



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109309448 A  
(43)申请公布日 2019. 02. 05

(21)申请号 201811393711.4

(22)申请日 2018.11.21

(71)申请人 三峡大学

地址 443002 湖北省宜昌市西陵区大学路8号

(72)发明人 郝玢鑫 黄煜 胡施施 黄悦华 余小莉

(74)专利代理机构 宜昌市三峡专利事务所 42103

代理人 吴思高

(51) Int. Cl.

H02M 3/00(2006.01)

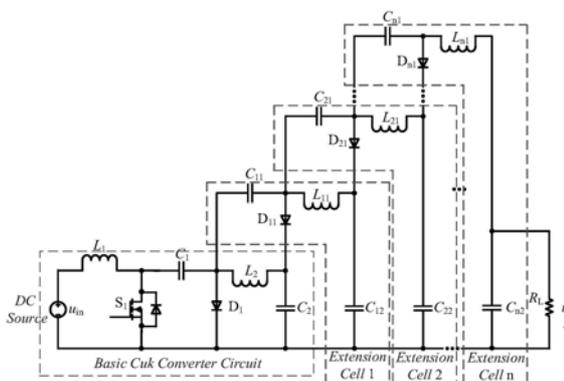
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种宽输入宽输出Cuk DC-DC变换器

(57)摘要

本发明提出一种宽输入宽输出Cuk DC-DC变换器。所提变换器由基本Cuk变换器和若干个所提增益扩展单元组成。所提增益扩展单元由一个电感、两个电容及一个二极管所构成,通过调节所提增益扩展单元的个数即可实现对变换器输入输出增益及开关器件电压应力的调节。所提变换器具有控制及驱动电路简单、输入输出电压调节范围宽、开关器件电压应力等优势,较适合于输入或输出电压变化范围较大的应用场合。



1. 一种宽输入宽输出Cuk DC-DC变换器,其特征在于:该变换器包含一个直流输入源,一个负载 $R_L$ ,一个基本Cuk变换器, $n$ 个扩展单元;其中:

基本Cuk变换器包含两个电感 $L_1$ 、 $L_2$ ,两个电容 $C_1$ 、 $C_2$ ,一个功率开关 $S_1$ ,一个二极管 $D_1$ ;其连接形式如下:电感 $L_1$ 的左端接输入电源的正极,右端连接功率开关 $S_1$ 的漏极以及电容 $C_1$ 的左端,电容 $C_1$ 的右端与电感 $L_2$ 的左端以及二极管 $D_1$ 的阳极相连,电感 $L_2$ 的右端与电容 $C_2$ 的上端相连,功率开关 $S_1$ 的源极、二极管 $D_1$ 的阴极以及电容 $C_2$ 的下端与输入电源的负极相连;

$n$ 个扩展单元的元器件和内部连接形式均相同,以第 $i$ 个扩展单元为例说明,其含有:一个电感 $L_{i1}$ ,一个二极管 $D_{i1}$ ,两个电容 $C_{i1}$ 、 $C_{i2}$ ;其中电容 $C_{i1}$ 的右端与电感 $L_{i1}$ 的左端以及二极管 $D_{i1}$ 的阳极相连,电感 $L_{i1}$ 的右端与电容 $C_{i2}$ 的上端相连;

各个扩展单元之间的连接形式如下, $1 < i \leq n$ :第 $i-1$ 个扩展单元中电容 $C_{(i-1)1}$ 的右端、电感 $L_{(i-1)1}$ 的左端以及二极管 $D_{(i-1)1}$ 的阳极相连的交点与第 $i$ 个扩展单元中电容 $C_{i1}$ 的左端相连,第 $i-1$ 个扩展单元中电感 $L_{(i-1)1}$ 的右端与电容 $C_{(i-1)2}$ 的上端相连的交点与第 $i$ 个扩展单元中二极管 $D_{i1}$ 的阴极相连,第 $i-1$ 个扩展单元中电容 $C_{(i-1)2}$ 的下端与第 $i$ 个扩展单元中电容 $C_{i2}$ 的下端以及输入电源的负极相连;

第1个扩展单元与基本Cuk变换器之间的连接关系如下:基本Cuk变换器中电容 $C_1$ 的右端与电感 $L_2$ 的左端以及二极管 $D_1$ 的阳极相连的交点与第1个扩展单元中电容 $C_{11}$ 的左端相连,基本Cuk变换器中电感 $L_2$ 的右端与电容 $C_2$ 的上端相连的交点与第1个扩展单元中二极管 $D_{11}$ 的阴极相连;

负载 $R_L$ 的两端与第 $n$ 个扩展单元中电容 $C_{n2}$ 的两端相连。

2. 根据权利要求1所述一种宽输入宽输出Cuk DC-DC变换器,其特征在于:功率开关 $S_1$ 的栅极接其控制器,其占空比可以在0至1之间变化。

## 一种宽输入宽输出Cuk DC-DC变换器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种宽输入输出升降压DC/DC变换器,具体是一种宽输入宽输出Cuk DC-DC变换器。

### 背景技术

[0002] 在输入和输出电压变化均较大的应用场合,输入电压即可能高于输出电压,也可能低于输出电压,此时适用的常见非隔离型升降压DC-DC变换器有Buck-Boost、Cuk、Sepic以及Zeta电路。理论上通过调节占空比D,这些变换器的输入输出增益可以在零至无穷大之间变化,但受元器件及电路寄生参数的影响,这些变换器的升压能力受到了较大的限制。目前提高DC-DC变换器输入输出增益的方案多基于Boost电路而构建,因而这些电路通常只能实现升压,不能实现降压,在输入和输出电压变化较大的应用场合中难以适用。因此研究即可实现高增益升压,同时也可实现降压的新型宽输入输出升降压DC/DC变换器具有重要意义。

### 发明内容

[0003] 为解决现有非隔离型高增益DC-DC变换器不能同时实现高增益升压和降压的问题,本发明基于基本Cuk电路提出一种宽输入输出升降压DC/DC变换器。

[0004] 本发明采取的技术方案为:

[0005] 一种宽输入宽输出Cuk DC-DC变换器,该变换器包含一个直流输入源,一个负载 $R_L$ ,一个基本Cuk变换器,n个扩展单元。其中:

[0006] 基本Cuk变换器包含两个电感 $L_1$ 、 $L_2$ ,两个电容 $C_1$ 、 $C_2$ ,一个功率开关 $S_1$ ,一个二极管 $D_1$ 。其连接形式如下:电感 $L_1$ 的左端接输入电源的正极,右端连接功率开关 $S_1$ 的漏极以及电容 $C_1$ 的左端,电容 $C_1$ 的右端与电感 $L_2$ 的左端以及二极管 $D_1$ 的阳极相连,电感 $L_2$ 的右端与电容 $C_2$ 的上端相连,功率开关 $S_1$ 的源极、二极管 $D_1$ 的阴极以及电容 $C_2$ 的下端与输入电源的负极相连。

[0007] n个扩展单元的元器件和内部连接形式均相同,以第i个扩展单元为例说明,其含有:一个电感 $L_{i1}$ ,一个二极管 $D_{i1}$ ,两个电容 $C_{i1}$ 、 $C_{i2}$ 。其中电容 $C_{i1}$ 的右端与电感 $L_{i1}$ 的左端以及二极管 $D_{i1}$ 的阳极相连,电感 $L_{i1}$ 的右端与电容 $C_{i2}$ 的上端相连。

[0008] 各个扩展单元之间的连接形式如下( $1 < i \leq n$ ):第i-1个扩展单元中电容 $C_{(i-1)1}$ 的右端、电感 $L_{(i-1)1}$ 的左端以及二极管 $D_{(i-1)1}$ 的阳极相连的交点与第i个扩展单元中电容 $C_{i1}$ 的左端相连,第i-1个扩展单元中电感 $L_{(i-1)1}$ 的右端与电容 $C_{(i-1)2}$ 的上端相连的交点与第i个扩展单元中二极管 $D_{i1}$ 的阴极相连,第i-1个扩展单元中电容 $C_{(i-1)2}$ 的下端与第i个扩展单元中电容 $C_{i2}$ 的下端以及输入电源的负极相连。

[0009] 第1个扩展单元与基本Cuk变换器之间的连接关系如下:基本Cuk变换器中电容 $C_1$ 的右端与电感 $L_2$ 的左端以及二极管 $D_1$ 的阳极相连的交点与第1个扩展单元中电容 $C_{11}$ 的左端相连,基本Cuk变换器中电感 $L_2$ 的右端与电容 $C_2$ 的上端相连的交点与第1个扩展单元中二极

管D<sub>11</sub>的阴极相连。

[0010] 负载R<sub>L</sub>的两端与第n个扩展单元中电容C<sub>n2</sub>的两端相连。

[0011] 功率开关S<sub>1</sub>的栅极接其控制器,其占空比可以在0至1之间变化。

[0012] 本发明一种宽输入输出升降压DC/DC变换器,技术效果如下:

[0013] 1、可同时实现升降压,且输入输出增益高,开关器件电压应力低。具体如下(电感L<sub>1</sub>的电流连续导通时):

[0014] 输入输出增益为:
$$\frac{u_o}{u_{in}} = \frac{(n+1) \cdot D}{1-D}$$

[0015] 开关管电压应力为:
$$u_s = u_{in} \cdot \left(1 + \frac{D}{1-D}\right)$$

[0016] 其中D为占空比,u<sub>in</sub>为输入电压,u<sub>o</sub>为输出电压,u<sub>s</sub>为功率开关电压应力,n为扩展单元数量。

[0017] 2、仅含有1个功率开关,控制策略及驱动电路简单。

### 附图说明

[0018] 图1是本发明电路原理图。

[0019] 图2是本发明扩展单元数为1时的电路拓扑图。

[0020] 图3是传统Cuk变换器电路原理图

[0021] 图4是本发明扩展单元数为1时的输入输出增益与传统Cuk变换器的输入输出增益对比图。

### 具体实施方式

[0022] 下面结合附图对本发明作进一步详细说明。

[0023] 如图2所示为本发明扩展单元数为1时的电路拓扑图:

[0024] 一种宽输入宽输出Cuk DC-DC变换器,该变换器包含一个直流输入源,一个负载R<sub>L</sub>,一个基本Cuk变换器,一个扩展单元。其中:

[0025] 基本Cuk变换器包含两个电感L<sub>1</sub>、L<sub>2</sub>,两个电容C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub>,一个功率开关S<sub>1</sub>,一个二极管D<sub>1</sub>。其连接形式如下:电感L<sub>1</sub>的左端接输入电源的正极,右端连接功率开关S<sub>1</sub>的漏极以及电容C<sub>1</sub>的左端,电容C<sub>1</sub>的右端与电感L<sub>2</sub>的左端以及二极管D<sub>1</sub>的阳极相连,电感L<sub>2</sub>的右端与电容C<sub>2</sub>的上端相连,功率开关S<sub>1</sub>的源极、二极管D<sub>1</sub>的阴极以及电容C<sub>2</sub>的下端与输入电源的负极相连。

[0026] 扩展单元含有:一个电感L<sub>11</sub>,一个二极管D<sub>11</sub>,两个电容C<sub>11</sub>、C<sub>12</sub>。其中电容C<sub>11</sub>的右端与电感L<sub>11</sub>的左端以及二极管D<sub>11</sub>的阳极相连,电感L<sub>11</sub>的右端与电容C<sub>12</sub>的上端相连,电容C<sub>12</sub>的下端与输入电源的负极相连。

[0027] 扩展单元与基本Cuk变换器之间的连接关系如下:基本Cuk变换器中电容C<sub>1</sub>的右端与电感L<sub>2</sub>的左端以及二极管D<sub>1</sub>的阳极相连的交点与扩展单元中电容C<sub>11</sub>的左端相连,基本Cuk变换器中电感L<sub>2</sub>的右端与电容C<sub>2</sub>的上端相连的交点与扩展单元中二极管D<sub>11</sub>的阴极相连。

[0028] 负载R<sub>L</sub>的两端与扩展单元中电容C<sub>12</sub>的两端相连。

[0029] 功率开关 $S_1$ 的栅极接其控制器,其占空比可以在0至1之间变化。

[0030] 在电感 $L_1$ 的电流连续导通时,根据功率开关状态的不同,可以将电路分为2种工作状态:

[0031] (1) 功率开关 $S_1$ 导通,二极管 $D_1$ 、 $D_{11}$ 均关断,此时电感 $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_{11}$ 、电容 $C_2$ 、 $C_{12}$ 充电,电容 $C_1$ 、 $C_{11}$ 放电;电感 $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_{11}$ 端电压如下式所示:

$$[0032] \quad \begin{cases} u_{L1} = u_{in} \\ u_{L2} = u_{c1} - u_{c2} \\ u_{L11} = u_{c1} + u_{c11} - u_{c12} \end{cases}$$

[0033] (2) 功率开关 $S_1$ 关断,二极管 $D_1$ 、 $D_{11}$ 均导通,此时电感 $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_{11}$ 、电容 $C_2$ 、 $C_{12}$ 放电,电容 $C_1$ 、 $C_{11}$ 充电;电感 $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_{11}$ 端电压如下式所示:

$$[0034] \quad \begin{cases} u_{L1} = u_{in} - u_{c1} \\ u_{L2} = -u_{c2} = -u_{c11} \\ u_{L11} = u_{c2} - u_{c12} \end{cases}$$

[0035] 本发明的上述实施实例仅仅是为说明本发明所作的举例,而并非是对本发明的实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其他不同形式的变化和变动。这里无法对所有的实施方式予以穷举。凡是属于本发明的技术方案,所引申出的显而易见的变化或变动仍处于本发明的保护范围之列。

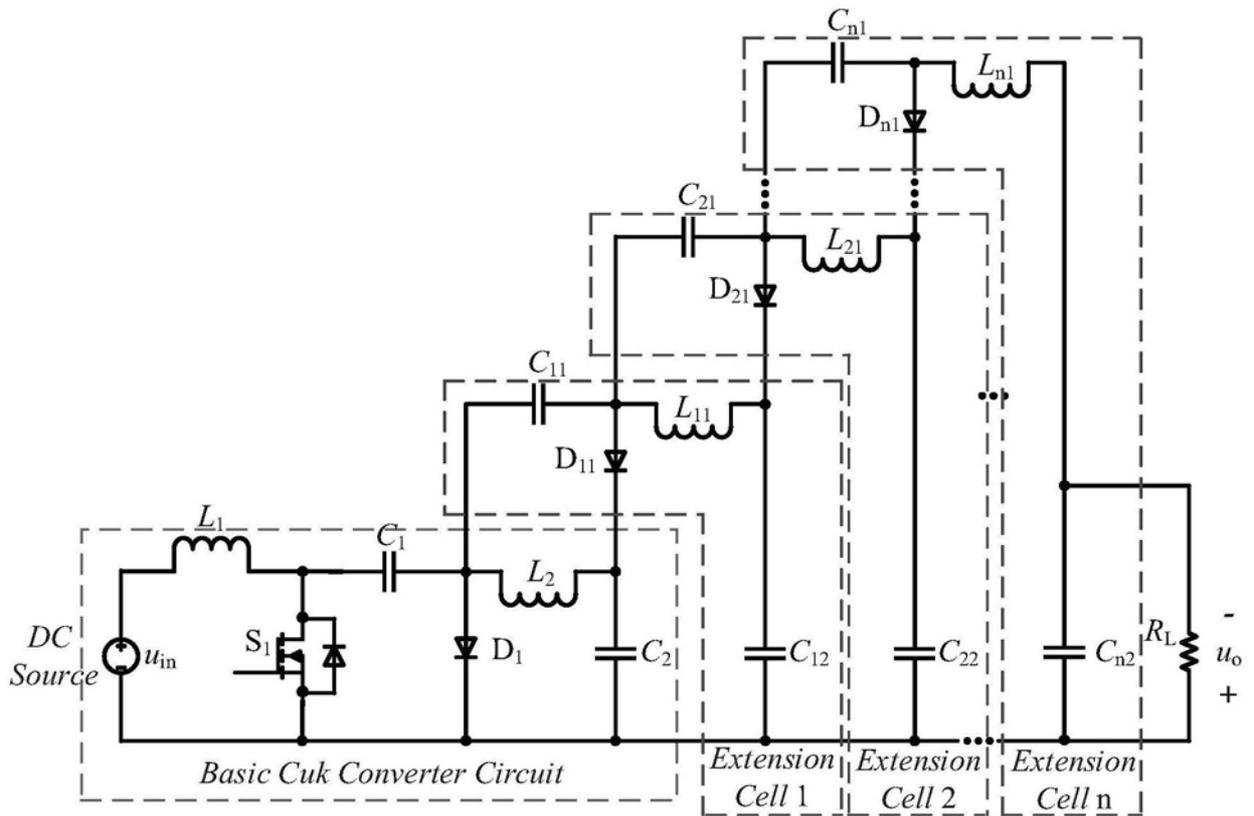


图1

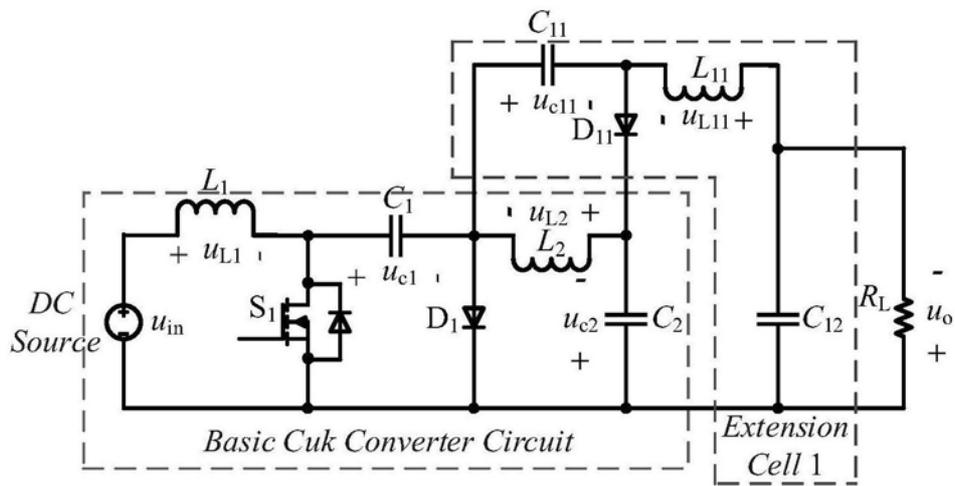


图2

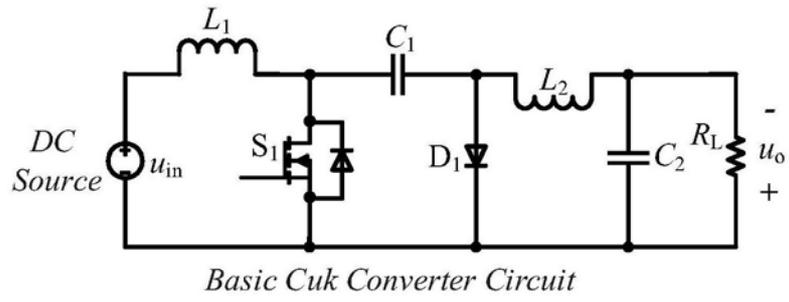


图3

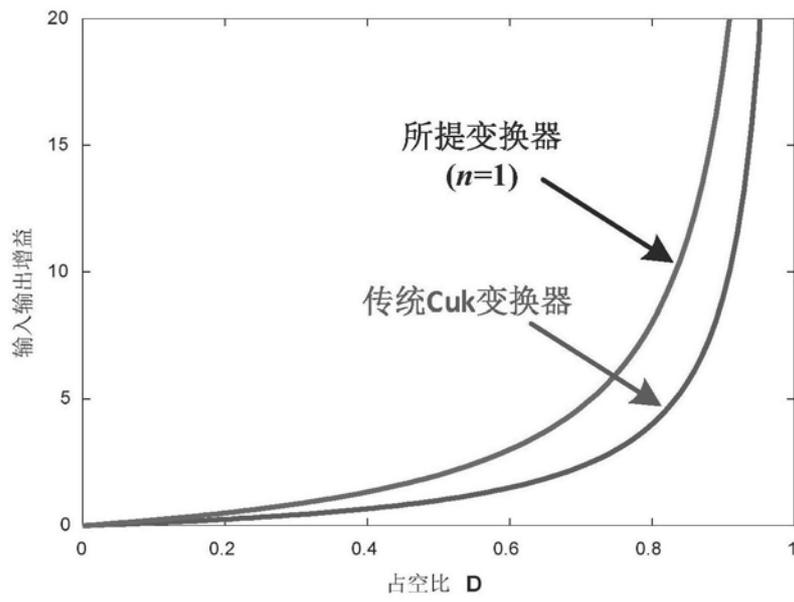


图4