



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112583254 B

(45) 授权公告日 2024. 12. 06

(21) 申请号 202011000030.4

(22) 申请日 2020.09.22

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112583254 A

(43) 申请公布日 2021.03.30

(30) 优先权数据
10-2019-0119534 2019.09.27 KR

(73) 专利权人 矽致微有限公司
地址 韩国京畿道城南市盆唐区大旺板桥路
660号U空间-1 A大楼8层, 邮编13494
专利权人 杭州芯迈半导体技术有限公司

(72) 发明人 K·K·刘

(74) 专利代理机构 北京成创同维知识产权代理
有限公司 11449

专利代理师 杨思雨

(51) Int.Cl.

H02M 3/07 (2006.01)

(56) 对比文件

US 2014043010 A1, 2014.02.13

审查员 魏莎莎

权利要求书4页 说明书18页 附图22页

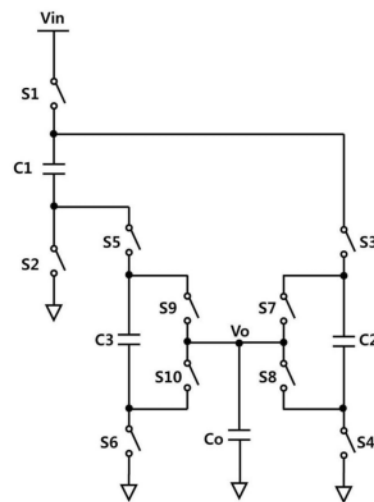
(54) 发明名称

开关电容转换器

(57) 摘要

本公开涉及一种高效且尺寸小的开关电容转换器。根据本公开的一个方面的转换器被提供用于通过输入端子接收输入电压并通过输出端子提供输出电压。该转换器包括：第一电容器；第二电容器；第三电容器；以及开关网络，用于改变输入端子、输出端子、第一电容器、第二电容器和第三电容器之间的连接关系。可以根据开关网络的运行从4:1, 3:1或2:1中选择在转换器中实现的输入电压与输出电压的比率。

100



1. 一种转换器,其通过输入端子接收输入电压并通过输出端子提供输出电压,包括:

第一开关电容器网络,其中,i)第一开关、第一电容器和第二开关串联连接,ii)所述第一开关的第一端子连接至输入端子,以及,iii)所述第二开关的第二端子连接至基准电压;

第二开关电容器网络,其中,i)第三开关、第二电容器和第四开关串联连接,ii)所述第三开关的第一端子连接至所述第一电容器的第一端子,以及,iii)所述第四开关的第二端子连接至所述基准电压;

第三开关电容器网络,其中,i)第五开关、第三电容器和第六开关串联,ii)所述第五开关的第一端子连接至所述第一电容器的第二端子,以及,iii)所述第六开关的第二端子连接至所述基准电压;以及,

输出开关网络,包括串联连接的第七开关和第八开关以及串联连接的第九开关和第十开关,其中,i)所述第七开关的第一端子和所述第八开关的第二端子分别连接至所述第二电容器的两个端子,ii)所述第九开关的第一端子和所述第十开关的第二端子分别连接至所述第三电容器的两个端子,以及,iii)所述第七开关和所述第八开关的连接点以及所述第九开关和所述第十开关的连接点一起连接至所述输出端子。

2. 根据权利要求1所述的转换器,其中,在所述转换器的运行期间,所述输入电压与所述输出电压的比率是可改变的。

3. 根据权利要求1所述的转换器,其中,在4:1模式的第一状态下,所述第一开关、所述第四开关、所述第五开关、所述第七开关和所述第十开关被导通,并且所述第二开关、所述第三开关、所述第六开关、所述第八开关和所述第九开关被断开,并且在4:1模式的第二状态下,所述第二开关、所述第三开关、所述第六开关、所述第八开关和所述第九开关被导通,所述第一开关、所述第四开关、所述第五开关、所述第七开关和所述第十开关被断开,其中,所述转换器运行使得所述输入电压与所述输出电压的比率大体上变为4:1。

4. 根据权利要求1所述的转换器,其中,在3:1模式的第一状态下,所述第一开关、所述第五开关和所述第十开关被导通,并且所述第二开关、所述第三开关、所述第四开关、所述第六开关、所述第七开关、所述第八开关和所述第九开关被断开,并且在3:1模式的第二状态下,所述第二开关、所述第三开关、所述第六开关、所述第七开关和所述第九开关被导通,并且所述第一开关、所述第四开关、所述第五开关、所述第八开关和所述第十开关被断开;

其中,所述转换器运行使得所述输入电压与所述输出电压的比率大体上变为3:1。

5. 根据权利要求1所述的转换器,其中,在2:1模式的第一状态下,所述第一开关、所述第三开关、所述第五开关、所述第八开关和所述第九开关被导通,并且所述第二开关、所述第四开关、所述第六开关、所述第七开关和所述第十开关被断开,并且在2:1模式的第二状态下,所述第二开关、所述第三开关、所述第四开关和所述第七开关被导通,并且所述第一开关、所述第五开关、所述第六开关、所述第八开关、所述第九开关和所述第十开关被断开;

其中,所述转换器运行使得所述输入电压与所述输出电压的比率大体上变为2:1。

6. 一种转换器,其通过输入端子接收输入电压并通过输出端子提供输出电压,包括:

第一电容器;

第二电容器;

第三电容器;和,

开关网络,用于改变输入端子、输出端子、所述第一电容器、所述第二电容器和所述第

三电容器之间的连接关系，

其中，根据所述开关网络的运行，从4:1、3:1或2:1中选择所述输入电压与所述输出电压的比率，

所述开关网络包括：第一开关、第二开关、第三开关、第四开关、第五开关、第六开关、第七开关、第八开关、第九开关和第十开关，

在所述转换器中，i)所述第一开关的第一端子连接至所述输入端子，ii)所述第一开关的第二端子连接至所述第一电容器的第一端子和所述第三开关的第一端子，iii)所述第一电容器的第二端子连接至所述第二开关的第一端子和所述第五开关的第一端子，iv)所述第五开关的第二端子连接至所述第三电容器的第一端子和所述第九开关的第一端子，v)所述第三电容器的第二端子连接至所述第六开关的第一端子和所述第十开关的第二端子，vi)所述第九开关的第二端子连接至所述第十开关的第一端子、输出端子、所述第七开关的第二端子和所述第八开关的第一端子，vii)所述第三开关的第二端子连接至第七开关的第一端子和所述第二电容器的第一端子，viii)所述第二电容器的第二端子连接至所述第八开关的第二端子和所述第四开关的第一端子，以及，ix)所述第二开关的第二端子、所述第六开关的第二端子和所述第四开关的第二端子连接至基准电压。

7. 根据权利要求6所述的转换器，其中，在4:1模式的第一状态下，i)所述第一电容器的第一端子连接至所述输入端子，ii)所述第一电容器的第二端子连接至所述第三电容器的第一端子，iii)所述第三电容器的第二端子连接至所述第二电容器的第一端子和所述输出端子，以及，iv)所述第二电容器的第二端子连接至所述基准电压；并且，在4:1模式的第二状态，i)所述第一电容器的第一端子连接至所述第二电容器的第一端子，ii)所述第一电容器的第二端子连接至所述基准电压，iii)所述第二电容器的第二端子连接至所述第三电容器的第一端子和所述输出端子，并且iv)所述第三电容器的第二端子连接至所述基准电压，

其中，所述转换器运行使得所述输入电压与所述输出电压的比率大体上变为4:1，所述基准电压接地。

8. 根据权利要求6所述的转换器，其中，在3:1模式的第一状态下，i)所述第一电容器的第一端子连接至所述输入端子，ii)所述第一电容器的第二端子连接至所述第三电容器的第一端子，iii)所述第三电容器的第二端子连接至所述输出端子，并且在3:1模式的第二状态下，i)所述第一电容器的第一端子和所述第三电容器的第一端子连接至所述输出端子，ii)并且所述第一电容器的第二端子和所述第三电容器的第二端子连接至所述基准电压，

其中，所述转换器运行使得所述输入电压与所述输出电压的比率大体上变为3:1，所述基准电压接地。

9. 根据权利要求6所述的转换器，其中，在2:1模式的第一状态下，i)所述第一电容器的第一端子和所述第二电容器的第一端子连接至所述输入端子，ii)并且所述第一电容器的第二端子和所述第二电容器的第二端子连接至所述输出端子，并且在2:1模式的第二状态下，i)所述第一电容器的第一端子和第二电容器的第一端子连接至所述输出端子，ii)并且所述第一电容器的第二端子和所述第二电容器的第二端子连接至所述基准电压，

其中，所述转换器运行使得所述输入电压与所述输出电压的比率大体上变为2:1，所述基准电压接地。

10. 一种转换器，其通过输入端子接收输入电压并通过输出端子提供输出电压，包括：

第一开关、第二开关、第三开关、第四开关、第五开关、第六开关、第七开关、第八开关、第九开关和第十开关；和第一电容器、第二电容器和第三电容器，

其中，在所述转换器中，i)所述第一开关的第一端子连接至所述输入端子，ii)所述第一开关的第二端子连接至所述第一电容器的第一端子和所述第三开关的第一端子，iii)所述第一电容器的第二端子连接至所述第二开关的第一端子和所述第五开关的第一端子，iv)所述第五开关的第二端子连接至所述第三电容器的第一端子和所述第九开关的第一端子，v)所述第三电容器的第二端子连接至所述第六开关的第一端子和所述第十开关的第二端子，vi)所述第九开关的第二端子连接至所述第十开关的第一端子、输出端子、所述第七开关的第二端子和所述第八开关的第一端子，vii)所述第三开关的第二端子连接至第七开关的第一端子和所述第二电容器的第一端子，viii)所述第二电容器的第二端子连接至所述第八开关的第二端子和所述第四开关的第一端子，以及，ix)所述第二开关的第二端子、所述第六开关的第二端子和所述第四开关的第二端子连接至基准电压，

所述输出端子连接至位于所述转换器内部或所述转换器外部的输出电容。

11. 根据权利要求10所述的转换器，其中，在所述第一开关至所述第十开关中的至少一个开关包括串联和/或并联连接的多个开关组件。

12. 根据权利要求10所述的转换器，其中，所述第一电容器至所述第三电容器中的至少一个电容器包括串联和/或并联连接的多个电容。

13. 一种转换装置，其通过输入端子接收输入电压并通过输出端子提供输出电压，包括：

第一开关电容转换器模块；和

第二开关电容转换器模块，与所述第一开关电容转换器模块共享所述输入端子和所述输出端子，

所述第一开关电容转换器模块和/或所述第二开关电容转换器模块分别包括如权利要求1至12任一项所述的转换器。

14. 根据权利要求13所述的转换装置，其中，所述第一开关电容转换器模块和所述第二开关电容转换器模块被配置为具有彼此相等的电路，并且以交错的方式运行。

15. 根据权利要求13所述的转换装置，其中，所述第一开关电容转换器模块和所述第二开关电容转换器模块彼此共享至少一个电容器和/或至少一个开关。

16. 根据权利要求13所述的转换装置，其中，在所述第一开关电容转换器模块和所述第二开关电容转换器模块之间增加了用于并联连接所述第一开关电容转换器模块的第二电容器和所述第二开关电容转换器模块的第三电容器的线路；

其中，所述第一开关电容转换器模块的第二电容器和所述第二开关电容转换器模块的第三电容器的集成、所述第一开关电容转换器模块的第七开关和所述第二开关电容转换器模块的第九开关的集成、所述第一开关电容转换器模块的第八开关和第二开关电容转换器模块的第十开关的集成中的至少一个应用于所述转换装置。

17. 根据权利要求13所述的转换装置，其中，在所述第一开关电容转换器模块和所述第二开关电容转换器模块之间增加了用于并联连接所述第一开关电容转换器模块的第三电容器和所述第二开关电容转换器模块的第二电容器的线路；

其中，所述第一开关电容转换器模块的所述第三电容器和所述第二开关电容转换器模

块的所述第二电容器的集成、所述第一开关电容转换器模块的所述第九开关和所述第二开关电容转换器模块的所述第七开关的集成、所述第一开关电容转换器模块的所述第十开关和所述第二开关电容转换器模块的所述第八开关的集成中的至少一个应用于所述转换装置。

18. 一种转换器,其通过输入端子接收输入电压并通过输出端子提供输出电压,所述转换器包括:

N个级;和,

输出级;

其中,所述转换器运行使得所述输入电压与所述输出电压的比率变为 $2^N:1$,

其中,i)在所述N个级中的第一级中配置两个基础开关网络和两个电容器,ii)在所述N个级中的第二级至第N级中的每个级中配置四个基础开关网络和两个电容器,iii)在所述输出级中配置输出开关网络,iv)每个所述基础开关网络包括连接在第一节点和第二节点之间的第一开关和连接在第三节点和基准电压之间的第二开关,以及,v)相同级中包括的电容器中的至少一个连接在所述第二节点和所述第三节点之间,

在第k级中配置的四个基础开关网络中:每一个基础开关网络独立地连接至第(k-1)级的两个电容器中的一个端子,使得所述四个基础开关网络中的至少两个基础开关网络不共同连接至所述两个电容器的一个端子, k是2、3、...,N中的一个;或在第k级中配置的四个基础开关网络中的相应两个基础开关网络彼此共享电容器,

所述输出开关网络包括四个开关,所述输出开关网络的所述四个开关中的每个开关的第一端子独立地连接至第N级的两个电容器的一个端子,使得所述四个开关的至少两个端子不共同地连接至所述第N级的所述两个电容器的一个端子,并且所述输出开关网络的四个开关的各自的第二端子共同连接至所述输出端子。

开关电容转换器

技术领域

[0001] 本公开涉及开关电容转换器,更具体地,涉及具有预定电压转换比的开关电容器功率转换器。

背景技术

[0002] 近年来,随着移动系统(例如,智能手机,平板电脑等)的功耗不断增加,并且在移动系统中消耗功率的组件(例如,芯片,相关电路等)的运行电压趋于减少的情况下,越来越需要电压转换比(即输入电压与输出电压的比率)超过2:1的转换器。

[0003] 开关电容转换器通常用作移动系统中电压转换比为2:1的一种转换器。开关电容转换器是一种电路,其中通常至少有一个电容器和至少一个半导体开关元件(在下文中,为了便于描述,称为“开关”)在不使用电感器的情况下组合。开关电容转换器可以被理解为用于通过经由至少一个开关的导通/断开运行改变到一个或多个电容器的电连接来改变输入电压与输出电压之间的关系。考虑到正在进行对包括小尺寸电感器的开关电容转换器的研究,可能不需要将开关电容转换器定义为:不包括电感器的转换器。应注意的是,一般而言,开关电容转换器可通过不使用大尺寸电感来减小其尺寸并提高效率。

[0004] 然而,在电压转换比超过2:1的情况下,例如,在电压转换比为4:1的情况下,由于开关和电容器的电压应力增加以及组件数量增加,开关电容转换器的尺寸增加,并且转换器的效率降低。

[0005] 例如,已知一种通过将两个具有2:1的电压转换比的开关电容转换器电串联来实现4:1的电压转换比的方法,但是该方法具有导致功率损耗增加的问题。

[0006] 作为另一示例,在图23所示的4:1迪克森开关电容转换器的情况下,该转换器的缺点是需要击穿电压为输出电压 V_o 的三倍的电容器 C_a 和击穿电压是输出电压 V_o 的两倍的电容器 C_b 。由于尺寸增加且有效电容器小,高击穿电压电容器在尺寸和效率上都是不利的。

[0007] 此外,对于能够以超过2:1的电压转换比运行并且能够调整电压转换比的电路的需求日益增长。尽管已知一些电路能够通过使用更多数量的开关和/或电容器来调整电压转换比,但是由于开关和/或电容器的数量增加,在尺寸和效率上存在缺点。

发明内容

[0008] 本公开的目的是提供一种高效且尺寸小的开关电容转换器。

[0009] 本公开的另一个目的是提供一种能够调节输入电压与输出电压的转换比的开关电容转换器。

[0010] 本公开的又一个目的是提供一种开关电容转换器,该开关电容转换器以二进制方式配置并且可以扩展为具有更高的电压转换比。

[0011] 本公开的又一个目的是提供一种开关电容转换器,其以交错的方式运行两个并联连接的开关电容转换器模块,并使两个模块之间的电容器能够集成。

[0012] 技术方案

[0013] 根据本公开的一个方面,提供了一种转换器,该转换器用于通过输入端子接收输入电压并且通过输出端子提供输出电压,该转换器包括:第一开关电容器网络,其中,i) 第一开关,第一电容器和第二开关串联连接;ii) 第一开关的第一端子连接至输入端子;以及,iii) 第二开关的第二端子连接至基准电压;第二开关电容器网络,其中i) 第三开关、第二电容器和第四开关串联连接,ii) 第三开关的第一端子连接至第一电容器的第一端子,iii) 第四开关的第二端子连接至基准电压;第三开关电容器网络,其中i) 第五开关,第三电容器和第六开关串联连接,ii) 第五开关的第一端子连接至第一电容器的第二端子,以及,iii) 第六开关的第二端子连接至基准电压;和输出开关网络,其包括串联连接的第七开关和第八开关以及串联连接的第九开关和第十开关,其中i) 第七开关的第一端子和第八开关的第二端子开关分别连接至第二电容器的两个端子,ii) 第九开关的第一端子和第十开关的第二端子分别连接至第三电容器的两个端子,以及,iii) 第七开关与第八开关的连接点以及第九开关与第十开关的连接点一起连接至输出端子。

[0014] 在该转换器中,在转换器的运行期间,输入电压与输出电压的比率是可改变的。

[0015] 在4:1模式的第一状态下,第一、第四、第五、第七和第十开关被导通,并且第二、第三、第六、第八和第九开关被断开。在4:1模式的第二状态下,第二、第三、第六、第八和第九开关被导通,而第一、第四、第五、第七和第十开关被断开。因此,转换器可以运行使得输入电压与输出电压的比率大体上变为4:1。

[0016] 在3:1模式的第一状态下,第一、第五和第十开关被导通,并且第二、第三、第四、第六、第七、第八和第九开关被断开。在3:1模式的第二状态下,第二、第三、第六、第七和第九开关被导通,并且第一、第四、第五、第八和第十开关被断开。因此,转换器可以运行使得输入电压与输出电压的比率大体上变为3:1。

[0017] 在2:1模式的第一状态下,第一、第三、第五、第八和第九开关被导通,并且第二、第四、第六、第七和第十开关被断开。在2:1模式的第二状态下,第二、第三、第四和第七开关被导通,并且第一、第五、第六、第八、第九和第十开关被断开。因此,转换器可以运行使得输入电压与输出电压的比率大体上变为2:1。

[0018] 根据本公开的另一方面,提供了一种转换器,该转换器用于通过输入端子接收输入电压并通过输出端子提供输出电压,该转换器包括:第一电容器;第二电容器;第三电容器;以及开关网络,其用于改变输入端子,输出端子,第一电容器,第二电容器和第三电容器之间的连接关系。可以根据开关网络的运行在4:1,3:1或2:1中选择在转换器中实施的输入电压与输出电压的比率。

[0019] 在该转换器中,在4:1模式的第一状态下,i) 第一电容器的第一端子连接至输入端子,ii) 第一电容器的第二端子连接至第三电容器的第一端子,iii) 第三电容器的第二端子连接至第二电容器的第一端子和输出端子,并且,iv) 第二电容器的第二端子连接至基准电压。在4:1模式的第二状态下,i) 第一电容器的第一端子连接至第二电容器的第一端子,ii) 第一电容器的第二端子连接至基准电压,iii) 第二电容器的第二端子连接至第三电容器的第一端子和输出端子,并且,iv) 第三电容器的第二端子连接至基准电压。因此,转换器可以运行使得输入电压与输出电压的比率大体上变为4:1。

[0020] 在3:1模式的第一状态下,i) 第一电容器的第一端子连接至输入端子,ii) 第一电容器的第二端子连接至第三电容器的第一端子,iii) 第三电容器的第二端子连接至输出端

子。在3:1模式的第二状态下, i) 第一电容器的第一端子和第三电容器的第一端子连接至输出端子, ii) 第一电容器的第二端子和第三电容器的第二端子连接至基准电压。因此, 转换器可以运行使得输入电压与输出电压的比率大体上变为3:1。

[0021] 在2:1模式的第一状态下, i) 第一电容器的第一端子和第二电容器的第一端子连接至输入端子, ii) 第一电容器的第二端子和第二电容器的第二端子连接至输出端子。在2:1模式的第二状态下, i) 第一电容器的第一端子和第二电容器的第一端子连接至输出端子, ii) 第一电容器的第二端子和第二电容器的第二端子连接至基准电压。因此, 转换器可以运行使得输入电压与输出电压的比率大体上变为2:1。

[0022] 在该转换器中, 在转换器的运行期间, 输入电压与输出电压的比率是可改变的。

[0023] 根据本公开的另一方面, 提供一种转换器, 用于通过输入端子接收输入电压并通过输出端子提供输出电压, 该转换器包括: 第一、第二、第三、第四、第五、第六、第七、第八、第九和第十开关; 以及, 第一、第二和第三电容器。在该转换器中, i) 第一开关的第一端子连接至输入端子, ii) 第一开关的第二端子连接至第一电容器的第一端子和第三开关的第一端子, iii) 第一电容器的第二端子连接至第二开关的第一端子和第五开关的第一端子, iv) 第五开关的第二端子连接至第三电容器的第一端子和第九开关的第一端子, v) 第三电容器的第二端子连接至第六开关的第一端子和第十开关的第二端子, vi) 第九开关的第二端子连接至第十开关的第一端子、输出端子、第七开关的第二端子和第八开关的第一端子, vii) 第三开关的第二端子连接至第七开关的第一端子和第二电容器的第一端子, viii) 第二电容器的第二端子连接至第八开关的第二端子和第四开关的第一端子, 以及, ix) 第二开关的第二端子、第六开关的第二端子和第四开关的第二端子连接至基准电压。

[0024] 在该转换器中, 第一至第十开关中的至少一个开关中的多个开关组件可以串联和/或并联连接。

[0025] 第一至第三电容器中的至少一个电容器中的多个电容可以串联和/或并联连接。

[0026] 根据本公开的又一方面, 提供了一种转换器, 该转换器用于通过输入端子接收输入电压并通过输出端子提供输出电压, 该转换器包括: 第一开关电容转换器模块, 其包括开关和电容器; 第二开关电容转换器模块, 其包括开关和电容器, 并与第一开关电容转换器模块共享输入端子和输出端子。

[0027] 在该转换器中, 第一开关电容转换器模块和第二开关电容转换器模块可以被配置为具有彼此相等的电路, 并且以交错的方式运行。

[0028] 第一开关电容转换器模块和第二开关电容转换器模块可以彼此共享至少一个电容器和/或至少一个开关。

[0029] 所述第一开关电容转换器模块和所述第二开关电容转换器模块中的每一个可以包括: 第一开关电容器网络, 在其中, i) 第一开关, 第一电容器和第二开关串联连接, ii) 第一开关的第一端子连接至输入端子, 并且, iii) 第二开关的第二端子连接至基准电压; 第二开关电容器网络, 其中 i) 第三开关, 第二电容器和第四开关串联连接, ii) 第三开关的第一端子连接至第一电容器的第一端子, iii) 第四开关的第二端子连接至基准电压; 第三开关电容器网络, 其中, i) 第五开关, 第三电容器和第六开关串联, ii) 第五开关的第一端子连接至第一电容器的第二端子, 以及, iii) 第六开关的第二端子连接至基准电压; 以及, 输出开关网络, 其包括串联连接的第七开关和第八开关以及串联连接的第九开关和第十开关, 在

其中, i) 第七开关的第一端子和第八开关的第二端子分别连接至第二电容器的两个端子, ii) 第九开关的第一端子和第十开关的第二端子分别连接至第三电容器的两个端子, 以及, iii) 第七开关与第八开关的连接点以及第九开关与第十开关的连接点一起连接至输出端子。

[0030] 在该转换器中, 可以在第一开关电容转换器模块和第二开关电容转换器模块之间增加用于并联连接第一开关电容转换器模块的第二电容器和第二开关电容转换器模块的第三电容器的线路。第一开关电容转换器模块的第二电容器和第二开关电容转换器模块的第三电容器的集成、第一开关电容转换器模块的第七开关和第二开关电容转换器的第九开关的集成以及第一开关电容转换器模块的第八开关和第二开关电容转换器模块的第十开关的集成中的至少一个可以应用到该转换器。

[0031] 可以在第一开关电容转换器模块和第二开关电容转换器模块之间添加用于并联连接第一开关电容转换器模块的第三电容器和第二开关电容转换器模块的第二电容器的线路。第一开关电容转换器模块的第三电容器和第二开关电容转换器模块的第二电容器的集成, 第一开关电容转换器模块的第九开关和第二开关电容转换器的第七开关的集成以及第一开关电容转换器模块的第十开关和第二开关电容转换器模块的第八开关的集成中的至少一个可以应用到该转换器。

[0032] 根据本公开的又一方面, 提供了一种转换器, 该转换器用于通过输入端子接收输入电压并通过输出端子提供输出电压, 该转换器包括N个级和一个输出级, 并运行使得输入电压与输出电压的比率变为 $2^N:1$ 。在此转换器中, i) N个级中的第一级包括两个基础开关网络和两个电容器, ii) N个级中的第二级到第N个级中的每个级包括四个基础开关网络和两个电容器, iii) 输出级包括一个输出开关网络, iv) 每个基础开关网络均包括连接在第一节点和第二节点之间的第一开关, 以及连接在第三节点和基准电压之间的第二开关, v) 相同级中包含的电容器中的至少一个被连接在第二节点和第三节点之间。

[0033] 在此转换器中, 第k级(k是2、3、..., N中的一个)中包含的四个基础开关网络中的每一个都可以独立地连接至第(k-1)级的两个电容器的一个端子, 因此, 四个基础开关网络中的至少两个不能共同连接至两个电容器的一个端子。

[0034] 在该转换器中, 第k级(k是2、3、..., N中的一个)中包括的四个基础开关网络中的相应两个基础开关网络可以彼此共享电容器。

[0035] 输出开关网络包括四个开关。输出开关网络的四个开关中的每个开关的第一端子可以独立地连接至第N级的两个电容器的一个端子。即, 四个开关各自的第一端子中的至少两个不共同连接至第N级的两个电容器的一个端子。并且四个开关各自的第二端子可以共同连接至输出端子。

[0036] 技术效果

[0037] 根据本公开的实施例, 可以提供高效且尺寸小的开关电容转换器。

[0038] 根据本公开的实施例, 可以提供一种能够调节输入电压与输出电压的转换比的开关电容转换器。

[0039] 根据本公开的实施例, 可以提供一种开关电容转换器, 其以二进制方式配置并且可以被扩展为具有更高的电压转换比。

[0040] 根据本公开的实施例, 可以提供一种开关电容转换器, 其以交错的方式运行两个

并联连接的开关电容转换器模块,并且使得两个模块之间的电容器能够集成。

附图说明

- [0041] 图1示出根据本公开的实施例的开关电容转换器。
- [0042] 图2和3示出了图1所示的开关电容转换器的4:1电压转换运行。
- [0043] 图4和5示出了图1所示的开关电容转换器的3:1电压转换运行。
- [0044] 图6和图7示出了图1所示的开关电容转换器的2:1电压转换运行。
- [0045] 图8是示出根据本公开的实施例的使用两个并联的开关电容转换器模块的开关电容转换器的示意图。
- [0046] 图9是示出根据本公开的实施例的开关电容转换器的示意图,其中图1所示的开关电容转换器应用于每个模块。
- [0047] 图10和11示出了图9所示的开关电容转换器的4:1电压转换运行。
- [0048] 图12和13示出了图9所示的开关电容转换器的3:1电压转换运行。
- [0049] 图14和图15示出了图9所示的开关电容转换器的2:1电压转换运行。
- [0050] 图16示出了根据本公开的实施例的在图9所示的开关电容转换器中包括的两个模块之间集成一个或多个电容器和/或一个或多个开关的示例。
- [0051] 图17示出了将图1所示的开关电容转换器划分为3个开关电容转换器和1个输出开关网络的示例。
- [0052] 图18示出了通过基础开关网络和电容器的组合来配置开关电容器网络。
- [0053] 图19示出了输出开关网络的结构。
- [0054] 图20是示出根据本公开的实施例的 2^2 :1开关电容转换器的图,其中集成了两个开关电容转换器模块的一个或多个开关和一个或多个电容器。
- [0055] 图21是示出根据本公开的实施例的 2^3 :1开关电容转换器的图,其中集成了两个开关电容转换器模块的一个或多个开关和一个或多个电容器。
- [0056] 图22是示出根据本公开的实施例的 2^N :1开关电容转换器的图,其中集成了两个开关电容转换器模块中的一个或多个开关和一个或多个电容器。
- [0057] 图23示出了4:1迪克森(Dickson)开关电容转换器。
- [0058] 图24和25示出图23所示的4:1迪克森(Dickson)开关电容转换器的运行。

具体实施方式

[0059] 在下文中,将参考附图详细描述本公开的实施例。在每个附图中,在将附图标记添加到元件时,如果可能,相同的元件将由相同的附图标记表示,尽管它们在不同的附图中示出。此外,在本公开的以下描述中,当确定描述可能使本公开的主题相当不清楚时,将省略对并入本文的已知功能和配置的详细描述。

[0060] 本文可以使用诸如第一,第二,A,B,(A)或(B)的术语来描述本公开的元件。每个术语不用于限定元件的本质、顺序、序列或数目,而仅用于将相应的元件与另一个元件区分。当提到一个元件“连接”或“耦合”到另一个元件时,应当解释为另一个元件可以“插入”在元件之间,或者元件可以经由另一个元件彼此“连接”或“耦合”,以及一个元件直接连接或耦合到另一个元件。

[0061] 图1示出根据本公开的实施例的开关电容转换器100。

[0062] 开关电容转换器100可以用于在包括智能电话,平板电脑等的电子设备的系统中转换功率。

[0063] 开关电容转换器100可通过输入端子接收输入电压 V_{in} ,并通过输出端子提供输出电压 V_o 。输入电压 V_{in} 可以是系统外部的充电器提供的电压,或者是从系统内部的电力网络中的任意节点提供的电压。开关电容转换器100可以产生与输入电压 V_{in} 具有特定比例的输出电压 V_o ,并且输出到系统外部或系统内部电力网络中的任意节点。在图1中,尽管示出了在开关电容转换器100中包括输出电容器 C_o ,但是输出电容器 C_o 可以是开关电容转换器100中包括的内部组件或开关电容转换器100中不包括的外部组件。

[0064] 开关电容转换器100可以运行为使得电压转换比(输入电压与输出电压的比率)能够大体上变为4:1。替代地,开关电容转换器100的电压转换比大体上可以是4:1,3:1或2:1中的一种。即开关电容转换器100可以改变为4:1、3:1或2:1中的一种。

[0065] 这里,术语“大体上”是指,即使将开关电容转换器100设计为具有4:1的电压转换比并且以该比率进行运行,由于电路组件的电路寄生效应,控制器的误差幅度等的影响,输入电压与输出电压的实际比也可能在4:1处具有微小的误差幅度。因此,在此应该理解,即使没有描述术语“大体上”,电压转换比、组件的电压应力等也可能具有误差幅度。

[0066] 输入端子和输出端子中的每一个不限于特定形状或特定连接方式。连接至输入电压 V_{in} 的任何端子可以被理解为输入端子,并且连接至输出电压 V_o 的任何端子可以被理解为输出端子。

[0067] 开关电容转换器100可以包括第一电容器 C_1 ,第二电容器 C_2 ,第三电容器 C_3 和开关网络($S_1 \sim S_{10}$)。

[0068] 开关网络($S_1 \sim S_{10}$)可以改变输入端子、输出端子、第一电容器 C_1 、第二电容器 C_2 和第三电容器 C_3 中的两个或更多个之间的连接关系。根据一个或多个开关网络($S_1 \sim S_{10}$)的运行,可以从4:1、3:1或2:1中选择电压转换比。在一些实施例中,可以在开关电容转换器100的运行期间改变电压转换比。

[0069] 详细描述开关电容转换器100的电路配置。第一开关 S_1 的第一端子(图1中上端子和下端子分别称为第一端子和第二端子,其是第一开关 S_1 的两个端子,在下文中,该定义同样适用于其它附图和其它组件)可以连接至输出端子,并且第一开关 S_1 的第二端子可以连接至第一电容器 C_1 的第一端子和第三开关 S_3 的第一端子。第一电容器 C_1 的第二端子可以连接至第二开关 S_2 的第一端子和第五开关 S_5 的第一端子。第五开关 S_5 的第二端子可以连接至第三电容器 C_3 的第一端子和第九开关 S_9 的第一端子。第三电容器 C_3 的第二端子可以连接至第六开关 S_6 的第一端子和第十开关 S_{10} 的第二端子。第九开关 S_9 的第二端子可以连接至第十开关 S_{10} 的第一端子、输出端子、第七开关 S_7 的第二端子和第八开关 S_8 的第一端子。第三电容器 S_3 的第二端子可以连接至第七开关 S_7 的第一端子和第二电容器 C_2 的第一端子。第二电容器 C_2 的第二端子可以连接至第八开关 S_8 的第二端子和第四开关 S_4 的第一端子。第二开关 S_2 的第二端子,第六开关 S_6 的第二端子和第四开关 S_4 的第二端子可以连接至基准电压(例如,接地或接地)。

[0070] 这里,第一开关 S_1 至第十开关 S_{10} 中的至少一个中的多个开关组件可以串联和/或并联连接。此外,第一电容器 C_1 至第三电容器 C_3 中的至少一个中的多个电容可以串联和/或

并联连接。也就是说,图1中所示的每个开关(S1~S10)和每个电容器(C1~C3)可以包括能够作为一个组件运行的多个组件。在此,在讨论开关的数量时,可以理解,多个开关串联和/或并联连接然后作为一个开关运行的情况被认为是使用一个开关。该定义同样适用于电容器的构造。

[0071] 第一开关S1至第十开关S10可以实现为标准的半导体开关组件。例如,第一开关S1至第十开关S10可以被实现为诸如FET,IGBT,MCT,GTO,BJT等能够高速运行的半导体开关组件。

[0072] 图2和图3示出了图1中示出的开关电容转换器100以4:1的电压转换运行。

[0073] 图2(A)示出了在4:1模式的第一状态(状态1)下的开关连接状态,图2(B)等效地示出了在4:1模式的第一状态下的电容器的连接关系。图3(A)示出了在4:1模式的第二状态(状态2)下的开关连接状态,图3(B)等效地示出了在4:1模式的第二状态下的电容器的连接关系。

[0074] 参照图2(A),在4:1模式的第一状态下,第一开关S1、第四开关S4、第五开关S5、第七开关S7和第十开关S10可以导通,第二开关S2、第三开关S3、第六开关S6、第八开关S8和第九开关S9可以断开。

[0075] 在这种情况下,如图2(B)所示,第一电容器C1的第一端子可以连接至输入端子;第一电容器C1的第二端子可以连接至第三电容器C3的第一端子;第三电容器C3的第二端子可以连接至第二电容器C2的第一端子和输出端子;第二电容器C2的第二端子可以连接至基准电压。

[0076] 参照图2(B),在4:1模式的第一状态下,输入电压 V_{in} ,输出电压 V_o ,第一电容器电压 V_1 ,第二电容器电压 V_2 和第三电容器电压 V_3 可以具有以下关系。

[0077] (公式1) $V_{in}=V_1+V_3+V_o$

[0078] (公式2) $V_2=V_o$

[0079] 参考图3(A),在4:1模式的第二状态下,第二开关S2、第三开关S3、第六开关S6、第八开关S8和第九开关S9可以导通,并且第一开关S1、第四开关S4、第五开关S5、第七开关S7和第十开关S10可以断开。

[0080] 在这种情况下,如图3(B)所示,第一电容器C1的第一端子可以连接至第二电容器C2的第一端子;第一电容器C1的第二端子可以连接至基准电压。第二电容器C2的第二端子可以连接至第三电容器C3的第一端子和输出端子。第三电容器C3的第二端子可以连接基准电压。

[0081] 参照图3(B),在4:1模式的第二状态下,输入电压 V_{in} 、输出电压 V_o 、第一电容器电压 V_1 、第二电容器电压 V_2 和第三电容器电压 V_3 可以具有以下关系。

[0082] (公式3) $V_3=V_o$

[0083] (公式4) $V_1=V_2+V_o$

[0084] 在一个开关周期中,当重复执行第一状态和第二状态时,电容器(C1~C3)达到稳态。假设电容器大到足以忽略稳态下的一个开关周期内电容器电压的变化,从公式1到公式4可以分析电容器电压($V_1\sim V_3$)、输入电压 V_{in} 以及输出电压 V_o 在稳态下的关系。

[0085] 通过求解公式1至公式4,得出电压之间的以下关系。

[0086] $V_1 = 2V_o$

[0087] $V_2 = V_3 = V_o$

[0088] $V_{in} = 4V_o$

[0089] 也就是说,由于输入电压 V_{in} 是输出电压 V_o 的四倍,因此,当图1所示的开关电容转换器100在图2或图3所示的电路结构中运行时,可能实现4:1的电压转换比。此时,第一电容器电压 V_1 是输出电压 V_o 的两倍,并且第二电容器电压 V_2 和第三电容器电压 V_3 中的每一个等于输出电压 V_o 。在此,应当理解,电容器之间的电压关系中可能会出现误差幅度,并且这可以等同地应用于以下讨论的示例或实施例。

[0090] 施加到以4:1的电压转换比运行的开关电容转换器100的电容器和开关的电压应力可总结如下表1所示。

[0091] (表1)。

[0092]

C1	C2	C3	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
$2V_o$	V_o	V_o	$2V_o$	$2V_o$	$3V_o$	V_o	V_o	V_o	V_o	V_o	V_o	V_o

[0093] 作为用于与常规转换器进行比较的示例,参考图13讨论典型的4:1迪克森(Dickson)转换器2300。该4:1迪克森(Dickson)转换器2300可以包括三个电容器(C_a, C_b 和 C_c)和八个开关($S_a \sim S_h$)。

[0094] 图24(A)示出了处于第一状态(状态1)的开关连接状态。图24(B)等效地示出了处于第一状态的电容器的连接关系。图25(A)示出第二状态(状态2)下的开关连接状态。图25(B)等效地示出了第二状态下的电容器的连接关系。

[0095] 参照图24(A),在第一状态下,可以导通a开关 S_a 、c开关 S_c 、f开关 S_f 和g开关 S_g ,并且可以断开b开关 S_b 、d开关 S_d 、e开关 S_e 和h开关 S_h 。

[0096] 在这种情况下,电容器具有如图24(B)所示的连接关系,并且可以表示为以下等式。

[0097] (公式5) $V_{in} = V_a - V_c + V_b$

[0098] (公式6) $V_o = V_b - V_c$

[0099] 参照图25(A),在第二状态下,可以导通b开关 S_b 、d开关 S_d 、e开关 S_e 和h开关 S_h ,并且可以断开a开关 S_a 、c开关 S_c 、f开关 S_f 和g开关 S_g 。

[0100] 在这种情况下,电容器具有如图25(B)所示的连接关系,并且可以表示为以下等式。

[0101] (等式7) $V_o = V_c$

[0102] (公式8) $V_o = V_a - V_b$

[0103] 通过求解公式5至公式8,得出电压之间的以下关系。

[0104] $V_a = 3V_o$

[0105] $V_b = 2V_o$

[0106] $V_c = V_o$

[0107] $V_{in} = 4V_o$

[0108] 也就是说,由于输入电压 V_{in} 是输出电压的四倍,所以图23所示的迪克森(Dickson)转换器2300可以实现4:1的电压转换比。此时,a电容器的电压 V_a 是输出电压 V_o 的三倍;b电容器的电压 V_b 是输出电压 V_o 的两倍;c电容器的电压 V_c 等于输出电压 V_o 。

[0109] 施加到4:1迪克森转换器2300的电容器和开关的电压应力可总结为如下表2所示。

[0110] (表2)

[0111]	Ca	Cb	Cc	Sa	Sb	Sc	Sd	Se	Sf	Sg	Sh
	3Vo	2Vo	Vo	3Vo	2Vo	2Vo	Vo	Vo	Vo	Vo	Vo

[0112] 在4:1迪克森(Dickson)转换器2300中,即使当在稳态下将Vo的电压施加到开关Sa时,考虑到转换器的导通或断开、输入电压的瞬态等,在实际情况下向开关施加约3倍Vo的应力;因此,可能需要使用击穿电压为3Vo的元件。在图1所示的开关电容转换器100的情况下,由于在稳态下将2Vo的电压应力施加到第一开关S1和第二开关S2中的每一个,所以考虑转换器的导通或断开以及输入电压的瞬态,不必分别采用击穿电压较高的组件。

[0113] 下面的表3示出了根据图1所示的实施例以4:1的电压转换比运行的开关电容转换器100的组件的电压应力和图23所示的典型的4:1迪克森电容器2300的组件的相应电压应力进行比较的结果。

[0114] (表3)

	电压应力	图 1 的转换器 100	4:1 迪克逊转换器 2300
[0115] 电容器	Vo	2 个电容器	1 个电容器
	2Vo	1 个电容器	1 个电容器
	3Vo	-	1 个电容器
开关	Vo	7 个开关	5 个开关
	2Vo	2 个开关	2 个开关
	3Vo	1 个开关	1 个开关

[0116] 通过表3的比较,尽管与4:1迪克森(Dickson)转换器2300相比,在图1所示的实施方式的开关电容器用转换器100中需要两个具有较低电压应力Vo的附加开关,但是可以使用击穿电压为Vo的电容器代替击穿电压为3Vo的电容器。如上所述,由于电容器的击穿电压极大地影响了开关电容转换器的效率和尺寸,因此,根据图1所示的实施方式的开关电容转换器100与4:1迪克森(Dickson)转换器2300相比,尺寸更小,效率更高。

[0117] 图4和图5示出了图1中示出的开关电容转换器100以3:1的电压转换比运行。

[0118] 图4(A)示出了3:1模式的第一状态(状态1)下的开关连接状态。图4(B)等效地示出了在3:1模式的第一状态下的电容器的连接关系。图5(A)示出了3:1模式的第二状态(状态2)下的开关连接状态,图5(B)等效地示出了3:1模式的第二状态下的电容器的连接关系。

[0119] 参考图4(A),在3:1模式的第一状态下,第一开关S1,第五开关S5和第十开关S10可以导通,第二开关S2,第三开关S3,第四开关被导通。S4,第六开关S6,第七开关S7,第八开关S8和第九开关S9可以断开。

[0120] 在这种情况下,如图4(B)所示,如图2所示,第一电容器C1的第一端子可以连接至输入端子;第一电容器C1的第二端子可以连接至第三电容器C3的第一端子;第三电容器C3的第二端可以连接至输出端。

[0121] 参考图4 (B), 在3:1模式的第一状态下, 输入电压 V_{in} 、输出电压 V_o 、第一电容器电压 V_1 、第二电容器电压 V_2 和第三电容器电压 V_3 可以具有以下关系。

[0122] (公式9) $V_{in} = V_1 + V_3 + V_o$

[0123] 参考图5 (A), 在3:1模式的第二状态下, 第二开关 S_2 、第三开关 S_3 、第六开关 S_6 、第七开关 S_7 和第九开关 S_9 可以导通, 并且第一开关 S_1 , 第四开关 S_4 , 第五开关 S_5 , 第八开关 S_8 和第十开关 S_{10} 可以断开。

[0124] 在这种情况下, 如图5 (B) 所示, 第一电容器 C_1 的第一端子和第三电容器 C_3 的第一端子可以连接至输出端子; 第一电容器 C_1 的第二端子和第三电容器 C_3 的第二端子可以连接至基准电压。

[0125] 参考图5 (B), 在3:1模式的第二状态下, 输入电压 V_{in} 、输出电压 V_o 、第一电容器电压 V_1 和第三电容器电压 V_3 可以具有以下关系。

[0126] (公式10) $V_1 = V_3 = V_o$

[0127] 通过求解公式9和公式10, 得出电压之间的以下关系。

[0128] $V_1 = V_3 = V_o$

[0129] $V_{in} = 3V_o$

[0130] 也就是说, 由于输入电压 V_{in} 是输出电压 V_o 的三倍, 因此, 当图1所示的开关电容转换器100在图4或图5所示的电路结构中运行时, 就有可能实现3:1的电压转换比。此时, 第一电容器电压 V_1 和第三电容器电压 V_3 中的每一个等于输出电压 V_o 。

[0131] 图6和图7示出了图1中示出的开关电容转换器100以2:1的电压转换运行。

[0132] 图6 (A) 示出了在2:1模式的第一状态 (状态1) 下的开关连接状态, 并且图6 (B) 等效地示出了在2:1模式的第一状态下的电容器的连接关系。图7 (A) 示出了在2:1模式的第二状态 (状态2) 下的开关连接状态, 并且图7 (B) 等效地示出了在2:1模式的第二状态下的电容器的连接关系。

[0133] 参考图6 (A), 在2:1模式的第一状态下, 第一开关 S_1 、第三开关 S_3 、第五开关 S_5 、第八开关 S_8 和第九开关 S_9 可以被导通, 第二开关 S_2 、第四开关 S_4 、第六开关 S_6 、第七开关 S_7 和第十开关 S_{10} 可以被断开。

[0134] 在这种情况下, 如图2所示。如图6 (B) 所示, 第一电容器 C_1 的第一端子和第二电容器 C_2 的第一端子可以连接至输入端子, 并且第一电容器 C_1 的第二端子和第二电容器 C_2 的第二端子可以连接至输出端子。

[0135] 参照图6 (B), 在2:1模式的第一状态下, 输入电压 V_{in} 、输出电压 V_o 、第一电容器电压 V_1 和第二电容器电压 V_2 可以具有以下关系。

[0136] (公式11) $V_{in} = V_1 + V_o$

[0137] (公式12) $V_1 = V_2$

[0138] 参考图7 (A), 在2:1模式的第二状态下, 第二开关 S_2 、第三开关 S_3 、第四开关 S_4 和第七开关 S_7 可以被导通, 并且第一开关 S_1 、第五开关 S_5 、第六开关 S_6 、第八开关 S_8 、第九开关 S_9 和第十开关 S_{10} 可以被断开。

[0139] 在这种情况下, 如图7 (B) 所示, 第一电容器 C_1 的第一端子和第二电容器 C_2 的第一端子可以连接至输出端子; 并且第一电容器 C_1 的第二端子和第二电容器 C_2 的第二端子可以连接至基准电压。

[0140] 参考图7(B),在2:1模式的第二状态下,输入电压 V_{in} 、输出电压 V_o 、第一电容器电压 V_1 和第二电容器电压 V_2 可以具有以下关系。

[0141] (公式13): $V_1=V_2=V_o$

[0142] 通过求解公式11至公式13,得出电压之间的以下关系。

[0143] $V_1=V_2=V_o$

[0144] $V_{in}=2V_o$

[0145] 也就是说,由于输入电压 V_{in} 是输出电压 V_o 的2倍,因此,当图1所示的开关电容转换器100在图6或图7所示的电路结构中运行时,可能实现2:1的电压转换比。此时,第一电容器电压 V_1 和第二电容器电压 V_2 中的每一个等于输出电压 V_o 。

[0146] 因此,在不采用具有高击穿电压的电容器的前提下,图1所示的开关电容转换器100可以以减小的尺寸高效地运行,并且在需要时以从4:1、3:1和2:1中选择的电压转换比运行。

[0147] 图8是示出根据本公开的实施例的使用两个并联的开关电容转换器模块810和820的开关电容转换器800的示意图。

[0148] 开关电容转换器800可以通过输入端子接收输入电压 V_{in} ,并通过输出端子提供输出电压 V_o 。

[0149] 第一开关电容转换器模块810可以通过输入端子接收输入电压 V_{in} ,并通过输出端子提供输出电压 V_o 。

[0150] 第二开关电容转换器模块820可以包括至少一个开关和至少一个电容器,并且与第一开关电容转换器模块810共享输入端子和输出端子。

[0151] 也就是说,第一开关电容转换器模块810和第二开关电容转换器模块820可以彼此并联连接,并且共享输入电压 V_{in} 和输出电压 V_o 。

[0152] 在一些实施例中,第一开关电容转换器模块810和第二开关电容转换器模块820可以包括彼此相同的电路。

[0153] 在一些实施例中,第一开关电容转换器模块810和第二开关电容转换器模块820可以以彼此交错的方式(以下,称为“交错的方式”)运行。这里,交错的方式是指第一开关电容转换器模块810和第二开关电容转换器模块820中的每一个在开关周期中重复第一状态和第二状态的情况,如参照图2至图7所讨论的,当第一开关电容转换器模块810在第一状态下运行,第二开关电容转换器模块820在第二状态下运行时,并且当第一开关电容转换器模块810在第二状态下运行,第二开关电容转换器模块820在第一状态下运行时。当第一开关电容转换器810和第二开关电容转换器模块820以交错的方式运行时,可以减少输入电压或电流的波动,或者减少输出电压或电流的波动。此外,如下所述,交错的方式具有通过在第一开关电容转换器模块810和第二开关电容转换器模块820之间集成或共享至少一个电容器和/或至少一个开关来减少转换器的组件数量和尺寸的优点。

[0154] 因此,其中两个开关电容转换器模块810和820彼此交错的方式运行的开关电容转换器800可称为两相配置。

[0155] 作为一个实施例,图9示出了开关电容转换器900,其中,图1所示的开关电容转换器100被布置在图8所示的开关电容转换器模块810和820中的每一个上。

[0156] 第一开关电容转换器模块910和第二开关电容转换器模块920的各自的电路大体

等同于参照图1给出的描述,因此,不再重复进行相关描述。

[0157] 图10和图11示出了图9所示出的开关电容转换器900以4:1的电压转换运行。

[0158] 参照图10,在4:1模式的状态下,开关电容转换器900运行使得第一开关电容转换器模块910可以在4:1模式的第一状态(参考图2)下运行,并且第二开关电容转换器模块920可以在4:1模式的第二状态(参考图3)下运行。

[0159] 例如,在第一开关电容转换器模块910的情况下,第一开关S1、第四开关S4、第五开关S5、第七开关S7和第十开关S10可以被导通,并且第二开关S2、第三开关S3、第六开关S6、第八开关S8和第九开关S9可以被断开。在第二开关电容转换器模块920的情况下,第二开关S2'、第三开关S3'、第六开关S6'、第八开关S8'和第九开关S9'可以被导通,而第一开关S1',第四开关S4'、第五开关S5'、第七开关S7'和第十开关S10'可以被断开。参照图2和图3给出的描述可以等同地适用于图10所示的开关电容转换器在第一状态和第二状态下的特定运行。

[0160] 参照图11,在4:1模式的b状态下,开关电容转换器900运行使得第一开关电容转换器模块910可以在4:1模式的第二状态(参考图3)下运行,并且第二开关电容转换器模块920可以在4:1模式的第一状态(参考图2)下运行。

[0161] 例如,在第一开关电容转换器模块910的情况下,第二开关S2、第三开关S3、第六开关S6、第八开关S8和第九开关S9可以被导通,并且第一开关S1、第四开关S4、第五开关S5、第七开关S7和第十开关S10可以断开。在第二开关电容转换器模块920的情况下,第一开关S1'、第四开关S4'、第五开关S5'、第七开关S7'和第十开关S10'可以被导通,而第二开关S2'、第三开关S3'、第六开关S6'、第八开关S8'和第九开关S9'可以断开。同样地,参考图2和图3给出的描述可以等同地适用于图11所示的开关电容转换器在第一状态和第二状态下的特定运行。

[0162] 图12和13示出了图11所示的开关电容转换器的3:1电压转换运行。

[0163] 参照图12,在3:1模式的a状态下,开关电容转换器900运行使得第一开关电容转换器模块910可以在3:1模式的第一状态(参考图4)下运行,并且第二开关电容转换器模块920可以在3:1模式的第二状态(参考图5)下运行。

[0164] 例如,在第一开关电容转换器模块910的情况下,可以导通第一开关S1、第五开关S5和第十开关S10,并且可以断开第二开关S2、第三开关S3、第四开关S4、第六开关S6、第七开关S7、第八开关S8和第九开关S9。在第二开关电容转换器模块920的情况下,可以导通第二开关S2'、第三开关S3'、第六开关S6'、第七开关S7'和第九开关S9',而可以断开第一开关S1'、第四开关S4'、第五开关S5'、第八开关S8'和第十开关S10'。参照图4和图5给出的描述可以等同地应用于图12所示的开关电容转换器在第一状态和第二状态下的特定运行。

[0165] 参照图13,在3:1模式的b状态下,开关电容转换器900运行使得第一开关电容转换器模块910可以在3:1模式的第二状态(参考图5)下运行,而第二开关电容转换器模块920可以在3:1模式的第一状态(参考图4)下运行。

[0166] 例如,在第一开关电容转换器模块910的情况下,可以导通第二开关S2、第三开关S3、第六开关S6、第七开关S7和第九开关S9,并且可以断开第一开关S1、第四开关S4、第五开关S5、第八开关S8和第十开关S10。在第二开关电容转换器模块920的情况下,可以导通第一开关S1'、第五开关S5'和第十开关S10',并且可以断开第二开关S2'、第三开关S3'、第四开

关S4'、第六开关S6'、第七开关S7'、第八开关S8'和第九开关S9'。同样地,参考图4和图5给出的描述可以等同地应用于图13所示的开关电容转换器在第一状态和第二状态下的特定运行。

[0167] 图14和图15示出了图9中示出的开关电容转换器的2:1的电压转换运行。

[0168] 参照图14,在2:1模式的状态下,开关电容转换器900运行使得第一开关电容转换器模块910可以在2:1模式的第一状态(参考图6)下运行,并且第二开关电容转换器模块920可以在2:1模式的第二状态(参考图7)下运行。

[0169] 例如,在第一开关电容转换器模块910的情况下,可以导通第一开关S1、第三开关S3、第五开关S5、第八开关S8和第九开关S9,并且可以断开第二开关S2、第四开关S4、第六开关S6、第七开关S7和第十开关S10。在第二开关电容转换器模块920的情况下,可以导通第二开关S2'、第三开关S3'、第四开关S4'和第七开关S7',并且可以断开第一开关S1'、第五开关S5'、第六开关S6'、第八开关S8'、第九开关S9'和第十开关S10'。参照图6和图7给出的描述可等效地应用于图14所示的开关电容转换器在第一状态和第二状态下的特定运行。

[0170] 参照图15,在2:1模式的b状态下,开关电容转换器900运行使得第一开关电容转换器模块910可以在2:1模式的第二状态(参考图7)下运行,而第二开关电容转换器模块920可以在2:1模式的第一状态(参考图6)下运行。

[0171] 例如,在第一开关电容转换器模块910的情况下,可以导通第二开关S2、第三开关S3、第四开关S4和第七开关S7,并且可以断开第一开关S1、第五开关S5、第六开关S6、第八开关S8、第九开关S9和第十开关S10。在第二开关电容转换器模块920的情况下,可以导通第一开关S1'、第三开关S3'、第五开关S5'、第八开关S8'和第九开关S9',可以断开第二开关S2'、第四开关S4'、第六开关S6'、第七开关S7'和第十开关S10'。同样地,参考图6和图7给出的描述可等效地应用于图14所示的开关电容转换器在第一状态和第二状态下的特定运行。

[0172] 参照图10至15,两相的开关电容转换器900可以选择性地将电压转换比实现为4:1、3:1或2:1中的一个。此外,即使当开关电容转换器900实施4:1、3:1或2:1中的任意一个电压转换比时,由于a状态和b状态在开关周期内交替执行,所以可以实施交错运行,并且,第一开关电容转换器910和第二开关电容转换器920运行使得第一开关电容转换器910和第二开关电容转换器920分别在a状态和b状态中的每一个下以彼此反转的方式进行运行。因此,输入端子和输出端子中的电压或电流的波纹可以减小,并因此开关电容转换器900可以更有效地运行。

[0173] 作为一个实施例,图16示出了开关电容转换器1600,其集成或共享图9所示的开关电容转换器模块910和920中的至少一个电容器和/或至少一个开关。

[0174] 当图9中所示的开关电容转换器900以4:1或2:1的电压转换比运行时,第一开关电容转换器模块910的第二电容器C2和第二开关电容转换器模块920的第三电容器C3'在a状态和b状态(参见图10和11以及图14和15)下保持彼此相同的电压。当开关电容转换器900以4:1或2:1的电压转换比运行时,第一开关电容转换器模块910的第二电容器C3和第二开关电容转换器模块920的第二电容器C2'在a状态和b状态(参见图10和11以及图14和15)下保持彼此之间的电压相同。

[0175] 因此,如图16中所示,根据本公开的实施例,可以添加线路1631和1632以将第一开关电容转换器模块1610的第二电容器C2和第二开关电容转换器模块1620的第三电容器C3'

彼此并联连接。在这种情况下,由于两个电容器C2和C3'集变为一体而被使用,即使当电容器C2和C3'被用在各自的开关电容转换器模块1610和1620中时,通过共享电容器C2和C3'可以减少电容器的数量,或者增加电容器的有效电容器,同时具有小电容器。在此,可以理解,一个或多个电容器的集成或共享包括以上两种情况。

[0176] 此外,根据本公开的实施例,可以添加线路1633和线路1634以将第一开关电容转换器模块1610的第二电容器C3和第二开关电容转换器模块1620的第二电容器C2'彼此并联连接。同样,通过集成两个电容器C2和C3,可以减少电容器的数量,或者增加电容器的有效电容器。

[0177] 同时,当使用并联连接两个电容器C2和C3'的线路1631和线路1632以及并联连接两个电容器C3和C2'的线路1633和线路1634时,建立了一种结构,其中六对开关(S4和S6', S6和S4', S7和S9', S8和S10', S9和S7'和S10和S8)中的每一对所包含的开关的彼此并联连接。

[0178] 当开关电容转换器1600以4:1或2:1的电压转换比运行时,由于六对开关(S4和S6', S6和S4', S7和S9', S8和S10', S9和S7'以及S10和S8')在a状态和b状态下都具有相同的导通/断开状态,使得开关电容转换器1600能够运行(参见图10和图11以及图14和图15)不存在问题。虽然图14或图15示出了以2:1的电压转换比运行的开关电容转换器,使得图14的一对S8和S10'以及一对S6和S4'中的每一对中的两个开关中的每一个,或者图15的一对S4和S6'以及一对S10和S8'中的每一对中的两个开关中的每一个,具有彼此不同的导通/断开状态,但是应当注意,可以改变两个开关之一的导通/断开状态以具有彼此相同的状态。例如,尽管图14示出了S8处于导通状态而S10'处于断开状态,将S10'改变为导通状态不影响开关电容转换器的运行。

[0179] 图16示出了通过共享第六对开关的四对(S7和S9', S8和S10', S9和S7', S10和S8')从第二开关电容转换器模块1620(以浅色示出)移除S7', S8', S9'和S10'的实例。

[0180] 因此,图16中所示的开关电容转换器1600在以交错的方式运行两个模块1610和1620时,可以显著减少组件的数量。下面的表4示出了图16中所示的开关电容转换器1600以4:1的电压转换比运行的情况和并联使用两个模块(其中每个模块都包括图23所示的4:1迪克森(Dickson)转换器2300)的情况之间的组件数量和电压应力的比较结果。尽管在两种情况下开关的数量或电压应力相等,但是与使用其中每个模块都包含4:1迪克森(Dickson)转换器2300的两个模块的情况相比,开关电容转换器1600具有显著的优势,无需使用两个具有高击穿电压(3Vo)的电容器。

[0181] (表4)

	电压应力	图 16 的转换器 1600	4:1 迪克森转换器 2300 (使用两个模块)
[0182] 电容器	V_o	2 个电容器	2 个电容器
	$2V_o$	2 个电容器	2 个电容器
	$3V_o$	-	2 个电容器
开关	V_o	10 个开关	10 个开关
	$2V_o$	4 个开关	4 个开关
	$3V_o$	2 个开关	2 个开关

[0183] 因此,可以通过在第一开关电容转换器模块1610和第二开关电容转换器模块1620之间增加线路1631和线路1632来集成C2和C3'、S4和S6'、S7和S9'或S8和S10',并且可以通过在第一开关电容转换器模块1610和第二开关电容转换器模块1620之间添加线路1633和线路1634来集成C3和C2'、S6和S4'、S9和S7'或S10和S8',可以根据情况或要求适当地在上述两个电容器对和上述六个开关对之间选择要集成的一对。

[0184] 图17示出了将图1所示的开关电容转换器100分为多个网络。

[0185] 参照图17,可以理解,开关电容转换器100包括三个开关电容器网络SCN1,SCN2和SCN3以及一个输出开关网络SNT。

[0186] 第一开关电容器网络SCN1可以理解为如下网络:其中,i)第一开关S1、第一电容器C1和第二开关S2串联连接;ii)第一开关S1的第一端子连接至输入端子,并且,iii)第二开关S2的第二端子连接至基准电压。

[0187] 第二开关电容器网络SCN2可以理解为如下网络:其中,i)第三开关S3、第二电容器C2和第四开关S4串联连接;ii)第三开关S3的第一端子连接至第一电容器C1的第一端子,并且,iii)第四开关S4的第二端子连接至基准电压。

[0188] 第三开关电容器网络SCN3可以理解为如下网络:其中,i)第五开关S5,第三电容器S3和第六开关S6串联连接;ii)第五开关S5的第一端子连接至第一电容器C1的第二端子,并且,iii)第六开关S6的第二端子连接至基准电压。

[0189] 输出开关网络SNT可以理解为如下网络:其中,第七开关S7和第八开关S8串联连接,第九开关S9和第十开关S10串联连接,并且i)第七开关S7的第一端子和第八开关S8的第二端子分别连接至第二电容器C2的两个端子,ii)第九开关S9的第一端子和第十开关S10的第二端子分别连接至第二电容器C2的两个端子;并且,iii)第七开关S7和第八开关S8的连接点以及第九开关S9和第十开关S10的连接点一起连接至输出端子。

[0190] 如上所述,将附图中作为开关或电容器的两个端子的上端子和下端子分别称为第一端子和第二端子。

[0191] 三个开关电容器网络SCN1,SCN2和SCN3中的每一个都包括其中包括两个开关和连接在两个开关之间的一个电容器的结构。同样地,其中包括具有彼此相同结构的三个开关电容器网络SCN1,SCN2和SCN3的结构可如图18中所示。

[0192] 参照图18,第一开关电容器网络SCN1可以表示为包括两个开关S1和S2的基础开关

网络SN和电容器C1的组合。

[0193] 这里,可以理解的是,基础开关网络SN包括连接在第一节点N1和第二节点N2之间的第一开关S1,以及连接在第三节点N3和基准电压之间的第二开关S2,以及电容器C1连接在基础开关网络SN的外部的第二节点N2与第三节点N3之间。

[0194] 图19示出了从图17的输出开关网络SNT重新配置的示例。

[0195] 参考图19,可以理解,输出开关网络SNT包括四个开关S7、S8、S9和S10,并且四个开关S7、S8、S9和S10中的每一个的第一端子和第二端子分别连接至外部和输出端子。在此,输出开关网络SNT可以理解为包括具有两个开关S7和S8的第一输出开关网络模块SNT1和具有两个开关S9和S10的第二输出开关网络模块SNT2。

[0196] 因此,图17所示的开关电容转换器100可以被理解为其中每个单元开关网络都包括两个开关并且电容器彼此连接的配置。这里,单元开关网络可以表示为包括图18中所示的基础开关网络SN和图19中所示的输出开关网络模块SNT1和SNT2的结构。

[0197] 图20示出根据本公开的实施例的 $2^2:1$ 开关电容转换器2000。该开关电容转换器2000是类似于开关电容转换器1600的结构,其中通过在两个开关电容转换器模块1610和1620(参见图16)中集成或共享电容器和开关来移除两个电容器和四个开关,需要注意的是,开关电容转换器2000具有来自通过使用图18和图19中的每一个所示的基础开关网络SN和输出开关网络模块SNT1和SNT2重新配置图16所示的开关电容转换器1600而得到的结构。

[0198] 参考图20,可以将开关电容转换器2000理解为包括两个级(级1和级2)和输出级(输出级)。

[0199] 可以在第一级(级1)中配置两个基础开关网络SN11和SN12以及两个电容器C11和C12。电容器C11可以连接至基础开关网络SN11,并且电容器C12可以连接至基础开关网络SN12。

[0200] 可以在第二级(级2)中配置四个基础开关网络SN21、SN22、SN23和SN24以及两个电容器C21和C22。电容器C22可以共同地连接至基础开关网络SN21和基础开关网络SN24,并且电容器C21可以共同地连接至基础开关网络SN22和基础开关网络SN23。

[0201] 在第二级(级2)中配置的四个基础开关网络SN21、SN22、SN23和SN24中的每一个可以独立地连接至作为前一级中的第一级(级1)中两个电容器C11和C12的一个端子,以使四个基础开关网络中的至少两个不能共同连接至两个电容器C11和C12的一个端子。

[0202] 可以在输出级(输出级)中配置两个输出开关网络模块SNT1和SNT2。输出开关网络模块SNT1的两个开关中的每一个的第一端子可以连接至电容器C22的两个端子。输出开关网络模块SNT2的两个开关的每个的第一端子可以连接至电容器C21的两个端子。输出开关网络模块SNT1的两个开关的每一个的第二端子和输出开关网络模块SNT2的两个开关的每一个的第二端子可以共同地连接至输出端子。

[0203] 通过类似于参照图10和图11所描述操作的方式运行,可以在 $4:1$ 的电压转换比下实现图20中示出的开关电容转换器2000。此外,集成或共享两个模块的电容器和开关可以导致开关电容转换器2000的尺寸减小,并且使用交错的方式可以减小输入或输出的电压或电流的波纹。

[0204] 图21示出了根据本公开实施例的 $2^3:1$ 开关电容转换器2100。通过扩展图20所示的 $2^2:1$ 开关电容转换器2000,能够以 $2^3:1$ 的电压转换比实现图21所示的开关电容转换器2100。

为此,与开关电容转换器2000相比,可以在开关电容转换器2100中进一步配置第三级(级3)。

[0205] 第三级(级3)可以与第二级类似的方式配置。在第三级(级3)中配置的四个基础开关网络SN31、SN32、SN33和SN34中的每一个都可以独立地连接至作为前一级中的第二级(级2)中的两个电容器C21和C22的一个端子,因此,四个基础开关网络中的至少两个不能共同连接至两个电容器C11和C12的一个端子。

[0206] 此外,集成或共享两个开关电容转换器模块的电容器和开关可以导致开关电容转换器2100的尺寸减小,并且使用交错的方式可以允许输入或输出的电压或电流的波纹减小。

[0207] 由图20和图21,可以推断出可以实现开关电容转换器,其中随着中间级的增加,电压转换比增加为二进制类型。

[0208] 图22示出了根据本公开实施例的 $2^N:1$ 开关电容转换器2200。也就是说,图22的开关电容转换器2200示出了通过进一步扩展图20和图21然后归纳该扩展结构获得的结构。

[0209] 开关电容转换器2200可以包括N个级(级1~级N)和输出级(输出级),并且被配置为以输入电压与输出电压的 $2^N:1$ 比率运行。。

[0210] 可以在第一级(级1)中配置两个基础开关网络SN11和SN12以及两个电容器C11和C12。

[0211] 可以在第二级(级2)到N级(级N)中配置四个基础开关网络(SN21,SN22,SN23,SN24,...,SNN1,SNN2,SNN3,SNN4)和两个电容器(C21,C22,...,CN1,CN2)。

[0212] 这里,如参考图18所讨论的,每个基础开关网络(SN21,SN22,SN23,SN24,...,SNN1,SNN2,SNN3,SNN4)可以包括连接在第一节点N1和第二节点N2之间的第一开关S1以及连接在第三节点N3和基准电压之间的第二开关S2。此外,配置在同一级中的电容器中的至少一个可以连接在第二节点N2和第三节点N3之间。

[0213] 此外,在第k级(k是2、3,...,N中的一个)配置的四个基础开关网络中的每一个都可以独立地连接至作为前一级中的第(k-1)级的两个电容器的一个端子,使得四个基础开关网络中的至少两个不能共同连接至两个电容器的一个端子。在第k级(k是2、3,...,N中的一个)中配置的四个基础开关网络中的两个可以彼此共享一个电容器。

[0214] 可以在输出级(输出级)中配置输出开关网络SNT。输出开关网络SNT可以包括两个输出开关网络模块SNT1和SNT2。

[0215] 具体地,输出开关网络SNT可以包括四个开关,每个开关的第一端子可以独立地连接至第N级的两个电容器CN1和CN2的一个端子,从而四个开关中的至少两个第一端子不能共同连接至两个电容器CN1和CN2的一端。输出开关网络SNT的四个开关的各自的第二端子可以共同地连接至输出端子。

[0216] 因此,概括地具有N个级和一个输出级的开关电容转换器2200可以以 $2^N:1$ 的电压转换比运行。此外,集成或共享两个开关电容转换器模块的电容器和开关可以导致开关电容转换器2200的尺寸减小,并且使用交错的方式可以允许输入或输出的电压或电流的波纹减小。由于随着增加一级,开关电容转换器2200的电压转换比增加两倍,因此可以在使用较少数量的组件的同时实现高的电压转换比。

[0217] 如上所述,根据本公开的实施例,可以提供高效且尺寸小的开关电容转换器。根据

本公开的实施例,可以提供一种能够调节输入电压与输出电压的转换比的开关电容转换器。根据本公开的实施例,可以提供一种开关电容转换器,其以二进制方式配置并且可以被扩展为具有更高的电压转换比。根据本公开的实施例,可以提供一种开关电容转换器,其以交错的方式运行并联连接的两个开关电容转换器模块,并使两个模块之间的电容器能够集成或共享。

[0218] 此外,除非本文另有说明,否则本文描述的术语“包括”、“包含”、“构成”、“具有”等意味着一个或多个其它配置或元件可进一步包括对应的配置或元件。除非本文另有定义,否则本文所用的包括技术和科学术语在内的所有术语具有与本领域技术人员所理解的含义相同的含义。除非在此另外定义,否则通常使用的术语,例如在字典中定义的那些术语,应当被解释为与相关技术的上下文中的含义相同,并且不应当被解释为理想的或过于正式的含义。

[0219] 尽管为了说明的目的已经描述了本公开的优选实施例,但是本领域技术人员将理解,在不偏离如所附权利要求中公开的本发明的范围和精神的情况下,各种修改、添加和替换是可能的。尽管为了说明的目的描述了示例性实施例,但是本领域技术人员将理解,在不脱离本公开的本质特征的情况下,各种修改和应用是可能的。例如,示例性实施例的具体部件可以进行各种修改。本公开的保护范围应当基于所附权利要求来解释,并且在其等同物的范围内的所有技术思想应当被解释为包括在本公开的范围。

100

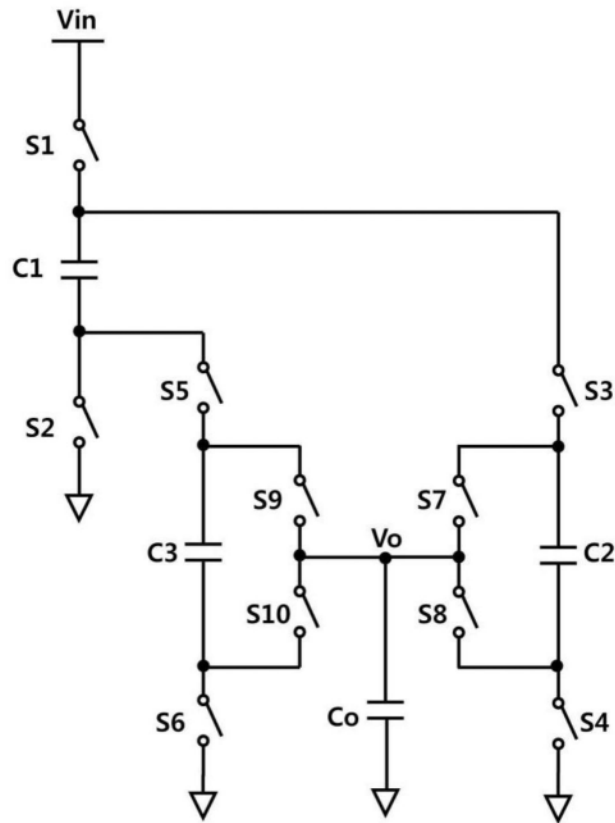


图1

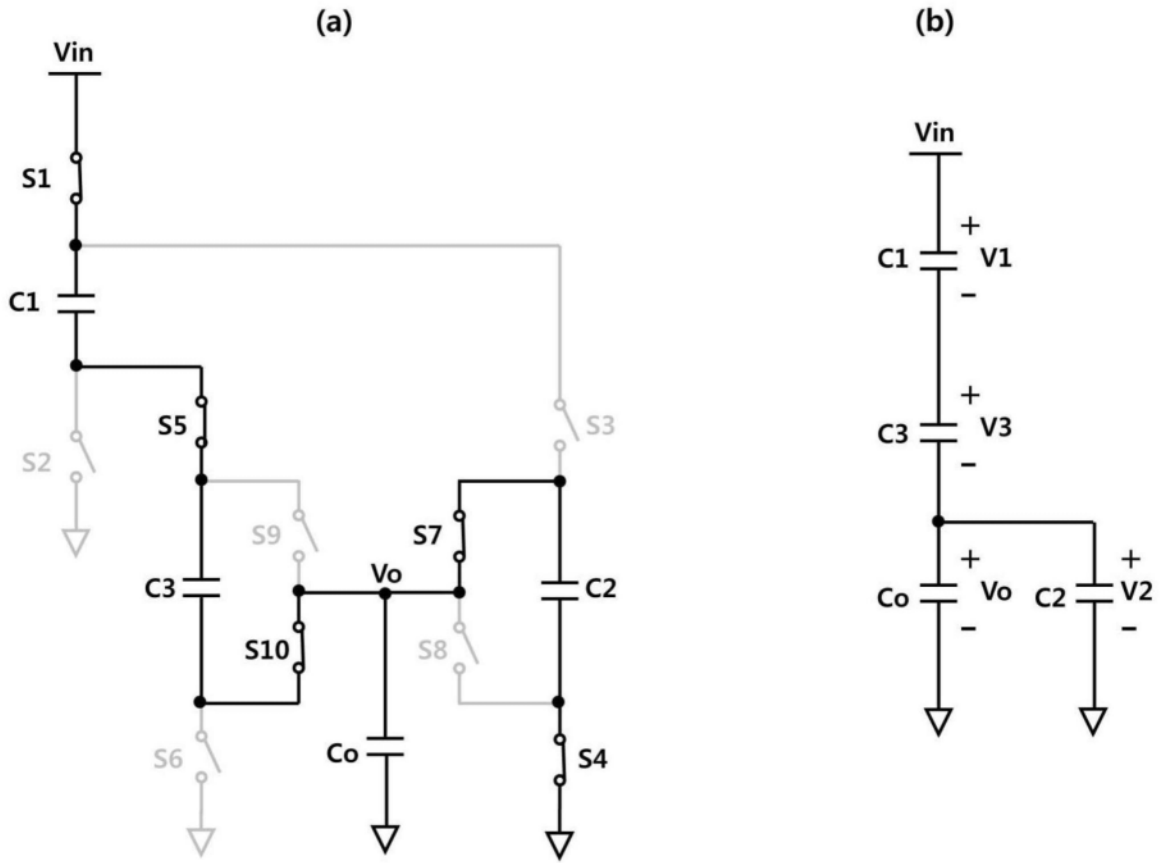


图2

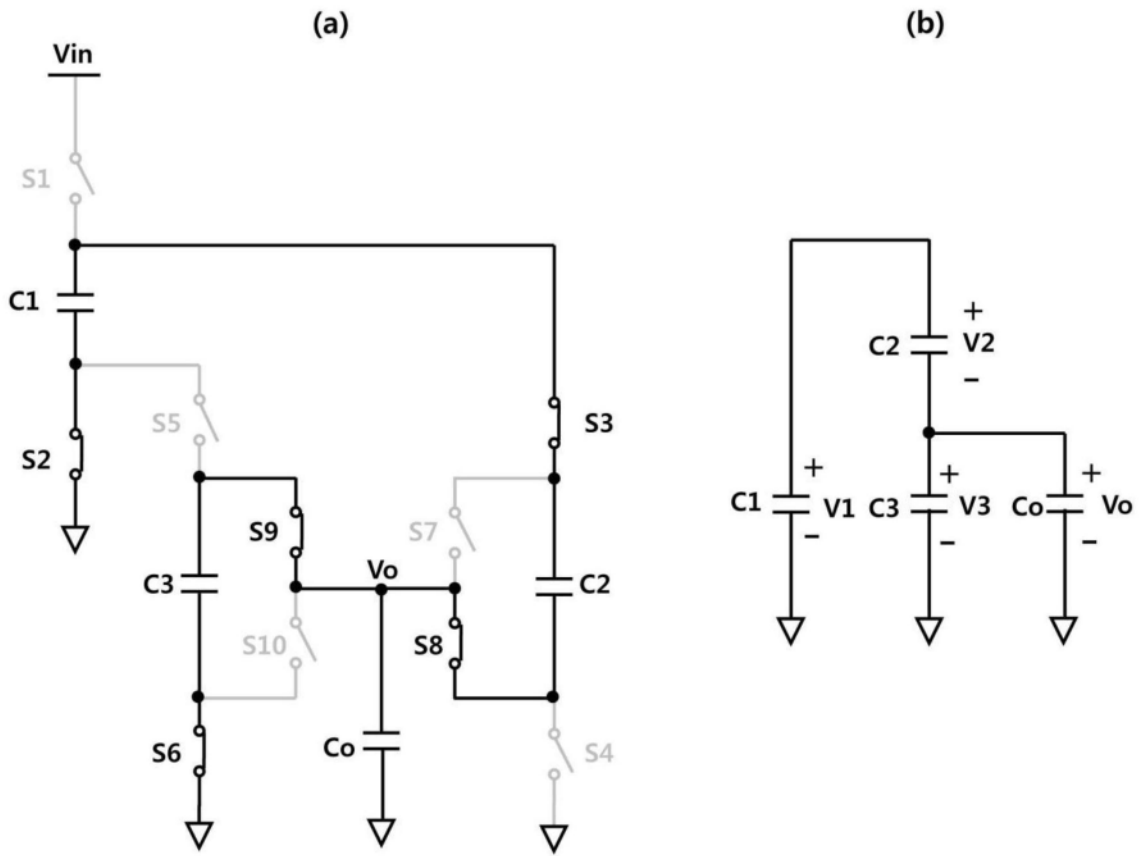


图3

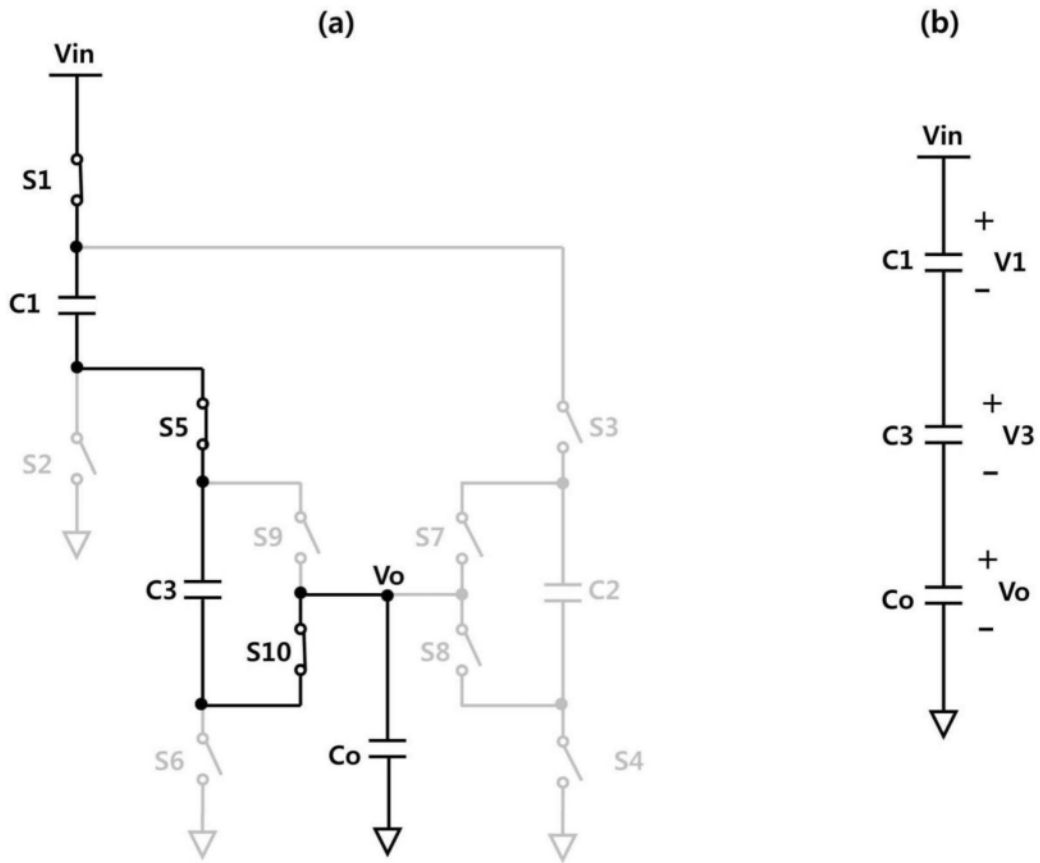


图4

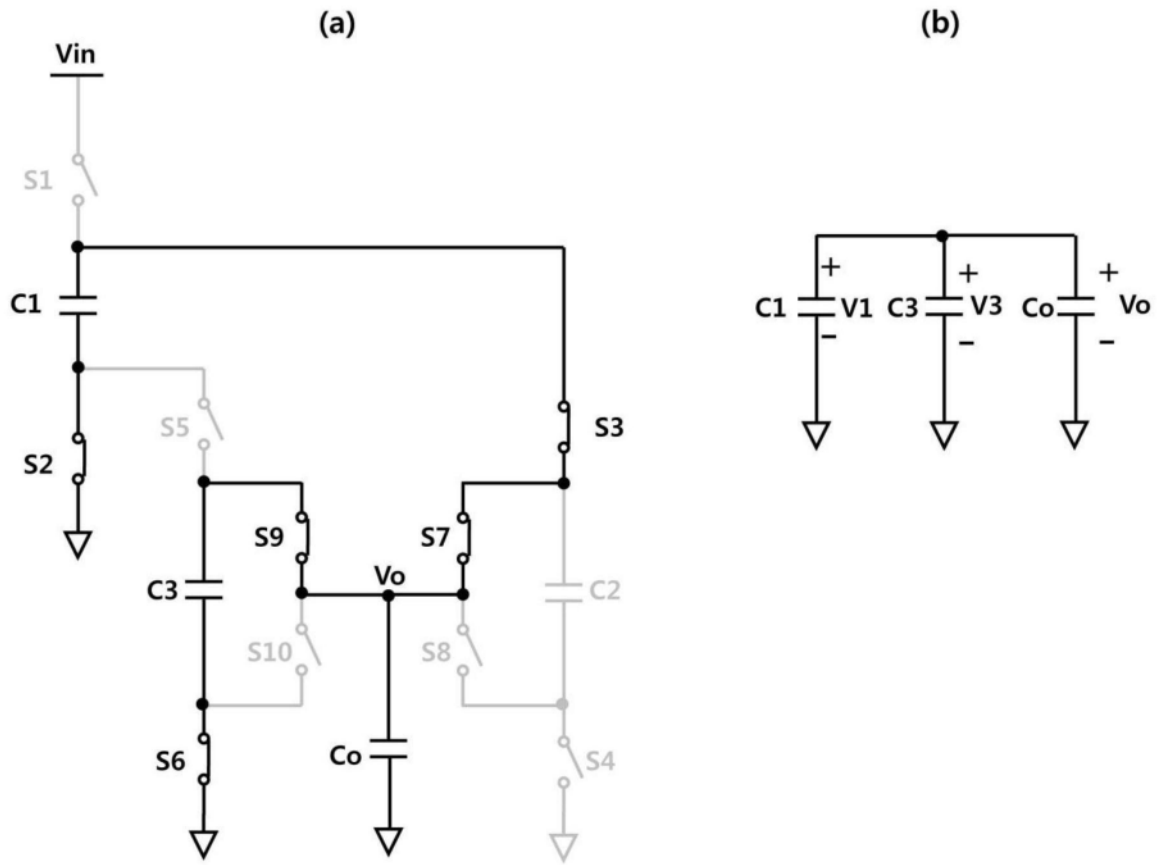


图5

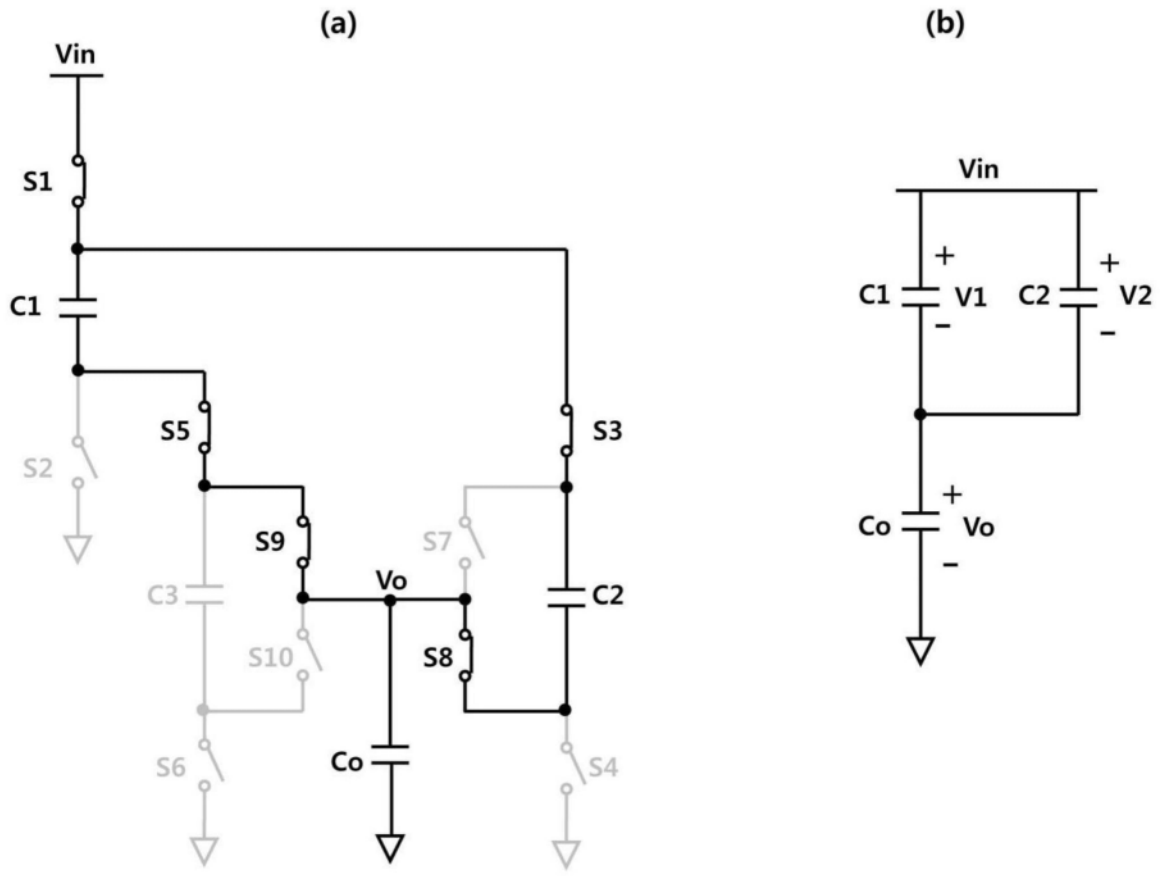


图6

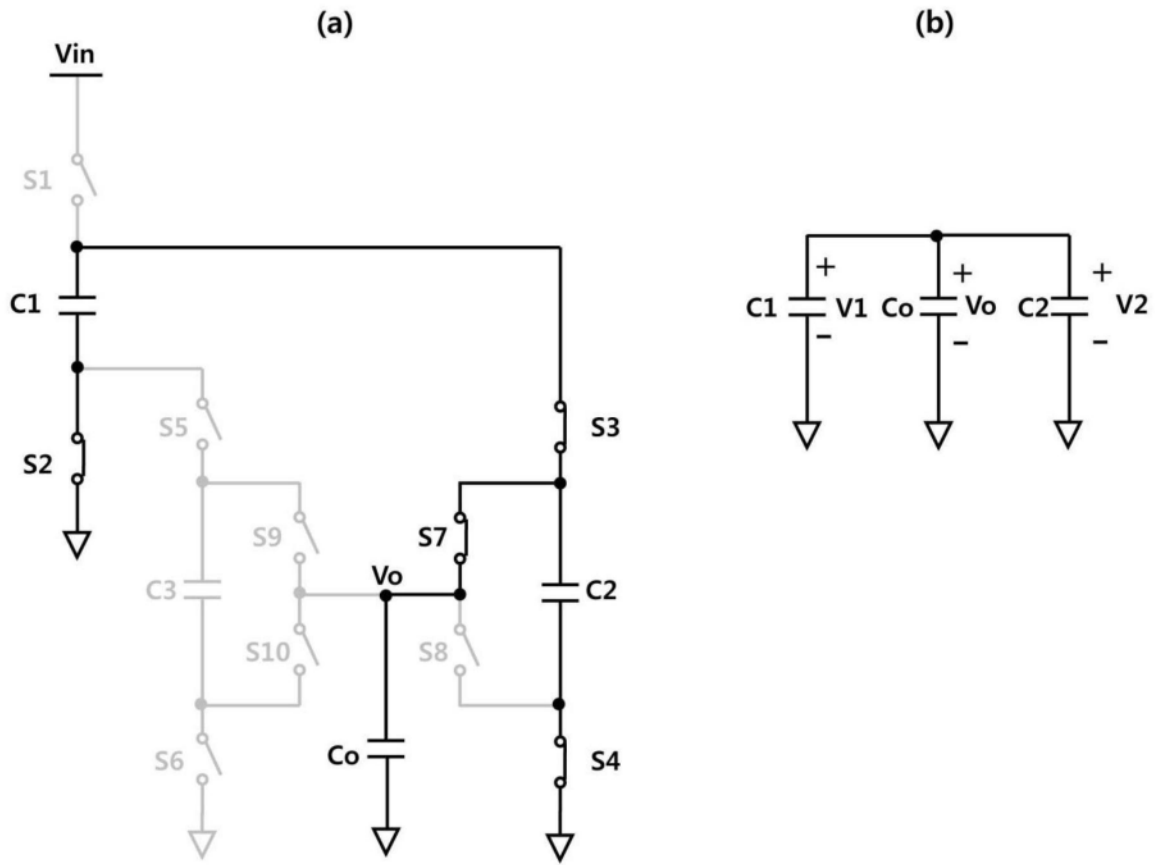


图7

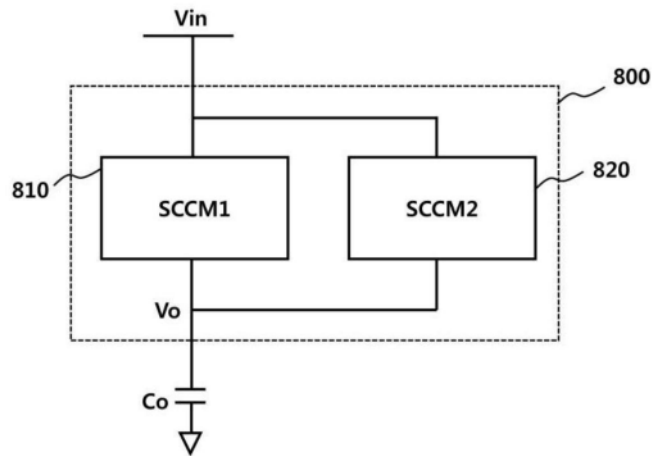


图8

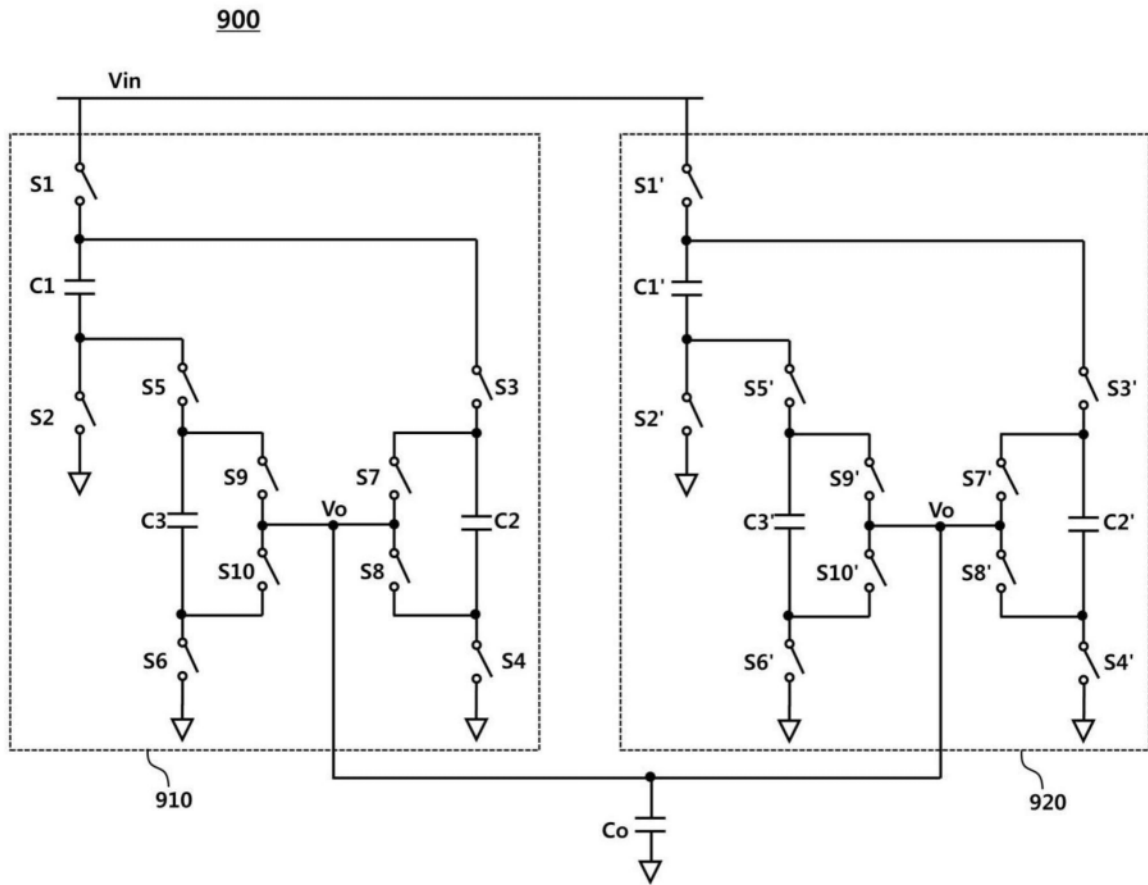


图9

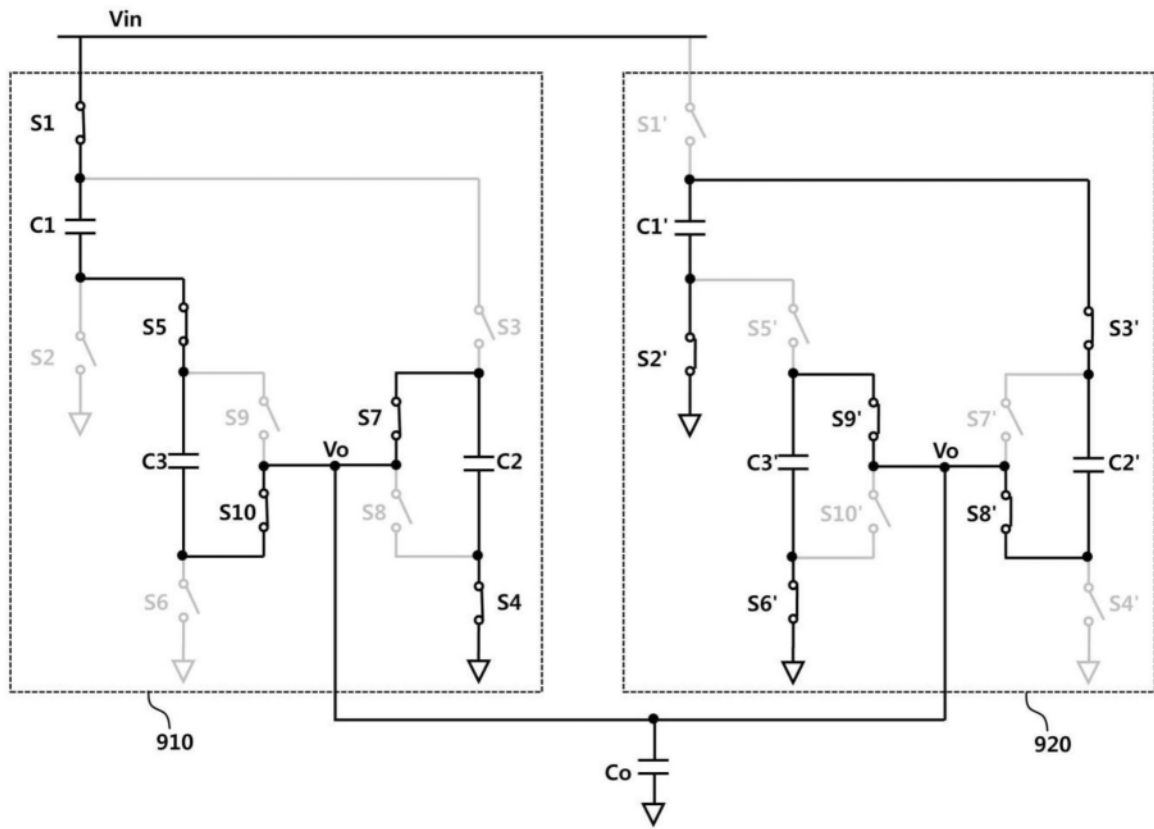


图10

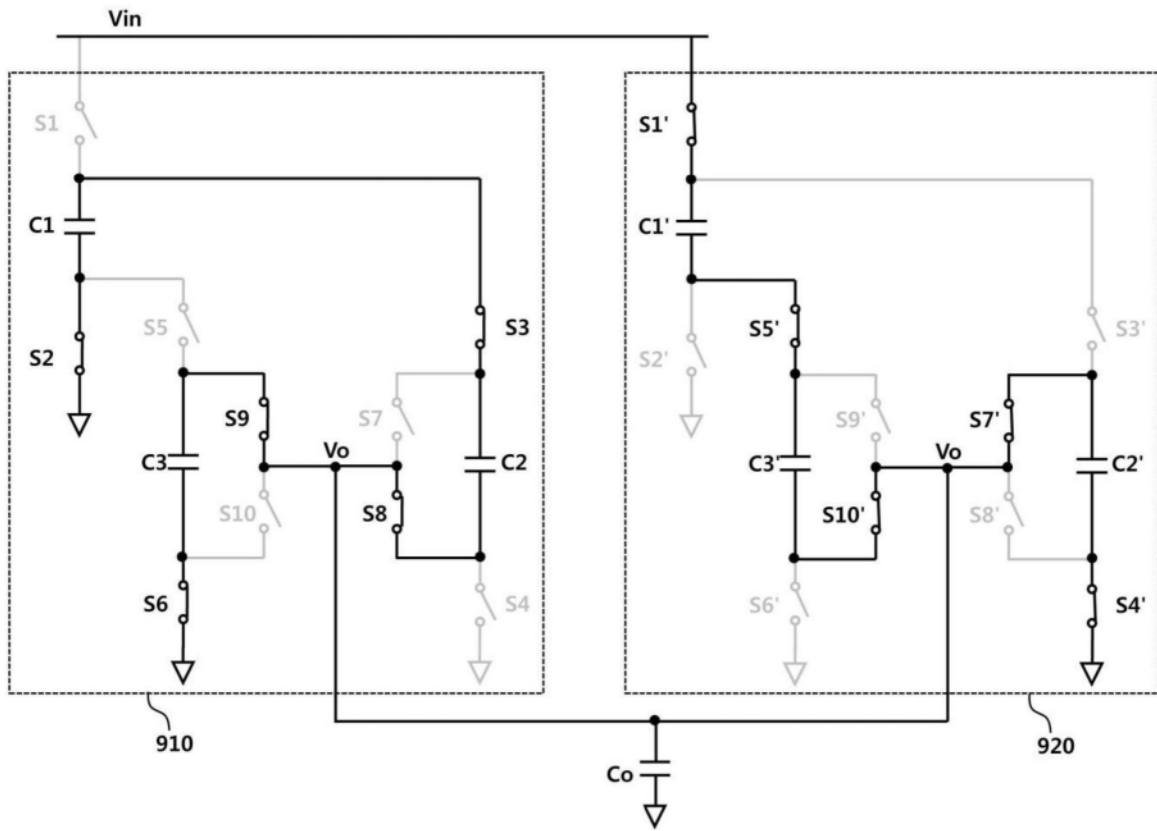


图11

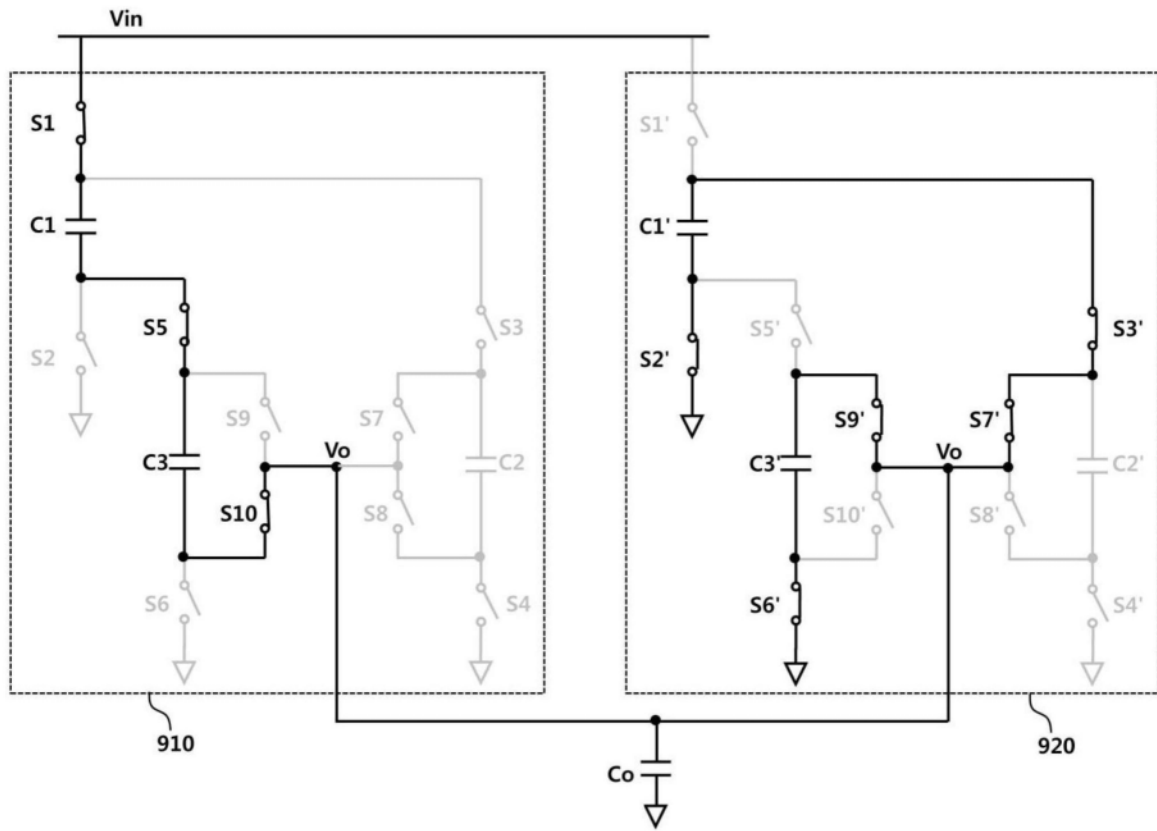


图12

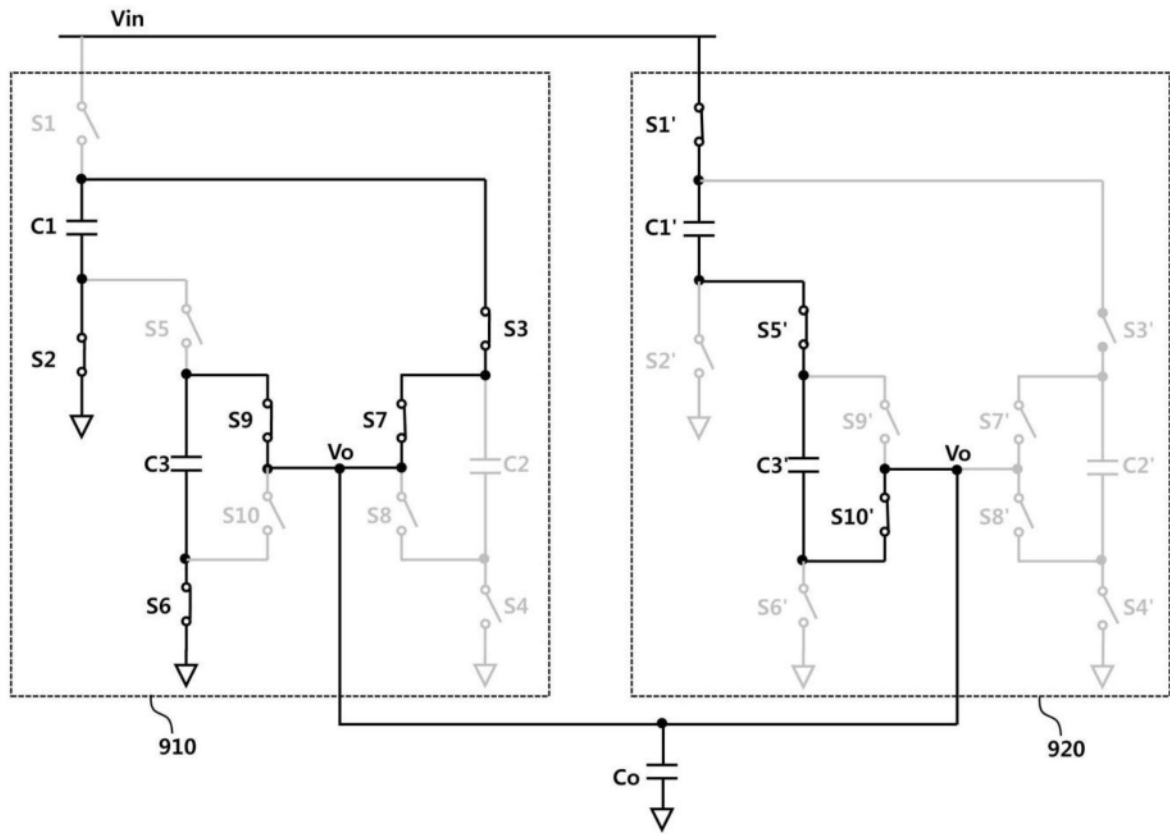


图13

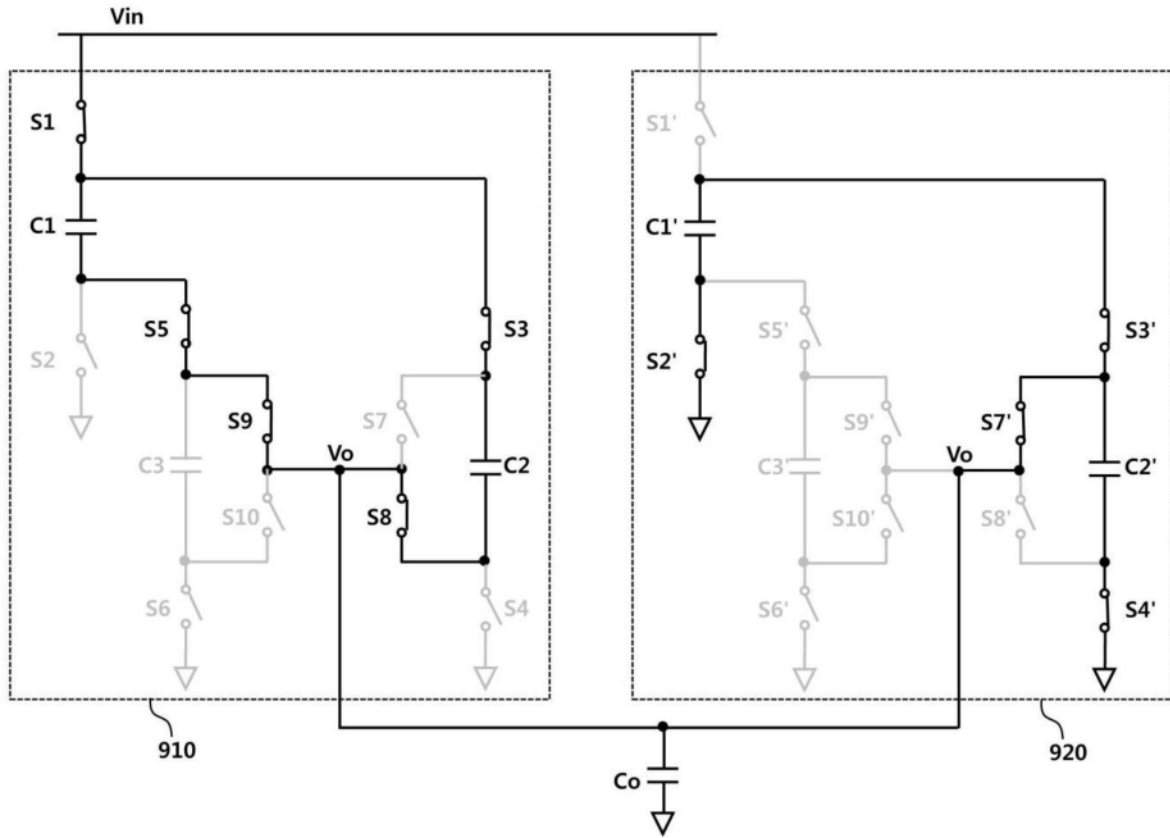


图14

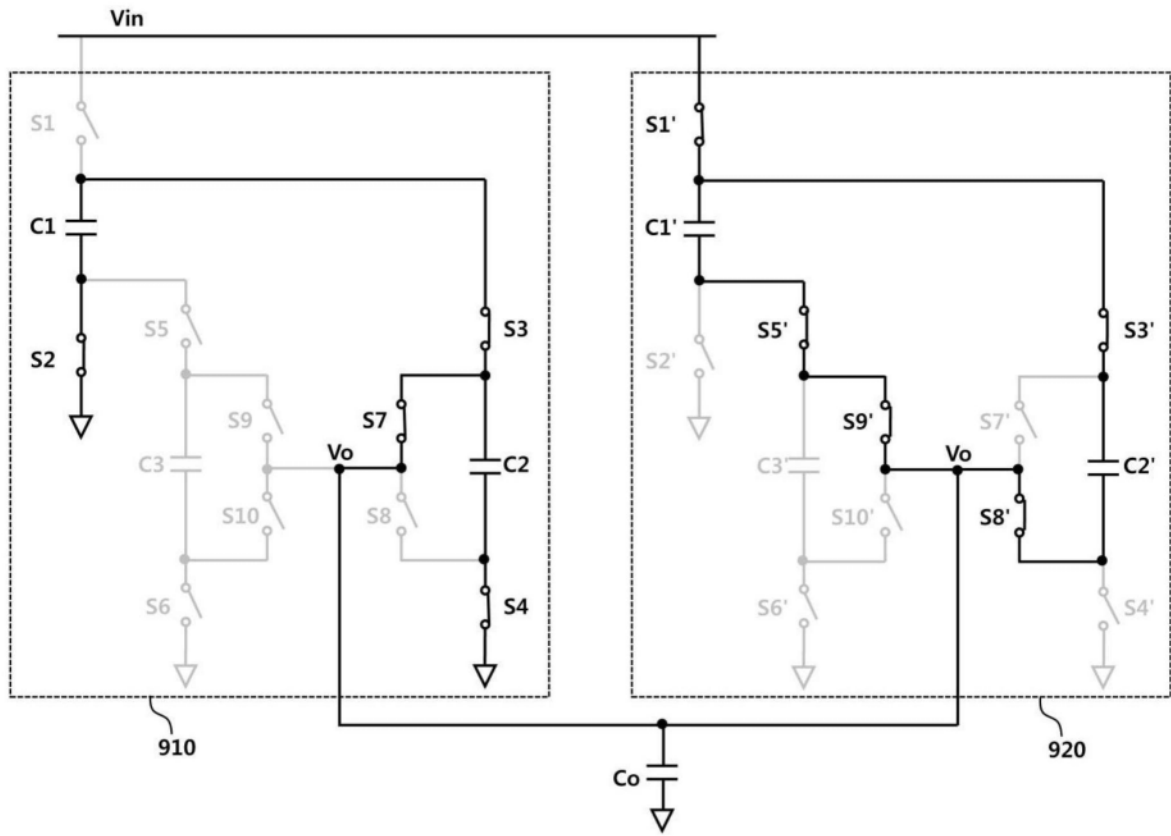


图15

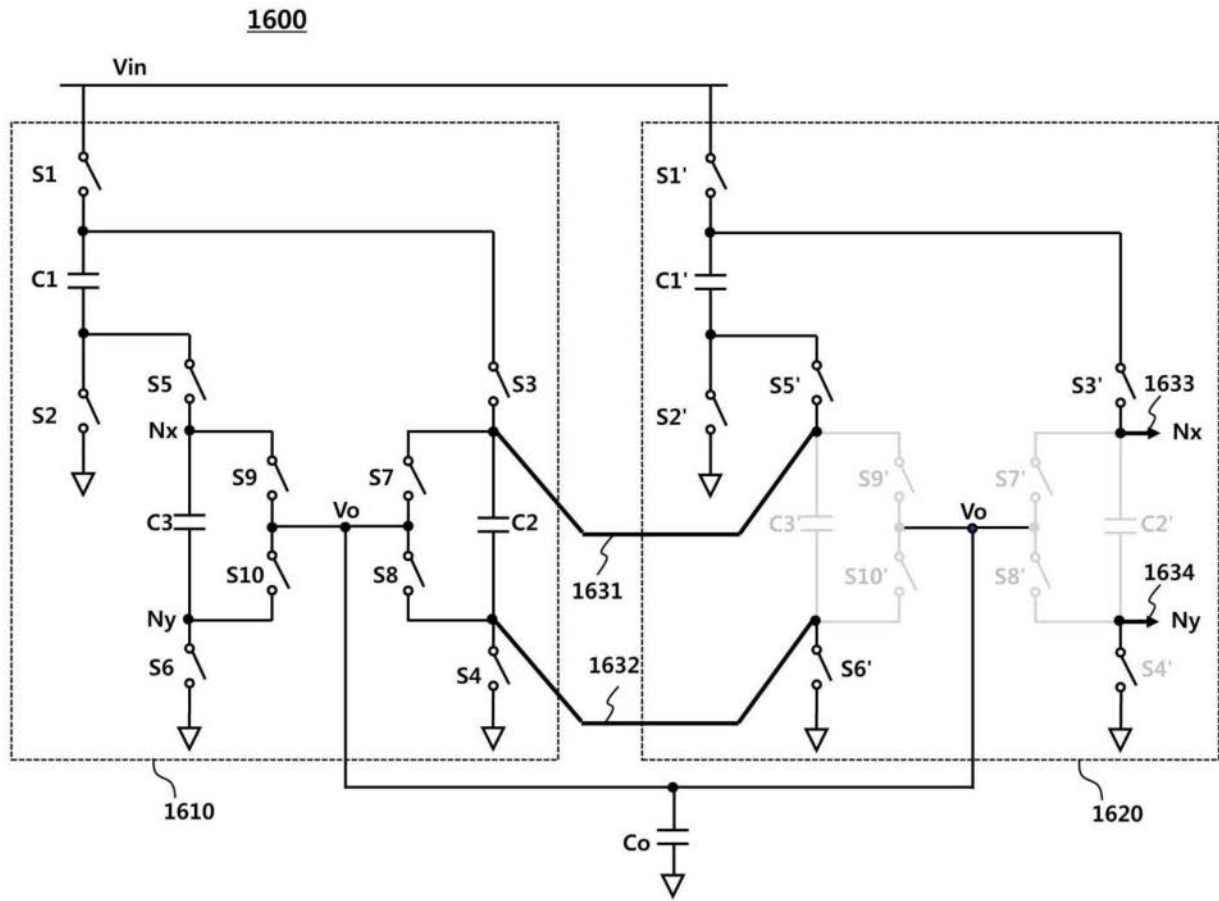


图16

100

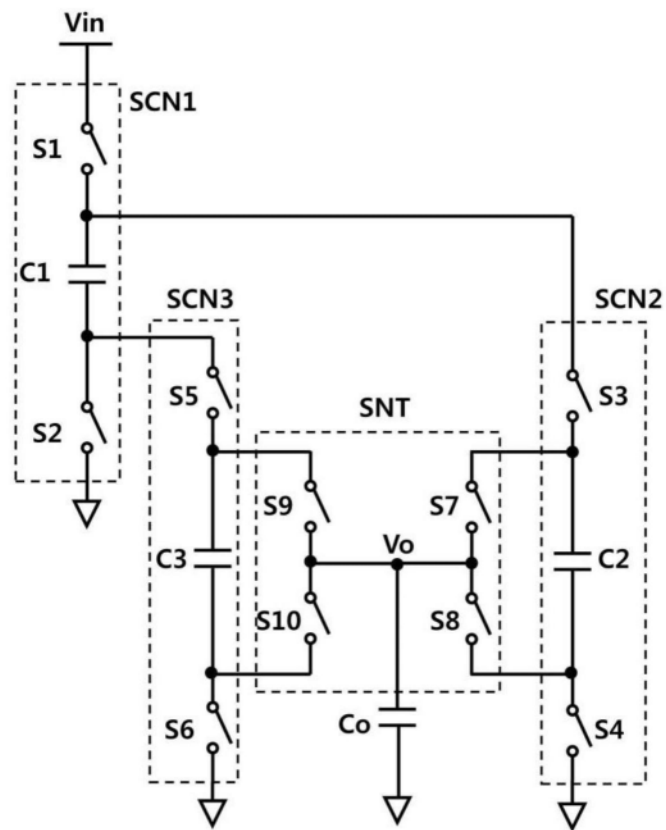


图17

SCN1

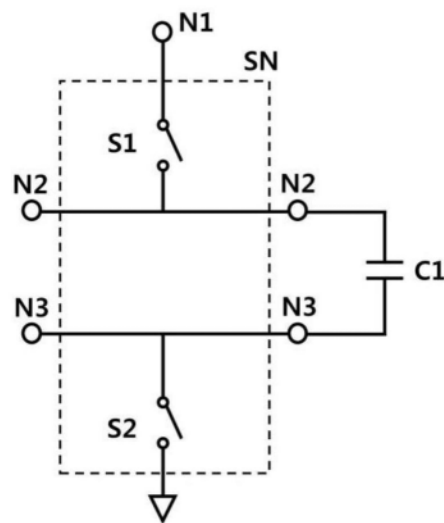


图18

SNT

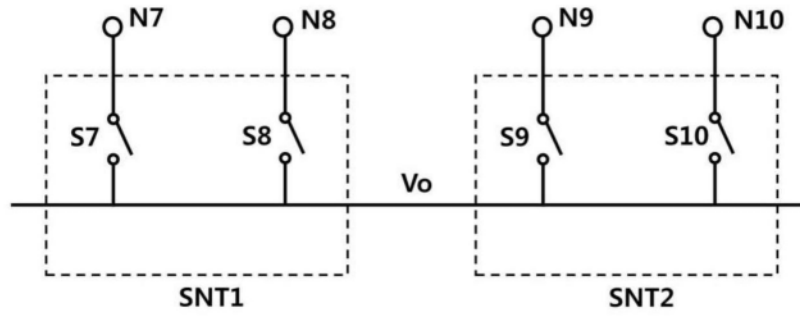


图19

2000

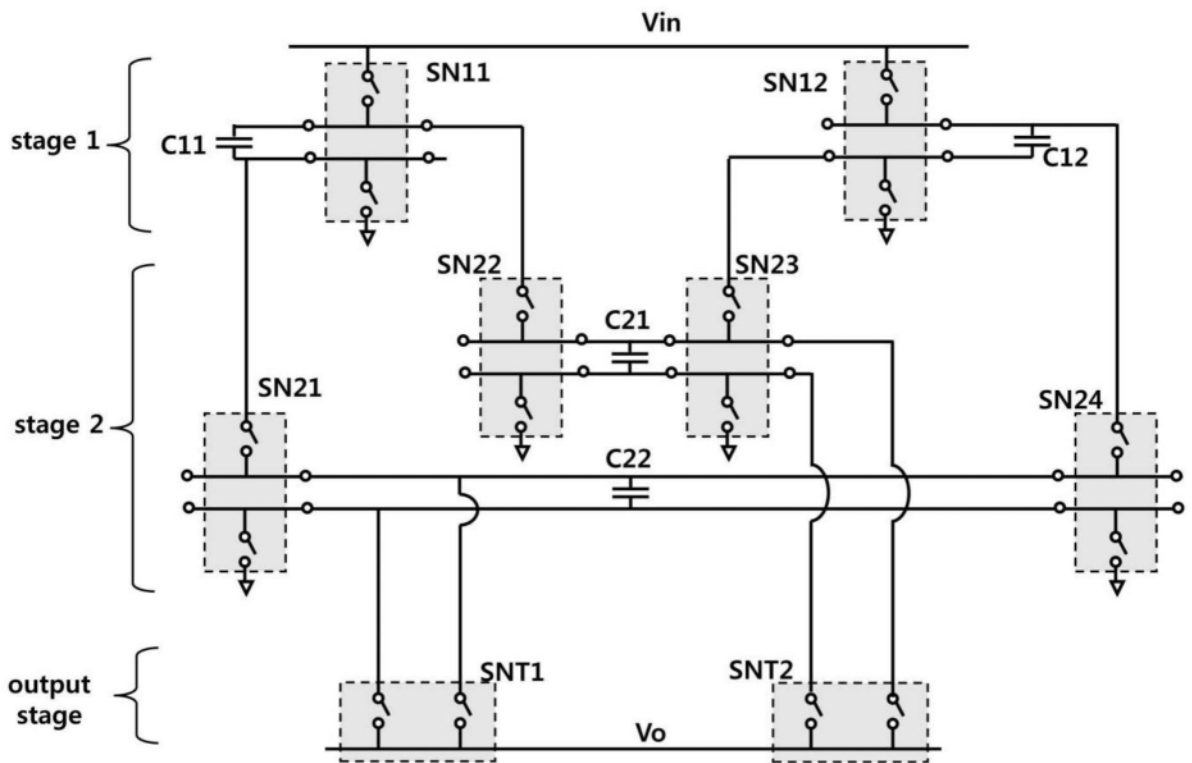


图20

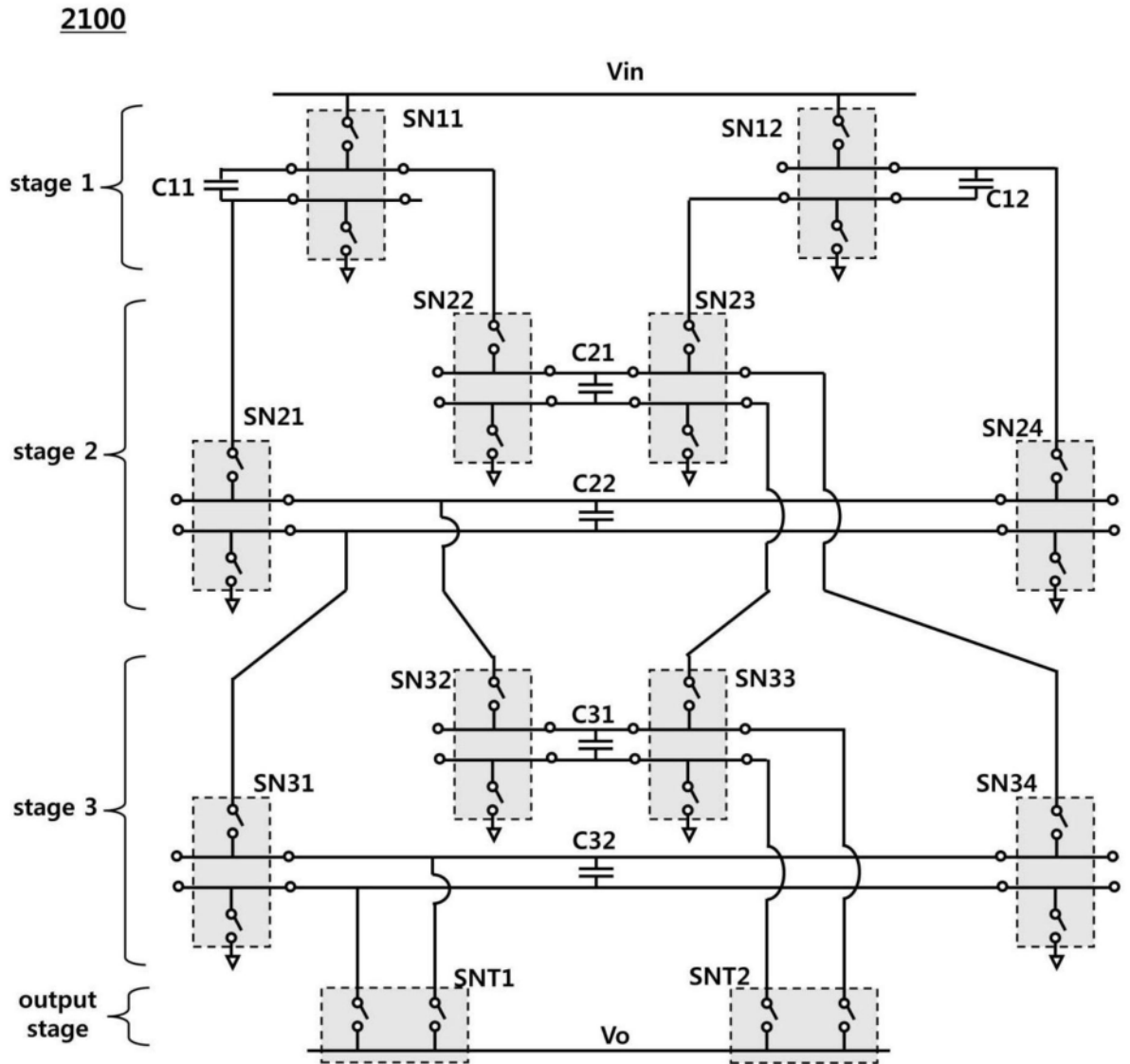


图21

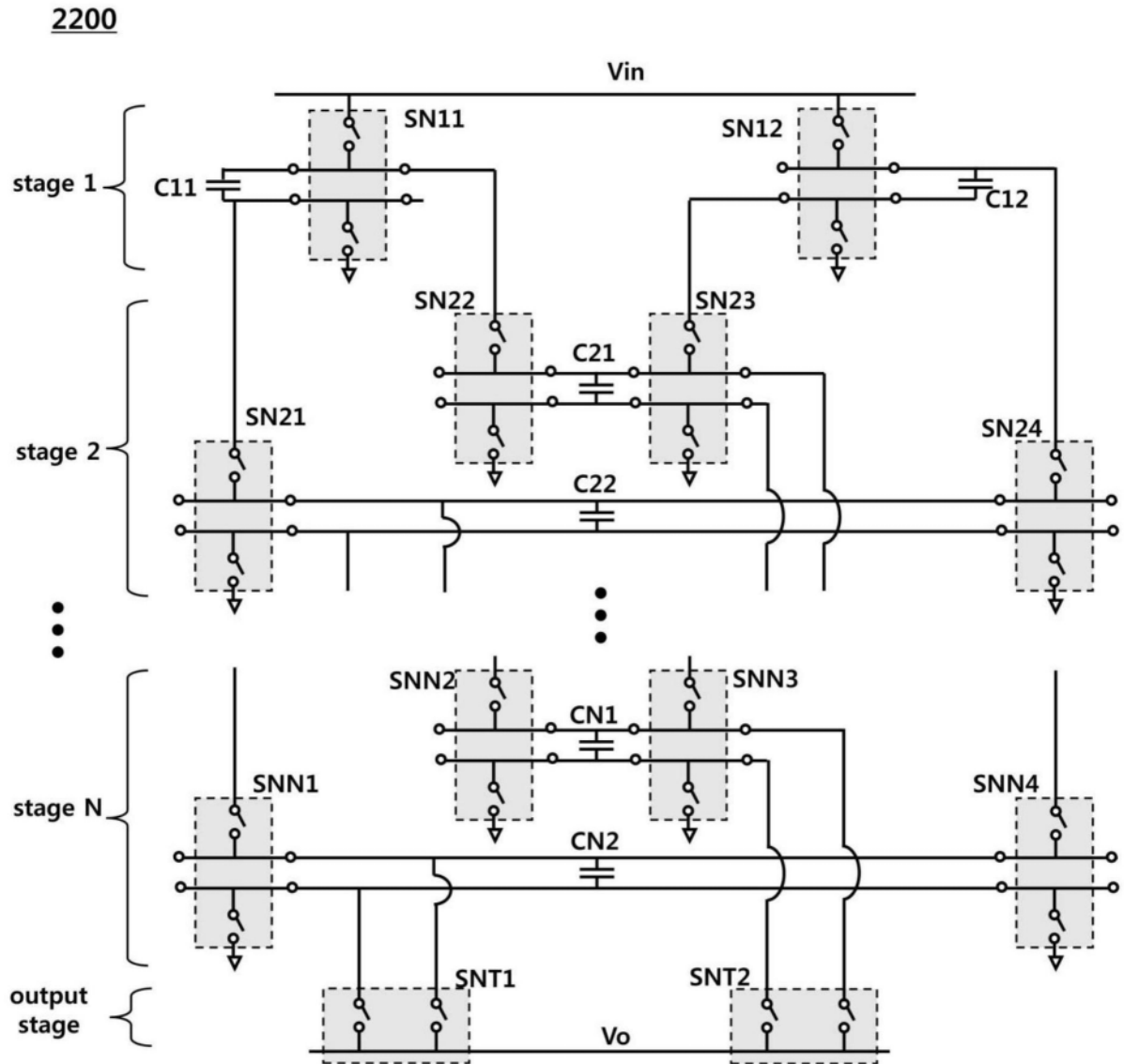


图22

2300

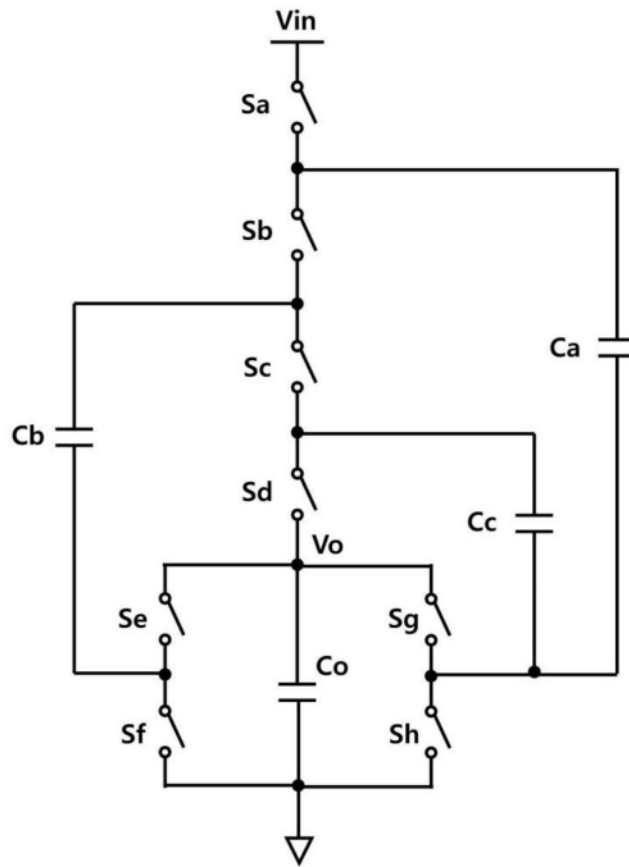


图23

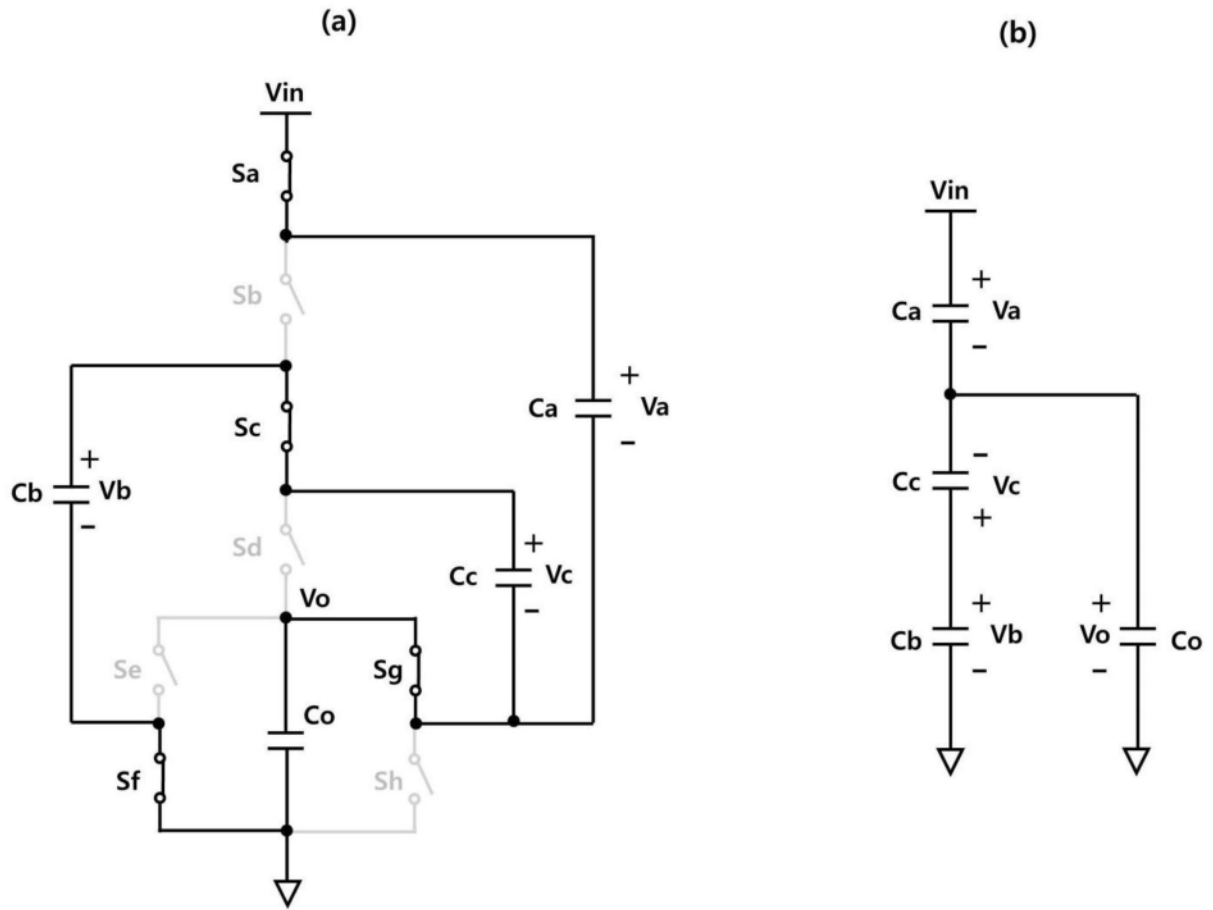


图24

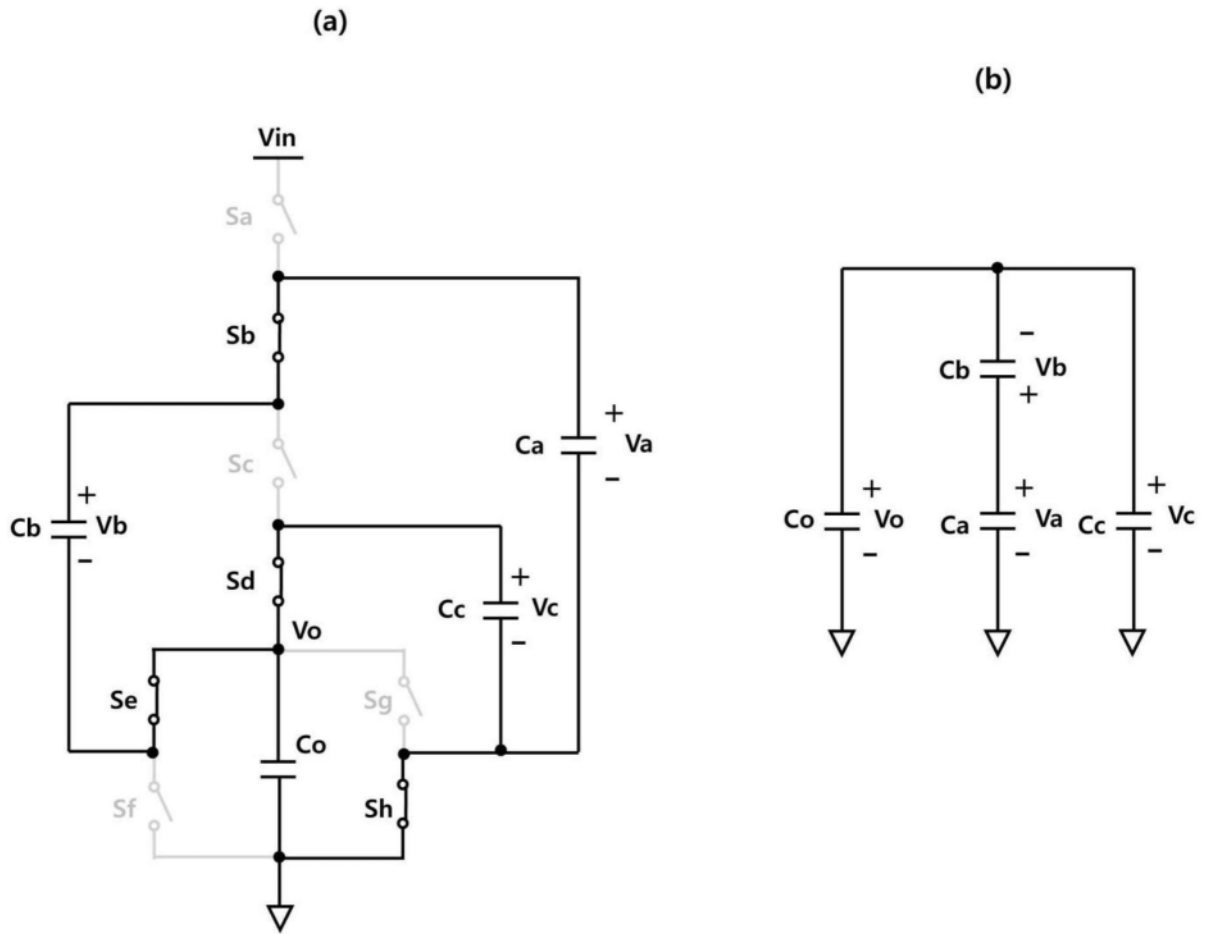


图25