201545454

(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 201545454 A

(43)公開日： 中華民國 104 (2015) 年 12 月 01 日

(21)申請案號：103119077 (22)申請日： 中華民國 103 (2014) 年 05 月 30 日

(51)Int. Cl.： *H02M3/335 (2006.01)*

(71)申請人：緯創資通股份有限公司 (中華民國) WISTRON CORPORATION (TW)

新北市汐止區新台五路 1 段 88 號 21 樓

(72)發明人：林順長 LIN, SHUN CHANG (TW) ；李紹曾 LEE, SHAO TSENG (TW)

(74)代理人：高玉駿；楊祺雄

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：7 共 28 頁

(54)名稱

ＬＬＣ諧振式電源轉換器

LLC RESONANT CONVERTER

(57)摘要

一種 LLC 諧振式電源轉換器，接受一輸入電壓並將其轉換成固定的一輸出電壓，該輸入電壓可能在一第一電壓範圍內或在一大於第一電壓範圍的第二電壓範圍內；LLC 諧振式電源轉換器包括一控制串聯的一第一功率開關與一第二功率開關輪流切換導通的控制器，及一電耦接在第二功率開關與變壓器的初級側線圈之間的 LLC 諧振電路，其包括串聯的一諧振電感、一激磁電感及一可調電容，控制器判斷輸入電壓是在第一電壓範圍內時，其控制可調電容為具有一第一電容值，當控制器判斷輸入電壓是在第二電壓範圍內時，其控制可調電容為具有一大於該第一電容值的第二電容值。

A LLC resonant converter accepts an input voltage and converts it into a fixed output voltage, the input voltage may be within a first voltage range or within a second voltage which is larger than the first voltage range. The LLC resonant converter comprises a controller which controls a first power switch and a second power switch which are serially connected turn on alternately, and a LLC resonant circuit which electrically coupled between the second power switch and the primary coil of the transformer, and it comprises a resonant inductor, a magnetizing inductor and a variable capacitor. When the controller determines the input voltage is within the first voltage range, it controls the variable capacitor have a first capacitance value, and when the controller determines the input voltage is within the second voltage range, it controls the variable capacitor have a second capacitance value which is larger than the first capacitance value.

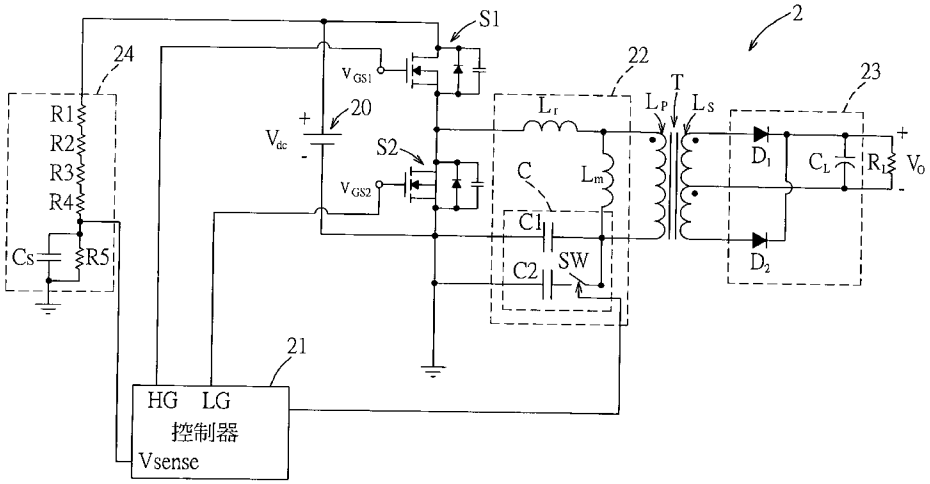


圖5

2・・・LLC 諧振式電源轉換器

20・・・直流電壓源

21・・・控制器

22・・・LLC 諧振電路

23・・・整流濾波電路

24・・・分壓電路

S1・・・第一功率開關

S2・・・第二功率開關

Vdc・・・輸入電壓

Lr・・・諧振電感

Lm・・・激磁電感

C・・・可調電容

Cs・・・穩壓電容

R1~R5・・・電阻

C1・・・第一電容

C2・・・第二電容

SW・・・開關

T・・・變壓器

Lp・・・初級側線圈

Ls・・・次級側線圈

R_L・・・負載

Vo・・・輸出電壓

Vsense・・・電壓偵測接腳

201545454

發明摘要

※ 申請案號： 103119077
※ 申請日： 103. 5. 30 ※IPC 分類： H02M 3/336 (2006.01)

【發明名稱】 LLC 諧振式電源轉換器

LLC RESONANT CONVERTER

【中文】

一種 LLC 諧振式電源轉換器，接受一輸入電壓並將其轉換成固定的一輸出電壓，該輸入電壓可能在一第一電壓範圍內或在一大於第一電壓範圍的第二電壓範圍內；LLC 諧振式電源轉換器包括一控制串聯的一第一功率開關與一第二功率開關輪流切換導通的控制器，及一電耦接在第二功率開關與變壓器的初級側線圈之間的 LLC 諧振電路，其包括串聯的一諧振電感、一激磁電感及一可調電容，控制器判斷輸入電壓是在第一電壓範圍內時，其控制可調電容爲具有一第一電容值，當控制器判斷輸入電壓是在第二電壓範圍內時，其控制可調電容爲具有一大於該第一電容值的第二電容值。

【英文】

A LLC resonant converter accepts an input voltage and converts it into a fixed output voltage, the input voltage may be within a first voltage range or within a second voltage which is larger than the first voltage range. The LLC resonant converter comprises a controller which controls a

first power switch and a second power switch which are serially connected turn on alternately, and a LLC resonant circuit which electrically coupled between the second power switch and the primary coil of the transformer, and it comprises a resonant inductor, a magnetizing inductor and a variable capacitor. When the controller determines the input voltage is within the first voltage range, it controls the variable capacitor have a first capacitance value, and when the controller determines the input voltage is within the second voltage range, it controls the variable capacitor have a second capacitance value which is larger than the first capacitance value.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖（5）。

【本代表圖之元件符號簡單說明】：

2……LLC諧振式電源轉換器

20……直流電壓源

21……控制器

22……LLC諧振電路

23……整流濾波電路

24……分壓電路

S1……第一功率開關

S2……第二功率開關

Vdc……輸入電壓

Lr……諧振電感

Lm……激磁電感

C……可調電容

Cs……穩壓電容

R1~R5……電阻

C1……第一電容

C2……第二電容

SW……開關

T……變壓器

Lp……初級側線圈

Ls……次級側線圈

R_L……負載

Vo……輸出電壓

Vsense……電壓偵測接腳

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

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】 LLC 諧振式電源轉換器

LLC RESONANT CONVERTER

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種電源轉換電路，特別是指一種 LLC 諧振式電源轉換器。

【先前技術】

【0002】 參見圖 1 所示，習知一種 LLC 諧振式電源轉換器 1 主要包括串聯的一第一功率開關 S1 及一第二功率開關 S2，兩者與一直流電源 10 電耦接，以接受一輸入電壓 Vdc 輸入，並受一控制器 11 控制輪流切換導通。一 LLC 諧振電路 12 電耦接在第二功率開關 S2 與一變壓器 T 的初級側線圈 Lp 之間。且變壓器 T 的次級側線圈 Ls 電耦接一整流濾波電路 12，用以對次級側線圈 Ls 感應的電壓整流濾波，以提供一輸出電壓 Vo。

【0003】 LLC 諧振電路 12 由一諧振電容 Cr、變壓器 T 的初級側線圈 Lp 的一漏電感 Lr，以及一激磁電感 Lm 組成。因此 LLC 諧振電路 12 的諧振頻率決定於激磁電感 Lm、漏電感 Lr 與諧振電容 Cr。亦即，其諧振頻率 fs 的操作範圍爲第一諧振頻率 f_{r1}>f_s>第二諧振頻率 f_{r2}，其中第一諧振頻率 f_{r1} 由漏電感 Lr 與諧振電容 Cr 決定，第二諧振頻率 f_{r2} 由激磁電感 Lm、漏電感 Lr 與諧振電容 Cr 決定。其公式

如下：

$$f_{r1} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_r \times C}} \qquad f_{r2} = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_r + L_m) \times C}}$$

【0004】因此，設若激磁電感 Lm 爲 300μH、漏電感 Lr 爲 75μH，諧振電容 Cr 爲 27nF，輸入電壓 Vdc 爲高電壓，例如 367V 時，可以求得諧振頻率 fs 約爲 110.3KHz，且如圖 2 所示可知，此時的諧振電流波形接近正弦波，且電流值較小，導通損失較小，因此轉換效率較高(輸出功率 62.5W/輸入功率 69.1W=90.45%)。

【0005】然而當輸入電壓 Vdc 爲低電壓，例如 126V 時，如圖 3 所示，可以發現諧振頻率 fs 將降低至約爲 63.48KHz，此時，諧振電流波形爲有缺口的正弦波，且電流值較大，導通損失較大，因此轉換效率變差(輸出功率 62.5W/輸入功率 73.3W=85.2%)。

【0006】且由上列公式可知，減少諧振電容 Cr 的電容值，可以提高諧振頻率 fs，進而改善低輸入電壓時的轉換效率。但是，當爲了提高諧振頻率 fs，而將諧振電容 Cr 的電容值減少，例如改爲 15nF 時，當輸入電壓 Vdc 爲高電壓，例如 367V 時，如圖 4 所示，諧振頻率 fs 將由 110.3KHz 提高到 158.6KHz，此時可以看出轉換效率(輸出功率 62.5W/輸入功率 68.5W=91.24%)雖有提升，但由於電路操作頻率高於 150 KHz，如此太過高頻的動作會影響電路的穩定度，容易導致電路誤動作，並增加電磁干擾(EMI)的問題。

【發明內容】

【0007】 因此，本發明的目的即在於提供一種 LLC 諧振式電源轉換器，其能有效提升低電壓輸入的轉換效率，並確保高電壓輸入時不致工作頻率過高，以防止電路誤動作及產生電磁干擾。

【0008】 於是，本發明一種 LLC 諧振式電源轉換器，一種 LLC 諧振式電源轉換器，用以將來自一直流電壓源的一輸入電壓轉換成固定的一輸出電壓，其中該輸入電壓可能是在一第一電壓範圍內或在一大於該第一電壓範圍的第二電壓範圍內；該 LLC 諧振式電源轉換器包括一第一功率開關、一與該第一功率開關串聯連接的第二功率開關，一包含一初級側線圈及一次級側線圈的變壓器，一與該次級側線圈電耦接的整流濾波電路，一電耦接在該第二功率開關與該變壓器的該初級側線圈之間的 LLC 諧振電路，其包括串聯連接的一諧振電感、一激磁電感及一可調電容，其中該可調電容能受控制而調整爲具有一第一電容值或一第二電容值，且該第一電容值小於該第二電容值；以及一控制器，其控制該第一功率開關及該第二功率開關輪流切換導通，並與該直流電壓源及該可調電容電耦接，該控制器判斷該輸入電壓是在該第一電壓範圍內時，其控制該可調電容調整爲具有該第一電容值，且該控制器判斷該輸入電壓是在該第二電壓範圍內時，控制該可調電容調整爲具有該第二電容值。

【0009】 較佳地，該可調電容包括一與該諧振電感及該

激磁電感串聯的第一電容，以及一第二電容，該控制器判斷該輸入電壓是在該第一電壓範圍內時，其控制該第一電容不與該第二電容並聯，使該可調電容具有該第一電容值，且該控制器判斷該輸入電壓是在該第二電壓範圍內時，其控制該第一電容與該第二電容並聯，使該可調電容具有該第二電容值。

【0010】 較佳地，該 LLC 諧振式電源轉換器還包括一輸入電壓偵測電路，其包含一或複數個串聯的電阻，且該電阻或該等電阻其中最上端的該電阻的一端與該直流電壓源的正端電耦接，且該控制器的一電壓偵測接腳電耦接該電阻以取得該電阻上的一壓降或一分壓壓降，並根據該壓降或該分壓壓降判斷該直流電壓源的該輸入電壓是在該第一電壓範圍內還是在該第二電壓範圍內。

【0011】 較佳地，該諧振電感是該變壓器的該初級側線圈的一漏電感，或者，該諧振電感包括該變壓器的該初級側線圈的一漏電感及一與該漏電感電連接的電感。

【0012】 此外，本發明另一種 LLC 諧振式電源轉換器，用以將來自一直流電壓源的一輸入電壓轉換成固定的一輸出電壓，並包括一第一功率開關、一與該第一功率開關串聯連接的第二功率開關，一包含一初級側線圈及一次級側線圈的變壓器，一電耦接在該第二功率開關與該變壓器的該初級側線圈之間的 LLC 諧振電路，其包括串聯連接的一諧振電感、一激磁電感及一可調電容；以及一控制器，其控制該第一功率開關及該第二功率開關輪流切換導通，並

與該直流電壓源及該可調電容電耦接，且該控制器根據該輸入電壓的準位，對應控制該可調電容的電容值，以在該輸入電壓上升時，調高該可調電容的電容值，並在該輸入電壓下降時，降低該可調電容的電容值。

【0013】 較佳地，該可調電容包括電容值各不相同的一第一電容、一第二電容及一第三電容，且該控制器根據該輸入電壓的準位大小，控制該可調電容爲該第一電容、該第二電容及該第三電容其中之一或者爲該第一電容、該第二電容及該第三電容其中的至少二個並聯，使該可調電容的電容值對應該輸入電壓的大小增加或減少。

【0014】 較佳地，該 LLC 諧振式電源轉換器還包括一輸入電壓偵測電路，其包含一或複數個串聯的電阻，且該電阻或該等電阻其中最上端的該電阻的一端與該直流電壓源的正端電耦接，且該控制器的一電壓偵測接腳電耦接該電阻以取得該電阻上的一壓降或一分壓壓降，並根據該壓降或該分壓壓降判斷該直流電壓源的準位大小。

【0015】 較佳地，該諧振電感是該變壓器的該初級側線圈的一漏電感，或者該諧振電感包括該變壓器的該初級側線圈的一漏電感及一與該漏電感電連接的電感。

【0016】 本發明藉由控制器根據輸入電壓的大小，對應調整 LLC 諧振電路的可調電容的電容值，以適時調整 LLC 諧振電路的諧振頻率，使 LLC 諧振電路在低電壓輸入時，工作在較高的諧振頻率，以適時提升 LLC 諧振式電源轉換器在低電壓輸入時的轉換效率，並使 LLC 諧振電路在高電

壓輸入時，工作在較低的諧振頻率，使 LLC 諧振式電源轉換器除了保持較佳的轉換效率外，亦避免因操作頻率太高而導致電路誤動作及電磁干擾問題，確實達到本發明的功效與目的。

【圖式簡單說明】

【0017】 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 是習知 LLC 諧振式電源轉換器的主要電路圖；

圖 2 是習知 LLC 諧振式電源轉換器在高電壓輸入時，產生的諧振電流波形圖；

圖 3 是習知 LLC 諧振式電源轉換器在低電壓輸入時，產生的諧振電流波形圖；

圖 4 是習知 LLC 諧振式電源轉換器在高電壓輸入且諧振電容的電容值減少時，產生的諧振電流波形圖；

圖 5 是本發明 LLC 諧振式電源轉換器的第一較佳實施例的主要電路圖；

圖 6 是本發明第一實施例在低電壓輸入時，產生的諧振電流波形圖；及

圖 7 是本發明 LLC 諧振式電源轉換器的第二較佳實施例的主要電路圖。

【實施方式】

【0018】 參見圖 5 所示，是本發明 LLC 諧振式電源轉換器的第一較佳實施例，其用以將來自一直流電壓源 20 的一

輸入電壓 Vdc(例如 126V~370V)轉換成固定的一輸出電壓 Vo(例如 24V)，其中輸入電壓 Vdc 可能是在一第一電壓範圍(例如 126V~245V)內或在一大於第一電壓範圍的第二電壓範圍(例如 246V~370V)內。且本實施例 LLC 諧振式電源轉換器 2 包括一第一功率開關 S1、一與第一功率開關 S1 串聯的第二功率開關 S2、一控制第一功率開關 S1 與第二功率開關 S2 導通與否的控制器 21、一變壓器 T、一設在第二功率開關 S2 與變壓器 T 之間的 LLC 諧振電路 22，以及一整流濾波電路 23。

【0019】 變壓器 T 包含一初級側線圈 Lp 及一次級側線圈 Ls，且初級側線圈 Lp 具有一漏電感。LLC 諧振電路 22 電耦接在第二功率開關 S2 與變壓器 T 的初級側線圈 Lp 之間，並包括串聯連接的一諧振電感 Lr、一激磁電感 Lm 及一可調電容 C。其中諧振電感 Lr 是初級側線圈 Lp 的漏電感，或者較佳地諧振電感 Lr 是包含初級側線圈 Lp 的漏電感及一與漏電感串聯的電感(圖未示)。且整流濾波電路 23 與次級側線圈 Ls 電耦接。

【0020】 當輸入電壓 Vdc 輸入時，控制器 21 控制第一功率開關 S1 及第二功率開關 S2 輪流切換導通，使 LLC 諧振電路 22 的激磁電感 Lm 被激磁而反覆產生電壓及反電動勢，使變壓器 T 的初級側線圈 Ls 持續產生感應電壓，並經由整流濾波電路 23 對感應電壓進行整流及濾波後，產生一直流的輸出電壓 Vo 給後端的一負載 RL 使用。且控制器 21 採用第一功率開關 S1 及第二功率開關 S2 接近 50 %的責任

週期及頻率調變的控制方式，達到輸出電壓 Vo 穩定，並且在 LLC 諧振電路 22 諧振期間，藉由第一及第二功率開關 S1、S2 的寄生電容與二極體，使得第一及第二功率開關 S1、S2 達到零電壓切換。

【0021】 其中 LLC 諧振電路 22 的諧振頻率 fs 決定於激磁電感 Lm、諧振電感 Lr 與可調電容 C，且其操作頻率 fs 的範圍爲第一諧振頻率 fr1>fs>第二諧振頻率 fr2，其中第一諧振頻率 fr1 由諧振電感 Lr 與可調電容 C 決定，第二諧振頻率 fr2 由激磁電感 Lm、諧振電感 Lr 與可調電容 C 決定。第一諧振頻率 fr1 與第二諧振頻率 fr2 的公式如下：

$$f_{r1} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_r \times C}} \qquad f_{r2} = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_r + L_m) \times C}}$$

【0022】 因此，由上面兩個公式可知，當可調電容 C 的電容值增加或減少時，諧振頻率 fs 就會對應降低或提高。

【0023】 因此，爲了適時調整 LLC 諧振電路 22 的諧振頻率，使 LLC 諧振式電源轉換器 2 工作在最佳效能，特別的是，本實施例的可調電容 C 能受控制而調整其電容值爲一第一電容值或一第二電容值，其中第一電容值小於第二電容值。且控制器 21 除了控制第一功率開關 S1 及第二功率開關 S2 輪流切換導通之外，控制器 21 還與直流電壓源 20 及可調電容 C 電耦接，以得知直流電源源 20 的輸入電壓 Vdc 是落在第一電壓範圍內還是落在第二電壓範圍內，並於判斷輸入電壓 Vdc 落在第一電壓範圍(低電壓)時，控制可調電容 C 調整爲具有第一電容值，以調高 LLC 諧振電路

22 的諧振頻率 fs，使第一功率開關 S1 及第二功率開關 S2 的切換頻率對應提高，而提升 LLC 諧振式電源轉換器 2 在低電壓輸入時的轉換效率；而當控制器 21 判斷輸入電壓 Vdc 是落在第二電壓範圍(高電壓)時，則控制可調電容 C 調整爲具有第二電容值，以降低 LLC 諧振電路 22 的諧振頻率 fs，使第一功率開關 S1 及第二功率開關 S2 的切換頻率對應降低，以避免 LLC 諧振式電源轉換器 2 因第一功率開關 S1 及第二功率開關 S2 的切換頻率過高而造成誤動作及電磁干擾增加的問題。

【0024】 更確切地說，如圖 5 所示，本實施例還包括一設在直流電壓源 20 的正端與控制器 21 的一電壓偵測接腳 Vsense 之間的輸入電壓偵測電路 24，其包含複數串聯的電阻 R1~R5 以及一與最末端的電阻 R5 並聯的穩壓電容 Cs，其中最上端的電阻 R1 的一端與直流電壓源 20 的正端電耦接，且控制器 21 的電壓偵測接腳 Vsense 與穩壓電容 Cs 的一非接地端(即最末端的電阻 R5 的上端)電耦接，以取得電阻 R5 上的一壓降，並根據該壓降判斷直流電壓源 20 的輸入電壓 Vdc 是落在第一電壓範圍內還是落在第二電壓範圍內。當然，輸入電壓偵測電路 24 也可以省略電阻 R1~R4，而只包含一個電阻 R5 以及與電阻 R5 並聯的穩壓電容 Cs。或者，也可以省略穩壓電容 Cs，而只包含電阻 R5 或包含串聯的電阻 R1~R5。

【0025】 且可調電容 C 包括一第一電容 C1 及一第二電容 C2。第一電容 C1 與諧振電感 Lr 及激磁電感 Lm 串聯，且

第二電容 C2 受一開關 SW 控制，以決定與第一電容 C1 並聯與否。因此，當控制器 21 判斷輸入電壓 Vdc 是落在第一電壓範圍內(低電壓)時，其控制開關 SW 不導通，使第一電容 C1 不與第二電容 C2 並聯，使可調電容 C 即爲第一電容 C1 而具有第一電容值；而當控制器 21 判斷輸入電壓 Vdc 是落在第二電壓範圍內(高電壓)時，其控制開關 SW 導通，使第一電容 C1 與第二電容 C2 並聯，則可調電容 C 即等於第一電容 C1 與第二電容 C2 並聯，而具有第二電容值。

【0026】 例如，若設計激磁電感 Lm 爲 300μH、諧振電感 Lr 爲 75μH，第一電容 C1 爲 15nF，第二電容 C2 爲 12nF，當輸入電壓 Vdc 爲例如 126V(低電壓範圍)時，控制器 21 控制可調電容 C 爲第一電容 C1，而具有 15 nF 電容值，則如圖 6 所示的諧振電流波形可知，LLC 諧振電路 22 的諧振頻率 fs 能提高到約爲 81.94KHz，使 LLC 諧振電路 22 在低電壓輸入時，可以有較高的諧振頻率，使第一功率開關 S1 及第二功率開關 S2 能工作在相對較高的切換頻率，與習知諧振電容 Cr 爲 27nF 時(參見圖 3)相較，產生的激磁電流較小，導通損失較小，且轉換效率(輸出功率 62.5W/輸入功率 71.9W=86.92%)提升了 1.7%。

【0027】 而當輸入電壓 Vdc 爲例如 367V(高電壓範圍)時，控制器 21 則控制可調電容 C 爲第一電容 C1 與第二電容 C2 並聯，而具有 27nF 電容值，使 LLC 諧振電路 22 在高電壓輸入下，如圖 2 所示，除了仍能維持較高的轉換效

率外，其諧振頻率fs不會過高，使第一功率開關S1及第二功率開關S2的切換頻率不致過高，而能避免第一功率開關S1及第二功率開關S2不致因切換頻率過高產生誤動作以及增加電磁干擾。

【0028】再參見圖7所示，是本發明LLC諧振式電源轉換器的第二較佳實施例，其與第一實施例主要不同處在於：LLC諧振式電源轉換器2'的控制器21可根據輸入電壓Vdc的多個不同的電壓準位，多階段地對應調整可調電容C的電容值，亦即例如本實施例的LLC諧振電路22'的可調電容C可包括電容值各不相同的一第一電容C1、一第二電容C2及一第三電容C3，且第一電容C1與諧振電感Lr及激磁電感Lm串聯，第二電容C2及第三電容C3各別受相對應的一第一開關SW1及一第二開關SW2控制，以決定其各自是否與第一電容C1。且第一開關SW1及第二開關SW2受控制器21控制導通與否。

【0029】藉此，控制器21即能根據輸入電壓Vdc的準位大小，對應控制可調電容C爲第一電容C1或者爲第一電容C1與第二電容C2及第三電容C3至少其中之一並聯，使得可調電容C的電容值與輸入電壓Vdc的大小成正向對應關係。

【0030】換句話說，假設第一電容C1的電容值小於第二電容C2，且第二電容C2的電容值小於第三電容C3，則當控制器21判斷輸入電壓Vdc的準位是落在一第一電壓範圍(例如最低電壓範圍)時，控制器21控制第一開關SW1與

第二開關不導通，使可調電容C即爲第一電容C1，當控制器21判斷輸入電壓Vdc的準位是落在比第一電壓範圍還大的一第二電壓範圍時，控制器21控制第一開關SW1導通，使可調電容C爲第一電容C1與第二電容C2並聯，當控制器21判斷輸入電壓Vdc的準位是落在比第二電壓範圍還大的一第三電壓範圍時，控制器21控制第二開關SW2導通，使可調電容C爲第一電容C1與第三電容C3並聯，當控制器21判斷輸入電壓Vdc的準位是落在比第三電壓範圍還大的一第四電壓範圍(例如最高電壓範圍)時，控制器21控制第一開關SW1與第二開關SW2導通，使可調電容C爲第一電容C1與第二電容C2及第三電容C3並聯。藉此達到根據輸入電壓Vdc的準位大小，多階段調整可調電容C之電容值，使可調電容C的電容值與輸入電壓Vdc的大小成正比。換句話說，本實施例的可調電容C可藉由組合N(N≧3)個具有不同電容值的電容及N-1個開關，產生2^(N-1)個(階)電容值，例如四個電容搭配三個開關可以組合出八個(階)不同的電容值，五個電容搭配四個開關可以組合出十六個(階)不同的電容值。

【0031】因此，第二實施例可對應不同的輸入電壓Vdc，多階段地對應調整可調電容C的電容值，使LLC諧振電路22'能夠針對不同的輸入電壓Vdc準位，對應調整其諧振頻率fs，使諧振頻率fs落在較佳的工作點，以適時且有效地提升電壓轉換效率，而達到環保節能的需求及趨勢，並減少電路因功率損耗產生的熱能，且確保高電壓輸

入時，不致工作頻率過高導致電路誤動作及電磁干擾，提高產品可靠度。

【0032】 綜上所述，上述實施例藉由控制器21根據輸入電壓 Vdc 的大小，對應調整 LLC 諧振電路 22、22'的諧振頻率，使 LLC 諧振電路 22、22' 在低電壓輸入時，工作在較高的諧振頻率，以適時提升 LLC 諧振式電源轉換器 2、2'在低電壓輸入時的轉換效率，並在高電壓輸入時，工作在較低的諧振頻率，使 LLC 諧振式電源轉換器 2、2' 除了保持較佳的轉換效率外，亦避免因操作頻率太高而導致電路誤動作及電磁干擾問題，確實達到本發明的功效與目的。

【0033】 惟以上所述者，僅爲本發明之較佳實施例而已，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】

【0034】

2、2’ ……LLC諧振式電源轉換器

20……直流電壓源

21……控制器

22、22’ …LLC諧振電路

23……整流濾波電路

24……分壓電路

S1……第一功率開關

S2……第二功率開關

Vdc……輸入電壓

Lr……諧振電感

Lm……激磁電感

C……可調電容

Cs……穩壓電容

R1~R5……電阻

C1……第一電容

C2……第二電容

C3……第三電容

SW……開關

SW1……第一開關

SW2……第二開關

T……變壓器

Lp……初級側線圈

Ls……次級側線圈

R_L……負載

Vo……輸出電壓

Vsense……電壓偵測接腳

【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 LLC 諧振式電源轉換器，用以將來自一直流電壓源的一輸入電壓轉換成固定的一輸出電壓，其中該輸入電壓可能是在一第一電壓範圍內或在一大於該第一電壓範圍的第二電壓範圍內；該 LLC 諧振式電源轉換器包括：

一第一功率開關；

一第二功率開關，與該第一功率開關串聯連接；

一變壓器，包含一初級側線圈及一次級側線圈；

一整流濾波電路，與該次級側線圈電耦接；

一 LLC 諧振電路，電耦接在該第二功率開關與該變壓器的該初級側線圈之間，並包括串聯連接的一諧振電感、一激磁電感及一可調電容，其中該可調電容能受控制而調整爲具有一第一電容值或一第二電容值，且該第一電容值小於該第二電容值；及

一控制器，控制該第一功率開關及該第二功率開關輪流切換導通，並與該直流電壓源及該可調電容電耦接，該控制器判斷該輸入電壓是在該第一電壓範圍內時，其控制該可調電容調整爲具有該第一電容值，且該控制器判斷該輸入電壓是在該第二電壓範圍內時，控制該可調電容調整爲具有該第二電容值。

2. 如請求項 1 所述的 LLC 諧振式電源轉換器，其中該可調電容包括一與該諧振電感及該激磁電感串聯的第一電容，以及一第二電容，該控制器判斷該輸入電壓是在

該第一電壓範圍內時，其控制該第一電容不與該第二電容並聯，使該可調電容具有該第一電容值，且該控制器判斷該輸入電壓是在該第二電壓範圍內時，其控制該第一電容與該第二電容並聯，使該可調電容具有該第二電容值。

3. 如請求項1或2所述的LLC諧振式電源轉換器，還包括一輸入電壓偵測電路，其包含一或複數個串聯的電阻，且該電阻或該等電阻其中最上端的該電阻的一端與該直流電壓源的正端電耦接，且該控制器的一電壓偵測接腳電耦接該電阻以取得該電阻上的一壓降或一分壓壓降，並根據該壓降或該分壓壓降判斷該直流電壓源的該輸入電壓是在該第一電壓範圍內還是在該第二電壓範圍內。

4. 如請求項1所述的LLC諧振式電源轉換器，其中該諧振電感是該變壓器的該初級側線圈的一漏電感。

5. 如請求項4所述的LLC諧振式電源轉換器，其中該諧振電感包括一與該漏電感電連接的電感。

6. 一種LLC諧振式電源轉換器，用以將來自一直流電壓源的一輸入電壓轉換成固定的一輸出電壓，並包括：

一第一功率開關；

一第二功率開關，與該第一功率開關串聯連接；

一變壓器，包含一初級側線圈及一次級側線圈；

一LLC諧振電路，電耦接在該第二功率開關與該變壓器的該初級側線圈之間，並包括串聯連接的一諧

振電感、一激磁電感及一可調電容；及

一控制器，控制該第一功率開關及該第二功率開關輪流切換導通，並與該直流電壓源及該可調電容電耦接，且該控制器根據該輸入電壓的準位，對應控制該可調電容的電容值，以在該輸入電壓上升時，調高該可調電容的電容值，並在該輸入電壓下降時，降低該可調電容的電容值。

7. 如請求項6所述的LLC諧振式電源轉換器，其中該可調電容包括電容值各不相同的一第一電容、一第二電容及一第三電容，且該控制器根據該輸入電壓的準位大小，控制該可調電容爲該第一電容、該第二電容及該第三電容其中之一或者爲該第一電容、該第二電容及該第三電容其中的至少二個並聯，使該可調電容的電容值對應該輸入電壓的大小增加或減少。

8. 如請求項6或7所述的LLC諧振式電源轉換器，還包括一輸入電壓偵測電路，其包含一或複數個串聯的電阻，且該電阻或該等電阻其中最上端的該電阻的一端與該直流電壓源的正端電耦接，且該控制器的一電壓偵測接腳電耦接該電阻以取得該電阻上的一壓降或一分壓壓降，並根據該壓降或該分壓壓降判斷該直流電壓源的準位大小。

9. 如請求項6所述的LLC諧振式電源轉換器，其中該諧振電感是該變壓器的該初級側線圈的一漏電感。

10. 如請求項6所述的LLC諧振式電源轉換器，其中該諧振

電感包括該變壓器的該初級側線圈的一漏電感及一與該漏電感電連接的電感。

圖式

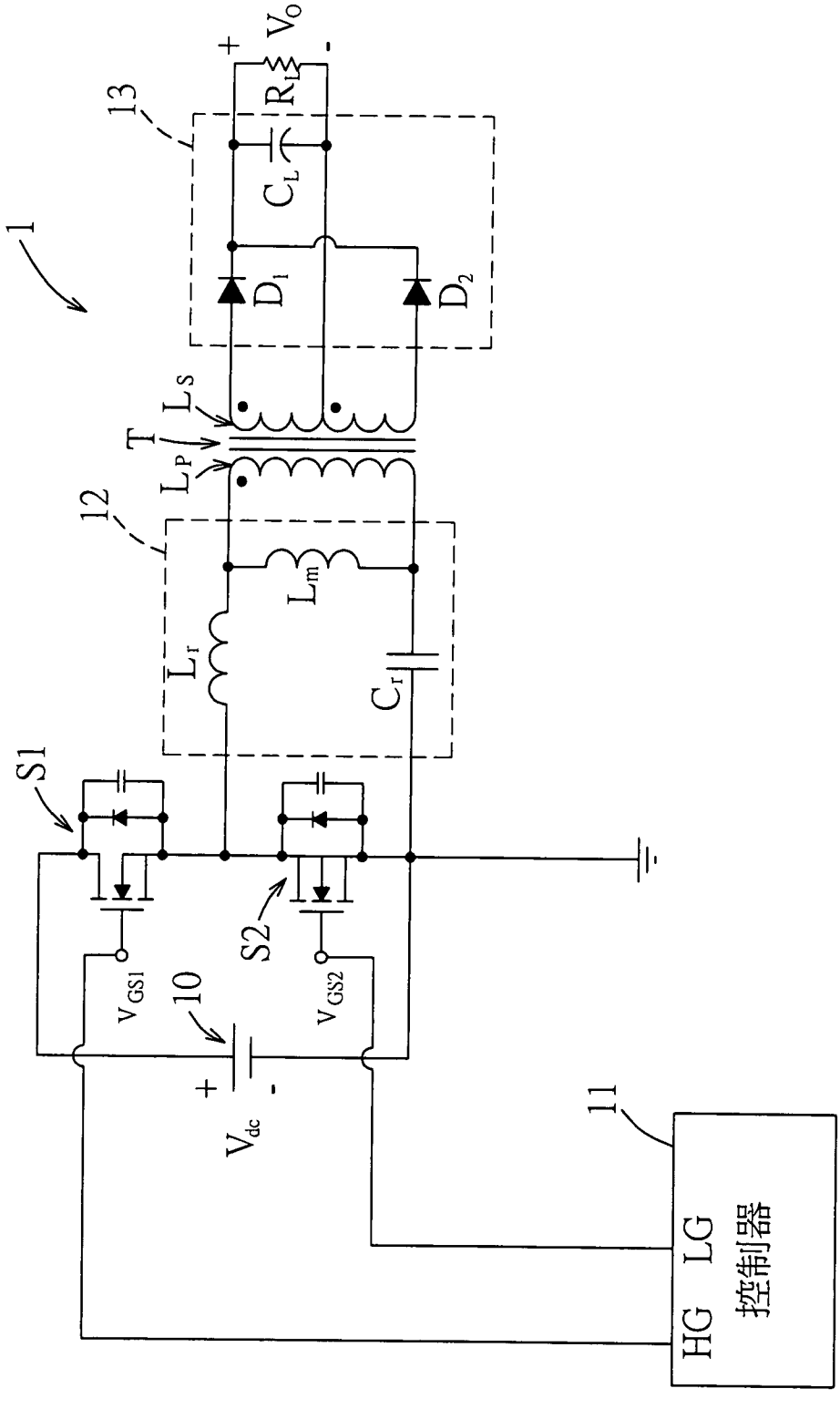

1
13
12
11
10
S1
S2
T
L_S
L_P
L_m
L_r
C_r
C_L
D_1
D_2
R_L
V_O
V_{GS1}
V_{GS2}
V_{dc}
HG LG
控制器

圖 1

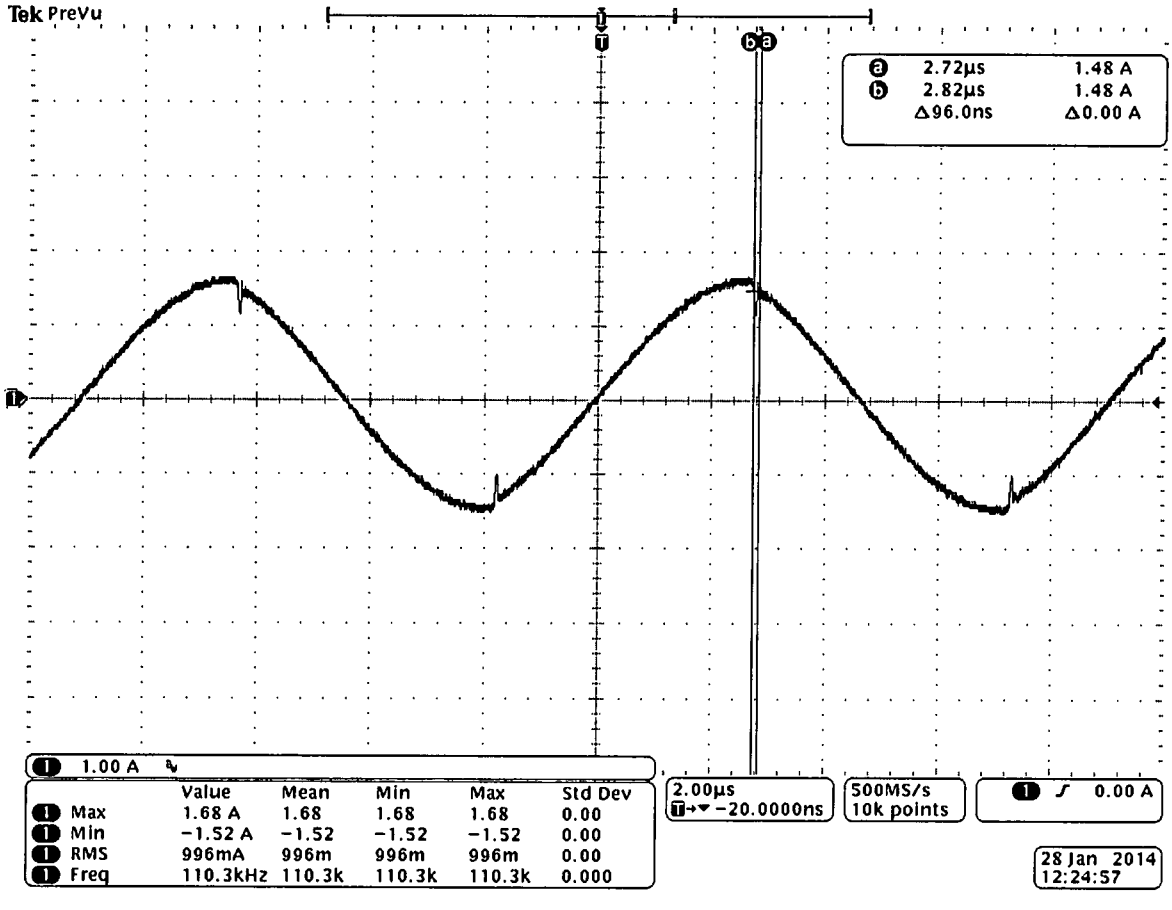

Tek PreVu
a 2.72µs 1.48 A
b 2.82µs 1.48 A
Δ96.0ns Δ0.00 A
1.00 A
Value Mean Min Max Std Dev
1 Max 1.68 A 1.68 1.68 1.68 0.00
1 Min −1.52 A −1.52 −1.52 −1.52 0.00
1 RMS 996mA 996m 996m 996m 0.00
1 Freq 110.3kHz 110.3k 110.3k 110.3k 0.000
2.00µs
−20.0000ns
500MS/s
10k points
1 0.00 A
28 Jan 2014
12:24:57

圖 2

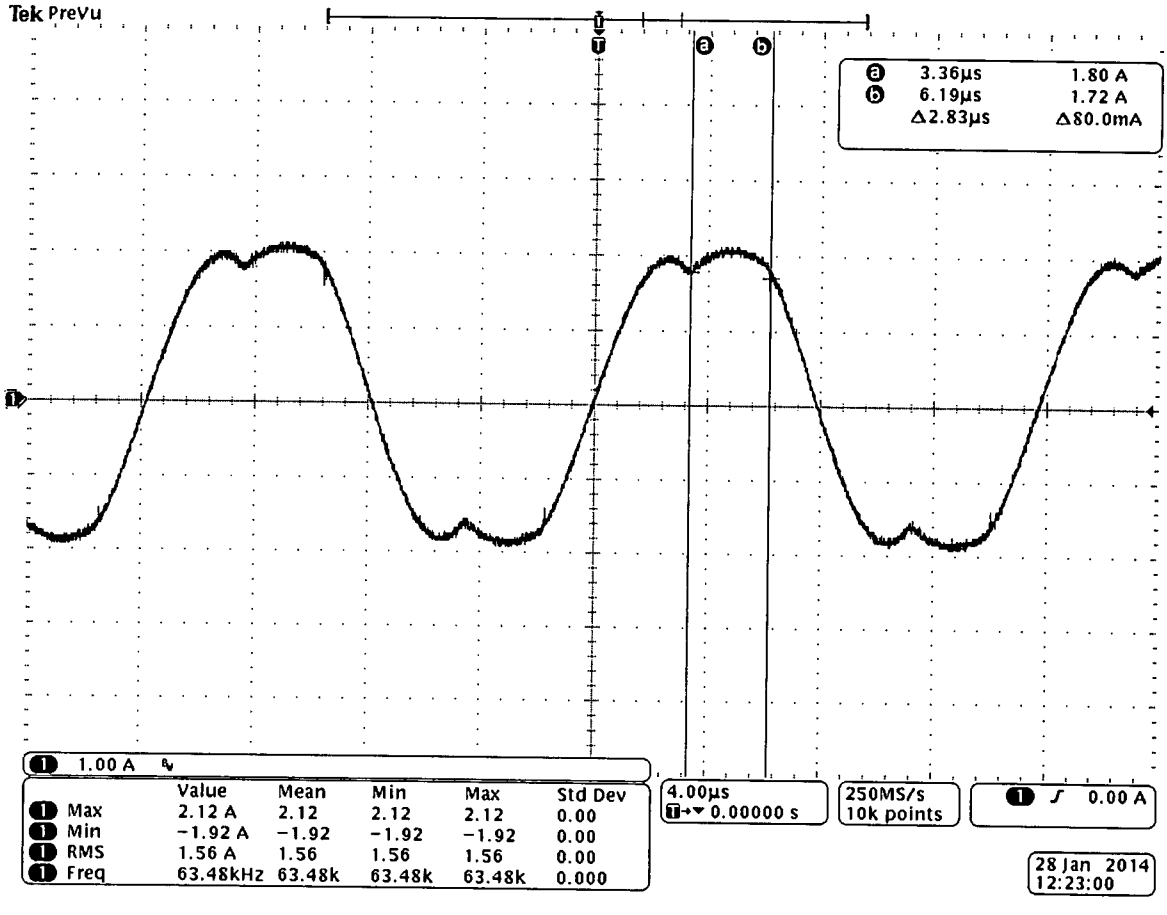

Tek PreVu
a 3.36µs 1.80 A
b 6.19µs 1.72 A
Δ2.83µs Δ80.0mA
1.00 A
Value Mean Min Max Std Dev
1 Max 2.12 A 2.12 2.12 2.12 0.00
1 Min −1.92 A −1.92 −1.92 −1.92 0.00
1 RMS 1.56 A 1.56 1.56 1.56 0.00
1 Freq 63.48kHz 63.48k 63.48k 63.48k 0.000
4.00µs
T→ 0.00000 s
250MS/s
10k points
1 0.00 A
28 Jan 2014
12:23:00

圖 3

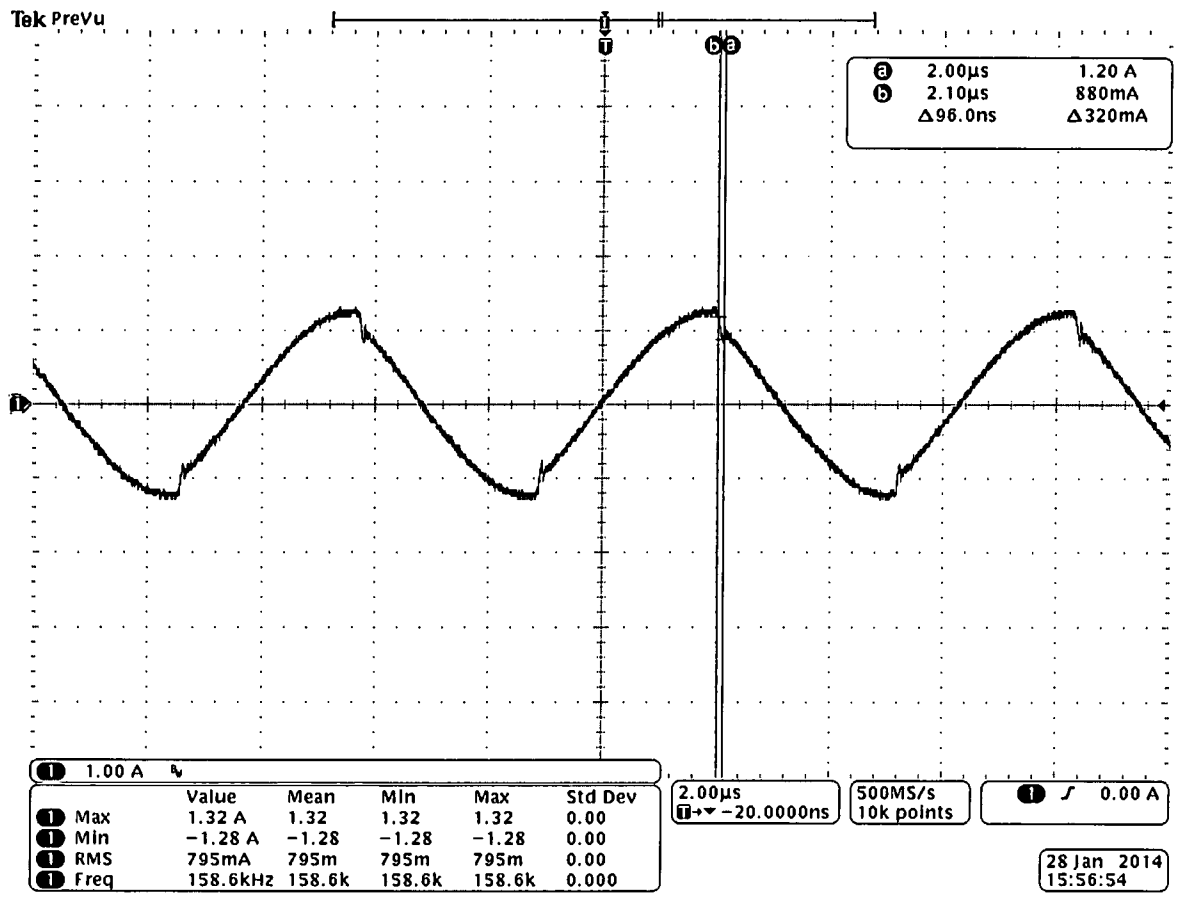

Tek PreVu
a 2.00µs 1.20 A
b 2.10µs 880mA
Δ96.0ns Δ320mA
1.00 A
Value Mean Min Max Std Dev
Max 1.32 A 1.32 1.32 1.32 0.00
Min −1.28 A −1.28 −1.28 −1.28 0.00
RMS 795mA 795m 795m 795m 0.00
Freq 158.6kHz 158.6k 158.6k 158.6k 0.000
2.00µs
−20.0000ns
500MS/s
10k points
0.00 A
28 Jan 2014
15:56:54

圖 4

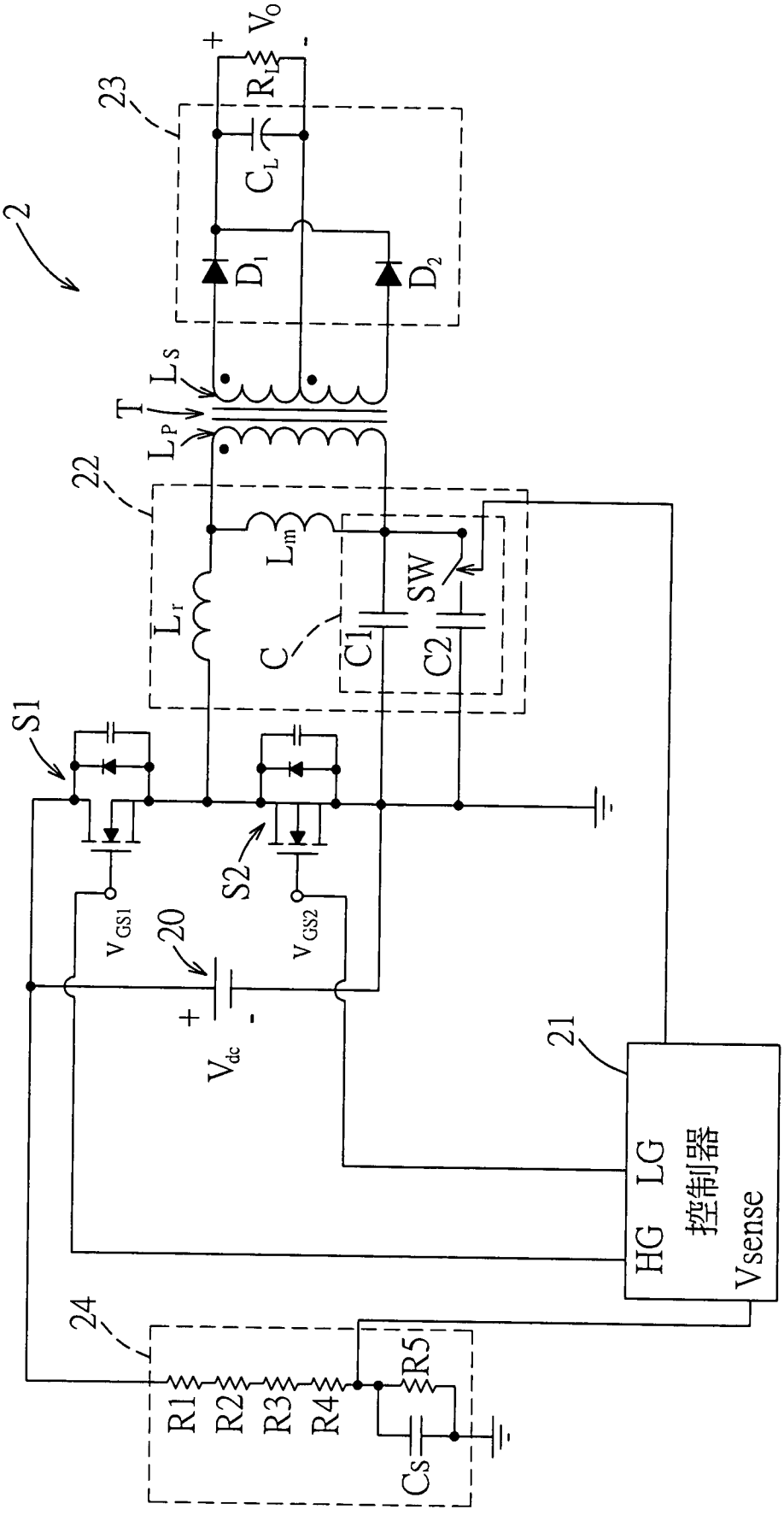

2
23
22
24
21
20
S1
S2
T
L_S
L_P
L_r
L_m
C
C1
C2
SW
D_1
D_2
C_L
R_L
V_O
V_{GS1}
V_{GS2}
V_{dc}
R1
R2
R3
R4
R5
Cs
HG
LG
控制器
Vsense

圖 5

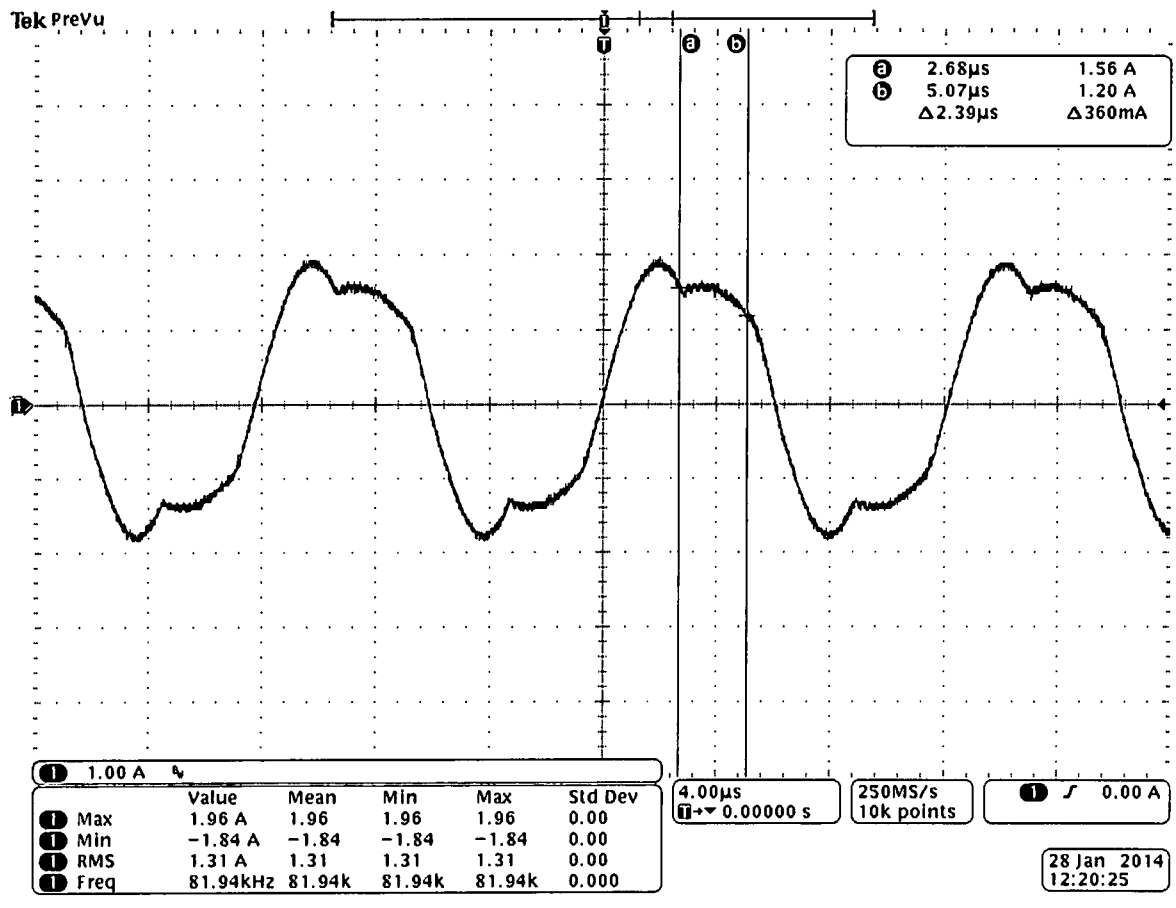

Tek PreVu
a 2.68µs 1.56 A
b 5.07µs 1.20 A
Δ2.39µs Δ360mA
1 1.00 A
Value Mean Min Max Std Dev
1 Max 1.96 A 1.96 1.96 1.96 0.00
1 Min −1.84 A −1.84 −1.84 −1.84 0.00
1 RMS 1.31 A 1.31 1.31 1.31 0.00
1 Freq 81.94kHz 81.94k 81.94k 81.94k 0.000
4.00µs
0.00000 s
250MS/s
10k points
1 0.00 A
28 Jan 2014
12:20:25

圖 6

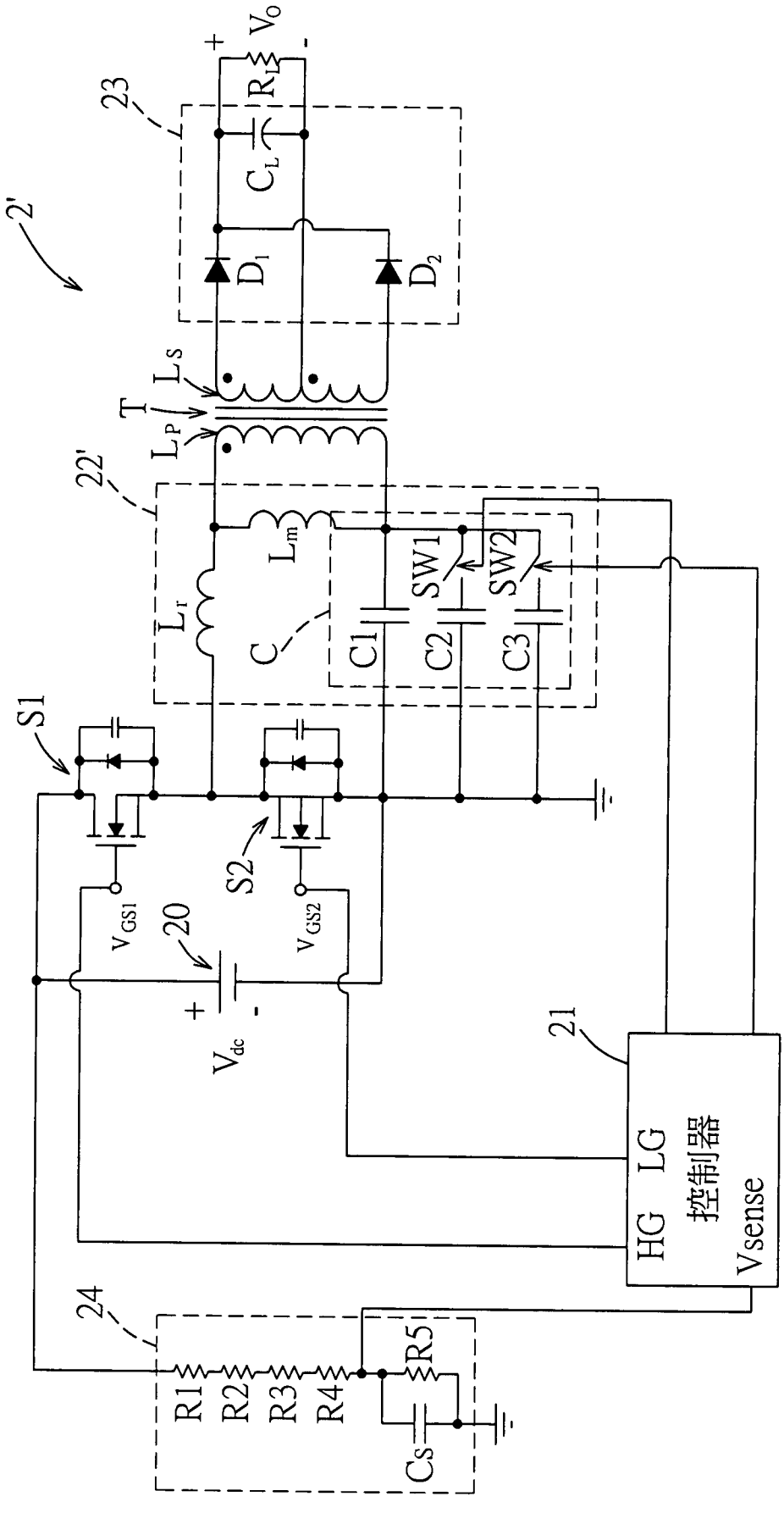

2'
23
22'
24
T
S1
S2
20
21
V_o
R_L
C_L
D_1
D_2
L_S
L_P
L_r
L_m
C
C1
C2
C3
SW1
SW2
V_{GS1}
V_{GS2}
V_{dc}
HG
LG
控制器
Vsense
R1
R2
R3
R4
R5
C_S

圖 7