



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110994995 B

(45) 授权公告日 2021.05.11

(21) 申请号 201911411818.1

审查员 武迪

(22) 申请日 2019.12.31

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110994995 A

(43) 申请公布日 2020.04.10

(73) 专利权人 深圳芯智汇科技有限公司

地址 518000 广东省深圳市南山区招商街
道蛇口南海大道1069号联合大厦5楼

(72) 发明人 付烟林 郭帅 朱治鼎 王蒙

(74) 专利代理机构 广东深宏盾律师事务所

44364

代理人 赵琼花

(51) Int. Cl.

H02M 3/158 (2006.01)

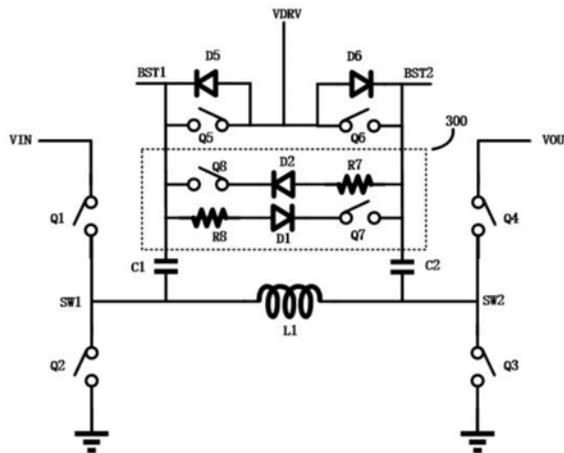
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种适于四开关升降压变换器的自举驱动电路

(57) 摘要

本发明公开了一种适于四开关升降压变换器的自举驱动电路,包括一buck-boost电路和并联在所述buck-boost电路的BST1端和BST2之间的自举电容互相充电电路,所述自举电容互相充电电路包括第一自举电容充电电路和第二自举电容充电电路,所述buck-boost电路中的第一自举电容C1可通过所述第一自举电容充电电路为第二自举电容C2充电,所述buck-boost电路中的第二自举电容C2可通过所述第二自举电容充电电路为第一自举电容C1充电,本发明实现了两个自举电容的互相充电,减小了传统的四开关buck-boost电路充电所需的开关动作,间接减小了电感电流纹波。



1. 一种适于四开关升降压变换器的自举驱动电路,其特征在于,包括一buck-boost电路和并联在所述buck-boost电路的BST1端和BST2端之间的自举电容互相充电电路,所述自举电容互相充电电路包括第一自举电容充电电路和第二自举电容充电电路,

所述第一自举电容充电电路包括依次串联连接的电阻R8、二极管D1和开关管Q7,所述电阻R8的一端连接在所述buck-boost电路的所述BST1端,所述电阻R8的另一端依次串联一正接的所述二极管D1和所述开关管Q7,所述开关管Q7的电压输出端连接所述buck-boost电路的所述BST2端;

所述第二自举电容充电电路包括依次串联连接的电阻R7、二极管D2和开关管Q8,所述电阻R7的一端连接在所述buck-boost电路的所述BST2端,所述电阻R7的另一端依次串联一正接的所述二极管D2和所述开关管Q8,所述开关管Q8的电压输出端连接所述buck-boost电路的所述BST1端。

2. 如权利要求1所述的适于四开关升降压变换器的自举驱动电路,其特征在于,所述buck-boost电路包括第一自举驱动电路和第二自举驱动电路,

所述第一自举驱动电路包括开关管Q1、开关管Q2、第一自举电容C1和第一充电通路,所述开关管Q1的一端外接输入电压VIN,所述开关管Q1的另一端串接所述开关管Q2,所述开关管Q2的另一端接地,

所述第一自举电容C1的一端连接在所述开关管Q1和所述开关管Q2的相交点SW1上,所述第一自举电容C1的另一端连接所述第一充电通路的输出端,所述第一充电通路的输入端外接电压VDRV;

所述第二自举驱动电路包括开关管Q4、开关管Q3、第二自举电容C2和第二充电通路,所述开关管Q4的一端作为所述buck-boost电路的电压输出端,所述开关管Q4的另一端串接所述开关管Q3,所述开关管Q3的另一端接地;

所述第二自举电容C2的一端连接在所述开关管Q4和所述开关管Q3的相交点SW2上,所述第二自举电容C2的另一端连接所述第二充电通路的输出端,所述第二充电通路的输入端外接电压VDRV;

所述第一自举驱动电路和所述第二自举驱动电路通过一电感L1连接在所述相交点SW1和所述相交点SW2之间实现两个自举驱动电路的相互连接。

3. 如权利要求2所述的适于四开关升降压变换器的自举驱动电路,其特征在于,所述第一充电通路包括二极管D5和并接在所述二极管D5两端的开关管Q5,所述二极管D5的正极外接所述电压VDRV,所述二极管D5的负极作为所述buck-boost电路的所述BST1端。

4. 如权利要求2所述的适于四开关升降压变换器的自举驱动电路,其特征在于,所述第二充电通路包括二极管D6和并接在所述二极管D6两端的开关管Q6,所述二极管D6的正极外接所述电压VDRV,所述二极管D6的负极作为所述buck-boost电路的所述BST2端。

5. 如权利要求2所述的适于四开关升降压变换器的自举驱动电路,其特征在于,所述第一自举电容充电电路中的所述开关管Q7与所述buck-boost电路的所述开关管Q1同步导通或关断。

6. 如权利要求2所述的适于四开关升降压变换器的自举驱动电路,其特征在于,所述第二自举电容充电电路中的所述开关管Q8与所述buck-boost电路的所述开关管Q4同步导通或关断。

一种适于四开关升降压变换器的自举驱动电路

技术领域

[0001] 本发明涉及一种自举驱动电路,具体涉及一种适于四开关升降压变换器的自举驱动电路。

背景技术

[0002] 开关的电源的拓扑结构中,有buck、boost、buck-boost三种典型的拓扑结构。这三种传统的拓扑结构最多都是只需要两个开关管。Buck电路只能降压,boost电路只能升压,buck-boost电路结构既能升压又能降压,但是输入和输出是反向的。于是如图2所示又进一步衍生出了四开关的buck-boost结构。为了提高效率,四个开关管都是NMOS管,高边的NMOS开关管需要使用自举驱动技术,自举驱动需要自举电容,自举电容需要充电,否则自举电容上的电压会因为电荷泄放而慢慢变小。

[0003] 如图2所示,传统的四开关buck-boost电路结构中,以输入电压 V_{IN} 大于输出电压 V_{OUT} 为例,靠近输出侧的开关管Q4需要维持常开状态,要维持常开状态则需要保证自举电容C2的电压足够高。自举电容C2如果不充电会因为电荷泄放电压慢慢变小导致开关管Q4关断无法输出电压。目前,对自举电容进行充电的方案主要有以下两种:

[0004] 第一种方案是,通过计时器计时,每隔一段时间打开充电通路为自举电容充电。但该种充电方案不可避免的会增加充电所需的开关动作,而且会导致电感电流抖动,增加电流纹波。

[0005] 另一种方案是利用charge pump技术,比如用电荷泵(charge pump)为自举电容补充电荷。但在芯片内集成电荷泵,需要消耗较大的芯片体积,不利于提高芯片的集成度。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种适于四开关升降压变换器的自举驱动电路,以解决上述技术问题。

[0007] 为达此目的,本发明采用以下技术方案:

[0008] 提供一种适于四开关升降压变换器的自举驱动电路,包括一buck-boost电路和并联在所述buck-boost电路的BST1端和BST2之间的自举电容互相充电电路,所述自举电容互相充电电路包括第一自举电容充电电路和第二自举电容充电电路,

[0009] 所述第一自举电容充电电路包括依次串联连接电阻R8、二极管D1和开关管Q7,所述电阻R8的一端连接在所述buck-boost电路的所述BST1端,所述电阻R8的另一端依次串联一正接的所述二极管D1和所述开关管Q7,所述开关管Q7的电压输出端连接所述buck-boost电路的所述BST2端;

[0010] 所述第二自举电容充电电路包括依次串联连接的电阻R7、二极管D2和开关管Q8,所述电阻R7的一端连接在所述buck-boost电路的所述BST2端,所述电阻R7的另一端依次串联一正接的所述二极管D2和所述开关管Q8,所述开关管Q8的电压输出端连接所述buck-boost电路的所述BST1端。

[0011] 作为本发明的一种优选方案,所述buck-boost电路包括第一自举驱动电路和第二自举驱动电路,

[0012] 所述第一自举驱动电路包括开关管Q1、开关管Q2、第一自举电容C1和第一充电通路,所述开关管Q1的一端外接输入电压VIN,所述开关管Q1的另一端串接所述开关管Q2,所述开关管Q2的另一端接地,

[0013] 所述第一自举电容C1的一端连接在所述开关管Q1和所述开关管Q2的相交点SW1上,所述第一自举电容C1的另一端连接所述第一充电通路的输出端,所述第一充电通路的输入端外接电压VDRV;

[0014] 所述第二自举驱动电路包括开关管Q4、开关管Q3、第二自举电容C2和第二充电通路,所述开关管Q4的一端作为所述buck-boost电路的电压输出端,所述开关管Q4的另一端串接所述开关管Q3,所述开关管Q3的另一端接地;

[0015] 所述第二自举电容C2的一端连接在所述开关管Q4和所述开关管Q3的相交点SW2上,所述第二自举电容C2的另一端连接所述第二充电通路的输出端,所述第二充电通路的输入端外接电压VDRV;

[0016] 所述第一自举驱动电路和所述第二自举驱动电路通过一电感L1连接在所述相交点SW1和所述相交点SW2之间实现两个自举驱动电路的相互连接。

[0017] 作为本发明的一种优选方案,所述第一充电通路包括二极管D5和并接在所述二极管D5两端的开关管Q5,所述二极管D5的正极外接所述电压VDRV,所述二极管D5的负极作为所述buck-boost电路的所述BST1端。

[0018] 作为本发明的一种优选方案,所述第二充电通路包括二极管D6和并接在所述二极管D6两端的开关管Q6,所述二极管D6的正极外接所述电压VDRV,所述二极管D6的负极作为所述buck-boost电路的所述BST2端。

[0019] 作为本发明的一种优选方案,所述第一自举电容充电电路中的所述开关管Q7与所述buck-boost电路的所述开关管Q1同步导通或关断。

[0020] 作为本发明的一种优选方案,所述第二自举电容充电电路中的所述开关管Q8与所述buck-boost电路的所述开关管Q4同步导通或关断。

[0021] 本发明提供的适于四开关升降压变换器的自举驱动电路实现了两个自举电容的互相充电,减小了传统的四开关buck-boost电路充电所需的开关动作,间接减小了电感电流纹波。而且不需要通过集成charge pump为自举电容补充电荷,减小了芯片体积,提高了芯片集成度。

附图说明

[0022] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对本发明实施例中所需要使用的附图作简单地介绍。显而易见地,下面所描述的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0023] 图1是传统的buck自举驱动电路的电路结构示意图;

[0024] 图2是传统的四开关buck-boost自举驱动电路的电路结构示意图;

[0025] 图3是本发明一实施例提供的适于四开关升降压变换器的自举驱动电路的电路结

构示意图；

[0026] 图4为纯buck模式下，本发明一实施例提供的buck-boost电路中的部分节点的波形图；

[0027] 图5为纯boost模式下，本发明一实施例提供的buck-boost电路中的部分节点的波形图。

具体实施方式

[0028] 下面结合附图并通过具体实施方式来进一步说明本发明的技术方案。

[0029] 其中，附图仅用于示例性说明，表示的仅是示意图，而非实物图，不能理解为对本专利的限制；为了更好地说明本发明的实施例，附图某些部件会有省略、放大或缩小，并不代表实际产品的尺寸；对本领域技术人员来说，附图中某些公知结构及其说明可能省略是可以理解的。

[0030] 本发明实施例的附图中相同或相似的标号对应相同或相似的部件；在本发明的描述中，需要理解的是，若出现术语“上”、“下”、“左”、“右”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此附图中描述位置关系的用语仅用于示例性说明，不能理解为对本专利的限制，对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语的具体含义。

[0031] 在本发明的描述中，除非另有明确的规定和限定，若出现术语“连接”等指示部件之间的连接关系，该术语应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或成一体；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个部件内部的连通或两个部件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0032] 图1示出了传统的buck自举驱动电路的电路结构示意图。首先请参照图1，图1中的开关管Q2打开时，自举驱动电容C1可以通过二极管D5或者增加开关管Q5进行充电。传统的buck自举驱动电路需要实时检测自举驱动电容C1两端的压差，当压差小于一定值时，需要关断开关管Q1，导通开关管Q2对自举驱动电容C1充电。以上为最传统的自举驱动电容充电技术。

[0033] 图2示出了传统的四开关buck-boost自举驱动电路的电路结构示意图。请参照图2，该传统的buck-boost自举驱动电路包括四个主要的功率开关管Q1~Q4，Q1和Q4都是高边开关管，C1和C2同为自举驱动电容。和传统的buck自举驱动方式一样，当Q2导通时，自举驱动电容C1可以通过D5和Q5组成的充电通路进行充电。当Q3导通时，自举驱动电容C2可以通过D6和Q6组成的充电通路进行充电。当buck-boost自举驱动电路的输入电压VIN高于输出电压VOUT足够多时，四开关buck-boost工作在纯buck模式，即Q4维持导通，Q3维持关断，Q1和Q2交替导通，在这种情况下，如果Q3长时间不导通，自举驱动电容C2的电荷会慢慢泄露，当自举驱动电容C2两端电压低于一定值时，需要对自举驱动电容C2进行充电。传统的自举驱动电容充电方法主要由以下两种：

[0034] 第一种方案是，关断Q4，导通Q3，以便对C2进行充电。但关断Q4会使得电感上的电流走Q4的体二极管，导致驱动效率损失。而且当四开关buck-boost电路工作在纯boost模式

时,如果自举驱动电容C1电压慢慢减小到一定值,需要立刻关闭Q1,打开Q2以对C1进行充电,这显然会打断boost工作,导致电感电流抖动,影响输出纹波。

[0035] 另一种方案是,在芯片内集成电荷泵(charge pump),电荷泵直接给自举驱动电容C1或C2传输电荷,以维持自举驱动电容的电压,但是由于电荷泵的体积较大,集成在芯片中会消耗芯片面积,不利于提升芯片的集成度。

[0036] 所以为了解决上述技术问题,本发明实施例提供了一种全新的适于四开关升降压变换器的自举驱动电路,电路中的两个自举驱动电容可以互相充电,提供驱动效率,也不需要再再芯片内集成电荷泵(charge pump),减少了芯片面积,提高了芯片的集成度。

[0037] 请具体参照图3,本发明实施例提供的适于四开关升降压变换器的自举驱动电路,包括一buck-boost电路和并联在buck-boost的BST1端和BST2端的自举电容互相充电电路300,自举电容互相充电电路300包括第一自举电容充电电路和第二自举电容充电电路,

[0038] 第一自举电容充电电路包括依次串联连接的电阻R8、二极管D1和开关管Q7,电阻R8的一端连接在buck-boost电路的BST1端,电阻R8的另一端依次串联一正接的二极管D1和开关管Q7,开关管Q7的电压输出端连接buck-boost电路的BST2端;

[0039] 第二自举电容充电电路包括依次串联连接的电阻R7、二极管D2和开关管Q8,电阻R7的一端连接在buck-boost电路的BST2端,电阻R7的另一端依次串联一正接的二极管D2和开关管Q8,开关管Q8的电压输出端连接buck-boost电路的BST1端。

[0040] buck-boost电路包括第一自举驱动电路和第二自举驱动电路,

[0041] 第一自举驱动电路包括开关管Q1、开关管Q2、第一自举电容C1和第一充电通路,开关管Q1的一端外接输入电压VIN,开关管Q1的另一端串接开关管Q2,开关管Q2的另一端接地,

[0042] 第一自举电容C1的一端连接在开关管Q1和开关管Q2的相交点SW1上,第一自举电容C1的另一端连接第一充电通路的输出端,第一充电通路的输入端外接电压VDRV;

[0043] 第二自举驱动电路包括开关管Q4、开关管Q3、第二自举电容C2和第二充电通路,开关管Q4的一端作为buck-boost电路的电压输出端,开关管Q4的另一端串接开关管Q3,开关管Q3的另一端接地;

[0044] 第二自举电容C2的一端连接在开关管Q4和开关管Q3的相交点SW2上,第二自举电容C2的另一端连接第二充电通路的输出端,第二充电通路的输入端外接电压VDRV。

[0045] 第一自举驱动电路和第二自举驱动电路通过一电感L1连接在相交点SW1和SW2之间实现两个自举驱动电路的相互连接。

[0046] 这里需要说明的是,第一充电通路的输出端即为buck-boost电路的BST1端;

[0047] 第二充电通路的输出端即为buck-boost电路的BST2端。

[0048] 优选地,第一通过包括二极管D5和并接在二极管D5两端的开关管Q5,二极管D5的正极外接电压VDRV,二极管D5的负极作为buck-boost电路的BST1端。

[0049] 同样优选地,第二充电通路包括二极管D6和并接在二极管D6两端的开关管Q6,二极管D6的正极外接电压VDRV,二极管D6的负极作为buck-boost电路的BST2端。

[0050] 为了在纯buck工作模式下,将第一自举电容C1中的电荷传递给第二自举电容C2,第一自举电容充电电路中的开关管Q7与buck-boost电路的开关管Q1同步导通或关断。

[0051] 为了在纯boost工作模式下,将第二自举电容C2的电荷传递给第一自举电容C1,第

二自举电容充电电路中的开关管Q8与buck-boost电路的开关管Q4同步导通或关断。

[0052] 下面分别从纯buck模式和纯boost模式说明本实施例提供的自举驱动电路的工作原理：

[0053] 当本实施例提供的自举驱动电路工作在纯buck模式时，输入电压 V_{IN} 比输出电压 V_{OUT} 高出许多，此时开关管Q4维持导通，Q3维持关断，Q1和Q2交替导通。Q1导通时，相交点SW1的电压等于输入电压 V_{IN} +外接电压 V_{DRV} 。Q1导通时Q7也导通，由于此时BST1端的电压高于BST2端的电压，BST1有电流通过电阻R8、二极管D1和开关管Q7，即第一自举电容C1此时会把电荷传递给第二自举电容C2。由于Q1和Q2在每个开关周期都会导通，因此第一自举电容C1可以通过传统的第一自举驱动电路充电，第二自举电容C2可以通过第一自举电容C1传递电荷充电，以维持第二自举电容C2的电荷不变，进而保证开关管Q4一直处于导通状态。在纯buck模式下，本实施例提供的buck-boost电路中部分节点的波形图如图4所示。

[0054] 当本实施例提供的自举驱动电路工作在纯boost模式时，输入电压 V_{IN} 比输出电压 V_{OUT} 低出许多，即Q1维持导通，Q2维持关断，Q3和Q4交替导通，Q4导通时间，相交点SW2电压等于输出电压 V_{OUT} ，BST2端电压等于 V_{OUT} +外接电压 V_{DRV} ，Q4导通时Q8也导通，由于此时BST2端电压高于BST1端电压，BST2端有电流通过电阻R7、二极管D2和开关管Q8流向BST1端，即第二自举电容C2会把电荷传递给第一自举电容C1，以维持第一自举电容C1的电荷不变。由于开关管Q3和Q4每个开关周期都会导通，因此第二自举电容C2可以通过传统的自举驱动电路充电，第一自举电容C1可以通过第二自举电容C2充电，以维持第一自举电容C1的电荷不变，进而保证开关管Q1一直处于导通状态。在纯boost模式下，本实施例提供的buck-boost电路中部分节点的波形图如图5所示。

[0055] 当本实施例提供的自举驱动电路工作在buck-boost模式时，即输入输出电压压差较小，四个开关管Q1、Q2、Q3和Q4都会以一定的时序工作，第一自举电容C1和第二自举电容C2通过传统的自举电容充电通路充电。

[0056] 所以，本实施例提供的适于四开关升降压变换器的自举驱动电路实现了两个自举电容的互相充电，在纯buck或纯boost模式下，电感电流连续，不会产生电流被打断的现象，提高了电路的工作效率。另外，无需再通过电荷泵(charge pump)为自举电容补充电荷，可以减小芯片的体积，提高芯片的集成度

[0057] 需要声明的是，上述具体实施方式仅仅为本发明的较佳实施例及所运用技术原理。本领域技术人员应该明白，还可以对本发明做各种修改、等同替换、变化等等。但是，这些变换只要未背离本发明的精神，都应在本发明的保护范围之内。另外，本申请说明书和权利要求书所使用的一些术语并不是限制，仅仅是为了便于描述。

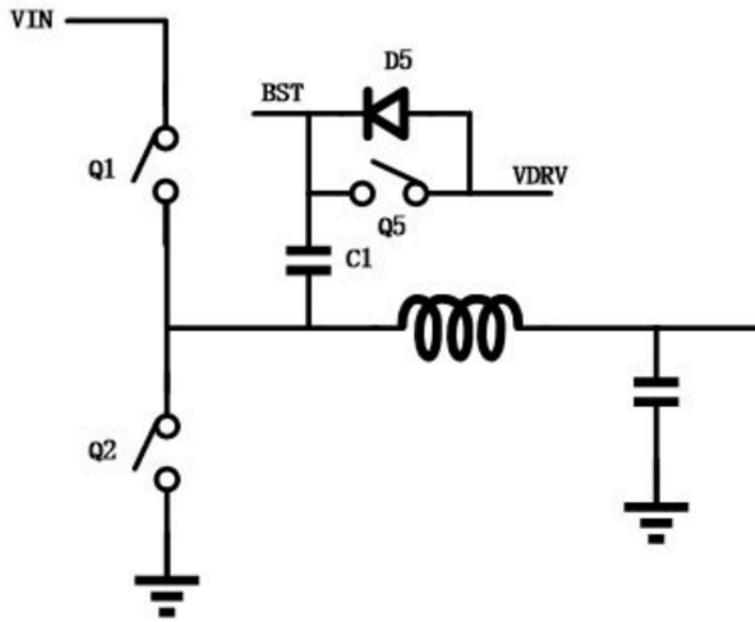


图1

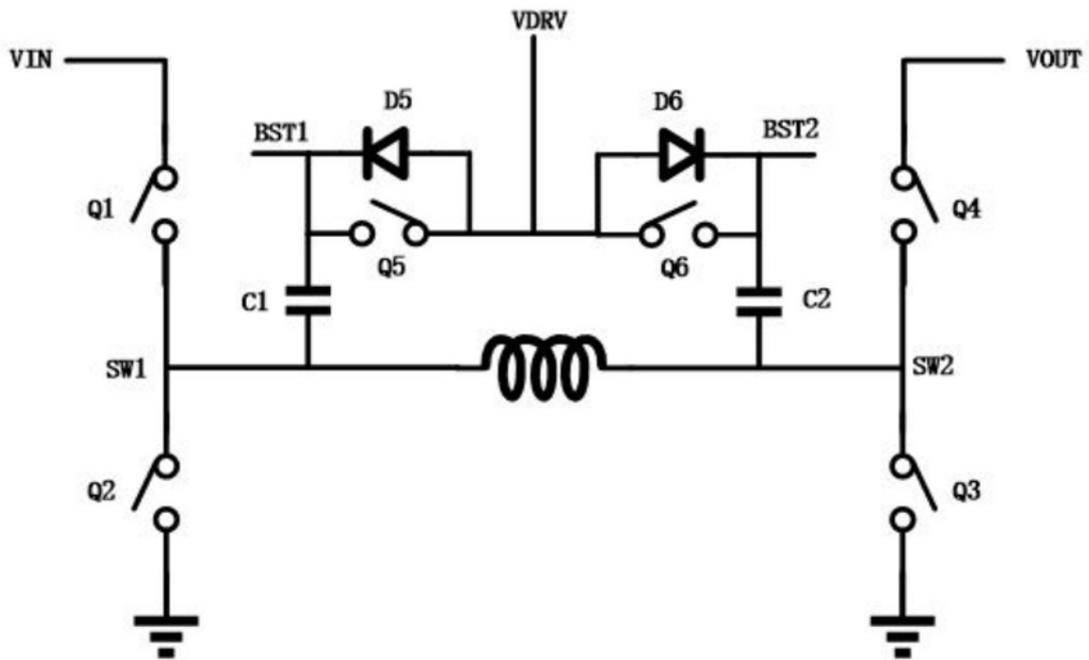


图2

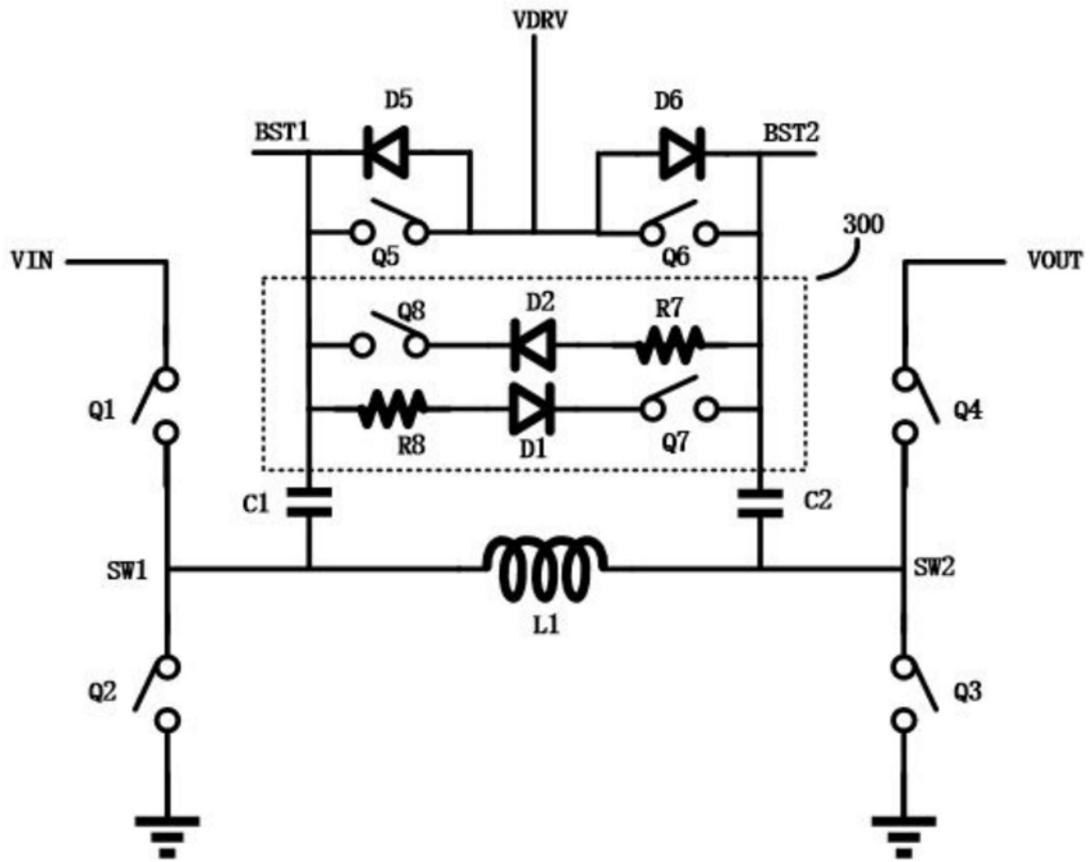


图3

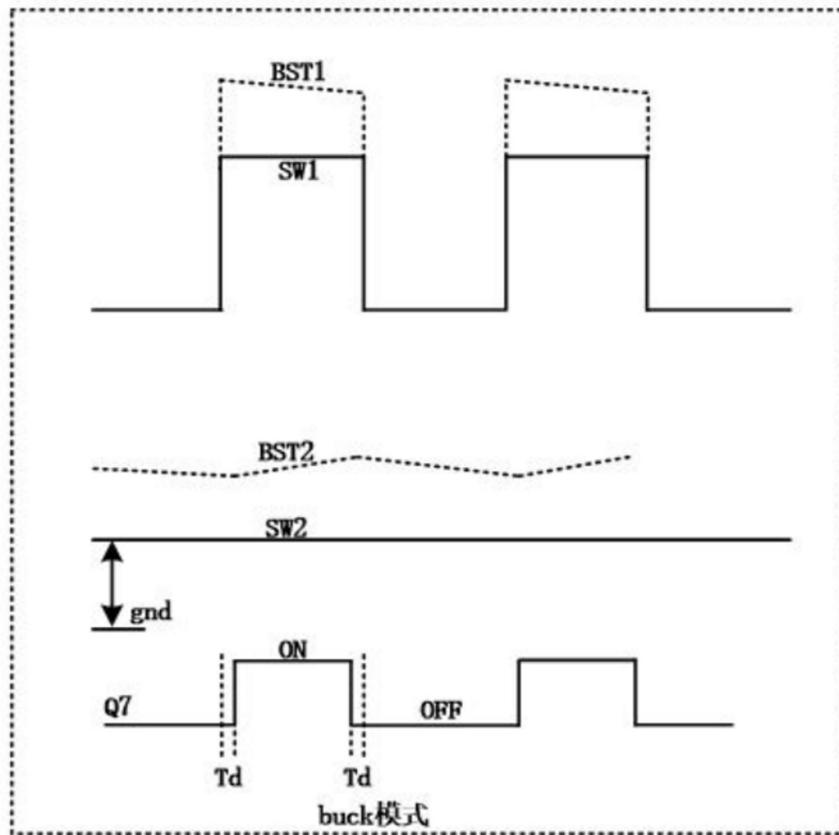


图4

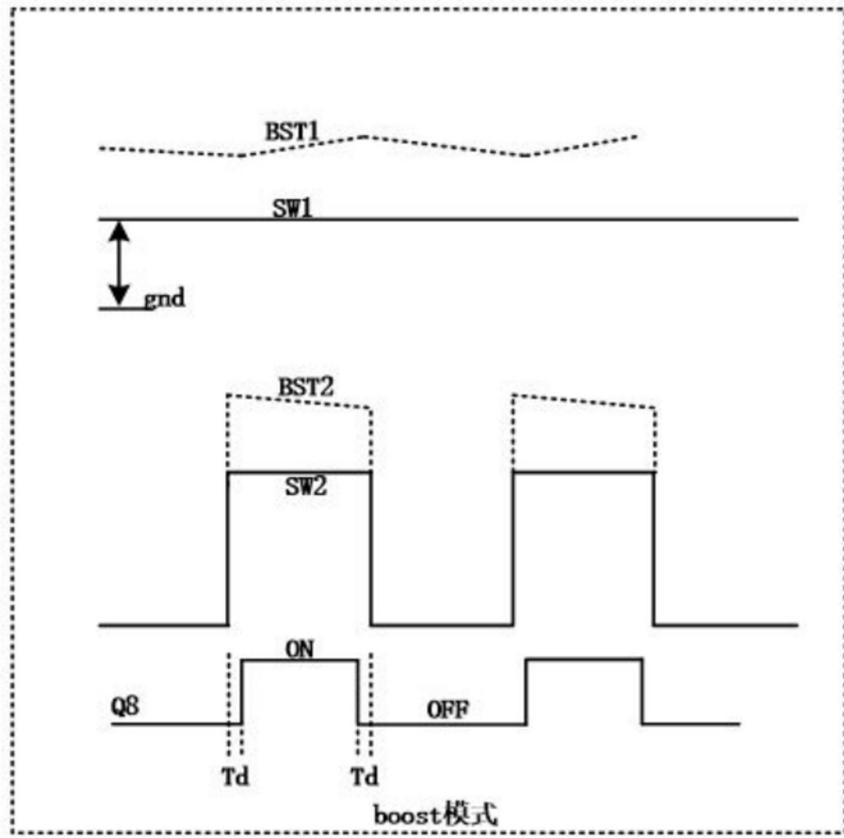


图5