



(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 I793942 B

(45) 公告日：中華民國 112 (2023) 年 02 月 21 日

(21) 申請案號：110148568

(22) 申請日：中華民國 110 (2021) 年 12 月 24 日

(51) Int. Cl. : H02M1/14 (2006.01)

H02M3/156 (2006.01)

H02M3/04 (2006.01)

(71) 申請人：茂達電子股份有限公司 (中華民國) ANPEC ELECTRONICS CORPORATION  
(TW)

新竹市東區新竹科學工業園區篤行一路六號

(72) 發明人：陳建男 CHEN, CHIEN-NAN (TW)；陳富權 CHEN, FU-CHUAN (TW)

(74) 代理人：張耀暉；莊志強

(56) 參考文獻：

TW 201448437A

TW 201933745A

CN 202309521U

CN 202997932U

CN 204794695U

JP 4136660B2

US 7764516B2

US 10075073B2

審查人員：廖天佑

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：5 共 20 頁

(54) 名稱

具有平穩轉態控制機制的電源轉換器

(57) 摘要

本發明公開一種具有平穩轉態控制機制的電源轉換器。振盪電路輸出時脈訊號。控制電路從振盪電路接收時脈訊號，基於時脈訊號輸出控制訊號。驅動電路依據控制訊號輸出上橋導通訊號以及下橋導通訊號。上橋開關依據從驅動電路接收到的上橋導通訊號開啟或關閉。下橋開關依據從驅動電路接收到的下橋導通訊號開啟或關閉。振盪電路從驅動電路接收上橋導通訊號，並基於上橋導通訊號以決定是否調整輸出至控制電路的時脈訊號。

A power converter having a smooth transition control mechanism is provided. An oscillator circuit outputs a clock signal. A control circuit receives the clock signal from the oscillator circuit and outputs a control signal based on the clock signal. A driver circuit outputs a high-side conduction signal and a low-side conduction signal according to the control signal. A high-side switch is turned on or off according to the high-side conduction signal from the driver circuit. A low-side switch is turned on or off according to the low-side conduction signal from the driver circuit. The oscillator circuit receives the high-side conduction signal from the driver circuit. The oscillator circuit, according to the high-side conduction signal, determines whether or not the clock signal outputted to the control circuit needs to be adjusted.

指定代表圖：

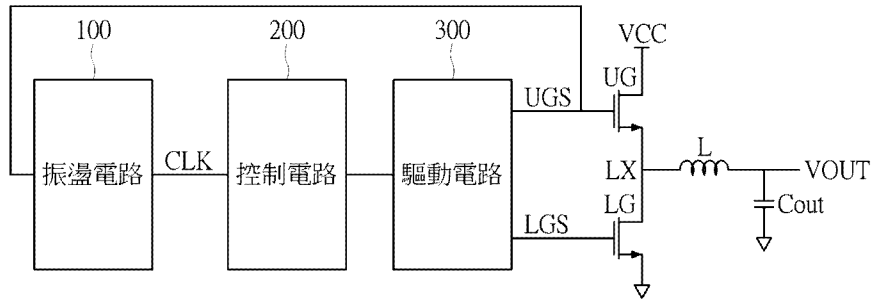


圖1

符號簡單說明：

100:振盪電路

CLK:時脈訊號

200:控制電路

300:驅動電路

UG:上橋開關

LG:下橋開關

LX:節點

VCC:共用電壓

UGS:上橋導通訊號

LGS:下橋導通訊號

L:電感

Cout:輸出電容

VOUT:輸出電壓



I793942

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】具有平穩轉態控制機制的電源轉換器

【英文發明名稱】POWER CONVERTER HAVING SMOOTH TRANSITION  
CONTROL MECHANISM

## 【中文】

本發明公開一種具有平穩轉態控制機制的電源轉換器。振盪電路輸出時脈訊號。控制電路從振盪電路接收時脈訊號，基於時脈訊號輸出控制訊號。驅動電路依據控制訊號輸出上橋導通訊號以及下橋導通訊號。上橋開關依據從驅動電路接收到的上橋導通訊號開啟或關閉。下橋開關依據從驅動電路接收到的下橋導通訊號開啟或關閉。振盪電路從驅動電路接收上橋導通訊號，並基於上橋導通訊號以決定是否調整輸出至控制電路的時脈訊號。

## 【英文】

A power converter having a smooth transition control mechanism is provided. An oscillator circuit outputs a clock signal. A control circuit receives the clock signal from the oscillator circuit and outputs a control signal based on the clock signal. A driver circuit outputs a high-side conduction signal and a low-side conduction signal according to the control signal. A high-side switch is turned on or off according to the high-side conduction signal from the driver circuit. A low-side switch is turned on or off according to the low-side conduction signal from the driver circuit. The oscillator circuit receives the high-side conduction signal from the driver circuit. The oscillator circuit, according to the high-side conduction signal, determines whether or not the clock signal outputted to the control circuit needs to be adjusted.

【指定代表圖】圖1。

【代表圖之符號簡單說明】

100：振盪電路

CLK：時脈訊號

200：控制電路

300：驅動電路

UG：上橋開關

LG：下橋開關

LX：節點

VCC：共用電壓

UGS：上橋導通訊號

LGS：下橋導通訊號

L：電感

Cout：輸出電容

VOUT：輸出電壓

【特徵化學式】

無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 具有平穩轉態控制機制的電源轉換器

【英文發明名稱】 POWER CONVERTER HAVING SMOOTH TRANSITION  
CONTROL MECHANISM

### 【技術領域】

【0001】 本發明涉及一種電源轉換器，特別是涉及一種具有平穩轉態控制機制的電源轉換器。

### 【先前技術】

【0002】 電源轉換器可用以將轉換電壓，並將轉換後的電壓提供至其他電子裝置，作為其他電子裝置運作所需的電力。電源轉換器的上橋開關與下橋開關的導通時間，會影響電源轉換器的輸出電流大小。然而，電源轉換器的傳統控制電路無法良好地控制驅動電路驅動上橋開關與下橋開關的運作，導致電源轉換器的輸出電流過大或過小，造成輸出電流流經的負載以及電源轉換器的電路元件損壞。

### 【發明內容】

【0003】 本發明所要解決的技術問題在於，針對現有技術的不足提供一種具有平穩轉態控制機制的電源轉換器，包含振盪電路、控制電路、驅動電路、上橋開關以及下橋開關。振盪電路配置以輸出時脈訊號。控制電路連接振盪電路。控制電路配置以從振盪電路接收時脈訊號，基於時脈訊號輸出控制訊號。驅動電路連接控制電路以及振盪電路。驅動電路配置以依據控制訊號輸出上橋導通訊號以及下橋導通訊號。上橋開關的第一端耦接共用電壓。

上橋開關的控制端連接驅動電路。上橋開關依據從驅動電路接收到的上橋導通訊號開啟或關閉。下橋開關的第一端連接上橋開關的第二端。下橋開關的第二端接地。下橋開關的第一端與上橋開關的第二端之間的節點連接電感的第一端。電感的第二端連接輸出電容的第一端。輸出電容的第二端接地。下橋開關的控制端連接驅動電路。下橋開關依據從驅動電路接收到的下橋導通訊號開啟或關閉。振盪電路從驅動電路接收上橋導通訊號，並基於上橋導通訊號以決定是否調整輸出至控制電路的時脈訊號。

**【0004】** 在實施例中，當上橋導通訊號從高準位轉態至低準位的時間點晚於時脈訊號的轉態時間點時，振盪電路調變時脈訊號的頻率。

**【0005】** 在實施例中，當上橋導通訊號從高準位轉態至低準位的時間點不晚於時脈訊號的轉態時間點時，振盪電路不調變時脈訊號。

**【0006】** 在實施例中，當上橋導通訊號從高準位轉態至低準位的時間點晚於時脈訊號的轉態時間點時，振盪電路將時脈訊號降頻。

**【0007】** 在實施例中，當上橋導通訊號從高準位轉態至低準位的時間點晚於時脈訊號的轉態時間點時，振盪電路將時脈訊號的脈波出現的時間點延遲至上橋導通訊號從高準位轉態至低準位的時間點之後。

**【0008】** 在實施例中，所述的轉態時間點為時脈訊號的下降緣。

**【0009】** 在實施例中，振盪電路包含比較器。比較器的第一輸入端連接輸入電容的第一端。輸入電容的第一端連接電流源。輸入電容的第二端接地。比較器的第二輸入端耦接參考電壓。比較器的第三輸入端連接驅動電路的輸出端以接收上橋導通訊號。比較器的輸出端連接控制電路的輸入端，並輸出時脈訊號至控制電路。

**【0010】** 在實施例中，振盪電路更包含分壓電路。分壓電路的輸入端耦接輸入電壓。分壓電路的輸出端連接比較器的第二輸入端。

【0011】在實施例中，分壓電路包含第一電阻以及第二電阻。第一電阻的第一端耦接輸入電壓。第一電阻的第二端連接第二電阻的第一端。第二電阻的第二端接地。第一電阻的第二端與第二電阻的第一端之間的節點連接比較器的第二輸入端。

【0012】在實施例中，所述的具有平穩轉態控制機制的電源轉換器更包含誤差放大器。誤差放大器的第一輸入端連接電感的第二端與輸出電容的第一端之間的節點。誤差放大器的第二輸入端耦接參考電壓。誤差放大器的輸出端連接控制電路，控制電路依據誤差放大器輸出的一誤差放大訊號以輸出控制訊號。

【0013】如上所述，本發明提供一種具有平穩轉態控制機制的電源轉換器，其可依據電源供應器所需供應的能量大小，適當地調變時脈訊號的頻率，控制電路即時基於調變後的時脈訊號的頻率，控制驅動電路驅動上橋開關以及下橋開關開啟或關閉，以有效防止電源轉換器的輸出訊號有大的漣波，藉此使得電源轉換器的輸出電壓保持穩定值而不會掉電至低值。

【0014】為使能更進一步瞭解本發明的特徵及技術內容，請參閱以下有關本發明的詳細說明與圖式，然而所提供的圖式僅用於提供參考與說明，並非用來對本發明加以限制。

### 【圖式簡單說明】

【0015】圖1為本發明實施例的具有平穩轉態控制機制的電源轉換器的方塊圖。

【0016】圖2為本發明實施例的具有平穩轉態控制機制的電源轉換器的方塊圖。

【0017】圖3為本發明實施例的具有平穩轉態控制機制的電源轉換器的

步驟流程圖。

【0018】圖4為本發明實施例的具有平穩轉態控制機制的電源轉換器的訊號的波形圖。

【0019】圖5為傳統電源轉換器的訊號的波形圖。

### 【實施方式】

【0020】以下是通過特定的具體實施例來說明本發明的實施方式，本領域技術人員可由本說明書所公開的內容瞭解本發明的優點與效果。本發明可通過其他不同的具體實施例加以施行或應用，本說明書中的各項細節也可基於不同觀點與應用，在不背離本發明的構思下進行各種修改與變更。另外，本發明的附圖僅為簡單示意說明，並非依實際尺寸的描繪，事先聲明。以下的實施方式將進一步詳細說明本發明的相關技術內容，但所公開的內容並非用以限制本發明的保護範圍。另外，本文中所使用的術語“或”，應視實際情況可能包含相關聯的列出項目中的任一個或者多個的組合。

【0021】請參閱圖1和圖3，其中圖1為本發明實施例的具有平穩轉態控制機制的電源轉換器的方塊圖。

【0022】本實施例的具有平穩轉態控制機制的電源轉換器可包含如圖1所示的振盪電路100、控制電路200、驅動電路300、上橋開關UG以及下橋開關LG。控制電路200可連接振盪電路100以及驅動電路300。驅動電路300可連接上橋開關UG的控制端、下橋開關LG的控制端以及振盪電路100。

【0023】上橋開關UG的第一端耦接共用電壓VCC。下橋開關LG的第一端可連接上橋開關UG的第二端。下橋開關LG的第二端可接地。下橋開關LG的第一端與上橋開關UG的第二端之間的節點LX可連接電感L的第一端。電感L的第二端可連接輸出電容Cout的第一端。輸出電容Cout的第二端可接地。電



感L的第二端與輸出電容 $C_{out}$ 的第一端之間的節點可為電源轉換器的輸出端，並供應輸出電壓 $V_{OUT}$ 。

【0024】如圖3所示的步驟S101~S111可適用於執行本實施例的電源轉換器的平穩轉態控制機制，具體說明如下。

【0025】在步驟S101，電源轉換器開機。

【0026】在步驟S103，振盪電路100輸出時脈訊號CLK至控制電路200。

【0027】在步驟S105，控制電路200基於時脈訊號CLK，以輸出控制訊號至驅動電路300。驅動電路300依據控制訊號輸出第一準位例如高準位的上橋導通訊號UGS至上橋開關UG以開啟上橋開關UG，並輸出第二準位例如低準位的下橋導通訊號LGS至下橋開關LG以關閉下橋開關LG。

【0028】在步驟S107，判斷電源轉換器供應的能量是否足夠與電源轉換器連接的電子裝置運作所需。若電源轉換器供應的能量不足，持續執行步驟S105，開啟上橋開關UG，關閉下橋開關LG。相反地，若電源轉換器供應的能量已足夠，執行步驟S109。

【0029】在步驟S109，驅動電路300依據控制訊號輸出第二準位例如低準位的上橋導通訊號UGS至上橋開關UG以關閉上橋開關UG，並輸出第一準位例如高準位的下橋導通訊號LG至下橋開關LG以開啟下橋開關LG。

【0030】值得注意的是，振盪電路100可從驅動電路300接收上橋導通訊號UGS，並可基於上橋導通訊號UGS以決定是否調變輸出至控制電路的時脈訊號CLK，以改變上橋開關UG以及下橋開關LG的開啟時間長度。例如，振盪電路100可調整時脈訊號CLK的頻率，或調整時脈訊號CLK的一或多個脈波出現的時間點。

【0031】舉例而言，在步驟S111，振盪電路100可判斷上橋導通訊號UGS從高準位轉態至低準位的時間點 $T_{osc}$ 是否晚於時脈訊號CLK的脈波的轉態時

間點Tclk。在本實施例中所述的時脈訊號CLK的脈波的轉態時間點Tclk可為時脈訊號CLK的下降緣，或實務上為時脈訊號CLK的上升緣。

【0032】若振盪電路100判斷上橋導通訊號UGS從高準位轉態至低準位的時間點Tosc不晚於時脈訊號CLK的脈波的轉態時間點Tclk時，振盪電路100則不調整時脈訊號CLK的頻率。

【0033】相反地，若振盪電路100判斷上橋導通訊號UGS從高準位轉態至低準位的時間點Tosc晚於時脈訊號CLK的脈波的轉態時間點Tclk時，振盪電路100可調變時脈訊號CLK的頻率，例如振盪電路100將時脈訊號CLK降頻。

【0034】當振盪電路100判斷上橋導通訊號UGS從高準位轉態至低準位的時間點Tosc晚於時脈訊號CLK的脈波的轉態時間點Tclk時，振盪電路100可將時脈訊號CLK的此脈波出現的時間點延遲至上橋導通訊號UGS從高準位轉態至低準位的時間點後。

【0035】請參閱圖2，其為本發明實施例的具有平穩轉態控制機制的電源轉換器的方塊圖。

【0036】本實施例的電源轉換器所包含的振盪電路100可包含比較器CMP、電流源SC以及輸入電容Cin。

【0037】比較器CMP的第一輸入端例如非反相輸入端可連接輸入電容Cin的第一端。輸入電容Cin的第一端可連接電流源SC。輸入電容Cin的第二端可接地。比較器CMP的第二輸入端例如反相輸入端可耦接一參考電壓。

【0038】若有需要，振盪電路100可更包含分壓電路DVR。分壓電路DVR的輸入端耦接輸入電壓VIN。分壓電路DVR的輸出端連接比較器CMP的第二輸入端。分壓電路DVR可輸出上述的參考電壓至比較器CMP的第二輸入端例如反相輸入端。

【0039】舉例而言，分壓電路DVR可包含第一電阻R1以及第二電阻R2。

第一電阻R1的第一端耦接輸入電壓VIN。第一電阻R1的第二端可連接第二電阻R2的第一端。第二電阻R2的第二端可接地。第一電阻R1的第二端與第二電阻R2的第一端之間的節點可連接比較器CMP的第二輸入端。第一電阻R1的第二端與第二電阻R2的第一端之間的節點的電壓可為前述比較器CMP的第二輸入端例如反相輸入端所耦接的參考電壓。

【0040】 值得注意的是，比較器CMP的第三輸入端可連接驅動電路300的輸出端以接收上橋導通訊號UGS。比較器CMP的輸出端可連接控制電路200的輸入端。比較器CMP可依據比較器CMP的第一輸入端的電壓、比較器CMP的第二輸入端的電壓以及上橋導通訊號UGS，以輸出時脈訊號CLK至控制電路200。

【0041】 本實施例的電源轉換器可包含迴授電路，用以將電源轉換器的輸出電壓Vout(或其他相關數據例如輸出電壓Vout的分壓)迴授給控制電路200。舉例而言，迴授電路可包含誤差放大器ER。誤差放大器ER的第一輸入端(例如非反相輸入端)可連接電感L的第二端與輸出電容Cout的第一端之間的節點。誤差放大器ER的第二輸入端(例如反相輸入端)可耦接參考電壓Vref。誤差放大器ER的輸出端可連接控制電路200的輸入端。

【0042】 誤差放大器ER可將誤差放大器ER的第一輸入端的電壓與誤差放大器ER的第二輸入端的電壓的差值放大以輸出誤差放大訊號至控制電路200。控制電路200可依據從誤差放大器ER接收到的誤差放大訊號以及從振盪電路100的比較器CMP接收到的時脈訊號CLK，以輸出控制訊號至驅動電路300。

【0043】 請參閱圖1、圖4和圖5，其中圖4為本發明實施例的具有平穩轉態控制機制的電源轉換器的訊號的波形圖；圖5為傳統電源轉換器的訊號的波形圖。

【0044】如圖4所示，VIN代表傳統電源轉換器的輸入電壓，VOUT0代表傳統電源轉換器的輸出電壓，IL0代表傳統電源轉換器的電感的電流，LXS0代表傳統電源轉換器的上橋開關的第二端與下橋開關的第一端之間的節點的節點訊號，CLK0代表傳統電源轉換器的時脈訊號，ES0代表傳統電源轉換器的誤差放大器的誤差放大訊號，LFS0代表傳統電源轉換器的上橋開關的第二端與下橋開關的第一端之間的節點的能量訊號。

【0045】如圖4所示，傳統電源轉換器的時脈訊號CLK0的頻率為定值，導致傳統電源轉換器的訊號LFS0代的關閉時間隨能量隨機變化，造成傳統電源轉換器的輸出電壓VOUT0有很大的漣波。

【0046】如圖5所示，VIN代表本發明電源轉換器的輸入電壓，VOUT代表本發明電源轉換器的輸出電壓，IL代表本發明電源轉換器的電感L的電流，LXS代表本發明電源轉換器的上橋開關UG的第二端與下橋開關LG的第一端之間的節點LX的節點訊號，CLK代表本發明電源轉換器的控制電路200從振盪電路100接收到的時脈訊號，ES代表本發明電源轉換器的誤差放大器ER的誤差放大訊號，LFS代表本發明電源轉換器的上橋開關UG的第二端與下橋開關LG的第一端之間的節點LX的能量訊號。

【0047】如圖5所示，本發明電源轉換器的節點訊號LXS供應足夠能量所需的時間(即上橋開關UG需保持開啟的時間)大於時脈訊號CLK的兩脈波的間隔時間時，振盪電路100調降供應給控制電路200的時脈訊號CLK的頻率，即時脈訊號CLK的頻率不再是定值，使能量訊號LFS的關閉時間為恆定值。其結果為，電源轉換器的輸出電壓VOUT穩定、漣波小。

【0048】綜上所述，本發明提供一種具有平穩轉態控制機制的電源轉換器，其可依據電源供應器所需供應的能量大小，適當地調變時脈訊號的頻率，控制電路即時基於調變後的時脈訊號的頻率，控制驅動電路驅動上橋開關以

及下橋開關開啟或關閉，以有效防止電源轉換器的輸出訊號有大的漣波，藉此使得電源轉換器的輸出電壓保持穩定值而不會掉電至低值。

【0049】 以上所公開的內容僅為本發明的優選可行實施例，並非因此侷限本發明的申請專利範圍，所以凡是運用本發明說明書及圖式內容所做的等效技術變化，均包含於本發明的申請專利範圍內。

### 【符號說明】

#### 【0050】

100：振盪電路

CLK、CLK0：時脈訊號

200：控制電路

300：驅動電路

UG：上橋開關

LG：下橋開關

LX：節點

VCC：共用電壓

UGS：上橋導通訊號

LGS：下橋導通訊號

L：電感

Cout：輸出電容

VOUT、VOUT0：輸出電壓

CMP：比較器

SC：電流源

Cin：輸入電容

DVR：分壓電路

R1：第一電阻

R2：第二電阻

VIN：輸入電壓

ER：誤差放大器

Vref：參考電壓

S101~S111：步驟

Tosc：時間點

Tclk：轉態時間點

IL、ILO：電流

LXS、LXS0：節點訊號

ES、ES0：誤差放大訊號

LFS、LFS0：能量訊號

## 【發明申請專利範圍】

- 【請求項1】** 一種具有平穩轉態控制機制的電源轉換器，包含：
- 一振盪電路，配置以輸出一時脈訊號；
  - 一控制電路，連接該振盪電路，配置以從該振盪電路接收該時脈訊號，基於該時脈訊號輸出一控制訊號；
  - 一驅動電路，連接該控制電路以及該振盪電路，配置以依據該控制訊號輸出一上橋導通訊號以及一下橋導通訊號；
  - 一上橋開關，該上橋開關的第一端耦接一共用電壓，該上橋開關的控制端連接該驅動電路，該上橋開關依據從該驅動電路接收到的該上橋導通訊號開啟或關閉；以及
  - 一下橋開關，該下橋開關的第一端連接該上橋開關的第二端，該下橋開關的第二端接地，該下橋開關的第一端與該上橋開關的第二端之間的節點連接一電感的第一端，該電感的第二端連接一輸出電容的第一端，該輸出電容的第二端接地，該下橋開關的控制端連接該驅動電路，該下橋開關依據從該驅動電路接收到的該下橋導通訊號開啟或關閉；
- 其中該振盪電路從該驅動電路接收該上橋導通訊號，並基於該上橋導通訊號以決定是否調整輸出至該控制電路的該時脈訊號；
- 其中，當該上橋導通訊號從高準位轉態至低準位的時間點晚於該時脈訊號的一轉態時間點時，該振盪電路調變該時脈訊號的頻率。

- 【請求項2】** 如請求項 1 所述的具有平穩轉態控制機制的電源轉換器，其中，當該上橋導通訊號從高準位轉態至低準位的時間點不晚於該時脈訊號的該轉態時間點時，該振盪電路不調變該時脈訊號。

- 【請求項3】** 如請求項 1 所述的具有平穩轉態控制機制的電源轉換器，其

中，當該上橋導通訊號從高準位轉態至低準位的時間點晚於該時脈訊號的該轉態時間點時，該振盪電路將該時脈訊號降頻。

**【請求項4】** 如請求項 1 所述的具有平穩轉態控制機制的電源轉換器，其中，當該上橋導通訊號從高準位轉態至低準位的時間點晚於該時脈訊號的該轉態時間點時，該振盪電路將該時脈訊號的脈波出現的時間點延遲至該上橋導通訊號從高準位轉態至低準位的時間點之後。

**【請求項5】** 如請求項 1 所述的具有平穩轉態控制機制的電源轉換器，其中該轉態時間點為該時脈訊號的下降緣。

**【請求項6】** 如請求項 1 所述的具有平穩轉態控制機制的電源轉換器，其中該振盪電路包含一比較器，該比較器的第一輸入端連接一輸入電容的第一端，該輸入電容的第一端連接一電流源，該輸入電容的第二端接地，該比較器的第二輸入端耦接一參考電壓，該比較器的第三輸入端連接該驅動電路的輸出端以接收該上橋導通訊號，該比較器的輸出端連接該控制電路的輸入端並輸出該時脈訊號至該控制電路。

**【請求項7】** 如請求項 6 所述的具有平穩轉態控制機制的電源轉換器，其中該振盪電路更包含一分壓電路，該分壓電路的輸入端耦接一輸入電壓，該分壓電路的輸出端連接該比較器的第二輸入端。

**【請求項8】** 如請求項 7 所述的具有平穩轉態控制機制的電源轉換器，其中該分壓電路包含一第一電阻以及一第二電阻，該第一電阻的第一端耦接該輸入電壓，該第一電阻的第二端連接該第二電阻的第一端，該第二電阻的第二端接地，該第一電阻的第二端與該第二電阻的第一端之間的節點連接該比較器的第二輸入端。



**【請求項9】** 如請求項 1 所述的具有平穩轉態控制機制的電源轉換器，更包含一誤差放大器，該誤差放大器的第一輸入端連接該電感的第二端與該輸出電容的第一端之間的節點，該誤差放大器的第二輸入端耦接一參考電壓，該誤差放大器的輸出端連接該控制電路，該控制電路依據該誤差放大器輸出的一誤差放大訊號以輸出該控制訊號。

【發明圖式】

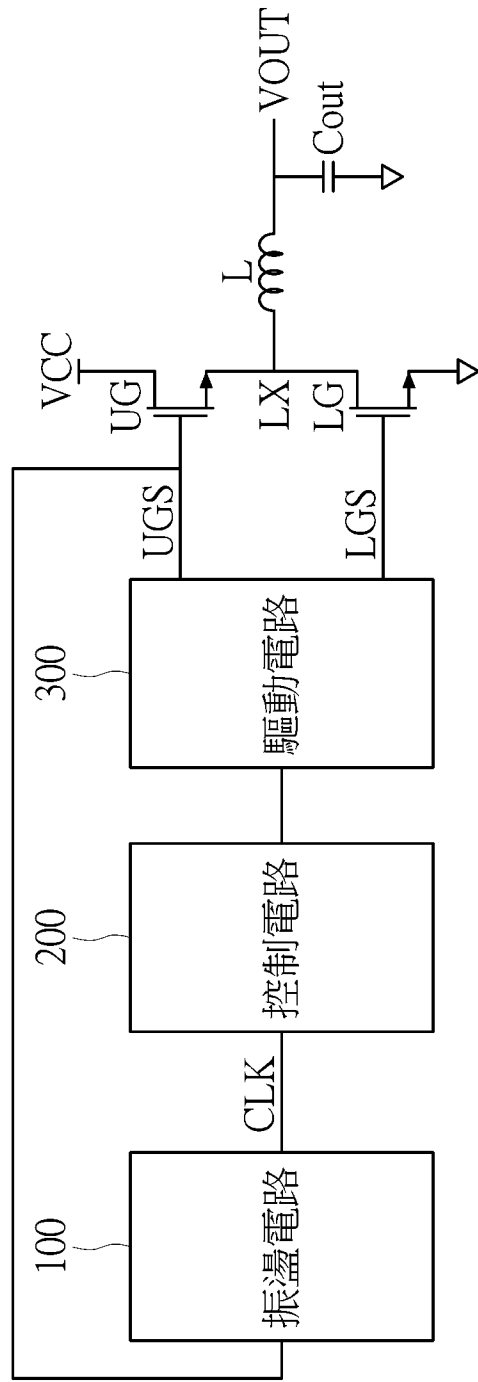


圖1

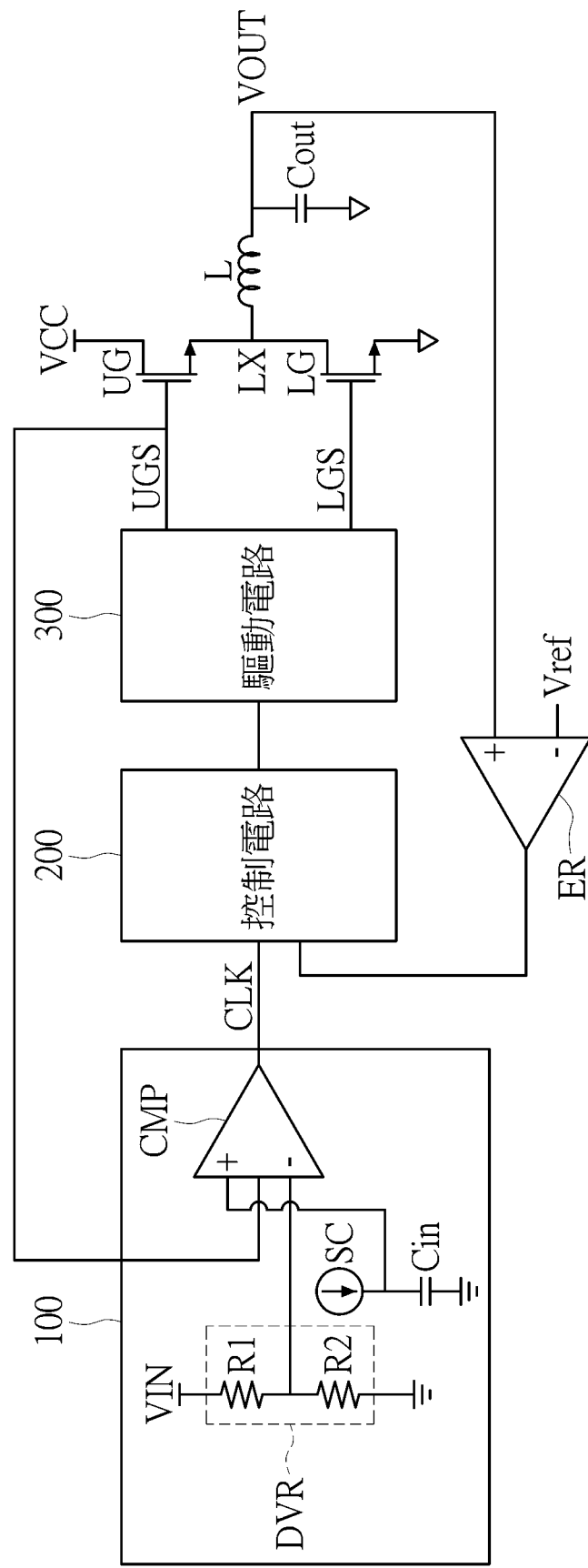


圖2

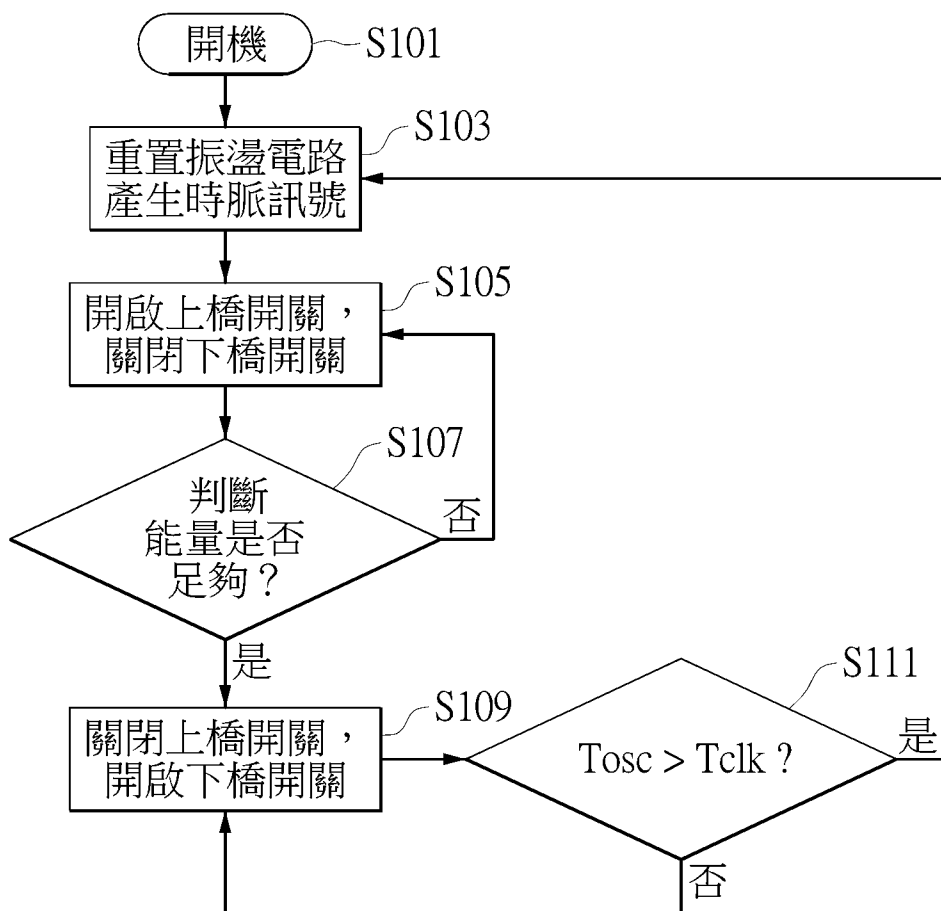


圖3

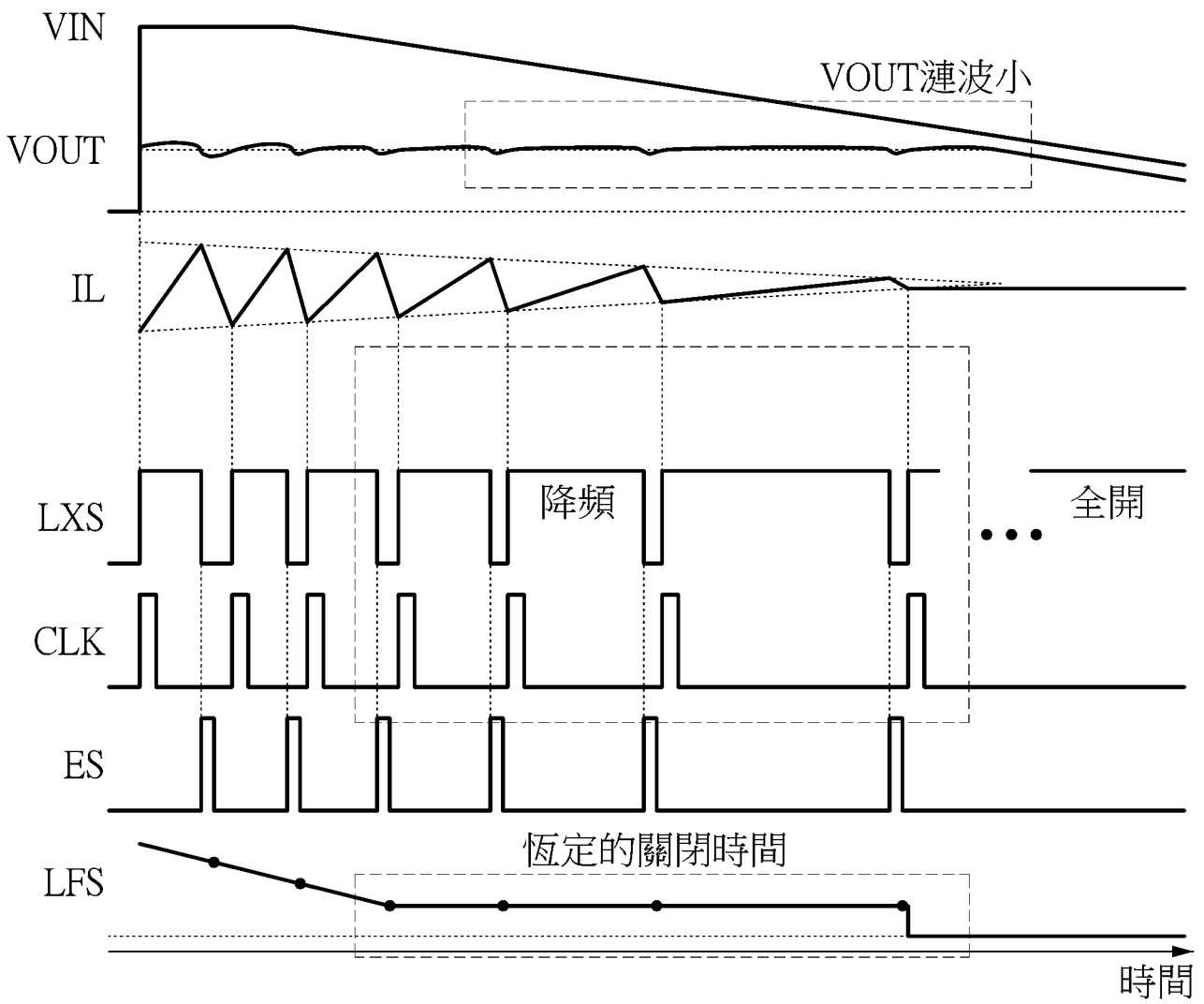


圖4

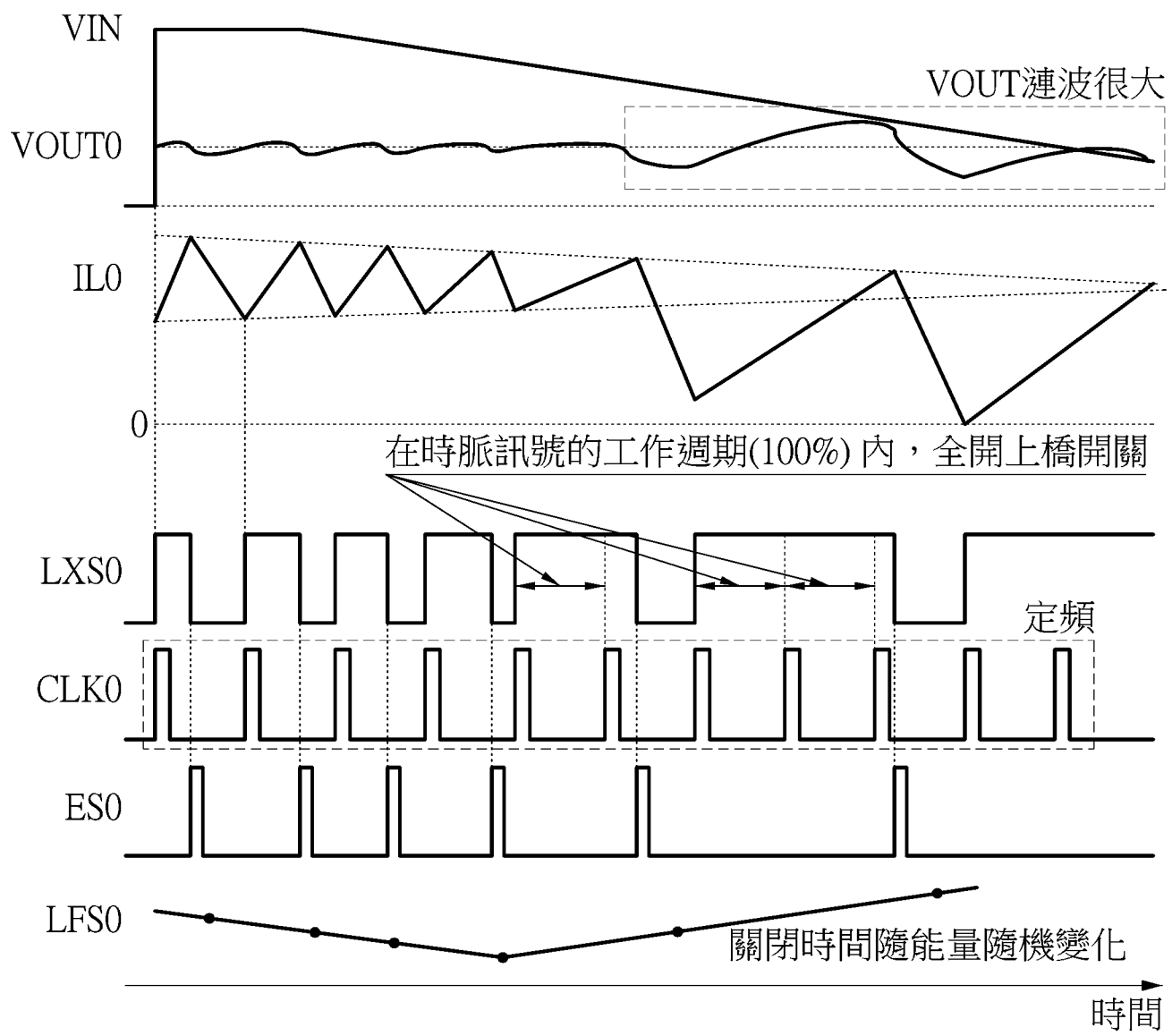


圖5