



(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 I605675 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 11 月 11 日

(21)申請案號：105125342

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 08 月 09 日

(51)Int. Cl. : H02M3/07 (2006.01) H02M3/10 (2006.01)

(71)申請人：新唐科技股份有限公司 (中華民國) NUVOTON TECHNOLOGY CORPORATION
(TW)

新竹市東區研新三路 4 號

(72)發明人：謝仲銘 HSIEH, CHUNG-MING (TW)；許 偉展 HSU, WEI-CHAN (US)

(74)代理人：楊長峯

(56)參考文獻：

TW	485695	TW	529230
TW	I329407	TW	201436438A
US	2007/0146050A1	US	2009/0322384A1
US	2010/0321099A1		

審查人員：涂公遠

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：5 共 23 頁

(54)名稱

直流對直流電源轉換器電路及使用其控制輸出電壓之方法

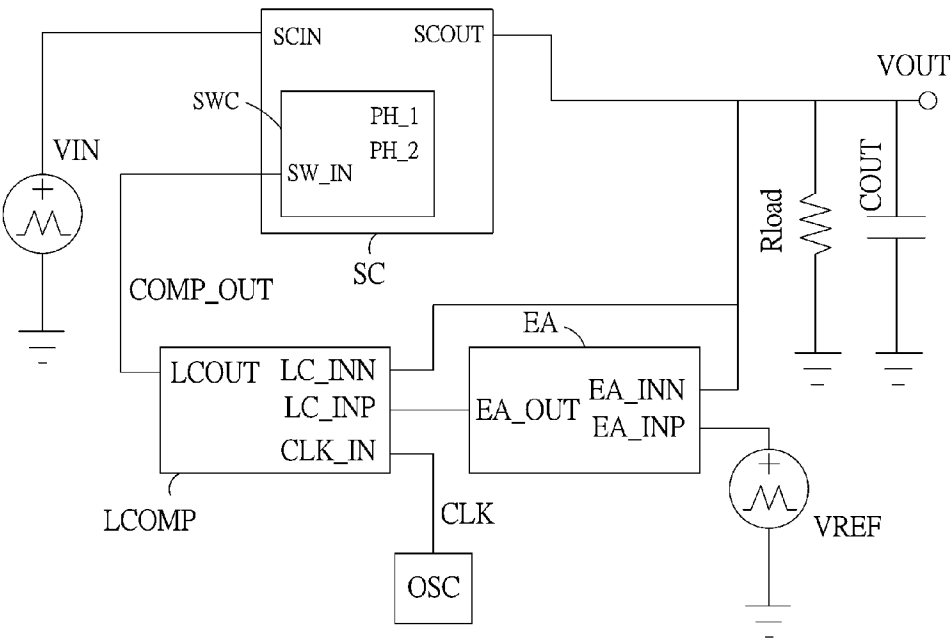
DC-DC POWER CONVERTOR AND METHOD FOR CONTROLLING OUTPUT VOLTAGE USING THE SAME

(57)摘要

本發明提供一種直流對直流電源轉換器電路，其包含切換式電容電路、誤差放大器、閂鎖比較器及切換控制器。藉由設置誤差放大器調整輸出電壓及參考電壓之間的比較基準，可精準的控制參考電壓在預定範圍內。

Provided is a DC-DC power convertor having a switched capacitor and a method for controlling output voltage using the same. The DC-DC power convertor includes a switched capacitor circuit, an error amplifier, a latched comparator, and a switching controller. By the configuration of the error amplifier, the comparison reference between an output voltage and a reference voltage may be adjusted to precisely control the output voltage within a predetermined range.

指定代表圖：



第 1 圖

符號簡單說明：

- SC . . . 切換式電容
- 電路
- EA . . . 誤差放大器
- LCOMP . . . 閃鎖比較器
- SWC . . . 切換控制器
- IN、SCIN . . . 輸入端
- OUT、SCOUT、LCOUT、EAOUT . . . 輸出端
- Rload . . . 負載電阻
- COUT . . . 輸出電容
- PH_1 . . . 第一控制端
- PH_2 . . . 第二控制端
- VIN . . . 輸入電壓
- VOUT . . . 輸出電壓
- OSC . . . 振盪器
- CLK . . . 時脈訊號
- LC_INP、EA_INP . . . 正輸入端
- LC_INN、EA_INN . . . 負輸入端
- CLK_IN . . . 時脈訊號輸入端
- COMP_OUT . . . 比較訊號
- VREF . . . 參考電壓



【發明摘要】

【中文發明名稱】直流對直流電源轉換器電路及使用其控制輸出電壓之方法

【英文發明名稱】DC-DC POWER CONVERTOR AND METHOD FOR CONTROLLING OUTPUT VOLTAGE USING THE SAME

【中文】

本發明提供一種直流對直流電源轉換器電路，其包含切換式電容電路、誤差放大器、閘鎖比較器及切換控制器。藉由設置誤差放大器調整輸出電壓及參考電壓之間的比較基準，可精準的控制參考電壓在預定範圍內。

【英文】

Provided is a DC-DC power convertor having a switched capacitor and a method for controlling output voltage using the same. The DC-DC power convertor includes a switched capacitor circuit, an error amplifier, a latched comparator, and a switching controller. By the configuration of the error amplifier, the comparison reference between an output voltage and a reference voltage may be adjusted to precisely control the output voltage within a predetermined range.

【指定代表圖】第1圖。

【代表圖之符號簡單說明】

SC：切換式電容電路

EA：誤差放大器

LCOMP：閘鎖比較器

SWC：切換控制器

IN、SCIN：輸入端

OUT、SCOUT、LCOUT、EAOUT：輸出端

Rload：負載電阻

COUT：輸出電容

PH_1：第一控制端

PH_2：第二控制端

VIN：輸入電壓

VOUT：輸出電壓

OSC：振盪器

CLK：時脈訊號

LC_INP、EA_INP：正輸入端

LC_INN、EA_INN：負輸入端

CLK_IN：時脈訊號輸入端

COMP_OUT：比較訊號

VREF：參考電壓

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 直流對直流電源轉換器電路及使用其控制輸出電壓之方法

【英文發明名稱】 DC-DC POWER CONVERTOR AND METHOD FOR CONTROLLING OUTPUT VOLTAGE USING THE SAME

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種具有切換式電容之直流對直流電源轉換器電路及使用其控制輸出電壓之方法，更精確的說，係關於一種藉由設置誤差放大器調整針對輸出電壓及參考電壓之間的比較基準之具有切換式電容電路之直流對直流電源轉換器電路及使用其控制輸出電壓之方法。

【先前技術】

【0002】 近年來手持裝置及未來物聯網(IoT)的蓬勃發展，電子產品一直朝向體積小型化演進。微控制器(MCU)或是相關系統晶片(SoC, System on Chip) IC都需要相關電源IC來提供電壓源。目前提供高效率的電源IC大多都是以基於電感之直流對直流電源轉換器為主，但是此類的電源IC都需要一個體積很大的電感來儲存能量。

【0003】 隨著製程技術的進步，以及後級電路所需的功率不斷降低，切換式電容電源轉換器(SCPC, switched-capacitor power converter)可以只使用電容就做到相當高的效率，並且可以直接和MCU做在同一個IC上。SCPC不需使用大體積的外部電感元件，使得整體體積縮小，並且降低電子產品的硬體所需要

的材料成本。然而，此類電源轉換器在控制輸出電壓的位準時難以精準達成穩定精準範圍，因此難以滿足有精準輸出電壓需求的電路架構。

【發明內容】

【0004】 為了解決上述問題，本發明的目的在於提供一種直流對直流電源轉換器電路，其包含切換式電容電路、誤差放大器及門鎖比較器。切換式電容電路連接於輸入端及輸出端之間，其接收輸入端之輸入電壓，該切換式電容電路經配置以在一第一階段以及一第二階段之間切換，並在輸出端產生輸出電壓。誤差放大器之第一輸入端係接收輸出電壓，其之第二輸入端係輸入參考電壓，以將輸出電壓及參考電壓之差值放大並輸出誤差放大訊號。門鎖比較器之第一輸入端係接收輸出電壓，其之第二輸入端係接收誤差放大訊號，其之第三輸入端係接收頻率參考訊號，門鎖比較器係對應頻率參考訊號將輸出電壓與誤差放大訊號比較，並對應輸出比較訊號。切換式電容電路係接收比較訊號，並根據該比較訊號而在第一階段以及第二階段之間切換。

【0005】 較佳者，切換式電容電路可更包含一非重疊切換控制器，其根據比較訊號對應輸出非重疊之一第一控制訊號及一第二控制訊號，以分別控制切換式電容電路在第一階段及第二階段之間切換。

【0006】 較佳者，切換式電容電路可包含複數個電容、對應於第一控制訊號切換之複數個第一開關，以及對應於第二控制訊號切換之複數個第二開關。

【0007】 較佳者，頻率參考訊號可為由一振盪器輸出之一時脈訊號。

【0008】較佳者，切換式電容電路之數目可為複數個，係分別連接於輸入端及輸出端之間，複數個切換式電容電路分別接收輸入端之輸入電壓，並接收比較訊號以分別在第一階段及第二階段之間切換，以調整輸出電壓。

【0009】根據本發明的另一目的，在於提供一種直流對直流電源轉換器控制輸出電壓之方法，其包含下列步驟：配置切換式電容電路以接收輸入端之輸入電壓，並在輸出端產生輸出電壓；以誤差放大器之第一輸入端接收輸出電壓，並以其之第二輸入端接收參考電壓，以將輸出電壓及參考電壓之差值放大並輸出誤差放大訊號；以閂鎖比較器第一輸入端係接收輸出電壓，並以其之第二輸入端接收誤差放大訊號，更以其之第三輸入端接收頻率參考訊號；以閂鎖比較器對應頻率參考訊號將輸出電壓與誤差放大訊號比較，並對應輸出比較訊號；根據比較訊號而控制切換式電容電路在第一階段以及第二階段之間切換。

【0010】較佳者，切換式電容電路可更包含一非重疊切換控制器，經配置以根據比較訊號對應輸出非重疊之第一控制訊號及第二控制訊號，以分別控制切換式電容電路在第一階段及第二階段之間切換。

【0011】較佳者，切換式電容電路可包含複數個電容、對應於第一控制訊號切換之複數個第一開關，以及對應於第二控制訊號切換之複數個第二開關。

【0012】較佳者，輸入頻率參考訊號之步驟中進一步可包含以振盪器輸出之一時脈訊號輸入。

【0013】較佳者，控制輸出電壓之方法可進一步包含：配置複數個切換式電容電路分別接收輸入端之輸入電壓；配置各該複數個切換式電容電路之一切換控制器對應比較訊號，以控制複數個切換式電容電路分別在第一階段及第二階段之間切換，以調整輸出電壓。

【0014】綜上所述，藉由本發明之直流對直流電源轉換器電路及使用其控制輸出電壓之方法，可藉由設置誤差放大器調整針對輸出電壓及參考電壓之間的比較基準，以精準控制輸出電壓之平均值至預定位準。此外，由於誤差放大器輸出之誤差放大訊號可自動調整，因此無論負載電阻如何改變，輸入電壓的變動都不再影響輸出電壓的平均電壓。採用誤差放大器的同時，並不會影響其餘脈衝頻率調變架構的控制特性。

【圖式簡單說明】

【0015】本發明之上述及其他特徵及優勢將藉由參照附圖詳細說明其例示性實施例而變得更顯而易知，其中：

【0016】第1圖係為本發明之直流對直流電源轉換器電路之電路佈局圖。

【0017】第2A及2B圖係分別為根據本發明的切換式電容電路的第一實施例及第二實施例之電路佈局圖。

【0018】第3圖係為根據本發明的誤差放大器的實施例之電路佈局圖。

【0019】第4A及4B圖，係分別為本發明之直流對直流電源轉換器電路之範例及時脈輸出電壓、參考電壓及誤差放大訊號對時間作圖。

【0020】第5圖係為根據本發明之直流對直流電源轉換器電路控制輸出電壓之方法的流程圖。

【實施方式】

【0021】為利 鈞審瞭解本發明之特徵、內容與優點及其所能達成之功效，茲將本發明配合附圖，並以實施例之表達形式詳細說明如下，而其中所使

用之圖式，其主旨僅為示意及輔助說明書之用，未必為本發明實施後之真實比例與精準配置，故不應就所附之圖式的比例與配置關係解讀、侷限本發明於實際實施上的權利範圍。

【0022】請參考第1圖，其為本發明之直流對直流電源轉換器電路之電路佈局圖。如圖所示，本發明之直流對直流電源轉換器電路包含一切換式電容電路SC、一誤差放大器EA、一門鎖比較器LCOMP。切換式電容電路SC具有一切換控制器SWC、一輸入端SCIN及一輸出端SCOUT。輸入端SCIN接收輸入電壓VIN，並且可藉由切換控制器SWC的第一控制端PH_1及第二控制端PH_2之控制訊號，以在第一階段(first phase)及第二階段(second phase)之間切換，並在輸出端SCOUT產生輸出電壓VOUT。切換式電容電路SC之輸出端SCOUT電性連接負載電阻Rload以及輸出電容COUT。

【0023】需要說明的是，切換式電容電路SC因為電容比例及架構上的限制使得其輸入輸出的轉壓比例(conversion ratio)為固定值，但在電路實際運作時輸入電壓是會變動的。當切換式電容電路SC應用於微控制器(MCU)時，微控制器在待機狀態時會降低其輸入電壓以進一步降低其消耗能量，因此，切換式電容電路SC之輸出電壓VOUT必須隨之變動。此時，需要一個機制能夠時刻將輸出電壓VOUT穩定在預定電壓範圍。本發明使用的方法為脈衝頻率調變(PFM, pulse frequency modulation)模式，此模式需要設置門鎖比較器 (latched-comparator) LCOMP及切換控制器SWC，並同時採用輸出時脈訊號CLK之振盪器OSC。

【0024】請先參考第2A及2B圖，分別為根據本發明的切換式電容電路的第一實施例及第二實施例之電路佈局圖。如第2A圖所示，切換式電容電路包含切換控制器SWC、複數個第一開關S1、複數個第二開關S2以及電容C1。其中，複

數個第一開關S1各可具有連接至切換控制器SWC之第一控制端PH_1之控制端，複數個第二開關S2各可具有連接至切換控制器SWC之第二控制端PH_2之控制端，當複數個第一開關S1導通且複數個第二開關S2切斷時，切換式電容電路將會接收輸入電壓VIN，並進入第一階段對電容C1充電。當複數個第一開關S1切斷且複數個第二開關S2導通時，切換式電容電路將會停止接收輸入電壓VIN，並進入第二階段，由電容C1輸出上述輸出電壓VOUT。

【0025】實施上，輸出電壓VOUT的大小可根據第一階段的時間以及電容之數量進行調整。如第2B圖所示，切換式電容電路可進一步包含有複數個電容C1及C2，並分別接收輸入電壓VIN。

【0026】請復參考第1圖，閘鎖比較器 (latched-comparator) LCOMP包含正輸入端LC_INP、負輸入端LC_INN、時脈訊號輸入端CLK_IN及輸出端LCOUT。振盪器OSC用以向時脈訊號輸入端CLK_IN輸入一穩定規律之時脈訊號CLK。根據時脈訊號CLK之頻率，閘鎖比較器 LCOMP週期性地對輸入正輸入端LC_INP及負輸入端LC_INN的電壓訊號進行比較，並輸出一比較訊號COMP_OUT，而切換控制器SWC在接收到比較訊號COMP_OUT時，可對應地控制切換式電容電路SC在第一階段及第二階段之間切換，藉以調整上述輸出電壓VOUT。

【0027】舉例而言，可將一參考電壓VREF及輸出電壓VOUT分別輸入正輸入端LC_INP及負輸入端LC_INN。當時脈訊號CLK為升緣或是降緣時觸發閘鎖比較器 LCOMP，閘鎖比較器 LCOMP被觸發後進行正輸入端LC_INP及負輸入端LC_INN上的訊號比較，並儲存比較結果且鎖住輸出訊號。當時脈訊號CLK為低電位時閘鎖比較器 LCOMP將比較資料重置(reset)。當輸出電壓VOUT小於參考電壓VREF，則閘鎖比較器 LCOMP將比較訊號COMP_OUT輸出至切換控制器

SWC，而可對應控制切換式電容電路SC進入輸出模式，使輸出電壓VOUT上升。然而，此種調整輸出電壓VOUT的方式所產生之紋波(ripple)電壓將會使輸出電壓VOUT之平均值大於參考電壓，且紋波(ripple)電壓會隨著輸入電壓VIN的不同而改變。因此，若是對於輸出電壓VOUT有精準的需求，上述架構將會有使用上的困難。

【0028】 為此，本發明進一步採用一誤差放大器EA，其包含一正輸入端EA_INP、一負輸入端EA_INN及一輸出端EAOUT。如圖所示，正輸入端EA_INP接收輸出電壓VOUT，並且於負輸入端EA_INN輸入一參考電壓VREF，誤差放大器EA可將輸出電壓VOUT及參考電壓VREF之間之差值放大，並向門鎖比較器LCOMP之負輸入端LC_INN輸出一誤差放大訊號。

【0029】 藉由上述架構，當輸出電壓VOUT小於參考電壓VREF時，誤差放大器EA將輸出電壓VOUT及參考電壓VREF之間之差值放大，並向門鎖比較器LCOMP之負輸入端LC_INN輸出誤差放大訊號。而根據時脈訊號CLK之頻率，門鎖比較器LCOMP週期性地將誤差放大訊號EA_OUT與輸出電壓VOUT進一步比較，並將比較訊號COMP_OUT輸入切換控制器SWC之輸入端SW_IN，切換控制器SWC根據比較訊號COMP_OUT，透過第二控制端PH_2控制切換式電容電路SC進入第二階段，以使輸出電壓VOUT上升。此時，由於誤差放大器EA輸出之誤差放大訊號EA_OUT可自動調整，因此在負載電阻Rload或是輸入電壓VIN發生變化時，本發明的切換式電容電路之輸出電壓VOUT的平均電壓都不會受到大幅影響。

【0030】 其中，誤差放大器EA之示例可參考第3圖，其為根據本發明的誤差放大器的實施例之電路佈局圖。如圖所示，誤差放大器EA可包含GM型的轉

導放大器GM，並搭配上補償電路如電阻R1及電容C3即可實現，本實施例僅為舉例，並不限於本實施例所採用之架構。

【0031】 根據本發明的較佳實施例，切換式電容電路內包含的切換控制器SWC可為一非重疊(Non-overlapping)切換控制器，其根據比較訊號COMP_OUT，對應將非重疊之第一控制訊號及第二控制訊號分別輸入切換式電容電路SC的第一控制端PH_1及第二控制端PH_2，以分別控制切換式電容電路SC所包含的開關。

【0032】 請參考第4A及4B圖，係分別為本發明之具有切換式電容之直流對直流電源轉換器電路之範例及時脈輸出電壓、參考電壓及誤差放大訊號對時間作圖。第4A圖示出參考電壓VREF、輸出電壓VOUT及誤差放大訊號EA_OUT的電壓對時間作圖。

【0033】 如圖所示，雖然本發明的具有切換式電容之直流對直流電源轉換器電路中輸出電壓VOUT仍呈現鋸齒波形，而且鋸齒波形的振幅約為120mv；但是透過使用誤差放大器EA產生能隨著輸出電壓VOUT自動調整的誤差放大訊號EA_OUT，能使閉鎖比較器LCOMP的比較基準能下降(例如第4A圖所示，下降至約530mV)，因此輸出電壓VOUT能維持在參考電壓VREF之附近，而使得輸出電壓VOUT的平均值為約0.6V，即是參考電壓VREF。所以根據本實施例，先前技術中輸出電壓VOUT之平均值大於參考電壓的問題便可有效解決。

【0034】 進一步，第4B圖示出時脈訊號CLK、比較訊號SC pulse trigger、參考電壓VREF、輸出電壓VOUT、誤差放大訊號EA_OUT的電壓對時間作圖。如圖所示，時脈訊號CLK為一連續之週期方波，誤差放大器EA將輸出電壓VOUT及參考電壓VREF比較，並且將差值放大後輸出誤差放大訊號EA_OUT。

【0035】此時，閘鎖比較器 LCOMP對應於時脈訊號CLK，將輸入正輸入端LC_INP之參考電壓及輸入負輸入端LC_INN的誤差放大電壓訊號EA_OUT進行比較，並輸出比較訊號SC pulse trigger，以使切換式電容電路SC進入第二階段，而使輸出電壓VOUT上升，進而可維持在約等於參考電壓VREF的輸出電壓VOUT的平均值。並且如圖所示，採用誤差放大器EA並不會影響其餘PFM架構的控制特性。

【0036】雖然前述實施例中僅示出單一切換式電容電路SC，然而，本發明的直流對直流轉換器電路，可進一步包含複數個切換式電容電路SC，並且並聯於輸入端IN及輸出端OUT之間，複數個切換式電容電路SC可分別接收輸入端IN之輸入電壓VIN。

【0037】切換控制器SWC可對應比較訊號COMP_OUT，以控制切換式電容電路SC之複數個開關分別在第一階段及第二階段之間切換，以調整輸出電壓VOUT，亦即，本發明的架構亦可直接應用於多相(multiphase)架構上，以降低輸出紋波(Ripple)電壓，亦可省去輸出電容COUT，讓系統電源電路更容易嵌入微控制器(MCU)中。

【0038】請參考第5圖，其為根據本發明的直流對直流電源轉換器電路控制輸出電壓之方法的流程圖。為了清楚起見，將省略前述實施例中的重複描述。具體而言，本發明的使用具有切換式電容之直流對直流電源轉換器電路控制輸出電壓之方法包含以下步驟：

【0039】步驟S501：配置一切換式電容電路以接收輸入端之輸入電壓，且切換式電容電路係受控制而在第一階段及第二階段之間切換，並在其輸出端產生輸出電壓。

【0040】 步驟S502：配置一誤差放大器，以其第一輸入端接收上述輸出電壓，並以其之第二輸入端接收參考電壓，以將上述輸出電壓及參考電壓之差值放大並輸出誤差放大訊號。

【0041】 步驟S503：配置門鎖比較器，其第一輸入端係接收輸出電壓，並以其之第二輸入端接收上述誤差放大訊號，更以其之第三輸入端接收頻率參考訊號。

【0042】 步驟S504：根據頻率參考訊號之頻率，以門鎖比較器比較上述輸出電壓與誤差放大訊號，並對應輸出比較訊號。

【0043】 步驟S505：由切換式電容電路之切換控制器接收上述比較訊號，並根據此比較訊號控制切換式電容電路在第一階段及第二階段之間切換，以調整輸出電壓。

【0044】 在上述實施例中，與先前技術相比，本發明之直流對直流電源轉換器電路及使用其控制輸出電壓之方法可藉由設置誤差放大器調整針對輸出電壓及參考電壓之間的比較基準，以精準控制輸出電壓之平均值至預定位準。

【0045】 此外，由於誤差放大器輸出之誤差放大訊號可自動調整，因此無論負載電阻如何改變，輸入電壓的變動都不再明顯地影響輸出電壓的平均電壓。採用誤差放大器的同時，並不會影響其餘脈衝頻率調變架構的控制特性。

【符號說明】

【0046】

SC：切換式電容電路

EA：誤差放大器

LCOMP：閃鎖比較器

SWC：切換控制器

IN、SCIN：輸入端

OUT、SCOUT、LCOUT、EAOUT：輸出端

Rload：負載電阻

COUT：輸出電容

PH_1：第一控制端

PH_2：第二控制端

VIN：輸入電壓

VOUT：輸出電壓

OSC：振盪器

CLK：時脈訊號

S1：第一開關

S2：第二開關

C1、C2、C3：電容

LC_INP、EA_INP：正輸入端

LC_INN、EA_INN：負輸入端

CLK_IN：時脈訊號輸入端

COMP_OUT：比較訊號

VREF：參考電壓

GM：GM型的轉導放大器

R1：電阻

S501~S505：步驟

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種直流對直流電源轉換器電路，其包含：

一切換式電容電路，係連接於一輸入端及一輸出端之間，其接收該輸入端之一輸入電壓，該切換式電容電路經配置以在一第一階段以及一第二階段之間切換，並在該輸出端產生一輸出電壓；

一誤差放大器，其一第一輸入端係接收該輸出電壓，其之一第二輸入端係輸入一參考電壓，以將該輸出電壓及該參考電壓之差值放大並輸出一誤差放大訊號；以及

一門鎖比較器，其之一第一輸入端係接收該輸出電壓，其之一第二輸入端係接收該誤差放大訊號，其之一第三輸入端係接收一頻率參考訊號，該門鎖比較器係對應該頻率參考訊號將該輸出電壓與該誤差放大訊號比較，並對應輸出一比較訊號，而該切換式電容電路係接收該比較訊號，並根據該比較訊號而在該第一階段以及該第二階段之間切換。

【第2項】如申請專利範圍第 1 項所述之直流對直流電源轉換器電路，其中該切換式電容電路更包含一非重疊切換控制器，其根據該比較訊號對應輸出非重疊之一第一控制訊號及一第二控制訊號，以分別控制該切換式電容電路在該第一階段及該第二階段之間切換。

【第3項】如申請專利範圍第 2 項所述之直流對直流電源轉換器電路，其中該切換式電容電路係包含複數個電容、對應於該第一控制訊號切換之複數個第一開關，以及對應於該第二控制訊號切換之複數個第二開關。

【第4項】如申請專利範圍第 1 項所述之直流對直流電源轉換器電路，其中該門鎖比較器係對應該頻率參考訊號之頻率而觸發，將該輸出電壓與該誤差放大訊號比較，並對應該頻率參考訊號之該頻率進行該比較訊號之輸出與該門鎖比較器之重置，以及
其中該頻率參考訊號係為由一振盪器輸出之一時脈訊號。

【第5項】如申請專利範圍第 1 項所述之直流對直流電源轉換器電路，更包含複數個切換式電容電路，係並聯於該輸入端及該輸出端之間，該複數個切換式電容電路分別接收該輸入端之該輸入電壓，並分別根據該比較訊號在該第一階段及該第二階段之間切換，以調整該輸出電壓。

【第6項】一種直流對直流電源轉換器控制輸出電壓之方法，其包含下列步驟：

配置一切換式電容電路以接收一輸入端之一輸入電壓，並在一輸出端產生一輸出電壓；

以一誤差放大器之一第一輸入端接收該輸出電壓，並以其之一第二輸入端接收一參考電壓，以將該輸出電壓及該參考電壓之差值放大並輸出一誤差放大訊號；

以一門鎖比較器之一第一輸入端接收該輸出電壓，並以其之一第二輸入端接收該誤差放大訊號，更以其之一第三輸入端接收一頻率參考訊號；以及

以該門鎖比較器對應該頻率參考訊號將該輸出電壓與該誤差放大訊號比較，並對應輸出一比較訊號；

根據該比較訊號而控制該切換式電容電路在一第一階段以及一第二階段之間切換。

【第7項】如申請專利範圍第 6 項所述之方法，其中該切換式電容電路更包含一非重疊切換控制器，經配置以根據該比較訊號對應輸出非重疊之一第一控制訊號及一第二控制訊號，以分別控制該切換式電容電路在該第一階段及該第二階段之間切換。

【第8項】如申請專利範圍第 7 項所述之方法，其中在輸出該比較訊號之步驟中，係以該門鎖比較器對應該頻率參考訊號之頻率觸發該門鎖比較器，以將該輸出電壓與該誤差放大訊號比較，並對應該頻率參考訊號之頻率進行一比較訊號之輸出與該門鎖比較器之重置，以及

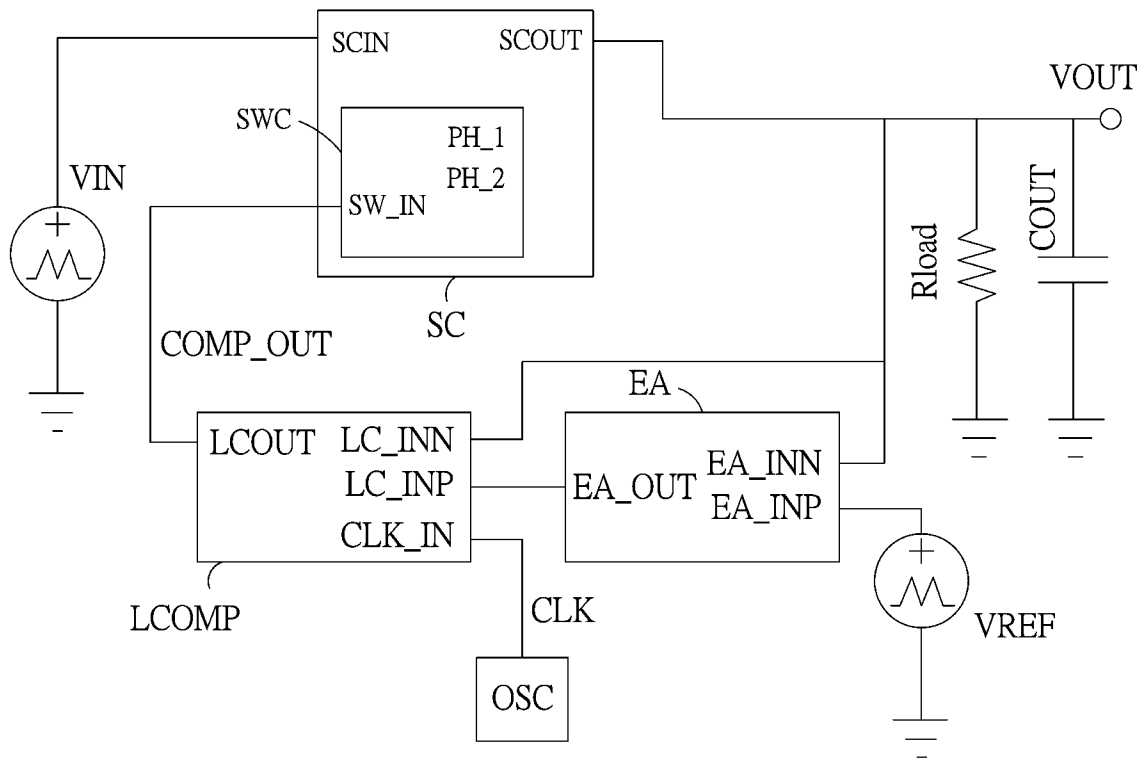
其中在該切換式電容電路係包含複數個電容、對應於該第一控制訊號切換之複數個第一開關，以及對應於該第二控制訊號切換之複數個第二開關。

【第9項】如申請專利範圍第 7 項所述之方法，其中輸入該頻率參考訊號之步驟中進一步包含以一振盪器輸出之一時脈訊號輸入。

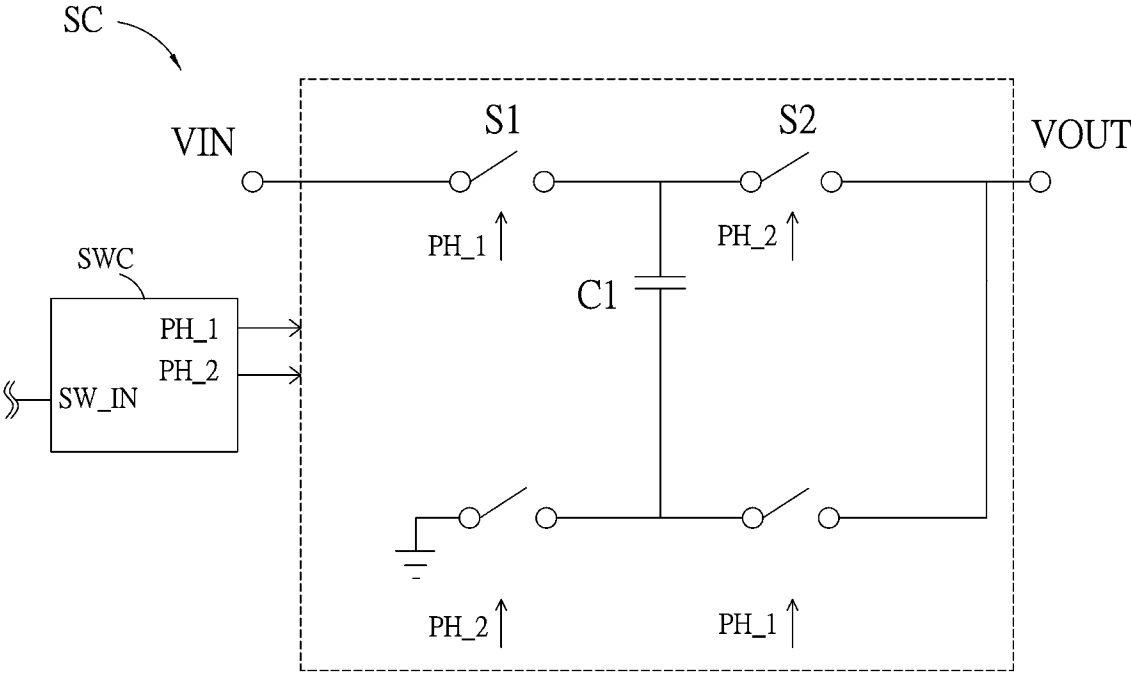
【第10項】如申請專利範圍第 6 項所述之方法，更包含：

配置並聯之複數個切換式電容電路分別接收該輸入端之該輸入電壓；

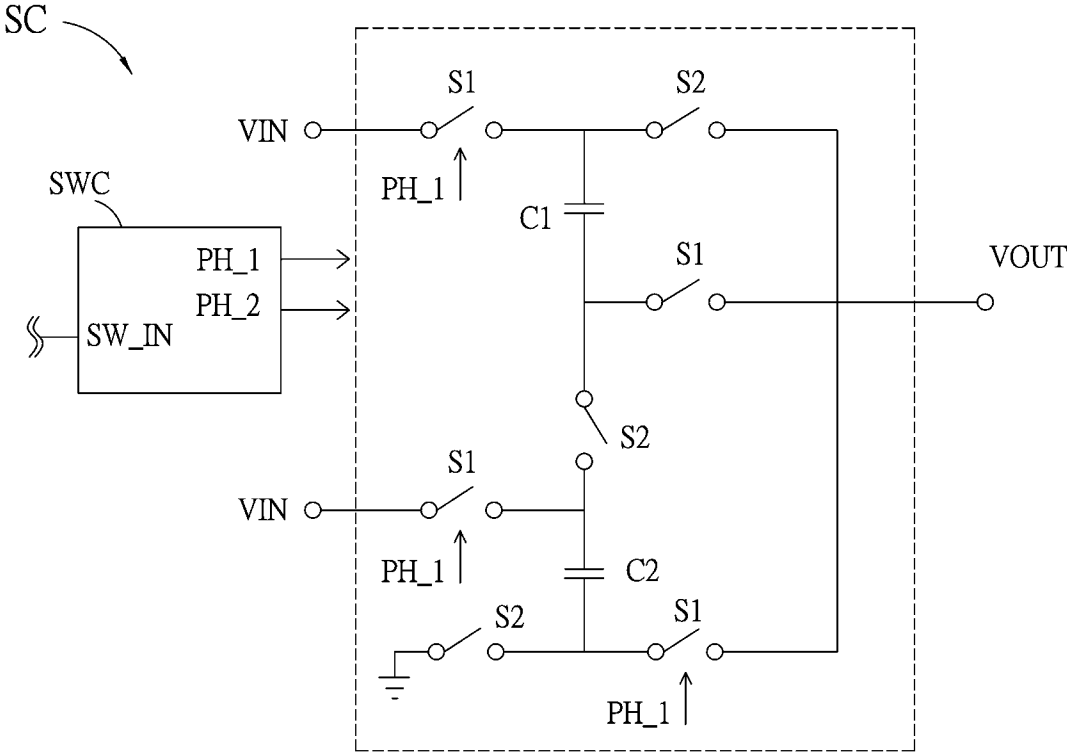
配置各該複數個切換式電容電路之一切換控制器對應該比較訊號以控制該複數個切換式電容電路分別在該第一階段及該第二階段之間切換，以調整該輸出電壓。



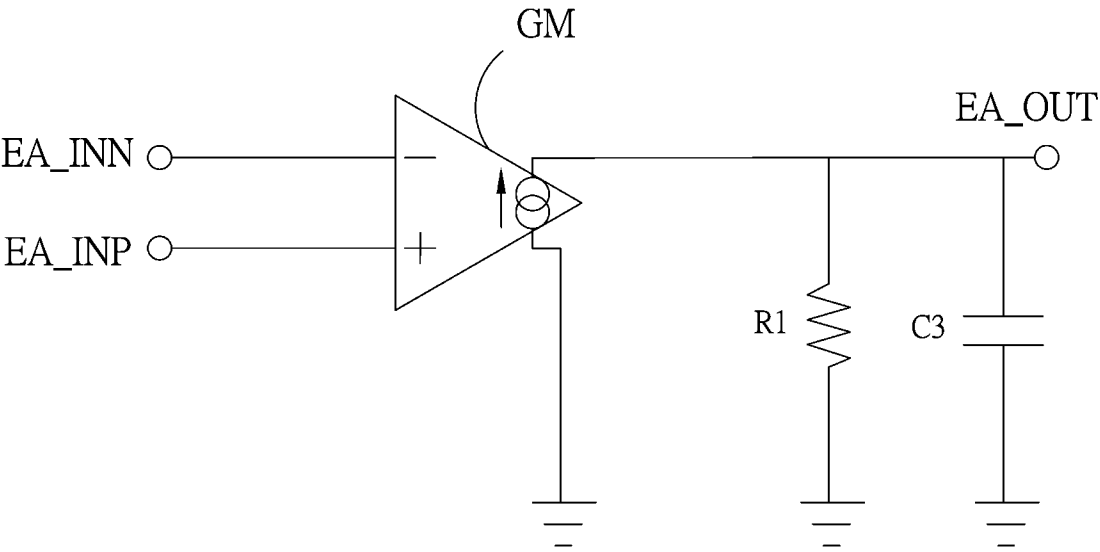
第 1 圖



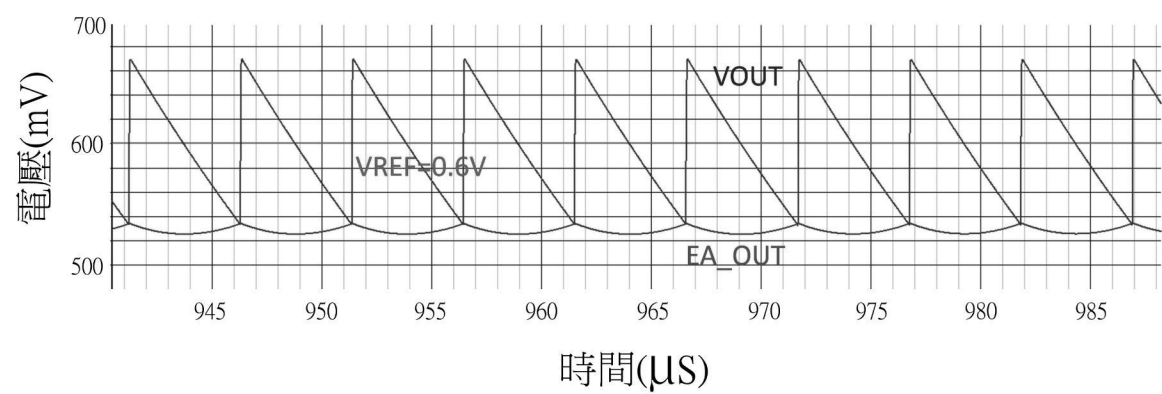
第 2A 圖



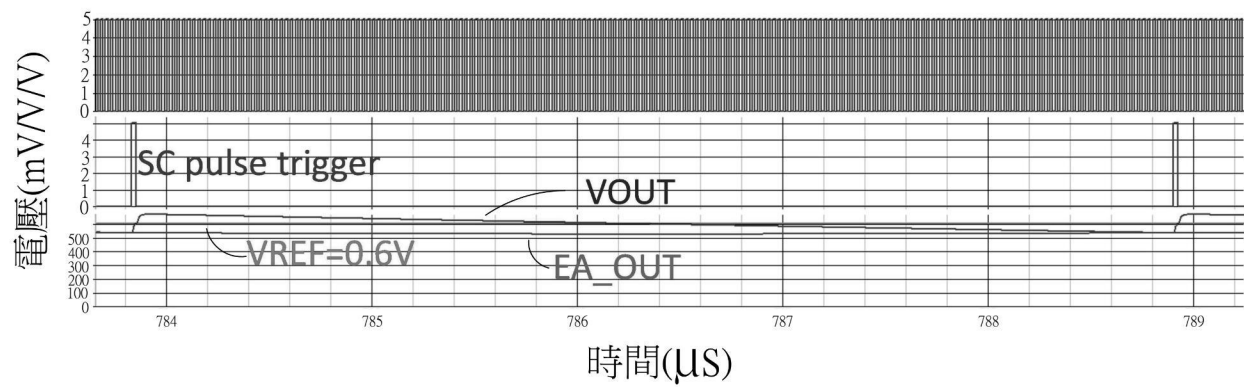
第 2B 圖



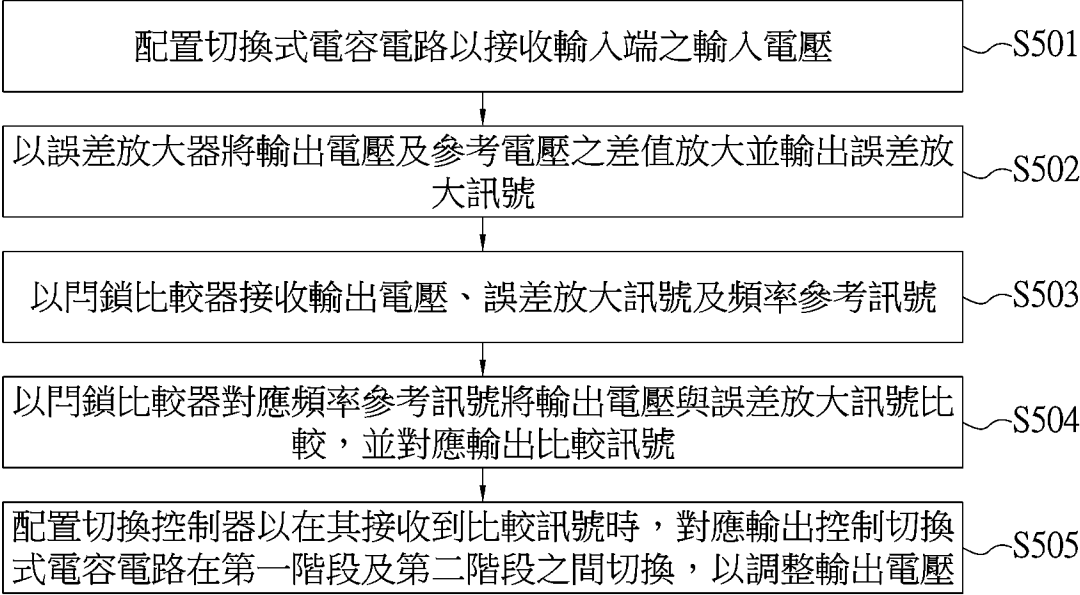
第 3 圖



第 4A 圖



第 4B 圖



第 5 圖