



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102684479 B

(45) 授权公告日 2014. 10. 29

(21) 申请号 201210141086. 0

16- 第 2 页第 16 行, 第 3 页第 16-28 行, 图 3-6.

(22) 申请日 2012. 05. 09

JP 第 2522230 号 B2, 1996. 08. 07, 全文.

(73) 专利权人 成都芯源系统有限公司

审查员 盛敏

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 李涛峰 李伊珂

(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 3/07(2006. 01)

H02M 1/36(2007. 01)

(56) 对比文件

JP 特开 2008-99481 A, 2008. 04. 24, 说明书第 9-10、19-21 段, 图 1-3.

CN 202663294 U, 2013. 01. 09, 权利要求 1-9.

CN 201490880 U, 2010. 05. 26, 全文.

CN 1906833 A, 2007. 01. 31, 说明书第 1 页第

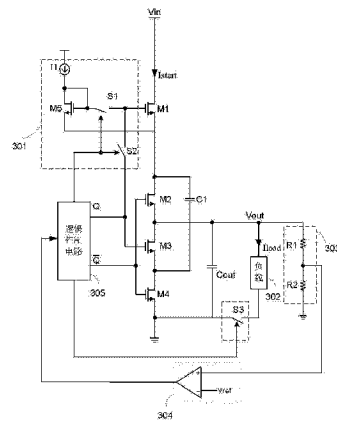
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 发明名称

电荷泵式分压电路及其启动方法

(57) 摘要

公开了一种电荷泵式分压电路及其启动方法。通过启动电路和负载控制开关, 调节电荷泵式分压电路的启动电流。启动电路包括开关管, 在启动状态下, 开关管工作在线性区, 调节电路启动电流, 启动结束后开关管工作在开关状态。同时, 负载控制开关可保证电路启动不受负载电流的影响。因此该启动电路和方法可避免在分压电路启动时开关管被大电流烧毁或击穿。



1. 一种电荷泵式分压电路,包括:

依次串联的第一开关管、第二开关管、第三开关管和第四开关管;

第一电容器,连接于所述第一开关管和第二开关管的公共结点与所述第三开关管和第四开关管的公共结点之间;

第二电容器,连接于所述第二开关管和第三开关管的公共结点与地之间;

启动电路,与所述第一开关管耦接;

负载控制开关,连接在所述电荷泵式分压电路的负载和地之间;

逻辑控制电路,接收所述电荷泵式分压电路输出电压的反馈信号,并输出控制信号至所述启动电路、第二开关管、第三开关管、第四开关管以及负载控制开关;

其中,当所述电荷泵式分压电路的输出电压未达到预设启动阈值时,所述逻辑控制电路关断所述负载控制开关和第三开关管、导通所述第二开关管和第四开关管,所述启动电路控制第一开关管工作在线性区;当所述电荷泵式分压电路的输出电压达到预设启动阈值时,所述逻辑控制电路导通所述负载控制开关,并控制所述第一开关管和第三开关管与所述第二开关管和第四开关管互补导通或关断。

2. 如权利要求 1 所述电荷泵式分压电路,其中,所述启动电路包括:电流源、第五开关管、第一控制开关、第二控制开关,

其中,所述第五开关管的漏极和所述电流源连接,所述第五开关管的源极和第一开关管源极相连,所述第五开关管的栅极与所述第一控制开关的一端相连;所述第一控制开关的另一端与第一开关管的栅极相连;所述第二控制开关连接在所述第一开关管的栅极和所述第三开关管的栅极之间。

3. 如权利要求 2 所述电荷泵式分压电路,其中,当所述电荷泵式分压电路启动时,所述第一控制开关导通,所述第二控制开关关断;当启动结束时,所述第一控制开关断开,所述第二控制开关导通。

4. 如权利要求 2 所述电荷泵式分压电路,其中,所述第一至第五开关管为 NMOS 管。

5. 如权利要求 1 所述电荷泵式分压电路,还包括:

输出电压检测电路,检测所述电荷泵式分压电路的输出电压并输出检测结果;

信号控制电路,接收所述输出电压检测电路的检测结果,将检测结果和预设启动阈值比较,并输出控制信号至所述逻辑控制电路。

6. 如权利要求 5 所述电荷泵式分压电路,其中,所述第一开关管和所述第三开关管接收第一时钟信号,所述第二开关管和所述第四开关管接收第二时钟信号,所述第一时钟信号和所述第二时钟信号互补。

7. 如权利要求 2 所述电荷泵式分压电路,其中,所述第一控制开关接收第三时钟信号,所述第二控制开关接收第四时钟信号,所述第三时钟信号和所述第四时钟信号互补。

8. 一种用于启动电荷泵式分压电路的方法,该电荷泵式分压电路包括:串联连接的第一开关管、第二开关管、第三开关管和第四开关管;第一电容器,连接于所述第一开关管和第二开关管的公共结点与所述第三开关管和第四开关管的公共结点之间;第二电容器,连接于所述第二开关管和第三开关管的公共结点与地之间;启动电路,耦接于所述第一开关管;负载控制开关,连接在所述电荷泵式分压电路的负载和地之间;该方法包括以下步骤:

关断负载控制开关和第三开关管、导通第二开关管和第四开关管;

控制第一开关管工作在线性区；

检测电荷泵式分压电路的输出电压，并判定输出电压是否上升到预设启动阈值；

当输出电压未上升到预设启动阈值，负载控制开关、第三开关管、第二开关管和第四开关管状态保持不变；

当输出电压大于等于预设启动阈值，导通所述负载控制开关，并控制所述第一开关管和第三开关管与所述第二开关管和第四开关管互补导通或关断。

9. 如权利要求 8 所述的方法，其中，所述启动电路还包括：电流源、第五开关管、第一控制开关、第二控制开关，其中，所述第五开关管的漏极和所述电流源连接，所述第五开关管的源极和第一开关管源极相连，所述第五开关管的栅极与所述第一控制开关的一端相连；所述第一控制开关的另一端与第一开关管的栅极相连；所述第二控制开关连接在所述第一开关管的栅极和所述第三开关管的栅极之间，所述方法还包括步骤：

当所述电荷泵式分压电路启动时，导通所述第一控制开关，关断所述第二控制开关；

当启动结束时，断开所述第一控制开关，导通所述第二控制开关。

电荷泵式分压电路及其启动方法

技术领域

[0001] 本发明的实施例涉及电子电路,尤其涉及一种电荷泵式分压电路及其启动方法。

背景技术

[0002] 电荷泵也称开关电容式电压变换器,是一种利用电容器储能的 DC-DC 变换器,通过开关快速控制电容器的充电和放电,从而使输入电压以一定因数增加或降低,从而得到所需要的输出电压。其效率高,占用空间小,使用成本低、EMI 小,广泛应用于大电流、低电压的便携式应用产品设计。

[0003] 美国专利号为 US 7,746,041B2 的申请中公布了一种用于大电流、低电压的电荷泵式分压电路。如图 1 所示,电荷泵式分压电路 100 包括开关管 M1 ~ M4、电容器 C1 以及电容器 Cout。开关管 M1 ~ M4 依次串联连接,其中开关管 M1 的第一端接收输入电压 Vin,开关管 M4 的第二端电连接至地;电容器 C1 的一端电连接至开关管 M1 和 M2 的公共端,另一端电连接至开关管 M3 和 M4 的公共端;电容器 Cout 与负载 102 并联,其一端连接至开关管 M2 与 M3 的公共端,另一端电连接至地。Q 和 \overline{Q} 为一对反相时钟信号,其中,时钟信号 Q 控制开关管 M1 和 M3 的导通和关断,时钟信号 \overline{Q} 控制开关管 M2 和 M4 的导通和关断。当时钟信号 Q 为高电平时,开关管 M1、M3 导通,开关管 M2、M4 关断,此时电容器 C1 和 Cout 串联,电源 Vin 给电容器 C1 和 Cout 充电。当时钟信号 Q 为低电平时,开关管 M2、M4 导通,开关管 M1、M3 关断,电容器 C1 和 Cout 并联,当电容器 C1 和电容器 Cout 的电压不相等时,其中电压较大的电容器将对电压较小的电容器放电。以上过程不停重复,直到电容器 C1 和电容器 Cout 的电压值相等,并等于 $\frac{1}{2} V_{in}$ 。

[0004] 但是,在电荷泵式分压电路 100 启动时,当时钟信号 Q 为高电平信号,开关管 M1 和 M3 导通,此时由于电容器 Cout 上的电压为零,启动电流很大,开关管 M1 和 M3 瞬间流过大电流,将烧毁开关管,损坏电路。

发明内容

[0005] 基于现有技术中存在的问题,本发明公开了一种电荷泵式分压电路及其启动方法。

[0006] 在本发明的第一方面,提供了一种电荷泵式分压电路,包括:依次串联的第一开关管、第二开关管、第三开关管和第四开关管;第一电容器,连接于所述第一开关管和第二开关管的公共结点与所述第三开关管和第四开关管的公共结点之间;第二电容器,连接于所述第二开关管和第三开关管的公共结点与地之间;启动电路,耦接于所述第一开关管,并在所述电荷泵式分压电路启动期间控制所述第一开关管工作在线性区。

[0007] 在本发明的另一方面,提供了一种用于启动电荷泵式分压电路的方法,该电荷泵式分压电路包括:串联连接的第一开关管、第二开关管、第三开关管和第四开关管;第一电

容器,连接于所述第一开关管和第二开关管的公共结点与所述第三开关管和第四开关管的公共结点之间;第二电容器,连接于所述第二开关管和第三开关管的公共结点与地之间;以及启动电路,耦接于所述第一开关管,该方法包括所述电荷泵式分压电路启动时,利用所述启动电路控制所述第一开关管工作在线性区。

附图说明

- [0008] 图 1 为现有的一个电荷泵式分压拓扑电路;
- [0009] 图 2 为根据本发明一实施例的电荷泵式分压电路图;
- [0010] 图 3 为根据本发明另一实施例的电荷泵式分压电路图;
- [0011] 图 4 为根据本发明又一实施例的电荷泵式分压电路图;
- [0012] 图 5 为根据本发明一实施例的电荷泵式分压电路控制框图;
- [0013] 图 6 为根据本发明实施例的电荷泵式分压电路启动方法流程图。
- [0014] 在所有的上述附图中,相同的标号表示具有相同、相似或相应的特征或功能。

具体实施方式

[0015] 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。

[0016] 图 2 为根据本发明一实施例的电荷泵式分压电路图 200。图 2 所示电荷泵式分压电路 100 包括启动电路 201。在图 2 所示实施例中,启动电路包括由开关管 M5、M1 和电流源 I1 构成的镜像电流源,以及控制镜像电流源工作的控制开关 S1 和 S2。开关管 M5 的漏极与电流源 I1 相连,并同时连接至栅极和控制开关 S1 的一端;开关管 M5 的源极和开关管 M1 的源极相连。控制开关 S1 的另一端与开关管 M1 的栅极相连。控制开关 S2 一端接收时钟信号 Q,另一端连接至开关管 M1 的栅极。在一个实施例中,开关管 M1、M2、M3、M4 以及 M5 为 NMOS 管。

[0017] 当分压电路启动时,控制开关 S1 导通,控制开关 S2 关断,时钟信号 Q 为低电平信号,时钟信号 \overline{Q} 为高电平信号。此时,开关管 M2、M4 导通,开关管 M3 关断,开关管 M1 与开关管 M5 构成镜像电流源。此时电容器 C1 和 Cout 并联,启动电流 Istart 由电流源 I1 控制,并给电容器 C1 和 Cout 充电。当输出电压 Vout 达到预设启动电压值 Vr_{ss} 时,启动过程结束,控制开关 S1 断开,控制开关 S2 导通,开关管 M1 接收时钟信号 Q。此时,开关管 M1、M3 和开关管 M2、M4 交替导通和关断,调节输出电压 Vout,直到 $V_{out} = \frac{1}{2} V_{in}$ 。启动电路 201 中开

关管 M1 在开关管 M5、控制开关 S1、控制开关 S2 以及电流源 I1 的作用下,不只具有高阻态和低阻态两种状态,而是工作在线性区,通过电流源 I1 调节启动电流。这样,直接利用分压电路中原有的开关管 M1 就可解决电荷泵启动中抑制浪涌电流的问题。

[0018] 电荷泵式分压电路 200 还包括检测电路(图中未示出)和控制电路(图中未示出)。检测电路可检测输出电压 Vout,并将检测值输出至控制电路,控制电路将检测值和预设输出电压值比较,并根据比较结果对电荷泵式分压电路进行环路控制。控制电路输出

控制信号控制开关 S1 和 S2 的导通和关断,从而控制电路的启动;另外,控制电路还输出高低电平时钟信号 Q 和 \overline{Q} 驱动开关管 M1 ~ M4 的导通和关断,以调节输出电压 Vout,直到

$$V_{out} = \frac{1}{2} V_{in}。$$

[0019] 但是,电荷泵式分压电路 200 在启动的过程中,当负载电流 Iload 不为零时,要使电路正常启动,启动电流 Istart 必须大于 Iload,输出电容器 Cout 才可被充电到预设启动电压值 Vrss。如果负载电流 Iload 过大,电路不能正常启动。

[0020] 图 3 为根据本发明另一实施例的电荷泵式分压电路图 300。为了解决电荷泵式分压电路 200 中负载电流 Iload 过大的影响,可在负载与地之间接入负载控制开关,对负载进行控制。如图 3 所示,和图 2 所示的电荷泵式分压电路 200 相比,电荷泵式分压电路 300 中加入了负载控制开关 S3,负载控制开关 S3 的一端与负载 302 相连,另一端接地。电荷泵式分压电路 300 还包括检测电路 303,比较电路 304 和逻辑控制电路 305。在图 3 所示实施例中,检测电路 303 为电阻 R1 和 R2 构成的分压电阻器,其检测输出电压 Vout,并输出电压检测值。比较电路 304 将输出电压检测值与预设输出电压参考值 Vref 比较,并输出比较结果至逻辑控制电路 305。逻辑控制电路 305 输出控制信号至开关 S1、S2、S3 以及 M1 ~ M4,控制开关的导通和关断。

[0021] 在分压电路 300 启动时,检测电路 303 检测输出电压 Vout,并将检测值输出至比较电路 304,通过比较电路 304 将检测值和预设输出电压参考值 Vref 比较,可检测输出电压 Vout 是否达到预设启动电压值 Vrss。在图 3 所示实施例中,预设启动电压值 Vrss 为输出电压值 Vout,在其他实施例中,也可设定为与输出电压值 Vout 不同的值。

[0022] 当输出电压 Vout 未达到预设启动电压值 Vrss 时,负载控制开关 S3 一直保持断开状态,负载电流 Iload 等于 0,此时分压电路进行启动。逻辑控制电路 305 输出控制信号控制开关 S1 导通,控制开关 S2 关断。同时,逻辑控制电路 305 还将输出低电平的时钟信号 Q 和高电平的时钟信号 \overline{Q} 。从而,开关管 M3 关断,开关管 M2、M4 导通,开关管 M1 和开关管 M5 构成镜像电流源。此时,电容器 C1 和 Cout 并联,启动电流 Istart 由电流源 I1 控制,并给电容器 C1 和 Cout 充电。当输出电压 Vout 达到预设启动电压值 Vrss 时,逻辑控制电路 305 输出信号使控制开关 S1 断开,控制开关 S2 导通,启动结束,负载控制开关 S3 导通。此时,开关管 M1 接收控制电路的输出时钟信号 Q,开关管 M1、M3 和开关管 M2、M4 交替导通和关断,调节输出电压 Vout,直到 $V_{out} = \frac{1}{2} V_{in}。$

[0023] 在其他实施例中,电荷泵式分压电路中的启动电路可以为与图 3 所示启动电路 301 不同的其他启动电路。

[0024] 增加负载控制开关 S3 以后,分压电路在启动的过程中,负载电流 Iload 为零,启动电流 Istart 受电流源 I1 控制,不会产生较大的浪涌电流而烧毁开关管,保证电路能够正常启动。

[0025] 图 4 为根据本发明又一实施例的电荷泵式分压电路图 400。其中启动电路 401、电荷泵式变换电路、负载电路 402 以及负载控制开关 S3 与图 3 所示实施例中对应的电路相同。除此之外,电荷泵式分压电路 400 还包括输出电压检测 410、输出过电流检测 440、输入

过电压检测 450、其他参数检测 460、信号控制电路 420 以及逻辑控制电路 430。

[0026] 输出电压检测电路 410 检测输出电压值,并将检测结果送至信号控制电路 420,信号控制电路 420 将输出电压检测电路 410 的检测结果和预设输出电压值比较,同时将比较结果送至逻辑控制电路 430。启动开始时,当输出电压小于预设启动电压值 V_{rss} 时,负载控制开关 S3 关断,当输出电压等于预设启动电压值 V_{rss} 时,负载控制开关 S3 导通;启动结束后,负载控制开关 S3 导通。

[0027] 输出过电流检测电路 440 检测输出电流值,并将检测结果送至信号控制电路 420,信号控制电路 420 将输出电流和预设输出电流值比较,当输出电流大于预设输出电流值时,表示输出电流过流,信号控制电路 420 输出控制信号至逻辑控制电路 430 关断负载控制开关 S3;

[0028] 输入过电压检测电路 450 与输入电压相连,检测输入电压值,并将检测结果送至信号控制电路 420,信号控制电路 420 将输入电压和预设输入电压值比较,当输入电压大于预设输入电压值时,表示输入电压过压,信号控制电路 420 输出控制信号至逻辑控制电路 430 关断负载控制开关 S3;

[0029] 同样地,其他参数检测电路 460 将检测结果送至信号控制电路 420,信号控制电路 420 将检测参数与各参数预设的参考值比较,当检测参数值大于或小于各参数预设的参考值时,则输出控制信号至逻辑控制电路 430 关断负载控制开关 S3。在某些实施例中,其他参数检测电路可以包括温度检测,短路检测、输入欠电压、输出过电压等等。

[0030] 信号控制电路 420 逻辑控制各路检测信号,并将比较的结果送至逻辑控制电路 430,逻辑控制电路 430 根据比较结果输出高低时钟信号 Q 和 \overline{Q} ,分别用于导通或关断开关管 M1、M3 和 M2、M4,调节输出电压 V_{out} ;另外,逻辑控制电路 430 还将控制第一控制开关 S1 和第二控制开关 S2 以及负载控制开关 S3 的导通和关断。

[0031] 图 5 为根据本发明一实施例的电荷泵式分压电路控制框图 500。该控制装置包括:信号检测电路 510,在一个实施例中用于检测输出电压 V_{out} ,在其他实施例中,还可以包括检测输入电压值、输出电流值等,并输出检测值;信号控制电路 520,用于将检测值和各检测参数预设参考值进行比较,输出控制信号至逻辑控制电路 530;逻辑控制电路 530,根据信号控制电路 520 的比较结果,输出对应的控制信号分别至开关 M1 ~ M4,以及第一控制开关 S1、第二控制开关 S2 和负载控制开关 S3。

[0032] 图 6 为根据本发明实施例的电荷泵式分压电路启动方法流程图 600。该控制方法包括步骤 610 ~ 670。

[0033] 步骤 610,启动电路。

[0034] 步骤 620,信号控制电路输出关断控制信号,关断负载控制开关。

[0035] 步骤 630,开启启动电路。启动电路开始工作,对分压电路进行启动。在一个实施例中,所述启动电路如图 3 中电路 301 所示,其包括镜像电流源和控制镜像电流源工作的第一控制开关和第二控制开关。启动电路工作时,通过导通第一控制开关,关断第二控制开关,使得镜像电流源工作,从而调节启动电流的大小,抑制浪涌电流。

[0036] 步骤 640,判定输出电压是否上升到预设启动阈值。该步骤包括检测输出电压以获得输出电压检测信号,将输出电压检测信号与预设启动阈值比较,当输出电压未上升到预设启动阈值时,返回步骤 620,负载控制开关继续关断,启动电路继续工作。

[0037] 步骤 650, 当输出电压等于预设启动阈值时, 控制启动电路结束工作。在一个实施例中, 结束启动电路的步骤通过关断第一控制开关, 并导通第二控制开关, 从而使镜像电流源停止工作实现。

[0038] 步骤 660, 逻辑控制电路输出导通控制信号, 导通负载控制开关。

[0039] 步骤 670, 启动结束, 分压电路进入正常工作状态。

[0040] 需要说明的是, 本领域的技术人员可知, 本发明实施例所提供的启动电荷泵式分压电路所适用的不仅限于以上所示的分压拓扑结构中, 这里只是提供了一种电荷泵式分压电路的具体结构, 该保护系统同样适合其他合适的大电流运用场合所需的电荷泵拓扑结构中。可根据实际的需要替换成其他类型的拓扑结构。同样地, 文中所述的检测电路、控制电路只是本发明中针对电荷泵式分压电路的一种控制方法结构示意图, 其他可实现文中所述开关控制以及电压调节的控制电路同样适用于本系统。

[0041] 另外, 为了使本发明更容易理解, 上面的描述省略了对于本领域的技术人员来说是公知的一些技术细节。本领域的技术人员还应理解, 本发明所用的实施例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作为随附权利要求所涵盖。

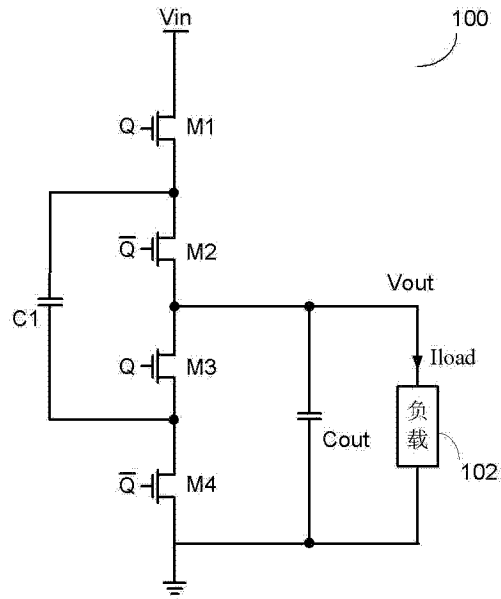


图 1

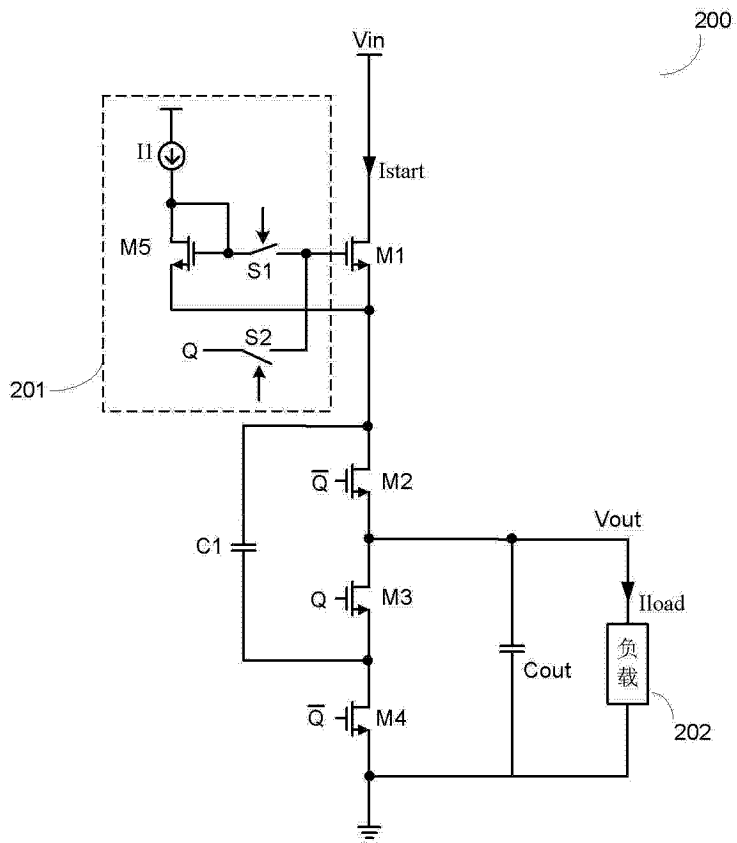


图 2

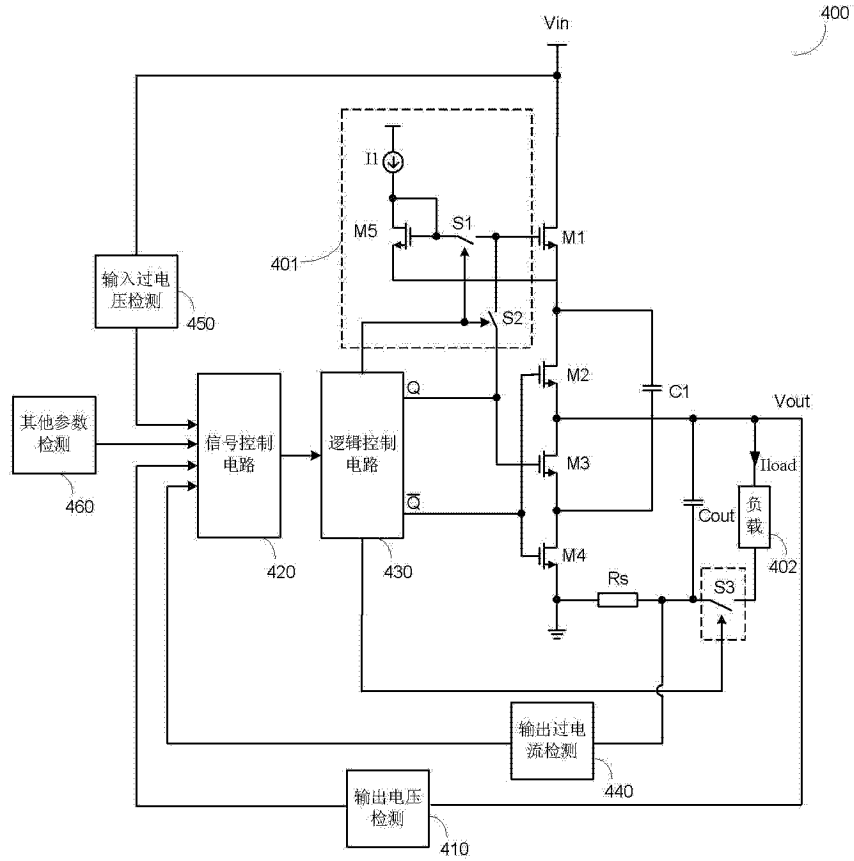


图 4

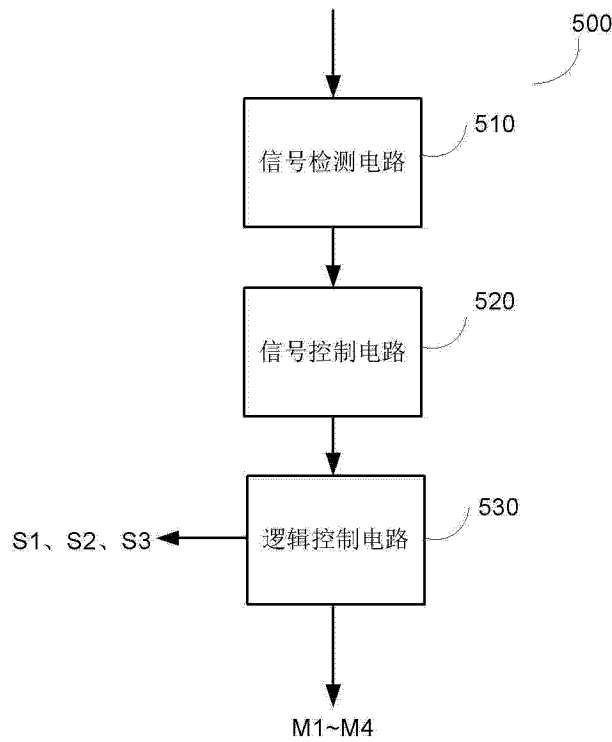


图 5

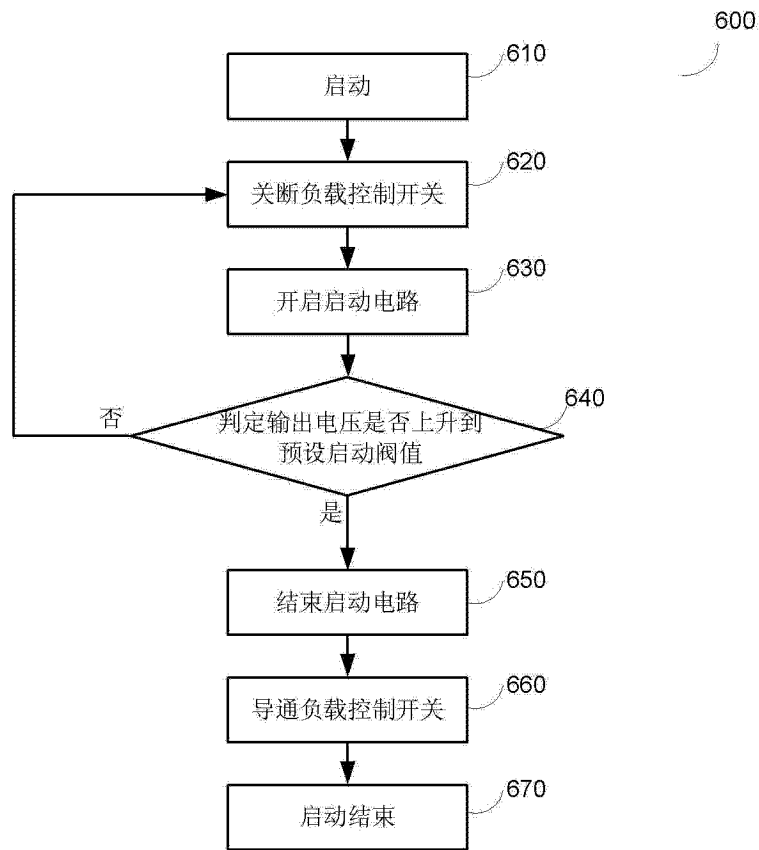


图 6