



(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 I389438B1

(45) 公告日：中華民國 102 (2013) 年 03 月 11 日

(21) 申請案號：098137113

(22) 申請日：中華民國 98 (2009) 年 11 月 02 日

(51) Int. Cl. : **H02M3/145 (2006.01)**(71) 申請人：沛亨半導體股份有限公司 (中華民國) ANALOG INTEGRATIONS CORPORATION
(TW)

新竹市新竹科學工業園區力行一路 1 號 3 樓 A1

(72) 發明人：江詩敏 CHIANG, SZU MING (TW)；陳威銘 CHEN, WEI MING (TW)；蔡啟弘
 TSAI, CHI HUNG (TW)

(74) 代理人：戴俊彥；吳豐任

(56) 參考文獻：

TW 200715698A

US 6115271

US 6853563

審查人員：陳德修

申請專利範圍項數：39 項 圖式數：13 共 0 頁

(54) 名稱

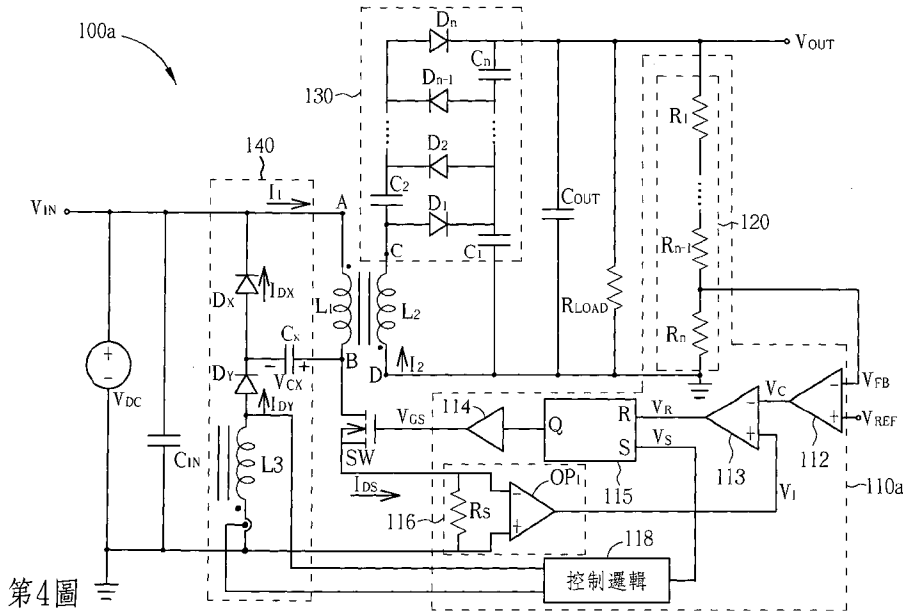
高轉換效率之電壓轉換器

VOLTAGE CONVERTER WITH HIGH EFFICIENCY

(57) 摘要

電壓轉換器利用升壓電路以複數級方式傳送能量，進而降低二次側耐壓並減少體積。同時利用緩衝電路來儲存並回收漏電感能量，進而並增加電壓轉換效率。

A voltage converter transmits energy in multiple stages using a charge pump so as to reduce the requirement of voltage rating of the secondary side and the size of the voltage converter. Meanwhile, the voltage converter stores and recycles the leakage inductance energy using a snubber circuit so as to increase the conversion efficiency.



第4圖

- 100a . . . 電壓轉換器
- 110a . . . 開關控制單元
- 120 . . . 回授電路
- 130 . . . 升壓電路
- 140 . . . 緩衝電路
- 113 . . . 脈波寬度調變比較器
- 112 . . . 誤差放大器
- 114 . . . 驅動單元
- 115 . . . 正反器
- 116 . . . 電流偵測電路
- 118 . . . 控制邏輯
- $R_1 \sim R_n$. . . 電阻
- R_{LOAD} . . . 負載
- $L_1 \sim L_3$. . . 電磁感應元件
- V_{DC} . . . 電壓源
- SW . . . 功率開關
- $D_X, D_Y, D_1 \sim D_n$. . . 二極體
- $C_{OUT}, C_{IN}, C_X, C_1 \sim C_n$. . . 電容

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：98139/113

※申請日：98/11/2

※IPC分類：H02M3/145 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

高轉換效率之電壓轉換器/VOLTAGE CONVERTER WITH HIGH EFFICIENCY

二、中文發明摘要：

電壓轉換器利用升壓電路以複數級方式傳送能量，進而降低二次側耐壓並減少體積。同時利用緩衝電路來儲存並回收漏電感能量，進而並增加電壓轉換效率。

三、英文發明摘要：

A voltage converter transmits energy in multiple stages using a charge pump so as to reduce the requirement of voltage rating of the secondary side and the size of the voltage converter. Meanwhile, the voltage converter stores and recycles the leakage inductance energy using a snubber circuit so as to increase the conversion efficiency.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(4)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

| | | | |
|---|-------|----------------|-----------|
| 100a | 電壓轉換器 | 110a | 開關控制單元 |
| 120 | 回授電路 | 130 | 升壓電路 |
| 140 | 緩衝電路 | 113 | 脈波寬度調變比較器 |
| 112 | 誤差放大器 | 114 | 驅動單元 |
| 115 | 正反器 | 116 | 電流偵測電路 |
| 118 | 控制邏輯 | $R_1 \sim R_n$ | 電阻 |
| R_{LOAD} | 負載 | $L_1 \sim L_3$ | 電磁感應元件 |
| V_{DC} | 電壓源 | SW | 功率開關 |
| D_X 、 D_Y 、 $D_1 \sim D_n$ | | | 二極體 |
| C_{OUT} 、 C_{IN} 、 C_X 、 $C_1 \sim C_n$ | | | 電容 |

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】

本發明相關於一種電壓轉換器，尤指一種高轉換效率之返馳式電壓轉換器(flyback voltage converter)。

【先前技術】

電壓轉換器為現今電子產品中不可缺的零件，其主要功能在於調整電子產品之輸入電壓以提供其它零件所需的工作電壓。電壓轉換電路種類繁多，其中返馳式電壓轉換器(flyback voltage converter)具有高效率、低耗損、小尺寸及重量輕等優點，因此已被廣泛地應用在各種電子產品中。

請參考第 1 圖至第 3 圖，第 1 圖至第 3 圖為先前技術中返馳式電壓轉換器(flyback voltage converter)200a~200c 的示意圖。電壓轉換器 200a~200c 各包含一電壓源 V_{DC} 、兩電磁感應元件 L1、L2、一功率開關 SW、一開關控制單元 210，以及一整流電路 230，以及分別包含緩衝電路(snubber circuit) 240a~240c。第一電磁感應元件 L1 與第二電磁感應元件 L2 可藉由耦合電感或是變壓器來加以實現，其係用來將一輸入電壓 V_{IN} 轉換為一輸出電壓 V_{OUT} ，進而驅動一負載 R_{LOAD} 。

功率開關 SW 可為一金氧半導體 (metal oxide semiconductor, MOS) 電晶體，其依據一控制訊號 V_{GS} 來選擇性切換至導通 (短路) 狀態或是關閉 (開路) 狀態。整流電路 230 包含一二極體 D_O 和一輸出電容 C_{OUT} ，當功率開關 SW 導通時，二極體 D_O 處於逆向偏壓 (reverse-biased) 模式，第一電磁感應元件 L1 的電流值增加，電壓源 V_{DC} 所提供的能量會被儲存至第一電磁感應元件 L1 內；當功率開關 SW 關閉時，二極體 D_O 處於順向偏壓 (forward-biased) 模式，儲存於第一電磁感應元件 L1 的能量將轉移或耦合至第二電磁感應元件 L2，並經由第二電磁感應元件 L2 將儲存的能量釋放至輸出電容 C_{OUT} ，進而產生上述的輸出電壓 V_{OUT} 。

開關控制單元 210 包含一誤差放大器 (error amplifier) 112、一脈波寬度調變 (pulse width modulation, PWM) 比較器 113、一驅動單元 114，以及一回授電路 120。回授電路 120 包含複數個串接電阻 $R_1 \sim R_n$ ，可對輸出電壓 V_{OUT} 進行分壓以提供一相對應之回授訊號 V_{FB} 。誤差放大器 112 可比較回授訊號 V_{FB} ($V_{FB} = V_{OUT} \times \frac{R_n}{R_1 + R_2 + \dots + R_n}$) 與一參考電壓 V_{REF} 之差值，再依此提供一相對應之控制訊號 V_C 。脈波寬度調變比較器 113 可依據控制訊號 V_C 來產生一相對應之控制訊號 V_{PWM} ，驅動單元 114 再依據控制訊號 V_{PWM} 來產生控制訊號 V_{GS} 。換而言之，先前技術之電壓轉換器 200a~200c 可依

據輸出電壓 V_{OUT} 之變動來調整功率開關 SW 之工作週期 (duty cycle)，讓輸出電壓訊號 V_{OUT} 的電壓準位能夠穩定在一直目標準位。

然而，在實際操作上，功率開關 SW 並非是理想開關元件，且電磁感應元件 L1 和 L2 本身具有漏電感，因此功率開關 SW 在切換的瞬間（由導通狀態進入非導通狀態的切換過程中），在二極體 D_O 未完全導通之前，上述漏電感會因為流經的電流瞬間下降而產生一極大的感應電壓，而漏電感所產生的感應電壓、電磁感應元件 L1 的感應電壓以及電壓源 V_{DC} 所提供的電壓 V_{in} 會串聯而形成一極大跨壓在功率開關 SW 上。為了避免功率開關 SW 發生崩潰，先前技術之電壓轉換器 200a~200c 另分別設置緩衝電路 240a~240c。

在先前技術之電壓轉換器 200a 中，緩衝電路 240a 包含一電阻 R_S 、一電容 C_S 和一二極體 D_S 。若因漏電感造成功率開關 SW 之跨壓過大，二極體 D_S 會被導通，此時可透過電容 C_S 來汲取漏電感電流，亦即電容 C_S 可降低功率開關 SW 兩端的跨壓。此外，當功率開關 SW 後續被導通時，二極體 D_S 會被關閉，此時電容 C_S 所儲存的能量會經由電阻 R_S 而消耗掉。在先前技術之電壓轉換器 200a 中，由於電容 C_S 於降低功率開關 SW 兩端跨壓的操作中所儲存能量僅於後續運作時段中由電阻 R_S 單純地釋放掉而未加以運用，所以能源利

用率較差。

在先前技術之電壓轉換器 200b 中，緩衝電路 240b 包含兩 TVS (transient voltage suppressor) 二極體 D_Z 和 D_S 。若因漏電感造成功率開關 SW 之跨壓過大，此時可透過二極體 D_Z 和 D_S 來汲取功率開關 SW 上之電壓突波 (voltage spike)，亦即緩衝電路 240b 可降低功率開關 SW 兩端的跨壓。然而，先前技術之電壓轉換器 200b 中亦無法回收漏電感能量，所以能源利用率較差。

在先前技術之電壓轉換器 200c 中，緩衝電路 240c 包含一電容 C_S 和一功率開關 Q_S 。當功率開關 SW 截止時，功率開關 Q_S 會被導通，此時可透過電容 C_S 來汲取漏電感電流。而藉由適當的控制功率開關 Q_S 的導通時間，儲存於電容 C_S 內之漏電感能量可被回收至電壓源 V_{DC} 和輸出電容 C_{OUT} ，並可使功率開關 SW 達到零電壓切換 (zero voltage switch)。先前技術之電壓轉換器 200c 能降低功率開關的切換損失和提高能源利用率，但緩衝電路 240c 需要使用另一組功率開關，而開關控制單元 210 需使用兩組驅動單元 114a 和 114b，如此會增加生產成本和電路控制的複雜度。

【發明內容】

本發明提供一種高轉換效率之電壓轉換器，用來將一輸入電壓轉換為一輸出電壓以驅動一負載。該電壓轉換器包含一輸入端，用來接收該輸入電壓；一輸出端，用來輸出該輸出電壓；一第一電磁感應元件，其依據該輸入電壓來產生一相對應之第一電流，該第一電磁感應元件包含：一第一端，耦接於該輸入端；一第二端；一第二電磁感應元件，其包含一第一端和一第二端，用來感應對應於該第一電流之電壓，並提供對應於該輸出電壓之一第二電流；一功率開關元件，耦接於該第一電磁感應元件之第二端，用來依據一開關控制訊號來控制該第一電磁感應元件之第二端與一電源供應端點之間的訊號傳送路徑；一緩衝電路，耦接於該第一電磁感應元件之第一端與該電源供應端點之間，用來儲存該第一電磁感應元件之漏電感能量，並在該功率開關元件關閉時提供相關於該第二電流之一零電流訊號；以及一開關控制單元，其依據一回授訊號和該零電流訊號來產生該開關控制訊號。

【實施方式】

請參考第 4 圖，第 4 圖為本發明第一實施例中一返馳式電壓轉換器 100a 的示意圖。電壓轉換器 100a 包含一電壓源 V_{DC} 、兩電磁感應元件 L1、L2、一功率開關 SW、一開關控制單元 110a、一升壓電路 130，以及一緩衝電路 140。第一電磁感應元件 L1 與第二電磁感應元件 L2 可藉由耦合電感或是變壓器來加以實現，其係用來將輸入電壓 V_{IN} 轉換為輸出

電壓 V_{OUT} ，進而驅動一負載 R_{LOAD} 。功率開關 SW 可為一金氧半導體電晶體或其它具類似功能之元件，其依據一控制訊號 V_{GS} 來選擇性切換至導通狀態或是關閉狀態。升壓電路 130 包含複數個二極體 $D_1 \sim D_n$ 和電容 $C_1 \sim C_n$ ，能以複數級方式來儲存能量以提供輸出電壓 V_{OUT} ，其運作在後續內容中會有詳細說明。

電磁感應元件 L1 和 L2 可為一變壓器的兩個感應線圈（激磁電感），因此可依據外部電路的需求來改變電磁感應元件 L1 和 L2 的圈數比以及功率開關元件 SW 導通之工作週期，以讓輸出電壓 V_{OUT} 之值維持恆定。對於設置於變壓器一次側之電磁感應元件 L1 和設置於變壓器二次側之電磁感應元件 L2 而言，電磁感應元件 L1 之第一端點（端點 A）和電磁感應元件 L2 之第二端點（端點 D）兩者對應至同一極性，電磁感應元件 L1 之第二端點（端點 B）和電磁感應元件 L2 之第一端點（端點 C）兩者對應至同一極性，而流經電磁感應元件 L1 和 L2 之電流分別由 I_1 和 I_2 來表示。當功率開關元件 SW 導通時，電磁感應元件 L1 之第一端點 A 係電性連接至電壓源 V_{DC} ，第二端點 B 則透過功率開關 SW 電性連接至接地電位，感應電流 I_1 之值增加，電壓源 V_{DC} 所提供的能量一部分會被儲存至電磁感應元件 L1 內，而另一部分則會經由二極體 D_2 、 D_4 、...、 D_{n-1} 和電容 C_1 、 C_3 、...、 C_{n-2} 對電容 C_2 、 C_4 、...、 C_{n-1} 充電（假設 n 為奇數）。此時電

磁感應元件 L2 之第二端點 D 的電壓準位會高於第一端點 C 的電壓準位，因此二極體 D_1 、 D_3 、...、 D_n 為逆向偏壓。當功率開關 SW 由導通狀態進入非導通狀態時，電磁感應元件 L1 所儲存之能量會被耦合至電磁感應元件 L2 上，感應電流 I_1 之值會快速地降至零，依據電磁感應的原理可知電磁感應元件 L2 之第二端點 D 的電壓準位會低於第一端點 C 的電壓準位，因此二極體 D_1 、 D_3 、...、 D_n 會因順向偏壓而導通，此時電磁感應元件 L2 會經由二極體 D_1 、 D_3 、...、 D_n 和電容 C_2 、 C_4 、...、 C_{n-1} 將其內存能量釋放至電容 C_1 、 C_3 、...、 C_n 。由於輸出電壓 $V_{OUT} = V_{C1} + V_{C3} + \dots + V_{CN}$ ，其中

$$V_{C2} \approx V_{C3} \approx \dots \approx V_{CN} \approx \left(V_{C1} + \frac{N_2}{N_1} V_{DC} \right) \quad (N_2/N_1 \text{ 為變壓器二次側對一次側}$$

的圈數比)，且當功率開關 SW 導通時，變壓器二次側的跨壓近似為 $\frac{N_2}{N_1} V_{DC}$ ，而當功率開關 SW 截止時，變壓器二次側的跨壓則近似為 V_{C1} 。因此，本發明之升壓電路 130 可降低變壓器二次側的耐壓，減少變壓器的體積。

開關控制單元 110a 包含一誤差放大器 112、一脈波寬度調變比較器 113、一驅動單元 114、一正反器 (flip-flop) 115、一電流偵測電路 116、一控制邏輯 118，以及一回授電路 120。回授電路 120 包含複數個串接電阻 $R_1 \sim R_n$ ，可對輸出電壓 V_{OUT} 進行分壓以提供一相對應之回授訊號 V_{FB} 。誤差放大器

112 可比較回授訊號 V_{FB} ($V_{FB} = V_{OUT} \times \frac{R_n}{R_1 + R_2 + \dots + R_n}$) 與一參考訊號 V_{REF} 之差值，再依此提供一相對應之控制訊號 V_C 。電流偵測電路 116 包含一電流放大器 OP_I 和一電阻 R_S ，可偵測流經功率開關 SW 之電流 I_{DS} ，並依此提供一相對應之電流偵測訊號 V_I 。控制邏輯 118 可偵測流經緩衝電路 140 中之零電流訊號，並依此提供一相對應之控制訊號 V_S ，其中零電流訊號包含了變壓器第三繞組和二次側電流降為零時之訊息。脈波寬度調變比較器 113 可依據控制訊號 V_C 和控制訊號 V_I 來產生一相對應之控制訊號 V_R 。正反器 115 可為一 RS 正反器，其依據控制訊號 V_R 和控制訊號 V_S 來控制驅動單元 114，進而調整控制訊號 V_{GS} 之責任週期。

另一方面，本發明使用緩衝電路 140 來儲存並回收漏電感能量。緩衝電路 140 包含一第三電磁感應元件 L_3 (變壓器的第三繞組)、一電容 C_X ，以及兩二極體 D_X 和 D_Y 。流經電容 C_X 之電流和其跨壓分別由 I_{CX} 和 V_{CX} 來表示。電流 I_{CX} 為一二極體電流 I_{DX} (流經二極體 D_X 之電流) 和一共振電流 I_{DY} (流經二極體 D_Y 之電流) 之加總。為了說明方面，當電流流向和第 4 圖所示之箭頭同向時，此時之電流值用正值表示，因此 $I_{CX} = I_{DX} - I_{DY}$ 。

為了說明本發明第一實施例的運作，請同時參考第 4 圖

和第 11 圖。第 11 圖為本發明第一實施例之緩衝電路 140 運作時之時序圖。如前所述，在功率開關 SW 導通期間（ V_{GS} 具高電位），流經第一電磁感應元件 L1 之電流 I1 和功率開關 SW 之電流 I_{DS} 持續增加。當功率開關 SW 被關閉後，儲存於電磁感應元件 L1 之能量會被耦合至電磁感應元件 L2，第二電磁感應元件 L2 之電流 I2 會快速地增加，儲存於電磁感應元件 L2 之能量會透過升壓電路 130 傳送至輸出端。

誤差放大器 112 會依據回授訊號 V_{FB} 與參考訊號 V_{REF} 之差值，來產生相對應的控制訊號 V_C ；當對應於電阻 R_S 跨壓之電流偵測訊號 V_I 大於控制訊號 V_C 時，正反器 115 會控制驅動單元 114 以產生低電位之控制訊號 V_{GS} ，進而關閉功率開關 SW。電流偵測訊號 V_I 相對於一次側電流 I1，而回授訊號 V_{FB} 相對於輸出電壓 V_{OUT} ，因此本發明第一實施例之開關控制單元 110a 係同時依據一次側電流 I1 和輸出電壓 V_{OUT} 來控制關閉功率開關 SW 的時間點。

當控制訊號 V_{GS} 由高電位切換至低電位時，功率開關 SW 開始由導通狀態切換至非導通狀態。在開關切換狀態的過程中，當二極體 D_1 尚未完全導通時，流經功率開關 SW 之電流 I_{DS} 急速下降，因此二極體電流 I_{DX} 會在短時間內急速上升。透過第一電磁感應元件 L1、電容 C_X 和二極體 D_X 所形成的迴路，本發明可將漏電感所儲存的能量導入緩衝電路

140 中的電容 C_X 。在變壓器二次側電流 I_2 下降至 0 後，電容 C_X 會產生一共振電流 I_{DY} ，此時透過第三電磁感應元件 L_3 、二極體 D_Y 、電容 C_X 和第一電磁感應元件 L_1 所形成的迴路，本發明可將儲存於電容 C_X 之能量回傳至電源 V_{DC} 。當變壓器二次側電流 I_2 下降至 0 後，控制邏輯 118 會偵測到流經第三電磁感應元件 L_3 之共振電流 I_{DY} ，並在共振電流 I_{DY} 降為 0 後控制驅動單元 114 以產生高電位之控制訊號 V_{GS} ，進而導通功率開關 SW 。換而言之，本發明第一實施例之開關控制單元 110a 係同時依據二次側電流 I_2 和共振電流 I_{DY} 之值來控制導通功率開關 SW 的時間點。由於當共振電流 I_{DY} 下降為 0 時，功率開關 SW 之跨壓可降至最低，本發明第一實施例之開關控制單元 110 在共振電流 I_{DY} 降為 0 時才導通功率開關 SW ，因此能減少功率開關 SW 切換時的能量損失，增加電壓轉換效率。

請參考第 5 圖，第 5 圖為本發明第二實施例中一返馳式電壓轉換器 100b 的示意圖。本發明第二實施例之電壓轉換器 100b 包含一電壓源 V_{DC} 、兩電磁感應元件 L_1 、 L_2 、一功率開關 SW 、一開關控制單元 110b、一升壓電路 130，以及一緩衝電路 140。本發明第二實施例和第一實施例相異之處在於開關控制單元 110b 之結構，其餘元件結構相同，在此不另加贅述。在本發明第一實施例之開關控制單元 110a 中，回授電路 120 係透過對輸出電壓 V_{OUT} 進行分壓以提供相對

應之回授訊號 V_{FB} ，誤差放大器 112 再依據回授訊號 V_{FB} 和參考訊號 V_{REF} 之差值來產生相對應之控制訊號 V_C 。本發明第二實施例之開關控制單元 100b 則另包含一乘法器 119，耦接至電壓源 V_{DC} ，其提供之回授訊號 P_{FB} 相對於輸入電壓和輸入電流之乘積，誤差放大器 112 再依據回授訊號 P_{FB} 和一參考訊號 P_{REF} 之差值來產生相對應之控制訊號 V_C 。換而言之，本發明第二實施例之返馳式電壓轉換器 100b 係依據輸入功率來控制關閉功率開關 SW 的時間點。

請參考第 6 圖，第 6 圖為本發明第三實施例中一返馳式電壓轉換器 100c 的示意圖。本發明第三實施例之電壓轉換器 100c 包含一電壓源 V_{DC} 、兩電磁感應元件 L1、L2、一功率開關 SW、一開關控制單元 110c、一升壓電路 130，以及一緩衝電路 140。本發明第三實施例和第一實施例相異之處在於開關控制單元 110c 之結構，其餘元件結構相同，在此不另加贅述。在本發明第一實施例之開關控制單元 110a 中，回授電路 120 係透過對輸出電壓 V_{OUT} 進行分壓以提供相對應之回授訊號 V_{FB} ，誤差放大器 112 再依據回授訊號 V_{FB} 和參考訊號 V_{REF} 之差值來產生相對應之控制訊號 V_C 。本發明第三實施例之開關控制單元 110c 則另包含一乘法器 119，耦接至分壓電路 120 和負載 R_{LOAD} ，其提供之回授訊號 P_{FB} 相對於輸出電壓 V_{OUT} 和負載電流之乘積，誤差放大器 112 再依據回授訊號 P_{FB} 和一參考訊號 P_{REF} 之差值來產生相對應之

控制訊號 V_C 。換而言之，本發明第三實施例之返馳式電壓轉換器 100c 係依據輸出功率來控制關閉功率開關 SW 的時間點。

請參考第 7 圖，第 7 圖為本發明第四實施例中一返馳式電壓轉換器 100d 的示意圖。本發明第四實施例之電壓轉換器 100d 包含一電壓源 V_{DC} 、兩電磁感應元件 L1、L2、一功率開關 SW、一開關控制單元 110d、一升壓電路 130，以及一緩衝電路 140。本發明第四實施例和第一實施例相異之處在於開關控制單元 110d 之結構，其餘元件結構相同，在此不另加贅述。在本發明第一實施例之開關控制單元 110a 中，電流偵測電路 116 可偵測流經功率開關 SW 之電流 I_{DS} ，並依此提供一相對應之電流偵測訊號 V_I ；在本發明第四實施例之開關控制單元 110d 則利用一訊號產生電路 416 來提供一比較訊號 V_T 。訊號產生電路 416 包含一電流源 I_T 、一反向器 INV、一電容 C_T 以及兩開關 SW1 和 SW2。透過反向器 INV，開關 SW1 和 SW2 分別依據相反相位的控制訊號來運作：當開關 SW1 為導通而開關 SW2 為關閉時，此時電流源 I_T 會對電容 C_T 充電以提供比較訊號 V_T ；當開關 SW2 為導通而開關 SW1 為關閉時，此時電容 C_T 可透過開關 SW2 放電以重設比較訊號 V_T 。

請參考第 8 圖，第 8 圖為本發明第五實施例中一返馳式

電壓轉換器 100e 的示意圖。本發明第五實施例之電壓轉換器 100e 包含一電壓源 V_{DC} 、兩電磁感應元件 L1、L2、一功率開關 SW、一開關控制單元 110e、一升壓電路 130，以及一緩衝電路 140。本發明第五實施例和第一實施例相異之處在於開關控制單元 110e 和緩衝電路 140 之耦接方式，其餘元件結構相同，在此不另加贅述。在本發明第一實施例之開關控制單元 110a 中，控制邏輯 118 係耦接至第三電感元件 L3 之兩端；在本發明第五實施例之開關控制單元 110e 中，控制邏輯 118 係耦接至第一電感元件 L1 之第一端和第三電感元件 L3 之第二端。

請參考第 9 圖，第 9 圖為本發明第六實施例中一返馳式電壓轉換器 100f 的示意圖。本發明第六實施例之電壓轉換器 100f 包含一電壓源 V_{DC} 、兩電磁感應元件 L1、L2、一功率開關 SW、一開關控制單元 110f、一升壓電路 130，以及一緩衝電路 140。本發明第六實施例和第一實施例相異之處在於開關控制單元 110f 和緩衝電路 140 之耦接方式，其餘元件結構相同，在此不另加贅述。在本發明第一實施例之開關控制單元 110a 中，控制邏輯 118 係耦接至第三電感元件 L3 之兩端；在本發明第六實施例之開關控制單元 110f 中，控制邏輯 118 係耦接至第一電感元件 L1 之第一端和第二電感元件 L2 之第一端。

請參考第 10 圖，第 10 圖為本發明第七實施例中一返馳式電壓轉換器 100g 的示意圖。本發明第七實施例之電壓轉換器 100g 包含一電壓源 V_{DC} 、兩電磁感應元件 L1、L2、一功率開關 SW、一開關控制單元 110g、一升壓電路 130，以及一緩衝電路 140。本發明第七實施例和第一實施例相異之處在於開關控制單元 110g 和緩衝電路 140 之耦接方式，其餘元件結構相同，在此不另加贅述。在本發明第一實施例之開關控制單元 110a 中，控制邏輯 118 係耦接至第三電感元件 L3 之兩端；在本發明第七實施例之開關控制單元 110g 中，控制邏輯 118 係耦接至第三電感元件 L3 之第一端和第二電感元件 L2 之第一端。

另一方面，在第 7 圖所示之實施例中，開關控制單元 110d 之迴授方式亦可如在第 5 圖至第 6 圖所示之實施例，而在第 5 圖至第 7 圖所示之實施例中，開關控制單元 110b~110d 和緩衝電路 140 之耦接方式亦可如在第 8 圖至第 10 圖所示之實施例。本發明在關閉功率開關 SW 後，透過偵測緩衝電路 140 和二次側電流來控制導通功率開關 SW 之時間點，前述不同耦接方式僅為說明本發明之實施例，並不限定本發明之範疇。

請參考第 12 圖和第 13 圖，第 12 圖為本發明第八實施例中一返馳式電壓轉換器 100h 的示意圖，而第 13 圖為本發

明第九實施例中一返馳式電壓轉換器 100i 的示意圖。第 12 圖和第 13 圖所示之實施例分別對應至第 4 圖和第 7 圖所示之實施例，然而在本發明第八和第九實施例中，開關控制單元 110h 與 110i 係透過微控制器 (micro controller) 結合韌體加以實現，可分別執行和開關控制單元 110a 與 110d 的相同運作。另一方面，開關控制單元 110h 和 110i 之迴授方式亦可如在第 5 圖至第 6 圖所示之實施例，且開關控制單元 110h 和 110i 和緩衝電路 140 之耦接方式亦可如在第 8 圖至第 10 圖所示之實施例。本發明在關閉功率開關 SW 後，透過偵測緩衝電路 140 和二次側電流來控制導通功率開關 SW 之時間點，前述不同實現和耦接方式僅為說明本發明之實施例，並不限定本發明之範疇。

綜上所述，本發明之電壓轉換器利用升壓電路來降低變壓器二次側的耐壓，同時利用緩衝電路來儲存並回收漏電感能量，因此能減少體積並增加電壓轉換效率。

以上所述僅為本發明之較佳實施例，凡依本發明申請專利範圍所做之均等變化與修飾，皆應屬本發明之涵蓋範圍。

【圖式簡單說明】

第 1 圖至第 3 圖為先前技術中返馳式電壓轉換器的示意圖。

第 4 圖至第 10 圖為本發明實施例中返馳式電壓轉換器的示意圖。

第 11 圖為本發明之返馳式電壓轉換器運作時的時序圖。

第 12 圖至第 13 圖為本發明實施例中返馳式電壓轉換器的示意圖。

【主要元件符號說明】

| | | | |
|---|--------|--------------------|-----------|
| R_{LOAD} | 負載 | SW1、SW2 | 開關 |
| V_{DC} | 電壓源 | SW、 Q_S | 功率開關 |
| I_T | 電流源 | OP_I | 電流放大器 |
| INV | 反向器 | $R_S、R_1 \sim R_n$ | 電阻 |
| 230 | 整流電路 | $L1 \sim L3$ | 電磁感應元件 |
| 112 | 誤差放大器 | 113 | 脈波寬度調變比較器 |
| 114 | 驅動單元 | 115 | 正反器 |
| 116 | 電流偵測電路 | 118 | 控制邏輯 |
| 119 | 乘法器 | 120 | 回授電路 |
| 130 | 升壓電路 | 416 | 訊號產生電路 |
| 100a~100i、200a~200c | | | 電壓轉換器 |
| 110a~110i、210 | | | 開關控制單元 |
| 140、240a~240c | | | 緩衝電路 |
| $D_O、D_S、D_Z、D_X、D_Y、D_1 \sim D_n$ | | | 二極體 |
| $C_{OUT}、C_{IN}、C_S、C_X、C_T、C_1 \sim C_n$ | | | 電容 |

七、申請專利範圍：

1. 一種高轉換效率之電壓轉換器，用來將一輸入電壓轉換為一輸出電壓以驅動一負載，該電壓轉換器包含：
 - 一輸入端，用來接收該輸入電壓；
 - 一輸出端，用來輸出該輸出電壓；
 - 一第一電磁感應元件，其依據該輸入電壓來產生一相對應之第一電流，該第一電磁感應元件包含：
 - 一第一端，耦接於該輸入端；
 - 一第二端；
 - 一第二電磁感應元件，其包含一第一端和一第二端，用來感應對應於該第一電流之電壓，並提供對應於該輸出電壓之一第二電流；
 - 一功率開關元件，耦接於該第一電磁感應元件之第二端，用來依據一開關控制訊號來控制該第一電磁感應元件之第二端與一電源供應端點之間的訊號傳送路徑；
 - 一緩衝電路(snubber circuit)，耦接於該第一電磁感應元件之第一端與該電源供應端點之間，用來儲存該第一電磁感應元件之漏電感能量，並在該功率開關元件關閉時提供相關於該第二電流之一零電流訊號，該緩衝電路包含：
 - 一第一電容，其包含：

- 一 第一端，耦接於該第一電磁感應元件之第二端；以及
 - 一 第二端；
 - 一 第三電磁感應元件，其包含：
 - 一 第一端，耦接於該電源供應端點；以及
 - 一 第二端；
 - 一 第一二極體，其陽極耦接於該第一電容之第二端，而其陰極耦接於該輸入端；以及
 - 一 第二二極體，其陽極耦接於該第三電磁感應元件之第二端，而其陰極耦接於該第一電容之第二端；以及
 - 一 開關控制單元，其依據一回授訊號和該零電流訊號來產生該開關控制訊號。
2. 如請求項 1 所述之電壓轉換器，其中該開關控制單元係包含：
- 一回授電路，耦接於該輸出端且包含複數個串接電阻，用來對該輸出電壓進行分壓以提供相對應之該回授訊號；
 - 一誤差放大器 (error amplifier)，用來比較該回授訊號和一參考訊號之值，並依此產生一第一控制訊號；
 - 一電流偵測電路，其包含：
 - 一電阻，耦接於該功率開關元件和該電源供應端點

之間；以及

一電流放大器，用來依據流經該電阻之電流來產生

一第二控制訊號；

一控制邏輯，耦接於該緩衝電路以接收該零電流訊號，

並依此產生一第三控制訊號；

一脈波寬度調變比較器，用來比較該第一和第二控制訊

號之值，並依此產生一第四控制訊號；

一正反器 (flip-flop)，其依據該第三和第四控制訊號來

產生一第五控制訊號；以及

一驅動單元，其依據該第五控制訊號來調整該開關控制

訊號之責任週期。

3. 如請求項 2 所述之電壓轉換器，其中該控制邏輯係耦接於該第三電磁感應元件之第一端和第二端，且該零電流訊號另相關於流經該第三電磁感應元件之電流。
4. 如請求項 2 所述之電壓轉換器，其中該控制邏輯係耦接於該第三電磁感應元件之第二端和該輸入端，且該零電流訊號另相關於流經該輸入端之電流。
5. 如請求項 2 所述之電壓轉換器，其中該控制邏輯係耦接於該第二電磁感應元件之第一端和該輸入端，且該零電流訊號另相關於流經該輸入端之電流。

6. 如請求項 2 所述之電壓轉換器，其中該控制邏輯係耦接於該第三電磁感應元件之第一端和該第二電磁感應元件之第一端，且該零電流訊號另相關於流經該第三電磁感應元件之電流。
7. 如請求項 2 所述之電壓轉換器，其中該誤差放大器、該脈波寬度調變比較器、該正反器、該電流放大器和該控制邏輯係透過一結合韌體之微控制器 (micro controller) 來實現。
8. 如請求項 1 所述之電壓轉換器，其中該開關控制單元係包含：
 - 一回授電路，耦接於該輸出端且包含複數個串接電阻，用來對該輸出電壓進行分壓以提供一相對應之回授電壓；
 - 一乘法器，耦接於該回授電路和該負載，其依據該回授電壓和流經該負載之電流來提供相對應之該回授訊號；
 - 一誤差放大器，用來比較該回授訊號和一參考訊號之值，並依此產生一第一控制訊號；
 - 一電流偵測電路，其包含：
 - 一電阻，耦接於該功率開關元件和該電源供應端點

之間；以及

一電流放大器，其依據流經該電阻之電流來產生一
第二控制訊號；

一控制邏輯，耦接於該緩衝電路以接收該零電流訊號，
並依此產生一第三控制訊號；

一脈波寬度調變比較器，用來比較該第一和第二控制訊
號之值，並依此產生一第四控制訊號；

一正反器，其依據該第三和第四控制訊號來產生一第五
控制訊號；以及

一驅動單元，其依據該第五控制訊號來調整該開關控制
訊號之責任週期。

9. 如請求項 8 所述之電壓轉換器，其中該控制邏輯係耦接於該第三電磁感應元件之第一端和第二端，且該零電流訊號另相關於流經該第三電磁感應元件之電流。
10. 如請求項 8 所述之電壓轉換器，其中該控制邏輯係耦接於該第三電磁感應元件之第二端和該輸入端，且該零電流訊號另相關於流經該輸入端之電流。
11. 如請求項 8 所述之電壓轉換器，其中該控制邏輯係耦接於該第二電磁感應元件之第一端和該輸入端，且該零電流訊號另相關於流經該輸入端之電流。

12. 如請求項 8 所述之電壓轉換器，其中該控制邏輯係耦接於該第三電磁感應元件之第一端和該第二電磁感應元件之第一端，且該零電流訊號另相關於流經該第三電磁感應元件之電流。
13. 如請求項 8 所述之電壓轉換器，其中該乘法器、該誤差放大器、該脈波寬度調變比較器、該正反器、該電流放大器和該控制邏輯係透過一結合韌體之微控制器來實現。
14. 如請求項 1 所述之電壓轉換器，其中該開關控制單元係包含：
 - 一乘法器，耦接於該輸入端，其依據該輸入電壓和流經該輸入端之電流來提供相對應之該回授訊號；
 - 一誤差放大器，用來比較該回授訊號和一參考訊號之值，並依此產生一第一控制訊號；
 - 一電流偵測電路，其包含：
 - 一電阻，耦接於該功率開關元件和該電源供應端點之間；以及
 - 一電流放大器，用來依據流經該電阻之電流來產生一第二控制訊號；
 - 一控制邏輯，耦接於該緩衝電路以接收該零電流訊號，並依此產生一第三控制訊號；

一脈波寬度調變比較器，用來比較該第一和第二控制訊號之值，並依此產生一第四控制訊號；

一正反器，其依據該第三和第四控制訊號來產生一第五控制訊號；以及

一驅動單元，用來依據該第五控制訊號來調整該開關控制訊號之責任週期。

15. 如請求項 14 所述之電壓轉換器，其中該控制邏輯係耦接於該第三電磁感應元件之第一端和第二端，且該零電流訊號另相關於流經該第三電磁感應元件之電流。
16. 如請求項 14 所述之電壓轉換器，其中該控制邏輯係耦接於該第三電磁感應元件之第二端和該輸入端，且該零電流訊號另相關於流經該輸入端之電流。
17. 如請求項 14 所述之電壓轉換器，其中該控制邏輯係耦接於該第二電磁感應元件之第一端和該輸入端，且該零電流訊號另相關於流經該輸入端之電流。
18. 如請求項 14 所述之電壓轉換器，其中該控制邏輯係耦接於該第三電磁感應元件之第一端和該第二電磁感應元件之第一端，且該零電流訊號另相關於流經該第三電磁感應元件之電流。

19. 如請求項 14 所述之電壓轉換器，其中該乘法器、該誤差放大器、該脈波寬度調變比較器、該正反器、該電流放大器和該控制邏輯係透過一結合韌體之微控制器來實現。
20. 如請求項 1 所述之電壓轉換器，其中該開關控制單元係包含：
- 一回授電路，耦接於該輸出端且包含複數個串接電阻，用來對該輸出電壓進行分壓以提供一相對應之回授電壓；
 - 一誤差放大器，用來比較該回授訊號和一參考訊號之值，並依此產生一第一控制訊號；
 - 一訊號產生電路，其包含：
 - 一第二電容；
 - 一電流源，用來充電該第二電容以提供一第二控制訊號；
 - 一第一開關，其依據一第五控制訊號來控制該第二電容之充電路徑；以及
 - 一第二開關，其依據一第六控制訊號來控制該第二電容之放電路徑，其中該第五和第六控制訊號彼此反相；
 - 一控制邏輯，耦接於該緩衝電路以接收該零電流訊號，並依此產生一第三控制訊號；

- 一脈波寬度調變比較器，用來比較該第一和第二控制訊號之值，並依此產生一第四控制訊號；
- 一正反器，其依據該第三和第四控制訊號來產生該第五控制訊號；以及
- 一驅動單元，其依據該第五控制訊號來調整該開關控制訊號之責任週期。

21. 如請求項 20 所述之電壓轉換器，其中該控制邏輯係耦接於該第三電磁感應元件之第一端和第二端，且該零電流訊號另相關於流經該第三電磁感應元件之電流。
22. 如請求項 20 所述之電壓轉換器，其中該控制邏輯係耦接於該第三電磁感應元件之第二端和該輸入端，且該零電流訊號另相關於流經該輸入端之電流。
23. 如請求項 20 所述之電壓轉換器，其中該控制邏輯係耦接於該第二電磁感應元件之第一端和該輸入端，且該零電流訊號另相關於流經該輸入端之電流。
24. 如請求項 20 所述之電壓轉換器，其中該控制邏輯係耦接於該第三電磁感應元件之第一端和該第二電磁感應元件之第一端，且該零電流訊號另相關於流經該第三電磁感應元件之電流。

25. 如請求項 20 所述之電壓轉換器，其中該誤差放大器、該訊號產生電路、該脈波寬度調變比較器、該正反器和該控制邏輯係透過一結合韌體之微控制器來實現。
26. 如請求項 1 所述之電壓轉換器，其中該開關控制單元係包含：
- 一回授電路，耦接於該輸出端且包含複數個串接電阻，用來對該輸出電壓進行分壓以提供一相對應之回授電壓；
 - 一乘法器，耦接於該回授電路和該負載，其依據該回授電壓和流經該負載之電流來提供相對應之該回授訊號；
 - 一誤差放大器，用來比較該回授訊號和一參考訊號之值，並依此產生一第一控制訊號；
 - 一訊號產生電路，其包含：
 - 一第二電容；
 - 一電流源，用來充電該第二電容以提供一第二控制訊號；
 - 一第一開關，其依據一第五控制訊號來控制該第二電容之充電路徑；
 - 一第二開關，其依據一第六控制訊號來控制該第二電容之放電路徑，其中該第五和第六控制訊號

彼此反相；

- 一控制邏輯，耦接於該緩衝電路以接收該零電流訊號，
並依此產生一第三控制訊號；
- 一脈波寬度調變比較器，用來比較該第一和第二控制訊號之值，並依此產生一第四控制訊號；
- 一正反器，其依據該第三和第四控制訊號來產生一第五控制訊號；以及
- 一驅動單元，其依據該第五控制訊號來調整該開關控制訊號之責任週期。

27. 如請求項 26 所述之電壓轉換器，其中該控制邏輯係耦接於該第三電磁感應元件之第一端和第二端，且該零電流訊號另相關於流經該第三電磁感應元件之電流。
28. 如請求項 26 所述之電壓轉換器，其中該控制邏輯係耦接於該第三電磁感應元件之第二端和該輸入端，且該零電流訊號另相關於流經該輸入端之電流。
29. 如請求項 26 所述之電壓轉換器，其中該控制邏輯係耦接於該第二電磁感應元件之第一端和該輸入端，且該零電流訊號另相關於流經該輸入端之電流。
30. 如請求項 26 所述之電壓轉換器，其中該控制邏輯係耦接

於該第三電磁感應元件之第一端和該第二電磁感應元件之第一端，且該零電流訊號另相關於流經該第三電磁感應元件之電流。

31. 如請求項 26 所述之電壓轉換器，其中該乘法器、該誤差放大器、該訊號產生電路、該脈波寬度調變比較器、該正反器和該控制邏輯係透過一結合韌體之微控制器來實現。

32. 如請求項 1 所述之電壓轉換器，其中該開關控制單元係包含：

一乘法器，耦接於該輸入端，其依據該輸入電壓和流經該輸入端之電流來提供相對應之該回授訊號；

一誤差放大器，用來比較該回授訊號和一參考訊號之值，並依此產生一第一控制訊號；

一訊號產生電路，其包含：

一第二電容；

一電流源，用來充電該第二電容以提供一第二控制訊號；

一第一開關，其依據一第五控制訊號來控制該第二電容之充電路徑；

一第二開關，其依據一第六控制訊號來控制該第二電容之放電路徑，其中該第五和第六控制訊號

彼此反相；

一控制邏輯，耦接於該緩衝電路以接收該零電流訊號，

並依此產生一第三控制訊號；

一脈波寬度調變比較器，用來比較該第一和第二控制訊

號之值，並依此產生一第四控制訊號；

一正反器，其依據該第三和第四控制訊號來產生一第五

控制訊號；以及

一驅動單元，其依據該第五控制訊號來調整該開關控制

訊號之責任週期。

33. 如請求項 32 所述之電壓轉換器，其中該控制邏輯係耦接於該第三電磁感應元件之第一端和第二端，且該零電流訊號另相關於流經該第三電磁感應元件之電流。

34. 如請求項 32 所述之電壓轉換器，其中該控制邏輯係耦接於該第三電磁感應元件之第二端和該輸入端，且該零電流訊號另相關於流經該輸入端之電流。

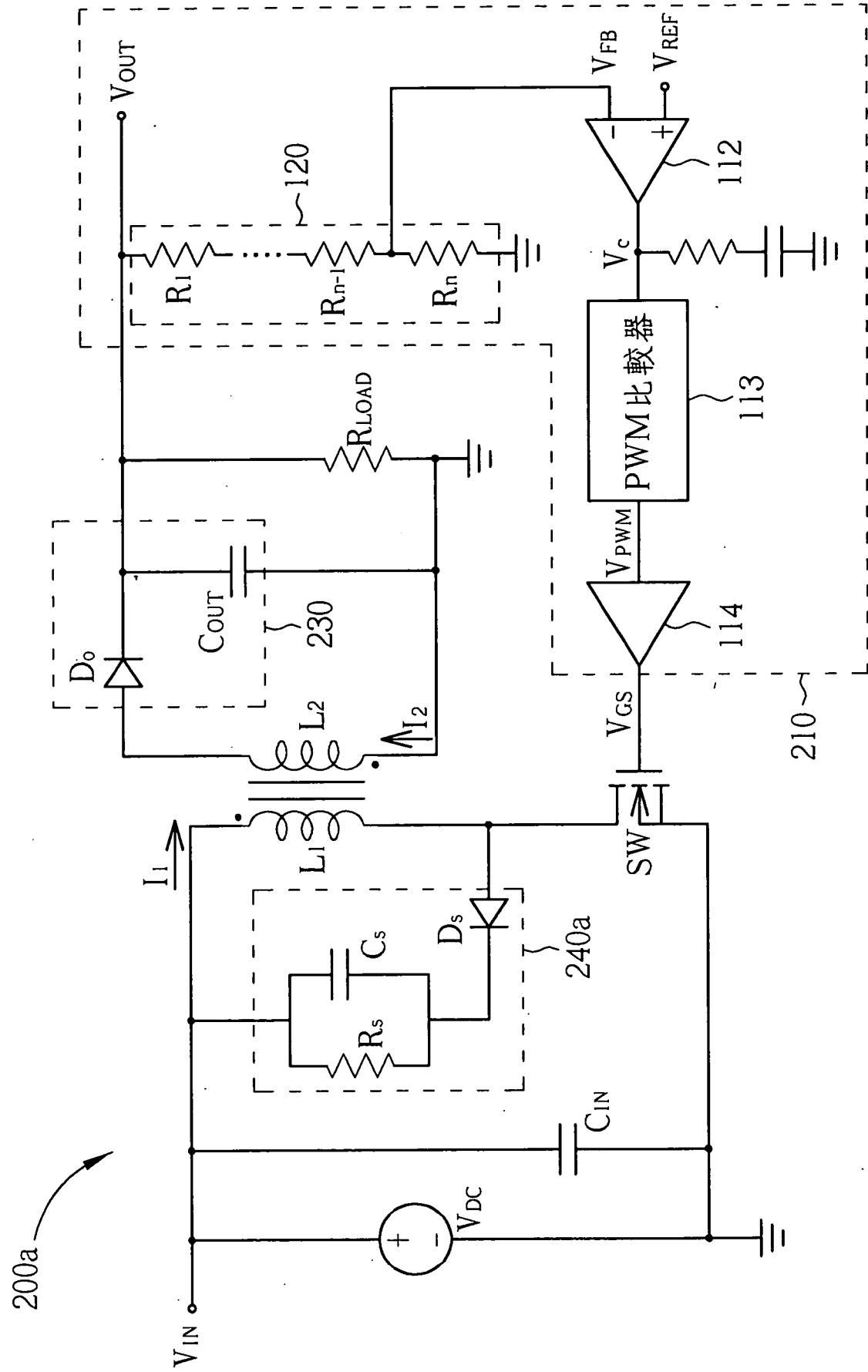
35. 如請求項 32 所述之電壓轉換器，其中該控制邏輯係耦接於該第二電磁感應元件之第一端和該輸入端，且該零電流訊號另相關於流經該輸入端之電流。

36. 如請求項 32 所述之電壓轉換器，其中該控制邏輯係耦接

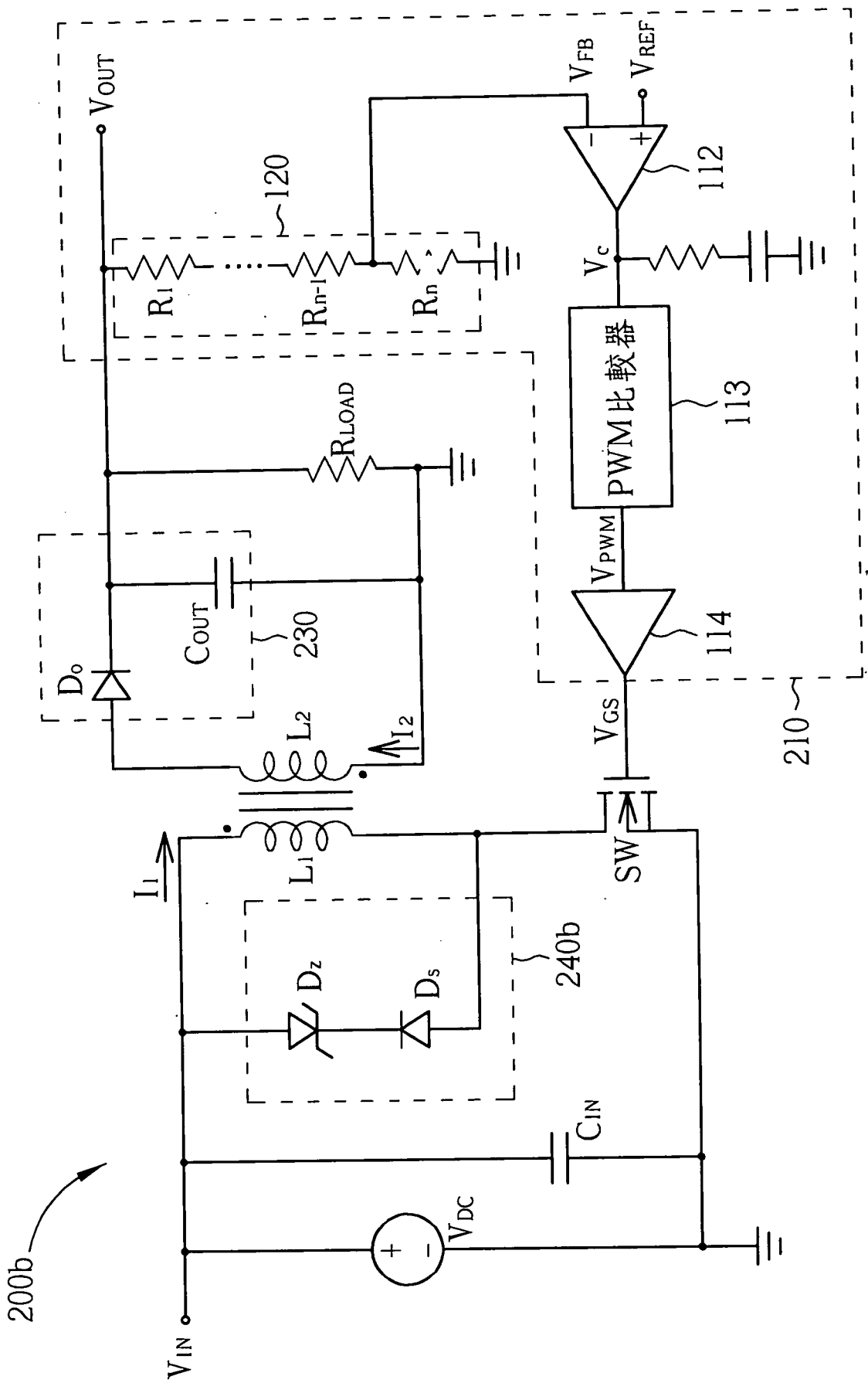
於該第三電磁感應元件之第一端和該第二電磁感應元件之第一端，且該零電流訊號另相關於流經該第三電磁感應元件之電流。

37. 如請求項 32 所述之電壓轉換器，其中該乘法器、該誤差放大器、該訊號產生電路、該脈波寬度調變比較器、該正反器和該控制邏輯係透過一結合韌體之微控制器來實現。
38. 如請求項 1 所述之電壓轉換器，其另包含一升壓電路，用來以複數級方式儲存能量，進而提供該輸出電壓。
39. 如請求項 38 所述之電壓轉換器，其中該升壓電路係包含複數個電容和複數個二極體。

八、圖式：

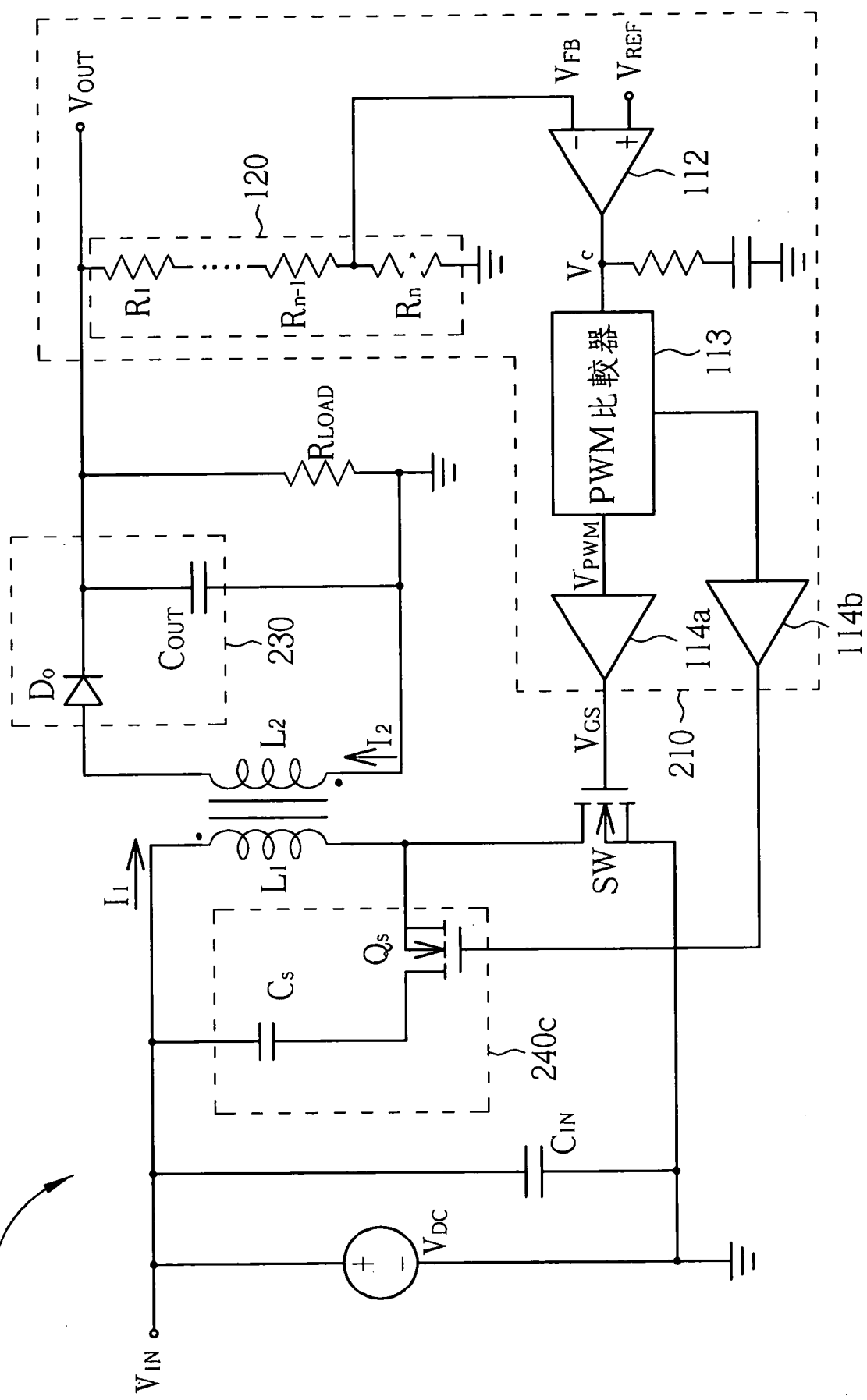


第1圖

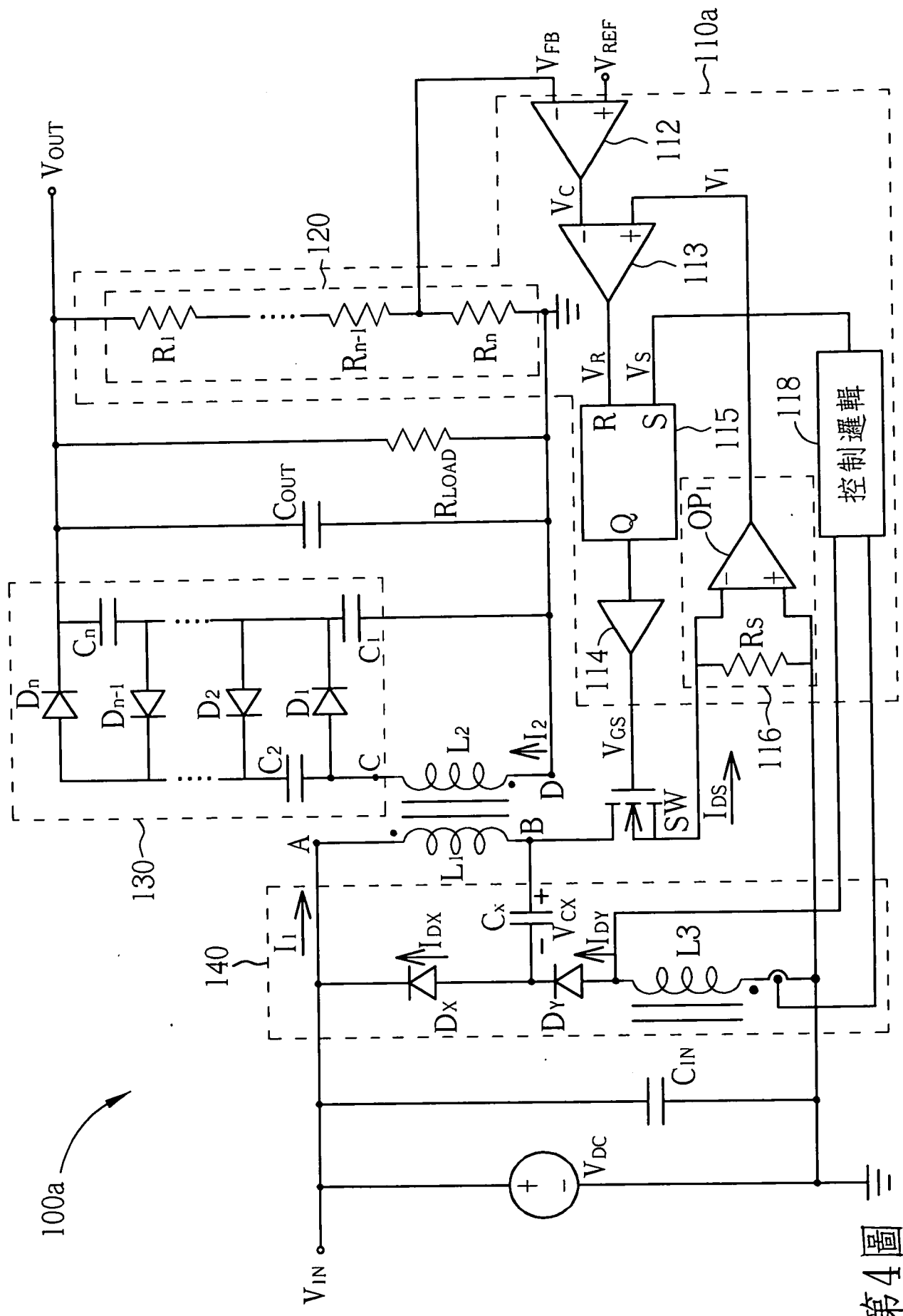


第2圖

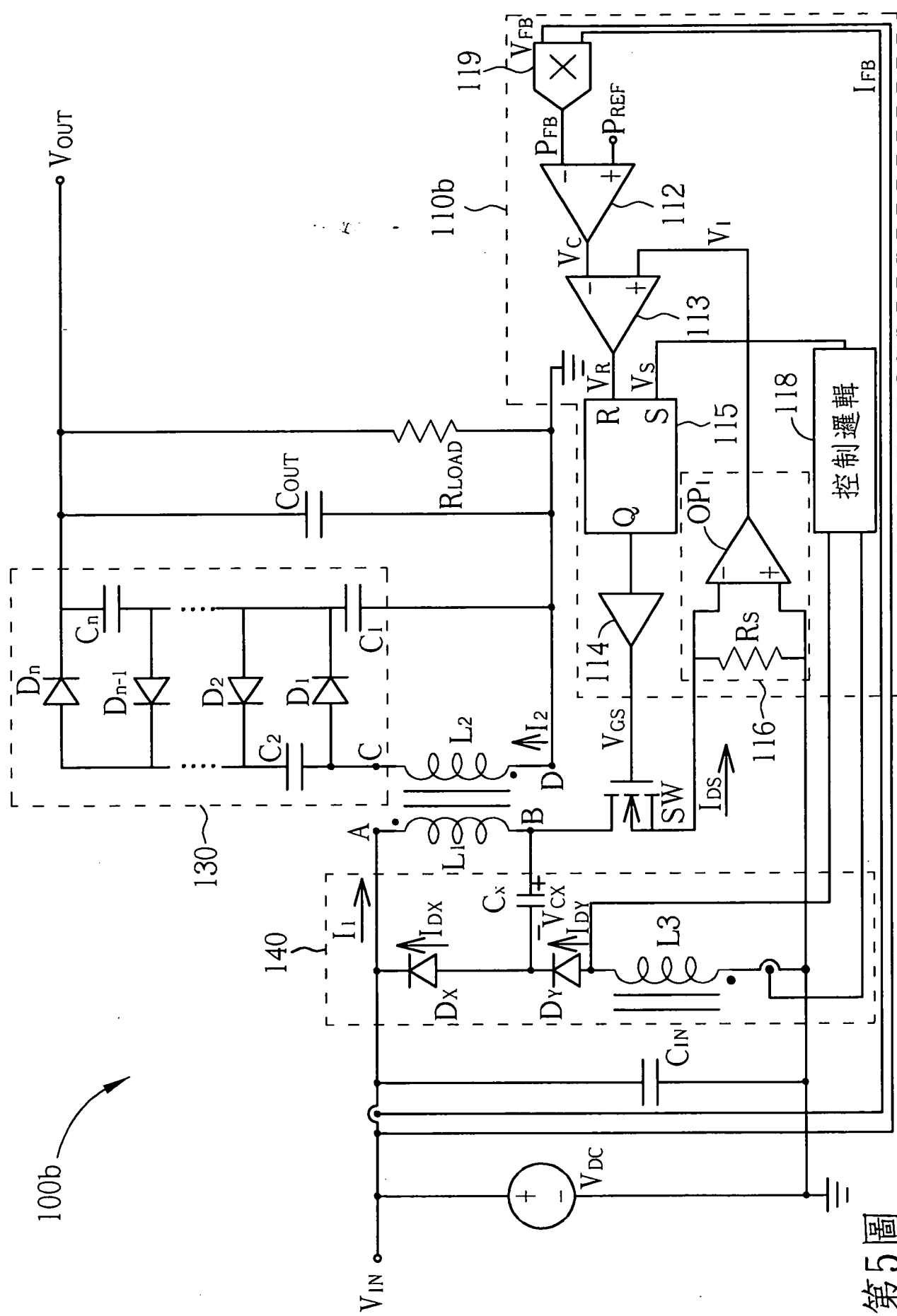
200c



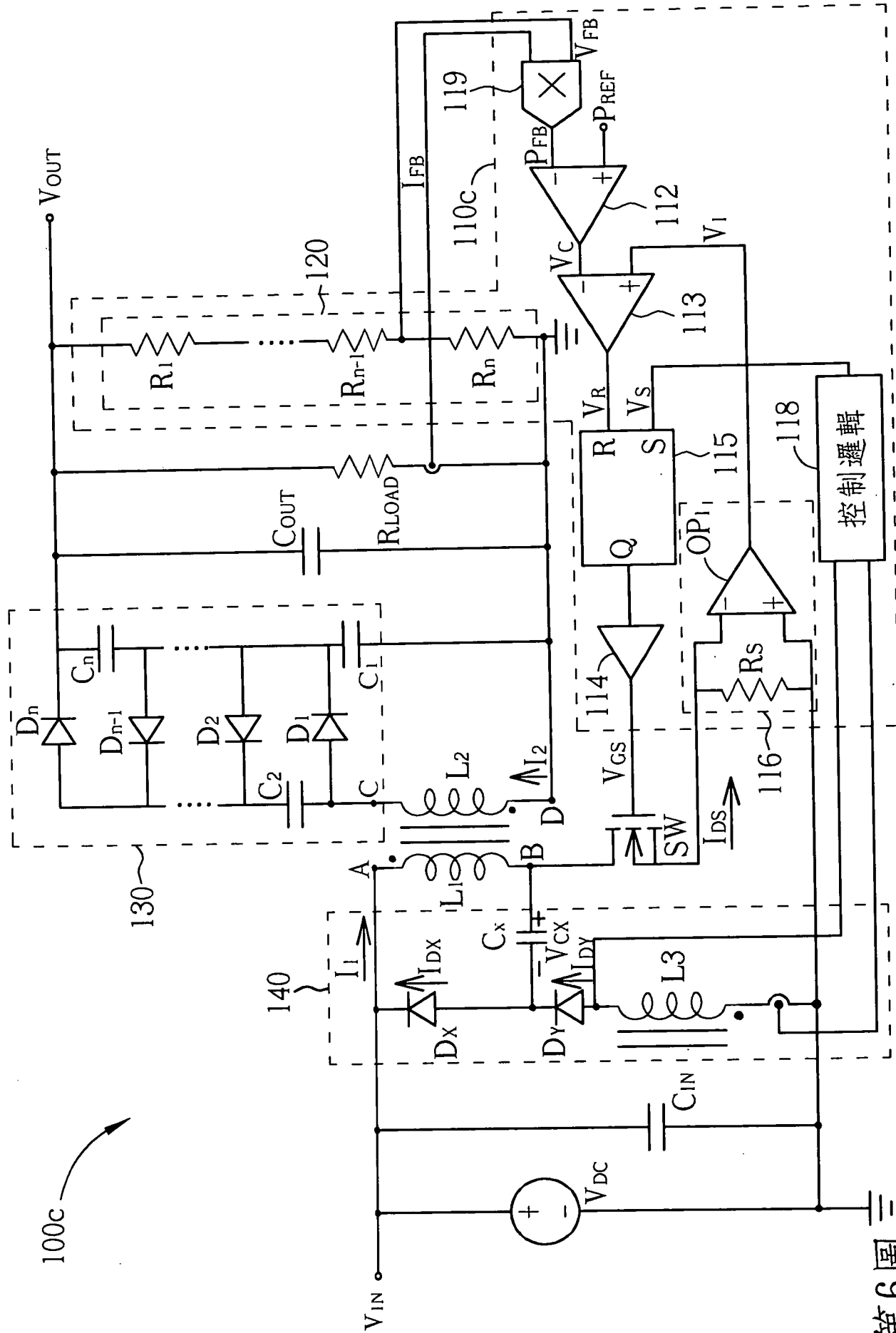
第3圖



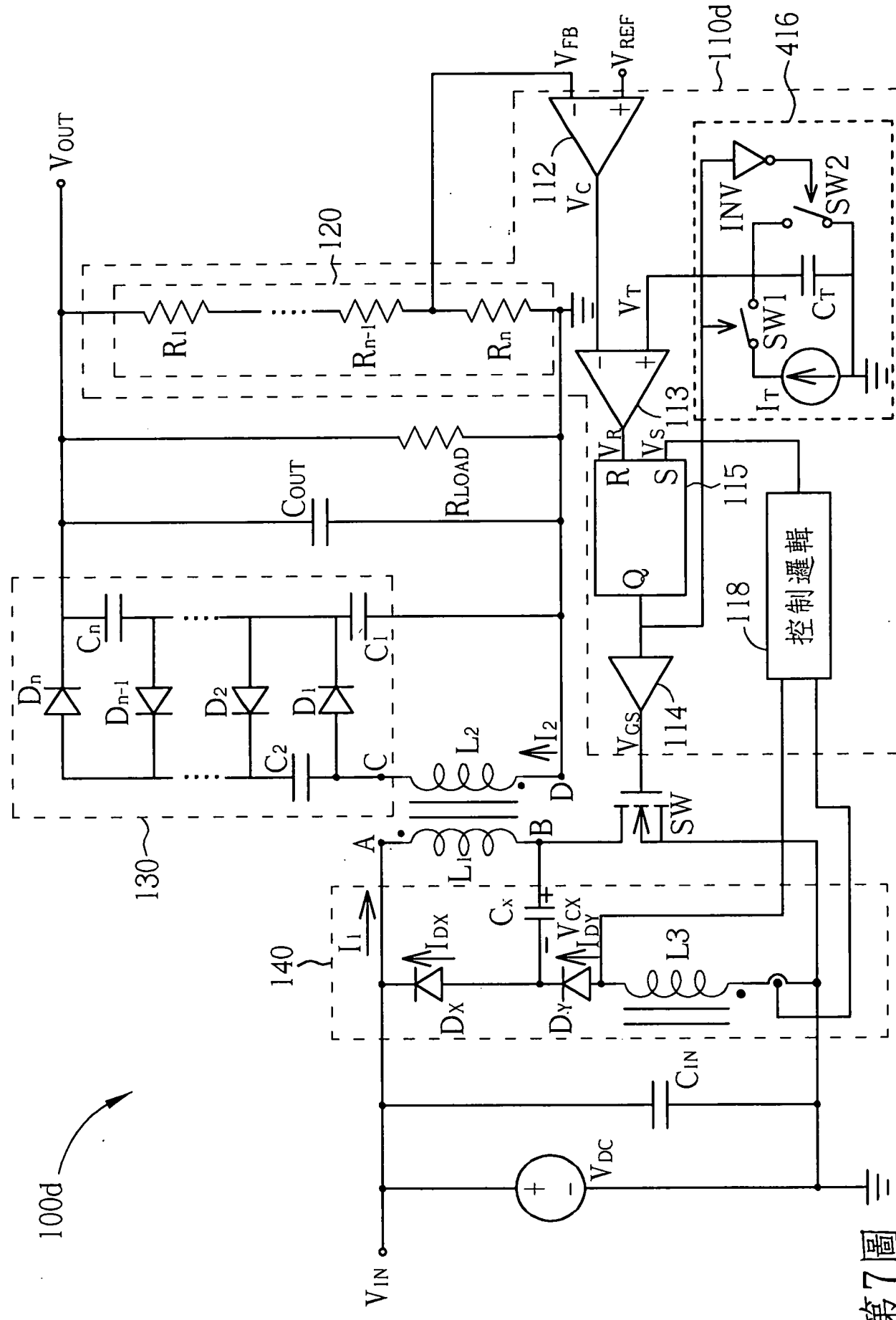
第4圖



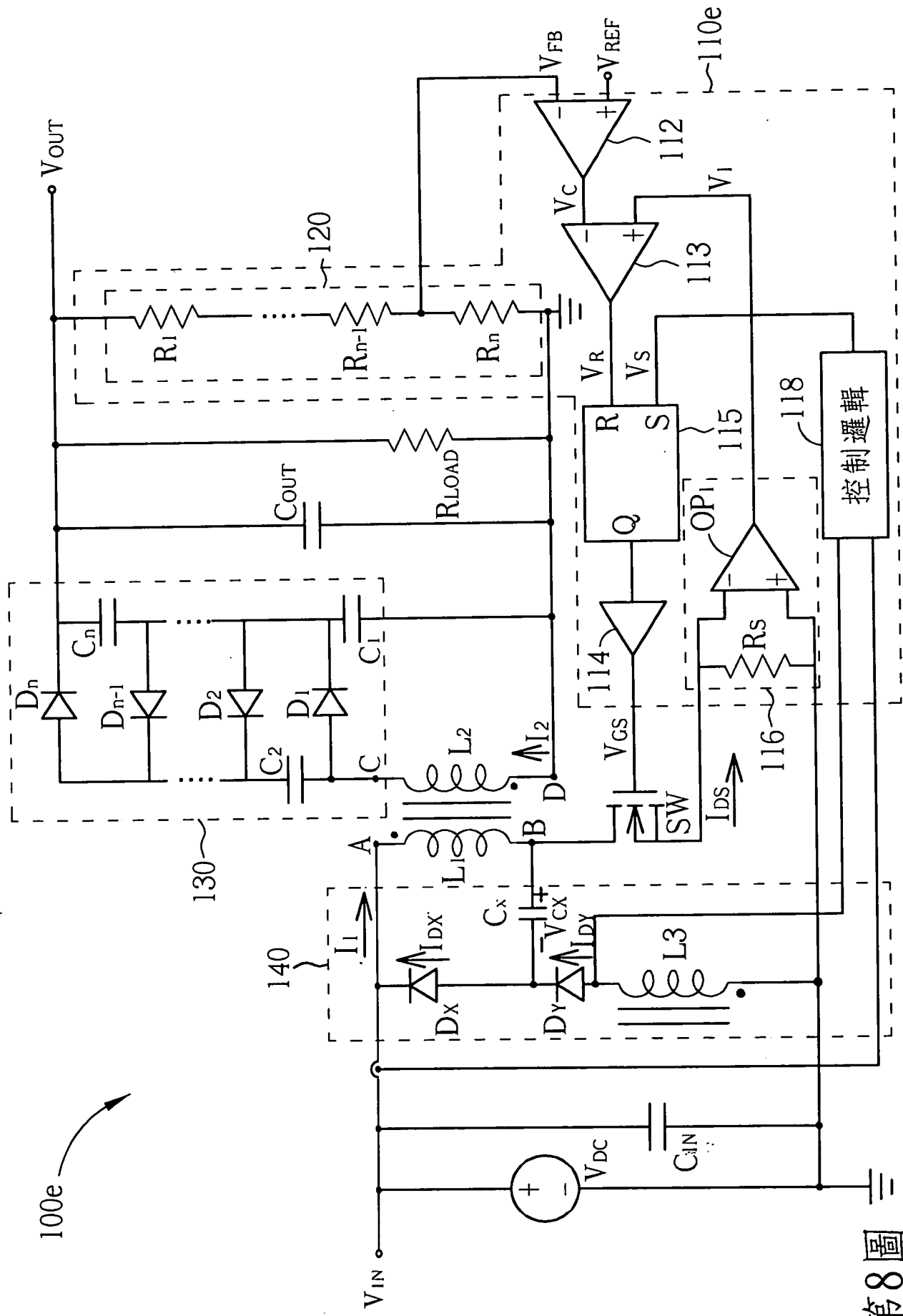
第5圖



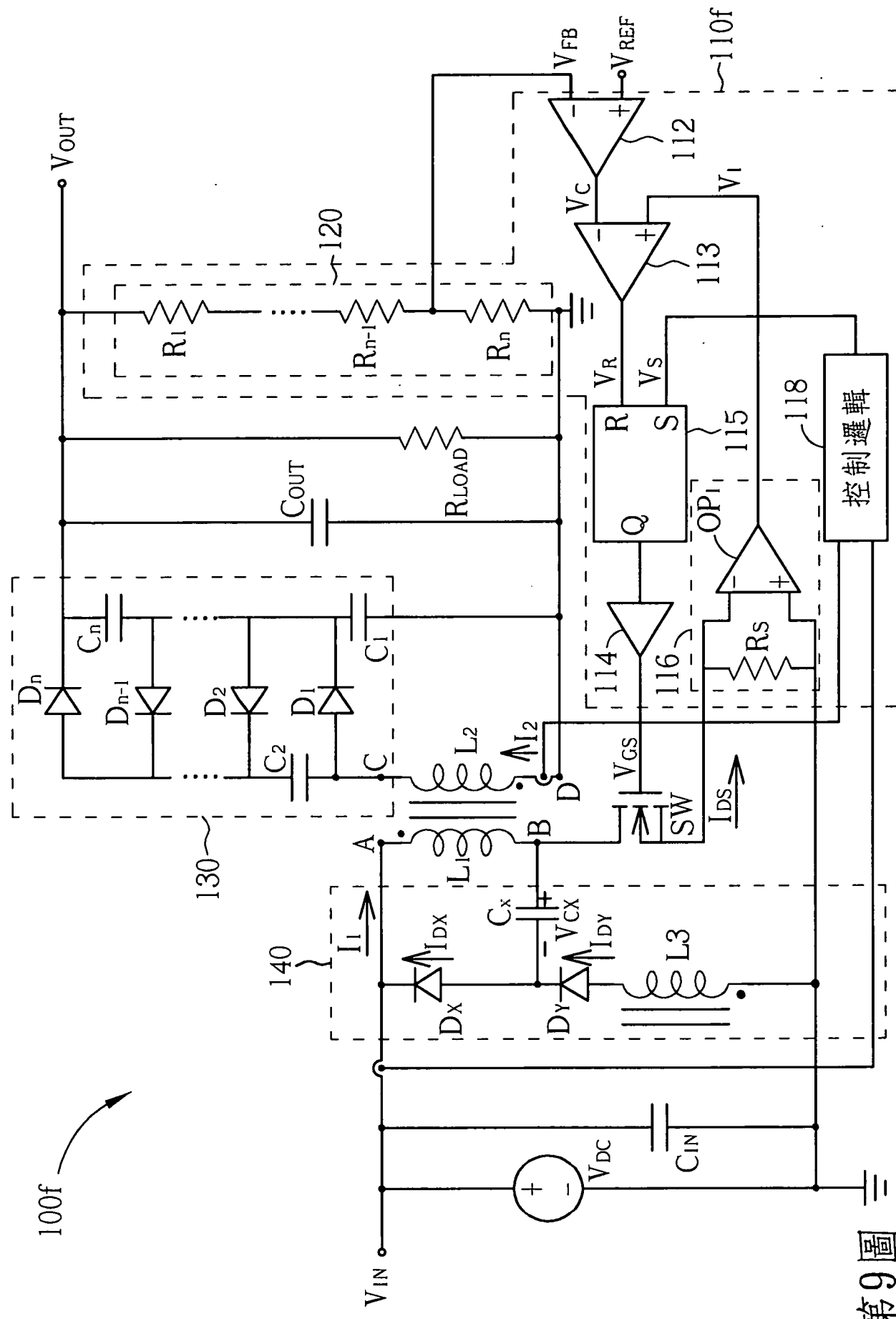
第6圖



第7圖

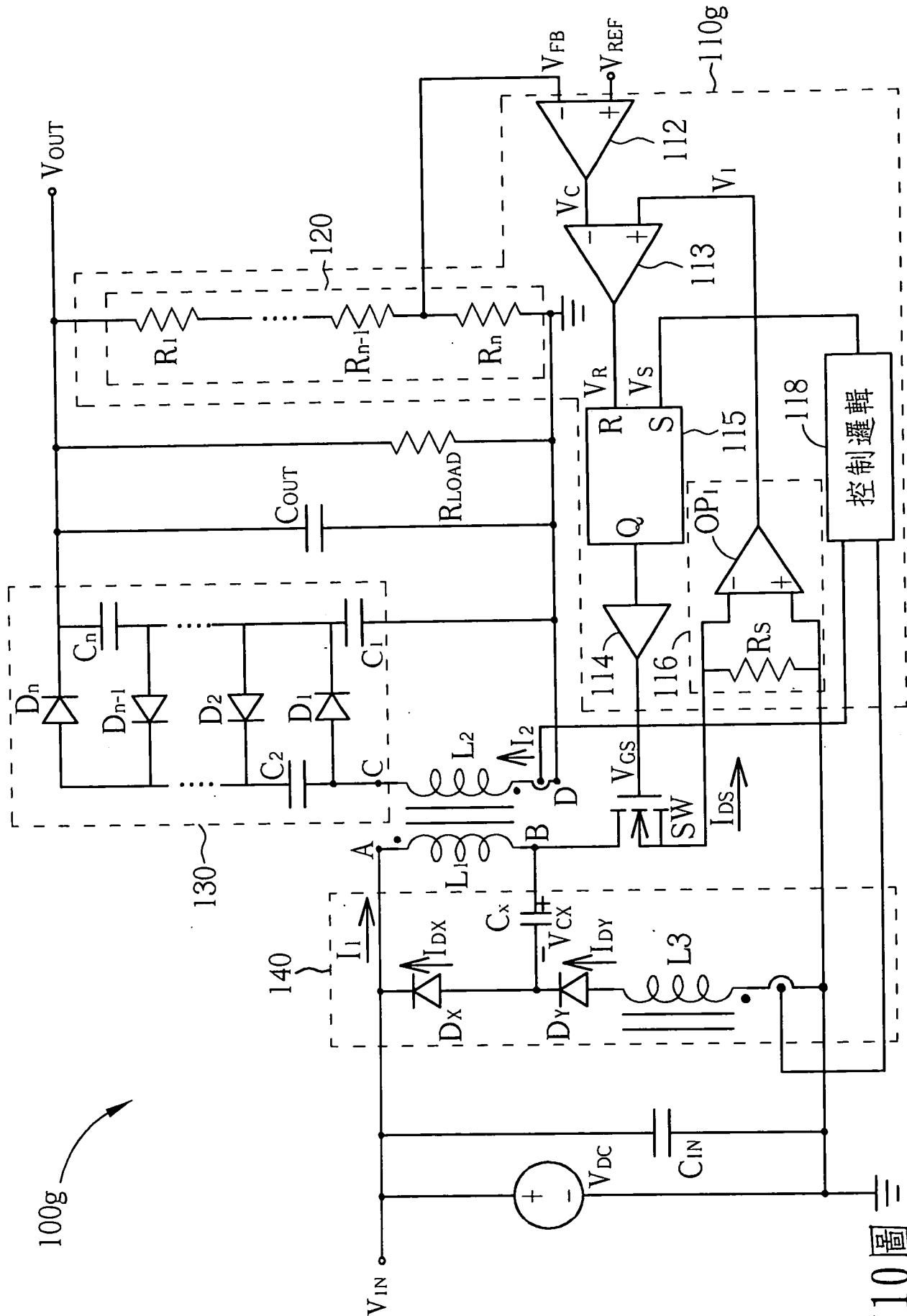


第8圖



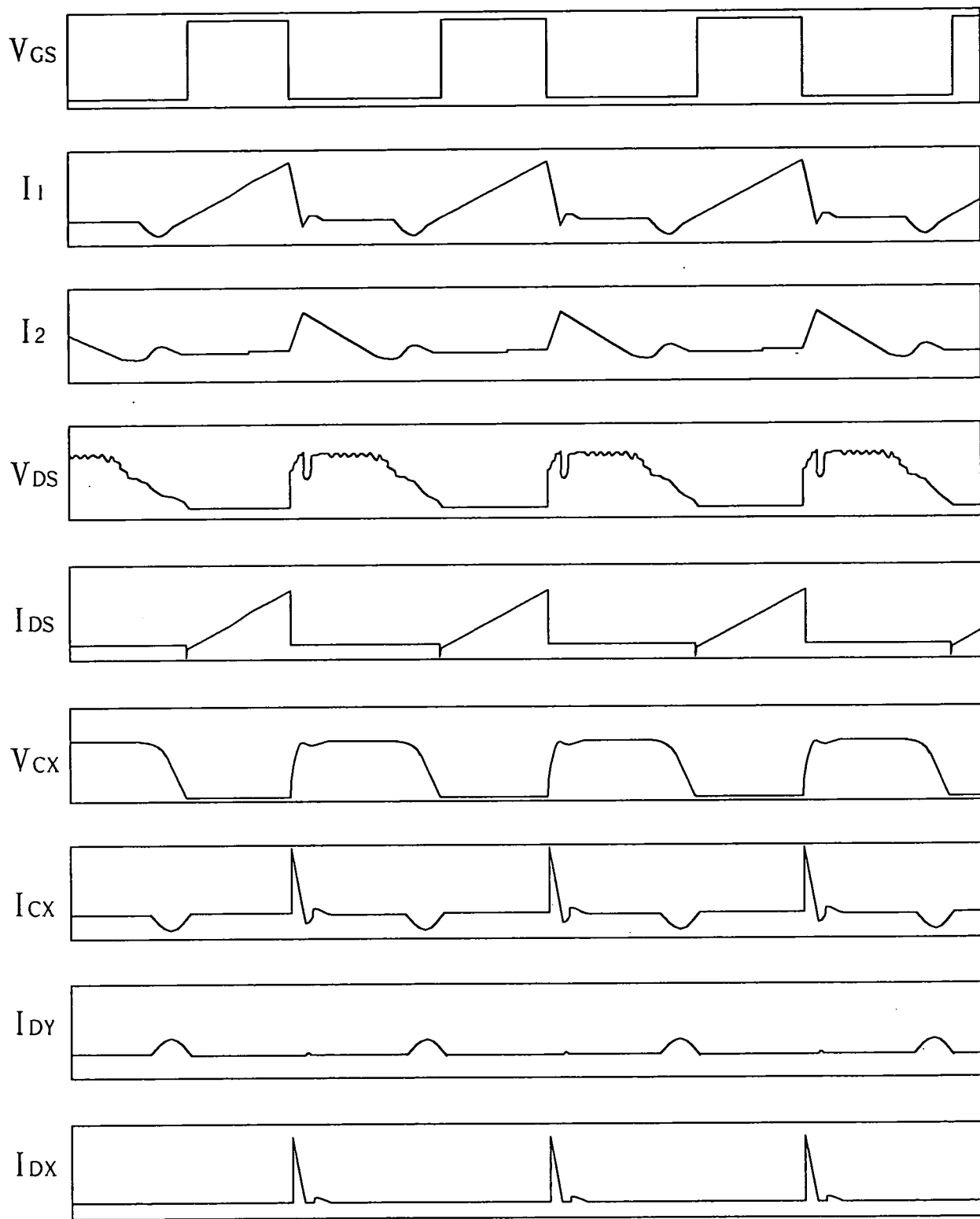
100f

第9圖

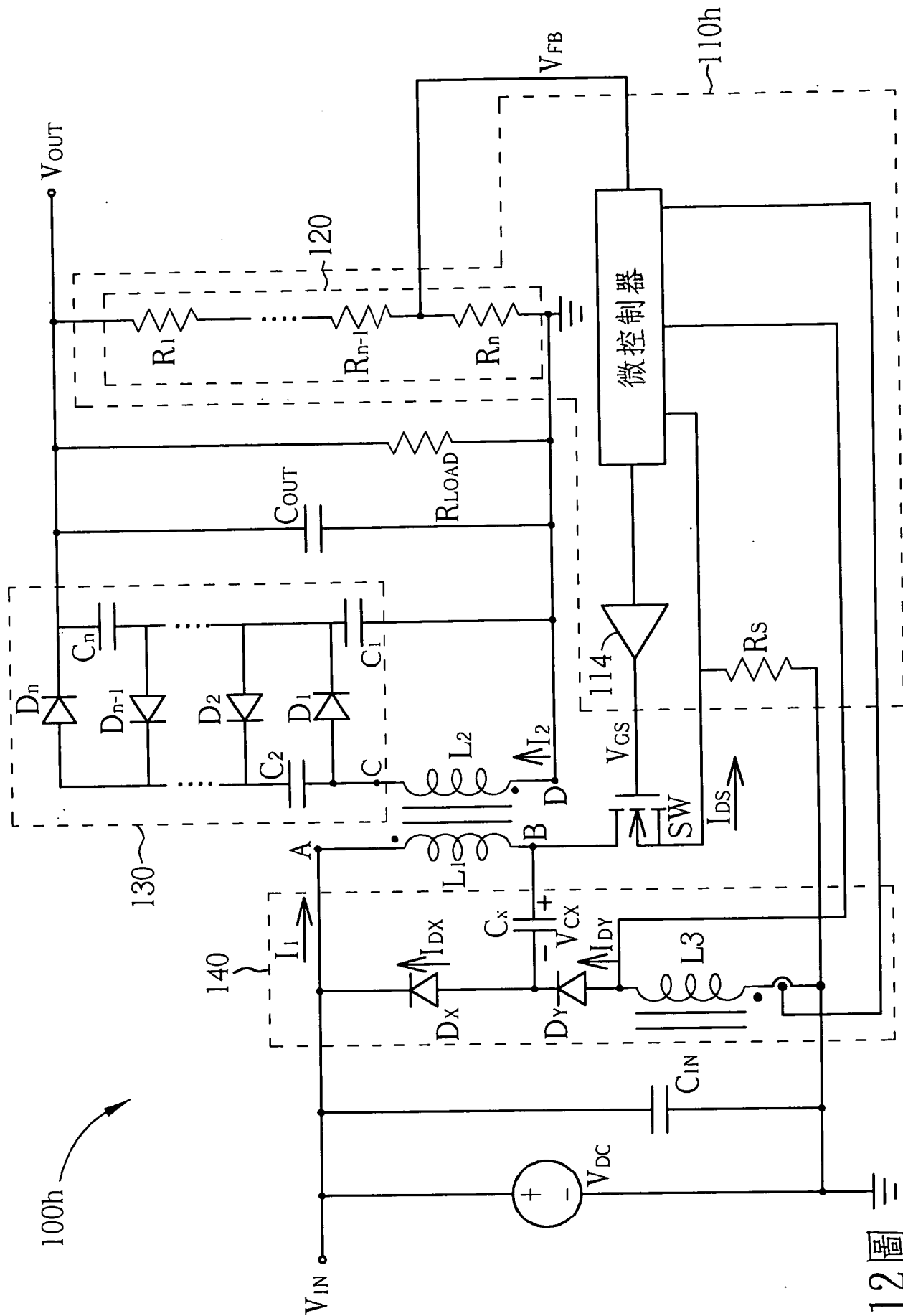


100g

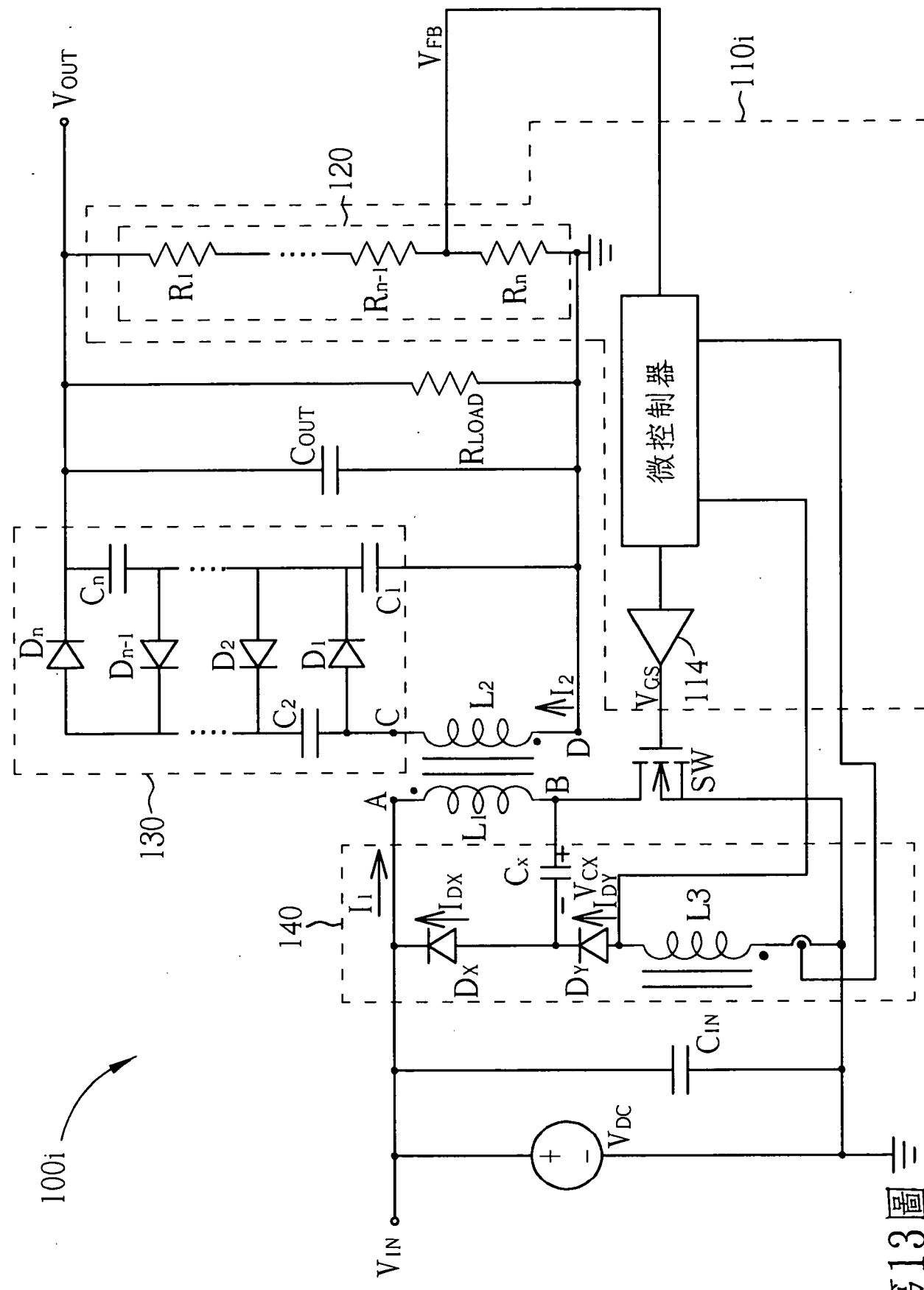
第10圖



第11圖



第12圖



第13圖