

【發明說明書】

【中文發明名稱】 高降壓轉換器

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種轉換器，特別是指一種高降壓轉換器。

【先前技術】

【0002】 參閱圖1，一種現有的降壓式轉換器，其降壓比由其開關的導通責任比決定 $V_o = DV_{in}$ ，其中參數 V_o 、 D 、 V_{in} 分別為輸出電壓、導通責任比、輸入電壓，但有以下缺點：

【0003】 1.降壓比低且受限於開關的導通責任比，若要增加降壓比，需使開關操作於極小的責任導通比。

【0004】 2.開關與二極體需承受高電壓與高電流應力。

【發明內容】

【0005】 因此，本發明之目的，即在提供一種高降壓轉換器。

【0006】 於是，本發明高降壓轉換器包含一個第一輸入電容、一個第二輸入電容、一個第一開關、一個第二開關、一個第一輸入二極體、一個第二輸入二極體、一個第一變壓器及一個第二變壓器、一個第一整流二極體、一個第二整流二極體、一個第一飛輪二

極體、一個第二飛輪二極體、一個第一降壓電感、一個第二降壓電感、一個第一輸出電感、一個第二輸出電感，及一個輸出電容。

【0007】 第一輸入電容具有一接收一輸入電壓的正極的第一端，及一第二端。

【0008】 第二輸入電容具有一電連接該第一輸入電容的第二端的第一端，及一接收該輸入電壓的負極的第二端。

【0009】 第一開關具有一電連接於該第一輸入電容之第一端的第一端，及一第二端，且該第一開關受控制以切換於導通狀態和不導通狀態間。

【0010】 第二開關具有一第一端，及一電連接於該第二輸入電容之第二端的第一端，且該第二開關受控制以切換於導通狀態和不導通狀態間。

【0011】 第一輸入二極體具有一電連接該第一開關的第二端的陰極，及一電連接該第二輸入電容的第二端的陽極。

【0012】 第二輸入二極體具有一電連接該第一開關的第一端的陰極，及一電連接該第二開關的第一端的陽極。

【0013】 每一變壓器具有一個初級側繞組和一個次級側繞組，且每一側繞組皆具有一第一端及一第二端，其中，該第一變壓器的初級側繞組的第一端電連接於該第一開關之第二端，該第二變壓器的初級側繞組的第一端電連接於該第一變壓器的初級側繞組的第

二端，該第二變壓器的初級側繞組的第二端電連接於該第二開關的第一端。

【0014】 第一整流二極體具有一電連接該第一變壓器的次級側繞組的第一端的陽極，及一陰極。

【0015】 第二整流二極體具有一電連接該第二變壓器的次級側繞組的第一端的陽極，及一陰極。

【0016】 第一飛輪二極體具有一電連接該第一變壓器的次級側繞組的第二端的陽極，及一陰極。

【0017】 第二飛輪二極體具有一電連接該第二變壓器的次級側繞組的第二端的陽極，及一陰極。

【0018】 第一降壓電感具有一個電連接該第一整流二極體的陰極的第一端，及一電連接該第一飛輪二極體的陰極的第二端。

【0019】 第二降壓電感具有一個電連接該第二整流二極體的陰極的第一端，及一電連接該第二飛輪二極體的陰極的第二端。

【0020】 第一輸出電感具有一個電連接該第一降壓電感的第二端的第一端，及一第二端。

【0021】 第二輸出電感具有一個電連接該第二降壓電感的第二端的第一端，及一電連接於該第一輸出電感的第二端的第二端。

【0022】 輸出電容電連接於該第一輸出電感的第二端與該第一變壓器的次級側繞組的第二端間，用來提供一輸出電壓。

【0023】 本發明之功效在於：利用第一及第二降壓電感達到提
升降壓比，而無需使第一及第二開關操作於極小的責任導通比。

【圖式簡單說明】

【0024】 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 是一種現有的降壓式轉換器的一電路圖；

圖 2 是本發明高降壓轉換器之一實施例的一電路圖；

圖 3 是該實施例的操作時序圖；

圖 4 是該實施例操作於第一階段的一電路圖；

圖 5 是該實施例操作於第二階段的一電路圖；

圖 6 是該實施例操作於第三階段的一電路圖；

圖 7 是該實施例操作於第四階段的一電路圖；

圖 8 是該實施例操作於第五階段的一電路圖；

圖 9 是該實施例操作於第六階段的一電路圖；

圖 10 是該實施例操作於第七階段的一電路圖；

圖 11 是該實施例操作於第八階段的一電路圖；

圖 12 是該實施例操作於第九階段的一電路圖；

圖 13 是該實施例操作於第十階段的一電路圖；

圖 14 是二脈波調變信號、輸入電壓與輸出電壓的一波形圖；

圖 15 是流經第一及第二輸出電感的電流波形圖；

圖 16 是流經第一降壓電感及第一輸出電感的電流波形圖；

圖 17 是流經第二降壓電感及第二輸出電感的電流波形圖；

圖 18 為本實施例於各階段的電壓、電流分析圖；及

圖 19 是本實施例與現有的降壓式轉換器的一降壓比曲線圖。

【實施方式】

【0025】 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。

【0026】 參閱圖 2，本發明高降壓轉換器之一實施例，包含一個第一輸入電容 C1、一個第二輸入電容 C2、一個第一開關 Q1、一個第二開關 Q2、一個第一輸入二極體 Dr1、一個第二輸入二極體 Dr2、一個第一變壓器 T1 及一個第二變壓器 T2、一個第一整流二極體 D1、一個第二整流二極體 D2、一個第一飛輪二極體 Df1、一個第二飛輪二極體 Df2、一個第一降壓電感 Lb1、一個第二降壓電感 Lb2、一個第一輸出電感 L1、一個第二輸出電感 L2、一個輸出電容 Co，及一個控制單元 2。

【0027】 第一輸入電容 C1 具有一接收一輸入電壓 V_{in} 的正極的第一端，及一第二端。第二輸入電容 C2 具有一電連接該第一輸入電容 C1 的第二端的第一端，及一接收該輸入電壓 V_{in} 的負極的第二端。

【0028】 第一開關Q1具有一電連接於該第一輸入電容C1之第一端的第一端，及一第二端，且該第一開關Q1受控制以切換於導通狀態和不導通狀態間。第二開關Q2具有一第一端，及一電連接於該第二輸入電容C2之第二端的第二端，且該第二開關Q2受控制以切換於導通狀態和不導通狀態間。該第一開關Q1是一N型功率半導體電晶體，且該第一開關Q1的第一端是汲極，該第一開關Q1的第二端是源極。該第二開關Q2是一N型功率半導體電晶體，且該第二開關Q2的第一端是汲極，該第二開關Q2的第二端是源極。

【0029】 第一輸入二極體Dr1具有一電連接該第一開關Q1的第二端的陰極，及一電連接該第二輸入電容C2的第二端的陽極。第二輸入二極體Dr2，具有一電連接該第一開關Q1的第一端的陰極，及一電連接該第二開關Q2的第一端的陽極。

【0030】 第一變壓器T1具有一個初級側繞組NP1和一個次級側繞組NS1，第二變壓器T2具有一個初級側繞組NP2和一個次級側繞組NS2，且每一側繞組NP1、NP2、NS1、NS2皆具有一第一端及一第二端，其中，該第一變壓器T1的初級側繞組NP1的第一端電連接於該第一開關Q1之第二端，該第二變壓器T2的初級側繞組NP2的第一端電連接於該第一變壓器T1的初級側繞組NP1的第二端，該第二變壓器T2的初級側繞組NP2的第二端電連接於該第二開關Q2的第一端。該第一及第二變壓器T1、T2的匝數比相等。每一個次

級側繞組NS1、NS2的第一端是極性點端，每一個次級側繞組NS1、NS2的第二端是非極性點端。每一初級側繞組NP1、NP2的第一端是極性點端，每一初級側繞組NP1、NP2的第二端是非極性點端。

【0031】 第一整流二極體Dr1具有一電連接該第一變壓器T1的次級側繞組NS1的第一端的陽極，及一陰極。第二整流二極體Dr2具有一電連接該第二變壓器T2的次級側繞組NS2的第一端的陽極，及一陰極。

【0032】 第一飛輪二極體Df1具有一電連接該第一變壓器T1的次級側繞組NS1的第二端的陽極，及一陰極。第二飛輪二極體Df2具有一電連接該第二變壓器T2的次級側繞組NS2的第二端的陽極，及一陰極。

【0033】 第一降壓電感Lb1具有一個電連接該第一整流二極體D1的陰極的第一端，及一電連接該第一飛輪二極體Df1的陰極的第二端。第二降壓電感Lb2具有一個電連接該第二整流二極體D2的陰極的第一端，及一電連接該第二飛輪二極體Df2的陰極的第二端。

【0034】 第一輸出電感L1具有一個電連接該第一降壓電感Lb1的第二端的第一端，及一第二端。第二輸出電感L2具有一個電連接該第二降壓電感Lb2的第二端的第一端，及一電連接於該第一輸出電感L2的第二端的第二端。

【0035】 輸出電容 C_o 電連接於該第一輸出電感 L_1 的第二端與該第一變壓器 T_1 的次級側繞組 NS_1 的第二端間，用來提供一輸出電壓 V_o 。該第一輸入電容 C_1 與該第二輸入電容 C_2 的一共同接點電連接到該第一變壓器 T_1 的初級側繞組 NP_1 的第二端，且該共同接點提供一大小為該輸入電壓的二分之一的電壓

【0036】 該控制單元2產生一切換該第一開關 Q_1 的第一脈波調變信號及一切換該第二開關 Q_2 的第二脈波調變信號，該第一脈波調變信號與該第二脈波調變信號具有相同的周期時間。該第一及第二脈波調變信號的相位差為周期時間的二分之一。以下將以十階段進一步說明開關 Q_1 、 Q_2 的切換時序圖。

【0037】 參閱圖3，為本實施例的操作時序圖，其中，參數 V_{gs1} 、 V_{gs2} 分別代表控制該第一及第二開關 Q_1 、 Q_2 是否導通的第一及第二脈波調變信號的電壓，參數 V_{Q1} 、 V_{Q2} 分別代表該第一及第二開關 Q_1 、 Q_2 的二端跨壓，參數 T_s 為第一脈波調變信號的週期時間，其中，參數 $i_{Dr1} \sim i_{Dr2}$ 分別代表流過第一至第二輸入二極體 $Dr1 \sim Dr2$ 的電流，參數 $i_{Df1} \sim i_{Df2}$ 分別代表流過第一至第二輸入二極體 $Dr1 \sim Dr2$ 的電流，參數 $i_{Lb1} \sim i_{Lb2}$ 分別代表流過第一至第二降壓電感 $Lb1$ 、 $Lb2$ 的電流，參數 $i_{L1} \sim i_{L2}$ 分別代表流過第一至第二輸出電感 $L1$ 、 $L2$ 的電流，參數 i_L 代表流過第一至第二輸出電感 $L1$ 、 $L2$ 的電流的加總，參數 i_o 代表由輸出電容 C_o 提供的輸出電流。

【0038】 以下為本實施例操作於十階段的各電路圖，其中，導通的元件以實線表示，不導通的元件以虛線表示，且更說明該二變壓器T1、T2的初級側繞組NP1、NP2的非理想等效電路中的磁化電感 L_{m1} 、 L_{m2} ，參數 $i_{L_{m1}} \sim i_{L_{m2}}$ 分別代表流過磁化電感 L_{m1} 、 L_{m2} 的電流，參數 V_{p1} 、 V_{s1} 分別代表該第一變壓器T1的初級側繞組NP1與次級側繞組NS1的二端跨壓，參數 V_{p2} 、 V_{s2} 分別代表該第二變壓器T2的初級側繞組NP2與次級側繞組NS2的二端跨壓，參數 V_{Lb1} 、 V_{Lb2} 分別代表該第一及第二降壓電感 L_{b1} 、 L_{b2} 的二端跨壓，參數 V_{L1} 、 V_{L2} 分別代表該第一及第二輸出電感 $L1$ 、 $L2$ 的二端跨壓，以下分別針對每一階段進行說明。

【0039】 第一階段（時間： $t_0 \sim t_1$ ）：

【0040】 參閱圖3及圖4，第一開關Q1導通，第二開關Q2不導通，第一輸入二極體Dr1不導通，第二輸入二極體Dr2導通，第一整流二極體D1導通，第一飛輪二極體Df1導通，第二整流二極體D2不導通，第二飛輪二極體Df2導通。

【0041】 第一輸入電容C1的電壓 $v_{C1} = V_{in}/2$ 跨於第一變壓器T1的初級側繞組NP1，即 $v_{p1} = V_{in}/2$ ，流經磁化電感 L_{m1} 的電流 $i_{L_{m1}}$ 以斜率 $V_{in}/2L_{m1}$ 線性上升，而第一變壓器T1的次級側繞組NS1的電壓 $v_{s1} = V_{in}/2n_1 > 0$ ，參數 n_1 為第一變壓器T1的匝數比，則第一整流二極體D1與第一飛輪二極體Df1同時導通，流經該第一降壓電感 L_{b1} 的電流 $i_{L_{b1}}$ 從0以斜率 $V_{in}/2n_1L_{b1}$ 線性上升，又第一輸出電

感L1的跨壓為 $v_{L1} = -V_o$ ，故流經第一輸出電感的電流 i_{L1} 以斜率 $-V_o/L_1$ 線性下降。第二變壓器T2的初級側繞組的跨壓為 $v_{p2} \cong -V_{in}/2$ ，流經磁化電感 L_{m2} 的電流 $i_{L_{m2}}$ 以斜率 $-V_{in}/2L_{m2}$ 線性下降，使第二整流二極體D2持續為不導通，第二飛輪二極體Df2為導通，則第二輸出電感L2的電壓 $v_{L2} = -V_o$ ，故流經第二輸出電感L2的電流 i_{L2} 以斜率 $-V_o/L_2$ 線性下降。當 $t = t_1$ 時，流經磁化電感 L_{m2} 的電流 $i_{L_{m2}}$ 下降至0，即第二變壓器T2完成磁通重置，第二輸入二極體Dr2變為不導通，第一階段結束。

【0042】 第二階段（時間： $t_1 \sim t_2$ ）：

【0043】 參閱圖3及圖5，第一開關Q1導通，第二開關Q2不導通，第一輸入二極體Dr1不導通，第二輸入二極體Dr2不導通，第一整流二極體D1導通，第一飛輪二極體Df1導通，第二整流二極體D2不導通，第二飛輪二極體Df2導通。

【0044】 第二開關跨壓箝位於 $v_{Q2} = V_{in}/2$ ，第二變壓器T2的初級側繞組NS2的跨壓 v_{p2} 箝位在0。流經第一降壓電感 L_{b1} 的電流 $i_{L_{b1}}$ 持續以斜率 $V_{in}/2n_1L_{b1}$ 線性上升。當 $t = t_2$ 時，流經第一降壓電感 L_{b1} 的電流 $i_{L_{b1}}$ 上升至與流經第一輸出電感L1的電流 i_{L1} 相等時，流經第一飛輪二極體Df1的電流 i_{Df1} 為0，第一飛輪二極體Df1切換為不導通時，第二階段結束。

【0045】 第三階段（時間： $t_2 \sim t_3$ ）：

【0046】 參閱圖3及圖6，第一開關Q1導通，第二開關Q2不導通，第一輸入二極體Dr1不導通，第二輸入二極體Dr2不導通，第

一整流二極體D1導通，第一飛輪二極體Df1不導通，第二整流二極體D2不導通，第二飛輪二極體Df2導通。

【0047】 由於第一降壓電感Lb1與第一輸出電感L1串聯等效為一個電感，跨於串聯的兩電感Lb1、L1的電壓為 $V_{in}/2n_1 - V_o$ ，流經串聯的兩電感Lb1、L1的電流同時以斜率 $(V_{in}/2n_1 - V_o)/(L_{b1} + L_1)$ 線性上升。當 $t = t_3$ 時，第一開關Q1切換至不導通，第三階段結束。

【0048】 第四階段（時間： $t_3 \sim t_4$ ）：

【0049】 參閱圖3及圖7，第一開關Q1不導通，第二開關Q2不導通，第一輸入二極體Dr1導通，第二輸入二極體Dr2不導通，第一整流二極體D1導通，第一飛輪二極體Df1導通，第二整流二極體D2不導通，第二飛輪二極體Df2導通。

【0050】 此時，第一變壓器T1的初級側繞組NP1的電壓 $v_{p1} = -V_{in}/2$ ，流經磁化電感Lm1的電流 i_{Lm1} 以斜率 $-V_{in}/2L_{m1}$ 線性下降，第一變壓器T1的初級側繞組NP1藉由第一輸入極體Dr1與第二輸入電容C2路徑，開始磁通重置。此時，第一變壓器T1的次級側跨壓 $v_{s1} = -V_{in}/2n_1 < 0$ ，第一整流二極體D1與第一飛輪二極體Df1同時為導通，則流經第一降壓電感Lb1的電流 i_{Lb1} 開始由其最大值以斜率 $-V_{in}/2n_1L_{b1}$ 線性下降，而流經第一輸出電感L1的電流 i_{L1} 以斜率 $-V_o/L_1$ 線性下降。當 $t = t_4$ 時，流經第一降壓電感Lb1的電流 i_{Lb1} 下降至0，即流經第一整流二極體D1的電流 $i_{D1} = 0$ ，且第一整流二極體D1為不導通時，第四階段結束。

【0051】 第五階段（時間： $t_4 \sim t_5$ ）：

【0052】 參閱圖3及圖8，第一開關Q1不導通，第二開關Q2不導通，第一輸入二極體Dr1導通，第二輸入二極體Dr2不導通，第一整流二極體D1不導通，第一飛輪二極體Df1導通，第二整流二極體D2不導通，第二飛輪二極體Df2導通。

【0053】 流經磁化電感Lm1、第一輸出電感L1及第二輸出電感L1的電流 i_{Lm1} 、 i_{L1} 及 i_{L2} 持續線性下降。當 $t = t_5$ 時，第二開關Q2為導通，第五階段結束。

【0054】 第六階段（時間： $t_5 \sim t_6$ ）：

【0055】 參閱圖3及圖9，第一開關Q1不導通，第二開關Q2導通，第一輸入二極體Dr1導通，第二輸入二極體Dr2不導通，第一整流二極體D1不導通，第一飛輪二極體Df1導通，第二整流二極體D2導通，第二飛輪二極體Df2導通。

【0056】 第二輸入電容C2的電壓 $v_{C2} = V_{in}/2$ 跨於第二變壓器T2的初級側繞組NP2，即 $v_{p2} = V_{in}/2$ ，流經磁化電感Lm2的電流 i_{Lm2} 以斜率 $V_{in}/2L_{m2}$ 線性上升，而第二變壓器T2的次級側繞組NS2的電壓 $v_{s2} = V_{in}/2n_2 > 0$ ，則第二整流二極體D2與第二飛輪二極體Df2同時為導通，流經第二降壓電感Lb2的電流 i_{Lb2} 從0以斜率 $V_{in}/2n_2L_{b2}$ 線性上升，又第二輸出電感L2跨壓為 $v_{L2} = -V_o$ ，故流經第二輸出電感L2的電流 i_{L2} 以斜率 $-V_o/L_2$ 線性下降。第一變壓器T1的初級側繞組NP1跨壓為 $v_{p1} \cong -V_{in}/2$ ，流經磁化電感Lm1的電流 i_{Lm1} 以斜率 $-V_{in}/2L_{m1}$ 線性下降，其第一整流二極體D1持續為不導通，第一飛輪二極體Df1為導通，則第一輸出電感L1的電壓 $v_{L1} = -V_o$ ，故流經第一輸出電感L1的電流 i_{L1} 以斜率 $-V_o/L_1$

線性下降。當 $t = t_6$ 時，流經磁化電感 L_{m1} 的電流 $i_{L_{m1}}$ 下降至 0，即第一變壓器 T1 完成磁通重置，第一輸入極體 Dr1 變為不導通，第六階段結束。

【0057】 第七階段（時間： $t_6 \sim t_7$ ）：

【0058】 參閱圖 3 及圖 10，第一開關 Q1 不導通，第二開關 Q2 導通，第一輸入二極體 Dr1 不導通，第二輸入二極體 Dr2 不導通，第一整流二極體 D1 不導通，第一飛輪二極體 Df1 導通，第二整流二極體 D2 導通，第二飛輪二極體 Df2 導通。

【0059】 第一開關 Q_1 跨壓箝位於 $v_{Q1} = V_{in}/2$ ，第一變壓器 T1 的初級側繞組 NP1 的跨壓 v_{p1} 箝位在 0。流經第二降壓電感 L_{b2} 的電流 $i_{L_{b2}}$ 持續以斜率 $V_{in}/2n_2L_{b2}$ 線性上升。當 $t = t_7$ 時，流經第二降壓電感 L_{b2} 的電流 $i_{L_{b2}}$ 上升至與流經第二輸出電感 L2 的電流 i_{L2} 相等時，流經第二飛輪二極體 Df2 的電流 i_{Df2} 為 0，第二飛輪二極體 Df2 切換為不導通時，第七階段結束。

【0060】 第八階段（時間： $t_7 \sim t_8$ ）：

【0061】 參閱圖 3 及圖 11，第一開關 Q1 不導通，第二開關 Q2 導通，第一輸入二極體 Dr1 不導通，第二輸入二極體 Dr2 不導通，第一整流二極體 D1 不導通，第一飛輪二極體 Df1 導通，第二整流二極體 D2 導通，第二飛輪二極體 Df2 不導通。

【0062】 由於第二降壓電感 L_{b2} 與第二輸出電感 L2 串聯等效為一顆電感，二電感 L_{b2} 、L2 跨壓為 $V_{in}/2n_2 - V_o$ ，流經二電感 L_{b2} 、L2 的電流同時以斜率

$(V_{in}/2n_2 - V_o)/(L_{b2} + L_2)$ 線性上升。當 $t = t_8$ 時，第二開關 Q_2 切換至不導通，第八階段結束。

【0063】 第九階段（時間： $t_8 \sim t_9$ ）：

【0064】 參閱圖3及圖12，第一開關 Q_1 不導通，第二開關 Q_2 不導通，第一輸入二極體 Dr_1 不導通，第二輸入二極體 Dr_2 導通，第一整流二極體 D_1 不導通，第一飛輪二極體 Df_1 導通，第二整流二極體 D_2 導通，第二飛輪二極體 Df_2 導通。

【0065】 此時，第二變壓器 T_2 的初級側繞組 NP_2 的電壓 $v_{p2} = -V_{in}/2$ ，流經磁化電感 L_{m2} 的電流 $i_{L_{m2}}$ 以斜率 $-V_{in}/2L_{m2}$ 線性下降，第二變壓器 T_2 的初級側繞組 NP_2 藉由第二輸入極體 Dr_2 與第一輸入電容 C_1 的路徑，開始磁通重置。此時，第二變壓器 T_2 的次級側繞組 NS_2 的跨壓 $v_{s2} = -V_{in}/2n_2 < 0$ ，第二整流二極體 D_2 與第二飛輪二極體 Df_2 同時為導通，則流經第二降壓電感 L_{b2} 的電流 $i_{L_{b2}}$ 從其最大值以斜率 $-V_{in}/2n_2L_{b2}$ 線性下降，而流經第二輸出電感 L_2 的電流 i_{L_2} 以斜率 $-V_o/L_2$ 線性下降。當 $t = t_9$ 時，流經第二降壓電感 L_{b2} 的電流 $i_{L_{b2}}$ 下降至 0，即流經第二整流二極體 D_2 的電流 $i_{D_2} = 0$ ，且當第二整流二極體 D_2 為不導通時，第九階段結束。

【0066】 第十階段（時間： $t_9 \sim t_{10}$ ）：

【0067】 參閱圖3及圖13，第一開關 Q_1 不導通，第二開關 Q_2 不導通，第一輸入二極體 Dr_1 不導通，第二輸入二極體 Dr_2 導通，第

第 105108207 號申請案無劃線替換頁(106.02 修正)

一整流二極體D1不導通，第一飛輪二極體Df1導通，第二整流二極體D2不導通，第二飛輪二極體Df2導通。

【0068】 本階段中流經磁化電感 L_{m2} 、第一輸出電感 $L1$ 及第二輸出電感 $L2$ 的電流 $i_{L_{m2}}$ 、 i_{L1} 及 i_{L2} 持續線性下降，當 $t = t_0 + T_s$ ，第一開關 $Q1$ 由不導通轉為導通時，回到第一階段。

【0069】 實驗模擬：

【0070】 參閱圖14，為二脈波調變信號、輸入電壓 V_{in} 與輸出電壓 V_o 之波形圖，當第一及第二開關 $Q1$ 、 $Q2$ 的責任導通比 $D = 0.37$ 時，輸出電壓 V_o 為48V，則根據習知的降壓轉換器之電壓轉換比公式 $V_o = D \times N \times V_{in} / 2$ ，在 $N = 1$ 、 $D = 0.37$ 時，習知的降壓轉換器之輸出電壓 V_o 為74 V，明顯無法降至本案所達到輸出電壓 V_o 為48V。

【0071】 參閱圖15為流經第一及第二輸出電感 $L1$ 、 $L2$ 的電流波形，當 $P_o = 400$ W時，由於電路採輸出並聯架構，由第一及第二輸出電感 $L1$ 、 $L2$ 分攤輸出電流，流經第一及第二輸出電感 $L1$ 、 $L2$ 的電流平均約為4.2A。且第一及第二開關 $Q1$ 、 $Q2$ 為交錯式導通，使流經第一及第二輸出電感 $L1$ 、 $L2$ 的電流 i_{L1} 、 i_{L2} 漣波相差 180° ，確實使輸出電流 $i_{L_o} = i_{L1} + i_{L2}$ 的漣波 Δi_{L_o} 降低許多($\Delta i_{L1} \approx 3.4$ A、 $\Delta i_{L2} \approx 3.6$ A $\rightarrow \Delta i_{L_o} \approx 1.8$ A)。

【0072】 參閱圖16、17分別為流經第一降壓電感 $Lb1$ 及第一輸出電感 $L1$ 的電流波形、流經第二降壓電感 $Lb2$ 及第二輸出電感 $L2$ 的電流波形，加入第一及第二降壓電感 $Lb1$ 、 $Lb2$ 能達到高降壓，因為當第一

開關Q1切換為導通時，流經第一降壓電感Lb1的電流 i_{Lb1} 開始上升，須等到流經第一降壓電感Lb1的電流 $i_{Lb1} = i_{L1}$ 時，二極體電流換向後，能量才能傳至負載。

【0073】 降壓比分析：

【0074】 參閱圖 18，為本實施例於各階段的電壓、電流分析圖，根據第一及第二開關Q1、Q2的責任導通比D，可推得流經第一及第二輸出電感L1、L2的電流如式一，其中參數 i_{L1}^{\min} 為流經第一輸出電感L1的最小電流值，參數 T_x 定義為第一及第二階段的時間和，參數 Δi_{L1} 為流經第一輸出電感L1的電流經過時間 T_x 的變化量，參數 L_1 是第一輸出電感L1的電感值，參數 L_{b1} 是第一降壓電感Lb1的電感值，在本實施例中，第一降壓電感Lb1的電感值等同於第二降壓電感Lb2的電感值。

【0075】
$$i_{L1} = \frac{V_o}{R} D, i_{L2} = \frac{V_o}{R} (1-D) \cdots \text{式一}$$

【0076】
$$\Delta i_{L1} = \frac{V_o}{L_1} [(1-D)T_s + T_x] \cdots \text{式二}$$

【0077】 將式一、二代入 $i_{L1}^{\min} = I_{L1} - \frac{1}{2} \Delta i_{L1} = \frac{V_{in}}{L_{b1}} \times T_x$ 推得

$$\frac{V_o}{R} D - \frac{V_o}{2L_1} (1-D)T_s - \frac{V_o}{2L_1} T_x = \frac{V_{in}}{2L_{b1}} T_x \circ$$

【0078】 由 $\frac{V_o}{R} D - \frac{V_o}{2L_1} (1-D)T_s = \left(\frac{V_o}{2L_1} + \frac{V_{in}}{2L_{b1}} \right) T_x \cdots \text{式三}$

【0079】 由 $\frac{V_o}{R} D - \frac{V_o}{2L_1} (1-D)T_s > 0$ 可推得第一輸出電感的設計條件。

【0080】 將式三代入 $\frac{1}{2} \frac{V_{in} - V_o}{L_{b1} + L_1} (DT_s - T_x) = \frac{V_o}{L_1} [(1-D)T_s + T_x]$ 可得輸出電

壓 V_o 是一個函數關係 $V_o = f(D, T_s, R, V_{in}, L_1, L_{b1}) \cdots$ 式四

【0081】 由式四可推得如圖 19 所示的一降壓比曲線圖，相較於現有的降壓式轉換器透過調整開關的導通比得到降壓比，本實施例利用第一及第二降壓電感 L_{b1} 、 L_{b2} ，來達到高降壓比。如圖 19 所示，當輸入電壓皆為 400 V 時，由圖中降壓比的曲線可看出，本實施例的降壓比遠優於現有的降壓式轉換器，且可透過調整第一及第二降壓電感 L_{b1} 、 L_{b2} 的電感值，來達到更好的降壓比。

【0082】 綜上所述，上述實施例具有以下優點：

【0083】 1. 具有高降壓比，利用第一及第二降壓電感 L_{b1} 、 L_{b2} 達到提升降壓比，而無需使第一及第二開關 $Q1$ 、 $Q2$ 操作於極小的責任導通比，也可減少第一及第二變壓器 $T1$ 、 $T2$ 的匝數比，而能降低第一及第二變壓器 $T1$ 、 $T2$ 的寄生元件，達到減少突波。

【0084】 2. 具有低電壓應力，由於串連的第一及第二電容 $C1$ 、 $C2$ 分擔輸入電壓，使第一及第二開關 $Q1$ 、 $Q2$ 的電壓應力只有輸入電壓 V_{in} 的二分之一，可以使用導通電阻較小的低額定耐壓電晶體，也適用於高電壓輸入應用。

【0085】 3. 具有低電流應力，由於並聯第一及第二輸出電感 $L1$ 、 $L2$ ，分擔輸出電流，可降低第一輸出電感 $L1$ 、第二輸出電感 $L2$ 、第一降壓電感 L_{b1} 、第二降壓電感 L_{b2} 及第一變壓器 $T1$ 與第二

變壓器T2的功率損失，及第一整流二極體D1、第二整流二極體D2、第一飛輪二極體Df1與第二飛輪二極體Df2的傳導損失，適用於高功率及輸出低壓大電流應用。

【0086】 4. 降低輸出電流的漣波，第一及第二開關Q1、Q2相差1/2週期時間的交錯式操作，使分別流經第一及第二輸出電感L1、2的電流具漣波相消性能，降低輸出電流的漣波，因此可降低輸出電容值與其尺寸，可選用較小的輸出電容C_o，而達到減小整體電路體積，提高功率密度。

【0087】 綜上所述，本發明裝置，故確實能達成本發明之目的。

【0088】 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，凡是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】

【0089】

C1……第一輸入電容

C2……第二輸入電容

Q1……第一開關

Q2……第二開關

- Dr1……第一輸入二極體
Dr2……第二輸入二極體
T1……第一變壓器
T2……第二變壓器
D1……第一整流二極體
D2……第二整流二極體
Df1……第一飛輪二極體
Df2……第二飛輪二極體
Lb1……第一降壓電感
Lb2……第二降壓電感
L1……第一輸出電感
L2……第二輸出電感
Co……輸出電容
2……控制單元
Lm1…磁化電感
Lm2…磁化電感
V_{in}…輸入電壓
V_o…輸出電壓
i_{Dr1}…流過第一輸入二極體的電流
i_{Dr2}…流過第二輸入二極體的電流
i_{D1}…流過第一整流二極體的電流
i_{D2}…流過第二整流二極體的電流
i_{Df1}…流過第一飛輪二極體的電流
i_{Df2}…流過第二飛輪二極體的電流

- i_{Lb1} … 流過第一降壓電感的電流
- i_{Lb2} … 流過第二降壓電感的電流
- i_{L1} … 流過第一輸出電感的電流
- i_{L2} … 流過第二輸出電感的電流
- i_{Lm1} … 流過第一變壓器的磁化電感的電流
- i_{Lm2} … 流過第二變壓器的磁化電感的電流
- i_{Lo} … 流過第一至第二輸出電感的電流的加總
- i_o … 輸出電流
- V_{p1} … 第一變壓器的初級側繞組的跨壓
- V_{s1} … 第一變壓器的次級側繞組的跨壓
- V_{p2} … 第二變壓器的初級側繞組的跨壓
- V_{s2} … 第二變壓器的次級側繞組的跨壓
- V_{C1} … 第一電容的跨壓
- V_{C2} … 第二電容的跨壓
- V_{Lb1} … 第一降壓電感的二端跨壓
- V_{Lb2} … 第二降壓電感的二端跨壓
- V_{L1} … 第一輸出電感的二端跨壓
- V_{L2} … 第二輸出電感的二端跨壓
- V_{Q1} … 第一開關的二端跨壓
- V_{Q2} … 第二開關的二端跨壓