



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102104330 A

(43) 申请公布日 2011. 06. 22

(21) 申请号 201010603893. 0

(22) 申请日 2010. 12. 22

(30) 优先权数据

12/644,697 2009. 12. 22 US

(71) 申请人 飞兆半导体公司

地址 美国缅因州

(72) 发明人 蒂莫西·阿兰·德辉耶特

布莱恩·本·诺思

凯瑞·L·德拉诺

(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 王玮

(51) Int. Cl.

H02M 3/07(2006. 01)

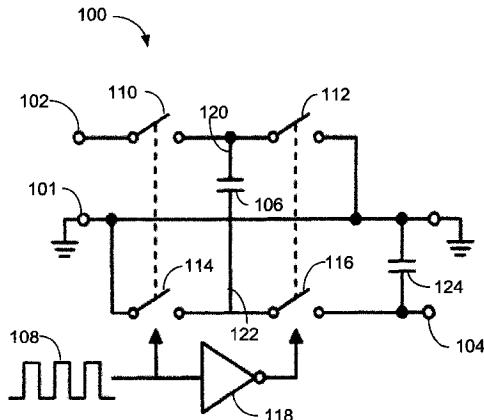
权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 4 页

(54) 发明名称

减流电荷泵

(57) 摘要

本发明提出了一种减流电荷泵。在本文中，讨论了一种具有多个切换设备的电荷泵，多个切换设备并联，并被配置用于使用输出电压与至少一个参考电压的比较，选择性地给电容器提供可变可用驱动电流。



1. 一种电荷泵设备,包括:

电容器,用于在至少两个状态之间进行切换;

多个切换设备,并联地耦合在输入电压和所述电容器之间,所述多个切换设备用于选择性地向所述电容器提供可变可用驱动电流;

第一比较器,用于将所述电容器的输出电压与第一参考电压进行比较,并使用该比较来提供第一反馈信号;

第二比较器,用于将所述电容器的输出电压与第二参考电压进行比较,并使用该比较来提供第二反馈信号;以及

逻辑电路,用于选择多个切换设备中的至少一个切换设备,以向所述电容器提供可变可用驱动电流,其中,所述逻辑电路使用来自第一和第二比较器的第一和第二反馈信号来选择多个切换设备中的至少一个切换设备,其中,所述可变可用驱动电流基于多个切换设备中所选择的至少一个切换设备而改变。

2. 根据权利要求1所述的电荷泵设备,其中,多个切换设备包括:第一切换设备,用于提供第一可用驱动电流;以及第二切换设备,用于提供第二可用驱动电流,其中,第一可用驱动电流大致对应于第二可用驱动电流。

3. 根据权利要求2所述的电荷泵设备,其中,逻辑电路被配置用于增大多个切换设备中所选择的至少一个切换设备的数目,以增大可变可用驱动电流。

4. 根据权利要求2所述的电荷泵设备,其中,逻辑电路用于减小多个切换设备中所选择的至少一个切换设备的数目,以减小可变可用驱动电流。

5. 根据权利要求1所述的电荷泵设备,其中,多个切换设备包括:第一切换设备,用于提供第一可用驱动电流;以及第二切换设备,用于提供第二可用驱动电流,其中,第一可用驱动电流大于第二可用驱动电流。

6. 根据权利要求5所述的电荷泵设备,其中,逻辑电路用于通过选择第一切换设备而不是第二切换设备,来提供可变可用驱动电流,以增大可用驱动电流。

7. 根据权利要求1所述的电荷泵设备,其中,第一参考电压和第二参考电压包括输出电压的边界,并且第一参考电压高于第二参考电压;

其中,第一比较器用于在输出电压高于第一参考电压时提供高信号;以及

其中,逻辑电路用于响应于高信号,改变多个切换设备中所选择的至少一个切换设备,以减小可用驱动电流。

8. 根据权利要求1所述的电荷泵设备,其中,逻辑电路用于使用第一和第二反馈信号来提供多个控制信号,所述多个控制信号用于选择多个切换设备中的至少一个切换设备。

9. 根据权利要求1所述的电荷泵设备,其中,所述多个切换设备包括具有打开状态和关闭状态的二进制设备,所述二进制设备用于在打开状态下提供离散幅度的可用驱动电流,而在关闭状态下提供微小幅度的可用驱动电流。

10. 根据权利要求1所述的电荷泵设备,其中,第一比较器用于在输出电压高于第一参考电压时提供高信号,并在输出电压低于第二参考电压时提供低信号;以及

其中,第二比较器用于在输出电压低于第二参考电压时提供高信号,并在输出电压高于第二参考电压时提供低信号。

11. 一种用于从电容器提供输出电压的方法,包括:

在多个切换设备处接收输入电压；

使用所述多个切换设备中的至少一个来向电容器提供可变可用驱动电流；

利用所述电容器提供输出电压；

将所述电容器的输出电压与至少一个参考电压进行比较；

使用比较来提供至少一个反馈信号；以及

通过使用逻辑电路利用反馈信号来选择所述多个切换设备中的至少一个切换设备，其中，可变可用驱动电流基于所述多个切换设备中所选择的至少一个切换设备而改变。

12. 根据权利要求 11 所述的方法，其中，将输出电压与至少一个参考电压进行比较包括：

将输出电压与第一参考电压进行比较，并使用与第一参考信号的比较来提供第一反馈信号；以及

将输出电压与第二参考电压进行比较，并使用与第二参考电压的比较来提供第二反馈信号，第二参考电压低于第一参考电压。

13. 根据权利要求 11 所述的方法，其中，选择所述多个切换设备中的至少一个切换设备包括：在输出电压低于第二参考电压时，增大可用驱动电流。

14. 根据权利要求 13 所述的方法，其中，使用所述多个切换设备中的至少一个切换设备来提供输出电压包括：使用二进制加权电流源，其中，增大可用驱动电流包括：增大用于提供输出电压的切换设备的数目。

15. 根据权利要求 11 所述的方法，其中，选择多个切换设备包括：在输出电压高于第一参考电压时，减小可用驱动电流。

16. 根据权利要求 11 所述的方法，其中，提供反馈信号包括：在输出电压高于至少一个阈值时，从比较器提供高信号；以及在输出电压低于至少一个阈值时，从比较器提供低信号。

17. 一种用于提供输出电压的电荷泵系统，包括：

快速电容器，耦合在至少两个状态之间，其中，所述快速电容器用于从输入电压提供输出电压；

二进制加权电流源，包括并联耦合在输入电压和快速电容器之间的多个切换设备，所述多个切换设备用于从输入电压向快速电容器提供电荷，其中，所述多个切换设备中的至少一个切换设备可配置为打开状态和关闭状态，以使得能够基于所述至少一个切换设备是处于打开状态还是关闭状态来将不同的电流提供给快速电容器；

第一比较器，用于使用输出电压，将输出电压与第一参考电压进行比较，并提供第一反馈信号，其中，第一参考电压包括所需输出电压；

第二比较器，用于使用输出电压，将输出电压与第二参考电压进行比较，并提供第二反馈信号，其中，第二参考电压包括高输出电压阈值；

第三比较器，用于使用输出电压，将输出电压与第三参考电压进行比较，并提供第三反馈信号，其中，第三参考电压包括低输出电压阈值；以及

逻辑电路，用于使用来自第一比较器、第二比较器和第三比较器的反馈信号来选择所述多个切换设备中的至少一个切换设备，以向快速电容器提供输入电压。

18. 根据权利要求 17 所述的电荷泵系统，其中，逻辑电路用于：在第一反馈信号指示输

出电压接近期望输出电压时,保持所述多个切换设备中所选择的至少一个切换设备,以提供可用驱动电流。

19. 根据权利要求 17 所述的电荷泵系统,其中,逻辑电路用于:在第二反馈信号指示输出电压高于高输出电压阈值时,增大所述多个切换设备中所选择的至少一个切换设备的数目,以增大可用驱动电流。

20. 根据权利要求 17 所述的电荷泵系统,其中,逻辑电路用于:在第二反馈信号指示输出电压低于低输出电压阈值时,减小所述多个切换设备中所选择的至少一个切换设备的数目,以减小可用驱动电流。

减流电荷泵

背景技术

[0001] 电荷泵通常用于将第一电平的输入电压转换为第二电平的输出电压。电荷泵能够进行有效操作，并且可以用于根据输入电压来产生较高或较低输出电压。在某些示例中，电荷泵可以包括电容器（这里将其称为“快速”电容器），该电容器可以在多个状态之间切换，以便从输入电压向输出电压转移电荷。在每个状态下电容器的朝向以及电容器耦合于每个状态下的时间长度可以控制输出电压的幅度。

发明内容

[0002] 在本文中，该文献讨论具有多个切换设备的电荷泵，多个切换设备并联耦合，并被配置为使用输出电压与至少一个参考电压的比较来选择性地向电容器（例如，快速电容器）提供可变可用驱动电流。电容器继而可以提供输出电压，供负载使用。在示例中，逻辑电路可以被配置用于选择多个切换设备中的至少一个，以提供可变可用驱动电流。逻辑电路可以使用利用输出电压与至少一个参考电压的比较而提供的至少一个反馈信号，来选择多个切换设备中的至少一个。

[0003] 在示例 1 中，一种电荷泵包括：电容器，被配置为在至少两个状态之间进行切换；多个切换设备，并联耦合在输入电压和所述电容器之间，所述多个切换设备被配置用于选择性地向所述电容器提供可变可用驱动电流；第一比较器，被配置用于将所述电容器的输出电压与第一参考电压进行比较，并使用该比较来提供第一反馈信号；第二比较器，被配置用于将所述电容器的输出电压与第二参考电压进行比较，并使用该比较来提供第二反馈信号；以及逻辑电路，被配置用于选择多个切换设备中的至少一个切换设备，以向所述电容器提供可变可用驱动电流，其中，所述逻辑电路使用来自第一和第二比较器的第一和第二反馈信号，来选择多个切换设备中的至少一个切换设备，其中，所述可变可用驱动电流被配置为基于多个切换设备中所选择的至少一个切换设备而改变。

[0004] 在示例 2 中，示例 1 中的多个切换设备可选地包括：第一切换设备，被配置用于提供第一可用驱动电流；以及第二切换设备，被配置用于提供第二可用驱动电流，其中，第一可用驱动电流大致对应于第二可用驱动电流。

[0005] 在示例 3 中，示例 1-2 中的任意一个或多个中的逻辑电路可选地被配置用于增大多个切换设备中所选择的至少一个切换设备的数目，以增大可变可用驱动电流。

[0006] 在示例 4 中，示例 1-3 中的任意一个或多个中的逻辑电路可选地被配置用于减小多个切换设备中所选择的至少一个切换设备的数目，以减小可变可用驱动电流。

[0007] 在示例 5 中，示例 1-4 中的任意一个或多个中的多个切换设备可选地包括：第一切换设备，被配置用于提供第一可用驱动电流；以及第二切换设备，被配置用于提供第二可用驱动电流，其中，第一可用驱动电流可选地大于第二可用驱动电流。

[0008] 在示例 6 中，示例 1-5 中的任意一个或多个中的逻辑电路可选地被配置用于通过选择第一切换设备而不是第二切换设备，来提供可变可用驱动电流，以增大可用驱动电流。

[0009] 在示例 7 中，示例 1-6 中的任意一个或多个中的第一参考电压和第二参考电压可

选地包括输出电压的边界，并且第一参考电压高于第二参考电压，其中，第一比较器可选地被配置用于在输出电压高于第一参考电压时提供高信号，以及其中，逻辑电路可选地被配置用于响应于高信号，改变多个切换设备中所选择的至少一个切换设备，以减小可用驱动电流。

[0010] 在示例 8 中，示例 1-7 中的任意一个或多个中的逻辑电路可选地被配置用于使用第一和第二反馈信号来提供多个控制信号，所述多个控制信号被配置用于选择多个切换设备中的至少一个切换设备。

[0011] 在示例 9 中，示例 1-8 中的任意一个或多个中的多个切换设备可选地包括具有打开状态和关闭状态的二进制设备，所述二进制设备被配置用于在打开状态下提供离散幅度的可用驱动电流，而在关闭状态下提供微小幅度的可用驱动电流。

[0012] 在示例 10 中，示例 1-9 中的任意一个或多个中的第一比较器可选地被配置用于在输出电压高于第一参考电压时提供高信号，并在输出电压低于第二参考电压时提供低信号，以及其中，示例 1-9 中的任意一个或多个中的第二比较器可选地被配置用于在输出电压低于第二参考电压时提供高信号，并在输出电压高于第二参考电压时提供低信号。

[0013] 在示例 11 中，一种用于从电容器提供输出电压的方法包括：在多个切换设备处接收输入电压，使用多个切换设备中的至少一个来向电容器提供可变可用驱动电流，利用所述电容器提供输出电压，将所述电容器的输出电压与至少一个参考电压进行比较，使用比较来提供至少一个反馈信号，以及通过使用逻辑电路利用反馈信号来选择所述多个切换设备中的至少一个切换设备，其中，可变可用驱动电流基于多个切换设备中所选择的至少一个切换设备而改变。

[0014] 在示例 12 中，示例 1-11 中的任意一个或多个中的将输出电压与至少一个参考电压进行比较包括：将输出电压与第一参考电压进行比较，并使用与第一参考信号的比较来提供第一反馈信号，以及将输出电压与第二参考电压进行比较，并使用与第二参考电压的比较来提供第二反馈信号，第二参考电压可选地低于第一参考电压。

[0015] 在示例 13 中，示例 1-12 中的任意一个或多个中的选择多个切换设备中的至少一个切换设备可选地包括：在输出电压低于第二参考电压时，增大可用驱动电流。

[0016] 在示例 14 中，示例 1-13 中的任意一个或多个中的使用多个切换设备中的至少一个切换设备来提供输出电压可选地包括：使用二进制加权电流源，其中，增大可用驱动电流包括：增大用于提供输出电压的切换设备的数目。

[0017] 在示例 15 中，示例 1-4 中的任意一个或多个中的选择多个切换设备可选地包括：在输出电压高于第一参考电压时，减小可用驱动电流。

[0018] 在示例 16 中，示例 1-15 中的任意一个或多个中的提供反馈信号可选地包括：在输出电压高于至少一个阈值时，从比较器提供高信号；以及在输出电压低于至少一个阈值时，从比较器提供低信号。

[0019] 在示例 17 中，一种用于提供输出电压的电路包括：快速电容器，被配置为耦合在至少两个状态之间，其中，所述快速电容器被配置用于从输入电压提供输出电压；二进制加权电流源，包括并联耦合在输入电压和快速电容器之间的多个切换设备，所述多个切换设备被配置用于从输入电压向快速电容器提供电荷，其中，所述多个切换设备中的至少一个切换设备可配置在打开状态和关闭状态下，以使得能够基于所述至少一个切换设备是处于

打开状态还是关闭状态来将不同的电流提供给快速电容器；第一比较器，被配置用于使用输出电压，将输出电压与第一参考电压进行比较，并提供第一反馈信号，其中，第一参考电压包括期望输出电压；第二比较器，被配置用于使用输出电压，将输出电压与第二参考电压进行比较，并提供第二反馈信号，其中，第二参考电压包括高输出电压阈值；第三比较器，被配置用于使用输出电压，将输出电压与第三参考电压进行比较，并提供第三反馈信号，其中，第三参考电压包括低输出电压阈值；以及逻辑电路，被配置用于使用来自第一、第二和第三比较器的反馈信号来选择多个切换设备中的至少一个切换设备，以向快速电容器提供输入电压。

[0020] 在示例 18 中，示例 1-17 中的任意一个或多个中的逻辑电路可选地被配置用于：在第一反馈信号指示输出电压接近期望输出电压时，保持多个切换设备中所选择的至少一个切换设备，以提供可用驱动电流。

[0021] 在示例 19 中，示例 1-18 中的任意一个或多个中的逻辑电路可选地被配置用于：在第二反馈信号指示输出电压高于高输出电压阈值时，增大多个切换设备中所选择的至少一个切换设备的数目，以增大可用驱动电流。

[0022] 在示例 20 中，示例 1-19 中的任意一个或多个中的逻辑电路可选地被配置用于在第二反馈信号指示输出电压低于低输出电压阈值时，减小多个切换设备中所选择的至少一个切换设备的数目，以减小可用驱动电流。

[0023] 该概述的目的是提供对本专利申请的主题的概览。其目的并不是提供本发明的排他或穷尽的解释。包括详细的说明以提供与本专利申请有关的进一步的信息。

附图说明

[0024] 附图并不一定按照比例绘制，并且在附图中，类似的附图标记可以描述不同视图中的类似组件。具有不同下标字母的附图标记可以表示类似组件的不同实例。作为示例，但是并不用作限制，附图大体上示出了在本文献中讨论的各种实施例。

[0025] 图 1 大体上示意了电荷泵电路的示例。

[0026] 图 2 大体上示意了电荷泵中用于动态地调节切换设备的有效尺寸的电路的示例。

[0027] 图 3 大体上示意了电荷泵中用于动态地调节切换设备的有效尺寸的方法的示例。

[0028] 图 4 大体上示意了电荷泵中用于动态地调节切换设备的有效尺寸的电路的示例。

具体实施方式

[0029] 在传统的电荷泵电路中，由单个切换设备给快速电容器提供驱动电流。因此，该单个切换设备的尺寸必须足够大，以在最大负载条件期间提供充足的驱动电流。本发明的发明人认识到，使用单个切换设备可以在最大负载条件下实现高的效率，但是在轻负载条件下导致较低的效率。轻负载条件下的较低效率主要是由于大的切换设备所消耗的选通电荷能量损耗。

[0030] 本发明的发明人开发了在重和轻负载条件期间都具有高效率的电路和方法。在某些示例中，该电路和方法包括多个切换设备，以向快速电容器提供驱动电流。多个切换设备中的每一个可被配置作为离散电流源，以向快速电容器提供驱动电流。多个切换设备中的每一个可被配置为使用负载条件将其设置在打开或关闭状态下。在示例中，被提供用于支

持输出电压的驱动电流的幅度是可调节的，并且可以使用驱动电流需求来动态地调节用于提供驱动电流的切换设备的有效尺寸。

[0031] 图1大体上示意了用于将输入电压102转换为输出电压104的电荷泵100的示例。电荷泵100可包括快速电容器106，快速电容器106可耦合在多个状态之间，以从输入电压102向输出电压104转移电荷。在示例中，快速电容器106可耦合在两个状态之间，但是，在其它示例中，快速电容器106可耦合在多于两个状态之间。

[0032] 控制信号108可将快速电容器106设置在第一状态或第二状态下。控制信号108可将第一切换设备110、第二切换设备112、第三切换设备114以及第四切换设备116中的每一个设置为打开或关闭，以设置快速电容器106的状态。在示例中，控制信号108可在高和低之间循环，以快速地在第一和第二状态之间切换快速电容器106。

[0033] 在示例中，当控制信号108高于参考电压时，快速电容器106可设置在第一状态下。在第一状态下，第一切换设备110和第三切换设备114可设置在关闭位置。反相器118可将控制信号108反相，并提供低信号，以将第二切换设备112和第四切换设备116设置在打开位置。因此，在第一状态下，快速电容器106可在第一侧120耦合至输入电压102，并在第二侧122耦合至地101。在第一状态下，快速电容器106可从输入电压102接收正电荷。

[0034] 当控制信号108降至参考电压以下时，快速电容器106可设置在第二状态下。在第二状态下，第一切换设备110和第三切换设备114可以设置为打开。可选地，在第二状态下，第二切换设备112和第四切换设备116可设置为关闭。将第二切换设备112和第四切换设备114设置为关闭可将快速电容器106的第一侧120耦合至地101，并将第二侧122耦合至输出电压104。相应地，在第二状态下，具有存储的正电荷的快速电容器106的第一侧120可以耦合至地101。在快速电容器106处于第一状态下时，快速电容器106的第一侧120可以从输入电压获取正电荷。在第二状态下将第一侧120耦合至地101可在输出电压104处产生负电压。储存电容器124可存储来自快速电容器106的电荷，以平滑输出电压104。

[0035] 尽管在图1所示的示例，电荷泵110可以配置用于将输入电压102转换为负输出电压104，在其他示例中，电荷泵110可以配置用于将输入电压102转换为相同符号的输出电压104(例如，高于或低于输入电压102)。

[0036] 如图1所示，当第一切换设备110关闭时，可以将电荷从输入电压102转移到快速电容器106。然而，利用诸如切换设备101之类的单个切换设备来转移电荷可能导致轻负载条件期间的低效操作。

[0037] 图2大体上示意了配置用于同时在轻负载条件和重负载条件期间提供高效操作的电路200的示例。图2的电路200能够通过包括多个切换设备201而同时在轻负载条件和重负载条件期间提供高效操作，多个切换设备201配置用于选择性地将电荷从输入电压212转移到快速电容器214。在特定示例中，多个切换设备201可以包括两个切换设备，或多于两个的切换设备(例如，第一切换设备202、第二切换设备204、第三切换设备206、第四切换设备208、以及第五切换设备210)，配置用于向快速电容器214提供可变可用驱动电流。多个切换设备201可以并联地耦合在输入电压212与快速电容器214之间。在示例中，可以在图1的电路100中使用多个切换设备201代替第一切换设备110。在操作中，图2中的电路200可以配置用于从快速电容器214向耦合至输出电压215的负载(未示出)提供电能。

[0038] 在示例中,切换设备 201 中的每一个可以配置为被分别控制,以使得切换设备 201 中的任意一个或多个可以用于在给定时间将电荷从输入电压 212 转移到快速电容器 214。分别控制切换设备 201 中的每一个使得用于将电荷从输入电压 212 转移到快速电容器 214 的多个切换设备 201 的有效尺寸能够被动态调整。在示例中,控制多个切换设备 201 的有效尺寸能够控制多个切换设备 201 所提供的驱动电流的可能的量。当切换设备 201 的有效尺寸大时,可能的电流也可以较大,而当有效尺寸小时,可能的电流也可以较小。

[0039] 多个切换设备 201 也可以看作为快速电容器 214 的离散电流源。在这种意义下,控制多个切换设备 201,以控制多个切换设备 201 所提供的驱动电流的量。在示例中,切换设备 201 中的每一个包括具有两种状态的二进制设备,打开状态和关闭状态。在示例中,多个切换设备 201 之一在打开状态下可以给快速电容器 214 提供离散量的驱动电流,以及在关闭状态下可以给快速电容器 214 提供最小量的驱动电流。

[0040] 图 2 的电路可以在两种不同的状态下操作。第一状态可以包括将电荷从输入电压 212 转移到快速电容器 214。第二状态可以包括将电荷从快速电容器 214 转移到输出电压 215。在操作中,负载(未示出)可以耦合到输出电压 215,并且图 2 的电路 200 可以配置用于经由输出电压 215 向负载提供电能。在图 2 中的电路 200 被设置为第一状态时,多个切换设备 201 可以给快速电容器提供电流,并且在电路 200 处于第二状态时不向快速电容器 214 提供电流(或仅提供最小电流)。相应地,在电路 200 处于第一状态时,处于打开状态的切换设备 201 可以向快速电容器 214 提供电流,以及在特定示例中,在电路 200 处于第二状态时不向快速电容器 214 提供电流(或仅提供最小电流)。在示例中,处于打开状态的切换设备 201 可以随着图 2 的电路 200 的状态的变化而接通或断开。相反,在特定示例中,处于关闭状态的切换设备 201 在第一或第二状态下都不向快速电容器 214 提供电流(或仅提供最小电流)。类似地,在特定示例中,处于关闭状态的切换设备 201 不随着电路 200 的状态的变化而接通或断开。处于关闭状态的切换设备 201 随着图 2 中的电路 200 的变化而保持关闭。

[0041] 在示例中,多个切换设备 201 可以配置为二进制加权电流源。作为二进制加权电流源,切换设备 201 中的每一个在处于打开状态时可以向快速电容器 214 提供相应幅度的驱动电流。在特定示例中,切换设备 201 中的每一个包括高压侧 P 沟道金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET),具有 2k 欧姆的输出电阻。此外,在特定示例中,可以通过向每个 P-MOS 切换设备的栅极提供足够电压来将每个 P-MOS 切换设备设置于打开状态,以使得 P-MOS 切换设备在饱和状态下操作。类似地,可以通过向每个 P-MOS 切换设备的栅极提供足够低的电压来将每个 P-MOS 切换设备设置于关闭状态,以使得 P-MOS 切换设备向快速电容器 214 提供微小量的驱动电流。

[0042] 图 3 大体上示意了电荷泵中用于动态调整切换设备的有效尺寸的方法 300 的示例。该方法 300 利用负载条件来调整切换设备所提供的驱动电流的幅度。参照图 2 中的电路 200 来对图 3 中的方法 300 进行说明,然而,在其他示例中可以使用其他电路。

[0043] 在 302,图 2 中的电路 200 可以被设置于第一状态,该第一状态配置为将电荷从输入电压 212 转移到快速电容器 214。在第一状态下的时间段之后,在 304,图 2 中的电路 200 可以被设置为第二状态,该第二状态配置为将电荷从快速电容器 214 转移到输出电压 215。

[0044] 如上所述,快速电容器 214 可以配置为在两种状态下切换。在第一状态下,输出切

换设备 213 可以是打开的，并且多个切换设备 201 中的至少一个可以关闭，以使得快速电容器 214 可以从输入电压 212 接收电荷。在第二状态下，输出切换设备 213 可以被设置为关闭，并且多个切换设备 201 中的所有切换设备都被设置为打开。因此，在第二状态下，存储在快速电容器 214 中的电荷可以转移到输出电压 215 和储存电容器 228。

[0045] 图 2 中的电路 200 可以感测输出电压 215 的电平，以确定负载条件的标记，并且可以利用输出电压 215 来调整切换设备 201。为了感测输出电压 215 并调整多个切换设备 201，图 2 中的电路 200 可以包括反馈环路 216。反馈环路 216 可以包括第一比较器 218、第二比较器 219 以及控制器 220。控制器 220 可以包括数字电路。在示例中，图 2 中的电路 200 还可以包括用于给控制器 200 提供时钟信号的时钟 224。

[0046] 在 306，第一比较器 218 可以接收输出电压 215，并且可以将输出电压 215 与高参考电压 222 进行比较。在 308，第二比较器 219 可以将输出电压 215 与低参考电压 223 进行比较。通过比较，在 310，第一和第二比较器 218 和 219 可以向控制器 120 提供反馈信号。在示例中，反馈环路 216 可以将输出电压 215 保持在高参考电压 222 与低参考电压 223 之间。在示例中，高参考电压 222 和低参考电压 223 可以包括输出电压 215 的边界。

[0047] 当输出电压 215 上升到高参考电压 222 之上时，第一比较器 218 可以输出反馈信号，以指示输出电压 215 在高参考电压 222 之上。类似地，当输出电压 215 下降到高参考电压 222 以下时，第一比较器 218 可以输出反馈信号，以指示输出电压 215 在高参考电压 222 以下。在示例中，第一比较器 218 可以向控制器 220 输出包括高（例如数字‘1’）或低（例如数字‘0’）信号在内的数字信号。在示例中，第一比较器 218 可以在输出电压 215 高于高参考电压 222 时输出高信号，以及在输出电压 215 低于高参考电压 222 时输出低信号。

[0048] 类似地，当输出电压 215 下降到低参考电压 223 以下时，第二比较器 219 可以输出反馈信号，以指示输出电压 215 在低参考电压 223 以下。当输出电压 215 上升到低参考电压 223 时，第二比较器 219 可以输出反馈信号，以指示输出电压 215 在低参考电压 223 以下。在示例中，第二比较器 229 可以向控制器 220 输出包括高（例如数字‘1’）或低（例如数字‘0’）信号在内的数字信号。在示例中，第二比较器 219 可以在输出电压 215 低于低参考电压 223 时输出高信号，以及在输出电压 215 高于低参考电压 223 时输出低信号。

[0049] 在 312，控制器 220 可以接收来自第一和第二比较器 218 和 219 的反馈信号。而且，在 312，控制器 220 可以利用来自第一和第二比较器 218 和 219 的输出选择使用多个切换设备 201 中的哪些来将电荷从输入电压 212 转移到快速电容器 214。在一个示例中，控制器 220 可以通过将第一切换设备 210 设置于打开状态，来选择切换设备 201（例如第一切换设备 201）。

[0050] 控制器 220 可以响应于输出电压 215 来在调整多个切换设备 201 中实现快速响应时间。为了提供快速响应时间，控制器 220 可以包括数字逻辑电路，该数字逻辑电路利用来自第一和第二比较器 218 和 219 的输出来改变状态。控制器 220 的数字逻辑可以利用来自时钟 224 的时钟信号来进行操作。在示例中，在时钟信号从高到低的每一次转变时，控制器 220 可以接收来自第一和第二比较器 218 和 219 的输出。基于每个反馈信号是高还是低，控制器 220 可以输出至少一个信号来控制多个切换设备 201。相应地，利用输出电压 215 来调整多个切换设备 201 的速度是利用时钟 224 的频率。较高频率的时钟 214 可以导致控制器 220 更加频繁地接收数字反馈信号，以及更加频繁地调整多个切换设备 201。

[0051] 当控制器 220 接收到来自第一比较器 218 的指示输出电压 215 在高参考电压 222 之上的输出时,控制器 220 可以减小驱动电流,以减小输出电压 215。类似地,当控制器 220 接收到来自第二比较器 219 的指示输出电压 215 在低参考电压 223 以下的输出时,控制器 220 可以增大驱动电流,以增大输出电压 215。控制器 220 可以通过控制使用多个切换设备 201 中的哪些来将电荷从输入电压 212 转移到快速电容器 214,来增大和减小驱动电流。

[0052] 在示例中,当多个切换设备 201 被配置为二进制加权电流源时,通过增大用于将电荷转移到快速电容器 214 的切换设备 201 的数目来增大驱动电流。类似地,为了减小供给快速电容器 214 的驱动电流,可以减小所使用的切换设备 201 的数目。

[0053] 图 3 大体上示意了控制器 220 在多个切换设备 201 操作为二进制加权电流源时的操作的方法 300 的示例。在示例中,切换设备 201 中的每一个在处于打开状态时都能够向快速电容器 214 提供 1mA 的驱动电流。在 302,第一切换设备 202 被设置于打开状态,以及第二、第三、第四和第五切换设备 204、206、208 和 210 被设置于关闭状态。在 304 和 306,第一和第二比较器 218 和 219 感测输出电压 215。在 308,第一和第二比较器 218 和 219 利用输出电压 215 与高和低参考电压 222 和 223 之间的比较来提供反馈信号。随着负载电流汲取 (draw) 增大,输出电压 215 可以被拉低。当输出电压 215 下降到低参考电压 223 以下时,第二比较器 219 可以向控制器 220 提供高信号。在 312(例如,在下一个时钟周期),控制器 220 可以接收来自第二比较器 219 的高输出,并且可以增大用于将电荷转移到快速电容器 214 的切换设备的数目。在示例中,当输出电压 215 下降到低参考电压 223 以下时,控制器 220 可以将第二切换设备 204 从关闭状态设置为打开状态。相应地,可以向快速电容器 214 提供附加的 1mA 的驱动电流。

[0054] 当负载电流汲取减小时,额外的驱动电流使得输出电压 215 增大。当输出电压 215 上升到高参考电压 222 之上时,第一比较器 218 可以向控制器 220 提供高反馈信号。响应于该高反馈信号,控制器 220 可以减小用于提供驱动电流的切换设备 201 的数目。因此,在示例中,控制器 220 可以将第二切换设备 204 从打开状态切换到关闭状态,以将驱动电流减小 1mA,从而使得第一切换设备 202 处于打开状态,以及第二、第三、第四和第五切换设备 204、206、208 和 210 处于关闭状态。

[0055] 按照这种方式,控制器 220 和多个切换设备 201 可以控制驱动电流,以将输出电压 214 保持在具有可变负载电流汲取的大致固定的电平。此外,控制器 220 可以调整多个切换设备 201 的有效切换尺寸,以使得当多个切换设备 201 随着快速电容器 214 的状态的变化而切换为打开和关闭时,与驱动电流量成比例的电能量可以用于将切换设备 201 切换为打开和关闭。

[0056] 在示例中,图 2 中的电路 200 可以包括第一和第二比较器 218 和 219 与控制器 220 之间的不同的信号路径,以使得控制器 220 可以接收来自第一和第二比较器 218 和 219 中的每一个的不同输出。在特定示例中,图 2 中的电路 200 可以包括控制器 220 与多个切换设备 201 中的每一个之间的不同的信号路径。在示例中,控制器 220 可以利用数字(例如,高或低)信号来控制每个切换设备 201 的状态(打开或关闭)。按照这种方式,控制器 220 可以分别将每个切换设备设置于打开状态或关闭状态。

[0057] 在示例中,多个切换设备 201 可以包括提供不同量的驱动电流的切换设备的混合。例如,第一切换设备 202 可以配置用于提供较大电流,而第二切换设备 204 可以配置用

于提供较小电流。为了将图 2 中的电路 200 配置用于较大电流，控制器 220 可以将第一切换设备 202 设置于打开状态，以及将第二切换设备 204 设置于关闭状态。类似地，为了将图 2 中的电路 200 配置用于较小电流，控制器 220 可以将第一切换设备 202 设置于关闭状态，以及将第二切换设备 204 设置于打开状态。显然，可以使用具有类似的但不同的驱动电流能力的切换设备的组合。

[0058] 在示例中，无论多个切换设备 201 中使用的每个切换设备的尺寸如何，控制器 220 可以控制使用切换设备 201 中的哪些来将输出电压 215 保持为大致固定，以用作稳定 DC 电源。图 2 中的电路 200 也可以包括输入电容器 226，用于稳定输入电压 212。

[0059] 尽管在以上所提供的示例中使用了五个切换设备，然而，在其他示例中，可以使用多个或少于五个的切换设备。增大切换设备的数目可以增大驱动电流的粒度以及多个切换设备所提供的有效开关尺寸。

[0060] 图 4 大体上示意了用于同时在轻负载条件和重负载条件期间提供高效操作的电路 400 的示例。图 4 中的示例 400 可以包括多个与电路 200 中所描述的组件相对应的组件。结果，在电路 400 中使用电路 200 中使用的相同参考附图标记中的一些。

[0061] 图 4 中的电路 400 可以包括多个切换设备 201、第一比较器 218、第二比较器 219、控制器 220 和时钟 224。这些组件中的每一个与关于电路 200 所描述的那些组件类似地执行。然而，图 4 中的电路 400 也可以包括第三电容器 402。第三电容器 402 可以感测输出电压 215，并将输出电压 215 与中间参考电压 404 进行比较。在一些示例中，中间参考电压 404 可以包括输出电压 215 的期望电压。在一个示例中，第三电容器 402 可以在输出电压 215 在中间参考电压 404 之上时输出高信号，以及在输出电压 215 在中间参考电压 404 以下时输出低信号。通过接收来自第三电容器 402 的输出，控制器 220 可以估计输出电压 215 何时接近中间参考电压 404。在示例中，控制器 220 可以基于第三电容器 402 是否在高输出信号与低输出信号之间切换来估计输出电压 215 何时接近中间参考电压 404。当控制器 220 确定了输出电压 215 接近中间参考电压 404 时，控制器 220 可以保持多个切换设备 201 的电流设置。这样，第三电容器 402 有助于减小输出电压 215 中的纹波和噪声。

[0062] 附加注解

[0063] 上文的详细说明书包括对附图的引用，该附图形成详细说明书的一部分。通过示意的方式，附图示出了能够实现本发明的特定实施例。这些实施例在本文中也被称作“示例”。除了所示出并描述的那些元素以外，这些示例还可以包括其它元素。然而，本发明的发明人也预见到了仅提供所示出并描述的那些元素的示例。

[0064] 将本文档中提到的所有出版物、专利和专利文献的全部内容在此引入作为参考，如同这些出版物、专利和专利文献单独被并入作为参考。在本文档与所引用的那些文档之间出现不一致用法的情况下，所引用的文献中的用法应当被看作是对本文档的补充；对于无法调和的不一致，以本文档中的用法为准。

[0065] 在本文档中，使用专利文献中常见的“一”或“一个”，包括一个或多于一个的含义，独立于“至少一个”或“一个或更多个”的任何其他实例或用法。在本文档中，术语“或”是指非排他的或，从而“A 或 B”包括“只有 A 没有 B”、“只有 B 没有 A”和“A 和 B”，除非另有说明。在所附权利要求中，术语“包括”和“其中”用作术语“包括”和“其中”的浅近英文的同义词。此外，在随后的权利要求中，术语“包括”和“包括”是开放的，即，在权利要求中，除

了位于该术语之后的系统、设备、制品或方法之外的系统、设备、制品或方法仍将被看作落入该权利要求的范围。此外，在随后的权利要求中，术语“第一”、“第二”、“第三”等仅用作标记，并非意在对其对象施加数量要求。

[0066] 这里所描述的方法示例可以是至少部分地机器或计算机实现的。一些示例可以包括以可操作用于将电子设备配置为执行上述示例中所述的方法的指令进行编码的计算机可读介质或机器可读介质。这些方法的实现可以包括代码，例如微码、汇编语言代码、高级语言代码等等。这些代码可以包括用于执行各种方法的计算机可读指令。代码可以构成计算机程序产品的一部分。此外，在执行期间或其他时间，代码可以有形地存储在一个或多个易失或非易失计算机可读介质上。这些计算机可读介质可以包括硬盘、可移动磁盘、可移动光盘（例如致密盘和数字视频盘）、磁带、存储器或存储棒、随机存取存储器（RAM）、只读存储器（ROM）等等，但不局限于此。

[0067] 上述说明是示意性的而非限制性的。例如，上述示例（或其一个或更多个方面）可以彼此结合使用。在阅读了上文描述后，本领域的普通技术人员可以使用其他实施例。提供摘要以满足 37 C. F. R. § 1.72(b)，以允许读者快速确定技术内容的性质。可以理解，其不应用于解释或限制权利要求的范围或含义。此外，在上文的具体描述中，多个特征可以组合在一起以使公开的内容作用更大。这不应被解释为未要求保护的已公开的特征对于任何权利要求来说是必要的。相反，本发明的主题可以存在于少于所公开的具体实施例的全部特征。因此，将如下权利要求并入具体描述中，每一个权利要求自身作为单独的实施例。应当参考所附权利要求以及该权利要求的所有等同物，来确定本发明的范围。

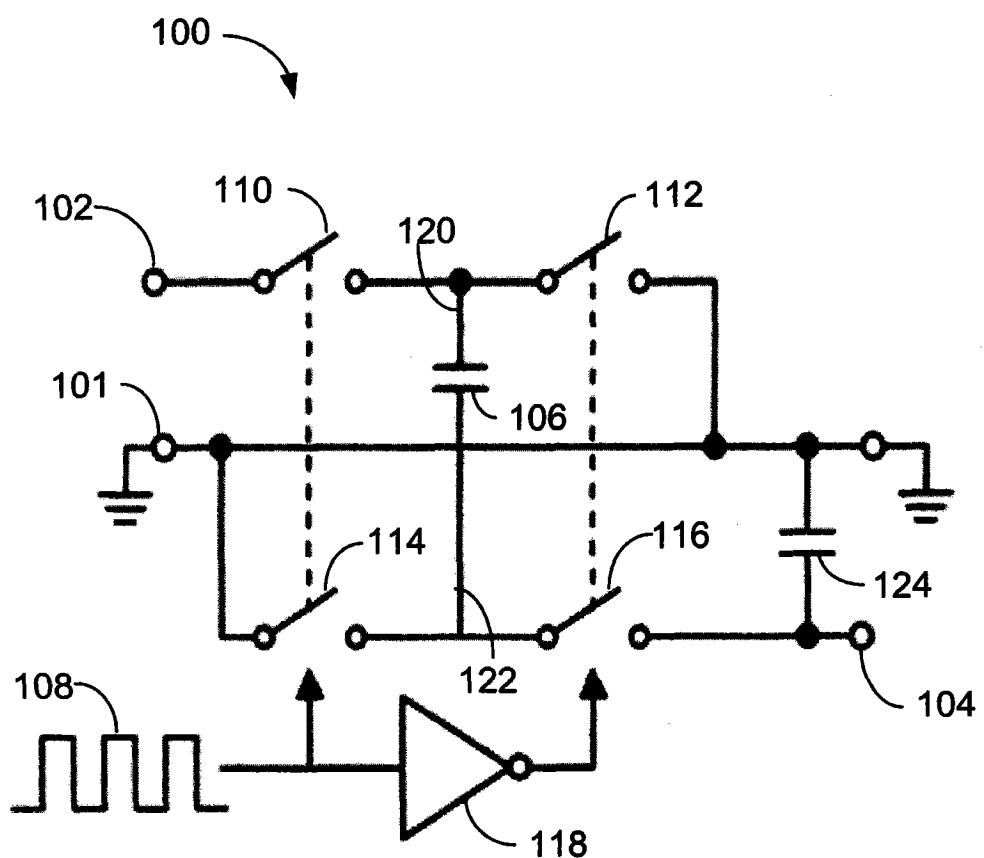


图 1

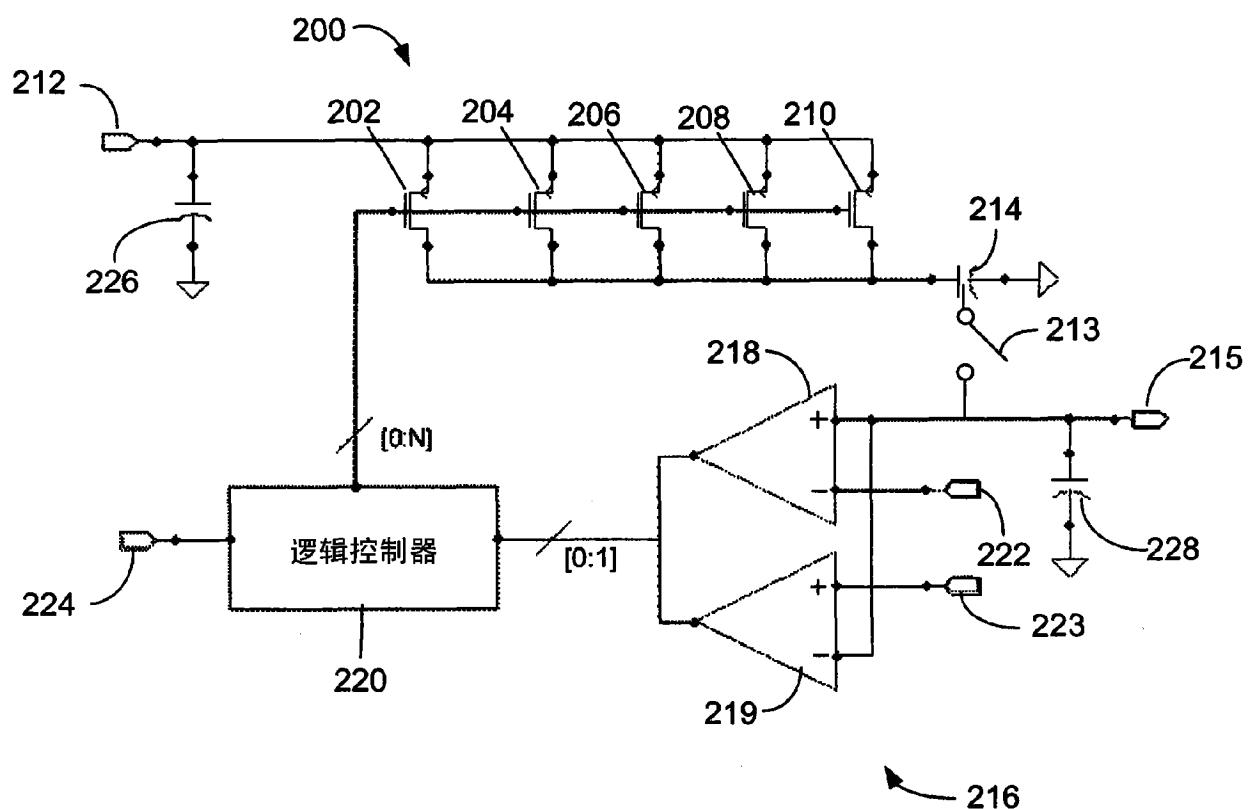


图 2

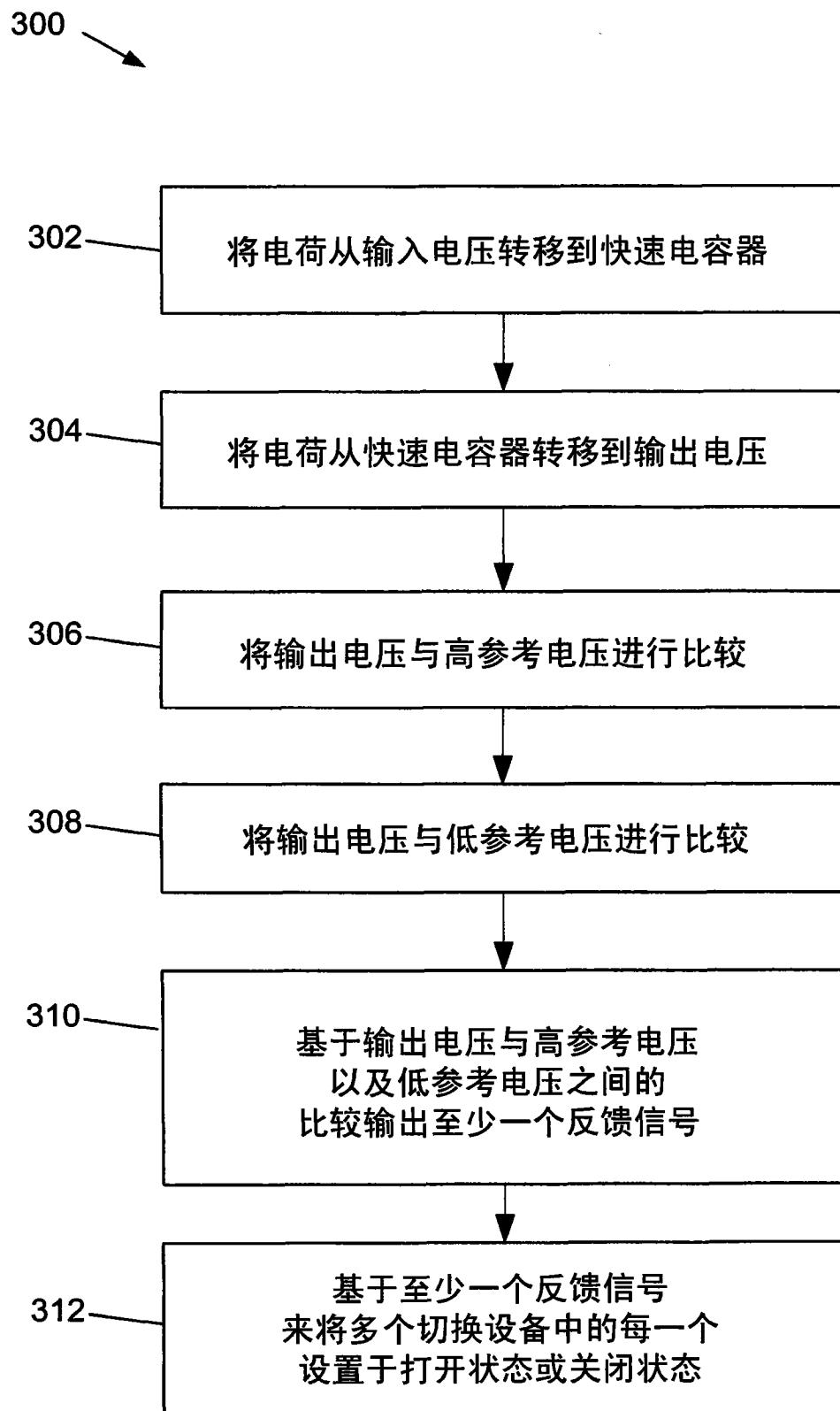


图 3

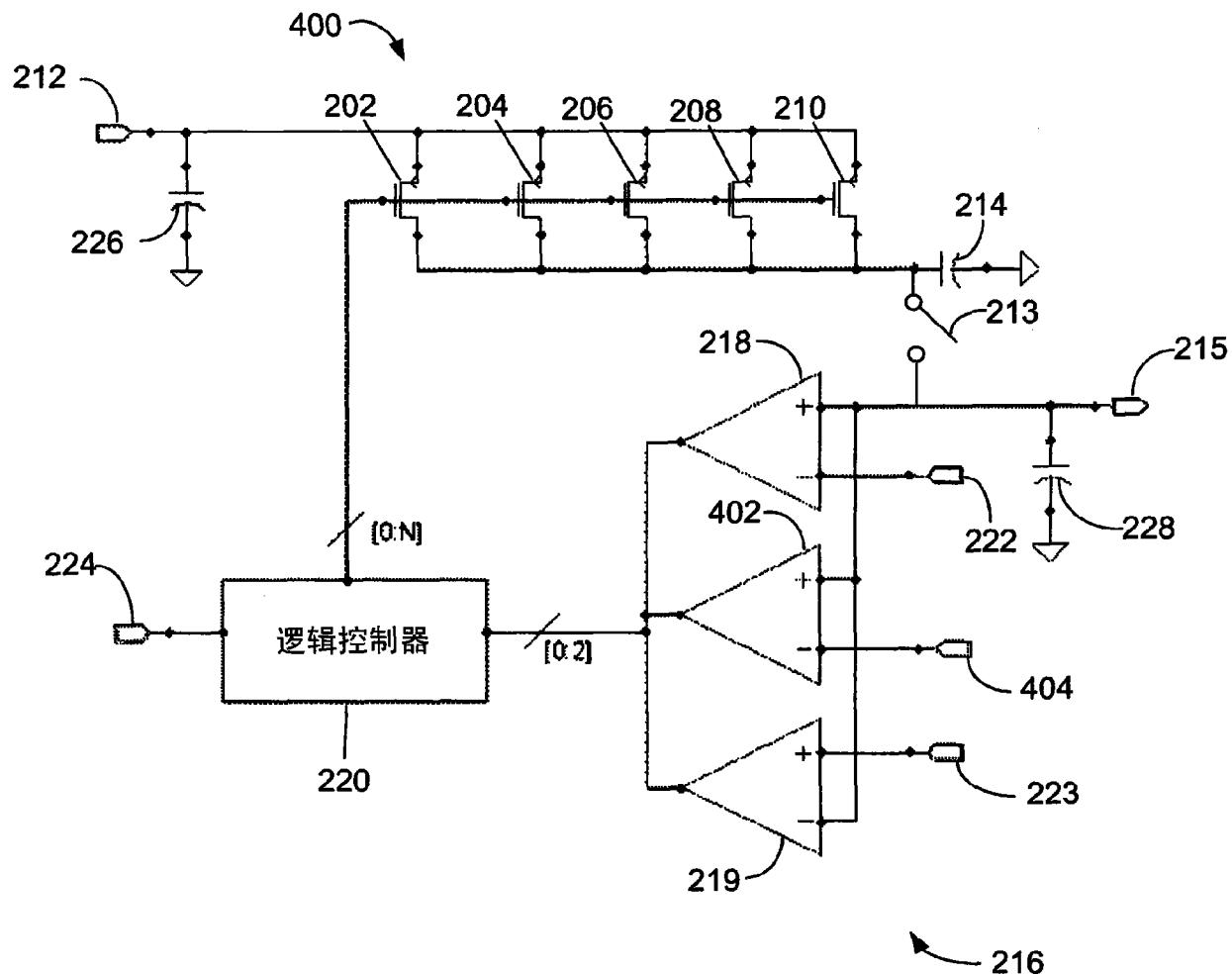


图 4