

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102055322 A

(43) 申请公布日 2011. 05. 11

(21) 申请号 200910212079. 3

(22) 申请日 2009. 11. 03

(71) 申请人 立锜科技股份有限公司
地址 中国台湾新竹县竹北市台元街 20 号 5 楼

(72) 发明人 陈科宏 黄铭信

(74) 专利代理机构 上海天协和诚知识产权代理
事务所 31216

代理人 张荣义

(51) Int. Cl.
H02M 3/10 (2006. 01)

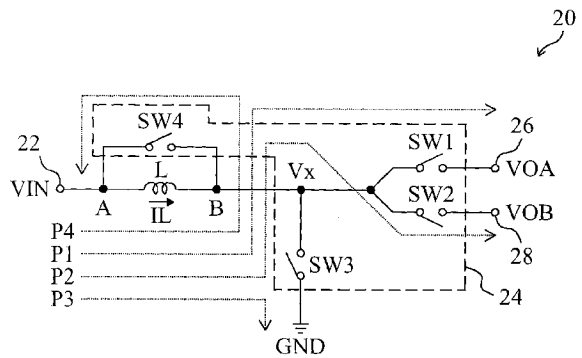
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 5 页

(54) 发明名称

单电感多输出电源转换器及其控制方法

(57) 摘要

一种单电感多输出电源转换器, 其特征在于, 包括: 一电感, 具有一第一端及一第二端, 所述电感的第一端连接所述电源转换器的输入端; 一第一开关, 连接在所述电感的第一端及第二端之间; 一第二开关, 连接在所述电感的第二端及一接地端之间; 一第三开关, 连接在所述电感的第二端及所述电源转换器的第一输出端之间; 一第四开关, 连接在所述电感的第二端及所述电源转换器的第二输出端之间。本发明的单电感多输出电源转换器及其控制方法具有降低导通损失、切换损失与门驱动损失以及提高电源转换器效率的优点。



1. 一种单电感多输出电源转换器,其特征在于,包括:
 - 一电感,具有一第一端及一第二端,所述电感的第一端连接所述电源转换器的输入端;
 - 一第一开关,连接在所述电感的第一端及第二端之间;
 - 一第二开关,连接在所述电感的第二端及一接地端之间;
 - 一第三开关,连接在所述电感的第二端及所述电源转换器的第一输出端之间;
 - 一第四开关,连接在所述电感的第二端及所述电源转换器的第二输出端之间。
2. 一种单电感多输出电源转换器的控制方法,所述电源转换器包含一电感具有一第一端及一第二端,其特征在于所述控制方法包括下列步骤:
 - 第一步骤:提供一输入电压至所述电感的第一端;
 - 第二步骤:将所述电感的第二端切换至一接地端;
 - 第三步骤:在所述电感上的电感电流上升至一第一默认值时,将所述电感的第二端切换至所述电源转换器的第一输出端;
 - 第四步骤:在所述电源转换器的第一输出端上的电压上升至一第二默认值时,将所述电感的第二端切换至所述电源转换器的第二输出端;
 - 第五步骤:在所述电源转换器的第二输出端上的电压上升至一第三默认值时,将所述电感的第二端切换至所述电感的第一端。
3. 如权利要求 2 所述的控制方法,其特征在于,更包括重复所述第二步骤至第五步骤。
4. 一种单电感多输出电源转换器的控制方法,所述电源转换器包含一电感具有一第一端及一第二端,其特征在于所述控制方法包括下列步骤:
 - 第一步骤:提供一输入电压至所述电感的第一端;
 - 第二步骤:将所述电感的第二端切换至所述电源转换器的第一输出端;
 - 第三步骤:在所述电源转换器的第一输出端上的电压上升至一第一默认值时,将所述电感的第二端切换至一接地端;
 - 第四步骤:在所述电感上的电感电流上升至一第二默认值时,将所述电感的第二端切换至所述电源转换器的第二输出端;
 - 第五步骤:在所述电源转换器的第二输出端上的电压上升至一第三默认值时,将所述电感的第二端切换至所述电感的第一端。
5. 如权利要求 4 所述的控制方法,其特征在于,更包括重复所述第二步骤至第五步骤。
6. 一种单电感多输出电源转换器,其特征在于,包括:
 - 一电感,具有一第一端及一第二端,所述电感的第一端连接所述电源转换器的输入端;
 - 一切换电路,用以将所述电感的第二端切换至所述电源转换器的多个输出端其中一个、一接地端或所述电感的第一端。
7. 如权利要求 6 所述的电源转换器,其特征在于,所述切换电路包括:
 - 一第一开关,连接在所述电感的第一端及第二端之间;
 - 一第二开关,连接在所述电感的第二端及所述接地端之间;
 - 多个第三开关,每一所述第三开关连接在所述电感的第二端及所述电源转换器的多个输出端其中一个之间。

8. 一种单电感多输出电源转换器的控制方法,所述电源转换器包含一电感具有一第一端及一第二端,其特征在于所述控制方法包括下列步骤:

第一步骤:提供一输入电压至所述电感的第一端;

第二步骤:将所述电感的第二端轮流切换至在所述电源转换器的至少一降压输出端;

第三步骤:将所述电感的第二端换至一接地端;

第四步骤:在所述电感上的电感电流上升至一默认值时,将所述电感的第二端轮流切换至所述电源转换器的至少一升压输出端;

第五步骤:将所述电感的第二端切换至所述电感的第一端;

9. 如权利要求 8 所述的控制方法,其特征在于,更包括重复所述第二步骤至第五步骤。

10. 一种单电感多输出电源转换器的控制方法,所述电源转换器包含一电感具有一第一端及一第二端,其特征在于所述控制方法包括下列步骤:

第一步骤:提供一输入电压至所述电感的第一端;

第二步骤:将所述电感的第二端切换至一接地端;

第三步骤:将所述电感的第二端依序切换至所述电流转换器的多个输出端;

第四步骤:将所述电感的第二端切换至所述电感的第一端。

11. 如权利要求 10 所述的控制方法,其特征在于,更包括重复所述第二步骤至第四步骤。

单电感多输出电源转换器及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电源转换器,具体地说,是一种单电感多输出 (Single Inductor Multiple Output ;SIMO) 的电源转换器及其控制方法。

背景技术

[0002] 随着技术的进步,电子产品的功能越来越多,因此在某些电子产品中,单组电源已无法满足需要,故电源转换器也朝向提供多组电源的方向发展。图 1 显示已知的单电感双输出 (Single Inductor Dual Output ;SIDO) 电源转换器 10,电源转换器 10 可以提供两组电源,电源转换器 10 包括开关 SW1 连接在所述电源转换器的输入端 12 及电感 L 之间,开关 SW2 连接在电感 L 及接地端 GND 之间,开关 SW3 连接在电感 L 及接地端 GND 之间,开关 SW4 连接在电感 L 及输出端 14 之间,开关 SW5 连接在电感 L 及输出端 16 之间。

[0003] 图 2 用以说明图 1 中电源转换器 10 的一种控制方法,其中波形 18 为电感电流 I_L 。参照图 1 及图 2,假设电源转换器 10 的输出 14 及 16 各为降压及升压输出,首先打开 (turn on) 开关 SW1 及 SW4 形成路径 P1,此时输入电压 V_{IN} 经路径 P1 对输出端 14 供应能量,并同时为路径 P1 上的电感 L 蓄能,电感 L 上的电感电流 I_L 将以斜率 $[(V_{IN}-V_{OA})/L]$ 上升,如波形 18 所示,在输出端 14 上的电压 V_{OA} 达到默认值时,开关 SW1 关闭 (turn off) 并打开开关 SW2 以形成路径 P2,此时电源转换器 10 切断与输入电压 V_{IN} 的连结,故转由电感 L 供应能量至输出端 14 以保持输出电流的稳定,因此电感电流 I_L 以斜率 $(-V_{OA}/L)$ 下降,当电感电流 I_L 下降至准位 I_{DC} 时,关闭开关 SW4 并打开开关 SW3 以形成路径 P5,此时电感 L 上未释放的能量将保持在电感 L 上产生无约束的电流 (freewheeling current),接着再关闭开关 SW2 并打开开关 SW1 以重新连结输入电压 V_{IN} ,此时能量经由路径 P3 储存在电感 L 上,故电感电流 I_L 以斜率 (V_{IN}/L) 增加,当电感电流 I_L 上升至准位 I_{BT} 时,关闭开关 SW3 并打开开关 SW5 以形成路径 P4,此时能量经路径 P4 供应到输出端 16,而电感电流 I_L 以斜率 $[(V_{IN}-V_{OB})/L]$ 下降,在输出端 16 上的电压 V_{OB} 达到默认值时,关闭开关 SW1 及 SW5 并打开开关 SW2 及 SW3 形成路径 P5 以保存未释放的能量。

[0004] 如图 1 所示,传统的 SIDO 电源转换器 10 需要 5 个开关 SW1、SW2、SW3、SW4 及 SW5 才能产生两组电压 V_{OA} 及 V_{OB} ,而且在每条能量路径 P1、P2、P3、P4 及 P5 上传递的能量都要经过两个开关,故有较大的导通损失 (conduction loss),此外每一个开关都要搭配一驱动器,因此开关与驱动器所产生的切换损失 (switching loss) 与门驱动损失 (gate drive loss) 亦不可忽略。

[0005] 因此已知的电源转换器存在着上述种种不便和问题。

发明内容

[0006] 本发明的目的,在于提出一种减少开关数量降低成本的单电感多输出电源转换器及其控制方法。

[0007] 本发明的另一目的,在于提出一种减少导通损失、切换损失与门驱动损失以提高

效率的单电感多输出电源转换器及其控制方法。

[0008] 为实现上述目的,本发明的技术解决方案是:

[0009] 一种单电感多输出电源转换器,其特征在于,包括:

[0010] 一电感,具有一第一端及一第二端,所述电感的第一端连接所述电源转换器的输入端;

[0011] 一第一开关,连接在所述电感的第一端及第二端之间;

[0012] 一第二开关,连接在所述电感的第二端及一接地端之间;

[0013] 一第三开关,连接在所述电感的第二端及所述电源转换器的第一输出端之间;

[0014] 一第四开关,连接在所述电感的第二端及所述电源转换器的第二输出端之间。

[0015] 一种单电感多输出电源转换器的控制方法,所述电源转换器包含一电感具有一第一端及一第二端,其特征在于所述控制方法包括下列步骤:

[0016] 第一步骤:提供一输入电压至所述电感的第一端;

[0017] 第二步骤:将所述电感的第二端切换至一接地端;

[0018] 第三步骤:在所述电感上的电感电流上升至一第一默认值时,将所述电感的第二端切换至所述电源转换器的第一输出端;

[0019] 第四步骤:在所述电源转换器的第一输出端上的电压上升至一第二默认值时,将所述电感的第二端切换至所述电源转换器的第二输出端;

[0020] 第五步骤:在所述电源转换器的第二输出端上的电压上升至一第三默认值时,将所述电感的第二端切换至所述电感的第一端。

[0021] 本发明的单电感多输出电源转换器的控制方法,还可以采用以下的技术措施来进一步实现。

[0022] 前述的控制方法,其中更包括重复所述第二步骤至第五步骤。

[0023] 一种单电感多输出电源转换器的控制方法,所述电源转换器包含一电感具有一第一端及一第二端,其特征在于所述控制方法包括下列步骤:

[0024] 第一步骤:提供一输入电压至所述电感的第一端;

[0025] 第二步骤:将所述电感的第二端切换至所述电源转换器的第一输出端;

[0026] 第三步骤:在所述电源转换器的第一输出端上的电压上升至一第一默认值时,将所述电感的第二端切换至一接地端;

[0027] 第四步骤:在所述电感上的电感电流上升至一第二默认值时,将所述电感的第二端切换至所述电源转换器的第二输出端;

[0028] 第五步骤:在所述电源转换器的第二输出端上的电压上升至一第三默认值时,将所述电感的第二端切换至所述电感的第一端。

[0029] 前述的控制方法,其中更包括重复所述第二步骤至第五步骤。

[0030] 一种单电感多输出电源转换器,其特征在于,包括:

[0031] 一电感,具有一第一端及一第二端,所述电感的第一端连接所述电源转换器的输入端;

[0032] 一切换电路,用以将所述电感的第二端切换至所述电源转换器的多个输出端其中一个、一接地端或所述电感的第一端。

[0033] 本发明的单电感多输出电源转换器,还可以采用以下的技术措施来进一步实现。

- [0034] 前述的电源转换器,其中所述切换电路包括:
- [0035] 一第一开关,连接在所述电感的第一端及第二端之间;
- [0036] 一第二开关,连接在所述电感的第二端及所述接地端之间;
- [0037] 多个第三开关,每一所述第三开关连接在所述电感的第二端及所述电源转换器的多个输出端其中一个之间。
- [0038] 一种单电感多输出电源转换器的控制方法,所述电源转换器包含一电感具有一第一端及一第二端,其特征在于所述控制方法包括下列步骤:
- [0039] 第一步骤:提供一输入电压至所述电感的第一端;
- [0040] 第二步骤:将所述电感的第二端轮流切换至在所述电源转换器的至少一降压输出端;
- [0041] 第三步骤:将所述电感的第二端换至一接地端;
- [0042] 第四步骤:在所述电感上的电感电流上升至一默认值时,将所述电感的第二端轮流切换至所述电源转换器的至少一升压输出端;
- [0043] 第五步骤:将所述电感的第二端切换至所述电感的第一端;
- [0044] 前述的控制方法,其中更包括重复所述第二步骤至第五步骤。
- [0045] 一种单电感多输出电源转换器的控制方法,所述电源转换器包含一电感具有一第一端及一第二端,其特征在于所述控制方法包括下列步骤:
- [0046] 第一步骤:提供一输入电压至所述电感的第一端;
- [0047] 第二步骤:将所述电感的第二端切换至一接地端;
- [0048] 第三步骤:将所述电感的第二端依序切换至所述电流转换器的多个输出端;
- [0049] 第四步骤:将所述电感的第二端切换至所述电感的第一端。
- [0050] 前述的控制方法,其中更包括重复所述第二步骤至第四步骤。
- [0051] 采用上述技术方案后,本发明的单电感多输出电源转换器及其控制方法具有以下优点:
- [0052] 1. 大幅降低导通损失、切换损失与门驱动损失。
- [0053] 2. 提高电源转换器的效率。

附图说明

- [0054] 图 1 为已知的 SIDO 电源转换器示意图;
- [0055] 图 2 为图 1 中电源转换器的一种控制方法示意图;
- [0056] 图 3 为本发明的第一实施例示意图;
- [0057] 图 4 为图 3 中 SIDO 电源转换器的两输出各为降压及升压输出时第一种控制方法示意图;
- [0058] 图 5 为图 3 中 SIDO 电源转换器的两输出各为降压及升压输出时第二种控制方法示意图;
- [0059] 图 6 为图 3 中 SIDO 电源转换器的两输出均为升压输出时第一种控制方法示意图;
- [0060] 图 7 为图 3 中 SIDO 电源转换器的两输出均为升压输出时第二种控制方法示意图;
- [0061] 图 8 为本发明的第二实施例示意图;
- [0062] 图 9 为图 8 中 SIMO 电源转换器的一种控制方法示意图。

[0063] 图中,10、SIDO 电源转换器 12、电源转换器 10 的输入端 14、电源转换器 10 的输出端 16、电源转换器 10 的输出端 18、电感电流 IL 的波形 20、SIDO 电源转换器 22、电源转换器 10 的输入端 24、切换电路 26、电源转换器 10 的输出端 28、电源转换器 10 的输出端 30、电感电流 IL 的波形 32、电感电流 IL 的波形 34、电感电流 IL 的波形 36、电感电流 IL 的波形 40、SIMO 电源转换器 42、切换电路 44、电感电流 IL 的波形。

具体实施方式

[0064] 以下结合实施例及其附图对本发明作更进一步说明。

[0065] 现请参阅图 3,图 3 显示本发明的第一实施例,如图所示,所述 SIDO 电源转换器 20 中,电感 L 的第一端 A 连接电源转换器 20 的输入端 22,切换电路 24 用以将电感 L 的第二端 B 切换至输入端 22、输出端 26、输出端 28 或接地端 GND。切换电路 24 包括开关 SW1 连接在电感 L 的第二端 B 及电源转换器 20 的输出端 26 之间,开关 SW2 连接在电感 L 的第二端 B 及电源转换器 20 的输出端 28 之间,开关 SW3 连接在电感 L 的第二端 B 及接地端 GND 之间,开关 SW4 连接在电感 L 的第一端 A 及第二端 B 之间。当电感 L 的第二端 B 被切换至输出端 26 时形成能量路径 P1,当电感 L 的第二端 B 被切换至输出端 28 时形成能量路径 P2,当电感 L 的第二端 B 切换至接地端 GND 时形成能量路径 P3,当电感 L 的第二端 B 切换至其第一端 A 时形成能量路径 P4。SIDO 电源转换器 20 只使用四个开关,比已知的 SIDO 电源转换器 10 少了一个开关,因此也少了一个驱动开关的驱动器,而且每条能量路径 P1、P2、P3 及 P4 上都只有一个开关,因此可以有效的降低导通损失、切换损失与门驱动损失,亦可以降低系统复杂度以及减少芯片面积及制造成本。

[0066] SIDO 电源转换器 20 的输出 26 及 28 可以是一降压输出及一升压输出,也可以都是升压输出。图 4 显示 SIDO 电源转换器 20 的输出 26 及 28 各为降压及升压输出时的一种控制方法,其中波形 30 为电感电流 IL。参照图 3 及图 4,首先打开开关 SW3 使电感 L 的第二端 B 连接至接地端 GND 以形成路径 P3,此时能量经由路径 P3 储存在电感 L 中,其上的电感电流 IL 将以 (V_{IN}/L) 的斜率上升,如波形 30 所示,在电感电流 IL 上升至准位 IDC 时,关闭开关 SW3 并打开开关 SW1 使电感 L 的第二端 B 切换至输出端 26 以形成路径 P1,此时能量经由路径 P1 传递至输出端 26,由于此时输出端 26 上的电压 V_{OA} 小于输入电压 V_{IN} ,故电感电流 IL 仍以 $[(V_{IN}-V_{OA})/L]$ 的斜率上升,当电压 V_{OA} 达到默认值时,关闭开关 SW1 并打开开关 SW2 使电感 L 的第二端 B 切换至输出端 28 以形成路径 P2,此时能量经由路径 P2 传递至输出端 28,电感电流 IL 以 $[(V_{OB}-V_{IN})/L]$ 的斜率下降,在输出端 28 上的电压 V_{OB} 上升至默认值后,关闭开关 SW2 并打开开关 SW4 使电感 L 的第二端 B 切换至其第一端 A 形成路径 P4,此时电感电流 IL 保持在电感 L 中形成无约束的电流,至此完成一周期。此操作模式为平均电流模式控制 (average current mode control),电感电流 IL 将以准位 IDC 为中心依据不同负载做追随的控制。

[0067] 图 5 显示 SIDO 电源转换器 20 的输出 26 及 28 各为降压及升压输出时的另一种控制方法,其中波形 32 为电感电流 IL。参照图 3 及图 5,首先将开关 SW1 打开使电感 L 的第二端 B 连接至输出端 26 以形成路径 P1,此时能量传递至输出端 26,由于输出端 26 上的电压 V_{OA} 小于输入电压 V_{IN} ,因此电感电流 IL 将以 $[(V_{IN}-V_{OA})/L]$ 的斜率上升,当电压 V_{OA} 上升至默认值时,关闭开关 SW1 并打开开关 SW3 使电感 L 的第二端 B 切换至接地端 GND 以形

成路径 P3, 此时能量经由路径 P3 储存在电感 L 中, 故其上的电感电流 I_L 以 (V_{IN}/L) 的斜率上升, 在电感电流 I_L 达到准位 I_{DC} 时, 关闭开关 SW3 并打开开关 SW2 使电感 L 的第二端 B 切换至输出端 28 以形成路径 P2, 此时能量经由路径 P2 传递至输出端 28, 电感电流 I_L 以 $[(V_{OB}-V_{IN})/L]$ 的斜率下降, 当输出端 28 上的电压 V_{OB} 上升至默认值时, 关闭开关 SW2 并打开开关 SW4 使电感 L 的第二端 B 切换至其第一端 A 形成路径 P4, 此时电感电流 I_L 保持在电感 L 中形成无约束的电流, 至此完成一周期。此操作模式为峰值电流模式控制 (peak current mode control), 电感电流 I_L 将以准位 I_{DC} 为上限, 当电感电流 I_L 超过准位 I_{DC} 时便转换由升压输出做释能的控制, 准位 I_{DC} 可以依不同负载做增加或减少的控制。

[0068] 图 6 显示 SIDO 电源转换器 20 的输出 26 及 28 均为升压输出时的一种控制方法, 其中波形 34 为电感电流 I_L 。参照图 3 及图 6, 首先打开开关 SW3 使电感 L 的第二端 B 连接至接地端 GND 以形成路径 P3, 此时能量经由路径 P3 储存在电感 L 中, 其上的电感电流 I_L 将以 (V_{IN}/L) 的斜率上升, 如波形 34 所示, 在电感电流 I_L 上升至准位 I_{DC} 时, 关闭开关 SW3 并打开开关 SW1 使电感 L 的第二端 B 切换至输出端 26 以形成路径 P1, 此时能量经由路径 P1 传递至输出端 26, 电感电流 I_L 以 $[(V_{OA}-V_{IN})/L]$ 的斜率下降, 当电压 V_{OA} 达到默认值时, 关闭开关 SW1 并打开开关 SW2 使电感 L 的第二端 B 切换至输出端 28 以形成路径 P2, 此时能量经由路径 P2 传递至输出端 28, 电感电流 I_L 以 $[(V_{OB}-V_{IN})/L]$ 的斜率下降, 在输出端 28 上的电压 V_{OB} 上升至默认值后, 关闭开关 SW2 并打开开关 SW4 使电感 L 的第二端 B 切换至其第一端 A 形成路径 P4, 此时电感电流 I_L 保持在电感 L 中形成无约束的电流, 至此完成一周期。

[0069] 图 7 显示 SIDO 电源转换器 20 的输出 26 及 28 均为升压输出时的另一种控制方法, 其中波形 36 为电感电流 I_L 。参照图 3 及图 7, 首先将开关 SW1 打开使电感 L 的第二端 B 连接至输出端 26 以形成路径 P1, 此时能量传递至输出端 26, 电感电流 I_L 将以 $[(V_{OA}-V_{IN})/L]$ 的斜率下降, 当电压 V_{OA} 上升至默认值时, 关闭开关 SW1 并打开开关 SW3 使电感 L 的第二端 B 切换至接地端 GND 以形成路径 P3, 此时能量经由路径 P3 储存在电感 L 中, 故其上的电感电流 I_L 以 (V_{IN}/L) 的斜率上升, 在电感电流 I_L 达到准位 I_{DC} 时, 关闭开关 SW3 并打开开关 SW2 使电感 L 的第二端 B 切换至输出端 28 以形成路径 P2, 此时能量经由路径 P2 传递至输出端 28, 电感电流 I_L 以 $[(V_{OB}-V_{IN})/L]$ 的斜率下降, 当输出端 28 上的电压 V_{OB} 上升至默认值时, 关闭开关 SW2 并打开开关 SW4 使电感 L 的第二端 B 切换至其第一端 A 形成路径 P4, 此时电感电流 I_L 保持在电感 L 中形成无约束的电流, 至此完成一周期。

[0070] 图 8 显示本发明的第二实施例, 在 SIMO 电源转换器 40 中, 电感 L 具有第一端 A 及第二端 B, 电感 L 的第一端 A 连接输入端 V_{IN} , 切换电路 42 用以将电感 L 的第二端 B 切换至输入端 V_{IN} 、输出端 V_{O1} 至 V_{On} 其中之一或接地端 GND。切换电路 42 包括开关 SW1 连接在电感 L 的第二端 B 及输出端 V_{O1} 之间, 开关 SW2 连接在电感 L 的第二端 B 及输出端 V_{O2} 之间, 开关 SW3 连接在电感 L 的第二端 B 及输出端 V_{O3} 之间, 开关 SW4 连接在电感 L 的第二端 B 及输出端 V_{O4} 之间, 开关 SW5 连接在电感 L 的第二端 B 及输出端 V_{O5} 之间, 开关 SW $_n$ 连接在电感 L 的第二端 B 及输出端 V_{On} 之间, 开关 SW $_x$ 连接在电感 L 的第二端 B 及接地端 GND 之间, 开关 SW $_f$ 连接在电感 L 的第一端 A 及电感 L 的第二端 B 之间。

[0071] 图 9 显示图 8 中 SIMO 电源转换器 40 的一种控制方法, 其中波形 44 为电感 L 上的电感电流 I_L 。在此实施中, 电源转换器 40 的输出端 V_{O1} 、 V_{O2} 及 V_{O3} 为降压输出端, 而输出

端 V04 至 Von 为升压输出端。参照图 8 及图 9, 首先打开开关 SW1 使电感 L 的第二端连接至输出端 V01, 此时能量传递至输出端 V01。在输出端 V01 上的电压达到默认值时, 关闭开关 SW1 并打开开关 SW2 使电感 L 的第二端切换至输出端 V02, 此时能量传递至输出端 V02。在输出端 V02 上的电压达到默认值时, 关闭开关 SW2 并打开开关 SW3 使电感 L 的第二端切换至输出端 V03, 此时能量传递至输出端 V03。在输出端 V03 上的电压达到默认值时, 关闭开关 SW3 并打开开关 SWx 使电感 L 的第二端切换至接地端 GND, 此时电感 L 开始储能, 其上的电感电流 I_L 以 (V_{IN}/L) 的斜率上升, 如时间 t_1 至 t_2 。在电感电流 I_L 达到默认值时, 关闭开关 SWx 并打开开关 SW4 使电感 L 的第二端切换至输出端 V04, 此时能量传递至输出端 V04。在输出端 V04 上的电压达到默认值时, 关闭开关 SW4 并打开开关 SW5 使电感 L 的第二端切换至输出端 V05, 此时能量传递至输出端 V05, 在输出端 V05 上的电压达到默认值时, 将电感 L 的第二端 B 切换至下一个输出端, 如此依序切换, 直至最后一个输出端 V0n 上的电压达到默认值时, 将电感 L 的第二端 B 切换至其第一端 A 以将电感电流 I_L 保持在电感 L 中形成无约束的电流。

[0072] 以上实施例仅供说明本发明之用, 而非对本发明的限制, 有关技术领域的技术人员, 在不脱离本发明的精神和范围的情况下, 还可以作出各种变换或变化。因此, 所有等同的技术方案也应该属于本发明的范畴, 应由各权利要求限定。

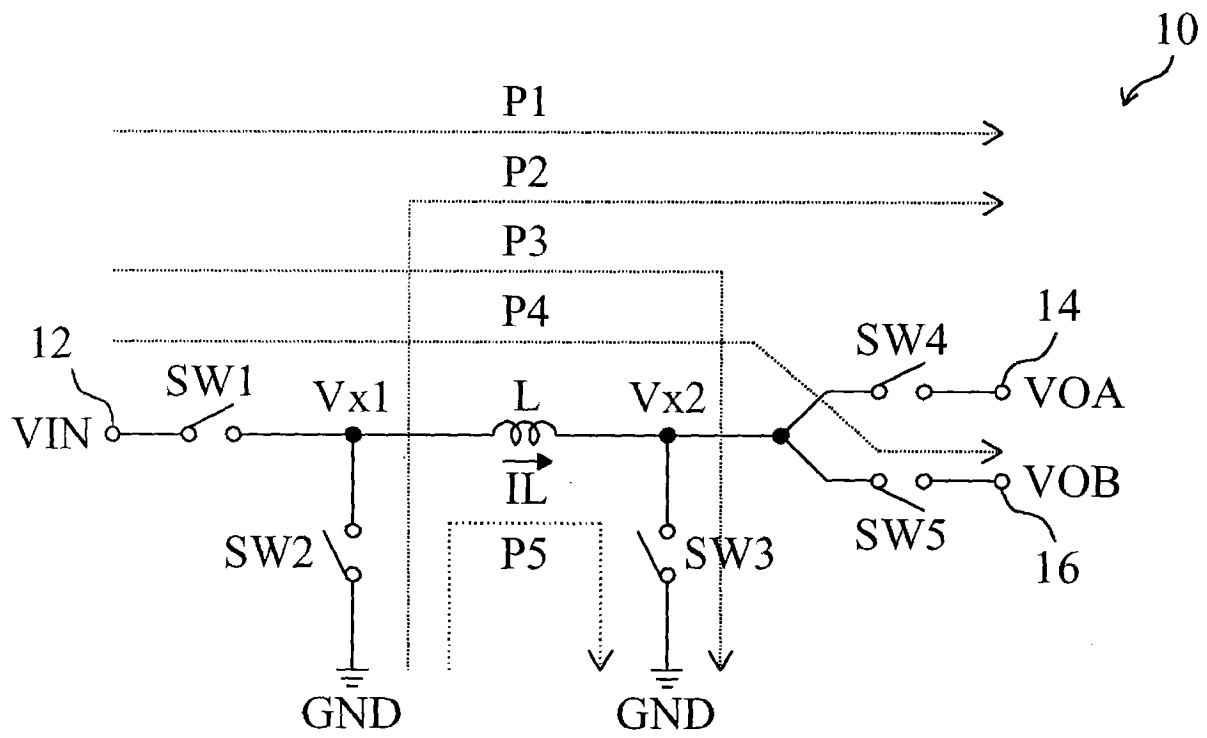


图 1

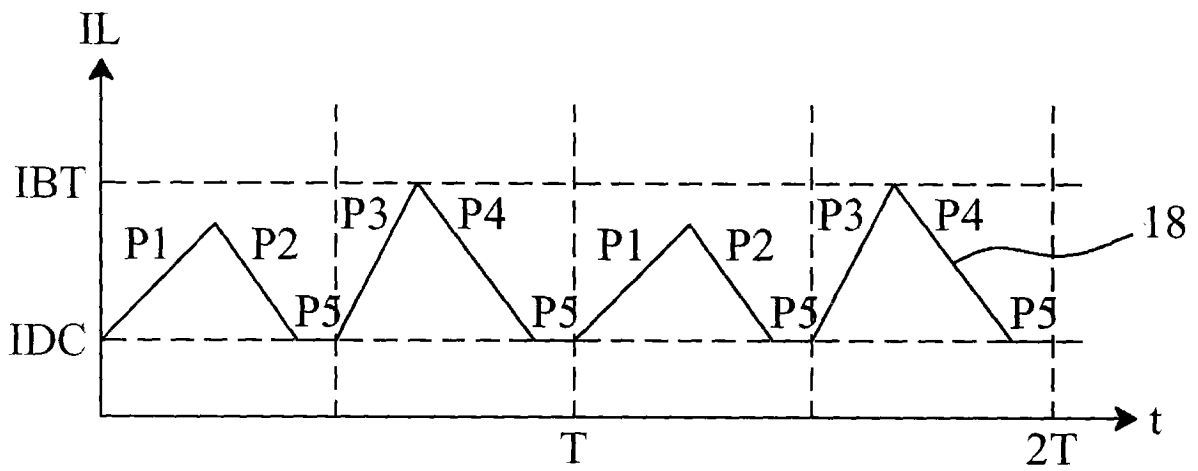


图 2

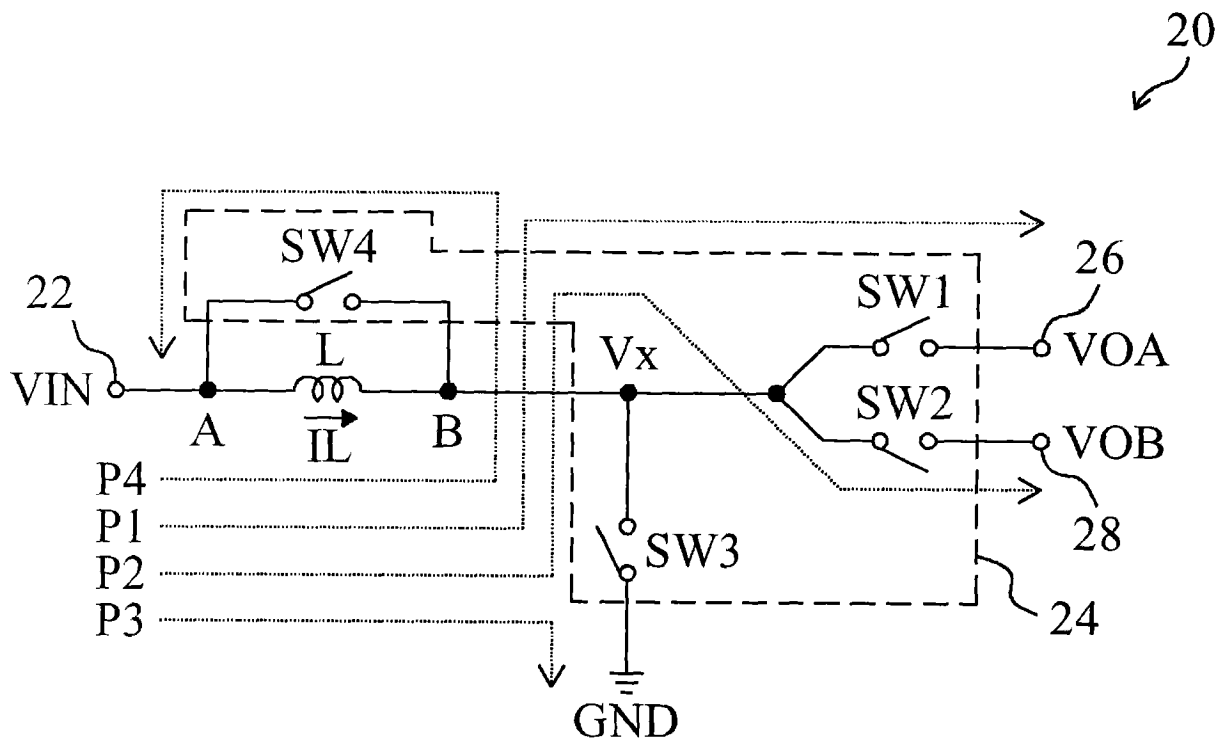


图 3

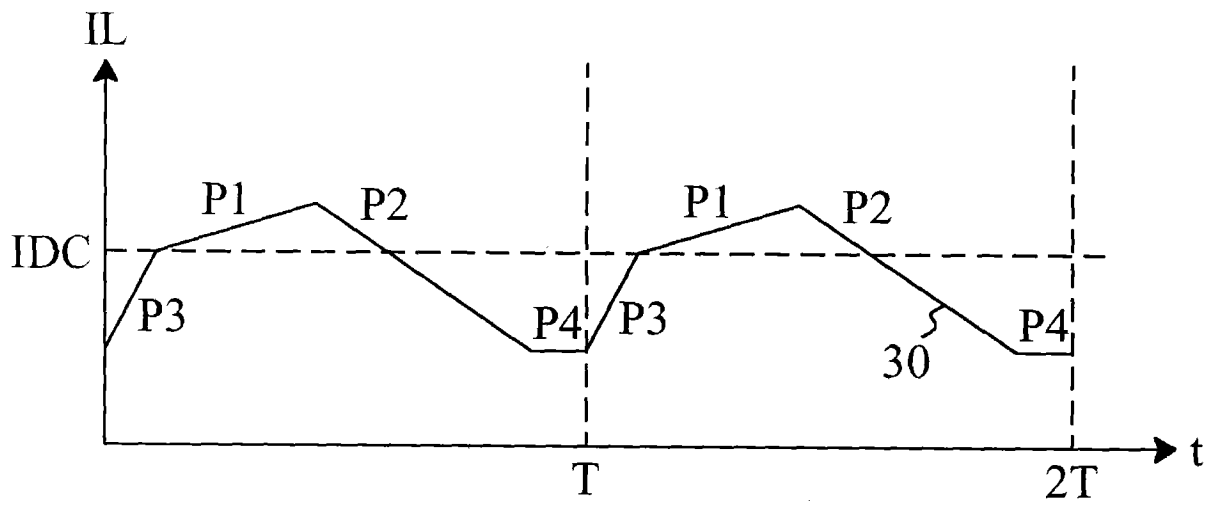


图 4

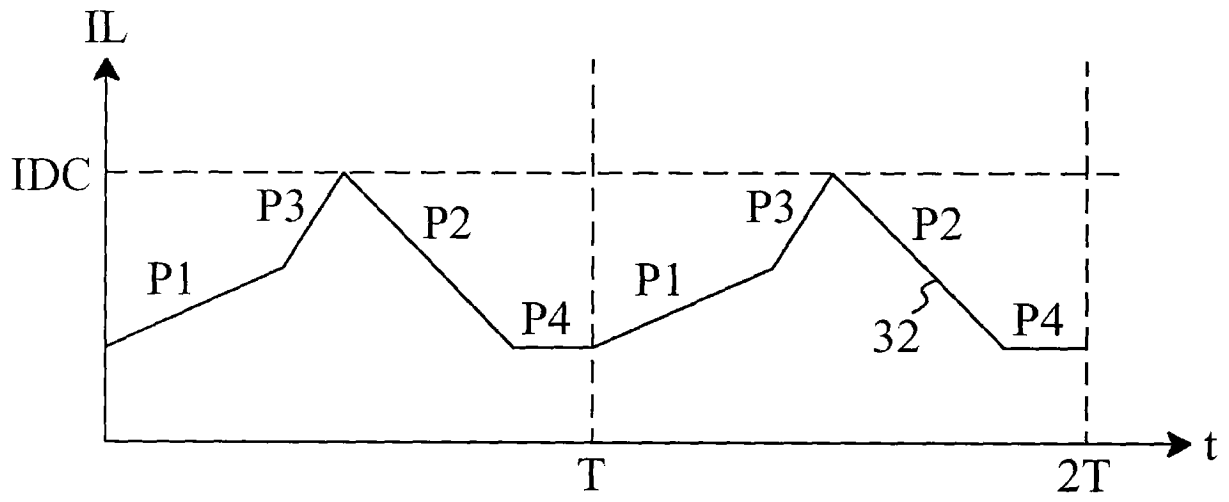


图 5

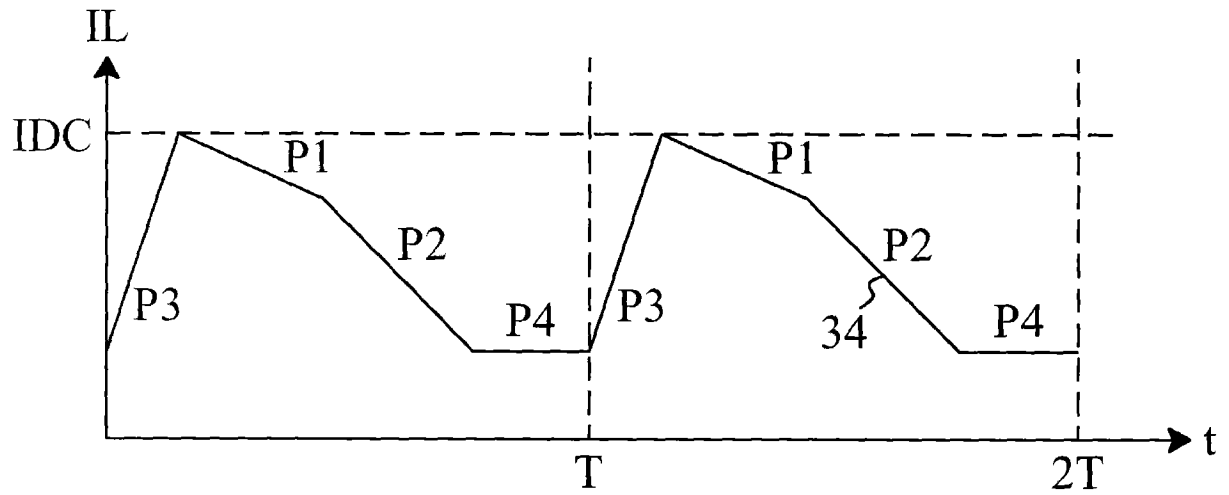


图 6

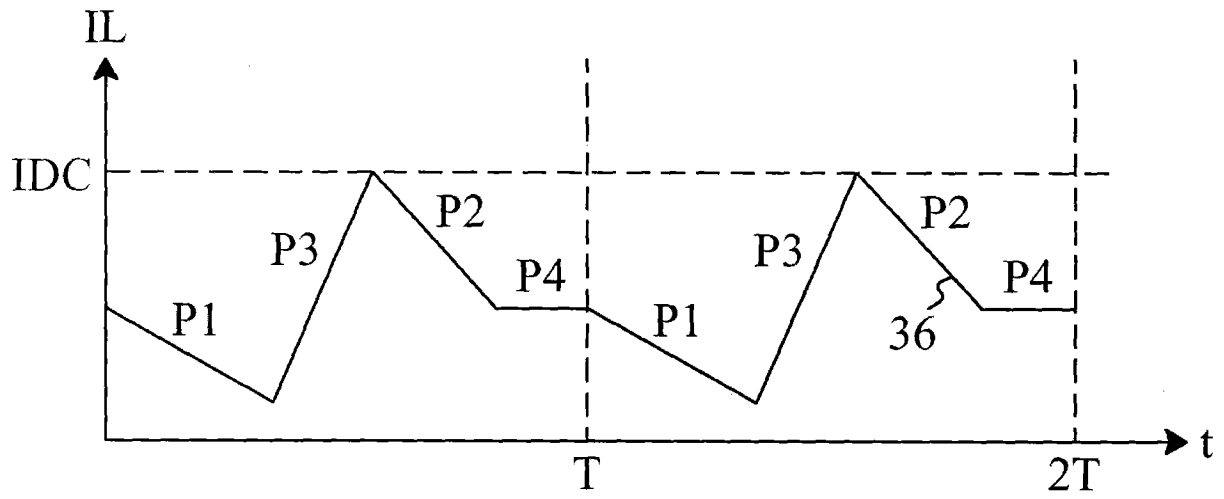


图 7

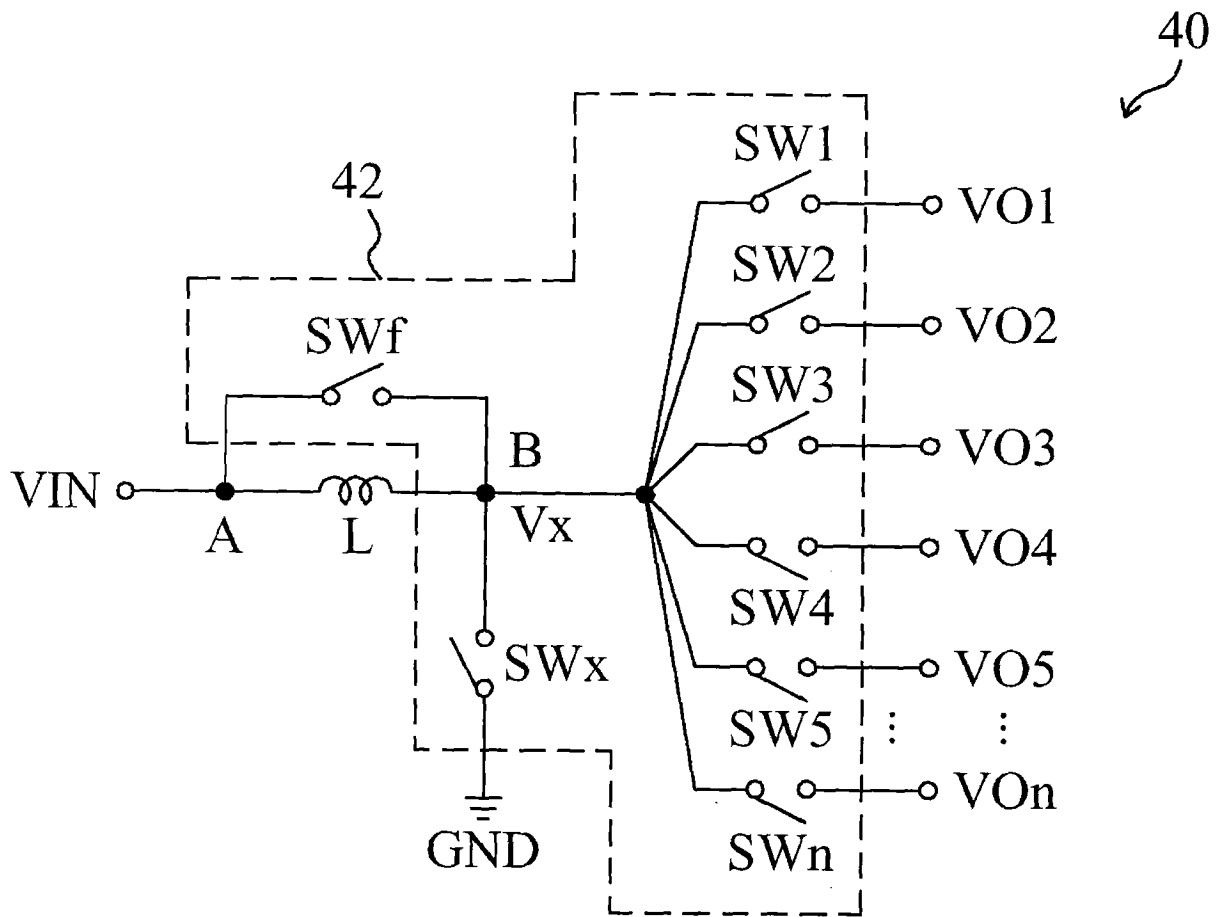


图 8

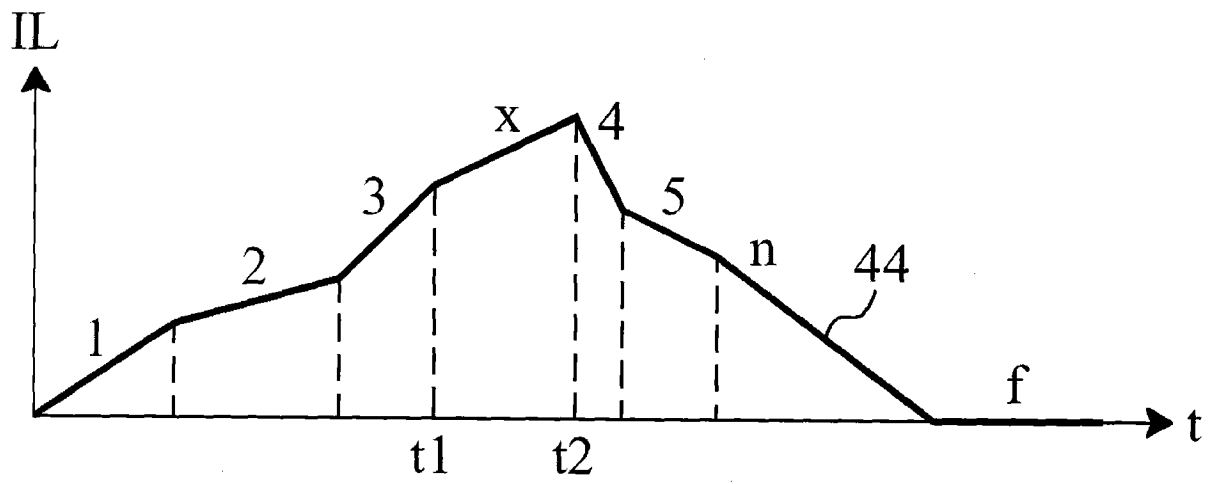


图 9