



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105637753 B

(45)授权公告日 2018.04.24

(21)申请号 201480056003.5

(72)发明人 裴轩友 刘梦飞 姚建明

(22)申请日 2014.10.09

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105637753 A

代理人 王萍 陈炜

(43)申请公布日 2016.06.01

(51)Int.Cl.

H02M 3/335(2006.01)

(30)优先权数据

61/890,029 2013.10.11 US

(56)对比文件

US 2010254443 A1,2010.10.07,

US 2009096519 A1,2009.04.16,

CN 102318175 A,2012.01.11,

CN 101997435 A,2011.03.30,

US 2008031286 A1,2008.02.07,

US 2011292694 A1,2011.12.01,

CN 103219885 A,2013.07.24,

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.04.11

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/059967 2014.10.09

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/054539 EN 2015.04.16

(73)专利权人 戴乐格半导体公司

审查员 魏劲夫

地址 美国加利福尼亚州

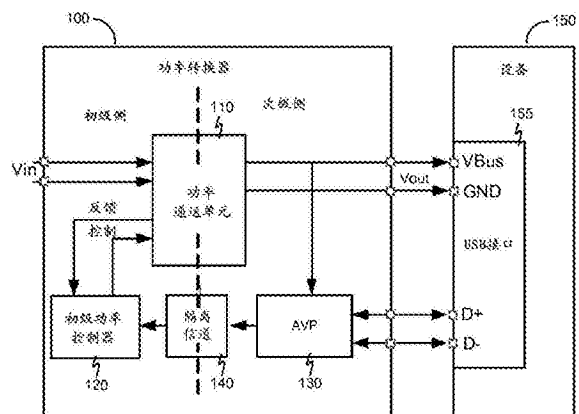
权利要求书3页 说明书8页 附图8页

(54)发明名称

用于隔离的开关功率变换器的次级侧与初级侧之间通信的协议

(57)摘要

一种功率变换器系统包括具有彼此电隔离的初级侧和次级侧的开关功率变换器。在开关功率变换器的初级侧的第一控制器以开关功率变换器的开关频率控制开关功率变换器中的开关接通或断开,以调节开关功率变换器的输出电压。在开关功率变换器的次级侧的第二控制器将信息编码成一个或多个脉冲,使得连续的脉冲之间的第一持续时间对应于第一逻辑电平,并且连续的脉冲之间的第二持续时间对应于第二逻辑电平,并且第二持续时间大于第一持续时间。



1. 一种功率变换器系统,包括:

开关功率变换器,所述开关功率变换器具有彼此电隔离的初级侧和次级侧;

第一控制器,所述第一控制器在所述开关功率变换器的初级侧,所述第一控制器以所述开关功率变换器的开关频率控制所述开关功率变换器中的耦接至所述初级侧的初级绕组的开关接通或断开,以调节所述开关功率变换器的输出电压;

第二控制器,所述第二控制器在所述开关功率变换器的次级侧,所述第二控制器将信息编码成一个或多个脉冲,使得所述脉冲中的连续的脉冲之间的第一持续时间对应于第一逻辑电平,并且所述脉冲中的连续的脉冲之间的第二持续时间对应于第二逻辑电平,所述第二持续时间大于所述第一持续时间;以及

通信信道,所述通信信道用于在保持所述初级侧与所述次级侧之间的电隔离的情况下将所编码的信息从所述第二控制器传送至所述第一控制器,

所述第一控制器还基于所编码的信息以及跨越耦接至所述初级绕组的辅助绕组的反馈电压,生成控制信号以接通或断开所述开关而调节所述输出电压。

2. 根据权利要求1所述的功率变换器系统,其中,所述第一持续时间和所述第二持续时间为两个连续的脉冲的上升沿之间的持续时间。

3. 根据权利要求1所述的功率变换器系统,其中,所述第一持续时间和所述第二持续时间为两个连续的脉冲的下降沿之间的持续时间。

4. 根据权利要求1所述的功率变换器系统,其中,所述第一逻辑电平为1,并且所述第二逻辑电平为0。

5. 根据权利要求1所述的功率变换器系统,其中,所述第二控制器通过生成具有基本上相等的脉冲宽度但是具有脉冲之间的不同的持续时间的一个或多个脉冲来将信息编码成一个或多个脉冲,其中,不同的信息通过脉冲之间的不同的持续时间来编码。

6. 根据权利要求1所述的功率变换器系统,其中,将所述信息从耦接至所述开关功率变换器的输出的负载装置经由所述负载装置的通用串行总线USB接口的数据链路提供至所述第二控制器。

7. 根据权利要求1所述的功率变换器系统,其中,所编码的信息指示所述开关功率变换器的输出电压超过上阈值电压,以及其中,所述第一控制器响应于从所述第二控制器接收所编码的信息,控制所述开关以减小所述开关功率变换器的输出电压。

8. 根据权利要求1所述的功率变换器系统,其中,所编码的信息指示所述开关功率变换器的输出电压小于下阈值电压,以及其中,所述第一控制器响应于从所述第二控制器接收所编码的信息,控制所述开关以增加所述开关功率变换器的输出电压。

9. 根据权利要求1所述的功率变换器系统,其中,所编码的信息指示由耦接至所述开关功率变换器的输出的负载装置请求的目标输出电压,以及其中,所述第一控制器控制所述开关以从所述开关功率变换器输出所请求的目标输出电压。

10. 根据权利要求1所述的功率变换器系统,其中,所编码的信息包括以下中的一个或多个:所述开关功率变换器的输出电压的过冲、欠压保护电平、系统关闭定时器长度、耦接至所述开关功率变换器的电子装置的温度、所述电子装置的恒流限制、以及用于对将所述电子装置耦接至所述开关功率变换器的线缆中的电压降进行补偿的信息。

11. 根据权利要求1所述的功率变换器系统,其中,所述第二控制器将信息编码成包括

与一个或多个数据位、奇偶校验位以及帧结束位对应的多个脉冲的数据帧,其中,所述数据帧中的与所述一个或多个数据位和所述奇偶校验位对应的两个或多个连续脉冲之间的持续时间为所述第一持续时间与所述第二持续时间中的至少之一,以在所述第一逻辑电平或所述第二逻辑电平对所述一个或多个数据位进行编码,以及其中,所述数据帧中的两个或多个连续脉冲之间的第三持续时间对应于所述帧结束位。

12. 根据权利要求1所述的功率变换器系统,其中,所述通信信道包括光耦合器、数字隔离器和电容器之一。

13. 一种用于将来自功率变换器系统中的开关功率变换器的次级侧的信息传送到所述开关功率变换器的初级侧的方法,所述功率变换器系统包括在所述开关功率变换器的初级侧的第一控制器、在所述开关功率变换器的次级侧的第二控制器、以及保持所述初级侧与所述次级侧之间的电隔离的通信信道,所述方法包括:

通过所述第一控制器以所述开关功率变换器的开关频率控制所述开关功率变换器中的耦接到所述初级侧的初级绕组的开关接通或断开,以调节隔离的开关功率变换器的输出电压;

通过所述第二控制器将信息编码成一个或多个脉冲,使得所述脉冲中的连续的脉冲之间的第一持续时间对应于第一逻辑电平,并且所述脉冲中的连续的脉冲之间的第二持续时间对应于第二逻辑电平,所述第二持续时间大于所述第一持续时间;

在保持所述初级侧与所述次级侧之间的电隔离的情况下,经由所述通信信道将所编码的信息从所述第二控制器传送到所述第一控制器;以及

基于所编码的信息以及跨越耦接到所述初级绕组的辅助绕组的反馈电压,生成控制信号以接通或断开所述开关而调节所述输出电压。

14. 根据权利要求13所述的方法,其中,所述第一持续时间和所述第二持续时间为两个连续脉冲的上升沿之间的持续时间。

15. 根据权利要求13所述的方法,其中,所述第一持续时间和所述第二持续时间为两个连续脉冲的下降沿之间的持续时间。

16. 根据权利要求13所述的方法,其中,将所述信息编码成一个或多个脉冲包括生成具有基本上相等脉冲宽度并且具有脉冲之间的不同的持续时间的一个或多个脉冲,其中,不同的信息通过脉冲之间的不同的持续时间来编码。

17. 根据权利要求13所述的方法,还包括:

经由耦接到所述开关功率变换器的输出的负载装置的通用串行总线USB接口的数据链路在所述第二控制器处接收信息。

18. 根据权利要求13所述的方法,其中,所编码的信息指示所述隔离的开关功率变换器的输出电压超过上阈值电压,以及其中,控制所述开关包括切换所述开关以减小所述隔离的开关功率变换器的输出电压。

19. 根据权利要求13所述的方法,其中,所编码的信息指示由耦接到所述开关功率变换器的输出的负载装置请求的目标输出电压,以及其中,控制所述开关包括切换所述开关以从所述开关功率变换器输出所请求的目标输出电压。

20. 根据权利要求13所述的方法,其中,将信息编码成一个或多个脉冲包括生成包括与一个或多个数据位、奇偶校验位以及帧结束位对应的多个脉冲的数据帧,其中,所述数

据帧中的与所述一个或多个数据位和所述奇偶校验位对应的两个或多个连续脉冲之间的持续时间为所述第一持续时间与所述第二持续时间中的至少之一,以在所述第一逻辑电平或所述第二逻辑电平对所述一个或多个数据位进行编码,以及其中,所述数据帧中的两个或多个连续脉冲之间的第三持续时间对应于所述帧结束位。

用于隔离的开关功率变换器的次级侧与初级侧之间通信的协议

背景技术

[0001] 本公开内容总体上涉及开关功率变换器,并且特别地涉及将在开关功率变换器的次级侧接收的信息传送至开关功率变换器的初级侧。

[0002] 隔离的开关功率变换器如反激式功率变换器和正向功率变换器可以采用初级侧感测方案来间接地感测和调节由变换器输出的电压。输出电压在开关功率变换器的每个开关循环(cycle)处在功率变换器的初级侧被感测。这种隔离的开关功率变换器可以采用脉冲宽度调制以调节在全负载、重负载条件下的输出电压。在低负载或无负载条件下,可以使用脉冲频率调制来调节输出电压,其中开关频率随着负载的减小而降低。

[0003] 当开关频率降低时,隔离的开关功率变换器可能难以采用输出电压的初级侧感测来对负载的突变(例如,将电子装置重新连接至开关功率变换器的输出)作出反应。由于在变换器的每个开关脉冲处感测负载条件,因此在低负载或无负载条件下,开关功率变换器的低开关频率可能对于变换器对负载的突变作出反应来说太低。

[0004] 此外,一些隔离的开关功率变换器被设计成根据连接至其的电子装置的需求以多个输出电压(例如,5V、12V等)工作。这种隔离的开关功率变换器将从所连接的电子装置接收命令信号,该命令信号指示由所连接的电子装置需求的输出电压。电子装置也可以发送与电子装置的其他需求有关的其他命令信号。由于电子装置在功率变换器的输出处(即在次级侧)被连接至开关功率变换器,因此这种命令信号在开关功率变换器的次级侧被接收。

发明内容

[0005] 本文中的实施方式提供了一种功率变换器系统,该功率变换器系统包括具有彼此电隔离的初级侧和次级侧的开关功率变换器。开关功率变换器的初级侧的第一控制器控制开关功率变换器中的开关,以调节开关功率变换器的输出电压。开关功率变换器的次级侧的第二控制器将信息编码成一个或更多个脉冲,使得连续的脉冲之间的第一持续时间对应于第一逻辑电平,并且连续的脉冲之间的第二持续时间对应于第二逻辑电平,其中第二持续时间大于第一持续时间。例如,在一个实施方式中,第一持续时间和第二持续时间为由第二控制器生成的两个连续的脉冲的上升沿之间的时间。在另一实施方式中,第一持续时间和第二持续时间为两个连续的脉冲的下降沿之间的时间。通信信道用于在保持开关功率变换器的初级侧与次级侧之间的电隔离的情况下将所编码的信息从第二控制器传送至第一控制器。

[0006] 因此,根据各个实施方式的功率变换器系统精确地传送来自开关功率变换器的次级侧的信息,使得开关功率变换器能够响应于来自耦接至开关功率变换器的电子装置的请求提供多个目标输出电压电平耦接,对于不符合规格的输出电压电平进行补偿,并且响应于在开关功率变换器的次级侧处接收到的其他信息。

[0007] 在说明书中描述的特征和优点并不是无所不包的,并且特别地,考虑到附图、说明书和权利要求书,许多另外的特征和优点对于本领域普通技术人员来说将是明显的。此外,

应当指出的是,说明书中所使用的语言主要是为了易读和指导的目的而选择的,并非被选择为界定或限制本发明的主题内容。

附图说明

[0008] 通过结合附图考虑以下详细描述,可以容易地理解本发明的实施方式的教导。

[0009] 图1示出了根据一个实施方式的允许信息从隔离的开关功率变换器的次级侧传送至初级侧的隔离的开关功率变换器。

[0010] 图2示出了根据一个实施方式的开关功率变换器的功率递送单元。

[0011] 图3A、图3B、图3C示出了根据一个实施方式的由次级侧自适应电压位置控制器生成的示例符号。

[0012] 图4A和图4B示出了根据一个实施方式的由次级侧自适应电压位置控制器生成的示例边带符号。

[0013] 图5示出了根据一个实施方式的当电子装置请求较高的输出电压时由次级侧自适应电压位置控制器执行的改变开关功率变换器的输出电压的处理。

[0014] 图6示出了根据一个实施方式的当电子装置请求较低的输出电压时由次级侧自适应电压位置控制器执行的改变开关功率变换器的输出电压的处理。

[0015] 图7A和图7B示出了根据一个实施方式的由次级侧自适应电压位置控制器生成的示例故障保护信号。

[0016] 图8示出了根据一个实施方式的由次级侧自适应电压位置控制器生成的示例信号。

具体实施方式

[0017] 附图和下面的描述仅作为说明涉及本发明的实施方式。应当注意,根据下面的讨论,本文所公开的结构和方法的替选实施方式会容易被认为是在不偏离所要求保护的本发明的原理的情况下可以采用的可行的替选方式。

[0018] 现在将详细参考本发明的若干实施方式,所述实施方式的示例在附图中被示出。注意,只要可行,类似或相同的附图标记可以用于附图中,并且可以表示类似或相同的功能。附图仅出于说明的目的示出了本发明的实施方式。本领域的技术人员会根据下面的描述容易地认识到:在不偏离本文描述的本发明的原理的情况下可以采用本文示出的结构和方法的替选实施方式。

[0019] 本文的实施方式包括隔离的开关功率变换器,该隔离的开关功率变换器使用用于感测和调节输出电压的驻留在隔离的开关功率变换器的初级侧的初级侧控制器,以及配置为将在开关功率变换器的次级侧感测的各种信息传送至初级侧控制器的驻留在隔离的开关功率变换器的次级侧的AVP(自适应电压位置)控制器。这样的信息可以包括关于负载条件及其变化的信息、由连接至隔离的开关功率变换器的电子装置提供的命令或信息等。

[0020] AVP控制器将在开关功率变换器的次级侧接收到的信息或命令编码成1和0的数字逻辑位,然后以脉冲的形式经由数字通信链路将其发送至初级侧控制器,其中每个脉冲的不同周期对应于数字逻辑位的1或0。例如,较长的脉冲可以表示0,以及较短的脉冲可以表示1。可以用具有不同周期的这样的脉冲的组合将不同的命令编码在一个数据帧中,其中周

期被定义为在连续脉冲的两个上升(或下降)沿之间的持续时间。由次级侧AVP将多个这样的长或短的脉冲发送至初级侧控制器以传送在开关功率变换器的次级侧接收到的这样的信息或命令。通过通信链路发送这样的脉冲,通信链路可以包括将开关功率变换器的初级侧与次级侧电隔离的隔离装置,例如光耦合器、数字隔离器、电容器等。脉冲周期将不会受到这样的隔离装置的不同特性的显著影响。

[0021] 本文所描述的实施方式提供从开关功率变换器的次级侧向初级侧的精确的信息传输、与模拟实现方案相比较高的误差和变化容差、以及用以检测在从次级侧向初级侧传输的数据分组中的错误的内建奇偶校验。

[0022] 图1示出了根据一个实施方式的包括开关功率变换器100和连接至开关功率变换器100的输出的电子装置150的系统。在一个实施方式中,开关功率变换器100包括功率递送单元110、在功率递送单元110的初级侧的控制器120、在功率递送单元110的次级侧的自适应电压位置(AVP)控制器130、以及使得能够在次级侧AVP控制器130与初级侧控制器120之间进行通信的隔离信道140。

[0023] 功率变换器100接收来自AC电源(未示出)的AC电力,AC电力被整流以提供经调节的DC输入电压 V_{in} 。包括隔离的开关功率变换器(例如,反激功率变换器或整激功率变换器)的功率递送单元110向连接至开关功率变换器100的电子装置150提供经调节的输出电压 V_{out} 。在一个实施方式中,功率递送单元110将输出电压 V_{out} 传递至电子装置150的USB接口155的VBus和GND端子。初级功率控制器120控制功率递送单元110以生成经调节的输出电压 V_{out} 。

[0024] 次级侧AVP控制器130(例如,经由USB接口155的差分数据链路D+和D-)接收来自电子装置150的信息并且经由隔离信道140将该信息传送至初级控制器120。具体地,AVP控制器130将在次级侧接收到的信息编码为数字逻辑位1和0,并且将该信息以脉冲的形式发送至初级控制器120。在一个实施方式中,AVP控制器130利用周期变化的脉冲对信息进行编码,其中脉冲的周期被定义为在连续脉冲的两个上升(或下降)沿之间的持续时间。例如,AVP控制器130利用具有较长周期的脉冲生成数字0位,并且利用具有较短周期的脉冲生成数字1位。AVP控制器130可以可替换地利用具有较短周期的脉冲生成数字0位并且利用具有较长周期的脉冲生成数字1位。具有与数字0和1脉冲的周期不同的周期的脉冲可以编码其他信息,例如过电压条件或欠电压条件。AVP控制器130经由隔离信道140将一个或多个脉冲发送至初级控制器120以将在开关功率变换器100的次级侧处接收到的信息或命令传送至初级控制器120。另外,可以通过将一个或多个脉冲组合成数据帧来对多个不同的命令进行编码。

[0025] AVP控制器130包括经由隔离信道140向初级控制器120传送信息或命令的传送器(未示出)。初级控制器120包括经由隔离信道140接收来自AVP控制器130的信息或命令的接收器(未示出)。在各种实施方式中,隔离信道140包括光耦合器、数字隔离器、电容器或者在提供从功率递送单元110的次级侧至初级侧的信息通信手段的情况下将功率递送单元110的初级侧与次级侧电隔离的另一装置。

[0026] AVP控制器130使用通信协议从开关功率变换器100的次级侧向初级控制器120交换各种类型的信息,包括输出电压调节请求、过电压条件、输出下冲(欠电压)条件、过温度保护、输出过冲、恒定电流限制、线缆压降补偿信息、欠压保护电平、系统关闭定时器长度、

或者关于功率变换器100的配置的其他信息。AVP控制器130将一些类型的信息编码成包括与逻辑1和0对应的脉冲的数据帧。通过指定由AVP控制器130生成的信号来对其他类型的信息进行编码。参照图3A至图8来描述将信息传送至初级控制器120的由AVP控制器130生成的示例信号。

[0027] 图2示出了开关功率变换器100的功率递送单元110的示例实施方式。功率递送单元110除了其他部件之外还包括开关203和具有初级绕组202、次级绕组216和辅助绕组208的变压器。

[0028] 如图2所示,输入电压 V_{in} 被耦接至初级绕组202。在开关203的接通循环期间,由于二极管 D_1 被反向偏置,能量被存储在初级绕组202中。在开关203的断开循环期间,由于二极管 D_1 变成正向偏置,所以存储在初级绕组202中的能量被释放到次级绕组216并且跨越电容器 C_0 转移至负载 L_1 (例如电子装置150)。二极管 D_1 对在次级绕组216上的输出电压进行整流并且电容器 C_0 对在次级绕组216上的输出电压进行滤波用于向负载 L_1 输出作为输出电压 V_{out} 。在开关203的断开循环期间,输出电压 V_{out} 跨越辅助绕组208被折回为反馈电压 FB 。在一个实施方式中,辅助绕组208还向初级侧控制器120提供 V_{cc} 输入电压源。

[0029] 初级侧控制器120生成控制信号214以接通或断开开关203。初级控制器120至少部分地基于在开关203的每个断开循环内跨越辅助绕组208生成的反馈电压 FB 来调节输出电压 V_{out} 。初级控制器120可以使用多个调制技术中的任意一个,诸如脉冲宽度调制(PWM)或脉冲频率调制(PFM),来基于反馈电压 FB 控制开关203的接通和断开状态和占空比以调节输出电压 V_{out} 。

[0030] 初级控制器120包括DATA(数据)引脚,DATA引脚配置为经由对在功率递送单元110的次级侧接收到的信息进行编码的隔离信道140来接收来自AVP控制器130的信号。除了跨越辅助绕组208生成的反馈电压之外,初级控制器120还基于从AVP控制器130接收到的信号来控制(例如,通过控制开关203的切换)功率递送单元110的输出。例如,根据从AVP控制器130接收到的信号,初级控制器120可以增加或减少来自功率递送单元110的输出电压以传递由电子装置请求的电力量或设定来自功率递送单元110的缺省输出电压,例如5V。然后初级控制器120利用跨越辅助绕组208的反馈电压将功率递送单元110的输出电压调节至缺省电压电平或者电子装置请求的电压电平并且通过AVP控制器130传送至初级控制器。

[0031] 在一个实施方式中,初级控制器120对从AVP控制器130接收到的每种类型的信号分配优先级。例如,初级控制器120向数据帧分配高的优先级,向过电压条件信号分配中等的优先级,以及向欠电压条件信号分配低的优先级,确保初级控制器120将接收整个数据帧而不启动补偿过电压或欠电压条件的过程。可替代地,初级控制器120可以向过电压或欠电压信号分配较高的优先级并且向数据帧分配较低的优先级,使得初级控制器120能够快速地对与电子装置150的规格不一致的过电压或欠电压条件做出反应。

[0032] 图3A至图3C示出了由AVP控制器130生成的用于对各种符号进行编码的示例脉冲。在图3A至图3C中示出的符号形成用于在AVP控制器130与初级控制器120之间进行通信的基本组成块。图3A为针对数字0位的示例脉冲。在图3A中, t_P 是脉冲的周期(例如, $400\mu s \pm 10\%$), t_{ON} 是脉冲的宽度(例如, $40\mu s \pm 10\%$),以及 t_R 和 t_F 分别是脉冲的上升时间和下降时间。在一个实施方式中,初级控制器120基于脉冲的周期检测脉冲为逻辑0,而不限定脉冲的脉冲宽度或上升时间和下降时间。

[0033] 图3B是针对数字逻辑1位的示例脉冲。如图3B所示,AVP控制器130的一个实施方式利用具有比针对数字0位生成的脉冲的周期短的周期的脉冲生成数字1位。例如,限定数字1位的脉冲的周期 t_P 为 $200\mu\text{s}$ 。可替代地,AVP控制器130可以利用具有比针对数字0位生成的脉冲的周期长的周期的脉冲生成数字1位。针对数字1位生成的脉冲的脉冲宽度 t_{ON} 、上升时间 t_R 和下降时间 t_F 可以与针对数字0位生成的脉冲的脉冲宽度 t_{ON} 、上升时间 t_R 和下降时间 t_F 相同或者可以不同。

[0034] 图3C是针对指示数据帧的结束的位的示例脉冲。在一个实施方式中,帧结束位是具有比针对数字1位的周期和针对数字0位的周期长的周期的脉冲。例如,限定帧结束位的脉冲的周期 t_P 长于 $800\mu\text{s}$ 。针对帧结束位生成的脉冲的脉冲宽度 t_{ON} 、上升时间 t_R 和下降时间 t_F 可以与针对数字0位或数字1位生成的脉冲的脉冲宽度 t_{ON} 、上升时间 t_R 和下降时间 t_F 相同或者可以不同。

[0035] 因而,AVP控制器130利用具有变化的周期的脉冲对信息进行编码,其中周期被测量为例如在两个连续脉冲的上升沿之间的持续时间或者为两个连续脉冲的下降沿之间的持续时间。因为脉冲的周期是通过检测在每个循环中的脉冲中的相同的点(例如,脉冲的上升沿或下降沿)测量的,而与脉冲的脉冲宽度 t_{ON} 无关,因此由脉冲的上升沿和下降沿引入的检测误差在测量脉冲周期时被有效地消除。因此脉冲周期的准确测量比脉冲宽度的准确测量更容易。因此更容易地或更廉价地实现了配置为通过利用周期 t_P 变化的脉冲而不是脉冲宽度 t_{ON} 变化的脉冲的编码方案进行通信的AVP控制器130和初级控制器120。

[0036] 图4A和图4B示出了由AVP控制器130生成的示例边带符号。边带符号被用于将信息从AVP控制器130直接传送至初级控制器120。例如,图4A是由AVP控制器130生成的用于向初级控制器120通知过电压条件的脉冲。在图4A的示例中,过电压保护脉冲是周期(例如, $100\mu\text{s}$)小于数字0位的周期和数字1位的周期的脉冲。作为另一示例,图4B是由AVP控制器130生成的用于向初级控制器120通知欠电压条件的脉冲。在图4B的示例中,欠电压脉冲是在输出电压 V_{out} 低于指定阈值时由AVP控制器130生成的基本恒定的信号,其中脉冲宽度 t_{ON} 可以是脉冲周期 t_P 的任何部分。可替代地,AVP控制器可以将欠电压信号编码为具有指定长度的周期 t_P 的脉冲,该周期与对逻辑0、逻辑1、帧结束以及过电压条件进行编码的脉冲的周期不同。当初级控制器120接收对过电压或欠电压条件的通知进行编码的信号时,初级控制器120采取行动来校正功率递送单元110的输出电压并且返回在与电子装置150的规格一致的范围内的输出电压,其中初级控制器120随后可以基于跨越辅助绕组208的反馈电压来调节输出电压。

[0037] AVP控制器130被配置为生成均包括多个脉冲的数据帧以向初级控制器120传送信息。在一个实施方式中,数据帧包括对一个或多个数据位进行编码的一个或多个脉冲(即,对逻辑0编码的脉冲或对逻辑1进行编码的脉冲),对奇偶校验位进行编码的脉冲以及对帧结束位进行编码的脉冲。在一个实施方式中,奇偶校验位是对逻辑1或逻辑0进行编码的脉冲,其中奇偶校验位的值由数据帧中的数据位的XOR来确定。

[0038] 在一个示例中,AVP控制器130利用数据帧来将电子装置150的输出电压请求传送至初级控制器120。AVP控制器130可以定期地(例如,每 200ms)将输出电压传送至初级控制器120。下面的表格示出了AVP控制器130使用的以两个数据位对电子装置150请求的输出电压进行编码的示例编码方案:

[0039]

输出电压	编码
5V	00
9V	01
12V	10
20V	11

[0040] 初级控制器120被配置为对从AVP控制器130接收到的数据帧进行解码并且控制功率递送单元110以输出由数据帧指定的电压。然后初级控制器120利用跨越辅助绕组208的反馈电压将功率递送单元110的输出电压调节至特定的电压电平。如果初级控制器120在阈值周期时间(例如,400ms)内没有接收来自AVP控制器130的指定输出电压,则初级控制器120可以使功率递送单元110输出缺省电压电平(例如5V)。另外,如果初级控制器120从AVP控制器130接收了无效的数据帧(例如,如果脉冲不符合关于逻辑0或1的规格,或者如果奇偶校验位是不正确的),则初级控制器120可以不改变来自功率递送单元110的输出电压。

[0041] 图5示出了在电子装置120请求高于当前输出电压的输出电压时由AVP控制器130执行的改变开关功率变换器100的输出电压的示例处理。图5中示出了发送至USB接口155的差分数据链路D+和D-的信号、功率转换器的输出电压 V_{out} 、由AVP控制器130生成的并且经由隔离信道140发送至初级控制器120的数据信号(Data)、以及由AVP控制器130用来分别确定过电压条件、放电条件和欠电压条件的过电压阈值 OVP_THLD 、放电阈值 $DSCH_THLD$ 和欠电压阈值 UV_THLD 。AVP控制器130的其他实施方式可以利用与图5中所示的过程不同的过程来增加开关功率变换器100的电压输出。

[0042] 如图5所示,当新的目标输出电压的指示呈现在USB接口155的D+/D-链路上时,AVP控制器130的一个实施方式在将一系列的数据帧传输至初级控制器120之前对USB接口155的差分数据链路进行尖峰过滤(degitch)(例如,持续40ms)。在一个示例中,AVP控制器传输四个数据帧502A-520D,并且每个数据帧具有8ms的周期。在第一数据帧502A结束时,在控制器120内所使用的过电压阈值 OVP_THLD 和放电阈值 $DSCH_THLD$ 被从当前电平调整至将作为针对新的目标输出电压的阈值的新的目标电平。当正在调整阈值电压时过电压信号和欠电压信号可以被阻断一段时间(例如在第一数据帧结束之后持续500 μ s)。类似地,在第四数据帧502D结束时,欠电压阈值 UV_THLD 被调整为关于目标输出电压的阈值,并且当正在调整阈值电压时过电压和欠电压保护信号被阻断(例如在第四数据帧结束之后持续500 μ s)。在由AVP控制器130生成的其他数据帧期间或之后,可以可替代地调整过电压阈值、放电阈值和欠电压阈值。响应于从AVP控制器130接收到数据帧502A至520D,初级控制器120将开关功率变换器100的输出电压 V_{out} 增加至目标电压,并且基于跨越辅助绕组208的反馈来将输出电压调节至目标电压。

[0043] 图6示出了当电子装置120请求比当前输出电压低的输出电压时由AVP控制器130执行的改变开关功率变换器100的输出电压的示例处理。图6中示出了被发送至USB接口155的差分数据链路D+和D-的信号、输出电压 V_{out} 、由AVP控制器130生成的并且经由隔离信道140被发送至初级控制器120的数据信号、以及过电压阈值 OVP_THLD 、放电阈值 $DSCH_THLD$ 和欠电压阈值 UV_THLD 。AVP控制器130的其他实施方式可以使用与图6中所示的过程不同的过程来减小开关功率变换器100的电压输出。

[0044] 如图6中所示,当新的目标输出电压的指示呈现在USB接口155的D+/D-链路上时,AVP控制器130的一个实施方式在将一系列数据帧传送至初级控制器120之前对USB接口155的差分数据链路进行尖峰过滤(例如,持续40ms)。在一个示例中,AVP控制器130传送六个数据帧602A至602F,并且每个数据帧具有8ms的周期。在第一数据帧602A结束时,控制器120中所使用的过电压阈值OVP_THLD和放电阈值DSCH_THLD被调节为关于新的目标输出电压的阈值。当正在调整阈值时过电压和欠电压保护信号可以被阻断一段时间(例如,在第一数据帧结束之后持续500 μ s)。类似地,在第六数据帧602F结束时,欠电压阈值UV_THLD被调节为关于目标输出电压的阈值,并且当正在调整阈值时过电压和欠电压保护信号被阻断(例如,在第四数据帧结束之后持续500 μ s)。过电压阈值、放电阈值和欠电压阈值可以可替代地在由AVP控制器130生成的其他数据帧期间或之后被调整。响应于从AVP控制器130接收到数据帧602A至602F,初级控制器120将开关功率变换器100的输出电压减小至新的目标电压,并且基于跨辅助绕组208的反馈将输出电压调节为目标电压。

[0045] 如上所述,AVP控制器130的一个实施方式被配置为将故障保护信息传送至初级控制器120。这样的故障保护信息例如包括过电压保护、欠电压、低信道阻塞(stuck)以及高信道阻塞。图7A至图7B示出了由AVP控制器130生成的并且经由隔离信道140发送至初级控制器120的示例故障保护信号。

[0046] 图7A示出了将过电压条件(即,输出电压 V_{out} 超过由电子装置120或开关功率变换器100的规格限定的过电压阈值的条件)通知给初级控制器120的示例信号。在一个实施方式中,如图7A中所示,过电压保护信号是被发送至初级控制器120的一系列脉冲,每个脉冲具有例如100 μ s的周期。如果在数据帧期间检测到过电压条件,那么可以在数据帧期间异步发送过电压脉冲,从而使数据帧无效。响应于检测到过电压保护信号,初级控制器120采取措施以校正过电压条件。在一个实施方式中,初级控制器120被配置成在采取行动校正过电压条件之前测量过电压保护信号的多个循环(例如,三个循环)。

[0047] 图7B示出了将欠电压条件(即,输出电压 V_{out} 低于电子装置120的规格的条件)通知给初级控制器120的示例信号。当初级控制器120接收到欠电压保护信号时,初级控制器120采取措施以校正欠电压条件。在一个实施方式中,如图7B中所示,欠电压保护信号为具有有限周期 t_p 的电压电平。因此,初级控制器120可以检测从AVP控制器130接收到的每个脉冲作为欠电压信号,并且响应于该脉冲,生成功率递送单元110的开关循环以生成跨辅助绕组208的反馈电压并且确认欠电压条件。

[0048] 初级控制器120还可以采取行动以校正正在低电压或高电压下阻塞的信道。在一个实施方式中,如果初级控制器120接收到比阈值长度长的低信号,那么初级控制器120将开关功率变换器100的输出电压调整为缺省值(例如,5V)。例如,如果初级控制器120接收到低信号持续的时间量足以传送来自AVP控制器130的两个数据帧,那么初级控制器120将输出电压调整为缺省值,其中传送数据帧所需要的时间量为数据帧中的脉冲的周期 t_p 的和。类似地,如果初级控制器120接收到比阈值长度长的高信号(例如,两个消息传送间隔),那么初级控制器120将开关功率变换器100的输出电压调整为缺省值。例如,如果初级控制器接收到高信号持续的时间量足以传送来自AVP控制器130的两个数据帧至初级控制器120,那么初级控制器120将输出电压调整为缺省值。

[0049] 如上所述,AVP控制器130通过以长度变化的脉冲对信息进行编码来将各种不同类

型的信息传送至开关功率变换器100的初级控制器120。图8示出了由AVP控制器130生成的、将信息传送至初级控制器120的示例信号。信号802为由AVP控制器130生成的、将来自电子装置150的对20V的输出电压的请求传送至初级控制器120的示例信号。示例信号802为30%的占空比的8kHz信号,或者为包括周期 t_P 为约125 μ s并且脉冲宽度 t_{ON} 为约40 μ s的脉冲的信号。信号804为被生成以将来自电子装置150的对12V的输出电压的请求传送至初级控制器120的示例信号。示例信号804为50%的占空比的6kHz信号,或者为包括周期 t_P 为约167 μ s并且脉冲宽度 t_{ON} 为约80 μ s的脉冲的信号。信号806为被生成以将来自电子装置150的对9V的输出电压的请求传送至初级控制器120的示例信号,并且信号806为50%的占空比的4kHz信号(即, $t_P=250\mu$ s,并且 $t_{ON}=125\mu$ s)。信号808为被生成以将来自电子装置150的对5V的输出电压的请求传送至初级控制器120的示例信号,并且信号808为50%的占空比的2kHz信号(即, $t_P=500\mu$ s,并且 $t_{ON}=250\mu$ s)。信号810为将过电压条件传送至初级控制器120的示例信号,其包括由从功率变换器100断开连接的电子装置150生成的过电压条件或者轻负载或无负载条件。示例信号810为20%的占空比的10kHz信号,或者为包括周期 t_P 为约100 μ s并且脉冲宽度 t_{ON} 为约20 μ s的脉冲的信号。信号812为将欠电压条件传送至初级控制器120的示例信号,并且信号812为低频信号(例如,小于2kHz)。AVP控制器130的其他实施方式可以生成与图8中所示的信号不同的将信息传送至初级控制器120的信号。例如,AVP控制器130可以以两个位的数据对由电子装置150请求的输出电压进行编码,所述两个位的数据在包括两个数据位、奇偶校验位和帧结束位的数据帧中被发送至初级控制器120。可替代地,AVP控制器130可以使用与图8中所示的脉冲周期不同的周期的脉冲来对输出电压进行编码。AVP控制器130还可以对与图8中所示的信息相比另外的、更少的或不同类型的信息进行传送。

[0050] 因此,根据各个实施方式的开关功率变换器100接收关于开关功率变换器100的次级侧的信息,并且使用周期变化的脉冲对信息进行编码用于与初级侧进行通信,其中可以将所述信息用于控制开关功率变换器100的输出。因此,开关功率变换器100可以用于需要各种输出电压的功率电子装置,并且可以快速地响应于由电子装置150传送至开关功率变换器100的其他请求。此外,由于在测量脉冲周期时消除了由脉冲的上升沿和下降沿引入的检测误差,因此配置成使用周期变化的脉冲进行通信的AVP控制器130和初级控制器120比通过其他编码方案进行通信的控制器更简单并且更廉价。

[0051] 尽管本文中已示出并描述了特定实施方式和应用,但应理解的是,实施方式不限于本文所公开的确切结构和部件,并且在不脱离所附权利要求中限定的实施方式的精神和范围的情况下,可以对实施方式的方法和装置的布置、操作和细节作出各种修改、改变和变型。

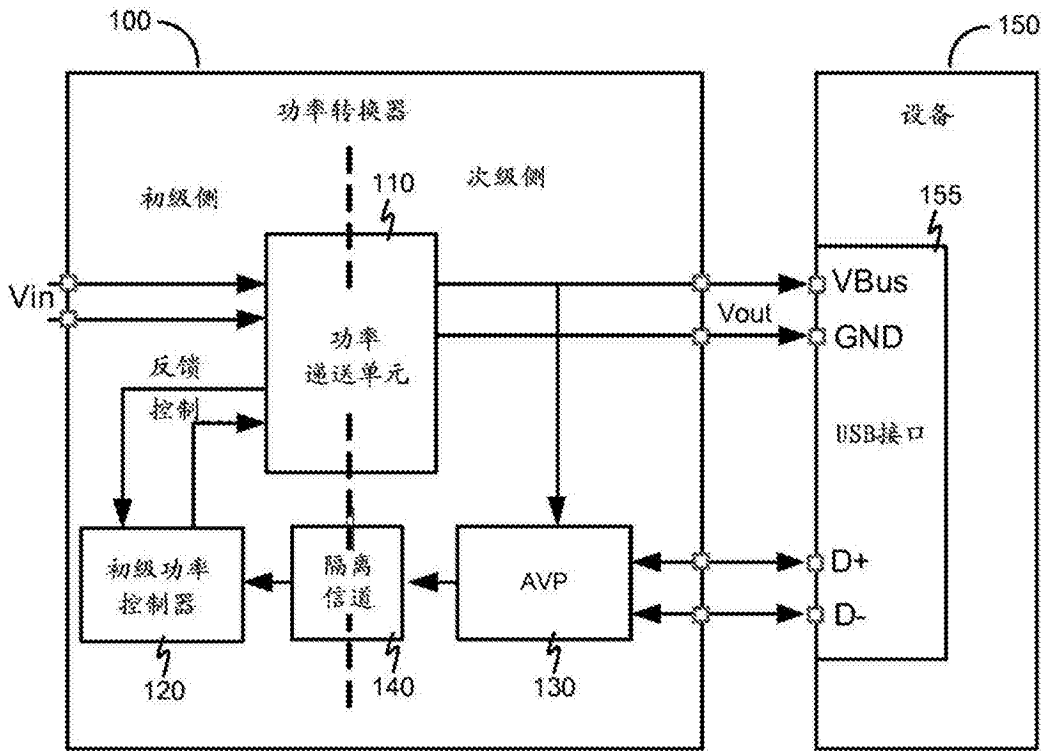


图1

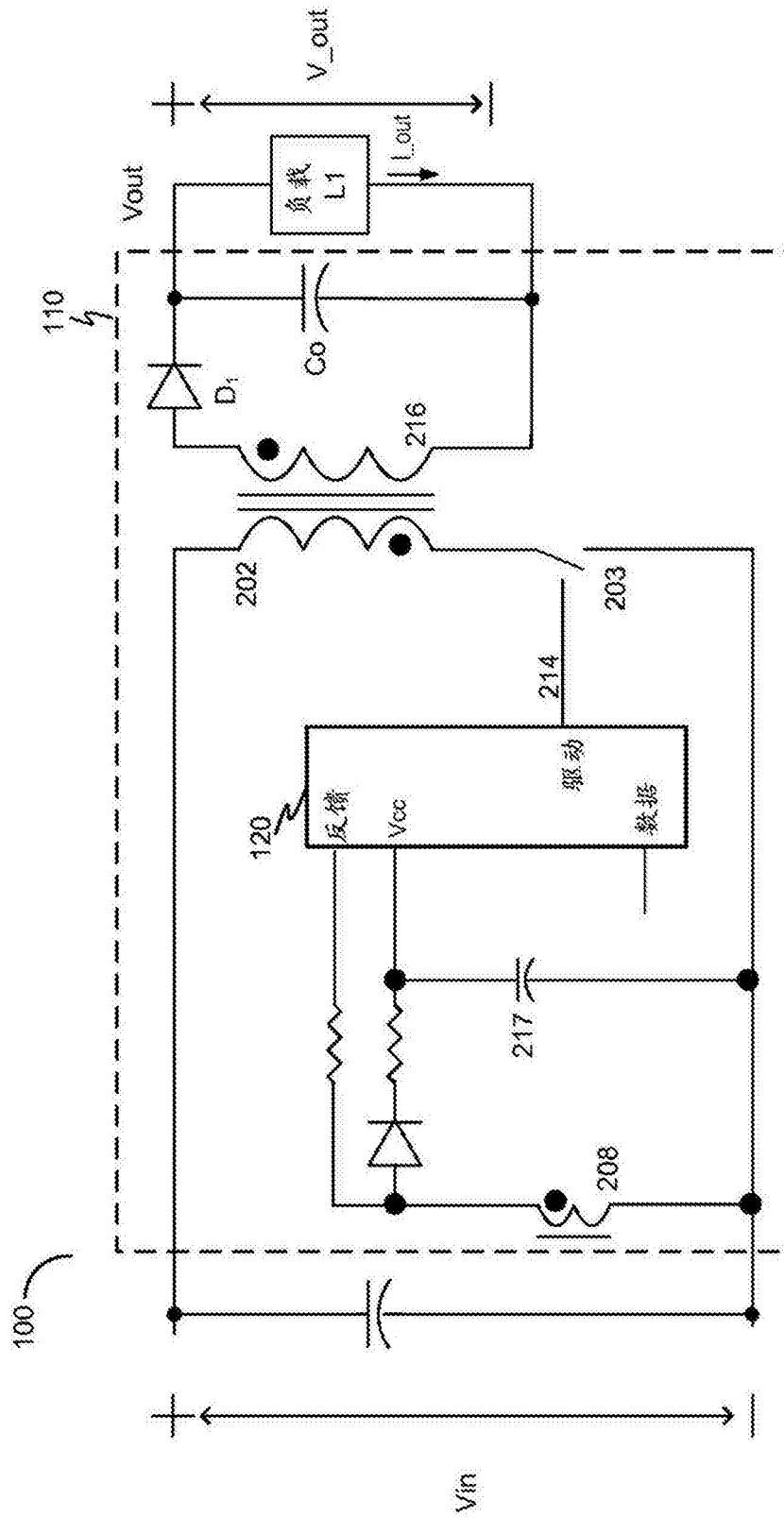


图2

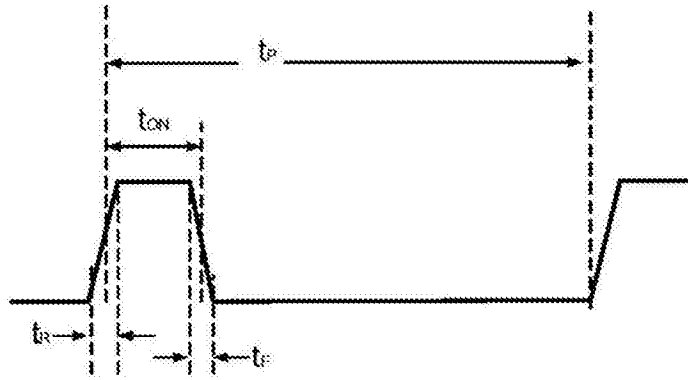


图3A

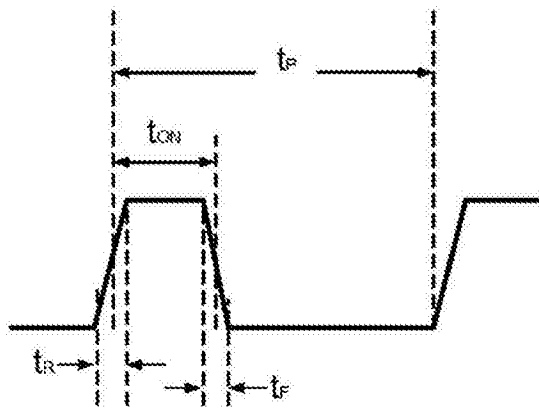


图3B

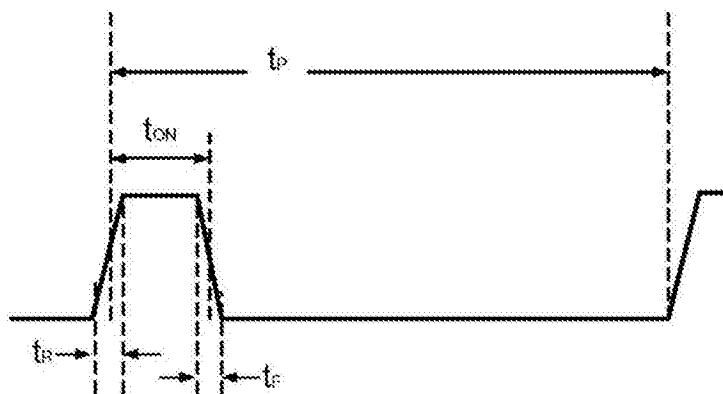


图3C

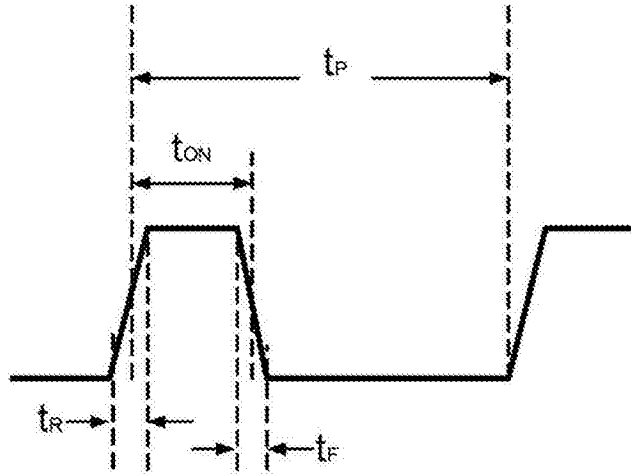


图4A

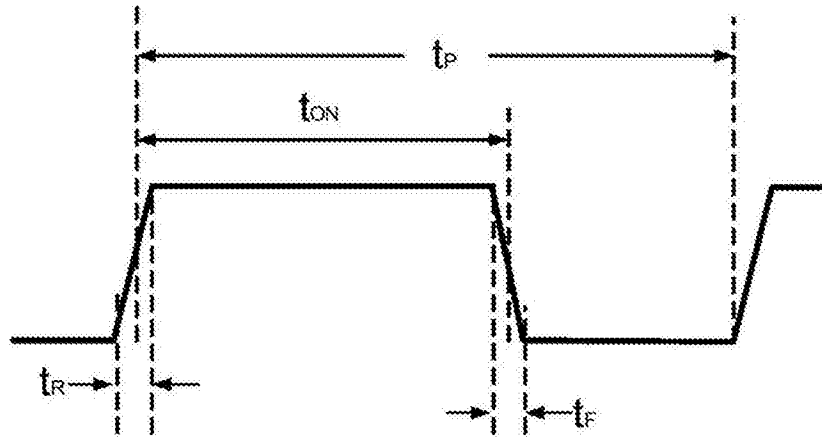


图4B

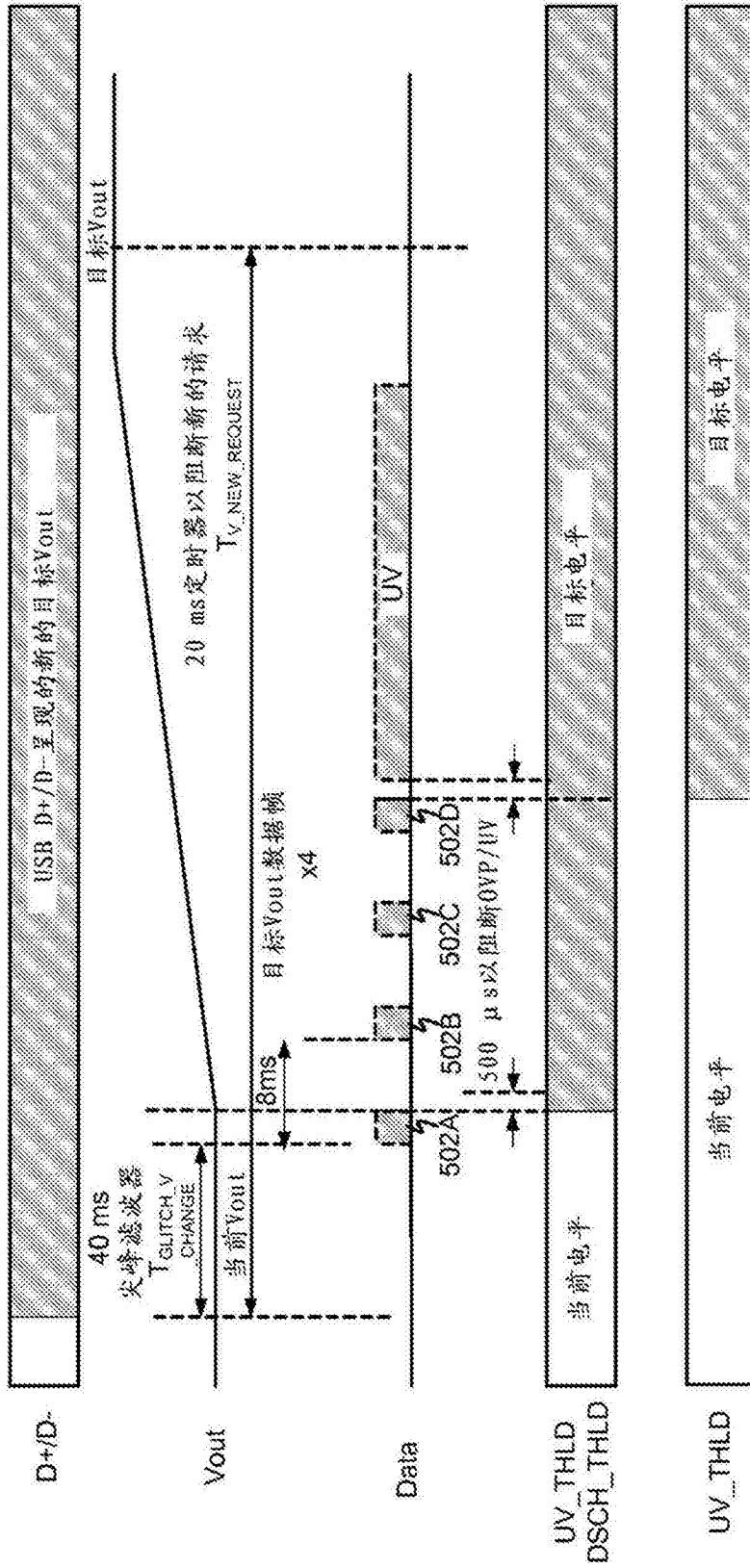


图5

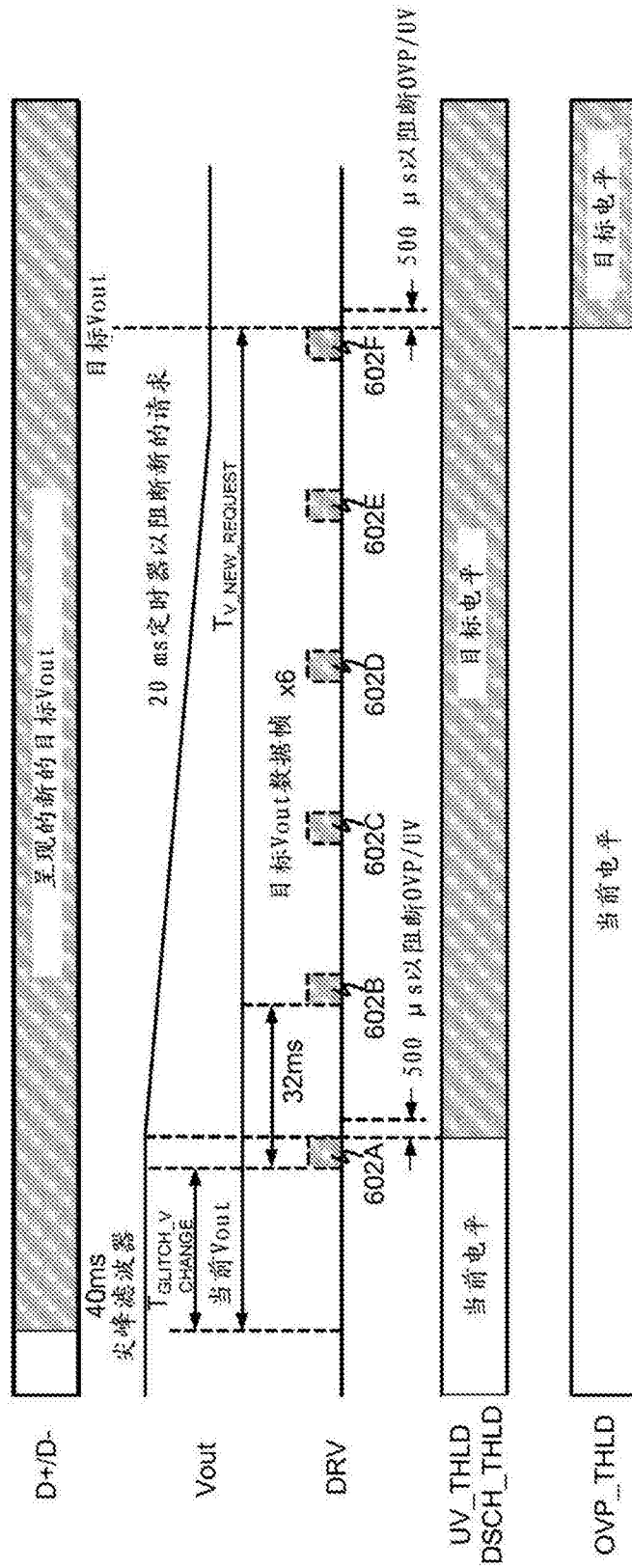


图6

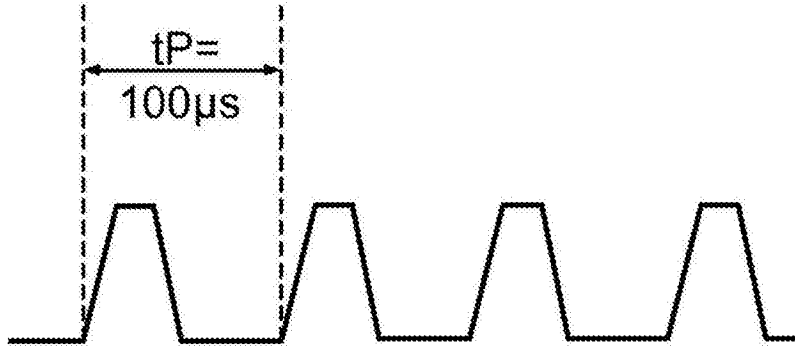


图7A

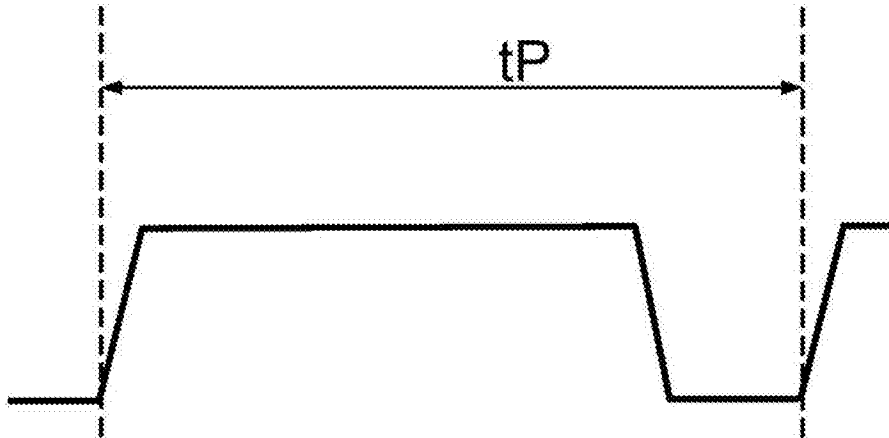


图7B

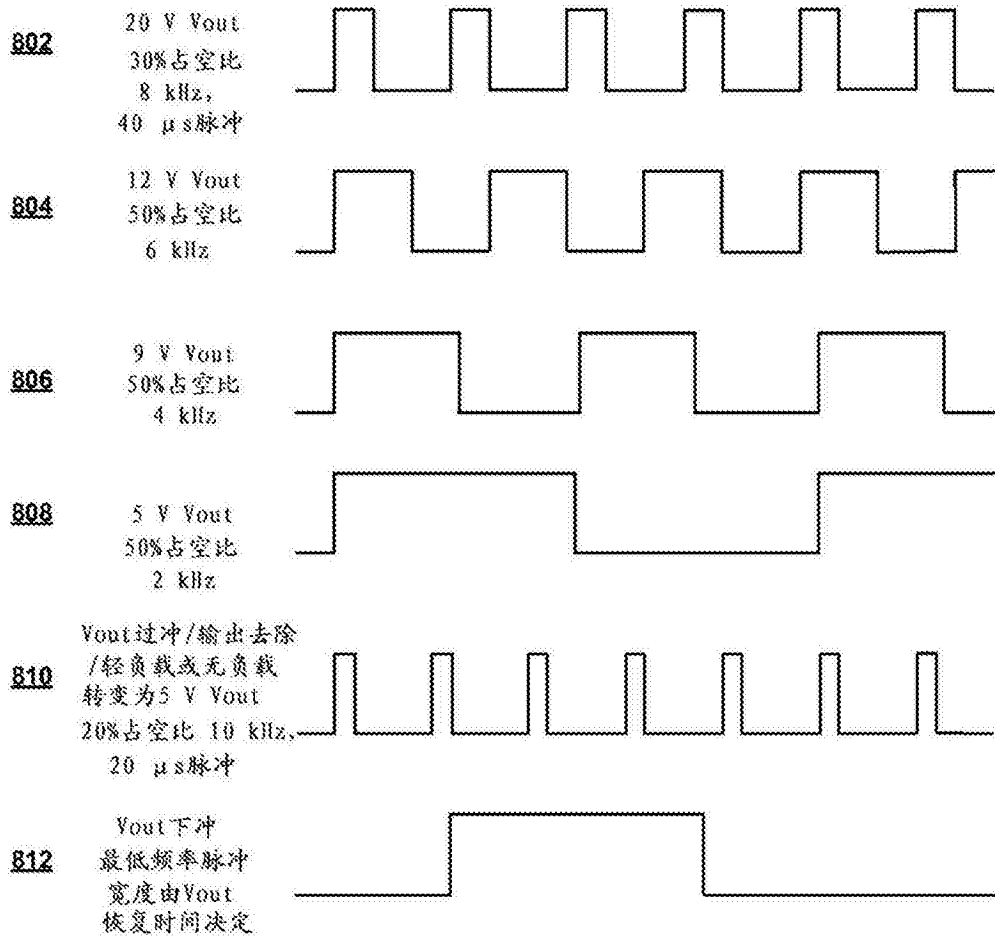


图8