



(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 I430552 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 03 月 11 日

(21)申請案號：099143794

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 12 月 14 日

(51)Int. Cl. : **H02M3/158 (2006.01)**

(30)優先權：2009/12/18 美國

12/642,634

(71)申請人：線性科技股份有限公司 (美國) LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION (US)
美國(72)發明人：坎菲爾德約翰克里斯多佛 CANFIELD, JOHN CHRISTOPHER (US)；威爾斯詹姆士
愛德華 WELLS, JAMES EDWARD (US)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

(56)參考文獻：

CN 101136590A

US 6812676B2

US 7154250B2

US 7157888B2

US 2008/0303499A1

WO 2008/020385A2

審查人員：林賜敬

申請專利範圍項數：22 項 圖式數：14 共 0 頁

(54)名稱

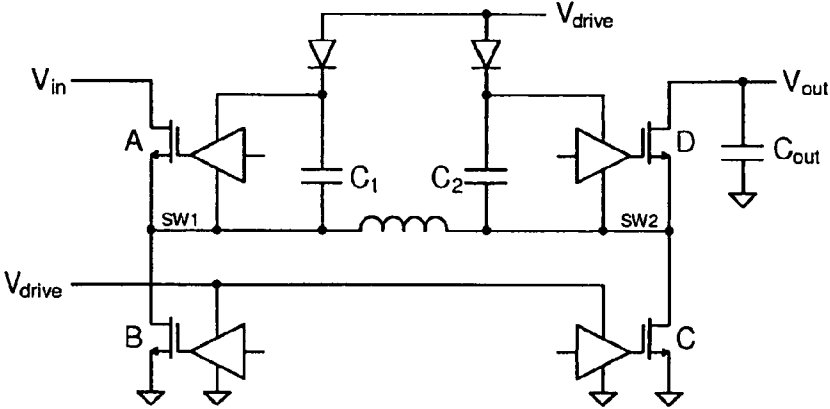
連續地切換之升—降壓控制

CONTINUOUSLY SWITCHING BUCK-BOOST CONTROL

(57)摘要

一種具有一切換控制器的一升-降壓轉換器驅使開關 A、B、C 及(或)D 週期性地閉路(closed)，以使得開關 B 和 C 在降壓和升壓操作模式二者期間於每一週期的至少一間隔期間閉路。該開關控制器可額外地或代替地使得開關 A、B、C 及(或)D 以根據一控制訊號週期性地閉路，以使得開關 A 和 D 在每一週期的一間隔期間閉路，及以使得此些間隔在任何操作模式期間從不同時地由在該控制訊號中的一小變化調變。

A buck-boost converter with a switch controller may cause switches A, B, C, and/or D to cyclically close such that switches B and C are closed during at least one interval of each cycle during both the buck and boost modes of operation. The switch controller may in addition or instead cause switches A, B, C, and/or D to cyclically close based on a control signal such that switches A and D are closed during an interval of each cycle and such that these intervals are never both simultaneously modulated by a small change in the control signal during any mode of operation.



第 6 圖

C_1 、 C_2 、 C_{out} . . .
電容
 $SW1$ 、 $SW2$. . . 開
關接腳

公告本

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫；惟已有申請案號者請填寫)

※ 申請案號：99143794

※ 申請日期：2010 年 12 月 14 日

※IPC 分類：H02M $\frac{3}{158}$ (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

連續地切換之升-降壓控制

CONTINUOUSLY SWITCHING BUCK-BOOST CONTROL

二、中文發明摘要：

一種具有一切換控制器的一升-降壓轉換器驅使開關 A、B、C 及 (或) D 週期性地閉路(closed)，以使得開關 B 和 C 在降壓和升壓操作模式二者期間於每一週期的至少一間隔期間閉路。該開關控制器可額外地或代替地使得開關 A、B、C 及 (或) D 以根據一控制訊號週期性地閉路，以使得開關 A 和 D 在每一週期的一間隔期間閉路，及以使得此些間隔在任何操作模式期間從不同時地由在該控制訊號中的一小變化調變。

三、英文發明摘要：

A buck-boost converter with a switch controller may cause switches A, B, C, and/or D to cyclically close such that switches B and C are closed during at least one interval of each cycle during both the buck and boost modes of operation. The switch controller may in addition or instead cause switches A, B, C, and/or D to cyclically close based on a control signal such that switches A and D are closed during an interval of each cycle and such that these intervals are never

both simultaneously modulated by a small change in the control signal during any mode of operation.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 6 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

C₁、C₂、C_{out} 電容

SW₁、SW₂ 開關接腳

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於切換電源供應，其包含：升-降壓轉換器。

【先前技術】

儘管一 DC 輸入電壓可高於、低於、或等於輸出電壓，升-降壓轉換器可使用於產生一恆定 DC 輸出電壓。它們可操作於一降壓模式、一升壓模式、及（或）一升-降壓模式。該轉換器當輸入電壓高於輸出電壓時被認為處於一降壓操作模式，當輸入電壓低於輸出電壓處於一升壓模式，及當輸入電壓大約與輸出電壓相同時處於一升-降壓模式。

升-降壓轉換器包含具有一第一和一第二連接的一電感。該等升-降壓轉換器亦可包含四個電子開關：一電子開關 A，其經組態以使得連結至該電感的第一連接控制式地耦合至一輸入電壓源；一電子開關 B，其經組態以使得連結至該電感的該第一連接控制式地耦合至一接地；一電子開關 C，其經組態以使得連結至該電感的該第二連接控制式地耦合至一接地；及一電子開關 D，其經組態以使得連結至該電感的該第二連接控制式地耦合至一負載輸出。它們亦可包含：一電容，其經組態以濾波負載輸出。它們亦可包含：一開關控制器，其經組態以使得開關 A、B、C 和 D 以一方式操作，該方式控制式

地使得該轉換器操作於降壓、升壓及（或）升-降壓操作模式。

升-降壓轉換器可利用具有一電壓模式控制回路的二階段 AC-BD 切換以設定責任週期（例如 AC 階段切換至 BD 階段的點）。此方法幾乎可產生任何所欲上升或下降電壓比。然而，所導致的電感電流可遠大於其所需支持任何給定負載的電流。此會導致較低的效率，因為電阻性的損失劇烈地增加，和傳送的輸出電流（對一給定切換電流限制）大幅地減少。

升-降壓轉換器可使得開關 A 和 C 在一間隔期間閉路 (closed)，開關 A 和 D 在另一間隔期間閉路，及開關 B 和 D 在又另一關隔期間閉路。此方法可使用一雙脈波寬度調變 (“PWM”) 斜波作為在升壓、升降壓及降壓操作模式之間轉換的方式。然而，此方法可導致當在此些操作模式之間轉換時操作狀態的擾動。

【發明內容】

一升-降壓轉換器可包含：具有一第一連接和一第二連接的一電感。該轉換器亦可包含：一電子開關 A，其經組態以使得連結至該電感的第一連接控制式地耦合至一輸入電壓源；一電子開關 B，其經組態以使得連結至該電感的該第一連接控制式地耦合至一接地；一電子開關 C，其經組態以以使得連結至該電感的該第二連接控制式

地耦合至一接地；及一電子開關 D，其組態以使得連結至該電感的該第二連接控制式地耦合至一負載輸出。該轉換器亦可包含一電容器，其經組態以濾波負載輸出。該轉換器亦可包含一切換控制器。

該切換控制器經組態以使得當開關 B、A、D 和 C 個別閉路(closed)時開關 A、B、C 和 D 開路(open)。該切換控制器亦可使得開關 A、B、C 及（或）D 根據下列樣式之一者週期性地閉路：

一第一樣式期間，其中：

在一降壓操作模式期間：

開關 B 和 C 在該週期的一間隔期間閉路；

開關 A 和 D 在該週期的另一間隔期間閉路；及

開關 B 和 D 在該週期的又另一間隔期間閉路；及

在一升壓操作模式期間：

開關 B 和 C 在該週期的一間隔期間閉路；

開關 A 和 C 在該週期的另一間隔期間閉路；及

開關 A 和 D 在該週期的又另一間隔期間閉路；及

一第二樣式期間，其中：

在一降壓操作模式期間：

開關 B 和 C 在該週期的一間隔期間閉路；

開關 A 和 D 在該週期的另一間隔期間閉路；及

開關 B 和 D 在該週期的又另一間隔期間閉路；及

在一升降壓操作模式期間，其中：

開關 B 和 C 在該週期的一間隔期間閉路；

開關 A 和 C 在該週期的另一間隔期間閉路；

開關 A 和 D 在該週期的又另一間隔期間閉路；及

開關 B 和 D 在該週期的又另一間隔期間閉路；及

在一升壓操作模式期間：

開關 B 和 C 在該週期的一間隔期間閉路；

開關 A 和 C 在該週期的另一間隔期間閉路；及

開關 A 和 D 在該週期的又另一間隔期間閉路；及

一第三樣式期間，其中：

在一降壓操作模式期間：

開關 B 和 C 在該週期的一間隔期間閉路；

開關 A 和 D 在該週期的另一間隔期間閉路；及

開關 B 和 D 在該週期的又另一間隔期間閉路；及

在一升降壓操作模式期間，其中：

開關 B 和 C 在該週期的一間隔期間閉路；及

開關 A 和 D 在該週期的另一間隔期間閉路；及

在一升壓操作模式期間：

開關 B 和 C 在該週期的一間隔期間閉路；

開關 A 和 C 在該週期的另一間隔期間閉路；及

開關 A 和 D 在該週期的又另一間隔期間閉路。

該切換控制器可經組態以使得開關 A、B、C 及（或）D 週期地閉路，使得開關 B 和 C 在降壓、升壓、及升降壓操作模式期間於在至少每個週期的一間隔期間閉路。

該切換控制器可經組態以使得開關 A、B、C 及（或）D 根據一控制訊號週期性地閉路，以使得開關 A 和 D 在

每一週期的間隔期間閉路，及以使得此些間隔從不二者在操作期間同時地由在該控制訊號中的一小變化調變。

此些和其它元件、步驟、特徵、物件、優勢、及優點將由檢視說明性的具體實施例之實施方式、隨附圖式、及申請專利範圍而變得顯明。

【實施方式】

現在討論示例性的具體實施例。可使用額外或替代的其它具體實施例。可忽略明顯或非必要的細節以節省空間達到更為有效的說明。相反地，可實現一些具體實施例而無需所有揭露的細節。

第 1 圖示例說明先前技術的升-降壓轉換器的元件。此一轉換器可包含具有一第一連接 103 和一第二連接 105 的一電感 101。該電感 101 可提供具有任何排置的任何類型的電感器或電感器組。

該轉換器亦可包含：一電子開關 A，其經組態以使得連結至該電感的第一連接 103 控制式地耦合至一輸入電壓源 107；一電子開關 B，其經組態以使得連結至該電感的該第一連接 103 控制式地耦合至一接地 109；一電子開關 C，其經組態以使得連結至該電感的該第二連接 105 控制式地耦合至一接地 111；及一電子開關 D，其經組態以使得連結至該電感的該第二連接控制式地耦合至一負載輸出 113。每個開關可包含：一或多個 FETs、

MOSFETs、BJTs、IGBTs、二極體、或此些元件的任何組合。單一 N-通道 MOSFES 示例說明於第 1 圖，對開關 A、B、C 和 D 僅為一實例。

在全文中所使用的詞彙「耦合」包含：與無關聯元件的一直接耦合及可牽涉關聯元件的一間接耦合，例如中間電流感測電阻或電流感測轉換器。

該轉換器可包含一電容 115，其經組態以濾波負載輸出 113。電容 115 可包含：在該電路中以任何配置和任何方式連接的一或多個電容器，其實行負載輸出 113 的濾波。可額外地使用其它濾波元件。

該轉換器可包含：一切換控制器，其經組態以控制開關 A、B、C 和 D 的狀態。該切換控制器可經組態以使得開關 A、B、C 和 D 當開關 B、A、D 和 C 個別地閉路時開路。此可導致僅有二個的合成切換狀態，如第 1 圖所示，及在全文中如開關接腳訊號 SW1 和 SW2。

該切換控制器可經組態以調整開關接腳訊號 SW1 和 SW2，以使得該轉換器操作於不同的模式，和在每一模式之內，對開關 A、B、C 和 D 具有不同的開啟時間（on-time）長度。該切換控制器經組態以根據一控制訊號進行此控制。該切換控制器經組態以藉由產生基於該控制訊號的脈波寬度調變（“PWM”）訊號，調整每一開關 A、B、C 和 D。該切換控制器可包含：電路元件，其經組態以產生與在此揭露的一或多個時序架構一致的此 PWM 訊號。該切換控制器可額外或替代地包含具有經組

態以產生此時序的演算法之電腦軟體，和相關的電腦軟體，例如一或多個資料儲存裝置、處理器、和輸入-輸出裝置。

第 2A-2C 圖示例說明可施用於示例說明在第 1 圖的升-降壓轉換器之開關接腳訊號。第 2A 圖示例說明可使得該轉換器操作於一降壓模式的開關接腳訊號；第 2B 圖示例說明使得該轉換器操作於在降壓和升壓模式之間的一邊界的開關接腳訊號；及第 2C 圖示例說明可使得該轉換器操作於一升壓模式的開關接腳訊號。此些開關接腳訊號可由該切換控制器產生。

該開關接腳操作的模式顯示於第 2A-2C 圖、第 3A-3C 圖、第 4A-4C 圖、及第 5A-5C 圖，其係藉由陳述在指定的期間開路的每一開關之波形圖示，可了解到並未出現的波形圖示在此時段係開路的。因此，舉例而言，在第 2A 圖中名稱「BC」的意指：在所指示的間隔當開關 A 和 D 開路時開關 B 和 C 閉路。

如在第 2A-2C 圖所示例說明者，每一切換週期由藉由閉路開關 B 和 C 二者來啟始。此可驅使在此間隔期間為 SW1 和 SW2 為低電位。

如第 6 圖所示，該升-降轉換器可與充電泵電容器組態，其可附接至接腳 SW1 和 SW2。在初始的 BC 間隔期間，開關接腳 SW1 和 SW2 二者可為低電位，其可使得此些充電泵電容器充電。此些充電泵電容器而後可使用以對高側 NMOS 閘極驅動器供電，該高側 NMOS 閘極驅

動器可使用供於開關 A 和 D。

BC 間隔可為任何長度。它可為短的，例如在 50ns 和 100ns 之間，以對該轉換器的動態和效率具有一相對較小的影響，因為對一第一階的近似，該電感器電流可在 BC 間隔的長度保持為常數。(注意到 BC 間隔為達說明性之目的在圖式中係過長的。在實際上的實施中，為切換週期的 10% 的等級或更短)。

作為一實例， V_{in} 可為高的(例如 40V)和設定開關 A、B、C 和 D 的時序，以使得 V_{out} 在一較低電壓(例如 10V)相對地固定。在此情況中，該轉換器可認為是操作於一降壓模式，如第 2A 圖所示例說明者。SW1 在每一週期間對僅一非常短的週期為高電位，而 SW2 對整個週期可為高電位，除非當其於每一週期的開始驅使為低電位之短暫 BC 階段。

V_{in} 可逐漸地減低，其具有保持為常數的 V_{out} (例如調整中)。當 V_{in} 減小時，SW2 波形可維持為相同的，但 SW1 下降邊緣在該切換週期中逐漸地往後移動，如在第 2A 圖中的一箭頭 201 所示。結果，AD 階段可延伸及 BD 階段可比例性地減少。此可導致有效的降壓責任週期的增加。當 V_{in} 減少至等於 V_{out} 的點，SW1 下降邊緣延伸至切換週期的終點，及開關接腳波形二者可為相同，如第 2B 圖所示。此可界定在一升壓和一操作模式之間的理論上但對所有實際目標係一不存在的邊界，如同現在所解釋者。

當 V_{in} 減少低於 V_{out} ，該轉換器可進入一升壓模式，如第 2C 圖所示。在此模式期間，SW2 的上升邊緣可在切換週期期間逐漸地往後移動，如由一箭頭 203 所示者。在升壓模式中，SW1 波形在整個間隔維持為高電位，除了在每一週期的開始驅使為低電位的短暫之 BC 階段，如第 2C 圖所示者。然而每一開關接腳可在每個切換週期期間具有一有限低時間和有限高時間。結果，當轉換器在所有操作模式下切換，其無引入新的狀態。從降壓至升壓模式的轉換可為平順而不具擾動。

不具有升-降壓區域的雙斜波 PWM

第 3A-3C 圖示例說明可使用於產生開關接腳訊號的雙非重疊斜波，其可施用於如第 1 圖所示的升-降壓轉換器。第 3A 圖示例說明可使用以產生開關接腳訊號的斜波，其可使得該轉換器操作於一降壓模式；第 3B 圖示例說明可使用於產生開關接腳訊號的斜波，其可使得該轉換器操作於一降壓和升壓模式之間的一邊界；及第 3C 圖示例說明使用於產生接腳訊號的斜波，其可使得該轉換器操作於一升降壓模式。此些開關接腳訊號可由切換控制器產生。

如第 3A-3C 圖所示者，該切換控制器可產生的一切換模式可利用 PWM 斜波 301 和 303。此些斜波可與在其間的非電壓重疊同步。較高的電壓準位斜波 301 可在最高電壓準位啟始，其係由較低電壓斜波 303 達成。可利用二個比較器，其中一個係用於控制開關接腳的每一者。

一比較器可監控下方斜波 303，及當該較低斜波超過一參考控制訊號 V_c 時驅使 SW1 為低電位，而另一比較器可監控上方斜波 301，及當上層斜波超過 V_c 時驅使 SW2 為高電位。獨立於比較器的狀態，SW1 和 SW2 二者可於初始的 BC 間隔驅使為低電位。可使用於切換控制器以產生此斜波和將 V_c 與它們作較的說明性電路描述於美國專利編號 6,404,251 和 6,166,527，其藉由參考方式在此併入。

處於高降壓比時， V_c 可接近於零和該轉換器可操作於降壓模式，其具有 SW1 在切換週期的一短時間為高電位，而 SW2 在切換週期的大部份時間為高電位。當 V_c 增加時，SW1 的責任週期亦增加。若 V_c 增加至在斜波之間的中間點，如第 3B 圖所示，開關接腳二者接收相同的波形。在此點上，在切換週期電感電流不具有有效的變化。當 V_c 進一步增加時，該轉換器可進入一升壓模式和 SW1 可在整個週期維持高電位，除了短暫的驅使 BC 間隔，當 SW2 的低電位時間可由 V_c 調變，如第 3C 圖所示。當 V_c 增加時，SW2 的低電位時間亦增加。此低電位時間可由一固定的最大責任週期加以限制。

具有重疊的上方和下方斜波的雙斜波 PWM

第 4A-4C 圖示例說明可使用於產生開關接腳訊號的雙重疊斜波，其可施用於示例說明於第 1 圖的升-降轉換器。第 4A 圖示例說明使用於產生開關接腳訊號的斜波，其可使得該轉換器操作於一降壓模式；第 4B 圖示例說明

使用於產生開關接腳訊號的斜波，其可使得該轉換器操作於一升-降壓模式；及第 4C 圖示例說明使用於產生開關接腳訊號的斜波，其可使得該轉換器操作於一升壓模式。此些開關接腳訊號可由切換控制器產生。

如第 4A-4C 圖所示例說明者，該切換控制器可產生的另一切換式可利用重疊的 PWM 斜波 401 和 403。此些可與 PWM 斜波 301 和 303 作比較，除非它們可重疊，如第 4A-4C 圖所示，而維持於一驅使的 BC 間隔。此可產生升-降壓操作的一區域，其中 SW1 和 SW2 邊緣同時調變，如第 4B 圖所示例說明者。在升-降壓模式中，當在持續期間 AC 間隔增加，BD 間隔可減少相同的量。如所示例說明者，可具有一固定的 BC 間隔和開關可每週期切換，而獨立於操作模式。

在此操作模式中的小訊號 PWM 增益可遠大於在類似的操作條件下在其它類型的升-降轉換器的增益。此可使得補償該網路以最佳化各操作模式的暫態響應係困難的。

具有目標死帶的雙斜波 PWM

第 5A-5C 圖示例說明在其之間具有一死帶的雙非重疊斜波，其可使用於產生施用於示例說明於第 1 圖的升-降壓轉換器的開關接腳訊號。第 5A 圖示例說明使用於產生開關接腳訊號的斜波，其可使得該轉換器操作於一降壓模式；第 5B 圖示例說明使用於產生開關接腳訊號的斜波，其可使得該轉換器操作於在一降壓和升壓模式之間

的一邊界；及第 5C 圖示例說明使用於產生開關接腳訊號的斜波，其可使得該轉換器操作於一升壓模式。此些開關接腳訊號可由切換控制器產生。

如第 5A 圖所示者，該切換控制器產生的另一切換模式使用在它們之間具有一死帶的非重疊 PWM 斜波 501 和 503。此些可與 PWM 斜波 301 和 303 作比較，除非在它們之間具有一死帶。

在實際的實施中，達到具有完全零垂直分離的上方和下方斜波係不可能的。此者係因為使用以產生上方和下方斜波的元件之不匹配，和在上方和下方比較器的內部隨機偏移。然而，為了避免升-降壓區域（例如當 SW1 和 SW2 邊緣係同時地調變），上方斜波 501 和下方斜波 503 可在其間具有一小的死帶。此分離可調整大小，以使得其足夠大以維持在上方斜波 501 和下方斜波 503 之間的分開，儘管是最壞情況的隨機偏移。

此替代性的切換模式可類似於第 3A-3C 圖所示例說明之一者來操作，除了具有可使得在其中不改變切換波形的 V_c 之範圍的一小死帶。只要此死帶維持得小，其在轉換器的效能僅有小的影響。

所描述的切換模式可具有一驅使的 BC 間隔，其可確保開關二者在每切換週期的一部份係低電位的。此可導致一連續切換的架構，藉以開關接腳二者在每一切換週期轉換。並不需引入新的切換狀態。在引入此些切換狀態的最小開關開啟時間可導致在開關接腳“jitter”、電

感電流和在模式轉換邊界的輸出電壓漣波的實質減少。

示例說明於第 3A-3C 圖和第 5A-5C 圖的切換模式亦可消除操作中的升-降壓區域。操作中的升-降壓區域具有一高的多之小訊號 PWM 增益，及在類似的操作條件下的降壓模式和升壓模式增益。結果，高增益升-降壓區域的消除可作出較容易的迴路補償，及可允許暫態響應以最佳化各種操作模式。因此，並非具有三個操作區域（降壓、升-降壓、和升壓），示例說明於第 3A-3C 和 5A-5C 的切換模式僅具有一降壓和升壓操作區域，而依然維持與任意的輸入和輸出電壓操作的能力。在降壓模式中，僅調變 SW1 邊緣，而當處於升壓模式，僅調變 SW2 邊緣。並無 SW1 和 SW2 邊緣同時調變的升-降壓區域。

如同此設計的結果，該增益明顯高於升-降壓區域中的增益，及消除此區域可產生類似於在降壓和升壓模式的增益。

藉由綜覽方式，與第 3A-3C 及 5A-5C 圖結合所描述的切換模式可實質地消除模式轉換擾動和移除高增益升-降壓操作模式，而提供具有高於、等於、或低於輸入電壓的無縫隙功能性。示例說明於第 4A-4C 圖的切換模式可提供類似的優點，而具有一升-降壓操作模式。此些方法的特徵包含：

連續地切換架構-在每一切換週期中，開關接腳二者可在低電位和高電位狀態經歷一些持續時間，而獨立於操作模式。當操作模式改變時，切換狀態的持續時間可改

變，但在任何情況下並無引入新的切換狀態。此可消除關聯於引入新切換狀態的擾動和產生無縫隙的轉換。

在 SW1 和 SW2 驅使的最小低電位時間-開關接腳二者可在每一週期的一些最小持續時間同時驅使為低電位。此可促使用以加壓開關 A 和 D 的高壓側 NMOS 驅動器的飛輪電容器的充電。

無升-降壓操作模式-可結合示例說明於第 3A-3C 和第 5A-5C 圖的切換模式消除操作的升-降壓區域（其特徵在於 AC 和 BD 間隔的同時調變）。而是，該轉換器僅可具有二個操作模式：降壓和升壓。在升-降壓操作的 PWM 的 DC 增益相較於降壓或升壓模式高的多，消除此模式的操作可簡化該轉換器的補償，及最佳化在各操作模式的暫態響應。

第 6 圖示例說明具有關聯於連至電感器的每一連接之一升壓電容器的一升-降壓轉換器（升壓電容器 C1 和 C2），及其經組態以當開關 B 和 C 閉路時充電每一升壓電容器。可替代地使用不同組態。

第 7 圖示例說明一升-降壓轉換器，其包含：經組態以產生一控制訊號的一電壓模式控制迴路。該開關控制器 1001 可使用脈波寬度調變，如前文所述者。可替代地使用不同組態。

第 8 圖示例說明一升-降壓轉換器，其包含：經組態以產生一控制訊號的一電流模式控制迴路。該開關控制器 1001 可使用脈波寬度調變，如前文所述者。可替代地使

用不同組態。

所討論的元件、步驟、特徵、物件、益處與優點僅為示例說明性的。它們或其相關的討論並無意於以任何方式限制保護的範圍。亦考慮到各種其它具體實施例。此些包含具有較少的、額外的、及（或）不同的元件、步驟、特徵、物件、益處與優點的具體實施例。此些亦包含在其中排置及（或）不同地排序元件及（或）步驟的具體實施例。

舉例而言，切換階段的順序可由示例說明於第 3A-3C 圖、第 4A-4C 圖、和第 5A-5C 圖改變。此可簡化 PWM 訊號的產生。額外的功率開關可耦合該電感的第一端點至替代的輸入功率源。此額外的功率開關可以如開關 A 的類似方式控制，而可提供來自額外功率源的操作。以與第 1 圖的傳輸電流路徑串聯地加入電流感測元件，例如與電感的一端點，或開關 A-D 的任何端點串聯。此電流感測可如控制迴路的部份來加以執行，例如在一平均電流模式控制迴路，或以其它理由來執行，例如監控或用於電流限制保護。第 1 圖中與第 3A-3C 圖、第 4A-4C 圖、和第 5A-5C 圖的控制訊號操作的升-降壓轉換器可使用於一電壓模式控制迴路，如第 7 圖，或顯示第 8 圖中的一平均電流模式控制迴路以調整負載輸出 V_{out} 。額外地，第 1 圖的在相同控制訊號下操作的升-降壓轉換器亦可與許多其它控制架構使用，例如滯後的電壓模式控制。除了感測顯示於第 7 圖的負載輸出的電壓，該控制

迴路亦可感測包含（但不限於）輸入功率源的電壓 V_{in} 和任何開關元件中的電流之其它電路態樣。再者，取代調整負載輸出 V_{out} ，第 1 圖中與第 3A-3C 圖、第 4A-4C 圖、第 5A-5C 圖的控制訊號操作的升-降壓轉換器亦可使用於一控制迴路，其可替代地調整進入負載輸出的電流、或調整來自輸入功率源的輸入電流。

除非另有聲明，在說明書中提及的所有測量、數值、評比、位置、振幅、大小、或其它規格（其包含後續的申請專利範圍）係近似的，而非精確的。它們欲具有與其相關和相關習知技術的功能相一致的合理範圍。

在本文中所引用的所有文獻、專利、專利申請案、及其它公開案藉由參考方式引入。

當於一請求項使用詞彙「用於……的構件 (means for)」時係意欲和應解釋為包含相對應特徵及所描述的內容及其等效物。類似地，當於一請求項使用詞彙「用以進行……的步驟 (step for)」時係意欲和應解釋為包含所描述的相對應步驟及其等效物。在一請求項中此些詞彙的缺乏意指：該請求項無意於和不解釋為限制於任何相對應的結構、內容、或步驟或限制於其等效物。

所描述或示例說明的任何者無意於或不應解釋為呈現任何元件、步驟、特徵、物件、益處、優點、或等效物予公眾，而無關於其是否於申請專利範圍中所引述。

保護範圍僅由後續的申請專利範圍所限制。當就此說明書和後續的答辯歷史紀錄來解釋以包含所有結構和功

能等效物時，該範圍意欲和解釋為如與使用在申請專利範圍中的語言之一般意義相一致之寬廣程度。

【圖式簡單說明】

此圖式揭露說明性的具體實施例。它們並不描述所有的具體實施例。可使用額外的或替代的其它具體實施例。可忽略明顯或非必要的細節以節省空間達到更為有效的說明。相反地，可實現一些具體實施例而無需所有揭露的細節。當相同的編號出現在不同的圖式，其意指相同或類似的元件或步驟。

第 1 圖示例說明先前技術的升-降壓轉換器的元件。

第 2A-2C 圖示例說明可施用於示例說明在第 1 圖的升-降壓轉換器之開關接腳訊號。第 2A 圖示例說明可使得該轉換器操作於一降壓模式的開關接腳訊號；第 2B 圖示例說明使得該轉換器操作於在降壓和升壓模式之間的一邊界的開關接腳訊號；及第 2C 圖示例說明可使得該轉換器操作於一升壓模式的開關接腳訊號。

第 3A-3C 圖示例說明雙非重疊斜波，其可用於產生可施用於示例說明於第 1 圖的升-降壓轉換器的開關接腳訊號。第 3A 圖示例說明使用於產生開關接腳訊號的斜波，其可使得該轉換器操作於一降壓模式；第 3B 圖示例說明使用於產生開關接腳訊號的斜波，其可使得該轉換器操作於一降壓和升壓模式之間的一邊界；及第 3C 圖示例說明使用於產生開關接腳訊號的斜波，其可使得該轉換器

操作於一升壓模式。

第 4A-4C 圖示例說明雙重疊斜波，其可使用於產生可施用於示例說明於第 1 圖的升-降壓轉換器的開關接腳訊號。第 4A 圖示例說明使用於產生開關接腳訊號的斜波，其可使得該轉換器操作於一降壓模式；第 4B 圖示例說明使用於產生開關接腳訊號的斜波，其可使得該轉換器操作於一升-降壓模式；及第 4C 圖示例說明使用於產生開關接腳訊號的斜波，其可使得該轉換器操作於一升壓模式。

第 5A-5C 圖示例說明雙非重疊斜波，其具有可用於產生可施用於示例說明於第 1 圖的升-降壓轉換器的開關接腳訊號之間的死帶。第 5A 圖示例說明使用於產生開關接腳訊號的斜波，其可使得該轉換器操作於一降壓模式；第 5B 圖示例說明使用於產生開關接腳訊號的斜波，其可使得該轉換器操作於一降壓和升壓模式之間的一邊界；及第 5C 圖使用於產生開關接腳訊號的斜波，其可使得該轉換器操作於一升壓模式。

第 6 圖示例說明具有關聯於對該電感器的連接的一升壓電容器之一升-降壓轉換器，及其經組態以當開關 B 和 C 閉路時充電每一升壓電容器。

第 7 圖示例說明包含一電壓模式控制迴路的一升-降壓轉換器，其經組態以產生一控制訊號。

第 8 圖示例說明包含一電流模式控制迴路的一升-降壓轉換器，其經組態以產生一控制訊號。

【主要元件符號說明】

101	電感
103	第一連接
105	第二連接
107	輸入電壓源
109	接地
111	接地
113	負載輸出
115	電容
117	切換控制器
1001	PWM
1101	PWM

七、申請專利範圍：

1. 一種升-降壓轉換器，其包含：

一電感，該電感具有一第一和第二連接；

一電子開關 A，該電子開關 A 經組態以使得連結至該電感的該第一連接可控制地耦合至一輸入電壓源；

一電子開關 B，該電子開關 B 經組態以使得連結至該電感的該第一連接可控制地耦合至一接地；

一電子開關 C，該電子開關 C 經組態以使得連結至該電感的該第二連接耦合至一接地；

一電子開關 D，該電子開關 D 經組態以使得連結至該電感的該第二連接耦合至一負載輸出；

一電容，該電容經組態以濾波該負載輸出；及

一切換控制器，該切換控制器經組態以使得當開關 B 閉路(closed)時開關 A 開路(open)，當開關 A 閉路時開關 B 開路，當開關 D 閉路時開關 C 開路，及當開關 C 閉路時開關 D 開路，和使得開關 A、B、C 及 D 根據下列樣式之一者週期性地閉路：

一第一樣式期間，其中：

在該升-降壓轉換器之一降壓操作模式期間：

開關 B 和 C 在該週期的一間隔期間閉路；

開關 A 和 D 在該週期的另一間隔期間閉路；及

開關 B 和 D 在該週期的又另一間隔期間閉路；及

在該升-降壓轉換器之一升壓操作模式期間：

開關 B 和 C 在該週期的一間隔期間閉路；

開關 A 和 C 在該週期的另一間隔期間閉路；及

開關 A 和 D 在該週期的又另一間隔期間閉路；及

一第二樣式期間，其中：

在該升-降壓轉換器之一降壓操作模式期間：

開關 B 和 C 在該週期的一間隔期間閉路；

開關 A 和 D 在該週期的另一間隔期間閉路；及

開關 B 和 D 在該週期的又另一間隔期間閉路；及

在該升-降壓轉換器之一升降壓操作模式期間：

開關 B 和 C 在該週期的一間隔期間閉路；

開關 A 和 C 在該週期的另一間隔期間閉路；

開關 A 和 D 在該週期的又另一間隔期間閉路；及

開關 B 和 D 在該週期的又另一間隔期間閉路；及

在該升-降壓轉換器之一升壓操作模式期間：

開關 B 和 C 在該週期的一間隔期間閉路；

開關 A 和 C 在該週期的另一間隔期間閉路；及

開關 A 和 D 在該週期的又另一間隔期間閉路；及

一第三樣式期間，其中：

在該升-降壓轉換器之一降壓操作模式期間：

開關 B 和 C 在該週期的一間隔期間閉路；

開關 A 和 D 在該週期的另一間隔期間閉路；及

開關 B 和 D 在該週期的又另一間隔期間閉路；及

在該升-降壓轉換器之一升降壓操作模式期間：

開關 B 和 C 在該週期的一間隔期間閉路；及

開關 A 和 D 在該週期的另一間隔期間閉路；及
在該升-降壓轉換器之一升壓操作模式期間：

開關 B 和 C 在該週期的一間隔期間閉路；

開關 A 和 C 在該週期的另一間隔期間閉路；及

開關 A 和 D 在該週期的又另一間隔期間閉路。

2.如申請專利範圍第 1 項所述之升-降壓轉換器，其中該
切換轉換器經組態以根據該第一樣式週期性地閉路開
關 A、B、C 及（或）D。

3.如申請專利範圍第 1 項所述之升-降壓轉換器，其中該
切換轉換器經組態以根據該第二樣式週期性地閉路開
關 A、B、C 及（或）D。

4.如申請專利範圍第 1 項所述之升-降壓轉換器，其中該
切換轉換器經組態以根據該第三樣式週期性地閉路開
關 A、B、C 及（或）D。

5.如申請專利範圍第 1 項所述之升-降壓轉換器，其中該
週期閉路係週期性的。

6.如申請專利範圍第 1 項所述之升-降壓轉換器，其中該
操作模式和每一開關的閉路期間係由一控制訊號管理。

7.如申請專利範圍第5項所述之升-降壓轉換器，其中該切換控制器經組態以促使操作模式和每個開關閉路期間的持續時間的變化，以平順地追蹤該控制訊號的變化。

8.如申請專利範圍第5項所述之升-降壓轉換器，其中該控制訊號係基於在該負載輸出的電壓。

9.如申請專利範圍第5項所述之升-降壓轉換器，其中該控制訊號係基於該輸入電壓源的電壓。

10.如申請專利範圍第5項所述之升-降壓轉換器，進一步包含：一電壓模式控制迴路，其經組態以產生該控制訊號。

11.如申請專利範圍第5項所述之升-降壓轉換器，進一步包含：一平均電流模式控制迴路，其經組態以產生該控制訊號。

12.如申請專利範圍第5項所述之升-降壓轉換器，其中該切換控制器經組態以促使開關B和C的閉路之持續時間儘管控制訊號有變化而實質上為固定的。

13.如申請專利範圍第1項所述之升-降壓轉換器，其中

該切換控制器經組態以促使開關 B 和 C 的閉路之持續時間儘管該週期 (cycle) 的頻率有變化而實質上為固定的。

14.如申請專利範圍第 1 項所述之升-降壓轉換器，其中該切換控制器經組態以使得開關 B 和 C 的閉路之持續時間依該週期 (cycle) 的頻率之一函數關係而變化。

15.如申請專利範圍第 1 項所述之升-降壓轉換器，其中在每一模式期間每一週期包含：僅有如專利範圍第 1 項所述之間隔。

16.如申請專利範圍第 1 項所述之升-降壓轉換器，進一步包含：關聯於連至該電感器的每一連接之一升壓電容器，及其中該電路經組態以當開關 B 和 C 閉路時充電每一升壓電容器。

17.如申請專利範圍第 1 項所述之升-降壓轉換器，其中該開關 B 和 D 為整流裝置，例如接面二極體，但不以此為限。

18.如申請專利範圍第 1 項所述之升-降壓轉換器，其中該等樣式的每一者包含：一額外的操作模式，其不同於該樣式的其它操作模式。

19.如申請專利範圍第 18 項所述之升-降壓轉換器，其中每一樣式的額外操作模式包含：在整個週期期間保持開關 B 為閉路的。

20.一種升-降壓轉換器，其包含：

一電感，該電感具有一第一和一第二連接；

一電子開關 A，該電子開關 A 經組態以使得連結至該電感的該第一連接可控制地耦合至一輸入電壓源；

一電子開關 B，該電子開關 B 經組態以使得連結至該電感的該第一連接可控制地耦合至一接地；

一電子開關 C，該電子開關 C 經組態以以使得連結至該電感的該第二連接可控制地耦合至一接地；

一電子開關 D，該電子開關 D 組態以使得連結至該電感的該第二連接可控制地耦合至一負載輸出；

一電容器，該電容器經組態以濾波該負載輸出；

一切換控制器，該切換控制器經組態以使得當開關 B 閉路時開關 A 開路，當開關 A 閉路時開關 B 開路，當開關 D 閉路時開關 C 開路，及當開關 C 閉路時開關 D 開路，和使得開關 A、B、C 及 D 以週期性地閉路，以使得開關 B 和 C 在降壓和升壓操作模式期間於每一週期的至少一間隔期間開關 B 和 C 為閉路的，

其中雖然操作條件有變化，該等週期性閉路之該等週期及當開關 B 和 C 閉路時之該間隔期間為固定的。

21. 一升-降壓轉換器，其包含：

- 一電感，該電感具有一第一和一第二連接；
 - 一電子開關 A，該電子開關 A 經組態以使得連結至該電感的該第一連接可控制地耦合至一輸入電壓源；
 - 一電子開關 B，該電子開關 B 經組態以使得連結至該電感的該第一連接可控制地耦合至一接地；
 - 一電子開關 C，該電子開關 C 經組態以以使得連結至該電感的該第二連接可控制地耦合至一接地；
 - 一電子開關 D，該電子開關 D 組態以使得連結至該電感的該第二連接可控制地耦合至一負載輸出；
 - 一電容，該電容經組態以濾波該負載輸出；及
 - 一切換控制器，該切換控制器經組態以使得當開關 B 閉路時開關 A 開路，當開關 A 閉路時開關 B 開路，當開關 D 閉路時開關 C 開路，及當開關 C 閉路時開關 D 開路，和促使開關 A、B、C 及 D 以基於一控制訊號週期性地閉路，以使得在每一週期的一間隔期間開關 A 和 D 係閉路，以及使得該等間隔從不在任何操作模式期間二者同時響應該控制訊號的一小變化而改變，
- 其中雖然操作條件有變化，該等週期性閉路之該等週期為固定的。

22. 一種升-降壓轉換器，其包含：

- 一電感，該電感具有一第一和一第二連接；

一 電子開關 A，該電子開關 A 經組態以使得連結至該電感的該第一連接可控制地耦合至一輸入電壓源；

一 電子開關 B，該電子開關 B 經組態以使得連結至該電感的該第一連接可控制地耦合至一接地；

一 電子開關 C，該電子開關 C 經組態以以使得連結至該電感的該第二連接可控制地耦合至一接地；

一 電子開關 D，該電子開關 D 組態以使得連結至該電感的該第二連接可控制地耦合至一負載輸出；

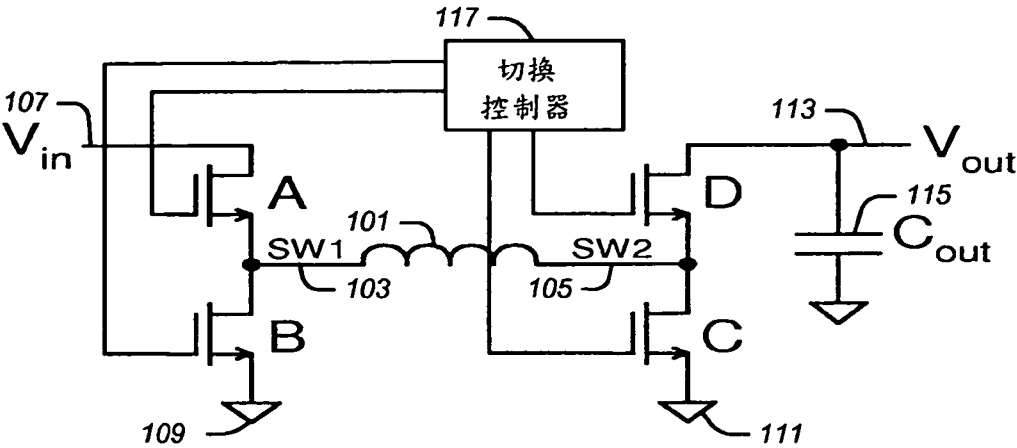
一 電容，該電容經組態以濾波該負載輸出；及

一 切換控制器，該切換控制器經組態以使得當開關 B 閉路時開關 A 開路，當開關 A 閉路時開關 B 開路，當開關 D 閉路時開關 C 開路，及當開關 C 閉路時開關 D 開路，和使得開關 A、B、C 及 D 週期性地閉路，以使得開關 B 和 C 在降壓和升壓操作模式期間於每一週期的至少一間隔期間開關 B 和 C 為閉路的，

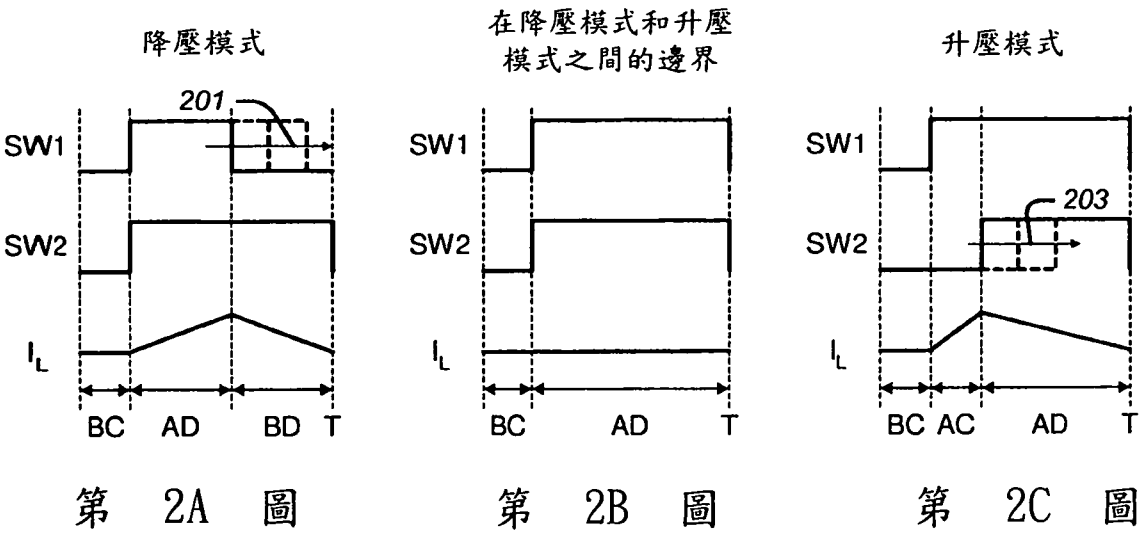
其中該切換控制器經組態以使得該等開關 B 及 C 閉路，該等開關 B 及 C 之閉路與通過該電感之瞬時電流無關。

八、圖式：

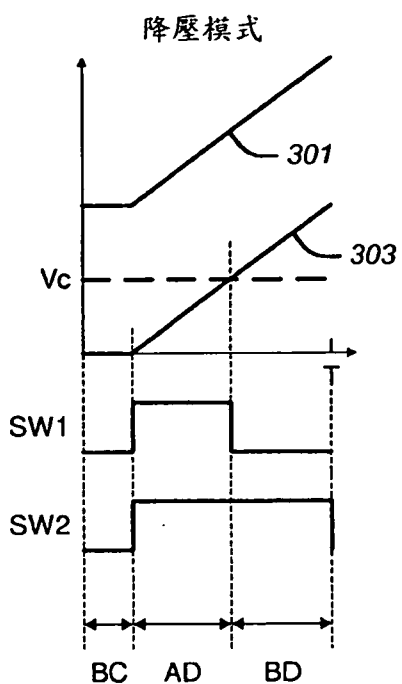
1/4



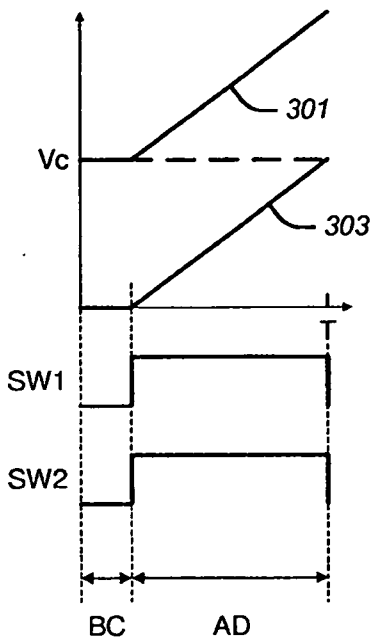
第 1 圖



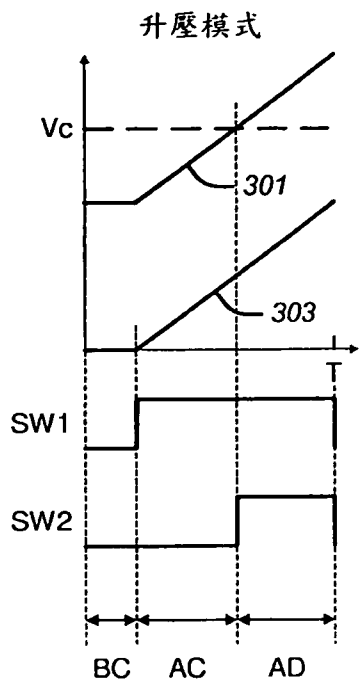
在降壓模式和升壓
模式之間的邊界



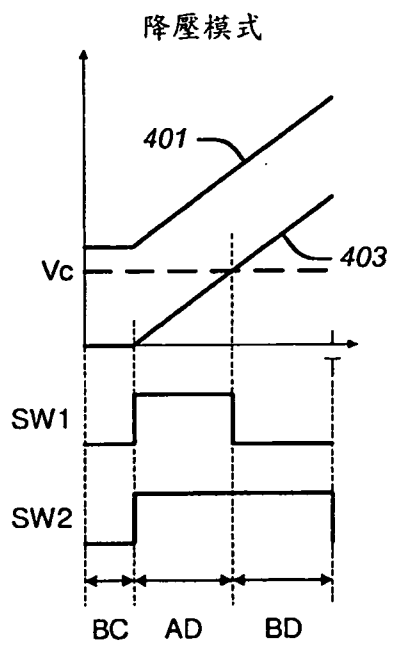
第 3A 圖



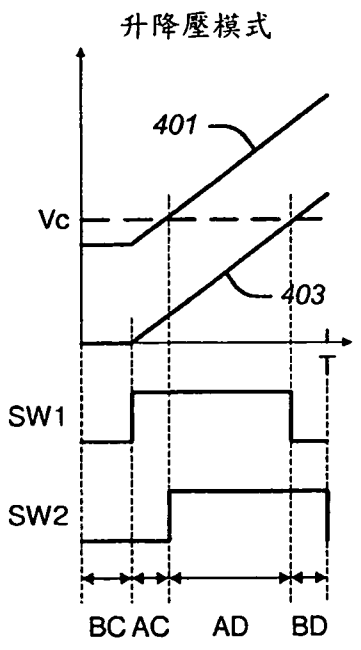
第 3B 圖



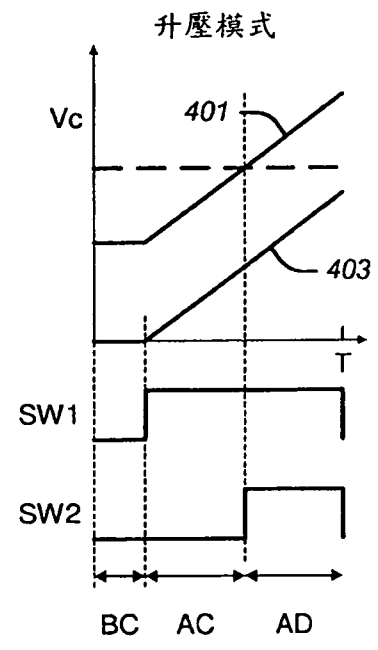
第 3C 圖



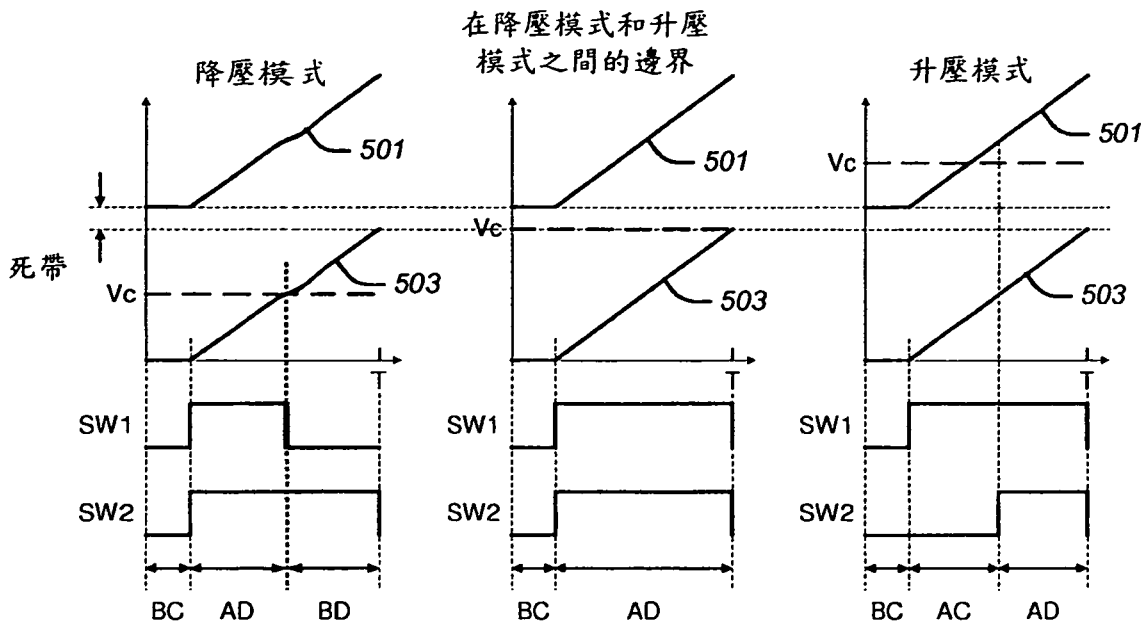
第 4A 圖



第 4B 圖



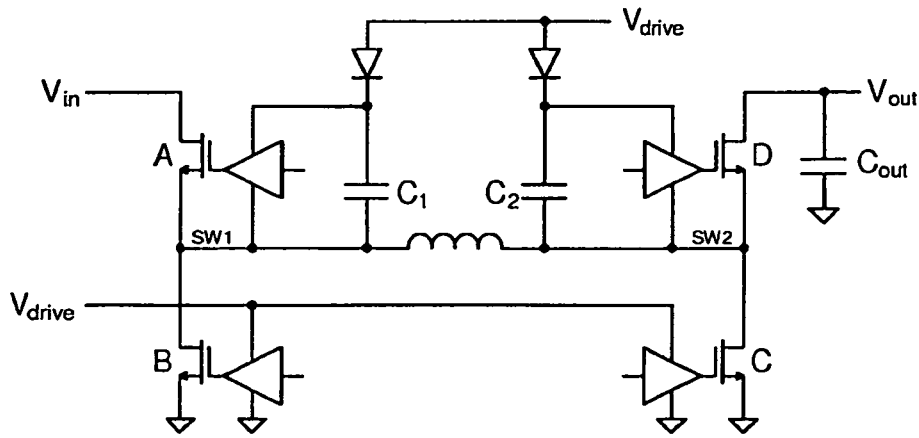
第 4C 圖



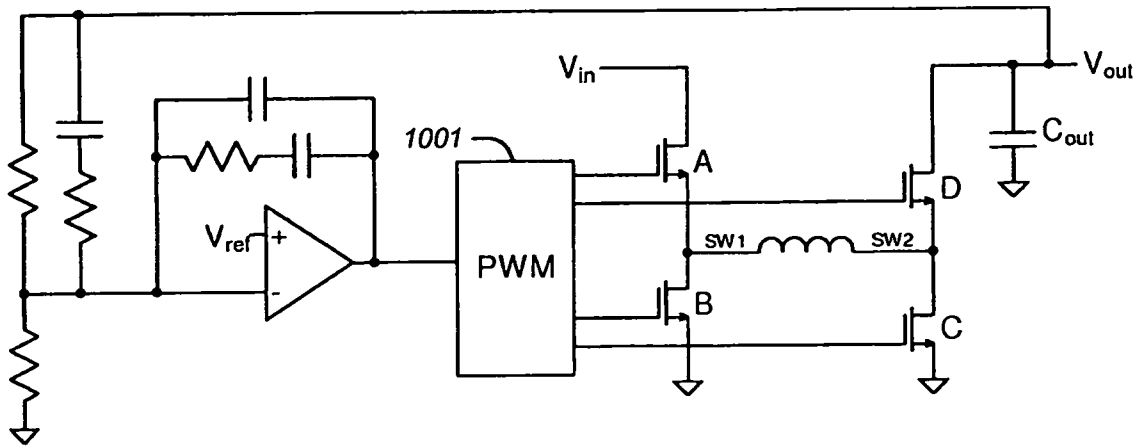
第 5A 圖

第 5B 圖

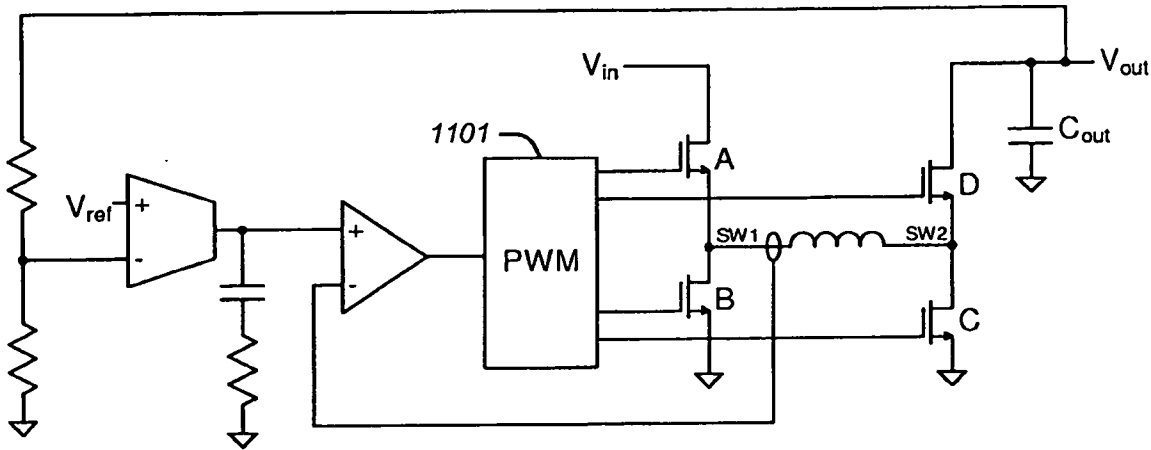
第 5C 圖



第 6 圖



第 7 圖



第 8 圖