202220349

(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本 (11)公開編號：TW 202220349 A

(43)公開日： 中華民國 111 (2022) 年 05 月 16 日

(21)申請案號：110126727 (22)申請日： 中華民國 110 (2021) 年 07 月 21 日

(51)Int. Cl.： *H02M1/08 (2006.01)* *H02M3/335 (2006.01)*

(30)優先權：2020/07/24 美國 16/938,063

(71)申請人：香港商雅達電子國際有限公司 (香港地區) ASTEC INTERNATIONAL LIMITED (HK)
香港

(72)發明人：沃克 卡爾坎尼斯 WALKER, CARL KENNETH (US)

(74)代理人：李世章；彭國洋

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：9 項 圖式數：9 共 35 頁

(54)名稱

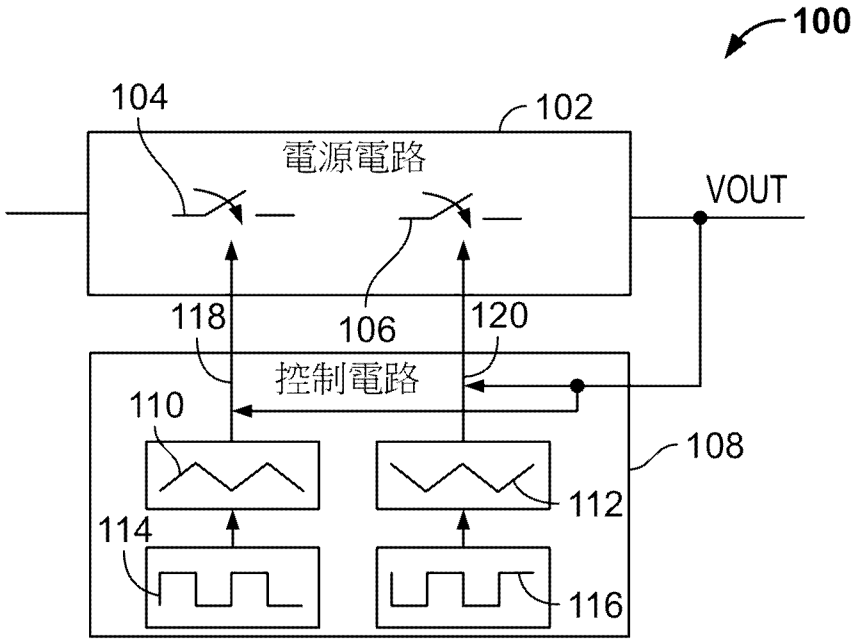
用於開關電源轉換器的佔空比控制

(57)摘要

一種開關電源轉換器包括：電源電路，該電源電路包括至少兩個電源開關裝置；及控制電路，該控制電路耦合到該電源電路以用於控制該等電源開關裝置。該控制電路經組態來：感測該電源電路的輸出電壓；基於互補時鐘信號來生成至少兩個斜坡信號；且基於該等斜坡信號中的一者及該電源電路的該輸出電壓來生成用於控制該等電源開關裝置中的一者的控制信號，且基於該等斜坡信號中的另一者及該電源電路的該輸出電壓來生成用於控制該等電源開關裝置中的另一者的另一控制信號。在一些實例中，該控制電路可包括比較器以用於生成該等控制信號。亦揭示了其他示例性電源轉換器及控制電路。

A switching power converter includes a power circuit including at least two power switching devices and a control circuit coupled to the power circuit for controlling the power switching devices. The control circuit is configured to sense an output voltage of the power circuit, generate at least two ramp signals based on complementary clock signals, and generate a control signal for controlling one of the power switching devices based on one of the ramp signals and the output voltage of the power circuit, and another control signal for controlling another one of the power switching devices based on another one of the ramp signals and the output voltage of the power circuit. In some examples, the control circuit may include comparators for generating the control signals. Other example power converters and control circuits are also disclosed.

指定代表圖：



第1圖

符號簡單說明：

100:開關電源轉換器

102:電源電路

104,106:電源開關裝置

108:控制電路

110,112:斜坡信號

114,116:互補時鐘信號、時鐘信號

118,120:控制信號、PWM 控制信號

【發明摘要】

【中文發明名稱】用於開關電源轉換器的佔空比控制

【英文發明名稱】DUTY CYCLE CONTROL FOR SWITCHING POWER CONVERTERS

【中文】

一種開關電源轉換器包括：電源電路，該電源電路包括至少兩個電源開關裝置；及控制電路，該控制電路耦合到該電源電路以用於控制該等電源開關裝置。該控制電路經組態來：感測該電源電路的輸出電壓；基於互補時鐘信號來生成至少兩個斜坡信號；且基於該等斜坡信號中的一者及該電源電路的該輸出電壓來生成用於控制該等電源開關裝置中的一者的控制信號，且基於該等斜坡信號中的另一者及該電源電路的該輸出電壓來生成用於控制該等電源開關裝置中的另一者的另一控制信號。在一些實例中，該控制電路可包括比較器以用於生成該等控制信號。亦揭示了其他示例性電源轉換器及控制電路。

【英文】

A switching power converter includes a power circuit including at least two power switching devices and a control circuit coupled to the power circuit for controlling the power switching devices. The control circuit is configured to sense an output voltage of the power circuit, generate at least two ramp signals based on complementary clock signals, and generate a control signal for controlling one of the power switching devices based on one of the ramp signals and the output voltage of the power circuit, and another control signal for controlling another one of the power switching devices

based on another one of the ramp signals and the output voltage of the power circuit. In some examples, the control circuit may include comparators for generating the control signals. Other example power converters and control circuits are also disclosed.

【指定代表圖】第（１）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

１００：開關電源轉換器

１０２：電源電路

１０４，１０６：電源開關裝置

１０８：控制電路

１１０，１１２：斜坡信號

１１４，１１６：互補時鐘信號、時鐘信號

１１８，１２０：控制信號、ＰＷＭ控制信號

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】用於開關電源轉換器的佔空比控制

【英文發明名稱】DUTY CYCLE CONTROL FOR SWITCHING POWER CONVERTERS

【技術領域】

【0001】 本揭露係關於用於開關電源轉換器的佔空比控制。

【先前技術】

【0002】 本章節提供關於未必係先前技術之本揭露的背景資訊。

【0003】 電子電源轉換器通常包括電源電路及用於控制電源電路中的開關裝置的控制電路。控制電路可包括比較器，以用於生成控制信號來控制開關裝置。在此種實例中，控制電路可藉由將斜坡信號與電源電路的感測輸出電壓相加來生成補償信號，且基於參考電壓及感測輸出電壓來生成誤差信號。比較器然後比較補償信號與誤差信號以生成控制信號。斜坡信號通常基於電源電路中的輸出電容器的等效串聯電阻(equivalent series resistance，ESR)或輸出電感器的伏秒乘積來生成。

【發明內容】

【0004】 本章節提供本揭露之總體概述，且不為本揭露之全範疇或其全部特徵的全面揭露。

【0005】 根據本揭露之一個態樣，一種開關電源轉換器包括：電源電路，該電源電路具有至少兩個電源開關裝置；

及控制電路，該控制電路耦合到該電源電路以用於控制該等電源開關裝置。該控制電路經組態來：感測該電源電路的輸出電壓；基於互補時鐘信號來生成至少兩個斜坡信號；且基於該等斜坡信號中的一者及該電源電路的該輸出電壓來生成用於控制該等電源開關裝置中的一者的第一控制信號，且基於該等斜坡信號中的另一者及該電源電路的該輸出電壓來生成用於控制該等電源開關裝置中的另一者的第二控制信號。

【0006】 根據本揭露之另一個態樣，揭示了一種用於控制電源電路的電源開關裝置的控制電路。該等控制電路包括比較器。該控制電路經組態來：感測該電源電路的輸出電壓；且基於互補時鐘信號來生成至少兩個斜坡信號。該比較器中的一者經組態來：基於該等斜坡信號中的一者與該電源電路的該輸出電壓之間的比較來生成用於控制該等電源開關裝置中的一者的第一控制信號；且該比較器中的另一者經組態來：基於該等斜坡信號中的另一者與該電源電路的該輸出電壓之間的比較來生成用於控制該等電源開關裝置中的另一者的第二控制信號。

【0007】 適用性的另外的態樣和區域將自本文提供的描述顯而易見。應理解，本揭露之各種態樣可單獨地或與一或多個其他態樣組合地實施。亦應理解，本文之描述及特定實例僅意欲用於例示且不意欲限制本揭露之範疇。

【圖式簡單說明】

【0008】 本文所述的圖式係僅用於例示所選擇之實施例，而非用於例示全部可能的實施方案，且不意欲限制本揭露之範疇。

【0009】 第1圖係根據本揭露之一個示例性實施例的包括電源電路及控制電路的開關電源轉換器的方塊圖，該控制電路用於基於斜坡信號與時鐘信號來生成PWM控制信號以控制電源電路中的電源開關裝置。

【0010】 第2圖係根據另一個示例性實施例的包括比較器的控制電路的示意圖，該控制電路用於基於斜坡信號來生成PWM控制信號以控制電源電路中的電源開關裝置。

【0011】 第3圖係根據又一個示例性實施例的包括比較器及開關裝置的控制電路的示意圖，該控制電路用於基於斜坡信號來生成PWM控制信號以控制電源電路中的電源開關裝置。

【0012】 第4圖係根據另一個示例性實施例的包括比較器的控制電路的示意圖，該控制電路用於基於斜坡信號及參考電壓來生成PWM控制信號以控制電源電路中的電源開關裝置。

【0013】 第5圖係根據又一個示例性實施例的包括比較器的控制電路的示意圖，該控制電路用於基於斜坡信號及參考電壓來生成PWM控制信號以控制電源電路中的電源開關裝置。

【0014】 第6圖係第5圖的比較器的操作波形的時序圖。

【0015】 第7圖係根據另一個示例性實施例的包括基於時鐘信號控制的開關裝置的控制電路的示意圖，該控制電路用於生成PWM控制信號以控制電源電路中的電源開關裝置。第8圖係根據又一個示例性實施例的電路的示意圖，該電路用於調整第7圖的控制電路中的參考電壓。

【0016】 第9圖係根據又一個示例性實施例的包括交錯式雙電晶體正激拓撲及第5圖的控制電路的開關電源轉換器的示意圖。

【0017】 貫穿圖式的若干視圖，對應的參考編號指示對應的(但未必相同的)部分及/或特徵。

【實施方式】

【0018】 提供示例性實施例以便本揭露將為徹底的，且將為熟習此項技術者完全傳達範疇。闡述諸如特定部件、裝置及方法的實例的眾多特定細節以提供對本揭露之實施例的徹底的理解。對於熟習此項技術者而言將顯而易見：不必採用特定細節，示例性實施例可以許多不同的形式體現且不應理解為限制本揭露之範疇。在一些示例性實施例中，未詳細描述熟知的製程、熟知的裝置結構及熟知的技術。

【0019】 本文所使用之術語僅用於描述特定示例性實施例且不意欲係限制性的。如本文所用，單數形式「一(a/an)」及「該」可意欲亦包括複數形式，除非上下文另外清楚地指示。術語「包含(comprises/comprising)」、「包括」及「具有」係包括性的，且因此指定所陳述之特徵、整數、

步驟、操作、元件及/或部件之存在，但不排除一或多個其他特徵、整數、步驟、操作、元件、部件及/或其群組之存在或添加。本文所描述之方法步驟、製程及操作不應理解為一定需要按所論述或例示之特定次序執行該等方法步驟、製程及操作，除非該次序被特別識別為執行次序。亦應理解，可採用額外或替代的步驟。

【0020】 儘管本文可使用術語第一、第二、第三等來描述各種元件、部件、區、層及/或部分，但此等元件、部件、區、層及/或部分不應受此等術語所限制。此等術語僅可用於區分一個元件、部件、區、層或部分與另一個區、層或部分。諸如「第一」、「第二」及其他數值術語的術語當在本文中使用時不暗指順序或次序，除非上下文清楚地指示。因此，在不脫離示例性實施例之教示的情況下，以下論述的第一元件、部件、區、層或部分可稱為第二元件、部件、區、層或部分。

【0021】 為便於描述，本文中可使用諸如「內」、「外」、「在……之下」、「在……下方」、「下部」、「在……上方」、「上部」等的空間相對術語，以描述一個元件或特徵與另一(些)元件或特徵之關係，如圖中所例示。除圖中所描繪的定向之外，空間相對術語亦可能意欲涵蓋裝置在使用或操作中的不同定向。例如，若翻轉圖中之裝置，則被描述為「在其他元件或特徵下方」或「在其他元件或特徵之下」的元件隨後將被定向為「在其他元件或特徵上方」。因此，示例性術語「在……下方」可涵蓋上方及下

方兩種定向。可以其他方式來定向裝置(旋轉90度或以其他定向)，並且相應地解釋本文所使用的空間相對描述詞。

【0022】 現將參考隨附圖示更充分地描述示例性實施例。

【0023】 根據本揭露之一個示例性實施例的開關電源轉換器在第1圖中例示且通常藉由參考編號100來指示。如在第1圖中所示，開關電源轉換器100包括：電源電路102，該電源電路102具有兩個電源開關裝置104、106；及控制電路108，該控制電路108耦合到電源電路102以用於控制電源開關裝置104、106。控制電路108感測電源電路102的輸出電壓Vout，基於互補時鐘信號114、116來生成斜坡信號110、112，且分別基於斜坡信號110、112及輸出電壓Vout來生成用於控制電源開關裝置104、106的控制信號118、120。

【0024】 與習知的控制電路相比，控制電路108及/或本文所揭示之其他控制電路中的任一者簡化了電源轉換器的控制方案且減少了計算壓力。例如，控制電路通常承擔控制電源轉換器以提供嚴格的負載設定檔案的任務。在此種實例中，電源轉換器通常利用高效能微控制器來進行數位控制，該高效能微控制器採用複雜控制演算法及感測技術以用於控制脈寬調變(pulse-width modulation，PWM)來確保：轉換器符合嚴格的負載設定檔案，且在變化的負載條件(例如，增加的滿載電流、峰值功率、負載電流轉換率等)下提供原始(clean)、無誤差的功率。此可增加微控制器的計算壓力及工程資源的負擔。然而，與依賴微控制

器控制PWM的習知的控制電路相比，藉由基於本文所揭示之感測(例如，取樣)輸出電壓及斜坡信號來控制PWM，可減小微控制器的計算壓力及工程資源的負擔。

【0025】 如以上所解釋的，時鐘信號114、116係彼此互補的。例如，且如在第1圖中所示，當時鐘信號114為高時，時鐘信號116為低，且當時鐘信號114為低時，時鐘信號116為高。在此種實例中，時鐘信號114、116可相對於彼此相位相差180度。

【0026】 另外，在一些實例中，停滯時間可處於互補時鐘信號114、116的轉變之間。在此種實例中，停滯時間處於時鐘信號114的轉變(例如，低至高及/或高至低)與時鐘信號116的轉變(例如，高至低及/或低至高)之間。此可防止以下之一情況：其中兩個時鐘信號114、116同時皆為高，從而導致兩個控制信號118、120打開其對應電源開關裝置104、106。

【0027】 在一些實例中，時鐘信號114、116可設定控制信號118、120的頻率。例如，且如以下進一步解釋的，時鐘信號114、116可用於以固定值直接控制控制信號118、120(例如，PWM控制信號)的開關頻率。在此種實例中，控制信號118、120的頻率可藉由改變時鐘信號114、116的參數來進行調整。在其他實例中，控制信號118、120的頻率可使用其他合適的部件、技術等來設定及/或調整。

【0028】 在第1圖的實例中，時鐘信號114、116可以不同的方式生成及/或控制。例如，控制電路108可包括用於生

成及/或控制時鐘信號114、116的微控制器。在一些實例中，控制電路108可包括用於生成及/或控制互補時鐘信號114、116的一或多個時鐘發生器，諸如振盪器電路。在此種實例中，微控制器、時鐘發生器等可調整時鐘信號114、116的頻率及/或佔空比以改變PWM控制信號118、120來適應電源電路102（及/或電源轉換器100)的各種操作條件，如以下進一步解釋的。

【0029】 如在第1圖中所示，斜坡信號110、112係時鐘驅動的三角形波形。例如，斜坡信號110在斜坡信號112減小(或增大)時增大(或減小)。特別地，且如在第1圖中所示，斜坡信號110在時鐘信號114為高時增大，且在時鐘信號114為低時減小。相似地，斜坡信號112在時鐘信號116為高時增大，且在時鐘信號116為低時減小。在此種實例中，斜坡信號110、112增大及減小的速率係相等的且基於互補時鐘信號114、116。

【0030】 在第1圖的實例中，斜坡信號110、112可利用各種部件生成。例如，斜坡信號110、112的正向及負向部分可利用一或多個電流源、電容器及/或通常用於生成斜坡信號的其他部件來生成。

【0031】 控制信號118、120可針對不同操作條件進行調整。例如，所要的可能係以界定值調節輸出電壓Vout。在此種實例中，PWM控制信號118、120的佔空比可基於所生成斜坡信號110、112（例如，參考電壓信號)及感測輸出電壓Vout來進行控制以確保輸出得到調節。若電源轉換

器100的操作條件改變(例如，負載條件變化、輸出調節等)，則控制電路108可調整時鐘信號114、116的頻率及/或佔空比。因此，基於時鐘信號114、116來生成的PWM控制信號118、120的頻率及/或佔空比亦可進行調整。因此，電源轉換器100可快速地適應變化的操作條件。

【0032】 在一些實例中，PWM控制信號118、120可基於斜坡信號110、112與輸出電壓Vout之間的比較來生成。在此種實例中，控制電路108 (及/或本文所揭示之任何其他控制電路)可包括用於比較所生成斜坡信號與輸出電壓的一或多個比較器。

【0033】 例如，第2圖例示能夠與第1圖的電源電路102一起採用的控制電路208。第2圖的控制電路208係基本上相似於第1圖的控制電路108，但包括用於生成PWM控制信號DRIVE_A、DRIVE_B的比較器U1、U2。

【0034】 如在第2圖中所示，控制電路208感測電源電路(例如，第1圖的電源電路102)的輸出電壓Vout。在第2圖的特定實例中，控制電路208包括藉由電阻器R1、R2形成的分壓器，以用於將感測輸出電壓Vout降低到所要的水平。所降低輸出電壓稱為回饋信號VFB，且提供到比較器U1、U2。

【0035】 另外，控制電路208分別基於互補時鐘信號CLOCK_A、CLOCK_B來生成斜坡信號RAMP_A、RAMP_B，如以上所解釋的。例如，控制電路208可包括用於生成及/或控制時鐘信號CLOCK_A、CLOCK_B的一或多個

微控制器、時鐘發生器等。如在第2圖中所示，斜坡信號RAMP_A、RAMP_B包括在時鐘信號CLOCK_A、CLOCK_B為高時的正斜率及在時鐘信號CLOCK_A、CLOCK_B為低時的負斜率。

【0036】 比較器U1、U2基於斜坡信號RAMP_A、RAMP_B與回饋信號VFB之間的比較來生成PWM控制信號DRIVE_A、DRIVE_B。特別地，且如在第2圖中所示，比較器U1比較斜坡信號RAMP_A與回饋信號VFB，且生成PWM控制信號DRIVE_A。同樣，比較器U2比較斜坡信號RAMP_B與回饋信號VFB，且生成PWM控制信號DRIVE_B。在此種實例中，PWM控制信號DRIVE_A、DRIVE_B的佔空比可基於所生成斜坡信號RAMP_A、RAMP_B(例如，參考電壓信號)及感測輸出電壓Vout來進行控制以確保輸出得到調節。例如，斜坡信號RAMP_A、RAMP_B的峰值電壓可被調整以改變PWM控制信號DRIVE_A、DRIVE_B的佔空比。

【0037】 第2圖的PWM控制信號DRIVE_A、DRIVE_B可在不依賴於誤差信號及/或誤差放大器的情況下生成。例如，且如在第2圖中所示，回饋信號VFB及斜坡信號RAMP_A、RAMP_B(例如，參考信號)應用於比較器U1、U2。在此種實例中，感測輸出電壓Vout及斜坡信號直接影響比較器U1、U2的輸出(PWM控制信號DRIVE_A、DRIVE_B)。因此，PWM控制信號DRIVE_A、DRIVE_B

藉由比較器U1、U2生成而無需使用習知的誤差信號及/或誤差放大器。

【0038】 PWM控制信號DRIVE_A、DRIVE_B可針對不同操作條件進行調整。例如，且如以上所解釋的，時鐘信號CLOCK_A、CLOCK_B的佔空比及/或頻率可進行調整。因此，藉由比較器U1、U2生成的PWM控制信號DRIVE_A、DRIVE_B的頻率及/或佔空比可被調整以考慮不同的操作條件。

【0039】 比較器U1、U2可以係任何合適類型的比較器。例如，一或兩個比較器U1、U2可以係專用電壓比較器、運算放大器等。在一些較佳實施例中，比較器U1、U2可以係快速比較器。在此種實例中，比較器U1、U2可具有少於約60奈秒的傳播延遲時間。在一些實例中，傳播延遲時間的範圍可在38奈秒與55奈秒之間。在其他實例中，比較器U1、U2可以係慢速比較器，且具有多於數百奈秒的傳播延遲時間。

【0040】 在一些實例中，本文所揭示之控制電路可包括一或多個開關裝置以用於設定所生成PWM控制信號的頻率。例如，控制電路可包括一或多個開關裝置，該等開關裝置基於互補時鐘信號來進行控制。在此種實例中，開關裝置可結合比較器(例如，第2圖的比較器U1、U2)及/或生成PWM控制信號的其他合適的部件來採用。

【0041】 例如，第3圖例示能夠與第1圖的電源電路102一起採用的控制電路308。第3圖的控制電路308係基本上相

似於第2圖的控制電路208，但包括控制開關裝置。特別地，控制電路308包括兩個控制開關裝置SW1、SW2及第2圖的比較器U1、U2，以用於基於斜坡信號RAMP_A、RAMP_B與感測輸出電壓Vout(例如，回饋信號VFB)之間的比較來生成PWM控制信號DRIVE_A、DRIVE_B，如以上所解釋的。如在第3圖中所示，控制開關裝置SW1、SW2耦合到比較器的輸出端。特別地，控制開關裝置SW1耦合到比較器U1的輸出端，且控制開關裝置SW2耦合到比較器U2的輸出端。

【0042】 在第3圖的實例中，控制電路308可利用控制開關裝置SW1、SW2來控制所生成控制信號DRIVE_A、DRIVE_B的頻率。例如，且如在第3圖中所示，控制電路308利用用於生成斜坡信號RAMP_A、RAMP_B（例如，參考電壓信號)的相同時鐘信號CLOCK_A、CLOCK_B來控制開關裝置SW1、SW2。因此，PWM控制信號DRIVE_A、DRIVE_B的頻率可藉由時鐘信號CLOCK_A、CLOCK_B直接控制。因此，精確固定頻率運算可藉由時鐘驅動的開關裝置SW1、SW2來達成。

【0043】 另外，時鐘信號CLOCK_A、CLOCK_B可用於控制PWM控制信號DRIVE_A、DRIVE_B的佔空比。例如，當時鐘信號CLOCK_A（或時鐘信號CLOCK_B)為高時，開關裝置SW1(或開關裝置SW2)閉合，從而迫使PWM控制信號DRIVE_A（或PWM控制信號DRIVE_B)處於低態。因此，時鐘信號CLOCK_A、CLOCK_B的高

態時間可用於形成PWM控制信號DRIVE_A、DRIVE_B的最小關斷時間。因此，PWM控制信號DRIVE_A、DRIVE_B的佔空比可被最大化。此在起動及瞬時條件期間及對防止變壓器(若在電源電路中採用)的飽和而言可能係重要的。

【0044】 在一些實例中，本文所揭示之控制電路可在生成PWM控制信號之前修改斜坡信號。例如，控制電路可將斜坡信號注入到一或多個參考電壓上，從而致使斜坡信號集中到一或多個參考電壓上。在此種實例中，控制電路可基於經修改的斜坡信號(例如，注入到一或多個參考電壓上的斜坡信號)來生成PWM控制信號。

【0045】 例如，第4圖例示能夠與第1圖的電源電路102一起採用的控制電路408。第4圖的控制電路408係基本上相似於第2圖的控制電路208，但包括參考電壓VREF。特別地，且如在第4圖中所示，控制電路408包括第2圖及第3圖的比較器U1、U2、參考電壓VREF及分別耦合在參考電壓VREF與斜坡信號RAMP_A、RAMP_B之間的電阻器R3、R4。參考電壓VREF由於跨電阻器R3的電壓降而降低到參考電壓VREF_A，且由於跨電阻器R4的電壓降而降低到參考電壓VREF_B。

【0046】 在第4圖的特定實例中，斜坡信號RAMP_A、RAMP_B分別注入到參考電壓VREF_A、VREF_B上。例如，斜坡信號RAMP_A、RAMP_B藉由參考電壓VREF_A、VREF_B偏置，從而致使斜坡信號RAMP_A、RAM

P_B集中在參考電壓VREF_A、VREF_B上。經偏置的斜坡信號稱為經修改的斜坡信號RAMP_A1、RAMP_B1。

【0047】 如在第4圖中所示，比較器U1、U2基於經修改的斜坡信號RAMP_A1、RAMP_B1及感測輸出電壓Vout來生成PWM控制信號DRIVE_A、DRIVE_B。特別地，比較器U1比較經修改的斜坡信號RAMP_A1與回饋信號VFB，且生成PWM控制信號DRIVE_A。同樣，比較器U2比較經修改的斜坡信號RAMP_B1與回饋信號VFB，且生成PWM控制信號DRIVE_B。在此種實例中，經修改的斜坡信號RAMP_A1、RAMP_B1用作參考電壓信號，以用於保持所生成PWM控制信號DRIVE_A、DRIVE_B的精確且一致的脈寬，及調節相關聯的電源電路(例如，本文所揭示之電源電路中的任一者)的輸出電壓。

【0048】 參考電壓VREF及電阻器R3、R4可基於所要的輸出調節來選擇及/或調整。例如，參考電壓VREF及/或電阻器R3、R4的數值可被選擇及/或調整以改變提供到比較器U1、U2的經修改的斜坡信號RAMP_A1、RAMP_B1。因此，參考電壓VREF及電阻器R3、R4可被選擇及/或調整以達成用於各種控制演算法(例如，下降電流共享、有效電流共享等)及遠程電壓感測的精確輸出調節控制。

【0049】 第5圖例示能夠與第1圖的電源電路102一起採用的控制電路508。第5圖的控制電路508係基本上相似於第4圖的控制電路408，但包括第3圖的控制開關裝置SW1、SW2。特別地，且如在第5圖中所示，控制電路508包括第

2圖至第4圖的比較器U1、U2、第4圖的參考電壓VREF、第4圖的電阻器R3、R4及第3圖的耦合到比較器U1、U2的輸出端的控制開關裝置SW1、SW2。在第5圖的實例中，比較器U1、U2比較感測(例如，取樣)輸出電壓Vout與集中在參考電壓VREF_A、VREF_B上的時鐘驅動的斜坡信號，且生成PWM控制信號DRIVE_A、DRIVE_B，如本文所解釋的。另外，開關裝置SW1、SW2利用互補時鐘信號CLOCK_A、CLOCK_B來進行控制，以用於設定PWM控制信號DRIVE_A、DRIVE_B的固定頻率。因此，可達成精確固定頻率及輸出調節。

【0050】 第6圖例示第5圖的比較器U1、U2在穩態條件下的操作波形。示出了一個完整循環內的波形，該等波形分成時間間隔t1、t2、t3、t4。在第6圖的實例中，PWM控制信號DRIVE_A、DRIVE_B具有相同的脈寬，且相位相差180度。

【0051】 如在第6圖中所示，在時間間隔t1的開始處，時鐘信號CLOCK_A從高轉變至低，且時鐘信號CLOCK_B從低轉變至高。時鐘信號CLOCK_A的高至低轉變觸發PWM控制信號DRIVE_A的導通時間。在時間間隔t1期間，比較器U1將回饋信號VFB(例如，取樣輸出電壓Vo)與經修改的斜坡信號RAMP_A1進行比較。當經修改的斜坡信號RAMP_A1係高於回饋信號VFB時，PWM控制信號DRIVE_A為高。因此，在時間間隔t1期間，藉由PWM控制信

號DRIVE_A控制的一或多個開關裝置係導通的，且相關聯的電源電路可將電力遞送到輸出端(例如，負載)。

【0052】 PWM控制信號DRIVE_A保持高，直到經修改的斜坡信號RAMP_A1在時間間隔t2處與回饋信號VFB相交。例如，當經修改的斜坡信號RAMP_A1下落到低於回饋信號VFB時，比較器U1的輸出(例如，PWM控制信號DRIVE_A)變為低態。因此，藉由PWM控制信號DRIVE_A控制的一或多個開關裝置關閉。PWM控制信號DRIVE_A保持低，直到時鐘信號CLOCK_A在時間間隔t4結束處的下一個高至低轉變。

【0053】 在時間間隔t3處，時鐘信號CLOCK_B從高轉變至低。此時鐘動作觸發PWM控制信號DRIVE_B的導通時間的開始。例如，在時間間隔t3期間，比較器U2將回饋信號VFB與經修改的斜坡信號RAMP_B1進行比較。當經修改的斜坡信號RAMP_B1係高於回饋信號VFB時，PWM控制信號DRIVE_B為高。因此，在時間間隔t3期間，藉由PWM控制信號DRIVE_B控制的一或多個開關裝置係導通的，且相關聯的電源電路可將電力遞送到輸出端。

【0054】 PWM控制信號DRIVE_B保持高，直到經修改的斜坡信號RAMP_B1在時間間隔t4處與回饋信號VFB相交。例如，當經修改的斜坡信號RAMP_B1下落到低於回饋信號VFB時，比較器U2的輸出(例如，PWM控制信號DRIVE_B)變為低態。因此，藉由PWM控制信號DRIVE_B控制的一或多個開關裝置關閉。

【0055】 第7圖例示相似於第5圖的控制電路508的控制電路708，但包括用於生成斜坡信號RAMP_A、RAMP_B的部件。例如，第7圖的控制電路708除了第5圖的比較器U1、U2、控制開關裝置SW1、SW2(例如，示出為MOSFET)、參考電壓VREF及電阻器R1至R4以外亦包括電容器C1、C6及電阻器R5、R6。時鐘信號CLOCK_A、CLOCK_B驅動控制開關裝置SW1、SW2，如以上所解釋的。

【0056】 時鐘信號CLOCK_A、CLOCK_B經由RC電路耦合到比較器U1、U2的非反相輸入端。RC電路生成斜坡信號RAMP_A、RAMP_B。特別地，時鐘信號CLOCK_A穿過電容器C1及電阻器R5以生成斜坡信號RAMP_A，且時鐘信號CLOCK_B穿過電容器C6及電阻器R6以生成斜坡信號RAMP_B。

【0057】 如在第7圖中所示，參考電壓VREF經由電阻器R3、R4偏置兩個非反相比較器輸入端。同時，RC電路(例如，電阻器R5、R6及電容器C1、C6)與斜坡信號RAMP_A、RAMP_B重疊在同一比較器輸入端上。此在比較器U1、U2的非反相輸入端形成經修改的斜坡信號RAMP_A1、RAMP_B1，如以上所解釋的。

【0058】 另外，控制電路708可包括視情況選用之濾波部件，以用於降低輸出電壓漣波及保持原始回饋信號VFB。例如，且在第7圖中所示，控制電路708包括具有電容器C3、C4及電阻器R2、R8的視情況選用之低通濾波電路。電

阻器R2及電容器C3提供第一級高頻濾波，且電阻器R8及電容器C4提供另外的濾波。

【0059】 在一些實例中，所想要的可能係調整參考電壓VREF。例如，參考電壓VREF之調整可能係輸出電壓校準、電流共享、遠程感測、輸出電壓修整等所需要的。例如，第8圖例示用於調整第4圖、第5圖及第7圖的參考電壓VREF的電路830。

【0060】 如在第8圖中所示，電路830包括電阻器R11、R12、R13、R16、電容器C5、C8、C9、齊納二級體D3及輸入端VREF_ADJ。在第8圖的實例中，輸入端VREF_ADJ可耦合到微控制器(例如，微控制器的PWM輸出端)。微控制器可在輸入端VREF_ADJ處改變信號的佔空比。此信號可調整用於設定參考電壓VREF的界定電壓VCC。

【0061】 本文所揭示之控制電路可與依賴於兩個互補控制信號(例如，驅動信號)的任何合適的轉換器拓撲一起採用。因此，本文所揭示之電源電路可包括各種不同的轉換器拓撲，包括例如交錯式雙電晶體正激(interleaved two-transistor forward，ITTF)拓撲、半橋拓撲、全橋拓撲、推拉拓撲等。例如，藉由控制電路生成的PWM控制信號可用於在電源開關裝置相對於彼此相位相差180度進行操作時驅動電源電路的前向部分中的電源開關裝置。此可特別用於交錯式拓撲中。另外，控制電路可利用隔離的

或非隔離的電源轉換器來實施。例如，所生成控制信號可與其一或多個對應電源電路電隔離。

【0062】 例如，第9圖例示包括具有ITTF拓撲的電源電路902及第5圖的控制電路508的開關電源轉換器900。如在第9圖中所示，電源電路902包括：子電路904（例如，一個相位），該子電路904具有電源開關裝置SW3、SW4及耦合到電源開關裝置SW3、SW4的二級體D1、D2；及子電路906（例如，另一個相位），該子電路906具有電源開關裝置SW5、SW6及耦合到電源開關裝置SW5、SW6的二級體D3、D4。在第9圖的實例中，子電路904的電源開關裝置SW3、SW4利用藉由控制電路508生成的PWM控制信號DRIVE_A來進行控制，且子電路906的電源開關裝置SW5、SW6利用藉由控制電路508生成的PWM控制信號DRIVE_B來進行控制。在其他實例中，電源開關裝置SW3至SW6可藉由本文所揭示之其他控制電路中的任一者生成的PWM控制信號來進行控制。

【0063】 如在第9圖中所示，電源電路902進一步包括整流電路908及耦合在整流電路908與子電路904、906之間的變壓器T1。整流電路908包括與子電路904相關聯的二級體D5、與子電路906相關聯的二級體D6及空轉二級體D7。

【0064】 本文所揭示之控制電路可包括類比控制電路、數位控制電路或混合控制電路(例如，數位控制電路及類比電路)。數位控制電路可利用一或多種類型的數位控制電路來實施。例如，數位控制電路各自可包括數位控制器，諸如

數位信號控制器(digital signal controller，DSC)、數位信號處理器(digital signal processor，DSP)、微控制器、現場可程式閘陣列(field-programmable gate array，FPGA)、特殊應用IC(application-specific IC，ASIC)等。因此，本文所揭示之控制方法中的任一者可至少部分地藉由數位控制器來執行。

【0065】 例如，本文所揭示之控制電路中的任一者可包括微控制器及類比控制部件。在此種實例中，微控制器可用於生成及/或控制時鐘信號、參考電壓VREF等，如以上所解釋的，且類比控制部件(例如，比較器等)可用於基於時鐘信號來生成控制信號。類比控制部件可為控制電路提供極好的瞬時回應及迴路穩定性特性，如以下進一步解釋的。微控制器可藉由針對各種操作條件調整時鐘信號的頻率及/或佔空比來提供操作頻率的精確控制，如以上所解釋的。另外，微控制器可提供故障保護，輔助電源電路的軟起動及輸出上升時間控制，在電源轉換器操作變化的情況下提供靈活性等。

【0066】 本文所揭示之教示可用於各種電源應用中。例如，控制電路可用於控制AC/DC電源、DC/DC電源等中的電源電路(例如，具有ITTF拓撲的電源電路)。電源可包括例如2400 W電源等。在一些實例中，控制電路可用於控制伺服器電源應用中的電源電路。

【0067】 藉由採用本文所揭示之控制方法，基於斜坡信號及時鐘信號來達成PWM控制以確保電源轉換器符合嚴格

的負載設定檔。因此，控制電路的設計可簡化，同時減輕計算壓力且減少其微控制器的功率需求。因此，具有降低的速度的較低成本微控制器可利用控制電路來實施。

【0068】 另外，控制方法可藉由提供取樣輸出電壓的快速回饋路徑及利用取樣輸出電壓直接控制PWM控制信號的脈寬及佔空比來採用自補償技術。因此，不需要調整控制迴路以達成所要的特性的控制迴路補償(例如，PID型控制計算等)。

【0069】 取樣輸出電壓的快速回饋路徑與脈寬及佔空比的直接控制可提供極好的瞬時回應。例如，當負載以大約10A/us的轉換率從20A增加至100A時，輸出電壓可在一或兩個循環內驟降。在此類場景中，PWM控制信號可被調整以具有全佔空比。此致使輸出電壓在電流由於負載變化而斜升時恢復。同樣地，當負載降低時，PWM控制信號可被調整以具有較低佔空比。

【0070】 另外，瞬時回應可達成同時保持高增益帶寬及增益/相位餘度。測試已顯示：當負載從20A變為190A時，增益餘度保持在13 dB至15 dB之間，相位餘度保持在46度至59度之間，且增益帶寬保持在8 kHz至12 kHz之間。例如，其如在以下第1表中所示，當負載為20A時，增益餘度為15 dB，相位餘度為59度，且增益帶寬為8.73 kHz。當負載變化時，增益帶寬及增益/相位餘度基本上得到保持。例如，當負載增加至100A時，增益餘度為14.2 dB，

相位餘度為45度，且增益帶寬為9.96，如在第1表中所示。處於50A及190A的負載之測試結果亦在第1表中示出。

第1表			
負載(A)	增益餘度(dB)	相位餘度(Deg)	增益帶寬(KHz)
20	15.0	59	8.73
50	14.5	47	9.36
100	14.2	45	9.96
190	13.4	46	11.75

【0071】 此外，控制電路的穩定性可進行管理，即使當其依賴於電源電路中的輸出電容器的ESR時亦是如此。例如，在伺服器電源應用中，輸出電容器ESR可足夠高，以保持控制電路的穩定操作。例如，可採用具有約8毫歐姆的典型ESR值的聚合物鋁電容器。在此種實例中，可達成極好的瞬時回應及穩定的迴路控制。

【0072】 實施例之前述描述已被提供用於例示及描述。其不意欲為無遺漏的或限制本揭露。特定實施例的單獨元件或特徵通常不限於該特定實施例，而係在適用的情況下可互換且可用於所選擇的實施例中，即使未特別圖示或描述亦是如此。相同的方式亦可以許多方式變化。此種變化不應被視作脫離本揭露，且所有此種修改意欲包括在本揭露之範疇內。

【符號說明】

【0073】

100:開關電源轉換器

102:電源電路

104,106:電源開關裝置

108:控制電路

110,112:斜坡信號

114,116:互補時鐘信號、時鐘信號

118,120:控制信號、PWM控制信號

Vout:輸出電壓、感測輸出電壓

Vo:輸出電壓、取樣輸出電壓

208:控制電路

DRIVE_A,DRIVE_B:PWM控制信號、控制信號

U1,U2:比較器

R1,R2,R3,R4,R5,R6,R8,R11,R12,R13,R16:電阻器

VFB:回饋信號

CLOCK_A,CLOCK_B:互補時鐘信號、時鐘信號

RAMP_A,RAMP_B:斜坡信號

RAMP_A1,RAMP_B1:經修改的斜坡信號

308:控制電路

SW1,SW2:控制開關裝置、時鐘驅動的開關裝置、開關裝置

SW3,SW4,SW5,SW6:電源開關裝置

408:控制電路

VREF,VREF_A,VREF_B:參考電壓

508:控制電路

t1,t2,t3,t4:時間間隔

708:控制電路

C1,C3,C4,C5,C6,C8,C9:電容器

830:電路

D1:二極體

D2:二極體

D3:齊納二極體、二級體

D4:二極體

D5:二極體

D6:二極體

D7:空轉二極體

VREF_ADJ:輸入端

VCC:界定電壓

900:開關電源轉換器

902:電源電路

904,906:子電路

908:整流電路

T1:變壓器

【生物材料寄存】

國內寄存資訊(請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

國外寄存資訊(請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種開關電源轉換器，包含：

一電源電路，該電源電路包括至少兩個電源開關裝置；及

一控制電路，該控制電路耦合到該電源電路以用於控制該等電源開關裝置，該控制電路經組態來：感測該電源電路的一輸出電壓；基於互補時鐘信號來生成至少兩個斜坡信號；且基於該等斜坡信號中的一者及該電源電路的該輸出電壓來生成用於控制該等電源開關裝置中的一者的一第一控制信號，且基於該等斜坡信號中的另一者及該電源電路的該輸出電壓來生成用於控制該等電源開關裝置中的另一者的一第二控制信號。

【請求項2】 如請求項1所述之開關電源轉換器，其中該控制電路經組態來：基於該等斜坡信號及一參考電壓來生成至少兩個經修改的斜坡信號。

【請求項3】 如請求項1所述之開關電源轉換器，其中該控制電路包括控制開關裝置，且其中該控制電路經組態來：基於該等互補時鐘信號來驅動該等控制開關裝置，以設定該第一控制信號及該第二控制信號的一固定頻率。

【請求項4】 如請求項1所述之開關電源轉換器，其中該控制電路包括至少兩個比較器，其中該等比較器中的一者經組態來：基於該等斜坡信號中的該一者與該電源電路的該輸出電壓之間的一比較來生成該第一控制信號，

且其中該等比較器中的另一者經組態來：基於該等斜坡信號中的該另一者與該電源電路的該輸出電壓之間的一比較來生成該第二控制信號。

【請求項5】 如請求項4所述之開關電源轉換器，其中該控制電路包括控制開關裝置，其中該等控制開關裝置中的一者耦合到該等比較器中的該一者的一輸出端，其中該等控制開關裝置中的另一者耦合到該等比較器中的該另一者的一輸出端，且其中該控制電路經組態來：基於該等互補時鐘信號來驅動該等控制開關裝置，以設定該第一控制信號及該第二控制信號的一固定頻率。

【請求項6】 如請求項1所述之開關電源轉換器，其中該電源電路包括具有一第一子電路及一第二子電路的一交錯式雙電晶體正激拓撲，其中該等電源開關裝置中的該一者係該第一子電路中的一電源開關裝置，且其中該等電源開關裝置中的該另一者係該第二子電路中的一電源開關裝置。

【請求項7】 一種用於控制一電源電路的複數個電源開關裝置的方法，該控制電路包括一對比較器，該方法包含以下步驟：

感測該電源電路的一輸出電壓；

基於互補時鐘信號來生成至少兩個斜坡信號；

經由該對比較器中的一第一比較器，基於該等斜坡信號中的一者與該電源電路的該輸出電壓之間的一比較來生成用於控制該複數個電源開關裝置中的一者的一第一

控制信號；及

經由該對比較器中的一第二比較器，基於該等斜坡信號中的另一者與該電源電路的該輸出電壓之間的一比較來生成用於控制該等電源開關裝置中的另一者的一第二控制信號。

【請求項8】 如請求項7所述之方法，進一步包含以下步驟：基於該等斜坡信號及一參考電壓來生成至少兩個經修改的斜坡信號。

【請求項9】 如請求項7所述之方法，其中該控制電路進一步包含：一第一控制開關裝置，該第一控制開關裝置耦合到該第一比較器的一輸出端；及一第二控制開關裝置，該第二控制開關裝置耦合到該第二比較器的一輸出端；且

其中該控制電路經組態來：基於該等互補時鐘信號來驅動該第一控制開關裝置及該第二控制開關裝置，以設定該第一控制信號及該第二控制信號的一固定頻率。

(發明圖式)

208
DRIVE_A
VC1
R1
VB3
DRIVE_3
R2
RAMP_A
CLOCK_A
RAMP_3
CLOCK_3
第2圖
100
VOUT
102
104
106
108
110
112
116
118
120
第一比較器
第二比較器
第1圖

408
VREF_VOUT'
R3
R'
RAVP_A'
DRVE_A
VREF_A
VREF
R4
R2
RAVP_3'
DRVE_3
VREF_3
RAVP_A
C_CK_A
RAVP_3
C_CK_3
第一部
308
VOUT'
R'
DRVE_A
SW1
VREF
RAVP_A
C_CK_A
R2
DRVE_3
SW2
RAVP_3
C_CK_3
第二部

CLOCK_A
RAMP_A'
VEB
DRVEA
CLOCK_B
VEB
RAMP_B'
DRVEB
T1
T2
T3
T4

圖6

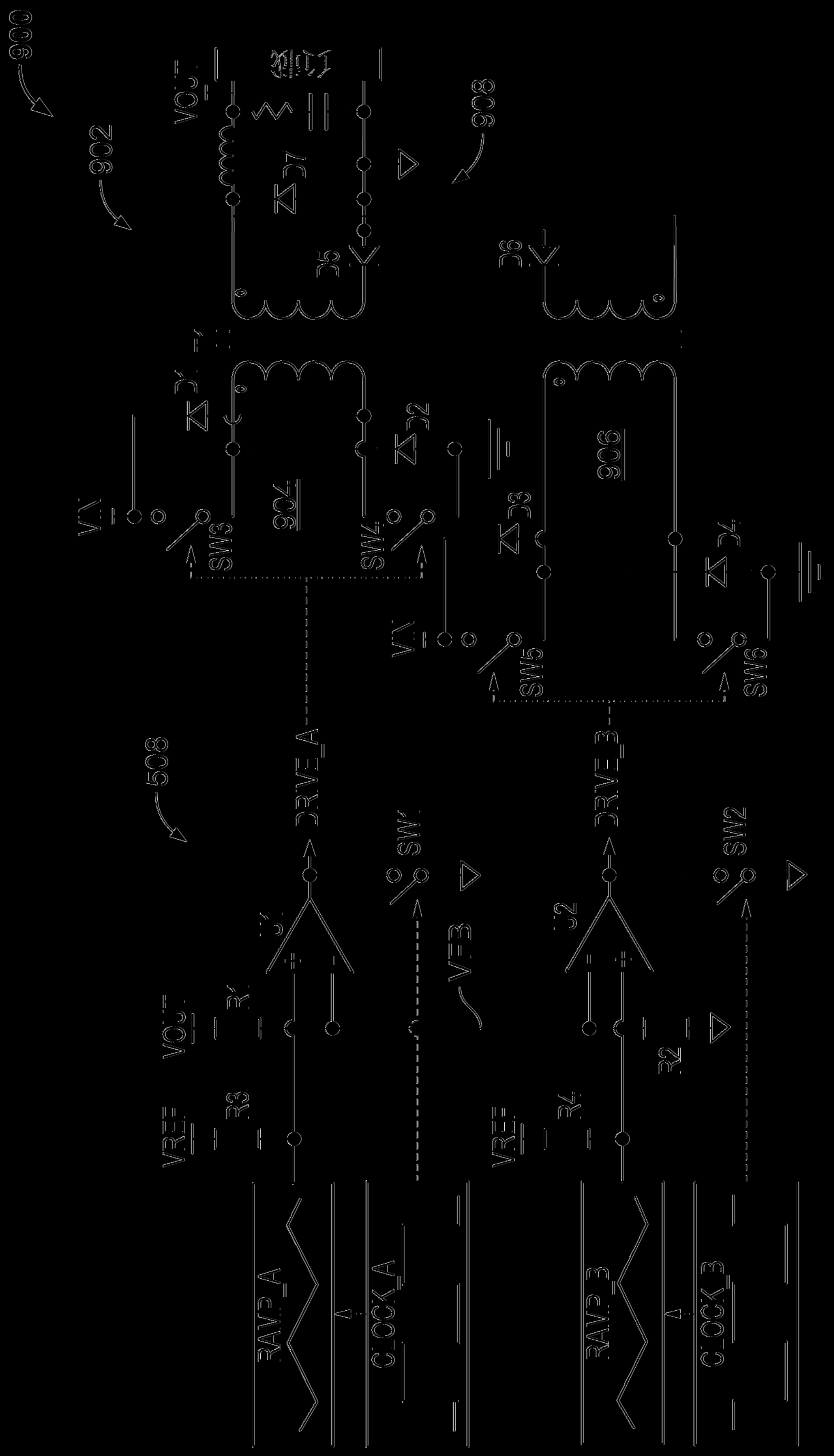
506
VREF
VOUT
R3
R1
DRVEA
SW1
VEB
VREF
R4
R2
DRVEB
SW2
RAMP_A
CLOCK_A
RAMP_B
CLOCK_B

圖5

圖7

700
VOUT
R1
RAMP_A'
C2
RAMP_A
C5
C1
R5
VB
C4
R8
C3
R2
R3
R9
DRIVE_A
SW1
VCC
CLOCK_A
VREF
C9
R4
RAMP_3'
C7
RAMP_3
C6
R6
C8
R10
DRIVE_B
SW2
VCC

圖8
330
VR1
S'2
S'3
S5
S8
S'6
S'1
S33
VR2
VSS
VR=AV


900
902
904
906
908
508
VOUT
VIN
SW2
SW3
SW5
SW6
D2
D3
D5
D6
D7
U2
R2
R3
VREF
VFB
DRIVE_A
RAMP_A
RAMP_B

第9圖