



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I569569 B

(45) 公告日：中華民國 106 (2017) 年 02 月 01 日

(21) 申請案號：104106642

(22) 申請日：中華民國 104 (2015) 年 03 月 03 日

(51) Int. Cl. : H02M3/156 (2006.01)

H02M1/42 (2007.01)

(71) 申請人：晶豪科技股份有限公司 (中華民國) ELITE SEMICONDUCTOR MEMORY TECHNOLOGY INC. (TW)

新竹市科學工業園區工業東四路 23 號

(72) 發明人：何儀修 HO, IHSIU (TW)

(74) 代理人：吳豐任；李俊陞；戴俊彥

(56) 參考文獻：

TW 200746583A

TW 201101666A

US 7817447B2

US 8154268B2

US 2013/0249511A1

審查人員：張正中

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：5 共 18 頁

(54) 名稱

切換式穩壓器

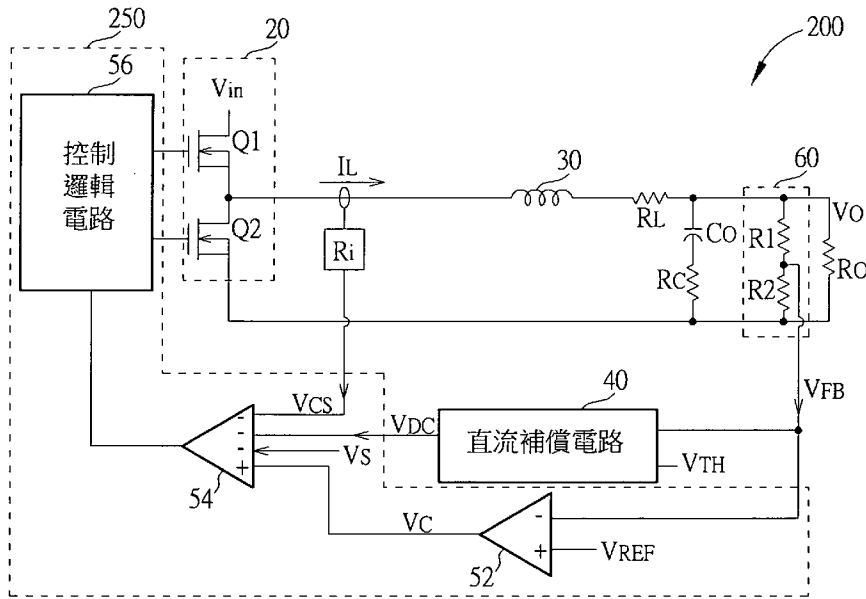
SWITCHING REGULATOR

(57) 摘要

一種切換式穩壓器，用以接收一輸入電壓以及對應地提供一輸出電壓。該切換式穩壓器包含有一切換電路、一電感器、一直流補償電路以及一控制電路。該切換電路係耦接於該輸入電壓；該電感器係耦接於該切換電路，用以自該切換電路接收該輸入電壓，並提供該輸出電壓至一負載；該直流補償電路係用以將來自該輸出電壓的一回授訊號與一閾值進行比較，以動態調整一直流補償電壓；該控制電路係用以決定該切換電路的責任週期，其中該控制電路會至少根據該直流補償電壓來調整該切換電路的責任週期。

A switching regulator which is arranged to receive an input voltage and correspondingly provide an output voltage is provided. The switching regulator includes a switching circuit, an inductor, a direct current (DC) compensation circuit and a control circuit. The switching circuit is coupled to the input voltage. The inductor is coupled to the switching circuit, and arranged to receive the input voltage from the switching circuit and provide the output voltage to a load. The DC compensation circuit is used to compare a feedback signal derived from the output voltage with a threshold, to dynamically adjust a DC compensation voltage. The control circuit is used to determine a duty cycle of the switching circuit, wherein the control circuit refers to at least the DC compensation voltage to adjust the duty cycle of the switching circuit.

指定代表圖：



第2圖

符號簡單說明：

100 . . . 切換式穩壓器

20 . . . 切換電路

30 . . . 電感器

40 . . . 直流補償電路

50 . . . 控制電路

V_{in} . . . 輸入電壓

V_o . . . 輸出電壓

C_o . . . 電容

Q1 . . . 第一開關

Q2 . . . 第二開關

R_o . . . 負載

C_o . . . 電容

R_i . . . 電阻元件

R_C . . . 電阻元件

V_{FB} . . . 回授訊號

V_C . . . 控制訊號

V_{REF} . . . 參考電壓

V_{DC} . . . 直流補償電壓

V_{CS} . . . 感測電壓

V_S . . . 斜率補償訊號

V_{TH} . . . 閾值

W_1 、 W_2 、 W_3 . . . 波形

發明摘要

※ 申請案號： 104106642

※ 申請日： 104.3.03

※IPC 分類：

H02M 3/156 (2006.01)
H02M 1/42 (2007.01)

【發明名稱】 切換式穩壓器

SWITCHING REGULATOR

【中文】

一種切換式穩壓器，用以接收一輸入電壓以及對應地提供一輸出電壓。該切換式穩壓器包含有一切換電路、一電感器、一直流補償電路以及一控制電路。該切換電路係耦接於該輸入電壓；該電感器係耦接於該切換電路，用以自該切換電路接收該輸入電壓，並提供該輸出電壓至一負載；該直流補償電路係用以將來自該輸出電壓的一回授訊號與一閾值進行比較，以動態調整一直流補償電壓；該控制電路係用以決定該切換電路的責任週期，其中該控制電路會至少根據該直流補償電壓來調整該切換電路的責任週期。

【英文】

A switching regulator which is arranged to receive an input voltage and correspondingly provide an output voltage is provided. The switching regulator includes a switching circuit, an inductor, a direct current (DC) compensation circuit and a control circuit. The switching circuit is coupled to the input voltage. The inductor is coupled to the switching circuit, and arranged to receive the input voltage from the switching circuit and provide the output voltage to a load. The DC compensation circuit is used to compare a feedback signal derived from the output voltage with a threshold, to dynamically adjust a DC compensation voltage. The control circuit is used to determine a duty cycle of the switching circuit, wherein the control circuit refers to at least the DC compensation voltage to adjust the duty cycle of the switching circuit.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 2 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

100	切換式穩壓器
20	切換電路
30	電感器
40	直流補償電路
50	控制電路
V_{in}	輸入電壓
V_o	輸出電壓
C_o	電容
Q1	第一開關
Q2	第二開關
R_o	負載
C_o	電容
R_i	電阻元件
R_c	電阻元件
V_{FB}	回授訊號
V_c	控制訊號
V_{REF}	參考電壓
V_{DC}	直流補償電壓
V_{CS}	感測電壓
V_s	斜率補償訊號
V_{TH}	閾值

W1、W2、W3 波形

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

發明專利說明書

【發明名稱】 切換式穩壓器

SWITCHING REGULATOR

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種切換式穩壓器，尤指一種可根據工作狀態來動態調整責任週期（duty cycle）的切換式穩壓器。

【先前技術】

【0002】 一般來說，用以降低直流電源供應器的電壓的最簡單方式即為採用線性穩壓器，然而此種作法會較為耗電。相對地，由於切換式穩壓器在操作上較不耗電，目前已被廣泛地使用。舉例來說，常見的切換式穩壓器有升壓（boost）穩壓器以及降壓（buck）穩壓器，該些切換式穩壓器會藉由一回授路徑來調整其切換開關的責任週期（duty cycle）。

【0003】 然而，現有技術中的切換式穩壓器往往無法提供良好的暫態響應（transient response）。舉例來說，現有技術中的切換式穩壓器無法因應系統的負載情形來對應地調整工作週期。因此，有需要提供一種新的切換式穩壓器來解決上述問題。

【發明內容】

【0004】 本發明的一實施例提供了一種切換式穩壓器，該切換式穩壓器用以接收一輸入電壓以及對應地提供一輸出電壓，並且包含有一切換電路、一電感器、一直流補償電路以及一控制電路。該切換電路係耦接於該輸入電壓；該電感器係耦接於該切換電路，用以自該切換電路接收該輸入電壓，並提供該輸出電壓至一負載；該直流補償電路係用以將來自該輸出電壓的一回授訊

號與一閾值進行比較，以動態調整一直流補償電壓；該控制電路係用以決定該切換電路的責任週期，其中該控制電路會至少根據該直流補償電壓來調整該切換電路的責任週期。

【0005】 本發明的實施例的切換式穩壓器可根據來自該輸出電壓的回授訊號，而動態調整一直流補償電壓，以對應地調整切換電路的責任週期，其中當負載端為輕載轉重載時加速調升責任週期以及當負載端為重載轉輕載時加速調降責任週期，進而使負載端有更好的暫態響應 (transient response)，並提高整體穩壓效能。

【圖式簡單說明】

【0006】

第 1 圖係為根據本發明的第一實施例的切換式穩壓器的示意圖。

第 2 圖係為根據本發明的第二實施例的切換式穩壓器的示意圖。

第 3 圖係為第 2 圖所示的比較器的加總訊號的示意圖。

第 4 圖係為第 2 圖所示的比較器的加總訊號於不同操作模式下所產生的波形。

第 5 圖係為第 2 圖所示的比較器在不同負載情況下的加總訊號以及對應的輸出訊號的示意圖。

【實施方式】

【0007】 在說明書及後續的申請專利範圍當中使用了某些詞彙來指稱特定的元件。所屬領域中具有通常知識者應可理解，硬體製造商可能會用不同的名詞來稱呼同樣的元件。本說明書及後續的申請專利範圍並不以名稱的差異來作為區分元件的方式，而是以元件在功能上的差異來作為區分的準則。在通篇說明書及後續的請求項當中所提及的「包含」係為一開放式的用語，故

應解釋成「包含但不限定於」。另外，「耦接」一詞在此係包含任何直接及間接的電氣連接手段。因此，若文中描述一第一裝置耦接於一第二裝置，則代表該第一裝置可直接電氣連接於該第二裝置，或透過其他裝置或連接手段間接地電氣連接至該第二裝置。

【0008】 第 1 圖係為根據本發明的第一實施例的切換式穩壓器的示意圖。切換式穩壓器 100 用以接收一輸入電壓 V_{in} 以及對應地提供一輸出電壓 V_o ，並包含一切換電路 20、一電感器 30、一直流補償電路 40 以及一控制電路 50。電感器 30 係耦接於切換電路 20，用以自切換電路 20 接收輸入電壓 V_{in} ，並提供輸出電流 i_L (亦即電感電流) 至一負載 R_o 。在一第一操作期間，控制電路 50 會開啟切換電路 20 中的第一開關 Q1 以及關閉切換電路 20 中的第二開關 Q2，以將能量自輸入電壓 V_{in} 經由電感器 30 而傳送至電容 C_o 。在此狀態下，輸入電壓 V_{in} 可透過電感器 30 向負載 R_o 提供電流。此外，在一第二操作期間，控制電路會關閉切換電路 20 中的第一開關 Q1 以及開啟切換電路 20 中的第二開關 Q2，以將在電容 C_o 之內的能量傳送至負載 R_o ，電感器 30 會藉由逆反其電壓以繼續向負載 R_o 提供電流。電容 C_o 與地端電位 (或是低邏輯電位) 之間可耦接一電阻元件 R_c ，且電感器 30 與負載 R_o 之間可耦接一電阻元件 R_L ，但本發明不以此為限。

【0009】 直流補償電路 40 係用以將來自輸出電壓 V_o 的一回授訊號 V_{FB} 與一預定閾值 V_{TH} 進行比較，以動態調整一直流補償電壓 V_{DC} 。直流補償電路 40 會將直流補償電壓 V_{DC} 傳送到控制電路 50。控制電路 50 會至少根據直流補償電壓 V_{DC} 來調整切換電路 20 的責任週期。換言之，直流補償電壓 V_{DC} 的大小會影響切換電路 20 之責任週期的長短。舉例來說，當回授訊號 V_{FB} 小於閾值 V_{TH} 時，直流補償電路 40 可降低直流補償電壓 V_{DC} ，進而使得控制電路 50 延長切換電路 20 的責任週期；以及當回授訊號 V_{FB} 大於閾值 V_{TH} 時，

直流補償電路 40 可增加直流補償電壓 V_{DC} ，進而使得控制電路 50 縮短切換電路的責任週期，以上操作將詳述於後續段落中。請注意，於一實作方式中，直流補償電壓 V_{DC} 僅是控制電路 50 所參考的複數個控制參數的其中之一，換言之，切換電路 20 之責任週期的長短另會受到其他控制參數的影響。

【0010】 請參考第 2 圖，第 2 圖係為根據本發明的第二實施例的切換式穩壓器 200 的示意圖，其中切換式穩壓器 200 可用作為一降壓轉換器 (buck convertor)，但不以此為限。請注意，切換式穩壓器 200 可視為切換式穩壓器 100 的其中一種細部實作方式，進一步來說，第 1 圖所示之控制電路 50 可由第 2 圖所示之控制電路 250 的電路架構來加以實現，然而切換式穩壓器 100 並不以局限於切換式穩壓器 200 的設置。此外，為了簡潔之故，切換式穩壓器 200 中與切換式穩壓器 100 的相仿之處將不另贅述。如第 2 圖所示，切換式穩壓器 200 另包含一分壓電路 60，用以根據輸出電壓 V_O 來產生回授訊號 V_{FB} ，其中分壓電路 60 可利用圖示的二電阻 R_1 、 R_2 來實現，但本發明不以此為限。此外，控制電路 250 包含有一誤差放大器 52、一比較器 54 以及一控制邏輯電路 56。誤差放大器 52 係用以接收回授訊號 V_{FB} ，並將回授訊號 V_{FB} 與一參考電壓 V_{REF} 進行比較，以產生一控制訊號 V_C 。比較器 54 可例如是為一脈衝寬度調變 (pulse-width modulation, PWM) 比較器，用以接收控制訊號 V_C 、直流補償電路 40 傳來的直流補償電壓 V_{DC} 、對應切換電路 20 的輸出端的一感測電壓 V_{CS} 以及一斜率補償訊號 V_S ，並且根據控制訊號 V_C 、直流補償電壓 V_{DC} 、感測電壓 V_{CS} 以及斜率補償訊號 V_S 來產生一比較結果，其中該比較結果可以是一方波，且比較器 54 可對直流補償電壓 V_{DC} 、感測電壓 V_{CS} 以及斜率補償訊號 V_S 進行加總，並將加總後的輸入訊號 (以下簡稱加總訊號) 與控制訊號 V_C 進行比較來輸出該方波。控制邏輯電路 56 會根據比較結果 (即該方波) 來決定切換電路 20 中各個開關 (即電晶體 Q_1 、 Q_2) 的責任週期。在本實施例中，電晶體 Q_1 、 Q_2 的控制端係耦接於控制邏輯電路 56，

且控制邏輯電路 56 會根據比較器 54 傳來的比較結果而於一第一操作期間開啟第一開關 Q1 以及關閉第二開關 Q2，以及於一第二操作期間關閉第一開關 Q1 以及開啟第二開關 Q2，其中第一開關 Q1 的導通時間 $T_{ON}(Q1)$ 與一脈衝調變週期 T 的比值(亦即 $\frac{T_{ON}(Q1)}{T}$) 即為第一開關 Q1 的責任週期 D(Q1)，而第二開關 Q2 的導通時間 $T_{ON}(Q2)$ 與該脈衝調變週期 T 的比值(亦即 $\frac{T_{ON}(Q2)}{T}$) 即為第二開關 Q2 的責任週期 D(Q2)，此外， $D(Q1)+D(Q2)=1$ ，亦即第一開關 Q1 的責任週期與第二開關 Q2 的責任週期的總和為全部的（100%）責任週期。

【0011】 請參考第 3 圖，第 3 圖係為第 2 圖所示的比較器 54 的加總後的輸入訊號的示意圖，其中該加總訊號係為直流補償電壓 V_{DC} 、感測電壓 V_{CS} 以及斜率補償訊號 V_s 的加總結果，並且可被視為三角波（ramp）或是鋸齒波（sawtooth）。 V_{CS} 係為電流感應電壓（current sense voltage），其值可為 $i_L * R$ ，其中 i_L 係為切換電路 20 的輸出電流，R 係為電阻元件 R_i 的阻值。透過提供直流補償電壓 V_{DC} 至比較器 54，可解決在低供應電流以及低責任週期的情況下，切換式穩壓器 200 有嚴重的操作誤差的問題。

【0012】 請參考第 4 圖，第 4 圖係為第 2 圖所示的比較器 54 的加總訊號於不同操作模式下所產生的波形。如第 4 圖所示，由左至右依序為在低電流操作下經由直流電壓補償所產生的波形 W1、在低電流以及低責任週期操作下經由直流電壓補償所產生的波形 W2，以及在低電流以及低責任週期操作下未經直流電壓補償所產生的波形 W3。從第 4 圖可看出，在具有高責任週期時，波形 W1 即使未作直流電壓補償也還是具有足夠的增益；而當責任週期變小時，波形 W3 的增益太小且未進行直流電壓補償，這將會導致後續的電路有操作誤差的情形，而波形 W2 因為有作直流電壓補償，可避免後續的電路有操作誤差的情形。

【0013】 請參考第 5 圖，第 5 圖係為第 2 圖所示的比較器 54 在不同負載情況下的加總訊號以及對應的輸出訊號的示意圖，其中由左到右依序為第一模式、正常模式、第二模式。首先，在中間的正常模式中，比較器 54 的加總訊號係為直流補償電壓 V_{DC} 、感測電壓 V_{CS} 以及斜率補償訊號 V_S 的總和，而此加總訊號會與比較器 54 的另一輸入端的控制訊號 V_C 進行比較，以對應地輸出一方波（可視為用來提供給控制邏輯電路 56 的責任週期），其中當加總訊號的超過控制訊號 V_C 的大小時，比較器 54 輸出的方波即會由高準位降到低準位。

【0014】 當偵測到負載（如第 2 圖所示的負載 R_O ）係為重載狀態時，大部分的電流 i_L 於負載損耗，導致由負載 R_O 分壓而來的回授訊號 V_{FB} 會小於閾值 V_{TH} 。此時，可採用左側的第一模式，其中直流補償電路 40 會降低直流補償電壓 V_{DC} 的值（亦即提供低於正常模式的直流補償電壓 V_{DC} ），以延後加總訊號到達控制訊號 V_C 的大小的時間（亦即延後地於虛線處的時間到達控制訊號 V_C ）。如此一來，控制電路 50 中的控制邏輯電路 56 會延長切換電路 20 的責任週期，以得到較長的充電時間，而快速地反應上述重載狀態。

【0015】 當偵測到負載（如第 2 圖所示的負載 R_O ）係為輕載狀態時，僅有少部份的電流 i_L 於負載損耗，因此由負載 R_O 分壓而來的回授訊號 V_{FB} 會大於閾值 V_{TH} 。此時，可採用右側的第二模式，其中直流補償電路 40 會提高直流補償電壓 V_{DC} 的值（亦即提供高於正常模式的直流補償電壓 V_{DC} ），以使加總訊號到達控制訊號 V_C 的大小的時間提前（亦即提前地於虛線處的時間到達控制訊號 V_C ）。如此一來，控制電路 50 中的控制邏輯電路 56 會縮短切換電路 20 的責任週期，以減少輸入電壓進行充電的時間。請注意，直流補償電路 40 的閾值可根據實際應用需求來設定，較佳的是，所設定的閾值能夠反應負

載 R_o 端的負載情形，以使直流補償電路 40 能夠輸出適當的直流補償電壓 V_{DC} 給控制電路 50。

【0016】 綜上所述，本發明的切換式穩壓器（例如實施例中的切換式穩壓器 100、200）可根據來自輸出電壓的回授訊號，而動態調整直流補償電壓，以對應地調整切換電路的責任週期，其中當負載端為輕載轉重載時加速調升責任週期以及當負載端為重載轉輕載時加速調降責任週期，進而使負載端有更好的暫態響應（transient response），並提高整體穩壓效能。

【0017】 以上所述僅為本發明之較佳實施例，凡依本發明申請專利範圍所做之均等變化與修飾，皆應屬本發明之涵蓋範圍。

【符號說明】

【0018】

100、200	切換式穩壓器
20	切換電路
30	電感器
40	直流補償電路
50	控制電路
52	誤差放大器
54	比較器
56	控制邏輯電路
60	分壓電路
V_{in}	輸入電壓
V_o	輸出電壓
C_o	電容
Q1	第一開關

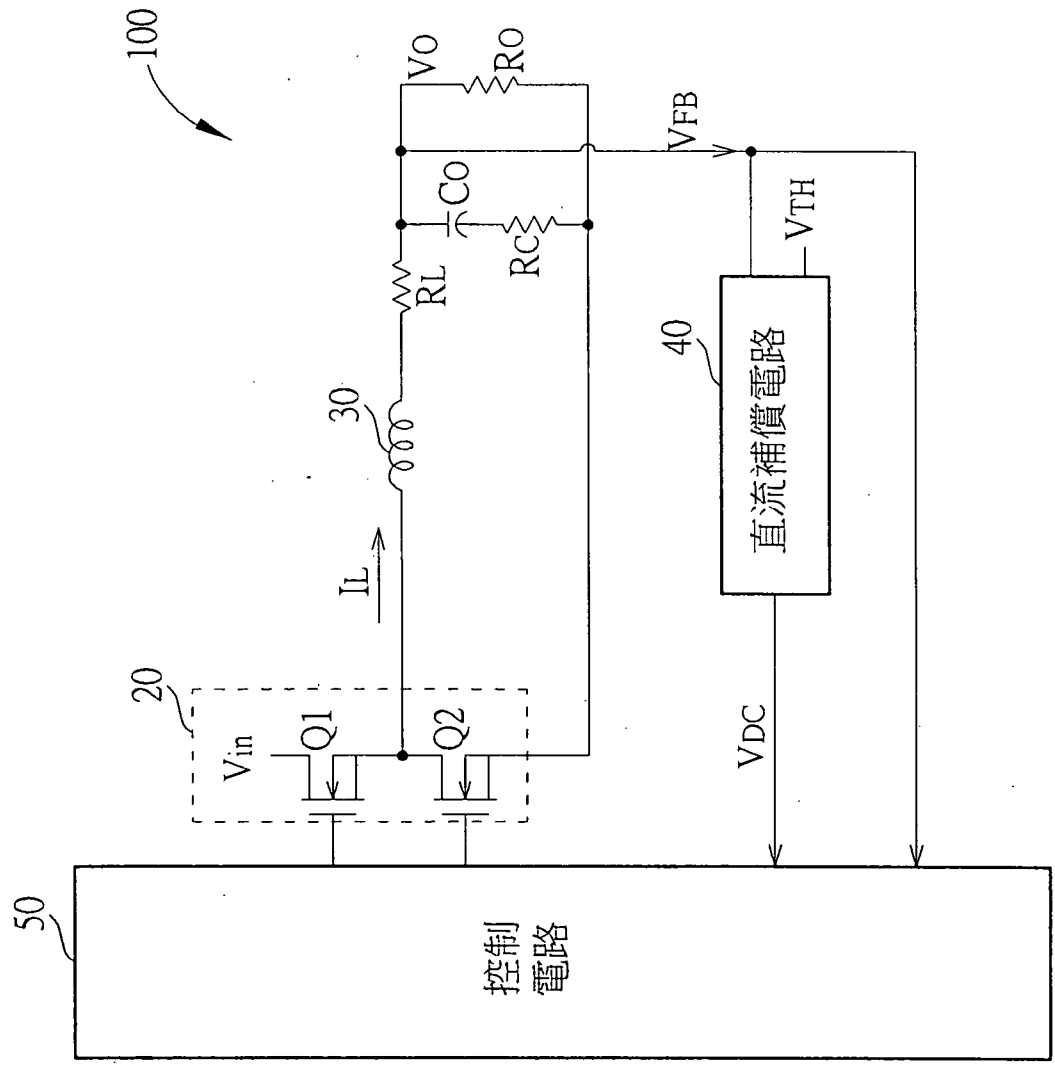
Q2	第二開關
R _o	負載
C _o	電容
R _L 、R _i	電阻元件
R _C	電阻元件
R1、R2	電阻
V _{FB}	回授訊號
V _C	控制訊號
V _{REF}	參考電壓
V _{DC}	直流補償電壓
V _{CS}	感測電壓
V _S	斜率補償訊號
V _{TH}	閾值
W1、W2、W3	波形

申請專利範圍

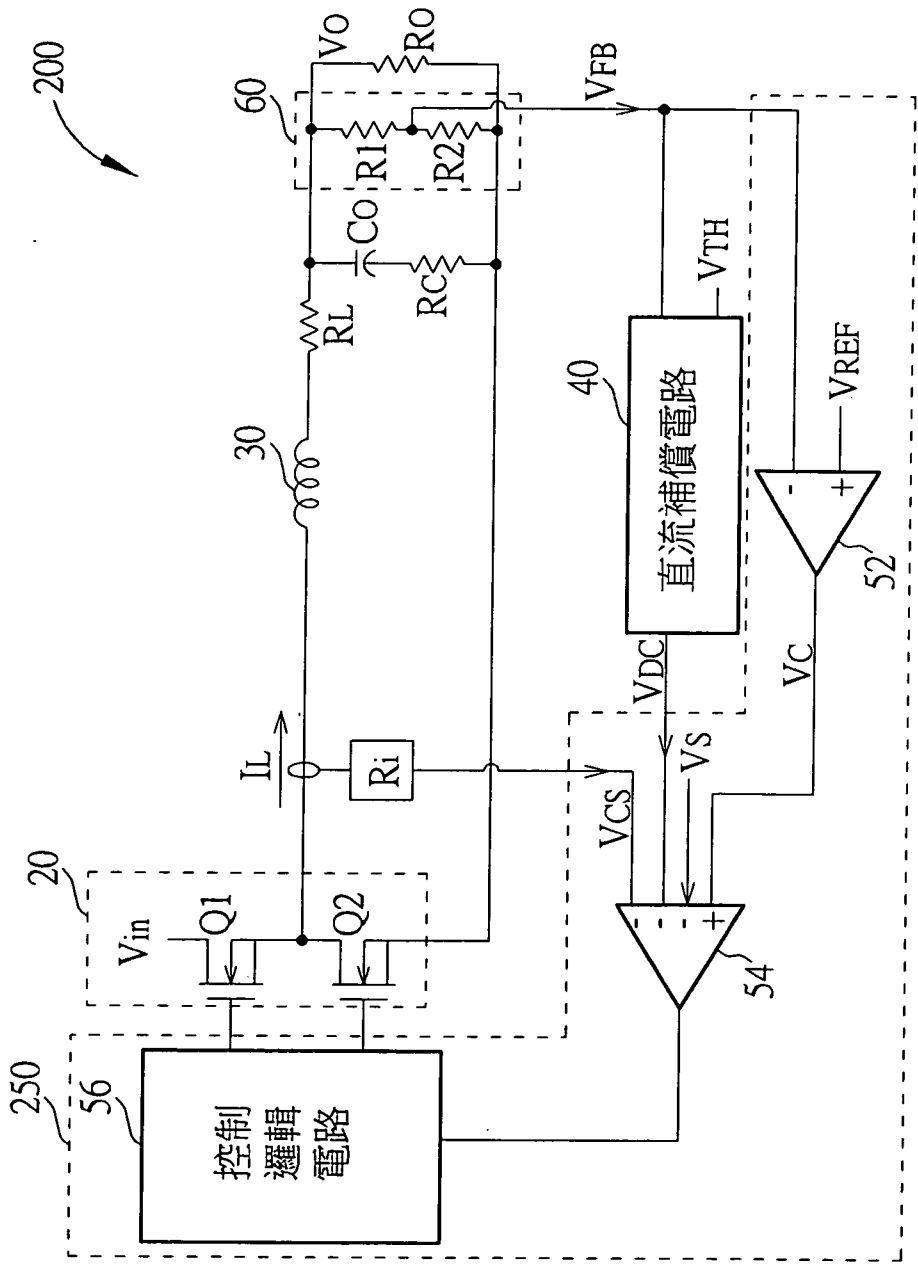
1. 一種切換式穩壓器，用以接收一輸入電壓，以及對應地提供一輸出電壓，該切換式穩壓器包含有：
 - 一切換電路，耦接於該輸入電壓；
 - 一電感器，耦接於該切換電路，用以自該切換電路接收該輸入電壓，並提供該輸出電壓至一負載；
 - 一直流補償電路，用以將來自該輸出電壓的一回授訊號與一閾值進行比較，以動態調整一直流補償電壓；以及
 - 一控制電路，用以決定該切換電路的責任週期，其中該控制電路會至少根據該直流補償電壓來調整該切換電路的責任週期；該控制電路包含有一誤差放大器，用以接收該回授訊號，並將該回授訊號與一參考電壓進行比較，以產生一控制訊號。
2. 如請求項 1 所述之切換式穩壓器，其中當該回授訊號小於該閾值時，該直流補償電路降低該直流補償電壓，進而使得該控制電路延長該切換電路的責任週期。
3. 如請求項 1 所述之切換式穩壓器，其中當該回授訊號大於該閾值時，該直流補償電路增加該直流補償電壓，進而使得該控制電路縮短該切換電路的責任週期。
4. 如請求項 1 所述之切換式穩壓器，其係為一降壓轉換器（buck convertor）。
5. 如請求項 1 所述之切換式穩壓器，另包含一分壓電路，用以根據該輸出

- 電壓來產生該回授訊號。
6. 如請求項 1 所述之切換式穩壓器，其中該控制電路另包含有：
 - 一比較器，用以接收該控制訊號、該直流補償電壓、對應該切換電路的輸出端的一感測電壓以及一斜率補償訊號，並且根據該控制訊號、該直流補償電壓、該感測電壓以及該斜率補償訊號來產生一比較結果；以及
 - 一控制邏輯電路，用以根據該比較結果來調整該切換電路的責任週期。
 7. 如請求項 6 所述之切換式穩壓器，其中該切換電路包含：
 - 一第一開關，具有一第一端，耦接於該輸入電壓，一控制端，耦接於該控制邏輯電路，以及一第二端；以及
 - 一第二開關，具有一第一端，耦接於該第一開關的第二端，一控制端，耦接於該控制邏輯電路；其中該控制邏輯電路根據該比較結果而於一第一操作期間，開啟該第一開關以及關閉該第二開關，以及於一第二操作期間，關閉該第一開關以及開啟該第二開關。
 8. 如請求項 7 所述之切換式穩壓器，其中該第一開關以及該第二開關係為電晶體。
 9. 如請求項 6 所述之切換式穩壓器，另包含一電阻元件，耦接於該切換電路的該輸出端，用以將該切換電路的輸出電流轉換為該感測電壓。
 10. 如請求項 6 所述之切換式穩壓器，其中該比較器係為一脈衝寬度調變 (pulse-width modulation, PWM) 比較器。

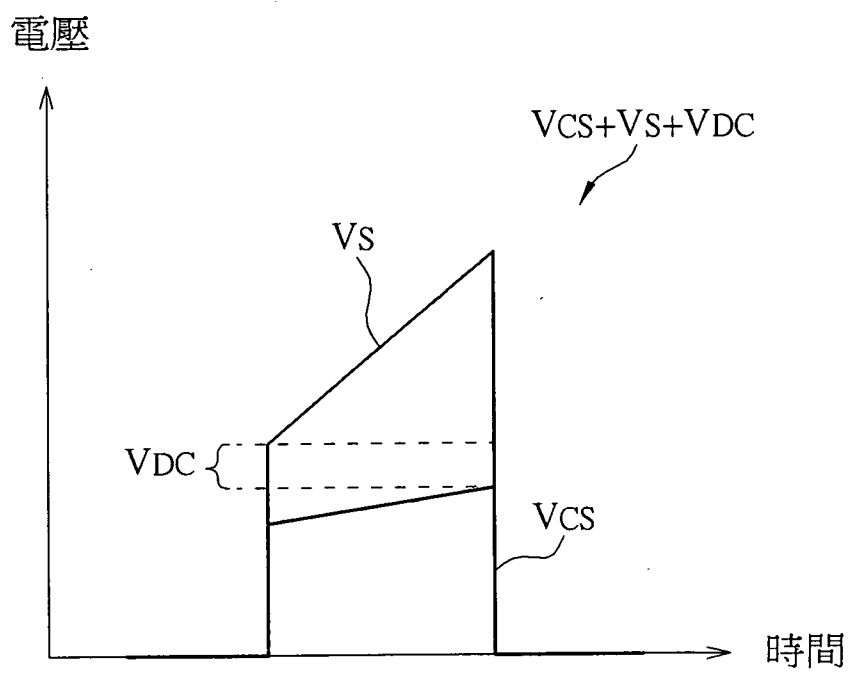
圖式



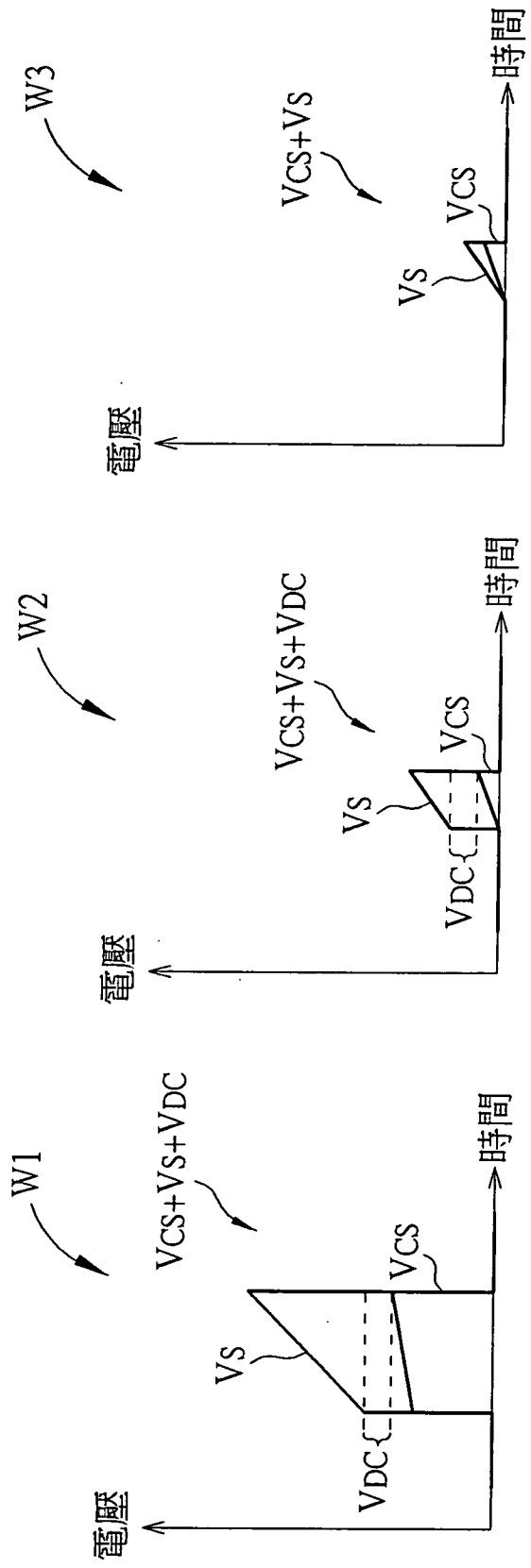
第1圖



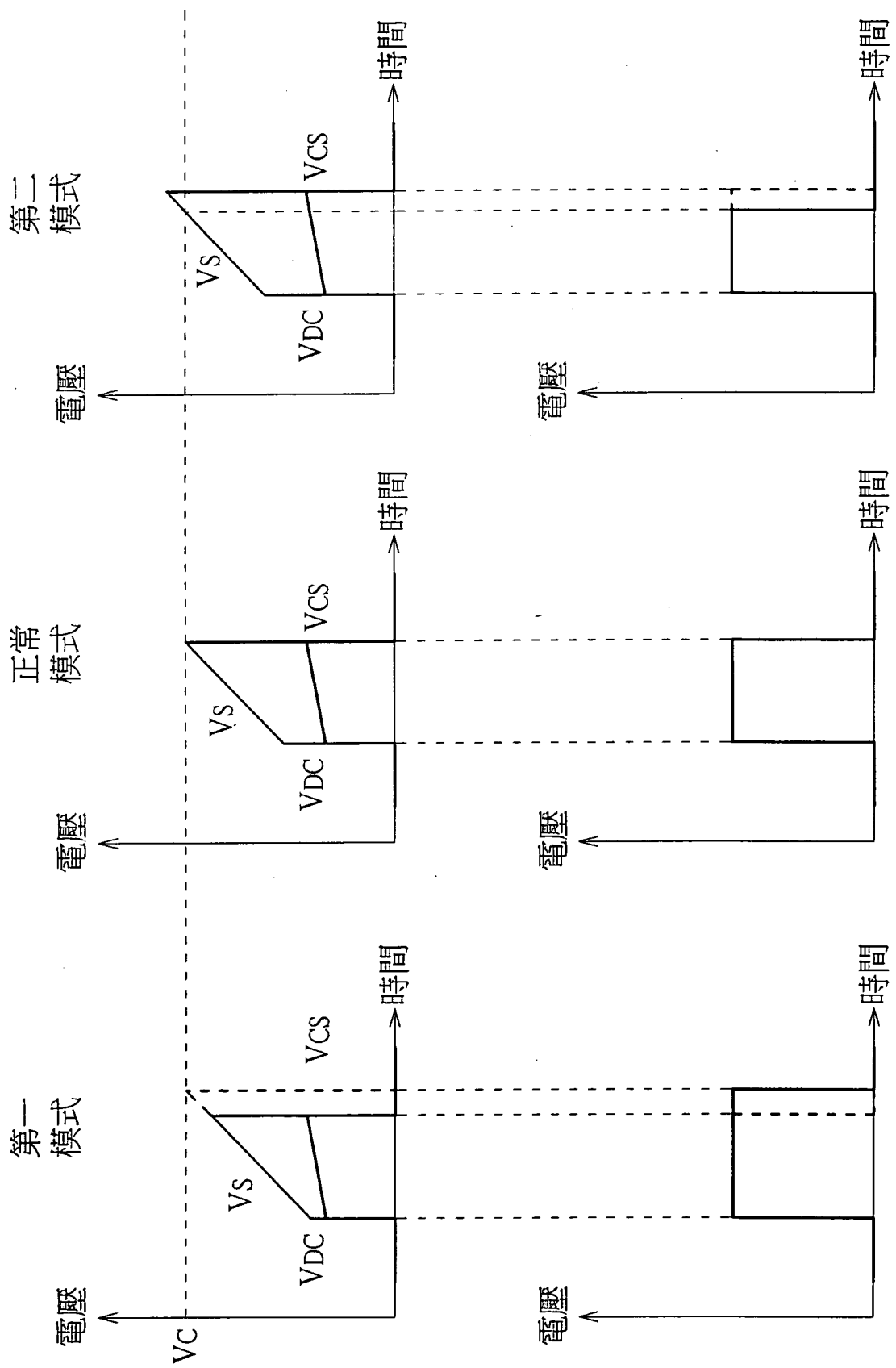
第2圖



第3圖



第4圖



第5圖