



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110729897 B

(45) 授权公告日 2022. 03. 01

(21) 申请号 201910948414.X

(22) 申请日 2015.12.31

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110729897 A

(43) 申请公布日 2020.01.24

(30) 优先权数据
14/588,111 2014.12.31 US

(62) 分案原申请数据
201580071633.4 2015.12.31

(73) 专利权人 德克萨斯仪器股份有限公司
地址 美国德克萨斯州

(72) 发明人 S·V·维拉姆瑞迪

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 袁策

(51) Int.Cl.
H02M 3/158 (2006.01)

审查员 郑园圆

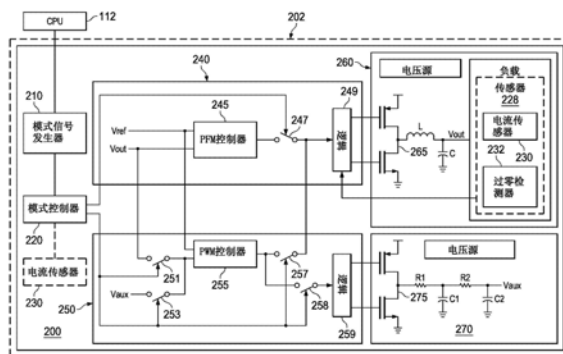
权利要求书2页 说明书9页 附图5页

(54) 发明名称

电力转换器的快速模式变换

(57) 摘要

本申请涉及电力转换器的快速模式变换。在所描述的示例中,电力转换系统包含PFM控制器(245)、PWM控制器(255)以及辅助电压输出级(270)。PFM控制器(245)在PFM模式中控制电力输出级(260),以响应于在电力输出级(260)在PFM模式中操作的第一时间段期间通过电力输出级(260)产生的电力级电压输出。PWM控制器(255)在PWM模式中控制电力输出级(260),以响应于在电力输出级(260)在PWM模式中操作的第二时间段期间通过所述电力输出级(260)产生的电力级电压输出。辅助电压输出级(270)在第三时间段期间产生辅助电压,其中PWM控制器(255)使用在第三时间段期间的辅助电压来控制辅助电压输出级(270)。



1. 一种转换器,其包括:

电力输出级,其被配置为产生第一电压输出;

辅助电力输出级,其被配置为产生第二电压输出;

脉冲频率调制控制器即PFM控制器,其被配置为在所述电力输出级在PFM模式中操作的第一时间段期间响应于由所述电力输出级产生的所述第一电压输出来控制所述电力输出级;以及

脉冲宽度调制控制器即PWM控制器,其被配置为在所述辅助电力输出级在PWM模式中操作的第二时间段期间响应于由所述辅助电力输出级产生的所述第二电压输出来控制所述辅助电力输出级;

其中:

所述第一时间段具有第一持续时间,

所述第二时间段具有第二持续时间,

所述第一持续时间大于所述第二持续时间,

所述第一时间段的仅一部分与所述第二时间段同时发生;

所述第一时间段和所述第二时间段在相同的时间完成;并且

所述电力输出级被配置为在第三时间段期间在PWM模式中操作,所述第三时间段在所述第一时间段之后开始。

2. 根据权利要求1所述的转换器,其中所述PWM控制器被配置为在所述电力输出级在所述PWM模式中操作的所述第三时间段期间响应于由所述电力输出级产生的所述第一电压输出来控制所述电力输出级。

3. 根据权利要求2所述的转换器,其中所述PWM控制器响应于反馈信号来控制所述电力输出级和所述辅助电力输出级,其中所述反馈信号基于所述第二时间段期间的所述第二电压输出,并且基于所述第三时间段期间的所述第一电压输出。

4. 一种用于功率转换的方法,其包括:

在第一时间段期间以脉冲频率调制模式即PFM模式控制电力输出级,所述第一时间段具有第一持续时间;

在第二时间段期间以脉冲宽度调制模式即PWM模式控制辅助电力输出级,所述第二时间段具有第二持续时间;

其中所述第一持续时间大于所述第二持续时间,所述第一时间段的仅一部分与所述第二时间段重叠,并且所述第一时间段和所述第二时间段在相同的时间完成;并且

在第三时间段期间以PWM模式控制所述电力输出级,所述第三时间段在所述第一时间段之后开始。

5. 根据权利要求4所述的方法,包括:

在所述第三时间段之后发生的第四时间段期间以所述PFM模式控制所述电力输出级;并且

在所述第三时间段之后发生的第五时间段期间以所述PWM模式控制所述辅助电力输出级;

其中所述第四时间段的至少一部分与所述第五时间段重叠,并且所述第四时间段和所述第五时间段在相同的时间完成。

6. 根据权利要求5所述的方法,其中所述第四时间段和所述第五时间段在不同的时间开始。

7. 根据权利要求6所述的方法,其中所述第五时间段在所述第四时间段之后开始。

8. 一种用于功率转换的系统,其包括:

输入/输出端口即I/O端口,其用于在传输模式中发送数据并且在接收模式中接收数据;以及

电力转换器,其用于向所述I/O端口供电,所述电力转换器包括:

电力输出级,其用于产生第一电压输出;

辅助电力输出级,其用于产生第二电压输出;

脉冲频率调制控制器即PFM控制器,其用于在所述I/O端口在所述接收模式中操作的第一时间段期间响应于由所述电力输出级产生的所述第一电压输出来控制所述电力输出级;以及

脉冲宽度调制控制器即PWM控制器,其用于在第二时间段期间响应于由所述辅助电力输出级产生的所述第二电压输出来控制所述辅助电力输出级;

其中:

所述第一时间段具有第一持续时间,

所述第二时间段具有第二持续时间,

所述第一持续时间大于所述第二持续时间,

所述第一时间段的仅一部分与所述第二时间段同时发生,

所述第一时间段和所述第二时间段在相同的时间结束;并且

所述电力输出级被配置为在第三时间段期间在PWM模式中操作,所述第三时间段在所述第一时间段和所述第二时间段结束之后开始。

9. 根据权利要求8所述的系统,其中所述PWM控制器被配置为在所述I/O端口在所述传输模式中操作的所述第三时间段期间响应于由所述电力输出级产生的所述第一电压输出来控制所述电力输出级。

电力转换器的快速模式变换

[0001] 本申请是于2015年12月31日提交的名称为“电力转换器的快速模式变换”的中国专利申请201580071633.4的分案申请。

技术领域

[0002] 本申请涉及电力转换器,并且更具体地涉及电力转换器的快速模式变换。

背景技术

[0003] 许多通信系统根据数据传输标准操作,所述通信系统通常包含进行发射和接收两者的无线装置。通常,数据传输标准规定相对严格的频谱屏蔽要求,其规定在数据传输期间的减少量的噪声,例如电磁干扰(EMI)。此类通信装置的发射机包含电力放大器(PA),其可操作以根据数据传输标准发射数据。PA通常从电力转换器接收电力,例如DC-DC(直流至直流)转换器。电力转换器通常在传输期间以脉冲宽度调制(PWM)模式操作以增加EMI兼容性。电力转换器上的工作负载通常在通信装置的操作期间变化。例如,工作负载通常在系统处于接收模式时相对较低,在此操作时间期间,PA(和电力转换器)被可选地断开以节约电力。电力转换器可被断开,因为在此类低工作负载的时间期间在PWM模式下操作电力转换器一般是无效的。

[0004] 然而,再次接通电力转换器需要相对较长的唤醒时间(例如,大约数百微秒),在此期间,发射机不可用于发射。电力转换器可被切换成在此类低负载时段期间在相对更加高效的脉冲频率调制(PFM)模式下运行,但在转换回到用于较高负载传输时段的PWM模式期间,通常需要数十微秒的建立时间。此类建立时间超出一些应用的建立要求。

发明内容

[0005] 上文提出的问题可在快速模式变换电力转换器中得到解决。在所描述的示例中,所公开的电力转换器包含PFM控制器、PWM控制器以及辅助电压输出级。PFM控制器以PFM模式控制电力输出级,以响应于在第一时间段期间由电力输出级产生的电力级电压输出,在所述第一时间段期间,电力输出级以PFM模式操作。PWM控制器以PWM模式控制电力输出级,以响应于在第二时间段期间通过电力输出级产生的电力级电压输出,在所述第二时间段期间,电力输出级以PWM模式操作。辅助电压输出级在第三时间段期间产生辅助电压,其中PWM控制器在第三时间段期间控制辅助电压。

附图说明

[0006] 图1示出了根据示例性实施例的说明性的电子装置。

[0007] 图2是说明根据示例性实施例的快速模式变换电力转换器的示意图。

[0008] 图3是说明根据示例性实施例的快速模式变换电力转换器的切换波形和输出电压的波形图。

[0009] 图4是说明根据示例性实施例的快速模式变换电力转换器的切换波形、输出电压

以及电流的波形模拟。

[0010] 图5是根据示例性实施例的快速模式变换电力转换器的操作的流程图。

具体实施方式

[0011] 术语“耦合到”或“与...耦合”意图描述间接或直接的电连接。因此,如果第一装置耦合到第二装置,那么所述连接可通过直接电连接进行,或通过经由其它装置和连接的间接电连接进行。

[0012] 图1示出了根据示例性实施例的说明性的计算装置100。例如,计算装置100是电子系统129,或被并入到电子系统129中,或被耦合(例如,连接)到电子系统129,例如计算机、电子控制“箱”或显示器、通信设备(包含发射机或接收机),或可操作以处理信息的任何类型的电子系统。在各种实施例中,电子系统129包含于电信系统(或其一部分,例如发射机-接收机或收发机)中,并且在更特定的实施例中,电子系统包含于无线和/或低电力收发机中。

[0013] 在各种实施例中,计算装置100包含巨型单元或片上系统(SoC),其包含例如CPU 112(中央处理单元)的控制逻辑、存储装置114(例如,随机存取存储器(RAM))以及电源110。例如,CPU 112可为CISC型(复杂指令集计算机)CPU、RISC型CPU(精简指令集计算机)、MCU型(微控制器单元),或数字信号处理器(DSP)。存储装置114(其可为存储器,例如处理器上的高速缓存器、处理器外高速缓存器、RAM、闪速存储器或磁盘存储装置)存储一个或多个软件应用程序130(例如,嵌入式应用程序),所述软件应用程序在被CPU 112实施时,执行与计算装置100相关联的任何合适的功能。

[0014] CPU 112包含存储频繁地存取自存储装置114的信息的存储器和逻辑。计算装置100通常通过用户使用UI(用户界面)116来控制,所述UI在软件应用程序130的执行期间将输出提供给用户并从用户接收输入。例如,输出使用显示器118、指示器灯、扬声器和/或振动来提供。输入使用音频和/或视频输入(例如使用语音或图像识别),以及例如键区、开关、接近检测器、陀螺仪以及加速计等电气和/或机械装置而被接收。

[0015] CPU 112和电源110耦合到I/O(输入-输出)端口128,所述I/O端口提供接口,所述接口经配置以从联网装置131接收输入(和/或将输出提供到联网装置)。CPU 112和电源110还耦合到电力放大器(PA)125,其将电力提供到电子系统129。尽管PA 125被说明为包括在I/O端口128中,但在不同的实施例中,PA 125可选地在物理上与I/O端口128分离。联网装置131可包含能够与计算装置100进行点对点和/或网络通信的任何装置(包含测试设备)。计算装置100通常耦合到外围设备和/或计算装置,包含有形的非暂时性介质(例如闪速存储器)和/或有线或无线介质。这些和其它输入和输出装置通过外部装置使用无线或有线连接来选择性地耦合到计算装置100。存储装置114是可存取的,例如可通过联网装置131存取。CPU 112、存储装置114以及电源110还可选地耦合到外部电源(未示出),所述外部电源经配置以从电源(例如电池、太阳能电池、“带电的(live)”电源线(power cord)、感应场、燃料电池或电容器)接收电力。

[0016] 电源110包含电力产生和控制组件,其用于产生电力以使得计算装置100能够执行软件应用程序130。例如,电源110提供一个或多个电力开关,所述电力开关中的每一个可独立地被控制,所述电力开关在各种电压下向计算装置100的各种组件供电。电源110可选地

与计算装置100处于同一实体装配件中,或耦合到计算装置100。计算装置100可选地在各种电力节约模式下操作,其中各电压根据选择的电力节约模式和布置在具体电力域内的各种组件而供应(和/或断开)。

[0017] 在各种实施例中,电源110是交替地存储和输出能量的开关模式的电源(例如,“转换器”)。此类转换器通常接收DC(直流)或经整流的AC(交流)电压以作为输入电压。从输入电压得到的能量在每一开关循环期间暂时地存储在能量存储装置(例如电感器和电容器)中。转换器中的电力开关被致动(例如,针对“接通”状态闭合,或针对“断开”状态打开)以控制输出的能量的量。滤波器一般用于减少输出DC电压和电流中的纹波(ripple)。取决于选择用于转换器的拓扑结构,输出DC电压可高于或低于输入电压。输出DC电压还可相对于输入电压反相。

[0018] 开关转换器通常在不连续模式或连续模式下操作。在不连续模式下,转换器在每一开关循环结束之前完全地切断能量存储装置的电源。因此,在不连续模式下,在每一开关循环开始时,没有电流在能量存储装置中流动。在连续模式下,转换器在每一开关循环结束之前一般不完全地切断能量存储装置的电源。因此,在连续模式下操作的能量存储装置中的电流一般达不到电流不在能量存储装置中流动的点。

[0019] 不连续的电感器电流传导模式(DCM)是用于改进开关电力转换器中的轻负载效率的电力模式。因为许多计算装置100通常在存在处于轻到中等负载电流范围中的电气负载的应用中操作,所以稳压器的轻负载效率对系统的电力效率具有明显影响。

[0020] 转换器的输出部分通过占空比来确定。占空比是开关“接通”的时间段除以开关循环的时间段(例如,根据等式 $D = T_{on}/T_p$)。开关循环时间段通常等于开关“接通”的时间段加上开关“断开”的时间段,并加上开关“闲置”的任何时间段(其中 $T_p = T_{on} + T_{off} + T_{idle}$)。在CCM(连续传导模式)下的降压转换器的输出电压理论上等于输入电压乘以占空比(例如,根据等式: $V_{out} = V_{in} * D$)。Ton和Toff的值的范围通常在设计时间期间选择(例如,以从给定的技术过程节点实现最佳效率以满足无线标准的屏蔽规范)。

[0021] 所公开的电源110包含快速模式变换电力转换器138,其继而包含辅助电压输出级。快速模式变换电力转换器可操作以为PA电力转换器提供相对低电力的PWM操作模式(“辅助PWM”),所述转换器具有非常低的静止(无负载)电流,并且所述PWM操作模式可与PFM模式并行地操作。辅助PWM模式可在转换器需要提供非常低的负载电流时引入,并且可操作以向PWM操作模式提供快速变换以满足应用系统需求。因此,快速模式变换电力转换器提供快速的建立时间(例如,WLAN标准通常需要所述快速建立时间),同时允许电力转换器尽可能多地在PFM模式下操作(例如,这有助于使电力转换器的功耗最小化)。

[0022] 在一个示例中,电源110是可操作以在不连续传导模式(DCM)下操作的DC-DC转换器。如上文所介绍的,电源110包含快速模式变换电力转换器138。尽管快速模式变换电力转换器138被示出为包含于电源110中或示出为单个(例如,逻辑)单元,但快速模式变换电力转换器138的各个部分可选地包含于同一模块(例如,如通过半导体制作中生产的裸片形成)中或不同模块中。

[0023] 快速模式变换电力转换器138可操作以提供相对低电力PWM操作模式(“辅助PWM”)。辅助PWM模式通常与PFM模式的操作并行地操作(例如,与PFM模式的操作同时进行)。快速模式变换电力转换器138可操作以在PFM和PWM模式之间提供快速变换。在各种实施例

中,快速模式变换电力转换器138是降压转换器或升降压(buck-boost)转换器。在示例实施例中,快速模式变换电力转换器138包含辅助电压输出级(例如,图2的270),其包含电力开关(例如FET开关)和根据目标应用选择的无源组件。

[0024] 图2是说明根据示例性实施例的快速模式变换电力转换器200的示意图。快速模式变换电力转换器200包含图1的快速模式变换电力转换器138的特定实施例,并且可选地(例如,全部或部分)形成于衬底202上。一般来说,快速模式变换电力转换器200包含模式信号发生器210、模式控制器220、传感器228、PFM控制器240、PWM控制器250、电力输出级260(例如,可操作以产生电压输出 V_{out}),以及辅助电压输出级270(例如,可操作以产生辅助输出电压 V_{aux})。

[0025] 模式信号发生器210产生可操作以选择在PFM模式电压输出或在PWM模式电压输出中的操作。模式信号发生器可响应于来自例如CPU 112(如图1中所说明的)等处理器的信号而操作。在各种实施例中,处理器响应于通信网络协议将信号发送到模式信号发生器210,所述通信网络协议例如为确定电子系统129是处于接收模式还是发射模式中的网络接口协议。例如,响应于收发器的选择的发射/接收模式,模式信号发生器210选择快速模式变换电力转换器200的操作模式。因此,快速模式变换电力转换器200可操作以根据与特定操作模式相关联的标准来供应操作电力。

[0026] 模式信号发生器210耦合到模式控制器220。例如,模式控制器220可操作以控制变换的定时并缓冲控制信号。可选的电流传感器230可操作以测量工作负载电流。模式信号发生器210可选地响应于传感器228(例如,可操作以响应于工作电流负载而选择操作模式)。传感器228包含电流传感器230和过零检测器232,这两者都提供控制信息以控制电力输出级260的开关。

[0027] 更确切地说,PFM控制器240包含PFM控制器245、开关247以及逻辑单元249,所述逻辑单元驱动电力级260。在PFM控制器240中,PFM控制器245耦合到电压参考 V_{ref} 和电压输出 V_{out} ,并耦合到开关247,所述开关控制PFM控制器245到驱动电力级260的逻辑单元249的连接。PWM控制器255耦合到电压参考 V_{ref} 并耦合到开关251,所述开关控制PWM控制器255到电压输出 V_{out} 的连接。模式控制器220耦合到PFM控制器240的开关247。例如,当快速模式变换电力转换器200在PFM模式中操作时,开关247可操作以选择性地使PFM控制器245的输出耦合到逻辑单元249的输入。

[0028] 类似地,PWM控制器250包含开关251、开关253、PWM控制器255、开关257、开关258以及逻辑单元259,所述逻辑单元驱动辅助电力级270。PWM控制器255还耦合到开关253,所述开关253控制PWM控制器255到辅助输出电压 V_{aux} 的连接。PWM控制器255还耦合到开关257,所述开关257控制PWM控制器255到PFM控制器240的逻辑单元249的连接。PWM控制器255还耦合到开关258,所述开关258控制PWM控制器255到逻辑单元259的连接。模式控制器220耦合到PWM控制器250的开关251、253、257以及258。

[0029] 例如,当快速模式变换电力转换器200在PWM模式下操作时,开关251可操作以将电压输出 V_{out} 选择性地耦合到PWM控制器255的输入。开关257可操作以选择性地使PWM控制器255的输出耦合到驱动电力级260的逻辑单元249的输入。为了增加变换到PWM模式的速度,开关258可操作以在进入PWM模式之前选择性地使PWM控制器255的输出耦合到逻辑单元259的输入(其继而激活辅助电压源270)。开关253闭合(同时开关251打开),这将(通过辅助电

压发生器270产生的) V_{aux} 信号耦合到PWM控制器255的输入。在进入PWM模式之前将 V_{aux} 信号耦合到PWM控制器(例如,同时在静止模式或PFM模式下操作)启动对PWM控制器250控制回路的稳定化,而不会明显中断快速模式变换电力转换器250的现有操作模式。

[0030] 电力输出级260包含电力FET开关265,其可操作以选择性地将电压源耦合到例如电感器L等能量存储元件的第一端子。电感器L的第二端子耦合到电容器C的高侧并耦合到输出电压节点 V_{out} 。负载可选地耦合到节点 V_{out} 并可选地包含电流传感器230。电力开关265响应于逻辑单元249的输出而被驱动。

[0031] 辅助电压输出级270包含FET开关275。电力FET开关275可操作以选择性地将电压源耦合到网络的输入端子,所述网络可操作以模拟输出电力级260中存在的无源组件的频率响应。例如,“LC”频率响应在控制降压转换器时被模拟。无源网络包含第一电阻器R1和第二电阻器R2。第一电容器C1耦合在电阻器网络的中心节点(例如,在R1和R2之间)与地之间。第二电容器C2耦合在电阻器网络的输出端子与地之间。C2的输出端子提供辅助电压输出 V_{aux} 。例如,组件R1、R2、C1以及C2形成于同一衬底上以作为PWM控制器250(和PFM控制器240),并且经选择使得包含反馈信号 V_{aux} 的PWM控制器250的回路是稳定的。电力开关275响应于PWM控制器250的逻辑单元259的输出而被驱动,使得电源电压被转换成 V_{aux} 。当不被使用时,电力开关275可选地置于打开状态,使得电源电压不耦合到分压器的中心节点,并且因此减少了功耗。

[0032] 在操作中,模式信号发生器210和可选的电流传感器230将输入信号提供到模式控制器220,所述模式控制器响应于输入信号而致动(例如,打开和闭合)PFM控制器240和PWM控制器250的开关。为了在PFM模式下(例如仅PFM模式)操作,模式控制器220用信号通知PFM控制器240的开关247闭合(例如,同时PWM控制器250的其它开关仍打开)。因此,PFM控制器240的逻辑单元249可操作以响应于通过PFM控制器245产生的PFM模式信号而控制输出电压 V_{out} 。

[0033] 在辅助PWM模式中,PWM模式与PFM模式并行地操作,以便促进从在PFM模式下到在PWM模式下操作的快速变换。为了进入辅助PWM模式,模式控制器220用信号通知PWM控制器250的开关253和258闭合。当开关253和258闭合(且开关251和257打开)时,PWM控制器255经布置以比较辅助电压 V_{aux} 与(例如相对于) V_{ref} 的电压,并且作为响应,产生控制信号以用于调节辅助电压 V_{aux} (其通过辅助电压输出级270输出)。在辅助PWM模式(辅助电压输出级270在其中操作)下操作消耗的电力明显小于电力输出级260在继续在PWM操作模式下操作时将消耗的电力。例如,功耗的减少引起在有限功耗应用中(例如,当从电池电源操作时)增加的操作时间。

[0034] 为了从在PFM模式下操作变换成在(例如,标准的)PWM模式下操作,模式控制器220用信号通知PWM控制器250的开关251和257闭合(并且开关253和258打开)。 V_{aux} 的电压通常被选择为与 V_{out} 的额定电压相同的电压,使得PWM控制器250的工作点在以下两种情况下稳定至相同值:(a)当开关253和258闭合且开关251和257打开时;以及(b)当开关253和258打开且开关251和257闭合时。在刚刚提及的情况下的工作点可由于片上组件的构型的不匹配而略微不同。例如,具有类似的工作点促进了操作模式之间的快速变换。当开关251和257闭合时,PWM控制器255经布置以比较输出电压 V_{out} 与 V_{ref} 的电压,并且作为响应,产生控制信号以用于调节输出电压 V_{out} 。

[0035] 当模式控制器220使得PWM控制器250的开关251和257闭合时,模式控制器220打开PFM控制器240的开关247(例如,在不久之后的某一时间),所述开关247将电力输出级260的控制传递到PWM控制器250。在PFM至PWM变换完成之后,辅助PWM模式(例如,可选地)通过模式控制器220用信号通知开关253和258打开而被解除(并且辅助电压源270关闭)。当从模式信号发生器210到模式控制器220的输入指示快速模式变换电力转换器200将从在PWM模式下操作变换回到在PFM模式下操作时,模式控制器220用信号通知开关247闭合,并且(例如,大致同时地)用信号通知开关251和257打开。

[0036] 图3是说明根据示例性实施例的快速模式变换电力转换器的开关波形和输出电压的波形图。一般来说,波形图300说明快速模式变换电力转换器的各种信号随时间推移的电压和状态变化。波形图300包含使能PFM信号(EN_PFM) 320、使能PWM信号(EN_PWM) 310、使能辅助PWM信号(EN_AUXILIARY_PWM) 330、输出电压(Vout) 340以及辅助电压(Vaux) 350。使能信号EN_PFM 320、EN_PWM 310以及EN_AUXILIARY_PWM 330表示数字信号,例如通过图2中说明的快速模式变换电力转换器200的模式信号发生器210产生的数字信号。

[0037] EN_PFM 320、EN_PWM 310以及EN_AUXILIARY_PWM 330中的每一个的低压表示“断开”状态,并且高压表示“接通”状态。波形图300中的竖直线划分特定时间段的界限,所述特定时间段在快速模式变换电力转换器138和/或快速模式变换电力转换器200的操作期间出现。

[0038] 输出电压(Vout) 340和辅助电压(Vaux) 350表示这些电压随时间推移的幅值,如图2中说明的,这些电压分别通过电力输出级260和辅助电压输出级270产生。电力输出级260通过EN_PFM 320的正变换使能,使得电力输出级260开始产生输出电压(Vout)。Vout 340在PFM模式362的初始部分期间上升,并且在PFM模式362的稍后部分期间在通过PFM控制器240实现调节时,在较低阈值电压与较高阈值电压之间波动。

[0039] 在预计进入PWM模式(例如通过收发器控制器确定)时,确认EN_AUXILIARY_PWM 330并进入辅助PWM模式(例如,AUX_PWM时段382)。当确认EN_AUXILIARY_PWM 330时,Vaux 350上升到近似等于Vout 340的目标电压的电压。当Vaux 350上升到近似等于目标电压时,通过PWM控制器250实现调节。

[0040] 在通过PWM控制器250实现调节后(或在例如足够长的时间后),在辅助PWM模式期间,EN_PFM 320被解除确认(例如,否定)且EN_PWM 310被确认。在(例如,大约)此时,PWM控制器250(将Vaux 350用作参考)用于调节电力输出级260。因此,PWM控制器250的操作(例如,实现反馈稳定性)被自举,而不必(例如,又)被耦合以调节电压Vout 340。

[0041] 在EN_AUXILIARY_PWM 330被解除确认的时间附近进入PWM模式(例如,PWM时间段372)(且退出辅助PWM模式)。当EN_AUXILIARY_PWM 330被解除确认时,PWM控制器250将(例如,选择性地耦合的)Vout 340用作参考来调节电力输出级260。在实施例中,信号Vaux 350在此时从PWM控制器255的输入解耦合,使得不再调节辅助电压输出级270,并且因此Vaux 350开始下降。

[0042] 在预计退出PWM模式(例如通过收发器控制器确定)时,EN_PWM 310被解除确认并进入PFM模式(例如,PFM时段364)。当EN_PWM 310被解除确认时,确认EN_PFM 320,使得如上文所述进入PFM模式。可选地在此时确认信号EN_AUXILIARY_PWM或在时间Tflex 396(弹性时间)396之后确认信号EN_AUXILIARY_PWM(例如,以减少在时间Tflex 396上的功耗)。当Vout

340在两个阈值电压之间波动时,通过PFM控制器240实现调节。

[0043] 在预计进入下一PWM模式时,辅助PWM模式用于如上文所述自举PWM控制器259。在不(例如,未必)需要时(例如在PFM模式期间)断开PWM控制器节约了电力,但在重新激活PWM控制器250时需要另外的时间来自举PWM控制器250。因此,使用辅助PWM模式来自举PWM控制器250减少了以其它方式自举PWM控制器250所需要的时间量,并通过提供快速模式变换减少了系统的总功耗。

[0044] 因此,PFM时间段362、364以及366是在使能信号EN_PFM 320接通从而使得快速模式变换电力转换器138在PFM模式下操作时的时段。PWM时间段372和374是在使能信号EN_PWM 310被启用且快速模式变换电力转换器138在PWM模式下操作时的时段。AUX_PWM时间段382、384以及386是在使能信号EN_AUXILIARY_PWM 330被启用且快速模式变换电力转换器138在辅助PWM模式下操作时的时段,通常与快速模式变换电力转换器138在PFM模式下操作同时。

[0045] 因此,通过辅助电压输出级270(图2中所说明的)提供的辅助电压 V_{aux} 350可操作以在快速模式变换电力转换器138从在PFM模式下的操作变换到在PWM模式下的操作期间,提供 V_{out} 340的快速电力稳定。

[0046] T_{flex} (弹性时间)时间段396为其中使能信号EN_AUXILIARY_PWM 330在PFM 364的第一部分中对EN_PFM 320的确认之后可选地保持断开达较长时间(例如,如通过EN_AUXILIARY_PWM 330的部分334所示)的时间段。辅助电压(V_{aux})波形的部分354表示在使能信号EN_AUXILIARY_PWM可选地保持断开达所述时间段396时通过辅助电压输出级270(图2中所说明的)实现的辅助电压(V_{aux})的较低水平。

[0047] 图4是说明根据示例性实施例的快速模式变换电力转换器的开关波形、输出电压以及电流的波形仿真。一般来说,波形图400说明使能PFM信号(EN_PFM) 410、使能PWM信号(EN_PWM) 420、使能辅助PWM信号(EN_AUXILIARY_PWM) 430、输出电压(V_{out}) 440、辅助电压(V_{aux}) 450、负载电流460、电感器电流470、以及电源电流480的波形。

[0048] 波形图400说明了响应于从在PFM模式下的操作变换到在PWM模式下的操作,快速模式变换电力转换器138的输出电压的仿真结果和内部电流的测量值。(EN_AUXILIARY_PWM) 430信号表示在辅助PWM模式期间 V_{aux} 450调节控制信号的操作。初始地,在仿真开始时确认使能PFM信号(EN_PFM) 410。在对应于近似500.0微秒的时间处,确认使能PWM信号(EN_PWM) 420。在近似504.0微秒(“PFM至PWM变换时间点”)处,使能PFM信号(EN_PFM) 410被解除确认,使得快速模式变换电力转换器从PFM模式变换到PWM模式。在PFM至PWM变换时间点处,瞬时缺少调节(例如,通过将 V_{out} 而非 V_{aux} 用作反馈信号)造成输出电压(V_{out}) 440和辅助电压(V_{aux}) 450中的尖峰。当反馈回路变稳定且现在调节的电压都在近似511.0微秒处进入一致的PWM模式图案中(例如,在相对较短的时间段中)时,尖峰的范围减小。输出电压(V_{out}) 440经调节(例如,通过将 V_{out} 用作反馈信号)以从近似511.0微秒向前(在此时间上,辅助电压 V_{aux} 450上升,例如由于缺少调节同时仍被开关)将电压维持在1.8伏特左右。

[0049] 类似地,电感器电流470(例如,在图2中所说明的电力输出级260的电感器L中)在PFM至PWM变换时间点处开始流动,并在近似511.0微秒进入一致的PWM模式图案中(例如,甚至伴随在近似510.0微秒处发生的负载电流460的增加)。

[0050] 电源电流480源自电感器电流470。电源电流480中的小尖峰在PFM至PWM变换时间

点处出现,并在近似511.0微秒处稳定。因此,辅助电压(Vaux)450的存在,如通过例如辅助电压输出级270响应于使能辅助PWM信号(EN_AUXILIARY_PWM)430而产生,允许快速模式变换电力转换器138快速地从PFM模式变换到PWM模式,其中电力稳定在近似7微秒内出现。因此,输出电压级的输出电压在第二时间段开始之后的少于约8微秒的时间内被调节(例如,其中输出电压以约小于通过电力输出级产生的电力中的1%的变化被调节)。

[0051] 图5是根据示例性实施例的具有辅助电压输出级的电力转换器的操作的方法的流程图。程序流500在操作510中开始,其中具有辅助电压输出级的电力转换器开始在PFM模式中操作。程序流继续到操作512。

[0052] 在操作512中,电力转换器的辅助电压输出级(可选地)开始为到PWM模式的潜在变换做准备。此类准备包含对辅助电压输出级中的电路的未通电部分施加电力。在各种实施例中(例如,在功耗的速率在当前不是限制因素的应用中),电力转换器的辅助电压输出级在“温暖”状态中保持通电。在温暖状态中,并非所有电力都从辅助电压输出级去除(例如,这减少了在PFM模式和PWM模式之间切换时的时延)。程序流前进到操作514。

[0053] 在操作514中,辅助电压输出级的模式控制器从模式信号发生器接收信号。信号模式发生器产生用于变换到辅助PWM(AUX_PWM)模式的信号。例如,所述信号响应于来自处理器的信号而产生,所述来自处理器的信号提供电子通信系统的操作模式(例如,发送或接收)的指示。来自处理器的信号可选地响应于历史发送模式(例如,在存储在数据库中的数据中表示的随时间推移的发送和接收模式)而产生和/或响应于预定定时器值到期而产生。程序流继续到操作516。

[0054] 在操作516中,具有辅助电压输出级的电力转换器的模式控制器确定是否已接收到用于继续操作的信号。如果是,则程序流继续到操作520。如果不是,则程序流终止。程序流可选地随程序流在操作510处的开始而重新启动。

[0055] 在操作520中,具有辅助电压输出级的电力转换器的模式控制器确定是否已接收到用于使能在PWM模式下的操作的信号。如果是,则程序流继续到操作522。如果不是,则程序流等待(或例如,通过前进到操作510而重新开始)。

[0056] 在操作522中,具有辅助电压输出级的电力转换器的模式控制器确定辅助PWM(AUX_PWM)模式是否在操作中。如果是,则程序流继续到操作530。如果不是,则程序流前进到操作524。

[0057] 在操作524中,具有辅助电压输出级的电力转换器开始在辅助PWM(AUX_PWM)模式(所述模式例如通过在进入PWM模式之前稳定PWM控制器的反馈回路来减少初始化PWM控制器的时延)下操作。程序流继续到操作530。

[0058] 在操作530中,具有辅助电压输出级的电力转换器开始在PWM模式下操作,并且同时或不久之后,具有辅助电压输出级的电力转换器停止在PFM模式下操作。程序流继续到操作532。

[0059] 在操作532中,具有辅助电压输出级的电力转换器响应于来自处理器的信号而可选地停止在辅助PWM(AUX_PWM)模式下操作。例如,停止辅助PWM模式的操作节约了以其它方式用于给AUX_PWM模式中使用的组件供电的电力。程序流前进到操作534。

[0060] 在操作534中,具有辅助电压输出级的电力转换器的模式控制器从模式信号发生器接收信号。程序流继续到操作536。

[0061] 在操作536中,具有辅助电压输出级的电力转换器的模式控制器确定是否已接收到用于继续操作的信号。如果是,则程序流继续到操作538。如果不是,则程序流终止。程序流可以可选地随程序流在操作510处的开始而重新启动(例如,重新开始)。

[0062] 在操作538中,具有辅助电压输出级的电力转换器的模式控制器确定是否已接收到使能在PFM模式中的操作的信号。如果是,则程序流继续到操作540。如果不是,则程序流前进到操作534。

[0063] 在操作540中,具有辅助电压输出级的电力转换器开始在PFM模式中操作,并且同时或不久之后,具有辅助电压输出级的电力转换器停止在PWM模式中操作。程序流继续到操作512。

[0064] 在各种实施例中,上文描述的组件可用硬件或软件在内部或在外部实施,并与如本文中所说明的其它模块和组件共享功能。

[0065] 在权利要求书的范围内,在所描述的实施例中,修改是可能的,并且其它实施例是可能的。

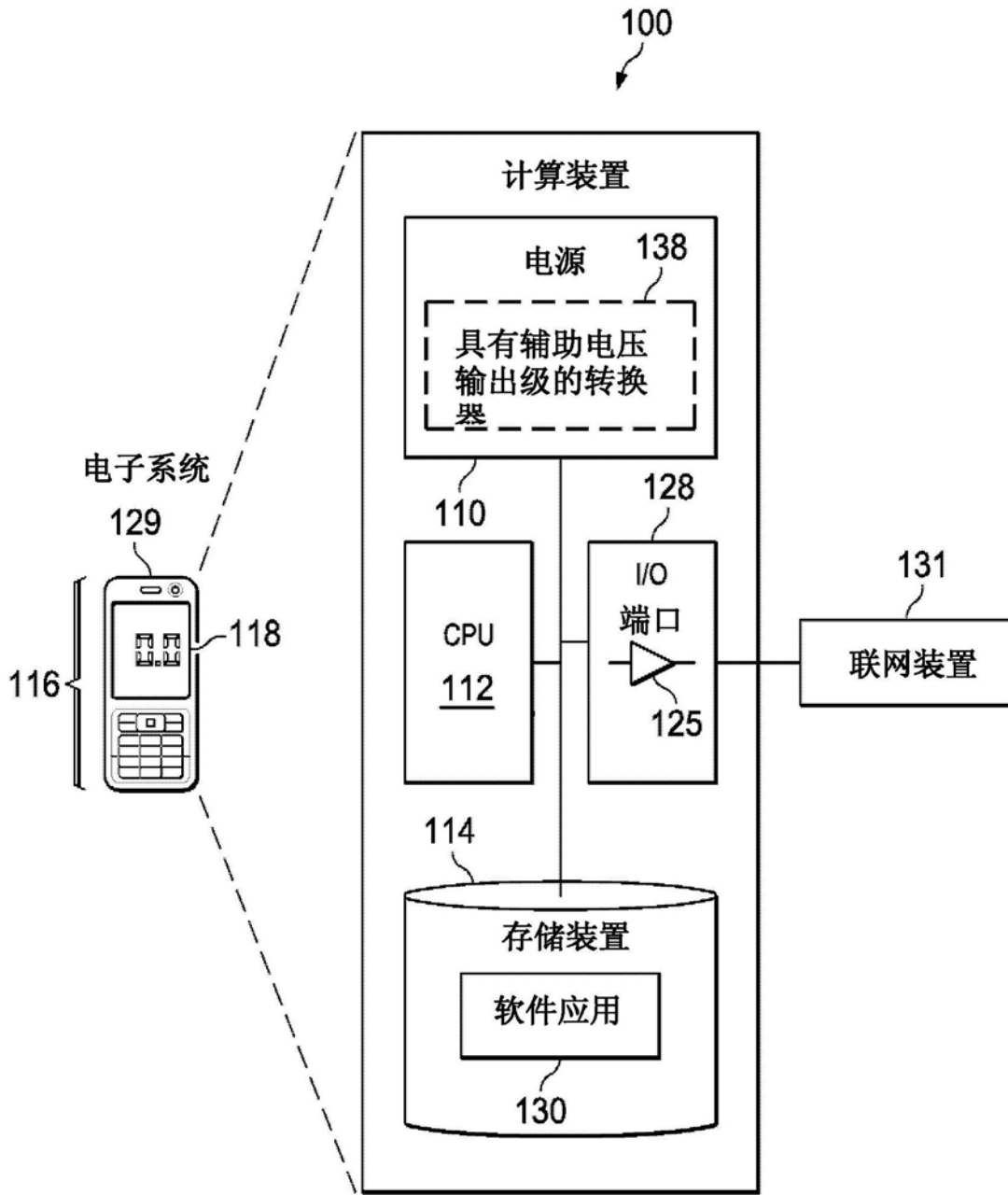


图1

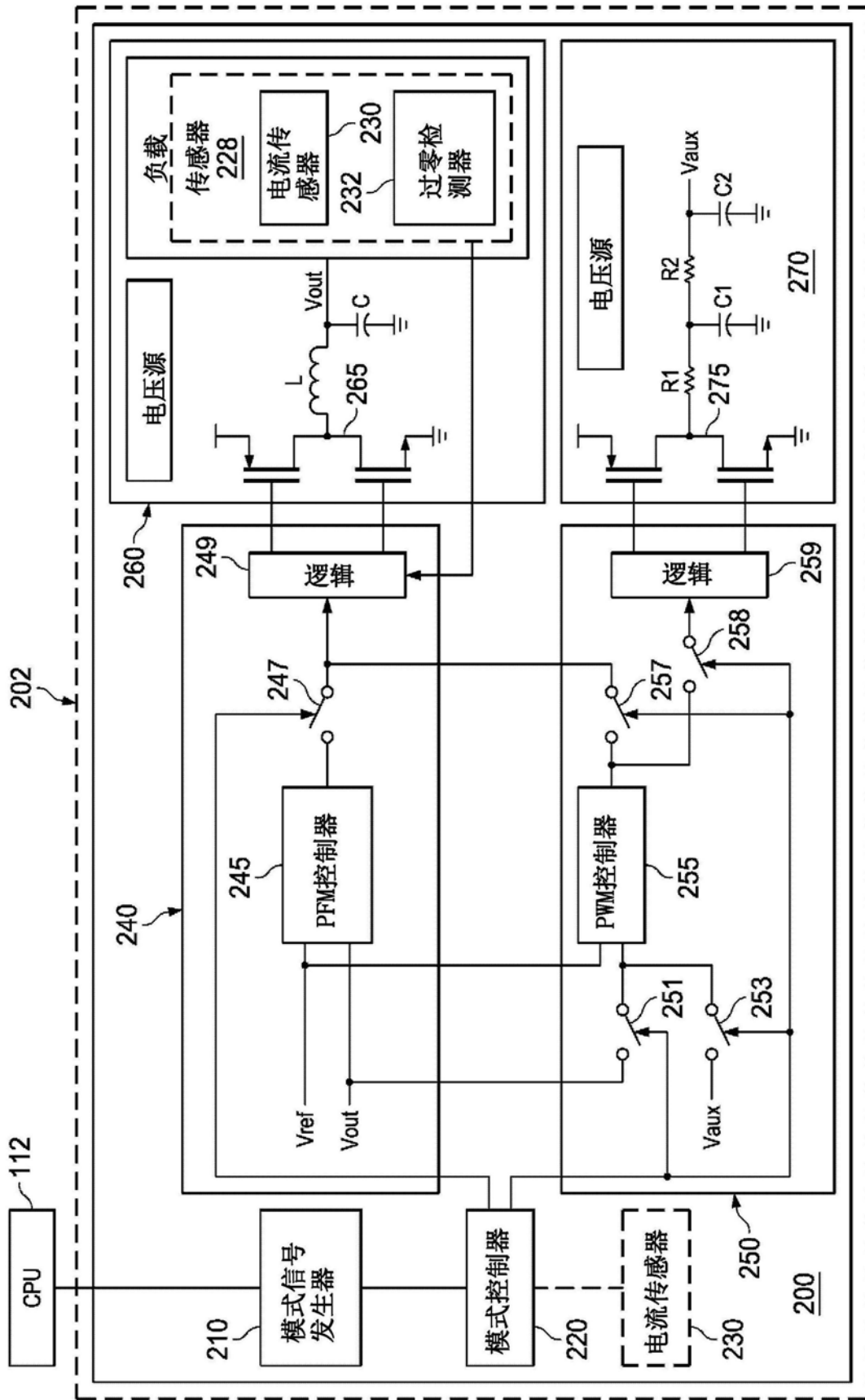


图2

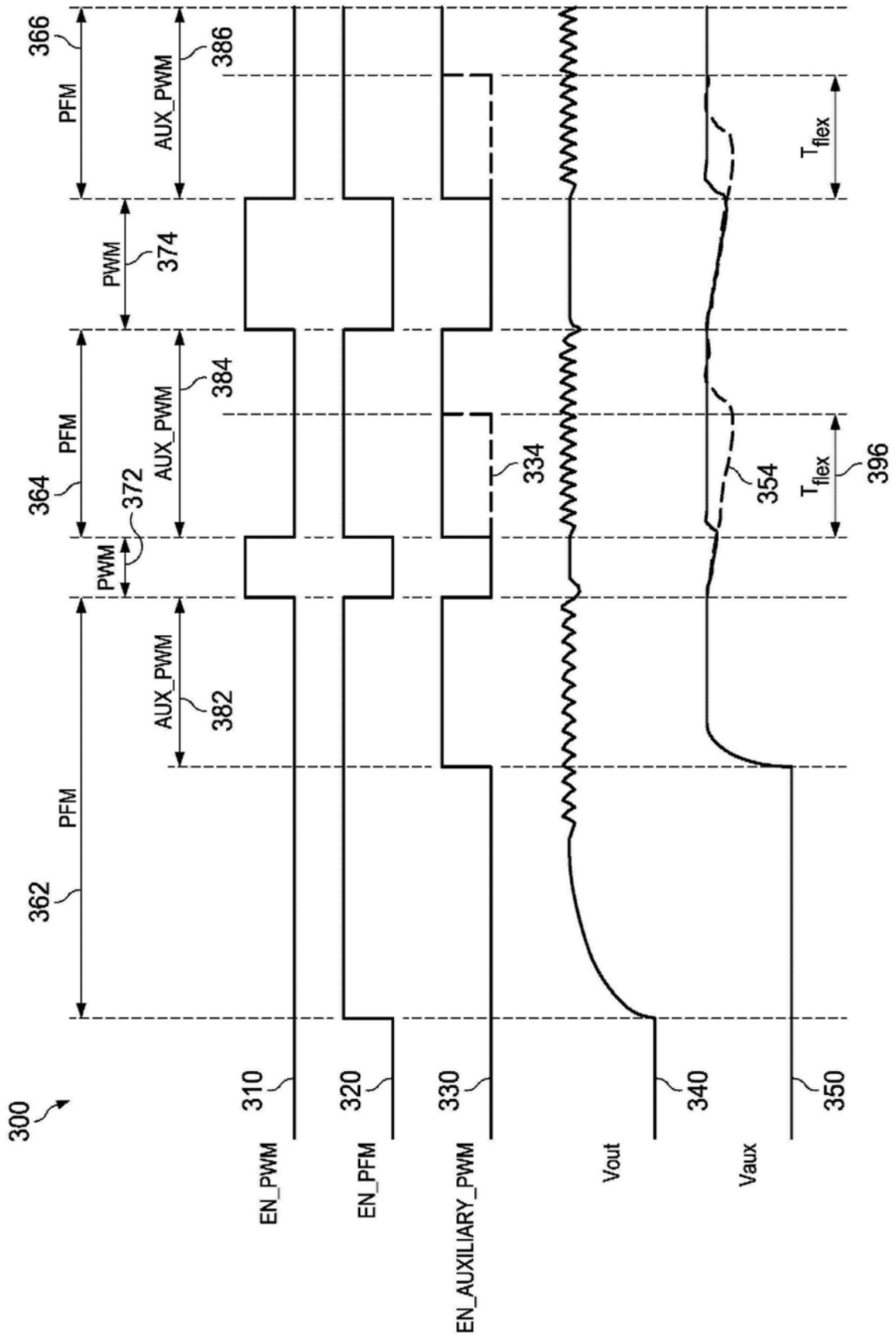


图3

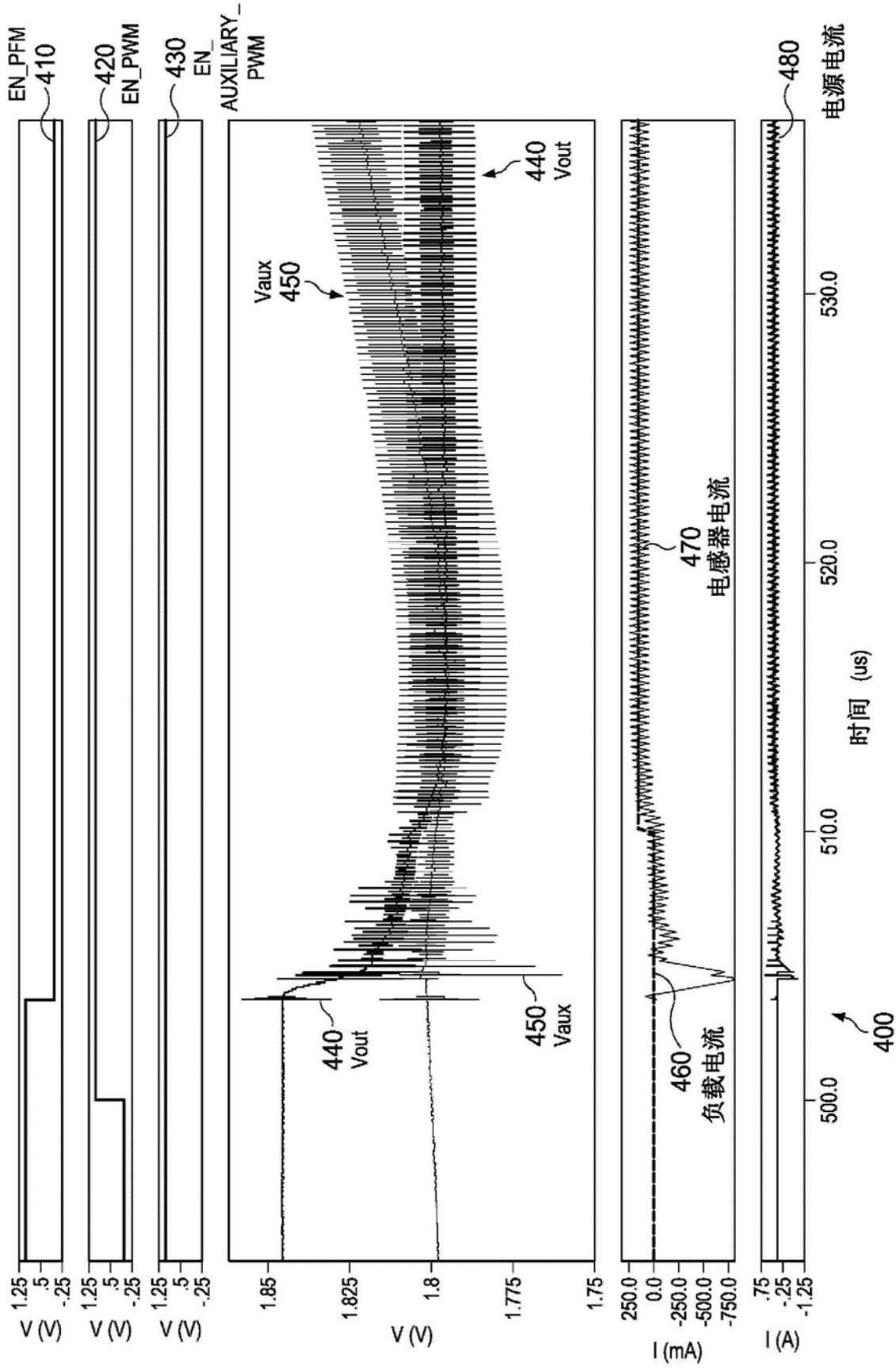


图4

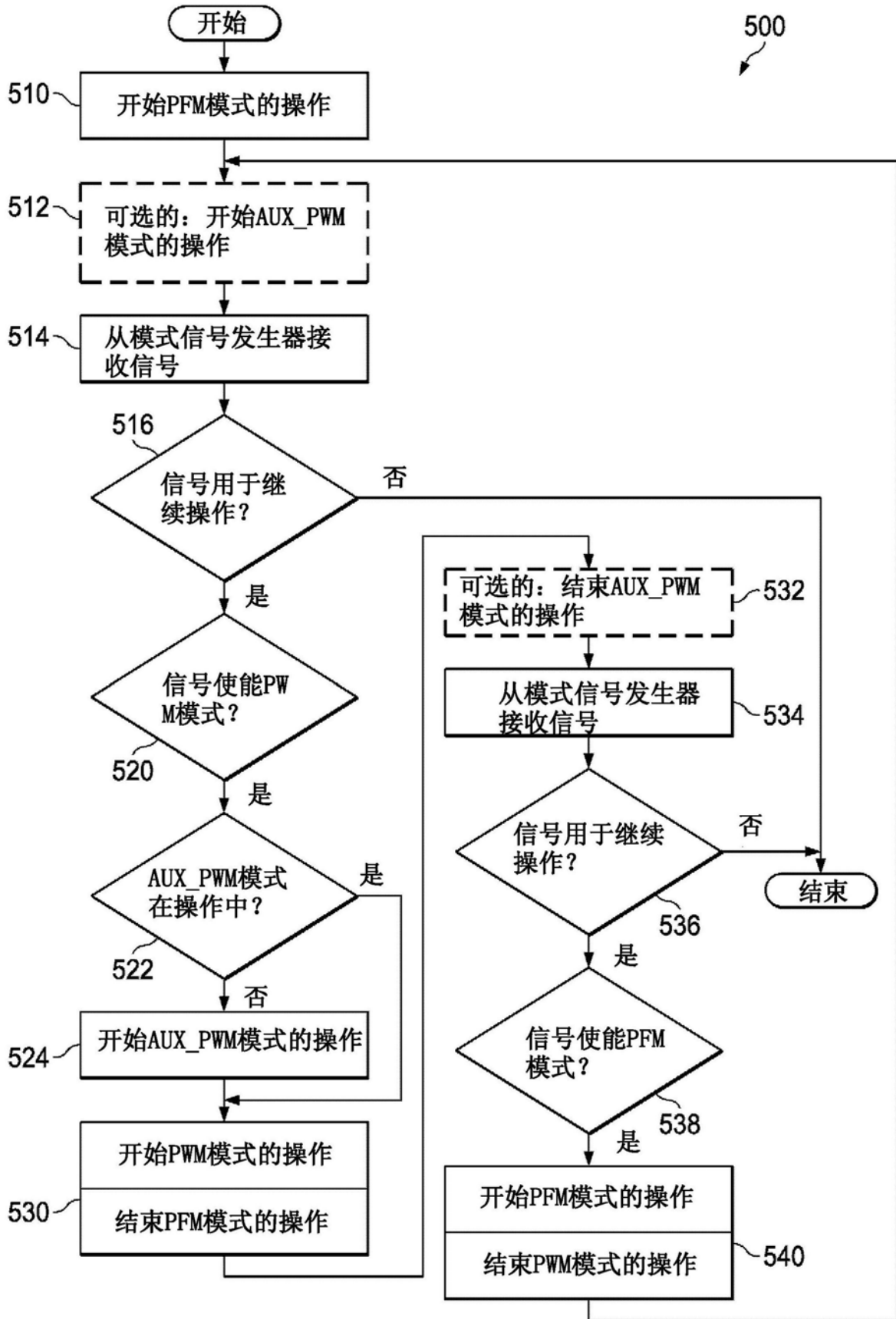


图5