



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102255482 B

(45) 授权公告日 2013. 06. 19

(21) 申请号 201110188748. 5

(22) 申请日 2011. 07. 05

(73) 专利权人 浙江昱能光伏科技集成有限公司
地址 314050 浙江省嘉兴市南湖区亚太路 1 号

(72) 发明人 罗宇浩

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

代理人 陈亮

(51) Int. Cl.

H02M 1/14 (2006. 01)

H02J 15/00 (2006. 01)

H02N 6/00 (2006. 01)

H02J 3/38 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 202121514 U, 2012. 01. 18, 权利要求 1-12.

JP 特开 2002-247851 A, 2002. 08. 30, 全文.

审查员 郭星

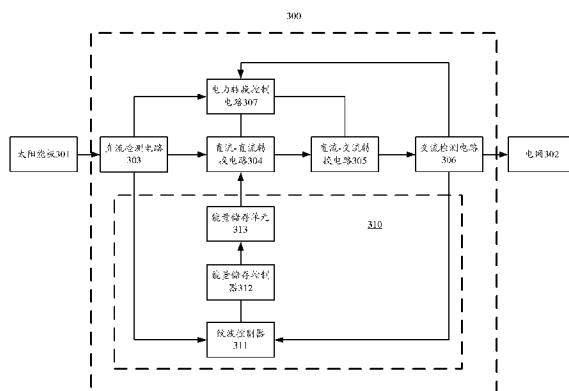
权利要求书3页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

消除直流输入端纹波的单相逆变器及太阳能光伏发电系统

(57) 摘要

本发明提供一种消除直流输入端纹波的单相逆变器,连于直流输入和交流输出间,包括:直流检测电路;交流检测电路;直流-直流转换电路;直流-交流转换电路;电力转换控制电路;纹波消除单元,根据输入直流电信号和输出交流电信号消除直流输入端的纹波;其中,纹波消除单元包括:纹波控制器,根据输入直流电信号和输出交流电信号控制纹波消除单元的工作模式;能量储存单元,储存或释放直流输入端的能量;能量储存控制器,控制能量储存单元的开关。本发明还提供一种太阳能光伏发电系统。本发明利用纹波消除单元检测纹波功率,控制转换电路的工作模式,电容上的电压随能量波形变化,可被控制为等于纹波功率,实现充放电,消除直流输入端的纹波。



1. 一种消除直流输入端纹波的单相逆变器,连接于直流输入和交流输出之间,包括:
直流检测电路,与所述直流输入相连接,用于检测输入的直流电信号;
交流检测电路,与所述交流输出相连接,用于检测输出的交流电信号;
直流-直流转换电路,与所述直流检测电路相连接,用于对所述直流电信号进行升压;
直流-交流转换电路,分别与直流-直流转换电路和交流检测电路相连接,用于将所述直流电转换成所述交流电;

电力转换控制电路,分别与所述直流检测电路、所述交流检测电路、所述直流-直流转换电路和所述直流-交流转换电路相连接,用于根据输入的直流电压和电流以及输出的交流电压和电流通过基准电流控制开关,使所述单相逆变器产生与所述交流电压同相位的输出交流电;以及

纹波消除单元,分别与所述直流检测电路、所述交流检测电路和所述直流-交流转换电路相连接,用于根据输入的直流电信号和输出的交流电信号消除所述单相逆变器直流输入端的纹波;

其中,所述纹波消除单元包括:

纹波控制器,分别与所述直流检测电路和所述交流检测电路相连接,用于根据输入的直流电信号和输出的交流电信号控制所述纹波消除单元的工作模式;

能量储存单元,与所述直流-直流转换电路相连接,用于储存或者释放所述直流输入端的能量;以及

能量储存控制器,分别与所述纹波控制器和所述能量储存单元相连接,用于根据所述纹波控制器的指令,控制所述能量储存单元的开关,实行所述能量的储存和释放;

所述能量储存单元为升压-降压双向转换器,其包括所述转换器的副边线圈、电感、电容、第一开关管、第二开关管、第一二极管和第二二极管,其中:

所述副边线圈与所述转换器的主边线圈相耦合;

所述电感的第一端与所述副边线圈的第一端相连接,所述电感的第二端通过所述第二开关管连接到所述电容的第一端;

所述电容的第二端连接到所述副边线圈的第二端;

所述第一开关管跨接在所述电感的第二端和所述副边线圈的第二端之间;

所述第一开关管和所述第二开关管分别通过所述能量储存控制器控制其开关,实行所述能量的储存和释放;

所述第一二极管和所述第二二极管分别并联在所述第一开关管和所述第二开关管两端,所述第一二极管的正极连接到所述副边线圈的第二端,所述第一二极管的负极连接到所述电感的第二端,所述第二二极管的正极连接到所述电感的第二端,所述第二二极管的负极连接到所述电容的第一端。

2. 根据权利要求1所述的单相逆变器,其特征在于,所述纹波消除单元的工作模式包括:充电模式和放电模式。

3. 根据权利要求1所述的单相逆变器,其特征在于,所述纹波控制器、所述能量储存控制器和所述电力转换控制器集成在同一电路里。

4. 根据权利要求3所述的单相逆变器,其特征在于,所述纹波控制器、所述能量储存控制器和所述电力转换控制器以FPGA、CPU、MCU、DSP或者ASIC实现。

5. 一种太阳能光伏发电系统,包括一个或者多个单相逆变器,所述单相逆变器连接于太阳能板和电网之间,所述单相逆变器包括:

直流检测电路,与所述太阳能板相连接,用于检测输入的直流电信号;

交流检测电路,与所述电网相连接,用于检测输出的交流电信号;

直流-直流转换电路,与所述直流检测电路相连接,用于对所述直流电信号进行升压;

直流-交流转换电路,分别与直流-直流转换电路和交流检测电路相连接,用于将所述直流电转换成所述交流电;

电力转换控制电路,分别与所述直流检测电路、所述交流检测电路、所述直流-直流转换电路和所述直流-交流转换电路相连接,用于根据输入的直流电压和电流以及输出的交流电压和电流通过基准电流控制开关,使所述单相逆变器产生与所述交流电压同相位的输出交流电;以及

纹波消除单元,分别与所述直流检测电路、所述交流检测电路和所述直流-交流转换电路相连接,用于根据输入的直流电信号和输出的交流电信号消除所述单相逆变器直流输入端的纹波;

其中,所述纹波消除单元包括:

纹波控制器,分别与所述直流检测电路和所述交流检测电路相连接,用于根据输入的直流电信号和输出的交流电信号控制所述纹波消除单元的工作模式;

能量储存单元,与所述直流-直流转换电路相连接,用于储存或者释放所述直流输入端的能量;以及

能量储存控制器,分别与所述纹波控制器和所述能量储存单元相连接,用于根据所述纹波控制器的指令,控制所述能量储存单元的开关,实行所述能量的储存和释放;

所述能量储存单元为升压-降压双向转换器,其包括所述转换器的副边线圈、电感、电容、第一开关管、第二开关管、第一二极管和第二二极管,其中:

所述副边线圈与所述转换器的主边线圈相耦合;

所述电感的第一端与所述副边线圈的第一端相连接,所述电感的第二端通过所述第二开关管连接到所述电容的第一端;

所述电容的第二端连接到所述副边线圈的第二端;

所述第一开关管跨接在所述电感的第二端和所述副边线圈的第二端之间;

所述第一开关管和所述第二开关管分别通过所述能量储存控制器控制其开关,实行所述能量的储存和释放;

所述第一二极管和所述第二二极管分别并联在所述第一开关管和所述第二开关管两端,所述第一二极管的正极连接到所述副边线圈的第二端,所述第一二极管的负极连接到所述电感的第二端,所述第二二极管的正极连接到所述电感的第二端,所述第二二极管的负极连接到所述电容的第一端。

6. 根据权利要求5所述的太阳能光伏发电系统,其特征在于,所述纹波消除单元的工作模式包括:充电模式和放电模式。

7. 根据权利要求5所述的太阳能光伏发电系统,其特征在于,所述纹波控制器、所述能量储存控制器和所述电力转换控制器集成在同一电路里。

8. 根据权利要求7所述的太阳能光伏发电系统,其特征在于,所述纹波控制器、所述能

量储存控制器和所述电力转换控制器以 FPGA、CPU、MCU、DSP 或者 ASIC 实现。

消除直流输入端纹波的单相逆变器及太阳能光伏发电系统

技术领域

[0001] 本发明涉及电力转换技术领域,具体来说,本发明涉及一种消除直流输入端纹波的单相逆变器及太阳能光伏发电系统。

背景技术

[0002] 很多可再生能源产生直流电,例如太阳能光伏和化学电池。直流电通过逆变器转换为固定频率的正弦交流电,传输给电网或者离网使用。

[0003] 太阳能光伏发电系统的逆变器最近趋向于采用分布式的微型逆变器(微逆变器)。微型逆变器对每个直流光伏组件提供最大功率点控制,从而使每个直流光伏组件产生最大的能量,提高整个太阳能光伏发电系统的性能。另外,微型逆变器还能产生交流低压输出,而不是中心式逆变器系统的高直流电压输出,提高了系统的安全性和工作效率。

[0004] 图1为现有技术中的一个单相逆变器的结构示意图。如图所示,该单相逆变器100连接在太阳能板101和电网102之间,其可以包括直流检测电路103、直流-直流转换电路104、直流-交流转换电路105、交流检测电路106以及电力转换控制电路107。其中,直流检测电路103与太阳能板101相连接,用于检测输入的直流电信号(至少包括输入电压和电流);交流检测电路106与电网102相连接,用于检测输出的交流电信号(至少包括输出电压和电流);直流-直流转换电路104与直流检测电路103相连接,用于对直流电信号进行升压与稳压;直流-交流转换电路105分别与直流-直流转换电路104和交流检测电路106相连接,用于将直流电转换成交流电;以及电力转换控制电路107分别与直流检测电路103、交流检测电路106、直流-直流转换电路104和直流-交流转换电路105相连接,根据输入电压和电流以及输出电压和电流通过基准电流控制开关(未图示),使逆变器100产生与电网102的交流电压同相位的输出交流电。

[0005] 单相逆变器的一个基本特性是:电源和负载间的能量传输包括平均能量和双倍频率的纹波。逆变器希望从直流电源获取没有纹波的直流电,然后将平均能量和纹波能量传给输出负载,这样就要求逆变器里有能量存储单元来处理纹波能量。在如图1所示的现有技术的单相逆变器的结构示意图中,逆变器100产生和交流电网102能量同相的输出功率,所以输出能量在零和峰值输出功率之间震荡。在逆变器100的输出功率为零时,光伏组件的电流不流过逆变器100,所以给存储电容(未图示)充电;在逆变器100的输出功率为峰值时,存储电容放电补充光伏组件的功率,使峰值达到平均值的两倍。所以,存储电容的充放电形成了光伏组件提供的直流电之上附加的交流成分,叫做纹波功率。

[0006] 为管理双倍频率的纹波功率,能量需要被在两倍的频率存储和释放。为避免能量交换造成大的电压纹波,需要使用大的电容C。图2为现有技术中的一个单相反激逆变器的简单电路结构示意图。如图所示,该单相反激逆变器200的直流输入端设置有大的电容C,来减小能量存储和释放产生的纹波电压。这里的单相反激逆变器200以单路反激为例,但两路或多路地交错反激也是类似的情况。

[0007] 通常逆变器采用在直流主线的大容量电解电容作为被动滤波器,但电解电容有多

种失效模式,特别是纹波电流造成电容内部自热,减少寿命。主动滤波电路被广泛研究来替代被动方法,通过分开的能量变换电路来提供另一个纹波,该纹波抵消掉双频率纹波功率,但该方法需要复杂的电路和控制方法。

[0008] 所以,需要能简单地消除单相逆变器中直流侧输入端的纹波功率。

发明内容

[0009] 本发明所要解决的技术问题是提供一种消除直流输入端纹波的单相逆变器及太阳能光伏发电系统,可以简单地消除单相逆变器直流侧输入端的纹波功率。

[0010] 为解决上述技术问题,本发明提供一种消除直流输入端纹波的单相逆变器,连接于直流输入和交流输出之间,包括:

[0011] 直流检测电路,与所述直流输入相连接,用于检测输入的直流电信号;

[0012] 交流检测电路,与所述交流输出相连接,用于检测输出的交流电信号;

[0013] 直流-直流转换电路,与所述直流检测电路相连接,用于对所述直流电信号进行升压;

[0014] 直流-交流转换电路,分别与直流-直流转换电路和交流检测电路相连接,用于将所述直流电转换成所述交流电;

[0015] 电力转换控制电路,分别与所述直流检测电路、所述交流检测电路、所述直流-直流转换电路和所述直流-交流转换电路相连接,用于根据输入的直流电压和电流以及输出的交流电压和电流通过基准电流控制开关,使所述单相逆变器产生与所述交流电压同相位的输出交流电;以及

[0016] 纹波消除单元,分别与所述直流检测电路、所述交流检测电路和所述直流-交流转换电路相连接,用于根据输入的直流电信号和输出的交流电信号消除所述单相逆变器直流输入端的纹波;

[0017] 其中,所述纹波消除单元包括:

[0018] 纹波控制器,分别与所述直流检测电路和所述交流检测电路相连接,用于根据输入的直流电信号和输出的交流电信号控制所述纹波消除单元的工作模式;

[0019] 能量储存单元,与所述直流-直流转换电路相连接,用于储存或者释放所述直流输入端的能量;以及

[0020] 能量储存控制器,分别与所述纹波控制器和所述能量储存单元相连接,用于根据所述纹波控制器的指令,控制所述能量储存单元的开关,实行所述能量的储存和释放。

[0021] 可选地,所述能量储存单元为升压-降压双向转换器。

[0022] 可选地,所述能量储存单元包括所述转换器的副边线圈、电感、电容、第一开关管、第二开关管、第一二极管和第二二极管,其中:

[0023] 所述副边线圈与所述转换器的主边线圈相耦合;

[0024] 所述电感的第一端与所述副边线圈的第一端相连接,所述电感的第二端通过所述第二开关管连接到所述电容的第一端;

[0025] 所述电容的第二端连接到所述副边线圈的第二端;

[0026] 所述第一开关管跨接在所述电感的第二端和所述副边线圈的第二端之间;

[0027] 所述第一开关管和所述第二开关管分别通过所述能量储存控制器控制其开关,实

行所述能量的储存和释放；

[0028] 所述第一二极管和所述第二二极管分别并联在所述第一开关管和所述第二开关管两端,所述第一二极管的正极连接到所述副边线圈的第二端,所述第一二极管的负极连接到所述电感的第二端,所述第二二极管的正极连接到所述电感的第二端,所述第二二极管的负极连接到所述电容的第一端。

[0029] 可选地,所述纹波消除单元的工作模式包括:充电模式和放电模式。

[0030] 可选地,所述纹波控制器、所述能量储存控制器和所述电力转换控制器集成在同一电路里。

[0031] 可选地,,所述纹波控制器、所述能量储存控制器和所述电力转换控制器以 FPGA、CPU、MCU、DSP 或者 ASIC 实现。

[0032] 相应地,本发明还提供一种太阳能光伏发电系统,包括一个或者多个单相逆变器,所述单相逆变器连接于太阳能板和电网之间,所述单相逆变器包括:

[0033] 直流检测电路,与所述太阳能板相连接,用于检测输入的直流电信号;

[0034] 交流检测电路,与所述电网相连接,用于检测输出的交流电信号;

[0035] 直流-直流转换电路,与所述直流检测电路相连接,用于对所述直流电信号进行升压;

[0036] 直流-交流转换电路,分别与直流-直流转换电路和交流检测电路相连接,用于将所述直流电转换成所述交流电;

[0037] 电力转换控制电路,分别与所述直流检测电路、所述交流检测电路、所述直流-直流转换电路和所述直流-交流转换电路相连接,用于根据输入的直流电压和电流以及输出的交流电压和电流通过基准电流控制开关,使所述单相逆变器产生与所述交流电压同相位的输出交流电;以及

[0038] 纹波消除单元,分别与所述直流检测电路、所述交流检测电路和所述直流-交流转换电路相连接,用于根据输入的直流电信号和输出的交流电信号消除所述单相逆变器直流输入端的纹波;

[0039] 其中,所述纹波消除单元包括:

[0040] 纹波控制器,分别与所述直流检测电路和所述交流检测电路相连接,用于根据输入的直流电信号和输出的交流电信号控制所述纹波消除单元的工作模式;

[0041] 能量储存单元,与所述直流-直流转换电路相连接,用于储存或者释放所述直流输入端的能量;以及

[0042] 能量储存控制器,分别与所述纹波控制器和所述能量储存单元相连接,用于根据所述纹波控制器的指令,控制所述能量储存单元的开关,实行所述能量的储存和释放。

[0043] 可选地,所述能量储存单元为升压-降压双向转换器。

[0044] 可选地,所述能量储存单元包括所述转换器的副边线圈、电感、电容、第一开关管、第二开关管、第一二极管和第二二极管,其中:

[0045] 所述副边线圈与所述转换器的主边线圈相耦合;

[0046] 所述电感的第一端与所述副边线圈的第一端相连接,所述电感的第二端通过所述第二开关管连接到所述电容的第一端;

[0047] 所述电容的第二端连接到所述副边线圈的第二端;

[0048] 所述第一开关管跨接在所述电感的第二端和所述副边线圈的第二端之间；

[0049] 所述第一开关管和所述第二开关管分别通过所述能量储存控制器控制其开关，实行所述能量的储存和释放；

[0050] 所述第一二极管和所述第二二极管分别并联在所述第一开关管和所述第二开关管两端，所述第一二极管的正极连接到所述副边线圈的第二端，所述第一二极管的负极连接到所述电感的第二端，所述第二二极管的正极连接到所述电感的第二端，所述第二二极管的负极连接到所述电容的第一端。

[0051] 可选地，所述纹波消除单元的工作模式包括：充电模式和放电模式。

[0052] 可选地，所述纹波控制器、所述能量储存控制器和所述电力转换控制器集成在同一电路里。

[0053] 可选地，所述纹波控制器、所述能量储存控制器和所述电力转换控制器以 FPGA、CPU、MCU、DSP 或者 ASIC 实现。

[0054] 与现有技术相比，本发明具有以下优点：

[0055] 本发明的单相逆变器增加了纹波消除单元，通过检测纹波功率，控制能量储存单元里转换电路的工作模式。当输入直流功率高于输出功率时，为充电模式，能量储存单元储存能量。当输入直流功率低于输出功率时，为放电模式，能量储存单元释放能量补充给输出端。通过控制纹波消除单元内转换电路的开关，电容上的电压随能量波形变化，其上的电压和储存的能量决定电容值，电容的能量可以被控制为等同于双频纹波功率，实现充放电，从而消除单相逆变器直流侧输入端的双频纹波。

附图说明

[0056] 本发明的上述的以及其他的特征、性质和优势将通过下面结合附图和实施例的描述而变得更加明显，其中：

[0057] 图 1 为现有技术中的一个单相逆变器的结构示意图；

[0058] 图 2 为现有技术中的一个单相反激逆变器的简单电路结构示意图；

[0059] 图 3 为本发明一个实施例的消除直流输入端纹波的单相逆变器的模块结构示意图；

[0060] 图 4 为本发明一个实施例的消除直流输入端纹波的单相反激逆变器的简单电路结构示意图；

[0061] 图 5 为本发明一个实施例的消除直流输入端纹波的单相反激逆变器中的纹波消除单元工作于充电模式时的简单电路结构示意图；

[0062] 图 6 为本发明一个实施例的消除直流输入端纹波的单相反激逆变器中的纹波消除单元工作于放电模式时的简单电路结构示意图；

[0063] 图 7 为本发明一个实施例的消除直流输入端纹波的单相逆变器的一系列工作波形的简单示意图。

具体实施方式

[0064] 下面结合具体实施例和附图对本发明作进一步说明，在以下的描述中阐述了更多的细节以便于充分理解本发明，但是本发明显然能够以多种不同于此描述地其它方式来实

施,本领域技术人员可以在不违背本发明内涵的情况下根据实际应用情况作类似推广、演绎,因此不应以此具体实施例的内容限制本发明的保护范围。

[0065] 消除直流输入端纹波的单相逆变器的一个实施例

[0066] 图 3 为本发明一个实施例的消除直流输入端纹波的单相逆变器的模块结构示意图。如图所示,该单相逆变器 300 连接于作为直流输入的太阳能板 301 和作为交流输出的电网 302 之间。其中,单相逆变器 300 可以包括但不限于:直流检测电路 303、交流检测电路 306、直流-直流转换电路 304、直流-交流转换电路 305、电力转换控制电路 307 和纹波消除单元 310。纹波消除单元 310 与直流-直流转换电路 304 相耦合。

[0067] 在本实施例中,直流检测电路 303 可以与太阳能板 301 相连接,用于检测输入的直流电信号;交流检测电路 306 可以与交流电网 302 相连接,用于检测输出的交流电信号;直流-直流转换电路 304 可以与直流检测电路 303 相连接,用于对直流电信号进行升压;直流-交流转换电路 305 可以分别与直流-直流转换电路 304 和交流检测电路 306 相连接,用于将直流电转换成交流电;电力转换控制电路 307 可以分别与直流检测电路 303、交流检测电路 306、直流-直流转换电路 304 和直流-交流转换电路 305 相连接,用于根据输入的直流电压和电流以及输出的交流电压和电流通过基准电流控制开关(未图示),使单相逆变器 300 产生与交流电压同相位的输出交流电;以及纹波消除单元 310 可以分别与直流检测电路 303、交流检测电路 306 和直流-交流转换电路 305 相连接,用于根据输入的直流电信号和输出的交流电信号消除单相逆变器 300 直流输入端的纹波。

[0068] 其中,本实施例中的纹波消除单元 310 可以进一步分解为包括纹波控制器 311、能量储存单元 313 和能量储存控制器 312。其中纹波控制器 311 可以分别与直流检测电路 303 和交流检测电路 306 相连接,用于根据输入的直流电信号和输出的交流电信号控制纹波消除单元 310 的工作模式:充电模式和放电模式;能量储存单元 313 可以与直流-直流转换电路 304 相连接,用于储存或者释放直流输入端的能量;以及能量储存控制器 312 可以分别与纹波控制器 311 和能量储存单元 313 相连接,用于根据纹波控制器 311 的指令,控制能量储存单元 313 的开关,实行能量的储存和释放。

[0069] 纹波控制器 311、能量储存控制器 312 和电力转换控制器 307 可以集成在同一电路里,例如以 FPGA、CPU、MCU、DSP 或者 ASIC 等形式实现。

[0070] 图 4 为本发明一个实施例的消除直流输入端纹波的单相反激逆变器的简单电路结构示意图。如图所示,在该单相反激逆变器 400 中,能量储存单元 413 为升压-降压双向转换器,其可以包括转换器的副边线圈 Tr 、电感 Lr 、储能电容 Cr 、第一 MOS 开关管 $Qr1$ 、第二 MOS 开关管 $Qr2$ 、第一二极管 $Dr1$ (第一二极管 $Dr1$ 也可以就是第一 MOS 开关管 $Qr1$ 的体二极管)和第二二极管 $Dr2$ (第二二极管 $Dr2$ 也可以就是第二 MOS 开关管 $Qr2$ 的体二极管)。

[0071] 在本实施例中,副边线圈 Tr 可以与转换器的主边线圈相耦合;电感 Lr 的第一端可以与副边线圈 Tr 的第一端相连接,电感 Lr 的第二端可以通过第二 MOS 开关管 $Qr2$ 连接到电容 Cr 的第一端;电容 Cr 的第二端可以连接到副边线圈 Tr 的第二端;第一 MOS 开关管 $Qr1$ 跨接在电感 Lr 的第二端和副边线圈 Tr 的第二端之间;第一 MOS 开关管 $Qr1$ 和第二 MOS 开关管 $Qr2$ 分别通过能量储存控制器 412 控制其开关,实行能量的储存和释放;第一二极管 $Dr1$ 和第二二极管 $Dr2$ 分别并联在第一 MOS 开关管 $Qr1$ 和第二 MOS 开关管 $Qr2$ 两端,第一二极管 $Dr1$ 的正极连接到副边线圈 Tr 的第二端,第一二极管 $Dr1$ 的负极连接到电感 Lr 的第

二端,第二二极管 Dr2 的正极连接到电感 Lr 的第二端,第二二极管 Dr2 的负极连接到电容 Cr 的第一端。

[0072] 在图 4 所示的单相反激逆变器 400 中,当第二 MOS 开关管 Qr2 保持关闭,这个转换器是由变压器 Tr 到电容 Cr 的升压器;当第一 MOS 开关管 Qr1 保持关闭,这个转换器是由电容 Cr 到变压器 Tr 的降压器。

[0073] 纹波消除单元内的储能电容 Cr 与逆变器 400 的输入端隔离,可以达到更高的电压,从而对于相同的能量可以使用更小的电容。

[0074] 下面对本发明一个实施例的消除直流输入端纹波的单相逆变器的工作原理作进一步地详细介绍。

[0075] 对于平均输出功率 P_o 和交流频率 f ,如果忽略转换损耗,输入功率由直流部分 P_{dc} 和双倍电网频率的纹波组成。直流电源只提供直流部分 P_o ,所以能量储存单元需要提供双频部分 $P_o \cos(2\omega t)$ 。假设输出功率为 $p_o(t)$,当 $p_o(t) > P_o$ 时,能量储存单元释放能量给输出;当 $p_o(t) < P_o$ 时,能量储存单元储存直流电源来的多余的能量。

[0076] 纹波消除单元的充电模式: $p_o(t) < P_o$,能量储存单元储存直流电源来的多余的能量 $P_o - p_o(t)$ 。图 5 为本发明一个实施例的消除直流输入端纹波的单相反激逆变器中的纹波消除单元工作于充电模式时的简单电路结构示意图。如图 5 所示,当第二 MOS 开关管 Qr2 关闭,能量储存单元是一个由变压器 Tr 的一个线圈到电容 Cr 的升压电路。当主开关 Q 导通,和第一 MOS 开关管 Qr1 关闭时,直流电源 DC 的能量储存到主变压器的原边,同时电感 Lr 内的电能通过第二二极管 Dr2 传输给电容 Cr。当主开关 Q 关闭,和第一 MOS 开关管 Qr1 导通时,主变压器里的电能同时传输给交流输出和能量储存单元内的电感 Lr。主开关 Q 和第一 MOS 开关管 Qr1 的驱动信号互补,都是工作在高频,比如 100kHz ~ 1MHz。通过升压电路,电容 Cr 上的电压高于变压器 Tr 的输出,升压的比例可通过第一 MOS 开关管 Qr1 开关的占空比来控制。

[0077] 纹波消除单元的放电模式: $p_o(t) > P_o$,能量储存单元释放储存的电能,补充给输出 $p_o(t) - P_o$ 。图 6 为本发明一个实施例的消除直流输入端纹波的单相反激逆变器中的纹波消除单元工作于放电模式时的简单电路结构示意图。如图 6 所示,当第一 MOS 开关管 Qr1 关闭,能量储存单元是电容 Cr 到变压器 Tr 的降压电路。当主开关 Q 关闭,和第二 MOS 开关管 Qr2 导通时,电容 Cr 内的能量 P_r 传输给电感 Lr,同时变压器内的能量传输给输出端。当主开关 Q 导通,和第二 MOS 开关管 Qr2 关闭时,电感 Lr 中的能量 P_r 通过第一二极管 Dr1 传输给变压器 Tr。主开关 Q 和第一 MOS 开关管 Qr1 的驱动信号互补,都是工作在高频,比如 100kHz ~ 1MHz。通过降压电路,电容 Cr 上的电压高于变压器 Tr 的输出,降压的比例可通过第二 MOS 开关管 Qr2 开关的占空比来控制。

[0078] 图 7 为本发明一个实施例的消除直流输入端纹波的单相逆变器的一系列工作波形的简单示意图。如图所示,从上往下依次为:单相逆变器的输出电压和电流波形、功率波形、第一开关管 Qr1 的驱动信号、第二开关管 Qr2 的驱动信号和主开关 Q 的驱动信号。其中主开关 Q、第一开关管 Qr1 和第二开关管 Qr2 的开关控制如上描述。

[0079] 在本实施例中,控制能量储存单元的工作模式的方式至少有如下三种:

[0080] 一种为比较即时输出功率 $p_o(t)$ 与平均输出功率 P_o 。交流检测电路检测输出电压和电流,计算即时输出功率 $p_o(t)$ 和平均输出功率 P_o 。比较输出功率 $p_o(t)$ 和平均输出功

率 P_o 来控制工作模式。当 $p_o(t) > P_o$ 时,为放电模式;当 $p_o(t) < P_o$ 时,为充电模式。

[0081] 一种为比较即时输入功率 $p_{in}(t)$ 与平均输入功率 P_{dc} 。直流检测电路检测输入电压和电流,计算即时输入功率 $p_{in}(t)$ 和平均输入功率 P_{dc} 。比较输入功率 $p_{in}(t)$ 和平均输入功率 P_{dc} 来控制工作模式。当 $P_{in}(t) > P_{dc}$ 时,为放电模式。当 $P_{in}(t) < P_{dc}$ 时,为充电模式。

[0082] 另一种为使用交流过零点控制。交流检测电路检测电压过零点,设为 0 相位,则 $+\pi/4$ 相位点为纹波消除模式的转变点。如果在过零点电压由负到正,纹波控制由充电模式变换为放电模式。如果在过零点电压由正到负,纹波控制由放电模式变换为充电模式。

[0083] 具有消除直流输入端纹波的单相逆变器的太阳能光伏发电系统的一个实施例

[0084] 在本发明一个实施例的太阳能光伏发电系统中,包括一个或者多个单相逆变器,该单相逆变器连接于太阳能板和电网之间。下面还是借助图 3 至图 7 对本发明的太阳能光伏系统,尤其是其中的单相逆变器作详细描述。

[0085] 图 3 为本发明一个实施例的消除直流输入端纹波的单相逆变器的模块结构示意图。如图所示,该单相逆变器 300 连接于太阳能板 301 和电网 302 之间。其中,单相逆变器 300 可以包括但不限于:直流检测电路 303、交流检测电路 306、直流-直流转换电路 304、直流-交流转换电路 305、电力转换控制电路 307 和纹波消除单元 310。纹波消除单元 310 与直流-直流转换电路 304 相耦合。

[0086] 在本实施例中,直流检测电路 303 可以与太阳能板 301 相连接,用于检测输入的直流电信号;交流检测电路 306 可以与交流电网 302 相连接,用于检测输出的交流电信号;直流-直流转换电路 304 可以与直流检测电路 303 相连接,用于对直流电信号进行升压;直流-交流转换电路 305 可以分别与直流-直流转换电路 304 和交流检测电路 306 相连接,用于将直流电转换成交流电;电力转换控制电路 307 可以分别与直流检测电路 303、交流检测电路 306、直流-直流转换电路 304 和直流-交流转换电路 305 相连接,用于根据输入的直流电压和电流以及输出的交流电压和电流通过基准电流控制开关(未图示),使单相逆变器 300 产生与交流电压同相位的输出交流电;以及纹波消除单元 310 可以分别与直流检测电路 303、交流检测电路 306 和直流-交流转换电路 305 相连接,用于根据输入的直流电信号和输出的交流电信号消除单相逆变器 300 直流输入端的纹波。

[0087] 其中,本实施例中的纹波消除单元 310 可以进一步分解为包括纹波控制器 311、能量储存单元 313 和能量储存控制器 312。其中纹波控制器 311 可以分别与直流检测电路 303 和交流检测电路 306 相连接,用于根据输入的直流电信号和输出的交流电信号控制纹波消除单元 310 的工作模式:充电模式和放电模式;能量储存单元 313 可以与直流-直流转换电路 304 相连接,用于储存或者释放直流输入端的能量;以及能量储存控制器 312 可以分别与纹波控制器 311 和能量储存单元 313 相连接,用于根据纹波控制器 311 的指令,控制能量储存单元 313 的开关,实行能量的储存和释放。

[0088] 纹波控制器 311、能量储存控制器 312 和电力转换控制器 307 可以集成在同一电路里,例如以 FPGA、CPU、MCU、DSP 或者 ASIC 等形式实现。

[0089] 图 4 为本发明一个实施例的消除直流输入端纹波的单相反激逆变器的简单电路结构示意图。如图所示,在该单相反激逆变器 400 中,能量储存单元 413 为升压-降压双向转换器,其可以包括转换器的副边线圈 Tr 、电感 L_r 、储能电容 Cr 、第一 MOS 开关管 $Qr1$ 、第二

MOS 开关管 Qr2、第一二极管 Dr1 (第一二极管 Dr1 也可以就是第一 MOS 开关管 Qr1 的体二极管) 和第二二极管 Dr2 (第二二极管 Dr2 也可以就是第二 MOS 开关管 Qr2 的体二极管)。

[0090] 在本实施例中,副边线圈 Tr 可以与转换器的主边线圈相耦合;电感 Lr 的第一端可以与副边线圈 Tr 的第一端相连接,电感 Lr 的第二端可以通过第二 MOS 开关管 Qr2 连接到电容 Cr 的第一端;电容 Cr 的第二端可以连接到副边线圈 Tr 的第二端;第一 MOS 开关管 Qr1 跨接在电感 Lr 的第二端和副边线圈 Tr 的第二端之间;第一 MOS 开关管 Qr1 和第二 MOS 开关管 Qr2 分别通过能量储存控制器 412 控制其开关,实行能量的储存和释放;第一二极管 Dr1 和第二二极管 Dr2 分别并联在第一 MOS 开关管 Qr1 和第二 MOS 开关管 Qr2 两端,第一二极管 Dr1 的正极连接到副边线圈 Tr 的第二端,第一二极管 Dr1 的负极连接到电感 Lr 的第二端,第二二极管 Dr2 的正极连接到电感 Lr 的第二端,第二二极管 Dr2 的负极连接到电容 Cr 的第一端。

[0091] 在图 4 所示的单相反激逆变器 400 中,当第二 MOS 开关管 Qr2 保持关闭,这个转换器是由变压器 Tr 到电容 Cr 的升压器;当第一 MOS 开关管 Qr1 保持关闭,这个转换器是由电容 Cr 到变压器 Tr 的降压器。

[0092] 纹波消除单元内的储能电容 Cr 与逆变器 400 的输入端隔离,可以达到更高的电压,从而对于相同的能量可以使用更小的电容。

[0093] 下面对本发明一个实施例的消除直流输入端纹波的单相逆变器的的工作原理作进一步地详细介绍。

[0094] 对于平均输出功率 P_o 和交流频率 f ,如果忽略转换损耗,输入功率由直流部分 P_{dc} 和双倍电网频率的纹波组成。直流电源只提供直流部分 P_o ,所以能量储存单元需要提供双频部分 $P_o \cos(2\omega t)$ 。假设输出功率为 $p_o(t)$,当 $p_o(t) > P_o$ 时,能量储存单元释放能量给输出;当 $p_o(t) < P_o$ 时,能量储存单元储存直流电源来的多余的能量。

[0095] 纹波消除单元的充电模式: $p_o(t) < P_o$,能量储存单元储存直流电源来的多余的能量 $P_o - p_o(t)$ 。图 5 为本发明一个实施例的消除直流输入端纹波的单相反激逆变器中的纹波消除单元工作于充电模式时的简单电路结构示意图。如图 5 所示,当第二 MOS 开关管 Qr2 关闭,能量储存单元是一个由变压器 Tr 的一个线圈到电容 Cr 的升压电路。当主开关 Q 导通,和第一 MOS 开关管 Qr1 关闭时,直流电源 DC 的能量储存到主变压器的原边,同时电感 Lr 内的电能通过第二二极管 Dr2 传输给电容 Cr。当主开关 Q 关闭,和第一 MOS 开关管 Qr1 导通时,主变压器里的电能同时传输给交流输出和能量储存单元内的电感 Lr。主开关 Q 和第一 MOS 开关管 Qr1 的驱动信号互补,都是工作在高频,比如 $100\text{kHz} \sim 1\text{MHz}$ 。通过升压电路,电容 Cr 上的电压高于变压器 Tr 的输出,升压的比例可通过第一 MOS 开关管 Qr1 开关的占空比来控制。

[0096] 纹波消除单元的放电模式: $p_o(t) > P_o$,能量储存单元释放储存的电能,补充给输出 $p_o(t) - P_o$ 。图 6 为本发明一个实施例的消除直流输入端纹波的单相反激逆变器中的纹波消除单元工作于放电模式时的简单电路结构示意图。如图 6 所示,当第一 MOS 开关管 Qr1 关闭,能量储存单元是电容 Cr 到变压器 Tr 的降压电路。当主开关 Q 关闭,和第二 MOS 开关管 Qr2 导通时,电容 Cr 内的能量 P_r 传输给电感 Lr,同时变压器内的能量传输给输出端。当主开关 Q 导通,和第二 MOS 开关管 Qr2 关闭时,电感 Lr 中的能量 P_r 通过第一二极管 Dr1 传输给变压器 Tr。主开关 Q 和第一 MOS 开关管 Qr1 的驱动信号互补,都是工作在高频,比如

100kHz ~ 1MHz。通过降压电路,电容 C_r 上的电压高于变压器 T_r 的输出,降压的比例可通过第二 MOS 开关管 Q_{r2} 开关的占空比来控制。

[0097] 图 7 为本发明一个实施例的消除直流输入端纹波的单相逆变器的一系列工作波形的简单示意图。如图所示,从上往下依次为:单相逆变器的输出电压和电流波形、功率波形、第一开关管 Q_{r1} 的驱动信号、第二开关管 Q_{r2} 的驱动信号和主开关 Q 的驱动信号。其中主开关 Q 、第一开关管 Q_{r1} 和第二开关管 Q_{r2} 的开关控制如上描述。

[0098] 在本实施例中,控制能量储存单元的工作模式的方式至少有如下三种:

[0099] 一种为比较即时输出功率 $p_o(t)$ 与平均输出功率 P_o 。交流检测电路检测输出电压和电流,计算即时输出功率 $p_o(t)$ 和平均输出功率 P_o 。比较输出功率 $p_o(t)$ 和平均输出功率 P_o 来控制工作模式。当 $p_o(t) > P_o$ 时,为放电模式;当 $p_o(t) < P_o$ 时,为充电模式。

[0100] 一种为比较即时输入功率 $p_{in}(t)$ 与平均输入功率 P_{dc} 。直流检测电路检测输入电压和电流,计算即时输入功率 $p_{in}(t)$ 和平均输入功率 P_{dc} 。比较输入功率 $p_{in}(t)$ 和平均输入功率 P_{dc} 来控制工作模式。当 $p_{in}(t) > P_{dc}$ 时,为放电模式。当 $p_{in}(t) < P_{dc}$ 时,为充电模式。

[0101] 另一种为使用交流过零点控制。交流检测电路检测电压过零点,设为 0 相位,则 $+\pi/4$ 相位点为纹波消除模式的转变点。如果在过零点电压由负到正,纹波控制由充电模式变换为放电模式。如果在过零点电压由正到负,纹波控制由放电模式变换为充电模式。

[0102] 本发明的单相逆变器增加了纹波消除单元,通过检测纹波功率,控制能量储存单元里转换电路的工作模式。当输入直流功率高于输出功率时,为充电模式,能量储存单元储存能量。当输入直流功率低于输出功率时,为放电模式,能量储存单元释放能量补充给输出端。通过控制纹波消除单元内转换电路的开关,电容上的电压随能量波形变化,其上的电压和储存的能量决定电容值,电容的能量可以被控制为等同于双频纹波功率,实现充放电,从而消除单相逆变器直流侧输入端的双频纹波。

[0103] 本发明虽然以较佳实施例公开如上,但其并不是用来限定本发明,任何本领域技术人员在不脱离本发明的精神和范围内,都可以做出可能的变动和修改。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作的任何修改、等同变化及修饰,均落入本发明权利要求所界定的保护范围之内。

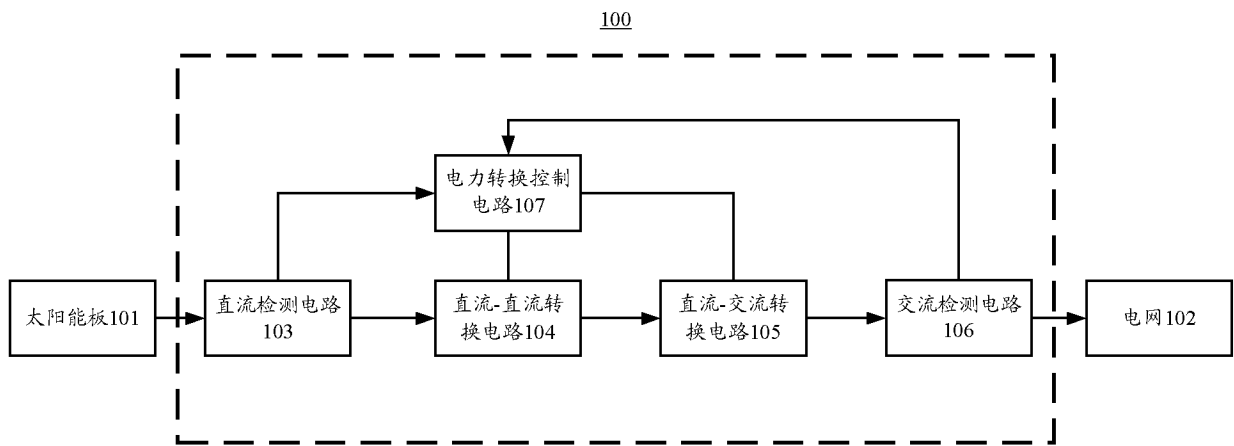


图 1

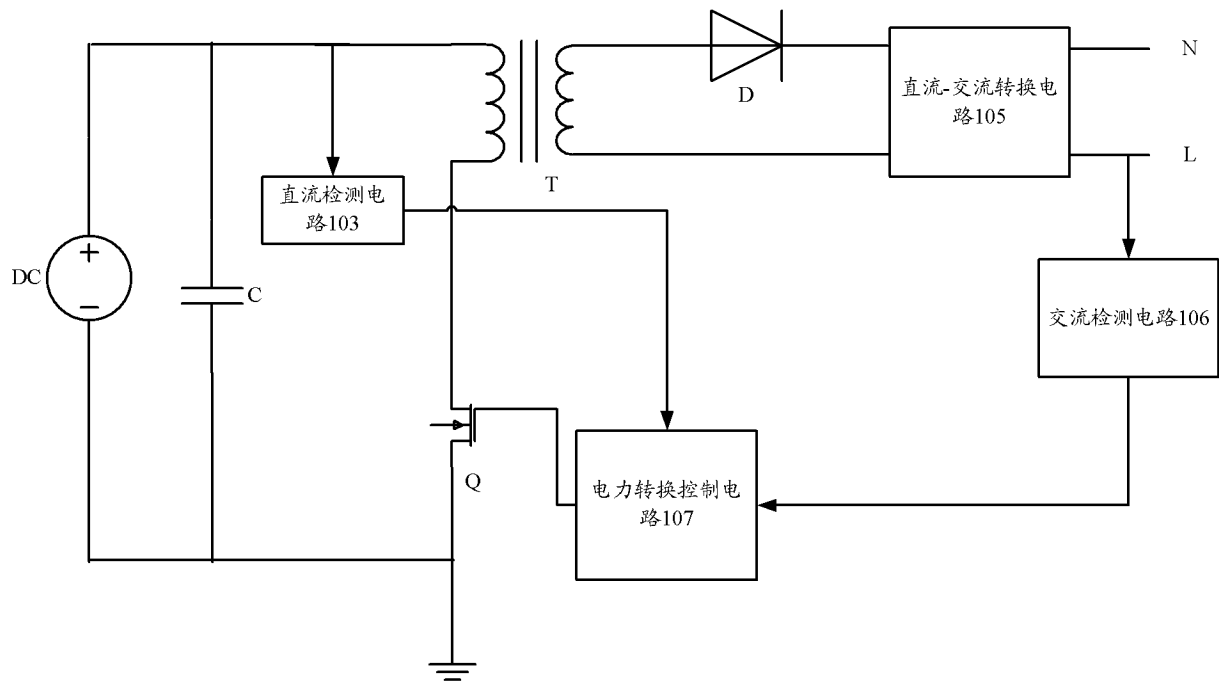


图 2

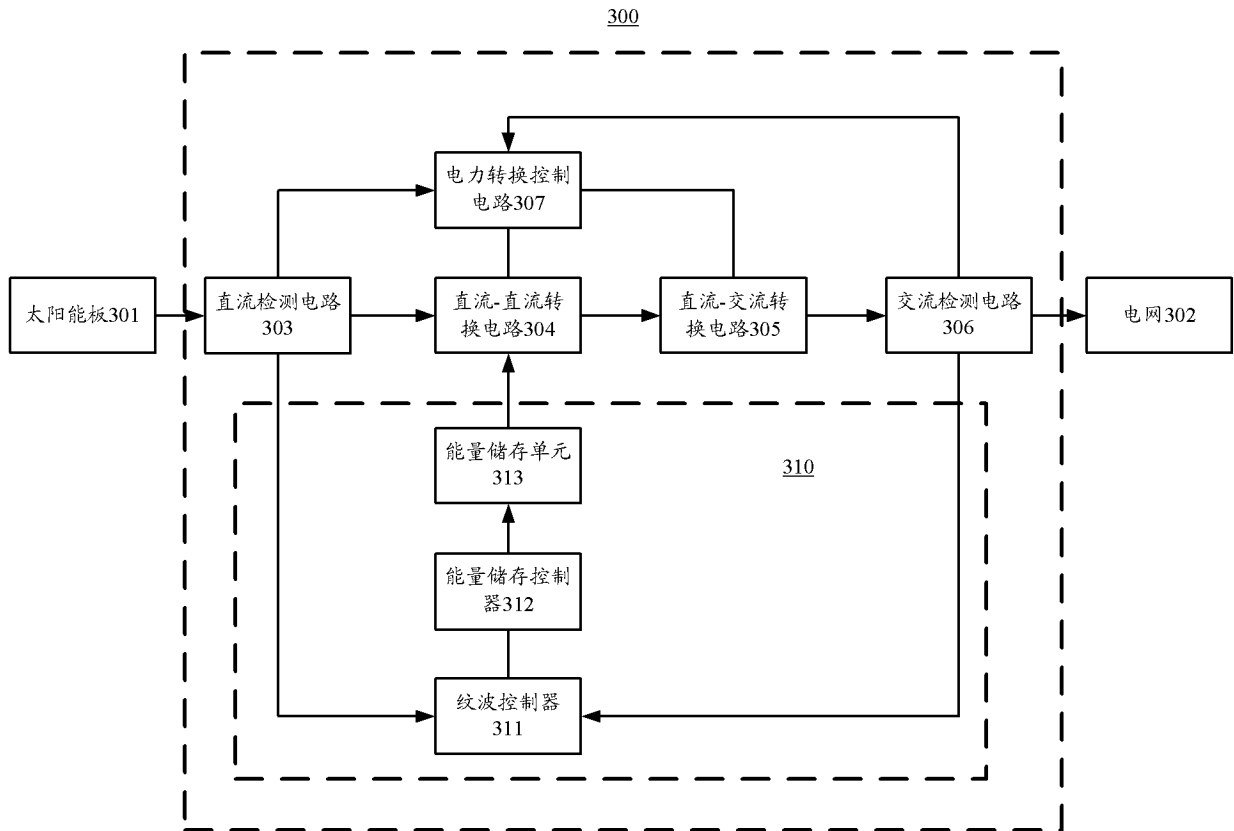


图 3

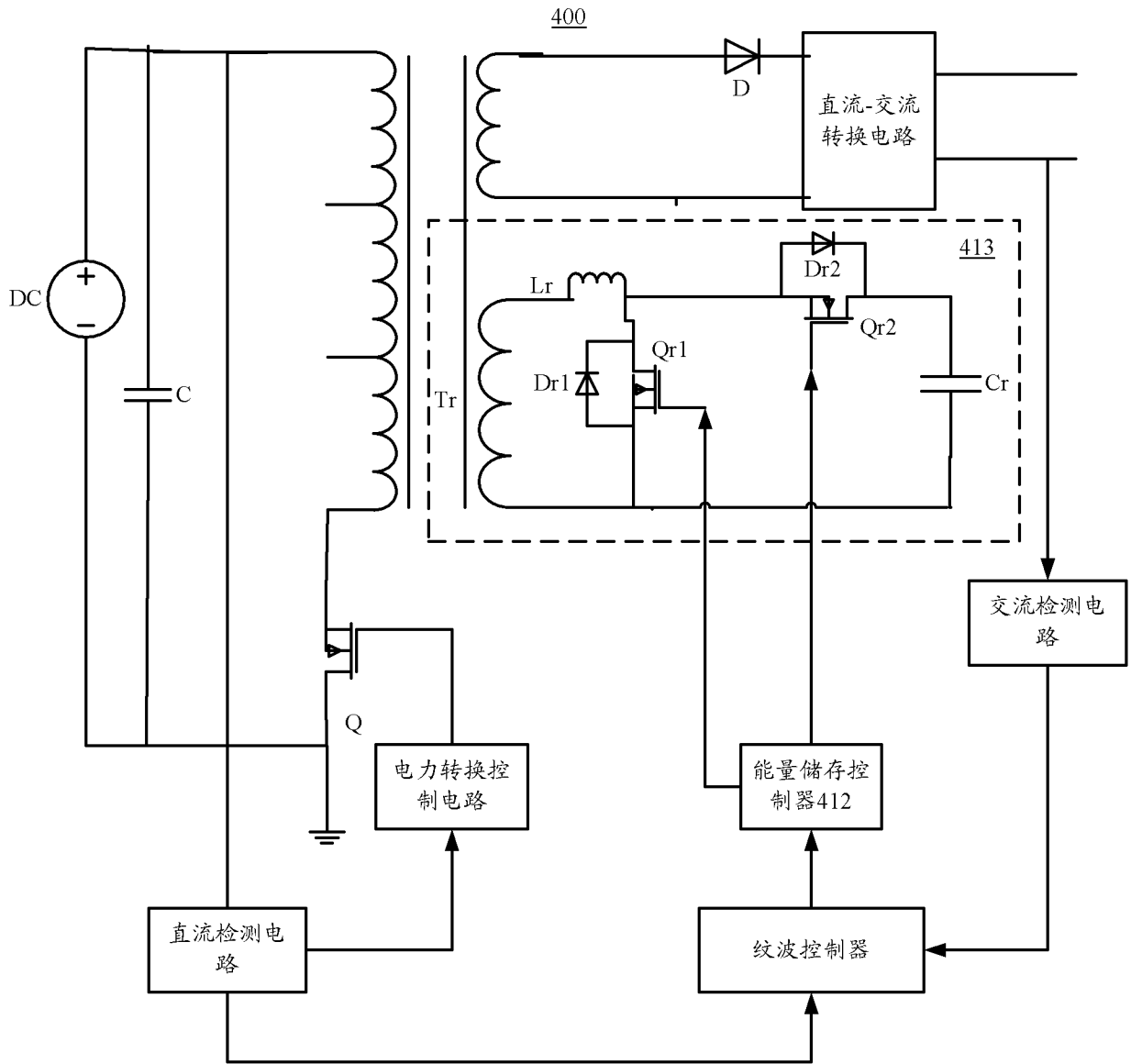


图 4

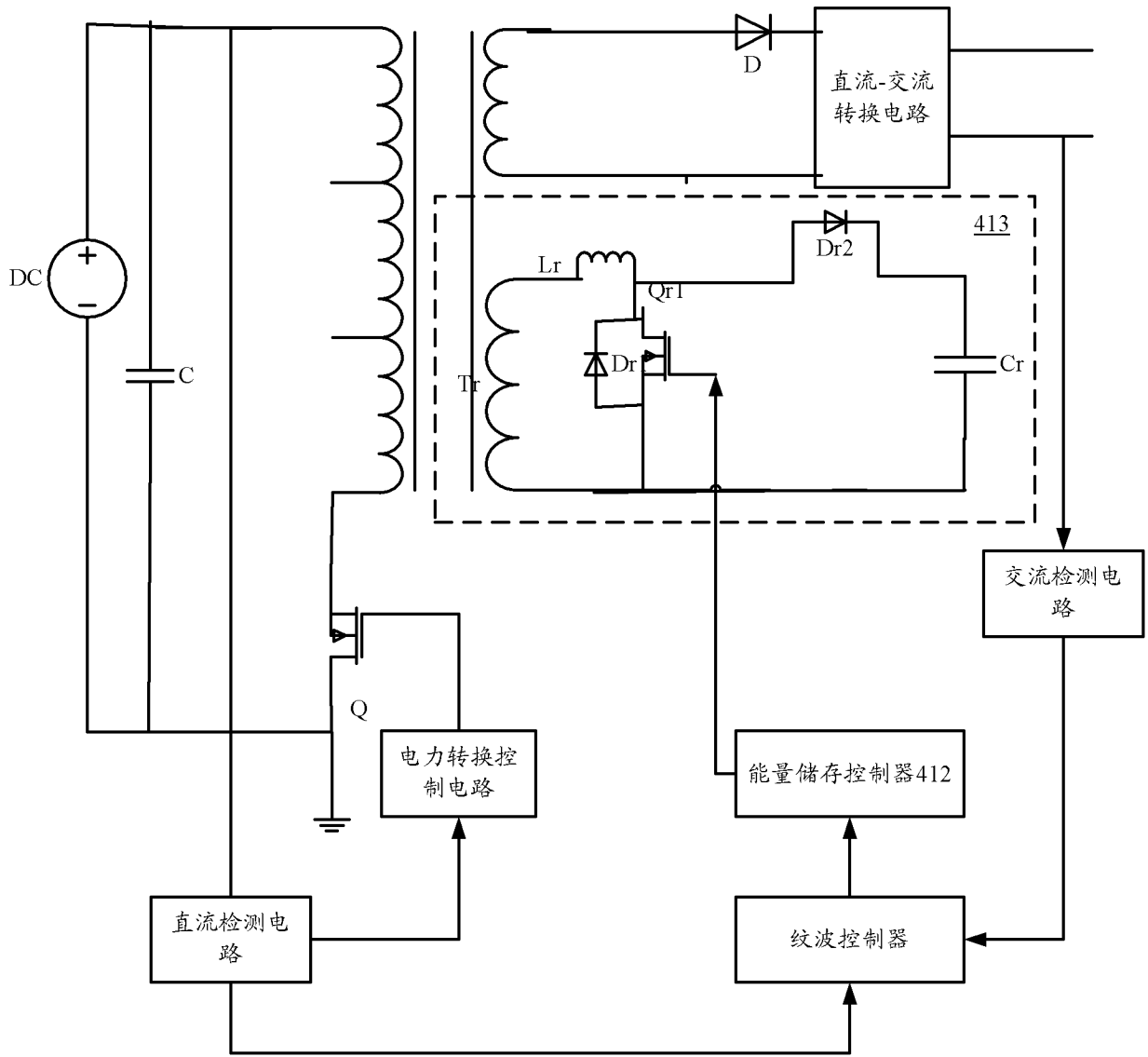


图 5

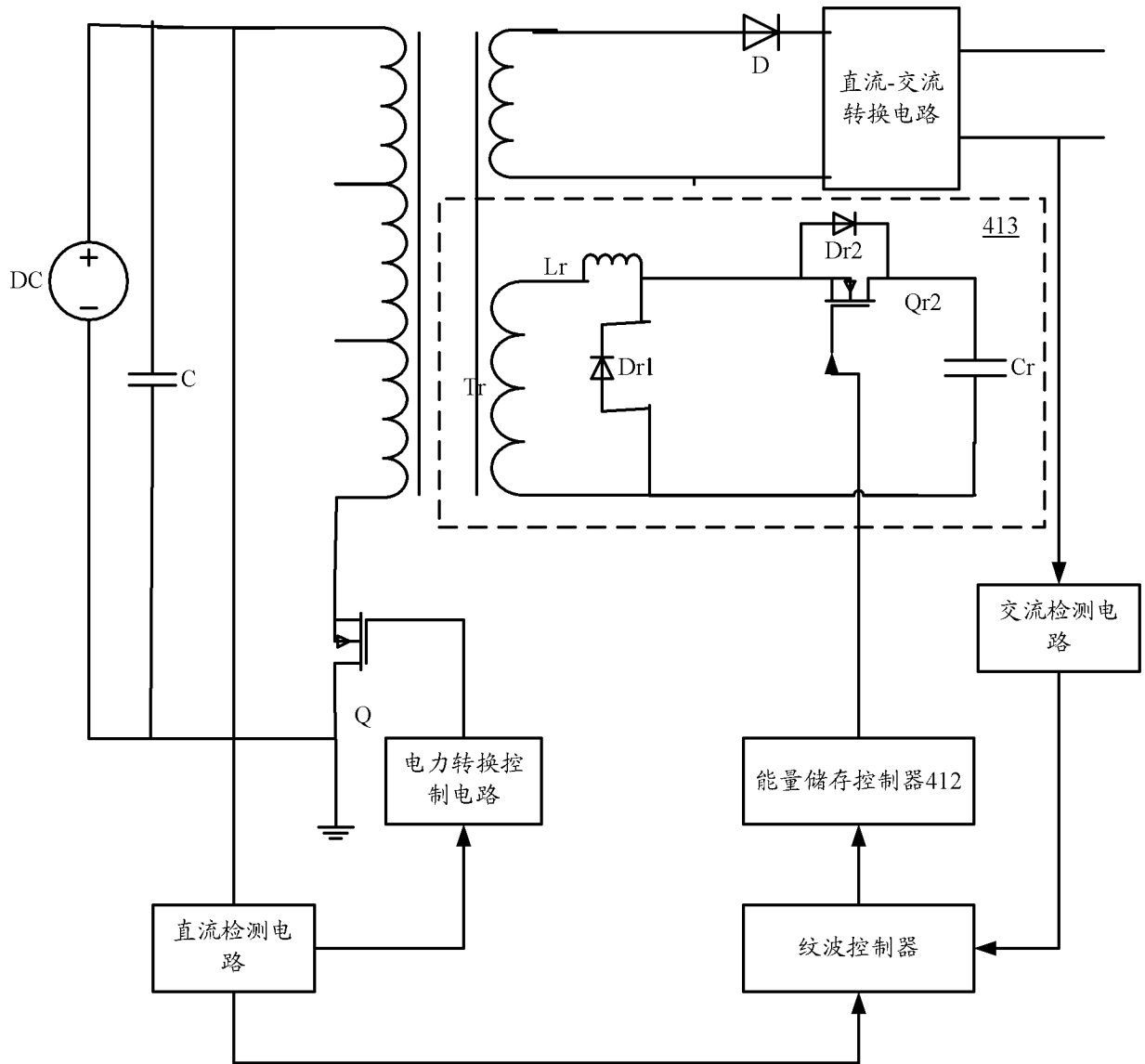


图 6

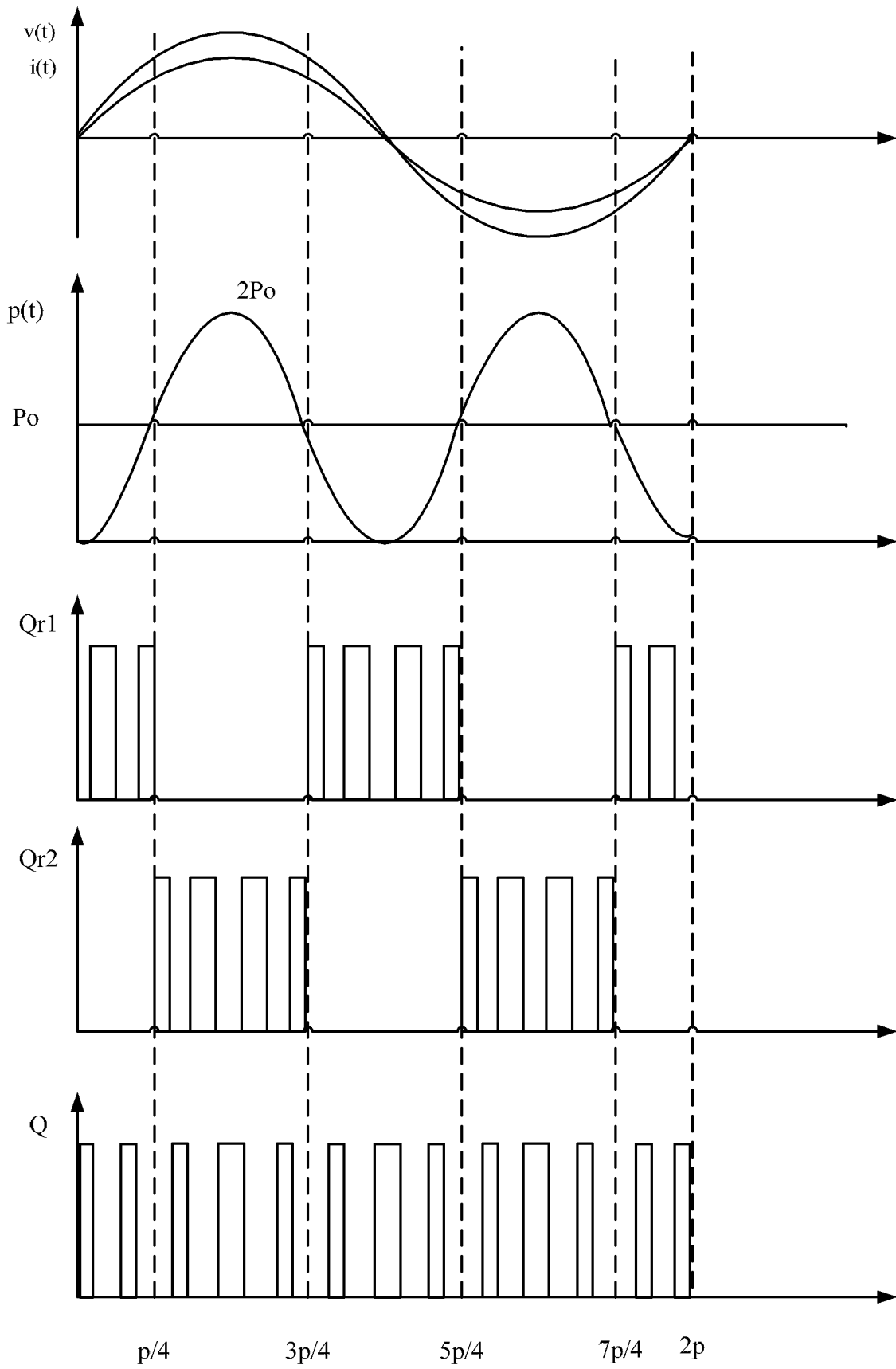


图 7