



(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 I441430 B

(45) 公告日：中華民國 103 (2014) 年 06 月 11 日

(21) 申請案號：100118677

(22) 申請日：中華民國 100 (2011) 年 05 月 27 日

(51) Int. Cl. : H02M1/42 (2007.01)

H02M3/10 (2006.01)

(71) 申請人：經濟部能源局 (中華民國) BUREAU OF ENERGY, MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS (TW)

臺北市中山區復興北路 2 號 13 樓

(72) 發明人：梁從主 LIANG, TSORNG JUU (TW)；陳建富 CHEN, JIANN FUH (TW)；陳世明 CHEN, SHIH MING (TW)；胡可人 HU, KE REN (TW)；王辰羽 WANG, CHEN YU (TW)

(74) 代理人：吳冠賜；蘇建太

(56) 參考文獻：

TW 223135

TW 200943680A

TW 201117540A

CN 1541440A

US 6304460B1

US 6442052B1

審查人員：陳丙寅

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：3 共 0 頁

(54) 名稱

具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統

HIGH STEP-UP DC-DC CONVERTER WITH LEAKAGE INDUCTANCE ENERGY RECYCLED

(57) 摘要

本發明係有關於一種具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統，係可將一低壓直流電升壓為一高壓直流電，包括：一電壓輸入單元、一具有一一次側繞組、一第一二次側繞組、及一第二二次側繞組之一三繞組變壓器、一功率開關、一第一電容、一第二電容、一第三電容、一第四電容、一輸出電容、一第一二極體、一第二二極體、一第三二極體、一第四二極體、以及一負載單元。其中，本發明之轉換系統係操作於連續導通模式下，並藉由功率開關而操作於一第一操作模式及一第二操作模式。

The present invention relates to a high step-up DC - DC converter with leakage inductance energy recycled capable of converting a low voltage DC current into a high voltage DC current comprises: a voltage input unit; a three-winding transformer having a primary winding, a first secondary winding and a second secondary winding; a power switch; a first capacitor; a second capacitor; a third capacitor; a fourth capacitor; an output capacitor; a first diode; a second diode; a third; a fourth diode; and a load unit. Wherein the high step-up DC - DC converter with leakage inductance energy recycled of the present invention is operated under continuous conduction mode, and is operated under a first operation mode and a second operation mode via the power switch.

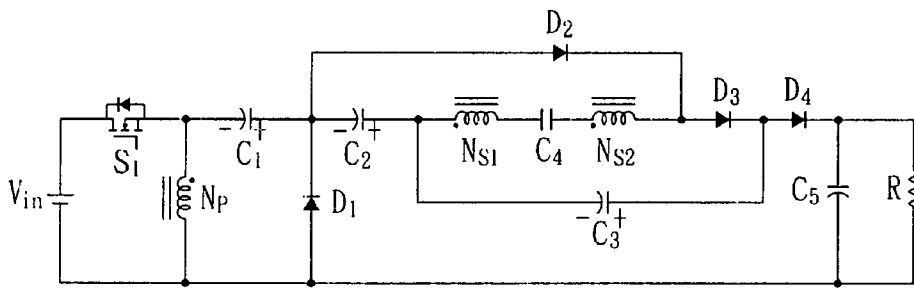


圖1

- V_{in} . . . 電壓輸入單元
- N_p . . . 一次側繞組
- N_{s1} . . . 第一二次側繞組
- N_{s2} . . . 第二二次側繞組
- S_1 . . . 功率開關
- C_1 . . . 第一電容
- C_2 . . . 第二電容
- C_3 . . . 第三電容
- C_4 . . . 第四電容
- C_5 . . . 輸出電容
- D_1 . . . 第一二極體
- D_2 . . . 第二二極體
- D_3 . . . 第三二極體
- D_4 . . . 第四二極體
- R . . . 負載單元

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)

※申請案號：100(18677)

※申請日：100.5.27 ※IPC 分類：H02M 1/42 (2007.01)
H02M 3/10 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統/

High Step-Up DC - DC Converter With Leakage Inductance Energy
Recycled

二、中文發明摘要：

本發明係有關於一種具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統，係可將一低壓直流電升壓為一高壓直流電，包括：一電壓輸入單元、一具有一一次側繞組、一第一二次側繞組、及一第二二次側繞組之一三繞組變壓器、一功率開關、一第一電容、一第二電容、一第三電容、一第四電容、一輸出電容、一第一二極體、一第二二極體、一第三二極體、一第四二極體、以及一負載單元。其中，本發明之轉換系統係操作於連續導通模式下，並藉由功率開關而操作於一第一操作模式及一第二操作模式。

三、英文發明摘要：

The present invention relates to a high step-up DC - DC converter with leakage inductance energy recycled capable of converting a low voltage DC current into a high voltage DC current comprises: a voltage input unit; a three-winding transformer having a primary winding, a first secondary winding and a second secondary winding; a power switch; a first capacitor; a second capacitor; a third capacitor; a fourth capacitor; an output capacitor; a first diode; a second diode; a third; a fourth diode; and a load unit. Wherein the high step-up DC - DC converter with leakage inductance energy recycled of the present invention is operated under continuous conduction mode, and is operated under a first operation mode and a second operation mode via the power switch.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖(1)。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

V_{in}	電壓輸入單元	N_p	一次側繞組
N_{s1}	第一二次側繞組	N_{s2}	第二二次側繞組
S_1	功率開關	C_1	第一電容
C_2	第二電容	C_3	第三電容
C_4	第四電容	C_5	輸出電容
D_1	第一二極體	D_2	第二二極體
D_3	第三二極體	D_4	第四二極體
R	負載單元		

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】

本發明係關於一種具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統，尤指一種將一低壓直流電升壓為一高壓直流電、並可將漏感能量進一步回收以減少功率消耗之漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統。

【先前技術】

昇壓轉換器是一種將一輸入直流電壓轉換成一輸出直流電壓的電源轉換器，其中，輸出直流電壓大於它的輸入直流電壓。它是一種切換模式電源供應器。昇壓轉換器主要利用一電感抗拒改變電流的趨勢。當對電感儲能時，該電感充當負荷和吸收能量，當釋能時，該電感所產生的電壓係與電流變化率相關，藉此產生與輸入直流電壓不同的輸出直流電壓。

昇壓轉換器工作在連續導通模式時，其具有一導通狀態及一截止狀態。其電壓增益 G_v 可表示為：

$$G_v = \frac{V_{OUT}}{V_{in}} = \frac{1}{1-D},$$

當中， D 為昇壓轉換器內一開關的工作週期。藉由調整工作週期，則可獲得不同的電壓增益。亦即當工作週期變大且接近 1 時，則可得到高的輸出直流電壓。

然而由於等效串連阻抗(equivalent series resistance, ESR)會將低電壓增益及轉換效率，在實際上很難設計具有高電壓增益的昇壓轉換器。

於是，返馳式轉換器(flyback converter)即被提出以解決上述之問題。返馳式轉換器可使用於交流/直流轉換與直流/直流轉換，其在輸入與輸出之間使用一電隔離(galvanic isolation)。然而，返馳式轉換器其切換裝置由於變壓器繞線組所產生的漏感，轉換器本身需承受漏感所造成的高電壓及高電流，容易導致轉換器的損毀，故需使用高壓製程的元件，如此一來，轉換器的製造成本將大幅的增加。

因此，如何降低元件的製造成本、以及如何改善繞線組所產生的漏感問題便成為業界及學界所關注的議題。也因此，業界極需要一種可降低元件的製造成本、及可回收漏感能量以避免因漏感而導致轉換器的損毀的具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統。

【發明內容】

本發明之目的係在提供一種具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統，俾能使用一功率開關、二極體和輸出電容，即可達成高的直流輸出電壓，並可將漏感能量進一步回收以減少功率消耗，以提高電路之整體效率。

為達成上述目的，本發明之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統，係用以將一低壓直流電升壓為一高壓直流電，係包括：一電壓輸入單元，係用以輸入此低壓直流

電；一三繞組變壓器，係具有一一次側繞組、一第一二次側繞組、及一第二二次側繞組；一功率開關，係電性連接至此三繞組變壓器之此一次側繞組及此電壓輸入單元；一第一電容，此第一電容的一端係電性連接至此三繞組變壓器之此一次側繞組；一第一二極體，係具有一正極端及一負極端，且此正極端係電性連接至此三繞組變壓器之此一次側繞組，此負極端則電性連接至此第一電容之未與此一次側繞組電性連接的另一端；一第二電容，此第二電容的一端係電性連接至此第一二極體之此負極端，此第二電容的另一端則電性連接至此第一二次側繞組；一第二二極體，係具有一正極端及一負極端，且此第二二極體的一正極端係電性連接至此第一二極體之此負極端；一第三二極體，係具有一正極端及一負極端，且此正極端係電性連接至此三繞組變壓器之此第二二次側繞組；一第三電容，此第三電容的一端係電性連接至此第一二次側繞組，此第三電容的另一端則電性連接至此第三二極體之此負極端；一第四二極體，係具有一正極端及一負極端，且此正極端係電性連接至此第三二極體之此負極端；一第四電容，此第四電容的一端係電性連接至此第一二次側繞組，此第四電容的另一端則電性連接至此第二二次側繞組；一輸出電容，此輸出電容的一端係電性連接至此第四二極體之此負極端，此輸出電容的另一端則電性連接至此第一二極體之此正極端；以及一負載單元，係跨接於此輸出電容之兩端，用以輸出此高壓直流電。

其中，於本發明之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統中，其所應用之功率開關並無限定為何種功率開關，任何具有開關功能之功率開關皆可適用於本發明中。然而，此處之功率開關較佳為一低耐壓之功率開關、或為一絕緣柵雙極電晶體(Insulated Gate Bipolar Transistor)。而於本發明一更佳實例中，此功率開關更佳為一MOS電晶體。

再者，此第一二次側繞組與此一次側繞組之匝數比係與此第二二次側繞組與此一次側繞組之匝數比較佳為相同。如此一來，可簡化本發明之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統之電路架構，使得本發明之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統在電路的分析上更為簡便。

此外，本發明之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統之操作模式並無限制，例如為不連續導通模式(Discontinuous Conduction Mode)、邊界導通模式(Boundary Conduction Mode)、或連續導通模式(Continuous Conduction Mode)。然而，本發明之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統之操作模式較佳為操作於連續導通模式。

其中，當本發明之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統操作於上述之連續導通模式時，其係具有一第一操作狀態及一第二操作狀態。再者，當本發明之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統於此第一操作狀態時，此功率開關、及此第二二極體係為導通狀態，而此第一二極體、及此第三二極體係為截止狀態。於此同時，本發明之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統之電路動作即如下

所述：此三繞組變壓器之此第一二次側繞組及此第二二次側繞組接收並儲存一由此輸入低壓直流電所提供之能量，此三繞組變壓器之此第一二次側繞組及此第二二次側繞組並對此第二電容進行充電，而此第一電容、此第二電容、及此第三電容則對此負載單元進行放電。

另一方面，當本發明之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統於此第二操作狀態時，此功率開關、及此第二二極體係處於一截止狀態，而此第一二極體、及此第三二極體則處於一導通狀態。於此同時，本發明之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統之電路動作即如下所述：此三繞組變壓器之此一次側繞組對此第一電容充電，此三繞組變壓器之此第一二次側繞組及此第二二次側繞組則對此第三電容進行充電。

此外，本發明之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統的電壓增益則由下列公式所描述：

$$G_v = \frac{1+2n}{1-D} ;$$

其中， G_v 為電壓增益， n 為此第一二次側繞組與此一次側繞組之匝數比或此第二二次側繞組與此一次側繞組之匝數比， D 則為此功率開關的工作週期。

【實施方式】

有關本發明之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統，請參閱圖1，圖1係本發明之具漏感能量回收高升壓

直流-直流轉換系統之電路架構示意圖。如圖1所示，本發明之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統係用以將一低壓直流電升壓為一高壓直流電，包括：一電壓輸入單元 V_{in} 、一三繞組變壓器、一功率開關 S_1 、一第一電容 C_1 、一第二電容 C_2 、一第三電容 C_3 、一第四電容 C_4 、一輸出電容 C_5 、一第一二極體 D_1 、一第二二極體 D_2 、一第三二極體 D_3 、一第四二極體 D_4 、以及一負載單元 R 。其中，前述之三繞組變壓器具有一一次側繞組 N_p 、一第一二次側繞組 N_{s1} 、及一第二二次側繞組 N_{s2} 。

此外，每一二極體皆具有一正極端及一負極端，電壓輸入單元 V_{in} 係用以輸入上述之低壓直流電，功率開關 S_1 則連接前述之三繞組變壓器之一次側繞組 N_p 及電壓輸入單元 V_{in} ，而第一電容 C_1 的一端係電性連接至前述之三繞組變壓器之一次側繞組 N_p 。再者，第一二極體 D_1 之正極端係電性連接至前述之三繞組變壓器之一次側繞組 N_p ，而第一二極體 D_1 之負極端則電性連接至此第一電容 C_1 之未與此一次側繞組 N_p 電性連接的另一端。

另一方面，第二電容 C_2 的一端係電性連接至此第一二極體 D_1 之此負極端，而第二電容 C_2 的另一端則電性連接至此第一二次側繞組 N_{s1} ，而第二二極體 D_2 之一正極端係電性連接至此第一二極體 D_1 之此負極端。再者，第三二極體 D_3 的正極端係電性連接至前述之三繞組變壓器之此第二二次側繞組 N_{s2} ，第三電容 C_3 的一端係電性連接至此第一二次側

繞組 N_{s1} ，而第三電容 C_3 的另一端則電性連接至此第三二極體 D_3 之此負極端。

再者，第四二極體 D_4 的正極端係電性連接至此第三二極體 D_3 之此負極端，第四電容 C_4 的一端係電性連接至此第一二次側繞組 N_{s1} ，而第四電容 C_4 的另一端則電性連接至此第二二次側繞組 N_{s2} 。最後，輸出電容 C_5 的一端係電性連接至此第四二極體 D_4 之此負極端，而輸出電容 C_5 的另一端則電性連接至此第一二極體 D_1 之此正極端，負載單元 R 係跨接於此輸出電容 C_5 之兩端，用以輸出上述之高壓直流電。

在本實施例中，功率開關 S_1 並無限定為何種功率開關，故任何具有開關功能之功率開關皆可適用於本發明之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統中。然而，本發明之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統所選用之功率開關係為一低耐壓之功率開關，如一MOS電晶體。再者，於本發明之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統中，第一二次側繞組 N_{s1} 與一次側繞組 N_p 之匝數比係與第二二次側繞組 N_{s2} 與此一次側繞組 N_p 之匝數比相同。

除此之外，第四電容 C_4 的設置係為防止第一二次側繞組 N_{s1} 、第二二次側繞組 N_{s2} 之間電壓不平衡問題，並進一步防止因第一二次側繞組 N_{s1} 及第二二次側繞組 N_{s2} 之間電壓不平衡所產生電流逆流。

而當本發明之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統係操作於一連續導通模式時，本發明之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統即具有兩種操作狀態，即一第

一操作狀態與一第二操作狀態。以下，將分別詳述本發明之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統於此兩種操作狀態下，各組成元件的作動：

首先，由於在連續導通模式下，因第一二次側繞組 N_{s1} 及第二二次側繞組 N_{s2} 的特性與結構係為完全相等。所以，第四電容 C_4 可被忽略並視為短路。如此一來，本發明之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統的電路分析可進一步被簡化。

請先參閱圖2，圖2係本發明之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統於連續導通模式下之第一操作狀態示意圖。於第一操作狀態時，功率開關 S_1 、及第二二極體 D_2 係為導通狀態，而此第一二極體 D_1 、及此第三二極體 D_3 係為截止狀態。如此，電壓輸入單元 V_{in} 的電流流經功率開關 S_1 及三繞組變壓器的一次側繞組 N_p ，而形成一迴路 L_1 。於此同時，三繞組變壓器的一次側繞組 N_p 由電壓輸入單元 V_{in} 接收並儲存能量。

再者，另一迴路 L_2 的電流則流經前述之三繞組變壓器的第一二次側繞組 N_{s1} 、第二二次側繞組 N_{s2} 、第二電容 C_2 、及第二二極體 D_2 。其中，三繞組變壓器的第一二次側繞組 N_{s1} 係對第二電容 C_2 進行充電。此外，電流則流經第一電容 C_1 、第二電容 C_2 、及第三電容 C_3 ，且第一電容 C_1 、第二電容 C_2 、及第三電容 C_3 所形成之迴路 L_3 則對負載 R 進行放電。

接著，請再參閱圖3，圖3係本發明之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統於連續導通模式下之第二操作

狀態示意圖。於此第二操作狀態時，功率開關 S_1 、及第二二極體 D_2 係處於一截止狀態，而第一二極體 D_1 、及第三二極體 D_3 則處於一導通狀態。

此時，儲存於前述之三繞組變壓器之一次側繞組 N_p 的能量會對第一電容 C_1 進行充電，即如圖3中所示由三繞組變壓器之一次側繞組 N_p 、第一二極體 D_1 、及第一電容 C_1 所構成之迴路 L_4 。同時，此一能量會傳送至三繞組變壓器之第一二次側繞組 N_{s1} 及第二二次側繞組 N_{s2} ，並對第三電容 C_3 進行充電即如圖3中所示由第一二次側繞組 N_{s1} 、第四電容 C_4 、第二二次側繞組 N_{s2} 、第三二極體 D_3 、及第三電容 C_3 所形成之迴路 L_5 。

而從上述之說明，且再配合本發明之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統於連續導通模式下之第一操作狀態及第二操作狀態的電路分析，可推導出本發明之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統的電壓增益 G_v 為係由下列公式所描述：

$$G_v = \frac{1+2n}{1-D} \quad (\text{式1});$$

其中， G_v 為電壓增益， n 為此第一二次側繞組與此一次側繞組之匝數比或此第二二次側繞組與此一次側繞組之匝數比， D 則為此功率開關的工作週期。

本發明之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統於連續導通模式下，係週期性地操作於第一操作狀態與第二操作狀態之間。並與由上述說明可知，當本發明之具漏

感能量回收高升壓直流-直流轉換系統於連續導通模式下，從第一操作狀態切換至第二操作狀態時，儲存於三繞組變壓器之一次側繞組 N_p 的能量會對第一電容 C_1 進行充電(即圖3所示之迴路 L_4)，如此一來，電容 C_1 即可達到將能量回收的作用。而儲存電容 C_1 之能量並再於當本發明之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統從第二操作狀態切換至第一操作狀態時對負載 R 進行放電(即圖2所示之迴路 L_3)。

上述實施例僅係為了方便說明而舉例而已，本發明所主張之權利範圍自應以申請專利範圍所述為準，而非僅限於上述實施例。

【圖式簡單說明】

圖1係本發明之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統之電路架構示意圖。

圖2係本發明之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統於連續導通模式下之第一操作狀態示意圖。

圖3係本發明之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統於連續導通模式下之第二操作狀態示意圖。

【主要元件符號說明】

V_{in} 電壓輸入單元	N_p 一次側繞組
N_{s1} 第一二次側繞組	N_{s2} 第二二次側繞組
S_1 功率開關	C_1 第一電容

C_2 第二電容

C_4 第四電容

D_1 第一二極體

D_3 第三二極體

R 負載單元

C_3 第三電容

C_5 輸出電容

D_2 第二二極體

D_4 第四二極體

L_1-L_5 迴路

七、申請專利範圍：

1. 一種具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統，係用以將一低壓直流電升壓為一高壓直流電，係包括：
 - 一電壓輸入單元，係用以輸入該低壓直流電；
 - 一三繞組變壓器，係具有一一次側繞組、一第一二次側繞組、及一第二二次側繞組；
 - 一功率開關，係電性連接至該三繞組變壓器之該一次側繞組及該電壓輸入單元；
 - 一第一電容，該第一電容的一端係電性連接至該三繞組變壓器之該一次側繞組；
 - 一第一二極體，係具有一正極端及一負極端，且該正極端係電性連接至該三繞組變壓器之該一次側繞組，該負極端則電性連接至該第一電容之未與該一次側繞組電性連接的另一端；
 - 一第二電容，該第二電容的一端係電性連接至該第一二極體之該負極端，該第二電容的另一端則電性連接至該第一二次側繞組；
 - 一第二二極體，係具有一正極端及一負極端，且該第二二極體的一正極端係電性連接至該第一二極體之該負極端；
 - 一第三二極體，係具有一正極端及一負極端，且該正極端係電性連接至該三繞組變壓器之該第二二次側繞組；

一 第三電容，該第三電容的一端係電性連接至該第一二次側繞組，該第三電容的另一端則電性連接至該第三二極體之該負極端；

一 第四二極體，係具有一正極端及一負極端，且該正極端係電性連接至該第三二極體之該負極端；

一 第四電容，該第四電容的一端係電性連接至該第一二次側繞組，該第四電容的另一端則電性連接至該第二二次側繞組；

一 輸出電容，該輸出電容的一端係電性連接至該第四二極體之該負極端，該輸出電容的另一端則電性連接至該第一二極體之該正極端；以及

一 負載單元，係跨接於該輸出電容之兩端，用以輸出該高壓直流電。

2. 如申請範圍第1項所述之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統，其中，該功率開關係為一低耐壓之功率開關。

3. 如申請範圍第2項所述之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統，其中，該低耐壓之功率開關係為一MOS電晶體。

4. 如申請範圍第1項所述之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統，其中，該第一二次側繞組與該一次側繞組之匝數比係與該第二二次側繞組與該一次側繞組之匝數比相同。

5. 如申請範圍第4項所述之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統，其中，該轉換系統係操作於一連續導通模式，且該轉換系統操作於該連續導通模式時，具有一第一操作狀態及一第二操作狀態。

6. 如申請範圍第5項所述之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換器，其中，當該轉換器於該第一操作狀態時，該功率開關、及該第二二極體係為導通狀態，而該第一二極體、及該第三二極體係為截止狀態。

7. 如申請範圍第6項所述之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統，其中，該三繞組變壓器之該第一二次側繞組及該第二二次側繞組接收並儲存一由該輸入低壓直流電所提供之能量，該三繞組變壓器之該第一二次側繞組及該第二二次側繞組並對該第二電容進行充電，而該第一電容、該第二電容、及該第三電容則對該負載單元進行放電。

8. 如申請範圍第5項所述之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統，其中，當該轉換系統操作於該第二操作狀態時，該功率開關、及該第二二極體係處於一截止狀態，而該第一二極體、及該第三二極體則處於一導通狀態。

9. 如申請範圍第8項所述之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統，其中，該三繞組變壓器之該一次側繞組對該第一電容充電，該三繞組變壓器之該第一二次側繞組及該第二二次側繞組則對該第三電容進行充電。

10. 如申請範圍第1項所述之具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統，其中，該具漏感能量回收高升壓直流-直流轉換系統的電壓增益為：

$$G_v = \frac{1+2n}{1-D},$$

其中， G_v 為電壓增益， n 為該第一二次側繞組與該一次側繞組之匝數比或該第二二次側繞組與該一次側繞組之匝數比， D 則為該功率開關的工作週期。

八、圖式 (請見下頁)：

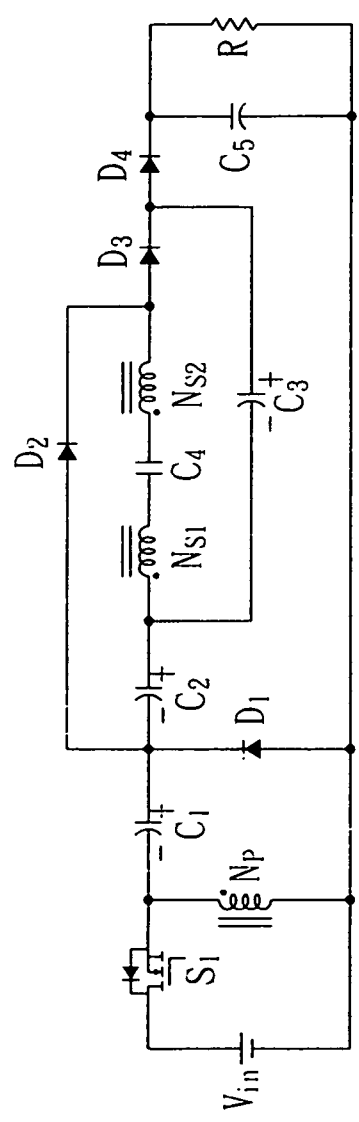


圖 1

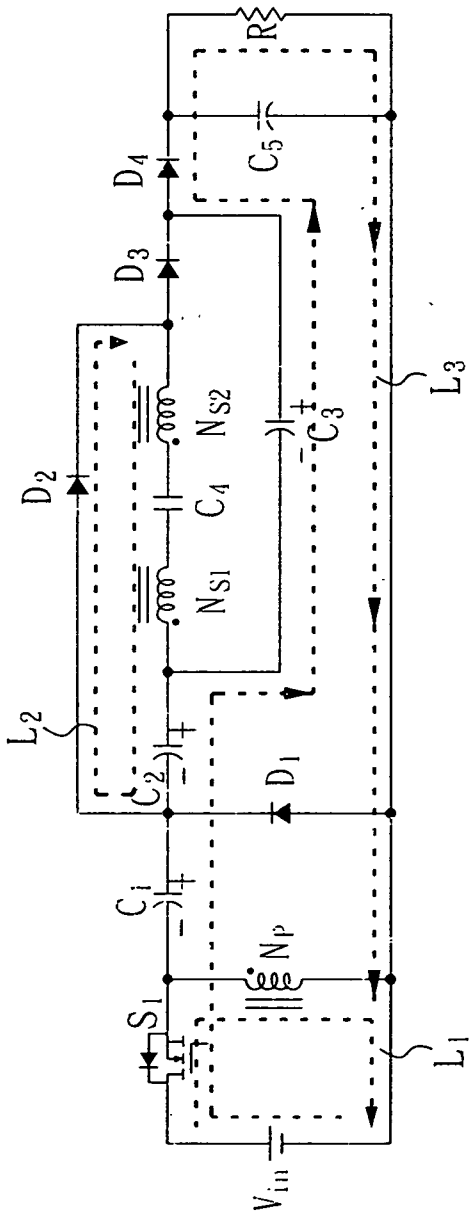


圖 2

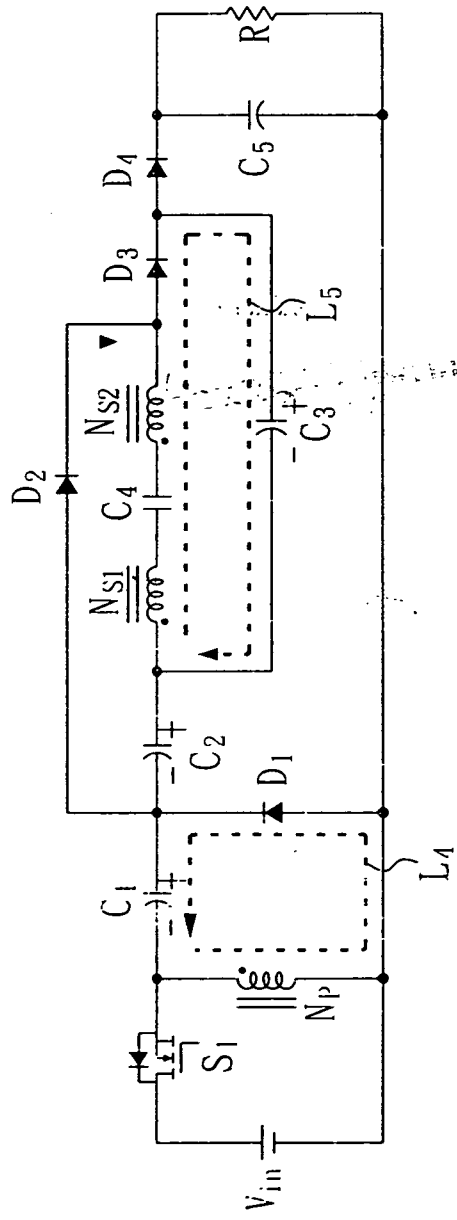


圖 3