



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203827175 U

(45) 授权公告日 2014. 09. 10

(21) 申请号 201420114821. 3

(22) 申请日 2014. 03. 14

(73) 专利权人 江苏汇洁能电力科技有限公司  
地址 210000 江苏省南京市玄武区长江后街  
6 号

(72) 发明人 汤一新

(51) Int. Cl.

H02M 3/155(2006. 01)

H02M 3/07(2006. 01)

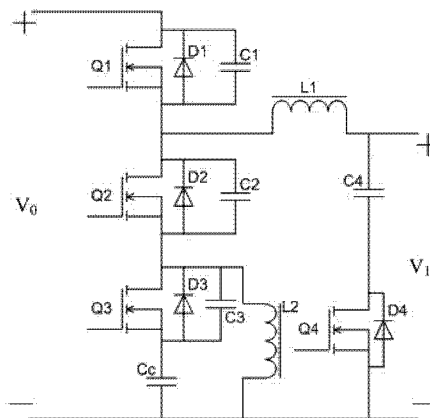
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 实用新型名称

一种新型软开关双向 DC-DC 变换器

(57) 摘要

本实用新型公开了一种新型软开关双向 DC-DC 变换器,属于电力电子技术领域。其主电路拓扑由二个主开关管(Q1、Q2)、二个辅助开关管(Q3、Q4)、电感(L1、L2)、电容(C1、C2、C3、C4)、二极管(D1、D2、D3、D4)等构成,该变换器不仅软开关工作负载具有较宽的适应范围,并且开关器件的电压和电流应力均较低。该变换器在正反向模式中可实现完全的零电压开关工作,主开关和辅助开关在双向的工作模式中,在被驱动开通之前它们的漏源极间电压已降低到零。该变换器总体的损耗较低,效率较高。



1. 一种新型软开关双向 DC-DC 变换器,其特征在于:包括在二个主开关管(Q1、Q2)上分别并联二极管(D1、D2)和电容(C1、C2)以解决电压过冲问题,在二个辅助开关(Q3、Q4)上分别并联二极管(D3、D4),辅助电感(L2)与第一辅助电容(C3)组成辅助谐振电路为主开关的零电压开通创造条件,储能电感(L1)起到储能和滤波的作用,辅助开关管(Q4)与辅助电容(C4)串联并入电路使变换器在双向变幻中始终能保持零电压开关状态,钳位电容(Cc)将得到电压固定在特定值,其中,主开关管(Q1、Q2)分为第一主开关管(Q1)和第二主开关管(Q2),第一主开关管(Q1)的漏极接入第一电压源(V0)正极,第一主开关管(Q1)的源极与第二主开关管(Q2)的漏极相连,第一直流电压源(V0)负极与第二直流电源(V1)负极相连,均视为电源负极,第一主开关管(Q1)与第一主二极管(D1)、第一电容(C1)并联,第二主开关管(Q2)与第二主二极管(D2)、第二电容(C2)并联,所述的辅助开关管(Q3、Q4)分为第一辅助开关管(Q3)和第二辅助开关管(Q4),第一辅助开关管(Q3)的漏极与第二主开关管(Q2)的源极相连,第一辅助开关管(Q3)的源极与钳位电容(Cc)的一侧相连,钳位电容(Cc)的另一端接入电源负极,储能电感(L2)的一端与第一辅助开关管(Q3)的漏极相连,储能电感(L2)的另一端接入第二直流电压源(V1)负极,第一辅助开关管(Q3)与第一辅助二极管(D3)、第一辅助电容(C3)并联,第二辅助开关管(Q4)与第二辅助二极管(D4)并联,第二辅助开关管(Q4)的漏极与第二辅助电容(C4)的一端相连,第二辅助开关管(Q4)的源极接入电源负极,第二辅助电容(C4)的另一端接入第二电压源(V2)正极。

## 一种新型软开关双向 DC-DC 变换器

### 技术领域

[0001] 本实用新型属于电力电子技术领域,特别涉及了一种新型软开关双向 DC-DC 变换器。

### 背景技术

[0002] 双向 DC-DC 变换器(Bidirectional DC-DC Converters)是能够根据需要调节能量双向传输的直流到直流的变换器。目前,双向 DC-DC 非隔离变换器广泛应用于航天电源系统、光伏发电系统、直流电机驱动系统、混合能源电动汽车等场合。相对于硬开关技术,软开关技术的应用降低了双向 DC-DC 变换器的开关损耗,提高了变换器的效率,并且使变换的体积重量减小,变换器的功率密度和动态性能得到了提高。

[0003] 传统 Buck/Boost 双向 DC-DC 变换器主电路拓扑如图 1 所示,在工作时,开关管与功率二极管是交替导通的,在它们换流过程中,将产生很大的  $di/dt$ 、 $du/dt$ ,由于输出电容上的电压可达到 700V,这样开关管和二极管上将流过很大的电流尖峰,这不仅会造成严重的电磁干扰,也会使二极管失效。根据软开关实现的基本条件,只要将电感 L 设计较小,让 L 上的反向电流满足不等式(1)即可。

$$[0004] \quad \frac{V_0(1-D)T}{2L} - I_0 > 0 \quad (1)$$

[0005] 式中  $V_0$  为输出电压 ;D 为占空比 ;T 为开关周期,  $I_0$  为最大输出电流。

[0006] 但是若电感 L 设计减小,会使输出电流、电压的纹波增加,若使电压纹波减小,那么滤波电容将增大,这会加大成本和体积。

### 发明内容

[0007] 本实用新型所解决的技术问题是 :

[0008] 本实用新型旨在提供一种新型软开关双向 DC-DC 变换器,通过实现主开关和辅助开关的软开关工作,使变换器实现零电压开关工作,提高了变换器的效率。

[0009] 为了实现上述的技术目的,本实用新型的技术方案是 :

[0010] 一种新型软开关双向 DC-DC 变换器,该变换器主电路用于完成第一直流电压源到第二直流电源的双向交换,包括在二个主开关管上分别并联二极管和电容以解决电压过冲问题,在二个辅助开关上分别并联二极管,辅助电感与第一辅助电容等组成辅助谐振电路为主开关的零电压开通创造条件。储能电感起到储能和滤波的作用。辅助开关管与辅助电容串联并入电路使变换器在双向变换中始终能保持零电压开关状态。钳位电容  $C_c$  将得到电压固定在特定值。

[0011] 其中,上述的主开关管分为第一主开关管和第二主开关管,第一主开关管的漏极接入第一电压源正极,第一主开关管的源极与第二主开关管的漏极相连。第一直流电压源负极与第二直流电源负极相连,均视为电源负极。第一主开关管与第一主二极管、第一电容并联。第二主开关管与第二主二极管、第二电容并联。

[0012] 其中,上述的辅助开关管分为第一辅助开关管和第二辅助开关管,第一辅助开关管的漏极与第二主开关管的源极相连,第一辅助开关管的源极与钳位电容的一侧相连,钳位电容的另一端接入电源负极。储能电感的一端与第一辅助开关管的漏极相连,储能电感的另一端接入第二直流电压源正极。第一辅助开关管与第一辅助二极管并联。第二辅助开关管与第二辅助二极管并联。

[0013] 其中,上述的第二辅助开关管的漏极与第二辅助电容的一端相连,第二辅助开关管的源极接入电源负极,第二辅助电容的另一端接入第二电压源正极。

[0014] 其中,上述工作原理如下:

[0015] (1) Buck 降压状态,第二辅助开关管保持关断状态,第一主开关管两端电压为零,第一主二极管开始导通,之后第一主开关管在零电压条件下开通。第一辅助开关管两端电压被钳住,储能电感中电流线性上升。

[0016] 储能电感电流过零,第二主二极管反向关断,第二电容和第一辅助电容与谐振电感产生串联谐振,储能电感电流正向增长,第二电容被充电,第一辅助电容被放电,直至第一辅助开关管两端电压降为零。于是第一辅助开关管在零电压下开始导通,第二主开关管的两端电压被钳住,储能电感反向电流增加。

[0017] 当第一主开关管被关断,在负载电流的作用下,第一电容被充电,第二电容被放电,于是第一开关管的电压被钳住。当第二主二极管导通,以同步整流方式工作,负载电流全部流经第二开关管。第一辅助开关管中电流跳变为负值。

[0018] 最后,第二主开关管与第一辅助开关管被关断,此时储能电感中电流仍保持负向,第一辅助电容被充电,第一主电容放电,进入下一个开关周期。

[0019] 在上述一个完整的开关周期中,第一主开关管、第二主开关管、第一辅助开关管均实现了零电压开通与关断,达到了软开关效果。

[0020] (2) Boost 升压状态:第二辅助开关管保持开通状态,第一主开关管在零电压条件下开通并以同步整流方式工作。第二主开关管的两端电压被钳住。储能电感反向电流增加。当第一主开关管和第一辅助开关管被关断,第一辅助二极管继续导通,第一辅助电容被充电,第二电容被放电,于是第二主开关管两端电压降为零。

[0021] 当第二主开关管在零电压下导通,第一辅助开关管被钳住,储能电感电流增加,直至第一主二极管电流为零反向关断。第一电容、第一辅助电容、第二辅助电容产生谐振,辅助电感电流继续增加,第一辅助开关管两端电压缓慢降为零。

[0022] 当第一辅助开关管零电压开通,负载电流全部流经第二主开关管,辅助电感电流反向增加,最后,当第二主开关管被关断,辅助电感中电流仍保持正向,第二主电容被充电,第一主电容被放电,进入下一个开关周期。

[0023] 在上述一个完整的开关周期中,第一主开关管、第二主开关管、第一辅助开关管均实现了零电压开通与关断,达到了软开关效果。

[0024] 本实用新型采用以上技术方案与现有技术相比,具有以下技术效果:

[0025] 本新型软开关双向 DC-DC 变换器由二个主开关管、二个辅助开关管、电感、电容、二极管等构成,该变换器不仅软开关工作负载具有较宽的适应范围,并且开关器件的电压和电流应力均较低。该变换器在正反向模式中可实现完全的零电压开关工作,主开关和辅助开关在双向的工作模式中,在被驱动开通之前它们的漏源极间电压已降低到零。该变换

器总体的损耗较低,效率较高。

### 附图说明

[0026] 图 1 是传统的双向 DC-DC 变换器电路原理图。

[0027] 图 2 是本实用新型的软开关双向 DC-DC 变换器原理图。

### 具体实施方式

[0028] 以下将结合附图 2,对本实用新型的技术方案进行详细说明。

[0029] 如图 2 所示的本实用新型的软开关双向 DC-DC 变换器原理图,在本实施例中,该变换器主电路用于完成第一直流电压源 V0 到第二直流电源 V1 的双向交换,包括在二个主开关管 Q1、Q2 上分别并联二极管 D1、D2 和电容 C1、C2 以解决电压过冲问题,在二个辅助开关管 Q3、Q4 上分别并联二极管 D3、D4,辅助电感 L2 与第一辅助电容 C3 组成辅助谐振电路为主开关管的零电压开通创造条件。储能电感 L1 起到储能和滤波的作用。辅助开关管 Q4 与辅助电容 C4 串联并入电路使变换器在双向变幻中始终能保持零电压开关状态。钳位电容 Cc 将得到电压固定在特定值。

[0030] 其中,上述的主开关管 Q1、Q2 分为第一主开关管 Q1 和第二主开关管 Q2,第一主开关管 Q1 的漏极接入第一电压源 V1 正极,第一主开关管 Q1 的源极与第二主开关管 Q2 的漏极相连。第一直流电压源 V0 负极 (-) 与第二直流电源 V1 负极 (-) 相连,均视为电源负极 (-)。第一主开关管 Q1 与第一主二极管 D1、第一电容 C1 并联。第二主开关管 Q2 与第二主二极管 D2、第二电容 C2 并联。

[0031] 其中,上述的辅助开关管 Q3、Q4 分为第一辅助开关管 Q3 和第二辅助开关管 Q4,第一辅助开关管 Q3 的漏极与第二主开关管 Q2 的源极相连,第一辅助开关管 Q3 的源极与钳位电容 Cc 的一侧相连,钳位电容 Cc 的另一端接入电源负极 (-)。储能电感 L2 的一端与第一辅助开关管 Q3 的漏极相连,储能电感 L2 的另一端接入第二直流电压源 V1 负极。第一辅助开关管 Q3 与第一辅助二极管 D3、第一辅助电容 C3 并联,第二辅助开关管 Q4 与第二辅助二极管 D4 并联。

[0032] 其中,上述的第二辅助开关管 Q4 的漏极与第二辅助电容 C4 的一端相连,第二辅助开关管 Q4 的源极接入电源负极,第二辅助电容 C4 的另一端接入第二电压源 V1 正极。

[0033] 以上实施例仅为说明本实用新型的技术思想,不能以此限定本实用新型的保护范围,凡是按照本实用新型提出的技术思想,在技术方案基础上所做的任何改动,均落入本实用新型保护范围之内。

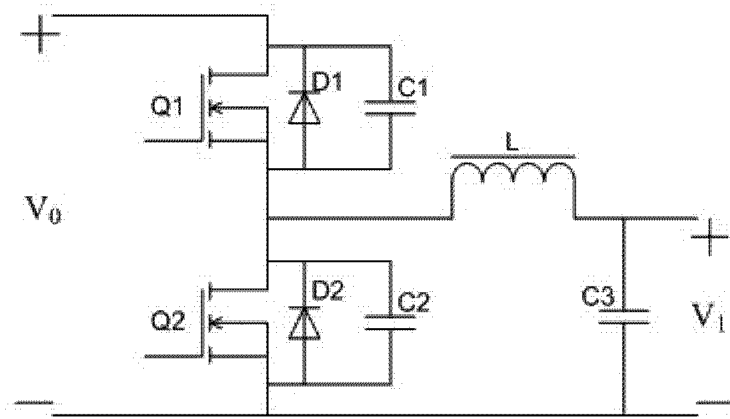


图 1

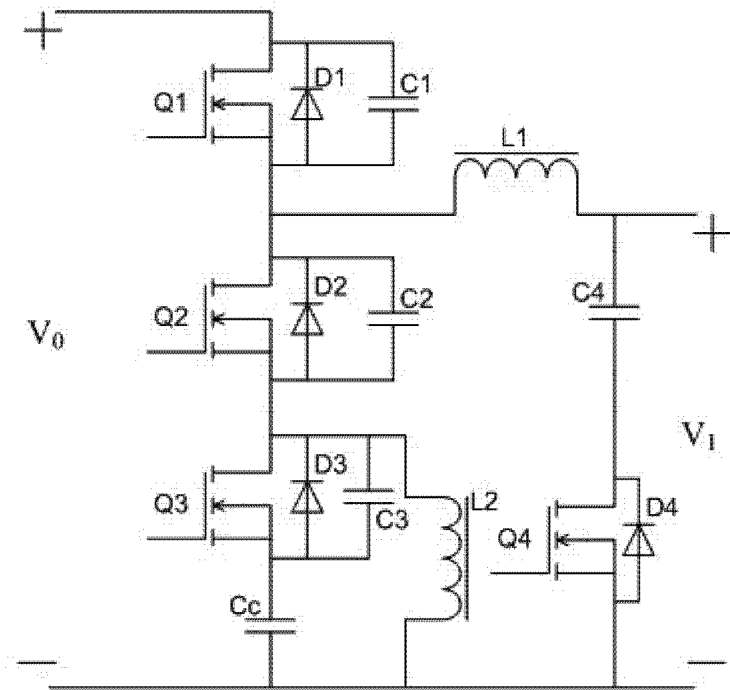


图 2