

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】 電源轉換器

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種轉換器，特別是指一種能達到高電壓轉換增益的電源轉換器。

【先前技術】

【0002】 習知的太陽能發電系統和燃料電池發電系統所產生的輸出電壓是屬於低電壓以解決住宅型應用的安全性與可靠性的問題，但隨著併網發電系統的崛起，為達到其200/380V的高直流排電壓，必須先將太陽能發電系統和燃料電池發電系統所產生的低輸出電壓加以升壓，因此升壓型的電源轉換器在電力電子領域中佔了一定的重要性。

【0003】 以往的升壓型電源轉換器為了降低輸入電流漣波及符合高功率的應用，大多選擇如圖 1 所示的交錯式升壓型轉換器。該交錯式升壓型轉換器電連接一產生一輸入電壓 V_{in1} 的一外部電源 60，並包含一第一轉換器 6，和一第二轉換器 7。該第一轉換器 6 電連接該外部電源 60 以接收該輸入電壓 V_{in1} 並產生一第六電壓 V_6 和一第七電壓 V_7 。該第二轉換器 7 電連接該第一轉換器 6 以接收該等第六和第七電壓 V_6 、 V_7 ，並根據該等第六和第七電壓 V_6 、 V_7 產生一直流輸出電壓 V_{o1} 。

【0004】 當該交錯式升壓型轉換器操作於連續導通模式

(連續導通模式為流經二個電感 L_1 、 L_2 的電流大小恆大於零的狀況)時，其電壓轉換增益 M 如下述公式(1)所示。其中，參數 d 為該第一轉換器 6 的二個開關 S_1 、 S_2 的個別導通比(duty cycle)，參數 V_{o1} 為該直流輸出電壓，參數 V_{in1} 為該輸入電壓。

$$M = \frac{V_{o1}}{V_{in1}} = \frac{1}{1-d} \quad \text{公式(1)}$$

【0005】 根據公式(1)可知，當該交錯式升壓型轉換器要得到高的電壓轉換增益時，該等開關 S_1 、 S_2 則需要操作於極大的導通比 d ，造成該交錯式升壓型轉換器容易產生大電流漣波的問題。且倘若為了得到高的電壓轉換增益而使該等開關 S_1 、 S_2 操作於極大的導通比 d ，則會使二個輸出二極體 D_1 、 D_2 轉為不導通之前所流經該等輸出二極體 D_1 、 D_2 的電流大小值，與該等輸出二極體 D_1 、 D_2 轉為不導通時所流經該等輸出二極體 D_1 、 D_2 的電流大小值相差甚大，而造成反向恢復損失相當大。更甚至於，在某些應用中，例如典型的脈衝寬度調變(Pulse Width Modulation, PWM)控制積體電路(Integrated circuit, IC)的情況下，欲使導通比 d 大於 0.9 更是難以實現。故，此情況下欲得到高的電壓轉換增益更是具有相當大的難度。此外，傳統的交流式升壓型轉換器之該等開關 S_1 、 S_2 的電壓應力大多為高壓的輸出電壓，因此該等開關 S_1 、 S_2 會有較高導通電阻值，導致該等開關 S_1 、 S_2 在導通時具有較大的導通損失。

【發明內容】

【0006】 因此，本發明之目的，即在提供一種可提升電壓轉換增益，同時降低導通比與輸入電流漣波的電源轉換器。

【0007】 於是本發明電源轉換器，包含一降低電流漣波模組、一升壓模組，及一增益提升模組。

【0008】 該降低電流漣波模組適於電連接一供應一直流輸入電壓之直流電壓源，以接收來自該直流電壓源的該直流輸入電壓，並據以產生一第一電壓及一第二電壓。

【0009】 該升壓模組包括一第一升壓電路，及一第二升壓電路。

【0010】 該第一升壓電路具有分別電連接該降低電流漣波模組以分別接收來自該降低電流漣波模組的該等第一及第二電壓的一第一端與一第二端、一第三端，及一第四端，該第一升壓電路根據該等第一及第二電壓，在該等第三及第四端分別輸出一第三電壓及一第四電壓。

【0011】 該第二升壓電路電連接該第一升壓電路之該等第三及第四端以分別接收該等第三及第四電壓，並根據該等第三及第四電壓產生一升壓電壓，且該第二升壓電路包括一第一二極體，及一第一電容。

【0012】 該第一二極體具有一電連接該第一升壓電路之該第四端的陽極，及一陰極。

【0013】 該第一電容具有一電連接於該第一二極體之該陰極的第一端，及一電連接該第一升壓電路的該第三端的第二端，且該第一電容的該第一端輸出該升壓電壓。

【0014】 該增益提升模組電連接該升壓模組的該第二升壓電路以接收來自該第二升壓電路之該升壓電壓，並根據該升壓電壓產生一直流輸出電壓，且該增益提升模組包括一第一輸出二極體、一第二輸出二極體、一第三輸出二極體、一第一輸出電容、一第一二次側電感、一第二二次側電感、一第二輸出電容、一第三輸出電容，及一輸出電阻。

【0015】 該第一輸出二極體具有一電連接該第二升壓電路之該第一二極體之該陰極且接收該升壓電壓的陽極，及一陰極。

【0016】 該第二輸出二極體具有一電連接該第一輸出二極體之該陰極的陽極，及一陰極。

【0017】 該第三輸出二極體具有一電連接該第二輸出二極體之該陰極的陽極，及一陰極。

【0018】 該第一輸出電容具有一電連接該第三輸出二極體之該陰極的第一端，及一第二端。

【0019】 該第一二次側電感串聯連接該第二二次側電感，且該第一二次側電感電連接該第一輸出電容之該第二端，而該第二二次側電感電連接該第二輸出二極體之該陰極。

【0020】 該第二輸出電容電連接於該第一輸出電容之該第二端與該第一輸出二極體之該陰極之間。

【0021】 該第三輸出電容電連接於該第一輸出二極體之該陰極與地之間。

【0022】 該輸出電阻電連接於該第三輸出二極體之該陰極與地之間，該輸出電阻的跨壓作為該直流輸出電壓。

【0023】 較佳地，該降低電流漣波模組包括一第一一次側電感、一第一激磁電感、一第一漏電感、一第一開關、一第二一次側電感、一第二激磁電感、一第二漏電感，及一第二開關。

【0024】 該第一一次側電感具有一電連接該直流電壓源以接收該直流輸入電壓的第一端，及一第二端。

【0025】 該第一激磁電感並聯連接該第一一次側電感。

【0026】 該第一漏電感具有一電連接該第一一次側電感之該第二端的第一端，及一輸出該第一電壓的第二端。

【0027】 該第一開關電連接於該第一漏電感之該第二端與地之間，並具有一用以接收一第一控制信號的控制端，以致該第一開關根據該第一控制信號而導通或不導通。

【0028】 該第二一次側電感具有一電連接該直流電壓源以接收該直流輸入電壓的第一端，及一第二端。

【0029】 該第二激磁電感並聯連接該第二一次側電感。

【0030】 該第二漏電感具有一電連接該第二一次側電感之該第二端的第一端，及一輸出該第二電壓的第二端。

【0031】 該第二開關電連接於該第二漏電感之該第二端與地之間，並具有一用以接收一第二控制信號的控制端，以致該第二開關根據該第二控制信號而導通或不導通。

【0032】 本發明之功效在於藉由該第一升壓模組的該第一升壓電路和該第二升壓電路相配合，使跨於該輸出電阻

的該直流輸出電壓得以提升，進而使本發明電源轉換器的電壓轉換增益得以提高，同時該等第一和第二開關不需操作於極大的導通比而具有低電壓應力之優點。

【圖式簡單說明】

【0033】 本發明之其他的特徵及功效，將於參照圖式的實施方式中清楚地呈現，其中：

圖 1 是一電路圖，說明習知的交錯式升壓型轉換器；

圖 2 是一電路圖，說明本發明電源轉換器的一第一實施例；

圖 3 是一時序圖，說明該第一實施例；

圖 4 是一電路圖，說明該第一實施例操作於模式一；

圖 5 是一電路圖，說明該第一實施例操作於模式二；

圖 6 是一電路圖，說明該第一實施例操作於模式三；

圖 7 是一電路圖，說明該第一實施例操作於模式四；

圖 8 是一電路圖，說明該第一實施例操作於模式五；

圖 9 是一電路圖，說明該第一實施例操作於模式六；

圖 10 是一模擬示意圖，說明該第一實施例的一電壓轉換增益對一導通比的變化；

圖 11 是一波形圖，說明該第一實施例的第一及第二控制訊號、一直流輸入電壓和一直流輸出電壓；

圖 12 是一波形圖，說明該第一實施例中流經第一及第二電容和第一至第三輸出電容的電流；

圖 13 是一波形圖，說明該第一實施例的該等第一及第二控制訊號和第一及第二開關的個別跨壓；

圖 14 是一電路圖，說明本發明電源轉換器的一第二實施例圖的一第一升壓電路；

圖 15 是一電路圖，說明本發明電源轉換器的一第三實施例的第一和第二升壓電路；及

圖 16 是一電路圖，說明本發明電源轉換器的一第四實施例的第一和第二升壓電路。

【實施方式】

【0034】 在本發明被詳細描述之前，應當注意在以下的說明內容中，類似的元件是以相同的編號來表示。

【0035】 <第一實施例>

【0036】 參閱圖 2，本發明電源轉換器之第一實施例包含一降低電流漣波模組 1、一升壓模組 2，及一增益提升模組 3。

【0037】 該降低電流漣波模組 1 適於電連接一供應一直流輸入電壓 V_{in} 之直流電壓源 10，以接收來自該直流電壓源 10 的該直流輸入電壓 V_{in} ，並據以產生一第一電壓 V_1 及一第二電壓 V_2 。

【0038】 該降低電流漣波模組 1 包括一第一一次側電感 11、一第一激磁電感 L_{m1} 、一第一漏電感 L_{k1} 、一第一開關 12、一第二一次側電感 13、一第二激磁電感 L_{m2} 、一第二漏電感 L_{k2} ，及一第二開關 14。

【0039】 該第一一次側電感 11 具有一電連接該直流電壓源 10 以接收該直流輸入電壓 V_{in} 的第一端，及一第二端。該第一激磁電感 L_{m1} 並聯連接該第一一次側電感 11。該第

一漏電感 L_{k1} 具有一電連接該第一一次側電感 11 之該第二端的第一端，及一輸出該第一電壓 V_1 的第二端。該第一開關 12 電連接於該第一漏電感 L_{k1} 之該第二端與地之間，並具有一用以接收一第一控制信號 V_{gs1} 的控制端，以致該第一開關 12 根據該第一控制信號 V_{gs1} 而導通或不導通。該第二一次側電感 13 具有一電連接該直流電壓源 10 以接收該直流輸入電壓 V_{in} 的第一端，及一第二端。該第二激磁電感 L_{m2} 並聯連接該第二一次側電感 13。該第二漏電感 L_{k2} 具有一電連接該第二一次側電感 13 之該第二端的第一端，及一輸出該第二電壓 V_2 的第二端。該第二開關 14 電連接於該第二漏電感 L_{k2} 之該第二端與地之間，並具有一用以接收一第二控制信號 V_{gs2} 的控制端，以致該第二開關 14 根據該第二控制信號 V_{gs2} 而導通或不導通。在該第一實施例中，該等第一和第二開關 12、14 中的每一者是一 N 型金氧半場效電晶體，但不限於此。

【0040】 該升壓模組 2 包括一第一升壓電路 21，及一第二升壓電路 22。該第一升壓電路 21 具有分別電連接該降低電流漣波模組 1 以分別接收來自該降低電流漣波模組 1 的該等第一及第二電壓 V_1 、 V_2 的一第一端與一第二端、一第三端，及一第四端。該第一升壓電路 21 根據該等第一及第二電壓 V_1 、 V_2 ，在該等第三及第四端分別輸出一第三電壓 V_3 及一第四電壓 V_4 。該第一升壓電路 21 包括一第一升壓單元 211，該第一升壓單元 211 包括一第二電容 41，及一第二二極體 42。該第二電容 41 具有一電連接該第一升壓電

路 21 之該第一端的第一端，及一電連接該第一升壓電路 21 之該第四端的第二端。該第二二極體 42 具有一電連接該第一升壓電路 21 之該等第二及第三端的陽極，及一電連接該第一升壓電路 21 之該第四端的陰極。

【0041】 該第二升壓電路 22 電連接該第一升壓電路 21 之該等第三及第四端以分別接收該等第三及第四電壓 V_3 、 V_4 ，並根據該等第三及第四電壓 V_3 、 V_4 產生一升壓電壓 V_5 ，且該第二升壓電路 22 包括一第一二極體 221、一第一電容 222。該第一二極體 221 具有一電連接該第一升壓電路之該第四端的陽極，及一陰極。該第一電容 222 具有一電連接於該第一二極體 221 之該陰極的第一端，及一電連接該第一升壓電路 21 的該第三端的第二端，且該第一電容 222 之該第一端輸出該升壓電壓 V_5 。

【0042】 該增益提升模組 3 電連接該升壓模組 2 的該第二升壓電路 22 以接收來自該第二升壓電路 22 之該升壓電壓 V_5 ，並根據該升壓電壓 V_5 產生一直流輸出電壓 V_o 。該增益提升模組 3 包括一第一輸出二極體 31、一第二輸出二極體 32、一第三輸出二極體 33、一第一輸出電容 34、一第一二次側電感 35、一第二二次側電感 36、一第二輸出電容 37、一第三輸出電容 38，及一輸出電阻 39。

【0043】 該第一輸出二極體 31 具有一電連接該第二升壓電路 22 之該第一二極體 221 之該陰極且接收該升壓電壓 V_5 的陽極，及一陰極。該第二輸出二極體 32 具有一電連接該第一輸出二極體 31 之該陰極的陽極，及一陰極。該第

三輸出二極體 33 具有一電連接該第二輸出二極體 32 之該陰極的陽極，及一陰極。該第一輸出電容 34 具有一電連接該第三輸出二極體 33 之該陰極的第一端，及一第二端。該第一二次側電感 35 和該第二二次側電感 36 串聯連接，且該第一二次側電感 35 電連接該第一輸出電容 34 之該第二端，該第二二次側電感 36 電連接該第二輸出二極體 32 之該陰極。該第二輸出電容 37 電連接於該第一輸出電容 34 之該第二端與該第一輸出二極體 31 之該陰極之間。該第三輸出電容 38 電連接於該第一輸出二極體 31 之該陰極與地之間。該輸出電阻 39 電連接於該第三輸出二極體 33 之該陰極與地之間，該輸出電阻 39 的跨壓作為該直流輸出電壓 V_o 。

【0044】 在該第一實施例中，該第一一次側電感 11、該第一二次側電感 35 組合成一第一耦合電感，而該第一耦合電感、該第一激磁電感 L_{m1} 和該第一漏電感 L_{k1} 組合成一第一變壓器，且該第一一次側電感 11 和該第一二次側電感 35 的匝數比大小為 1。該第二一次側電感 13、該第二二次側電感 36 組合成一第二耦合電感，且該第二耦合電感、該第二激磁電感 L_{m2} 和該第二漏電感 L_{k2} 組合成一第二變壓器，且該第二一次側電感 13 和該第二二次側電感 36 的匝數比大小為 1。

【0045】 參閱圖 3，參數 I_{in} 表示該直流電壓源 10 的一輸入電流，參數 i_{Lk1} 和 i_{Lk2} 分別表示流經該第一漏電感 L_{k1} 和該第二漏電感 L_{k2} 的電流，參數 i_{31} 、 i_{221} 、 i_{42} 、 i_{32}

和 i_{33} 分別表示流經該第一輸出二極體 31 的電流、流經該第一二極體 221 的電流、流經該第二二極體 42 的電流、流經該第二輸出二極體 32 的電流、流經該第三輸出二極體 33 的電流。

【0046】 為清楚說明本發明電源轉換器的該第一實施例之操作，將以以下 6 個模式加以詳細說明，且為了方便說明，在圖 4 至圖 9 中，導通的元件以實線畫出，非導通的元件以虛線畫出。

【0047】 模式一 ($t_0 \sim t_1$)：

【0048】 參閱圖 3 和圖 4，該直流輸入電壓 V_{in} 提供能量，使得該輸入電流 I_{in} 呈線性上升，且該等第一和第二開關 12、14 分別受該等第一和第二控制信號 V_{gs1} 、 V_{gs2} 控制而導通，以致該等第一及第二二極體 221、42 和該等第一至第三輸出二極體 31~33 呈現逆向偏壓而不導通。因此，在該模式一下，流經該等第一和第二漏電感 L_{k1} 、 L_{k2} 的該等電流 i_{Lk1} 、 i_{Lk2} 分別對該等第一和第二漏電感 L_{k1} 、 L_{k2} 進行充電，且當該第二開關 14 受該第二控制信號 V_{gs2} 控制而不導通時，進入到模式二。

【0049】 模式二 ($t_1 \sim t_2$)：

【0050】 參閱圖 3 和圖 5，該第二開關 14 已切換為不導通，且該第一開關 12 持續導通。此時，該第二二極體 42、該等第一和第三輸出二極體 31、33 由逆向偏壓轉換成順向偏壓而導通，且該電流 i_{Lk2} 流經該第二漏電感 L_{k2} 後分流成一第一電流 i_1 和一第二電流 i_2 ，該第一電流 i_1 經由該

第二二極體 42、該第二電容 41 和該第一開關 12 流至地，並對該第二電容 41 進行充電。而該第二電流 i_2 經由該第一電容 222、該第一輸出二極體 31 和該第三輸出電容 38 流至地。該第二電流 i_2 對該第一電容 222 進行放電，並對該第三輸出電容 38 進行充電，因此流經該第二漏電感 L_{k2} 的該電流 i_{Lk2} 會呈線性下降。

【0051】 同時，該第二激磁電感 L_{m2} 的能量也會藉由耦合的方式傳送至該第二二次側電感 36，以致一第三電流 i_3 由該第二二次側電感 36 流經該第三輸出二極體 33 及該第一輸出電容 34，並對該第一輸出電容 34 進行充電。當儲存於該第二漏電感 L_{k2} 的能量完全釋放完畢時，進入模式三。

【0052】 模式三 ($t_2 \sim t_3$)：

【0053】 參閱圖 3 和圖 6，該第二開關 14 持續不導通，且該第一開關 12 持續導通。該第二漏電感 L_{k2} 的能量完全釋放完畢，因此該第一輸出二極體 31 和該第二二極體 42 由順向偏壓轉換為逆向偏壓而不導通。此時，該第二激磁電感 L_{m2} 的能量持續耦合至該第二二次側電感 36，且該第三電流 i_3 持續對該第一輸出電容 34 進行充電。當該第二開關 14 受該第二控制訊號 V_{gs2} 控制而導通時，進入模式四。

【0054】 模式四 ($t_3 \sim t_4$)：

【0055】 參閱圖 3 和圖 7，該第二開關 14 切換為導通，且該第一開關 12 持續導通。此時的操作模式同模式一，故

不再贅述。當該第一開關 12 受該第一控制信號 V_{gs1} 控制而不導通時，進入模式五。

【0056】 模式五 ($t_4 \sim t_5$)：

【0057】 參閱圖 3 和圖 8，該第一開關 12 已切換為不導通，且該第二開關 14 持續導通。此時，該第一二極體 221 和該第二輸出二極體 32 由逆向偏壓轉換成順向偏壓而導通，因此流經該第一漏電感 L_{k1} 的該電流 i_{Lk1} 會經由該第二電容 41、該第一二極體 221、該第一電容 222 和該第二開關 14 流至地，並對該第一電容 222 進行充電，同時該第二電容 41 經由該第一二極體 221 釋放能量至該第一電容 222。

【0058】 此外，儲存於該第一激磁電感 L_{m1} 的能量則藉由耦合的方式傳送至該第一二次側電感 35，並對該第二輸出電容 37 進行充電。當該第一漏電感 L_{k1} 的能量完全釋放完畢，且該第一二極體 221 由順向偏壓轉變為逆向偏壓而不導通時，進入模式六。

【0059】 模式六 ($t_5 \sim t_6$)：

【0060】 參閱圖 3 和圖 9，該第一開關 12 持續不導通，且該第二開關 14 持續導通。該第一二極體 221 不導通，此時該第一激磁電感 L_{m1} 的能量持續耦合至該第一二次側電感 35，並經由該第二輸出二極體 32 對該第二輸出電容 37 進行充電。當該第一開關 12 受該第一控制信號 V_{gs1} 控制而導通時，回到模式一重新開始新的一個週期。

【0061】 值得注意的是，因為在高功率應用時該輸入電

流 I_{in} 容易有較大的波幅，因此若使該第一一次側電感 11 和該第二一次側電感 13 分別接收該輸入電流 I_{in} 之一平均電流 I_{avg} 的一半(即， $I_{avg}/2$)，且該等第一和第二開關 12、14 進行交錯式操作(即，在模式二、三時，該第一開關 12 導通，且該第二開關 14 不導通，在模式五、六時，該第一開關 12 不導通，且該第二開關 14 導通)，將可使該輸入電流 I_{in} 在該第一一次側電感 11 和該第二一次側電感 13 所產生的電流漣波相互抵銷，進而降低該輸入電流 I_{in} 所產生的電流漣波大小。

【0062】 以下更將本發明電源轉換器的該第一實施例操作在上述模式時，對該直流輸出電壓 V_o 加以分析推導，且為了簡化分析，忽略該等第一和第二開關 12、14、該等第一和第二二極體 221、42，及該等第一至第三輸出二極體 31~33 的導通壓降，及時間極短的暫態特性，同時也忽略該等第一和第二漏電感 L_{k1} 、 L_{k2} ，並定義該等第一至第三輸出電容 34、37、38 的電容值夠大且足以使該等第一至第三輸出電容 34、37、38 的跨壓可視為一常數。藉此，可推導出下述公式(2)、(3)、(4)、(5)所示：

$$V_{41} = \frac{1}{1-D} V_{in} \quad \text{公式(2)}$$

$$V_{222} = \frac{2}{1-D} V_{in} \quad \text{公式(3)}$$

$$V_{38} = \frac{X1}{1-D} V_{in} \quad \text{公式(4)}$$

$$V_{34} = V_{37} = \frac{n}{1-D} V_{in} \quad \text{公式(5)}$$

【0063】 其中，參數 V_{41} 、 V_{222} 、 V_{38} 分別為該第二電容

41、該第一電容 222 及該第三輸出電容 38 的跨壓，參數 V_{34} 、 V_{37} 分別為該等第一和第二輸出電容 34、37 的跨壓，參數 V_{in} 為該直流輸入電壓，參數 D 為該等第一和第二開關 12、14 的一導通比 (duty ratio)，且該導通比 D 的值大於 0.5，參數 n 為該等第一和第二耦合電感的匝數比，且該等第一和第二耦合電感的匝數比相同，而參數 $X1$ 為一總電容數量，該總電容數量 $X1$ 等於該等第一和第二電容 222、41，及該第三輸出電容 38 的個數總和。在該第一實施例中，該總電容數量 $X1$ 如下述公式 (4.1) 所示：

$$X1 = n_{41} + n_{222} + n_{38} \quad \text{公式 (4.1)}$$

【0064】 其中，參數 n_{41} 、 n_{222} 、 n_{38} 分別為該第二電容 41、該第一電容 222 和該第三輸出電容 38 的個數。由於該第一實施例中，該第二電容 41、該第一電容 222 和該第三輸出電容 38 的個數各為 1，所以 $X1$ 等於三 (即， $X1=1+1+1=3$)。

【0065】 在該第一實施例時，本發明電源轉換器的該直流輸出電壓 V_o 為該第三輸出電容 38 和該等第一和第二輸出電容 34、37 的該等跨壓 V_{38} 、 V_{34} 、 V_{37} 相加，且可由下述公式 (6) 獲得：

$$\begin{aligned} V_o &= V_{38} + (V_{34} + V_{37}) \\ &= \frac{X1}{1-D} V_{in} + \frac{2n}{1-D} V_{in} \\ &= \frac{3}{1-D} V_{in} + \frac{2n}{1-D} V_{in} \\ &= \frac{3+2n}{1-D} V_{in} \end{aligned} \quad \text{公式 (6)}$$

【0066】 本發明電源轉換器的電壓轉換增益 (conversion gain, CG) 可由下述公式 (7) 獲得：

$$CG = \frac{V_o}{V_{in}} = \frac{2n+3}{1-D} \quad \text{公式 (7)}$$

【0067】 根據上述公式 (7) 可知，該電壓轉換增益 CG 的大小是相關於該等第一和第二耦合電感的匝數比 n，及該等第一和第二開關 12、14 的該導通比 D。因此，藉由增加該匝數比 n 或該導通比 D 即可提升本發明電源轉換器的該電壓轉換增益 CG，以致本發明電源轉換器不需如習知電源轉換器只可藉由將公式 (1) 中的導通比 d 調整至極大值才可提升其電壓轉換增益 M。此外，藉由調整該匝數比 n 或該導通比 D 的值來提升本發明電源轉換器的該電壓轉換增益 CG 使本發明電源轉換器更具有設計自由度。

【0068】 舉例來說，參閱圖 10，其為本發明電源轉換器的該電壓轉換增益 CG 對該導通比 D 之變化的模擬示意圖。根據公式 (7) 可知，當該導通比 D 的值為 0.6，該匝數比 n 的值為 1 時，該電壓轉換增益 CG 的值為 12.5。當該導通比 D 的值為 0.6，該匝數比 n 的值為 3 時，該電壓轉換增益 CG 的值為 22.5。當該導通比 D 的值為 0.6，該匝數比 n 的值為 5 時，該電壓轉換增益 CG 的值為 32.5。

【0069】 更由以下的圖 11 至圖 13 的該第一實施例的模擬實驗圖加以驗證上述的理論分析。其中，該直流輸入電壓 V_{in} 的大小為 36 伏特，該直流輸出電壓 V_o 的大小為 400 伏特，最大輸出功率為 400 瓦特，且該等第一和第二耦合電感的匝數比 n 的大小為 1。

【0070】 依上述參數值及公式(7)可推算出該導通比 D 為 0.55，對應圖 11 的模擬實驗圖確實可看出控制該等第一和第二開關 12、14 的該等第一和第二控制訊號 V_{gs1} 、 V_{gs2} 的該導通比 D 確實也約為 0.55，故，可證實上述的理論分析推導出來的公式(7)所算出來的導通比 D 確實與模擬實驗圖相符合。

【0071】 再由公式(2)至公式(5)可推算出該第二電容 41 的跨壓 V_{41} 的大小為 80 伏特，該第一電容 222 的跨壓值 V_{222} 的大小為 160 伏特，該第三輸出電容 38 的跨壓 V_{38} 的大小為 240 伏特，而該等第一和第二輸出電容 34、37 的該等跨壓 V_{34} 和 V_{37} 的大小為 80 伏特，並將該等第一和第二開關 12、14、該等第一和第二二極體 221、42、該等第一至第三輸出二極體 31~33 的導通壓降考慮在內再比對圖 12，可清楚看到圖 12 的模擬實驗圖的該第一電容 222 和該等第一至第三輸出電容 34、37、38 的該等跨壓 V_{222} 、 V_{34} 、 V_{37} 、 V_{38} 的大小確實與由公式(2)至公式(5)所推算出的該等跨壓 V_{222} 、 V_{34} 、 V_{37} 、 V_{38} 的大小相同。

【0072】 參閱圖 13，為該第一實施例的該等第一及第二控制訊號 V_{gs1} 、 V_{gs2} 和該等第一和第二開關 12、14 的該等跨壓 V_{ds1} 、 V_{ds2} 的波形圖。可觀察出當該等第一和第二開關 12、14 不導通時，該等第一和第二開關 12、14 的該等跨壓 V_{ds1} 、 V_{ds2} 的大小約為 80 伏特，僅為該直流輸出電壓 V_o (V_o 等於 400 伏特)的五分之一倍，因此可證實本發明電源轉換器的該等第一和第二開關 12、14 具有低電壓應

力的優點。

【0073】 <第二實施例>

【0074】 參閱圖 14，本發明電源轉換器之一第二實施例與該第一實施例的差別為該第一升壓電路 21 還包括 N 個第二升壓單元 212，且該等第二升壓單元 212 中的每一者皆具有一第一端、一第二端、一第三端及一第四端， $N \geq 1$ ，N 為正整數。

【0075】 在該第二實施例中，第一個第二升壓單元 212 之該等第一及第二端分別電連接該第一升壓單元 211 之該第二二極體 42 之該陰極與該陽極。第 i 個第二升壓單元 212 之該等第一及第二端分別電連接第 i-1 個第二升壓單元 212 之該等第四及第三端， $2 \leq i \leq N-1$ ，i 為正整數。第 N 個第二升壓單元 212 之該等第一及第二端分別電連接第 N-1 個第二升壓單元 212 之該等第四及第三端，且該第 N 個第二升壓單元 212 之該等第三及第四端分別電連接該第一升壓電路 21 之該等第三及第四端。

【0076】 每一個第二升壓單元 212 包括一第三電容 43、一第三二極體 44、一第四電容 45，及一第四二極體 46。

【0077】 在第 j 個第二升壓單元 212 中， $1 \leq j \leq N$ ，j 為正整數，該第三電容 43 電連接於該第 j 個第二升壓單元 212 之該第二端與該第三端之間。該第三二極體 44 具有一電連接該第 j 個第二升壓單元 212 之該第一端的陽極，及一電連接該第 j 個第二升壓單元 212 之該第三端的陰極。該第四電容 45 電連接於該第三二極體 44 之該陽極與該第 j 個第二升

壓單元 212 之該第四端之間。該第四二極體 46 具有一電連接該第 j 個第二升壓單元 212 之該第三端的陽極，及一電連接該第 j 個第二升壓單元 212 之該第四端的陰極。

【0078】 該第二實施例的操作程序及動作原理分別近似於該第一實施例，在此不再贅述。故，由上述的公式(4)可知該第三輸出電容 38 的跨壓 V_{38} 如下述公式(8)所示：

$$V_{38} = \frac{X2}{1-D} V_{in} \quad \text{公式(8)}$$

$$X2 = n_{41} + N(n_{43} + n_{45}) + n_{222} + n_{38} \quad \text{公式(8.1)}$$

【0079】 其中，參數 X2 為一總電容數量，且公式(8.1)說明在該第二實施例中，該總電容數量 X2 等於該等第一和第二電容 222、41、該 N 個第二升壓單元 212 中的該等第三和第四電容 43、45，及該第三輸出電容 38(見圖 2)的個數總和。參數 n_{41} 、 n_{222} 、 n_{38} 分別為該第二電容 41、該第一電容 222(見圖 2)和該第三輸出電容 38 的個數，參數 n_{43} 、 n_{45} 分別為該 N 個第二升壓單元 212 中的該等第三和第四電容 43、45 的個數。舉例來說，當 $N=2$ 時， $X2=1+2(1+1)+1+1=7$ 。

【0080】 所以，依據公式(6)、(8)、(8.1)，且當 $N=2$ 時，可推導出該第二實施例的該直流輸出電壓 V_o 如下述公式(9)所示。

$$\begin{aligned} V_o &= V_{38} + (V_{34} + V_{37}) \\ &= \frac{X2}{1-D} V_{in} + \frac{2n}{1-D} V_{in} \\ &= \frac{7+2n}{1-D} V_{in} \end{aligned} \quad \text{公式(9)}$$

【0081】 <第三實施例>

【0082】 參閱圖 15，本發明電源轉換器之一第三實施例與該第一實施例的差別為該第一升壓電路 21 還包括一第二升壓單元 213，且該第二升壓單元 213 包括一第三二極體 51，及一第三電容 52。

【0083】 該第三二極體 51 具有一電連接該第一升壓電路 21(見圖 2)之該第一端與該第二電容 41 之該第一端的陽極，及一電連接該第二二極體 42 之該陽極的陰極。該第三電容 52 具有一電連接該第一升壓電路 21 之該第二端的第一端，及一電連接該第二二極體 42 之該陽極的第二端。

【0084】 該第三實施例的操作程序及動作原理分別近似於該第一實施例，故不再重述。故，由上述的公式(4)可知該第三輸出電容 38 的跨壓 V_{38} 如下述公式(10)：

$$V_{38} = \frac{X3}{1-D} V_{in} \quad \text{公式(10)}$$

$$X3 = n_{52} + n_{41} + n_{222} + n_{38} \quad \text{公式(10.1)}$$

【0085】 其中，參數 X3 為一總電容數量，且公式(10.1)說明在該第三實施例中，該總電容數量 X3 等於該第三電容 52、該等第一和第二電容 222、41，及該第三輸出電容 38(見圖 2)的個數總和。參數 n_{52} 、 n_{41} 、 n_{222} 、 n_{38} 分別為該第三電容 52、該第二電容 41、該第一電容 222 和該第三輸出電容 38(見圖 2)的個數。由於該第三實施例的該第三電容 52、該第二電容 41、該第一電容 222 和該第三輸出電容 38 的個數各為 1，所以 X3 等於四(即， $X3=1+1+1+1=4$)。

【0086】 所以，依據公式(6)、(10)、(10.1)可推導出該第

三實施例的該直流輸出電壓 V_o 如下述公式(11)所示。

$$\begin{aligned} V_o &= V_{38} + V_{34} + V_{37} \\ &= \left(\frac{X3}{1-D} + \frac{2n}{1-D} \right) V_{in} \\ &= \left(\frac{4+2n}{1-D} \right) V_{in} \end{aligned} \quad \text{公式(11)}$$

【0087】 <第四實施例>

【0088】 參閱圖 16，本發明電源轉換器之一第四實施例與該第三實施例的差別為該第一升壓電路 21 還包括 N 個第三升壓單元 214，且該等第三升壓單元 214 中的每一者皆具有一第一端、一第二端、一第三端及一第四端， $N \geq 1$ ，N 為正整數。

【0089】 在該第四實施例中，第一個第三升壓單元 214 之該等第一及第二端分別電連接該第一升壓電路 21(見圖 2)之該等第一及第二端。第 i 個第三升壓單元 214 之該等第一及第二端分別電連接第 i-1 個第三升壓單元 214 之該等第四及第三端， $2 \leq i \leq N-1$ ，i 為正整數。第 N 個第三升壓單元 214 之該等第一及第二端分別電連接第 N-1 個第三升壓單元 214 之該等第四及第三端，且該第 N 個第三升壓單元 214 之該等第三及第四端分別電連接該第三電容 52 之該第一端與該第三二極體 51 之該陽極。

【0090】 每一個第三升壓單元 214 包括一第四電容 53、一第四二極體 54、一第五電容 55，及一第五二極體 56。在第 j 個第三升壓單元 214 中， $1 \leq j \leq N$ ，j 為正整數，該第四電容 53 電連接於該第 j 個第三升壓單元 214 的該第二端與該第三端之間。該第四二極體 54 具有一電連接該第 j 個

第三升壓單元 214 之該第一端的陽極，及一電連接該第 j 個第三升壓單元 214 之該第三端的陰極。該第五電容 55 電連接於該第四二極體 54 之該陽極與該第 j 個第三升壓單元 214 之該第四端之間。該第五二極體 56 具有一電連接該第 j 個第三升壓單元 214 之該第三端的陽極，及一電連接該第 j 個第三升壓單元 214 之該第四端的陰極。

【0091】 該第四實施例的操作程序及動作原理分別近似於該第一實施例，故不再重述。故，由上述的公式(4)可知該第三輸出電容 38 的跨壓 V_{38} 如下述公式(12)所示：

$$V_{38} = \frac{X4}{1-D} V_{in} \quad \text{公式(12)}$$

$$X4 = N(n_{53} + n_{55}) + n_{52} + n_{41} + n_{222} + n_{38} \quad \text{公式(12.1)}$$

【0092】 其中，參數 X4 為一總電容數量，且公式(12.1)說明在該第四實施例中，該總電容數量 X4 等於該 N 個第三升壓單元 214 中的該等第四電容 53 及該等第五電容 55、該第三電容 52、該等第一和第二電容 222、41，及該第三輸出電容 38(見圖 2)的個數總和。參數 n_{53} 、 n_{55} 分別為該 N 個第三升壓單元 214 中的該等第四電容 53 及該等第五電容 55 的個數，參數 n_{52} 、 n_{41} 、 n_{222} 、 n_{38} 分別為該第三電容 52、該第二電容 41(見圖 2)、該第一電容 222 和該第三輸出電容 38(見圖 2)的個數。舉例來說，當 $N=2$ 時， $X4=2(1+1)+1+1+1+1=8$

【0093】 所以，依據公式(6)、(12)、(12.1)，且當 $N=2$ 時，可推導出該第四實施例的該直流輸出電壓 V_o 為如下述公式(13)所示。

$$\begin{aligned}
V_0 &= V_{38} + V_{34} + V_{37} \\
&= \left(\frac{X4}{1-D} + \frac{2n}{1-D} \right) V_{in} \\
&= \frac{8+2n}{1-D} V_{in}
\end{aligned}
\tag{13}$$

【0094】 綜上所述，上述實施例具有以下優點：

【0095】 1. 減少輸入電流 I_{in} 的電流漣波：藉由該第一次側電感 11 和該第二一次側電感 13 分別接收該輸入電流 I_{in} 之該平均電流 I_{avg} 的一半(即， $I_{avg}/2$)，且該等第一和第二開關 12、14 進行交錯式操作，將可使該輸入電流 I_{in} 在該第一一次側電感 11 和該第二一次側電感 13 所產生的電流漣波相互抵銷，進而降低該輸入電流 I_{in} 所產生的電流漣波大小。

【0096】 2. 高電壓轉換增益：本發明利用該第一升壓電路 21 和該第二升壓電路 22 的相配合，並藉由在該第一升壓單元 211 和該第二升壓電路 22 之間串聯連接該 N 個第二升壓單元 212(如圖 14)，或是如圖 16 所示的藉由串聯連接該 N 個第三升壓單元 214 於該第二升壓單元 213 和該降低電流漣波模組 1 之間，以使該直流輸出電壓 V_o 能有如公式(11)、(13)的變化，進而達到高電壓轉換增益，且不需如習知的升壓型電源轉換器需要藉由操作於極大的導通比 d 才能達到高電壓轉換增益。

【0097】 3. 高效率：如圖 13 所示，本發明的該等第一和第二開關 12、14 的電壓應力遠小於該直流輸出電壓 V_o ，因此該等第一和第二開關 12、14 分別會有較低導通電阻值，以致該等第一和第二開關 12、14 在導通時具有較低的導通

損失。且由圖 3 更可看出流經該等第一至第三輸出二極體 31~33 和該等第一與第二二極體 221、42 的電流 i_{31} 、 i_{32} 、 i_{33} 、 i_{221} 、 i_{42} 在該等第一至第三輸出二極體 31~33 和該等第一與第二二極體 221、42 轉為逆向偏壓而不導通之前都已大幅下降，進而改善了習知電壓轉換器的二極體反向恢復損失，並使本發明電源轉換器具有高效率的優點，故確實能達成本發明之目的。

【0098】 惟以上所述者，僅為本發明之實施例而已，當不能以此限定本發明實施之範圍，即大凡依本發明申請專利範圍及專利說明書內容所作之簡單的等效變化與修飾，皆仍屬本發明專利涵蓋之範圍內。

【符號說明】

【0099】

1.....	降低電流漣波模組	37.....	第二輸出電容
10.....	直流電壓源	38.....	第三輸出電容
11.....	第一一次側電感	39.....	輸出電阻
12.....	第一開關	41.....	第二電容
13.....	第二一次側電感	42.....	第二二極體
14.....	第二開關	43.....	第三電容
2.....	升壓模組	44.....	第三二極體
21.....	第一升壓電路	45.....	第四電容
211.....	第一升壓單元	46.....	第四二極體
212.....	第二升壓單元	51.....	第三二極體
213.....	第二升壓單元	52.....	第三電容
214.....	第三升壓單元	53.....	第四電容
22.....	第二升壓電路	54.....	第四二極體
221.....	第一二極體	55.....	第五電容
222.....	第一電容	56.....	第五二極體
3.....	增益提升模組	60.....	外部電源
31.....	第一輸出二極體	6.....	第一轉換器
32.....	第二輸出二極體	7.....	第二轉換器
33.....	第三輸出二極體	D1.....	輸出二極體
34.....	第一輸出電容	D2.....	輸出二極體
35.....	第一二次側電感	i1.....	第一迴路
36.....	第二二次側電感	i2.....	第二迴路

i_3 ……	第三迴路	V_{in} ……	直流輸入電壓
I_{in} ……	輸入電流	V_{in1} ……	輸入電壓
L_1 ……	電感	V_1 ……	第一電壓
L_2 ……	電感	V_2 ……	第二電壓
L_{m1} ……	第一激磁電感	V_3 ……	第三電壓
L_{m2} ……	第二激磁電感	V_4 ……	第四電壓
L_{k1} ……	第一漏電感	V_5 ……	升壓電壓
L_{k2} ……	第二漏電感	V_6 ……	第六電壓
S_1 ……	開關	V_7 ……	第七電壓
S_2 ……	開關	V_{gs1} ……	第一控制信號
V_o ……	直流輸出電壓	V_{gs2} ……	第二控制信號
V_{o1} ……	直流輸出電壓		

【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)

申請專利範圍

1. 一種電源轉換器，包含：

一降低電流漣波模組，適於電連接一供應一直流輸入電壓之直流電壓源，以接收來自該直流電壓源的該直流輸入電壓，並據以產生一第一電壓及一第二電壓；

一升壓模組，包括

一第一升壓電路，具有分別電連接該降低電流漣波模組以分別接收來自該降低電流漣波模組的該等第一及第二電壓的一第一端與一第二端、一第三端，及一第四端，該第一升壓電路根據該等第一及第二電壓，在該等第三及第四端分別輸出一第三電壓及一第四電壓，及

一第二升壓電路，電連接該第一升壓電路之該等第三及第四端以分別接收該等第三及第四電壓，並根據該等第三及第四電壓產生一升壓電壓，且該第二升壓電路包括

一第一二極體，具有一電連接該第一升壓電路之該第四端的陽極，及一陰極，及

一第一電容，具有一電連接於該第一二極體之該陰極的第一端，及一電連接該第一升壓電路的該第三端的第二端，且該第一電容之該第一端輸出該升壓電壓；及

一增益提升模組，電連接該升壓模組的該第二升壓電路以接收來自該第二升壓電路之該升壓電壓，並根據

該升壓電壓產生一直流輸出電壓，且該增益提升模組包括

一第一輸出二極體，具有一電連接該第二升壓電路之該第一二極體之該陰極且接收該升壓電壓的陽極，及一陰極，

一第二輸出二極體，具有一電連接該第一輸出二極體之該陰極的陽極，及一陰極，

一第三輸出二極體，具有一電連接該第二輸出二極體之該陰極的陽極，及一陰極，

一第一輸出電容，具有一電連接該第三輸出二極體之該陰極的第一端，及一第二端，

串聯連接的一第一二次側電感與一第二二次側電感，該第一二次側電感電連接該第一輸出電容之該第二端，該第二二次側電感電連接該第二輸出二極體之該陰極，

一第二輸出電容，電連接於該第一輸出電容之該第二端與該第一輸出二極體之該陰極之間，

一第三輸出電容，電連接於該第一輸出二極體之該陰極與地之間，及

一輸出電阻，電連接於該第三輸出二極體之該陰極與地之間，該輸出電阻的跨壓作為該直流輸出電壓。

2. 如請求項 1 所述的電源轉換器，其中，該降低電流漣波模組包括：

一第一一次側電感，具有一電連接該直流電壓源以接收該直流輸入電壓的第一端，及一第二端；

一第一激磁電感，並聯連接該第一一次側電感；

一第一漏電感，具有一電連接該第一一次側電感之該第二端的第一端，及一輸出該第一電壓的第二端；

一第一開關，電連接於該第一漏電感之該第二端與地之間，並具有一用以接收一第一控制信號的控制端，以致該第一開關根據該第一控制信號而導通或不導通；

一第二一次側電感，具有一電連接該直流電壓源以接收該直流輸入電壓的第一端，及一第二端；

一第二激磁電感，並聯連接該第二一次側電感；

一第二漏電感，具有一電連接該第二一次側電感之該第二端的第一端，及一輸出該第二電壓的第二端；及

一第二開關，電連接於該第二漏電感之該第二端與地之間，並具有一用以接收一第二控制信號的控制端，以致該第二開關根據該第二控制信號而導通或不導通。

3. 如請求項 1 所述的電源轉換器，其中，該第一升壓電路包括一第一升壓單元，且該第一升壓單元包括：

一第二電容，具有一電連接該第一升壓電路之該第一端的第一端，及一電連接該第一升壓電路之該第四端的第二端；及

一第二二極體，具有一電連接該第一升壓電路之該等第二及第三端的陽極，及一電連接該第一升壓電路之該第四端的陰極。

4. 如請求項 3 所述的電源轉換器，其中，該第一升壓電路還包括 N 個第二升壓單元，且該等第二升壓單元中的每一者具有一第一端、一第二端、一第三端及一第四端， $N \geq 1$ ， N 為正整數；

其中，第一個第二升壓單元之該等第一及第二端分別電連接該第一升壓單元之該第二二極體之該陰極與該陽極；

其中，第 i 個第二升壓單元之該等第一及第二端分別電連接第 $i-1$ 個第二升壓單元之該等第四及第三端， $2 \leq i \leq N-1$ ， i 為正整數；及

其中，第 N 個第二升壓單元之該等第一及第二端分別電連接第 $N-1$ 個第二升壓單元之該等第四及第三端，且該第 N 個第二升壓單元之該等第三及第四端分別電連接該第一升壓電路之該等第三及第四端。

5. 如請求項 4 所述的電源轉換器，其中，第 j 個第二升壓單元， $1 \leq j \leq N$ ， j 為正整數，每一第 j 個第二升壓單元包括：

一第三電容，電連接於該第 j 個第二升壓單元之該第二端與該第三端之間；

一第三二極體，具有一電連接該第 j 個第二升壓單元之該第一端的陽極，及一電連接該第 j 個第二升壓單元之該第三端的陰極；

一第四電容，電連接於該第三二極體之該陽極與該第 j 個第二升壓單元之該第四端之間；及

一 第一二極體，具有一電連接該第 j 個第二升壓單元之該第三端的陽極，及一電連接該第 j 個第二升壓單元之該第四端的陰極。

6. 如請求項 3 所述的電源轉換器，其中，該第一升壓電路還包括一第二升壓單元，且該第二升壓單元包括：

一 第三二極體，具有一電連接該第一升壓電路之該第一端與該第二電容之該第一端的陽極，及一電連接該第二二極體之該陽極的陰極；及

一 第三電容，具有一電連接該第一升壓電路之該第二端的第一端，及一電連接該第二二極體之該陽極的第二端。

7. 如請求項 6 所述的電源轉換器，其中，該第一升壓電路還包括 N 個第三升壓單元，且該等第三升壓單元中的每一者具有一第一端、一第二端、一第三端及一第四端， $N \geq 1$ ， N 為正整數；

其中，第一個第三升壓單元之該等第一及第二端分別電連接該第一升壓電路之該等第一及第二端；

其中，第 i 個第三升壓單元之該等第一及第二端分別電連接第 $i-1$ 個第三升壓單元之該等第四及第三端， $2 \leq i \leq N-1$ ， i 為正整數；及

其中，第 N 個第三升壓單元之該等第一及第二端分別電連接第 $N-1$ 個第三升壓單元之該等第四及第三端，且該第 N 個第三升壓單元之該等第三及第四端分別電連接該第三電容之該第一端與該第三二極體之該陽極。

8. 如請求項 7 所述的電源轉換器，其中，第 j 個第三升壓單元， $1 \leq j \leq N$ ， j 為正整數，每一第 j 個第三升壓單元包括：
- 一第四電容，電連接於該第 j 個第三升壓單元的該第二端與該第三端之間；
 - 一第四二極體，具有一電連接該第 j 個第三升壓單元之該第一端的陽極，及一電連接該第 j 個第三升壓單元之該第三端的陰極；
 - 一第五電容，電連接於該第四二極體之該陽極與該第 j 個第三升壓單元之該第四端之間；及
 - 一第五二極體，具有一電連接該第 j 個第三升壓單元之該第三端的陽極，及一電連接該第 j 個第三升壓單元之該第四端的陰極。
9. 如請求項 2 所述的電源轉換器，其中，該第一一次側電感和該第一二次側電感組合成一第一耦合電感，該第二次側電感和該第二二次側電感組合成一第二耦合電感。
10. 如請求項 2 所述的電源轉換器，其中，該第一開關和該第二開關中的每一者是一 N 型金氧半場效電晶體。