





# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

## 【發明名稱】(中文/英文)

可輸出單相及三相電壓之三埠式直流-交流電能轉換裝置及其控制方法 / Three-port DC-AC Power Converter and Control Method Thereof for Outputting Single-phase and Three-phase AC Voltages

## 【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種可輸出單相〔single-phase〕及三相〔three-phase〕電壓之三埠式〔three-port〕直流-交流電能轉換裝置及其控制方法；特別是關於一種可同時輸出單相及三相電壓之三埠式直流-交流電能轉換裝置及其控制方法。

## 【先前技術】

【0002】 習用單相三線三埠式電能轉換系統，例如：中華民國專利公告第 I462457 號之“單相三線三埠式電能轉換系統”發明專利，其揭示一種單相三線三埠式電能轉換系統。該單相三線三埠式電能轉換系統主要包含一單相三線三埠式電能轉換器，且該單相三線三埠式電能轉換器具有一高壓直流輸入/輸出埠、一低壓直流輸入/輸出埠及一交流輸入/輸出埠。

【0003】 在電路架構上，該單相三線三埠式電能轉換系統之單相三線三埠式電能轉換器包含一橋式電能轉換器、一濾波電感組、一解耦合迴路、一濾波電容組及一控制器，且該橋式電能轉換器另包含三個電力電子開關臂及一電容臂。

【0004】 承上，該高壓直流輸入/輸出埠連接一直流電壓源，且該直流電壓源為經一電能轉換器轉換之一電源、一太陽能電池陣列或一高壓直流匯流排。另外，該低壓直流

輸入/輸出埠連接另一直流電壓源，且該直流電壓源為一太陽能電池陣列、一燃料電池、一電池組或一低壓直流匯流排。將該交流輸入/輸出埠經一開關組連接至一單相三線式配電系統，且將一負載組連接於該交流輸入/輸出埠與該開關組之間。如此，該單相三線三埠式電能轉換器能同時在該高壓直流輸入/輸出埠、低壓直流輸入/輸出埠與交流輸入/輸出埠間進行能量轉換。

【0005】 然而，前述公告第 I462457 號之單相三線三埠式電能轉換系統能同時在高壓直流輸入/輸出埠、低壓直流輸入/輸出埠與交流輸入/輸出埠間進行能量轉換，但其不適用於具有輸出單相電壓及三相電壓之功能，因此其仍存在進一步改良之需求。前述中華民國專利僅為本發明技術背景之參考及說明目前技術發展狀態而已，其並非用以限制本發明之範圍。

【0006】 另一習用三相/單相電能轉換裝置，例如：中華民國專利公告第 I375394 號之“三相/單相電能轉換裝置”發明專利，其揭示一種三相/單相電能轉換裝置。該三相/單相電能轉換裝置包含一三相輸出/入端點組、一單相輸出/入端點組、一電能轉換器、一輸出濾波器、一零序迴路元件及一控制器。將該單相輸出/入端點組連接至一單相電源系統，且將該三相輸出/入端點組連接至一三相負載。

【0007】 承上，該三相輸出/入端點組包含三個端點，其用以連接一外部的三相電路，而該單相輸出/入端點組包含兩個端點，且該兩個端點用以連接一外部的單相電路。該電能轉換器包含一組三相交流端點及一中性交流端點，且該中性交流端點連接至該單相輸出/入端點組之一端點。該輸出濾波器連接於該電能轉換器之三相交流端點及三相輸出/入端點組之間，以便提供濾波功能。該零序迴路元件包含一組三相端點及一中性端點，而該三相端點連接至該三

相輸出/入端點組，且該中性端點連接至該單相輸出/入端點組之未與該電能轉換器之中性交流端點連接之另一端點，以便提供一零序電流路徑。

【0008】 承上，該控制器用以控制該電能轉換器，以便在該電能轉換器之三相交流端點產生一正序電流成份及一零序電流成份，而該正序電流成份流經該輸出濾波器及三相輸出/入端點組至該外部的三相電路，且該零序電流成份經該輸出濾波器、零序迴路元件、單相輸出/入端點組、外部單相電路及電能轉換器之中性交流端點。

【0009】 在電能轉換時，該三相/單相電能轉換裝置可將單相電力轉換至三相電力，而該電能轉換器輸出之零序電流成份為一弦波電流，且該弦波電流與該單相電源系統之單相電壓同相位，且該弦波電流用以自該單相電源系統吸收實功，以維持單相電流低諧波失真及單位功因。另外，該電能轉換器輸出之正序電流成份在該三相輸出/入端點組上建立一高品質的三相電壓，以提供該三相負載使用。

【0010】 然而，前述公告第 I375394 號之三相/單相電能轉換裝置利用電能轉換器輸出之正序電流成份，且該正序電流成份在三相輸出/入端點組上建立一高品質的三相電壓，但其不適用於同時具有輸出單相電壓及三相電壓之功能，因此其仍存在進一步改良之需求。前述中華民國專利僅為本發明技術背景之參考及說明目前技術發展狀態而已，其並非用以限制本發明之範圍。

【0011】 在傳統上為了同時提供單相及三相之兩種電壓，必須採用兩組獨立固態電力電子轉換器，如此方能同時輸出單相及三相交流電力，因此其成本相對提高，其應用集成度也相對較低。

【0012】 有鑑於此，本發明為了滿足上述需求，其提供一種可同時輸出單相及三相電壓之三埠式直流-交流電能

轉換裝置及其控制方法，其包含一高壓直流埠、一三相交流埠、一單相交流埠、一三埠式電能轉換器及一控制器，且該三埠式電能轉換器包含一三相電能轉換器、一零序變壓器、一三相濾波電感器組、一三相濾波電容器組及一單相濾波電容器，而該高壓直流埠之電能經該三相電能轉換器之三個電力電子開關臂產生三個含零序與非零序成份之電流，經該三相濾波電感器組濾除電力電子開關切換所產生之高頻諧波成分，再經該零序變壓器進行解耦合成一組非零序電流成份及一組零序電流成份，且該零序變壓器僅允許該組零序電流成份流過，且該組零序電流成份經由該單相濾波電容器至該單相交流埠，以產生一振幅與頻率固定之單相交流電壓，而該組非零序電流成份則經由該三相濾波電容器組至該三相交流埠，以產生一振幅與頻率固定之三相交流電壓，且該三相電能轉換器為一單一級直流-交流電能轉換器，因此其僅需單一級電能轉換器即可同時提供單相及三相之兩種電壓，以便大幅簡化電力電路及控制電路。

#### 【發明內容】

【0013】 本發明較佳實施例之主要目的係提供一種可同時輸出單相及三相電壓之三埠式直流-交流電能轉換裝置及其控制方法，其包含一高壓直流埠、一三相交流埠、一單相交流埠、一三埠式電能轉換器及一控制器，且該三埠式電能轉換器包含一三相電能轉換器、一零序變壓器、一三相濾波電感器組、一三相濾波電容器組及一單相濾波電容器，而該高壓直流埠之電能經該三相電能轉換器之三個電力電子開關臂產生三個含零序與非零序成份之電流，經該三相濾波電感器組濾除電力電子開關切換所產生之高頻諧波成分，再經該零序變壓器進行解耦合成一組非零序電流成份及一組零序電流成份，且該零序變壓器僅允許該

組零序電流成份流過，且該組零序電流成份經由該單相濾波電容器至該單相交流埠，以產生一振幅與頻率固定之單相交流電壓，而該組非零序電流成份則經由該三相濾波電容器組至該三相交流埠，以產生一振幅與頻率固定之三相交流電壓，且該三相電能轉換器為一單一級直流-交流電能轉換器，以達成簡化整體電路之目的。

【0014】 為了達成上述目的，本發明較佳實施例之三埠式直流-交流電能轉換裝置包含：

【0015】 一高壓直流埠，其用以輸入一直流電能；

【0016】 一三相交流埠，其用以輸出一三相交流電壓；

【0017】 一單相交流埠，其用以輸出一單相交流電壓；

【0018】 一三埠式電能轉換器，其包含一三相電能轉換器、一零序變壓器、一三相濾波電感器組、一三相濾波電容器組及一單相濾波電容器；及

【0019】 一控制器，其將該高壓直流埠之直流電能經該三相電能轉換器之三個電力電子開關臂產生三個含零序與非零序成份之電流，經該三相濾波電感器組濾除電力電子開關切換所產生之高頻諧波成分，再經該零序變壓器進行解耦合成一組非零序電流成份及一組零序電流成份，且該零序變壓器僅允許該組零序電流成份流過，且該組零序電流成份經由該單相濾波電容器至該單相交流埠，以產生一振幅與頻率固定之單相交流電壓，而該組非零序電流成份則經由該三相濾波電容器組至該三相交流埠，以產生一振幅與頻率固定之三相交流電壓；

【0020】 其中該三相電能轉換器為一單一級直流-交流電能轉換器。

【0021】 為了達成上述目的，本發明較佳實施例之三埠式直流-交流電能轉換裝置之控制方法包含：

【0022】 將一高壓直流埠之直流電能經一三相電能轉

換器之三個電力電子開關臂產生三個含零序與非零序成份之電流；

【0023】 將該三個含零序與非零序成份之電流經一三相濾波電感器組濾除電力電子開關切換所產生之高頻諧波成分；

【0024】 將該三個含零序與非零序成份之電流再經一零序變壓器進行解耦合，以獲得一組非零序電流成份及一組零序電流成份；

【0025】 該零序變壓器僅允許該組零序電流成份流過，且該組零序電流成份經由一單相濾波電容器輸出至一單相交流埠，以產生一振幅與頻率固定之單相交流電壓；及

【0026】 將該組非零序電流成份經由一三相濾波電容器組輸出至一三相交流埠，以產生一振幅與頻率固定之三相交流電壓。

【0027】 本發明較佳實施例之該零序變壓器包含由數個單相變壓器組成之零序變壓器。

【0028】 本發明較佳實施例之該由數個單相變壓器組成之零序變壓器包含由兩個單相變壓器組成之零序變壓器或由三個單相變壓器組成之零序變壓器。

【0029】 本發明較佳實施例之該數個單相變壓器之一次側與二次側繞線匝數比為 1：1。

【0030】 本發明較佳實施例之該三相電能轉換器包含一三相橋式電能轉換器、一三相 T 型電能轉換器或一三相二極體嵌位式電能轉換器。

【0031】 本發明較佳實施例之該控制器包含一零序控制迴路、一非零序控制迴路及一直流電壓均壓迴路。

【0032】 本發明較佳實施例之該零序控制迴路包含一電壓檢出器、一均方根〔RMS〕電路、一第一減法器、一



比例積分〔PI〕控制器、一乘法器、一第二減法器、一第一增益電路、一低通濾波器、一微分器、一電流檢出器、一第一加法器、一第二加法器及一第二增益電路。

【0033】 本發明較佳實施例之該非零序控制迴路包含一電壓檢出器、一均方根〔RMS〕電路、一第三減法器、數個比例積分控制器、一乘法器、一第四減法器、數個增益電路、數個低通濾波器、數個微分器、一電流檢出器、一第三加法器及一第四加法器。

【0034】 本發明較佳實施例之該直流電壓均壓迴路包含一第一電壓檢出器、一第二電壓檢出器、一第五減法器及一增益電路。

#### 【圖式簡單說明】

##### 【0035】

第 1 圖：本發明較佳實施例之可輸出單相及三相電壓之三埠式直流-交流電能轉換裝置之電路架構示意圖。

第 2(A)圖：本發明較佳實施例之可輸出單相及三相電壓之三埠式直流-交流電能轉換裝置採用第一零序變壓器之示意圖。

第 2(B)圖：本發明較佳實施例之可輸出單相及三相電壓之三埠式直流-交流電能轉換裝置採用第二零序變壓器之示意圖。

第 3(A)圖：本發明較佳實施例之可輸出單相及三相電壓之三埠式直流-交流電能轉換裝置採用第一三相電能轉換器之示意圖。

第 3(B)圖：本發明較佳實施例之可輸出單相及三相電壓之三埠式直流-交流電能轉換裝置採用第二三相電能轉換器之示意圖。

第 3(C)圖：本發明較佳實施例之可輸出單相及三相電壓之三埠式直流-交流電能轉換裝置採用第三三相電能轉

換器之示意圖。

第 4 圖：本發明較佳實施例之可輸出單相及三相電壓之三埠式直流-交流電能轉換裝置採用控制器之方塊示意圖。

#### 【實施方式】

【0036】 為了充分瞭解本發明之可輸出單相及三相電壓之三埠式直流-交流電能轉換裝置，於下文將舉例較佳實施例並配合所附圖式作詳細說明，且其並非用以限定本發明。

【0037】 本發明較佳實施例之可輸出單相及三相電壓之三埠式直流-交流電能轉換裝置及其控制方法適用於各種直流/交流電力轉換裝置，但其並非用以限制本發明之範圍。另外，本發明較佳實施例之可輸出單相及三相電壓之三埠式直流-交流電能轉換裝置適合使用於單一級直流-交流電能轉換電路及其系統。

【0038】 第 1 圖揭示本發明較佳實施例之可輸出單相及三相電壓之三埠式直流-交流電能轉換裝置之電路架構示意圖。請參照第 1 圖所示，舉例而言，本發明較佳實施例之三埠式直流-交流電能轉換裝置 1 包含一高壓直流埠 11、一三相交流埠 12、一單相交流埠 13、一三埠式電能轉換器 2 及一控制器 3。該三埠式電能轉換器 2 包含一三相電能轉換器 21、一零序變壓器 22、一三相濾波電感器組 23、一三相濾波電容器組 24 及一單相濾波電容器 25。

【0039】 請再參照第 1 圖所示，舉例而言，該高壓直流埠 11 之一高壓直流電源經由該三埠式電能轉換器 2 之三相電能轉換器 21 分別產生三個含零序與非零序成份之電流  $i_1$ 、 $i_2$ 、 $i_3$ 。接著，該三個含零序與非零序成份之電流  $i_1$ 、 $i_2$ 、 $i_3$  經由該三相濾波電感器組 23 進行濾除由電力電子開關切換所產生之數個高頻諧波成分，如第 1 圖之左側部位所示。

【0040】請再參照第 1 圖所示，接著，每個該三個含零序與非零序成份之電流  $i_1$ 、 $i_2$ 、 $i_3$  經由該零序變壓器〔或零序變壓器電路〕22 進行解耦合，以獲得一組非零序電流成份及一組零序電流成份，如第 1 圖之中間部位所示。該零序變壓器 22 僅允許該組零序電流成份流過，且該組零序電流成份選擇經由該單相濾波電容器 25 輸出至該單相交流埠 13，以產生一振幅與頻率固定之單相交流電壓，如第 1 圖之右下部位所示。

【0041】請再參照第 1 圖所示，同時，由於該組非零序電流成份無法流過該零序變壓器 22，因此將該組非零序電流成份選擇經由該三相濾波電容器組 24 輸出至該三相交流埠 12，以產生一振幅與頻率固定之三相交流電壓，如第 1 圖之右上部位所示。

【0042】請再參照第 1 圖所示，該三埠式電能轉換器 2 之三相電能轉換器 21 具有三個電力電子開關臂，且該三個電力電子開關臂分別產生三個輸出電流  $i_1(t)$ 、 $i_2(t)$ 、 $i_3(t)$  可分別表示如下：

$$i_1(t) = i_R'(t) + i_{tr1}(t) \quad (1)$$

$$i_2(t) = i_S'(t) + i_{tr2}(t) \quad (2)$$

$$i_3(t) = i_T'(t) + i_{tr3}(t) \quad (3)$$

其中  $i_R'(t)$ 、 $i_S'(t)$ 、 $i_T'(t)$  為一組非零序電流成份，而  $i_{tr1}(t)$ 、 $i_{tr2}(t)$ 、 $i_{tr3}(t)$  為一組零序電流成份，且該組零序電流成份  $i_{tr1}(t)$ 、 $i_{tr2}(t)$ 、 $i_{tr3}(t)$  之大小及相位皆相同，即表示如下：

$$i_{tr1}(t) = i_{tr2}(t) = i_{tr3}(t) = i_{tr}(t) \quad (4)$$

【0043】請再參照第 1 圖所示，顯然，該零序變壓器 22 之輸出為三個零序電流總和，其可表示為：

$$i_{tr1}(t) + i_{tr2}(t) + i_{tr3}(t) = 3i_{tr}(t) = i_{AC60Hz}(t) \quad (5)$$

【0044】在三相埠負載為平衡且線性情況下進行分析，其三相負載電流可表示為：

$$i_R'(t) = I_m \sin(\omega_{3p}t) + I_{cf} \sin(\omega_{3p}t + 90^\circ) \quad (6)$$

$$i_S'(t) = I_m \sin(\omega_{3p}t - 120^\circ) + I_{cf} \sin(\omega_{3p}t - 30^\circ) \quad (7)$$

$$i_T'(t) = I_m \sin(\omega_{3p}t + 120^\circ) + I_{cf} \sin(\omega_{3p}t + 210^\circ) \quad (8)$$

其中  $\omega_{3p}$  為三相交流電壓頻率。

【0045】承上，在單相埠之負載為線性情況下進行分析，其電流可表示為：

$$i_{AC60Hz}(t) = I_{AC60Hz} \sin(\omega_{1p}t + \theta^\circ) + I_{cf1} \sin(\omega_{1p}t + \theta^\circ + 90^\circ) \quad (9)$$

其中  $\omega_{1p}$  為單相交流電壓頻率，其可與  $\omega_{3p}$  相同或不同。

【0046】將公式(6)至(9)整理後，代入公式(1)至(3)，並獲得該三埠式電能轉換器 2 之三相電能轉換器 21 之三個輸出電流  $i_1(t)$ 、 $i_2(t)$ 、 $i_3(t)$  可整理表示如下：

$$i_1(t) = i_R'(t) + i_{r1}(t) = I_m \sin(\omega_{3p}t) + I_{cf} \sin(\omega_{3p}t + 90^\circ) + \frac{1}{3} [I_{AC60Hz} \sin(\omega_{1p}t + \theta^\circ) + I_{cf1} \sin(\omega_{1p}t + \theta^\circ + 90^\circ)] \quad (10)$$

$$i_2(t) = i_S'(t) + i_{r2}(t) = I_m \sin(\omega_{3p}t - 120^\circ) + I_{cf} \sin(\omega_{3p}t - 30^\circ) + \frac{1}{3} [I_{AC60Hz} \sin(\omega_{1p}t + \theta^\circ) + I_{cf1} \sin(\omega_{1p}t + \theta^\circ + 90^\circ)] \quad (11)$$

$$i_3(t) = i_T'(t) + i_{r3}(t) = I_m \sin(\omega_{3p}t + 120^\circ) + I_{cf} \sin(\omega_{3p}t + 210^\circ) + \frac{1}{3} [I_{AC60Hz} \sin(\omega_{1p}t + \theta^\circ) + I_{cf1} \sin(\omega_{1p}t + \theta^\circ + 90^\circ)] \quad (12)$$

【0047】請再參照第 1 圖所示，自該三相電能轉換器 21 之三相電能轉換器流出電流必須控制成如公式(10)至(12)所示之電流  $i_1(t)$ 、 $i_2(t)$ 、 $i_3(t)$ 。另外，該零序變壓器 22 將該電流  $i_1(t)$ 、 $i_2(t)$ 、 $i_3(t)$  進行解耦合，以獲得一組非零序電流成份及一組零序電流成份。該零序變壓器 22 僅允許該組零序電流成份流過，而該組零序電流成份選擇經由該單相濾波電容器 25 輸出至該單相交流埠 13，以產生該振幅與頻率固定之單相交流電壓，且將該組非零序電流成份選擇經由該三相濾波電容器組 24 輸出至該三相交流埠 12，以產生該振幅與頻率固定之三相交流電壓。

【0048】請再參照第 1 圖所示，舉例而言，該三相電能

轉換器 21 為一三相橋式電能轉換器或一三相 T 型電能轉換器或一三相二極體嵌位式電能轉換器，而該零序變壓器 22 包含由數個單相變壓器組成之零序變壓器。

【0049】 第 2(A)圖揭示本發明較佳實施例之可輸出單相及三相電壓之三埠式直流-交流電能轉換裝置採用第一零序變壓器之示意圖。請參照第 2(A)圖所示，本發明較佳實施例之第一零序變壓器 22a 由一第一單相變壓器  $T_1$  及一第二單相變壓器  $T_2$  組成，且其一次側與二次側繞線匝數比為 1:1。將該第一單相變壓器  $T_1$  一次側之打點端連接於 R 相，且將該第一單相變壓器  $T_1$  二次側之非打點端連接於 S 相。另外，將該第二變壓器  $T_2$  二次側之非打點端連接於 T 相，且將該第一變壓器  $T_1$  二次側之打點端與該第二變壓器  $T_2$  一次側之打點端串聯連接，最後將該第一變壓器  $T_1$  一次側非打點端、該第二變壓器  $T_2$  之一次側非打點端與該第二變壓器  $T_2$  之二次側打點端共同連接作為中性線即完成接線。由於該第一單相變壓器  $T_1$  及一第二單相變壓器  $T_2$  之一次側與二次側繞線匝數相同，且其一次側與二次側電流相等，因此僅有具大小及相位相同之電流可流入該第一零序變壓器 22a。

【0050】 第 2(B)圖揭示本發明較佳實施例之可輸出單相及三相電壓之三埠式直流-交流電能轉換裝置採用第二零序變壓器之示意圖。請參照第 2(B)圖所示，本發明較佳實施例之第二零序變壓器 22b 由一第一單相變壓器  $T_1$ 、一第二單相變壓器  $T_2$  及一第三單相變壓器  $T_3$  組成，且其一次側與二次側繞線匝數比為 1:1。將該第一單相變壓器  $T_1$  一次側之打點端連接於 R 相，而將該第二單相變壓器  $T_2$  一次側之打點端連接於 S 相，且將該第三單相變壓器  $T_3$  一次側之打點端連接於 T 相，並將該第一單相變壓器  $T_1$  一次側之非打點端與該第二單相變壓器  $T_2$  二次側之非打點端串

聯連接，且將該第二單相變壓器  $T_2$  一次側之非打點端與該第三單相變壓器  $T_3$  二次側之非打點端串聯連接，且將該第三單相變壓器  $T_3$  一次側之非打點端與該第一單相變壓器  $T_1$  二次側之非打點端串聯連接，最後將該第一單相變壓器  $T_1$  之二次側打點端、該第二單相變壓器  $T_2$  之二次側打點端與該第三單相變壓器  $T_3$  之二次側打點端共同連接作為中性線即完成接線。由於該第一單相變壓器  $T_1$ 、第二單相變壓器  $T_2$  及第三單相變壓器  $T_3$  一次側與二次側繞線匝數相同，其一次側與二次側電流相等，因此僅有具大小及相位相同之電流可流入該第二零序變壓器 22b。

【0051】 請參照第 1、2(A)及 2(B)圖所示，由於僅有大小相同且相位亦相同之電流可流入該零序變壓器 22、第一零序變壓器 22a 及第二零序變壓器 22b，因此只有輸出電流  $i_1$ 、 $i_2$ 、 $i_3$  之零序電流成份會流過該零序變壓器 22、第一零序變壓器 22a 及第二零序變壓器 22b，即利用該零序變壓器 22、第一零序變壓器 22a 及第二零序變壓器 22b 可解耦輸出電流  $i_1$ 、 $i_2$ 、 $i_3$  之零序電流成份與非零序電流成份。

【0052】 第 3(A)至 3(C)圖揭示本發明較佳實施例之可輸出單相及三相電壓之三埠式直流-交流電能轉換裝置採用第一三相電能轉換器或第二三相電能轉換器或第三三相電能轉換器之示意圖。如第 3(A)所示，本發明較佳實施例之第一三相電能轉換器選自一三相橋式電能轉換器 21a；如第 3(B)所示，本發明較佳實施例之第二三相電能轉換器選自一三相 T 型電能轉換器 21b；如第 3(C)所示，本發明較佳實施例之第三三相電能轉換器選自一三相二極體嵌位式電能轉換器 21c。

【0053】 第 4 圖揭示本發明較佳實施例之可輸出單相及三相電壓之三埠式直流-交流電能轉換裝置採用控制器之方塊示意圖。請參照第 4 圖所示，本發明較佳實施例之該

控制器 3 包含一零序控制迴路 31、一非零序控制迴路 32 及一直流電壓均壓迴路 33。

【0054】請再參照第 1 及 4 圖所示，舉例而言，該零序控制迴路 31 用以控制該單相交流埠 13 之輸出電壓，且該零序控制迴路 31 包含一電壓檢出器、一均方根〔RMS〕電路、一第一減法器、一比例積分〔PI〕控制器、一乘法器、一第二減法器、一第一增益電路、一低通濾波器、一微分器、一電流檢出器、一第一加法器、一第二加法器及一第二增益電路，如第 4 圖上半部所示。

【0055】請再參照第 1 及 4 圖所示，該零序控制迴路 31 利用一電壓檢出器檢出該單相交流埠 13 之輸出電壓  $v_{AC60Hz}$ ，並利用一均方根電路將該輸出電壓  $v_{AC60Hz}$  轉換為一有效值。再者，將該單相交流埠 13 之輸出電壓之期望值  $v_{AC60Hz}^*$  與該單相交流埠 13 之輸出電壓之有效值送至一第一減法器進行相減，以獲得該單相交流埠 13 之輸出電壓之一誤差值，並將該誤差值送入一比例積分控制器 I，以便運算獲得該單相交流埠 13 之輸出電壓控制信號之一振幅量。將該振幅量與一單位弦波送至一乘法器進行相乘，以獲得一相乘結果，且將該相乘結果與該單相交流埠 13 之輸出電壓  $v_{AC60Hz}$  送至一第二減法器進行相減，以獲得該單相交流埠 13 之誤差信號。再者，將該誤差信號經過一第一增益電路  $K_I$  進行轉換成該單相交流埠 13 之一輸出電壓修正之電流信號  $i_{AC60Hz}^*$ 。

【0056】請再參照第 1 及 4 圖所示，接著，再將該電壓檢出器檢出的輸出電壓  $v_{AC60Hz}$  經由一低通濾波器 I 及一微分器 I 獲得該單相濾波電容器 25 之電流  $i_{cfl}$ ，且利用一電流檢出器檢出該單相交流埠 13 之一負載電流  $i_{AC60Hz}$ ，並將該濾波電容電流  $i_{cfl}$  與該負載電流  $i_{AC60Hz}$  送至一第一加法器進行相加，以便獲得一輸出電流前饋信號  $i_{AC60Hz}$ 。接著，再

將該輸出電壓修正之電流信號  $i_{AC60Hz}^*$  與該輸出電流前饋信號  $i_{AC60Hz}$  送至一第二加法器進行相加，以便獲得一單相電流控制信號。由於該零序變壓器 22 將三個零序電流成份合成一個單相輸出電流，因此將該單相電流控制信號利用一第二增益電路進行一比例調整倍率〔1/3〕，以便獲得一零序電流控制信號。

【0057】 請再參照第 1 及 4 圖所示，舉例而言，該非零序控制迴路 32 用以控制該三相交流埠 12 之輸出電壓，且該非零序控制迴路 32 包含一電壓檢出器、一均方根〔RMS〕電路、一第三減法器、數個比例積分控制器、一乘法器、一第四減法器、數個增益電路、數個低通濾波器、數個微分器、一電流檢出器、一第三加法器及一第四加法器，如第 4 圖中間部位所示。由於該非零序控制迴路 32 用以控制該三相交流埠 12 之輸出三相電壓，其中該電壓檢出器包含三個電壓檢出電路、均方根〔RMS〕電路可計算出三相電壓之 RMS、第三減法器包含三個減法電路、乘法器包含三個乘法電路、第四減法器包含三個減法電路、電流檢出器包含三個電流檢出電路、第三加法器包含三個加法電路及第四加法器包含三個加法電路。

【0058】 請再參照第 1 及 4 圖所示，該非零序控制迴路 32 利用電壓檢出器分別檢出該三相交流埠 12 之各相輸出電壓  $v_{R/S/T}$ ，並利用一均方根電路將該各相輸出電壓  $v_{R/S/T}$  轉換為有效值。再者，將該三相交流埠 12 之輸出電壓之期望值  $v_{R/S/T}^*$  與該三相交流埠 12 之輸出三相電壓之有效值分別送至第三減法器進行相減，以獲得該三相交流埠 12 之輸出電壓之數個誤差值，並將該數個誤差值分別送至三個比例積分控制器 II、III、IV，以便運算獲得該三相交流埠 12 之輸出電壓控制信號之三個振幅量。將該三個振幅量與三個單位弦波〔頻率 60Hz，各相相位差  $120^\circ$ 〕送至乘法器進行



相乘，以獲得相乘結果，且將該相乘結果與該輸出電壓  $v_{R/S/T}$  送至第四減法器進行相減，以獲得該三相交流埠 12 之輸出電壓之誤差信號。再者，將該誤差信號經過數個增益電路  $K_{II}$ 、 $K_{III}$ 、 $K_{IV}$  進行轉換成該三相交流埠 12 之數個輸出電壓修正之電流信號  $i_{R/S/T}^*$ 。

【0059】請再參照第 1 及 4 圖所示，將該電壓檢出器檢出的輸出電壓  $v_{R/S/T}$  經由數個低通濾波器 II、III、IV 及數個微分器 II、III、IV 獲得該三相濾波電容器組 24 之濾波電容電流  $i_{cfR/S/T}$ ，且利用電流檢出器檢出該三相交流埠 12 之負載電流  $i_{R/S/T}$ ，並將該濾波電容電流  $i_{cfR/S/T}$  與該負載電流  $i_{R/S/T}$  送至第三加法器進行相加，以獲得數個輸出電流前饋信號  $i_{R/S/T}'$ 。最後，將該數個輸出電壓修正之電流信號  $i_{R/S/T}^*$  與該數個輸出電流前饋信號  $i_{R/S/T}'$  送至第四加法器進行相加，以獲得該三相交流埠 12 之非零序電流控制信號。

【0060】請再參照第 1 及 4 圖所示，該三埠式直流-交流電能轉換裝置 1 採用一 T 型多階電能轉換電路架構，而該電路架構具有中性點電位不平衡之問題，使其輸出存在直流量，因此其需加入均壓控制，以維持中性點電位之平衡。

【0061】請再參照第 4 圖所示，舉例而言，該直流電壓均壓迴路 33 包含兩個電壓檢出器、一第五減法器及一增益電路，如第 4 圖下半部所示。

【0062】請再參照第 1 及 4 圖所示，利用一第一電壓檢出器檢出該高壓直流埠 11 之一第一電容電壓  $V_{c1}$ ，並利用一第二電壓檢出器檢出該高壓直流埠 11 之一第二電容電壓  $V_{c2}$ ，將該第一電容電壓  $V_{c1}$  及第二電容電壓  $V_{c2}$  送至第五減法器進行相減，以獲得產生該高壓直流埠 11 之電容電壓誤差值  $v_{dcerr}$ 。再者，將該電容電壓誤差值  $v_{dcerr}$  經過一增益電路  $K_V$ ，以產生該高壓直流埠 11 之一均壓控制信號。

【0063】 請再參照第 1 及 4 圖所示，將該零序電流控制信號、非零序電流控制信號及均壓控制信號送至一加法器進行相加，以便獲得一 T 型多階電能轉換器之輸出電流之期望信號  $i_{contR/S/T}^*$ 。再者，利用一電流檢出器檢出該 T 型多階電能轉換器之輸出電流  $i_1$ 、 $i_2$ 、 $i_3$ ，再將該輸出電流  $i_1$ 、 $i_2$ 、 $i_3$  分別經數個增益電路  $K_{VI}$ 、 $K_{VII}$ 、 $K_{VIII}$ ；將該輸出電流之期望信號  $i_{contR/S/T}^*$  與該增益電路  $K_{VI}$ 、 $K_{VII}$ 、 $K_{VIII}$  之輸出信號送至一減法器進行相減，以獲得一相減結果。將該相減結果分別經由數個增益電路  $K_{IX}$ 、 $K_X$ 、 $K_{XI}$ ，以獲得該三埠式直流-交流電能轉換裝置 1 之各相控制信號，並分別將該各相之控制信號送入一脈波寬度調變電路中，以獲得一脈波寬度調變信號。最後，將該脈波寬度調變信號送至一驅動電路，以便驅動數個電力電子開關。

【0064】 前述較佳實施例僅舉例說明本發明及其技術特徵，該實施例之技術仍可適當進行各種實質等效修飾及/或替換方式予以實施；因此，本發明之權利範圍須視後附申請專利範圍所界定之範圍為準。本案著作權限制使用於中華民國專利申請用途。

**【符號說明】****【0065】**

- |     |                |                 |
|-----|----------------|-----------------|
| 1   | 三埠式直流-交流電能轉換裝置 |                 |
| 11  | 高壓直流埠          |                 |
| 12  | 三相交流埠          |                 |
| 13  | 單相交流埠          |                 |
| 2   | 三埠式電能轉換器       |                 |
| 21  | 三相電能轉換器        |                 |
| 21a | 三相橋式電能轉換器      | 21b 三相 T 型電能轉換器 |
| 21c | 三相二極體嵌位式電能轉換器  |                 |
| 22  | 零序變壓器          |                 |
| 22a | 第一零序變壓器        | 22b 第二零序變壓器     |
| 23  | 三相濾波電感器組       |                 |
| 24  | 三相濾波電容器組       |                 |
| 25  | 單相濾波電容器        |                 |
| 3   | 控制器            |                 |
| 31  | 零序控制迴路         | 32 非零序控制迴路      |
| 33  | 直流電壓均壓迴路       |                 |

**【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】

國外寄存資訊【請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記】

**【序列表】** (請換頁單獨記載)

I649955

## 發明摘要

※ 申請案號： 106132691

※ 申請日： 106/09/22

※IPC 分類： **H02M 7/44** (2006.01)

## 【發明名稱】(中文/英文)

可輸出單相及三相電壓之三埠式直流-交流電能轉換裝置及其控制方法 /  
Three-port DC-AC Power Converter and Control Method Thereof for  
Outputting Single-phase and Three-phase AC Voltages

## 【中文】

一種三埠式直流-交流電能轉換裝置之控制方法包含：將一高壓直流埠之直流電能經一三相電能轉換器之三個電力電子開關臂產生三個含零序與非零序成份之電流；將該含零序與非零序成份之電流經一三相濾波電感器組濾除電力電子開關切換所產生之高頻諧波成分；將該三個含零序與非零序成份之電流再經一零序變壓器進行解耦合，以獲得一組非零序電流成份及一組零序電流成份；該零序變壓器僅允許該組零序電流成份流過，且該組零序電流成份經由一單相濾波電容器輸出至一單相交流埠，以產生一振幅與頻率固定之單相交流電壓；及將該組非零序電流成份經由一三相濾波電容器組輸出至一三相交流埠，以產生一振幅與頻率固定之三相交流電壓。

## 【英文】

A control method for three-port DC-AC power converters includes: converting DC power energy from a high DC voltage port into three currents on three power electronic legs of a three-phase power converter; filtering the three currents with a three-phase inductor set to remove high-frequency harmonic components; decoupling zero-sequence current components and nonzero-sequence current components from the three currents via a zero-sequence transformer; allowing the zero sequence current components to flow through the zero-sequence transformer and further filtering the zero sequence current components via a single-phase filter capacitor to supply a single-phase AC voltage with a fixed amplitude and a fixed frequency to a single-phase AC port;

and filtering the nonzero-sequence current components via a three-phase filter capacitor set to supply a set of three-phase AC voltages with a fixed amplitude and a fixed frequency to a three-phase AC port.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】：**第（ 1 ）圖。

**【本代表圖之符號簡單說明】：**

- 1 三埠式直流-交流電能轉換器
- 11 高壓直流埠
- 12 三相交流埠
- 13 單相交流埠
- 2 三埠式電能轉換器
- 21 三相電能轉換器
- 22 零序變壓器
- 23 三相濾波電感器組
- 24 三相濾波電容器組
- 25 單相濾波電容器
- 3 控制器

**【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：**

## 申請專利範圍

1、一種可輸出單相及三相電壓之三埠式直流-交流電能轉換裝置，其包含：

一高壓直流埠，其用以輸入一直流電能；

一三相交流埠，其用以輸出一三相交流電壓；

一單相交流埠，其用以輸出一單相交流電壓；

一三埠式電能轉換器，其包含一三相電能轉換器、一零序變壓器、一三相濾波電感器組、一三相濾波電容器組及一單相濾波電容器；及

一控制器，其將該高壓直流埠之直流電能經該三相電能轉換器之三個電力電子開關臂產生三個含零序與非零序成份之電流，經該三相濾波電感器組濾除電力電子開關切換所產生之高頻諧波成分，再經該零序變壓器進行解耦合成一組非零序電流成份及一組零序電流成份，且該零序變壓器僅允許該組零序電流成份流過，且該組零序電流成份經由該單相濾波電容器至該單相交流埠，以產生一振幅與頻率固定之單相交流電壓，而該組非零序電流成份則經由該三相濾波電容器組至該三相交流埠，以產生一振幅與頻率固定之三相交流電壓；

其中該三相電能轉換器為一單一級直流-交流電能轉換器。

2、依申請專利範圍第 1 項所述之可輸出單相及三相電壓之三埠式直流-交流電能轉換裝置，其中該零序變壓器包含由數個單相變壓器組成之零序變壓器。

3、依申請專利範圍第 2 項所述之可輸出單相及三相電壓之三埠式直流-交流電能轉換裝置，其中該數個單相變壓器之匝數比為 1：1。

4、依申請專利範圍第 1 項所述之可輸出單相及三相電壓之三埠式直流-交流電能轉換裝置，其中該三相電能轉換器包含一三相橋式電能轉換器或一三相 T 型電能轉換器或一

三相二極體嵌位式電能轉換器。

5、依申請專利範圍第 1 項所述之可輸出單相及三相電壓之三埠式直流-交流電能轉換裝置，其中該控制器包含一零序控制迴路、一非零序控制迴路及一直流電壓均壓迴路。

6、一種可輸出單相及三相電壓之三埠式直流-交流電能轉換裝置之控制方法，其包含：

將一高壓直流埠之直流電能經一三相電能轉換器之三個電力電子開關臂產生三個含零序與非零序成份之電流；

將該三個含零序與非零序成份之電流經一三相濾波電感組濾除電力電子開關切換所產生之高頻諧波成分；

將該三個含零序與非零序成份之電流再經一零序變壓器進行解耦合，以獲得一組非零序電流成份及一組零序電流成份；

該零序變壓器僅允許該組零序電流成份流過，且該組零序電流成份經由一單相濾波電容器輸出至一單相交流埠，以產生一振幅與頻率固定之單相交流電壓；及

將該組非零序電流成份經由一三相濾波電容器組輸出至一三相交流埠，以產生一振幅與頻率固定之三相交流電壓。

7、依申請專利範圍第 6 項所述之可輸出單相及三相電壓之三埠式直流-交流電能轉換裝置之控制方法，其中該零序變壓器包含由數個單相變壓器組成之零序變壓器。

8、依申請專利範圍第 7 項所述之可輸出單相及三相電壓之三埠式直流-交流電能轉換裝置之控制方法，其中該數個單相變壓器之一次側與二次側繞線匝數比為 1：1。

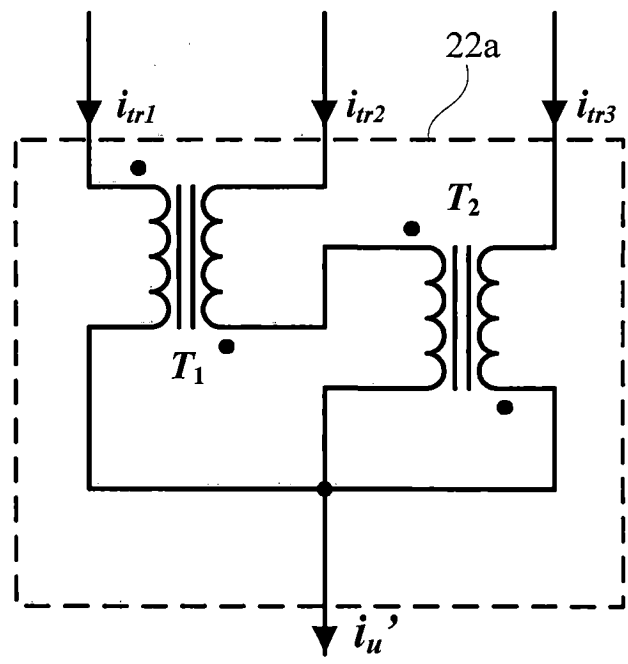
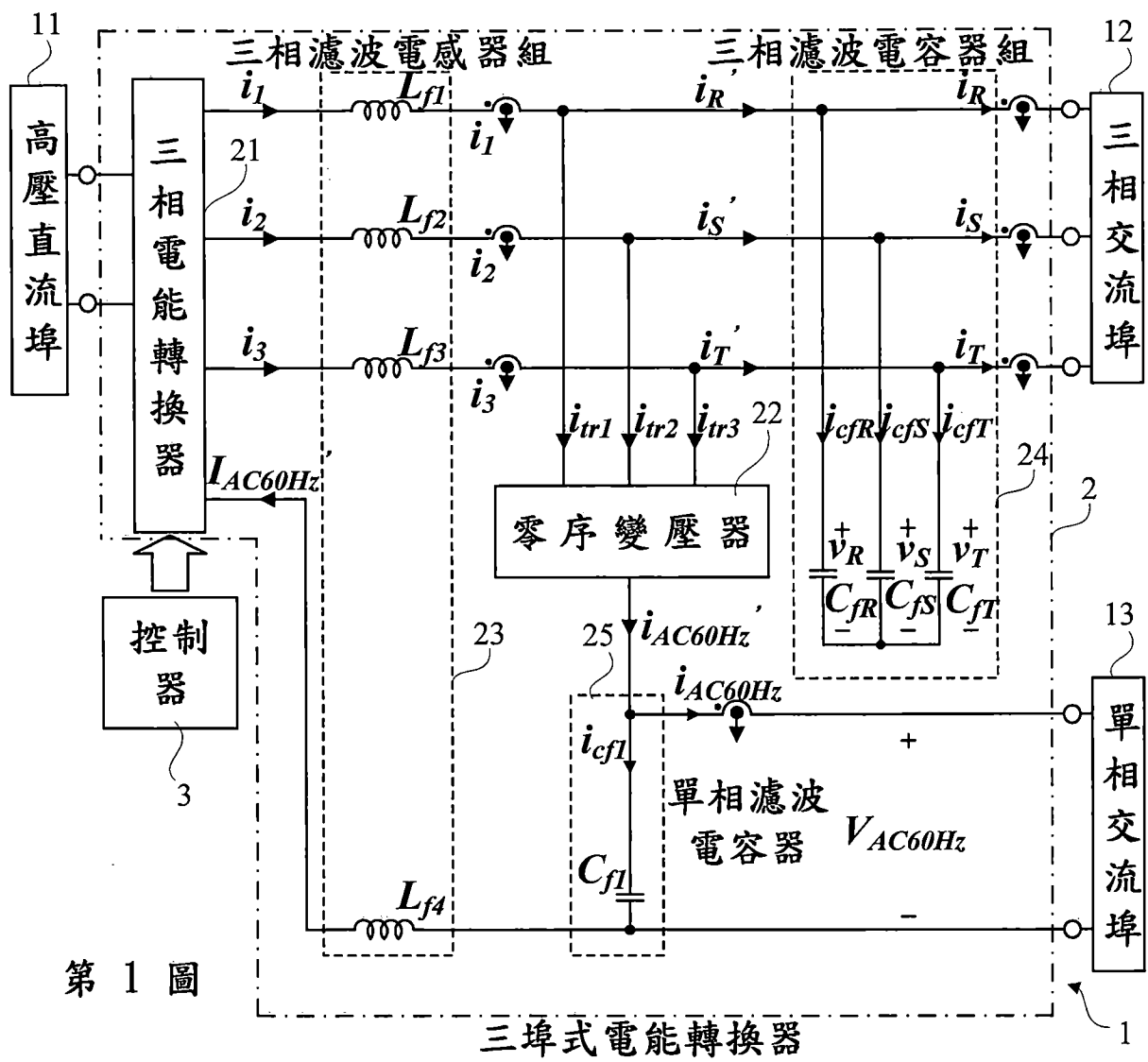
9、依申請專利範圍第 6 項所述之可輸出單相及三相電壓之三埠式直流-交流電能轉換裝置之控制方法，其中該三相電能轉換器包含一三相橋式電能轉換器或一三相 T 型電能轉換器或一三相二極體嵌位式電能轉換器。

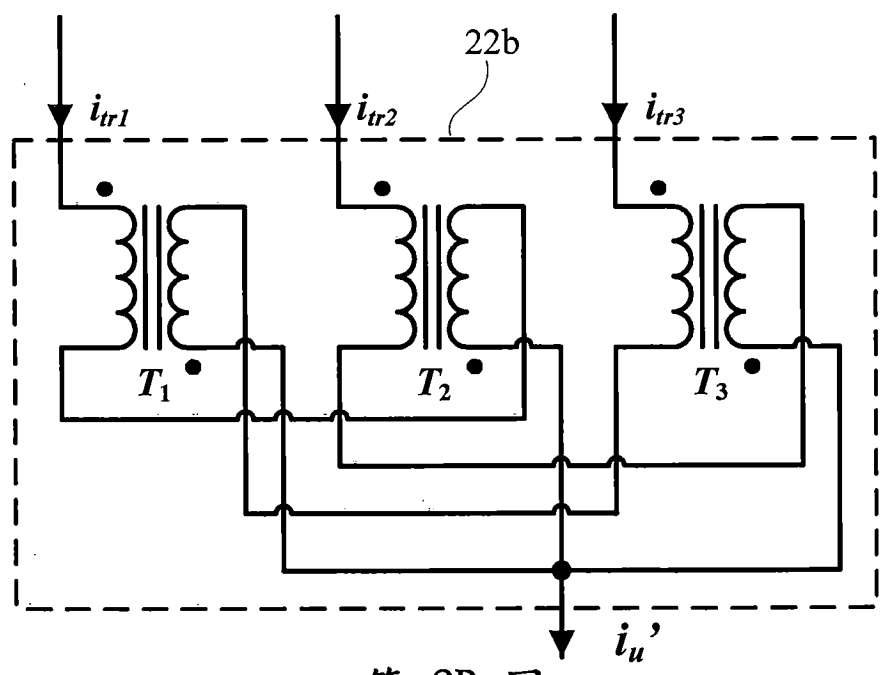
10、依申請專利範圍第 6 項所述之可輸出單相及三相電壓



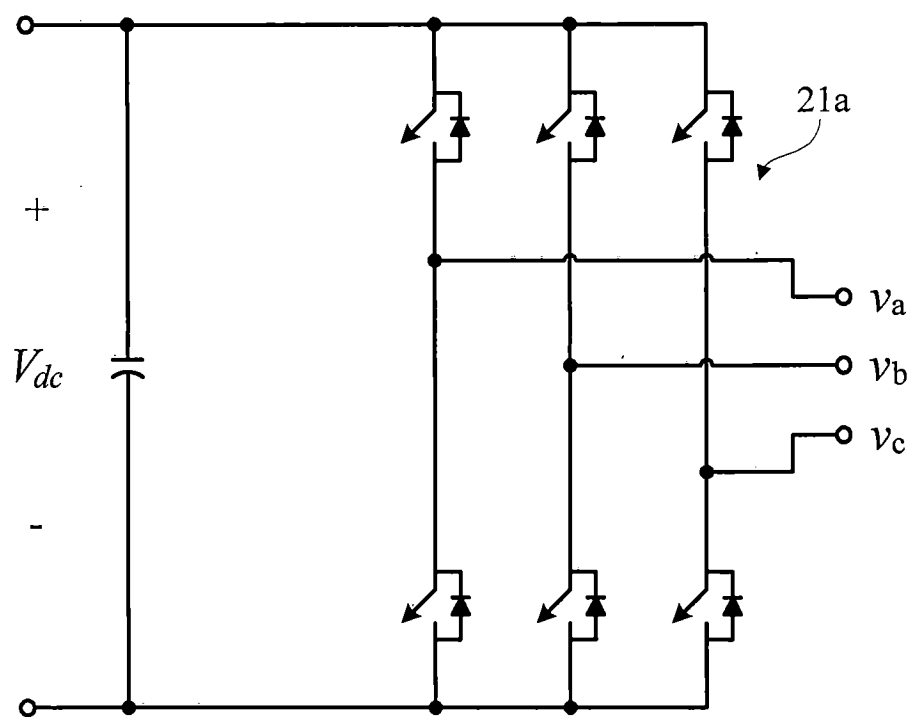
之三埠式直流-交流電能轉換裝置之控制方法，其中該控制器包含一零序控制迴路、一非零序控制迴路及一直流電壓均壓迴路。

圖式

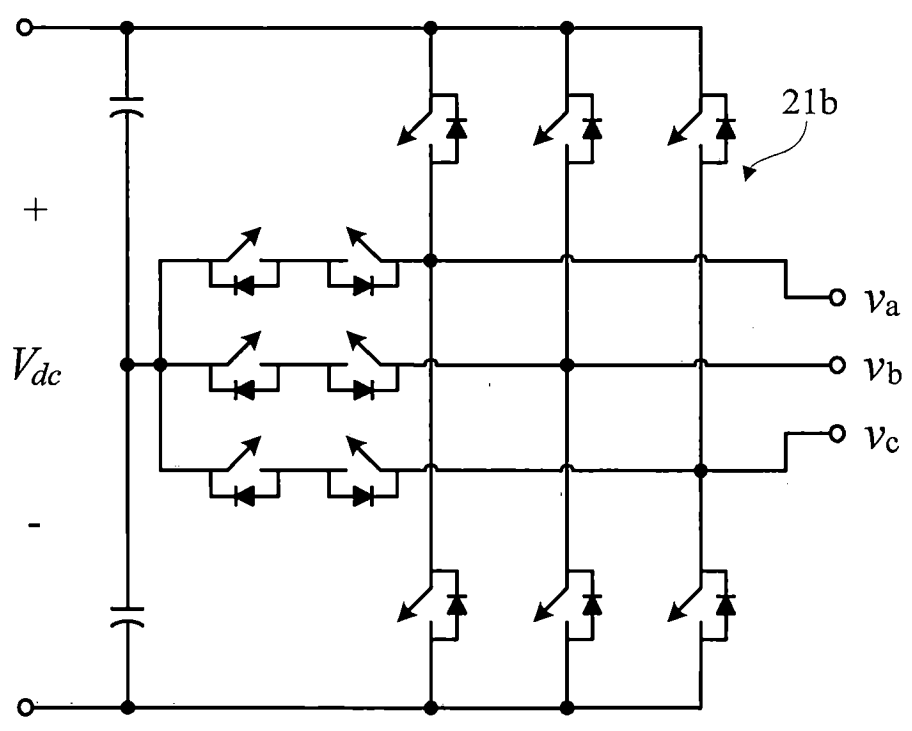




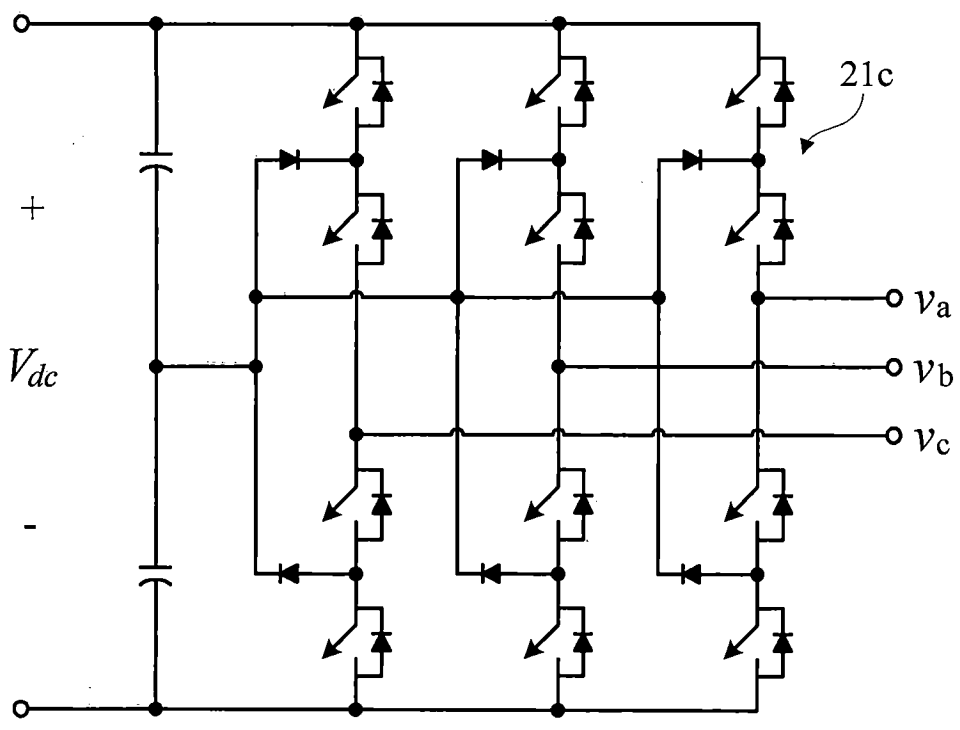
第 2B 圖



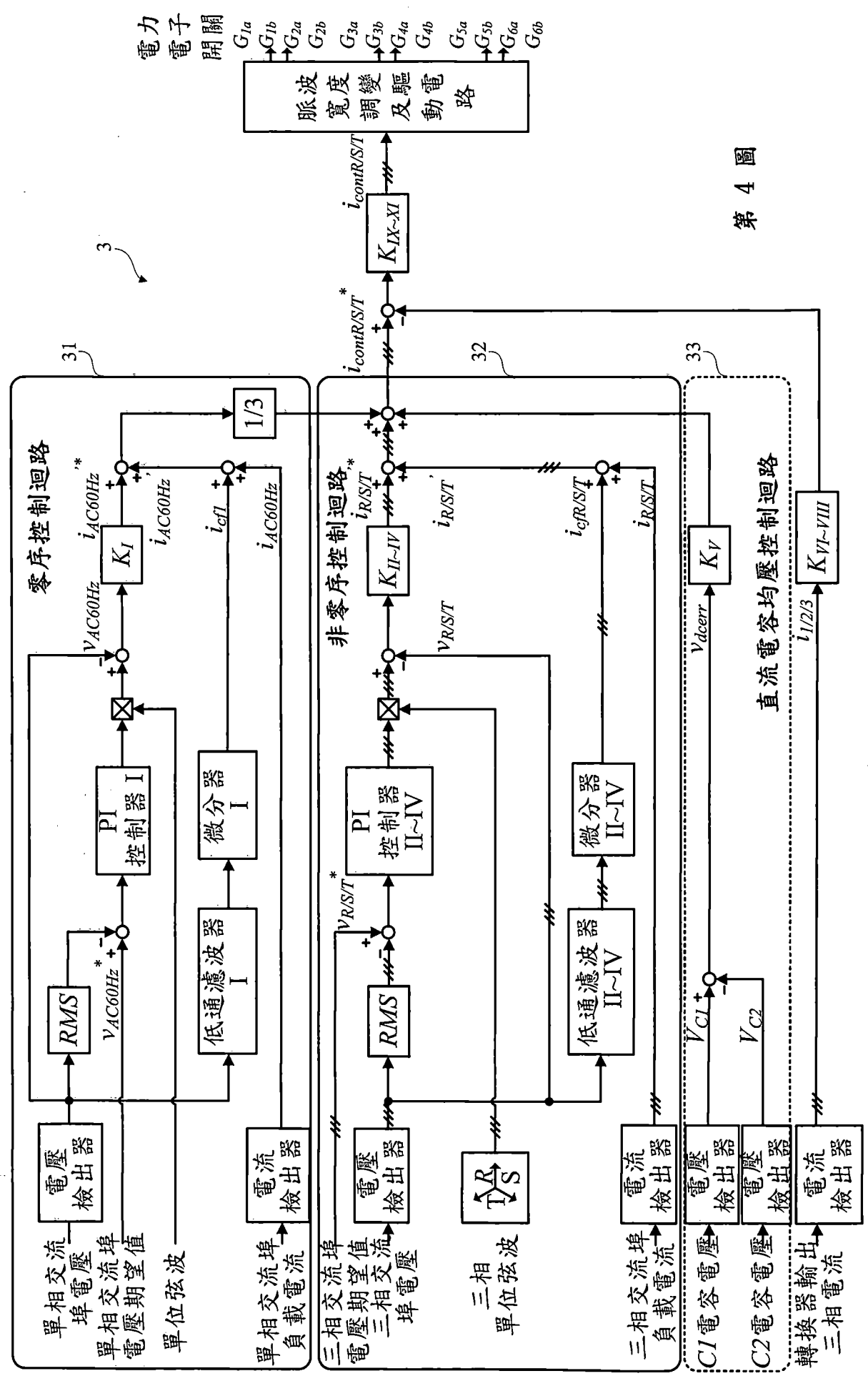
第 3A 圖



第 3B 圖



第 3C 圖



第 4 圖