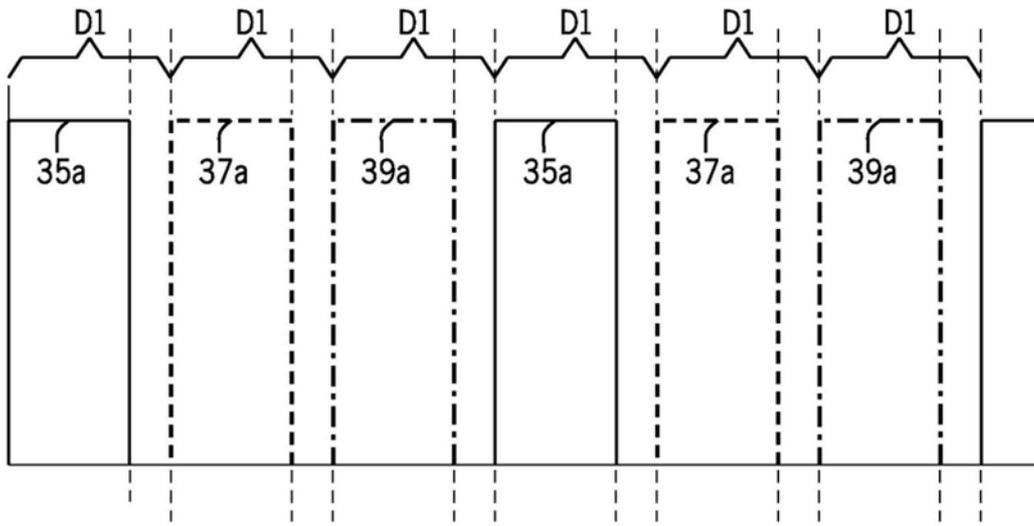


图10B

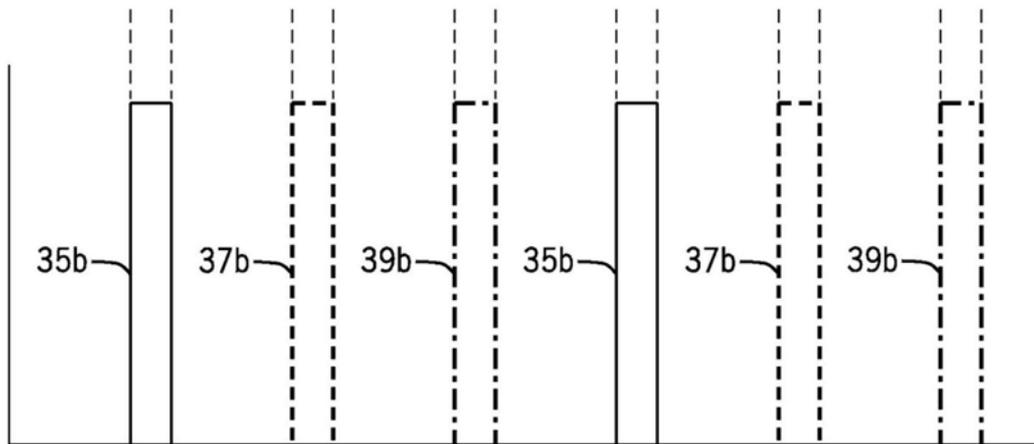


图10C