(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105871205 A
(43)申请公布日 2016.08.17

(21)申请号 201610301033.9

(22)申请日 2016.05.06

(71)申请人 华南理工大学
地址 510640 广东省广州市天河区五山路381号

(72)发明人 罗玉涛 王峰

(74)专利代理机构 广州市华学知识产权代理有限公司 44245
代理人 罗观祥

(51)Int.Cl.
H02M 3/156(2006.01)
H02M 7/797(2006.01)

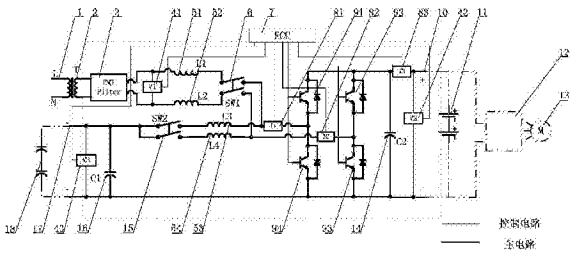
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

一种集成式多功能电源转换系统

(57)摘要

本发明公开一种集成式多功能电源转换系统，其交流接口经过EMI滤波器连接交流端开关，通过交流端开关以及第一直流端电感和第二直流端电感后分别连接到第一功率开关器件、第二功率开关器件、第三功率开关器件和第四功率开关器件组成的桥臂中点；第一直流端接口的正负极分别与第一直流端滤波电容的正负极连接，第一直流端滤波电容的正极经直流端开关后分为两路，两路分别经过第一直流端电感和第二直流端电感连接到第一功率开关器件、第二功率开关器件、第三功率开关器件和第四功率开关器件组成的桥臂中点；本发明用于电动汽车电源系统的交流、直流之间的相互转换，可实现电源之间双向直流-直流转换、单相交流-直流转换和直流-单相交流转换。



CN 105871205 A

1.一种集成式多功能电源转换系统，其特征在于包括交流接口、EMI滤波器、交流端开关、第一直流端滤波电容、第一直流端接口、直流端开关、第二直流端接口、电池组、第二直流端滤波电容、ECU、第一功率开关器件、第二功率开关器件、第三功率开关器件和第四功率开关器件；

所述交流接口经过EMI滤波器连接交流端开关，通过交流端开关以及第一直流端电感和第二直流端电感后分别连接到第一功率开关器件、第二功率开关器件、第三功率开关器件和第四功率开关器件组成的桥臂中点；或者是所述交流接口经过EMI滤波器分别连接交流端电感和交流端电感，然后通过交流端开关后分别连接到第一功率开关器件、第二功率开关器件、第三功率开关器件和第四功率开关器件组成的桥臂中点；

所述第一直流端接口的正负极分别与第一直流端滤波电容的正负极连接，第一直流端滤波电容的正极经直流端开关后分为两路，两路分别经过第一直流端电感和第二直流端电感连接到第一功率开关器件、第二功率开关器件、第三功率开关器件和第四功率开关器件组成的桥臂中点；

所述第一功率开关器件、第二功率开关器件、第三功率开关器件和第四功率开关器件组成的两个桥臂高端、低端分别相连，两个桥臂的高端、低端分别和第二直流端滤波电容的正负极相连后连接第二直流端接口的正负极；第二直流端接口的正负极分别接直流电源的电池组的正负极；

第一电流传感器和第二电流传感器分别连接到第一功率开关器件、第二功率开关器件、第三功率开关器件和第四功率开关器件组成的桥臂中点，第三电流传感器连接在第二直流端滤波电容正极和第二直流端接口的正极之间；第一电压传感器的正负输入端连接在EMI滤波器后的交流通路两端，第二电压传感器的正负输入端连接在第一直流端接口两端，第三电压传感器的正负输入端连接在第二直流端接口两端；第一电压传感器、第二电压传感器、第三电压传感器、第一电流传感器、第二电流传感器和第三电流传感器都分别与ECU连接。

2.根据权利要求1所述的集成式多功能电源转换系统，其特征在于，所述第一功率开关器件、第二功率开关器件、第三功率开关器件和第四功率开关器件是内部集成一个开关管和一个反向并联二极管的金属氧化物半导体场效应晶体管、智能功率模块、绝缘栅双极型晶体管，反向并联二极管阴极和开关管集电极相连，反向并联二极管阳极和开关管发射极相连。

3.根据权利要求2所述的集成式多功能电源转换系统，其特征在于，所述第一功率开关器件的发射极和第四功率开关器件的集电极相连，组成一组桥臂，第一功率开关器件的集电极端为桥臂高端，第一功率开关器件的发射极和第四功率开关器件的集电极连接处为桥臂中点，第四功率开关器件的发射极为桥臂低端，连接第一直流端接口和第二直流端接口的负极；第二功率开关器件的发射极和第三功率开关器件的集电极相连，组成另一组桥臂，第二功率开关器件的集电极端为桥臂高端，第二功率开关器件的发射极和第三功率开关器件的集电极连接处为桥臂中点，第三功率开关器件的发射极为桥臂低端，连接第一直流端接口和第二直流端接口的负极。

4.根据权利要求1所述的集成式多功能电源转换系统，其特征在于，所述交流接口依次经过变压器和EMI滤波器连接交流端电感。

5.根据权利要求1所述的集成式多功能电源转换系统，其特征在于，所述第一直流端接口的正负极分别接超级电容组的正负极。

6.根据权利要求1所述的集成式多功能电源转换系统，其特征在于，所述电池组的正负极连接电机控制器的正负极，电机控制器连接三相电机。

一种集成式多功能电源转换系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电源转换系统，特别是涉及一种集成式多功能电源转换系统，具体是一种电动汽车电源DC/DC、AC/DC、DC/AC转换系统。

技术背景

[0002] 电动汽车作为一种低碳环保的交通工具，代表着未来汽车发展的方向，近年来发展迅速。为了提高电动汽车电源系统的性能，通常采用锂电池或燃料电池作为主电源，搭配超级电容组或蓄电池作为辅助电源，构成复合电源结构，以满足电源系统功率和能量的需求。主电源和辅助电源通常具有不同的电压等级，需要采用一个双向DC/DC转换器进行双向直流电源转换，实现电压匹配；同时，为了给主电源的电池充电，需要采用一个具备AC/DC功能的充电机，将电网交流电转换成直流电；另外，在进行户外活动时，为了满足交流用电设备的需求，又需要一个DC/AC逆变器，将电池的直流电转换成交流电。目前，为了实现此三种功能，需要配备一个双向DC/DC变换器、一个AC/DC充电机、一个DC/AC逆变器，占用了车内宝贵空间、增加了电动汽车重量和成本。

发明内容

[0003] 本发明的主要目的在于，提供一种集成式多功能电源转换系统，能够实现电动汽车电源的双向DC/DC转换、AC/DC转换、DC/AC转换。

[0004] 本发明所涉及的集成式多功能电源转换系统，双向DC/DC变换器、AC/DC充电机、DC/AC逆变器共用可控功率开关器件，通过ECU对功率开关器件进行全数字化控制，可使系统工作于双向DC/DC变换、AC/DC变换和DC/AC变换三种模式。工作于双向DC/DC模式时，构成两相交错结构，通过合适的控制策略，可以减小电流和电压纹波；工作于AC/DC整流模式时，可通过控制策略，实现功率因数校正，提高功率因数；另外，通过ECU的控制，实现单相逆变。本发明所涉及的集成式多功能电源转换系统由于共用了功率开关器件，减少了功率开关器件的数量和与之配套的散热器数量，具有更小的体积、更轻的重量、更低的成本。

[0005] 为了实现上述发明目的，本发明采用了如下技术方案：

[0006] 一种集成式多功能电源转换系统，包括交流接口、EMI滤波器、交流端开关、第一直流端滤波电容、第一直流端接口、直流端开关、第二直流端接口、电池组、第二直流端滤波电容、ECU、第一功率开关器件、第二功率开关器件、第三功率开关器件和第四功率开关器件；

[0007] 所述交流接口经过EMI滤波器连接交流端开关，通过交流端开关以及第一直流端电感和第二直流端电感后分别连接到第一功率开关器件、第二功率开关器件、第三功率开关器件和第四功率开关器件组成的桥臂中点；或者是所述交流接口经过EMI滤波器分别连接交流端电感和交流端电感，然后通过交流端开关后分别连接到第一功率开关器件、第二功率开关器件、第三功率开关器件和第四功率开关器件组成的桥臂中点；

[0008] 所述第一直流端接口的正负极分别与第一直流端滤波电容的正负极连接，第一直流端滤波电容的正极经直流端开关后分为两路，两路分别经过第一直流端电感和第二直流

端电感连接到第一功率开关器件、第二功率开关器件、第三功率开关器件和第四功率开关器件组成的桥臂中点；

[0009] 所述第一功率开关器件、第二功率开关器件、第三功率开关器件和第四功率开关器件组成的两个桥臂高端、低端分别相连，两个桥臂的高端、低端分别和第二直流端滤波电容的正负极相连后连接第二直流端接口的正负极；第二直流端接口的正负极分别接直流电源的电池组的正负极；

[0010] 第一电流传感器和第二电流传感器分别连接到第一功率开关器件、第二功率开关器件、第三功率开关器件和第四功率开关器件组成的桥臂中点，第三电流传感器连接在第二直流端滤波电容正极和第二直流端接口的正极之间；第一电压传感器的正负输入端连接在EMI滤波器后的交流通路两端，第二电压传感器的正负输入端连接在第一直流端接口两端，第三电压传感器的正负输入端连接在第二直流端接口两端；第一电压传感器、第二电压传感器、第三电压传感器、第一电流传感器、第二电流传感器和第三电流传感器都分别与ECU连接。

[0011] 为进一步实现本发明目的，优选地，所述第一功率开关器件、第二功率开关器件、第三功率开关器件和第四功率开关器件是内部集成一个开关管和一个反向并联二极管的金属氧化物半导体场效应晶体管、智能功率模块、绝缘栅双极型晶体管，反向并联二极管阴极和开关管集电极相连，反向二极管阳极和开关管发射极相连。

[0012] 优选地，所述第一功率开关器件的发射极和第四功率开关器件的集电极相连，组成一组桥臂，第一功率开关器件的集电极端为桥臂高端，第一功率开关器件的发射极和第四功率开关器件的集电极连接处为桥臂中点，第四功率开关器件的发射极为桥臂低端，连接第一直流端接口和第二直流端接口的负极；第二功率开关器件的发射极和第三功率开关器件的集电极相连，组成另一组桥臂，第二功率开关器件的集电极端为桥臂高端，第二功率开关器件的发射极和第三功率开关器件的集电极连接处为桥臂中点，第三功率开关器件的发射极为桥臂低端，连接第一直流端接口和第二直流端接口的负极。

[0013] 优选地，所述交流接口依次经过变压器和EMI滤波器连接交流端电感。

[0014] 优选地，所述第一直流端接口的正负极分别接超级电容组的正负极。

[0015] 优选地，所述电池组的正负极连接电机控制器的正负极，电机控制器连接三相电机。

[0016] 本发明功率开关器件桥臂为由4个功率开关器件组成，每两个串联组合，构成两个桥臂；所述功率开关器金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)、绝缘栅双极型晶体管(IGBT)、智能功率模块(IPM)等可控半导体器件及其反向并联二极管构成。

[0017] 本发明交流通路通过EMI滤波器、变压器、电感，可以将交流电压传输到后级电路，交流电压可以是我国标准的220V单相交流电，也可以是其他等级的交流电。所述交流接口可以在AC/DC模式时作为交流输入接口，输入电网单相交流电，在DC/AC转换模式时作为交流输出接口，提供单相交流电；所述的变压器在交流接口端进行交流电压转换，当交流接口端电压满足后级电压等级要求时，也可以不使用；所述的电感可以交流通路、直流通路共用，也可以交流通路、直流通路分开使用。

[0018] 本发明第一直流端电源可以转换到第二直流端，第二直流端电源也可以反向转换到第一直流端，实现双向DC/DC功能；交流端可以将交流电转换到第二直流端，提供直流电

源;第二直流端电源可以逆变到交流端,提供单相交流电。

[0019] 本发明主电路由交流和直流两个通路组成。交流通路的单相交流电输入进行电压转换和EMI滤波后,经过一个并联电容,交流L级和N级分别串联电感,连接到功率开关器件组成的两个桥臂上;直流通路经过一个并联电容后,分为两个支路,分别串联电感后连接到两个桥臂。两个桥臂的高端经过一个并联电容后连接到高端直流母线。电流传感器、电压传感器对电压电流信号采样后送入ECU,ECU经过计算后产生PWM信号控制功率开关器件的通断,以满足不同转换模式的需求。

[0020] 本发明系统有三种工作模式:

[0021] (1)双向DC/DC模式。此模式下,交流通路断开,第一直流通路接通,系统可以工作于降压模式,也可以工作于升压模式。升压模式下,第一直流端通过由第一直流端电感、功率开关器件、第二直流端电容组成的两相交错结构Boost电路,将电压泵升到直流高压输出,可以对输出电压和电流大小进行控制;降压模式下,第二直流端通过由功率开关器件、第一直流端电感、第一直流端电容组成的两相交错Buck电路,实现降压,并可以对输出电压、电流大小进行控制。为了减小导通损耗,四个功率开关器件可工作于同步整流模式。

[0022] (2)AC/DC整流模式。此模式下,第一直流通路断开,交流通路接通,能量由电网交流流向第二直流端。两路桥臂的两个下管工作于PWM模式,两个上管的反向并联二极管工作,系统构成无桥APFC变换电路,通过对PWM信号的控制,可以提高输入端的功率因数。

[0023] (3)DC/AC逆变模式。此模式下,第一直流通路断开,交流通路接通,能量由第二直流端流向交流端。4个功率开关器件均工作于PWM模式,通过ECU进行矢量控制,完成直流到交流的转换。

[0024] 相对于现有技术,本发明具有如下优点:

[0025] (1)采用了两相式交错双向DC/DC构架,4个功率开关器件组成了H桥,集成双向DC/DC、单相AC/DC和单相DC/AC模式,能够实现双向直流变换器、电池包充电器、逆变器多种功能。

[0026] (2)双向DC/DC模式、单相AC/DC模式和单相DC/AC模式共用功率开关器件、传感器、驱动器、控制器,减小了系统体积,节约了系统成本。

[0027] (3)单相AC/DC模式下,采用4个全可控功率开关器件组成H桥,能够实现功率因素校正。

附图说明

[0028] 图1为本发明实施例1电路原理图。

[0029] 图2为本发明实施例1交流输入为正时等效电路图。

[0030] 图3为本发明实施例1交流输入为负时等效电路图。

[0031] 图4(a)为实施例1工作于双向DC/DC模式控制时序图。

[0032] 图4(b)为实施例1工作于AC/DC模式控制时序图。

[0033] 图4(c)为实施例1工作于DC/AC模式控制时序图。

[0034] 图5为本发明实施例2电路原理图。

[0035] 图6为本发明实施例3电路原理图。

具体实施方式

[0036] 为更好地理解本发明，下面结合附图和实施例对本发明作进一步的说明，但本发明的实施方式不限于此。

[0037] 实施例1

[0038] 集成式多功能电源转换系统，应用于电池组和超级电容组成的复合电源系统，集成式多功能电源转换系统在超级电容和电池组之间进行直流电源转换，将交流输入电源转换成直流电源为电池组充电，将电池组直流电逆变成交流输出。

[0039] 如图1所示，集成式多功能电源转换系统包括交流接口1、变压器2、EMI滤波器3、第一交流端电感51、第二交流端电感52、交流端开关6、第一直流端滤波电容16、第一直流端接口17、超级电容组18、直流端开关15、第一直流端电感53、第二直流端电感54、第二直流端接口10、电池组11、电机控制器12、三相电机13、第二直流端滤波电容14、ECU7、第一电压传感器41、第二电压传感器42、第三电压传感器43、第一电流传感器81、第二电流传感器82、第三电流传感器83、第一功率开关器件91、第二功率开关器件92、第三功率开关器件93和第四功率开关器件94。

[0040] 第一功率开关器件91、第二功率开关器件92、第三功率开关器件93和第四功率开关器件94可以是内部集成一个开关管和一个反向并联二极管的金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)、智能功率模块(IPM)、绝缘栅双极型晶体管(IGBT)，反向并联二极管阴极和开关管集电极相连，反向二极管阳极和开关管发射极相连。本实施实例以第一功率开关器件91、第二功率开关器件92、第三功率开关器件93和第四功率开关器件94都为绝缘栅双极型晶体管(IGBT)进行说明，该IGBT内部结构等效于一个开关管和一个二极管反向并联，二极管阴极和开关管集电极相连，二极管阳极和开关管发射极相连。第一功率开关器件91的发射极和第四功率开关器件94的集电极相连，组成一组桥臂，第一功率开关器件91的集电极端为桥臂高端，第一功率开关器件91的发射极和第四功率开关器件94的集电极连接处为桥臂中点，第四功率开关器件94的发射极为桥臂低端，连接第一直流端接口17和第二直流端接口10的负极；第二功率开关器件92的发射极和第三功率开关器件93的集电极相连，组成另一组桥臂，第二功率开关器件92的集电极端为桥臂高端，第二功率开关器件92的发射极和第三功率开关器件93的集电极连接处为桥臂中点，第三功率开关器件93的发射极为桥臂低端，连接第一直流端接口17和第二直流端接口10的负极。

[0041] 交流接口1依次经过变压器2和EMI滤波器3分别连接交流端电感51和交流端电感52，然后通过交流端开关6后分别连接到第一功率开关器件91、第二功率开关器件92、第三功率开关器件93和第四功率开关器件94组成的桥臂中点。

[0042] 第一直流端接口17的正负极分别接超级电容组18的正负极，第一直流端接口17的正负极分别与第一直流端滤波电容16的正负极连接，第一直流端滤波电容16的正极经直流端开关15后分为两路，两路分别经过第一直流端电感53和第二直流端电感54连接到第一功率开关器件91、第二功率开关器件92、第三功率开关器件93和第四功率开关器件94组成的桥臂中点。

[0043] 第一功率开关器件91、第二功率开关器件92、第三功率开关器件93和第四功率开关器件94组成的两个桥臂高端、低端分别相连，两个桥臂的高端、低端分别和第二直流端滤

波电容14的正负极相连后连接第二直流端接口10的正负极；第二直流端接口10的正负极分别接直流电源的电池组11的正负极，电池组11的正负极连接电机控制器12的正负极，电机控制器12连接三相电机13。

[0044] 第一电流传感器81和第二电流传感器82分别连接到第一功率开关器件91、第二功率开关器件92、第三功率开关器件93和第四功率开关器件94组成的桥臂中点，分别采集桥臂中点流向第一直流端电感53和第二直流端电感54的电流；第三电流传感器83连接在第二直流端滤波电容14正极和第二直流端接口10的正极之间，采集第二直流端输出电流。第一电压传感器41的正负输入端连接在EMI滤波器3后的交流通路两端，第二电压传感器42的正负输入端连接在第一直流端接口17两端，第三电压传感器43的正负输入端连接在第二直流端接口10两端；第一电压传感器41、第二电压传感器42和第三电压传感器43分别采集经EMI滤波器3滤波后的交流通路电压、第一直流端接口17两端的电压和第二直流端接口10两端的电压。第一电压传感器41、第二电压传感器42、第三电压传感器43、第一电流传感器81、第二电流传感器82和第三电流传感器83都分别与ECU7连接；分别将采集到的电压、电流信号送入ECU7进行处理，并生成四路PWM信号送入第一功率开关器件91、第二功率开关器件92、第三功率开关器件93和第四功率开关器件94的门极。

[0045] 当系统工作于双向DC/DC模式时，控制时序如图4(a)所示，交流端开关6断开，直流端开关15闭合，此模式下，交流接口1、变压器2、EMI滤波器3、第一交流端电感51、第二交流端电感52不参与工作。为了使桥臂的上下开关器件不会因为开关速度问题发生同时导通，在第一功率开关器件91和第四功率开关器件94之间，第二功率开关器件92和第三功率开关器件93之间设置死区时间T_{dead}，使桥臂的上下IGBT之间间隔T_{dead}导通。加入死区时间T_{dead}后，对于第一功率开关器件91和第四功率开关器件94组成的桥臂，当第一功率开关器件91关闭后，经过时间T_{dead}，第四功率开关器件94导通；当第四功率开关器件94关闭后，经过时间T_{dead}，第一功率开关器件91导通。对于第二功率开关器件92和第三功率开关器件93组成的桥臂，当第二功率开关器件92关闭后，经过时间T_{dead}，第三功率开关器件93导通；当第三功率开关器件93关闭后，经过时间T_{dead}，第二功率开关器件92导通。当电动汽车需要急加速时，第三功率开关器件93和第四功率开关器件94工作在PWM模式，第一功率开关器件91、第二功率开关器件92通过反向并联二极管提供电流通路或工作于同步整流模式，为了减小纹波，令第三功率开关器件93和第四功率开关器件94的控制信号相位相差180度，此时，系统工作于直流升压模式，超级电容组18经过升压后，和电池组11共同提供直流输出。当电动汽车制动回收能量时，第一功率开关器件91、第二功率开关器件92工作在PWM模式，第三功率开关器件93和第四功率开关器件94通过反向并联二极管提供电流通路或工作于同步整流模式，为了减小纹波，令第一功率开关器件91、第二功率开关器件92的控制信号相位相差180度，此时，系统工作于直流降压模式，第二直流端电压降压后充入超级电容组18。

[0046] 交流电网有一定的波动范围，当输入交流电压有效值为V_{acL}～V_{acH}(V_{acL}为交流电压有效值最低值，V_{acH}为交流电压有效值最高值)，则峰值范围为$\sqrt{2}V_{acL}$～$\sqrt{2}V_{acH}$。当第二直流端接口10最低电压低于$\sqrt{2}V_{acH}$时，会影响到AC/DC模式正常工作，当第二直流端接口10最低电压低于$\sqrt{2}V_{acL}$时，逆变得到的交流电最低有效值将低于V_{acL}，会影响到DC/AC模式正常工作，因此，设计变压器2对交流端电压进行变换以和后级电路匹配。

[0047] 当系统工作于AC/DC模式时，交流端开关6闭合，直流端开关15断开，交流接口1连接电网单相交流电，经过变换后为电池组11充电。当交流接口1的交流电压大于0时，控制时序如图4(b)所示，超级电容组18、直流端开关15、第一直流端电感53、第二直流端电感54、第三电压传感器43不工作，第四功率开关器件94工作于PWM模式，第一功率开关器件91、第三功率开关器件93门极驱动为低电平保持关闭，通过集成的反向并联二极管提供电流通路；第二功率开关器件92关闭，由于输入电压大于0，第二功率开关器件92的集成的反向并联二极管不会导通，等效电路如图2所示。此时，可以将正半周的输入电压变换为高压直流信号，通过对第四功率开关器件94的PWM信号施加合适的控制策略，可以实现功率因数校正。

[0048] 当交流接口1的交流电压小于0时，控制时序如图4(b)所示，超级电容组18、直流端开关15、直流端电感53、直流端电感54、第三电压传感器43不工作，第三功率开关器件93工作于PWM模式，第二功率开关器件92、第四功率开关器件94门极驱动为低电平保持关闭，通过集成的反向并联二极管提供电流通路，第一功率开关器件91门极驱动为低电平，由于输入电压小于0，第一功率开关器件91的集成的反向并联二极管不会导通，等效电路如图3所示。此时，可以将负半周的输入电压变换为高压直流信号，通过对第三功率开关器件93的PWM信号施加合适的控制策略，实现功率因数校正。

[0049] 当系统工作于DC/AC模式时，交流端开关6闭合，直流端开关15断开，电池组11经变换后在交流接口1提供单相交流电，此模式下，交流接口1、变压器2、EMI滤波器3、交流端电感51、交流端电感52不参与工作，控制时序如图4(c)所示。为了使桥臂的上下开关器件不会因为开关速度问题发生同时导通，第一功率开关器件91和第四功率开关器件94之间，第二功率开关器件92和第三功率开关器件93之间设置死区时间T_{dead}，使桥臂的上下IGBT之间间隔T_{dead}导通。加入死区时间T_{dead}后，对于第一功率开关器件91和第四功率开关器件94组成的桥臂，当第一功率开关器件91关闭后，经过时间T_{dead}，第四功率开关器件94导通；当第四功率开关器件94关闭后，经过时间T_{dead}，第一功率开关器件91导通。对于第二功率开关器件92和第三功率开关器件93组成的桥臂，当第二功率开关器件92关闭后，经过时间T_{dead}，第三功率开关器件93导通；当第三功率开关器件93关闭后，经过时间T_{dead}，第二功率开关器件92导通。第一功率开关器件91、第二功率开关器件92、第三功率开关器件93、第四功率开关器件94工作于PWM模式，通过对PWM信号进行控制，系统构成单相逆变电路，将第二直流端电池组11的直流电源逆变为交流电源输出。

[0050] 通过对对交流端开关、直流端开关和IGBT的控制，实现双向DC/DC模式、单相DC/AC模式、单相AC/DC模式，各个模式共用IGBT、电压传感器、电流传感器、控制器，相较于双向DC/DC、AC/DC充电机、DC/AC逆变器各自独立设计，能够节省成本和空间。

[0051] 本发明，电流、电压传感器将检测到的电流、电压信号送入ECU进行计算，ECU产生4路PWM信号分别对四个功率开关器件进行控制，根据控制信号的不同，分别实现双向DC/DC功能、AC/DC功能、DC/AC功能。

[0052] 工作于双向DC/DC模式时，两个桥臂及电感构成两相交错结构，等效为一个两相交错双向DC/DC结构；工作于AC/DC整流模式时，两个桥臂的下管工作于PWM模式，构成无桥APFC(有源功率因素校正)结构；工作于DC/AC模式时，构成单相逆变桥结构。

[0053] 实施例2

[0054] 电感的感值由以下公式确定：

[0055] $$L=\frac{V_{in}\times D}{I_L\times r\times f}$$

[0056] 式中，L为电感值，V_{in}为输入电压，D为占空比，I_L为电感电流，r为电流纹波率，f为开关频率。

[0057] 当设计的交流通路和直流通路的电压等级、电流、开关频率、纹波率等参数相近时，交流端电感值和直流端电感值也相近，通过调整设计参数，第一交流端电感51、第二交流端电感52可以由第一直流端电感53和第二直流端电感54代替，如图5所示，从而进一步节省系统的空间和成本。

[0058] 本实施实例的交流通路中，交流接口1依次经过变压器2、EMI滤波器3、交流端开关6后分别连接到第一直流端电感53和第一直流端电感54，再分别连接第一功率开关器件91、第二功率开关器件92、第三功率开关器件93、第四功率开关器件94组成的桥臂中点。直流通路连接方式和实施实例1相同。

[0059] 当系统工作于双向DC/DC模式时，交流端开关6断开，直流端开关15闭合。当系统工作于AC/DC模式时，交流端开关6闭合，直流端开关15断开。当系统工作于DC/AC模式时，交流端开关6闭合，直流端开关15断开。不同的工作模式，共用直流端电感53和直流端电感54。

[0060] 本实施例具体的工作原理与实施例1基本相同，此处不做赘述，相比较于实施实例1，本实施例由于交流端和直流端共用电感，节省了体积和成本。

[0061] 实施例3

[0062] 当输入交流电压峰值为$\sqrt{2}V_{acL}\sim\sqrt{2}V_{acH}$（$V_{acL}$为交流电压有效值最低值，$V_{acH}$为交流电压有效值最高值），第二直流端电压范围为$V_{dcL}\sim V_{dcH}$（$V_{dcL}$为第二直流端最低电压，$V_{dcH}$为第二直流端最高电压），且满足$V_{dcL}>\sqrt{2}V_{acH}$时，可以不配置交流端变压器，交流接口1直接和EMI滤波器3连接。如图6所示，本实施实例和实施实例2相比，由于交流接口1电压等级和第二直流端接口10电压等级满足上述要求，可以不使用交流端变压器，交流接口1的两端直接和EMI滤波器3两端连接，其他器件连接方式同实施实例2。当系统工作于双向DC/DC模式时，交流端开关6断开，直流端开关15闭合。当系统工作于AC/DC模式时，交流端开关6闭合，直流端开关15断开，电网电压经过变换后对电池组11充电。当系统工作于DC/AC模式时，交流端开关6闭合，直流端开关15断开，DC/AC逆变后，提供给交流用电设备。

[0063] 本实施例具体的工作原理与实施例1基本相同，此处不做赘述。

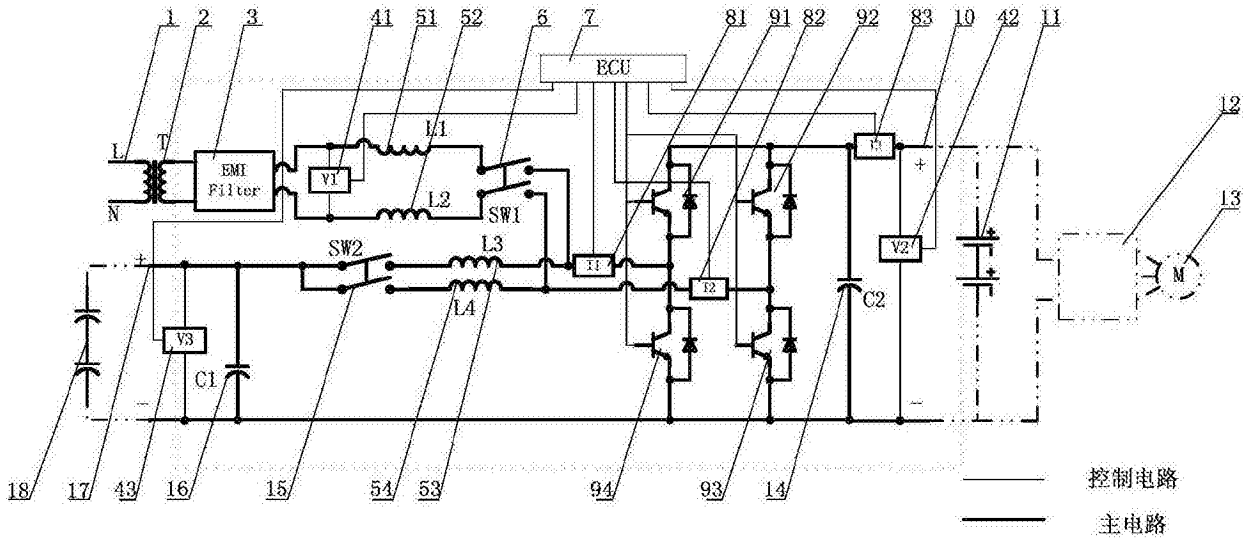

1
2
3
41
51
52
6
7
81
91
82
92
83
10
42
11
12
13
ECU
L
N
T
EMI Filter
V1
L1
L2
SW1
SW2
L3
L4
V3
C1
C2
V2
M
18
17
43
16
15
54
53
94
93
14
控制电路
主电路

图1

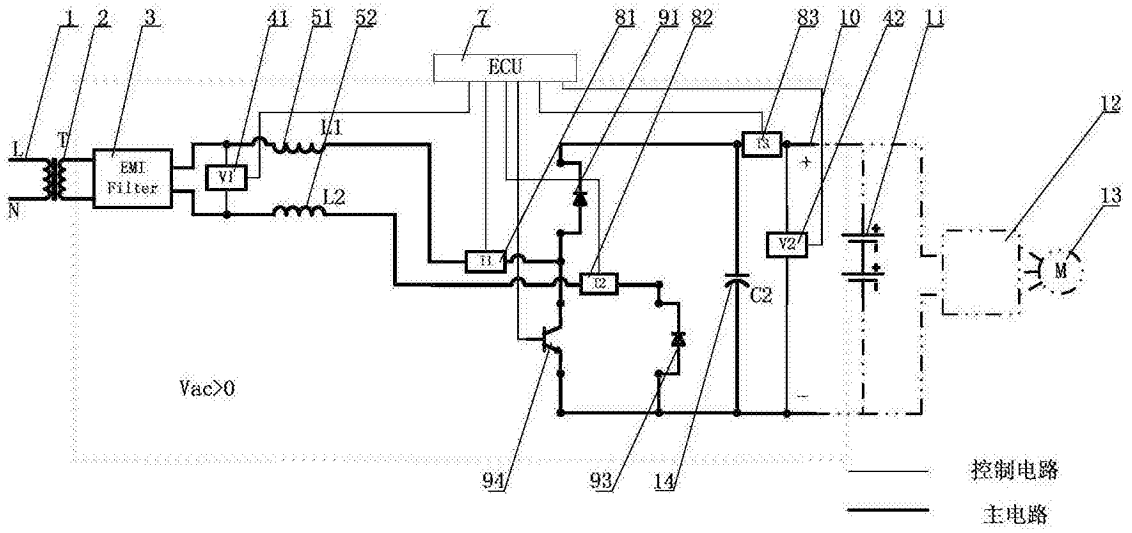

1
2
3
41
51
52
7
81
91
82
83
10
42
11
12
13
ECU
L
N
T
EMI Filter
V1
L1
L2
C2
V2
M
Vac>0
94
93
14
控制电路
主电路

图2

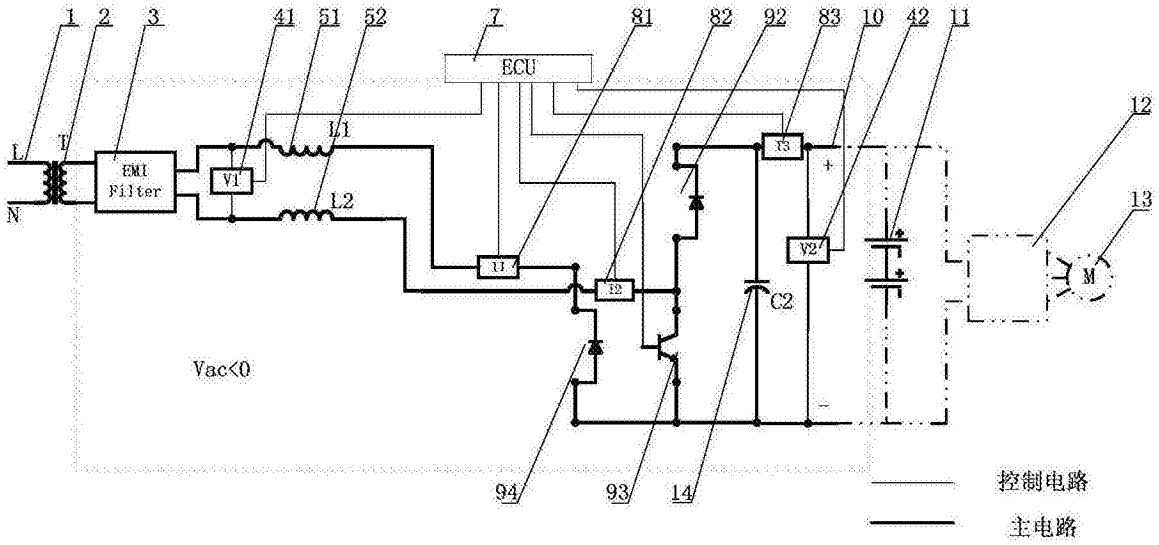

1
2
3
41
51
52
7
81
82
92
83
10
42
11
12
13
ECU
L
N
T
EMI
Filter
V1
L1
L2
U1
U2
U3
V2
C2
M
Vac<0
94
93
14
控制电路
主电路

图3

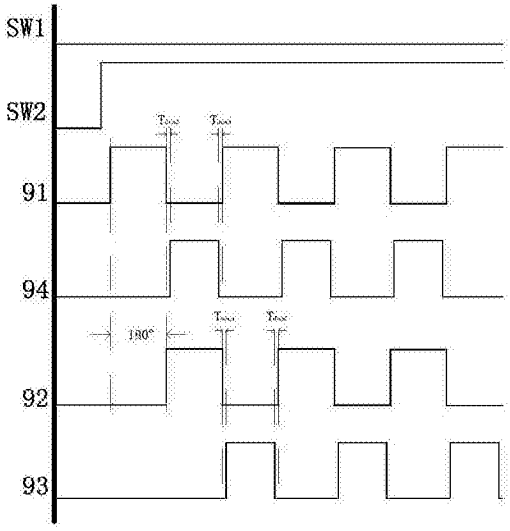

SW1
SW2
91
94
92
93
180°

图4(a)

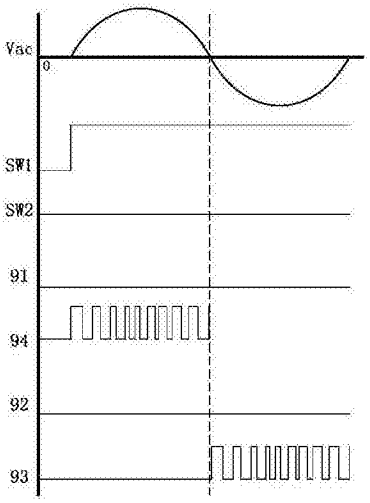

Vac
0
SW1
SW2
91
94
92
93

图4(b)

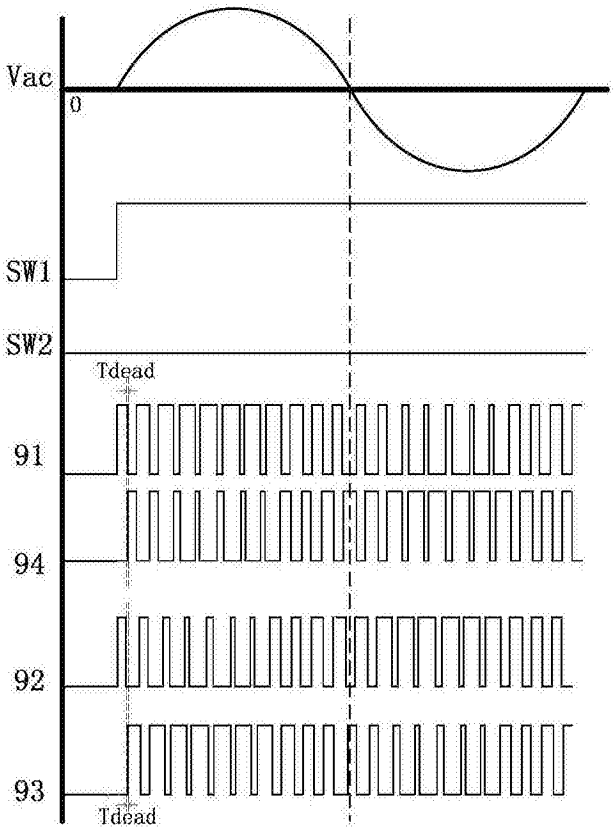

Vac
0
SW1
SW2
Tdead
91
94
92
93
Tdead

图4(c)

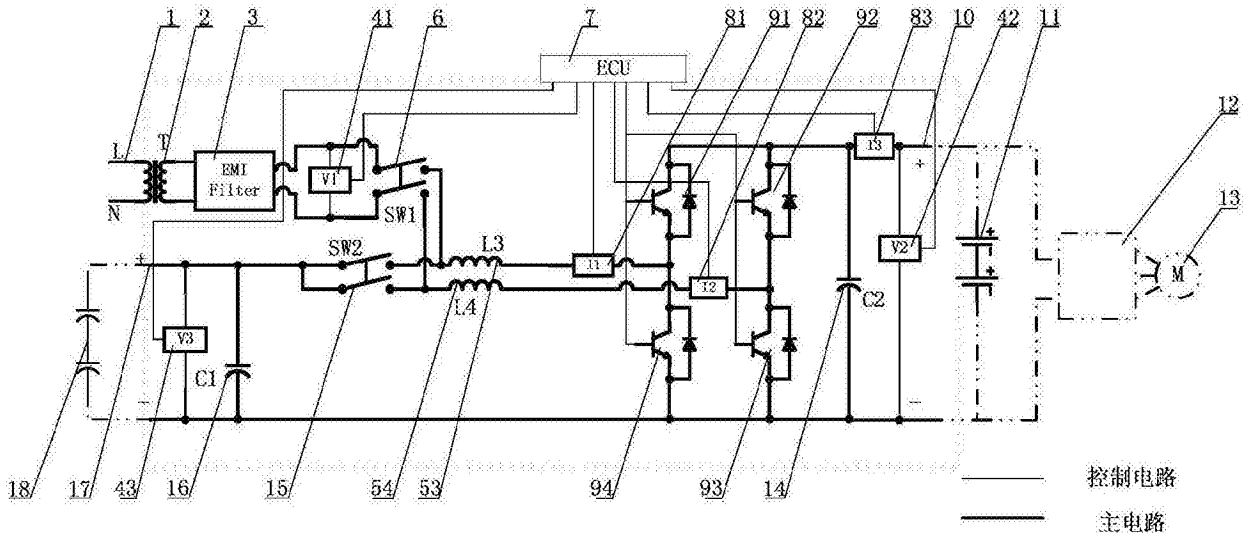

1
2
3
41
6
7
81
91
82
92
83
10
42
11
12
13
ECU
L
N
EMI Filter
V1
SW1
SW2
L3
L4
T1
T2
T3
V2
V3
C1
C2
M
18
17
43
16
15
54
53
94
93
14
控制电路
主电路

图5

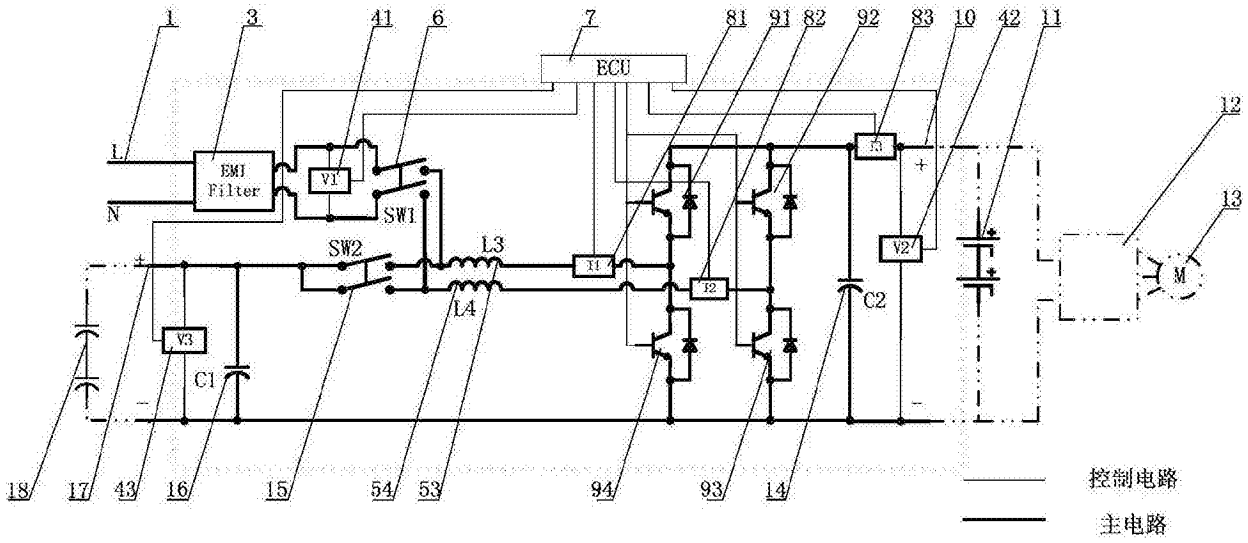

1
3
41
6
7
81
91
82
92
83
10
42
11
12
13
ECU
L
N
EMI
Filter
V1
SW1
SW2
L3
L4
V3
C1
V2
C2
M
18
17
43
16
15
54
53
94
93
14
控制电路
主电路

图6