



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103199700 A

(43) 申请公布日 2013. 07. 10

(21) 申请号 201310093795. 0

(22) 申请日 2013. 03. 22

(71) 申请人 成都芯源系统有限公司
地址 611731 四川省成都市高新西区出口加工区(西区)科新路 8 号

(72) 发明人 邓成刚

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

代理人 王波波

(51) Int. Cl.
H02M 3/155(2006. 01)

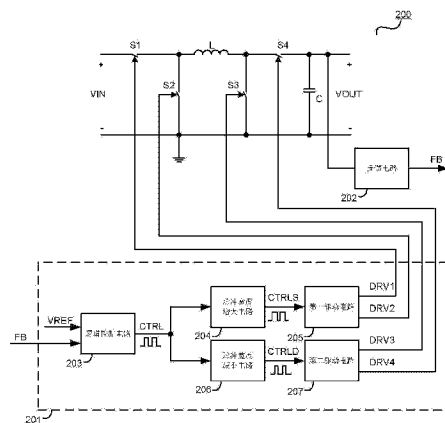
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

升降压变换器及其控制器和控制方法

(57) 摘要

公开了升降压变换器及其控制器和控制方法。该控制器包括：逻辑控制电路，基于参考信号和代表输出电压的反馈信号产生逻辑控制信号；脉冲宽度增大电路，基于逻辑控制信号产生和值控制信号，其中脉冲宽度增大电路将逻辑控制信号的脉冲宽度增大第一预设值，以产生和值控制信号的脉冲宽度；脉冲宽度减小电路，基于逻辑控制信号产生差值控制信号，其中脉冲宽度减小电路将逻辑控制信号的脉冲宽度减小第二预设值，以产生差值控制信号的脉冲宽度；第一驱动电路，基于和值控制信号产生第一驱动信号和第二驱动信号以控制第一开关管和第二开关管；以及第二驱动电路，基于差值控制信号产生第三驱动信号和第四驱动信号以控制第三开关管和第四开关管。



1. 一种升降压变换器的控制器,该升降压变换器将输入电压转换为输出电压,包括第一开关管、第二开关管、第三开关管、第四开关管和电感器,该控制器包括:

逻辑控制电路,基于参考信号和代表输出电压的反馈信号产生逻辑控制信号;

脉冲宽度增大电路,耦接至逻辑控制电路以接收逻辑控制信号,并基于逻辑控制信号产生和值控制信号,其中脉冲宽度增大电路将逻辑控制信号的脉冲宽度增大第一预设值,以产生和值控制信号的脉冲宽度;

脉冲宽度减小电路,耦接至逻辑控制电路以接收逻辑控制信号,并基于逻辑控制信号产生差值控制信号,其中脉冲宽度减小电路将逻辑控制信号的脉冲宽度减小第二预设值,以产生差值控制信号的脉冲宽度;

第一驱动电路,耦接至脉冲宽度增大电路以接收和值控制信号,并基于和值控制信号产生第一驱动信号和第二驱动信号以控制第一开关管和第二开关管;以及

第二驱动电路,耦接至脉冲宽度减小电路以接收差值控制信号,并基于差值控制信号产生第三驱动信号和第四驱动信号以控制第三开关管和第四开关管。

2. 如权利要求 1 所述的控制器,其中所述脉冲宽度增大电路包括:

第一二极管,具有阳极和阴极,其中阳极耦接至逻辑控制电路以接收逻辑控制信号;

第一电阻器,具有第一端和第二端,其中第一端耦接至第一二极管的阳极,第二端耦接至第一二极管的阴极;

第一电容器,具有第一端和第二端,其中第一端耦接至第一二极管的阴极,第二端接地;以及

第一比较器,具有第一输入端、第二输入端和输出端,其中第一输入端耦接至第一电容器的第一端,第二输入端接收第一阈值电压,第一比较器将第一电容器两端的电压与第一阈值电压进行比较,在输出端产生和值控制信号。

3. 如权利要求 1 所述的控制器,其中所述脉冲宽度减小电路包括:

第二二极管,具有阳极和阴极,其中阴极耦接至逻辑控制电路以接收逻辑控制信号;

第二电阻器,具有第一端和第二端,其中第一端耦接至第二二极管的阴极,第二端耦接至第二二极管的阳极;

第二电容器,具有第一端和第二端,其中第一端耦接至第二二极管的阳极,第二端接地;以及

第二比较器,具有第一输入端、第二输入端和输出端,其中第一输入端耦接至第二电容器的第一端,第二输入端接收第二阈值电压,第二比较器将第二电容器两端的电压与第二阈值电压进行比较,在输出端产生差值控制信号。

4. 如权利要求 1 所述的控制器,其中所述逻辑控制电路包括:

振荡器,产生周期性的时钟信号和斜坡信号;

误差放大器,具有第一输入端、第二输入端和输出端,其中第一输入端接收参考信号,第二输入端接收反馈信号,误差放大器基于参考信号和反馈信号,在输出端产生补偿信号;

加法器,具有第一输入端、第二输入端和输出端,其中第一输入端耦接至振荡器以接收斜坡信号,第二输入端接收代表流过电感器电流的电流采样信号,加法器将斜坡信号与电流采样信号相加,在输出端产生和值信号;

第三比较器,具有第一输入端、第二输入端和输出端,其中第一输入端耦接至加法器的输出端以接收和值信号,第二输入端耦接至误差放大器的输出端以接收补偿信号,第三比较器将和值信号与补偿信号进行比较,在输出端产生复位信号;以及

触发器,具有第一输入端、第二输入端和输出端,其中第一输入端耦接至振荡器以接收时钟信号,第二输入端耦接至第三比较器的输出端以接收复位信号,触发器基于时钟信号和复位信号,在输出端产生逻辑控制信号。

5. 如权利要求 1 所述的控制器,其中第一预设值与第二预设值相等。

6. 如权利要求 1 所述的控制器,其中第一预设值和第二预设值均大于零,且第一预设值与第二预设值之和小于逻辑控制信号的周期。

7. 如权利要求 1 所述的控制器,其中第一驱动电路和第二驱动电路均包括死区时间控制电路。

8. 一种升降压变换器,包括如权利要求 1 至 7 中任一项所述的控制器。

9. 一种升降压变换器的控制方法,该升降压变换器将输入电压转换为输出电压,包括第一开关管、第二开关管、第三开关管、第四开关管和电感器,该控制方法包括:

采样输出电压,产生代表输出电压的反馈信号;

基于参考信号和反馈信号,产生逻辑控制信号;

基于逻辑控制信号,产生和值控制信号,其中和值控制信号的脉冲宽度等于逻辑控制信号的脉冲宽度与第一预设值之和;

基于逻辑控制信号,产生差值控制信号,其中差值控制信号的脉冲宽度等于逻辑控制信号的脉冲宽度与第二预设值之差;

基于和值控制信号,产生第一驱动信号和第二驱动信号以控制第一开关管和第二开关管;以及

基于差值控制信号,产生第三驱动信号和第四驱动信号以控制第三开关管和第四开关管。

10. 如权利要求 9 所述的控制方法,其中产生逻辑控制信号的步骤包括:

采样流过电感器的电流,产生电流采样信号;

产生周期性的时钟信号和斜坡信号;

基于参考信号和反馈信号,产生补偿信号;

将斜坡信号与电流采样信号相加,产生和值信号;

将和值信号与第一阈值电压进行比较,产生复位信号;以及

基于时钟信号和复位信号,产生逻辑控制信号。

11. 如权利要求 9 所述的控制方法,其中第一预设值与第二预设值相等。

12. 如权利要求 9 所述的控制方法,其中第一预设值和第二预设值均大于零,且第一预设值与第二预设值之和小于逻辑控制信号的周期。

13. 如权利要求 9 所述的控制方法,还包括:

在第一驱动信号和第二驱动信号之间设置死区时间;以及

在第三驱动信号和第四驱动信号之间设置死区时间。

升降压变换器及其控制器和控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电子电路,尤其涉及升降压变换器及其控制器和控制方法。

背景技术

[0002] 随着消费类电子产品市场的迅速发展,便携式电子产品不断向小型化、轻型化转变,产品的体积变小使得其电池的体积和容量也随之减小。这就要求尽可能地提高此类产品供电模块的转换效率,减小功耗,并使其能在较宽的电池电压变化范围内提供稳定的输出电压,以便延长电池的使用时间。能在宽输入范围下工作的升降压变换器被广泛用于此类场合。

[0003] 图 1 是传统四开关升降压变换器的电路原理图。该升降压变换器将输入电压 V_{IN} 转换为输出电压 V_{OUT} ,包括开关管 $S1 \sim S4$ 、电感器 L 以及输出电容器 C 。当开关管 $S1$ 、 $S3$ 导通,开关管 $S2$ 、 $S4$ 关断时,电感器 L 储存能量。当开关管 $S1$ 、 $S3$ 关断,开关管 $S2$ 、 $S4$ 导通时,电感器 L 储存的能量被提供至负载。由于四个开关管 $S1 \sim S4$ 均持续工作,传统升降压变换器的功率损耗较大。

[0004] 为了降低功耗,可以根据输入输出电压的不同关系采用不同的工作模式,以减少同时工作的开关数量。当输入电压 V_{IN} 小于输出电压 V_{OUT} 时,升降压变换器工作于升压模式,开关管 $S1$ 恒定导通,开关管 $S2$ 恒定关断,开关管 $S3$ 和 $S4$ 通过脉冲宽度调制进行控制。当输入电压 V_{IN} 大于输出电压 V_{OUT} 时,升降压变换器工作于降压模式,开关管 $S4$ 恒定导通,开关管 $S3$ 恒定关断,开关管 $S1$ 和 $S2$ 通过脉冲宽度调制进行控制。

[0005] 然而,根据输入输出电压关系来判断工作模式,使得控制回路与电压反馈回路之间的关系复杂,加大了系统设计和测试的难度。此外,不同工作模式之间的转换,也会引起各电路参数(例如电压、电流、占空比)的突变,输出电压 V_{OUT} 上可能会出现跳变尖峰。

发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题是提供一种结构简单、模式转换平滑,且易于设计和测试的升降压变换器及其控制器和控制方法。

[0007] 根据本发明实施例的一种升降压变换器的控制器,该升降压变换器将输入电压转换为输出电压,包括第一开关管、第二开关管、第三开关管、第四开关管和电感器,该控制器包括:逻辑控制电路,基于参考信号和代表输出电压的反馈信号产生逻辑控制信号;脉冲宽度增大电路,耦接至逻辑控制电路以接收逻辑控制信号,并基于逻辑控制信号产生和值控制信号,其中脉冲宽度增大电路将逻辑控制信号的脉冲宽度增大第一预设值,以产生和值控制信号的脉冲宽度;脉冲宽度减小电路,耦接至逻辑控制电路以接收逻辑控制信号,并基于逻辑控制信号产生差值控制信号,其中脉冲宽度减小电路将逻辑控制信号的脉冲宽度减小第二预设值,以产生差值控制信号的脉冲宽度;第一驱动电路,耦接至脉冲宽度增大电路以接收和值控制信号,并基于和值控制信号产生第一驱动信号和第二驱动信号以控制第一开关管和第二开关管;以及第二驱动电路,耦接至脉冲宽度减小电路以接收差值控制信

号,并基于差值控制信号产生第三驱动信号和第四驱动信号以控制第三开关管和第四开关管。

[0008] 根据本发明实施例的一种升降压变换器,包括如前所述的控制器。

[0009] 根据本发明实施例的一种升降压变换器的控制方法,该升降压变换器将输入电压转换为输出电压,包括第一开关管、第二开关管、第三开关管、第四开关管和电感器,该控制方法包括:采样输出电压,产生代表输出电压的反馈信号;基于参考信号和反馈信号,产生逻辑控制信号;基于逻辑控制信号,产生和值控制信号,其中和值控制信号的脉冲宽度等于逻辑控制信号的脉冲宽度与第一预设值之和;基于逻辑控制信号,产生差值控制信号,其中差值控制信号的脉冲宽度等于逻辑控制信号的脉冲宽度与第二预设值之差;基于和值控制信号,产生第一驱动信号和第二驱动信号以控制第一开关管和第二开关管;以及基于差值控制信号,产生第三驱动信号和第四驱动信号以控制第三开关管和第四开关管。

[0010] 根据本发明的实施例,分别对逻辑控制信号进行处理,并分别根据处理所得的和值控制信号和差值控制信号产生驱动信号以控制第一至第四开关管,实现了升降压变换器在多个工作模式之间的自动、平滑转换,使得各电路参数在模式转换时连续且平滑,也使电路设计与测试均变得更为容易。此外,在本发明的实施例中,无需额外的输入电压反馈电路与模式判断电路,这无疑使得升降压变换器的结构变得更为简单,且加强了系统的可靠性。

附图说明

[0011] 图 1 为传统四开关升降压变换器的电路原理图;

[0012] 图 2 为根据本发明一实施例的升降压变换器 200 的示意性框图;

[0013] 图 3 为根据本发明一实施例的图 2 所示脉冲宽度增大电路 204 的电路原理图;

[0014] 图 4 为根据本发明一实施例的图 3 所示脉冲宽度增大电路 204 的工作波形图;

[0015] 图 5 为根据本发明一实施例的图 2 所示脉冲宽度减小电路 206 的电路原理图;

[0016] 图 6 为根据本发明一实施例的图 5 所示脉冲宽度减小电路 206 的工作波形图;

[0017] 图 7 为根据本发明一实施例的升降压变换器 700 的电路原理图;

[0018] 图 8 为根据本发明一实施例的升降压变换器控制方法的流程图。

具体实施方式

[0019] 下面将详细描述本发明的具体实施例,应当注意,这里描述的实施例只用于举例说明,并不用于限制本发明。在以下描述中,为了提供对本发明的透彻理解,阐述了大量特定细节。然而,对于本领域普通技术人员显而易见的是,不必采用这些特定细节来实行本发明。在其他实例中,为了避免混淆本发明,未具体描述公知的电路、材料或方法。

[0020] 在整个说明书中,对“一个实施例”、“实施例”、“一个示例”或“示例”的提及意味着:结合该实施例或示例描述的特定特征、结构或特性被包含在本发明至少一个实施例中。因此,在整个说明书的各个地方出现的短语“在一个实施例中”、“在实施例中”、“一个示例”或“示例”不一定都指同一实施例或示例。此外,可以以任何适当的组合和/或子组合将特定的特征、结构或特性组合在一个或多个实施例或示例中。此外,本领域普通技术人员应当理解,在此提供的附图都是为了说明的目的,并且附图不一定是按比例绘制的。应当理解,当称“元件”“连接到”或“耦接”到另一元件时,它可以是直接连接或耦接到另一元件或者

可以存在中间元件。相反,当称元件“直接连接到”或“直接耦接到”另一元件时,不存在中间元件。相同的附图标记指示相同的元件。这里使用的术语“和/或”包括一个或多个相关列出的项目的任何和所有组合。

[0021] 图2为根据本发明一实施例的升降压变换器200的示意性框图。该升降压变换器200包括开关管S1~S4、电感器L、输出电容器C、控制器201以及反馈电路202。开关管S1具有第一端、第二端和控制端,其中第一端接收输入电压VIN。开关管S2具有第一端、第二端和控制端,其中第一端耦接至开关管S1的第二端,第二端接地。电感器L具有第一端和第二端,其中第一端耦接至开关管S1的第二端和开关管S2的第一端。开关管S3具有第一端、第二端和控制端,其中第一端耦接至电感器L的第二端,第二端接地。开关管S4具有第一端、第二端和控制端,其中第一端耦接至电感器L的第二端和开关管S3的第一端,第二端提供输出电压VOUT。输出电容器C耦接在开关管S4的第二端和地之间。开关管S1~S4可以是任何可控半导体开关器件,例如金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)、绝缘栅双极晶体管(IGBT)等。

[0022] 反馈电路202具有输入端和输出端,其中输入端耦接至开关管S4的第二端以接收输出电压VOUT,反馈电路202采样输出电压VOUT,在输出端产生代表输出电压VOUT的反馈信号FB。控制器201耦接至反馈电路202以接收反馈信号FB,并基于反馈信号FB产生驱动信号DRV1~DRV4以分别控制开关管S1~S4。控制器201可以为集成电路,也可以部分或全部地由分立电子元件组成。

[0023] 如图2所示,控制器201包括逻辑控制电路203、脉冲宽度增大电路204、脉冲宽度减小电路206、第一驱动电路205以及第二驱动电路207。逻辑控制电路203具有第一输入端、第二输入端和输出端,其中第一输入端接收参考信号VREF,第二输入端耦接至反馈电路202的输出端以接收反馈信号FB,逻辑控制电路203基于参考信号VREF和反馈信号FB,在输出端产生逻辑控制信号CTRL。逻辑控制电路203可采用任何合适的控制方法,例如定频峰值电流控制、平均电流控制、关断时间控制等。

[0024] 脉冲宽度增大电路204具有输入端和输出端,其中输入端耦接至逻辑控制电路203的输出端以接收逻辑控制信号CTRL,脉冲宽度增大电路204基于逻辑控制信号CTRL,在输出端产生和值控制信号CTRLS。脉冲宽度增大电路204将逻辑控制信号CTRL的脉冲宽度TON与第一预设值TTH1相加,以产生和值控制信号CTRLS的脉冲宽度TONS。脉冲宽度增大电路204可以是任何可实现脉冲宽度增大功能的模拟或者数字电路。由于和值控制信号CTRLS的脉冲宽度TONS必然大于等于零,而小于等于逻辑控制信号CTRL的周期T,因而当TON+TTH1大于T时,和值控制信号CTRLS的脉冲宽度TONS被限制至等于T。

[0025] 第一驱动电路205具有输入端、第一输出端和第二输出端,其中输入端耦接至脉冲宽度增大电路204以接收和值控制信号CTRLS,第一输出端耦接至开关管S1的控制端,第二输出端耦接至开关管S2的控制端。第一驱动电路205基于和值控制信号CTRLS,在第一输出端和第二输出端产生驱动信号DRV1和DRV2。一般地,驱动信号DRV1与DRV2互补。为了避免开关管S1和S2直通,第一驱动电路205通常包括死区时间控制电路,以在驱动信号DRV1与DRV2之间引入死区时间。

[0026] 脉冲宽度减小电路206具有输入端和输出端,其中输入端耦接至逻辑控制电路203的输出端以接收逻辑控制信号CTRL,脉冲宽度减小电路206基于逻辑控制信号CTRL,在

输出端产生差值控制信号 CTRLD。脉冲宽度减小电路 206 将逻辑控制信号 CTRL 的脉冲宽度 TON 与第二预设值 TTH2 相减,以产生差值控制信号 CTRLD 的脉冲宽度 TOND。脉冲宽度减小电路 206 可以是任何可实现脉冲宽度减小功能的模拟或者数字电路。由于差值控制信号 CTRLD 的脉冲宽度 TOND 必然大于等于零,而小于等于逻辑控制信号 CTRL 的周期 T,因而当 TON-TTH2 小于零时,差值控制信号 CTRLD 的脉冲宽度 TOND 被限制至等于 0。

[0027] 第二驱动电路 207 具有输入端、第一输出端和第二输出端,其中输入端耦接至脉冲宽度减小电路 206 以接收差值控制信号 CTRLD,第一输出端耦接至开关管 S3 的控制端,第二输出端耦接至开关管 S4 的控制端。第二驱动电路 207 基于差值控制信号 CTRLD,在第一输出端和第二输出端产生驱动信号 DRV3 和 DRV4。一般地,驱动信号 DRV3 与 DRV4 互补。为了避免开关管 S3 和 S4 直通,第二驱动电路 207 通常包括死区时间控制电路,以在驱动信号 DRV3 与 DRV4 之间引入死区时间。

[0028] 以下以工作于电流连续模式下的升降压变换器为例进行说明,但本领域技术人员可知,类似的分析方式对工作于电流断续模式下的升降压变换器也适用。

[0029] 假设升降压变换器 200 工作于电流连续模式,当逻辑控制信号 CTRL 的脉冲宽度 TON 大于 TTH2 并小于 T-TTH1 时,即 $TTH2 < TON < (T-TTH1)$,则和值控制信号 CTRLS 的脉冲宽度 TONS 等于 TON+TTH1,差值控制信号 CTRLD 的脉冲宽度 TOND 等于 TON-TTH2。此时,升降压变换器 200 工作于升降压模式,开关管 S1 ~ S4 均参与工作。根据电感伏秒平衡定律,可以得到:

$$[0030] \quad VIN*(TON+TTH1)/T = VOUT*(1-(TON-TTH2)/T) \quad (\text{公式 1})$$

[0031] 当 $ton \leq TTH2$,则和值控制信号 CTRLS 的脉冲宽度 TONS 等于 TON+TTH1,而差值控制信号 CTRLD 的脉冲宽度 TOND 被限制至等于 0。此时,升降压变换器 200 工作于降压模式,开关管 S3 恒定关断,而开关管 S4 恒定导通。根据电感伏秒平衡定律,可以得到:

$$[0032] \quad VIN*(TON+TTH1)/T = VOUT \quad (\text{公式 2})$$

[0033] 当 $ton \geq T-TTH1$,则差值控制信号 CTRLD 的脉冲宽度 TOND 等于 TON-TTH2,而和值控制信号 CTRLS 的脉冲宽度 TONS 被限制至等于 T。此时,升降压变换器 200 工作于升压模式,开关管 S1 恒定导通,而开关管 S2 恒定关断。根据电感伏秒平衡定律,可以得到:

$$[0034] \quad VIN = VOUT*(1-(TON-TTH2)/T) \quad (\text{公式 3})$$

[0035] 由以上分析可知,升降压变换器 200 可基于逻辑控制信号 CTRL 的脉冲宽度 TON 在降压模式、升降压模式和升压模式之间自动、平滑地进行转换,这使得各电路参数(例如电压、电流、占空比等)在模式切换时连续且平滑,也使电路设计与测试均变得更为容易。此外,升降压变换器 200 无需额外的输入电压反馈电路与模式判断电路,这无疑降低了系统的体积与成本,也加强了系统的可靠性。

[0036] 第一预设值 TTH1 和第二预设值 TTH2 的取值需考虑到效率和平滑模式转换之间的折衷。预设值 TTH1 和 TTH2 越大,效率越高;预设值 TTH1 和 TTH2 越小,模式转换越平滑。一般地,TTH1 和 TTH2 均大于零,且二者之和小于逻辑控制信号 CTRL 的周期 T。在一个实施例中,为了便于电路设计,第一预设值 TTH1 与第二预设值 TTH2 相等。

[0037] 图 3 为根据本发明一实施例的图 2 所示脉冲宽度增大电路 204 的电路原理图。该脉冲宽度增大电路 204 包括二极管 D1、电阻器 R1、电容器 C1 以及比较器 COM1。二极管 D1 具有阳极和阴极,其中阳极耦接至逻辑控制电路以接收逻辑控制信号 CTRL。电阻器 R1 具

有第一端和第二端,其中第一端耦接至二极管 D1 的阳极,第二端耦接至二极管 D1 的阴极。电容器 C1 具有第一端和第二端,其中第一端耦接至二极管 D1 的阴极,第二端接地。比较器 COM1 具有同相输入端、反相输入端和输出端,其中同相输入端耦接至电容器 C1 的第一端,反相输入端接收阈值电压 V_{TH1} ,比较器 COM1 将电容器 C1 两端的电压 V_{C1} 与阈值电压 V_{TH1} 进行比较,在输出端产生和值控制信号 CTRLS。

[0038] 图 4 为根据本发明一实施例的图 3 所示脉冲宽度增大电路 204 的工作波形图。如图 4 所示,当逻辑控制信号 CTRL 由低电平变为高电平时,二极管 D1 导通,电容器 C1 通过二极管 D1 被快速充电,其两端的电压 V_{C1} 迅速增大。当电压 V_{C1} 增大至阈值电压 V_{TH1} 时,和值控制信号 CTRLS 由低电平变为高电平。当逻辑控制信号 CTRL 由高电平变为低电平时,二极管 D1 关断,电容器 C1 通过电阻器 R1 被缓慢放电,其两端的电压 V_{C1} 逐渐减小。当电压 V_{C1} 减小至阈值电压 V_{TH1} 时,和值控制信号 CTRLS 由高电平变为低电平。电容器 C1 被放电至阈值电压 V_{TH1} 所需的时间即为预设值 T_{TH1} ,该预设值 T_{TH1} 可以通过改变阈值电压 V_{TH1} 、电阻器 R1 的阻值或电容器 C1 的容值来进行调节。

[0039] 图 5 为根据本发明一实施例的图 2 所示脉冲宽度减小电路 206 的电路原理图。该脉冲宽度增大电路 206 包括二极管 D2、电阻器 R2、电容器 C2 以及比较器 COM2。二极管 D2 具有阳极和阴极,其中阴极耦接至逻辑控制电路以接收逻辑控制信号 CTRL。电阻器 R2 具有第一端和第二端,其中第一端耦接至二极管 D2 的阴极,第二端耦接至二极管 D2 的阳极。电容器 C2 具有第一端和第二端,其中第一端耦接至二极管 D2 的阳极,第二端接地。比较器 COM2 具有同相输入端、反相输入端和输出端,其中同相输入端耦接至电容器 C2 的第一端,反相输入端接收阈值电压 V_{TH2} ,比较器 COM2 将电容器 C2 两端的电压 V_{C2} 与阈值电压 V_{TH2} 进行比较,在输出端产生差值控制信号 CTRLD。

[0040] 图 6 为根据本发明一实施例的图 5 所示脉冲宽度减小电路 206 的工作波形图。如图 6 所示,当逻辑控制信号 CTRL 由低电平变为高电平时,二极管 D2 关断,电容器 C2 通过电阻器 R2 被缓慢充电,其两端的电压 V_{C2} 逐渐增大。当电压 V_{C2} 增大至阈值电压 V_{TH2} 时,差值控制信号 CTRLD 由低电平变为高电平。当逻辑控制信号 CTRL 由高电平变为低电平时,二极管 D2 导通,电容器 C2 通过二极管 D2 被快速放电,其两端的电压 V_{C2} 迅速减小。当电压 V_{C2} 减小至阈值电压 V_{TH2} 时,差值控制信号 CTRLD 由高电平变为低电平。电容器 C2 被充电至阈值电压 V_{TH2} 所需的时间即为预设值 T_{TH2} ,该预设值 T_{TH2} 可以通过改变阈值电压 V_{TH2} 、电阻器 R2 的阻值或电容器 C2 的容值来进行调节。

[0041] 图 7 为根据本发明一实施例的升降压变换器 700 的电路原理图。其中开关管 S1 ~ S4 均为 N 型 MOSFET。与图 2 所示升降压变换器 200 相比,升降压变换器 700 还包括电流采样电路 708,电流采样电路 708 采样流过电感器 L 的电流,并产生代表该电流的电流采样信号 ISENSE。电流采样电路 708 可以采用任何常用的电流采样方法,例如电流采样电阻器,电流传感器,电流镜等。电流采样电路 708 可以直接采样流过电感器 L 的电流,也可以通过采样流过开关管 S1 的电流来获取电流采样信号 ISENSE。

[0042] 反馈电路 702 包括电阻器 R3 和 R4 构成的电阻分压器。逻辑控制电路 703 包括振荡器 709、误差放大器 EA、加法器 710、比较器 COM3 和 RS 触发器 FF。振荡器 709 产生周期性的时钟信号 CLK 和斜坡信号 VSLOPE。误差放大器 EA 具有同相输入端、反相输入端和输出端,其中同相输入端接收参考信号 V_{REF} ,反相输入端耦接至反馈电路 702 以接收反馈信

号 FB, 误差放大器 EA 基于参考信号 VREF 和反馈信号 FB, 在输出端产生补偿信号 COMP。加法器 710 具有第一输入端、第二输入端和输出端, 其中第一输入端耦接至振荡器 709 以接收斜坡信号 VSLOPE, 第二输入端耦接至电流采样电路 708 以接收电流采样信号 ISENSE, 加法器 710 将斜坡信号 VSLOPE 与电流采样信号 ISENSE 相加, 在输出端产生和值信号 SUM。比较器 COM3 具有同相输入端、反相输入端和输出端, 其中同相输入端耦接至加法器 710 的输出端以接收和值信号 SUM, 反相输入端耦接至误差放大器 EA 的输出端以接收补偿信号 COMP, 比较器 COM3 将和值信号 SUM 与补偿信号 COMP 进行比较, 在输出端产生复位信号 RST。触发器 FF 具有置位端、复位端和输出端, 其中置位端耦接至振荡器 709 以接收时钟信号 CLK, 复位端耦接至比较器 COM3 的输出端以接收复位信号 RST, 触发器 FF 基于时钟信号 CLK 和复位信号 RST, 在输出端产生逻辑控制信号 CTRL。

[0043] 逻辑控制电路 703 采用定频峰值电流控制方式。在时钟信号 CLK 的上升沿, 触发器 FF 被置位, 逻辑控制信号 CTRL 由低电平变为高电平。当和值信号 SUM 增大至大于补偿信号 COMP 时, 复位信号 RST 由低电平变为高电平, 触发器 FF 被复位, 逻辑控制信号 CTRL 由高电平变为低电平。

[0044] 脉冲宽度增大电路 704 和脉冲宽度减小电路 706 的结构与图 3 和图 5 所示电路的结构基本相同。第一驱动电路 705 包括延迟电路 DL2 以及或非门 NOR1, 其连接结构如图 7 所示。在图 7 所示实施例中, 时钟信号 CLK 经过延迟电路 DL1 后方被送入触发器 FF。在延迟电路 DL1、DL2 以及或非门 NOR1 的作用下, 第一驱动电路 705 产生的驱动信号 DRV1 和 DRV2 互补, 且两者之间存在必要的死区时间。

[0045] 第二驱动电路 707 包括延迟电路 DL3、比较器 COM4 以及或非门 NOR2, 其连接结构如图 7 所示。用于比较器 COM4 的阈值电压 VTH3 被设置为略小于阈值电压 VTH2。在延迟电路 DL3、比较器 COM4 以及或非门 NOR2 的作用下, 第二驱动电路 707 产生的驱动信号 DRV3 和 DRV4 互补, 且两者之间存在必要的死区时间。

[0046] 图 8 为根据本发明一实施例的升降压变换器控制方法的流程图。该控制方法包括步骤 S811 ~ S816。

[0047] 在步骤 S811, 采样输出电压, 产生代表输出电压的反馈信号。

[0048] 在步骤 S812, 基于参考信号和反馈信号, 产生逻辑控制信号。

[0049] 在步骤 S813, 基于逻辑控制信号, 产生和值控制信号, 其中和值控制信号的脉冲宽度等于逻辑控制信号的脉冲宽度与第一预设值之和。

[0050] 在步骤 S814, 基于逻辑控制信号, 产生差值控制信号, 其中差值控制信号的脉冲宽度等于逻辑控制信号的脉冲宽度与第二预设值之差。在一个实施例中, 第一预设值与第二预设值相等。在一个实施例中, 第一预设值和第二预设值均大于零, 而且二者之和小于逻辑控制信号的周期。

[0051] 在步骤 S815, 基于和值控制信号, 产生第一驱动信号和第二驱动信号以控制第一开关管和第二开关管。一般地, 第一驱动信号和第二驱动信号互补, 而且在第一驱动信号和第二驱动信号之间设置有死区时间。

[0052] 在步骤 S816, 基于差值控制信号, 产生第三驱动信号和第四驱动信号以控制第三开关管和第四开关管。一般地, 第三驱动信号和第四驱动信号互补, 而且在第三驱动信号和第四驱动信号之间设置有死区时间。

[0053] 虽然已参照几个典型实施例描述了本发明,但应当理解,所用的术语是说明和示例性、而非限制性的术语。由于本发明能够以多种形式具体实施而不脱离发明的精神或实质,所以应当理解,上述实施例不限于任何前述的细节,而应在随附权利要求所限定的精神和范围内广泛地解释,因此落入权利要求或其等效范围内的全部变化和改型都应为随附权利要求所涵盖。

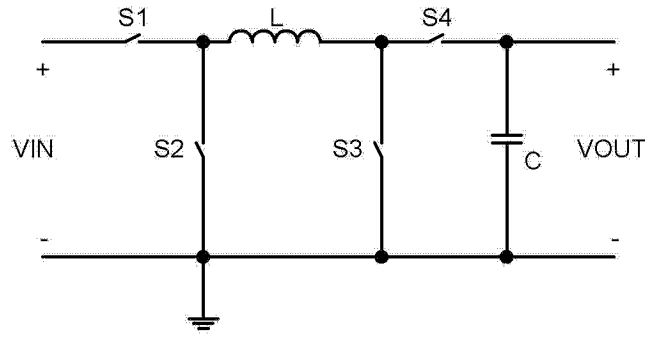


图 1

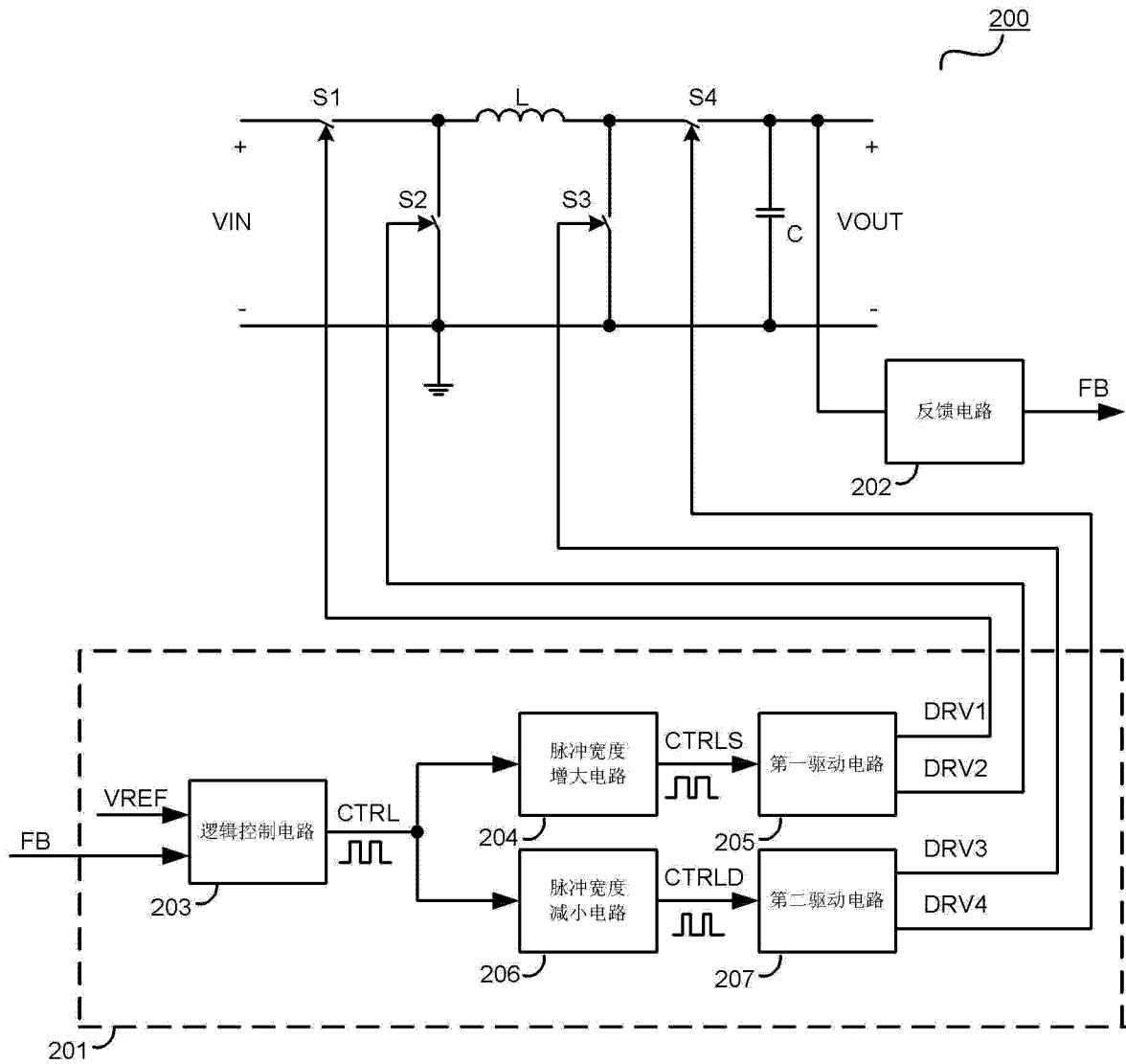


图 2

204

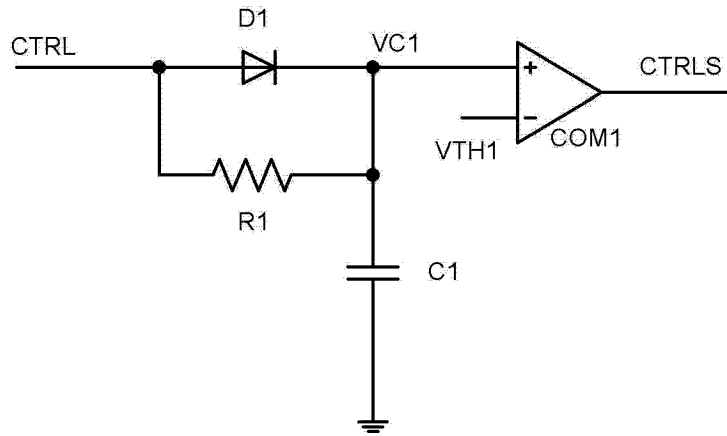


图 3

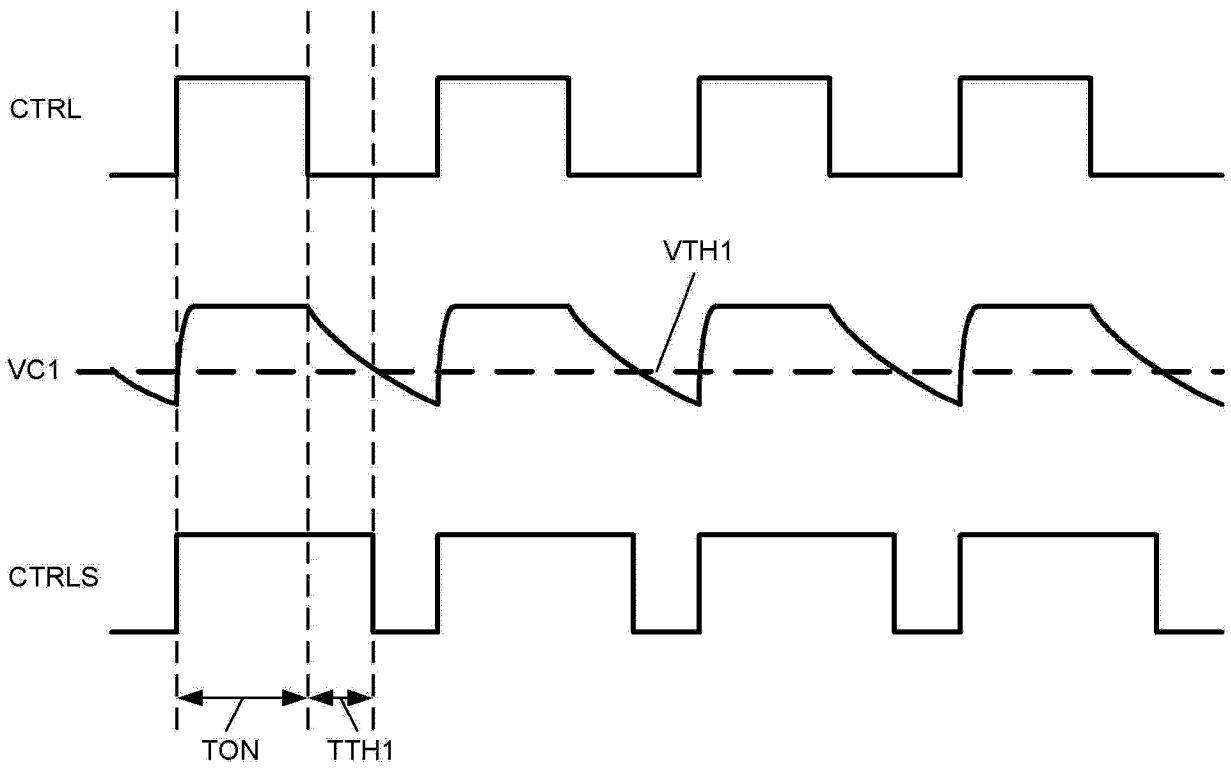


图 4

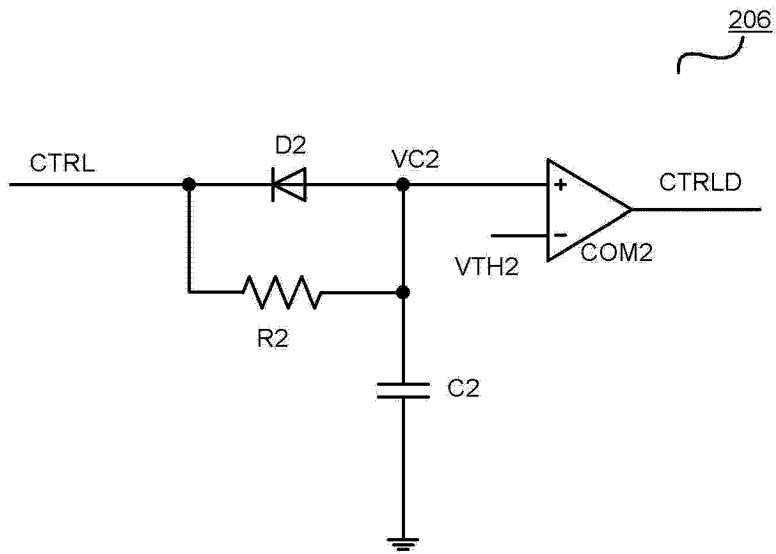


图 5

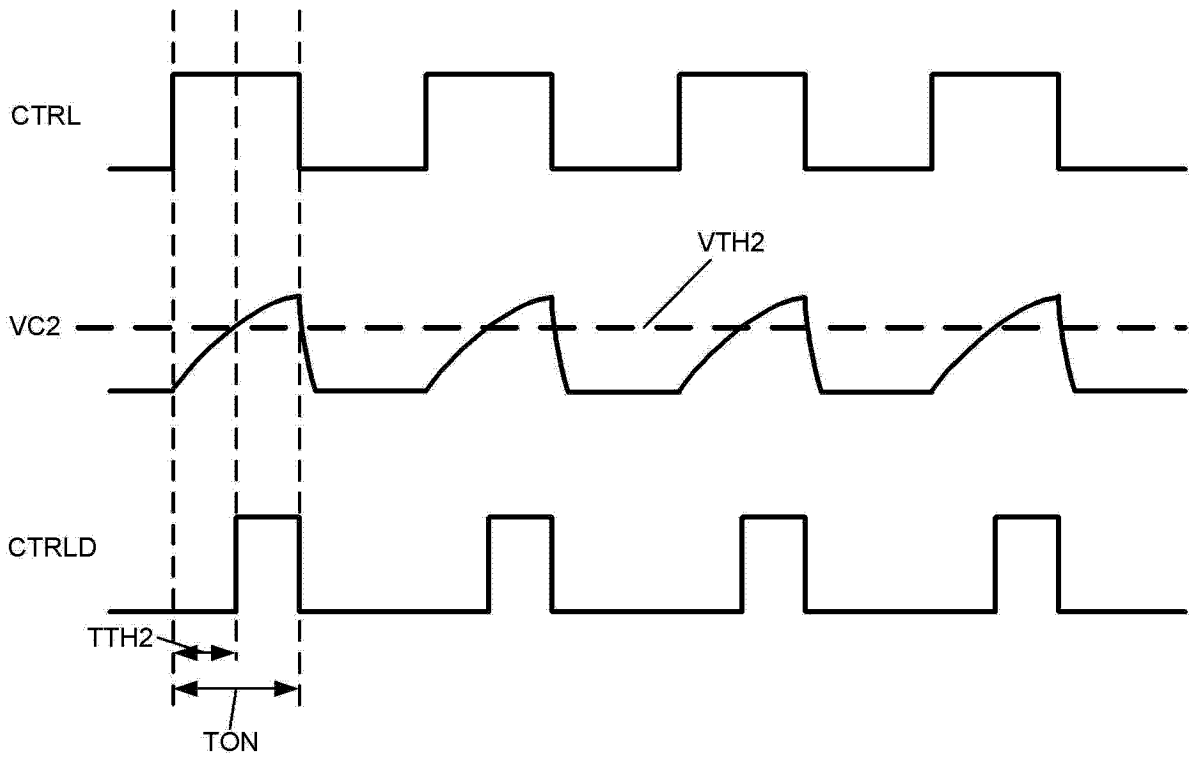


图 6

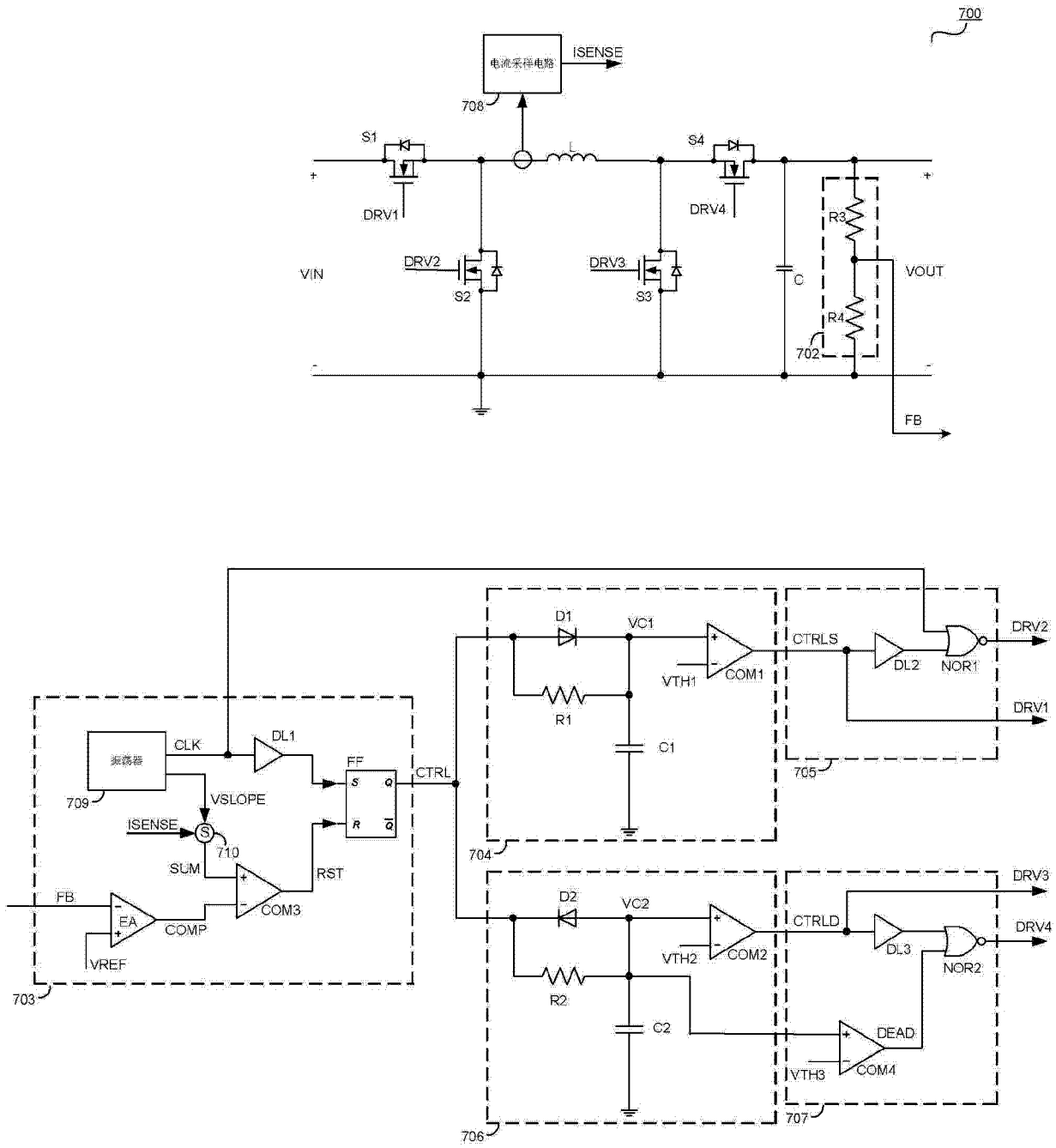


图 7

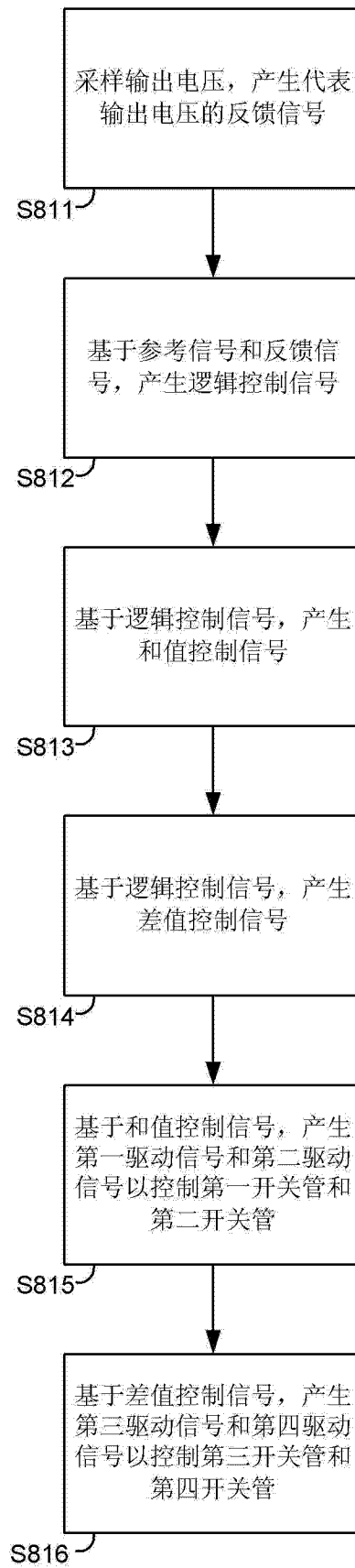


图 8