

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H02M 7/217 (2006.01)

G05F 1/56 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710144891.8

[43] 公开日 2008年6月11日

[11] 公开号 CN 101197544A

[22] 申请日 2007.12.21

[21] 申请号 200710144891.8

[71] 申请人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西大直街92号

[72] 发明人 王卫 徐殿国 刘鸿鹏 刘永光  
高 强 刘桂花

[74] 专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事务所  
代理人 朱永林

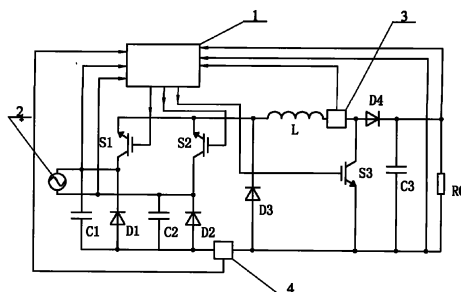
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

## [54] 发明名称

输入宽范围连续可调的无桥 Buck - Boost PFC 变换器

## [57] 摘要

输入宽范围连续可调的无桥 Buck - Boost PFC 变换器，它涉及的是电压变换的技术领域。它是为了解决现有电压变换器在任一时刻电路中总有四个半导体器件处于工作状态，存在通态损耗显著增加、发热量增加的问题。它的开关管 S1 的集电极、二极管 D1 阴极接电容 C1 一端并接交流电源一端，开关管 S2 集电极、二极管 D2 阴极接电容 C2 一端并接交流电源(2)另一端，开关管 S1 发射极、开关管 S2 发射极、二极管 D3 阴极连接电感的一端，电容 C1 另一端、二极管 D1 阳极、电容 C2 另一端、二极管 D2 的阳极通过第二电流检测器接负载的另一端。本发明在不需全桥整流的前提下能将交流电直接转换成稳压直流电，在任一时刻电路中只有三个半导体器件导通，使效率显著提高。



1、输入宽范围连续可调的无桥 Buck-Boost PFC 变换器，它由微控制器(1)、第一电流检测器(3)、第二电流检测器(4)、开关管 S1、开关管 S2、开关管 S3、二极管 D1、二极管 D2、二极管 D3、二极管 D4、电容 C1、电容 C2、电容 C3、电感 L 组成；

微控制器(1)的第一电流检测输入端连接第一电流检测器(3)的信号输出端，微控制器(1)的第二电流检测输入端连接第二电流检测器(4)的信号输出端，微控制器(1)的第一电压检测的两个输入端分别连接在交流电源(2)的两端，微控制器(1)的第二电压检测的两个输入端分别连接在负载  $R_0$  的两端，微控制器(1)的三个控制输出端分别连接开关管 S1 的栅极、开关管 S2 的栅极、开关管 S3 的栅极；其特征在于开关管 S1 的集电极、二极管 D1 的阴极连接电容 C1 的一端并接交流电源(2)的一端，开关管 S2 的集电极、二极管 D2 的阴极连接电容 C2 的一端并接交流电源(2)的另一端，开关管 S1 的发射极、开关管 S2 的发射极、二极管 D3 的阴极连接电感 L 的一端，电感 L 的另一端通过第一电流检测器(3)连接开关管 S3 的集电极和二极管 D4 的阳极，二极管 D4 的阴极连接电容 C3 的一端并连接负载  $R_0$  的一端，电容 C1 的另一端、二极管 D1 的阳极、电容 C2 的另一端与二极管 D2 的阳极连接后再通过第二电流检测器(4)连接二极管 D3 的阳极、开关管 S3 的发射极、电容 C3 的另一端并连接负载  $R_0$  的另一端。

## 输入宽范围连续可调的无桥 Buck-Boost PFC 变换器

### 技术领域

本发明涉及的是电压变换的技术领域。

### 背景技术

在输入电压宽范围可调的设备中，尤其是高电压输入时，为了得到合适的母线电压，就必须使用具有升降压特性的变换器。图 1 所示为级联式 Buck-Boost PFC 电路，因为具有较小的电压和电流应力，非常适用于宽范围电压输入尤其是高电压输入场合。但是，级联式 Buck-Boost PFC 电路由桥式整流电路和 Buck-Boost 变换器构成，在任一时刻电路中总有四个半导体器件处于导通状态。随着变换器功率等级和开关频率的提高，系统的通态损耗显著增加，整体效率降低。

### 发明内容

本发明的目的是为了解决现有电压变换器在任一时刻电路中总有四个半导体器件处于导通状态，随着变换器功率等级和开关频率的提高，存在系统的通态损耗显著增加、整体效率降低、发热量增加的问题，而提出了一种输入宽范围连续可调的无桥 Buck-Boost PFC 变换器。

它由微控制器 1、第一电流检测器 3、第二电流检测器 4、开关管 S1、开关管 S2、开关管 S3、二极管 D1、二极管 D2、二极管 D3、二极管 D4、电容 C1、电容 C2、电容 C3、电感 L 组成；

微控制器 1 的第一电流检测输入端连接第一电流检测器 3 的信号输出端，微控制器 1 的第二电流检测输入端连接第二电流检测器 4 的信号输出端，微控制器 1 的第一电压检测的两个输入端分别连接在交流电源 2 的两端，微控制器 1 的第二电压检测的两个输入端分别连接在负载  $R_0$  的两端，微控制器 1 的三个控制输出端分别连接开关管 S1 的栅极、开关管 S2 的栅极、开关管 S3 的栅极；开关管 S1 的集电极、二极管 D1 的阴极连接电容 C1 的一端并接交流电源 2 的一端，开关管 S2 的集电极、二极管 D2 的阴极

连接电容 C2 的一端并接交流电源 2 的另一端，开关管 S1 的发射极、开关管 S2 的发射极、二极管 D3 的阴极连接电感 L 的一端，电感 L 的另一端通过第一电流检测器 3 连接开关管 S3 的集电极和二极管 D4 的阳极，二极管 D4 的阴极连接电容 C3 的一端并连接负载  $R_0$  的一端，电容 C1 的另一端、二极管 D1 的阳极、电容 C2 的另一端与二极管 D2 的阳极连接后再通过第二电流检测器 4 连接二极管 D3 的阳极、开关管 S3 的发射极、电容 C3 的另一端并连接负载  $R_0$  的另一端。

本发明在不需要全桥整流的前提下能将交流电直接转换成稳压直流电，并在任一时刻电路中只有三个半导体器件导通，使效率显著提高。并具有结构简单、制造成本低廉、发热量小、容易维护、寿命长的优点。并且其 EMI 干扰理论与传统有桥 Buck-Boost PFC 一样。

#### 附图说明

图 1 是背景技术中级联式 Buck-Boost PFC 电路结构示意图，图 2 是本发明的电路结构示意图。

#### 具体实施方式

具体实施方式一：结合图 2 说明本实施方式，本实施方式由微控制器 1、第一电流检测器 3、第二电流检测器 4、开关管 S1、开关管 S2、开关管 S3、二极管 D1、二极管 D2、二极管 D3、二极管 D4、电容 C1、电容 C2、电容 C3、电感 L 组成；

微控制器 1 的第一电流检测输入端连接第一电流检测器 3 的信号输出端，微控制器 1 的第二电流检测输入端连接第二电流检测器 4 的信号输出端，微控制器 1 的第一电压检测的两个输入端分别连接在交流电源 2 的两端，微控制器 1 的第二电压检测的两个输入端分别连接在负载  $R_0$  的两端，微控制器 1 的三个控制输出端分别连接开关管 S1 的栅极、开关管 S2 的栅极、开关管 S3 的栅极；开关管 S1 的集电极、二极管 D1 的阴极连接电容 C1 的一端并接交流电源 2 的一端，开关管 S2 的集电极、二极管 D2 的阴极连接电容 C2 的一端并接交流电源 2 的另一端，开关管 S1 的发射极、开关管 S2 的发射极、二极管 D3 的阴极连接电感 L 的一端，电感 L 的另一端通过第一电流检测器 3 连接开关管 S3 的集电极和二极管 D4 的阳极，二极管

D4 的阴极连接电容 C3 的一端并连接负载  $R_0$  的一端，电容 C1 的另一端、二极管 D1 的阳极、电容 C2 的另一端与二极管 D2 的阳极连接后再通过第二电流检测器 4 连接二极管 D3 的阳极、开关管 S3 的发射极、电容 C3 的另一端并连接负载  $R_0$  的另一端。

微控制器 1 选用的型号为 UC3854，第一电流检测器 3 选用型号为 TBC10LX 的霍尔器件，第二电流检测器 4 选用低阻值的电阻，开关管 S1、开关管 S2 选用的型号都为 MX-RU2-600V/100A-M232，开关管 S3 选用的型号为 IRF4PC40UDPbF。

输入电压为正半周期时，其工作原理如下：

当交流输入瞬时电压值低于输出电压时，变换器工作在 Boost 模式下。设开关周期为  $T_s$ ，闭合时间  $D_1T_s$ ，断开时间为  $D_2T_s$ ， $D_1+D_2=1$ 。在对于开关频率下，输入电压视为恒定。

在开关模态 1 时候，微控制器 1 控制开关管 S1、开关管 S3 导通，开关管 S2 截止，电感  $L$  电流线性上升，经过  $D_1T_s$  后，达到峰值；其增量为：

$$\Delta i_{L1} = \frac{V_i}{L} D_1 T_s$$

当电感  $L$  电流达到峰值后，转入到开关模态 2，微控制器 1 控制开关管 S1 导通，开关管 S2、开关管 S3 截止，电感  $L$  电流下降，其增量为：

$$\Delta i_{L2} = -\frac{V_o - V_s}{L} D_2 T$$

由于稳态时这两个电流变化量相等，即  $\Delta i_{L1} = |\Delta i_{L2}|$ 。所以，电压增益  $M$  为：

$$M = \frac{V_o}{V_i} = \frac{1}{1 - D_1} = \frac{1}{D_2} \quad \circ$$

当交流输入瞬时电压值高于输出电压时，变换器工作在 Buck 模式下。设开关周期为  $T_s$ ，闭合时间  $D_1T_s$ ，断开时间为  $D_2T_s$ ， $D_1+D_2=1$ 。在对于开关频率下，输入电压视为恒定。

在开关模态 3 时候，微控制器 1 控制开关管 S1 导通，开关管 S2、开关管 S3 截止，电感  $L$  电流线性上升，经过  $D_1T_s$  后，达到峰值。其增量为：

$$\Delta i_{L1} = \frac{V_i - V_o}{L} D_1 T_s$$

当电感  $L$  电流达到峰值后，转入到开关模态 4，微控制器 1 控制开关管 S1、开关管 S2、开关管 S3 截止，电感  $L$  电流下降，其增量为：

$$\Delta i_{L2} = -\frac{V_o}{L} D_2 T_s$$

由于稳态时这两个电流变化量相等，即  $\Delta i_{L1} = |\Delta i_{L2}|$ 。所以，电压增益  $M$  为：

$$M = \frac{V_o}{V_i} = D_1 \quad .$$

