

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H02M 5/44 (2006.01)

H02M 5/458 (2006.01)



[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200720006251.6

[45] 授权公告日 2008年2月6日

[11] 授权公告号 CN 201018418Y

[22] 申请日 2007.2.2

[21] 申请号 200720006251.6

[73] 专利权人 福州大学

地址 350002 福建省福州市工业路 523 号

[72] 发明人 林国庆 林清华

[74] 专利代理机构 福州元创专利代理有限公司

代理人 蔡学俊

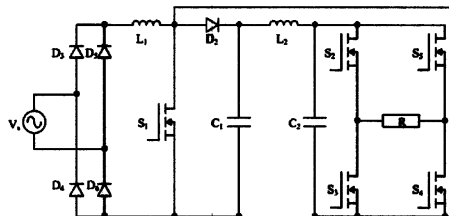
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 3 页

[54] 实用新型名称

可升降电流型 AC - AC 变换器

[57] 摘要

本实用新型涉及一种可升降电流型 AC - AC 变换器，其特征在于：包括 AC - DC 整流电路、DC - DC 变换器和 DC - AC 逆变器。DC - DC 变换器的输入输出电感均工作在断续模式 (DCM)，以获得高功率因数并降低储能电容的电压应力。该电流型 AC - AC 变换器可以在两级电路里实现功率因数校正、功率控制和低频逆变三种功能。减少了元器件，降低了成本，简化了电路，提高了效率。



1、一种可升降电流型 AC-AC 变换器，其特征在于：包括 AC-DC 整流电路、DC-DC 变换器和 DC-AC 逆变器；交流电压源连接到 AC-DC 整流电路的输入端，AC-DC 整流电路的输出连接 DC-DC 变换器，DC-DC 变换器输出端与 DC-AC 变换器相连；所述的 DC-DC 变换器是由 BOOST 升压变换器和 BUCK 降压变换器组成，其中 BOOST 变换器由储能电感 L_1 、开关管 S_1 、续流二极管 D_2 和储能电容 C_1 组成；BUCK 变换器由开关管 S_1 、续流二极管 D_2 、滤波电感 L_2 和滤波电容 C_2 组成；AC-DC 整流电路的正端输出通过储能电感 L_1 连接到续流二极管 D_2 正极，续流二极管 D_2 的负极连接到储能电容 C_1 的一端，储能电容 C_1 的另外一端连接到 AC-DC 整流电路的负端；在储能电感 L_1 和续流二极管 D_2 正极的连接点与 AC-DC 整流电路的负端之间连接一个开关管 S_1 ；续流二极管 D_2 的负极又通过一个滤波电感 L_2 连接到滤波电容 C_2 的一端，滤波电容 C_2 的另一端连接到续流二极管 D_2 正极，滤波电容 C_2 的两端还并接有由开关管 S_2 、 S_3 、 S_4 、 S_5 构成的全桥 DC-AC 逆变器，逆变器接有一个负载 R 。

2、根据权利要求书 1 所述的可升降电流型 AC-AC 变换器，其特征在于：其中的 BOOST 变换器的电感电流在稳态时工作模式为恒占空比断续模式，以获得高功率因数；BUCK 变换器工作模式为恒占空比断续模式，以降低储能电容 C_1 的电压应力。

3、根据权利要求书 1 所述的可升降电流型 AC-AC 变换器，其特征在于：所述的 DC-AC 逆变器是低频全桥开关变换器。

可升降电流型 AC-AC 变换器

技术领域

该实用新型涉及一种可升降电流型 AC-AC 变换器，具体地涉及一种可在两级电路里实现功率因数校正、功率控制和低频逆变的电流型变换器。

背景技术

传统的低频方波电子镇流器具有三级的电路结构，包括功率因数校正级、功率控制级和逆变级。虽然技术比较成熟，但存在电路结构复杂、成本高、效率低等缺点。

发明内容

本实用新型的目的是提供一种可升降电流型 AC-AC 变换器，该变换器可以在两级的电路实现功率因数校正、功率控制和低频逆变三种功能，以取代传统的三级电路结构。

本实用新型是这样构成的：包括 AC-DC 整流电路、DC-DC 变换器和 DC-AC 逆变器；交流电压源连接到 AC-DC 整流电路的输入端，AC-DC 整流电路的输出连接 DC-DC 变换器，DC-DC 变换器输出端与 DC-AC 逆变器相连；所述的 DC-DC 变换器是由 BOOST 升压变换器和 BUCK 降压变换器组成，其中 BOOST 变换器由储能电感 L_1 、开关管 S_1 、续流二极管 D_2 和储能电容 C_1 组成；BUCK 变换器由开关管 S_1 、续流二极管 D_2 、滤波电感 L_2 和滤波电容 C_2 组成；AC-DC 整流电路的正端输出通过储能电感 L_1 连接到续流二极管 D_2 正极，续流二极管 D_2 的负极连接到储能电容 C_1 的一端，储能电容 C_1 的另外一端连接到 AC-DC 整流电路的负端；在储能电感 L_1 和续流二极管 D_2 正极的连接点与 AC-DC 整流电路的负端之间连接一个开关管 S_1 ；续流二极管 D_2 的负极又通过一个滤波电感 L_2 连接到滤波电容 C_2 的一端，滤波电容 C_2 的另一端连接到续流二极管 D_2 正极，滤波电容 C_2 的两端还并接有由开关管 S_2 、 S_3 、 S_4 、 S_5 构成的全桥 DC-AC 逆变器，逆变器接有一个负载 R 。

本实用新型利用开关集成原理，在 DC-DC 变换器中集成了 BOOST 变换器和 BUCK 变换器的功能，由于输入电感 L_1 的存在，降低了电磁干扰，减小 EMI 滤波器的体积；输出电感 L_2 的存在，提供限流输出，可用在电子镇流器中实现功率因数校正和输出功率控制，输出方波的电流信号，简化电子镇流器的电路拓扑，减少电路的元器件数目和驱动，提高整体效率。

附图说明

图 1 是本发明的电路图。

图 2 是 DC-DC 变换器电路图。

图 3 是 DC-DC 变换器在一个开关周期内 $t_0 \sim t_1$ 时刻工作模式示意图。

图 4 是 DC-DC 变换器主要波形图。

图 5 是输入电压电流波形图。

具体实施方式

本实用新型包括 AC-DC 整流电路、DC-DC 变换器和 DC-AC 逆变器。交流电压源连接到 AC-DC 整流电路的输入端，AC-DC 整流电路的输出连接 DC-DC 开关变换器，DC-DC 变换器输出端与 DC-AC 变换器相连；所述的 DC-DC 变换器是由 BOOST 升压变换器和 BUCK 降压变换器组成，其中 BOOST 变换器由储能电感 L_1 、开关管 S_1 、续流二极管 D_2 和储能电容 C_1 组成；BUCK 变换器由开关管 S_1 、续流二极管 D_2 、滤波电感 L_2 和滤波电容 C_2 组成；AC-DC 整流电路的正端输出通过储能电感 L_1 连接到续流二极管 D_2 正极，续流二极管 D_2 的负极连接到储能电容 C_1 的一端，储能电容 C_1 的另外一端连接到 AC-DC 整流电路的负端；在储能电感 L_1 和续流二极管 D_2 正极的连接点与 AC-DC 整流电路的负端之间连接一个开关管 S_1 ；续流二极管 D_2 的负极又通过一个滤波电感 L_2 连接到滤波电容 C_2 的一端，滤波电容 C_2 的另一端连接到续流二极管 D_2 正极，滤波电容 C_2 的两端还并接有由开关管 S_2 、 S_3 、 S_4 、 S_5 构成的全桥 DC-AC 逆变器，逆变器接有一个负载 R 。

上述 BOOST 变换器的电感电流在稳态时工作模式为恒占空比断续模式，以获得高功率因数；BUCK 变换器工作模式为恒占空比断续模式，以降低储能电容 C_1 的电压应力。

所述的 DC-AC 逆变器是低频全桥开关变换器。

上述的 DC-DC 变换器，如图 2 所示，它的工作原理是这样的：电路在一个开关周期内分为以下 4 个工作状态，如图 3。

模式 (a)：在 $t_0 \sim t_1$ 时刻，开关管 S_1 导通， V_s 通过 D_1 ， S_1 对电感 L_1 线性充电，电感 L_1 两端的电压 $V_{L1} = V_s$ ，电感电流 i_{L1} 线性上升；储能电容 C_1 通过开关管 S_1 、 $C_2 \& R_{amp}$ 对电感 L_2 线性充电，电感 L_2 两端的电压 $V_{L2} = V_{C1} - V_{C2}$ ，电感电流 i_{L2} 线性上升。到 t_1 时，开关管 S_1 关断，电路进入模式 (b)。

模式 (b)：在 $t_1 \sim t_2$ 时刻，开关管 S_1 关断，电感电流 i_{L1} 通过 V_s ， D_1 ， L_1 ， D_2 ， C_1 续流，电感 L_1 两端的电压 $V_{L1} = V_s - V_{C1}$ ，电感电流 i_{L1} 线性下降；电感电流 i_{L2} 通过 L_2 ， $C_2 \& R_{amp}$ ， D_2 续流，电感 L_2 两端的电压 $V_{L2} = -V_{C2}$ ，电感电流 i_{L2} 线性下降。当电感电流 i_{L1} 下降到零时，电路进入模式 (c)。

模式 (c)：在 $t_2 \sim t_3$ 时刻，开关管 S_1 继续保持关断，电感电流 i_{L1} 由于二极管 D_1 的反向偏置，继续保持为零。电感电流 i_{L2} 在负电压 V_{C2} 的作用下，继续线性下降。当电感电流 i_{L2} 下降到零时，电路进入模式 (d)。

模式 (d)：在 $t_3 \sim t_4$ 时刻，开关管 S_1 继续保持关断，电感电流 i_{L1} 、 i_{L2} 继续保持零电流状态。单独由电容 C_2 给负载供电，直到一个开关周期结束。

当模式 (d) 结束后，电路又进入模式 (a)，如此反复工作。

在一个开关周期内，该 DC-DC 变换器的主要波形如图 4 所示。

本实用新型中所述的整流电路与 DC-DC 开关变换器一起实现功率因数校正和功率控制功能；全桥逆变器把直流电变为低频方波供负载使用。

为了实现功率因数校正的目的，BOOST 变换器电感 L_1 在稳态时工作在恒占空比的断续模式 (DCM)，图 5 为输入电压电流波形。

对恒功率输出的应用场合，在半个工频周期内，由于输入功率是瞬变的，其与输出功率之差需要用储能电容来暂存（如图 4 中的 C_1 ）。

当 BUCK 变换器的电感 L_2 工作在连续模式 (CCM) 时，储能电容 C_1 的电压会随着输入电压和负载的变化而变化。在宽输入范围内，轻载时储能电容 C_1 的电压甚至会达到上千伏，即

$$V_{C1} = \frac{R_L V_m^2}{2T_L L_1 f_s} \int_0^{T_L} \frac{\sin^2(\omega t)}{V_{C1} - V_m \sin(\omega t)} dt$$

为了解决储能电容电压应力过高的问题，BUCK 变换器的电感 L_2 需工作在断续模式 (DCM)，此时储能电容 C_1 电压为

$$V_{C1} = \frac{(R_L D^2 + 4L_2 f_s + \sqrt{R_L^2 D^4 + 8L_2 f_s R_L D^2}) V_m^2}{4T_L L_1 f_s} \int_0^{T_L} \frac{\sin^2(\omega t)}{V_{C1} - V_m \sin(\omega t)} dt$$

DC-DC 开关变换器的输出电压为

$$V_o = \frac{2V_{C1}}{1 + \sqrt{1 + \frac{8L_2 f_s}{R_L D^2}}}$$

可见，当保持 $R_L D^2$ 恒定时，储能电容上的电压就会保持恒定。同时输出电压也保持恒定。由此可见，当 BOOST 变换器和 BUCK 变换器电感 L_1 、 L_2 均工作在 DCM 状态下，可以保持储能电容电压和输出电压的恒定。

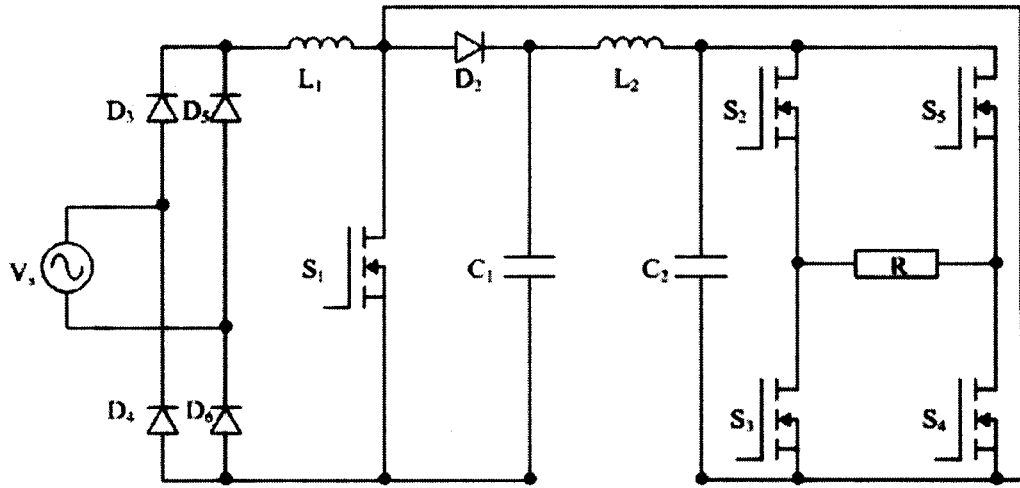


图 1

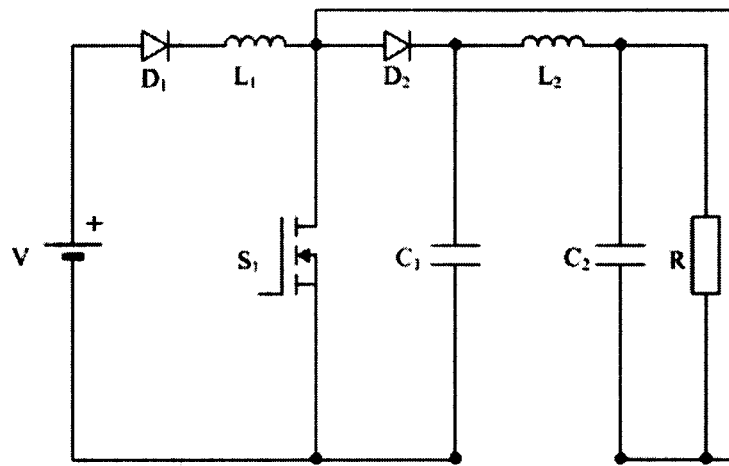


图 2

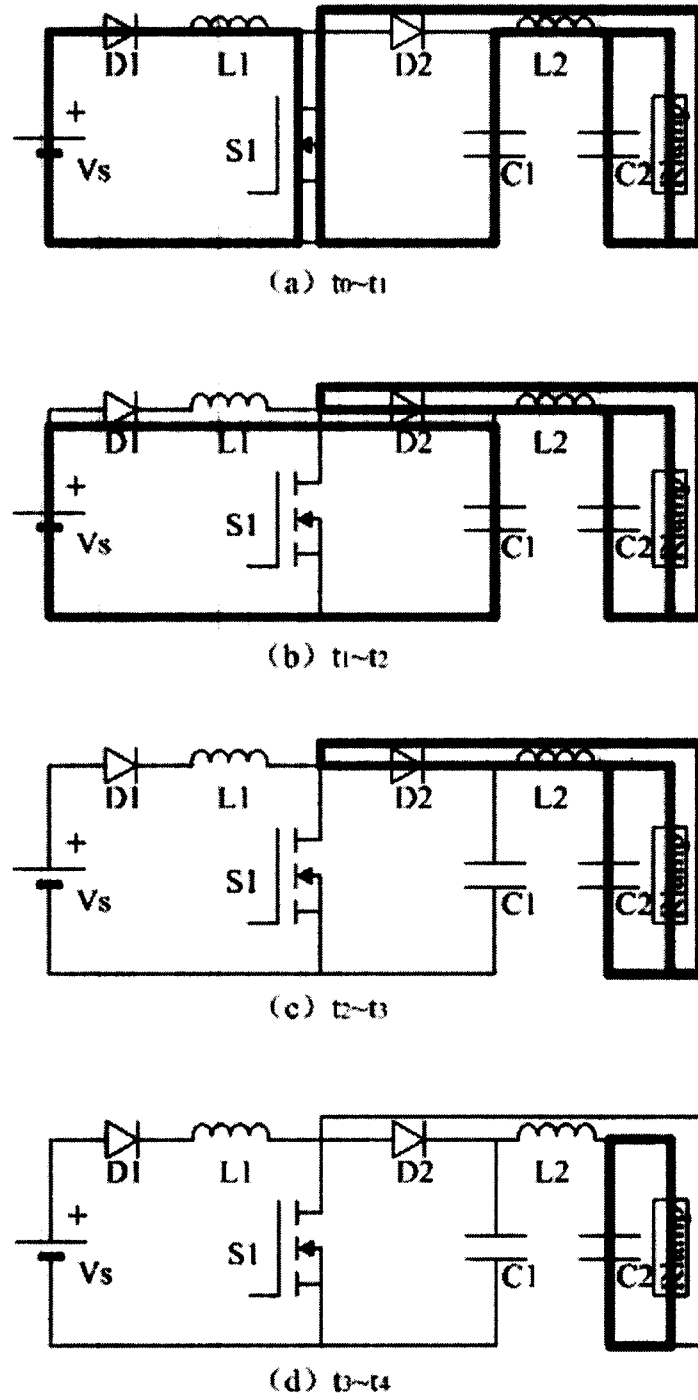


图 3

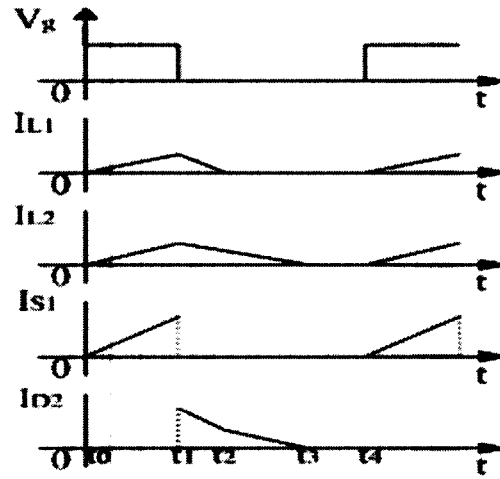


图 4

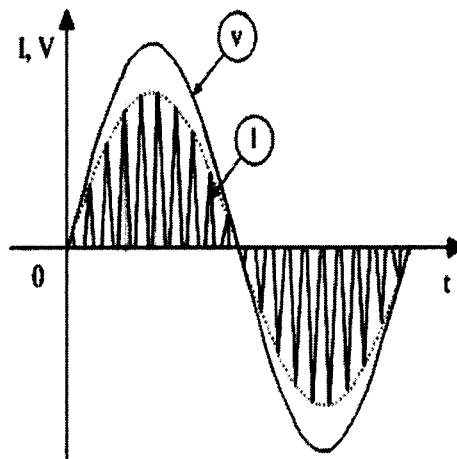


图 5