

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102055311 B

(45) 授权公告日 2013.04.24

(21) 申请号 200910201735.X

(22) 申请日 2009.10.29

(73) 专利权人 炬力集成电路设计有限公司
地址 519085 广东省珠海市唐家湾镇哈工大
路1号15栋-A101

(72) 发明人 刘文俊 肖丽荣 刘永根 熊江

(74) 专利代理机构 上海明成云知识产权代理有
限公司 31232
代理人 成春荣 竺云

(51) Int. Cl.
H02M 1/36 (2007.01)

(56) 对比文件
CN 10207327 A, 2008.06.25, 全文.
US 2006/0103361 A1, 2006.05.18, 全文.
审查员 黄勇

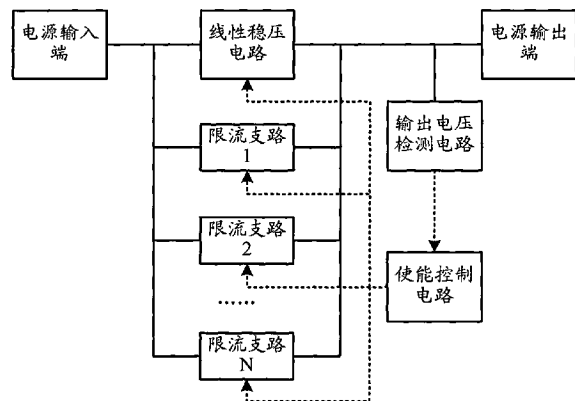
权利要求书2页 说明书9页 附图11页

(54) 发明名称

线性稳压电源装置及其软启动方法

(57) 摘要

本发明涉及电源技术领域,公开了一种线性稳压电源装置及其软启动方法。本发明中,在电源输入端和电源输出端之间设置至少两个限流支路,逐级使能各限流支路,以逐渐增大的电流给输出端电容充电以及给输出电路中的负载供电,等输出电压上升到一定值之后,再使能线性稳压电路并关闭限流支路,从而减轻或防止了线性稳压源启动瞬间的冲击电流。



1. 一种线性稳压电源装置,包括:电源输入端、电源输出端、和连接在该电源输入端和电源输出端之间的线性稳压电路,其特征在于,还包括:

N 个限流支路,以并联方式连接在所述电源输入端和电源输出端之间,每个限流支路能够提供的电流均不超过线性稳压电路可提供的电流的 $1/2$, N 为大于 1 的整数;

使能控制电路,用于在所述装置启动时,以预定的延时依次使能各个所述限流支路;

输出电压检测电路,用于检测电源输出端的输出电压或其比例分量是否达到预定值,如果达到则使能所述线性稳压电路。

2. 根据权利要求 1 所述的线性稳压电源装置,其特征在于,所述限流支路是电流源电路。

3. 根据权利要求 2 所述的线性稳压电源装置,其特征在于,所述使能控制电路还用于在所述线性稳压电路被使能后关闭各个所述电流源电路。

4. 根据权利要求 3 所述的线性稳压电源装置,其特征在于,所述使能控制电路在所述线性稳压电路被使能后,先经过一段预定延时,再关闭各个所述电流源电路。

5. 根据权利要求 4 所述的线性稳压电源装置,其特征在于,各所述电流源电路可提供的电流均不超过所述线性稳压电路输出电流的十分之一。

6. 根据权利要求 5 所述的线性稳压电源装置,其特征在于,所述电流源电路的数目为 3 个或 4 个。

7. 根据权利要求 6 所述的线性稳压电源装置,其特征在于,所述使能控制电路包括:

N 个电流源使能电路,分别用于使能或关闭 N 个所述电流源电路;

使能时序控制电路,用于利用 N 个所述电流源使能电路,在所述装置启动时,以预定的延时依次使能 N 个所述电流源电路;

线性稳压电路使能电路,用于使能或关闭所述线性稳压电路;所述输出电压检测电路在检测到输出电压或其分量达到预定值时,通过所述线性稳压电路使能电路间接地使能所述线性稳压电路。

8. 根据权利要求 1 所述的线性稳压电源装置,其特征在于,所述线性稳压电路包括 N 个稳压管和一个运放电路,该运放电路的输出端与 N 个稳压管的栅极连接, N 个稳压管以并联方式连接在所述电源输入端和电源输出端之间,其中 N 个稳压管的源极连接在电源输入端,漏极连接在电源输出端;

所述 N 个限流支路由所述线性稳压电路中的 N 个稳压管实现。

9. 根据权利要求 8 所述的线性稳压电源装置,其特征在于,每个所述稳压管可提供的最大电流为所述线性稳压电路输出电流的 N 分之一。

10. 根据权利要求 9 所述的线性稳压电源装置,其特征在于,所述使能控制电路包括:

N 个稳压管使能电路,分别用于使能 N 个作为限流支路的所述稳压管;

使能时序控制电路,用于利用 N 个所述稳压管使能电路,在所述装置启动时,以预定的延时依次使能 N 个所述稳压管;

运放电路的使能控制电路,用于使能或关闭所述线性稳压电路中的运放电路,从而使能或关闭所述线性稳压电路;所述输出电压检测电路在检测到输出电压或其分量达到预定值时,通过所述运放电路的使能控制电路间接地使能所述线性稳压电路。

11. 根据权利要求 10 所述的线性稳压电源装置,其特征在于,每个所述稳压管使能电

路包括一个场效应管,该场效应管的源极与一个相应的稳压管的栅极连接,漏极接地,栅极与所述使能时序控制电路的一个控制信号连接,用于在所述使能时序控制电路的控制信号从低变高时,使能相应的稳压管开始工作。

12. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的线性稳压电源装置,其特征在于,所述输出电压检测电路检测到的检测电压低于所述线性稳压电路中反馈的反馈电压。

13. 根据权利要求 12 所述的线性稳压电源装置,其特征在于,所述输出电压检测电路的检测电压与所述线性稳压电路的反馈电压的差值在 10 至 50mV 的范围内。

14. 根据权利要求 13 所述的线性稳压电源装置,其特征在于,所述输出电压检测电路与所述线性稳压电路使用同一个参考电压;

所述输出电压检测电路的检测电压与所述线性稳压电路的反馈电压从同一条支路上获取。

15. 一种线性稳压电源装置软启动方法,其特征在于,所述装置包括电源输入端、电源输出端、和线性稳压电路,包括以下步骤:

以预定的延时依次使能 N 个限流支路,所述 N 个限流支路以并联方式连接在电源输入端和电源输出端之间,N 为大于 1 的整数;

检测输出电压或其分量是否达到预定值,如果达到则直接或间接地使能连接在所述电源输入端和电源输出端之间的线性稳压电路,每个所述限流支路能够提供的电流均不超过线性稳压电路可提供的电流的 1/2。

16. 根据权利要求 15 所述的线性稳压电源装置软启动方法,其特征在于,所述限流支路是电流源电路;

所述方法还包括以下步骤:

在所述线性稳压电路被使能后关闭各个所述电流源电路。

17. 根据权利要求 15 所述的线性稳压电源装置软启动方法,其特征在于,所述限流支路是有限流功能的稳压管;

所述方法还包括以下步骤:

所述有限流功能的稳压管在启动完成后作为并联的线性稳压管由所述线性稳压电路中的运放电路同时控制。

线性稳压电源装置及其软启动方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电源技术领域,特别涉及线性稳压电源装置的软启动技术。

背景技术

[0002] 稳压电源通常分为线性稳压电源和开关稳压电源。线性稳压电源的特点是起电压调整功能的器件始终工作在线性放大区,从而具有优良的纹波及动态响应特性。图 1 为传统的线性稳压电源的基本框图。它由电源输入端 01,稳压电路 02,电源输出端 03 和使能控制电路 04 四个部分组成。

[0003] 图 2 为一具体电路图实例。使能控制电路 04 通过使能信号 Enable 来控制该稳压电路的开启与关闭,Enable 为高电平时有效。整个电路工作过程如下:当 Enable 由低变高时,线性稳压电源开始工作,电源输入端通过稳压电路给电源输出电路中的电容 C2 充电以及给输出电路中的负载 RL 供电,导致电源输入端出现如图 3 虚线所示的瞬间冲击电流。

[0004] 如此大的瞬间冲击电流可能烧坏电路和走线,也会将电源输入端的电压拉低,如图 3 中 VIN 电压信号所示,导致由电源输入端供电的其它电路出现不稳定甚至无法继续工作。因此在线性稳压电源中需要设置防止冲击电流的软启动电路,以保证线性稳压电源的输入端可正常可靠的运行。软启动 (softstart) 是指,当需要通过电源给外部设备供电时,电源必须控制其输出电源上电 (power up) 的速度,使输出电源在最初一段时间缓慢增加,以减轻各种电源元器件的压力。

[0005] 为了解决瞬间冲击电流的问题,公开号为 CN 101207327A 的中国专利提出了一种电源软启动装置。该电源软启动装置包括电源输入端、分压调节电路、第一延时电路、第一开关电路、第二延时电路、第二开关电路和电源输出端。分压调节电路用于将来自电源输入端的输入电流导向第一延时电路,并为第一开关电路提供第一开启电压;第一延时电路用于接收输入电流进行延时动作;第一开关电路用于在第一延时电路延时动作完成后,接收第一开启电压并打开,同时将输入电流导向第二延时电路并为第二开关电路提供第二开启电压;第二延时电路用于接收输入电流进行延时动作;第二开关电路用于在第二延时电路延时动作完成后,接收第二开启电压并打开,同时将输入电流导向电源输出端以输出。该装置的基本原理框图如图 4 所示,具体电路图实例如图 5 所示。

[0006] 该专利技术方案的缺点在于,电源输入端的输入电流经过 2 级延时才导向电源输出端,虽然可防止启动时输入端的冲击电流,但是在实际工作时,延时电路可能会造成整个电路的响应速度变慢,不利于输出端大负载电流变化时的应用。另外,控制电路中电阻电容过多,RC 效应可能使输出端在一定的负载电流下不稳定,输出电压容易产生震荡。再者,电容及稳压二极管均不宜集成到硅片上,整个软启动装置无法实现集成。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种线性稳压电源装置及其软启动方法,可以减轻或防止线性稳压源启动瞬间的冲击电流,且响应较快,输出电压稳定,适于集成到硅片。

[0008] 为解决上述技术问题,本发明的实施方式提供了一种线性稳压电源装置,包括:电源输入端、电源输出端、和连接在该电源输入端和电源输出端之间的线性稳压电路,还包括:

[0009] N个限流支路,以并联方式连接在电源输入端和电源输出端之间,每个限流支路能够提供的电流均不超过线性稳压电路可提供的电流的 $1/2$,N为大于1的整数;

[0010] 使能控制电路,用于在装置启动时,以预定的延时依次使能各个限流支路;

[0011] 输出电压检测电路,用于检测输出电压或其分量是否达到预定值,如果达到则使能线性稳压电路。

[0012] 本发明的实施方式还提供了一种线性稳压电源装置软启动方法,包括以下步骤:

[0013] 以预定的延时依次使能N个限流支路,N个限流支路以并联方式连接在电源输入端和电源输出端之间,N为大于1的整数;

[0014] 检测输出电压或其分量是否达到预定值,如果达到则直接或间接地使能连接在电源输入端和电源输出端之间的线性稳压电路,每个限流支路能够提供的电流均不超过线性稳压电路可提供的电流的 $1/2$ 。

[0015] 本发明实施方式与现有技术相比,主要区别及其效果在于:

[0016] 在电源输入端和电源输出端之间设置至少两个限流支路,逐级使能各限流支路,以逐渐增大的电流给输出端电容充电以及给输出电路中的负载供电,等输出电压上升到一定值之后再使能线性稳压电路,从而防止了使能线性稳压电路的瞬间在电源输入端产生瞬间冲击电流,使电源输入端保持稳定,保证了与电源输入端相连的其他电路仍可以正常可靠地运行。整个电源一启动就开始有电压和电流的输出,响应速度较快,控制电路中可以不使用电容,使输出端即使在较大的负载电流下也能够保持稳定,输出电压不容易产生震荡。因为可以不使用电容和稳压二极管,所以该线性稳压电源装置适于集成在硅片上,从而在大批量生产时成本可以大大降低。

[0017] 进一步地,在线性稳压电路被使能后关闭各电流源电路,可以使整个稳压电源装置进入正常工作状态。

[0018] 进一步地,每个电流源电路可提供的电流不超过线性稳压电路电流的十分之一,可以使输出电流和电压以较为平缓的方式上升,进一步减轻了冲击电流的幅度。

[0019] 进一步地,设置3、4个电流源电路,可以防止出现线性稳压电路已使能后还有部分电流源电路没有被使能的情况出现,防止部分电流源电路被浪费。

[0020] 进一步地,输出电压检测电路的检测电压比线性稳压电路的反馈电压略低,可防止在使能线性稳压电路的瞬间造成输出电压过冲。

[0021] 进一步地,输出电压检测电路与线性稳压电路的电压反馈电路共用部分电路,可以节省总集成电路面积。参考电压的形成通常需要多个元件,输出电压检测电路与线性稳压电路共用同一个参考电压,可以节省不少元件,只需要增加一个电阻就在同一个支路上同时获得了输出电压检测电路的检测电压与线性稳压电路的反馈电压,进一步节省了元件,降低了成本。

附图说明

[0022] 图1为传统的线性稳压电源的基本框图;

- [0023] 图 2 是现有技术中线性稳压电源的一个电路图实例；
- [0024] 图 3 是现有技术中线性稳压电源的电流和电压在启动时随时间变化情况的示意图；
- [0025] 图 4 是现有专利技术中电源软启动装置基本原理框图；
- [0026] 图 5 是现有专利技术中电源软启动装置具体电路图实例；
- [0027] 图 6 是本发明第一实施方式中线性稳压电源装置原理框图；
- [0028] 图 7 是本发明第二实施方式中线性稳压电源装置原理框图；
- [0029] 图 8 是本发明第二实施方式中线性稳压电源装置的一个具体电路图；
- [0030] 图 9 是本发明第二实施方式中线性稳压电源装置的控制时序图；
- [0031] 图 10 是本发明第二实施方式中输入端电流 / 电压以及输出端电压变化图；
- [0032] 图 11 是本发明第三实施方式中线性稳压电源装置原理框图；
- [0033] 图 12 是本发明第三实施方式中线性稳压电源装置的一个具体电路图；
- [0034] 图 13 是本发明第三实施方式中线性稳压电源装置的控制时序图；
- [0035] 图 14 是本发明第三实施方式中输入端电流 / 电压以及输出端电压变化图。

具体实施方式

[0036] 在以下的叙述中,为了使读者更好地理解本申请而提出了许多技术细节。但是,本领域的普通技术人员可以理解,即使没有这些技术细节和基于以下各实施方式的种种变化和修改,也可以实现本申请各权利要求所要求保护的技术方案。

[0037] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明的实施方式作进一步地详细描述。

[0038] 本发明第一实施方式涉及一种线性稳压电源装置,其结构如图 6 所示,图中的虚线代表使能信号。该线性稳压电源装置包括:

[0039] 电源输入端、电源输出端、线性稳压电路、N 个限流支路、使能控制电路和输出电压检测电路。

[0040] 线性稳压电路连接在该电源输入端和电源输出端之间,起到在正常工作状态下输出稳压电流的作用。

[0041] N 个限流支路(图 6 中的限流支路 1、限流支路 2、……、限流支路 N),以并联方式连接在电源输入端和电源输出端之间,每个限流支路能够提供的电流均不超过线性稳压电路可提供的电流的 $1/2$, N 为大于 1 的整数。限流支路的实现形式可以是多种多样的,只要能够实现限流的功能就可以了。在第二和第三实施方式中提出了两种限流支路的具体实现形式,不过本发明中的限流支路并不限于这两种具体形式。

[0042] 输出电压检测电路,用于检测输出电压或其分量是否达到预定值,如果达到则直接或间接地使能线性稳压电路。

[0043] 使能控制电路,用于在装置启动时,以预定的延时依次使能各个限流支路。

[0044] 使能控制电路还具有使能线性稳压电路的功能,其使能线性稳压电路可使用直接或间接的方式,图 6 中示出了输出电压检测电路通过使能控制电路间接使能线性稳压电路。当然,在本发明的其它实施方式中,输出电压检测电路也可以直接使能线性稳压电路。

[0045] 在电源输入端和电源输出端之间设置至少两个限流支路,逐级使能各限流支路,

以逐渐增大的电流给输出端电容充电以及给输出电路中的负载供电,等输出电压上升到一定值之后再使能线性稳压电路,从而防止了使能线性稳压电路的瞬间在电源输入端产生瞬间冲击电流,使电源输入端保持稳定,保证了与电源输入端相连的其他电路仍可以正常可靠地运行。整个电源一启动就开始有电压和电流的输出,响应速度较快,控制电路中可以不使用电容,使输出端即使在较大的负载电流下也能够保持稳定,输出电压不容易产生震荡。因为可以不使用电容和稳压二极管,所以该线性稳压电源装置适于集成在硅片上,从而在大批量生产时成本可以大大降低。

[0046] 本发明第二实施方式涉及一种线性稳压电源装置。

[0047] 第二实施方式是第一实施方式的一种变化形式,其特点在于使用电流源电路作为限流支路。

[0048] 第二实施方式的原理框图如图 7 所示,该性稳压电源装置包括:

[0049] 电源输入端 10、线性稳压电路 20、电源输出端 30、N 个电流源电路 (4011 至 401N)、使能控制电路 40 和输出电压检测电路 50。

[0050] 电源输入端 10 是整个线性稳压电源的电源来源,通常带有一个电容,起滤波和稳压的作用。

[0051] 线性稳压电路 20 是传统线性稳压电路,在输出端带一定负载电流时可给输出端提供一个稳定的电压。

[0052] 电源输出端 30 是一个稳定的电压输出。

[0053] N 个电流源电路 (4011 至 401N) 以并联方式连接在电源输入端和电源输出端之间。各电流源电路可提供的电流大小可以是相同的,也可以是不同的。电流源电路是一种现有技术,可以有多种实现方式,具体的实现方式可以大学相关教科书中找到,这里不进行详细描述。

[0054] 优选地,各电流源电路可提供的电流均不超过线性稳压电路输出电流的十分之一。这样可以使输出电流和电压以较为平缓的方式上升,进一步减轻冲击电流的幅度。

[0055] 优选地,电流源电路的数目为 3 个或 4 个。设置 3、4 个电流源电路是一种较佳的配置,可以防止出现线性稳压电路已使能后还有部分电流源电路没有被使能的情况出现,防止部分电流源电路被浪费。此外,可以理解,电流源电路的数目也可以为 2 个,或 4 个以上。

[0056] 使能控制电路 40 包括:

[0057] 线性稳压电路使能电路 400,用于使能或关闭线性稳压电路。

[0058] N 个电流源使能电路,分别用于使能或关闭 N 个电流源电路。使能一个电流源属于现有技术,这里不进行详细介绍了。即图 7 中的第一电流源使能电路 EN4011、第二电流源使能电路 EN4012……以及第 N 电流源使能电路 EN401N。电流源使能电路一种表现形式为 N 个电子开关(例如可以用开关晶体管或场效应管实现),“使能时序控制电路”通过这 N 个电子开关控制 N 个电流源电路。

[0059] 使能时序控制电路 402,用于利用 N 个电流源使能电路,在装置启动时,以预定的延时依次使能 N 个电流源电路。依次使能各电流源电路时,各电流源电路被使能的延时可以是相同的,也可以是不同的。例如,有 3 路电流源电路(电流源 1、电流源 2 和电流源 3)被依次使能。电流源 1 和电流源 2 之间的延时是 T_1 ,电流源 2 和 3 之间的延时是 T_2 , T_1 可

以等于 T_2 , T_1 也可以不等于 T_2 。

[0060] 使能控制电路 40 还用于在线性稳压电路被使能后关闭各个电流源电路。在线性稳压电路被使能后关闭各电流源电路,可以使整个稳压电源装置进入正常工作状态。优选地,使能控制电路在线性稳压电路被使能后,先经过一段预定延时,再关闭各个电流源电路。

[0061] 输出电压检测电路 50,用于检测输出电压或其分量是否达到预定值,如果达到则直接或间接地使能线性稳压电路 20。本实施方式中,输出电压检测电路 50 间接地通过线性稳压电路使能电路 400 实现线性稳压电路 20 的使能。

[0062] 图 8 是本实施方式的一个具体电路图。图 9 则示出了整个线性稳压电源软启动的控制时序图。下面结合图 8 和图 9 来阐述整个电路的工作过程。

[0063] 使能信号 Enable 作为一个输入信号连接到使能时序控制电路 402。当 Enable 信号从低变为高时,即从无效变为有效时,使能时序控制电路 402 控制其输出信号 EN4011_Control 从低变高,并传送到第一电流源使能电路 EN4011 控制第一电流源电路 4011 开始工作,给电源输出端电容 C2 充电及给负载 RL 供电,电源输出端电压 VOUT 开始升高。

[0064] 经过一段时间 T_{delay1} 的延时后,使能时序控制电路 402 控制其输出信号 EN4012_Control 从低变高,并传送到第二电流源使能电路 EN4012 控制第二电流源电路 4012 开始工作,此时第一电流源电路 4011 和第二电流源电路 4012 同时给电源输出端电容 C2 充电及给负载 RL 供电,电源输出端电压 VOUT 上升到更高的电压值。

[0065] 再经过一段时间 T_{delay2} 的延时后,使能时序控制电路 402 控制其输出信号 EN4013_Control 从低变高,并传送到第三电流源使能电路 EN4013 控制第三电流源电路 4013 开始工作,此时第一电流源电路 4011 和第二电流源电路 4012 以及第三电流源电路 4013 同时给电源输出端电容 C2 充电及给负载 RL 供电,电源输出端电压上升到更高的电压值。

[0066] 再经过一段时间 T_{delayN} 的延时后,使能时序控制电路 402 控制其输出信号 EN401N_Control 从低变高,并传送到第 N 电流源使能电路 EN401N 控制第 N 电流源电路 401N 开始工作,此时第一电流源电路 4011、第二电流源电路 4012、第三电流源电路 4013 以及第 N 电流源电路 401N 同时给电源输出端电容 C2 充电及给负载 RL 供电,电源输出端电压上升到更高的电压值。

[0067] 在电流源电路逐渐被使能给输出电容充电和给输出端负载供电的同时,输出电压检测电路 50 检测输出端电压,并将其分压值 V_2 与参考电压 V_{ref} 比较,当判断到输出端电压分压值 V_2 大于参考电压 V_{ref} 时,EN_Control 信号由低变高,并传达到使能时序控制电路 402。

[0068] 当使能时序控制电路 402 接收到 EN_Control 信号由低变高后,使能时序控制电路 402 控制其输出信号 EN400_Control 从低变高,并传送到线性稳压电路使能控制电路 400,从而使能线性稳压电路 20,线性稳压电路开始工作,给输出端提供电流供给和稳压功能。

[0069] 至此,整个软启动过程结束。

[0070] 图 10 示出了本实施方式的输入端电流 / 电压以及输出端电压变化图。

[0071] 优选地,输出电压检测电路的检测电压最好略低于线性稳压电路的反馈电压,这样可防止在使能线性稳压电路的瞬间造成输出电压过冲。一种优选地实现方式如图 8 所

示。图 8 中 V1 是线性稳压电路的反馈电压, V2 是输出电压检测电路的检测电压, 通过在 R1、R2 和 R3 所构成的支路上依次选取 V1 和 V2, 可以实现 $V1 > V2$ 。

[0072] 当 V2 比 V1 略低时, 电流源电路会将输出电压 VOUT 充电到比应用需求电压略高一点 (至于高多少, 取决于 R2 电阻与其它电阻的比例大小, 是可控的), 此时再将线性稳压电路使能。即使线性稳压电路被使能了, 但是因为 VOUT 电压已经高于应用需求电压了, 所以稳压管处于截至状态, 直到 VOUT 上的电压由于负载而下降到低于应用需求电压了, 线性稳压电路才会进入稳压调节阶段, 可以看出, 输出电压 VOUT 就是加在 R1、R2、R3 上的整体电压, 而检测电压 V2 是输出电压 VOUT 的一个比例分量, $V2 = V_{out} * (R2+R3)/(R1+R2+R3)$ 。当然, 在本发明的其它实施方式中, 也可以使用 VOUT 整体作为检测电压。

[0073] 如果 V2 比 V1 高, 那么当电流源电路将输出电压 VOUT 充电到比应用需求电压略低一些时, 就会使能线性稳压电路。因为输出电压比应用需求电压低, 所以稳压管立刻导通。稳压管的瞬间导通将可能造成输出端电压过冲, 因为导通电流不可控制, 所以过冲电压量也不能被控制。V2 比 V1 高得越多, 导通电流和过冲电压量越大。

[0074] 为了保证电流源电路不会将 VOUT 过冲太多, 就要注意 R2 电阻与其它 R1、R3 电阻的比例取值。通过 R1、R2、R3 的阻值选取可以控制 VOUT 过冲电压量。一般保证 VOUT 过冲电压控制在 10-50mV 以内为最佳。

[0075] 如: 参考电压 $V_{ref} = 1V$, 应用需求电压为 3V, R1 取 200K, 那么 $(R2+R3)/1V = R1/(3V-1V) \rightarrow (R2+R3) = 100K$, 当 $R2/R3 = 1/100$ 时, 可控制 VOUT 过冲电压为 30.3mV。

[0076] 又如: 参考电压 $V_{ref} = 1.5V$, 应用需求电压为 3V, R1 取 200K, 那么 $(R2+R3)/1.5V = R1/(3V-1.5V) \rightarrow (R2+R3) = 200K$, 当 $R2/R3 = 1/199$ 时, 可控制 VOUT 过冲电压为 15mV。

[0077] 在图 8 的电图中, 输出电压检测电路与线性稳压电路使用同一个参考电压。并且, 输出电压检测电路的检测电压 V2 与线性稳压电路的反馈电压 V2 从同一条支路 (由 R1、R2 和 R3 构成) 上获取。

[0078] 输出电压检测电路与线性稳压电路的电压反馈电路共用部分电路, 可以节省总集成电路面积。参考电压的形成通常需要多个元件, 输出电压检测电路与线性稳压电路共用同一个参考电压, 可以节省不少元件, 只需要增加一个电阻就在同一个支路上同时获得输出电压检测电路的检测电压与线性稳压电路的反馈电压, 进一步节省了元件。

[0079] 本发明第三实施方式涉及一种线性稳压电源装置。

[0080] 第三实施方式是第一实施方式的另一种变化形式, 其特点在于在线性稳压电路中使用了 N 个并联的稳压管, 并且这 N 个稳压管同时兼作 N 个限流支路, 也就是说, N 个限流支路由线性稳压电路中的 N 个稳压管实现。

[0081] 第三实施方式的原理框图如图 11 所示, 该性稳压电源装置包括:

[0082] 电源输入端 100、线性稳压电路 200、电源输出端 300、使能控制电路 4000 和输出电压检测电路 500。

[0083] 电源输入端 100 是整个线性稳压电源的电源来源, 通常带有一个电容, 起滤波和稳压的作用。

[0084] 线性稳压电路 200 与传统线性稳压电路相比, 区别在于线性稳压电路 200 由 N 路稳压管组成 (N 大于等于 2), 通过运放电路 (即运算放大器) 的控制, 可使得输出端带一定负载电流时能够提供一个稳定的电压。这 N 个稳压管兼作 N 个限流支路。

[0085] 电源输出端 300 是一个稳定的电压输出。

[0086] 使能控制电路 4000 由多路稳压管使能控制电路 4001、使能时序控制电路 4002 和运放电路的使能控制电路 4003 三个模块组成。

[0087] 多路稳压管使能控制电路 4001 即 N 个稳压管使能电路, 分别用于使能 N 个作为限流支路的稳压管。

[0088] 使能时序控制电路 4002, 用于利用 N 个稳压管使能电路, 在装置启动时, 以预定的延时依次使能 N 个稳压管。

[0089] 运放电路的使能控制电路 4003, 用于使能或关闭线性稳压电路中的运放电路, 从而使能或关闭线性稳压电路。输出电压检测电路在检测到输出电压或其分量达到预定值时, 通过运放电路的使能控制电路间接地使能线性稳压电路。

[0090] 输出电压检测电路 500 用于检测输出电压或其分量是否达到预定值, 如果达到则直接或间接地使能线性稳压电路 200。

[0091] 第三实施方式在第一实施方式的基础上进行了改进, 主要改进之处在于: 线性稳压电路包括 N 个稳压管和一个运放电路, 该运放电路的输出端与 N 个稳压管的栅极连接, N 个稳压管的源极和漏极以并联方式连接在电源输入端和电源输出端之间。

[0092] 图 12 是本实施方式的一个具体电路图。图 13 则示出了整个线性稳压电源软启动的控制时序图。下面结合图 12 和图 13 来阐述整个电路的工作过程。

[0093] 使能信号 Enable 作为一个输入信号连接到使能时序控制电路 4002。当 Enable 信号从低变为高时, 即从无效变为有效时, 使能时序控制电路 4002 控制其输出信号 EN_C1 从低变高, 并传送到第一路稳压管使能电路来控制第一路稳压管 Q1 开始工作, 给电源输出端电容 C2 充电及给负载 RL 供电, 电源输出端电压开始升高。

[0094] 经过一段时间 $T_{delayQ1}$ 的延时后, 使能时序控制电路 4002 控制其输出信号 EN_C2 从低变高, 并传送到第二路稳压管使能电路来控制第二路稳压管 Q2 开始工作, 此时第一路稳压管 Q1 和第一路稳压管 Q2 同时给电源输出端电容 C2 充电及给负载 RL 供电, 电源输出端电压上升到更高的电压值。

[0095] 再经过一段时间 $T_{delayQN}$ 的延时后, 使能时序控制电路 4002 控制其输出信号 EN_CN 从低变高, 并传送到第 N 路稳压管使能电路来控制第 N 路稳压管 QN 开始工作, 此时第一路稳压管 Q1、第二路稳压管 Q2 以及第 N 路稳压管 QN 同时给电源输出端电容 C2 充电及给负载 RL 供电, 电源输出端电压上升到更高的电压值。

[0096] 在多路稳压管逐渐被使能给输出电容充电和给输出端负载供电的同时, 输出电压检测电路 500 检测输出端电压, 并将其分压值 V2 与参考电压 V_{ref} 比较, 当判断到输出端电压分压值 V2 大于参考电压 V_{ref} 时, EN_C 信号由低变高, 并传达到使能时序控制电路 4002。

[0097] 当使能时序控制电路 4002 接收到 EN_C 信号由低变高后, 经过一定的延时 T_{delayA} , 使能时序控制电路 4002 控制其输出信号 EN_C1\EN_C2 以及 EN_CN 由高变低, 即多路稳压管的使能控制失效, Q1 ~ QN 的控制处于浮空状态。再经过很短的延时 T_{delayB} (T_{delayB} 一般小于 2 微秒, 但不局限于此具体数据) 后, EN_A1 从低变高, 并传送到运放电路的使能控制电路 4003, 从而使能运放电路, 通过运放电路的控制, 给输出端提供电流供给和稳压功能。

[0098] 至此, 整个软启动过程结束。

[0099] 在图 13 的电路图中, 稳压管使能电路包括一个场效应管, 该场效应管的源极与一个稳压管的栅极连接, 漏极接地, 栅极与使能时序控制电路的一个控制信号连接, 用于在使能时序控制电路的控制信号从低变高时, 控制相应的稳压管开始工作。可以理解, 稳压管使能电路也可以用其它的元件组成, 例如使用开关三级管, 只要能根据使能时序控制电路的控制信号使能相应的稳压管就可以了。

[0100] 图 14 示出了第三实施方式中输入端电流 / 电压以及输出端电压变化图, 与第一实施方式达到基本相同的效果。

[0101] 优选地, 输出电压检测电路的检测电压低于线性稳压电路的反馈电压, 这样可防止在使能线性稳压电路的瞬间造成输出电压过冲。一种优选地实现方式如图 12 所示。图 12 中 V1 是线性稳压电路的反馈电压, V2 是输出电压检测电路的检测电压, 通过在 R1、R2 和 R3 所构成的支路上依次选取 V1 和 V2, 可以实现 $V1 > V2$ 。

[0102] 当 V2 比 V1 略低时, 多路稳压管电路会将输出电压 VOUT 充电到比应用需求电压略高一点 (至于高多少, 取决于 R2 电阻与其它电阻的比例大小, 是可控的), 此时再将线性稳压电路使能。即使线性稳压电路被使能了, 但是因为 VOUT 电压已经高于应用需求电压了, 所以稳压管处于截至状态, 直到 VOUT 上的电压由于负载而下降到低于应用需求电压了, 线性稳压电路才会进入稳压调节阶段。

[0103] 为了保证多路稳压管电路不会将 VOUT 过冲太多, 就要注意 R2 电阻与其它 R1、R3 电阻的比例取值。通过 R1、R2、R3 的阻值选取可以控制 VOUT 过冲电压量。一般保证 VOUT 过冲电压控制在 10-50mV 以内为最佳。

[0104] 本发明第四实施方式涉及一种线性稳压电源装置软启动方法, 包括以下步骤:

[0105] 以预定的延时依次使能 N 个限流支路, N 个限流支路以并联方式连接在电源输入端和电源输出端之间, N 为大于 1 的整数。

[0106] 检测输出电压或其分量是否达到预定值, 如果达到则直接或间接地使能连接在电源输入端和电源输出端之间的线性稳压电路, 每个限流支路能够提供的电流均不超过线性稳压电路可提供的电流的 1/2。

[0107] 上述检测的步骤与依次使能 N 个限流支路的步骤可以是并行的, 也就是说, 可能 N 个限流支路没有被完全使能时, 就会被检测到输出电压或其分量达到预定值, 从而线性稳压电路被使能。

[0108] 线性稳压电路被使能后, 限流支路一般被关闭, 如第二实施方式中的情况 (限流支路为电流源电路)。如果限流支路同时被用作线性稳压电路的一部分, 则可以不用关闭限流支路, 如第三实施方式中的情况。

[0109] 本实施方式是与第一至第三实施方式相对应的方法实施方式, 本实施方式可与第一至第三实施方式互相配合实施。第一至第三实施方式中提到的相关技术细节在本实施方式中依然有效, 为了减少重复, 这里不再赘述。相应地, 本实施方式中提到的相关技术细节也可应用在至第三实施方式中。

[0110] 本发明各实施方式中, “使能” 即 Enable, 相反的状态 Disable 被称为 “关闭”。Enable 和 Disable 也可能有其它的中文表达, 但含义是一样的。

[0111] 虽然通过参照本发明的某些优选实施方式, 已经对本发明进行了图示和描述, 但本领域的普通技术人员应该明白, 可以在形式上和细节上对其作各种改变, 而不偏离本发

明的精神和范围。

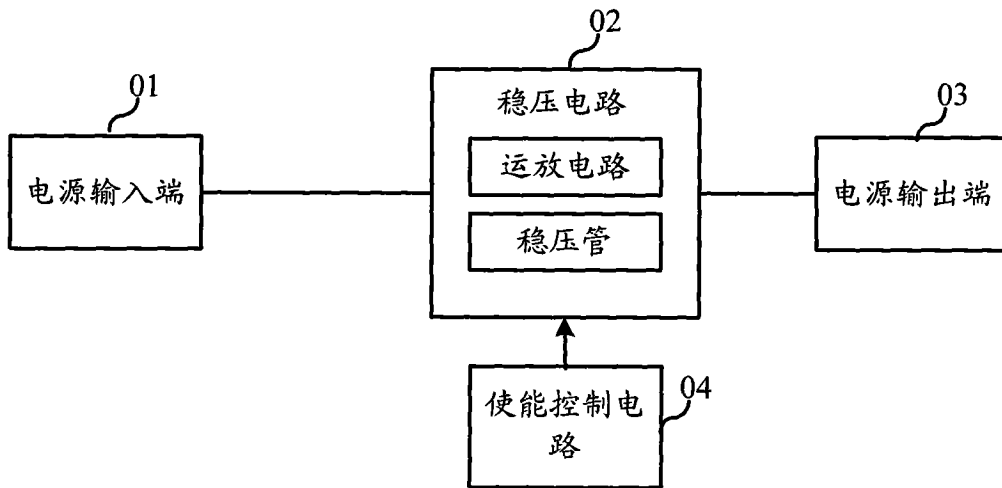


图 1

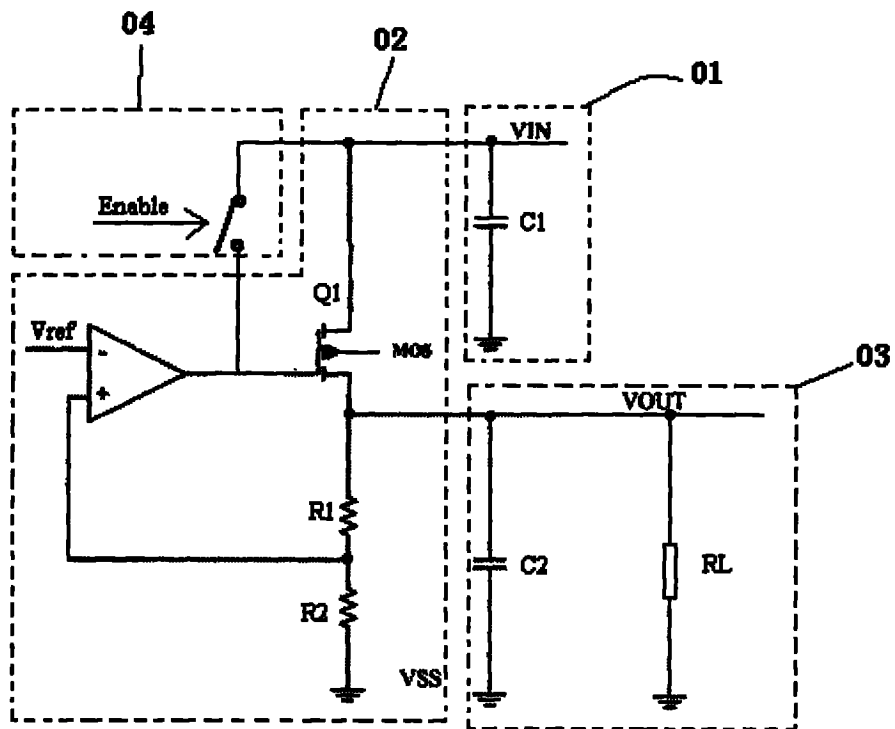


图 2

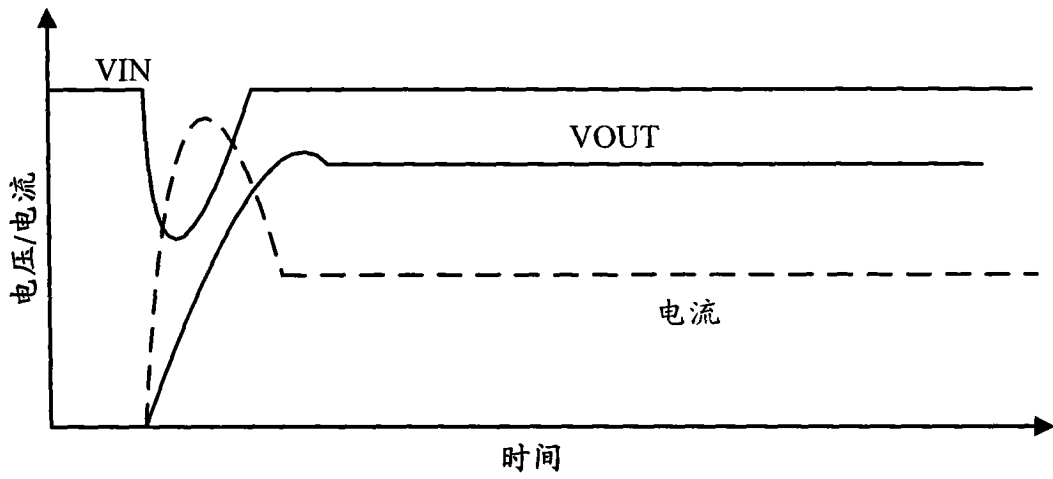


图 3

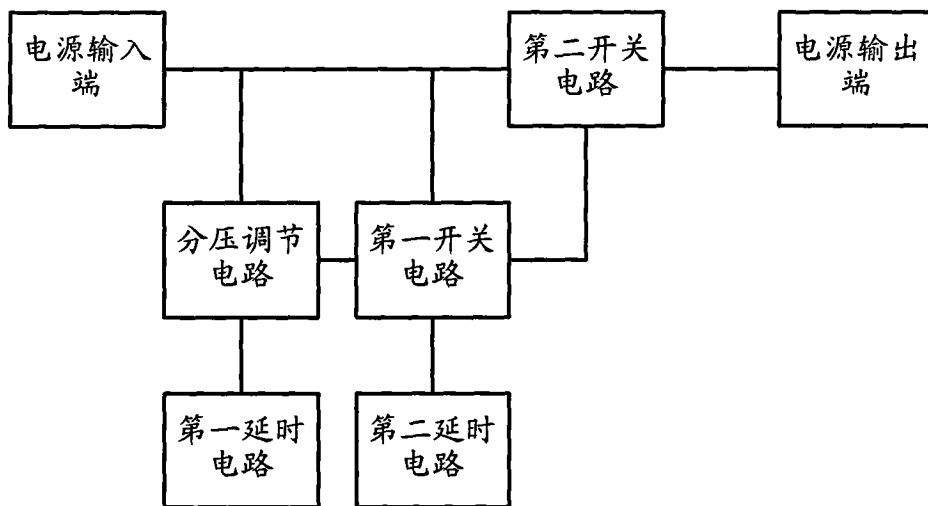


图 4

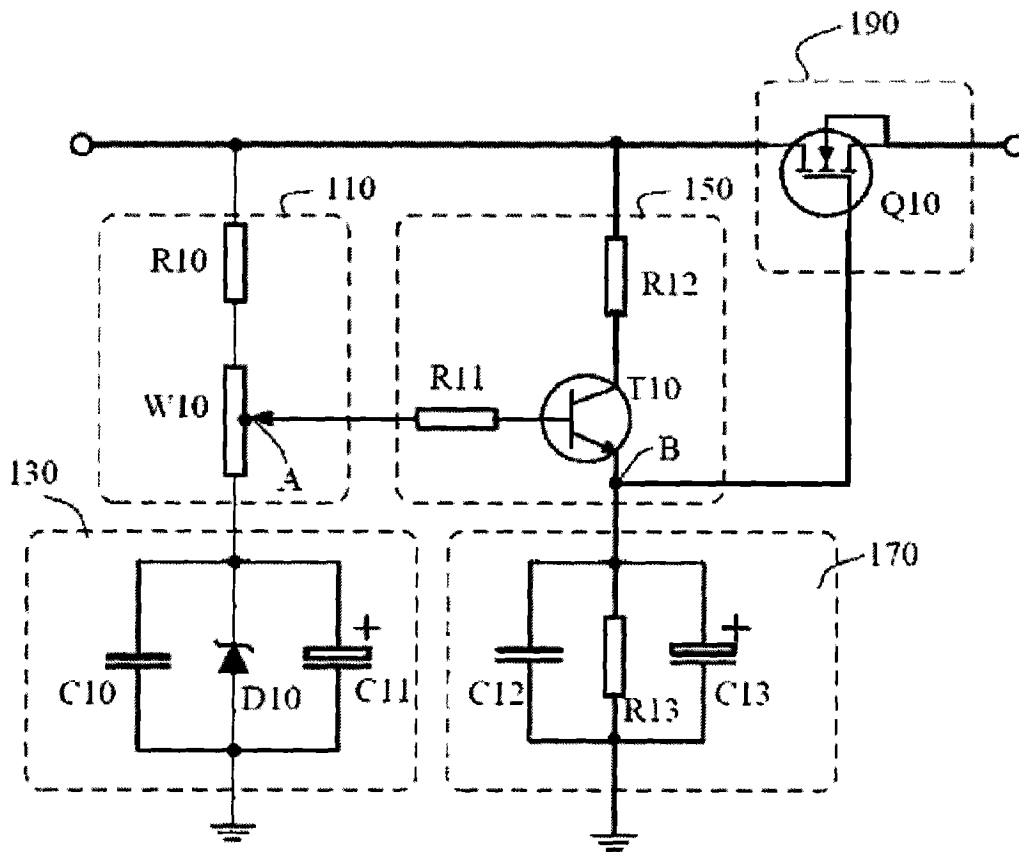


图 5

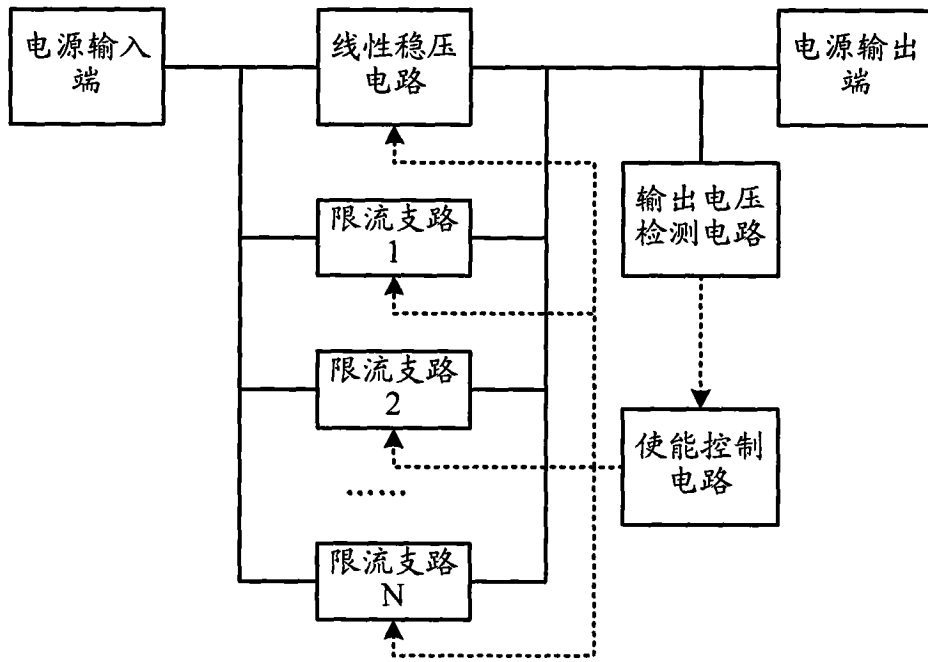


图 6

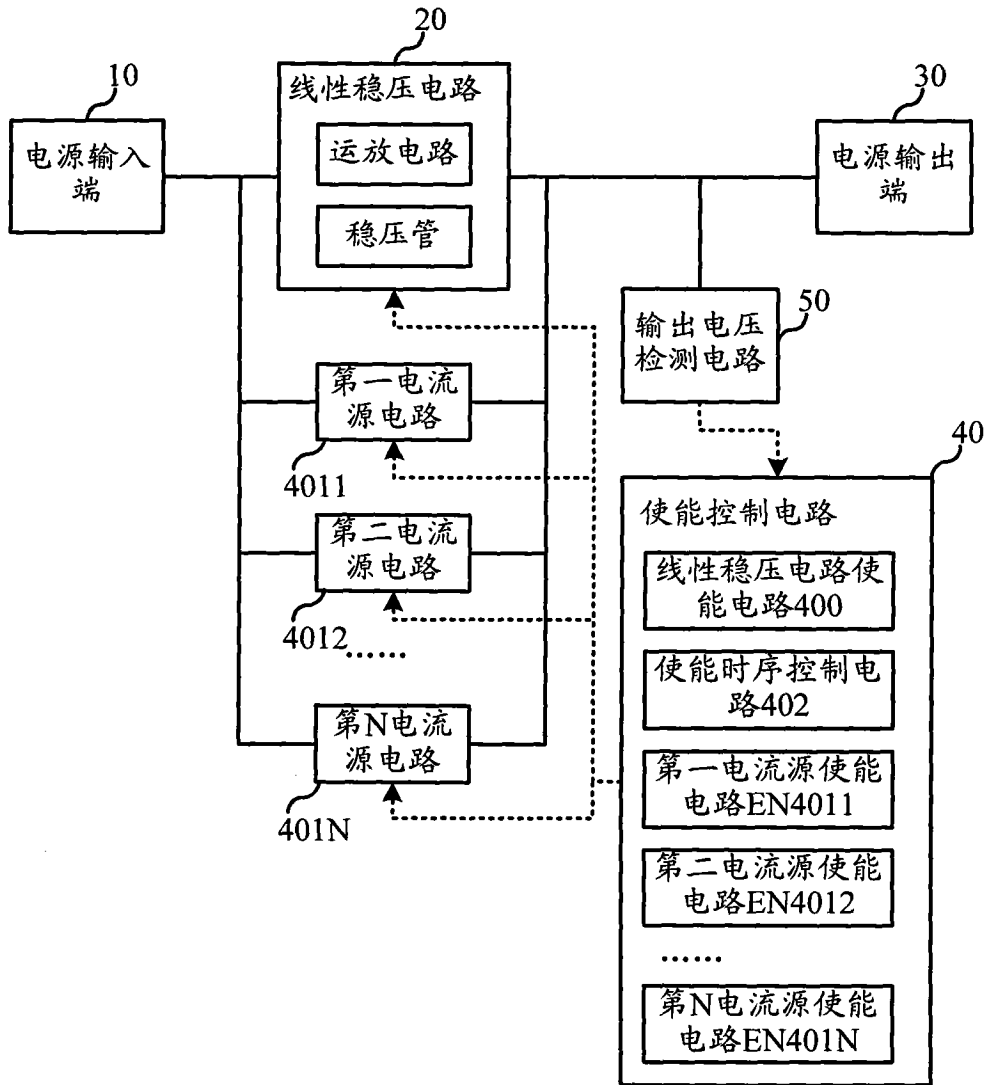


图 7

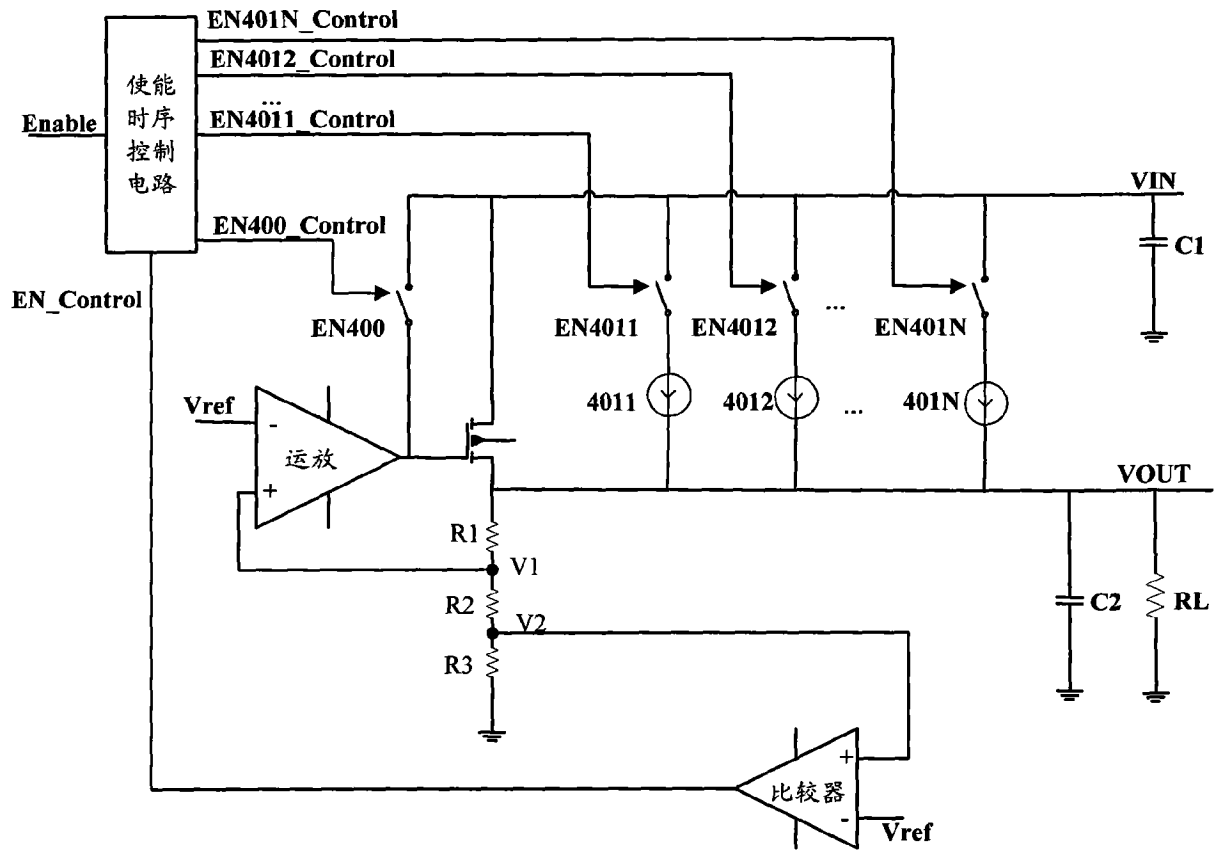


图 8

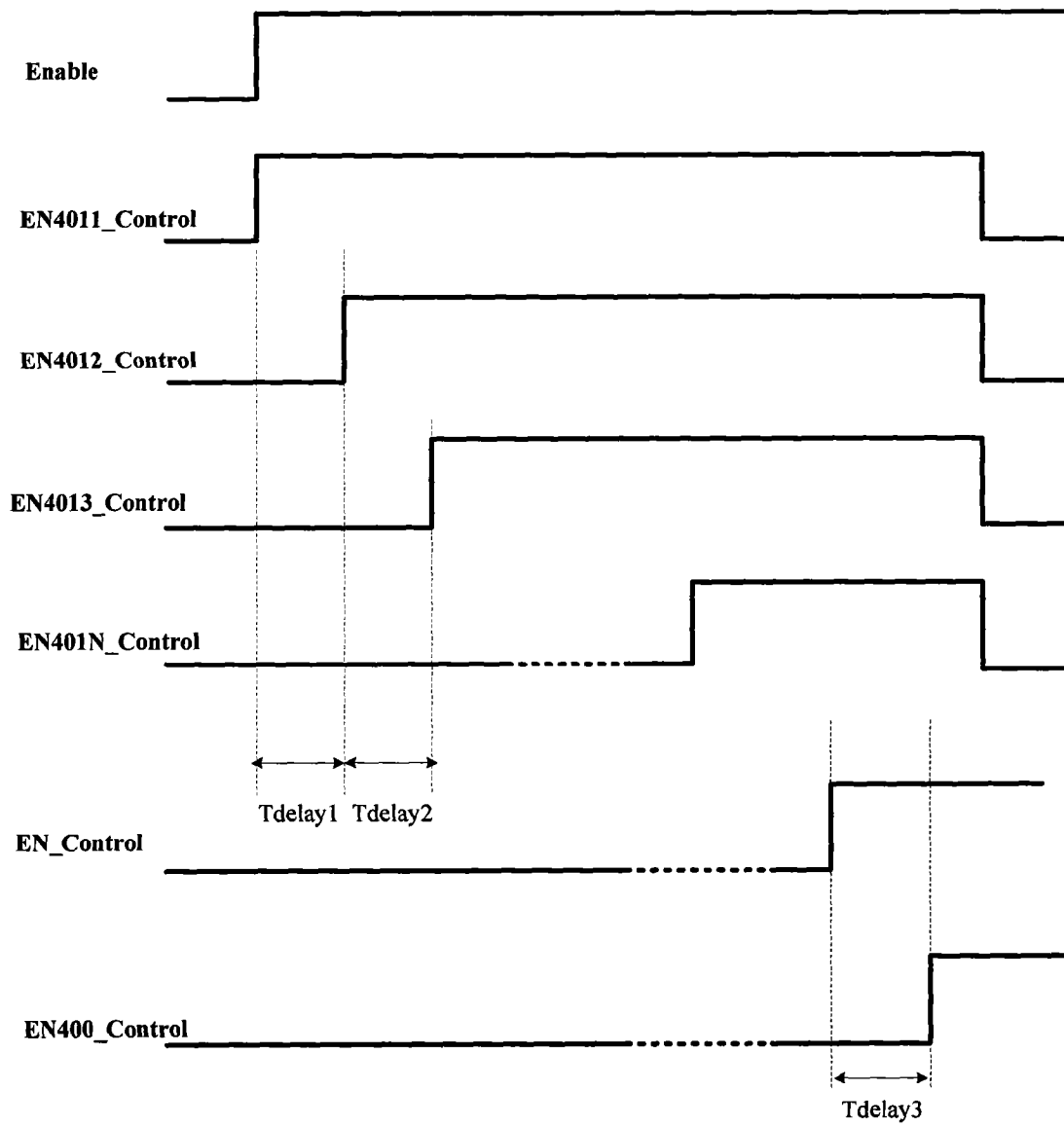


图 9

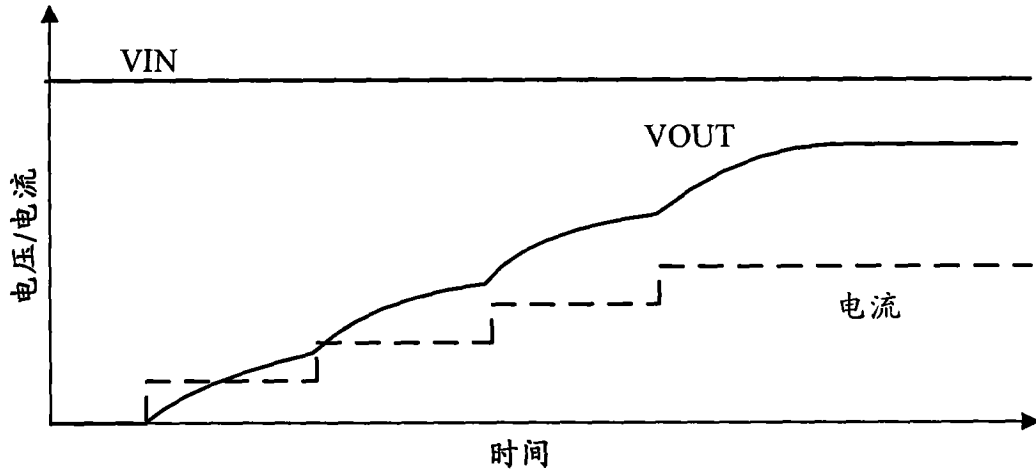


图 10

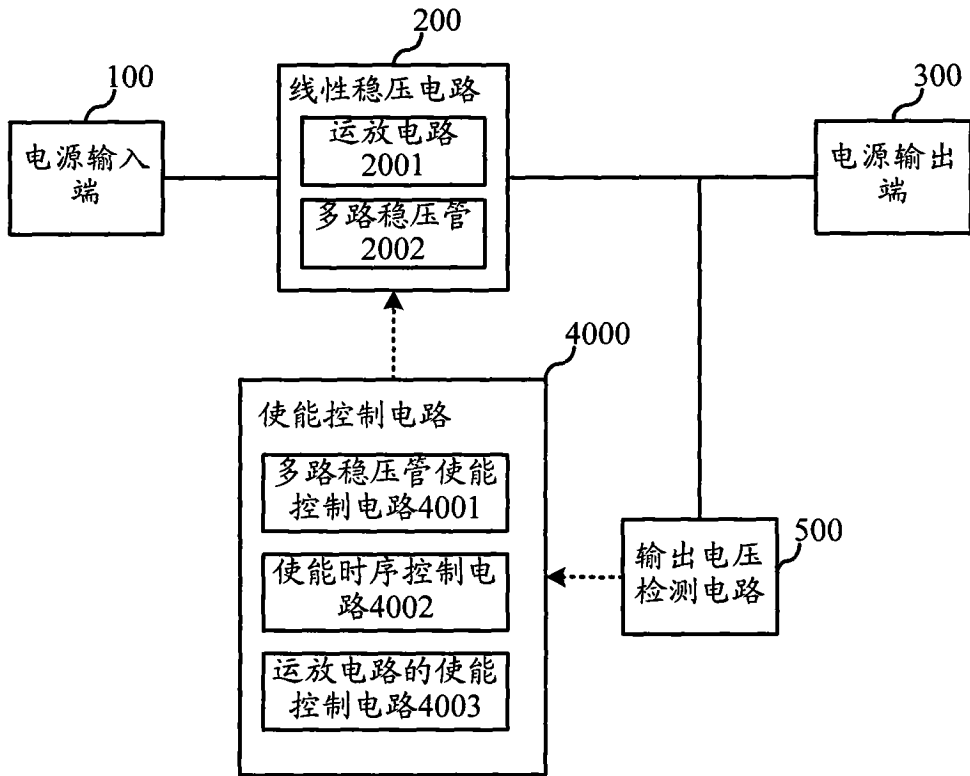


图 11

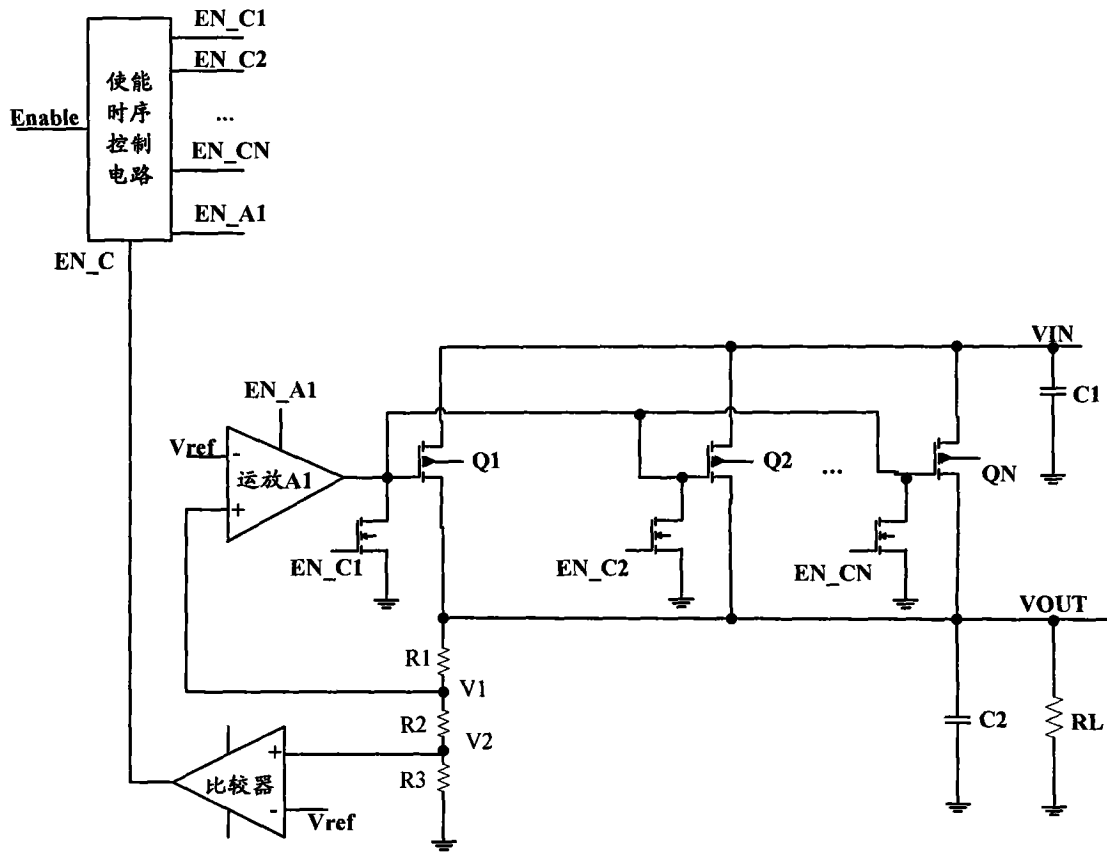


图 12

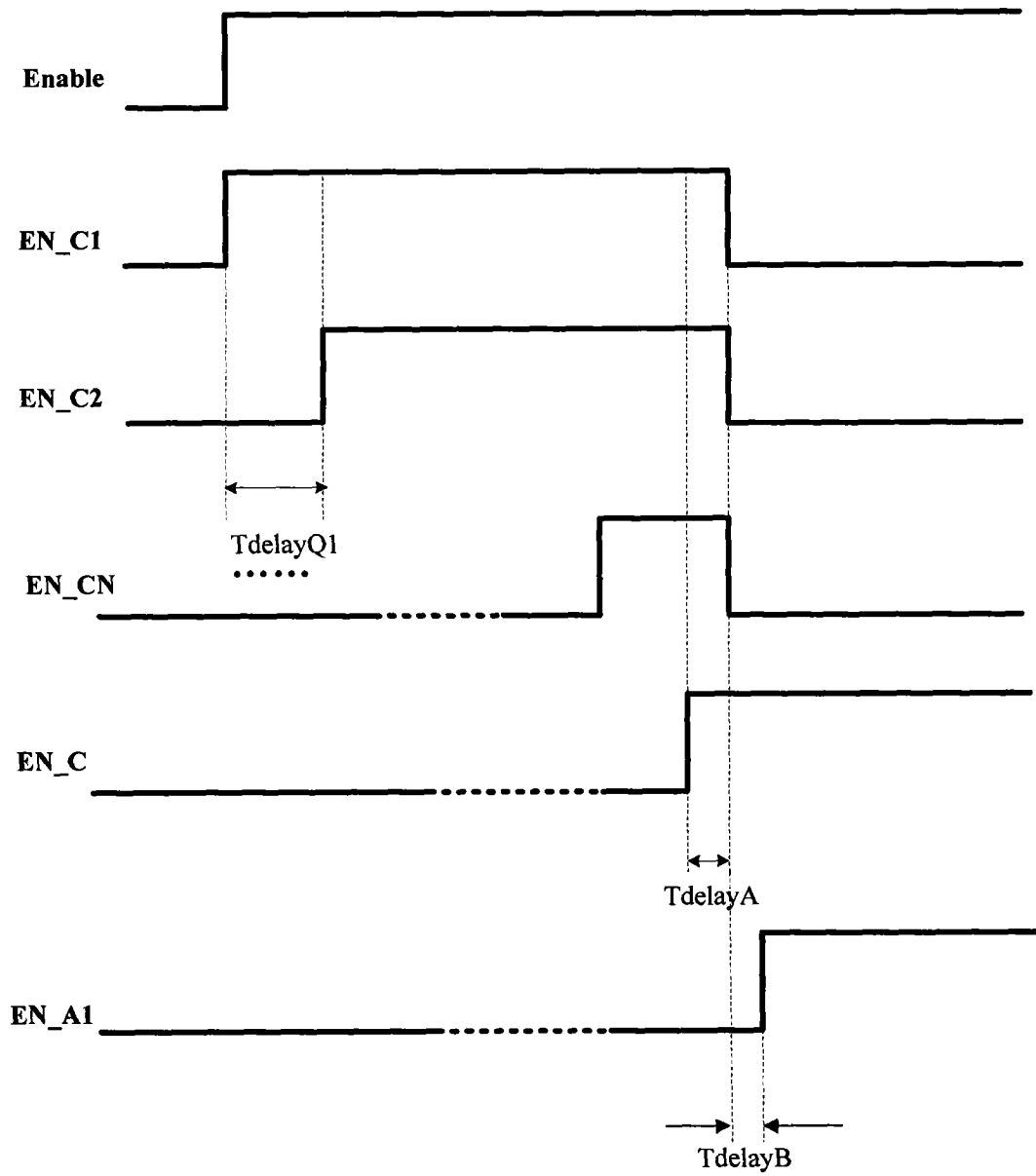


图 13

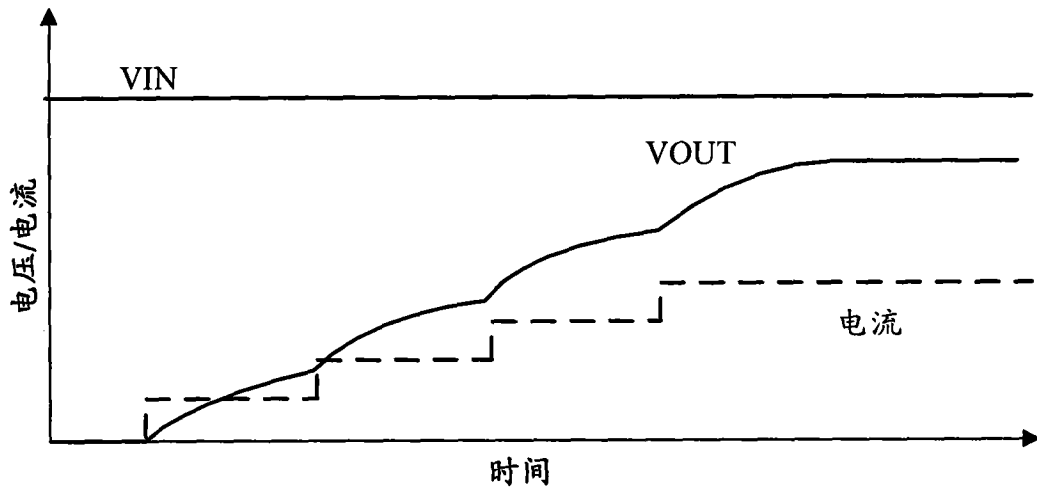


图 14