



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104220950 B

(45)授权公告日 2017. 09. 12

(21)申请号 201380016320.X

(72)发明人 X·善光 Z·叶

(22)申请日 2013.03.29

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104220950 A

代理人 赵蓉民

(43)申请公布日 2014.12.17

(51)Int.Cl.

G05F 1/565(2006.01)

(30)优先权数据

G05F 1/10(2006.01)

61/617,441 2012.03.29 US

13/835,427 2013.03.15 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.09.24

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/034695 2013.03.29

(56)对比文件

CN 101502184 A,2009.08.05,

CN 2938554 Y,2007.08.22,

JP 2008295276 A,2008.12.04,

TW 200507399 A,2005.02.16,

US 7057907 B2,2006.06.06,

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/149196 EN 2013.10.03

审查员 孟慧慧

(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

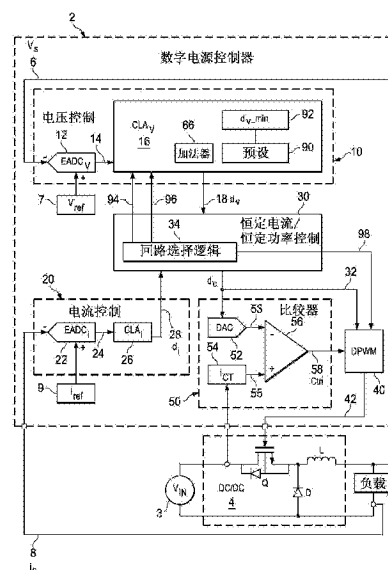
权利要求书3页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

用于恒定电流恒定功率控制的电源控制方法

(57)摘要

提供了一种数字电源控制器(2),其包括电压控制回路(10)以及电流控制回路(20)且具有控制器(30),控制器用于根据电压控制回路占空比输出(18)或电流控制回路占空比输出(28)对开关电源(4)进行脉宽调制,其中在从电流回路控制切换到电压回路控制之前,控制器选择性地 将电压控制回路占空比输出(18)预设成预定值(92),和/或在电流回路控制期间,控制器抑制电压回路积分器值(66a)的增加以减轻电压过冲。



1. 一种用于控制开关电源的电源控制器,其包含:

电压控制电路,其包括:

电压误差电路,所述电压误差电路至少部分基于基准电压信号或值以及所述开关电源的输出电压提供电压误差信号或值,以及

电压补偿器电路,所述电压补偿器电路至少部分基于所述电压误差信号或值提供电压控制占空比信号或值;

电流控制电路,其包括:

电流误差电路,所述电流误差电路至少部分基于基准电流信号或值以及所述开关电源的输出电流提供电流误差信号或值,以及

电流补偿器电路,所述电流补偿器电路至少部分基于所述电流误差信号或值提供电流控制占空比信号或值;

脉宽调制电路,所述脉宽调制电路可操作以至少部分根据占空比输入信号或值对所述开关电源的至少一个开关进行脉宽调制;以及

控制电路,所述控制电路可选择性地以第一模式操作以提供所述电压控制占空比信号或值作为所述占空比输入信号或值,以及以第二模式操作以提供所述电流控制占空比信号或值作为所述占空比输入信号或值,所述控制电路包含逻辑电路,所述逻辑电路可操作以:

如果所述电压控制占空比信号或值加上预定非零滞后值的总和大于所述电流控制占空比信号或值,则将所述控制电路从所述第一模式切换到所述第二模式,以及

然后如果所述电压控制占空比信号或值小于所述电流控制占空比信号或值,则将所述控制电路从所述第二模式切换回到所述第一模式。

2. 根据权利要求1所述的电源控制器,其中当所述控制电路处于所述第二模式时,所述逻辑电路可操作以防止所述电压补偿器电路的积分器信号或值的增加。

3. 根据权利要求1所述的电源控制器,其中所述电压补偿器电路包含:

比例积分微分电路,所述比例积分微分电路可操作以:

基于所述电压误差信号或值以及比例常数产生比例补偿信号或值,

基于所述电压误差信号或值的积分以及积分常数产生积分补偿信号或值,

基于所述电压误差信号或值的变化速率以及微分常数产生微分补偿信号或值,以及

将PID输出信号或值产生为所述比例补偿信号或值、所述积分补偿信号或值以及所述微分补偿信号或值的总和;以及

预设电路,所述预设电路可操作以基于预设控制信号将所述电压控制占空比信号或值提供为所述PID输出信号或值或所述预定的占空比信号或值;

其中如果所述电流控制占空比信号或值小于所述电压控制占空比信号或值,则所述逻辑电路可操作以通过向所述预设电路提供所述预设控制信号,将所述电压控制占空比信号或值预设成所述预定的占空比信号或值。

4. 根据权利要求1所述的电源控制器,其中如果在将所述控制电路从所述第二模式切换到所述第一模式之前,所述电压控制占空比信号或值小于所述预定的占空比信号或值,则所述逻辑电路可操作以制止将所述电压控制占空比信号或值预设成所述预定的占空比信号或值。

5. 根据权利要求1所述的电源控制器:

其中所述电压误差电路可操作以提供数字电压误差值,所述数字电压误差值表示所述基准电压信号或值与所述开关电源的所述输出电压之间的差值;

其中所述电压补偿器电路包含加法器电路,所述加法器电路用于至少部分基于所述数字电压误差值的先前样本提供积分器值,

其中所述电压补偿器电路至少部分基于所述积分器值计算积分补偿值,并且其中所述电压补偿器电路至少部分基于所述积分补偿值提供所述电压控制占空比信号或值;以及

其中当所述控制电路处于所述第二模式时,所述逻辑电路向所述电压补偿器电路提供控制信号以防止所述积分器值的增加,并且在将所述控制电路从所述第二模式切换到所述第一模式之前,所述逻辑电路提供预设控制信号以使所述电压补偿器电路将所述电压控制占空比信号或值提供为所述预定的占空比信号或值。

6. 根据权利要求1所述的电源控制器,其包含:

比较器电路,其包括:

数模转换器,所述数模转换器可操作以将所述占空比输入信号或值转换成模拟占空比输入信号,以及

比较器,所述比较器基于所述模拟占空比输入信号与表示所述开关电源的开关电流的反馈电流信号的比较而产生比较器输出信号;

其中当所述控制电路处于所述第一模式时,所述逻辑电路可操作以向所述脉宽调制电路提供输入选择控制信号以使所述脉宽调制电路根据所述占空比输入信号或值对所述至少一个开关进行脉宽调制,并且当所述控制电路处于所述第二模式时,所述逻辑电路可操作以根据所述比较器输出信号对所述至少一个开关进行脉宽调制。

7. 根据权利要求1所述的电源控制器,其中对于在轻负载下的峰值电流模式控制,所述预定的占空比信号或值接近电流命令值,或者对于在轻负载下的电压模式控制,所述预定的占空比信号或值接近占空比命令值。

8. 一种开关电源,其包含:

输入端,所述输入端被配置为接收来自连接源的输入功率;

输出端,所述输出端可操作以向连接负载提供输出功率;

至少一个开关,所述至少一个开关根据开关控制信号可操作以选择性地转换来自所述输入端的所述输入功率,从而向所述输出端提供所述输出功率;以及

电源控制器,所述电源控制器可操作以向所述至少一个开关提供所述开关控制信号,所述电源控制器包含:

电压控制电路,其包括:

电压误差电路,所述电压误差电路提供表示基准电压信号或值与所述开关电源的输出电压之间的差值的电压误差信号或值,以及

具有数字加法器电路的电压补偿器电路,所述数字加法器电路至少部分基于电流误差值以及先前误差样本提供积分器信号或值,所述电压补偿器电路至少部分基于所述电压误差信号或值以及所述积分器信号或值提供电压控制占空比信号或值,所述电压补偿器电路包含数字比例积分微分电路,所述数字比例积分微分电路可操作以:基于数字电压误差值以及比例常数来计算比例补偿值;基于所述数字电压误差值的当前样本、所述积分器值以及积分常数来计算积分补偿值;基于所述数字电压误差值的当前样本与所述数字电压误差

值的先前样本之间的差值以及微分常数来计算微分补偿值;以及将数字电压控制占空比值计算为所述比例补偿值、所述积分补偿值以及所述微分补偿值的总和,以及

预设电路,所述预设电路可操作以基于预设控制信号将所述电压控制占空比信号或值提供为所述数字电压控制占空比值或预定的占空比信号或值,以及

电流控制电路,其包括:

电流误差电路,所述电流误差电路至少部分基于基准电流信号或值以及所述开关电源的输出电流提供电流误差信号或值,以及

电流补偿器电路,所述电流补偿器电路至少部分基于所述电流误差信号或值提供电流控制占空比信号或值,

脉宽调制电路,所述脉宽调制电路可操作以至少部分根据占空比输入信号或值对所述开关电源的至少一个开关进行脉宽调制,以及

控制电路,所述控制电路可选择性地以第一模式操作以提供所述电压控制占空比信号或值作为所述占空比输入信号或值,以及以第二模式操作以提供所述电流控制占空比信号或值作为所述占空比输入信号或值,所述控制电路包含逻辑电路,如果所述电压控制占空比信号或值加上预定非零滞后值的总和大于所述电流控制占空比信号或值,则所述逻辑电路可操作以将所述控制电路从所述第一模式切换到所述第二模式,如果所述电流控制占空比信号或值小于所述电压控制占空比信号或值,则所述逻辑电路可操作以通过向所述预设电路提供所述预设控制信号来将所述电压控制占空比信号或值预设成预定的占空比信号或值,并且接着如果所述电压控制占空比信号或值小于所述电流控制占空比信号或值,则将所述控制电路从所述第二模式切换到所述第一模式,以及当所述控制电路处于所述第二模式时,所述逻辑电路可操作以防止所述电压补偿器电路的所述积分器信号或值的增加。

9.一种提供用于开关电源的至少一个开关的脉宽调制的脉宽调制信号的方法,所述方法包含:

将电压回路占空比与电流回路占空比进行比较;

如果所述电压回路占空比加上预定非零滞后值的总和大于所述电流回路占空比,则根据所述电流回路占空比对所述至少一个开关进行脉宽调制;以及

然后如果所述电压回路占空比小于所述电流回路占空比,则将根据所述电压回路占空比对所述至少一个开关进行脉宽调制。

10.根据权利要求9所述的方法,其包含如果所述电压回路占空比小于所述预定的占空比,则制止将所述电压回路占空比预设成所述预定的占空比。

用于恒定电流恒定功率控制的电源控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及功率转换电路,并且更确切地说涉及使用来自电压控制回路或电流控制回路的占空比来对开关电源进行选择性脉宽调制(PWM)控制。

背景技术

[0002] 开关电源或开关功率转换器在多种应用中用于转换来自输入源的功率以驱动负载。转换的控制通过电源开关的脉宽调制来提供,例如通过改变导通时间或占空比,其中转换器在给定的开关频率下操作。开关电源可以使用恒定电流(CC)控制技术来操作,以便获得改进的可靠性,从而允许电源持续提供超出标称值的输出电流,并且在较低功率电平处使用恒定电压(CV)操作,其中一些电源采用恒定功率(CP)操作。恒定电压操作有时使用电压回路来调节输出电压来实现,并且恒定电流操作有时使用电流回路来调节输出电流来实现。电压回路通常用于恒定功率操作,其中电源控制器以设置成最大功率值除以输出电流的电压基准来操作电压回路。恒定电流操作的使用可以允许电源在某些情形下避免过流保护关闭。例如,当在冗余系统中使用多个电源时,这是有利的。在没有恒定电流控制能力的情况下,给定的电源可能出于一些原因而承担(assume)过大的负载电流并且达到过流保护(OCP)水平以触发关闭。这继而可能导致另一电源承担该电流负载,达到OCP水平,并且最终关闭。因此,使用电压回路来调节输出电压且使用电流回路来调节输出电流的恒定电流控制在某些应用中是重要特征,例如便携式电信设备、电池充电器、服务器应用等。然而,当控制从电流回路切换到电压回路时,这些电源控制技术遭受潜在的电压过冲。例如,当根据电流回路在操作期间需要较大负载电流时,电压回路在输出电压相对于电压基准较低时会要求较大占空比。将控制切换回到电压回路可能导致根据超过获得期望电压所需的较大占空比进行的脉宽调制,从而导致电压尖峰或过冲状况,其会损害下游设备和/或使电源关闭。因此,需要一种改进的电源控制技术和装置来减轻或避免在从电流回路控制切换到电压回路控制时的电压过冲。

发明内容

[0003] 本发明提供了用于控制开关电源的装置和方法,在其中脉宽调制控制选择性地电压回路控制与电流回路控制之间切换,以有助于恒定电压操作、恒定功率操作以及恒定电流操作,同时选择性地控制从电流回路控制到电压回路控制的切换以避免或减轻电压尖峰。

[0004] 根据本发明的某些方面提供了开关电源以及电源控制器,所述电源控制器包括各自提供对应的占空比信号或值的电压控制器或电压控制电路以及电流控制电路,以及根据占空比输入操作开关电源的一个或多个开关的脉宽调制电路。控制电路以第一模式操作以将占空比输入提供为电压控制占空比,并且以第二模式操作以提供电流控制占空比作为占空比输入。另外,控制电路根据相对的电压以及电流控制占空比在第一模式与第二模式之间进行切换,并且在从电流控制切换到电压控制之前选择性地电压控制占空比预设成预

定值。控制电路还可以在电流回路控制期间冻结或限制电压回路补偿器的积分器值的增加。这些技术可以有利地用于减轻或避免在从电流回路操作转变到电压回路操作时的电压尖峰。在某些实施例中,在转变到电压回路控制操作之前所计算出的电压控制占空比小于预定值的情形下,电压控制占空比不需要被预设成预定值。在某些实施例中,在轻负载下对于峰值电流模式控制,用于电压回路的预定的预设值接近电流命令值,或者在轻负载下对于电压模式控制,用于电压回路的预定的预设值接近占空比命令值。另外,电源控制器的某些实施例可以包括用于根据电流回路进行操作的比较器电路,所述比较器电路基于电压回路占空比与电源的开关电流的比较向PWM电路提供占空比输入。

[0005] 提供了用于开关电源的脉宽调制的方法,所述方法包括将电压回路占空比与电流回路占空比进行比较,以及如果电压回路占空比加上预定滞后值超过电流回路占空比,则根据电流回路占空比对一个或多个电源开关进行脉宽调制。另外,如果电压回路占空比小于电流回路占空比,则所述方法包括选择性地将电压回路占空比预设成预定值,并且接着根据电压回路占空比对一个或多个电源开关进行脉宽调制。在某些实施方式中,所述方法还包括在根据电流回路占空比对开关进行脉宽调制的同时防止用于计算电压回路占空比的积分器值的增加。此外,在某些实施例中,所述方法可以包括如果电压控制占空比小于预定值时,则选择性地制止预设电压回路占空比。

附图说明

[0006] 图1是图示了示例性电源控制器的原理图,所述电源控制器具有根据电压回路占空比或电流回路占空比对开关电源进行脉宽调制的恒定电流/恒定功率控制电路,以及在从电流回路控制切换到电压回路控制之前选择性地将电压回路占空比预设成预定值的逻辑;

[0007] 图2是图示了电源控制器对DC到AC到DC转换器中的多个开关进行脉宽调制的进一步的细节的原理图;

[0008] 图3是图示了具有预设电路以及加法器电路的示例性数字电压回路PID补偿器电路的进一步细节的原理图,所述补偿器电路被配置为根据来自恒定电流/恒定功率控制电路的信号选择性地冻结积分器值;

[0009] 图4是图示了用于对开关电源进行脉宽调制的示例性方法的流程图;以及

[0010] 图5是图示了电源控制器的恒定电压、恒定功率以及恒定电流操作的曲线图。

具体实施方式

[0011] 本发明提供了用于对开关电源进行脉宽调制的装置以及技术,在其中从电流回路操作到电压回路操作的转变被修改为选择性地预设电压控制回路的输出占空比和/或以抑制在电流控制回路操作期间电压回路补偿器电路的积分器的值的增加,以便减轻或避免不期望的输出电压尖峰。本发明的概念尤其适用于数字电源控制器集成电路,但模拟和/或组合数字/模拟控制器实施例也是可能的。另外,本发明的电源控制器可以用于有助于任何形式的开关电源的脉宽调制操作,包括但不限于AC/DC转换器、DC/DC转换器、DC/AC转换器或逆变器等,它们具有根据脉宽调制控制信号进行操作的一个或多个开关器件,其中本发明的各方面不限于所示的示例。

[0012] 图1图示了用于向开关电源4提供一个或多个脉宽调制开关控制信号的数字电源控制器设备2。电源控制器2包括形成用于电源4的输出的恒定电压以及恒定功率操作调节的电压控制回路的一部分的电压控制器或控制电路10,以及用于恒定电流操作的电流控制电路20。图1示出了示例DC/DC降压转换器类型的电源4,其具有与电感器L串联形成上部电路支路的单个基于半导体的开关器件Q,其中回扫(fly back)二极管D连接在下部电源电路支路与开关Q和电感器L的中点之间。在此示例中,电源4接收来自提供输入电压 V_{IN} 的DC电压源3的输入功率,并且开关Q的操作提供DC输出功率以驱动负载5。电源控制器2还包括直接或间接向数字脉宽调制(DPWM)电路40提供占空比输出信号或值32(d_c)的控制电路30,所述数字脉宽调制电路用于提供一个或多个脉宽调制开关控制信号42以操作电源4的开关Q。

[0013] 电压控制电路10向控制电路30提供电压控制占空比信号或值18(d_v),并且电流控制电路20向控制电路30提供电流控制占空比信号或值28(d_i)。控制电路30操作在以下两个模式中的一个:经由电压控制电路10使用电压控制回路来调节电源4,或者经由电流控制电路20使用电流控制回路来调节电源4。在第一模式中,控制电路30将占空比输出32提供为电压控制占空比信号或值18,并且在第二模式中,控制电路提供电流控制占空比信号或值28作为输出32。此外,在此特定实施例中,电源控制器2包括用于第二模式的比较器电路50,其中来自控制电路30的占空比输出32被转换成模拟形式以便与电源4的开关电流进行比较,从而产生比较器输出信号58(C_{tri}),其用作DPWM电路40的占空比输入。

[0014] 如图1中所见,电压控制电路10包括电压误差电路12以及电压补偿器电路16($CLAV$),在此情况下所述电压误差电路是接收表示电源4的输出电压的反馈信号6(V_s)的电压误差模数转换器(EADC_v)。在操作中,电压误差电路12将基准电压信号或值7(V_{ref})与输出电压反馈6进行比较,并且基于该比较提供电压误差信号或值14。在一个可能的实施方式中,基准电压7可以是由外部系统提供的设定点电压值,或者可以根据其计算出来或推导出来。另外,电源控制器2可以选择性地预设或改变电压基准7以有助于在恒定功率和/或恒定电流操作模式中的操作。例如,基准电压7可以是表示在恒定功率操作期间最大额定功率(P_{max})除以输出电流值的比率的计算值。此外,在各种实施方式中,电压基准7可以是模拟信号或数字值。同样地,输出电压6可以是模拟信号或数字值。在所示的实施例中,电压误差电路12包括:模拟放大器(未图示),其提供表示基准电压7与输出电压62之间的差值的比较误差输出;以及模数转换器(ADC,未图示),其转换该比较误差输出以提供数字电压误差值14。以下其它实施例也是可能的,在其中模拟放大器或其它合适的电路用于至少部分基于电源输出电压信号6以及基准信号7提供模拟电压误差信号14。

[0015] 无论是模拟信号还是数字值,误差14都被提供给电压补偿器电路16,所述电压补偿器电路接着向控制电路30提供电压控制占空比信号或值输出18(d_v)。如同误差14一样,电压控制占空比输出18可以是表示至少部分根据误差14计算出的用于对开关电源4进行脉宽调制的占空比或导通时间的模拟信号或数字值。例如,电压控制占空比输出18可以是表示在给定的PWM开关时段中对应的受控电源开关Q将被开启的时间百分比的数字值。在实践中,可以使用任何合适形式的补偿器电路16,例如模拟滤波器或数字滤波器,它们在某些情况下可以实现比例积分微分(PID)控制功能,并且补偿器电路16可以是控制律加速器(CLA),如图式中所示。

[0016] 此外,如下文更加详细描述,在某些实施例中,电压补偿器电路16接收来自恒定

电流/恒定功率控制电路30的一个或多个控制信号。如图1中所见,控制器30提供预设控制信号94,所述预设控制信号使补偿器16的预设电路90在控制电路30从第二模式切换到第一模式之前,将占空比信号或值18提供为预定的占空比信号或值92(d_{v_min})。此外,在某些实施例中,当控制电路30处于第二(电流回路控制)模式中时,控制器30提供控制信号96以选择性地防止电压补偿器16中的加法器电路66所维持的积分器值的增加。下面结合图3图示并且更加详细描述电压补偿器电路16的示例性数字实施方式。

[0017] 电流控制电路20还包括电流误差电路22(例如, $EADC_i$)以及电流补偿器电路26($CLAI_i$)。如同电压控制电路10一样,电流控制电路20可以用于处理模拟信号或数字值或其组合。在所示的实施例中,电流误差电路22至少部分根据基准电流9(I_{ref})以及输出电流反馈信号或值8(i_s)来提供电流误差信号或值24,所述输出电流反馈信号或值在各种实施方式中可以是数字值和/或模拟信号。如图所示,电流误差电路22是包括产生模拟误差信号的模拟放大器的误差ADC电路,所述模拟误差信号经由内部ADC(未图示)转换成数字电流误差值24。电流误差值24被提供给电流补偿器电路26,所述电流补偿器电路基于该误差24提供表示用于电源开关Q的脉宽调制的占空比或导通时间(例如,百分比)的电流控制占空比信号或值28。在所示的实施方式中,电流补偿器26可以在构造上大体上类似于电压补偿器16,接收数字电流误差值24并且输出数字电流占空比值28,其中电压补偿器16另外提供如本文所描述的预设和/或积分器值冻结操作。

[0018] 控制电路30分别接收电压占空比18以及电流占空比28,并且选择性地将这些中的一个作为占空比输入信号或值32提供给DPWM电路40并且还提供给比较器电路50。就此而言,控制电路30可以是可操作以根据输入18以及28中的一个选择性地提供占空比输出的任何合适的数字电路和/或模拟电路。具体地,控制电路30在第一模式中提供占空比输入32作为电压控制占空比18,并且在第二模式中提供输入32作为电流控制占空比28。另外,控制电路30包括逻辑电路34,如果电压控制占空比18加上预定的非零滞后(hysteresis)值 Δ 超过电流控制占空比28(如果 $d_i < (d_v + \Delta)$),则该逻辑电路34将控制电路30从第一模式切换到第二模式(即,从电压回路模式切换到电流回路模式),并且如果电压控制占空比18小于电流控制占空比28(如果 $d_v < d_i$),则该逻辑电路34将控制电路30从第二模式切换回第一模式。可以使用任何合适的非零滞后值 Δ ,例如,在一个实施方式中在2%左右。此外,任何合适的比较电路或逻辑都可以用于回路选择逻辑电路34,以比较占空比信号或值18以及28,并且逻辑电路34可以包括任何必要的开关电路或编程逻辑等,以便基于由信号或值18以及28的比较所确定的模式选择性地提供占空比32。

[0019] 另外,在某些实施例中,逻辑电路34可操作以在将控制电路30从第二模式切换到第一模式之前,选择性地电压控制占空比信号或值18预设成预定的占空比信号或值92(d_{v_min})。在某些实施例中,这是通过逻辑电路34向电压补偿器16的预设电路90提供预设控制信号94来完成的,如下文结合图3进一步描述。同样,示例性逻辑电路34向电压补偿器电路16提供控制信号96以选择性地防止或抑制存储在加法器电路66中的积分器值66a的增加。这些技术中的任一者或两者都可以有利地用于减少或避免与从电流回路控制操作切换到电压回路控制操作相关联的不期望的电压尖峰。

[0020] 此外,回路选择逻辑电路34可以向DPWM电路40提供控制信号98以指示将用于脉宽调制的占空比源。就此而言,所示的DPWM电路40选择性地在电压模式控制(第一模式)中使

用来自控制电路30的占空比输出32,或者在第二(电流回路控制)模式中使用来自比较器电路50的比较器输出信号58。比较器电路50包括数模转换器52(DAC),所述数模转换器可操作以将占空比输入值32转换成模拟占空比输入信号53。比较器56基于模拟占空比输入信号53与表示电源4的开关电流的反馈信号55的比较来产生比较器输出信号58。逻辑电路34选择性地提供输入选择控制信号98以使脉宽调制电路40在控制电路30处于电压模式控制时根据占空比输入信号或值32对开关Q进行脉宽调制,以及在控制电路30处于第二模式时改为根据比较器输出信号58对开关Q进行脉宽调制。选择哪一个输出信号取决于所采用的不同功率阶段控制模式。

[0021] 图2图示了电源控制器2在DC/AC/DC电源4中针对多个开关Q1到Q7提供脉宽调制开关控制信号的另一应用。在此示例中,电源控制器2包括提供多个脉宽调制开关控制信号42的DPWM电路40,所述脉宽调制开关控制信号中的四个经由隔离栅变压器44提供给与二极管D1以及D2形成H桥逆变器电路的逆变器开关Q1到Q4。在此示例中,输入变压器T2包括串联连接在电压源3(VBUS)与由Q1到Q4形成的逆变器的输入之间的初级绕组。变压器T2的次级绕组提供电流变压器信号源54(i_{CT}),其产生开关电流传感器输出55,该输出指示流过变压器初级的电流,并且因此指示逆变器电路Q1到Q4切换的电流。逆变器的输出连接到隔离变压器T1的初级绕组,隔离变压器的次级绕组连接到开关Q5以及Q6,开关Q5以及Q6的栅极信号由PWM开关信号42经由同步栅极驱动46来提供。开关信号42被提供给开关Q5以及Q6以实现同步整流器,所述同步整流器通过ORing MOSFET Q7将DC电压提供给输出负载5,所述ORing MOSFET的栅极由来自DPWM电路40的开关控制信号42经由隔离栅变压器44来驱动,以调节电容器C1两端的输出电压,从而驱动负载5。电源控制器2接收表示输出电压的电压反馈信号6,并且感测电阻R1用于提供输出电流反馈信号8。在此实施例的操作中,DPWM电路40根据来自逻辑电路34的控制信号98(图1),根据来自控制电路30的占空比输出值32或来自比较器电路50的比较器输出信号58中的一个提供脉宽调制开关控制信号42。

[0022] 图3图示了具有预设电路90的示例性数字电压回路PID补偿器电路16(控制律加速器或CLA)的进一步的细节,所述预设电路根据来自逻辑电路34的预设控制信号94可操作以选择性地输出值18预设成预定值92(d_v_min),如下文所描述。另外,图3的实施例包括被配置为根据来自恒定控制电路30的信号96(FREEZE)来选择性地冻结积分器值66a的积分器值加法器电路66。补偿器电路16实现比例积分微分(PID)补偿架构,所述架构可以使用已知的数字滤波电路以及技术来实现。可以使用模拟补偿器16的其它实施例也是可能的,所述模拟补偿器可以提供关于误差输入14的PID补偿或其它补偿滤波以产生占空比输出18。在所示的数字实施例中,补偿器电路16接收数字电压误差值14(EADC DATA),作为表示如上文所描述的输出电压6与电压基准7之间的误差的一组串行或并行的比特,数字电压误差值14在任何给定时间是当前样本 X_n 。寄存器64接收此当前样本并且提供表示先前样本 X_{n-1} 的延迟输出。

[0023] 当前电压误差样本被提供为乘法器60的输入,所述乘法器产生比例补偿值60a作为当前电压误差样本14与比例常数62(KP)的乘积。电压补偿器根据以下步骤计算积分补偿值70a:使用乘法器70将经由求和器68获得的数字电压误差值14的当前样本与来自寄存器64的先前样本的总和乘以积分常数72(KI),求和器的输出值是 $(X_n + X_{n-1})$ 。在积分支路中,加法器(ADDER)66对乘法输出70a和加法器输出66a求和,以形成积分补偿值66a。当加法器66

由来自回路选择逻辑34的冻结信号96触发或启动时,加法器66可以停止积分并且先前存储的数据可以被保持而不改变(冻结)。PID电压补偿器16根据以下步骤来进一步计算微分补偿值76a:通过求和器74获得数字电压误差值14的当前样本与来自寄存器64的先前样本之间的差值,使用乘法器76将求和器的输出($X_n - X_{n-1}$)乘以微分常数78(KD),该乘法器的输出提供微分补偿值76a。电压补偿器16接着使用求和器80将数字电压控制占空比值18计算为比例补偿值60a、积分补偿值66a以及微分补偿值76a的总和。

[0024] 如图3中所见,数字控制值 d_v_min 92作为输入提供给预设电路90。此外,在某些实施例中,对于在较轻负载下的电源4,预定占空比值92被设置成:对于峰值电流模式控制,接近电流命令值,或者对于电压模式控制,接近占空比命令(duty command)。在操作中,逻辑电路34提供控制信号94以预设该预定值92(图1),并且在某些实施例中,如果在将控制电路30从第二模式切换到第一模式之前,电压控制占空比值18实际上小于预定值92,则逻辑电路34选择性地制止(refrain)预设预定值92。

[0025] 以此方式,经由电路90进行选择预设是在需要将电压回路控制占空比18减少到在从电流回路控制切换回电压回路控制之后减轻或避免的不期望的电压尖峰的水平时进行的,但是如果当前计算出的电压补偿器的占空比输出不会导致这种电压尖峰,则可以选择性地制止这个预设。例如,发明人已经了解,如果使用恒定功率,则可能不需要经由电路90和控制信号94进行预设,因为计算出的 d_v 可能小于 d_v_min ,由此如果负载电流从最大负载条件中去除,则输出电压可能实际上不会过冲。然而,另一方面,如果没有采用恒定功率控制,则当电流从最大负载条件中去除时,输出可能过冲,并且因此经由逻辑电路34进行选择预设提供了优于常规电压回路/电流回路选择和切换技术的显著改进。

[0026] 还参考图4,图示了用于提供脉宽调制信号以便对一个或多个电源开关Q进行脉宽调制的方法100。就此而言,控制电路30以及逻辑34的某些实施例因此可以大体上根据图示的方法100进行操作。尽管示例性方法100以一系列动作或事件的形式图示以及描述,但应了解,除了如本文中具体阐述的之外,本发明的各种方法并不受限于这些动作或事件的所图示的次序。就此而言,除了如在下文中具体提供的之外,一些动作或事件可以以不同次序发生,和/或与除本文中所图示以及描述的那些动作或事件之外的其它动作或事件同时发生,并且可能并不需要所有图示步骤来实现根据本发明的过程或方法。所图示的方法可以用硬件、处理器执行的软件、处理器执行的固件、FPGA、逻辑电路等或其组合来实现,以便提供具有本文中所描述的各种选择性回路切换、预设、积分器冻结方面的电源控制功能性,但本发明并不限于具体图示或描述的应用以及系统。例如,在某些实施方式中,回路选择逻辑34、预设控制信号94的提供以及积分器值冻结控制信号96的提供可以大体上根据以下选择逻辑来完成:

```

    如果( $d_v < d_i$ )
    {
         $d_c = d_v$ 
    }
    否则 如果( $d_i < (d_v + \Delta)$ )
[0027] {
         $d_c = d_i$ 
        预设  $d_v$  = 较小占空比
        冻结  $CLA_v$  的积分器
    }

```

[0028] 如图4中所见,方法100在102处开始于接收电压控制回路占空比信号或值18以及电流回路占空比信号或值28的最新样本,并且在104处确定电压回路占空比是否小于电流占空比。如果是(在104处为“是”),则在106处将用于一个或多个电源开关的脉宽调制的占空比输入值32设置成电压回路占空比信号或值18,并且该过程100返回如上文所描述的在102处的下一个样本。否则(在104处为“否”),在108处将占空比输入32设置成电流回路占空比28,并且在110处确定电流回路占空比是否小于电压回路占空比加上较小滞后值 Δ 的总和。如果不小于(在110处为“否”),则该过程返回到102,否则(在110处为“是”),在112处可选地确定电压回路占空比18是否小于预定值92。如果选择该选项并且比较的结果为真(在112处为“是”),则该过程返回到上面的102。否则(在112处为“否”),在114处将电压回路占空比值预设成预定值92,并且在116处冻结电压补偿器积分器值。其后,该过程100返回,以如上文所描述的在102处对电压回路占空比18以及电流回路占空比28再次采样。

[0029] 图5图示了示出电源控制器2的示例性输出电压与输出电流操作的关系的曲线图。如在曲线图120中所见,曲线122包括:第一范围122a,在其中使用电压回路占空比信号或值 d_v 在基准电压电平7 (V_{ref}) 处实现恒定电压 (CV) 控制;以及第二范围122b (也使用电压回路占空比),其用于电源4的恒定功率控制。另外,电源控制器2的某些实施例还提供示为范围122c的恒定电流操作,在某些实施例中,当所要求的电流等于最大额定电流值9 (I_{ref}) 时,启动恒定电流操作。在此实施方式中,恒定功率范围122b开始于当根据 P_{max} 除以输出电流计算出的电压基准小于标称基准设置时,并且持续直到达到基准电流值 I_{ref} ,在这之后,经由回路开关逻辑电路34实现恒定电流控制122c,以根据电流回路占空比信号或值28 (d_i) 提供一个或多个电源开关Q的PWM控制。

[0030] 本领域技术人员将了解,在所主张的发明的范围内,许多其它实施例以及变化都是可能的。

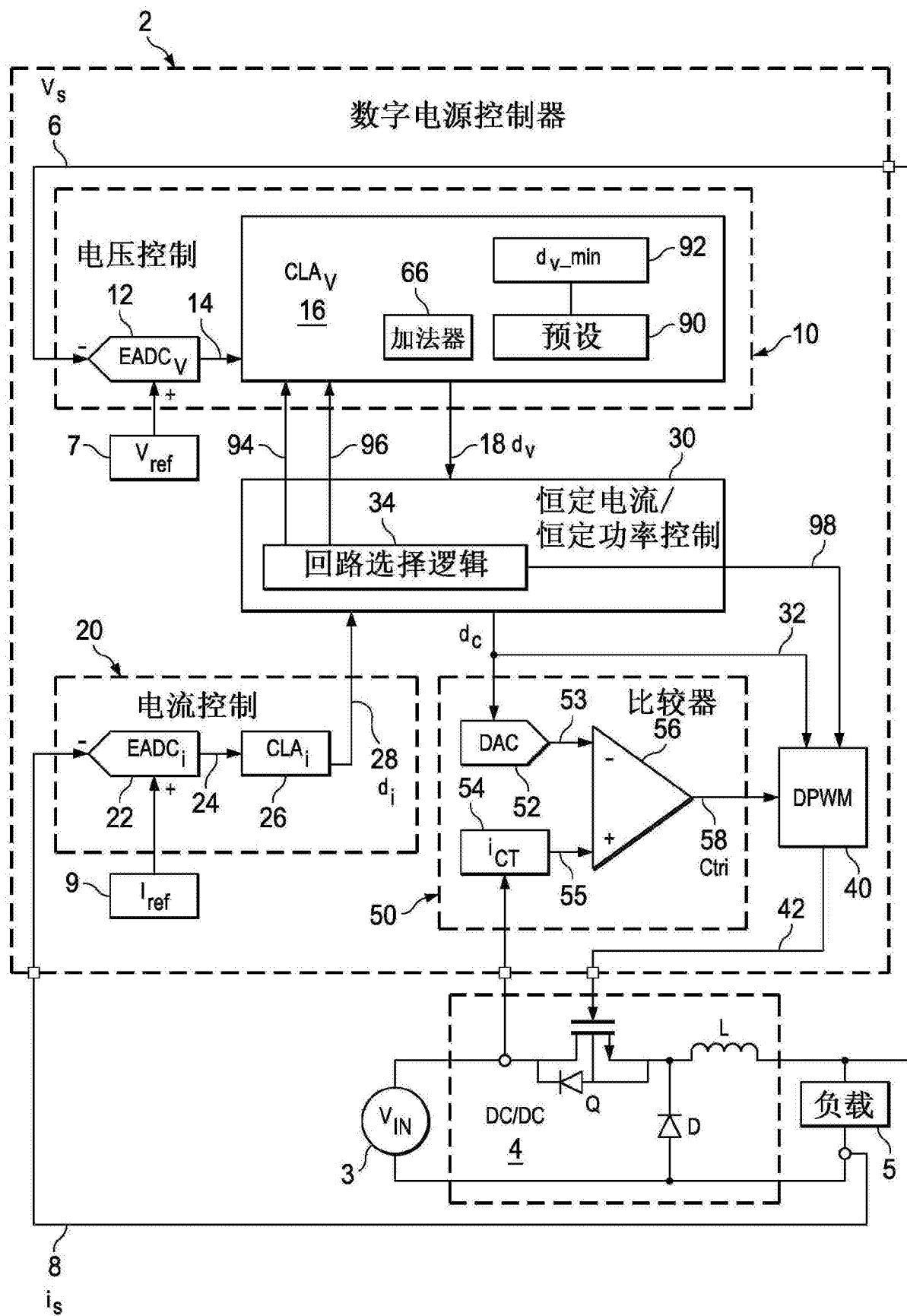


图1

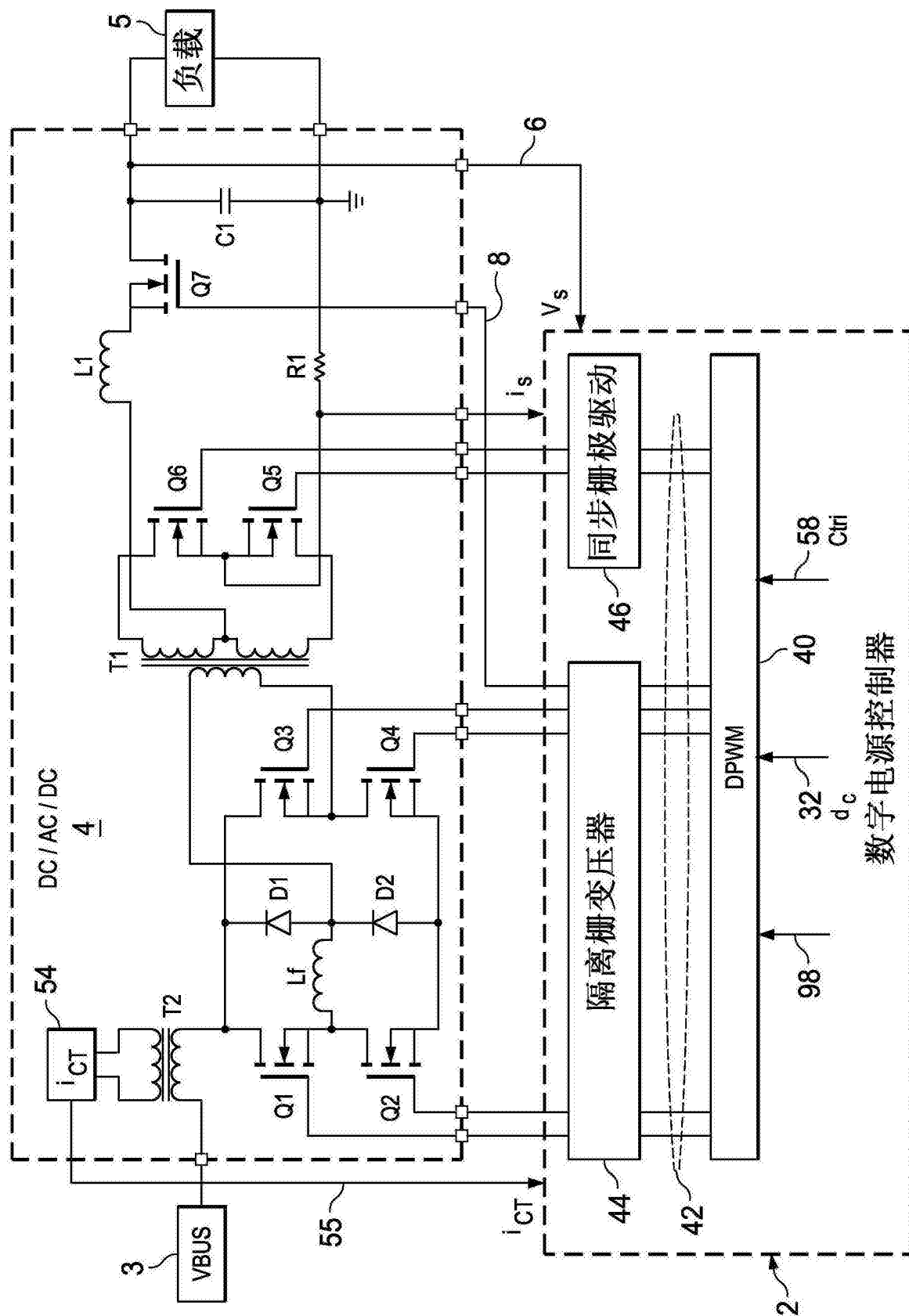


图2

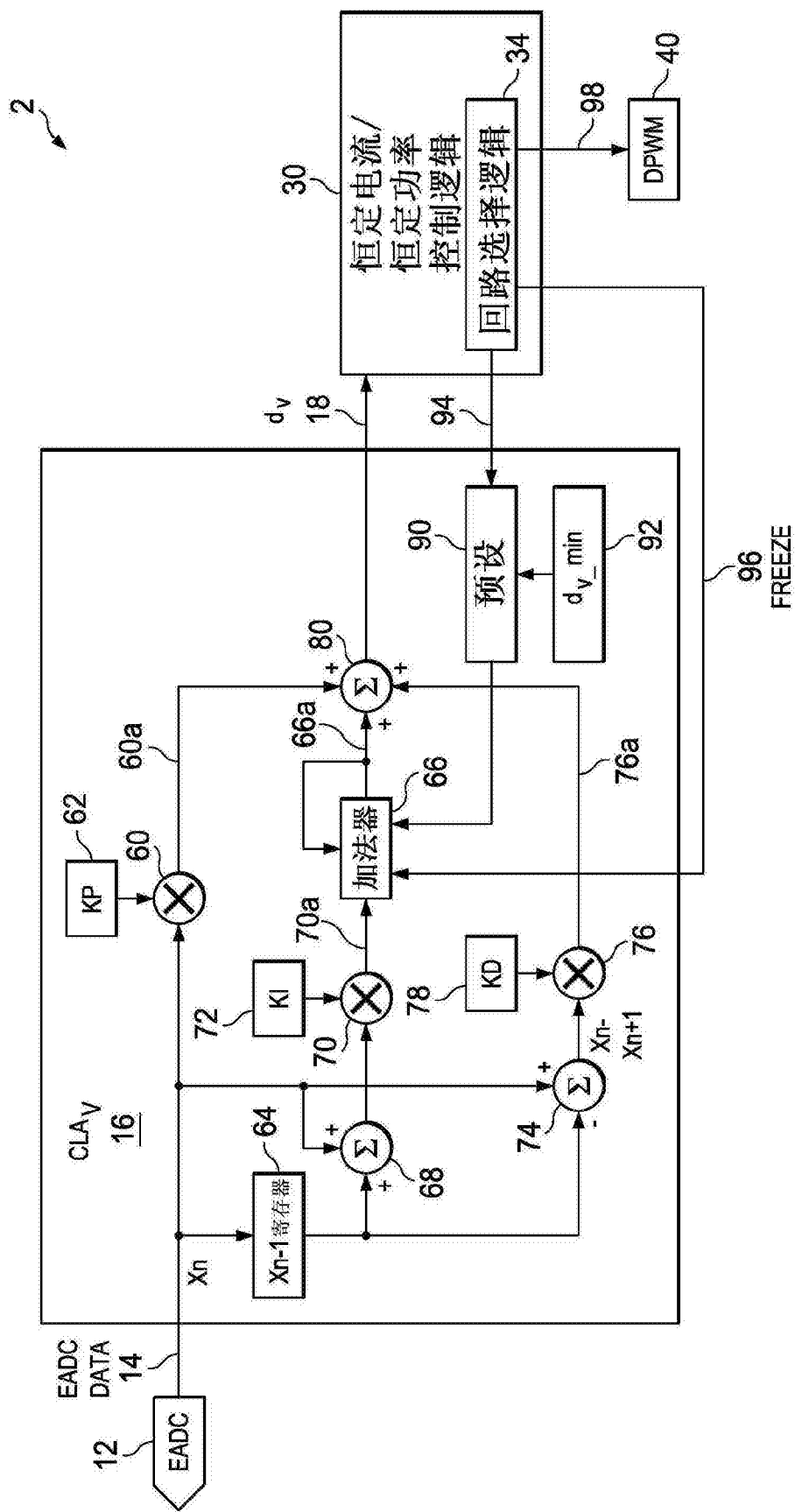


图3

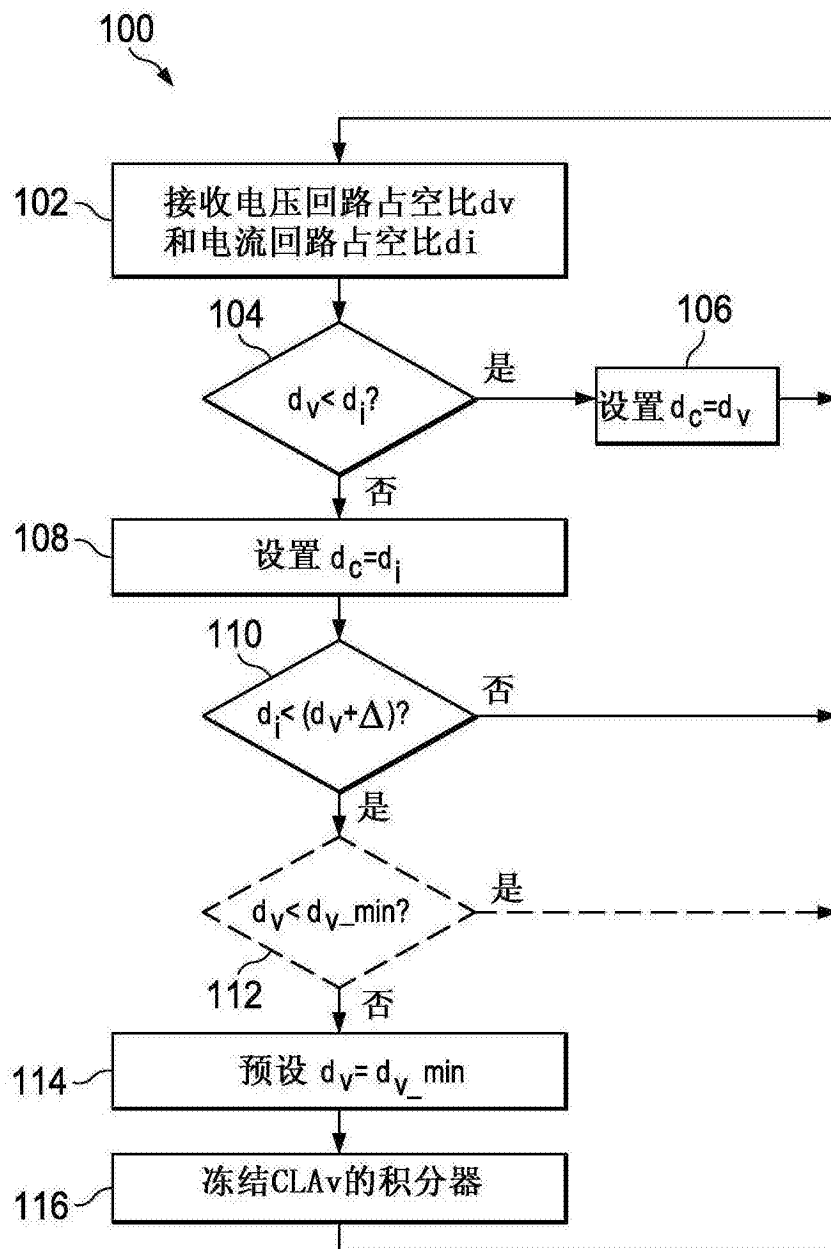


图4

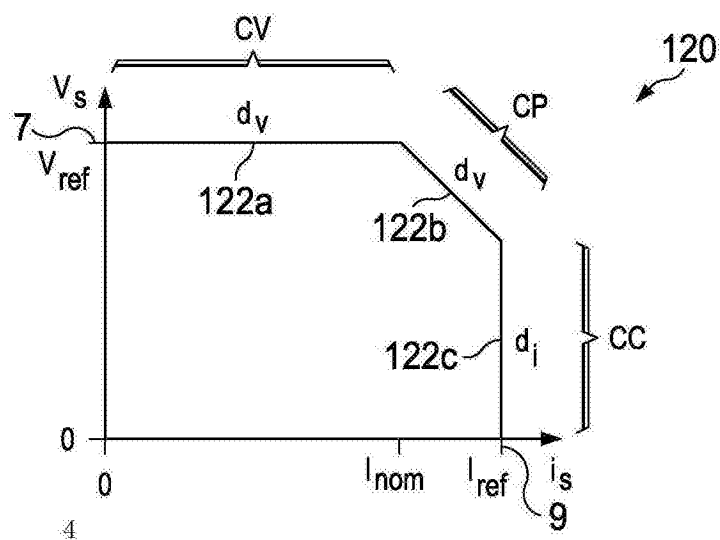


图5