



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102609021 B

(45) 授权公告日 2014.09.03

(21) 申请号 201110024880.2

US 2005194952 A1, 2005.09.08,

(22) 申请日 2011.01.24

US 7710084 B1, 2010.05.04,

(73) 专利权人 立锜科技股份有限公司

CN 1592057 A, 2005.03.09,

地址 中国台湾新竹县竹北市台元街 20 号 5
楼

审查员 孟令鹏

(72) 发明人 万宜澄 黄建荣 锺政峰 彭鸿钧

(74) 专利代理机构 上海波拓知识产权代理有限
公司 31264

代理人 杨波

(51) Int. Cl.

G05F 1/10 (2006.01)

(56) 对比文件

US 2005017767 A1, 2005.01.27,

权利要求书2页 说明书5页 附图4页

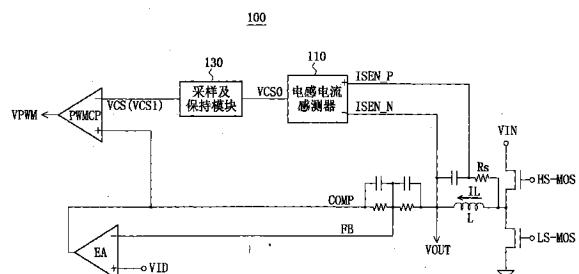
US 5889663 A, 1999.03.30,

(54) 发明名称

改善电压识别瞬变响应的方法以及电压调节
器

(57) 摘要

本发明涉及一种改善电压识别瞬变响应的方
法及电压调节器，所述方法包括步骤：持续感测
电压调节器的电感电流以输出电流感测信号；在
电压识别值的稳态操作期间，采样电流感测信号
而得采样结果以提供下调电压控制信号；当自稳
态操作期间进入电压识别值的电压识别瞬变期
间，保持采样结果以提供下调电压控制信号；及
将下调电压控制信号作为产生调节电压调节器的
输出电压之脉宽调制信号的考虑因素。本发明通
过在下调电压控制信号的产生路径中提供采样及
保持模块，以使 VID 瞬变期间电感电流的额外增
加或减少值对下调电压控制信号的影响被阻挡
住，VID 追逐速度仅受到输出电压与 VID 差异值的
影响，电压调节器能够在给定的时间规格内将输
出电压稳定至目标 VID 值。



1. 一种改善电压识别瞬变响应的方法,应用于一电压调节器,其特征在于所述方法包括步骤:

持续感测所述电压调节器的一电感电流以输出一电流感测信号;

在一电压识别值的一稳态操作期间,采样所述电流感测信号而得一采样结果以用于提供一下调电压控制信号;

当自所述稳态操作期间进入一电压识别值的一电压识别瞬变期间,保持住所述采样结果以用于提供所述下调电压控制信号;以及

将所述下调电压控制信号作为产生用于调节所述电压调节器的输出电压之一脉宽调制信号的考虑因素。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于将所述下调电压控制信号作为产生用于调节所述电压调节器的输出电压之脉宽调制信号的考虑因素之步骤包括:

对所述电压调节器的输出电压之一反馈值与一电压识别值之间的差异进行放大处理后输出一误差信号;以及

比较所述误差信号与所述下调电压控制信号以依据比较结果输出所述脉宽调制信号。

3. 如权利要求1所述的方法,其特征在于将所述下调电压控制信号作为产生用于调节所述电压调节器的输出电压之脉宽调制信号的考虑因素之步骤包括:

对所述电压调节器的输出电压的一反馈值与一复合信号之间的差异进行放大处理后输出一误差信号,所述复合信号由所述下调电压控制信号与一电压识别值经复合而得;以及

比较所述误差信号与一斜坡信号以依据比较结果输出所述脉宽调制信号。

4. 一种电压调节器,其特征在于包括:

一电感电流感测器,感测所述电压调节器的一电感电流以输出一电流感测信号;

一采样及保持模块,电性耦接至所述电感电流感测器以接收所述电流感测信号,并在一电压识别值的一稳态操作期间对所述电流感测信号进行采样以提供一采样结果用于产生一下调电压控制信号;以及

一脉宽调制比较器,利用所述下调电压控制信号作为一考虑因素来产生一脉宽调制信号以调节所述电压调节器的输出电压;

其中,所述采样及保持模块的采样结果在所述电压调节器的一电压识别值的一电压识别瞬变期间保持不变。

5. 如权利要求4所述的电压调节器,其特征在于所述电压调节器为一电流模式电压调节器。

6. 如权利要求5所述的电压调节器,其特征在于更包括:

一误差放大器,根据所述电压调节器的输出电压之一反馈值与一电压识别值之间的差异输出一误差信号,而所述脉宽调制比较器则通过比较所述下调电压控制信号与所述误差信号以产生所述脉宽调制信号。

7. 如权利要求4所述的电压调节器,其特征在于所述电压调节器为一电压模式电压调节器。

8. 如权利要求7所述的电压调节器,其特征在于更包括:

一下调电压控制模块,根据所述采样及保持模块的采样结果产生所述下调电压控制信

号；以及

一误差放大器，根据所述电压调节器的输出电压之一反馈值与一复合信号之间的差异输出一误差信号，所述复合信号由一电压识别值与所述下调电压控制信号经由一合并器复合而得；

其中，所述脉宽调制比较器通过比较所述误差信号与一斜坡信号以产生所述脉宽调制信号。

9. 一种改善电压识别瞬变响应的方法，应用于一电压调节器，其特征在于所述方法包括步骤：

在所述电压调节器的电压识别值为第一设定值的第一稳态操作期间，采样所述电压调节器的一电流感测信号以用于产生一下调电压控制信号；

在所述电压识别值从所述第一设定值改变至第二设定值的电压识别瞬变期间，停止采样所述电流感测信号以保持所述下调电压控制信号；以及

在所述电压识别值为所述第二设定值的第二稳态操作期间，重新采样所述电压调节器的电流感测信号以用于产生下调电压控制信号。

10. 如权利要求 9 所述的方法，其特征在于更包括步骤：

将所述下调电压控制信号作为产生用于调节所述电压调节器的输出电压之一脉宽调制信号的考虑因素。

改善电压识别瞬变响应的方法以及电压调节器

技术领域

[0001] 本发明是有关于电压调节器,且特别是有关于改善电压识别瞬变响应的方法以及电压调节器的电路结构。

背景技术

[0002] 现今的中央处理器 (CPU) 的电压识别 (voltage Identification, VID) 是高度动态的而且是非常快速地由低变高以及由高变低。CPU 的 VID 瞬变很可能在很短的时间内连续发生,因此导致计算机的性能不完全依赖于 CPU 的效能,还将受到电压调节器的 VID 追逐速度 (chasing speed) 的影响。通常, CPU 仅仅在电压调节器的输出电压稳定至期望 VID 时才会处理给定的任务;换句话说,如果电压调节器的 VID 追逐速度不能满足给定规格 (given spec),CPU 将有可能会因为电压不符而受损,或者可能会因为需要等待更长时间而闲置过久并因此降低系统的性能。

[0003] 在自适应电压定位 (adaptive voltage position, AVP) 系统中,电压调节器会根据感测到的电感电流产生电流感测信号并依据产生的电流感测信号来提供下调电压控制信号 (droop control signal) 以调节输出电压;请参阅图 1A 及图 1B,其分别绘示出在 VID 向上瞬变以及向下瞬变两种情形下电流感测信号与输出电压的状态示意图。从图 1A 所示的 VID 值由 VID1 改变至 VID2 之 VID 向上瞬变期间或者图 2A 所示的 VID 值由 VID2 改变至 VID1 之 VID 向下瞬变期间可以得知,电感电流 IL 因 VID 值的改变而有额外的增加或减少,致使电流感测信号 VCS0 会相应地增大或减小,进而导致输出电压 VOUT 平均值呈非线性变化,结果造成输出电压 VOUT 的实际稳定时间 Ta 大于给定的 VID 瞬变稳定时间规格 Ts。

发明内容

[0004] 本发明的目的之一是提供一种改善电压识别瞬变响应的方法,其能够在给定的 VID 瞬变稳定时间规格内将输出电压稳定至目标电压识别值。

[0005] 本发明的再一目的是提供一种电压调节器,其能够在给定的 VID 瞬变稳定时间规格内将输出电压稳定至目标电压识别值。

[0006] 本发明实施例提出的一种改善电压识别瞬变响应的方法,应用于电压调节器。本实施例中的方法包括步骤:持续感测电压调节器的电感电流以输出电流感测信号;在电压识别值的稳态操作期间,采样电流感测信号而得采样结果以用于提供下调电压控制信号;当自稳态操作期间进入电压识别值的电压识别瞬变期间,保持住上述之采样结果以用于提供下调电压控制信号;以及将下调电压控制信号作为产生用于调节电压调节器的输出电压之脉宽调制信号的考虑因素。

[0007] 在本发明的实施例中,上述之将下调电压控制信号作为产生用于调节电压调节器的输出电压之脉宽调制信号的考虑因素的步骤可包括:对电压调节器的输出电压的反馈值与电压识别值之间的差异进行放大处理后输出误差信号;以及比较误差信号与下调电压控制信号以依据比较结果输出脉宽调制信号。又或者,上述之将下调电压控制信号作为产生

用于调节电压调节器的输出电压之脉宽调制信号的考虑因素的步骤包括：对电压调节器的输出电压的反馈值与复合信号之间的差异进行放大处理后输出误差信号，其中复合信号由下调电压控制信号与电压识别值经复合而得；以及比较误差信号与斜坡信号以输出脉宽调制信号。

[0008] 本发明实施例提出的一种电压调节器包括：电感电流感测器、采样及保持模块以及脉宽调制比较器。其中，电感电流感测器感测电压调节器的电感电流以输出电流感测信号；采样及保持模块电性耦接至电感电流感测器以接收电流感测信号并在电压识别值的一稳态操作期间对电流感测信号进行采样以提供采样结果用于产生下调电压控制信号；脉宽调制比较器利用下调电压控制信号作为考虑因素来产生脉宽调制信号以调节电压调节器的输出电压。再者，采样及保持模块的采样结果在电压调节器的电压识别值的电压识别瞬变期间保持不变。

[0009] 在本发明的实施例中，上述之电压调节器可为电流模式电压调节器或者是电压模式电压调节器；当为电流模式电压调节器，电压调节器更可包括误差放大器，其中误差放大器根据电压调节器的输出电压的反馈值与电压识别值之间的差异输出误差信号，而脉宽调制比较器通过比较下调电压控制信号与误差信号以产生上述之脉宽调制信号；当为电压模式电压调节器，电压调节器更可包括下调电压控制模块以及误差放大器，其中下调电压控制模块根据采样及保持模块的采样结果产生下调电压控制信号，误差放大器根据电压调节器的输出电压的反馈值与复合信号之间的差异输出误差信号，此处的复合信号为由电压识别值与下调电压控制信号经由合并器复合而得，而脉宽调制比较器通过比较误差信号与斜坡信号以产生上述之脉宽调制信号。

[0010] 本发明实施例提出的另一种改善电压识别瞬变响应的方法，应用于电压调节器。本实施例的方法包括步骤：在电压调节器的电压识别值为第一设定值的第一稳态操作期间，采样电压调节器的电流感测信号以用于产生下调电压控制信号；在电压识别值从第一设定值改变至第二设定值的电压识别瞬变期间，停止采样电流感测信号以保持下调电压控制信号不变；以及在电压识别值为第二设定值的第二稳态操作期间，重新采样电压调节器的电流感测信号以用于产生下调电压控制信号。进一步地，本实施例中的方法更可包括步骤：将下调电压控制信号作为产生用于调节电压调节器的输出电压之脉宽调制信号的考虑因素。

[0011] 本发明实施例通过在下调电压控制信号的产生路径中提供采样及保持模块，以使 VID 瞬变期间电感电流的额外增加值或减少值对电压调节器产生的下调电压控制信号的影响被阻挡住，电压调节器的 VID 追逐速度仅会受到输出电压与 VID 差异值的影响，因此电压调节器能够在给定的 VID 瞬变稳定时间规格内将输出电压稳定至目标电压识别值。

[0012] 上述说明仅是本发明技术方案的概述，为了能够更清楚了解本发明的技术手段，而可依照说明书的内容予以实施，并且为了让本发明的上述和其它目的、特征和优点能够更明显易懂，以下特举实施例，并配合附图，详细说明如下。

附图说明

[0013] 图 1A 及图 1B 分别绘示出现有技术中在 VID 向上瞬变以及向下瞬变两种情形下电流感测信号与输出电压的状态示意图。

- [0014] 图 2 绘示出相关于本发明第一实施例的电流模式电压调节器的电路结构示意图。
- [0015] 图 3A 及图 3B 分别绘示出相关于本发明实施例之在 VID 向上瞬变以及向下瞬变两种情形下采样结果信号与输出电压的状态示意图。
- [0016] 图 4 绘示出相关于本发明第二实施例的电压模式电压调节器的电路结构示意图。

具体实施方式

[0017] 为更进一步阐述本发明为达成预定发明目的所采取的技术手段及功效,以下结合附图及较佳实施例,对依据本发明提出的改善电压识别瞬变响应的方法及电压调节器的具体实施方式、结构、特征及功效,详细说明如后。

[0018] 请参阅图 2,其绘示出相关于本发明第一实施例的电流模式 (current-mode) 电压调节器的电路结构示意图。如图 2 所示,电压调节器 100 接收输入电压 VIN 并根据脉宽调制信号 VPWM 对开关晶体管 HS-MOS 及 LS-MOS 进行控制来调节电感电流 IL 对输出电容 (图 2 中未绘示) 进行充放电以向负载 (例如 CPU) 提供输出电压 VOUT。本实施例中,电压调节器 100 主要包括:电感电流感测器 110、采样及保持模块 130、误差放大器 EA 以及脉宽调制比较器 PWMCP。

[0019] 电感电流感测器 110 根据接收到的电流感测电阻 Rs 两端的电压信号 ISEN_P 与 ISEN_N 来产生电流感测信号 VCS0;本实施例中,电感电流感测器 110 可为电压放大器。

[0020] 采样及保持模块 130 电性耦接至电感电流感测器 110 以接收电流感测信号 VCS0 并择机对电流感测信号 VCS0 进行采样以输出采样结果信号 VCS1 用于提供下调电压控制信号 VCS,本实施例中采样结果信号 VCS1 直接用作下调电压控制信号 VCS。

[0021] 误差放大器 EA 具有正相输入端 (+) 与反相输入端 (-),正相输入端 (+) 接收电压识别值 VID,当电压调节器 100 应用于向 CPU 提供工作电压时电压识别值 VID 可由 CPU 提供;反相输入端 (-) 接收输出电压 VOUT 的反馈值 FB。在此,误差放大器 EA 对所接收到的输出电压反馈值 FB 与电压识别值 VID 之间的差异进行放大处理以输出误差信号 COMP。

[0022] 脉宽调制比较器 PWMCP 具有正相输入端 (+) 与反相输入端 (-),其正相输入端 (+) 接收误差放大器 EA 输出的误差信号 COMP,而反相输入端 (-) 接收下调电压控制信号 VCS;本实施例中,脉宽调制比较器 PWMCP 通过比较所接收的误差信号 COMP 与下调电压控制信号 VCS 以产生脉宽调制信号 VPWM 来对开关晶体管 HS-MOS 及 LS-MOS 进行控制以实现对输出电压 VOUT 的调节。

[0023] 请一并参阅图 2、图 3A 及图 3B,其中图 3A 及图 3B 分别绘示出在 VID 向上瞬变以及向下瞬变两种情形下采样结果信号 VCS1 与输出电压 VOUT 的状态示意图。如图 3A 及图 3B 所示,在电压调节器 100 的工作期间,电感电流感测器 110 会持续感测电感电流 IL,(1)当处于电压识别值 VID 为 VID1(或 VID2)之稳态操作期间 (steady operation period),由采样及保持模块 130 采样电流感测信号 VCS0 并根据采样结果输出采样结果信号 VCS1 作为下调电压控制信号 VCS 并提供至脉宽调制比较器 PWMCP 的反相输入端 (-);(2)在电压识别值 VID 从 VID1(或 VID2)改变至 VID2(或 VID1)的电压识别瞬变期间,采样及保持模块 130 将根据接收到的停止采样指令 (例如由 CPU 发出) 停止对电流感测信号 VCS0 进行采样,其输出采样结果信号 VCS1 将保持不变,进而使得脉宽调制比较器 PWMCP 的反相输入端 (-) 所接收的下调电压控制信号 VCS 保持不变;(3)当处于电压识别值 VID 为 VID2(或

VID1) 之稳态操作期间,由采样及保持模块 130 重新采样电流感测信号 VCS0 并根据采样结果输出新的采样结果信号 VCS1 作为下调电压控制信号 VCS 并提供至脉宽调制比较器 PWMCP 的反相输入端 (-)。简言之,下调电压控制信号 VCS 作为脉宽调制比较器 PWMCP 产生脉宽调制信号 VPWM 的考虑因素之一,并且下调电压控制信号 VCS 在稳态操作期间会随电感电流 IL 而变化,但在电压识别瞬变期间则不会受到电感电流 IL 的额外增加值或减少值的影响而保持不变;因此在电压识别瞬变期间,输出电压 VOUT 能够在给定的 VID 瞬变稳定时间规格内稳定至目标 VID 值。

[0024] 比较相关于本发明实施例的图 3A 及 3B 与相关于现有技术的图 1A 及 1B 可清楚地发现:(a) 在现有技术中,感测电流信号 VCS0 在电压识别瞬变期间会跟随电感电流 IL 的变化而变化,致使图 1A 及 1B 所示的 VOUT 平均值会存在多个爬升或多个下降的斜率,从而导致输出电压 VOUT 的实际稳定时间 Ta 超出给定的 VID 瞬变稳定时间规格 Ts;(b) 而在本发明实施例中,由于增设了采样及保持模块 130,其输出的采样结果信号 VCS1 在电压识别瞬变期间不会跟随电感电流 IL 变化而是保持不变,以致于 VOUT 平均值例如可以按照图 3A 及 3B 所示的单一斜率爬升或下降,进而使得输出电压 VOUT 能够在 VID 瞬变稳定时间规格内稳定至目标值,达成发展本案之目的。

[0025] 请参阅图 4,其绘示出相关于本发明第二实施例的电压模式 (voltage-mode) 电压调节器的电路结构示意图。如图 4 所示,电压调节器 300 接收输入电压 VIN 并根据脉宽调制信号 VPWM 对开关晶体管 HS-MOS 及 LS-MOS 进行控制来调节电感电流 IL 对输出电容 (图 4 中未绘示) 进行充放电以向负载提供输出电压 VOUT。本实施例中,电压调节器 300 主要包括:电感电流感测器 310、采样及保持模块 330、下调电压控制模块 350、合并器 370、误差放大器 EA 以及脉宽调制比较器 PWMCP。

[0026] 电感电流感测器 310 根据接收到的电流感测电阻 Rs 两端的电压信号 ISEN_P 与 ISEN_N 来产生电流感测信号 VCS0;本实施例中,电感电流感测器 310 可为电压放大器。

[0027] 采样及保持模块 330 电性耦接至电感电流感测器 310 以接收电流感测信号 VCS0,并择机对电流感测信号 VCS0 进行采样以输出采样结果信号 VCS1 用于提供下调电压控制信号 VCS。

[0028] 下调电压控制模块 350 电性耦接至采样及保持模块 330 以接收采样结果信号 VCS1 并根据采样结果信号 VCS1 输出下调电压控制信号 VCS;下调电压控制模块 350 输出的下调电压控制信号 VCS 透过合并器 370 与电压识别值 VID 合并后形成复合信号输入至误差放大器 EA。

[0029] 误差放大器 EA 具有正相输入端 (+) 与反相输入端 (-),其正相输入端 (+) 接收电压识别值 VID 与下调电压控制信号 VCS 合并后的复合信号,当电压调节器 300 应用于向 CPU 提供工作电压时电压识别值 VID 可由 CPU 提供;误差放大器 EA 的反相输入端 (-) 接收输出电压 VOUT 的反馈值 FB。在此,误差放大器 EA 对所接收到的输出电压反馈值 FB 与复合信号之间的差异进行放大处理以输出误差信号 COMP。

[0030] 脉宽调制比较器 PWMCP 具有正相输入端 (+) 与反相输入端 (-),其正相输入端 (+) 接收误差放大器 EA 输出的误差信号 COMP,而反相输入端 (-) 接收斜坡信号 RAMP;本实施例中,脉宽调制比较器 PWMCP 通过比较所接收的误差信号 COMP 与斜坡信号 RAMP 以产生脉宽调制信号 VPWM 来对开关晶体管 HS-MOS 及 LS-MOS 进行控制以实现对输出电压 VOUT 的调

节。

[0031] 请一并参阅图 4、图 3A 及图 3B，于电压调节器 300 的工作期间，电感电流感测器 310 会持续感测电感电流 IL，(1) 当处于电压识别值 VID 为 VID1(或 VID2) 之稳态操作期间，由采样及保持模块 330 采样电流感测信号 VCS0 并根据采样结果输出采样结果信号 VCS1 至下调电压控制模块 350，以由下调电压控制模块 350 根据采样结果信号 VCS1 输出下调电压控制信号 VCS；(2) 在电压识别值 VID 从 VID1(或 VID2) 改变至 VID2(或 VID1) 的电压识别瞬变期间，采样及保持模块 330 将根据接收到的停止采样指令（例如由 CPU 发出）而停止对电流感测信号 VCS0 进行采样，其输出结果信号 VCS1 将保持不变，进而使得下调电压控制模块 350 输出的下调电压控制信号 VCS 保持不变，致使误差放大器 EA 的正相输入端 (-) 所接收的复合信号保持不变；(3) 当处于电压识别值 VID 为 VID2(或 VID1) 之稳态操作期间，由采样及保持模块 330 重新采样电流感测信号 VCS0 并根据采样结果输出新的采样结果信号 VCS1，再由下调电压控制模块 350 输出新的下调电压控制信号 VCS。简言之，下调电压控制信号 VCS 作为脉宽调制比较器 PWMCP 产生脉宽调制信号 VPWM 的考虑因素之一，并且下调电压控制信号 VCS 在稳态操作期间会随电感电流 IL 而变化，但在电压识别瞬变期间则不会受到电感电流 IL 的额外增加值或减少值的影响而保持不变；因此在电压识别瞬变期间，输出电压 VOUT 能够在给定的 VID 瞬变稳定时间规格内稳定至目标 VID 值。

[0032] 综上所述，本发明实施例通过在下调电压控制信号的产生路径中提供采样及保持模块，以使 VID 瞬变期间电感电流的额外增加值或减少值对电压调节器产生的下调电压控制信号的影响被阻挡住，电压调节器的 VID 追逐速度仅会受到输出电压与 VID 差异值的影响，因此电压调节器能够在给定的 VID 瞬变稳定时间规格内将输出电压稳定至目标电压识别值。

[0033] 以上所述，仅是本发明的实施例而已，并非对本发明作任何形式上的限制，虽然本发明已以实施例揭露如上，然而并非用以限定本发明，任何熟悉本专业的技术人员，在不脱离本发明技术方案范围内，当可利用上述揭示的技术内容作出些许更动或修饰为等同变化的等效实施例，但凡是未脱离本发明技术方案内容，依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰，均仍属于本发明技术方案的范围内。

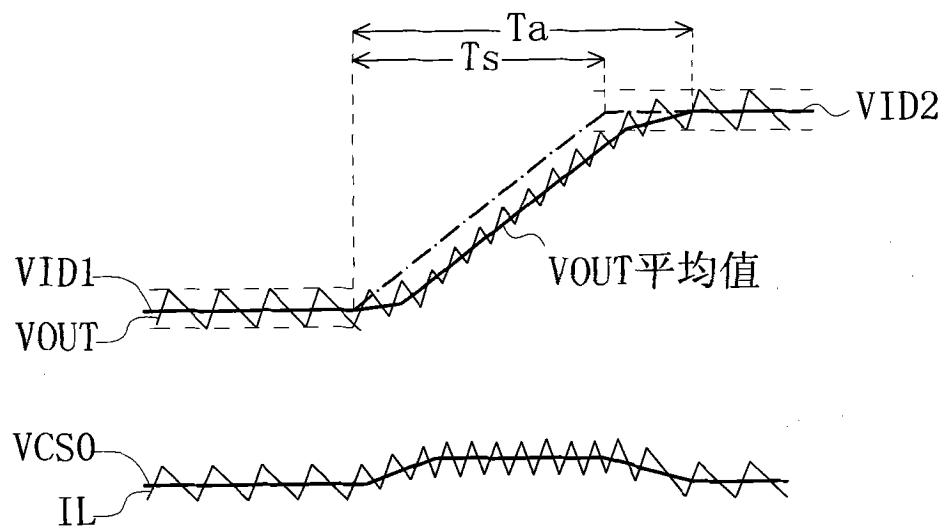


图 1A

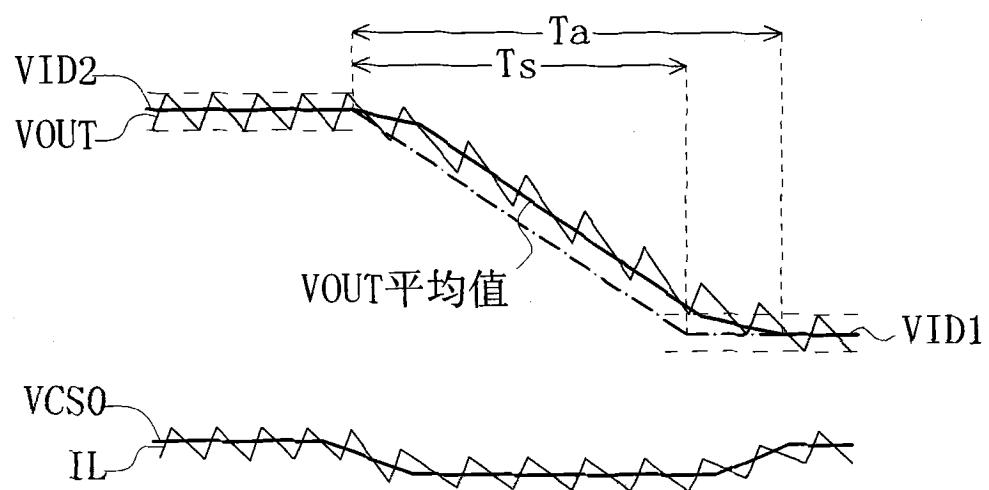


图 1B

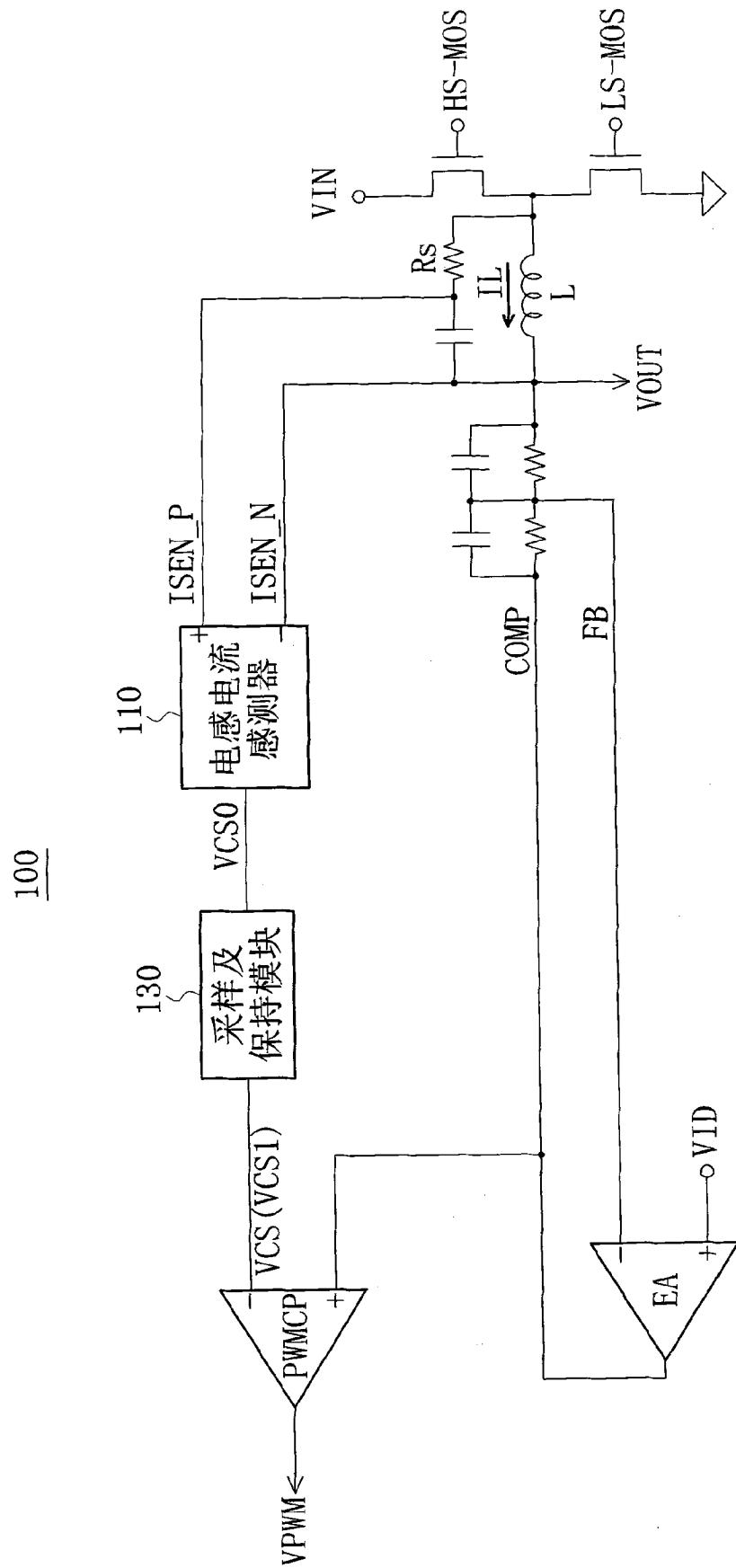
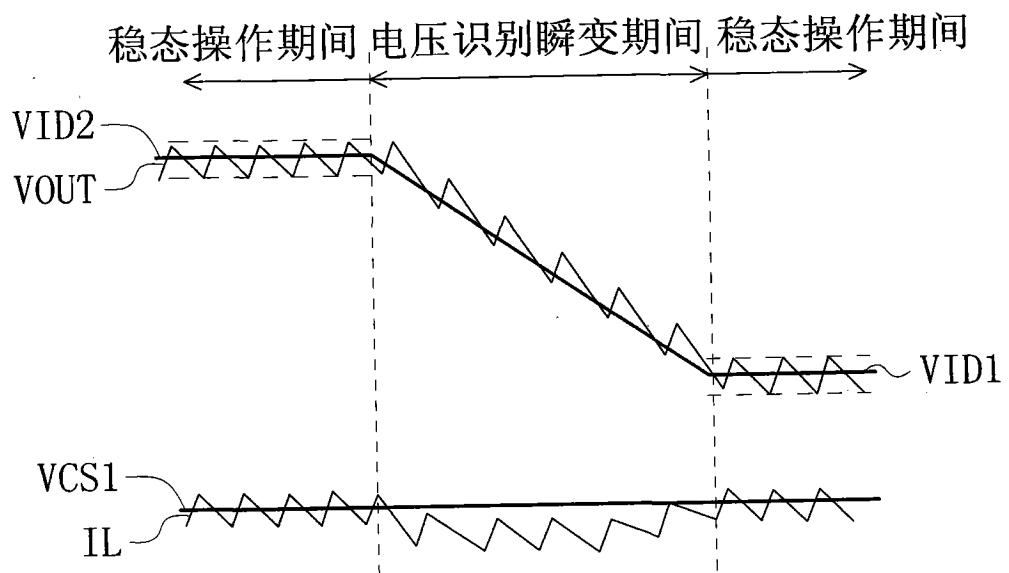
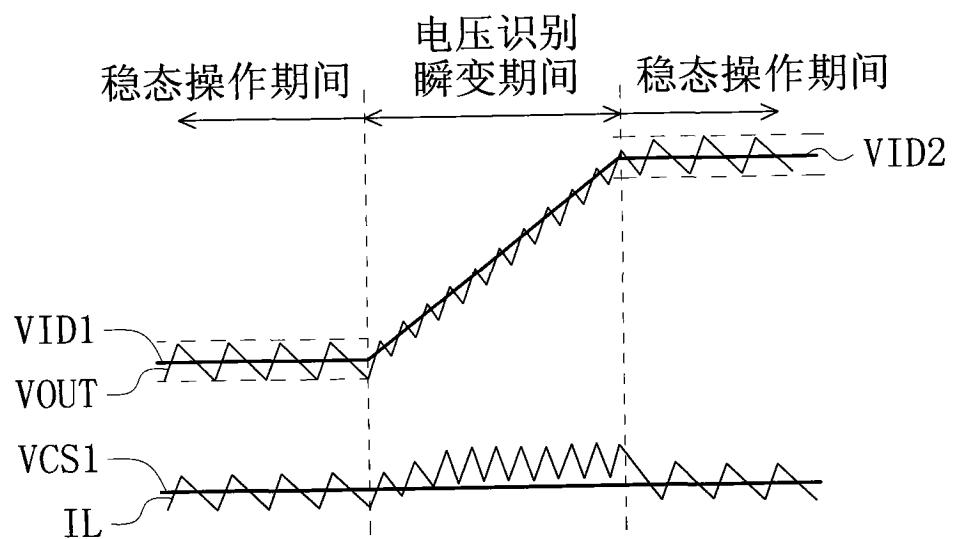


图 2



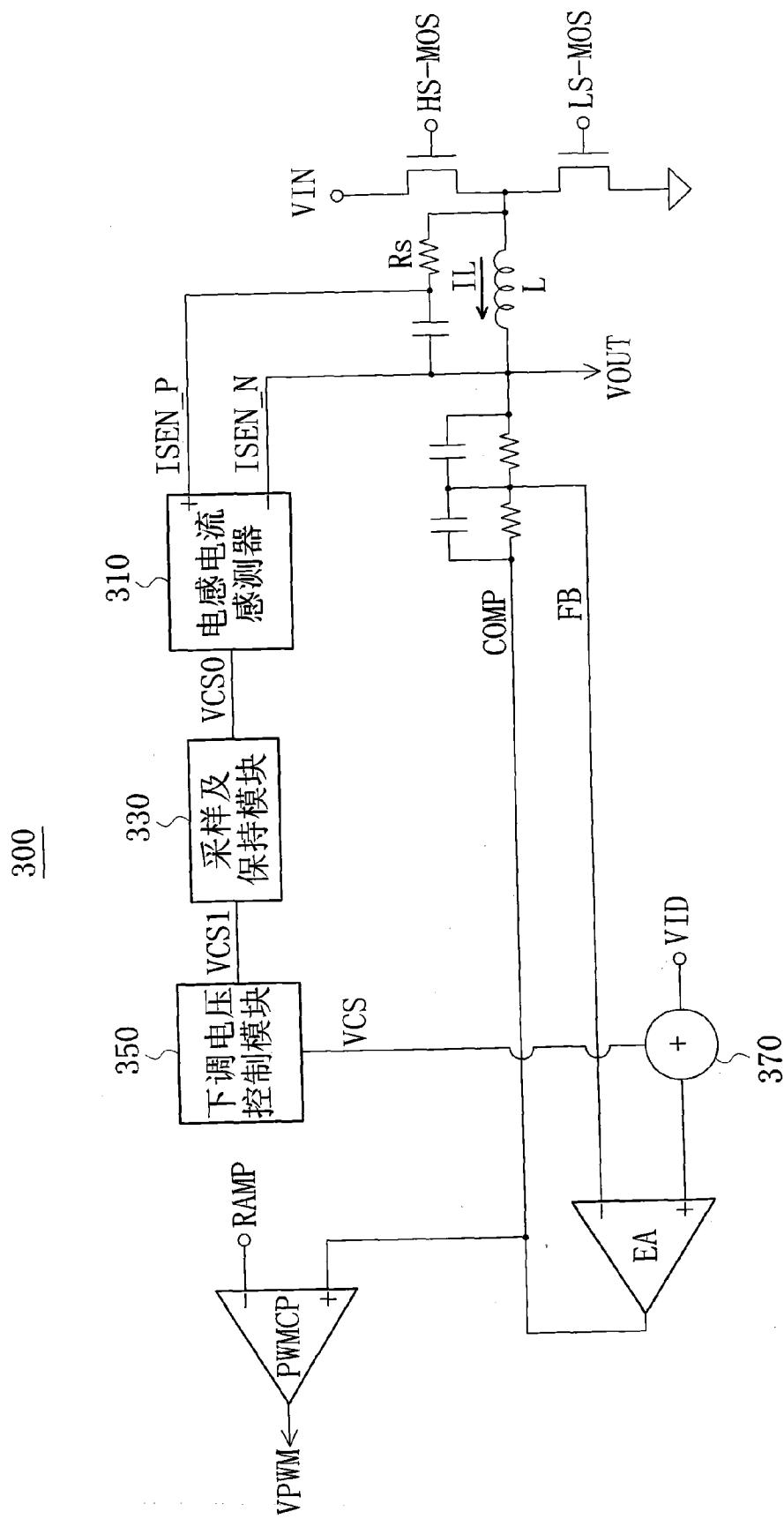


图 4