

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102237791 A

(43) 申请公布日 2011. 11. 09

(21) 申请号 201010167985. 9

(22) 申请日 2010. 04. 22

(71) 申请人 通嘉科技股份有限公司

地址 中国台湾新竹市

(72) 发明人 赵兴国 朱益杉

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 史新宏

(51) Int. Cl.

H02M 3/155(2006. 01)

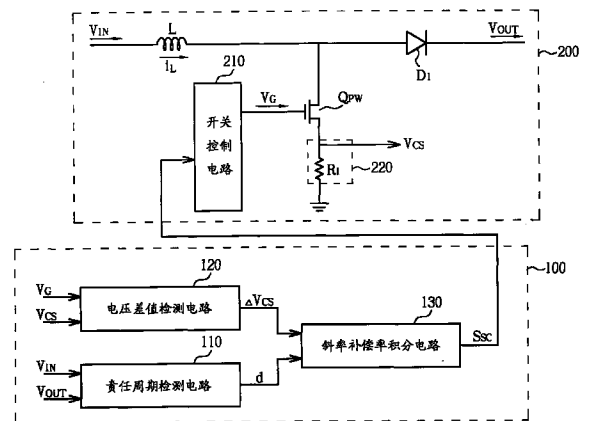
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 9 页

(54) 发明名称

适应性斜率补偿模块及其方法

(57) 摘要

一种适应性斜率补偿方法适用于一切换式电源供应器。切换式电源供应器具有一功率开关与一电感耦接至一输入电源。功率开关控制电感进行储能或是释能,以产生输出电压。该适应性斜率补偿方法包括有检测流经该电感的电感电流,并转换为电感电流检测电压、检测功率开关的责任周期、检测电感电流检测电压于功率开关开启时的电压差值、依据责任周期与电感电流检测电压的电压差值,以产生斜率补偿信号,以及依据斜率补偿信号调整功率开关开启或关闭的时机。如此,即使输入电源或输出电压的操作条件改变,系统仍可快速响应且不发生次谐波振荡。



1. 一种适应性斜率补偿方法,适用于一切换式电源供应器,该切换式电源供应器具有一功率开关与一电感耦接至一输入电源,该功率开关控制该电感进行储能或是释能,以产生一输出电压,该适应性斜率补偿方法包括有:

检测流经该电感的一电感电流,并转换为一电感电流检测电压;

检测该功率开关的一责任周期;

检测该电感电流检测电压于该功率开关开启时的一电压差值;

依据该责任周期与该电感电流检测电压的该电压差值,以产生该斜率补偿信号;以及

依据该斜率补偿信号调整该功率开关开启或关闭的时机。

2. 根据权利要求1所述的适应性斜率补偿方法,其中检测该功率开关的该责任周期包括有:

检测该输入电源与该输出电压,以计算出该功率开关的该责任周期。

3. 根据权利要求1所述的适应性斜率补偿方法,其中检测该功率开关的该责任周期包括有:

检测该功率开关的一开启时间;以及

依据该功率开关的一已知脉冲宽度调制周期与该开启时间,以计算出该功率开关的该责任周期。

4. 根据权利要求1所述的适应性斜率补偿方法,其中检测该电感电流检测电压的该电压差值的方法包括:

检测该电感电流检测电压的最大值与最小值;以及

依据该电感电流检测电压的最大值与最小值,决定该电压差值。

5. 根据权利要求1所述的适应性斜率补偿方法,其中依据该责任周期与该电感电流检测电压的该电压差值,以产生该斜率补偿信号包括有:

依据该责任周期计算一开关截止周期;以及

依据该电感电流检测电压的该电压差值与该开关截止周期,以积分方式产生该斜率补偿信号。

6. 根据权利要求4所述的适应性斜率补偿方法,其中检测该电感电流检测电压的最小值的方法包括有:

当该功率开关开启后,经过一延迟时间,检测并记录该电感电流检测电压作为该最小值。

7. 根据权利要求1所述的适应性斜率补偿方法,其中依据该责任周期与该电感电流检测电压的该电压差值,以产生该斜率补偿信号包括有:

依据该责任周期计算一开关截止周期;以及

依据该电感电流检测电压的该电压差值与该开关截止周期,以积分方式产生该斜率补偿信号。

8. 根据权利要求1所述的适应性斜率补偿方法,其中依据该斜率补偿信号调整该功率开关开启或关闭的时机的方法包括有:

依据该斜率补偿信号决定该电感电流的一限定值;

比较该电感电流与该限定值,并产生一比较信号;以及

依据该比较信号调整该功率开关开启或关闭的时机。

9. 一种适应性斜率补偿模块,适用于一切换式电源供应器,该切换式电源供应器具有一开关控制电路、一功率开关、一电感耦接至一输入电源、一电感电流检测电路,用以检测流经该电感的电流,并转换为一电感电流检测电压,该开关控制电路控制该功率开关的开启或关闭使该电感进行储能或是释能,以产生一输出电压,该适应性斜率补偿模块包括有:

一责任周期检测电路,用以检测该功率开关的一责任周期;

一电压差值检测电路,用以检测该电感电流检测电压于该功率开关的开启时间内的一电压差值;以及

一斜率补偿率积分电路,用以依据该责任周期、该电压差值,以计算一补偿斜率,并积分该补偿斜率,以产生一斜率补偿信号。

10. 根据权利要求 9 所述的适应性斜率补偿模块,其中该电压差值检测电路包括有:

一电压最大值取样电路,用以于该功率开关开启时检测该电感电流检测电压,以记录该电感电流检测电压的最大值;以及

一电压最小值取样电路,用以于该功率开关开启时检测该电感电流检测电压,以记录该电感电流检测电压的最小值。

## 适应性斜率补偿模块及其方法

### 技术领域

[0001] 本发明有关于一种适应性斜率补偿模块及其方法,更明确地说,有关于一种适用于切换式电源供应器的适应性斜率补偿模块及其方法。

### 背景技术

[0002] 一般来说,切换式电源供应器中的功率开关的责任周期 (Duty cycle) 超过 0.5 时,可能会发生次谐波振荡 (sub-harmonic oscillation),即交换式电源供应器可能会以开关频率的一半的频率开始振荡,解决这个问题的常见方式,是利用斜率补偿 (slope-compensation) 机制。然而,一般的斜率补偿方式于切换式电源供应器的输入电源或输出电压的操作条件改变时,容易产生斜率补偿量不足或是过多的现象,而造成次谐波振荡仍然存在或是系统响应变慢的问题。

### 发明内容

[0003] 本发明提供一种适应性斜率补偿方法。该适应性斜率补偿方法适用于一切换式电源供应器。该切换式电源供应器具有一功率开关与一电感耦接至一输入电源。该功率开关控制该电感进行储能或是释能,以产生一输出电压。该适应性斜率补偿方法包括有检测流经该电感的一电感电流,并转换为一电感电流检测电压、检测该功率开关的一责任周期、检测该电感电流检测电压于该功率开关开启时的一电压差值、依据该责任周期与该电感电流检测电压的该电压差值,以产生该斜率补偿信号,以及依据该斜率补偿信号调整该功率开关开启或关闭的时机。

[0004] 本发明还提供一种适应性斜率补偿模块。该适应性斜率补偿模块适用于一切换式电源供应器。该切换式电源供应器具有一开关控制电路、一功率开关、一电感以及一电感电流检测电路。该电感耦接至一输入电源。该电感电流检测电路用以检测流经该电感的电流,并转换为一电感电流检测电压。该开关控制电路控制该功率开关的开启或关闭使该电感进行储能或是释能,以产生一输出电压。该适应性斜率补偿模块包括有一责任周期检测电路、一电压差值检测电路以及一斜率补偿率积分电路。该责任周期检测电路用以检测该功率开关的一责任周期。该电压差值检测电路用以检测该电感电流检测电压于该功率开关的开启时间内的一电压差值。该斜率补偿率积分电路用以依据该责任周期、该电压差值,以计算一补偿斜率,并积分该补偿斜率,以产生一斜率补偿信号。

### 附图说明

[0005] 图 1 为说明本发明的适应性斜率补偿模块 100 的示意图。

[0006] 图 2、图 3 与图 4 为说明根据本发明的应性斜率补偿模块所产生的斜率补偿信号以调整功率开关开启或关闭的时机,可使切换式电源供应器不发生次谐波振荡的工作原理的示意图。

[0007] 图 5 为说明本发明的斜率补偿率积分电路依据责任周期、电感电流检测电压的电

压差值,以计算出补偿斜率的工作原理的示意图。

[0008] 图 6 为说明斜率补偿率积分电路根据补偿斜率所产生的斜率补偿信号的示意图。

[0009] 图 7 为说明本发明的电压差值检测电路的一实施例的示意图。

[0010] 图 8 为本发明的责任周期检测电路的一实施例的示意图。

[0011] 图 9 为本发明的斜率补偿率积分电路的一实施例的示意图。

[0012] [主要元件标号说明]

[0013]

1、2	端点
100	适应性斜率补偿模块
110	责任周期检测电路
111、131	除法电路
120	电压差值检测电路
121	电压最大值取样电路
122	电压最小值取样电路
123	减法器
130	斜率补偿率积分电路
132	电压电流转换电路
133	与门
135	减法电路
136	乘法电路
200	切换式电源供应器
210	开关控制电路
220	电感电流检测电路
1221、134	单击电路
1222	逻辑电路
C	控制端
$C_1 \sim C_3$	电容

D	责任周期
$D_1$	二极管
$i_c$	电感电流峰值控制信号
$i_L$	电感电流
$i_{LS}$	小信号扰动量
$I_{L0}$	表示电感电流初始值
L	电感
$M_1$	电感电流正半周斜率
$M_2$	电感电流负半周斜率
$M_A$	补偿斜率
$Q_{PW}$	功率开关
$R_I$	检测电阻
$S_{SC}$	斜率补偿信号
$SW_1 \sim SW_3$	开关
$T_{CS}$	时间差
$T_S$	脉冲宽度调制周期
$V_{CS}$	电感电流检测电压
$V_{CS\_MAX}$	电感电流检测电压的最大值
$V_{CS\_MIN}$	电感电流检测电压的最小值
$V_G$	功率开关控制信号
$V_{IN}$	输入电源
$V_{OUT}$	输出电压
$V_{REC1}$	记录电压

$\Delta V_{CS}$	电压差值
-----------------	------

[0014]

[0015]

### 具体实施方式

[0016] 请参考图 1。图 1 为说明本发明的适应性斜率补偿模块 100 的示意图。适应性斜率补偿模块 100 适用于切换式电源供应器 200。切换式电源供应器 200 操作于连续导通模式。本发明的适应性斜率补偿模块 100 适用于降压式电源供应器、升压式电源供应器或是升降压式电源供应器。为了方便说明, 设定切换式电源供应器 200 为升压式电源供应器作为举例说明。切换式电源供应器 200 具有一开关控制电路 210、一功率开关  $Q_{PW}$ 、一二极管  $D_1$ 、一电感  $L$  与一电感电流检测电路 220。电感  $L$  耦接至输入电源  $V_{IN}$ 。开关控制电路 210 控制功率开关  $Q_{PW}$  的开启或关闭, 以使电感  $L$  进行储能或是释能, 来产生输出电压  $V_{OUT}$ 。电感电流检测电路 220 检测流经电感  $L$  的电流, 并转换为电感电流检测电压  $V_{CS}$ 。适应性斜率补偿模块 100 包括有一责任周期检测电路 110、一电压差值检测电路 120 以及一斜率补偿率积分电路 130。责任周期检测电路 110 用以检测功率开关  $Q_{PW}$  的责任周期  $d$ 。电压差值检测电路 120 用以检测电感电流检测电压  $V_{CS}$  于功率开关  $Q_{PW}$  的开启时间内的一电压差值  $\Delta V_{CS}$ 。斜率补偿率积分电路 130 用以依据责任周期  $d$ 、电压差值  $\Delta V_{CS}$ , 以计算一补偿斜率  $M_A$ , 并积分补偿斜率  $M_A$ , 以产生斜率补偿信号  $S_{SC}$ 。开关控制电路 210 依据斜率补偿信号  $S_{SC}$  调整功率开关  $Q_{PW}$  开启或关闭的时机。如此, 即使切换式电源供应器 200 的输入电源  $V_{IN}$  或输出电压  $V_{OUT}$  的操作条件改变, 切换式电源供应器 200 仍可快速响应且不发生次谐波振荡。以下将进一步地说明其工作原理。

[0017] 请参考图 2、图 3 与图 4。图 2、图 3 与图 4 为说明根据本发明的适应性斜率补偿模块 100 所产生的斜率补偿信号  $S_{SC}$  以调整功率开关  $Q_{PW}$  开启或关闭的时机, 可使切换式电源供应器不发生次谐波振荡的工作原理的示意图。图 2 为理想中流经切换式电源供应器 200 的电感  $L$  的电感电流  $i_L$  的示意图。图 2 所示的  $i_L(t)$  表示电感电流波形、 $I_{L0}$  表示电感电流初始值、 $i_c$  表示电感电流峰值控制信号、 $d$  为功率开关的责任周期、 $T_s$  表示功率开关  $Q_{PW}$  的脉冲宽度调制周期 (也就是功率开关  $Q_{PW}$  再次开启时的时机)、 $M_1$  表示电感电流正半周斜率、 $M_2$  表示电感电流负半周斜率, 而其中  $M_1$  和  $M_2$  与切换式电源供应器 200 的电感  $L$ 、输入电源  $V_{IN}$  以及输出电压  $V_{OUT}$  的关系, 随着电源供应器 200 种类的不同, 而有不同的关系式, 整理如表一:

[0018]

表一		
降压式电源供应器	升压式电源供应器	升降压式电源供应器
$M_1 = (V_{IN} - V_{OUT}) / L$	$M_1 = V_{IN} / L$	$M_1 = V_{IN} / L$
$M_2 = V_{OUT} / L$	$M_2 = (V_{OUT} - V_{IN}) / L$	$M_2 = -V_{OUT} / L$

[0019] 本发明中为了方便说明, 以切换式电源供应器 200 为升压式电源供应器作为举

例。在图 2 中,切换式电源供应器 200 操作于连续导通模式下,当处于稳态时,电感电流初始值  $I_{L0}$  会等于功率开关  $Q_{PW}$  再次开启时的电感电流  $i_L(T_s)$ 。换句话说,电感电流  $i_L$  于时间  $0 \sim T_s$  之间的变化量等于零,因此电感电流正半周斜率  $M_1$ 、电感电流负半周斜率  $M_2$  与功率开关的责任周期  $d$  之间的关系可以下式表示:

$$[0020] \quad M_1 \cdot dT_s - M_2 \cdot (1-d)T_s = 0 \rightarrow M_2/M_1 = d/(1-d) \dots (1);$$

[0021] 当考虑到实际上电感电流  $i_L$  具有一小信号扰动量  $i_{LS}$  时,图 2 所示的电感电流  $i_L$  会变成如图 3 所示的情况。由图 3 可看出,由于电感电流  $i_L$  受到小信号扰动量  $i_{LS}$  的影响,因此电感电流  $i_L$  会提前于时间点  $(dT_s - T_{CS})$  即上升至峰值,而使得开关控制电路 210 于时间点  $(dT_s - T_{CS})$  即关闭功率开关  $Q_{PW}$ ,其中  $T_{CS}$  表示提前的时间差。此时电感电流  $i_L$  于功率开关  $Q_{PW}$  开启时上升的斜率仍等于  $M_1$ ,因此于时间点  $(dT_s - T_{CS})$  的小信号扰动量  $i_{LS}(dT_s - T_{CS})$  等于时间点 0 的小信号扰动量  $i_{LS}(0)$ 。由图 3 可看出,时间点  $(dT_s - T_{CS})$  的小信号扰动量  $i_{LS}(dT_s - T_{CS})$  可以表示为  $(M_1 \times T_{CS})$ 。换句话说,时间点 0 的小信号扰动量  $i_{LS}(0)$  可以下式表示:

$$[0022] \quad i_{LS}(0) = M_1 \times T_{CS} \dots (2);$$

[0023] 同理,当考虑电感电流  $i_L$  具有小信号扰动量  $i_{LS}$  时,电感电流  $i_L$  于功率开关  $Q_{PW}$  关闭时下降的斜率仍等于  $M_2$ ,因此于时间点  $(dT_s)$  的小信号扰动量  $i_{LS}(dT_s)$  等于时间点  $T_s$  的小信号扰动量  $i_{LS}(T_s)$ 。由图 3 可看出,时间点  $(dT_s)$  的小信号扰动量  $i_{LS}(dT_s)$  可以表示为  $(M_2 \times T_{CS})$ 。换句话说,时间点  $T_s$  的小信号扰动量  $i_{LS}(T_s)$  可以下式表示:

$$[0024] \quad i_{LS}(T_s) = M_2 \times T_{CS} = i_{LS}(0) \times (M_2/M_1) \dots (3);$$

[0025] 如此,根据式 (1) 与式 (3) 可得知,于时间  $(N \times T_s)$  时的小信号扰动量  $i_{LS}(NT_s)$  可以下式表示:

$$[0026] \quad i_{LS}(NT_s) = i_{LS}(0) \times [d/(1-d)]^N \dots (4);$$

[0027] 因此,由式 (4) 可知,当  $[d/(1-d)]$  的绝对值小于 1 时,小信号扰动量  $i_{LS}(NT_s)$  才会收敛。也就是说,功率开关  $Q_{PW}$  的责任周期需小于 0.5,切换式电源供应器 200 才不会产生次谐波振荡。请参考图 4,图 4 为通过本发明的适应性斜率补偿模块 100 作斜率补偿后的切换式电源供应器 100 的电感电流  $i_L$  的波形图。在图 4 中,通过斜率补偿机制,于电感电流峰值控制信号  $i_c$  等效加入一负斜率  $M_A$  的补偿,则类似前述的分析,时间点 0 的小信号扰动量  $i_{LS}(0)$  可以下式表示:

$$[0028] \quad i_{LS}(0) = (M_1 + M_A) \times T_{CS} \dots (5);$$

[0029] 而电感电流  $i_L$  于功率开关  $Q_{PW}$  关闭时下降的斜率仍等于  $M_2$ ,因此经由类似的分析由图 4 可看出,时间点  $T_s$  的小信号扰动量  $i_{LS}(T_s)$  可以下式表示:

$$[0030] \quad i_{LS}(T_s) = (M_2 - M_A) \times T_{CS} \dots (6);$$

[0031] 如此,由式 (5) 与式 (6) 可得知,考虑本发明的适应性斜率补偿模块 100 作斜率补偿后,于时间点  $(N \times T_s)$  时的小信号扰动量  $i_{LS}(NT_s)$  可以下式表示:

$$[0032] \quad i_{LS}(NT_s) = i_{LS}(0) \times \{(1 - M_A/M_2) / [(1-d)/d + M_A/M_2]\}^N \dots (7);$$

[0033] 因此,由式 (7) 可知,只要本发明的适应性斜率补偿模块 100 的斜率补偿率积分电路 130 所产生的补偿斜率  $M_A$  取在  $1/2 \times M_2 \leq M_A \leq M_2$  的范围内(举例而言,取补偿斜率  $M_A$  为  $2/3 \times M_2$ ),即可避免切换式电源供应器于功率开关  $Q_{PW}$  的责任周期  $d$  大于 0.5 时,产生次谐波振荡的现象。

[0034] 综上所述,本发明的适应性斜率补偿模块 100 的补偿斜率  $M_A$  可由电感电流负半周



斜率  $M_2$  (或电感电流正半周斜率  $M_1$ ) 来决定。此外,由表一可知,  $M_1$  与  $M_2$  得转换为以输入电源  $V_{IN}$ 、输出电压  $V_{OUT}$  以及电感  $L$  所表示的关系式。换句话说,在电感  $L$  已知的状况下,本发明的适应性斜率补偿模块 100 只要检测输入电源  $V_{IN}$  或输出电压  $V_{OUT}$  的变化或是可反应其变化的信号,便可计算出补偿斜率  $M_A$ 。如此,本发明的适应性斜率补偿模块 100 可根据上述的补偿斜率  $M_A$ ,以产生适当的斜率补偿量 (斜率补偿信号  $S_C$ )。因此,即使切换式电源供应器 200 的输入电源  $V_{IN}$  或输出电压  $V_{OUT}$  的操作条件改变,开关控制电路 210 仍可根据本发明的适应性斜率补偿模块 100 所提供的斜率补偿信号  $S_{SC}$ ,以适当地调整功率开关  $Q_{PW}$  的开启与关闭的时机,来维持切换式电源供应器 200 的响应速度,且避免切换式电源供应器 200 产生次谐波振荡的现象。

[0035] 请参考图 5。图 5 为说明本发明的斜率补偿率积分电路依据责任周期  $d$ 、电压差值  $\Delta V_{CS}$ ,以计算出补偿斜率  $M_A$  的工作原理的示意图。在图 5 中的  $V_{CS}$  表示电感电流检测电路 220 于功率开关  $Q_{PW}$  开启时所产生的比例于电感电流  $i_L$  的电感电流检测电压  $V_{CS}$ 。以图 1 为例,当功率开关  $Q_{PW}$  开启时,电感电流  $i_L$  流经电阻  $R_I$  以产生电感电流检测电压  $V_{CS}$ 。因此电感电流检测电压  $V_{CS} = i_L \times R_I$ 。而  $i_L$  于功率开关  $Q_{PW}$  开启时上升的斜率为  $M_1$ ,因此电感电流检测电压  $V_{CS}$  于功率开关  $Q_{PW}$  开启时上升的斜率等于  $(M_1 \times R_I)$ 。由图 5 可看出,根据电压差值检测电路 120 检测电感电流检测电压  $V_{CS}$  于功率开关  $Q_{PW}$  的开启时间内的电压差值  $\Delta V_{CS}$  与责任周期检测电路 110 所检测得到的功率开关  $Q_{PW}$  的责任周期  $d$ ,即可以下式计算出电感电流正半周斜率  $M_1$  :

$$[0036] \quad M_1 = \Delta V_{CS} / (d \times T_s \times R_I) \dots (8) ;$$

[0037] 如此,根据式 (1) 可进一步得到 :

$$[0038] \quad M_2 = \Delta V_{CS} / [(1-d) \times T_s \times R_I] \dots (9) ;$$

[0039] 因此,在本发明中,由于斜率补偿率积分电路 130 依据责任周期  $d$ 、功率开关  $Q_{PW}$  的脉冲宽度调制周期  $T_s$ 、以及电压差值  $\Delta V_{CS}$ ,以计算出电感电流负半周斜率  $M_2$ ,并据以设定适当的补偿斜率  $M_A$ ,因此即使输入电源  $V_{IN}$  或输出电压  $V_{OUT}$  的操作条件改变,斜率补偿率积分电路 130 仍可依据责任周期  $d$  与电压差值  $\Delta V_{CS}$  的变化,而算出在目前的操作条件下的电感电流负半周斜率  $M_2$ 。换句话说,斜率补偿率积分电路 130 可随着操作条件的改变,以设定适当的补偿斜率  $M_A$ 。举例而言,补偿斜率  $M_A$  可设定为  $2/3 \times M_2$ ,以使  $M_A$  在  $1/2 \times M_2 \leq M_A \leq M_2$  的范围内。本发明的斜率补偿率积分电路 130 进一步积分补偿斜率  $M_A$ ,以产生斜率补偿信号  $S_{SC}$ ,如图 6 所示。如此,开关控制电路 210 依据斜率补偿信号  $S_{SC}$  可调整功率开关  $Q_{PW}$  开启或关闭的时机。在一实施方式中,开关控制电路 210 依据斜率补偿信号  $S_{SC}$  决定电感电流  $i_L$  的一限定值  $i_{LIM}$  (补偿过后的电感电流峰值控制信号  $(i_C - S_{SC})$ ),并比较电感电流  $i_L$  与限定值  $i_{LIM}$ ,当电感电流  $i_L$  上升至等于限定值  $i_{LIM}$  时,产生一比较信号  $S_{CMP}$ ,使开关控制电路 210 关闭功率开关  $Q_{PW}$ 。在另一实施方式中,开关控制电路 210 也可依据电感电流检测电压  $V_{CS}$ 、一电压临界值  $V_{TH}$  与斜率补偿信号  $S_{SC}$  来关闭功率开关  $Q_{PW}$ ,其中电感电流检测电压  $V_{CS}$  等于  $(i_L \times R_I)$ ,临界电压设定为  $(i_C \times R_I)$ ,且为了方便,此时斜率补偿信号  $S_{SC}$  为根据  $(M_A \times R_I)$  对时间积分而得。当电感电流检测电压  $V_{CS}$  加上斜率补偿信号  $S_{SC}$  等于临界电压  $V_{TH}$  时,开关控制电路 210 关闭功率开关  $Q_{PW}$ 。以上无论哪一种控制方式,即使输入电源  $V_{IN}$  或输出电压  $V_{OUT}$  的操作条件改变,切换式电源供应器仍可快速响应且不发生次谐波振荡。

[0040] 请参考图 7。图 7 为说明本发明的电压差值检测电路 120 的一实施例的示意图。

电压差值检测电路 120 包括有一电压最大值取样电路 121、一电压最小值取样电路 122, 以及一减法器 123。电压最大值取样电路 121 用以于功率开关  $Q_{PW}$  开启时检测电感电流检测电压  $V_{CS}$ , 以记录电感电流检测电压  $V_{CS}$  的最大值  $V_{CS\_MAX}$ 。电压最大值取样电路 121 的结构与工作原理为业界所已知的技术, 在图 7 中所示仅为其中一种实施例, 并非限定本发明的范畴。在图 7 中, 电压最大值取样电路 121 包含一开关  $SW_1$ , 以及一电容  $C_1$ 。电容  $C_1$  用以记录一记录电压  $V_{RECI}$ 。开关  $SW_1$  的控制端 C 用来接收功率开关控制信号  $V_G$ , 其中功率开关控制信号  $V_G$  同时用来控制功率开关  $Q_{PW}$  开启或是关闭。当开关  $SW_1$  开启时, 电感电流检测电压  $V_{CS}$  对电容  $C_1$  充电, 当开关  $SW_1$  再次关闭前, 电容  $C_1$  所记录的电压  $V_{RECI}$  即为输出电感电流检测电压  $V_{CS}$  的最大值  $V_{CS\_MAX}$ 。电压最小值取样电路 122 的结构与工作原理也为业界所已知的技术。在图 7 中所示的电压最小值取样电路 122 仅为其中一种实施例。在图 7 中的电压最小值取样电路 122 包含一开关  $SW_2$ 、一电容  $C_2$ 、一单击电路 1221 以及一逻辑电路 (如 ANDgate) 1222。当功率开关控制信号  $V_G$  为逻辑高电平时, 触发单击电路 1221 于一延迟时间  $T_{DELAY}$  后, 输出一逻辑高电平的延迟脉冲信号  $S_{DELAY}$ 。逻辑电路 1222 于脉冲信号  $S_{DELAY}$  的脉冲时间内, 输出一逻辑高电平信号后转回逻辑低电平, 使开关  $SW_2$  开启一小段时间即马上关闭。电容  $C_2$  会记录于开关  $SW_2$  开启时的电感电流检测电压  $V_{CS}$ 。换句话说, 电压最小值取样电路 122 于功率开关  $Q_{PW}$  开启时, 经过一延迟时间  $T_{DELAY}$  后, 记录该时间点的电感电流检测电压  $V_{CS}$  作为电感电流检测电压  $V_{CS}$  的最小值  $V_{CS\_MIN}$ , 其中延迟时间  $T_{DELAY}$  主要是用来避免因功率开关  $Q_{PW}$  开启瞬间时电感电流检测电压  $V_{CS}$  的振铃 (ringing), 造成电容  $C_2$  记录到不正确的电压。如此, 电压差值检测电路 120 可通过减法器 123 将电感电流检测电压  $V_{CS}$  的最大值  $V_{CS\_MAX}$  与电感电流检测电压  $V_{CS}$  的最小值  $V_{CS\_MIN}$  相减, 以输出电感电流检测电压  $V_{CS}$  于功率开关  $Q_{PW}$  的开启时间内的电压差值  $\Delta V_{CS}$ 。

[0041] 请参考图 8。图 8 为本发明的责任周期检测电路 110 的一实施例的示意图。图 8 所示的责任周期检测电路 110 检测输入电源  $V_{IN}$  与输出电压  $V_{OUT}$ , 以计算出功率开关  $Q_{PW}$  的责任周期  $d$ 。图 8 所示的责任周期检测电路 110 包含一除法电路 111, 用来计算输入电源  $V_{IN}$  与输出电压  $V_{OUT}$  的比例, 以得到功率开关  $Q_{PW}$  的责任周期  $d$ 。除了图 8 所示的责任周期检测电路 110 外, 还有许多可检测功率开关  $Q_{PW}$  的责任周期  $d$  的方法。举例而言, 当功率开关  $Q_{PW}$  的操作模式设定为具有一固定的已知脉冲宽度调制周期  $T_{SPRE}$  时, 责任周期检测电路 110 可先检测功率开关  $Q_{PW}$  的开启时间  $T_{ON}$ , 并依据功率开关  $Q_{PW}$  的已知脉冲宽度调制周期  $T_{SPRE}$  与功率开关  $Q_{PW}$  的开启时间  $T_{ON}$ , 以计算出功率开关  $Q_{PW}$  的责任周期  $d$ 。由于针对不同的功率开关  $Q_{PW}$  的操作模式, 业界皆有已知的电路可检测功率开关  $Q_{PW}$  的责任周期  $d$ , 故在此不再赘述。

[0042] 请参考图 9。图 9 为本发明的斜率补偿率积分电路 130 的一实施例的示意图。在图 9 中, 斜率补偿率积分电路 130 包含一除法电路 131、一电压电流转换电路 132、一电容  $C_3$ 、一开关  $SW_3$ 、一与门 (AND gate) 133、一单击电路 134、一减法电路 135 以及一乘法电路 136。乘法电路 136 将责任周期  $d$  与功率开关  $Q_{PW}$  的脉冲宽度调制周期  $T_s$  相乘, 以得到功率开关  $Q_{PW}$  的开关导通周期 ( $d \times T_s$ )。减法电路 135 用来依据功率开关  $Q_{PW}$  的开关导通周期 ( $d \times T_s$ ) 与脉冲宽度调制周期  $T_s$ , 以计算出功率开关  $Q_{PW}$  的开关截止周期  $[(1-d) \times T_s]$ 。也就是说, 斜率补偿率积分电路 130 根据责任周期  $d$  可计算出功率开关  $Q_{PW}$  的开关截止周期  $[(1-d) \times T_s]$ 。除法电路 131 用来根据开关截止周期  $[(1-d) \times T_s]$  与电压差值  $\Delta V_{CS}$ , 以计算出补偿斜率  $M_A$ 。电压电流转换电路 132 与电容  $C_3$  形成一积分电路, 用来积分补偿斜率  $M_A$ , 以产生斜率补偿

信号  $S_{SC}$ 。此外,单击电路 134 与与门 133 用来控制开关  $SW_3$  于功率开关  $Q_{PW}$  开启时,重置斜率补偿信号  $S_{SC}$ ,其工作原理类似图 7 中所示的电压最小值取样电路 122。

[0043] 综上所述,在本发明所提供的适应性斜率补偿模块中,通过电压差值检测电路可检测电感电流检测电压于功率开关开启时的电压差值,并通过责任周期检测电路可检测功率开关的责任周期。如此,本发明的适应性斜率补偿模块依据功率开关的责任周期与电感电流检测电压的电压差值,可计算出电感电流的上升斜率或下降斜率,并据以得到补偿斜率。由于电感电流的上升斜率与下降斜率可反映出切换式电源供应器的输入电源或输出电压的变化。因此,本发明的适应性斜率补偿模块根据电感电流的上升斜率或下降斜率所得到的补偿斜率,可产生适当的斜率补偿量(斜率补偿信号)。如此,即使切换式电源供应器的输入电源或输出电压的操作条件改变,切换式电源供应器的开关控制电路仍可根据本发明的适应性斜率补偿模块所提供的斜率补偿信号,以适当地调整功率开关的开启与关闭的时机,来维持切换式电源供应器的响应速度,且避免切换式电源供应器产生次谐波振荡的现象,带给使用者更大的方便。

[0044] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,凡依本发明权利要求范围所做的均等变化与修饰,皆应属本发明的涵盖范围。

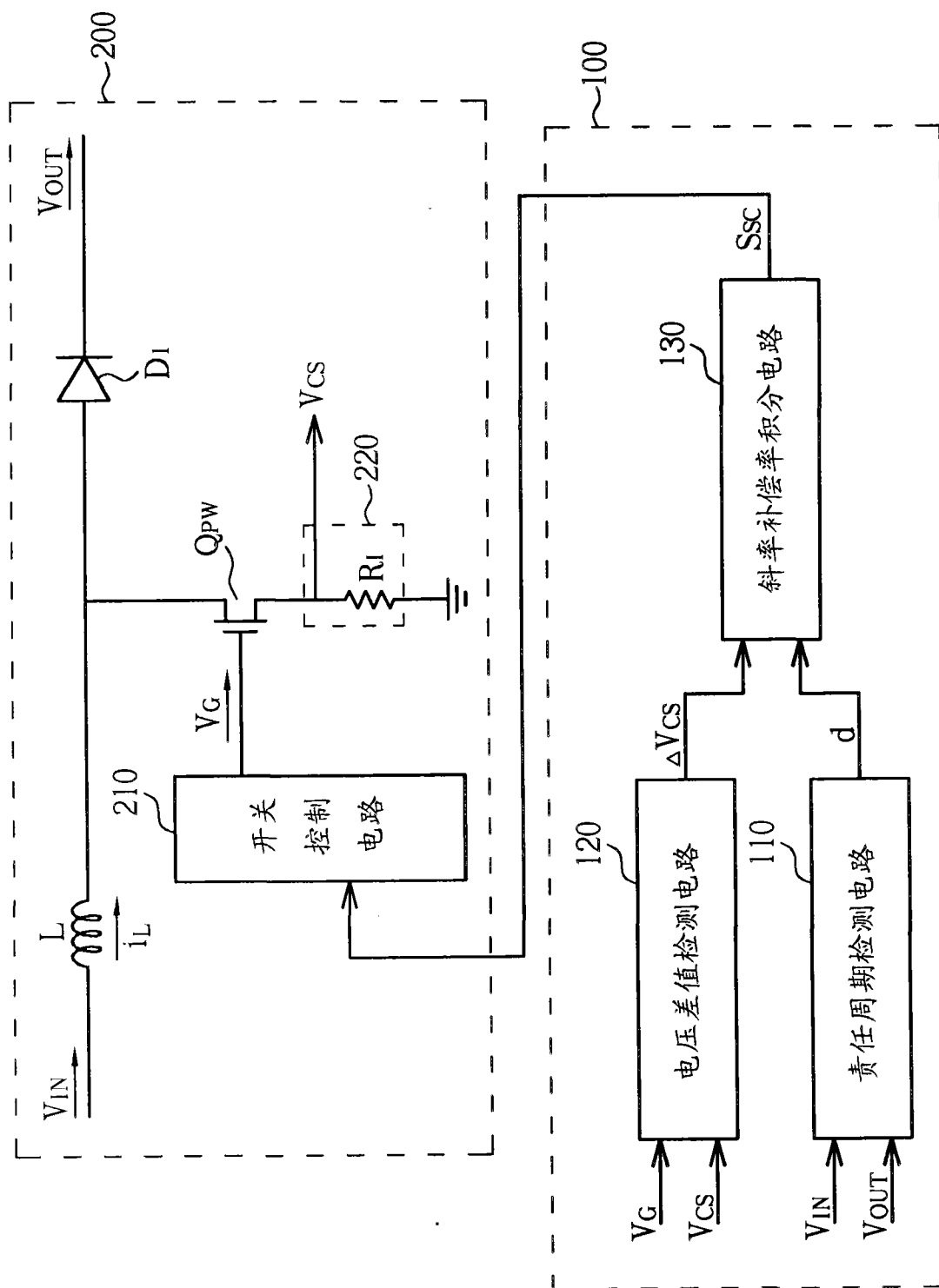


图 1

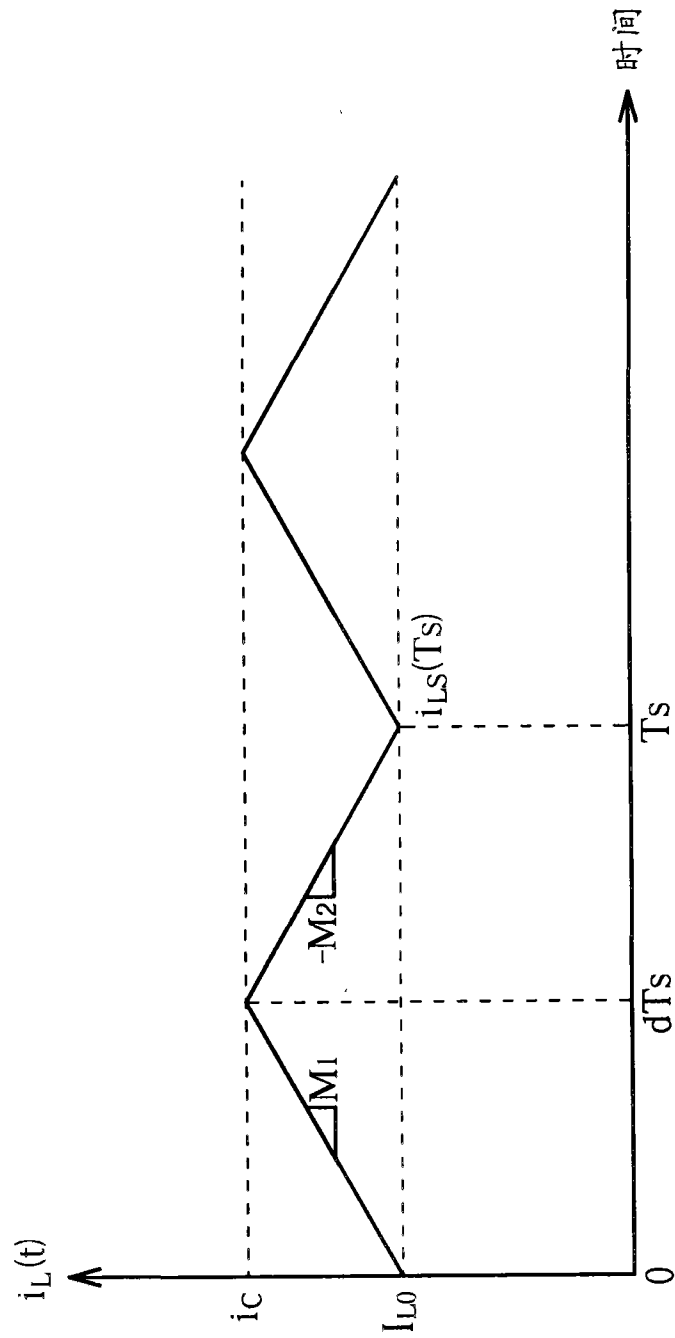


图 2

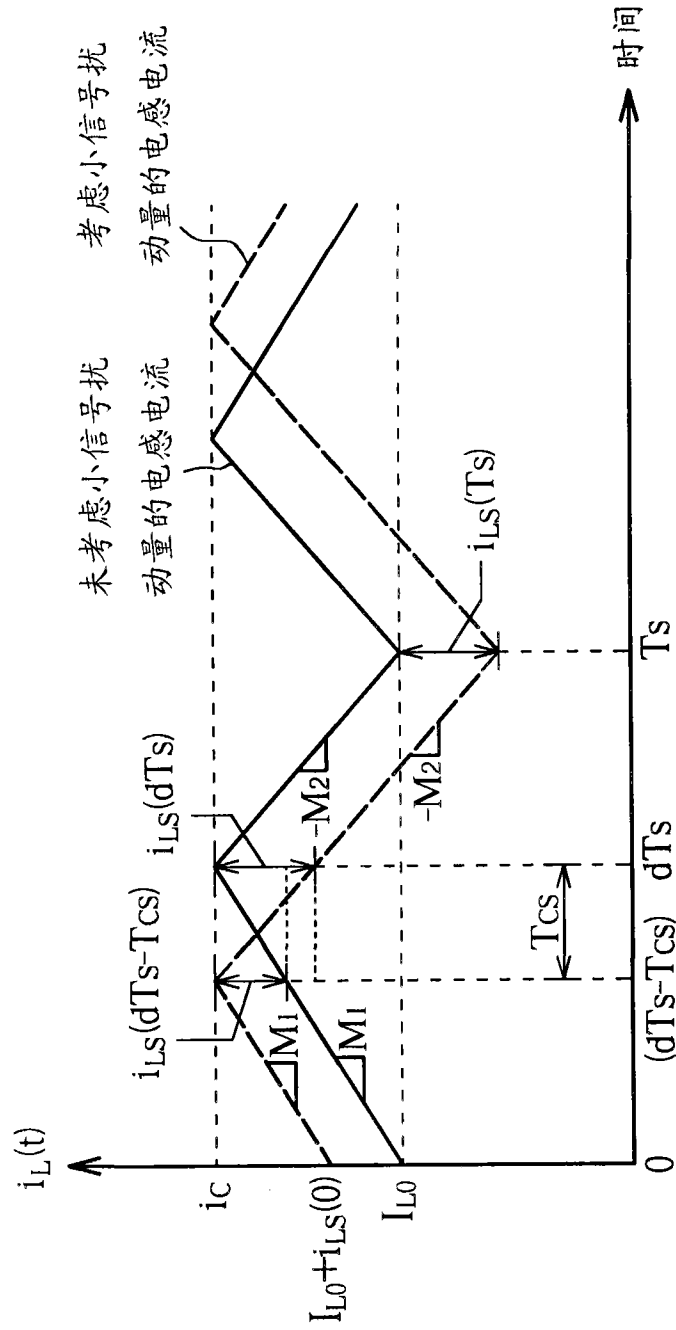


图 3

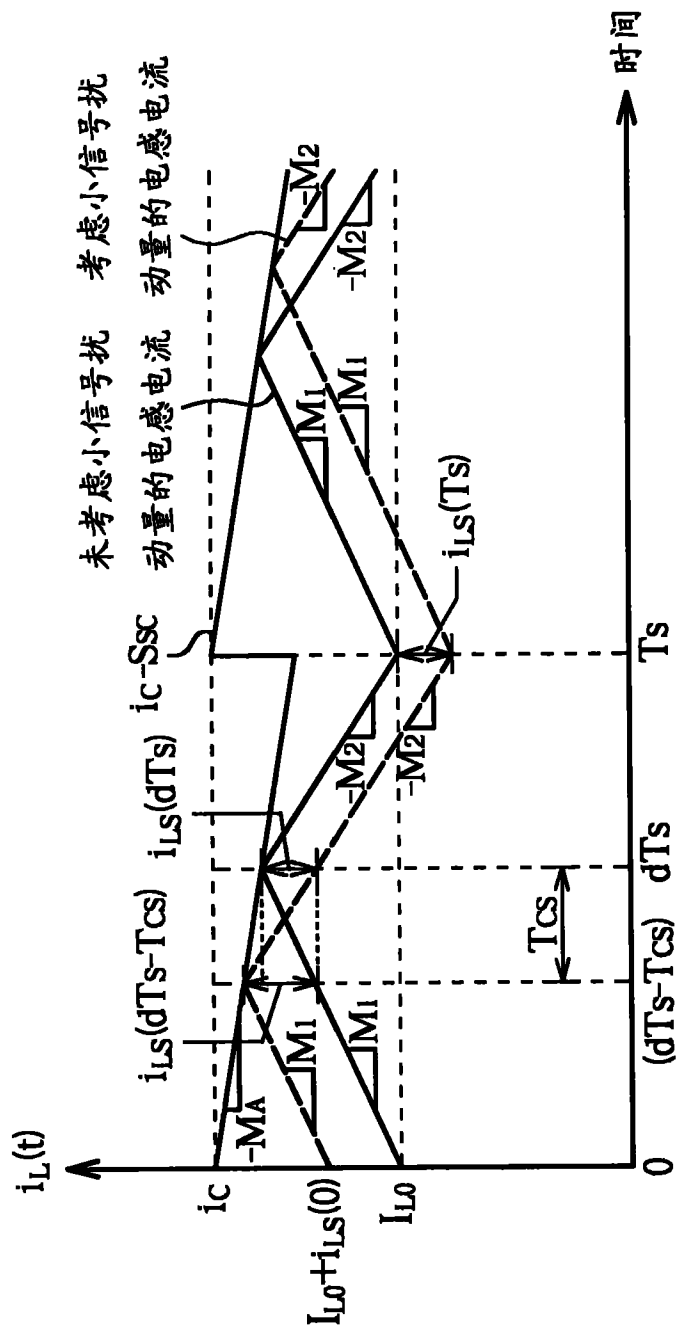


图 4

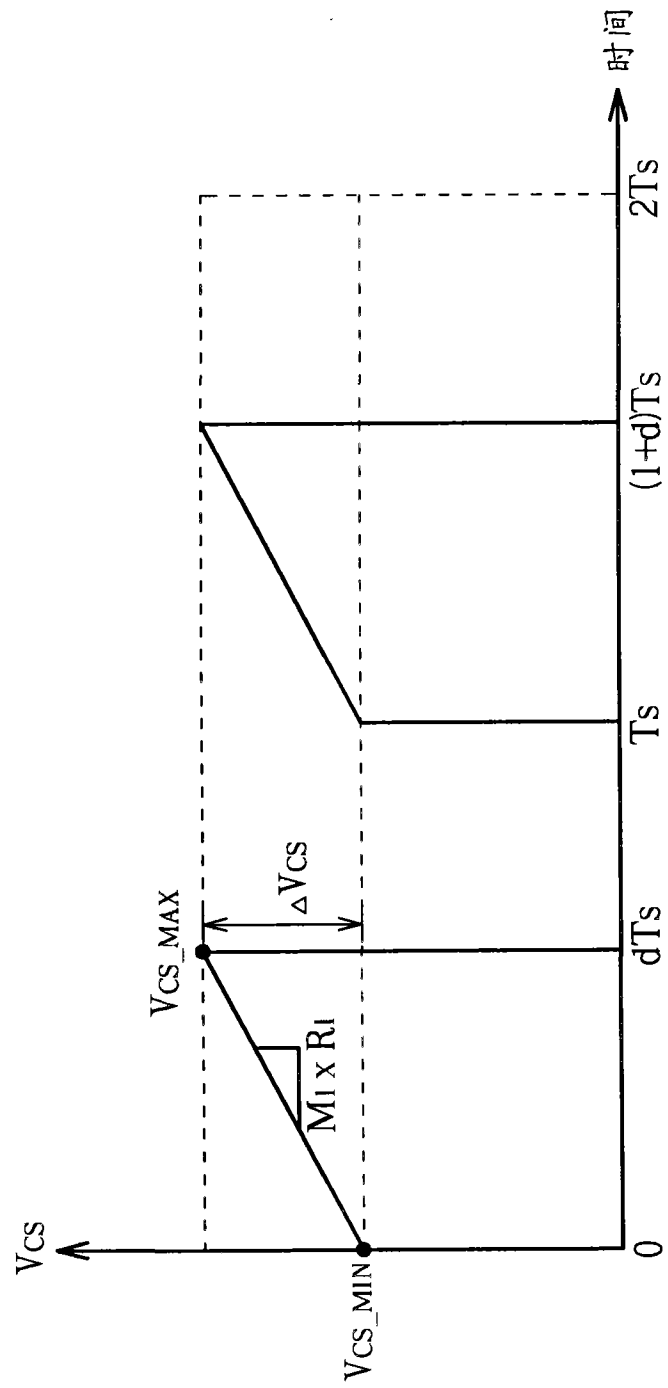


图 5



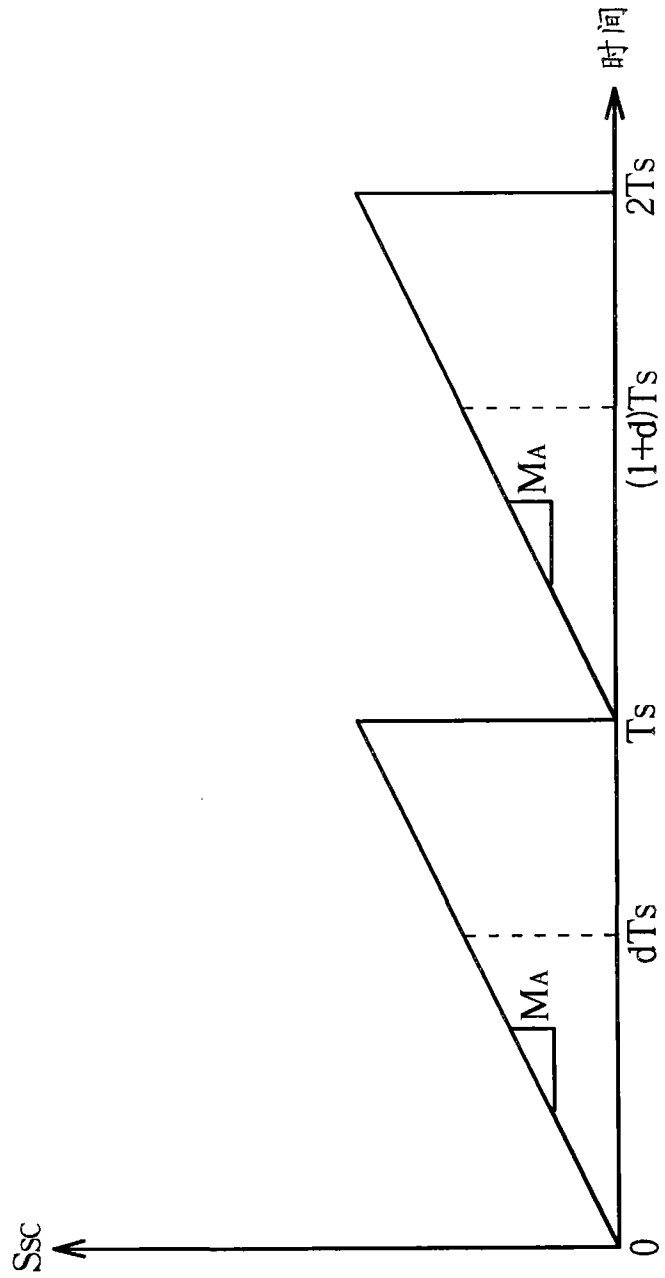


图 6

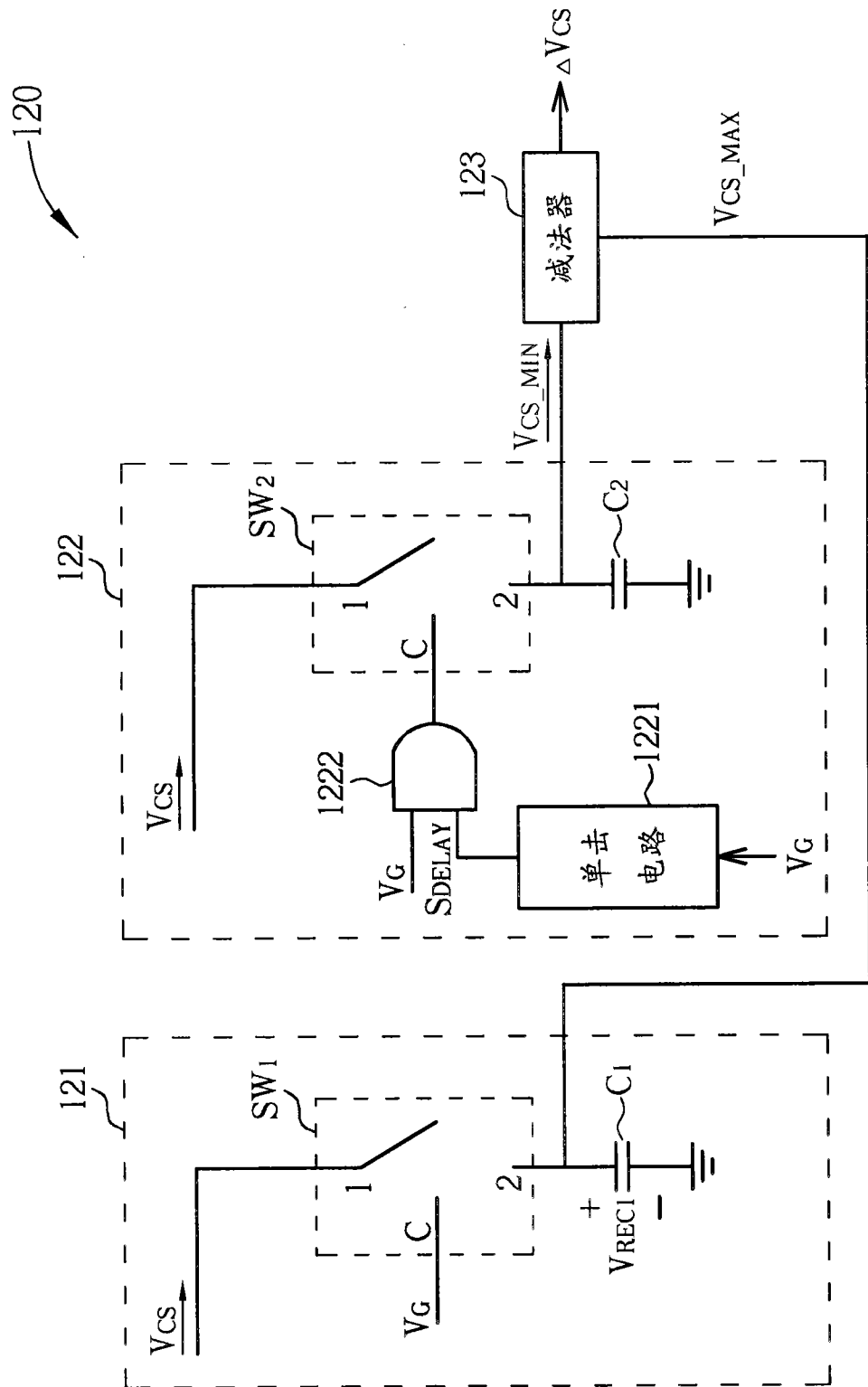


图 7

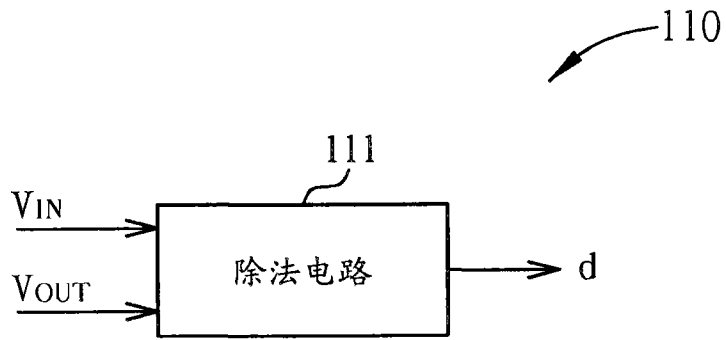


图 8

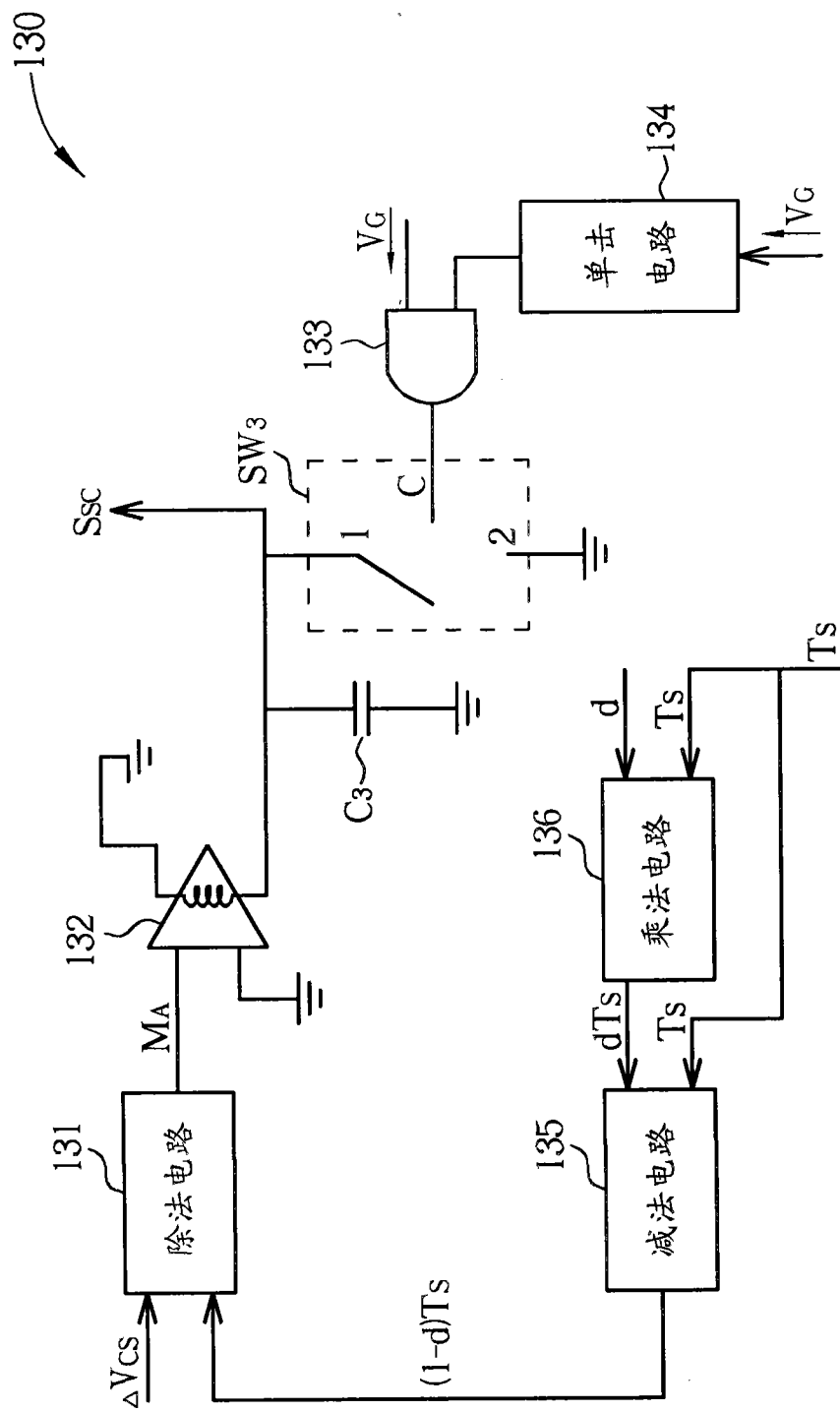


图 9