

# (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2018年2月8日 (08.02.2018)



(10) 国际公布号  
**WO 2018/024052 A1**

- (51) 国际专利分类号:  
*H02M 3/156* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2017/090619
- (22) 国际申请日: 2017年6月28日 (28.06.2017)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
201610634582.8 2016年8月4日 (04.08.2016) CN
- (71) 申请人: 京东方科技集团股份有限公司  
(BOE TECHNOLOGY GROUP CO., LTD.) [CN/CN];  
中国北京市朝阳区酒仙桥路10号,  
Beijing 100015 (CN)。
- (72) 发明人: 管恩慧(GUAN, Enhui); 中国北京市经济  
技术开发区地泽路9号, Beijing 100176 (CN)。 冈  
村政和(OKAMURA, Masakazu); 中国北京市经济  
技术开发区地泽路9号, Beijing 100176 (CN)。
- (74) 代理人: 北京市柳沈律师事务所(LIU, SHEN &  
ASSOCIATES); 中国北京市海淀区彩和坊路10  
号1号楼10层, Beijing 100080 (CN)。
- (81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家  
保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,  
BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,  
CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,  
GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS,  
JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,  
LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,  
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,  
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,  
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,  
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区  
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,

(54) Title: DIRECT CURRENT-DIRECT CURRENT CONVERTER, BOOSTING UNIT, ELECTRIC CAR, AND BATTERY-BACKUP SYSTEM

(54) 发明名称: 直流-直流变流器、升压单元、电动汽车和电池备份系统

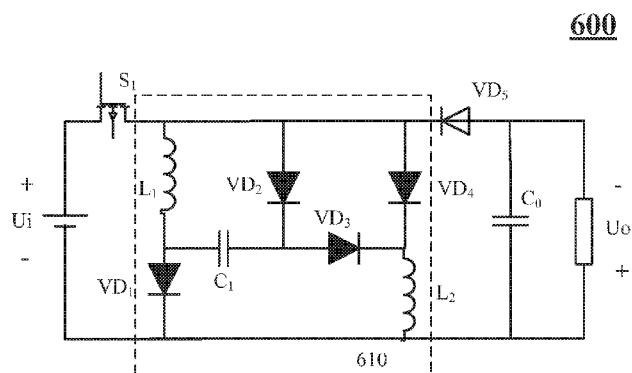


图 6

(57) Abstract: Provided are a boosting unit (610, 1010, 1020, 1310-13n0) and a direct current-direct current (DC-DC) converter (600, 1000, 1300) having the same, an electric car, and a battery-backup system. The DC-DC converter comprises: a switch ( $S_1$ ) connected to an input voltage ( $U_i$ ); a main diode ( $VD_5$ ) connected to the switch; a voltage stabilization capacitor ( $C_0$ ), a first terminal thereof and the main diode being connected in series and a second terminal thereof being connected to the input voltage, and the first terminal and the second terminal of the voltage stabilization capacitor being output terminals of the DC-DC converter; and a boosting unit having an input terminal connected to the switch to receive the input voltage and an output terminal connected to the second terminal of the voltage stabilization capacitor. The boosting unit comprises a first inductor ( $L_1, L_{11}-L_{n1}$ ), a second inductor ( $L_2, L_{12}-L_{n2}$ ), a boosting capacitor ( $C_1-C_n$ ), a first unilateral conducting device ( $VD_1, VD_{11}-VD_{n1}$ ), a second unilateral conducting device ( $VD_2, VD_{12}-VD_{n2}$ ), a third unilateral conducting device ( $VD_3, VD_{13}-VD_{n3}$ ), and a fourth unilateral conducting device ( $VD_4, VD_{14}-VD_{n4}$ ). The invention replaces an inductor in a general DC-DC converter with a boosting unit, thereby increasing a voltage gain.

NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

**(57) 摘要:** 一种升压单元(610、1010、1020、1310-13n0)、包括其的直流-直流(DC-DC)变换器(600、1000、1300)、电动汽车和电池备份系统。DC-DC变换器包括: 开关( $S_1$ ), 连接到输入电压( $U_i$ ); 主二极管( $VD_5$ ), 连接到开关; 稳压电容器( $C_0$ ), 第一端与主二极管串联连接且第二端连接到输入电压, 并且稳压电容器的第一端和第二端是该DC-DC变换器的输出端; 和升压单元, 输入端连接到开关以接收输入电压, 输出端连接到稳压电容器的第二端, 该升压单元包括第一电感器( $L_1$ 、 $L_{11}$ - $L_{n1}$ )、第二电感器( $L_2$ 、 $L_{12}$ - $L_{n2}$ )、升压电容器( $C_1$ - $C_n$ )、第一单向导通器件( $VD_1$ 、 $VD_{11}$ - $VD_{n1}$ )、第二单向导通器件( $VD_2$ 、 $VD_{12}$ - $VD_{n2}$ )、第三单向导通器件( $VD_3$ 、 $VD_{13}$ - $VD_{n3}$ )和第四单向导通器件( $VD_4$ 、 $VD_{14}$ - $VD_{n4}$ )。通过利用升压单元来替换普通DC-DC变换器中的电感, 可以提高电压增益。

## 直流-直流变换器、升压单元、电动汽车和电池备份系统

## 技术领域

本公开实施例涉及一种升压单元、包括该升压单元的直流（DC）-直流  
5 变换器、电动汽车和电池备份系统。

## 背景技术

为提升电路的电压转换比，通常 DC-DC 变换器选取极值的占空比或者  
引入变压器结构。另外，也尝试通过改变电路的拓扑结构来提高电路的电压  
10 转换比。但是，上述方法所实现的电压增益仍严格的受到电路拓扑结构和占  
空比取值的限制。

因此，需要一种能够提高电压增益的新的电路结构。

## 发明内容

15 根据本公开实施例，提供一种升压单元，包括：第一电感器，第一端是  
该升压单元的输入端；升压电容器，第一端连接到第一电感器的第二端；第  
一单向导通器件，第一端连接到第一电感器的第二端，第二端连接到该升压  
单元的输出端；第二单向导通器件，第一端连接到第一电感器的第一端，第  
二端连接到升压电容器的第二端；第三单向导通器件，第一端连接到升压电  
20 容器的第二端，第二端连接到第二电感器的第一端；第四单向导通器件，第  
一端连接到第一电感器的第一端，第二端连接到第二电感器的第一端；以及  
第二电感器，第二端是该升压单元的输出端。

在一个例子中，在充电阶段中，所述第一单向导通器件、第二单向导通  
器件和第四单向导通器件导通，而所述第三单向导通器件截止，并且在放电  
25 阶段中，所述第一单向导通器件、第二单向导通器件和第四单向导通器件截  
止，而所述第三单向导通器件导通。

在一个例子中，第一单向导通器件、第二单向导通器件、第三单向导通  
器件和第四单向导通器件是二极管，并且每个单向导通器件的第一端是相应  
二极管的阳极，且每个单向导通器件的第二端是该二极管的阴极。

30 根据本公开另一个实施例，提供一种直流 DC-DC 变换器，包括：开关，

5 5 连接到输入电压；主二极管，连接到开关；稳压电容器，第一端与主二极管串联连接且第二端连接到输入电压，并且稳压电容器的第一端和第二端是该 DC-DC 变换器的输出端；和如上所述的任一个升压单元。

5 6 在一个例子中，该 DC-DC 变换器包括的升压单元的数目为两个或更多个，所述两个或更多个升压单元级联，并且 DC-DC 变换器还包括：连接控制单元，连接在每两级升压单元之间，被配置为在充电期间将本级升压单元与前一级升压单元并联，且在放电期间将本级升压单元与前一级升压单元串联。

10 7 在一个例子中，所述连接控制单元包括：第一连接控制器件，第一端连接到前一级升压单元的输入端，第二端连接到下一级升压单元的输入端；第二连接控制器件，第一端连接到前一级升压单元的输出端，第二端连接到第一连接控制器件的第二端；以及第三连接控制部件，第一端连接到前一级升压单元的输出端，第二端连接到下一级升压单元的输出端。

15 8 在一个例子中，在充电期间，第一连接控制器件和第三连接控制器件导通，而第二连接控制器件截止，并且在放电期间，第一连接控制器件和第三连接控制器件截止，而第二连接控制器件导通。

9 在一个例子中，第一连接控制器件、第二连接控制器件和第三连接控制器件是二极管，并且每个连接控制器件的第一端是相应二极管的阳极，且每个连接控制器件的第二端是该二极管的阴极。

20 10 根据本公开另一个实施例，提供一种电池备份系统，包括如上所述的任一个 DC-DC 变换器。

11 根据本公开另一个实施例，提供一种电动汽车，包括如上所述的任一个 DC-DC 变换器。

12 根据本公开实施例，通过利用升压单元来替换普通 DC-DC 变换器中的电感，可以提高电压增益。

25

#### 附图说明

13 通过以下借助附图的详细描述，将会更容易地理解本公开，其中相同的标号指定相同结构的单元，并且在其中：

14 图 1 是示出一种 DC-DC 变换器的结构的示范性电路图；

30 15 图 2a 和图 2b 是示出图 1 中所示的 DC-DC 变换器的工作模式的示意图；

图 3 是示出图 1 中所示的 DC-DC 变换器中的输入电流、二极管 D 处的电压和电流以及电感 L 两端的电压和电流的波形的示意图；

图 4a 至图 4c 是示出图 1 所示的 DC-DC 变换器的二极管两端电压波形、电感两端电流波形及输出电压波形的仿真示意图；

5 图 5 示出根据本公开一个实施例的升压单元的结构示意图；

图 6 示出根据本公开一个实施例的包括如图 5 中所示的升压单元的 DC-DC 变换器的结构的示意性电路图；

图 7a 和图 7b 是示出图 6 中所示的 DC-DC 变换器的工作模式的示意图；

10 图 8 是示出在图 6 中示出的 DC-DC 变换器中的各元件的电压和/或电流的波形的示意图；

图 9a 至图 9d 是示出图 6 中的 DC-DC 变换器的主二极管  $VD_5$  两端电压、第一电感器  $L_1$  两端电流、升压电容器  $C_1$  两端电压及输出电压  $U_o$  的波形的仿真示意图；

15 图 10 是示出根据本公开另一实施例的 DC-DC 变换器的结构的示意性电路图；

图 11a 和图 11b 是示出图 10 中所示的 DC-DC 变换器的工作模式的示意图；

20 图 12a 至 12d 是示出图 10 中的 DC-DC 变换器的主二极管  $VD_5$  两端电压、第一电感器  $L_{11}$  或  $L_{21}$  两端电流、升压电容器  $C_1$  或  $C_2$  两端电压及输出电压  $U_o$  的波形的仿真示意图；

图 13 是示出根据本公开再一实施例的 DC-DC 变换器的结构的示意性电路图；以及

图 14 是示出电压增益随占空比  $D$  和级联的升压单元的数目  $n$  而变化的曲线。

25

### 具体实施方式

下面将结合本公开实施例中的附图，对本公开实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本公开一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本公开中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本公开保护的范

30

图 1 是示出一种直流-直流 (DC-DC) 变换器的结构的示范性电路图, 且图 2a 和图 2b 是示出图 1 中所示的 DC-DC 变换器的工作模式的示意图, 其中, 该 DC-DC 变换器为升降压型 (buck-boost) DC-DC 变换器。

5 如图 2a 所示, 当该 DC-DC 变换器的开关 S 被接通时, 电源为电感 L 充电, 电感 L 两端的电压为电源电压  $U_i$ 。此时电路中的电流方向如箭头所示。

如图 2b 所示, 当开关 S 被关断时, 电感 L 两端的电流不能够突变, 二极管 D 导通且与电感 L 形成放电回路。此时电路中的电流方向如箭头所示。根据电感的伏秒平衡作用原理, 可得该 DC-DC 变换器的电压增益为  $U_o/U_i=D/(1-D)$ , 其中, D 是控制开关 S 的信号的占空比。

10 图 3 是示出图 1 中所示的 DC-DC 变换器中的输入电流、二极管 D 处的电压和电流以及电感 L 两端的电压和电流的波形的示意图, 并且图 4 是示出图 1 所示的 DC-DC 变换器的二极管两端电压波形、电感两端电流波形及输出电压波形的仿真示意图。

图 5 示出根据本公开一个实施例的升压单元的结构示意图。

15 如图 5 中所示, 该升压单元包括第一电感器  $L_1$ 、升压电容器  $C_1$ 、第一单向导通器件、第二单向导通器件、第三单向导通器件、第四单向导通器件和第二电感器  $L_2$ 。

20 第一电感器  $L_1$  的第一端是该升压单元的输入端 Input。升压电容器  $C_1$  的第一端连接到第一电感器  $L_1$  的第二端。第一单向导通器件的第一端连接到第一电感器  $L_1$  的第二端, 第二端连接到该升压单元的输出端 Output。第二单向导通器件的第一端连接到第一电感器  $L_1$  的第一端, 第二端连接到升压电容器  $C_1$  的第二端。第三单向导通器件的第一端连接到升压电容器  $C_1$  的第二端, 第二端连接到第二电感器  $L_2$  的第一端。第四单向导通器件的第一端连接到第一电感器  $L_1$  的第一端, 第二端连接到第二电感器  $L_2$  的第一端。第二电感器  $L_2$  25 的第二端是该升压单元的输出端 Output。

该升压单元可以被应用于 DC-DC 变换器中。

30 具体而言, 在充电阶段中, 第一单向导通器件、第二单向导通器件和第四单向导通器件导通, 而所述第三单向导通器件截止, 并且在放电阶段中, 所述第一单向导通器件、第二单向导通器件和第四单向导通器件截止, 而所述第三单向导通器件导通。

在一个例子中，第一单向导通器件、第二单向导通器件、第三单向导通器件和第四单向导通器件是二极管，并且每个单向导通器件的第一端是相应二极管的阳极，且每个单向导通器件的第二端是该二极管的阴极。但是，本发明实施例不限于此。

5 图 6 示出根据本公开一个实施例的包括图 5 所示的升压单元的 DC-DC 变换器 600 的结构示意性电路图。

如图 6 中所示，DC-DC 变换器 600 包括开关  $S_1$ 、主二极管  $VD_5$ 、稳压电容器  $C_0$  和升压单元 610。

开关  $S_1$  连接到输入电压  $U_i$ 。主二极管  $VD_5$  连接到开关  $S_1$ 。稳压电容器  $C_0$  的第一端与主二极管  $VD_5$  串联连接且第二端连接到输入电压  $U_i$ ，并且稳压电容器  $C_0$  的第一端和第二端是该 DC-DC 变换器 500 的输出端，即输出电压  $U_o$ 。升压单元 610 的输入端连接到开关  $S_1$  以接收输入电压  $U_i$ ，输出端连接到稳压电容器  $C_0$  的第二端，该升压单元 610 包括第一电感器  $L_1$ 、第二电感器  $L_2$ 、升压电容器  $C_1$ 、第一单向导通器件  $VD_1$ 、第二单向导通器件  $VD_2$ 、第三  
15 单向导通器件  $VD_3$  和第四单向导通器件  $VD_4$ 。

根据本公开实施例，通过利用升压单元来替换普通 DC-DC 变换器中的电感，可以提高电压增益。

在一个例子中，如图 6 中所示，第一电感器  $L_1$  的第一端是该升压单元 510 的输入端；升压电容器  $C_1$  的第一端连接到第一电感器  $L_1$  的第二端；第一  
20 单向导通器件  $VD_1$  的阳极连接到第一电感器  $L_1$  的第二端，阴极连接到该升压单元 510 的输出端；第二单向导通器件  $VD_2$  的阳极连接到第一电感器  $L_1$  的第一端，阴极连接到升压电容器  $C_1$  的第二端；第三单向导通器件  $VD_3$  的阳极连接到升压电容器  $C_1$  的第二端，阴极连接到第二电感器  $L_2$  的第一端；第四单  
25 向导通器件  $VD_4$  的阳极连接到第一电感器  $L_1$  的第一端，阴极连接到第二电感器  $L_2$  的第一端；并且第二电感器  $L_2$  的第二端是该升压单元 610 的输出端。

图 7a 和图 7b 是示出图 6 中所示的 DC-DC 变换器 600 的工作模式的示意图。

如图 7a 所示，当开关  $S_1$  被接通时，第一单向导通器件  $VD_1$ 、第二单向导通器件  $VD_2$  和第四单向导通器件  $VD_4$  导通，第三单向导通器件  $VD_3$  和主二  
30 极管  $VD_5$  截止，直流输入电源  $U_i$  向电感器  $L_1$ 、 $L_2$  和升压电容器  $C_1$  进行充电。

此时，第一电感器  $L_1$ 、第二电感器  $L_2$  和升压电容器  $C_1$  分别并联连接于电路中，电感  $L_1$  和  $L_2$  两端电压均为  $U_i$ 。

如图 7b 所示，当开关  $S_1$  被关断时，第一单向导通器件  $VD_1$ 、第二单向导通器件  $VD_2$  和第四单向导通器件  $VD_4$  截止，第三单向导通器件  $VD_3$  和主二极管  $VD_5$  导通并与第一电感器  $L_1$ 、第二电感器  $L_2$  构成蓄流回路。此时，第一电感器  $L_1$ 、第二电感器  $L_2$  和升压电容器  $C_1$  串联连接于电路中并共同作用，且第一电感器  $L_1$  和第二电感器  $L_2$  两端的电压均为  $(U_i - U_o)/2$ 。

在该 DC-DC 变换器 600 中，根据电感的伏秒平衡作用原理，可以得到  $U_i D + (U_i - U_o)(1 - D)/2 = 0$ ，从而该电路的电压增益为  $U_o/U_i = (1 + D)/(1 - D)$ ，其中， $D$  为控制开关  $S_1$  的控制信号的占空比。与图 1 中所示普通 DC-DC 变换器的电压增益  $D/(1 - D)$  相比，根据本公开实施例的 DC-DC 变换器 600 提高了电压增益。

此外，与选取极值的占空比来提升电路的电压增益的方法相比，根据本公开实施例的 DC-DC 变换器的功率损耗更小。并且，与利用变压器实现高压增益的方法相比，根据本公开实施例的 DC-DC 变换器的电路体积更小，所需成本更低。

图 8 是示出在图 6 中示出的 DC-DC 变换器 600 中的各元件的电压和/或电流的波形的示意图。应当明白，图 8 中所示的波形仅仅是示意性的，并且为了说明的目的可以放大或缩小一些波形的尺度，所以各波形之间的比例可能与实际值不完全相同。

图 9a 至图 9d 是示出图 6 中的 DC-DC 变换器 600 的主二极管  $VD_5$  两端电压、第一电感器  $L_1$  两端电流、升压电容器  $C_1$  两端电压及输出电压  $U_o$  的波形的仿真示意图。

图 10 是示出根据本公开另一实施例的 DC-DC 变换器 1000 的结构示意性电路图。

如图 10 中所示，除了开关  $S_1$ 、主二极管  $VD_5$ 、稳压电容器  $C_0$  以外，该 DC-DC 变换器 1000 包括两个升压单元 1010 和 1020，并且升压单元 1010 和 1020 的具体结构与图 6 中所示的升压单元 610 的具体结构相同，这里不再赘述。

此外，图 10 中所示的 DC-DC 变换器 1000 还包括：连接控制单元 1030，

连接在两个升压单元 1010 和 1020 之间,被配置为在充电期间将升压单元 1020 与升压单元 1010 并联,且在放电期间将升压单元 1020 与升压单元 1010 串联。

在图 10 所示的例子中,连接控制单元 1030 可以包括第一连接控制器件  $VD'_{01}$ 、第二连接控制器件  $VD'_{02}$  和连接控制器件  $VD'_{03}$ 。

5 第一连接控制器件  $VD'_{01}$  的第一端连接到升压单元 1010 的输入端,第二端连接到升压单元 1020 的输入端。第二连接控制器件  $VD'_{02}$  的第一端连接到升压单元 1010 的输出端,第二端连接到第一连接控制器件  $VD'_{01}$  的第二端。第三连接控制器件  $VD'_{03}$  的第一端连接到升压单元 1010 的输出端,第二端连接到升压单元 1020 的输出端。

10 在充电期间,第一连接控制器件  $VD'_{01}$  和第三连接控制器件  $VD'_{02}$  导通,而第二连接控制器件  $VD'_{02}$  截止,并且在放电期间,第一连接控制器件  $VD'_{01}$  和第三连接控制器件  $VD'_{03}$  截止,而第二连接控制器件  $VD'_{02}$  导通。

在图 10 的例子中,第一连接控制器件  $VD'_{01}$ 、第二连接控制器件  $VD'_{02}$  和第三连接控制器件  $VD'_{03}$  被示出为是二极管,并且每个连接控制器件的第一端是相应二极管的阳极,且每个连接控制器件的第二端是该二极管的阴极。

15 具体而言,第一连接控制器件  $VD'_{01}$  的阳极连接到升压单元 1010 的输入端、即第一电感器  $L_{11}$  的第一端,阴极连接到升压单元 1020 的输入端、即第一电感器  $L_{21}$  的第一端。第二连接控制器件  $VD'_{02}$  的阳极连接到升压单元 1010 的输出端、即第二电感器  $L_{12}$  的第二端,阴极连接到第一连接控制器件  $VD'_{01}$  的阴极。第三连接控制器件  $VD'_{03}$  的阳极连接到升压单元 1010 的输出端、即第二电感器  $L_{12}$  的第二端,阴极连接到升压单元 1020 的输出端、即第二电感器  $L_{22}$  的第二端。

图 11a 和图 11b 是示出图 10 中所示的 DC-DC 变换器 1000 的工作模式的示意图。

25 如图 11a 所示,当开关  $S_1$  被接通时,第一连接控制器件  $VD'_{01}$  和第三连接控制器件  $VD'_{03}$  导通,第二连接控制器件  $VD'_{02}$  截止,电源电压  $U_i$  对两个升压单元 1010 和 1020 中的电感元件和电容元件充电,此时,两个升压单元 1010 和 1020 在电路中并联连接。与图 7a 类似地,在升压单元 1010 和 1020 的每个中,第一单向导通器件  $VD_{11}$  及  $VD_{21}$ 、第二单向导通器件  $VD_{12}$  及  $VD_{22}$  和第四单向导通器件  $VD_{14}$  及  $VD_{24}$  导通,第三单向导通器件  $VD_{13}$  及  $VD_{23}$  和

主二极管  $VD_5$  截止，直流输入电源  $U_i$  向电感器  $L_{11}$ 、 $L_{12}$ 、 $L_{21}$ 、 $L_{22}$  和升压电容器  $C_1$  进行充电。此时，在升压电路 1010 中，第一电感器  $L_{11}$ 、第二电感器  $L_{12}$  和升压电容器  $C_1$  分别并联连接于电路中，电感  $L_{11}$  和  $L_{12}$  两端电压均为  $U_i$ ；并且，在升压电路 1020 中，第一电感器  $L_{21}$ 、第二电感器  $L_{22}$  和升压电容器  $C_2$  分别并联连接于电路中，电感  $L_{21}$  和  $L_{22}$  两端电压也均为  $U_i$ 。

如图 11b 所示，当开关  $S_1$  被关断时，第一和第三连接控制器件  $VD'_{01}$ 、 $VD'_{03}$  截止，第二连接控制器件  $VD'_{02}$  导通，从而两个升压单元 1010 和 1020 串联连接在电路中。由于电感电流不能瞬间突变的特点，其需要与负载构成放电蓄流回路，结合二极管元件本身的通断原理，此时与图 7b 类似地，在升压单元 1010 和 1020 的每个中，第一单向导通器件  $VD_{11}$  及  $VD_{21}$ 、第二单向导通器件  $VD_{12}$  及  $VD_{22}$  和第四单向导通器件  $VD_{14}$  及  $VD_{24}$  截止，第三单向导通器件  $VD_{13}$  及  $VD_{23}$  和主二极管  $VD_5$  导通并分别与第一电感器  $L_{11}$ 、 $L_{21}$  和第二电感器  $L_{12}$ 、 $L_{22}$  构成蓄流回路。此时，在升压单元 1010 中，第一电感器  $L_{11}$ 、第二电感器  $L_{12}$  和升压电容器  $C_1$  串联连接于电路中并共同作用；并且，在升压电路 1020 中，第一电感器  $L_{21}$ 、第二电感器  $L_{22}$  和升压电容器  $C_2$  串联连接于电路中并共同作用。

进一步，根据电感的伏秒平衡原理，可得该电路的电压增益为  $U_o/U_i=2(1+D)/(1-D)$ 。所以，与图 6 中所示的 DC-DC 变换器 600 相比，根据本实施例的 DC-DC 变换器 1000 进一步提高了电压增益。

图 12a 至 12d 是示出图 10 中的 DC-DC 变换器 1000 的主二极管  $VD_5$  两端电压、第一电感器  $L_{11}$  或  $L_{21}$  两端电流、升压电容器  $C_1$  或  $C_2$  两端电压及输出电压  $U_o$  的波形的仿真示意图。

图 13 是示出根据本公开再一实施例的 DC-DC 变换器 1300 的结构示意性电路图。

如图 13 中所示，该 DC-DC 变换器 1300 包括  $n$  个升压单元 1310 至 13n0， $n$  为大于等于 2 的自然数，并且升压单元 1310 至 13n0 中的每个的具体结构与图 6 中所示的升压单元 610 的具体结构相同，这里不再赘述。

此外，如图所示，与图 10 中的 DC-DC 变换器 1000 类似地，升压单元 1310 至 13n0 级联，并且该 DC-DC 变换器 1300 还包括：连接控制单元，连接在每两级升压单元之间，被配置为在充电期间将本级升压单元与前一级升

压单元并联，且在放电期间将本级升压单元与前一级升压单元串联。

图 13 中的连接控制单元的结构与图 10 中所示的连接控制单元 1030 的结构和配置相同，这里不再赘述。如图 13 中所示，第一连接控制器件  $VD'_{(n-1)1}$  的阳极连接到前一级升压单元的输入端，阴极连接到下一级升压单元的输入端；第二连接控制器件  $VD'_{(n-1)2}$  的阳极连接到前一级升压单元的输出端，阴极连接到第一连接控制器件的阴极；以及第三连接控制器件  $VD'_{(n-1)3}$  的阳极连接到前一级升压单元的输出端，阴极连接到下一级升压单元的输出端。

当开关  $S_1$  接通时，升压单元 1310 至 13n0 并联连接，并且当开关  $S_1$  关断时，升压单元 1310 至 13n0 串联连接。此外，开关  $S_1$  接通时，各个升压单元中的电感器与电容器并联于电路中；当开关  $S_1$  关断时，各个升压单元中的电感器和电容器串联于电路中。根据电路中电感的伏秒平衡作用原理可得，该电路的电压增益为  $U_o/U_i=n(1+D)/(1-D)$ ，其中， $D$  是控制开关  $S$  的信号的空占空比。

利用根据本公开实施例的 DC-DC 变换器 1300，电压增益可以随升压单元的数目增加而增大，而不再严格地受到电路拓扑结构的限制。也就是说，根据本公开实施例的 DC-DC 变换器的电压增益与升压单元的数目  $n$  成正比例。

图 14 是示出电压增益随空占空比  $D$  和级联的升压单元的数目  $n$  而变化的曲线。

根据本实施例，DC-DC 变换器包括的升压单元的数目为两个或更多个，从而可以进一步提高电压增益。因此，本领域技术人员可以根据需要而灵活选择升压单元的数目  $n$ ，以实现所期望的电压增益，这增加了电路设计的灵活性。

根据本公开实施例的 DC-DC 变换器中所包括的各元件的具体值例如可以如表 1 所示。

表 1

电感值 L	1mH
电容值 C1~Cn	100uF
电容值 C0	4.47uF
二极管耐压值	$U_i+U_o$

根据本公开再一个实施例，提供一种电池备份系统，包括如上所述的任一个 DC-DC 变换器。

5 根据本公开再一个实施例，提供一种电动汽车，包括如上所述的任一个 DC-DC 变换器。

应当注意的是，为了清楚和简明，在附图中仅示出了与本发明实施例相关的部分，但是本领域技术人员应当明白，附图中所示出的设备或器件可以包括其他必要的单元。

10 以上所述，仅为本发明的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护范围应所述以权利要求的保护范围为准。

15 本申请要求于 2016 年 8 月 4 日递交的中国专利申请第 201610634582.8 号的优先权，在此全文引用上述中国专利申请公开的内容以作为本申请的一部分。

## 权 利 要 求 书

1. 一种升压单元，包括：

第一电感器，第一端是该升压单元的输入端；

5 升压电容器，第一端连接到第一电感器的第二端；

第一单向导通器件，第一端连接到第一电感器的第二端，第二端连接到该升压单元的输出端；

第二单向导通器件，第一端连接到第一电感器的第一端，第二端连接到升压电容器的第二端；

10 第三单向导通器件，第一端连接到升压电容器的第二端，第二端连接到第二电感器的第一端；

第四单向导通器件，第一端连接到第一电感器的第一端，第二端连接到第二电感器的第一端；以及

第二电感器，第二端是该升压单元的输出端。

15 2. 根据权利要求 1 所述的升压单元，其中，在充电阶段中，所述第一单向导通器件、第二单向导通器件和第四单向导通器件导通，而所述第三单向导通器件截止，并且在放电阶段中，所述第一单向导通器件、第二单向导通器件和第四单向导通器件截止，而所述第三单向导通器件导通。

20 3. 根据权利要求 1 或 2 所述的升压单元，其中，第一单向导通器件、第二单向导通器件、第三单向导通器件和第四单向导通器件是二极管，并且每个单向导通器件的第一端是相应二极管的阳极，且每个单向导通器件的第二端是该二极管的阴极。

4. 一种直流 DC-DC 变换器，包括：

开关，连接到输入电压；

25 主二极管，连接到开关；

稳压电容器，第一端与主二极管串联连接且第二端连接到输入电压，并且稳压电容器的第一端和第二端是该 DC-DC 变换器的输出端；和

如权利要求 1 至 3 中的任一个所述的升压单元。

30 5. 根据权利要求 4 所述的 DC-DC 变换器，其中，该 DC-DC 变换器包括的升压单元的数目为两个或更多个，所述两个或更多个升压单元级联，并

且 DC-DC 变换器还包括:

连接控制单元, 连接在每两级升压单元之间, 被配置为在充电期间将本级升压单元与前一级升压单元并联, 且在放电期间将本级升压单元与前一级升压单元串联。

5           6. 根据权利要求 5 所述的 DC-DC 变换器, 其中, 所述连接控制单元包括:

第一连接控制器件, 第一端连接到前一级升压单元的输入端, 第二端连接到下一级升压单元的输入端;

10           第二连接控制器件, 第一端连接到前一级升压单元的输出端, 第二端连接到第一连接控制器件的第二端; 以及

第三连接控制器件, 第一端连接到前一级升压单元的输出端, 第二端连接到下一级升压单元的输出端。

15           7. 根据权利要求 6 所述的 DC-DC 变换器, 其中, 在充电期间, 第一连接控制器件和第三连接控制器件导通, 而第二连接控制器件截止, 并且在放电期间, 第一连接控制器件和第三连接控制器件截止, 而第二连接控制器件导通。

20           8. 根据权利要求 6 或 7 所述的 DC-DC 变换器, 其中, 第一连接控制器件、第二连接控制器件和第三连接控制器件是二极管, 并且每个连接控制器件的第一端是相应二极管的阳极, 且每个连接控制器件的第二端是该二极管的阴极。

9. 一种包括如权利要求 4-8 中的任一个所述的 DC-DC 变换器的电池备份系统。

10. 一种包括如权利要求 4-8 中的任一个所述的 DC-DC 变换器的电动汽车。

25

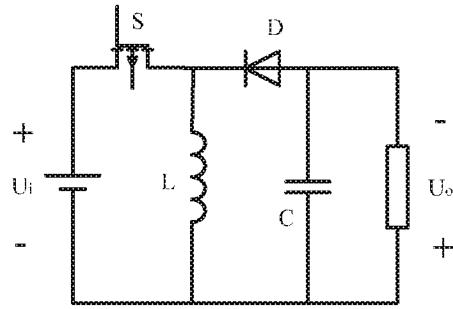


图 1

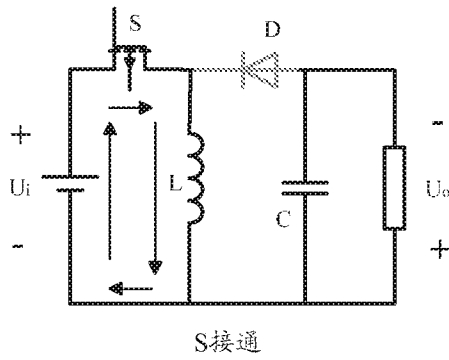


图 2a

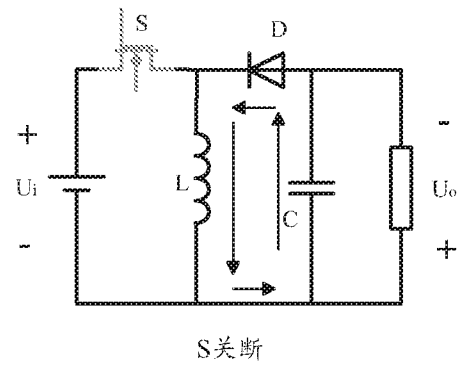


图 2b

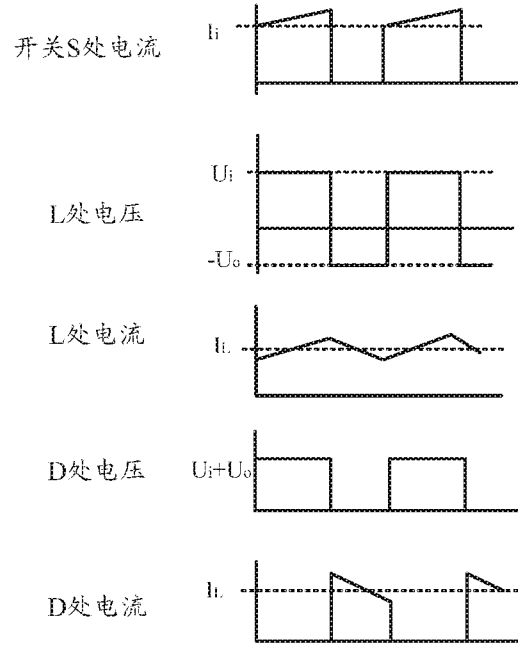


图 3

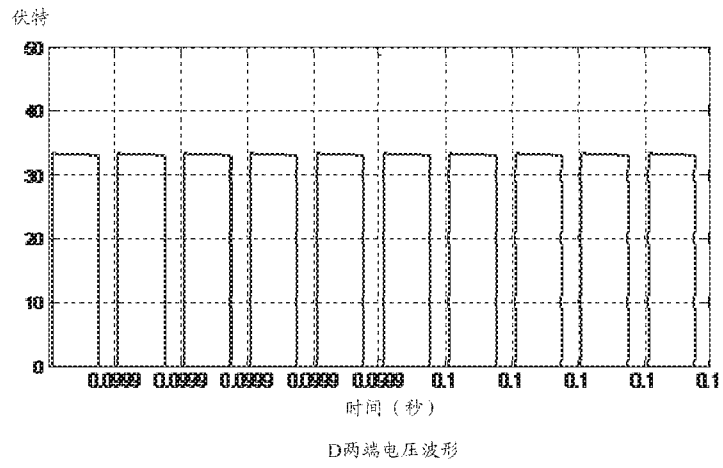


图 4a

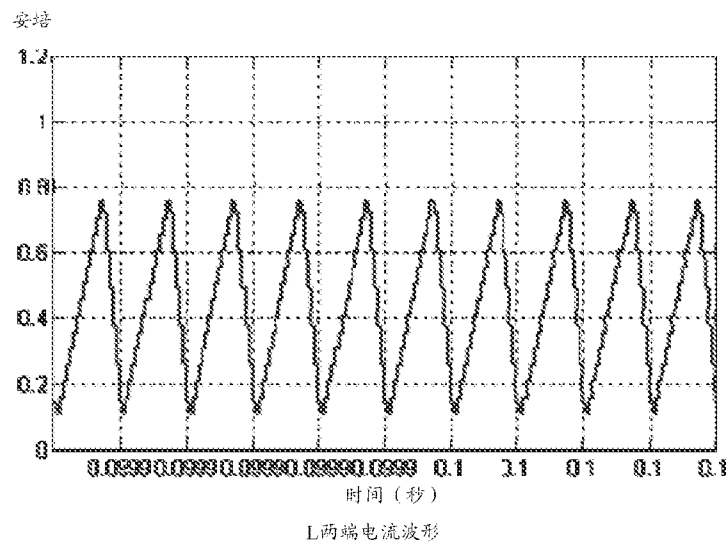


图 4b

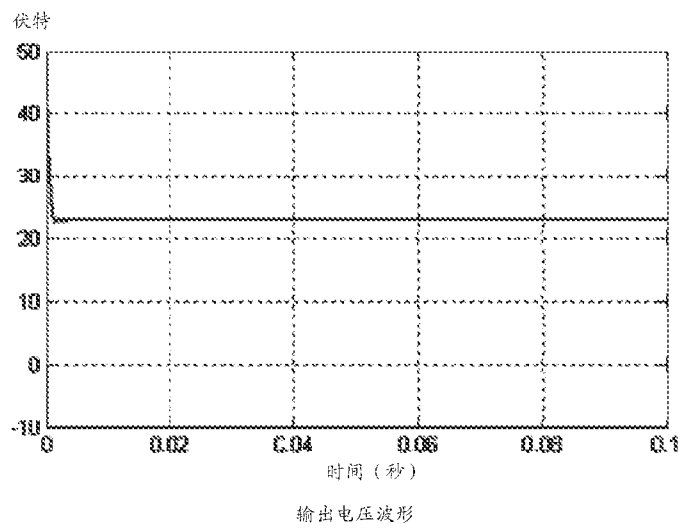


图 4c

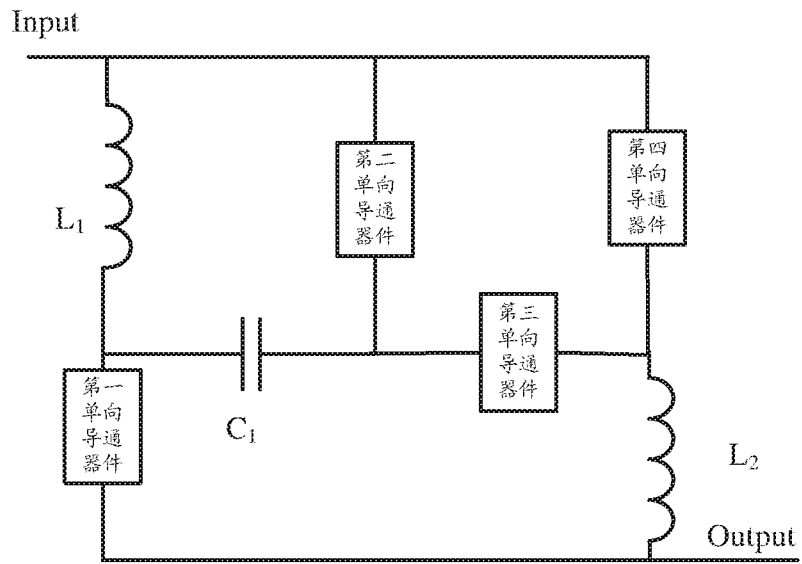


图 5

**600**

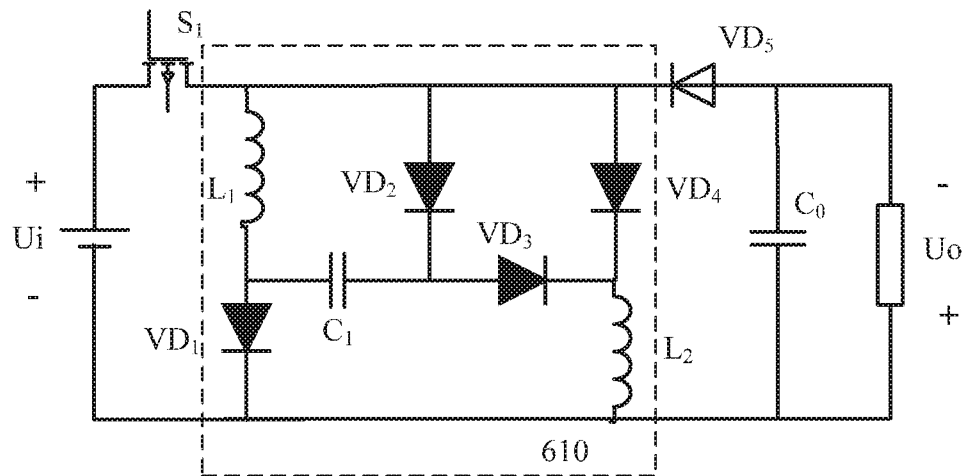
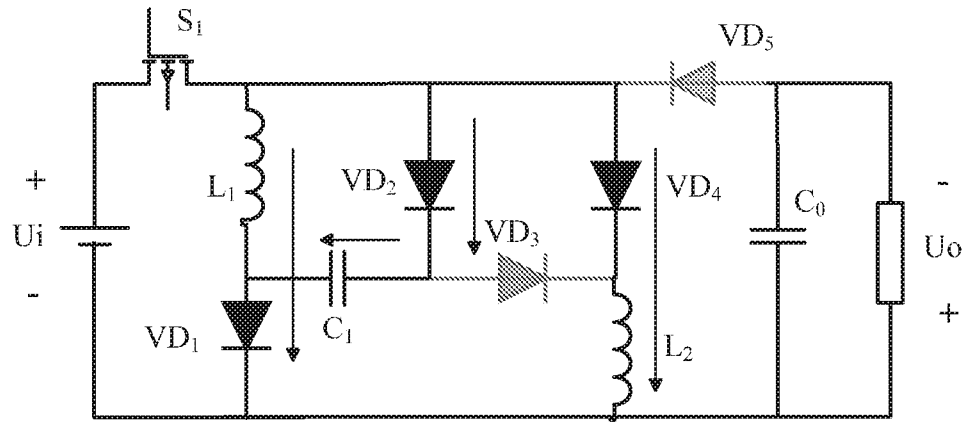
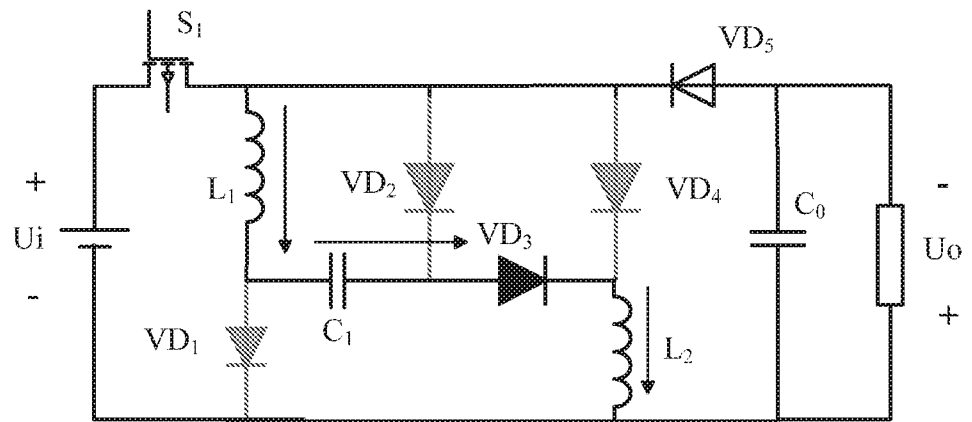


图 6



$S_1$ 接通

图 7a



$S_1$ 关断

图 7b

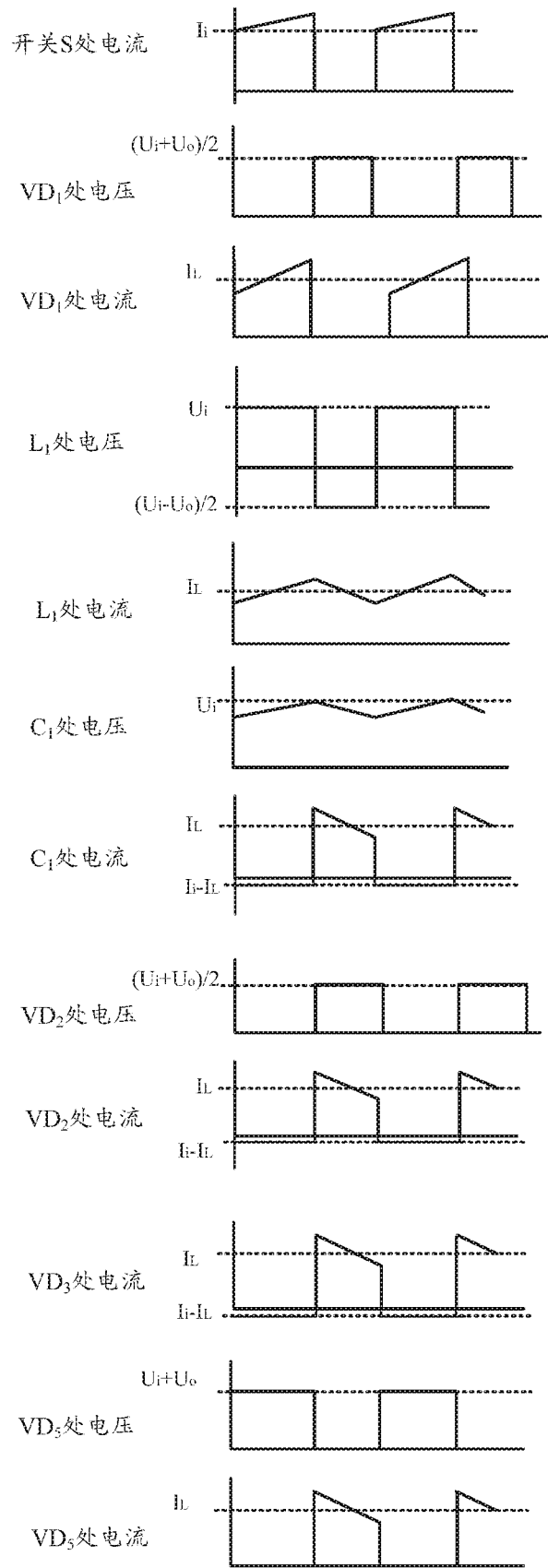


图 8

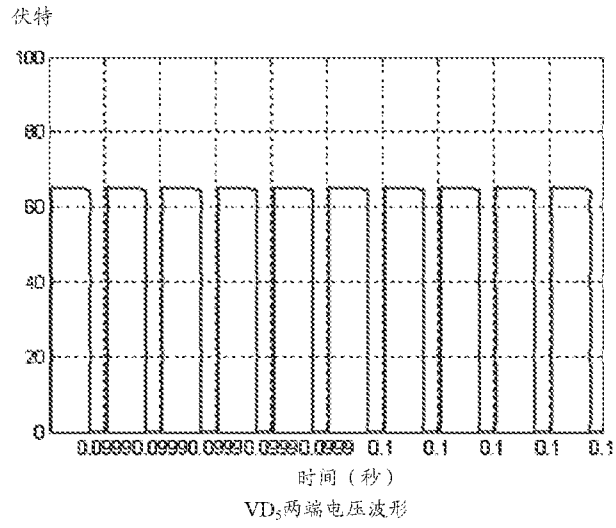


图 9a

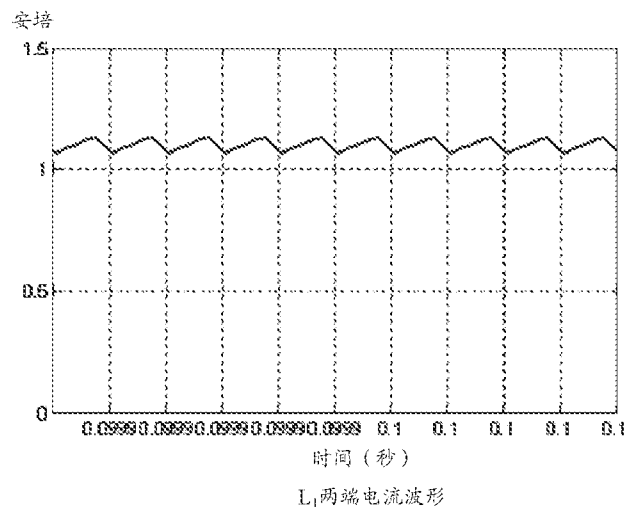


图 9b

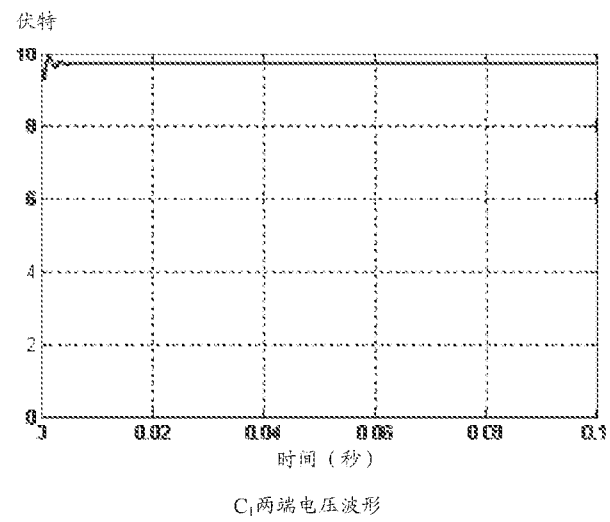
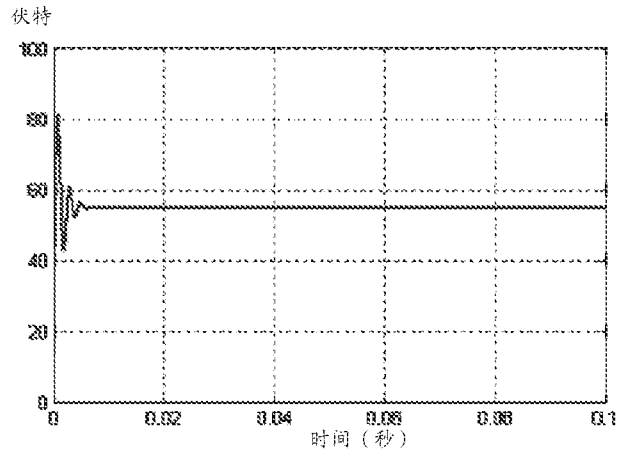


图 9c



输出电压波形

图 9d

**1000**

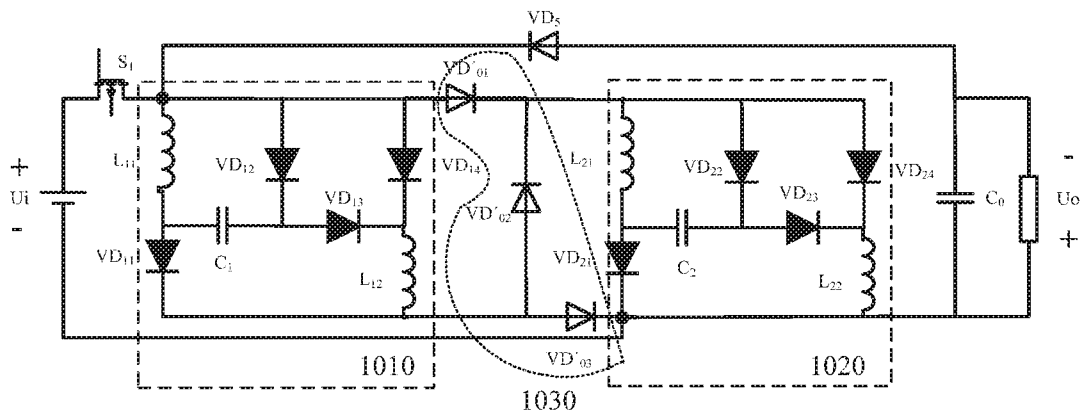
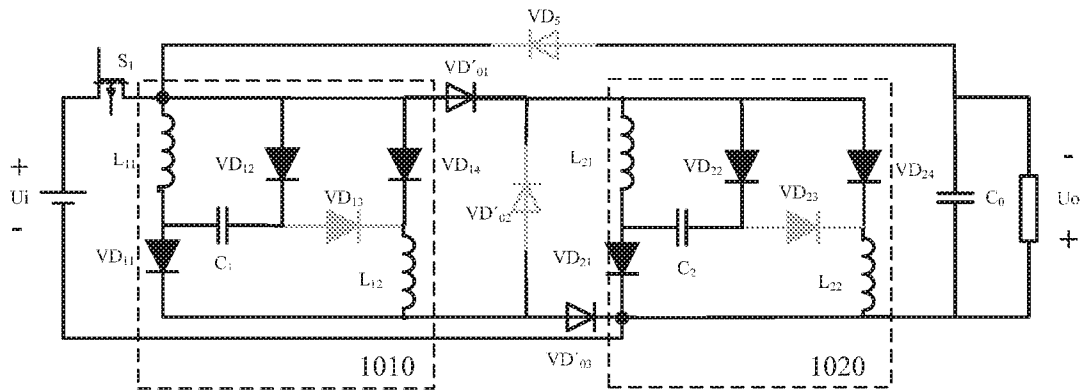
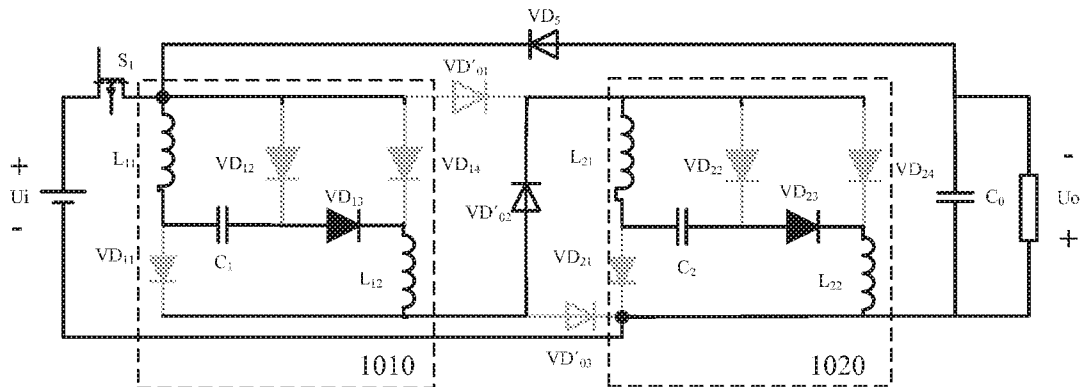


图 10



$S_1$ 接通

图 11a



$S_1$ 关断

图 11b

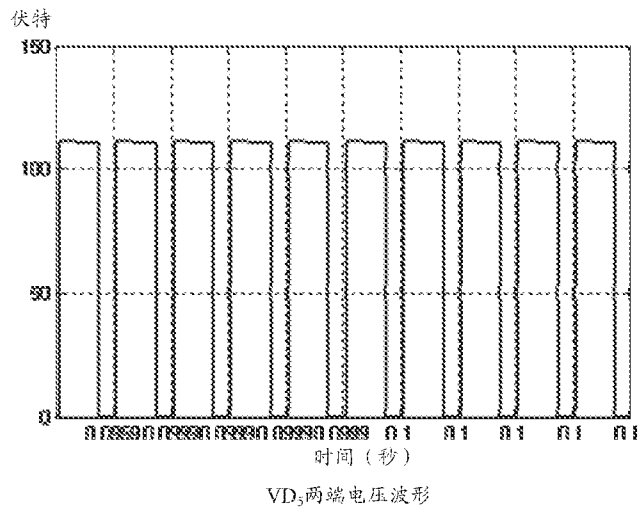


图 12a

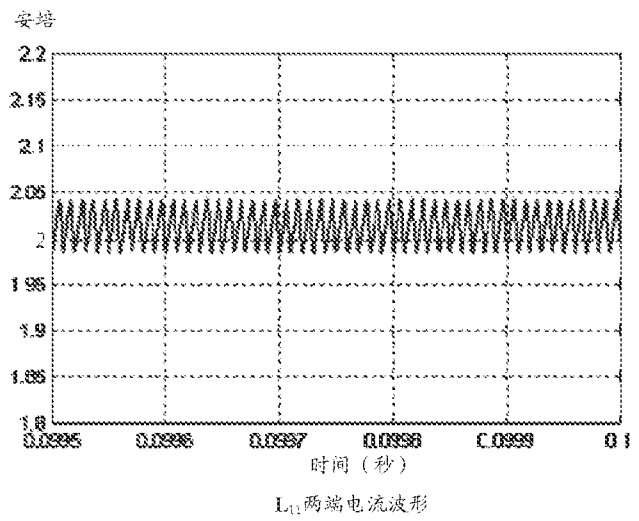


图 12b

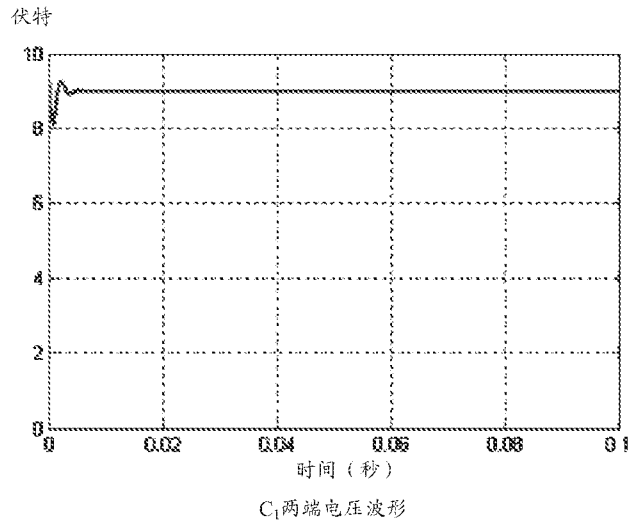


图 12c

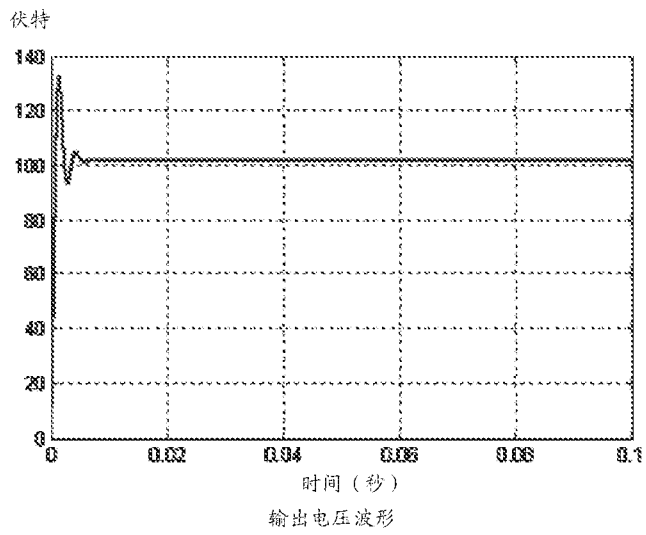


图 12d

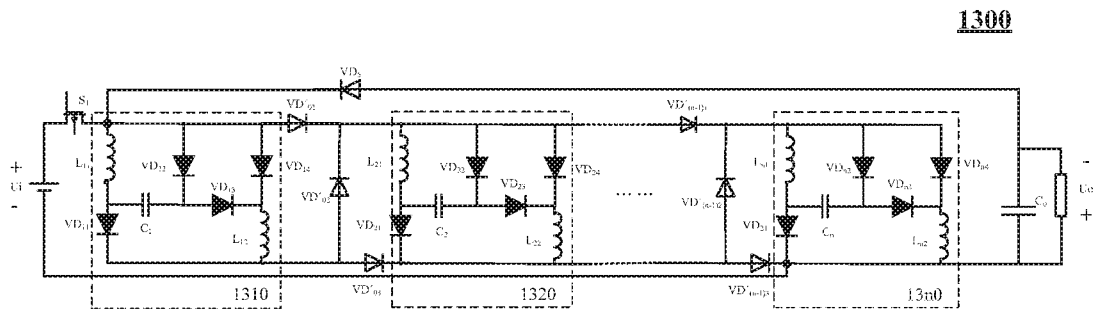


图 13

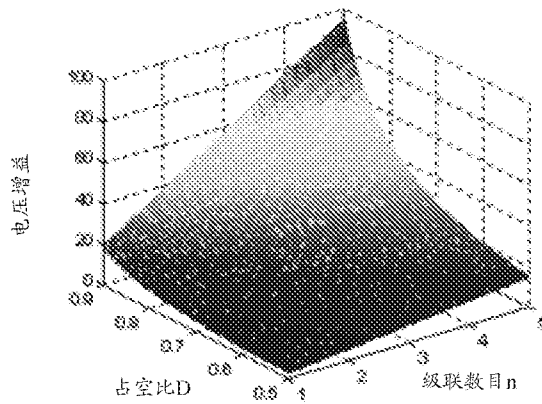


图 14

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/CN2017/090619**

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M 3/156 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; DWPI; SIPOABS; CNKI; IEEE: switch, buck-boost, bootstrap, switched, inductor, buck, boost, lift, capacitor, diode

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 206237306 U (BOE TECHNOLOGY GROUP CO., LTD.), 09 June 2017 (09.06.2017), claims 1-10, description, paragraphs 0004-0078, and figures 5-14	1-10
X	JIAO, Y. et al., "Voltage-lift-type Switched-inductor Cells for Enhancing DC-DC Boost Ability: Principles and Integrations in Luo Converter", IET POWER ELECTRONICS, vol. 4, no. 1, 07 February 2011 (07.02.2011), ISSN: 1755-4535, chapter 2, and figure 2	1-4, 9-10
Y	JIAO, Y. et al., "Voltage-lift-type Switched-inductor Cells for Enhancing DC-DC Boost Ability: Principles and Integrations in Luo Converter", IET POWER ELECTRONICS, vol. 4, no. 1, 07 February 2011 (07.02.2011), ISSN: 1755-4535, chapter 2, and figure 2	5-10
Y	CN 105490523 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY), 13 April 2016 (13.04.2016), description, paragraphs 0012-0014, and figure 1	5-10
A	CN 203590024 U (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY), 07 May 2014 (07.05.2014), the whole document	1-10

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search  
01 August 2017 (01.08.2017)

Date of mailing of the international search report  
**16 August 2017 (16.08.2017)**

Name and mailing address of the ISA/CN:  
State Intellectual Property Office of the P. R. China  
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao  
Haidian District, Beijing 100088, China  
Facsimile No.: (86-10) 62019451

Authorized officer  
**SONG, Xuemei**  
Telephone No.: (86-10) **62411797**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/CN2017/090619**

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103683920 A (NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS), 26 March 2014 (26.03.2014), the whole document	1-10
A	JP 2003348834 A (TOYO ELECTRIC MFG CO., LTD.), 05 December 2003 (05.12.2003), the whole document	1-10

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

**PCT/CN2017/090619**

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 206237306 U	09 June 2017	None	
CN 105490523 A	13 April 2016	None	
CN 203590024 U	07 May 2014	None	
CN 103683920 A	26 March 2014	None	
JP 2003348834 A	05 December 2003	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/090619

<p><b>A. 主题的分类</b> H02M 3/156(2006.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																				
<p><b>B. 检索领域</b> 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) H02M</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNABS;DWPI;SIPOABS;CNKI;IEEE:开关, 电感, 升降压, 升压, 降压, 自举, 电容, 二极管, switched, inductor, buck, boost, lift, capacitor, diode</p>																				
<p><b>C. 相关文件</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 206237306 U (京东方科技集团股份有限公司) 2017年 6月 9日 (2017 - 06 - 09) 权利要求1-10, 说明书第0004-0078段, 图5-14</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>Y. Jiao等. "Voltage-lift-type switched-inductor cells for enhancing DC-DC boost ability: principles and integrations in Luo converter" IET Power Electronics, 第4卷, 第1期, 2011年 2月 7日 (2011 - 02 - 07), ISSN: 1755-4535, 第2节, 图2</td> <td>1-4, 9, 10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>Y. Jiao等. "Voltage-lift-type switched-inductor cells for enhancing DC-DC boost ability: principles and integrations in Luo converter" IET Power Electronics, 第4卷, 第1期, 2011年 2月 7日 (2011 - 02 - 07), ISSN: 1755-4535, 第2节, 图2</td> <td>5-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 105490523 A (华南理工大学) 2016年 4月 13日 (2016 - 04 - 13) 说明书第0012-0014段, 图1</td> <td>5-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 203590024 U (华南理工大学) 2014年 5月 7日 (2014 - 05 - 07) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 206237306 U (京东方科技集团股份有限公司) 2017年 6月 9日 (2017 - 06 - 09) 权利要求1-10, 说明书第0004-0078段, 图5-14	1-10	X	Y. Jiao等. "Voltage-lift-type switched-inductor cells for enhancing DC-DC boost ability: principles and integrations in Luo converter" IET Power Electronics, 第4卷, 第1期, 2011年 2月 7日 (2011 - 02 - 07), ISSN: 1755-4535, 第2节, 图2	1-4, 9, 10	Y	Y. Jiao等. "Voltage-lift-type switched-inductor cells for enhancing DC-DC boost ability: principles and integrations in Luo converter" IET Power Electronics, 第4卷, 第1期, 2011年 2月 7日 (2011 - 02 - 07), ISSN: 1755-4535, 第2节, 图2	5-10	Y	CN 105490523 A (华南理工大学) 2016年 4月 13日 (2016 - 04 - 13) 说明书第0012-0014段, 图1	5-10	A	CN 203590024 U (华南理工大学) 2014年 5月 7日 (2014 - 05 - 07) 全文	1-10
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
PX	CN 206237306 U (京东方科技集团股份有限公司) 2017年 6月 9日 (2017 - 06 - 09) 权利要求1-10, 说明书第0004-0078段, 图5-14	1-10																		
X	Y. Jiao等. "Voltage-lift-type switched-inductor cells for enhancing DC-DC boost ability: principles and integrations in Luo converter" IET Power Electronics, 第4卷, 第1期, 2011年 2月 7日 (2011 - 02 - 07), ISSN: 1755-4535, 第2节, 图2	1-4, 9, 10																		
Y	Y. Jiao等. "Voltage-lift-type switched-inductor cells for enhancing DC-DC boost ability: principles and integrations in Luo converter" IET Power Electronics, 第4卷, 第1期, 2011年 2月 7日 (2011 - 02 - 07), ISSN: 1755-4535, 第2节, 图2	5-10																		
Y	CN 105490523 A (华南理工大学) 2016年 4月 13日 (2016 - 04 - 13) 说明书第0012-0014段, 图1	5-10																		
A	CN 203590024 U (华南理工大学) 2014年 5月 7日 (2014 - 05 - 07) 全文	1-10																		
<p><input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。      <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																				
<p>* 引用文件的具体类型:                      "A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件                      "E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利                      "L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)                      "O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件                      "P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件                      "T" 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件                      "X" 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性                      "Y" 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性                      "&amp;" 同族专利的文件</p>																				
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2017年 8月 1日</p>	<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2017年 8月 16日</p>																			
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>	<p>受权官员</p> <p>宋雪梅</p> <p>电话号码 (86-10)62411797</p>																			

## C. 相关文件

类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 103683920 A (南京航空航天大学) 2014年 3月 26日 (2014 - 03 - 26) 全文	1-10
A	JP 2003348834 A (TOYO ELECTRIC MFG CO LTD) 2003年 12月 5日 (2003 - 12 - 05) 全文	1-10

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/090619

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	206237306	U	2017年 6月 9日	无	
CN	105490523	A	2016年 4月 13日	无	
CN	203590024	U	2014年 5月 7日	无	
CN	103683920	A	2014年 3月 26日	无	
JP	2003348834	A	2003年 12月 5日	无	