



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102055334 B

(45) 授权公告日 2015. 03. 04

(21) 申请号 200910209285. 9

US 7518346 B2, 2009. 04. 14, 说明书第 2 栏第 55 行 - 第 4 栏第 65 行、图 3.

(22) 申请日 2009. 10. 28

审查员 王宁

(73) 专利权人 立锜科技股份有限公司
地址 中国台湾新竹县竹北市台元街 20 号 5 楼

(72) 发明人 林水木

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 逯长明

(51) Int. Cl.
H02M 3/158(2006. 01)

(56) 对比文件
US 6166527 A, 2000. 12. 26, 全文.
US 7268525 B2, 2007. 09. 11, 全文.
CN 10345478 A, 2009. 01. 14, 全文.

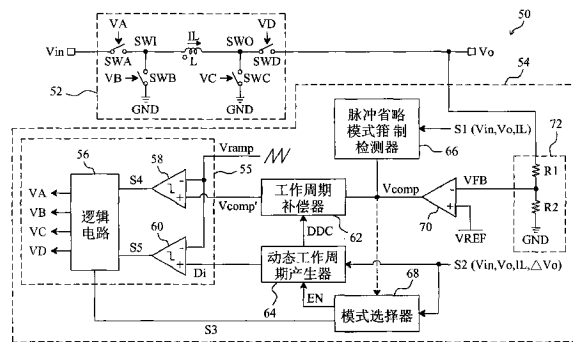
权利要求书2页 说明书12页 附图7页

(54) 发明名称

升降压式电源转换器的控制电路及方法

(57) 摘要

一种升降压式电源转换器的控制电路,用以提供控制信号驱动升降压式功率级以将输入电压转换为输出电压,所述升降压式功率级包含电感及至少二开关连接所述电感,其特征在于所述控制电路包括:回授电路,检测所述输出电压产生回授信号;误差放大器连接所述回授电路,放大所述回授信号和一参考电压之间的差值产生误差信号;动态工作周期产生器,在被启动后根据检测信号产生第一信号;以及驱动电路连接所述误差放大器及动态工作周期产生器,根据所述误差信号和第一信号决定所述控制信号。本发明的升降压式电源转换器的控制电路及方法具有最佳化开关切换顺序、减少切换损失、改善效能和减少输出涟波的优点。



1. 一种升降压式电源转换器的控制电路,用以提供控制信号驱动升降压式功率级以将输入电压转换为输出电压,所述升降压式功率级包含电感及至少二开关连接所述电感,其特征在于所述控制电路包括:

回授电路,检测所述输出电压产生回授信号;

误差放大器连接所述回授电路,放大所述回授信号及一参考电压之间的差值产生误差信号;

箝制检测器连接所述误差放大器,根据第一检测信号箝制所述误差信号的准位,所述第一检测信号与所述输入电压、输出电压及通过所述电感的电感电流其中至少一个相关;以及

驱动电路连接所述误差放大器,根据所述误差信号及一第一信号决定所述控制信号。

2. 如权利要求 1 所述的控制电路,其特征在于,更包括动态工作周期产生器根据第二检测信号产生所述第一信号,所述第二检测信号与所述输入电压、输出电压、通过所述电感的电感电流及所述输出电压的变化量其中至少一个相关。

3. 如权利要求 2 所述的控制电路,其特征在于,所述动态工作周期产生器更包括根据所述第二检测信号提供补偿信号。

4. 如权利要求 3 所述的控制电路,其特征在于,所述动态工作周期产生器包括:

模拟数字转换器,将所述第二检测信号转换为所述补偿信号;以及

数字模拟转换器连接所述模拟数字转换器,将所述补偿信号转换为所述第一信号。

5. 如权利要求 3 所述的控制电路,其特征在于,更包括工作周期补偿器连接所述误差放大器及动态工作周期产生器,根据所述补偿信号补偿所述误差信号。

6. 如权利要求 5 所述的控制电路,其特征在于,所述工作周期补偿器包括:

分压电路,根据所述补偿信号分压所述误差信号产生第一电压;

电压电流转换器连接所述分压电路,将所述第一电压转换为第一电流;以及

电阻连接在所述误差放大器及电压电流转换器之间,因应所述第一电流产生一第二电压调整所述误差信号。

7. 如权利要求 2 所述的控制电路,其特征在于,更包括模式选择器连接所述动态工作周期产生器根据所述第二检测信号产生致能信号以启动所述动态工作周期产生器。

8. 如权利要求 2 所述的控制电路,其特征在于,更包括模式选择器连接所述动态工作周期产生器根据所述误差信号产生致能信号以启动所述动态工作周期产生器。

9. 如权利要求 1 所述的控制电路,其特征在于,所述驱动电路包括:

第一比较器连接所述误差放大器,比较所述误差信号及一锯齿波信号产生第一比较信号;

第二比较器,比较所述第一信号及锯齿波信号产生第二比较信号;以及

逻辑电路连接所述第一比较器及第二比较器,根据所述第一及第二比较信号产生所述控制信号。

10. 一种升降压式电源转换器的控制方法,用以提供控制信号驱动升降压式功率级以将输入电压转换为输出电压,所述升降压式功率级包含电感及至少二开关连接所述电感,其特征在于所述控制方法包括下列步骤:

(A) 检测所述输出电压产生回授信号;

(B) 放大所述回授信号及一参考电压之间的差值产生误差信号；

(C) 根据第一检测信号箝制所述误差信号的准位,所述第一检测信号与所述输入电压、输出电压及通过所述电感的电感电流其中至少一个相关;以及

(D) 根据所述误差信号及一第一信号决定所述控制信号。

11. 如权利要求 10 所述的控制方法,其特征在于,更包括根据第二检测信号决定所述第一信号,所述第二检测信号与所述输入电压、输出电压、通过所述电感的电感电流及所述输出电压的变化量其中至少一个相关。

12. 如权利要求 11 所述的控制方法,其特征在于,更包括根据所述第二检测信号提供补偿信号以补偿所述误差信号。

13. 如权利要求 12 所述的控制方法,其特征在于,所述决定所述第一信号的步骤包括:将所述第二检测信号转换为所述补偿信号;以及将所述补偿信号转换为所述第一信号。

14. 如权利要求 12 所述的控制方法,其特征在于,所述补偿所述误差信号的步骤包括:根据所述补偿信号分压所述误差信号产生第一电压;将所述第一电压转换为电流给一电阻产生一第二电压;以及根据所述第二电压调整所述误差信号。

15. 如权利要求 11 所述的控制方法,其特征在于,更包括根据所述第二检测信号产生致能信号以触发所述第一信号。

16. 如权利要求 10 所述的控制方法,其特征在于,更包括根据所述误差信号产生致能信号以触发所述第一信号。

17. 如权利要求 10 所述的控制方法,其特征在于,所述步骤 D 包括:比较所述误差信号及一锯齿波信号产生第一比较信号;比较所述第一信号及锯齿波信号产生第二比较信号;以及根据所述第一及第二比较信号产生所述控制信号。

升降压式电源转换器的控制电路及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种升降压式电源转换器,具体地说,是一种升降压式电源转换器的控制电路及方法。

背景技术

[0002] 图1显示已知的同步式升降压式电源转换器10,其包括升降压式功率级12以及控制电路22提供信号VA、VB、VC及VD分别切换升降压式功率级12中的开关SWA、SWB、SWC及SWD以将输入电压 V_{in} 转换为输出电压 V_o 。在控制电路14中,电阻R1及R2分压输出电压 V_o 产生回授信号VFB,误差放大器24放大回授信号VFB及参考电压 V_{ref} 之间的差值产生信号VCL至信号产生器22,信号产生器22提供信号VU、VX及VY,其中信号VU与信号VCL相关,信号VX及VY为锯齿波信号,比较器18比较信号VU及VX产生信号VZ1,比较器20比较信号VU及VY产生信号VZ2,逻辑电路16根据信号VZ1及VZ2产生信号VA、VB、VC及VD。

[0003] 图2显示图1中信号的波形图,其中波形26为信号VY,波形28为信号VU,波形30为信号VX,波形32为信号VZ1,波形34为信号VZ2,波形36为信号VA,波形38为信号VB,波形40为信号VC,波形42为信号VD。参照图1及图2,当信号VX大于信号VU时,如时间 t_1 至 t_2 ,信号VZ1为低准位,如波形28、30及32所示,当信号VX小于信号VU时,如时间 t_2 至 t_5 ,信号VZ1为高准位。当信号VY大于信号VU时,如时间 t_0 至 t_3 ,信号VZ2为低准位,如波形26、28及34所示,当信号VY小于信号VU时,如时间 t_3 至 t_4 ,信号VZ2为高准位。假设以时间 t_1 至 t_5 表示输出电压 V_o 的一个周期,在时间 t_1 至 t_2 期间,升降压式功率级12处于第一状态,此时开关SWA及SWC关闭(turn off)而开关SWB及SWD打开(turn on),如波形36至42所示。在时间 t_2 至 t_3 期间,升降压式功率级12处于第二状态,此时开关SWA及SWD打开而开关SWB及SWC关闭。在时间 t_3 至 t_4 期间,升降压式功率级12处于第三状态,此时开关SWA及SWC打开而开关SWB及SWD关闭。在时间 t_4 至 t_5 期间,升降压式功率级12回到第二状态。其中第二状态在一个周期中出现二次,如果能改变切换顺序将两次的第二状态排在一起,将可以减少切换损失提高效能。此外,当信号VU上升或下降而接近信号VX的峰值或信号VY的谷值时,信号VB或VC的工作周期(duty)将非常短,因此开关SWB或SWC可能还没完全打开(turn on)便又关上,这除了增加切换损失之外没有任何意义。

[0004] 美国专利号7,176,667也提出一种升降压式电源转换器的控制电路,其在升降压模式时利用一随输出电压 V_o 调节脉宽的脉宽调变信号以及一固定脉宽的信号决定开关SWA、SWB、SWC及SWD的切换,然而,这种插入固定脉宽信号的方式在模式转换时可能造成不连续的工作周期,进而导致大输出涟波。

[0005] 因此已知的升降压式电源转换器的控制电路存在着上述种种不便和问题。

发明内容

- [0006] 本发明的目的,在于提出一种升降压式电源转换器的控制电路及方法。
- [0007] 本发明的另一目的,在于提出一种最佳化开关切换顺序以改善效能的控制电路及方法。
- [0008] 本发明的又一目的,在于提出一种减少输出涟波的控制电路及方法。
- [0009] 本发明的再一目的,在于提出一种加速由省电模式回到正常操作的瞬时响应的控制电路及方法。
- [0010] 为实现上述目的,本发明的技术解决方案是:
- [0011] 一种升降压式电源转换器的控制电路,用以提供控制信号驱动升降压式功率级以将输入电压转换为输出电压,所述升降压式功率级包含电感及至少二开关连接所述电感,其特征在于所述控制电路包括:
- [0012] 回授电路,检测所述输出电压产生回授信号;
- [0013] 误差放大器连接所述回授电路,放大所述回授信号和一参考电压之间的差值产生误差信号;
- [0014] 动态工作周期产生器,在被启动后根据检测信号产生第一信号;以及
- [0015] 驱动电路连接所述误差放大器及动态工作周期产生器,根据所述误差信号和第一信号决定所述控制信号。
- [0016] 本发明的升降压式电源转换器的控制电路还可以采用以下的技术措施来进一步实现。
- [0017] 前述的控制电路,其中检测信号与所述输入电压、输出电压、通过所述电感的电感电流及所述输出电压的变化量其中至少一个相关。
- [0018] 前述的控制电路,其中所述动态工作周期产生器根据所述检测信号提供补偿信号。
- [0019] 前述的控制电路,其中所述动态工作周期产生器包括:
- [0020] 模拟数字转换器,将所述检测信号转换为补偿信号;以及
- [0021] 数字模拟转换器连接所述模拟数字转换器,将所述补偿信号转换为所述第一信号。
- [0022] 前述的控制电路,其中更包括工作周期补偿器连接所述误差放大器及动态工作周期产生器,根据所述补偿信号补偿所述误差信号。
- [0023] 前述的控制电路,其中所述工作周期补偿器包括:
- [0024] 分压电路,根据所述补偿信号分压所述误差信号产生第一电压;
- [0025] 电压电流转换器连接所述分压电路,将所述第一电压转换为电流;
- [0026] 电阻连接在所述误差放大器及电压电流转换器之间,因应所述电流产生一第二电压供调整所述误差信号。
- [0027] 前述的控制电路,其中所述驱动电路包括:
- [0028] 第一比较器连接所述误差放大器,比较所述误差信号及一锯齿波信号产生第一比较信号;
- [0029] 第二比较器连接所述动态工作周期产生器,比较所述第一信号及锯齿波信号产生第二比较信号;以及
- [0030] 逻辑电路连接所述第一比较器及第二比较器,根据所述第一及第二比较信号产生

所述控制信号。

[0031] 前述的控制电路,其中更包括模式选择器连接所述动态工作周期产生器根据所述检测信号产生致能信号以启动所述动态工作周期产生器。

[0032] 前述的控制电路,其中更包括模式选择器连接所述动态工作周期产生器根据所述误差信号产生致能信号以启动所述动态工作周期产生器。

[0033] 前述的控制电路,其中更包括箝制检测器连接所述误差放大器,根据第二检测信号箝制所述误差信号的准位,所述第二检测信号与所述输入电压、输出电压及电感电流其中至少一个相关。

[0034] 一种升降压式电源转换器的控制方法,用以提供控制信号驱动升降压式功率级以将输入电压转换为输出电压,所述升降压式功率级包含电感及至少二开关连接所述电感,其特征在于所述控制方法包括下列步骤:

[0035] (A) 检测所述输出电压产生回授信号;

[0036] (B) 放大所述回授信号及一参考电压之间的差值产生误差信号;

[0037] (C) 根据检测信号决定第一信号;

[0038] (D) 根据致能信号触发所述第一信号;以及

[0039] (E) 根据所述误差信号及第一信号决定所述控制信号。

[0040] 前述的控制方法,其中所述检测信号与所述输入电压、输出电压、通过所述电感的电感电流及所述输出电压的变化量其中至少一个相关。

[0041] 前述的控制方法,其中更包括

[0042] 根据检测信号提供补偿信号;以及

[0043] 根据所述补偿信号补偿所述误差信号。

[0044] 前述的控制方法,其中所述步骤C包括:

[0045] 将所述检测信号转换为所述补偿信号;以及

[0046] 将所述补偿信号转换为所述第一信号。

[0047] 前述的控制方法,其中所述根据所述补偿信号补偿所述误差信号的步骤包括:

[0048] 根据所述补偿信号分压所述误差信号产生第一电压;

[0049] 将所述第一电压转换为电流给一电阻以产生一第二电压;以及

[0050] 藉由所述第二电压调整所述误差信号。

[0051] 前述的控制方法,其中所述步骤E包括:

[0052] 比较所述误差信号及一锯齿波信号产生第一比较信号;

[0053] 比较所述第一信号及锯齿波信号产生第二比较信号;以及

[0054] 根据所述第一及第二比较信号产生所述控制信号。

[0055] 前述的控制方法,其中更包括根据所述检测信号产生所述致能信号。

[0056] 前述的控制方法,其中更包括根据所述误差信号产生所述致能信号。

[0057] 前述的控制方法,其中更包括根据第二检测信号箝制所述误差信号的准位,所述第二检测信号与所述输入电压、输出电压及电感电流其中至少一个相关。

[0058] 一种升降压式电源转换器的控制电路,用以提供控制信号驱动升降压式功率级以将输入电压转换为输出电压,所述升降压式功率级包含电感及至少二开关连接所述电感,其特征在于所述控制电路包括:

- [0059] 回授电路,检测所述输出电压产生回授信号;
- [0060] 误差放大器连接所述回授电路,放大所述回授信号及一参考电压之间的差值产生第一误差信号;
- [0061] 工作周期补偿器连接所述误差放大器,根据补偿信号补偿所述第一误差信号产生第二误差信号;
- [0062] 工作周期产生器连接所述工作周期补偿器,在被启动后产生一第一信号;以及
- [0063] 驱动电路连接所述工作周期补偿器及工作周期产生器,根据所述第二误差信号及第一信号决定所述控制信号。
- [0064] 前述的控制电路,其中所述工作周期补偿器包括:
- [0065] 分压电路,根据所述补偿信号分压所述第一误差信号产生第一电压;
- [0066] 电压电流转换器连接所述分压电路,将所述第一电压转换为电流;以及
- [0067] 电阻连接在所述误差放大器及电压电流转换器之间,因应所述电流产生一第二电压与所述第一误差信号相减产生所述第二误差信号。
- [0068] 前述的控制电路,其中所述工作周期产生器根据检测信号提供动态的所述第一信号,所述检测信号与所述输入电压、输出电压、通过所述电感的电感电流及所述输出电压的变化量其中至少一个相关。
- [0069] 前述的控制电路,其中所述工作周期产生器根据所述检测信号产生所述补偿信号。
- [0070] 前述的控制电路,其中所述工作周期产生器包括:
- [0071] 模拟数字转换器,将所述检测信号转换为所述补偿信号;以及
- [0072] 数字模拟转换器连接所述模拟数字转换器,将所述补偿信号转换为所述第一信号。
- [0073] 前述的控制电路,其中所述工作周期产生器提供固定的所述第一信号。
- [0074] 前述的控制电路,其中所述驱动电路包括:
- [0075] 第一比较器连接所述工作周期补偿器,比较所述第二误差信号及一锯齿波信号产生第一比较信号;
- [0076] 第二比较器连接所述工作周期产生器,比较所述第一信号及锯齿波信号产生第二比较信号;以及
- [0077] 逻辑电路连接所述第一比较器及第二比较器,根据所述第一及第二比较信号产生所述控制信号。
- [0078] 前述的控制电路,其中更包括模式选择器连接所述工作周期产生器,根据检测信号产生致能信号以启动所述工作周期产生器,所述检测信号与所述输入电压、输出电压、通过所述电感的电感电流及所述输出电压的变化量其中至少一个相关。
- [0079] 前述的控制电路,其中更包括模式选择器连接所述工作周期产生器,根据所述误差信号产生致能信号以启动所述工作周期产生器。
- [0080] 前述的控制电路,其中更包括箝制检测器连接所述误差放大器,根据检测信号箝制所述第一误差信号的准位,所述检测信号与所述输入电压、输出电压及通过所述电感的电感电流其中至少一个相关。
- [0081] 一种升降压式电源转换器的控制方法,用以提供控制信号驱动升降压式功率级以

将输入电压转换为输出电压,所述升降压式功率级包含电感及至少二开关连接所述电感,其特征在于所述控制方法包括下列步骤:

[0082] (A) 检测所述输出电压产生回授信号;

[0083] (B) 放大所述回授信号及一参考电压之间的差值产生第一误差信号;

[0084] (C) 补偿所述第一误差信号产生第二误差信号;

[0085] (D) 根据致能信号触发第一信号;以及

[0086] (E) 根据所述第二误差信号及第一信号决定所述控制信号。

[0087] 前述的控制方法,其中所述步骤 C 包括根据检测信号决定补偿信号供补偿所述第一误差信号,所述检测信号与所述输入电压、输出电压、通过所述电感的电感电流及所述输出电压的变化量其中至少一个相关。

[0088] 前述的控制方法,其中所述步骤 C 包括:

[0089] 根据所述补偿信号分压所述第一误差信号产生第一电压;

[0090] 将所述第一电压转换为电流给一电阻以产生一第二电压;以及

[0091] 将所述第一误差信号减去第二电压产生所述第二误差信号。

[0092] 前述的控制方法,其中更包括根据所述检测信号提供动态的所述第一信号。

[0093] 前述的控制方法,其中所述根据检测信号提供动态的所述第一信号的步骤包括:

[0094] 将检测信号转换为所述补偿信号;以及

[0095] 将所述补偿信号转换为所述第一信号。

[0096] 前述的控制方法,其中更包括提供固定的所述第一信号。

[0097] 前述的控制方法,其中所述步骤 E 包括:

[0098] 比较所述第二误差信号及一锯齿波信号产生第一比较信号;

[0099] 比较所述第一信号及锯齿波信号产生第二比较信号;以及

[0100] 根据所述第一及第二比较信号产生所述控制信号。

[0101] 前述的控制方法,其中更包括根据检测信号产生所述致能信号,所述检测信号与所述输入电压、输出电压、通过所述电感的电感电流及所述输出电压之变化量其中至少一个相关。

[0102] 前述的控制方法,其中更包括根据所述误差信号产生所述致能信号。

[0103] 前述的控制方法,其中更包括根据检测信号箝制所述第一误差信号的准位,所述检测信号与所述输入电压、输出电压及通过所述电感的电感电流其中至少一个相关。

[0104] 一种升降压式电源转换器的控制电路,用以提供控制信号驱动升降压式功率级以将输入电压转换为输出电压,所述升降压式功率级包含电感及至少二开关连接所述电感,其特征在于所述控制电路包括:

[0105] 回授电路,检测所述输出电压产生回授信号;

[0106] 误差放大器连接所述回授电路,放大所述回授信号及一参考电压之间的差值产生误差信号;

[0107] 箝制检测器连接所述误差放大器,根据检测信号箝制所述误差信号的准位;以及

[0108] 驱动电路连接所述误差放大器,根据所述误差信号及一第一信号决定所述控制信号。

[0109] 前述的控制电路,其中所述检测信号与所述输入电压、输出电压及通过所述电感

的电感电流其中至少一个相关。

[0110] 前述的控制电路,其中更包括动态工作周期产生器根据第二检测信号产生所述第一信号,所述第二检测信号与所述输入电压、输出电压、电感电流及所述输出电压的变化量其中至少一个相关。

[0111] 前述的控制电路,其中所述动态工作周期产生器更包括根据所述第二检测信号提供补偿信号。

[0112] 前述的控制电路,其中所述动态工作周期产生器包括:

[0113] 模拟数字转换器,将所述第二检测信号转换为补偿信号;以及

[0114] 数字模拟转换器连接所述模拟数字转换器,将所述补偿信号转换为所述第一信号。

[0115] 前述的控制电路,其中更包括工作周期补偿器连接所述误差放大器及动态工作周期产生器,根据所述补偿信号补偿所述误差信号。

[0116] 前述的控制电路,其中所述工作周期补偿器包括:

[0117] 分压电路,根据所述补偿信号分压所述误差信号产生第一电压;

[0118] 电压电流转换器连接所述分压电路,将所述第一电压转换为电流;以及

[0119] 电阻连接在所述误差放大器及电压电流转换器之间,因应所述电流产生一第二电压调整所述误差信号。

[0120] 前述的控制电路,其中更包括模式选择器连接所述动态工作周期产生器根据所述第二检测信号产生致能信号以启动所述动态工作周期产生器。

[0121] 前述的控制电路,其中更包括模式选择器连接所述动态工作周期产生器根据所述误差信号产生致能信号以启动所述动态工作周期产生器。

[0122] 前述的控制电路,其中所述驱动电路包括:

[0123] 第一比较器连接所述误差放大器,比较所述误差信号及一锯齿波信号产生第一比较信号;

[0124] 第二比较器,比较所述第一信号及锯齿波信号产生第二比较信号;以及

[0125] 逻辑电路连接所述第一比较器及第二比较器,根据所述第一及第二比较信号产生所述控制信号。

[0126] 一种升降压式电源转换器的控制方法,用以提供控制信号驱动升降压式功率级以将输入电压转换为输出电压,所述升降压式功率级包含电感及至少二开关连接所述电感,其特征在于所述控制方法包括下列步骤:

[0127] (A) 检测所述输出电压产生回授信号;

[0128] (B) 放大所述回授信号及一参考电压之间的差值产生误差信号;

[0129] (C) 根据检测信号箝制所述误差信号的准位;以及

[0130] (D) 根据所述误差信号及一第一信号决定所述控制信号。

[0131] 前述的控制方法,其中所述检测信号与所述输入电压、输出电压及通过所述电感的电感电流其中至少一个相关。

[0132] 前述的控制方法,其中更包括根据第二检测信号决定所述第一信号,所述第二检测信号与所述输入电压、输出电压、电感电流及所述输出电压的变化量其中至少一个相关。

[0133] 前述的控制方法,其中更包括根据所述第二检测信号提供补偿信号以补偿所述误

差信号。

[0134] 前述的控制方法,其中所述决定所述第一信号的步骤包括:

[0135] 将所述第二检测信号转换为补偿信号;以及

[0136] 将所述补偿信号转换为所述第一信号。

[0137] 前述的控制方法,其中所述补偿所述误差信号的步骤包括:

[0138] 根据所述补偿信号分压所述误差信号产生第一电压;

[0139] 将所述第一电压转换为电流给一电阻产生一第二电压;以及

[0140] 根据所述第二电压调整所述误差信号。

[0141] 前述的控制方法,其中更包括根据所述第二检测信号产生致能信号以触发所述第一信号。

[0142] 前述的控制方法,其中更包括根据所述误差信号产生致能信号以触发所述第一信号。

[0143] 前述的控制方法,其中所述步骤 D 包括:

[0144] 比较所述误差信号及一锯齿波信号产生第一比较信号;

[0145] 比较所述第一信号及锯齿波信号产生第二比较信号;以及

[0146] 根据所述第一及第二比较信号产生所述控制信号。

[0147] 一种升降压式电源转换器的控制电路,用以提供控制信号驱动升降压式功率级以将输入电压转换为输出电压,所述升降压式功率级包含电感及至少二开关连接所述电感,其特征在于所述控制电路包括:

[0148] 回授电路,检测所述输出电压产生回授信号;

[0149] 误差放大器连接所述回授电路,放大所述回授信号及一参考电压之间的差值产生第一误差信号;

[0150] 箝制检测器连接所述误差放大器,根据第一检测信号箝制所述第一误差信号的准位;

[0151] 工作周期补偿器连接所述误差放大器,根据补偿信号补偿所述第一误差信号产生第二误差信号;

[0152] 动态工作周期产生器连接所述工作周期补偿器,在被启动后根据第二检测信号产生一第一信号;

[0153] 模式选择器连接所述动态工作周期产生器,提供致能信号以启动所述动态工作周期产生器;以及

[0154] 驱动电路连接所述工作周期补偿器及动态工作周期产生器,根据所述第二误差信号及第一信号决定所述控制信号。

[0155] 前述的控制电路,其中所述第一检测信号与所述输入电压、输出电压及通过所述电感的电感电流其中至少一个相关。

[0156] 前述的控制电路,其中所述第二检测信号与所述输入电压、输出电压、电感电流及所述输出电压的变化量其中至少一个相关。

[0157] 前述的控制电路,其中所述工作周期补偿器包括:

[0158] 分压电路,根据所述补偿信号分压所述第一误差信号产生第一电压;

[0159] 电压电流转换器,连接所述分压电路,将所述第一电压转换为电流;

[0160] 电阻,连接在所述误差放大器及电压电流转换器之间,因应所述电流产生一第二电压与所述第一误差信号相减产生所述第二误差信号。

[0161] 前述的控制电路,其中所述动态工作周期产生器根据所述第二检测信号提供所述补偿信号给所述工作周期补偿器。

[0162] 前述的控制电路,其中所述动态工作周期产生器包括:

[0163] 模拟数字转换器,将所述第二检测信号转换为所述补偿信号;以及

[0164] 数字模拟转换器连接所述模拟数字转换器,将所述补偿信号转换为所述第一信号。

[0165] 前述的控制电路,其中所述模式选择器根据所述第二检测信号产生所述致能信号。

[0166] 前述的控制电路,其中所述模式选择器根据所述第一误差信号产生所述致能信号器。

[0167] 前述的控制电路,其中所述驱动电路包括:

[0168] 第一比较器连接所述工作周期补偿器,比较所述第二误差信号及一锯齿波信号产生第一比较信号;

[0169] 第二比较器连接所述动态工作周期产生器,比较所述第一信号及锯齿波信号产生第二比较信号;以及

[0170] 逻辑电路连接所述第一比较器及第二比较器,根据所述第一及第二比较信号产生所述控制信号。

[0171] 一种升降压式电源转换器的控制方法,用以提供控制信号驱动升降压式功率级以将输入电压转换为输出电压,所述升降压式功率级包含电感及至少二开关连接所述电感,其特征在于所述控制方法包括下列步骤:

[0172] (A) 检测所述输出电压产生回授信号;

[0173] (B) 放大所述回授信号及一参考电压之间的差值产生第一误差信号;

[0174] (C) 根据第一检测信号箝制所述第一误差信号的准位;

[0175] (D) 根据致能信号触发一第一信号;

[0176] (E) 根据第二检测信号决定所述第一信号;

[0177] (F) 补偿所述第一误差信号产生第二误差信号;以及

[0178] (G) 根据所述第二误差信号及第一信号决定所述控制信号。

[0179] 前述的控制方法,其中所述第一检测信号与所述输入电压、输出电压及通过所述电感的电感电流其中至少一个相关。

[0180] 前述的控制方法,其中所述第二检测信号与所述输入电压、输出电压、电感电流及所述输出电压的变化量其中至少一个相关。

[0181] 前述的控制方法,其中所述步骤 D 包括根据所述第二检测信号产生所述致能信号。

[0182] 前述的控制方法,其中所述步骤 D 包括根据所述第一误差信号产生所述致能信号。

[0183] 前述的控制方法,其中所述步骤 F 包括根据所述第二检测信号决定补偿信号以补偿所述第一误差信号。

- [0184] 前述的控制方法,其中所述步骤 E 包括:
- [0185] 将所述第二检测信号转换为所述补偿信号;以及
- [0186] 将所述补偿信号转换为模拟的第一信号。
- [0187] 前述的控制方法,其中所述步骤 F 更包括:
- [0188] 根据所述补偿信号分压所述第一误差信号产生第一电压;
- [0189] 将所述第一电压转换为电流给一电阻以产生一第二电压;以及
- [0190] 将所述第一误差信号减去第二电压产生所述第二误差信号。
- [0191] 前述的控制方法,其中所述步骤 G 包括:
- [0192] 比较所述第二误差信号及一锯齿波信号产生第一比较信号;
- [0193] 比较所述第一信号及锯齿波信号产生第二比较信号;以及
- [0194] 根据所述第一及第二比较信号产生所述控制信号。
- [0195] 采用上述技术方案后,本发明的升降压式电源转换器的控制电路及方法具有以下优点:
- [0196] 1. 最佳化开关切换顺序,减少切换损失、改善效能。
- [0197] 2. 减少输出涟波。

附图说明

- [0198] 图 1 为已知的同步式升降压式电源转换器示意图;
- [0199] 图 2 为图 1 中信号的波形图;
- [0200] 图 3 为本发明的实施例示意图;
- [0201] 图 4 为图 3 中升降压式功率级在降压模式下的电流路径示意图;
- [0202] 图 5 为图 3 中升降压式功率级在升降压模式下的电流路径示意图;
- [0203] 图 6 为图 3 中升降压式功率级在升压模式下的电流路径示意图;
- [0204] 图 7 为图 3 中信号的波形图;
- [0205] 图 8 为图 3 中信号的波形图;
- [0206] 图 9 为图 3 中信号的波形图;
- [0207] 图 10 为图 3 中工作周期补偿器的实施例示意图;以及
- [0208] 图 11 为图 3 中逻辑电路、动态工作周期产生器及模式选择器的实施例示意图。
- [0209] 图中,10、升降压式电源转换器 12、升降压式功率级 14、控制电路 16、逻辑电路 18、比较器 20、比较器 22、信号产生器 24、误差放大器 26、信号 VY 的波形 28、信号 VU 的波形 30、信号 VX 的波形 32、信号 VZ1 的波形 34、信号 VZ2 的波形 36、信号 VA 的波形 38、信号 VB 的波形 40、信号 VC 的波形 42、信号 VD 的波形 50、升降压式电源转换器 52、升降压式功率级 54、控制电路 55、驱动电路 56、逻辑电路 58、比较器 60、比较器 62、工作周期补偿器 64、动态工作周期产生器 66、脉冲省略模式箝制检测器 68、模式选择器 70、误差放大器 72、回授电路 74、降压充电路径 76、降压放电路径 78、升压充电路径 80、降压充电或升压放电路径 82、降压放电路径 84、升压放电路径 86、升压充电路径 90、信号 Vcomp' 的波形 92、锯齿波信号 Vramp 的波形 94、第一信号 Di 的波形 96、电感电流 IL 的波形 100、信号 Vcomp' 的波形 102、锯齿波信号 Vramp 的波形 104、第一信号 Di 的波形 106、电感电流 IL 的波形 110、信号 Vcomp' 的波形 112、锯齿波信号 Vramp 的波形 114、第一信号 Di 的波形 116、电感电流 IL 的波形 118、

电感电流 I_L 的平均电流 120、缓冲器 122、分压电路 124、缓冲器 126、电压电流转换器 130、锯齿波产生器 132、模拟数字转换器 134、数字模拟转换器 138、比较器 140、反相器 142、与非门 144、反相器。

具体实施方式

[0210] 以下结合实施例及其附图对本发明作更进一步说明。

[0211] 现请参阅图 3, 图 3 显示本发明实施例的示意图。如图所示, 所述升降压式电源转换器 50 中, 控制电路 54 提供控制信号 VA、VB、VC 及 VD 分别切换升降压式功率级 52 中与电感 L 连接的开关 SWA、SWB、SWC 及 SWD, 以将输入电压 V_{in} 转换为输出电压 V_o 。在控制电路 54 中, 回授电路 72 检测所述输出电压 V_o 产生回授信号 VFB, 误差放大器 70 放大回授信号 VFB 及参考电压 V_{REF} 之间的差值产生误差信号 V_{comp} , 脉冲省略模式箝制检测器 66 根据检测信号 S1 箝制 (clamp) 误差信号 V_{comp} 的准位, 其中检测信号 S1 与输入电压 V_{in} 、输出电压 V_o 及电感电流 I_L 其中至少一个有关, 模式选择器 68 根据检测信号 S2 产生信号 S3 给逻辑电路 56 以及产生致能信号 EN 致能动态工作周期产生器 64, 其中检测信号 S2 与输入电压 V_{in} 、输出电压 V_o 、电感电流 I_L 及输出电压变化量其中至少一个有关, 在其它实施例中, 模式选择器 68 也可以利用误差信号 V_{comp} 来产生信号 S3 及 EN, 动态工作周期产生器 64 根据检测信号 S2 决定动态的第一信号 D_i 及补偿信号 DDC, 工作周期补偿器 62 根据补偿信号 DDC 补偿误差信号 V_{comp} 产生误差信号 V_{comp}' , 驱动电路 55 根据锯齿波信号 V_{ramp} 、误差信号 V_{comp}' 、第一信号 D_i 及信号 S3 产生控制信号 VA、VB、VC 及 VD。驱动电路 55 包括比较器 58 比较信号 V_{comp}' 及锯齿波信号 V_{ramp} 产生比较信号 S4, 比较器 60 比较锯齿波信号 V_{ramp} 及第一信号 D_i 产生比较信号 S5, 以及逻辑电路 56 根据信号 S3、S4 及 S5 决定控制信号 VA、VB、VC 及 VD。

[0212] 图 4 显示升降压式功率级 52 在降压模式下的电流路径, 在降压模式下, 开关 SWC 维持关闭 (turn off) 而开关 SWD 维持打开 (turn on), 当开关 SWA 打开而开关 SWB 关闭时形成降压充电路径 74, 当开关 SWA 关闭而开关 SWB 打开时形成降压放电路径 76。图 5 显示升降压式功率级 52 在升降压模式下的电流路径, 在升降压模式下, 当开关 SWA 及 SWC 打开而开关 SWB 及 SWD 关闭时形成升压充电路径 78, 当开关 SWA 及 SWD 打开而开关 SWB 及 SWC 关闭时形成降压充电或升压放电路径 80, 当开关 SWB 及 SWD 打开而开关 SWA 及 SWC 关闭时形成降压放电路径 82。图 6 显示升降压式功率级 52 在升压模式下的电流路径, 在升压模式下, 开关 SWA 维持打开而开关 SWB 维持关闭, 当开关 SWC 打开而开关 SWD 关闭时形成升压充电路径 86, 当开关 SWC 关闭而开关 SWD 打开时形成升压放电路径 84。

[0213] 图 7 显示图 3 中信号的波形图, 其中波形 90 为误差信号 V_{comp}' , 波形 92 为锯齿波信号 V_{ramp} , 波形 94 为第一信号 D_i , 波形 96 为通过电感 L 的电感电流 I_L 。参照图 3 及图 7, 在降压模式时, 动态工作周期产生器 64 关闭, 因此第一信号 D_i 为零, 故开关 SWC 维持关闭而开关 SWD 维持打开, 误差信号 V_{comp}' 及锯齿波信号 V_{ramp} 则控制开关 SWA 及 SWB 的切换以控制电感电流 I_L 的上升及下降, 如波形 90、92 及 96 所示, 在降压充电周期 D_2' 期间, 如时间 t_6 至 t_7 , 开关 SWA 打开而开关 SWB 关闭故电感电流 I_L 上升, 在降压放电周期 D_3' 期间, 如时间 t_7 至 t_8 , 开关 SWA 关闭而开关 SWB 打开故电感电流 I_L 下降。在由降压模式进入升降压模式时, 如时间 t_8 所示, 模式选择器 68 送出致能信号 EN 致能动态工作周期产生

器 64, 因此第一信号 D_i 不为零, 如波形 94 所示, 故产生升压充电周期 D_1 , 如时间 t_8 至 t_9 , 由于第一信号 D_i 随检测信号 S_2 改变, 故升压充电周期 D_1 也随信号 S_2 变化, 为了避免因插入升压充电周期 D_1 而导致大输出涟波, 动态工作周期产生器 64 送出补偿信号 DDC 至工作周期补偿器 62 以使误差信号 V_{comp}' 随第一信号 D_i 的上升而下降, 如波形 90 及 94 所示, 因此降压充电周期由 D_2' 减少为 D_2 而降压放电周期由 D_3' 增加为 D_3 , 如此电感电流 I_L 在每一周期的起始准位与结束准位相同, 如时间 t_8 及 t_{11} 所示, 故能避免大输出涟波。由图 7 的波形 96 可知, 时间 t_8 至 t_{11} 可视为一个周期, 其中时间 t_8 至 t_9 为升压充电状态, 时间 t_9 至 t_{10} 为降压充电状态, 时间 t_{10} 至 t_{11} 为降压放电状态, 在每一个周期中没有重复出现相同的状态, 换言之, 本发明的控制电路 54 最佳化开关 SW_A 、 SW_B 、 SW_C 及 SW_D 的切换顺序, 因而减少切换损失。在本实施例中虽然仅说明由降压模式进入升降压模式时的操作, 但本领域的技术人员可以很轻易的由本实施例推得由升压模式进入升降压模式时的操作, 故于此不再赘述。

[0214] 图 8 显示图 3 中信号的波形图, 其中波形 100 为误差信号 V_{comp}' , 波形 102 为锯齿波信号 V_{ramp} , 波形 104 为第一信号 D_i , 波形 106 为通过电感 L 的电感电流 I_L 。在目前的电源转换器中都设有省电模式以节约能源, 例如脉冲省略模式 (Pulse Skipping Mode ; PSM), 当传统的升降压式电源转换器要由省电模式回到升降压模式时, 必须先进入降压模式, 接着等待误差信号 V_{comp} 由零上升至一临界值后才能进入升降压模式, 而误差信号 V_{comp} 要由零上升至所述临界值可能需要数个周期。参照图 8, 当应用本发明的升降压式电源转换器 50 要由省电模式回到升降压模式时, 在第一个周期中由省电模式回到降压模式, 由于脉冲省略模式箝制检测器 66 可以根据检测信号 S_1 动态箝制误差信号 V_{comp} 的准位, 因此误差信号 V_{comp} 不用从零慢慢上升, 又在降压模式时动态工作周期产生器 64 关闭, 故误差信号 $V_{comp}' = V_{comp}$, 也就是说误差信号 V_{comp}' 被箝制在接近所述临界值的准位, 如波形 100 所示, 因此在第二个周期时升降压式电源转换器 50 立即由降压模式进入升降压模式, 并于第三个周期结束瞬时响应。换言之, 控制电路 54 中的脉冲省略模式箝制检测器 66 可以加速由省电模式回到升降压模式的瞬时响应。

[0215] 图 9 显示图 3 中信号的波形图, 其中波形 110 为误差信号 V_{comp}' , 波形 112 为锯齿波信号 V_{ramp} , 波形 114 为第一信号 D_i , 波形 116 为通过电感 L 的电感电流 I_L , 波形 118 为电感电流 I_L 的平均电流。在升降压模式中, 当第一信号 D_i 上升时, 如波形 114 所示, 升压充电周期 D_1 增加, 故电感电流 I_L 的平均电流跟着上升, 如波形 118 所示, 同时动态工作周期产生器 64 将输出补偿信号 DDC 至工作周期补偿器 62 以使误差信号 V_{comp}' 下降, 如波形 110 所示。当第一信号 D_i 改变时, 电感电流 I_L 的平均电流将跟着变化, 因此控制电路 54 无需藉由误差信号 V_{comp} 来调节电感电流 I_L 。

[0216] 图 10 显示图 3 中工作周期补偿器 62 的实施例, 其中来自误差放大器 70 的误差信号 V_{comp} 分别经缓冲器 120 及 124 传送至分压电路 122 及电阻 R_3 , 由多个电阻 $RD_1 \sim RD_N$ 及多个开关 $SW_1 \sim SW_N$ 组成的分压电路 122 分压误差信号 V_{comp} 产生电压 V_d , 所述多个开关 $SW_1 \sim SW_N$ 受控于来自动态工作周期产生器 64 的补偿信号 DDC , 电压电流转换器 126 将电压 V_d 转换为电流 I_d , 电流 I_d 通过电阻 R_3 产生电压 VR_3 , 误差信号 V_{comp} 减去电压 VR_3 后得到误差信号 V_{comp}' 。

[0217] 图 11 显示图 3 中逻辑电路 56、动态工作周期产生器 64 及模式选择器 68 的实

例。在图 11 中由开关 M2、电流源 I_{ch} 及电容 C 组成的锯齿波产生器 130 提供锯齿波信号 V_{ramp} 。逻辑电路 56 包括反相器 140 及 144 以及与非门 142, 在逻辑电路 56 中, 以来自比较器 58 的信号 S4 作为控制信号 VB, 反相器 140 反相控制信号 VB 后产生控制信号 VA, 与非门 142 根据信号 S3 及 S5 产生信号 VD, 反相器 144 反相信号 VD 后产生信号 VC。动态工作周期产生器 64 包括模拟数字转换器 132 及数位模拟转换器 134, 在动态工作周期产生器 64 中, 信号 S2 经模拟数字转换器 132 转换为数字的补偿信号 DDC 后, 数字模拟转换器 134 再将补偿信号 DDC 转换为模拟的第一信号 D_i 。模式选择器 68 包括比较器 138 比较检测信号 S2 及临界值 V_{TH} 产生信号 S3, 临界值 V_{TH} 系供判断是否将电源转换器 50 切换至升降压模式, 其中临界值 V_{TH} 可以是定值或是由电感电流 I_L 或输出电压 V_o 的变化量决定。动态的临界值 V_{TH} 可以改善电源转换器 50 的效能以及输出电压 V_o 的涟波, 此外还可以加速负载或电源瞬时响应。在临界值 V_{TH} 随电感电流 I_L 变化的情况下, 当负载较重且电感电流较大时, 临界值 V_{TH} 加大使升降压式电源转换器 50 工作在升降压模式, 此时充电放电较为快速, 因而能避免有过大的涟波产生。在临界值 V_{TH} 随输出电压 V_o 之变化量变化的情况下, 当输出电压 V_o 之变化量增加时, 临界值 V_{TH} 增加, 因此加大进入升降压模式的工作区, 此时电感电流 I_L 易充易放, 故可减少输出电压 V_o 的涟波。

[0218] 在其它实施例中也可以使用提供固定信号的固定工作周期产生器取代动态工作周期产生器 64。

[0219] 以上实施例仅供说明本发明之用, 而非对本发明的限制, 有关技术领域的技术人员, 在不脱离本发明的精神和范围的情况下, 还可以作出各种变换或变化。因此, 所有等同的技术方案也应该属于本发明的范畴, 应由各权利要求限定。

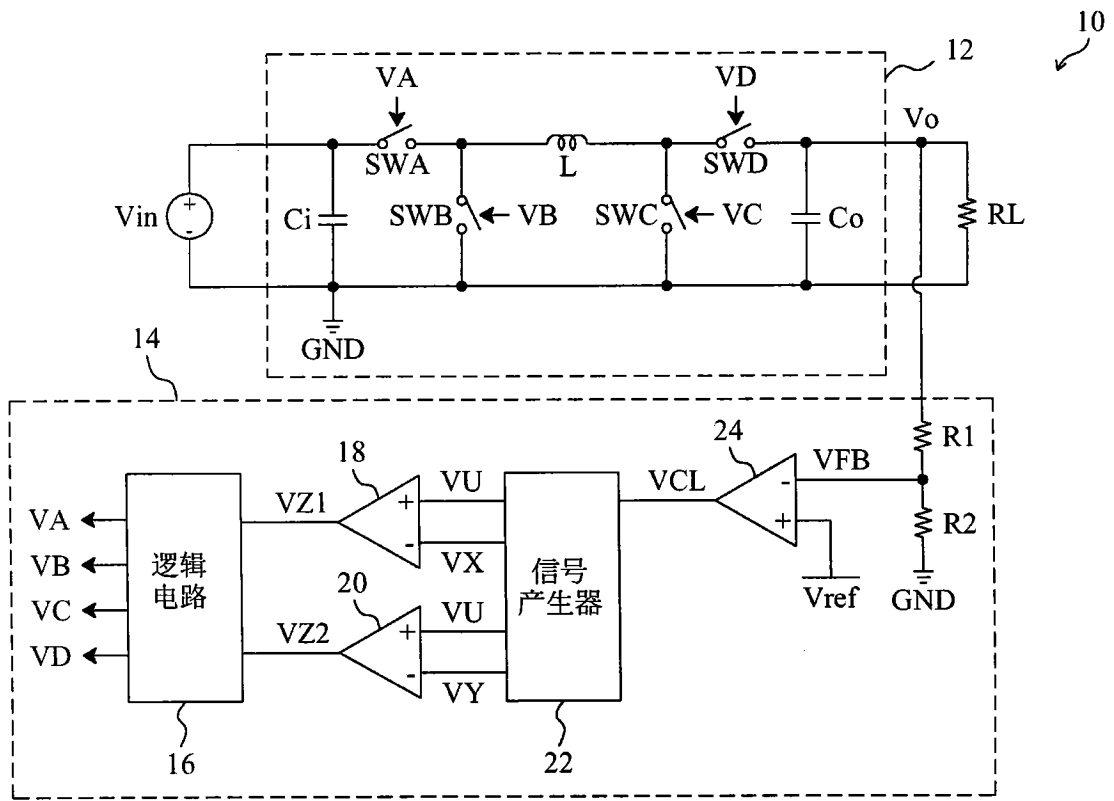


图 1

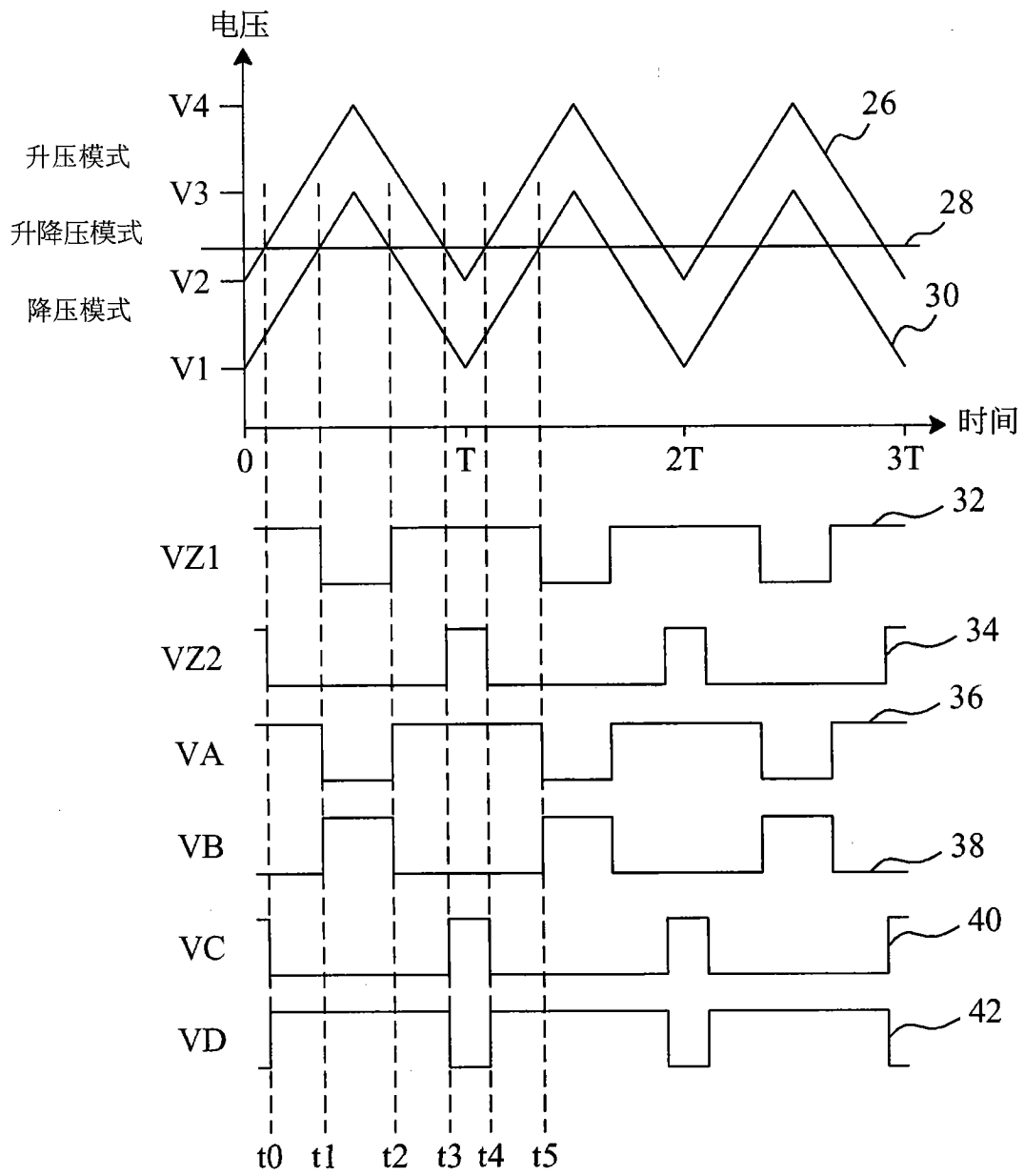


图 2

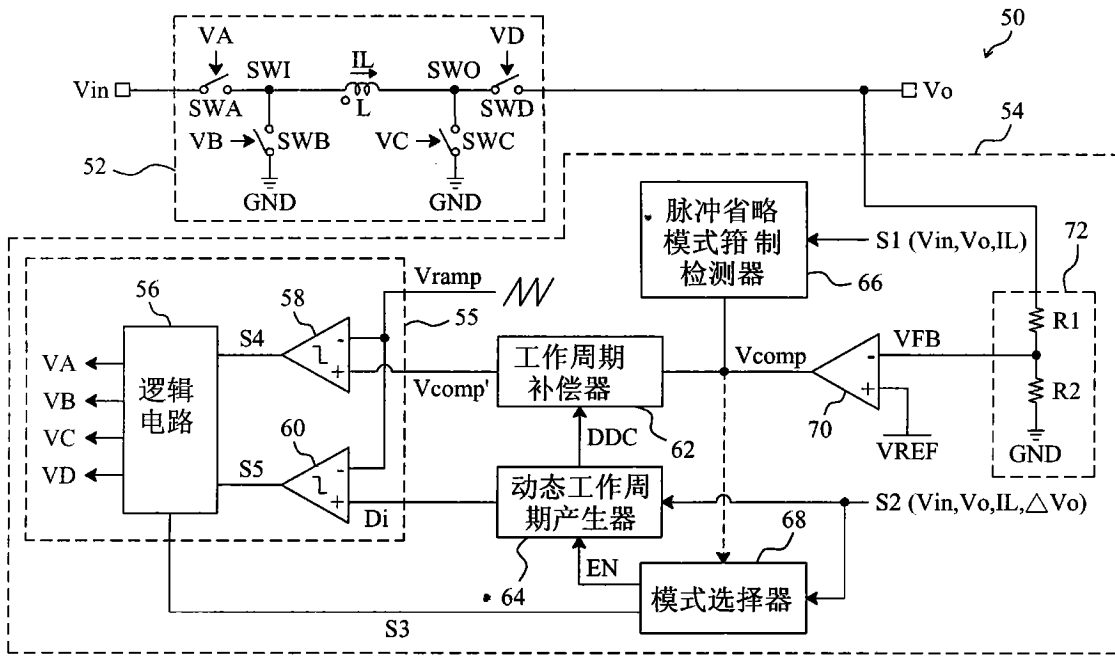


图 3

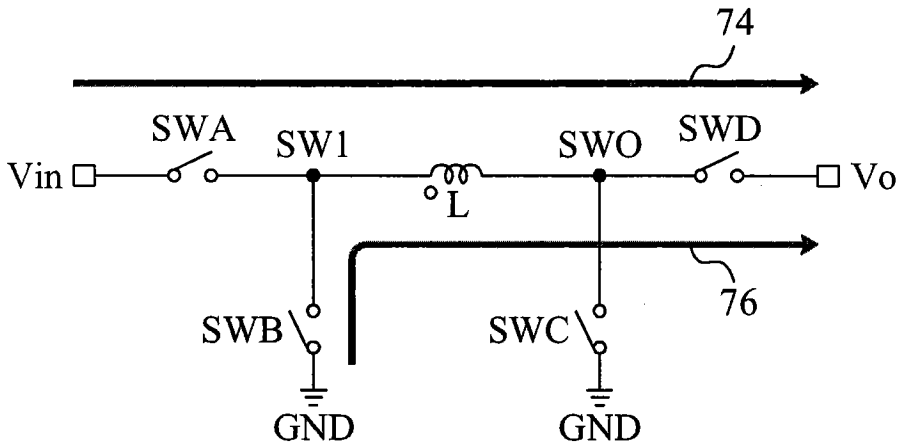


图 4

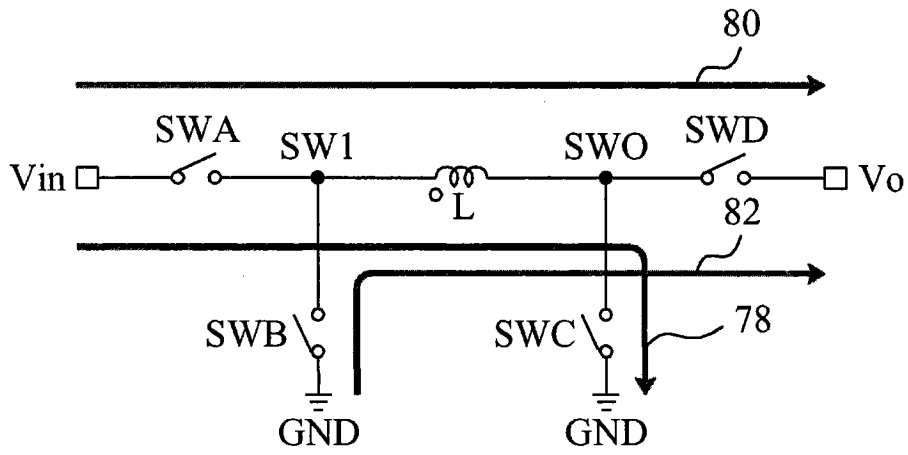


图 5

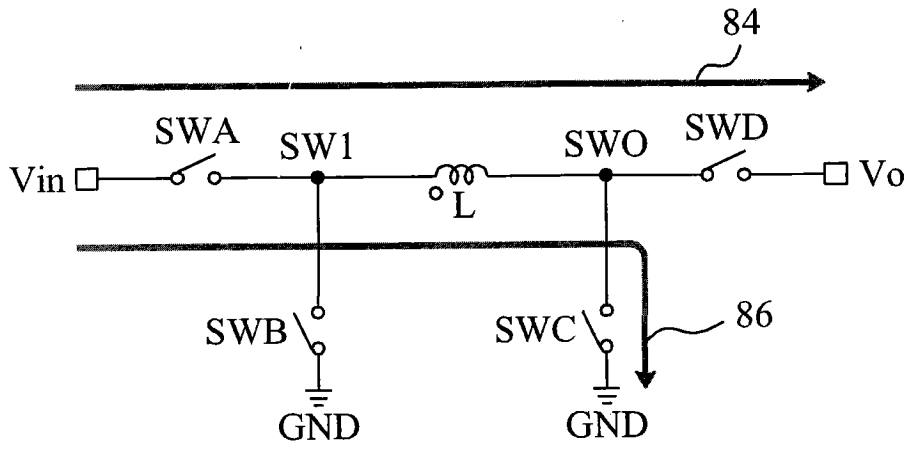


图 6

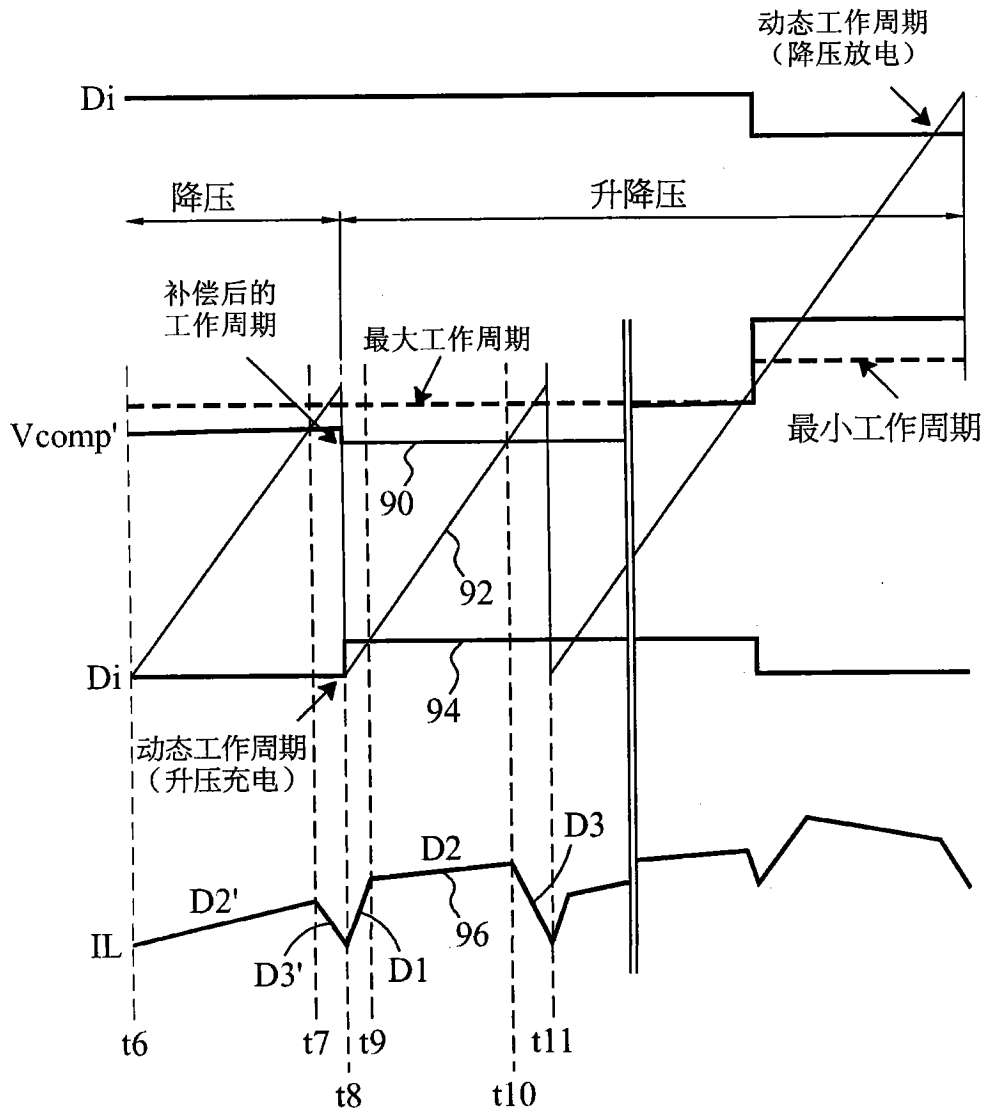


图 7

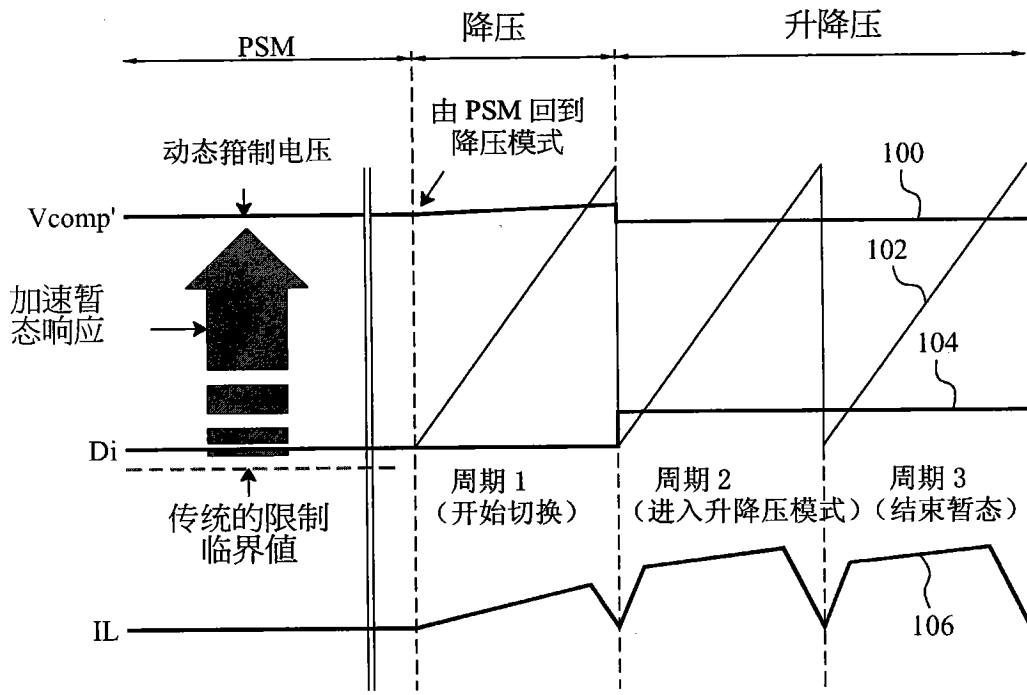


图 8

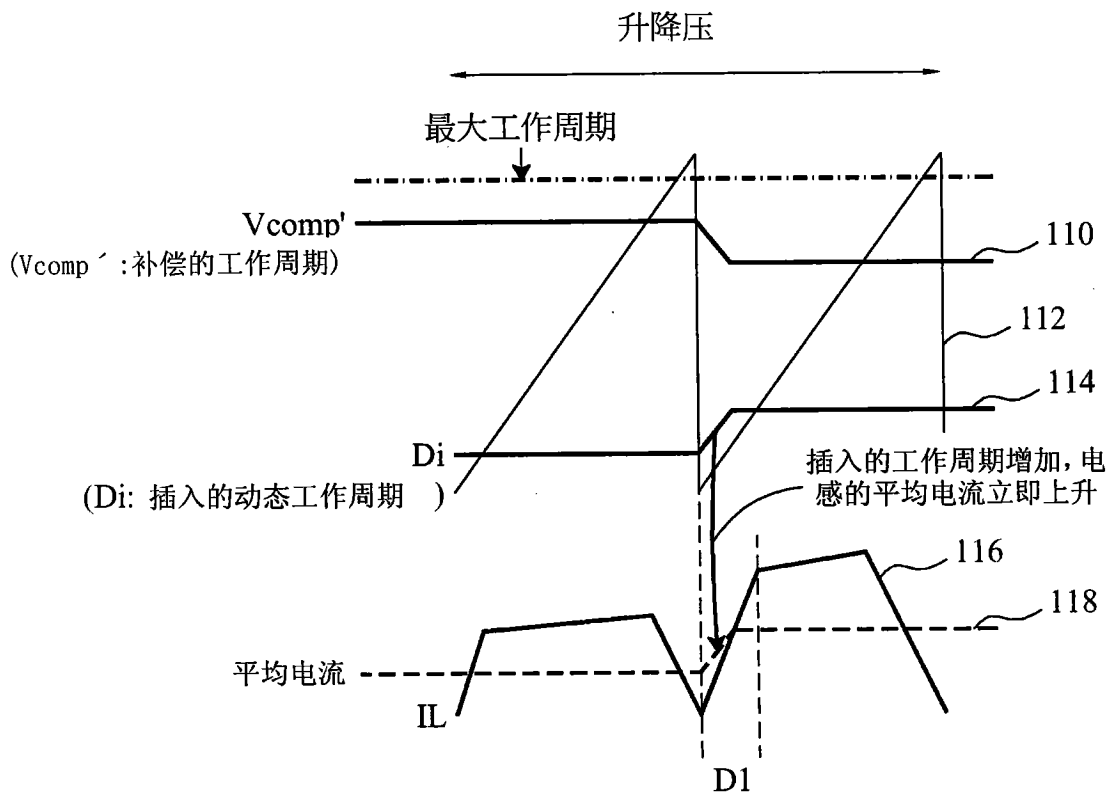


图 9

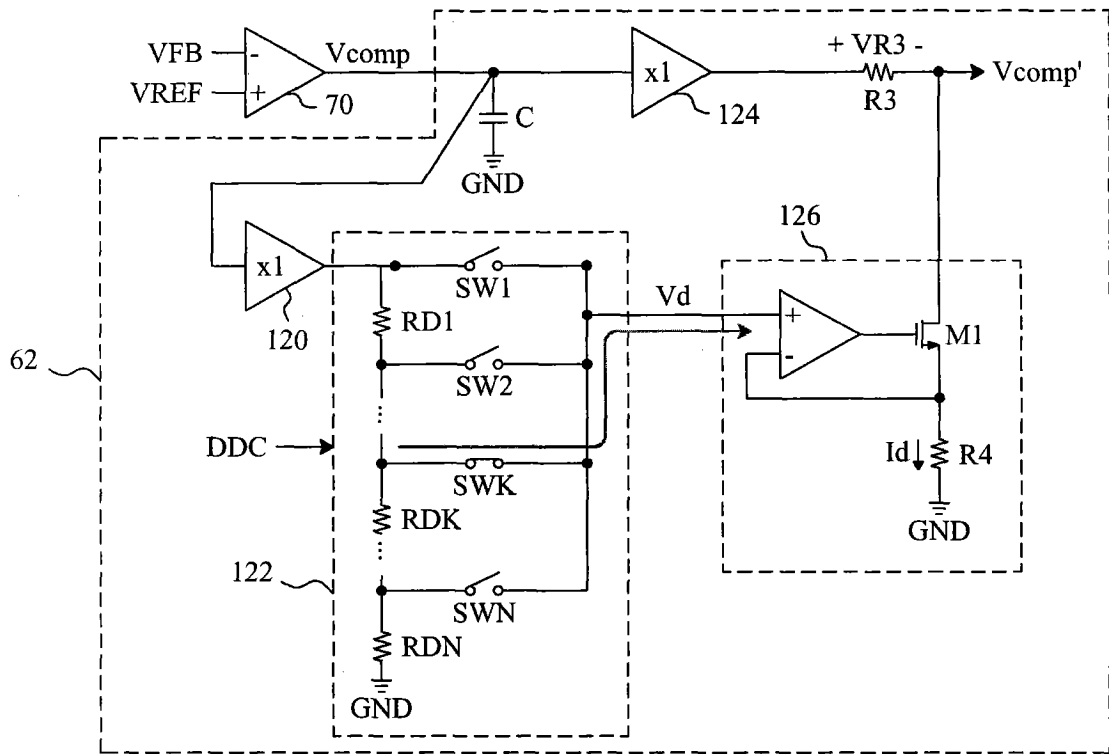


图 10

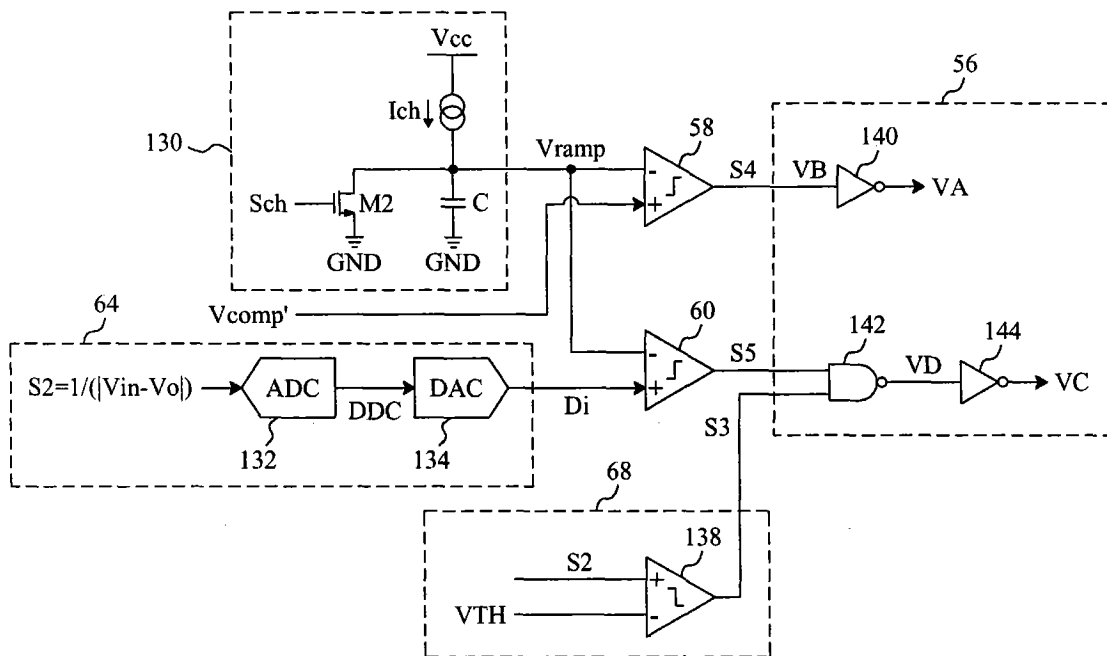


图 11