

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：098108283

※申請日期：98.3.13

※IPC 分類：

H02M3/145 (2006.01)

5 一、發明名稱：(中文/英文)

升降壓式電源轉換器及其控制方法

二、申請人：(共 2 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

1. 立錡科技股份有限公司/RICHTEK TECHNOLOGY CORP

10 2. 國立交通大學/NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSIT

代表人：(中文/英文)

1. 邵中和/TAI, KENNETH

2. 吳重雨

住居所或營業所地址：(中文/英文)

15 1. 新竹縣竹北市台元街 20 號 5 樓/5F, NO. 20, TAI YUEN STREET,
CHUPEI CITY, HSINCHU, 310 TAIWAN R.O.C

2. 新竹市大學路 1001 號

國 籍：(中文/英文)

1. 中華民國/TW

2. 中華民國/TW

20 三、發明人：(共 3 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 陳科宏/CHEN, KE-HORNG

2. 吳緯權/WU, WEI-QUAN

3. 何心欣/HO, HSIN-HSIN

25

國 籍：(中文/英文)

201034363

1. 中華民國/TW
2. 中華民國/TW
3. 中華民國/TW

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☐ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

5 【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☐ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

10

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

15 ☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

20

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

一種升降壓式電源轉換器及其控制方法，其在該電源轉換器的輸入電壓接近輸出電壓時延長開關的切換週期並使用新的開關順序來改善切換損失及導通損失，並且考慮負載電流對責任週期的影響使其可在正確點切換模式，因此該輸出電壓不會因為改變模式而受影響。

六、英文發明摘要：

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

30 電源轉換器

5 32 功率級

34 控制電路

36 控制邏輯電路

38 模式偵測器

40 比較器

10 42 比較器

44 鋸齒波產生器

46 誤差放大器

48 時脈產生器

15 八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關一種升降壓式電源轉換器，特別是關於一種改善切換損失以及考慮負載電流對責任週期的影響使其可在正確點切換模式的升降壓式電源轉換器及其控制方法。

【先前技術】

圖 1 顯示習知的升降壓式電源轉換器 10，其包括功率級 12 及控制電路 14。在功率級 12 中，開關 SW1 連接在輸入電壓 V_{in} 及電感 L 之間，開關 SW2 連接在電感 L 及接地端 GND 之間，開關 SW3 連接在電感 L 及接地端 GND 之間，開關 SW4 連接在電感 L 及輸出電壓 V_{out} 之間。電阻 R1 及 R2 分壓輸出電壓 V_{out} 產生回授信號 VFB，在控制電路 14 中，誤差放大器 24 根據回授信號 VFB 及參考電壓 V_{ref} 產生誤差信號 VEA，鋸齒波產生器 22 提供兩個鋸齒波信號 SAW1 及 SAW2，比較器 18 比較誤差信號 VEA 及鋸齒波信號 SAW1 產生信號 PWM1，比較器 20 比較誤差信號 VEA 及鋸齒波信號 SAW2 產生信號 PWM2，控制邏輯電路 16 根據信號 PWM1 及 PWM2 產生信號 VA、VB、VC 及 VD 分別切換開關 SW1、SW2、SW3 及 SW4 以將輸入電壓 V_{in} 轉為輸出電壓 V_{out} 。當誤差信號 VEA 只切到鋸齒波信號 SAW1 或 SAW2 時，電源轉換器 10 操作在降壓模式或升壓模式，當誤差信號 VEA 切到兩個鋸齒波信

號 SAW1 或 SAW2 時，電源轉換器 10 操作在升降壓模式。然而，事實上，鋸齒波信號 SAW1 及 SAW2 的波形在峰值與谷值並非理想線性，因此，在輸入電壓 V_{in} 接近輸出電壓 V_{out} 時，也就是信號 PWM1 或 PWM2 的責任週期比(duty ratio)接近 100%時，將因非線性問題使得輸出電壓 V_{out} 的漣波變大。

Chen 等人在美國專利號第 7,176,667 號中提出一種升降壓式電源轉換器，其在升降壓模式時，利用一個鋸齒波信號及誤差信號切出所需要的降壓或升壓的責任週期，並在該責任週期之內插入一個固定的升壓或降壓責任週期。然而，不論是圖 1 或 Chen 等人所提出的電源轉換器，在升降壓模式時，開關的切換循環為(1)打開(turn on)開關 SW2 及 SW4 並關閉(turn off)開關 SW1 及 SW3，(2)打開開關 SW1 及 SW4 並關閉開關 SW2 及 SW3，(3)打開開關 SW1 及 SW3 並關閉開關 SW2 及 SW4，(4)打開開關 SW1 及 SW4 並關閉開關 SW2 及 SW3，由於在每一週期中開關切換的次數較多，故切換損失(switching loss)也較大。

因此，一種新的開關順序以降低切換損失的升降壓式電源轉換器，乃為所冀。

【發明內容】

本發明的目的之一，在於提出一種升降壓式電源轉換器及其控制方法，其在輸入電壓接近輸出電壓時使用新的開關順序，以降低切換損失及導通損失。

本發明的目的之一，在於提出一種升降壓式電源轉換器及其控制方法，其在輸入電壓接近輸出電壓時延長開關的切換週期以降低切換損失。

5 本發明的目的之一，在於提出一種升降壓式電源轉換器及其控制方法，其考慮負載電流對升降壓責任週期的影響使其可在正確點切換模式，因此輸出電壓不會因為改變模式而受影響。

根據本發明，一種升降壓式電源轉換器及其控制方法包括一功率級具有至少二開關，以及一控制電路控制該至少二開關的切換，當該電源轉換器操作在升降壓模式時，以新的切換順序控制該至少二開關，進而減少切換損失及導通損失。此外，當該電源轉換器由降壓模式或升壓模式進入升降壓模式時，將該至少二開關的切換週期延長，以進一步減少切換損失，且考慮負載電流對升降壓責任週期的影響使其可在正確點切換模式，因此輸出電壓不會因為改變模式而受影響。

【實施方式】

圖 2 顯示本發明的第一實施例，在升降壓式電源轉換器 30 中，控制電路 34 輸出控制信號 VA、VB、VC 及 VD 驅動功率級 32，以將輸入電壓 V_{in} 轉換為輸出電壓 V_{out} ，電阻 R1 及 R2 分壓輸出電壓 V_{out} 產生回授信號 VFB 給控制電路 34。在功率級 32 中，開關 SW1 連接在輸入電壓 V_{in} 及電感 L 之間，開關 SW2 連接在電感 L 及接地端 GND

之間，開關 SW3 連接在電感 L 及接地端 GND 之間，開關 SW4 連接在電感 L 及輸出電壓 Vout 之間。由於整個系統的責任週期不僅與輸入電壓和輸出電壓有關，負載電流也會影響責任週期的大小，因此模式的切換點也必須將負載電流的因素考慮進去。在控制電路 34 中，模式偵測器 38 偵測輸入電壓 Vin、輸出電壓 Vout 以及負載電流 Iload 產生模式選擇信號 S[3:0]以決定電源轉換器 30 的操作模式，誤差放大器 46 根據參考電壓 Vref 及回授信號 VFB 產生誤差信號 VEA，時脈產生器 48 提供時脈 Clk_boost 及 Clk_buck，時脈 Clk_boost 及 Clk_buck 具有固定的週期 Ts 以及固定的責任週期，鋸齒波產生器 44 根據時脈 Clk_boost 及模式選擇信號 S[3:0]提供鋸齒波信號 SAW12 及 SAW34，比較器 40 比較誤差信號 VEA 及鋸齒波信號 SAW12 產生信號 PWM1，比較器 42 比較誤差信號 VEA 及鋸齒波信號 SAW34 產生信號 PWM2，控制邏輯電路 36 根據信號 PWM1 及 PWM2、模式選擇信號 S[3:0]以及時脈 Clk_boost 及 Clk_buck 產生控制信號 VA、VB、VC 及 VD 切換開關 SW1、SW2、SW3 及 SW4 以將輸入電壓 Vin 轉換為輸出電壓 Vout。

電源轉換器 30 可以操作在四種模式，當輸入電壓 Vin、輸出電壓 Vout 與負載電流 Iload 所決定出的電感兩端的倍率值小於第一臨界值時，電源轉換器 30 操作在第一模式。圖 3 顯示電源轉換器 30 操作在第一模式時的信號波形，其中波形 50 為鋸齒波信號 SAW12，波形 52 為誤

差信號 VEA，波形 54 為信號 PWM1，波形 56 為時脈 Clk_buck，波形 58 為時脈 Clk_boost，波形 60 為控制信號 VA，波形 62 為控制信號 VB，波形 64 為控制信號 VC，波形 66 為控制信號 VD。圖 4 顯示電源轉換器 30 操作在第一模式時電感 L 上電感電流 IL 與開關順序。第一模式為單純的降壓模式，在時間 t1 至 t2，控制信號 VA、VB、VC 及 VD 均為低準位，如波形 60、62、64 及 66 所示，由於開關 SW1 及 SW4 為 PMOS 而開關 SW2 及 SW3 為 NMOS，故開關 SW1 及 SW4 打開(turn on)而開關 SW2 及 SW3 關閉(turn off)，這段時間定義為 tAD1，在時間 tAD1 中，輸入電壓 Vin 對電感 L 充電使得電感電流 IL 上升，如圖 4 所示。在時間 t2 至 t3，控制信號 VA 及 VB 為高準位而控制信號 VC 及 VD 為低準位，故開關 SW2 及 SW4 打開而開關 SW1 及 SW3 關閉，這時間定義為 tBD1，在時間 tBD1 中，電感 L 放電使得電感電流 IL 下降。在第一模式中，開關 SW1 及 SW2 的切換週期以及電感電流 IL 的週期均為 Ts，降壓責任週期比 Kbuck1 為開關 SW1 的責任週期比。

當輸入電壓 Vin、輸出電壓 Vout 與負載電流 Iload 所決定出的電感兩端的倍率值大於第一臨界值且小於 1 時，電源轉換器 30 操作在第二模式。圖 5 顯示電源轉換器 30 操作在第二模式時的信號波形，其中波形 68 為鋸齒波信號 SAW12，波形 70 為誤差信號 VEA，波形 72 為信號 PWM1，波形 74 為時脈 Clk_buck，波形 76 為時脈

Clk_boost，波形 78 為控制信號 VA，波形 80 為控制信號 VB，波形 82 為控制信號 VC，波形 84 為控制信號 VD。

圖 6 顯示電源轉換器 30 操作在第二模式時電感電流 IL 與開關順序。第二模式為升降壓模式，在時間 t4 至 t5，控制

信號 VA 及 VB 為高準位而控制信號 VC 及 VD 為低準位，故開關 SW1 及 SW3 關閉而開關 SW2 及 SW4 打開，這段

時間定義為 tBD2，在時間 t5 至 t6，控制信號 VA、VB、VC 及 VD 均為低準位，故開關 SW1 及 SW4 打開而開關

SW2 及 SW3 關閉，這段時間定義為 tAD2，在時間 t6 至 t7，控制信號 A 及 B 為低準位而控制信號 C 及 D 為高準

位，故開關 SW1 及 SW3 打開而開關 SW2 及 SW4 關閉，這段時間定義為 tAC1。在第二模式中，開關 SW1、SW2、

SW3 及 SW4 的切換週期以及電感電流 IL 的週期均為 2Ts。參照圖 6，電感電流 IL 的每一週期包括降壓及升壓

操作，在第二模式中，開關 SW3 及 SW4 的責任週期由時脈 Clk_boost 決定，故開關 SW3 及 SW4 具有固定的責任

週期，因此，在升壓操作期間的升壓責任週期比 Kboost1 固定，藉由調整在降壓操作期間的降壓責任週期比 Kbuck2

可以讓輸出電壓 Vout 穩定。

當輸入電壓 Vin、輸出電壓 Vout 與負載電流 Iload 所決定出的電感兩端的倍率值小於第二臨界值且大於 1 時，電源轉換器 30 操作在第三模式。圖 7 顯示電源轉換器 30 操作在第三模式時的信號波形，其中波形 86 為鋸齒波信號 SAW34，波形 88 為誤差信號 VEA，波形 90 為信號

PWM2，波形 92 為時脈 Clk_buck，波形 94 為時脈 Clk_boost，波形 96 為控制信號 VA，波形 98 為控制信號 VB，波形 100 為控制信號 VC，波形 102 為控制信號 VD。圖 8 顯示電源轉換器 30 操作在第三模式時電感電流 IL 與開關順序。第三模式為升降壓模式，在時間 t8 至 t9，控制信號 VA 及 VB 為高準位而控制信號 VC 及 VD 為低準位，故開關 SW1 及 SW3 關閉而開關 SW2 及 SW4 打開，這段時間定義為 tBD3，在時間 t9 至 t10，控制信號 VA、VB、VC 及 VD 均為低準位，故開關 SW1 及 SW4 打開而開關 SW2 及 SW3 關閉，這段時間定義為 tAD3，在時間 t10 至 t11，控制信號 A 及 B 為低準位而控制信號 C 及 D 為高準位，故開關 SW1 及 SW3 打開而開關 SW2 及 SW4 關閉，這段時間定義為 tAC2。在第三模式中，開關 SW1、SW2、SW3 及 SW4 的切換週期以及電感電流 IL 的週期均為 2Ts。參照圖 8，電感電流 IL 的每一週期包括降壓及升壓操作，在第三模式中，開關 SW1 及 SW2 的責任週期由時脈 Clk_buck 決定，故開關 SW1 及 SW2 的責任週期固定，因此，在降壓操作期間的降壓責任週期比 Kbuck3 固定，藉由調整在升壓操作期間的升壓責任週期比 Kboost2 可以讓輸出電壓 Vout 穩定。

當輸入電壓 V_{in} 、輸出電壓 V_{ou} 與負載電流 I_{load} 所決定出的電感兩端的倍率值大於第二臨界值，電源轉換器 30 操作在第四模式。圖 9 顯示電源轉換器 30 操作在第四模式時的信號波形，其中波形 104 為鋸齒波信號 SAW34，波

形 106 為誤差信號 VEA，波形 108 為信號 PWM2，波形 110 為時脈 Clk_buck，波形 112 為時脈 Clk_boost，波形 114 為控制信號 VA，波形 116 為控制信號 VB，波形 118 為控制信號 VC，波形 120 為控制信號 VD。圖 10 顯示電
 5 源轉換器 30 操作在第四模式時電感電流 I_L 與開關順序。
 第四模式為單純的升壓模式，在時間 t_{12} 至 t_{13} ，控制信號 VA 及 VB 為低準位而控制信號 VC 及 VD 為高準位，故開關 SW1 及 SW3 打開而開關 SW2 及 SW4 關閉，這段時間定義為 t_{AC3} ，在時間 t_{13} 至 t_{14} ，控制信號 VA、VB、VC
 10 及 VD 均為低準位，故開關 SW1 及 SW4 打開而開關 SW2 及 SW3 關閉，這段時間定義為 t_{AD4} 。在第四模式中，開關 SW3 及 SW4 的切換週期以及電感電流 I_L 的週期均為 T_s ，升壓責任週期比 K_{boost3} 為開關 SW3 的責任週期比。

當電源轉換器 30 操作在升降壓模式時，開關的切換
 15 順序為(1)打開開關 SW2 及 SW4 並關閉開關 SW1 及 SW3，
 (2)打開開關 SW1 及 SW4 並關閉開關 SW2 及 SW3，(3)打開開關 SW1 及 SW3 並關閉開關 SW2 及 SW4，與習知技術相比，在相同時間的循環中，電源轉換器 30 的開關切
 換次數較少，而且當電源轉換器 30 的操作模式由降壓模
 20 式或升壓模式進入升降壓模式時，開關的切換週期將由 T_s 延長為 $2T_s$ ，故能降低切換損失。再者，此新的開關順序可以讓電感 L 與電源轉換器 30 的輸出端 V_{out} 連接的持續時間延長，故能減小導通損失。

利用伏秒平衡(voltage second balance)原理可以推導

出在四種模式下電源轉換器 30 的輸入電壓 V_{in} 、輸出電壓 V_{out} 與負載電流 I_{load} 之間的關係。參照圖 4，假設每一開關 SW1、SW2、SW3 及 SW4 上的跨壓都為 V_{sw} ，當轉換器操作在第一模式時，輸入電壓 V_{in} 、輸出電壓 V_{out} 以及開關之跨壓 V_{sw} 之間的關係為

$$V_{in}-2V_{sw}/(t_{AD1}/T_s)=V_{out}/(t_{AD1}/T_s) \quad \text{公式 1}$$

參照圖 6，在第二模式時，輸入電壓 V_{in} 、輸出電壓 V_{out} 以及開關之跨壓 V_{sw} 之間的關係為

$$\begin{aligned} V_{in}-4V_{sw}/(T_s+t_{AD2_1}) \\ =V_{out}[(T_s+t_{AD2_2})/(T_s+t_{AD2_1})] \\ =V_{out}[(2-K_{boost}1)T_s/(T_s+t_{AD2_1})] \end{aligned} \quad \text{公式 2}$$

參照圖 8，在第三模式時，輸入電壓 V_{in} 、輸出電壓 V_{out} 以及開關之跨壓 V_{sw} 之間的關係為

$$\begin{aligned} V_{in}-4V_{sw}/(T_s+t_{AD3_1}) \\ =V_{out}[(T_s+t_{AD3_2})/(T_s+t_{AD3_1})] \\ =V_{out}[(T_s+t_{AD3_2})/(1+K_{buck}3)T_s] \end{aligned} \quad \text{公式 3}$$

參照圖 10，在第四模式時，輸入電壓 V_{in} 、輸出電壓 V_{out} 以及開關之跨壓 V_{sw} 之間的關係為

$$V_{in}-2V_{sw}=V_{out}(1-t_{AC3}/T_s)$$

公式 4

為了防止鋸齒波信號 SAW12 及 SAW34 的非線性問題使得輸出電壓 V_{out} 無法穩定，故限定降壓的最大責任週期及升壓的最小責任週期分別為 $K1$ 及 $K2$ ，以使輸入電壓 V_{in} 在接近或等於輸出電壓 V_{out} 時，能讓輸出電壓 V_{out} 穩定。圖 11 顯示電源轉換器 30 的模式轉換圖，從公式 1 至公式 4 及所設定的臨界值 $K1$ 及 $K2$ 可以得到電源轉換器 30 的模式轉換。當電源轉換器 30 操作在第一模式時，參照圖 11，若輸入電壓 V_{in} 持續下降使得電感 L 兩端的倍率值等於臨界值 $A1$ 時，電源轉換器 30 切換至第二模式。當電源轉換器 30 操作在第二模式時，參照圖 11，若輸入電壓 V_{in} 持續下降使得電感 L 兩端的倍率值等於臨界值 $A2$ 時，電源轉換器 30 切換至第三模式。當電源轉換器 30 操作在第三模式時，參照圖 11，若輸入電壓 V_{in} 持續下降使得電感 L 兩端的倍率值等於臨界值 $A3$ 時，電源轉換器 30 切換至第四模式。當電源轉換器 30 操作在第四模式時，參照圖 11 及公式 4，若輸入電壓 V_{in} 持續上升使得電感 L 兩端的倍率值等於臨界值 $A3$ 時，電源轉換器 30 切換至第三模式。當電源轉換器 30 操作在第三模式時，若輸入電壓 V_{in} 持續上升使得電感 L 兩端的倍率值等於臨界值 $A2$ 時，電源轉換器 30 切換至第二模式。當電源轉換器 30 操作在第二模式時，若輸入電壓 V_{in} 持續上升，使得電感兩端 L 的倍率值等於臨界值 $A1$ 時電源轉換器 30 切換至第一

模式。

圖 12 顯示圖 2 中控制邏輯電路 36 的實施例，其中 D 型正反器 3602 作為除頻器用以對時脈 Clk_boost 除頻產生時脈 CLK2 及 CLK2B，邏輯電路 3604 根據信號 PWM1、時脈 Clk_boost、CLK2 及 Clk_buck 以及接地端 GND 的電位產生控制信號 S1、S2、S3 及 S4，多工器 3606 根據模式選擇信號 S[3:0]從控制信號 S4、S3、S2 及 S1 中選取其中之一做為控制信號 VA 及 VB，邏輯電路 3608 根據接地端 GND 的電位、時脈 CLK2B 及 Clk_boost 以及信號 PWM2 產生控制信號 S5、S6、S7 及 S8，多工器 3610 根據模式選擇信號 S[3:0]從控制信號 S8、S7、S6 及 S5 中選取其中之一做為控制信號 VC 及 VD。

圖 13 顯示本發明的第二實施例，在升降壓式電源轉換器 130 中，控制電路 34 驅動功率級 132 以將輸入電壓 Vin 轉換為輸出電壓 Vout，電阻 R1 及 R2 分壓輸出電壓 Vout 產生回授信號 VFB 給控制電路 34。在功率級 132 中，開關 SW1 連接在輸入電壓 Vin 及電感 L 之間，開關 SW2 連接在電感 L 及接地端 GND 之間，開關 SW3 連接在電感 L 及接地端 GND 之間，二極體 D1 連接在電感 L 及輸出電壓 Vout 之間。控制電路 34 同樣包括控制邏輯電路 36、模式偵測器 38、比較器 40 及 42、鋸齒波產生器 44、誤差放大器 46 及時脈產生器 48，控制邏輯電路 36 根據信號 PWM1 及 PWM2、模式選擇信號 S[3:0]以及時脈 Clk_boost 及 Clk_buck 產生控制信號 VA、VB 及 VC 切換開關 SW1、

SW2 及 SW3 以將輸入電壓 V_{in} 轉換為輸出電壓 V_{out} 。

當電源轉換器 130 操作在升降壓模式時，其開關的切換順序為(1)打開開關 SW2 並關閉開關 SW1 及 SW3，(2)打開開關 SW1 並關閉開關 SW2 及 SW3，(3)打開開關 SW1 及 SW3 並關閉開關 SW2，之後重覆步驟(1)至(3)，其中，當輸入電壓 V_{in} 、輸出電壓 V_{out} 與負載電流 I_{load} 所決定出的責任週期大於第一臨界值且小於 1，開關 SW3 的責任週期固定，當輸入電壓 V_{in} 、輸出電壓 V_{out} 與負載電流 I_{load} 所決定出的責任週期小於第二臨界值且大於 1，開關 SW1 及 SW2 的責任週期固定，而且當電源轉換器 130 的操作模式由降壓模式或升壓模式進入升降壓模式時，開關的切換週期將由 T_s 延長為 $2T_s$ 。

圖 14 顯示本發明的第三實施例，在升降壓式電源轉換器 140 中，控制電路 34 驅動功率級 142 以將輸入電壓 V_{in} 轉換為輸出電壓 V_{out} ，電阻 R1 及 R2 分壓輸出電壓 V_{out} 產生回授信號 VFB 給控制電路 34。在功率級 142 中，開關 SW1 連接在輸入電壓 V_{in} 及電感 L 之間，二極體 D2 連接在電感 L 及接地端 GND 之間，開關 SW3 連接在電感 L 及接地端 GND 之間，開關 SW4 連接在電感 L 及輸出電壓 V_{out} 之間。控制電路 34 同模包括控制邏輯電路 36、模式偵測器 38、比較器 40 及 42、鋸齒波產生器 44、誤差放大器 46 及時脈產生器 48，控制邏輯電路 36 根據信號 PWM1 及 PWM2、模式選擇信號 S[3:0]以及時脈 Clk_boost 及 Clk_buck 產生控制信號 VA、VC 及 VD 切換開關 SW1、

SW3 及 SW4 以將輸入電壓 V_{in} 轉換為輸出電壓 V_{out} 。

當電源轉換器 140 操作在升降壓模式時，其開關的切換順序為(1)打開開關 SW4 並關閉開關 SW1 及 SW3，(2)打開開關 SW1 及 SW4 並關閉開關 SW3，(3)打開開關 SW1 及 SW3 並關閉開關 SW4，之後重覆步驟(1)至(3)，其中，當輸入電壓 V_{in} 、輸出電壓 V_{out} 與負載電流 I_{load} 所決定出的責任週期大於第一臨界值且小於 1，開關 SW3 及 SW4 的責任週期固定，當輸入電壓 V_{in} 、輸出電壓 V_{out} 與負載電流 I_{load} 所決定出的責任週期小於第二臨界值且大於 1，開關 SW1 的責任週期固定，而且當電源轉換器 140 的操作模式由降壓模式或升壓模式進入升降壓模式時，開關的切換週期將由 T_s 延長為 $2T_s$ 。

圖 15 顯示本發明的第四實施例，在升降壓式電源轉換器 150 中，控制電路 34 驅動功率級 152 以將輸入電壓 V_{in} 轉換為輸出電壓 V_{out} ，電阻 R1 及 R2 分壓輸出電壓 V_{out} 產生回授信號 VFB 給控制電路 34。在功率級 152 中，開關 SW1 連接在輸入電壓 V_{in} 及電感 L 之間，二極體 D3 連接在電感 L 及接地端 GND 之間，開關 SW3 連接在電感 L 及接地端 GND 之間，二極體 D4 連接在電感 L 及輸出電壓 V_{out} 之間。控制電路 34 同模包括控制邏輯電路 36、模式偵測器 38、比較器 40 及 42、鋸齒波產生器 44、誤差放大器 46 及時脈產生器 48，控制邏輯電路 36 根據信號 PWM1 及 PWM2、模式選擇信號 S[3:0]以及時脈 Clk_boost 及 Clk_buck 產生控制信號 VA 及 VC 切換開關 SW1 及 SW3

以將輸入電壓 V_{in} 轉換為輸出電壓 V_{out} 。

當電源轉換器 150 操作在升降壓模式時，其開關的切換順序為(1)關閉開關 SW1 及 SW3，(2)打開開關 SW1 並關閉開關 SW3，(3)打開開關 SW1 及 SW3，之後重覆步驟
 5 (1)至(3)，其中，當輸入電壓 V_{in} 、輸出電壓 V_{out} 與負載電流 I_{load} 所決定出的責任週期大於第一臨界值且小於 1，開關 SW3 的責任週期固定，當輸入電壓 V_{in} 、輸出電壓 V_{out} 與負載電流 I_{load} 所決定出的責任週期小於第二臨界值且大於 1，開關 SW1 的責任週期固定，而且當電源轉
 10 換器 150 的操作模式由降壓模式或升壓模式進入升降壓模式時，開關的切換週期將由 T_s 延長為 $2T_s$ 。

圖 16 顯示模式偵測器 38 的實施例，在模式偵測器 38 中，當開關 SW1 打開時，開關 MP1 也同時打開，因此電壓 V_b 為 $(V_{in}-V_{sw}-I_b \times R_3)$ ，其中電壓 V_{sw} 與負載電流 I_{load}
 15 成正比，運算放大器 3804 將電壓 V_b 及 V_a 鎖在同一準位上，因此流過電阻 R_4 的電流 I_a 為 (I_b+V_{sw}/R_4) ，設計電流源 3802 及 3806 相等，使得流經電阻 R_5 的電流 I_c 為 (V_{sw}/R_4) ，因此可推得電壓

$$\begin{aligned}
 20 \quad V_{DEC} &= V_{in} - I_a \times R_4 - I_c \times R_5 \\
 &= V_{in} - I_b \times R_4 - V_{sw} - (R_5/R_4) \times V_{sw} \\
 &= V_{in} - (1 + R_5/R_4) V_{sw} - I_b \times R_4
 \end{aligned}
 \quad \text{公式 5}$$

由於 $(I_b \times R_4)$ 可以設計的相對小，因此電壓

$$VDEC \doteq V_{in} - (1 + R5/R4)V_{sw}$$

公式 6

由公式 6 可知，藉由調整電阻 R5 及 R4 的比值可以調節電
 5 壓 VDEC，接著比較器 3808、3810 及 3812 分別比較
 (M1×Vout)、(M2×Vout)及(M3×Vout)與電壓 VDEC，邏輯電
 路 3814 根據比較器 3808、3810 及 3812 的輸出產生模式
 選擇信號 S[3:0]。

以上對於本發明之較佳實施例所作的敘述係為
 10 闡明之目的，而無意限定本發明精確地為所揭露的
 形式，基於以上的教導或從本發明的實施例學習而作
 修改或變化是可能的，實施例係為解說本發明的原
 理以及讓熟習該項技術者以各種實施例利用本發明
 在實際應用上而選擇及敘述，本發明的技術思想企
 15 圖由以下的申請專利範圍及其均等來決定。

【圖式簡單說明】

圖 1 顯示習知的升降壓式電源轉換器；

圖 2 顯示本發明的第一實施例；

20 圖 3 顯示圖 2 中電源轉換器操作在第一模式時的信號
 波形；

圖 4 顯示圖 2 中電源轉換器操作在第一模式時電感 L
 上電感電流 IL 與開關順序；

圖 5 顯示圖 2 中電源轉換器操作在第二模式時的信號

波形；

圖 6 顯示圖 2 中電源轉換器操作在第二模式時電感 L 上電感電流 I_L 與開關順序；

5 圖 7 顯示圖 2 中電源轉換器操作在第三模式時的信號
波形；

圖 8 顯示圖 2 中電源轉換器操作在第三模式時電感 L 上電感電流 I_L 與開關順序；

圖 9 顯示圖 2 中電源轉換器操作在第四模式時的信號
波形；

10 圖 10 顯示圖 2 中電源轉換器操作在第四模式時電感 L 上電感電流 I_L 與開關順序；

圖 11 顯示圖 2 中電源轉換器的模式轉換圖；

圖 12 顯示圖 2 中控制邏輯電路的實施例；

圖 13 顯示本發明的第二實施例；

15 圖 14 顯示本發明的第三實施例；

圖 15 顯示本發明的第四實施例；以及

圖 16 顯示模式偵測器的實施例。

【主要元件符號說明】

20	10	電源轉換器
	12	功率級
	14	控制電路
	16	控制邏輯電路
	18	比較器

	20	比較器
	22	鋸齒波產生器
	24	誤差放大器
	30	電源轉換器
5	32	功率級
	34	控制電路
	36	控制邏輯電路
	3602	D 型正反器
	3604	邏輯電路
10	3606	多工器
	3608	邏輯電路
	3610	多工器
	38	模式偵測器
	3802	電流源
15	3804	運算放大器
	3806	電流源
	3808	比較器
	3810	比較器
	3812	比較器
20	40	比較器
	42	比較器
	44	鋸齒波產生器
	46	誤差放大器
	48	時脈產生器

	50	鋸齒波信號 SAW12 的波形
	52	誤差信號 VEA 的波形
	54	信號 PWM1 的波形
	56	時脈 Clk_buck 的波形
5	58	時脈 Clk_boost 的波形
	60	控制信號 VA 的波形
	62	控制信號 VB 的波形
	64	控制信號 VC 的波形
	66	控制信號 VD 的波形
10	68	鋸齒波信號 SAW12 的波形
	70	誤差信號 VEA 的波形
	72	信號 PWM1 的波形
	74	時脈 Clk_buck 的波形
	76	時脈 Clk_boost 的波形
15	78	控制信號 VA 的波形
	80	控制信號 VB 的波形
	82	控制信號 VC 的波形
	84	控制信號 VD 的波形
	86	鋸齒波信號 SAW34 的波形
20	88	誤差信號 VEA 的波形
	90	信號 PWM2 的波形
	92	時脈 Clk_buck 的波形
	94	時脈 Clk_boost 的波形
	96	控制信號 VA 的波形

	98	控制信號 VB 的波形
	100	控制信號 VC 的波形
	102	控制信號 VD 的波形
	104	鋸齒波信號 SAW34 的波形
5	106	誤差信號 VEA 的波形
	108	信號 PWM2 的波形
	110	時脈 Clk_buck 的波形
	112	時脈 Clk_boost 的波形
	114	控制信號 VA 的波形
10	116	控制信號 VB 的波形
	118	控制信號 VC 的波形
	120	控制信號 VD 的波形
	130	電源轉換器
	132	功率級
15	140	電源轉換器
	142	功率級
	150	電源轉換器
	152	功率級

十、申請專利範圍：

1. 一種升降壓式電源轉換器的控制方法，該電源轉換器包含一電感，一第一開關連接在該電源轉換器的輸入端及該電感的第一端之間，一第二開關連接在該電感的第一端及一接地端之間，一第三開關連接在該電感的第二端及該接地端之間，以及一第四開關連接在該電感的第二端及該電源轉換器的輸出端之間，該控制方法包括下列步驟：

偵測該輸入端及輸出端上的電壓以及在該輸出端上的負載電流以決定該電源轉換器操作在降壓模式、第一升降壓模式、第二升降壓模式或升壓模式；以及

在該第一及第二升降壓模式時，該第一、第二、第三及第四開關的控制包含：

(a)關閉該第一開關，打開該第二開關，關閉該第三開關，打開該第四開關；

(b)打開該第一開關，關閉該第二開關，維持該第三開關閉，維持該第四開關打開；以及

(c)維持該第一開關打開，維持該第二開關閉，打開該第三開關，關閉該第四開關。

2. 如請求項 1 之控制方法，其中該決定該電源轉換器操作在降壓模式、第一升降壓模式、第二升降壓模式或升壓模式的步驟包括：

當該輸入端及輸出端上的電壓與負載電流所決定出的該電感兩端的倍率值小於一第一臨界值，決定該電源轉換器操作在降壓模式；

5 當該輸入端及輸出端上的電壓與負載電流所決定出的該電感兩端的倍率值大於該第一臨界值且小於一第二臨界值，決定該電源轉換器操作在該第一升降壓模式；

10 當該輸入端及輸出端上的電壓與負載電流所決定出的該電感兩端的倍率值小於一第三臨界值且大於該第二臨界值，決定該電源轉換器操作在該第二升降壓模式；以及

當該輸入端及輸出端上的電壓與負載電流所決定出的該電感兩端的倍率值大於該第三臨界值時，決定該電源轉換器操作在該升壓模式。

15 3. 如請求項 1 之控制方法，更包括：

放大一第一信號及一參考電壓之間的差值產生一第二信號，該第一信號為該輸出端上電壓的函數；

提供一第一時脈及一第二時脈；

20 根據該電源轉換器的操作模式及該第一時脈產生一第三信號及一第四信號；

比較該第二信號及第三信號產生一第五信號；

比較該第二信號及第四信號產生一第六信號；以及根據該電源轉換器的操作模式、該第五及第六信

號、第一時脈及第二時脈控制該第一、第二、第三及第四開關。

4. 如請求項 1 之控制方法，其中在該降壓模式時，該第一及第二開關的切換週期為一第一週期；在該第一升降壓模式時該第一、第二、第三及第四開關的切換週期為一大於該第一週期的第二週期；在該第二升降壓模式時該第一、第二、第三及第四開關的切換週期為一大於該第一週期的第三週期；在該升壓模式時該第三及第四開關的切換週期為一小於該第二及第三週期的第四週期。
5. 如請求項 1 之控制方法，其中在該第一升降壓模式時，該第三及第四開關的責任週期固定。
6. 如請求項 1 之控制方法，其中在該第二升降壓模式時，該第一及第二開關的責任週期固定。
7. 一種升降壓式電源轉換器，包括：
 - 一電感；
 - 一第一開關，連接在該電源轉換器的輸入端及該電感的第一段之間；
 - 一第二開關，連接在該電感的第一端及一接地端之間；
 - 一第三開關，連接在該電感的第二段及該接地端之間；
 - 一第四開關，連接在該電感的第二段及該電源轉換器的輸出端之間；以及
 - 一控制電路，控制該第一、第二、第三及第四開關

的切換，並根據該輸入端及輸出端上的電壓以及該輸出端上的負載電流決定該電源轉換器操作在降壓模式、第一升降壓模式、第二升降壓模式或升壓模式；

5 其中，在該第一及第二升降壓模式時，該第一、第二、第三及第四開關的控制包含(a)關閉該第一開關、打開該第二開關、關閉該第三開關及打開該第四開關，(b)打開該第一開關、關閉該第二開關、維持該第三開關關閉及維持該第四開關打開，以及(c)維持該第一開關打開、維持該第二開關關閉、打開該第三開關及關閉該第四開關。

10 8. 如請求項 7 之電源轉換器，其中控制電路在該輸入端及輸出端上的電壓與該負載電流所決定出的該電感兩端的倍率值小於一第一臨界值時，決定該電源轉換器操作在該降壓模式；在該輸入端及輸出端上的電壓與該負載電流所決定出的該電感兩端的倍率值大於該第一臨界值且小於一第二臨界值時，決定該電源轉換器操作在該第一升降壓模式；在該輸入端及輸出端上的電壓與該負載電流所決定出的該電感兩端的倍率值小於一第三臨界值且大於該第二臨界值時，決定該電源轉換器操作在該第二升降壓模式；在該輸入端及輸出端上的電壓與負載電流所決定出的該電感兩端的倍率值大於該第三臨界值時，決定該電源轉換器操作在該升壓模式。

9. 如請求項 7 之電源轉換器，其中該控制電路包括：

一誤差放大器，根據一第一信號及一參考電壓產生
一第二信號，該第一信號為該電源轉換器輸出
5 端上電壓的函數；

一時脈產生器，提供一第一時脈及一第二時脈；

一模式偵測器，偵測該電源轉換器的輸入端及輸出
端上的電壓產生一第三信號以決定該電源轉
換器操作在降壓模式、第一升降壓模式、第二
10 升降壓模式或升壓模式；

一鋸齒波產生器，根據該第三信號及第一時脈提供
一第四信號或一第五信號；

一第一比較器，比較該第二信號及該第四信號產生
一第六信號；

15 一第二比較器，比較該第二信號及該第五信號產生
一第七信號；以及

一控制邏輯電路，根據該第三、第六及第七信號以
及第一及第二時脈控制該第一、第二、第三及
第四開關的切換。

20 10. 如請求項 9 之電源轉換器，其中該控制邏輯電路包括：

一除頻器，對該第一時脈除頻產生一第三時脈；

一第一邏輯電路，根據該第六信號、第一時脈、第
二時脈、第三時脈及一第二參考電壓產生一第
一控制信號、第二控制信號、第三控制信號及

第四控制信號；

一第一多工器，根據該三信號從該第一、第二、第三及第四控制信號中選取其中之一來控制該第一及第二開關的切換；

5 一第二邏輯電路，根據該第七信號、第一時脈、第三時脈及一第三參考電壓產生一第五控制信號、第六控制信號、第七控制信號及第八控制信號；以及

10 一第二多工器，根據該第三信號從該第五、第六、第七及第八控制信號中選取其中之一來控制該第三及第四開關的切換。

11.如請求項 10 之電源轉換器，其中該除頻器包括 D 型正反器。

15 12.如請求項 7 之電源轉換器，其中在該降壓模式時，該第一及第二開關的切換週期為一第一週期；在該第一升降壓模式時該第一、第二、第三及第四開關的切換週期為一大於該第一週期的第二週期；在該第二升降壓模式時該第一、第二、第三及第四開關的切換週期為一大於該第一週期的第三週期；在該升壓模式時該第三及第四開關的切換週期為一小於該第二及第三週期的第四週期。

20 13.如請求項 7 之電源轉換器，其中在該第一升降壓模式時，該第三及第四開關的責任週期固定。

14.如請求項 7 之電源轉換器，其中在該第二升降壓模式時，該第一及第二開關的責任週期固定。

一第一臨界值時，決定該電源轉換器操作在降壓模式；

當該輸入端及輸出端上的電壓與該輸出端上的負載電流所決定出的該電感兩端的倍率值大於該第一臨界值且小於一第二臨界值時，決定該電源轉換器操作在該第一升降壓模式；

當該輸入端及輸出端上的電壓與該輸出端上的負載電流所決定出的該電感兩端的倍率值小於一第三臨界值且大於該第二臨界值時，決定該電源轉換器操作在該第二升降壓模式；以及

當該輸入端及輸出端上的電壓與該輸出端上的負載電流所決定出的該電感兩端的倍率值大於該第三臨界值時，決定該電源轉換器操作在該升壓模式。

15 17.如請求項 15 之控制方法，更包括：

放大一第一信號及一參考電壓之間的差值產生一第二信號，該第一信號為該輸出端上電壓的函數；

提供一第一時脈及一第二時脈；

根據該電源轉換器的操作模式及該第一時脈產生一第三信號及一第四信號；

比較該第二信號及第三信號產生一第五信號；

比較該第二信號及第四信號產生一第六信號；以及根據該電源轉換器的操作模式、該第五及第六信

號、第一時脈及第二時脈控制該第一、第二及第三開關。

18.如請求項 15 之控制方法，其中在該降壓模式時，該第一及第二開關的切換週期為一第一週期；在該第一升降壓模式時該第一、第二及第三開關的切換週期為一大於該第一週期的第二週期；在該第二升降壓模式時該第一、第二及第三開關的切換週期為一大於該第一週期的第三週期；在該升壓模式時該第三開關的切換週期為一小於該第二及第三週期的第四週期。

19.如請求項 15 之控制方法，其中在該第一升降壓模式時，該第三開關的責任週期固定。

20.如請求項 15 之控制方法，其中在該第二升降壓模式時，該第一及第二開關的責任週期固定。

21.一種升降壓式電源轉換器，包括：

一電感；

一第一開關，連接在該電源轉換器的輸入端及該電感的第一段之間；

一第二開關，連接在該電感的第一段及一接地端之間；

一第三開關，連接在該電感的第二段及該接地端之間；

一二極體，具有一陽極連接該電感的第二段及一陰極連接該電源轉換器的輸出端；以及

一控制電路，控制該第一、第二、第三及第四開關

的切換，並根據該輸入端及輸出端上的電壓以及該輸出端上的負載電流決定該電源轉換器操作在降壓模式、第一升降壓模式、第二升降壓模式或升壓模式；

5 其中，在該第一及第二升降壓模式時，該第一、第二及第三開關的控制包含(a)關閉該第一開關、打開該第二開關及關閉該第三開關，(b)打開該第一開關、關閉該第二開關及維持該第三開關閉，以及(c)維持該第一開關打開、維持該第二開關閉及打開該第三開關。

10 22.如請求項 21 之電源轉換器，其中控制電路在該輸入端及輸出端上的電壓與該輸出端上的負載電流所決定出的該電感兩端的倍率值小於一第一臨界值時，決定該電源轉換器操作在該降壓模式；在該輸入端及輸出端上的電壓與該輸出端上的負載電流所決定出的該電感兩端的倍率值大於該第一臨界值且小於一第二臨界值時，決定該電源轉換器操作在該第一升降壓模式；在該輸入端及輸出端上的電壓與該輸出端上的負載電流所決定出的該電感兩端的倍率值小於一第三臨界值且大於該第二臨界值時，決定該電源轉換器操作在該第二升降壓模式；在該輸入端及輸出端上的電壓與該輸出端上的負載電流所決定出的該電感兩端的倍率值大於該第三臨界值時，決定該電源轉換器操作在該升壓模式。

20 23.如請求項 21 之電源轉換器，其中該控制電路包括：

一誤差放大器，根據一第一信號及一參考電壓產生一第二信號，該第一信號為該電源轉換器輸出端上電壓的函數；

一時脈產生器，提供一第一時脈及一第二時脈；

5 一模式偵測器，偵測該電源轉換器的輸入端及輸出端上的電壓產生一第三信號以決定該電源轉換器操作在降壓模式、第一升降壓模式、第二升降壓模式或升壓模式；

10 一鋸齒波產生器，根據該第三信號及第一時脈提供一第四信號或一第五信號；

一第一比較器，比較該第二信號及該第四信號產生一第六信號；

一第二比較器，比較該第二信號及該第五信號產生一第七信號；以及

15 一控制邏輯電路，根據該第三、第六及第七信號以及第一及第二時脈控制該第一、第二及第三開關的切換。

24.如請求項 23 之電源轉換器，其中該控制邏輯電路包括：

一除頻器，對該第一時脈除頻產生一第三時脈；

20 一第一邏輯電路，根據該第六信號、第一時脈、第二時脈、第三時脈及一第二參考電壓產生一第一控制信號、第二控制信號及第三控制信號及第四控制信號；

一第一多工器，根據該三信號從該第一、第二、第

三及第四控制信號中選取其中之一來控制該第一及第二開關的切換；

一第二邏輯電路，根據該第七信號、第一時脈、第三時脈及一第三參考電壓產生一第五控制信號、第六控制信號、第七控制信號及第八控制信號；以及

一第二多工器，根據該第三信號從該第五、第六、第七及第八控制信號中選取其中之一來控制該第三開關的切換。

10 25.如請求項 24 之電源轉換器，其中該除頻器包括 D 型正反器。

26.如請求項 21 之電源轉換器，其中在該降壓模式時，該第一及第二開關的切換週期為一第一週期；在該第一升降壓模式時該第一、第二及第三開關的切換週期為一大於該第一週期的第二週期；在該第二升降壓模式時該第一、第二及第三開關的切換週期為一大於該第一週期的第三週期；在該升壓模式時該第三開關的切換週期為一小於該第二及第三週期的第四週期。

27.如請求項 21 之電源轉換器，其中在該第一升降壓模式時，該第三開關的責任週期固定。

28.如請求項 21 之電源轉換器，其中在該第二升降壓模式時，該第一及第二開關的責任週期固定。

29.一種升降壓式電源轉換器的控制方法，該電源轉換器包含一電感，一第一開關連接在該電源轉換器的輸入端及

該電感的第一端之間，一二極體具有一陽極連接一接地端及一陰極連接該電感的第二端，一第二開關連接在該電感的第二端及該接地端之間，以及一第三開關連接在該電感的第二端及該電源轉換器的輸出端之間，該控制方法包括下列步驟：

偵測該輸入端及輸出端上的電壓以及該輸出端上的負載電流以決定該電源轉換器操作在降壓模式、第一升降壓模式、第二升降壓模式或升壓模式；以及

在該第一及第二升降壓模式時，該第一、第二及第三開關的控制包含：

(a)關閉該第一開關，關閉該第二開關，打開該第三開關；

(b)打開該第一開關，維持該第二開關關閉，維持該第三開關打開；以及

(c)維持該第一開關打開，打開該第二開關，關閉該第三開關。

30.如請求項 29 之控制方法，其中該決定該電源轉換器操作在降壓模式、第一升降壓模式、第二升降壓模式或升壓模式的步驟包括：

當該輸入端及輸出端上的電壓與該輸出端上的負載電流所決定出的該電感兩端的倍率值小於一第一臨界值時，決定該電源轉換器操作在降壓模式；

當該輸入端及輸出端上的與該輸出端上的負載電流所決定出的該電感兩端的倍率值大於該第一臨界值且小於一第二臨界值時，決定該電源轉換器操作在該第一升降壓模式；

5 當該輸入端及輸出端上的電壓與該輸出端上的負載電流所決定出的該電感兩端的倍率值小於一第三臨界值且大於該第二臨界值時，決定該電源轉換器操作在該第二升降壓模式；以及

10 當該輸入端及輸出端上的電壓與該輸出端上的負載電流所決定出的該電感兩端的倍率值大於該第三臨界值時，決定該電源轉換器操作在該升壓模式。

31.如請求項 29 之控制方法，更包括：

15 放大一第一信號及一參考電壓之間的差值產生一第二信號，該第一信號為該輸出端上電壓的函數；

提供一第一時脈及一第二時脈；

根據該電源轉換器的操作模式及該第一時脈產生一第三信號及一第四信號；

20 比較該第二信號及第三信號產生一第五信號；

比較該第二信號及第四信號產生一第六信號；以及

根據該電源轉換器的操作模式、該第五及第六信號、第一時脈及第二時脈控制該第一、第二及第三開關。

- 32.如請求項 29 之控制方法，其中在該降壓模式時，該第一開關的切換週期為一第一週期；在該第一升降壓模式時該第一、第二及第三開關的切換週期為一大於該第一週期的第二週期；在該第二升降壓模式時該第一、第二及第三開關的切換週期為一大於該第一週期的第三週期；在該升壓模式時該第二及第三開關的切換週期為一小於該第二及第三週期的第四週期。
- 33.如請求項 29 之控制方法，其中在該第一升降壓模式時，該第二及第三開關的責任週期固定。
- 34.如請求項 29 之控制方法，其中在該第二升降壓模式時，該第一開關的責任週期固定。
- 35.一種升降壓式電源轉換器，包括：
- 一電感；
 - 一第一開關，連接在該電源轉換器的輸入端及該電感的第一段之間；
 - 一二極體，具有一陽極連接一接地端及一陰極連接該電感的第二段；
 - 一第二開關，連接在該電感的第二段及該接地端之間；
 - 一第三開關，連接在該電感的第二段及該電源轉換器的輸出端之間；以及
 - 一控制電路，控制該第一、第二及第三開關的切換，並根據該輸入端及輸出端上的電壓以及該輸出端上的負載電流決定該電源轉換器操作

在降壓模式、第一升降壓模式、第二升降壓模式或升壓模式；

其中，在該第一及第二升降壓模式時，該第一、第二及第三開關的控制包含(a)關閉該第一開關、關閉該第二開關及打開該第三開關，(b)打開該第一開關、維持該第二開關關閉及維持該第三開關打開，以及(c)維持該第一開關打開、打開該第二開關及關閉該第三開關。

36.如請求項 35 之電源轉換器，其中控制電路在該輸入端及輸出端上的電壓與該輸出端上的負載電流所決定出的該電感兩端的倍率值小於一第一臨界值時，決定該電源轉換器操作在該降壓模式；在該輸入端及輸出端上的電壓與該輸出端上的負載電流所決定出的該電感兩端的倍率值大於一第一臨界值且小於一第二臨界值時，決定該電源轉換器操作在該第一升降壓模式；在該輸入端及輸出端上的電壓與該輸出端上的負載電流所決定出的該電感兩端的倍率值小於一第三臨界值且大於該第二臨界值時，決定該電源轉換器操作在該第二升降壓模式；在該輸入端及輸出端上的電壓與該輸出端上的負載電流所決定出的該電感兩端的倍率值大於該第三臨界值時，決定該電源轉換器操作在該升壓模式。

37.如請求項 35 之電源轉換器，其中該控制電路包括：

一誤差放大器，根據一第一信號及一參考電壓產生一第二信號，該第一信號為該電源轉換器輸出

端上電壓的函數；

一時脈產生器，提供一第一時脈及一第二時脈；

一模式偵測器，偵測該電源轉換器的輸入端及輸出端上的電壓產生一第三信號以決定該電源轉換器操作在降壓模式、第一升降壓模式、第二升降壓模式或升壓模式；

一鋸齒波產生器，根據該第三信號及第一時脈提供一第四信號或一第五信號；

一第一比較器，比較該第二信號及該第四信號產生一第六信號；

一第二比較器，比較該第二信號及該第五信號產生一第七信號；以及

一控制邏輯電路，根據該第三、第六及第七信號以及第一及第二時脈控制該第一、第二及第三開關的切換。

38.如請求項 37 之電源轉換器，其中該控制邏輯電路包括：

一除頻器，對該第一時脈除頻產生一第三時脈；

一第一邏輯電路，根據該第六信號、第一時脈、第二時脈、第三時脈及一第二參考電壓產生一第一控制信號、第二控制信號、第三控制信號及第四控制信號；

一第一多工器，根據該三信號從該第一、第二、第三及第四控制信號中選取其中之一來控制該第一開關的切換；

一第二邏輯電路，根據該第七信號、第一時脈、第三時脈及一第三參考電壓產生一第五控制信號、第六控制信號、第七控制信號及第八控制信號；以及

5 一第二多工器，根據該第三信號從該第五、第六、第七及第八控制信號中選取其中之一來控制該第二及第三開關的切換。

39.如請求項 38 之電源轉換器，其中該除頻器包括 D 型正反器。

10 40.如請求項 35 之電源轉換器，其中在該降壓模式時，該第一開關的切換週期為一第一週期；在該第一升降壓模式時該第一、第二及第三開關的切換週期為一大於該第一週期的第二週期；在該第二升降壓模式時該第一、第二及第三開關的切換週期為一大於該第一週期的第三週期；在該升壓模式時該第二及第三開關的切換週期為一小於該第二及第三週期的第四週期。

41.如請求項 35 之電源轉換器，其中在該第一升降壓模式時，該第二及第三開關的責任週期固定。

20 42.如請求項 35 之電源轉換器，其中在該第二升降壓模式時，該第一開關的責任週期固定。

43.一種升降壓式電源轉換器的控制方法，該電源轉換器包含一電感，一第一開關連接在該電源轉換器的輸入端及該電感的第一端之間，一第一二極體具有一陽極連接一接地端及一陰極連接該電感的第一端，一第二開關連接

在該電感的第二端及該接地端之間，以及一第二二極體具有一陽極連接該電感的第二端及一陰極連接該電源轉換器的輸出端，該控制方法包括下列步驟：

偵測該輸入端及輸出端上的電壓以及該輸出端上的負載電流以決定該電源轉換器操作在降壓模式、第一升降壓模式、第二升降壓模式或升壓模式；以及

在該第一及第二升降壓模式時，該第一及第二開關的控制包含：

(a)關閉該第一開關，關閉該第二開關；

(b)打開該第一開關，維持該第二開關閉；以及

(c)維持該第一開關打開，打開該第二開關。

44.如請求項 43 之控制方法，其中該決定該電源轉換器操作在降壓模式、第一升降壓模式、第二升降壓模式或升壓模式的步驟包括：

當該輸入端及輸出端上的電壓與該輸出端上的負載電流所決定出的該電感兩端的倍率值小於一第一臨界值時，決定該電源轉換器操作在降壓模式；

當該輸入端及輸出端上的電壓與該輸出端上的負載電流所決定出的該電感兩端的倍率值大於該第一臨界值且小於一第二臨界值時，決定該電源轉換器操作在該第一升降壓模式；

當該輸入端及輸出端上的電壓與該輸出端上的負載電流所決定出的該電感兩端的倍率值小於一第三臨界值且大於該第二臨界值時，決定該電源轉換器操作在該第二升降壓模式；以及

5 當該輸入端及輸出端上的電壓與負載電流所決定出的該電感兩端的倍率值大於該第三臨界值時，決定該電源轉換器操作在該升壓模式。

45.如請求項 43 之控制方法，更包括：

放大一第一信號及一參考電壓之間的差值產生一
10 第二信號，該第一信號為該輸出端上電壓的函數；

提供一第一時脈及一第二時脈；

根據該電源轉換器的操作模式及該第一時脈產生一第三信號及一第四信號；

15 比較該第二信號及第三信號產生一第五信號；

比較該第二信號及第四信號產生一第六信號；以及
根據該電源轉換器的操作模式、該第五及第六信號、第一時脈及第二時脈控制該第一及第二開關。

20 46.如請求項 43 之控制方法，其中在該降壓模式時，該第一開關的切換週期為一第一週期；在該第一升降壓模式時該第一及第二開關的切換週期為一大於該第一週期的第二週期；在該第二升降壓模式時該第一及第二開關的切換週期為一大於該第一週期的第三週期；在該升壓

模式時該第二開關的切換週期為一小於該第二及第三週期的第四週期。

47.如請求項 43 之控制方法，其中在該第一升降壓模式時，該第二開關的責任週期固定。

5 48.如請求項 43 之控制方法，其中在該第二升降壓模式時，該第一開關的責任週期固定。

49.一種升降壓式電源轉換器，包括：

一電感；

10 一第一開關，連接在該電源轉換器的輸入端及該電感的第一段之間；

一第一二極體，具有一陽極連接一接地端及一陰極連接該電感的第二段；

一第二開關，連接在該電感的第二段及該接地端之間；

15 一第二二極體，具有一陽極連接該電感的第二段及一陰極連接該電源轉換器的輸出端；以及

一控制電路，控制該第一及第二開關的切換，並根據該輸入端及輸出端上的電壓以及該輸出端上的負載電流決定該電源轉換器操作在降壓模式、第一升降壓模式、第二升降壓模式或升壓模式；

20

其中，在該第一及第二升降壓模式時，該第一及第二開關的控制包含(a)關閉該第一開關及關閉該第二開關，(b)打開該第一開關及維持該第二

開關關閉，以及(c)維持該第一開關打開及打開該第二開關。

50.如請求項 49 之電源轉換器，其中控制電路在當該輸入端及輸出端上的電壓與該輸出端上的負載電流所決定出的該電感兩端的倍率值小於一第一臨界值時，決定該電源轉換器操作在該降壓模式；在該輸入端及輸出端上的電壓與該輸出端上的負載電流所決定出的該電感兩端的倍率值大於該第一臨界值且小於一第二臨界值時，決定該電源轉換器操作在該第一升降壓模式；在該輸入端及輸出端上的電壓與該輸出端上的負載電流所決定出的該電感兩端的倍率值小於一第三臨界值且大於該第二臨界值時，決定該電源轉換器操作在該第二升降壓模式；在該輸入端及輸出端上的電壓與該輸出端上的負載電流所決定出的該電感兩端的倍率值大於該第三臨界值時，決定該電源轉換器操作在該升壓模式。

51.如請求項 49 之電源轉換器，其中該控制電路包括：

一誤差放大器，根據一第一信號及一參考電壓產生一第二信號，該第一信號為該電源轉換器輸出端上電壓的函數；

一時脈產生器，提供一第一時脈及一第二時脈；

一模式偵測器，偵測該電源轉換器的輸入端及輸出端上的電壓產生一第三信號以決定該電源轉換器操作在降壓模式、第一升降壓模式、第二升降壓模式或升壓模式；

一鋸齒波產生器，根據該第三信號及第一時脈提供
一第四信號或一第五信號；

一第一比較器，比較該第二信號及該第四信號產生
一第六信號；

5 一第二比較器，比較該第二信號及該第五信號產生
一第七信號；以及

一控制邏輯電路，根據該第三、第六及第七信號以
及第一及第二時脈控制該第一及第二開關的
切換。

10 52.如請求項 51 之電源轉換器，其中該控制邏輯電路包括：

一除頻器，對該第一時脈除頻產生一第三時脈；

一第一邏輯電路，根據該第六信號、第一時脈、第
二時脈、第三時脈及一第二參考電壓產生一第
一控制信號、第二控制信號、第三控制信號及
15 第四控制信號；

一第一多工器，根據該三信號從該第一、第二、第
三及第四控制信號中選取其中之一來控制該
第一開關的切換；

一第二邏輯電路，根據該第七信號、第一時脈、第
三時脈及一第三參考電壓產生一第五控制信
號、第六控制信號、第七控制信號及第八控制
20 信號；以及

一第二多工器，根據該第三信號從該第五、第六、
第七及第八控制信號中選取其中之一來控制

該第二開關的切換。

53.如請求項 52 之電源轉換器，其中該除頻器包括 D 型正反器。

5 54.如請求項 49 之電源轉換器，其中在該降壓模式時，該第一開關的切換週期為一第一週期；在該第一升降壓模式時該第一及第二開關的切換週期為一大於該第一週期的第二週期；在該第二升降壓模式時該第一及第二開關的切換週期為一大於該第一週期的第三週期；在該升壓模式時該第二開關的切換週期為一小於該第二及第三週期的第四週期。

10

55.如請求項 49 之電源轉換器，其中在該第一升降壓模式時，該第二開關的責任週期固定。

56.如請求項 49 之電源轉換器，其中在該第二升降壓模式時，該第一開關的責任週期固定。

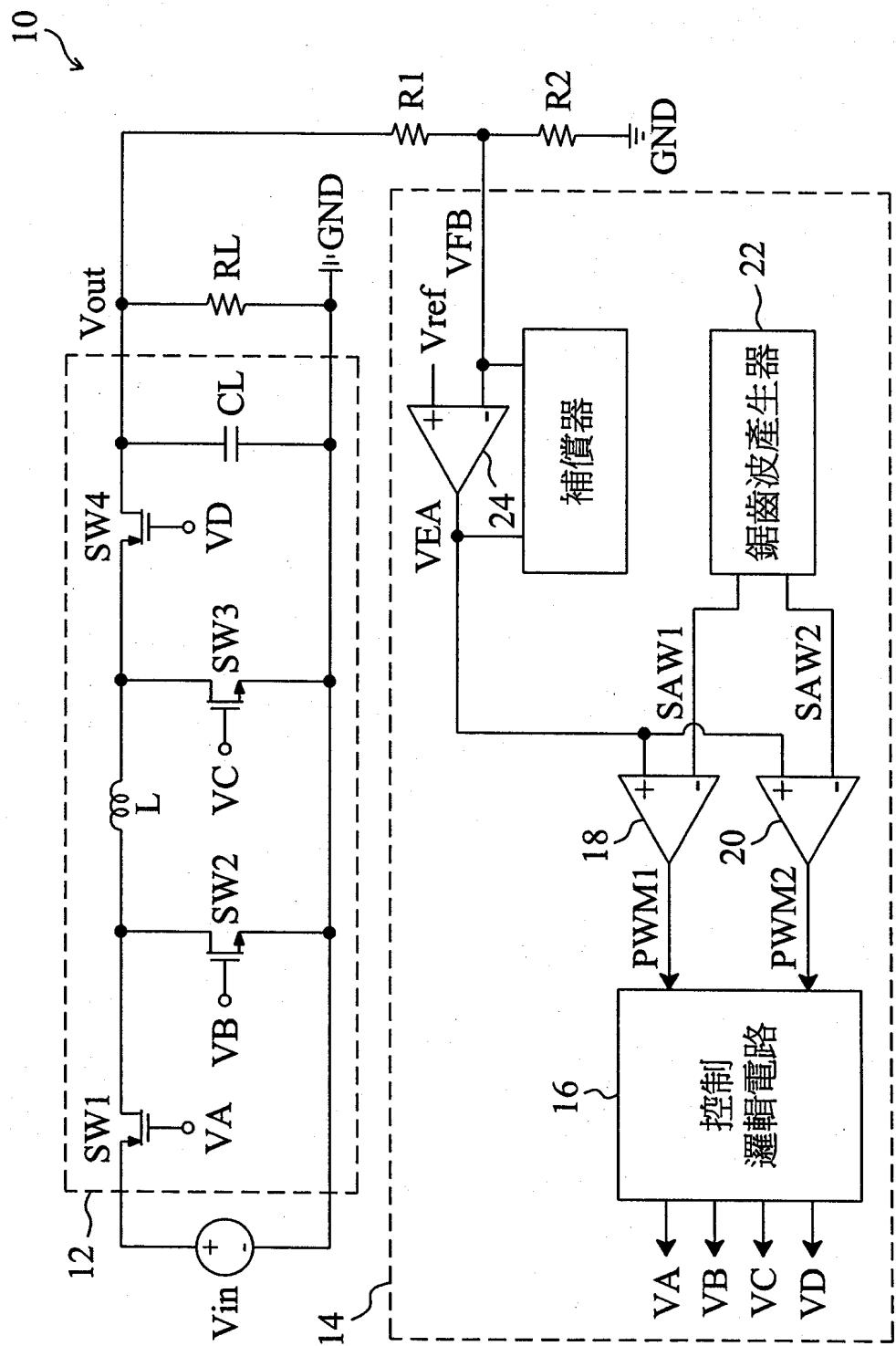


圖1

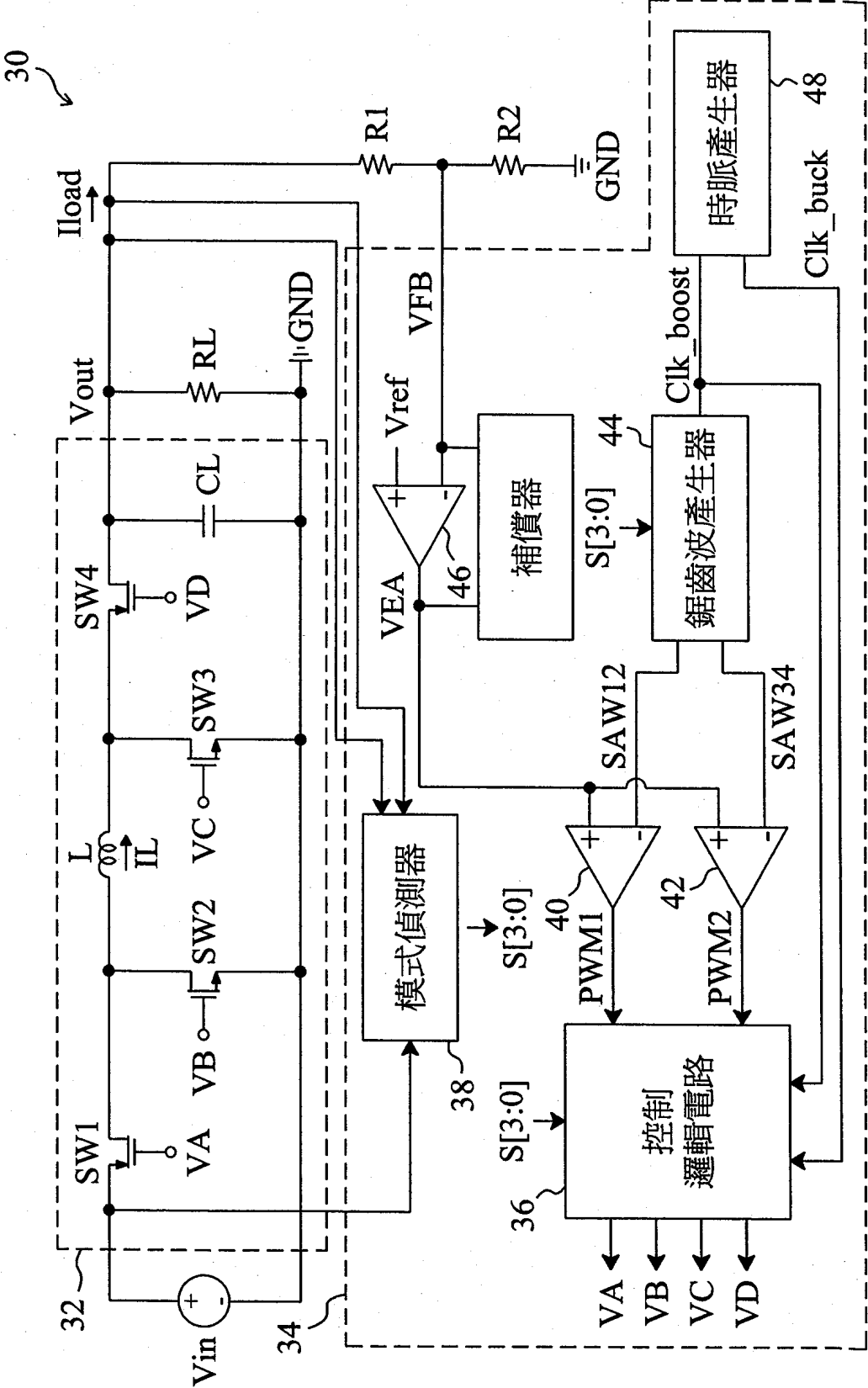


圖2

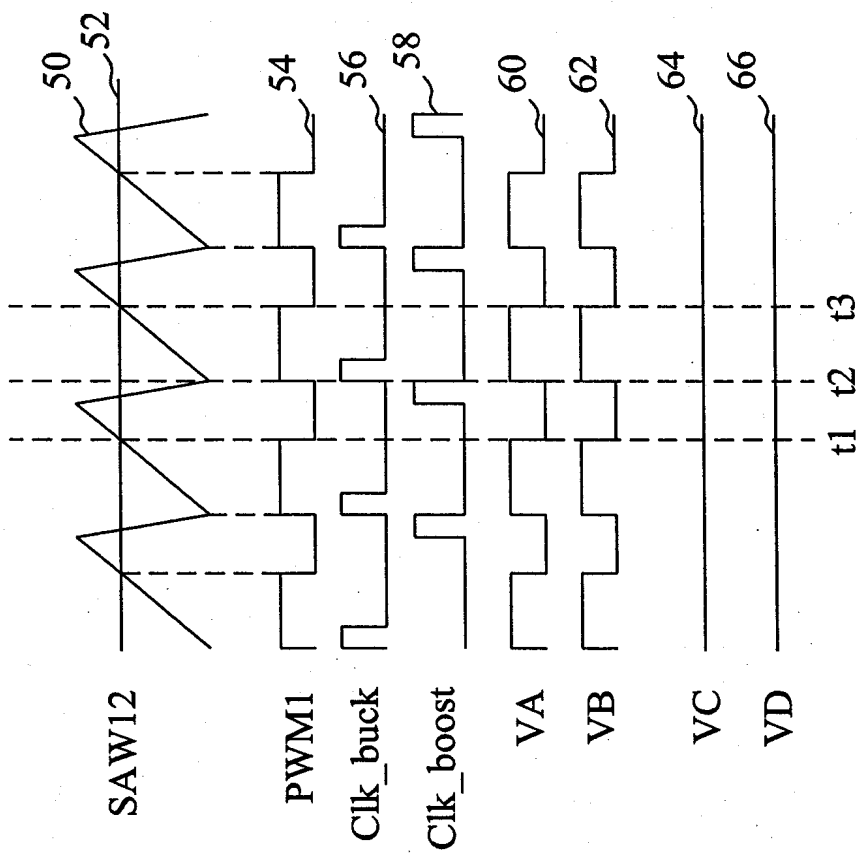


圖3

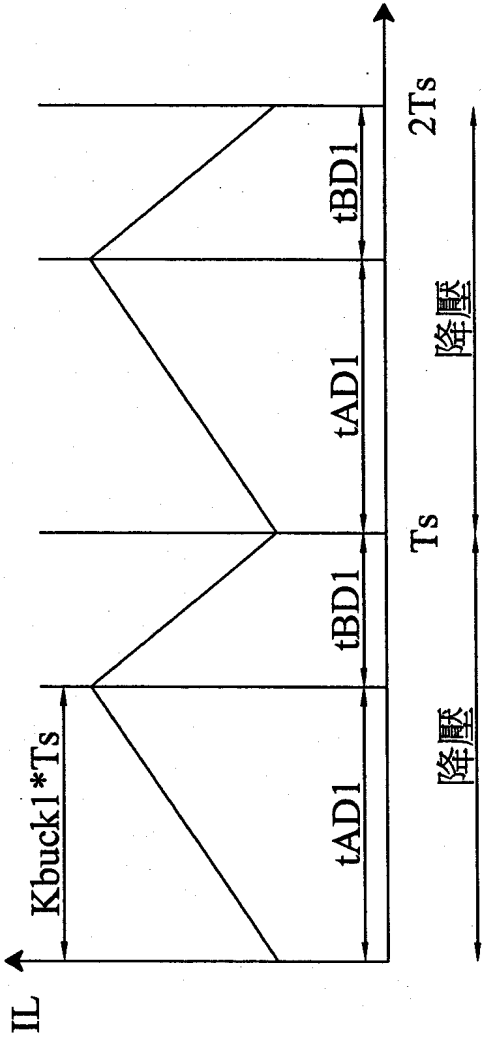


圖4

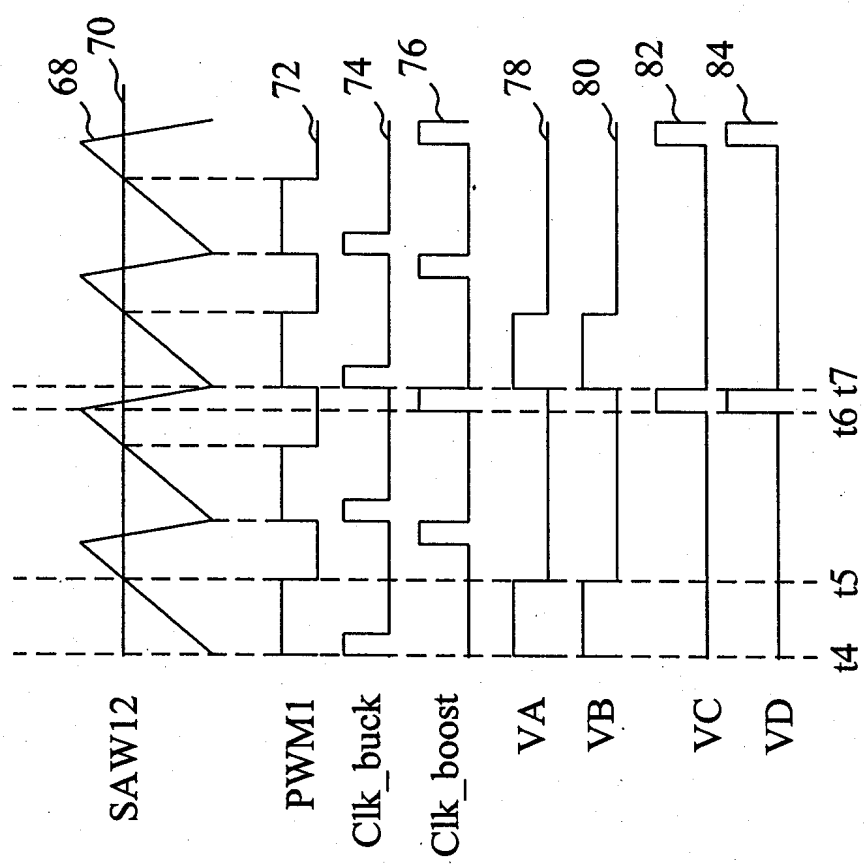


圖5

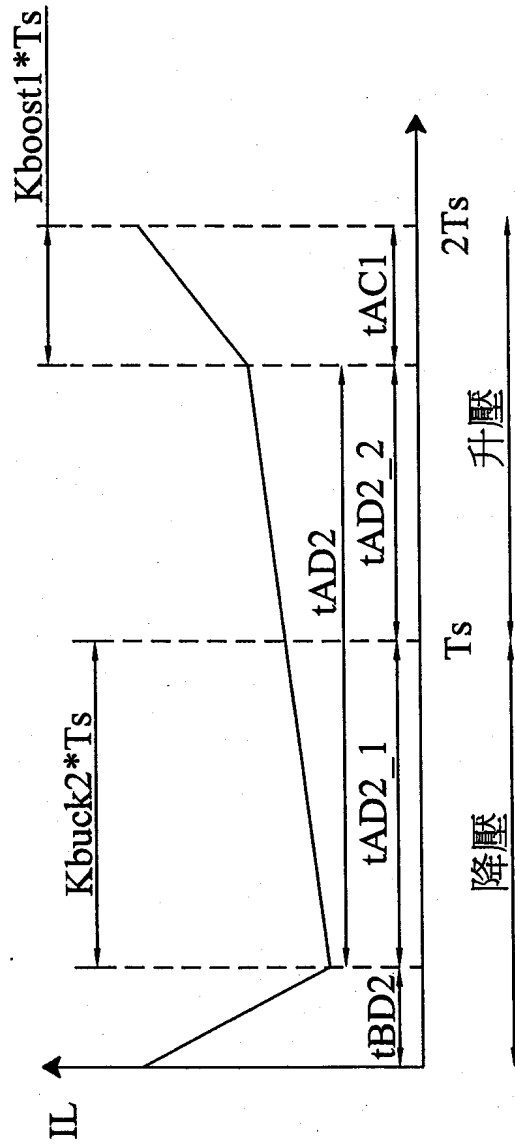


圖6

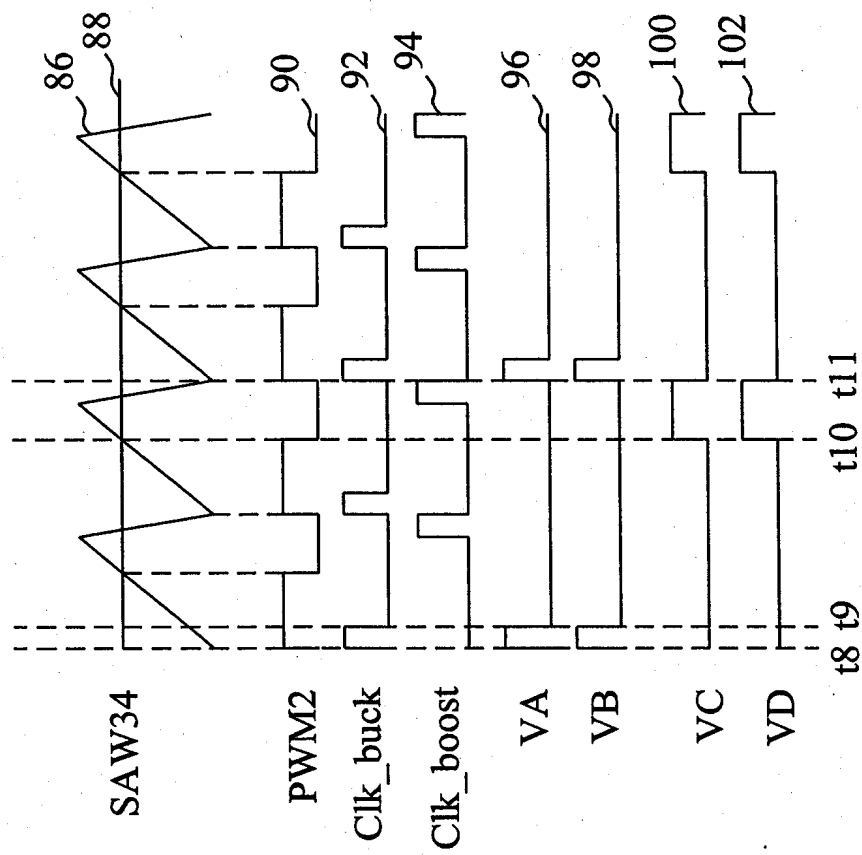


圖7

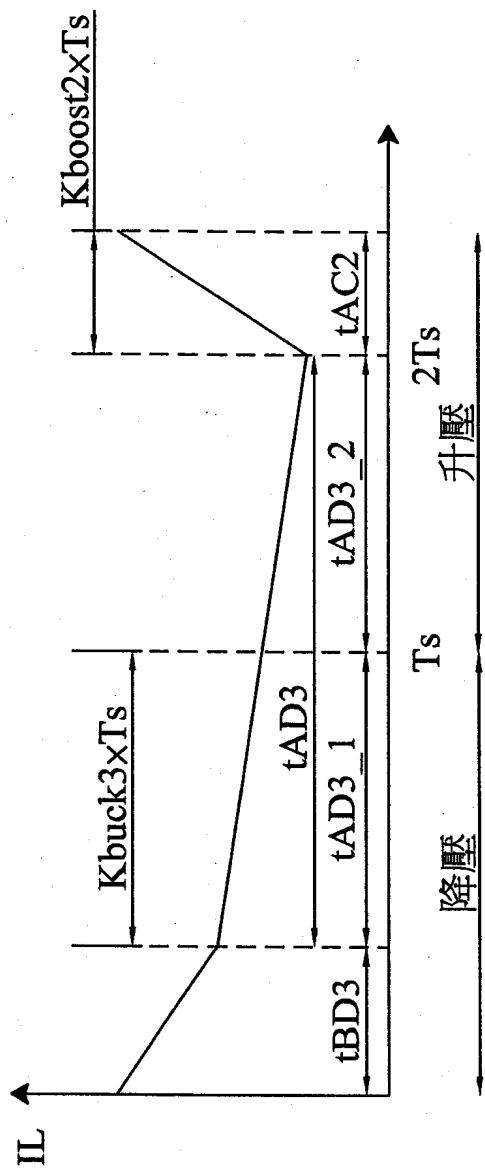


圖8

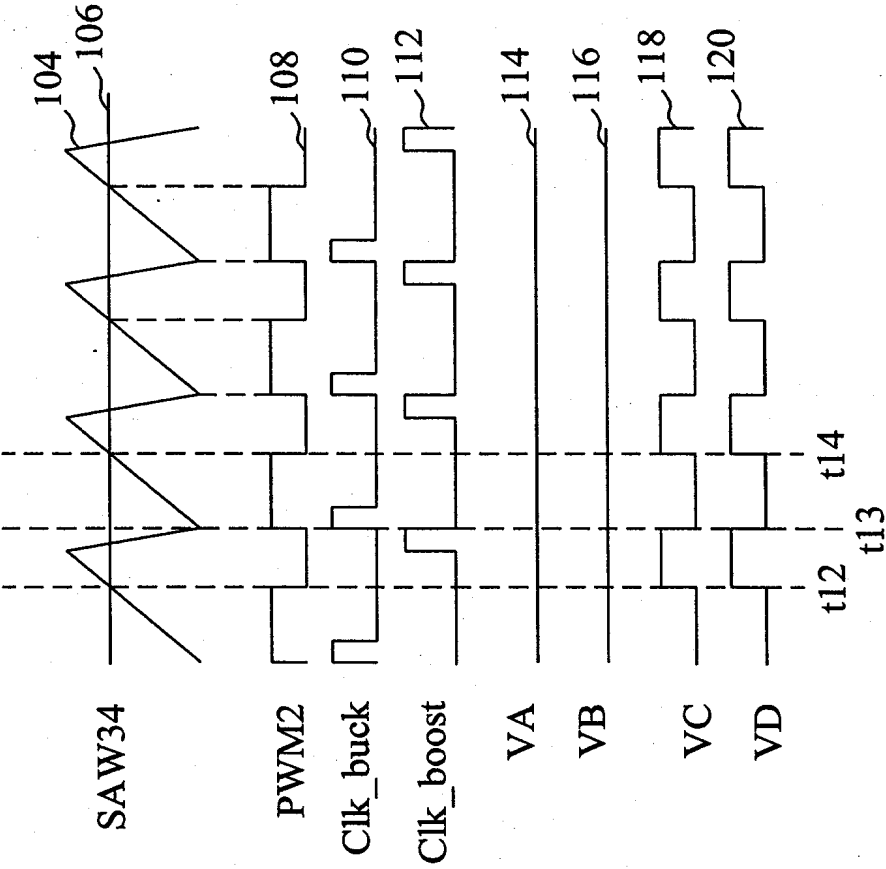


圖9

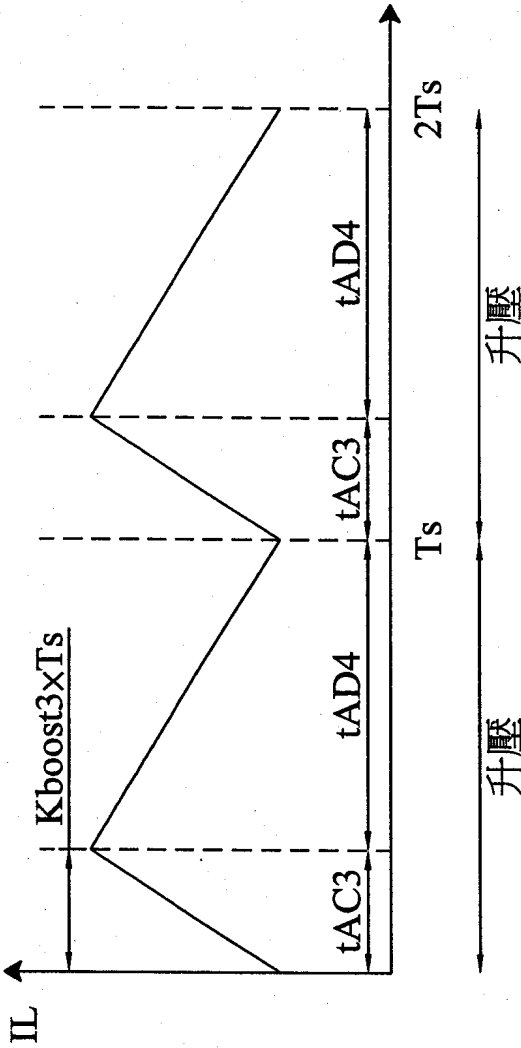


圖10

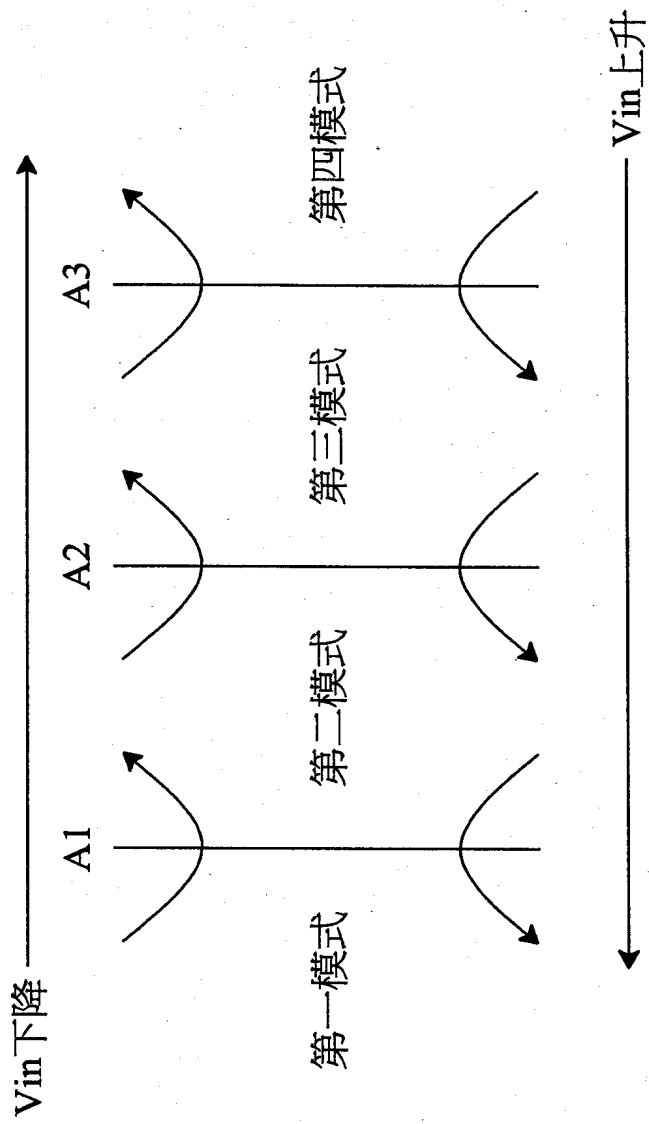


圖11

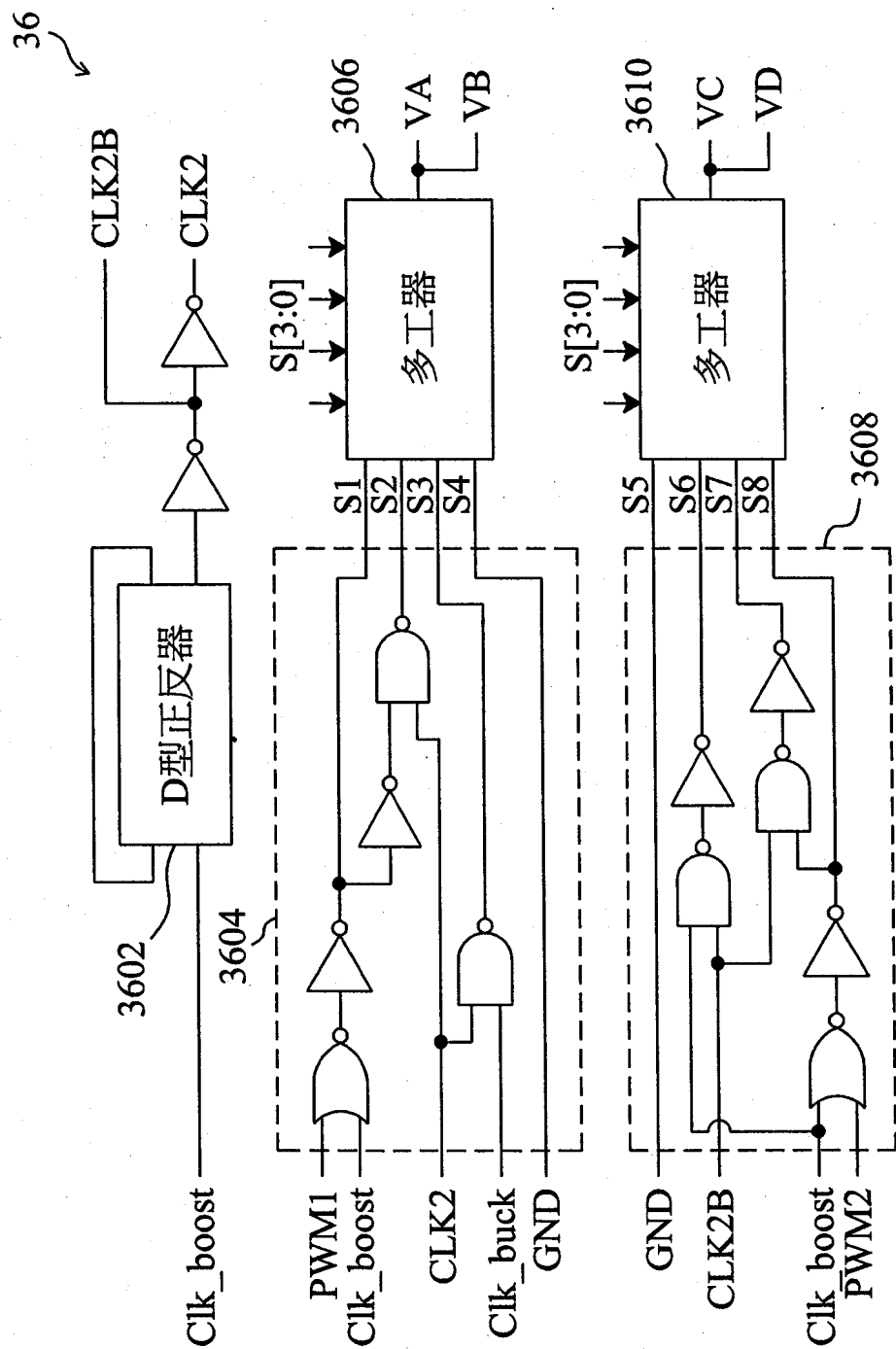


圖12

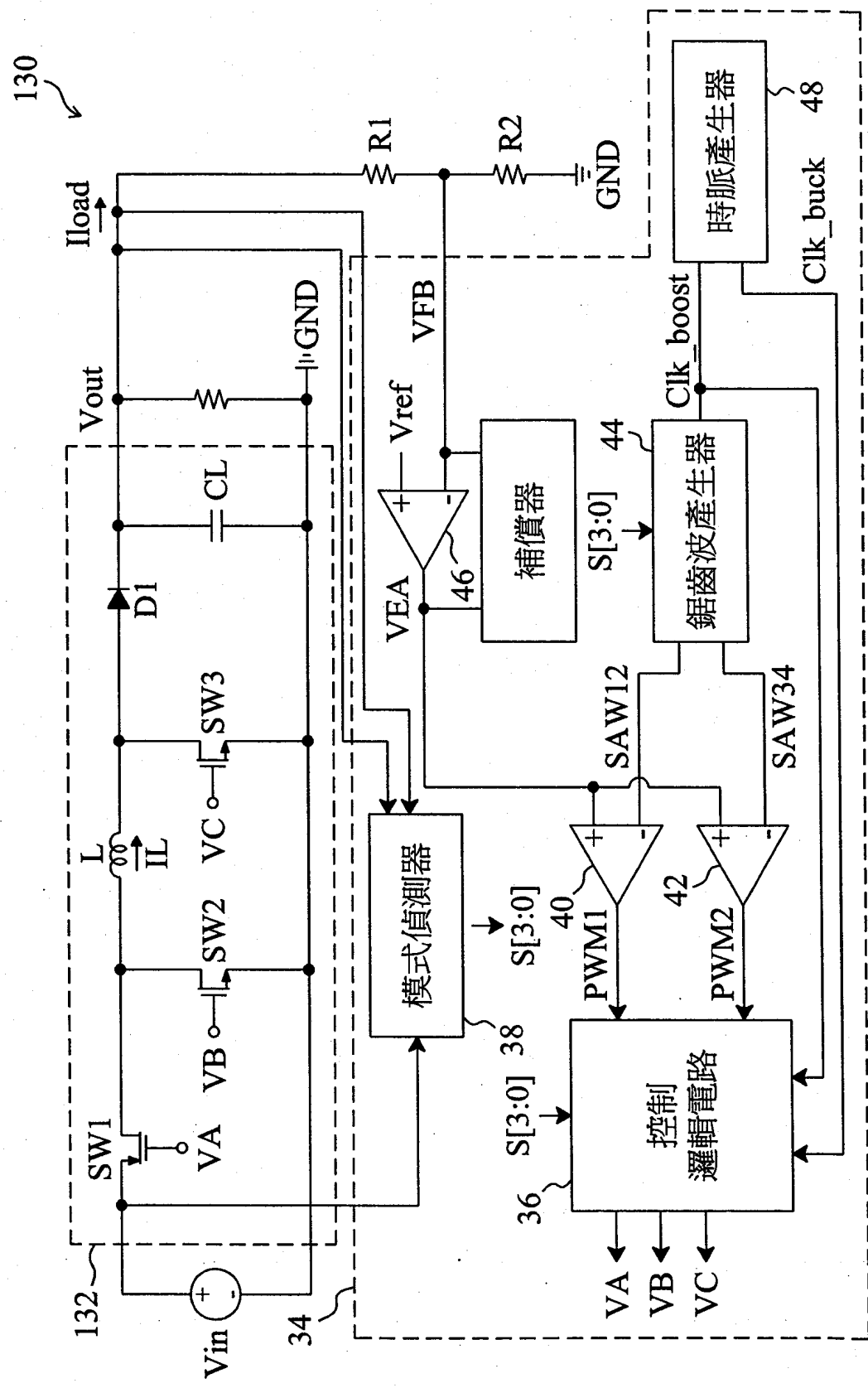


圖13

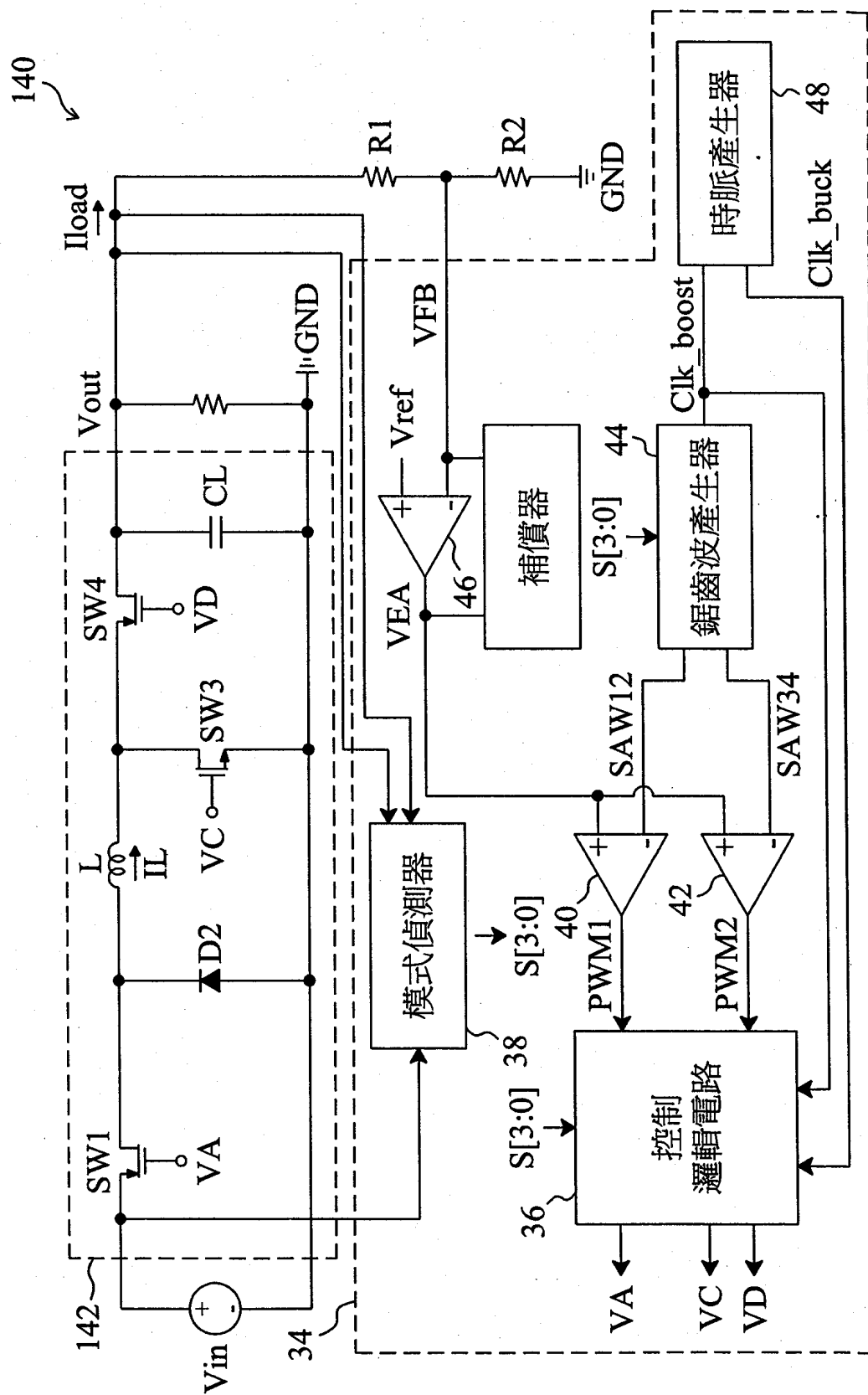


圖 14

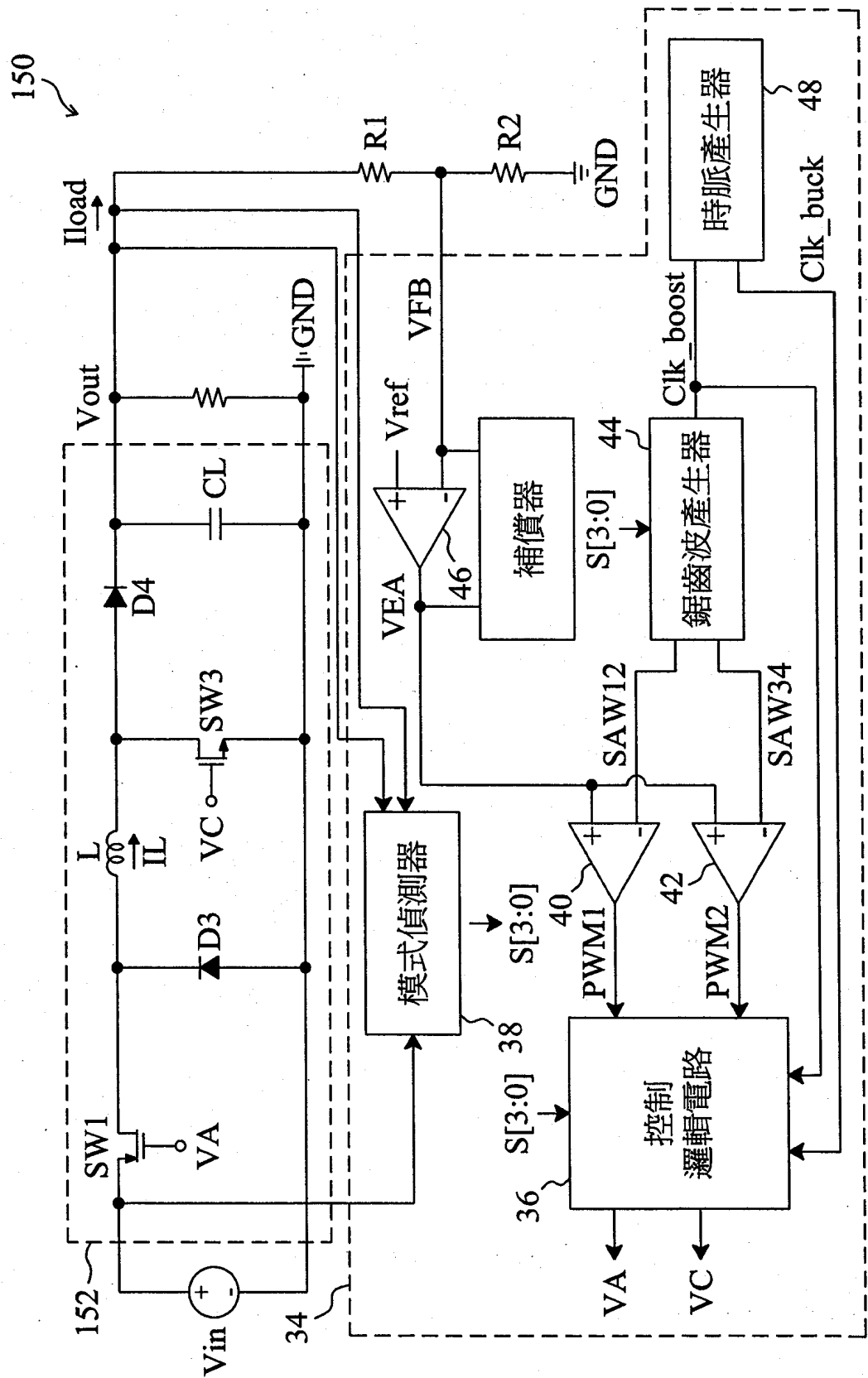


圖15

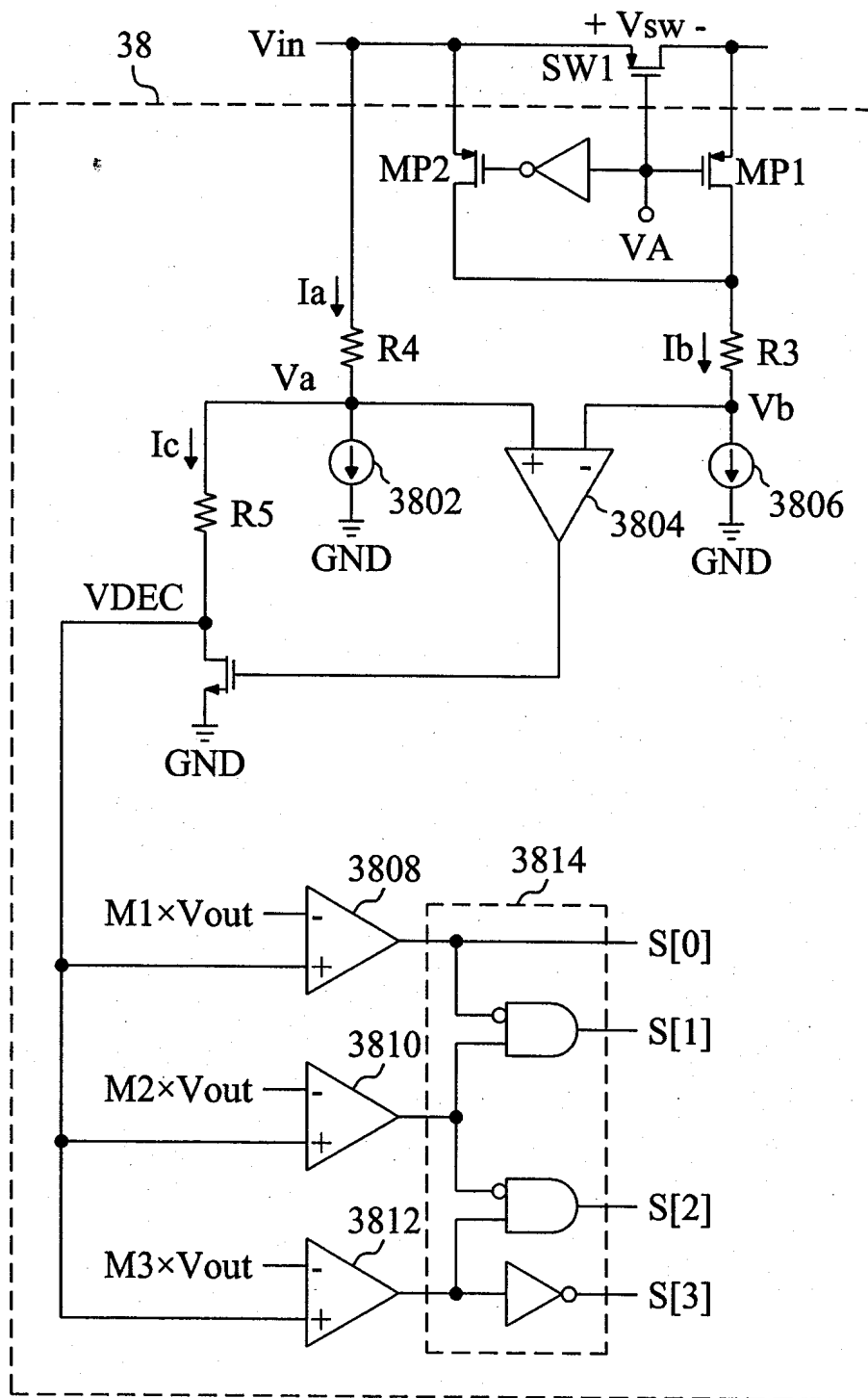


圖16