



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108900078 A

(43)申请公布日 2018. 11. 27

(21)申请号 201810876599.3

(22)申请日 2018.08.03

(71)申请人 阳光电源股份有限公司

地址 230088 安徽省合肥市高新区习友路
1699号

(72)发明人 耿后来 文鹏 孟杰 陶庭欢

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 王宝筠

(51) Int. Cl.

H02M 1/32(2007.01)

H02M 7/483(2007.01)

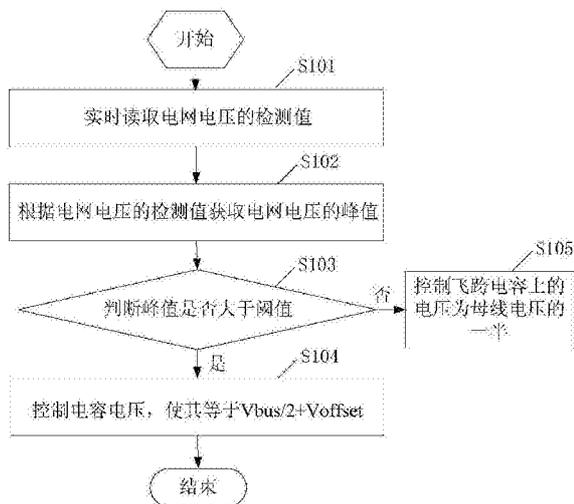
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种飞跨电容型三电平变换器及其控制方法

(57)摘要

本发明提供一种飞跨电容型三电平变换器及其控制方法,通过实时读取电网电压的检测值,根据所述电网电压的检测值获取所述电网电压的峰值;然后判断所述峰值是否大于阈值;并在所述峰值大于所述阈值的情况下,控制所述飞跨电容型三电平变换器的主电路中飞跨电容上的电压为大于等于所述主电路的母线电压的一半且小于等于所述母线电压的预设值,以提前对所述飞跨电容进行充电,避免电网高穿时现有技术中出现的器件上电压应力较高的问题。



1. 一种飞跨电容型三电平变换器的控制方法,其特征在于,应用于所述飞跨电容型三电平变换器的控制器;所述飞跨电容型三电平变换器的控制方法包括:

实时读取电网电压的检测值;

根据所述电网电压的检测值获取所述电网电压的峰值;

判断所述峰值是否大于阈值;

若所述峰值大于所述阈值,则控制所述飞跨电容型三电平变换器的主电路中飞跨电容上的电压为预设值;所述预设值大于等于所述主电路的母线电压的一半,且小于等于所述母线电压。

2. 根据权利要求1所述的飞跨电容型三电平变换器的控制方法,其特征在于,在判断所述峰值是否大于阈值之后,还包括:

若所述峰值小于等于所述阈值,则控制所述飞跨电容上的电压为所述母线电压的一半。

3. 根据权利要求1所述的飞跨电容型三电平变换器的控制方法,其特征在于,所述阈值为 $V_{norm}+V_{delat}$;

其中, $V_{delat}=k\times V_{norm}+b$,或者, $V_{delat}=k^2\times V_{norm}+b$; V_{norm} 为正常情况下所述电网电压的峰值。

4. 根据权利要求3所述的飞跨电容型三电平变换器的控制方法,其特征在于, $k=1.02$ 。

5. 根据权利要求1-4任一所述的飞跨电容型三电平变换器的控制方法,其特征在于,根据所述电网电压的检测值获取所述电网电压的峰值,包括:

将所述电网电压的检测值转换到dq坐标系,作为所述电网电压的峰值;

或者,根据所述电网电压的检测值,实时获取电网电压绝对值的最大值作为所述电网电压的峰值。

6. 一种飞跨电容型三电平变换器,其特征在于,包括:主电路和控制器;其中,所述控制器用于执行所述权利要求1-5任一所述的飞跨电容型三电平变换器的控制方法。

7. 根据权利要求6所述的飞跨电容型三电平变换器,其特征在于,所述主电路包括:输入电容、第一电容、第二电容、飞跨电容、电感、第一开关管、第二开关管、第一二极管及第二二极管;其中:

所述输入电容连接于所述主电路的输入端正负极之间;

所述电感的一端与所述主电路的输入端正极相连;

所述电感的另一端依次通过所述第一二极管和所述第二二极管与所述第一电容的一端及所述主电路的输出母线正极相连;且所述电感的另一端还依次通过所述第一开关管和所述第二开关管与所述主电路的输入端负极及输出母线负极相连;

所述第一二极管与所述第二二极管的连接点,与所述飞跨电容的一端相连;

所述第一开关管和所述第二开关管的连接点,与所述飞跨电容的另一端相连;

所述第一电容的另一端与所述第二电容的一端相连,连接点与所述主电路的输出母线中点相连;

所述第二电容的另一端与所述输入端负极及所述输出母线负极相连;

所述第一开关管和所述第二开关管的控制端均与所述控制器相连。

8. 根据权利要求7所述的飞跨电容型三电平变换器,其特征在于,所述主电路还包括:

第一可控开关、第三二极管及第四二极管；其中：

所述第三二极管的正极与所述主电路的输入端正极相连，所述第三二极管的负极与所述输出母线正极相连；

所述第一可控开关的输入端与所述第一开关管和所述第二开关管的连接点相连；

所述第一可控开关的输出端与所述第四二极管的正极相连；

所述第四二极管的负极与所述输出母线中点相连；

所述第一可控开关的控制端与所述控制器相连。

9. 根据权利要求7所述的飞跨电容型三电平变换器，其特征在于，所述主电路还包括：第五二极管、第二可控开关、第三可控开关及第一电阻；其中：

所述第五二极管的正极与所述主电路的输入端正极相连，所述第五二极管的负极与所述输出母线正极相连；

所述第二可控开关设置于所述第一开关管和所述第二开关管的连接点与所述飞跨电容之间；

所述第三可控开关与所述第一电阻串联，串联后的一端与所述第二可控开关及所述飞跨电容的连接点相连，串联后的另一端与所述输入端负极及所述输出母线负极相连；

所述第二可控开关和所述第三可控开关的控制端均与所述控制器相连。

10. 根据权利要求7所述的飞跨电容型三电平变换器，其特征在于，所述主电路还包括：第六二极管、第四可控开关、第五可控开关及第二电阻；其中：

所述第六二极管的正极与所述主电路的输入端正极相连，所述第六二极管的负极与所述输出母线正极相连；

所述第四可控开关设置于所述第一开关管和所述第二开关管的连接点与所述飞跨电容之间；

所述第五可控开关与所述第二电阻串联，串联后的一端与所述第四可控开关及所述飞跨电容的连接点相连，串联后的另一端与所述输出母线中点相连；

所述第四可控开关和所述第五可控开关的控制端均与所述控制器相连。

一种飞跨电容型三电平变换器及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电力电子技术领域,特别涉及一种飞跨电容型三电平变换器及其控制方法。

背景技术

[0002] 图1虚线框内所示为一种常见飞跨电容型三电平变换器的主电路拓扑,该拓扑具有工作效率高,电感倍频等优点,可以减小电感重量及尺寸,有利于降低装置成本及结构尺寸。

[0003] 正常情况下,该变换器中的控制器将会控制飞跨电容 C_f 上的电压 V_{Cf} 为母线电压(输出母线正极Bus+与输出母线负极Bus-之间的电压 V_{bus})的一半。当开关管S2导通时,二极管D2上的反向电压为 $V_{bus}-V_{Cf}=V_{bus}/2$;当开关管S1导通时,开关管S2上的电压应力为 $V_{bus}-V_{Cf}=V_{bus}/2$ 。

[0004] 但是图1所示的拓扑中,当出现电网高穿、母线快速升高以及飞跨电容需要逐步充电的特殊情况时,飞跨电容来不及充电且电压较低、而母线电压 V_{bus} 电压已经很高,将会导致二极管D2或者开关管S2上的电压应力较高。

发明内容

[0005] 本发明提供一种飞跨电容型三电平变换器及其控制方法,以解决当电网高穿时现有技术中存在的器件上电压应力较高的问题。

[0006] 为实现上述目的,本申请提供的技术方案如下:

[0007] 一种飞跨电容型三电平变换器的控制方法,应用于所述飞跨电容型三电平变换器的控制器;所述飞跨电容型三电平变换器的控制方法包括:

[0008] 实时读取电网电压的检测值;

[0009] 根据所述电网电压的检测值获取所述电网电压的峰值;

[0010] 判断所述峰值是否大于阈值;

[0011] 若所述峰值大于所述阈值,则控制所述飞跨电容型三电平变换器的主电路中飞跨电容上的电压为预设值;所述预设值大于等于所述主电路的母线电压的一半,且小于等于所述母线电压。

[0012] 优选的,在判断所述峰值是否大于阈值之后,还包括:

[0013] 若所述峰值小于等于所述阈值,则控制所述飞跨电容上的电压为所述母线电压的一半。

[0014] 优选的,所述阈值为 $V_{norm}+V_{delat}$;

[0015] 其中, $V_{delat}=k\times V_{norm}+b$,或者, $V_{delat}=k^2\times V_{norm}+b$; V_{norm} 为正常情况下所述电网电压的峰值。

[0016] 优选的, $k=1.02$ 。

[0017] 优选的,根据所述电网电压的检测值获取所述电网电压的峰值,包括:

- [0018] 将所述电网电压的检测值转换到dq坐标系,作为所述电网电压的峰值;
- [0019] 或者,根据所述电网电压的检测值,实时获取电网电压绝对值的最大值作为所述电网电压的峰值。
- [0020] 一种飞跨电容型三电平变换器,其特征在于,包括:主电路和控制器;其中,所述控制器用于执行上述任一所述的飞跨电容型三电平变换器的控制方法。
- [0021] 优选的,所述主电路包括:输入电容、第一电容、第二电容、飞跨电容、电感、第一开关管、第二开关管、第一二极管及第二二极管;其中:
- [0022] 所述输入电容连接于所述主电路的输入端正负极之间;
- [0023] 所述电感的一端与所述主电路的输入端正极相连;
- [0024] 所述电感的另一端依次通过所述第一二极管和所述第二二极管与所述第一电容的一端及所述主电路的输出母线正极相连;且所述电感的另一端还依次通过所述第一开关管和所述第二开关管与所述主电路的输入端负极及输出母线负极相连;
- [0025] 所述第一二极管与所述第二二极管的连接点,与所述飞跨电容的一端相连;
- [0026] 所述第一开关管和所述第二开关管的连接点,与所述飞跨电容的另一端相连;
- [0027] 所述第一电容的另一端与所述第二电容的一端相连,连接点与所述主电路的输出母线中点相连;
- [0028] 所述第二电容的另一端与所述输入端负极及所述输出母线负极相连;
- [0029] 所述第一开关管和所述第二开关管的控制端均与所述控制器相连。
- [0030] 优选的,所述主电路还包括:第一可控开关、第三二极管及第四二极管;其中:
- [0031] 所述第三二极管的正极与所述主电路的输入端正极相连,所述第三二极管的负极与所述输出母线正极相连;
- [0032] 所述第一可控开关的输入端与所述第一开关管和所述第二开关管的连接点相连;
- [0033] 所述第一可控开关的输出端与所述第四二极管的正极相连;
- [0034] 所述第四二极管的负极与所述输出母线中点相连;
- [0035] 所述第一可控开关的控制端与所述控制器相连。
- [0036] 优选的,所述主电路还包括:第五二极管、第二可控开关、第三可控开关及第一电阻;其中:
- [0037] 所述第五二极管的正极与所述主电路的输入端正极相连,所述第五二极管的负极与所述输出母线正极相连;
- [0038] 所述第二可控开关设置于所述第一开关管和所述第二开关管的连接点与所述飞跨电容之间;
- [0039] 所述第三可控开关与所述第一电阻串联,串联后的一端与所述第二可控开关及所述飞跨电容的连接点相连,串联后的另一端与所述输入端负极及所述输出母线负极相连;
- [0040] 所述第二可控开关和所述第三可控开关的控制端均与所述控制器相连。
- [0041] 优选的,所述主电路还包括:第六二极管、第四可控开关、第五可控开关及第二电阻;其中:
- [0042] 所述第六二极管的正极与所述主电路的输入端正极相连,所述第六二极管的负极与所述输出母线正极相连;
- [0043] 所述第四可控开关设置于所述第一开关管和所述第二开关管的连接点与所述飞

跨电容之间；

[0044] 所述第五可控开关与所述第二电阻串联，串联后的一端与所述第四可控开关及所述飞跨电容的连接点相连，串联后的另一端与所述输出母线中点相连；

[0045] 所述第四可控开关和所述第五可控开关的控制端均与所述控制器相连。

[0046] 本发明提供的飞跨电容型三电平变换器的控制方法，通过实时读取电网电压的检测值，根据所述电网电压的检测值获取所述电网电压的峰值；然后判断所述峰值是否大于阈值；并在所述峰值大于所述阈值的情况下，控制所述飞跨电容型三电平变换器的主电路中飞跨电容上的电压为大于等于所述主电路的母线电压的一半且小于等于所述母线电压的预设值，以提前对所述飞跨电容进行充电，避免电网高穿时现有技术中出现的器件上电压应力较高的问题。

附图说明

[0047] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术内的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述内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。

[0048] 图1是现有技术提供的飞跨电容型三电平变换器的主电路结构示意图；

[0049] 图2是本发明实施例提供的飞跨电容型三电平变换器的控制方法的流程图；

[0050] 图3是本发明另一实施例提供的飞跨电容型三电平变换器主电路的结构示意图；

[0051] 图4是本发明另一实施例提供的飞跨电容型三电平变换器的另一结构示意图；

[0052] 图5是本发明另一实施例提供的飞跨电容型三电平变换器的另一结构示意图；

[0053] 图6是本发明另一实施例提供的飞跨电容型三电平变换器的另一结构示意图。

具体实施方式

[0054] 下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

[0055] 本发明提供一种飞跨电容型三电平变换器的控制方法，应用于飞跨电容型三电平变换器的控制器，以解决当电网高穿时现有技术中存在的器件上电压应力较高的问题。

[0056] 参见图2，该飞跨电容型三电平变换器的控制方法包括：

[0057] S101、实时读取电网电压的检测值；

[0058] 实际应用中，可以借助相应的电压传感器实现电网电压的检测，并且由该电压传感器实时输出电网电压的检测值至控制器中，供控制器实时读取。

[0059] S102、根据电网电压的检测值获取电网电压的峰值；

[0060] 实际应用中，可以将电网电压的检测值转换到dq坐标系进行电网电压的峰值的检

测和获取;或者,也可以根据该电网电压的检测值,实时获取电网电压绝对值的最大值作为电网电压的峰值;对于该峰值的获取方式,此处不做具体限定,可以视其具体应用环境而定,均在本申请的保护范围内。

[0061] S103、判断峰值是否大于阈值;

[0062] 具体的,可以设置该阈值为 $V_{norm}+V_{delat}$;

[0063] 其中, V_{norm} 为正常情况下电网电压的峰值, V_{delat} 为电网电压的允许波动量, $V_{delat}=k\times V_{norm}+b$,或者, $V_{delat}=k^2\times V_{norm}+b$ 。

[0064] 优选的, $k=1.02$,当然也可以根据实际情况提高,此处仅为一种实例, k 、 b 的大小均可以根据具体的应用环境而定;另外, V_{delat} 也可以为根据 V_{norm} 进行的其他相关处理后得到的值,并不一定限定于此,视其具体应用环境而定,均在本申请的保护范围内。

[0065] 若峰值大于阈值,则执行步骤S104;若峰值小于等于阈值,则执行步骤S105;

[0066] S104、控制飞跨电容型三电平变换器的主电路中飞跨电容上的电压为预设值;

[0067] 具体的实际应用中,可以设置该预设值为 $V_{bus}/2+V_{offset}$,其中, V_{bus} 为主电路的母线电压, V_{offset} 为充电裕量,且 $0<V_{offset}<V_{bus}/2$,进而使得该预设值大于等于主电路的母线电压的一半,且小于等于母线电压;该预设值的具体取值依据主电路中开关管的实际工作状态进行定义,此处不做具体限定,能够使飞跨电容预充电到足以分担电网高穿时其他器件上电压应力的取值均在本申请的保护范围内。

[0068] S105、控制飞跨电容上的电压为母线电压的一半。

[0069] 正常情况下,控制器将会控制飞跨电容上的电压为母线电压的一半,只有当电网电压的峰值大于某一阈值(比如 $V_{norm}+V_{delat}$)时,说明此时有可能出现电网高穿的情况,为了避免电网高穿时,由于飞跨电容上的电压过低而导致其他器件上的电压应力过高的问题,本申请通过上述过程,对飞跨电容进行提前充电(比如充至 $V_{bus}/2+V_{offset}$),进而避免了电网高穿时现有技术中出现的器件上电压应力较高的问题。

[0070] 本发明另一实施例还提供了一种飞跨电容型三电平变换器,包括:主电路和控制器;其中,控制器用于上述实施例所述的飞跨电容型三电平变换器的控制方法。

[0071] 本实施例提供的该飞跨电容型三电平变换器,由控制器执行上述实施例所述的控制方法,首先实时读取电网电压的检测值,根据电网电压的检测值获取电网电压的峰值;然后判断峰值是否大于阈值;并在峰值大于阈值的情况下,控制飞跨电容型三电平变换器的主电路中飞跨电容上的电压为大于等于主电路的母线电压的一半且小于等于母线电压的预设值,以提前对飞跨电容进行充电,避免电网高穿时现有技术中出现的器件上电压应力较高的问题。

[0072] 该主电路的拓扑,可以参见图3,包括:输入电容 C_0 、第一电容 C_1 、第二电容 C_2 、飞跨电容 C_f 、电感 L 、第一开关管 S_1 、第二开关管 S_2 、第一二极管 D_1 及第二二极管 D_2 ;其中:

[0073] 输入电容 C_0 连接于主电路的输入端正负极之间;

[0074] 电感 L 的一端与主电路的输入端正极 $PV+$ 相连;

[0075] 电感 L 的另一端依次通过第一二极管 D_1 和第二二极管 D_2 与第一电容 C_1 的一端及主电路的输出母线正极 $Bus+$ 相连;且电感 L 的另一端还依次通过第一开关管 S_1 和第二开关管 S_2 与主电路的输入端负极 $PV-$ 及输出母线负极 $Bus-$ 相连;

[0076] 第一二极管 D_1 与第二二极管 D_2 的连接点,与飞跨电容 C_f 的一端相连;

- [0077] 第一开关管S1和第二开关管S2的连接点,与飞跨电容Cf的另一端相连;
- [0078] 第一电容C1的另一端与第二电容C2的一端相连,连接点与主电路的输出母线中点NE相连;
- [0079] 第二电容C2的另一端与输入端负极PV-及输出母线负极Bus-相连;
- [0080] 第一开关管S1和第二开关管S2的控制端均与控制器相连。
- [0081] 优选的,该飞跨电容型三电平变换器中的主电路还可以为其他改进型的拓扑,比如,参见图4,在图3的基础之上,该主电路还包括:第一可控开关K1、第三二极管D3及第四二极管D4;其中:
- [0082] 第三二极管D3的正极与主电路的输入端正极PV+相连,第三二极管D3的负极与输出母线正极Bus+相连;
- [0083] 第一可控开关K1的输入端与第一开关管S1和第二开关管S2的连接点相连;
- [0084] 第一可控开关K1的输出端与第四二极管D4的正极相连;
- [0085] 第四二极管D4的负极与输出母线中点NE相连;
- [0086] 第一可控开关K1的控制端与控制器相连。
- [0087] 或者,参见图5,在图3的基础之上,该主电路还包括:第五二极管D5、第二可控开关K2、第三可控开关K3及第一电阻;其中:
- [0088] 第五二极管D5的正极与主电路的输入端正极PV+相连,第五二极管D5的负极与输出母线正极Bus+相连;
- [0089] 第二可控开关K2设置于第一开关管S1和第二开关管S2的连接点与飞跨电容Cf之间;
- [0090] 第三可控开关K3与第一电阻串联,串联后的一端与第二可控开关K2及飞跨电容Cf的连接点相连,串联后的另一端与输入端负极PV-及输出母线负极Bus-相连;
- [0091] 第二可控开关K2和第三可控开关K3的控制端均与控制器相连。
- [0092] 又或者,参见图6,在图3的基础之上,该主电路还包括:第六二极管D6、第四可控开关K4、第五可控开关K5及第二电阻;其中:
- [0093] 第六二极管D6的正极与主电路的输入端正极PV+相连,第六二极管D6的负极与输出母线正极Bus+相连;
- [0094] 第四可控开关K4设置于第一开关管S1和第二开关管S2的连接点与飞跨电容Cf之间;
- [0095] 第五可控开关K5与第二电阻串联,串联后的一端与第四可控开关K4及飞跨电容Cf的连接点相连,串联后的另一端与输出母线中点NE相连;
- [0096] 第四可控开关K4和第五可控开关K5的控制端均与控制器相连。
- [0097] 上述各个可控开关能够在输入端正负极之间的电压PV上升到大于等于第一启机阈值时,根据控制器的控制断开或者闭合,为飞跨电容Cf提供充电电路;待飞跨电容Cf上的电压充至第二启机阈值时,再次根据控制器的控制断开或者闭合,使该主电路拓扑等效为图3所示的形式,进而避免输入端正负极之间的电压PV较高时上电瞬间开关管容易过压击穿的问题。
- [0098] 其余原理与上述实施例相同,此处不再一一赘述。
- [0099] 本发明中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实

施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的装置而言,由于其与实施例公开的方法相对应,所以描述的比较简单,相关之处参见方法部分说明即可。

[0100] 以上,仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明作任何形式上的限制。虽然本发明已以较佳实施例揭露如上,然而并非用以限定本发明。任何熟悉本领域的技术人员,在不脱离本发明技术方案范围情况下,都可利用上述揭示的方法和技术内容对本发明技术方案做出许多可能的变动和修饰,或修改为等同变化的等效实施例。因此,凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、等同变化及修饰,均仍属于本发明技术方案保护的范围内。

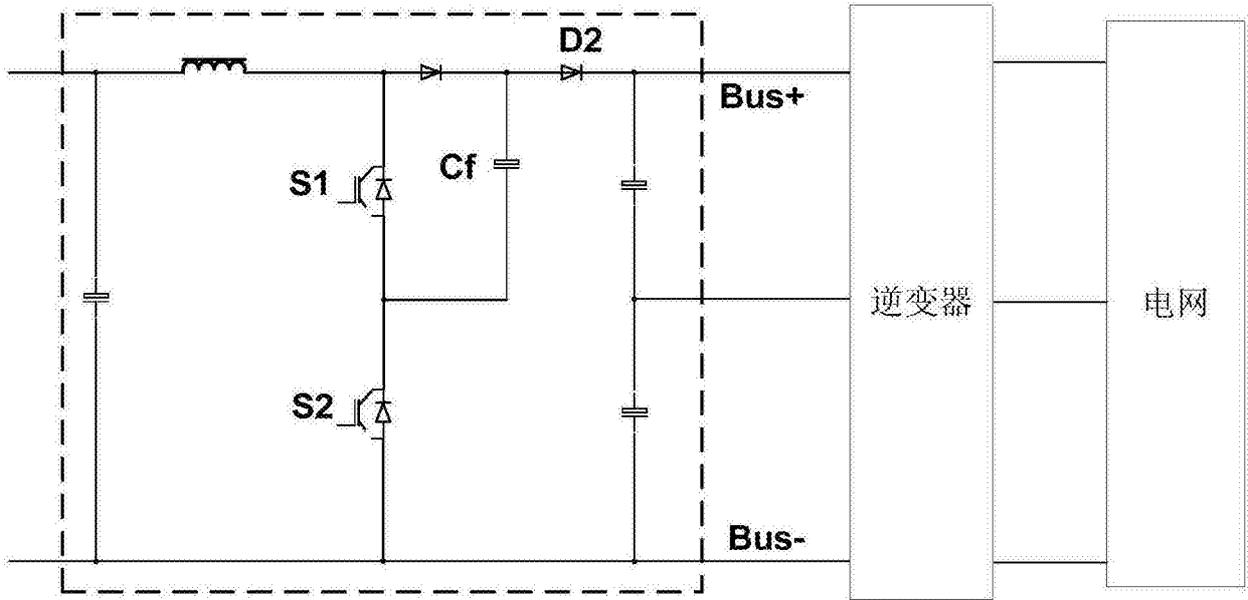


图1

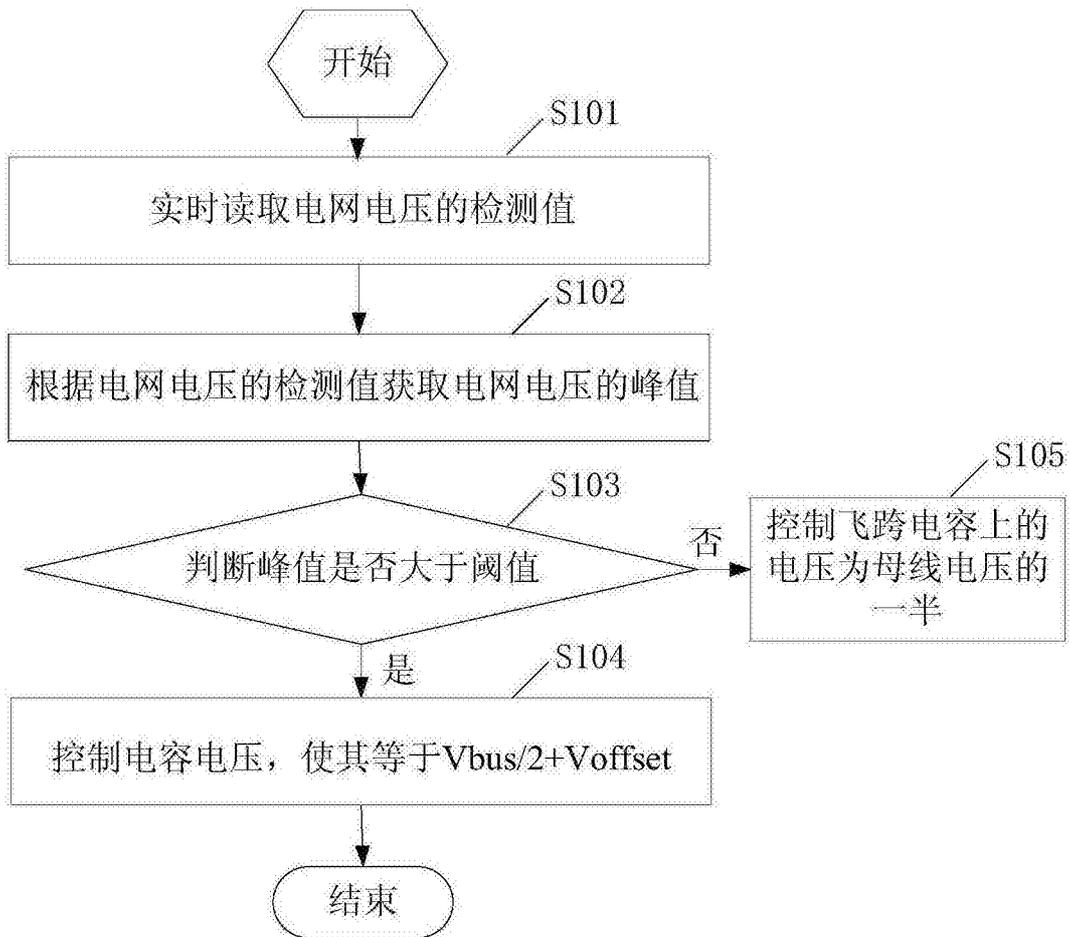


图2

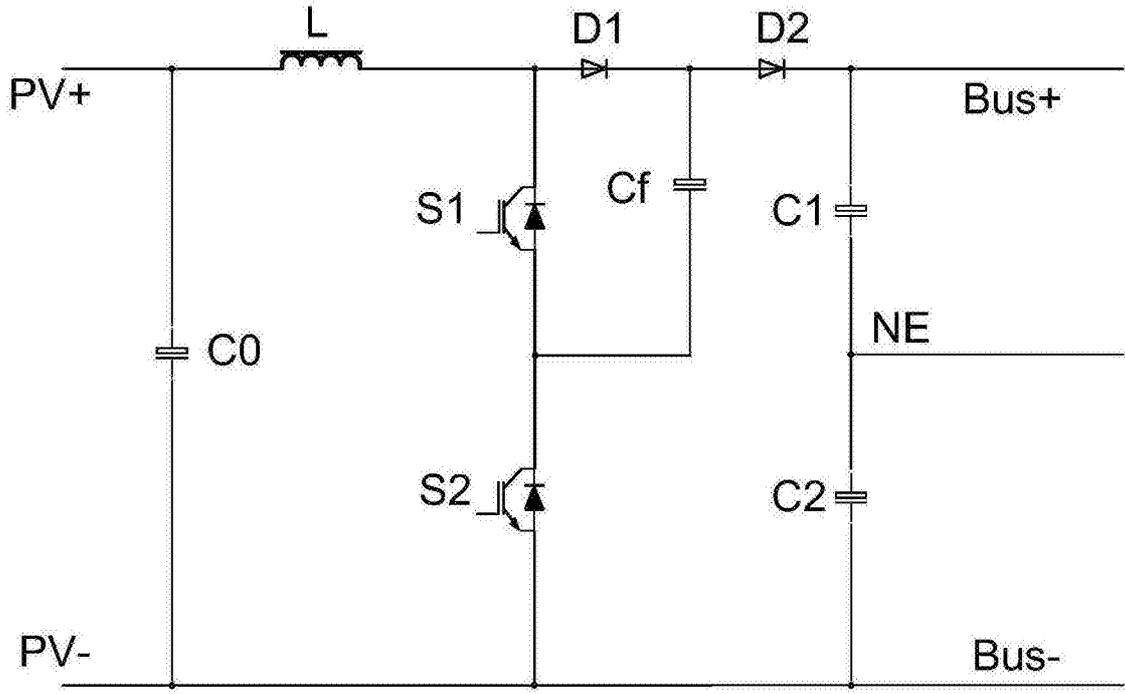


图3

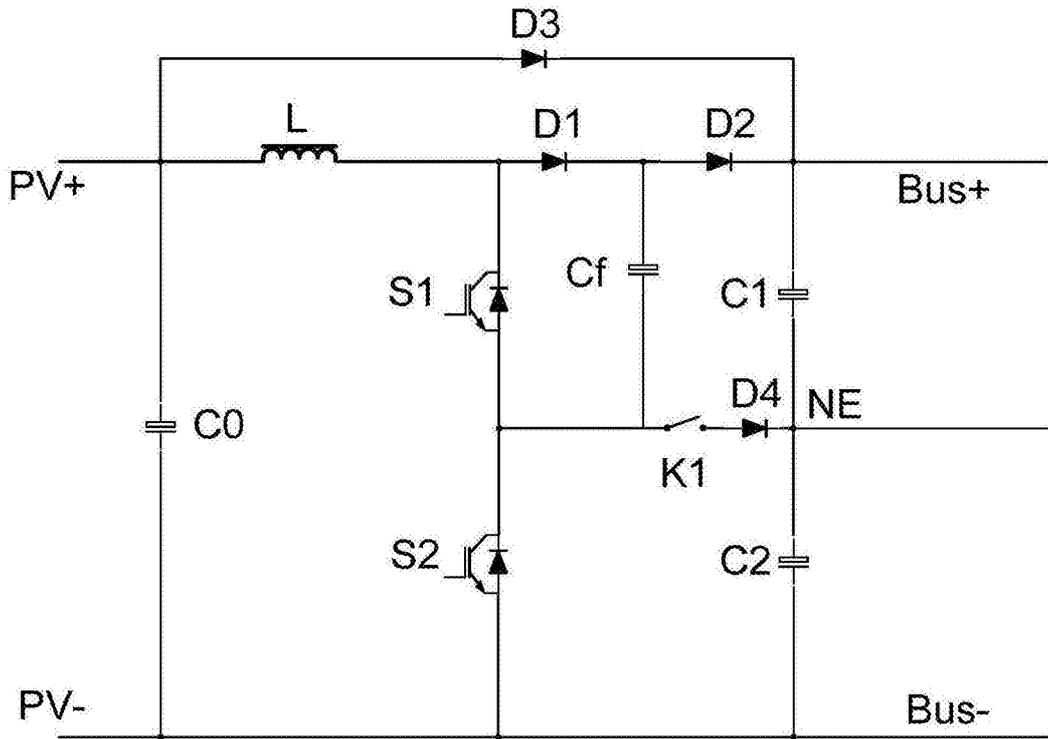


图4

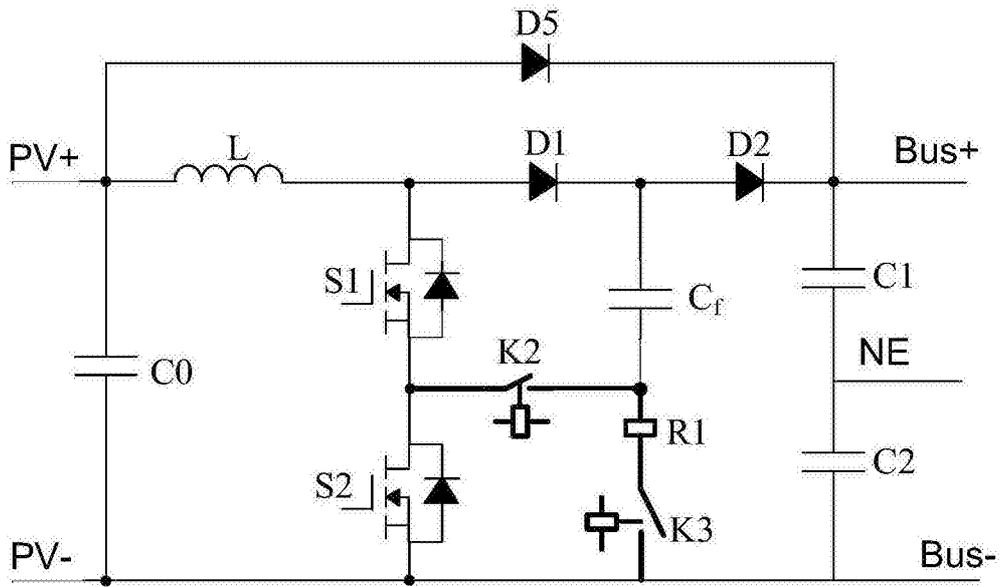


图5

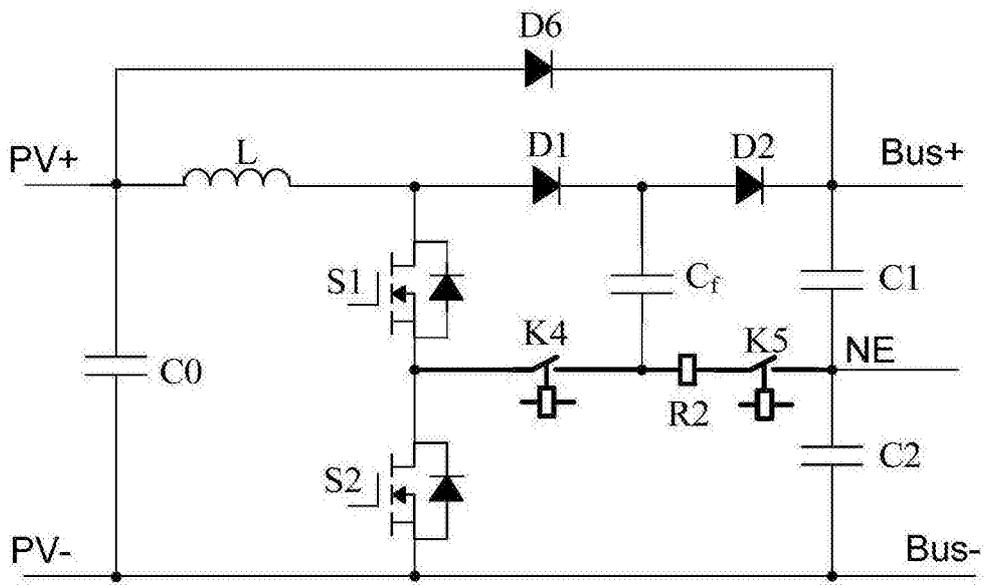


图6