(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 205123579 U
(45)授权公告日 2016.03.30

(21)申请号 201520953889.5
(22)申请日 2015.11.26
(73)专利权人 国网河南省电力公司平顶山供电公司
地址 467001 河南省平顶山市新华路南段六号院
(72)发明人 陆畅 冯政协 刘春阳 智勇军
(74)专利代理机构 成都宏顺专利代理事务所（普通合伙）51227
代理人 王伟
(51)Int.Cl.
H02M 3/04(2006.01)
H02M 3/06(2006.01)
H02S 40/30(2014.01)

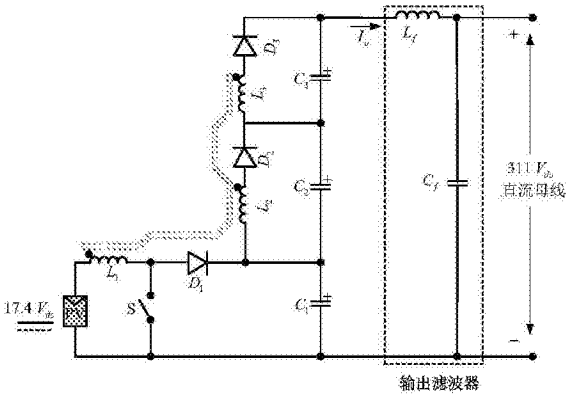
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54)实用新型名称

一种基于耦合电感的高增益DC-DC光伏升压变换器

(57)摘要

本实用新型公开了一种基于耦合电感的高增益DC-DC光伏升压变换器，光伏电池板的输出正端与电感L_1的同名端相连，光伏电池板的输出负端分别与电力电子开关S的负端、电容C_1和C_f的负端相连；电感L_1的非同名端分别连接电力电子开关S的正端、电感的L_2的非同名端、直流电容C_1的正端和直流电容C_2的负端；电感L_2的同名端分别与电感L_3的非同名端、直流电容C_2的正端、直流电容C_3的负端相连；电感L_3的同名端分别与直流电容C_3的正端、电感L_f的正端连接；电感L_f的负端分别连接电容C_f的正端和直流母线正端；电容C_f的负端连接直流母线的负端。本实用新型采用耦合电感实现多级升压的目的，具有直流电压增益高、控制简单、系统电磁兼容性好、成本低等优点。



CN 205123579 U

1.一种基于耦合电感的高增益DC-DC光伏升压变换器，其特征在于，包括光伏电池板、多个通过互磁通耦合连接的电感L_1、L_2、L_3，电力电子开关S，直流电容C_1、C_2、C_3，以及由电感L_f和电容C_f构成的输出滤波器；

光伏电池板的输出正端与电感L_1的同名端相连，光伏电池板的输出负端分别与电力电子开关S的负端、电容C_1和C_f的负端相连；

电感L_1的非同名端分别连接电力电子开关S的正端、电感的L_2的非同名端、直流电容C_1的正端和直流电容C_2的负端；

电感L_2的同名端分别与电感L_3的非同名端、直流电容C_2的正端、直流电容C_3的负端相连；

电感L_3的同名端分别与直流电容C_3的正端、电感L_f的正端连接；

电感L_f的负端分别连接电容C_f的正端和直流母线正端；

电容C_f的负端连接直流母线的负端。

2.根据权利要求1所述的基于耦合电感的高增益DC-DC光伏升压变换器，其特征在于，所述的电感L_1的非同名端串联接入一个续流二极管D_1，续流二极管D_1的阳极分别连接L_1的非同名端和电力电子开关S的正端，续流二极管D_1的阴极分别连接电感的L_2的非同名端、直流电容C_1的正端和直流电容C_2的负端。

3.根据权利要求1所述的基于耦合电感的高增益DC-DC光伏升压变换器，其特征在于，所述的电感L_2的同名端串联接入一个续流二极管D_2，续流二极管D_2的阳极与电感L_2的同名端相连，续流二极管D_2的阴极分别连接L_3的非同名端、直流电容C_2的正端、直流电容C_3的负端相连。

4.根据权利要求1所述的基于耦合电感的高增益DC-DC光伏升压变换器，其特征在于，所述的电感L_3的同名端串联接入一个续流二极管D_3，续流二极管D_3的阳极与电感L_3的同名端相连，续流二极管D_3的阴极分别连接直流电容C_3的正端和电感L_f的正端。

一种基于耦合电感的高增益DC-DC光伏升压变换器

技术领域

[0001] 本实用新型属于新能源发电与智能配电系统领域，特别涉及一种基于耦合电感的高增益DC-DC光伏升压变换器。

背景技术

[0002] 全球能源危机及环境恶化极大地促进了以太阳能光伏发电为代表的新能源发电技术，电力电子变换器作为太阳能光伏发电中电能转换的重要环节，是光伏发电系统核心技术之一。

[0003] 典型的光伏并网发电系统由多个光伏电池模块通过各自的升压变换器与高压直流母线相连，再经过并网逆变器向电网供电。其中，光伏电池模块通常由数个小的光伏电池串并联组成。受限于光照强度的差异性和各个电池之间的相互影响，光伏电池不能串联过多，否则整个模块的性能会大大降低。光伏电池模块的输出电压相对较低(33～43V)，而半桥/全桥并网逆变器所需输入电压通常在380/760V以上，升压变换器的输入输出电压相差了数十倍，传统Boost变换器已经不能胜任。如何在保证系统经济可靠的前提下，实现高效率、高升压的DC-DC变换，已成为光伏并网发电系统的研究热点。

实用新型内容

[0004] 本实用新型的目的在于克服现有技术的不足，提供一种采用耦合电感实现多级升压的目的，有利于模块化结构设计，具有直流电压增益高、控制简单、系统电磁兼容性好、成本低等优点的基于耦合电感的高增益DC-DC光伏升压变换器。

[0005] 本实用新型的目的是通过以下技术方案来实现的：一种基于耦合电感的高增益DC-DC光伏升压变换器，包括光伏电池板、多个通过互磁通耦合连接的电感L_1、L_2、L_3，电力电子开关S，直流电容C_1、C_2、C_3，以及由电感L_f和电容C_f构成的输出滤波器；

[0006] 光伏电池板的输出正端与电感L_1的同名端相连，光伏电池板的输出负端分别与电力电子开关S的负端、电容C_1和C_f的负端相连；

[0007] 电感L_1的非同名端分别连接电力电子开关S的正端、电感的L_2的非同名端、直流电容C_1的正端和直流电容C_2的负端；

[0008] 电感L_2的同名端分别与电感L_3的非同名端、直流电容C_2的正端、直流电容C_3的负端相连；

[0009] 电感L_3的同名端分别与直流电容C_3的正端、电感L_f的正端连接；

[0010] 电感L_f的负端分别连接电容C_f的正端和直流母线正端；

[0011] 电容C_f的负端连接直流母线的负端。

[0012] 进一步地，所述的电感L_1的非同名端串联接入一个续流二极管D_1，续流二极管D_1的阳极分别连接L_1的非同名端和电力电子开关S的正端，续流二极管D_1的阴极分别连接电感的L_2的非同名端、直流电容C_1的正端和直流电容C_2的负端。

[0013] 进一步地，所述的电感L_2的同名端串联接入一个续流二极管D_2，续流二极管D_2的阳

极与电感L_2的同名端相连，续流二极管D_2的阴极分别连接L_3的非同名端、直流电容C_2的正端、直流电容C_3的负端相连。

[0014] 进一步地，所述的电感L_3的同名端串联接入一个续流二极管D_3，续流二极管D_3的阳极与电感L_3的同名端相连，续流二极管D_3的阴极分别连接直流电容C_3的正端和电感L_f的正端。

[0015] 本实用新型的有益效果是：

[0016] 1、电感L_1、L_2、L_3采用磁耦合技术实现能量传递，实现了多级升压的目的，易于实现高频化从而显著减小元器件尺寸，有利于模块化结构设计，具有直流电压增益高、控制简单、系统电磁兼容性好、成本低等优点；

[0017] 2、该拓扑结构可以实现高增益DC-DC斩波升压功能，可以用于单个光伏电池板的直流升压，便于将单个光伏电池板采用微型逆变器直接接入电网；也可用于大容量的大型光伏阵列通过直流升压变换器接入直流微电网或中压交流电网的应用场合。

附图说明

[0018] 图1为本实用新型的高增益DC-DC光伏升压变换器的电路拓扑图；

[0019] 图2本实用新型工作模式I示意图；

[0020] 图3本实用新型工作模式II示意图；

[0021] 图4本实用新型工作模式III示意图；

[0022] 图5本实用新型工作模式I、II、III的波形示意图。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图进一步说明本实用新型的技术方案。

[0024] 如图1所示，本实用新型的一种基于耦合电感的高增益DC-DC光伏升压变换器，包括光伏电池板、多个通过互磁通耦合连接的电感L_1、L_2、L_3，电力电子开关S，直流电容C_1、C_2、C_3，以及由电感L_f和电容C_f构成的输出滤波器；

[0025] 光伏电池板的输出正端与电感L_1的同名端相连，光伏电池板的输出负端分别与电力电子开关S的负端、电容C_1和C_f的负端相连；

[0026] 电感L_1的非同名端分别连接电力电子开关S的正端、电感的L_2的非同名端、直流电容C_1的正端和直流电容C_2的负端；

[0027] 电感L_2的同名端分别与电感L_3的非同名端、直流电容C_2的正端、直流电容C_3的负端相连；

[0028] 电感L_3的同名端分别与直流电容C_3的正端、电感L_f的正端连接；

[0029] 电感L_f的负端分别连接电容C_f的正端和直流母线正端；

[0030] 电容C_f的负端连接直流母线的负端。

[0031] 进一步地，所述的电感L_1的非同名端串联接入一个续流二极管D_1，续流二极管D_1的阳极分别连接L_1的非同名端和电力电子开关S的正端，续流二极管D_1的阴极分别连接电感的L_2的非同名端、直流电容C_1的正端和直流电容C_2的负端。

[0032] 进一步地，所述的电感L_2的同名端串联接入一个续流二极管D_2，续流二极管D_2的阳极与电感L_2的同名端相连，续流二极管D_2的阴极分别连接L_3的非同名端、直流电容C_2的正

端、直流电容C_3的负端相连。

[0033] 进一步地，所述的电感L_3的同名端串联接入一个续流二极管D_3，续流二极管D_3的阳极与电感L_3的同名端相连，续流二极管D_3的阴极分别连接直流电容C_3的正端和电感L_f的正端。

[0034] 本实用新型的基于耦合电感的高增益DC-DC升压变换器电路的电感L_1及续流二极管D_1处于断续工作模式(Discontinuous Conduction Mode,DCM)，忽略电感L_1、L_2、L_3的等效电阻，并假设电容C_1、C_2及C_3足够大以至忽略电容电压纹波。图2至图5分别为基于耦合电感的高增益DC-DC升压变换器电路的三种典型工作模式及其波形示意图。

[0035] 下面对本实用新型三种典型工作模式及其波形示意图进行具体说明。

[0036] 工作模式I：此工作模式电路示意图如图2所示，波形示意图为图5中$[t_0,t_1]$阶段。该模式下，电力电子开关S闭合，光伏电池板的能量储存在电感L_1中，电感L_1的电流逐渐增加，到$t=t_1$时刻，电感电流达到最大值I_{L1pk}；电容C_1、C_2、C_3放电，通过输出滤波器L_f、C_f向直流母线供电。

[0037] 工作模式II：此工作模式电路示意图如图3所示，波形示意图为图5中$[t_1,t_2]$阶段。该模式下，电力电子开关S处于开路状态，电感L_1中的储能通过磁耦合作用向电感L_2和L_3充电，由于电感L_1存在一定的漏感，因此L_1的储能也向电容C_1充电，充电电流为I_{Lkg}；电感L_2通过续流二极管D_2向电容C_2充电，电感L_3通过续流二极管D_3向电容C_3充电；电感L_1、L_2、L_3分别给电容C_1、C_2、C_3充电的同时，由于电容的储能作用，电容C_1、C_2、C_3也为直流母线供电。

[0038] 工作模式III：此工作模式电路示意图如图4所示，波形示意图为图5中$[t_2,t_3]$阶段。该模式下，电力电子开关S处于开路状态，电感L_1、L_2、L_3的储能全部释放完毕，此时续流二极管D_1、D_2、D_3全部为反向偏置，电容C_1、C_2、C_3同时为直流母线供电。在各个阶段中，电感对电容的充电速度很快，因此电容C_1、C_2、C_3为直流母线提供了稳定的直流电压。

[0039] 图5给出了上述三种工作模式的波形示意图。当$t=[t_0,t_1]$时，电力电子开关S的控制信号V_g为高电平，电力电子开关S的电压信号V_s为低电平，电感L_1的电流I_{L1}逐渐上升至I_{L1pk}，电感L_2的电流为零；当$t=[t_1,t_2]$时，电力电子开关S的控制信号V_g为低电平，电力电子开关S的电压信号V_s为V_{C1}，电感L_1的电流I_{L1}降为零，电感L_2的电流从最大值I_{L2pk}逐渐降低到零；当$t=[t_2,t_3]$时，电力电子开关S的控制信号V_g为低电平，电力电子开关S的电压信号V_s为光伏电池板输入电压V_i，电感L_1、L_2的电流I_{L1}、I_{L2}都降为零。

[0040] 本领域的普通技术人员将会意识到，这里所述的实施例是为了帮助读者理解本实用新型的原理，应被理解为本实用新型的保护范围并不局限于这样的特别陈述和实施例。本领域的普通技术人员可以根据本实用新型公开的这些技术启示做出各种不脱离本实用新型实质的其它各种具体变形和组合，这些变形和组合仍然在本实用新型的保护范围内。

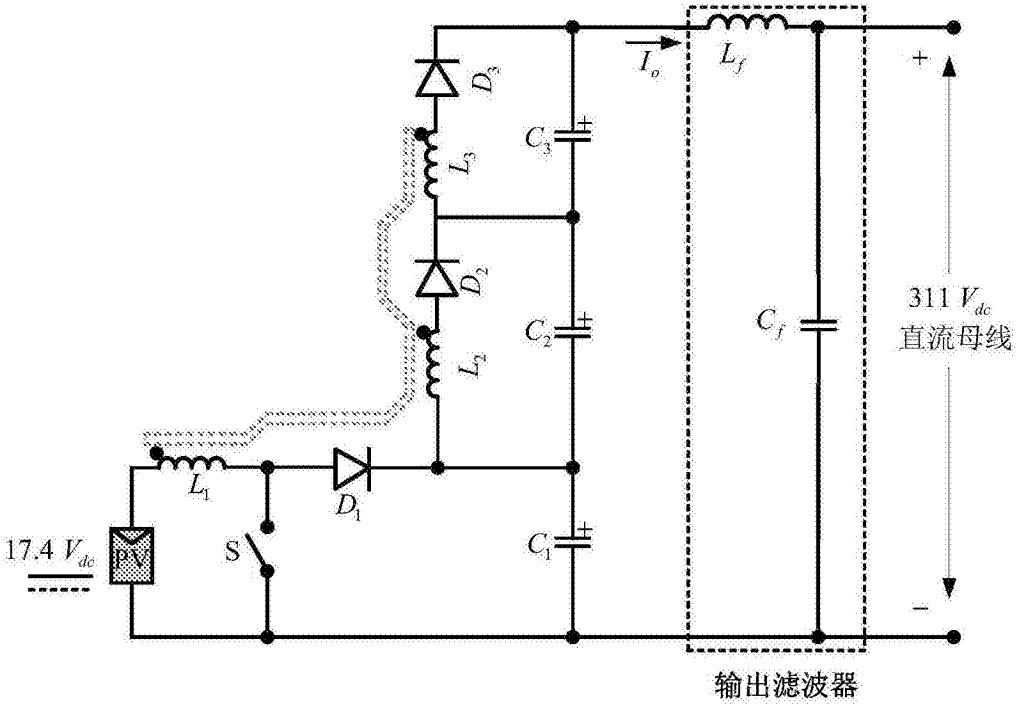

I_o
L_f
+
D_3
C_3
L_3
D_2
C_2
L_2
C_f
311 V_{dc}
直流母线
L_1
D_1
17.4 V_{dc}
S
C_1
–
输出滤波器

图1

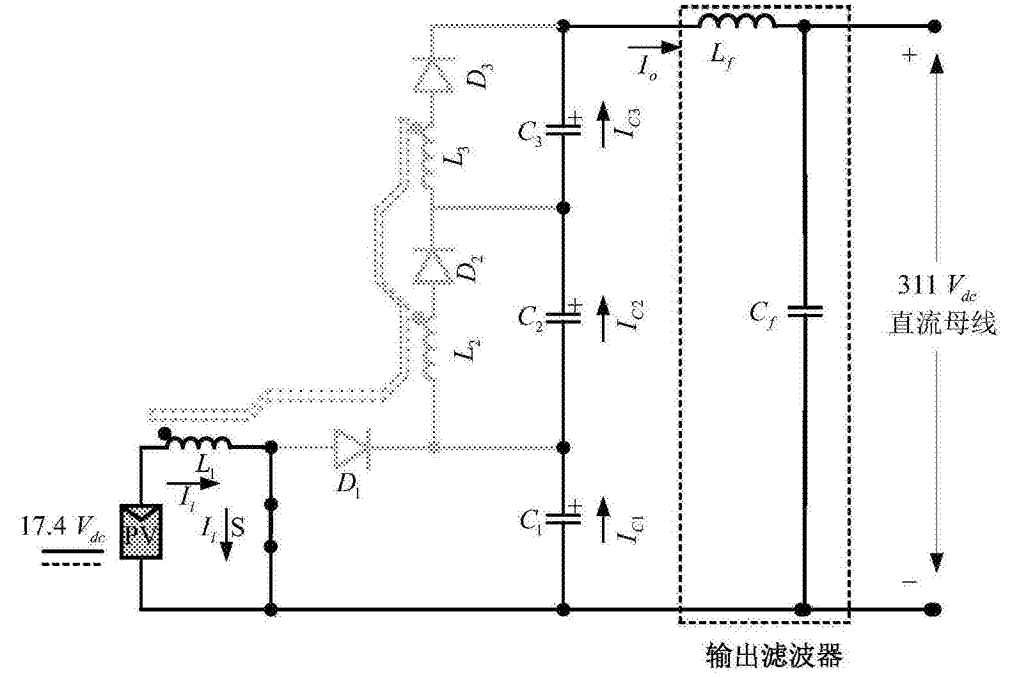

I_o
L_f
+
D_3
C_3
I_{C3}
L_3
D_2
C_2
I_{C2}
L_2
C_f
311 V_{dc}
直流母线
L_1
I_1
D_1
17.4 V_{dc}
I_1
S
C_1
I_{C1}
–
输出滤波器

图2

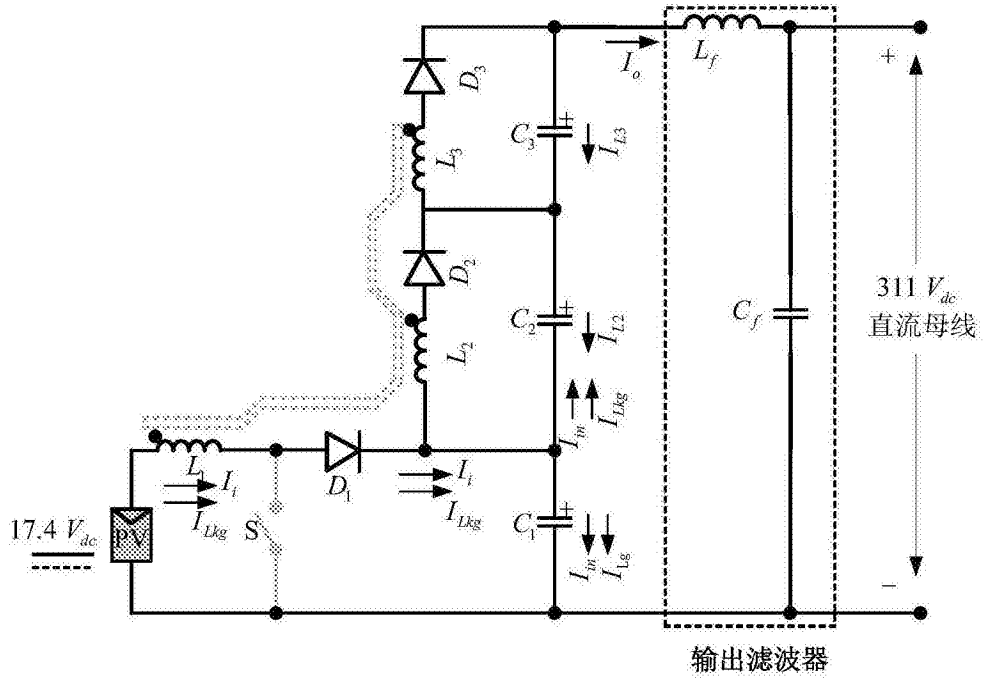

D_3
L_3
C_3
I_{L3}
I_o
L_f
+
D_2
L_2
C_2
I_{L2}
C_f
311 V_{dc}
直流母线
I_w
I_{Lkg}
L_1
I_i
D_1
I_i
I_{Lkg}
C_1
17.4 V_{dc}
PV
S
I_{in}
I_{Lg}
–
输出滤波器

图3

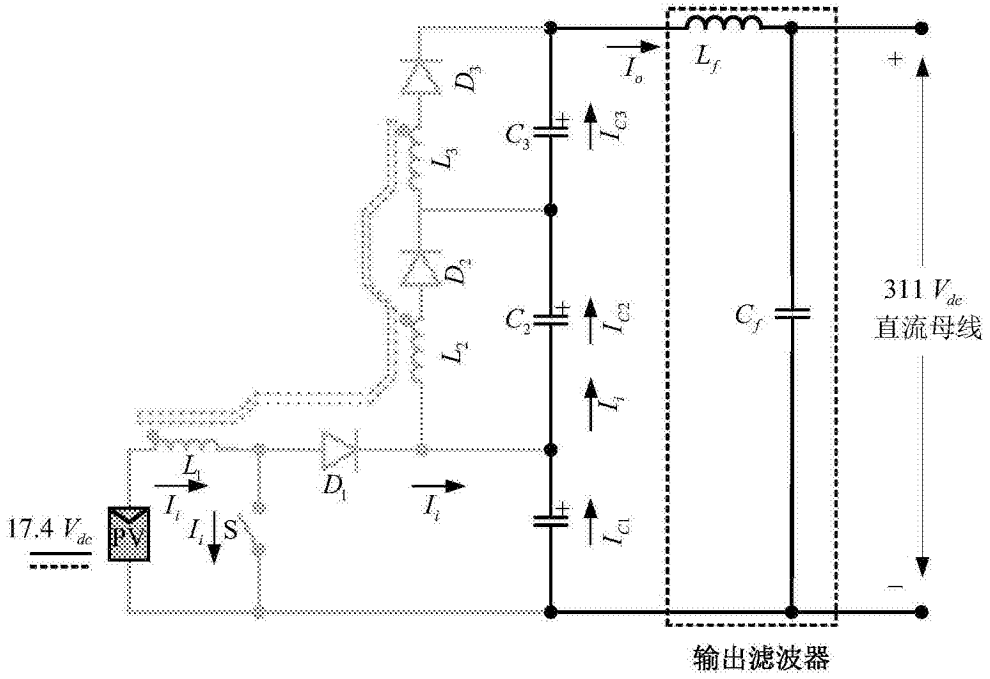

D_3
L_3
C_3
I_{C3}
I_o
L_f
+
D_2
L_2
C_2
I_{C2}
C_f
311 V_{dc}
直流母线
I_i
L_1
I_i
D_1
I_i
C_1
17.4 V_{dc}
PV
I_i
S
I_{C1}
–
输出滤波器

图4

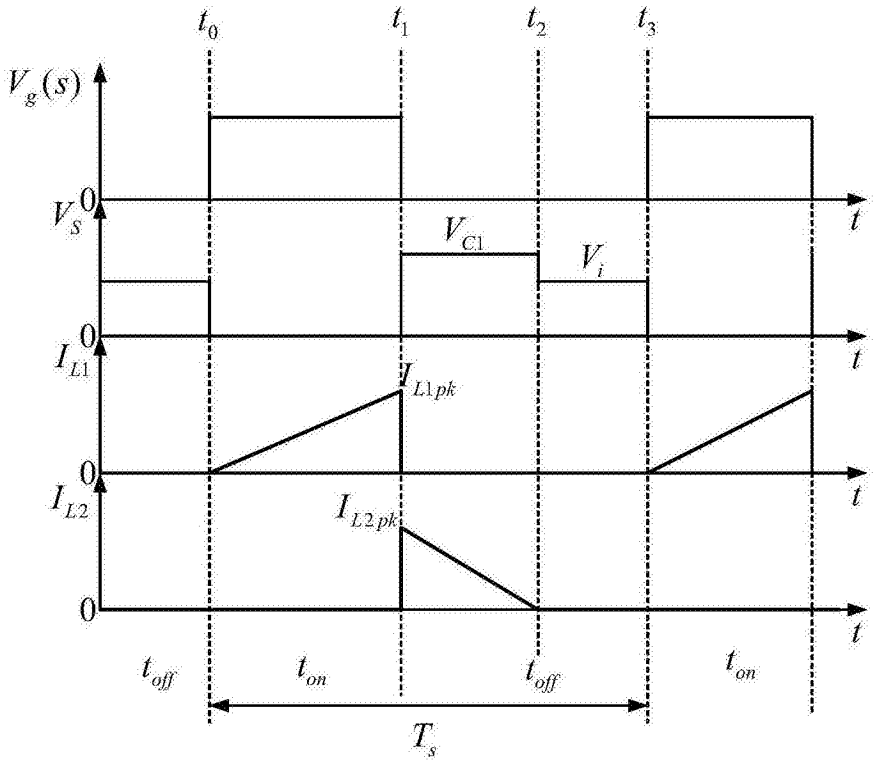

t_0
t_1
t_2
t_3
$V_g(s)$
V_s
0
t
V_{C1}
V_i
I_{L1}
I_{L1pk}
I_{L2}
I_{L2pk}
t_{off}
t_{on}
t_{off}
t_{on}
T_s

图5