



(21)申請案號：112144400

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 11 月 17 日

(51)Int. Cl. : H02M1/08 (2006.01)

H02M3/325 (2006.01)

H02J7/02 (2016.01)

(71)申請人：國立臺灣科技大學(中華民國) NATIONAL TAIWAN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (TW)

臺北市大安區基隆路 4 段 43 號

(72)發明人：林景源 LIN, JING-YUAN (TW)；許維勝 HSU, WEI-SHENG (TW)；林宜鋒 LIN, YI-FENG (TW)

(74)代理人：張耀暉；呂昆餘；莊志強

(56)參考文獻：

TW I410031B

TW I439036B

TW I780983B

TW M312840U

TW 202121811A

WO 2022/188405A1

WO 2023/020051A1

審查人員：陳丙寅

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：9 共 28 頁

(54)名稱

在不同運作狀態模式之間切換的諧振轉換器

(57)摘要

本發明公開一種在不同運作狀態模式之間切換的諧振轉換器。本發明的諧振轉換器包含第一電晶體、第二電晶體、控制電路、諧振電路、變壓器以及輸出級電路。第一電晶體的第一端連接輸入電源的正端。第二電晶體的第一端連接第一電晶體的第二端。第二電晶體的第二端連接輸入電源的負端。諧振電路的第一端連接第一電晶體的第二端以及變壓器的一次側。變壓器的二次側通過輸出級電路連接負載。控制電路將輸出至第一和第二電晶體的導通時間控制訊號的頻率或占空比調變至不同數值，以將諧振轉換器在多個運作狀態模式之間進行切換。

A resonant converter switching between different operational state modes is provided. The resonant converter includes a first transistor, a second transistor, a control circuit, a resonant circuit, a transformer and an output stage circuit. A first terminal of the first transistor is connected to a positive terminal of an input voltage source. A first terminal of the second transistor is connected to a second terminal of the first transistor. A second terminal of the second transistor is connected to a negative terminal of the input voltage source. A first terminal of the resonant circuit is connected to the second terminal of the first transistor and a primary side of the transformer. A secondary side of the transformer is connected to a load through the output stage circuit. The control circuit modulates frequencies or duty cycles of on-time control signals that are outputted to the first and second transistors to different values for switching the resonant converter between the operational state modes.

指定代表圖：

符號簡單說明：

$V_{in}$ :輸入電源

Q1:第一電晶體

Q2:第二電晶體

Q3:第三電晶體

Q4:第四電晶體

D1~D4:本體二極體

C1、C2:寄生電容

Cr:諧振電容

Lr:諧振電感

Lm:激磁電感

Tf:變壓器

Co:輸出電容

CTR:控制電路

RL:負載

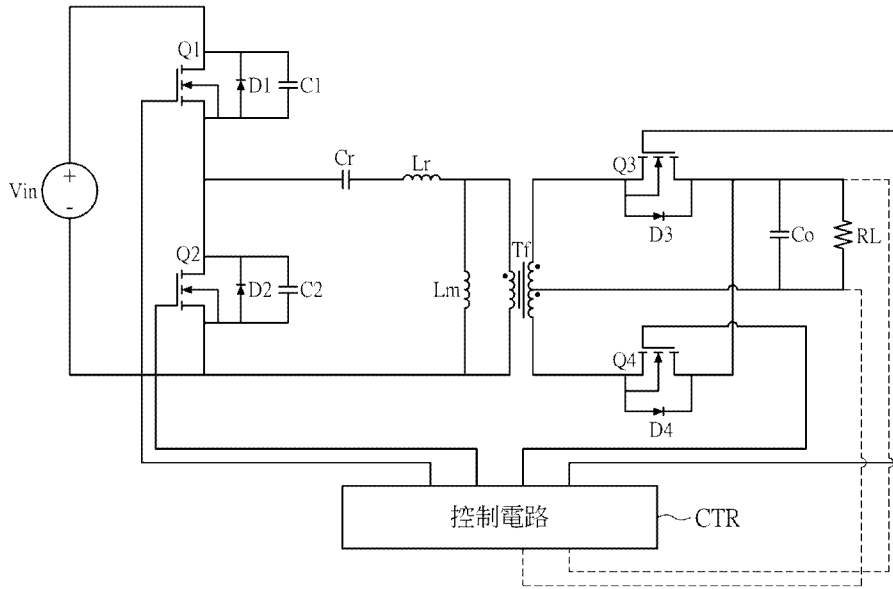


圖1



I852836

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】 在不同運作狀態模式之間切換的諧振轉換器

【英文發明名稱】 RESONANT CONVERTER SWITCHING BETWEEN  
DIFFERENT OPERATIONAL STATE MODES

## 【中文】

本發明公開一種在不同運作狀態模式之間切換的諧振轉換器。本發明的諧振轉換器包含第一電晶體、第二電晶體、控制電路、諧振電路、變壓器以及輸出級電路。第一電晶體的第一端連接輸入電源的正端。第二電晶體的第一端連接第一電晶體的第二端。第二電晶體的第二端連接輸入電源的負端。諧振電路的第一端連接第一電晶體的第二端以及變壓器的一次側。變壓器的二次側通過輸出級電路連接負載。控制電路將輸出至第一和第二電晶體的導通時間控制訊號的頻率或占空比調變至不同數值，以將諧振轉換器在多個運作狀態模式之間進行切換。

## 【英文】

A resonant converter switching between different operational state modes is provided. The resonant converter includes a first transistor, a second transistor, a control circuit, a resonant circuit, a transformer and an output stage circuit. A first terminal of the first transistor is connected to a positive terminal of an input voltage source. A first terminal of the second transistor is connected to a second terminal of the first transistor. A second terminal of the second transistor is connected to a negative terminal of the input voltage source. A first terminal of the resonant circuit is connected to the second terminal of the first transistor and a primary side of the transformer. A secondary side of the transformer is

connected to a load through the output stage circuit. The control circuit modulates frequencies or duty cycles of on-time control signals that are outputted to the first and second transistors to different values for switching the resonant converter between the operational state modes.

【指定代表圖】圖1。

【代表圖之符號簡單說明】

Vin：輸入電源

Q1：第一電晶體

Q2：第二電晶體

Q3：第三電晶體

Q4：第四電晶體

D1~D4：本體二極體

C1、C2：寄生電容

Cr：諧振電容

Lr：諧振電感

Lm：激磁電感

Tf：變壓器

Co：輸出電容

CTR：控制電路

RL：負載

【特徵化學式】

無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 在不同運作狀態模式之間切換的諧振轉換器

【英文發明名稱】 RESONANT CONVERTER SWITCHING BETWEEN  
DIFFERENT OPERATIONAL STATE MODES

### 【技術領域】

【0001】 本發明涉及一種諧振轉換器，特別是涉及一種在不同運作狀態模式之間切換的諧振轉換器。

### 【先前技術】

【0002】 車載系統的電池電壓的範圍能夠透過直流充電的標準得知為 50~1000V，傳統雙向 CLLC 架構採用的兩側採用同步整流方法，因此透過變頻控制來調整輸出增益。變頻控制諧振轉換器也有無法避免的缺點，應用於寬範圍電壓輸出時，在高電壓增益需求下，隨著操作頻率遠離諧振頻率，變壓器的解耦區間隨之增加，將導致主開關側環流電流上升，增加開關元件與諧振元件的導通損失並且影響諧振轉換器的效率。

### 【發明內容】

【0003】 本發明針對現有技術的不足提供一種在不同運作狀態模式之間切換的諧振轉換器。所述的諧振轉換器包含第一電晶體、第二電晶體、控制電路、諧振電容、諧振電感、激磁電感、變壓器以及輸出級電路。所述第一電晶體的第一端連接輸入電源的正端。所述第二電晶體的第一端連接所述第一電晶體的第二端。所述第二電晶體的第二端連接所述輸入電源的負端。所述控制電路的輸出端連接所述第一電晶體的控制端以及所述第二電晶體的控

制端。所述諧振電容的第一端連接至所述第二電晶體的第一端與所述第一電晶體的第二端之間的節點。所述諧振電感的第一端連接所述諧振電容的第二端。所述激磁電感的第一端連接所述諧振電感的第二端。所述激磁電感的第二端連接所述第二電晶體的第二端以及所述輸入電源的負端。所述變壓器的一次側的上側端連接所述激磁電感的第一端。所述變壓器的一次側的下側端連接所述激磁電感的第二端。所述輸出級電路的輸入端連接所述變壓器的二次側。所述輸出級電路的輸出端連接負載。所述控制電路將第一導通時間控制訊號以及第二導通時間控制訊號兩者的頻率或占空比調變至不同數值。所述控制電路輸出調變後的所述第一導通時間控制訊號至所述第一電晶體的控制端，以及輸出調變後的所述第二導通時間控制訊號至所述第二電晶體的控制端，使所述諧振轉換器在多個運作狀態模式之間進行切換。

**【0004】** 如上所述，本發明提供一種在不同運作狀態模式之間切換的諧振轉換器。本發明的諧振轉換器能夠在多個運作狀態模式之間進行切換，除了包含變頻控制模式外，更包含非對稱半橋控制模式以及突衝控制模式，以實現高效率以及寬範圍輸出電壓。

**【0005】** 為使能更進一步瞭解本發明的特徵及技術內容，請參閱以下有關本發明的詳細說明與圖式，然而所提供的圖式僅用於提供參考與說明，並非用來對本發明加以限制。

### **【圖式簡單說明】**

**【0006】** 圖1為本發明實施例的在不同運作狀態模式之間切換的諧振轉換器的電路圖。

**【0007】** 圖2為本發明實施例的在不同運作狀態模式之間切換的諧振轉換器在解耦合動作區間內的電流的流向的示意圖。

【0008】圖3為本發明實施例的在不同運作狀態模式之間切換的諧振轉換器在耦合動作區間內的電流的流向的示意圖。

【0009】圖4為本發明實施例的在不同運作狀態模式之間切換的諧振轉換器運作在非對稱半橋控制模式下的電流的流向的示意圖。

【0010】圖5為本發明實施例的在不同運作狀態模式之間切換的諧振轉換器運作在非對稱半橋控制模式下的電流的流向的示意圖。

【0011】圖6為本發明實施例的在不同運作狀態模式之間切換的諧振轉換器運作在非對稱半橋控制模式下的電流的流向的示意圖。

【0012】圖7為本發明實施例的在不同運作狀態模式之間切換的諧振轉換器運作在非對稱半橋控制模式下的電流的流向的示意圖。

【0013】圖8為本發明實施例的在不同運作狀態模式之間切換的諧振轉換器運作在非對稱半橋控制模式下的訊號的波形圖。

【0014】圖9為本發明實施例的在不同運作狀態模式之間切換的諧振轉換器運作在突衝控制模式下的訊號的波形圖。

### 【實施方式】

【0015】以下是通過特定的具體實施例來說明本發明的實施方式，本領域技術人員可由本說明書所公開的內容瞭解本發明的優點與效果。本發明可通過其他不同的具體實施例加以施行或應用，本說明書中的各項細節也可基於不同觀點與應用，在不背離本發明的構思下進行各種修改與變更。另外，本發明的附圖僅為簡單示意說明，並非依實際尺寸的描繪，事先聲明。以下的實施方式將進一步詳細說明本發明的相關技術內容，但所公開的內容並非用以限制本發明的保護範圍。

【0016】請參閱圖1，其為本發明實施例的在不同運作狀態模式之間切換

的諧振轉換器的電路圖。

【0017】本發明的諧振轉換器包含如圖1所示的第一電晶體Q1、第二電晶體Q2、控制電路CTR、諧振電容Cr、諧振電感Lr、激磁電感Lm以及變壓器Tf。

【0018】另外，本發明的諧振轉換器更可包含輸出級電路。如圖1所示，在本實施例中，舉例所述輸出級電路包含第三電晶體Q3以及第四電晶體Q4，但實務上可分別替換為上側二極體以及下側二極體。

【0019】第一電晶體Q1的第一端連接輸入電源Vin的正端。第二電晶體Q2的第一端連接第一電晶體Q1的第二端。第二電晶體Q2的第二端連接輸入電源Vin的負端。第一電晶體Q1的控制端以及第二電晶體Q2的控制端連接控制電路CTR的輸出端。

【0020】諧振電容Cr的第一端連接至第一電晶體Q1的第二端與第二電晶體Q2的第一端之間的節點。諧振電容Cr的第二端連接諧振電感Lr的第一端。諧振電感Lr的第二端連接激磁電感Lm的第一端。激磁電感Lm的第二端連接第二電晶體Q2的第二端以及輸入電源Vin的負端。

【0021】變壓器Tf的一次側的上側端連接激磁電感Lm的第一端以及諧振電感Lr的第二端。變壓器Tf的一次側的下側端連接激磁電感Lm的第二端、第二電晶體Q2的第二端以及輸入電源Vin的負端。

【0022】若輸出級電路如圖1所示包含第三電晶體Q3以及第四電晶體Q4時，第三電晶體Q3的第一端(即輸出級電路的一輸入端)連接變壓器Tf的二次側的上側端，第三電晶體Q3的第二端(即輸出級電路的一輸出端)連接負載RL的第一端，負載RL的第二端連接變壓器Tf的中心抽頭，第四電晶體Q4的第一端(即輸出級電路的另一輸入端)連接變壓器Tf的二次側的下側端，第四電晶體Q4的第二端(即輸出級電路的一輸出端)連接負載RL的第一端。

【0023】若有需要，輸出級電路更可包含輸出電容 $C_o$ 。輸出電容 $C_o$ 的第一端連接第三電晶體 $Q_3$ 的第二端、第四電晶體 $Q_4$ 的第二端以及負載 $RL$ 的第一端。輸出電容的第二端連接變壓器 $T_f$ 的中心抽頭以及負載 $RL$ 的第二端。輸出電容 $C_o$ 並聯連接負載 $RL$ 。

【0024】實務上，若輸出級電路包含上側二極體以及下側二極體時，上側二極體的陽極連接變壓器的二次側的上側端，上側二極體的陰極連接負載 $RL$ 的第一端，負載 $RL$ 的第二端連接變壓器 $T_f$ 的中心抽頭，下側二極體的陽極連接變壓器的二次側的下側端，下側二極體的陰極連接及負載 $RL$ 的第一端。輸出電容 $C_o$ 的第一端連接上側二極體的陰極、下側二極體的陰極以及負載 $RL$ 的第一端。輸出電容 $C_o$ 的第二端連接變壓器 $T_f$ 的中心抽頭以及負載 $RL$ 的第二端。

【0025】控制電路 $CTR$ 可連接第一電晶體 $Q_1$ 的控制端、第二電晶體 $Q_2$ 的控制端、第三電晶體 $Q_3$ 的控制端以及第四電晶體 $Q_4$ 的控制端。

【0026】控制電路 $CTR$ 可(依據負載 $RL$ 的電壓或電流以)將第一導通時間控制訊號的頻率或占空比調變至不同數值，輸出調變後的第一導通時間控制訊號至第一電晶體 $Q_1$ 的控制端。控制電路 $CTR$ 也可將第二導通時間控制訊號的頻率或占空比調變至不同數值，輸出調變後的第二導通時間控制訊號至第二電晶體 $Q_2$ 的控制端。如此，諧振轉換器在多個運作狀態模式之間進行切換。

【0027】當控制電路 $CTR$ 將第一導通時間控制訊號的頻率調變至到達一頻率門檻值時，控制電路 $CTR$ 可將第一導通時間控制訊號的頻率維持等於此頻率門檻值，後續調變第一導通時間控制訊號的占空比。

【0028】當控制電路 $CTR$ 將第二導通時間控制訊號的頻率調變至到達一頻率門檻值時，控制電路 $CTR$ 可將第二導通時間控制訊號的頻率維持等於此頻率門檻值，後續調變第二導通時間控制訊號的占空比。

【0029】 舉例而言，本發明的諧振轉換器的多個運作狀態模式可包含一變頻控制模式、一非對稱半橋控制模式以及一突衝控制模式。

【0030】 在變頻控制模式下，控制電路CTR調變第一導通時間控制訊號的頻率以及第二導通時間控制訊號的頻率。

【0031】 當第一導通時間控制訊號、第二導通時間控制訊號或兩者的頻率到達一頻率門檻值時，本發明的諧振轉換器從變頻控制模式切換至非對稱半橋控制模式。

【0032】 在非對稱半橋控制模式下，控制電路CTR調變第一導通時間控制訊號的占空比以及第二導通時間控制訊號的占空比。

【0033】 當第一導通時間控制訊號、第二導通時間控制訊號或兩者的占空比到達一占空比門檻值時，本發明的諧振轉換器從非對稱半橋控制模式切換至突衝控制模式。

【0034】 在突衝控制模式下，控制電路CTR將一導通控制時間區間分成第一頻率切換時間區間以及第二頻率切換時間區間。在第一頻率切換時間區間內，控制電路CTR以第一切換頻率(如高頻)來切換第一電晶體以及第二電晶體。在第二頻率切換時間區間內，控制電路CTR以第二切換頻率(如低頻)來切換第一電晶體以及第二電晶體。所述第二切換頻率低於所述第一切換頻率。

【0035】 請參閱圖1至圖3，其中圖2為本發明實施例的在不同運作狀態模式之間切換的諧振轉換器在解耦合動作區間內的電流的流向的示意圖，圖3為本發明實施例的在不同運作狀態模式之間切換的諧振轉換器在耦合動作區間內的電流的流向的示意圖。

【0036】 本發明實施例的諧振轉換器的動作區間主要分為解耦合區間以及耦合區間。

【0037】 在解耦合區間內，第一電晶體Q1導通，第二電晶體Q2截止。此

時，如圖2所示，在一次側電路中，電流從輸入電源 $V_{in}$ 依序流經導通的第一電晶體Q1諧振電容 $C_r$ 、諧振電感 $L_r$ 至激磁電感 $L_m$ 以對激磁電感 $L_m$ 儲能而尚未提供能量給負載 $R_L$ ，負載 $R_L$ 的輸出能量僅由輸出電容 $C_o$ 的放電電流提供。

【0038】如圖3所示，在耦合區間內，第一電晶體Q1截止，第二電晶體Q2導通。此時，電流從激磁電感 $L_m$ 流經變壓器 $T_f$ 的繞組後，流向第三電晶體Q3(或實務上為上側二極體)至負載 $R_L$ 。

【0039】請參閱圖1、圖4至圖8，其中圖4至圖7為本發明實施例的在不同運作狀態模式之間切換的諧振轉換器運作在非對稱半橋控制模式下的電流的流向的示意圖，圖8為本發明實施例的在不同運作狀態模式之間切換的諧振轉換器運作在非對稱半橋控制模式下的訊號的波形圖。

【0040】如圖1所示，本發明諧振轉換器的變壓器 $T_f$ 的一次側電路包含第一電晶體Q1、第二電晶體Q2、控制電路CTR、諧振電容 $C_r$ 、諧振電感 $L_r$ 以及激磁電感 $L_m$ ，而二次側電路包含第三電晶體Q3、第四電晶體Q4(或實務上替換為上側二極體以及下側二極體)以及輸出電容 $C_o$ 。

【0041】本發明諧振轉換器可切換至非對稱半橋控制模式運作，其運作可分為多個工作區間，例如但不限於如圖8所示的介於初始時間點 $t_0$ 至第一時間點 $t_1$ 的第一工作區間、介於第一時間點 $t_1$ 至第二時間點 $t_2$ 的第二工作區間(此為死區時間)、介於第二時間點 $t_2$ 至第三時間點 $t_3$ 的第三工作區間以及介於第一時間點 $t_3$ 至第二時間點 $t_4$ 的第四工作區間(此為死區時間)。

【0042】在如圖8所示的介於初始時間點 $t_0$ 至第一時間點 $t_1$ 的第一工作區間內，第一電晶體Q1的控制端從控制電路CTR接收到的第一導通時間控制訊號SQ1的準位如圖8所示為高準位，使第一電晶體Q1如圖4所示為導通狀態。同時，第二電晶體Q2的控制端從控制電路CTR接收到的第二導通時間控制訊號SQ2的準位如圖8所示為低準位，使第二電晶體Q2如圖4所示為截止狀態。

【0043】 在如圖8所示的介於初始時間點 $t_0$ 至第一時間點 $t_1$ 的第一作業區間內，如圖4所示的一次側電路中，電流從輸入電源 $V_{in}$ 依序流經一次側電路的第一電晶體 $Q_1$ 、諧振電容 $C_r$ 、諧振電感 $L_r$ 至激磁電感 $L_m$ 。激磁電感 $L_m$ 上的跨壓被箝位在一電壓值，例如表示為 $nV_o$ ，其中 $V_o$ 代表本發明實施例的諧振轉換器(即為電容 $C_o$ 的電壓)。激磁電感 $L_m$ 的電流 $I_{Lm}$ 以 $nV_o/L_m$ 的斜率慢慢上升。諧振電感 $L_r$ 的電流 $I_{Lr}$ 大於激磁電感 $L_m$ 的電流 $I_{Lm}$ 。

【0044】 當第一電晶體 $Q_1$ 從導通狀態轉態至截止狀態時，本發明諧振轉換器從第一工作區間進入第二工作區間。

【0045】 在如圖8所示的介於第一時間點 $t_1$ 至第二時間點 $t_2$ 的第二工作區間(此為死區時間)內，第一電晶體 $Q_1$ 的控制端從控制電路CTR接收到的第一導通時間控制訊號 $SQ_1$ 的準位如圖8所示為低準位，使第一電晶體 $Q_1$ 如圖5所示為截止狀態。同時，第二電晶體 $Q_2$ 的控制端從控制電路CTR接收到的第二導通時間控制訊號 $SQ_2$ 的準位如圖8所示為低準位，使第二電晶體 $Q_2$ 如圖5所示為截止狀態。

【0046】 因諧振電感 $L_r$ 的電流 $I_{Lr}$ 的連續性，在第二電晶體 $Q_2$ 的寄生電容 $C_2$ 放完電後，一次側電路中的電流如圖5所示流經第二電晶體 $Q_2$ 的本體二極體 $D_2$ ，此時變壓器 $T_f$ 仍保持為耦合狀態，一次側電路的能量通過變壓器 $T_f$ 傳輸至二次側電路，再由二次側電路提供至負載 $R_L$ 。

【0047】 如圖8所示，在介於第一時間點 $t_1$ 至第二時間點 $t_2$ 的第二工作區間(此為死區時間)內，激磁電感 $L_m$ 的電流 $I_{Lm}$ 持續上升，而諧振電感 $L_r$ 的電流 $I_{Lr}$ 則快速下降。

【0048】 當諧振電感 $L_r$ 的電流 $I_{Lr}$ 等於激磁電感 $L_m$ 的電流 $I_{Lm}$ 時，且第二電晶體 $Q_2$ 導通時，本發明諧振轉換器從第二工作區間進入第三工作區間。

【0049】 在如圖8所示的介於第二時間點 $t_2$ 至第三時間點 $t_3$ 的第三工作區

間內，第一電晶體Q1的控制端從控制電路CTR接收到的第一導通時間控制訊號SQ1的準位如圖8所示為低準位，使第一電晶體Q1如圖6所示為截止狀態。同時，第二電晶體Q2的控制端從控制電路CTR接收到的第二導通時間控制訊號SQ2的準位如圖8所示為高準位，使第二電晶體Q2如圖6所示為導通狀態。

【0050】 在如圖8所示的介於第二時間點t2至第三時間點t3的第三工作區間內，在一次側電路中的諧振電容Cr、諧振電感Lr與激磁電感Lm產生共同諧振，諧振電容Cr的電壓Vcr的變化如圖8所示。此時，變壓器Tf為非耦合狀態，因此一次側電路的能量未能通過變壓器Tf傳輸至二次側電路，再由二次側電路提供至負載RL，而是僅由輸出電容Co的放電電流提供能量至負載RL。

【0051】 當第二電晶體Q2從導通狀態轉態至截止狀態時，本發明諧振轉換器從第三工作區間進入第四工作區間。

【0052】 在如圖8所示的介於第一時間點t3至第二時間點t4的第四工作區間(此為死區時間)內，第一電晶體Q1的控制端從控制電路CTR接收到的第一導通時間控制訊號SQ1的準位如圖8所示為低準位，使第一電晶體Q1如圖7所示為截止狀態。同時，第二電晶體Q2的控制端從控制電路CTR接收到的第二導通時間控制訊號SQ2的準位如圖7所示為低準位，使第二電晶體Q2如圖7所示為截止狀態。

【0053】 在如圖8所示的介於第一時間點t3至第二時間點t4的第四工作區間(此為死區時間)內，激磁電感Lm的電流ILm分成兩路電流，其中一路電流因諧振電感Lr的電流ILr的連續性而流向第一電晶體Q1的本體二極體D1，另一路電流則流向變壓器Tf的繞組，使變壓器Tf進入耦合狀態，一次側電路的能量通過變壓器Tf傳輸至二次側電路，再由二次側電路提供至負載RL。

【0054】 本發明諧振轉換器可多次執行上述第一工作區間、第二工作區間、第三工作區間以及第四工作區間等其他工作區間的作業。

【0055】請參閱圖1和圖9，其中圖9為本發明實施例的在不同運作狀態模式之間切換的諧振轉換器運作在突衝控制模式下的訊號的波形圖。

【0056】本發明諧振轉換器可切換至突衝控制模式運作。

【0057】在突衝控制模式下，控制電路CTR可將多個導通控制時間區間/循環中的每一導通控制時間區間(例如圖9所示的介於時間點t0至時間點t3的一導通控制時間區間)分成多個頻率切換時間區間，包含第一頻率切換時間區間以及第二頻率切換時間區間。

【0058】在突衝控制模式下，控制電路CTR在第一第一頻率切換時間區間內，快速地輪流產生第一導通時間控制訊號SQ1以及第二導通時間控制訊號SQ2的多個波形，以第一切換頻率(高頻)來快速切換第一電晶體Q1以及第二電晶體Q2輪流開啟。

【0059】在突衝控制模式下，控制電路CTR在第一第二頻率切換時間區間內，每經過很長一段時間才產生第一導通時間控制訊號SQ1以及第二導通時間控制訊號SQ2的下一個波形，以第二切換頻率(低頻)來緩慢切換第一電晶體Q1以及第二電晶體Q2輪流開啟。所述第二切換頻率小於上述第一切換頻率。

【0060】也就是說，在突衝控制模式下，控制電路CTR可在第一頻率切換時間區間內維持高頻切換第一電晶體Q1以及第二電晶體Q2，但在第二頻率切換時間區間內轉為低頻切換第一電晶體Q1以及第二電晶體Q2。在維持一段時間的低頻切換第一電晶體Q1以及第二電晶體Q2後，再回到高頻切換第一電晶體Q1以及第二電晶體Q2。

【0061】第一導通時間控制訊號SQ1的非工作週期以及第二導通時間控制訊號SQ2的非工作週期包含介於時間點t2至時間點t3的時間區間的時間，由於低頻切換，此段時間較長，第一電晶體Q1以及第二電晶體Q2在這段時間內維持截止狀態，此時本發明的諧振轉換器的輸出電壓Vo逐漸降低。

【0062】如此，降低本發明的諧振轉換器的輸出電壓 $V_o$ ，特別是應用於負載 $RL$ 為輕載而僅需從本發明的諧振轉換器的輸出端取得少量能量時。

【0063】綜上所述，本發明提供一種在不同運作狀態模式之間切換的諧振轉換器。本發明的諧振轉換器能夠在多個運作狀態模式之間進行切換，除了包含變頻控制模式外，更包含非對稱半橋控制模式以及突衝控制模式，以實現高效率以及寬範圍輸出電壓。

【0064】以上所公開的內容僅為本發明的優選可行實施例，並非因此侷限本發明的申請專利範圍，所以凡是運用本發明說明書及圖式內容所做的等效技術變化，均包含於本發明的申請專利範圍內。

#### 【符號說明】

##### 【0065】

$V_{in}$ ：輸入電源

$Q1$ ：第一電晶體

$Q2$ ：第二電晶體

$Q3$ ：第三電晶體

$Q4$ ：第四電晶體

$D1\sim D4$ ：本體二極體

$C1$ 、 $C2$ ：寄生電容

$C_r$ ：諧振電容

$L_r$ ：諧振電感

$L_m$ ：激磁電感

$T_f$ ：變壓器

$C_o$ ：輸出電容

CTR：控制電路

RL：負載

SQ1：第一導通時間控制訊號

SQ2：第二導通時間控制訊號

ILm、ILr：電流

Vcr：電壓

t0~t4：時間點

Vo：輸出電壓

## 【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種在不同運作狀態模式之間切換的諧振轉換器，包含：

- 一第一電晶體，所述第一電晶體的第一端連接一輸入電源的正端；
  - 一第二電晶體，所述第二電晶體的第一端連接所述第一電晶體的第二端，所述第二電晶體的第二端連接所述輸入電源的負端；
  - 一控制電路，所述控制電路的輸出端連接所述第一電晶體的控制端以及所述第二電晶體的控制端；
  - 一諧振電容，所述諧振電容的第一端連接至所述第二電晶體的第一端與所述第一電晶體的第二端之間的節點；
  - 一諧振電感，所述諧振電感的第一端連接所述諧振電容的第二端；
  - 一激磁電感，所述激磁電感的第一端連接所述諧振電感的第二端，所述激磁電感的第二端連接所述第二電晶體的第二端以及所述輸入電源的負端；
  - 一變壓器，所述變壓器的一次側的上側端連接所述激磁電感的第一端，所述變壓器的一次側的下側端連接所述激磁電感的第二端；以及
  - 一輸出級電路，所述輸出級電路的輸入端連接所述變壓器的二次側，所述輸出級電路的輸出端連接一負載；
- 其中所述控制電路將一第一導通時間控制訊號以及一第二導通時間控制訊號兩者的頻率或占空比調變至不同數值，輸出調變後的所述第一導通時間控制訊號至所述第一電晶體的控制端，以及輸出調變後的所述第二導通時間控制訊號至所述第二電晶體的控制端，使所述諧振轉換器在多個運作狀態模式之間進行切換。

**【請求項2】** 如請求項 1 所述的在不同運作狀態模式之間切換的諧振轉換器，其中所述輸出級電路包含：

一第三電晶體，所述第三電晶體的第一端連接所述變壓器的二次側的上側端以及所述負載的第一端，所述負載的第二端連接所述變壓器的中心抽頭；以及

一第四電晶體，所述第四電晶體的第一端連接所述變壓器的二次側的下側端，所述第四電晶體的第二端連接所述負載的第一端。

**【請求項3】** 如請求項 2 所述的在不同運作狀態模式之間切換的諧振轉換器，其中所述輸出級電路更包含：

一輸出電容，所述輸出電容的第一端連接所述第三電晶體的第二端、所述第四電晶體的第二端以及所述負載的第一端，所述輸出電容的第二端連接變壓器的中心抽頭以及所述負載的第二端。

**【請求項4】** 如請求項 1 所述的在不同運作狀態模式之間切換的諧振轉換器，其中所述輸出級電路包含：

一上側二極體，所述上側二極體的陽極連接所述變壓器的二次側的上側端以及所述負載的第一端，所述負載的第二端連接所述變壓器的中心抽頭；以及

一下側二極體，所述下側二極體的陽極連接所述變壓器的二次側的下側端，所述下側二極體的陰極連接所述負載的第一端。

**【請求項5】** 如請求項 4 所述的在不同運作狀態模式之間切換的諧振轉換器，其中所述輸出級電路更包含：

一輸出電容，所述輸出電容的第一端連接所述上側二極體的陰極、所述下側二極體的陰極以及所述負載的第一端，所述輸出電容的第二端連接變壓器的中心抽頭以及所述負載

的第二端。

- 【請求項6】** 如請求項 1 所述的在不同運作狀態模式之間切換的諧振轉換器，其中，當所述控制電路將所述第一導通時間控制訊號的頻率調變至到達一頻率門檻值時，所述控制電路將所述第一導通時間控制訊號的頻率維持等於所述頻率門檻值，後續調變所述第一導通時間控制訊號的占空比。
- 【請求項7】** 如請求項 1 所述的在不同運作狀態模式之間切換的諧振轉換器，其中，當所述控制電路將所述第二導通時間控制訊號的頻率調變至到達一頻率門檻值時，所述控制電路將所述第二導通時間控制訊號的頻率維持等於所述頻率門檻值，後續調變所述第二導通時間控制訊號的占空比。
- 【請求項8】** 如請求項 1 所述的在不同運作狀態模式之間切換的諧振轉換器，其中所述多個運作狀態模式包含一變頻控制模式，在所述變頻控制模式下，所述控制電路調變所述第一導通時間控制訊號的頻率以及所述第二導通時間控制訊號的頻率。
- 【請求項9】** 如請求項 5 所述的在不同運作狀態模式之間切換的諧振轉換器，其中所述多個運作狀態模式更包含一非對稱半橋控制模式，在所述非對稱半橋控制模式下，所述控制電路調變所述第一導通時間控制訊號的占空比以及所述第二導通時間控制訊號的占空比。
- 【請求項10】** 如請求項 9 所述的在不同運作狀態模式之間切換的諧振轉換器，其中所述多個運作狀態模式更包含一突衝控制模式；其中，在所述突衝控制模式下，所述控制電路將一導通控制時間區間分成一第一頻率切換時間區間以及一第二頻率切換時間區間；其中，在所述第一頻率切換時間區間內，所述控制電路以一第一切換頻率來切換所述第一電晶體以及所述第二電晶

體；

其中，在所述第二頻率切換時間區間內，所述控制電路以第二切換頻率來切換所述第一電晶體以及所述第二電晶體，所述第二切換頻率低於所述第一切換頻率。

【發明圖式】

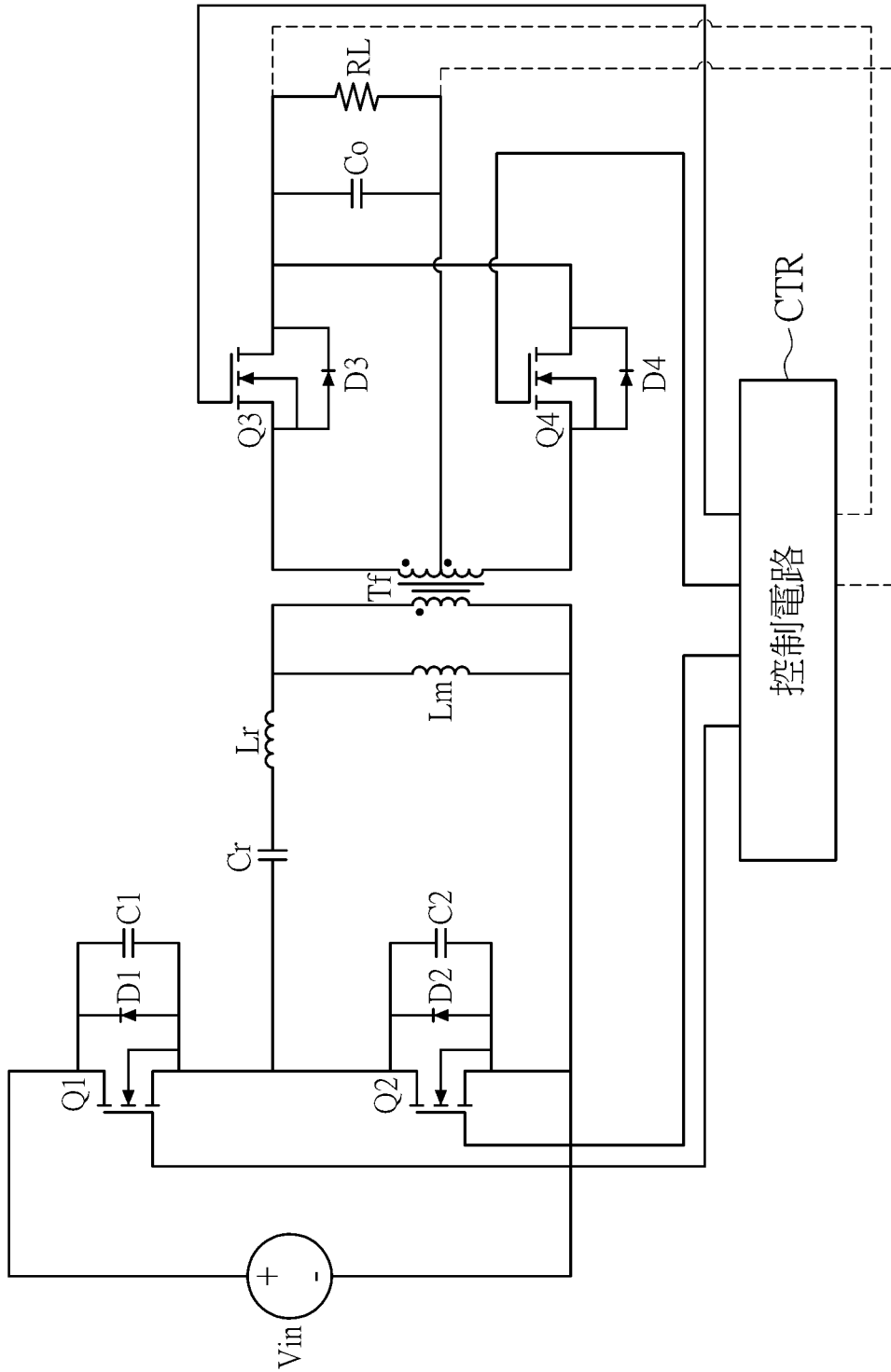


圖1

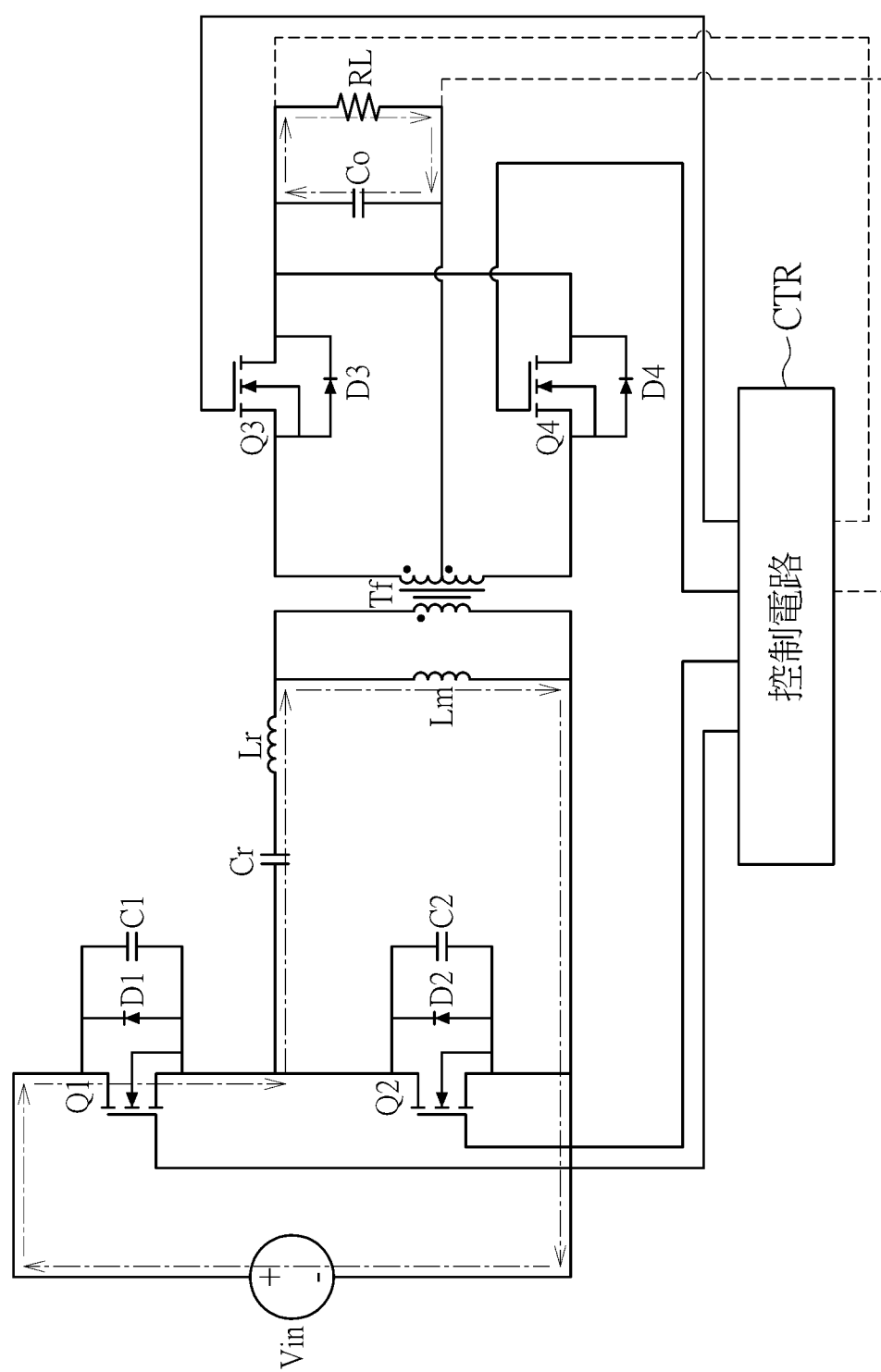


圖2

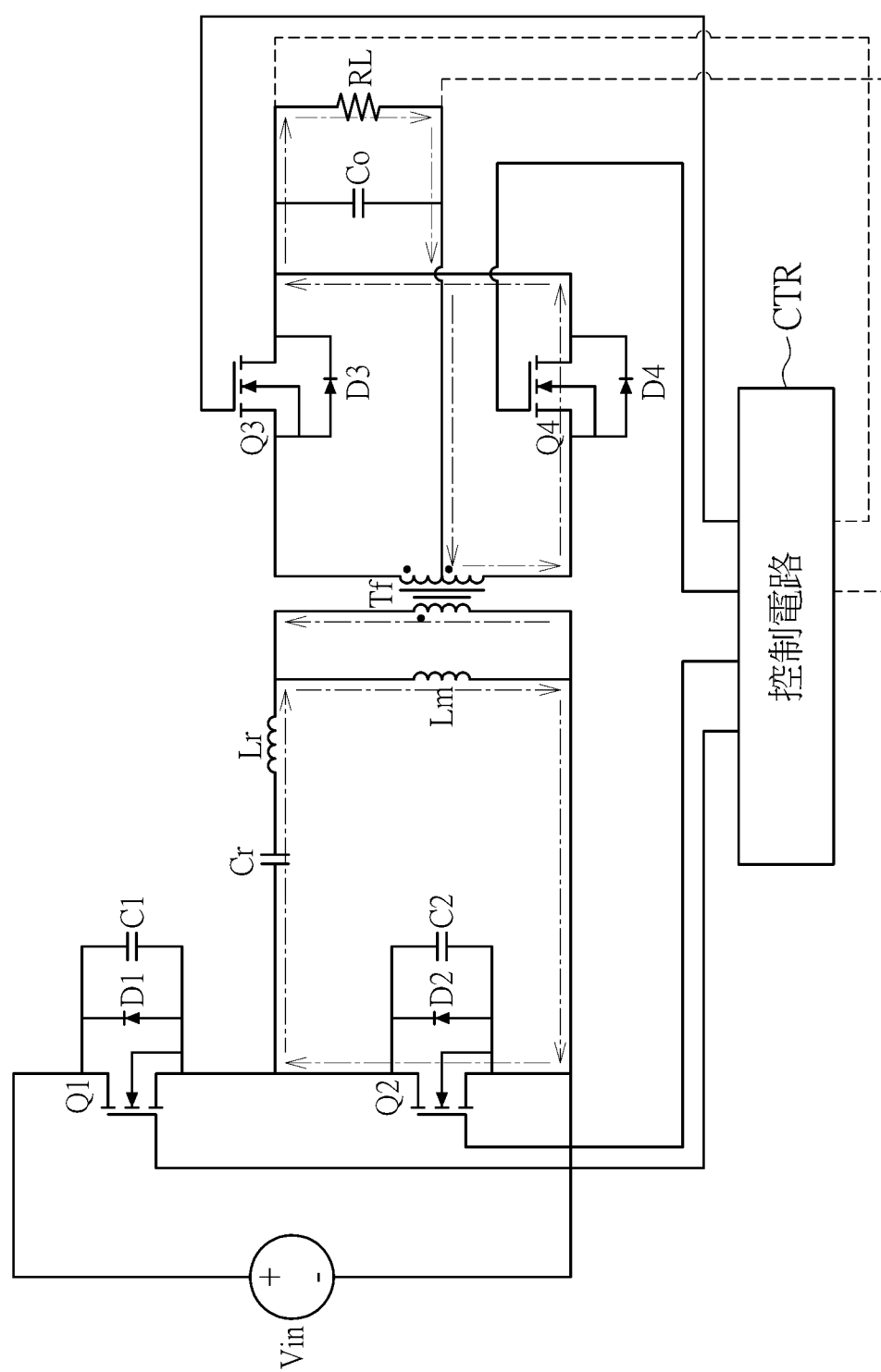


圖3

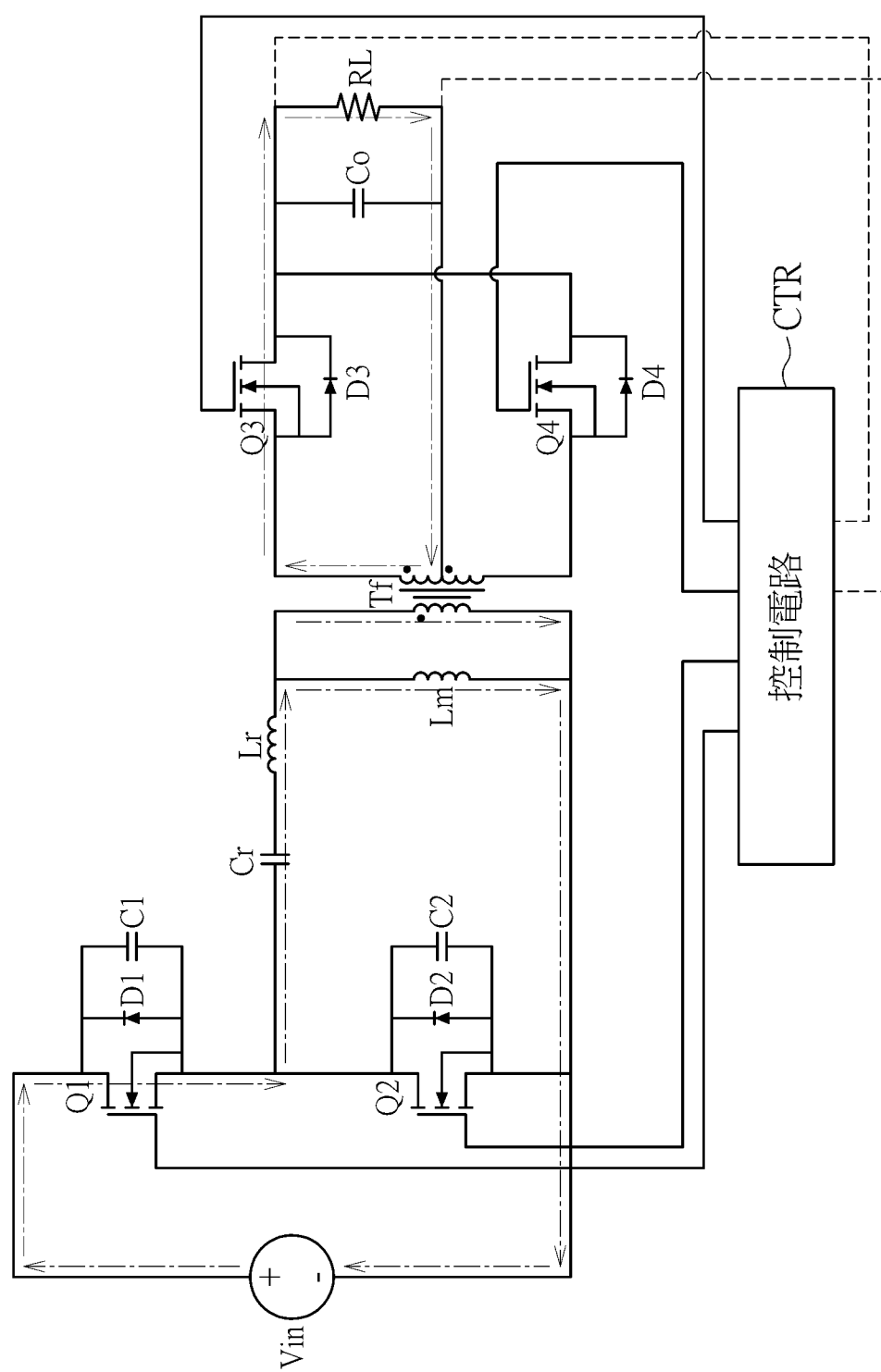


圖4

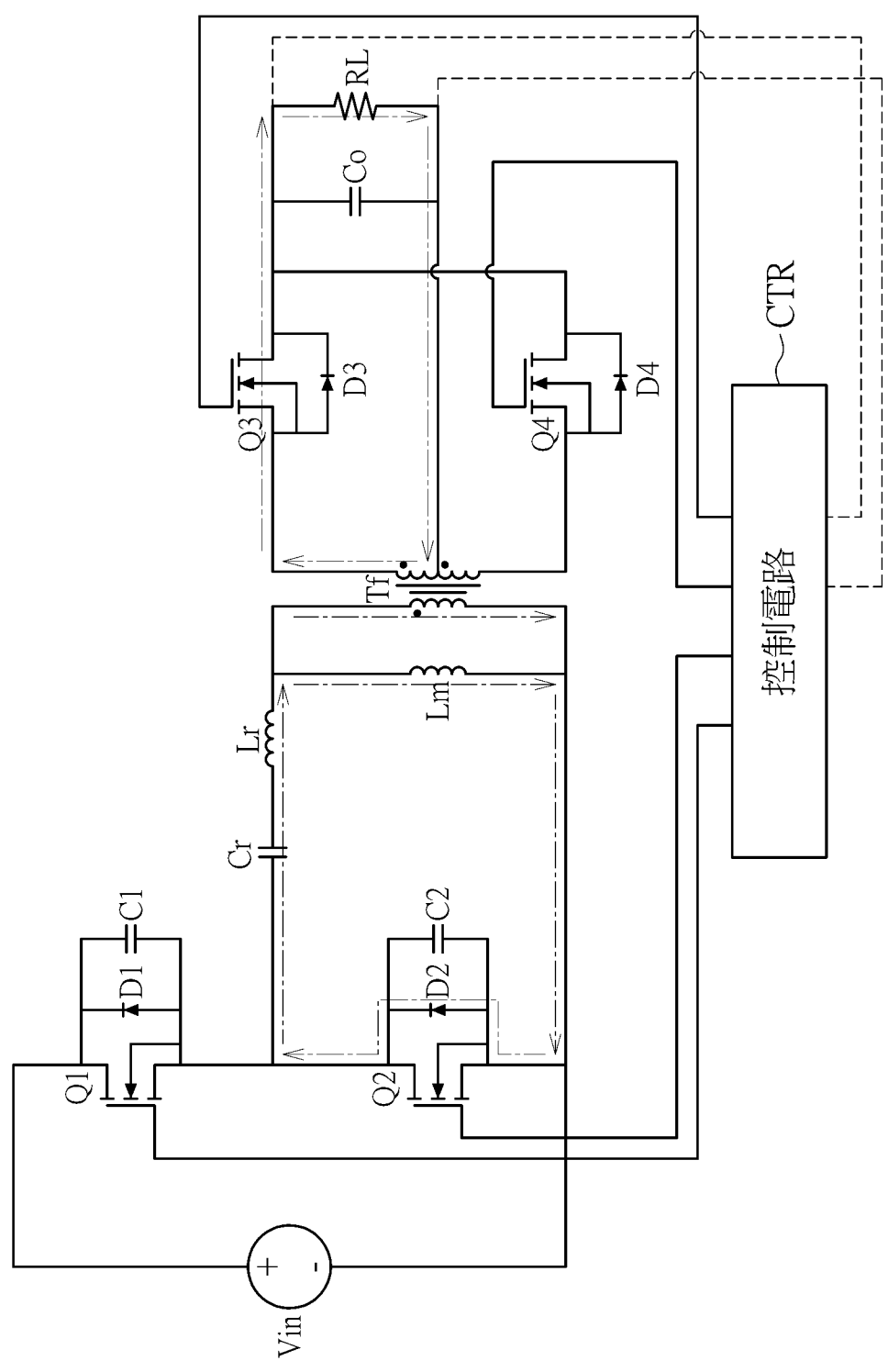


圖5

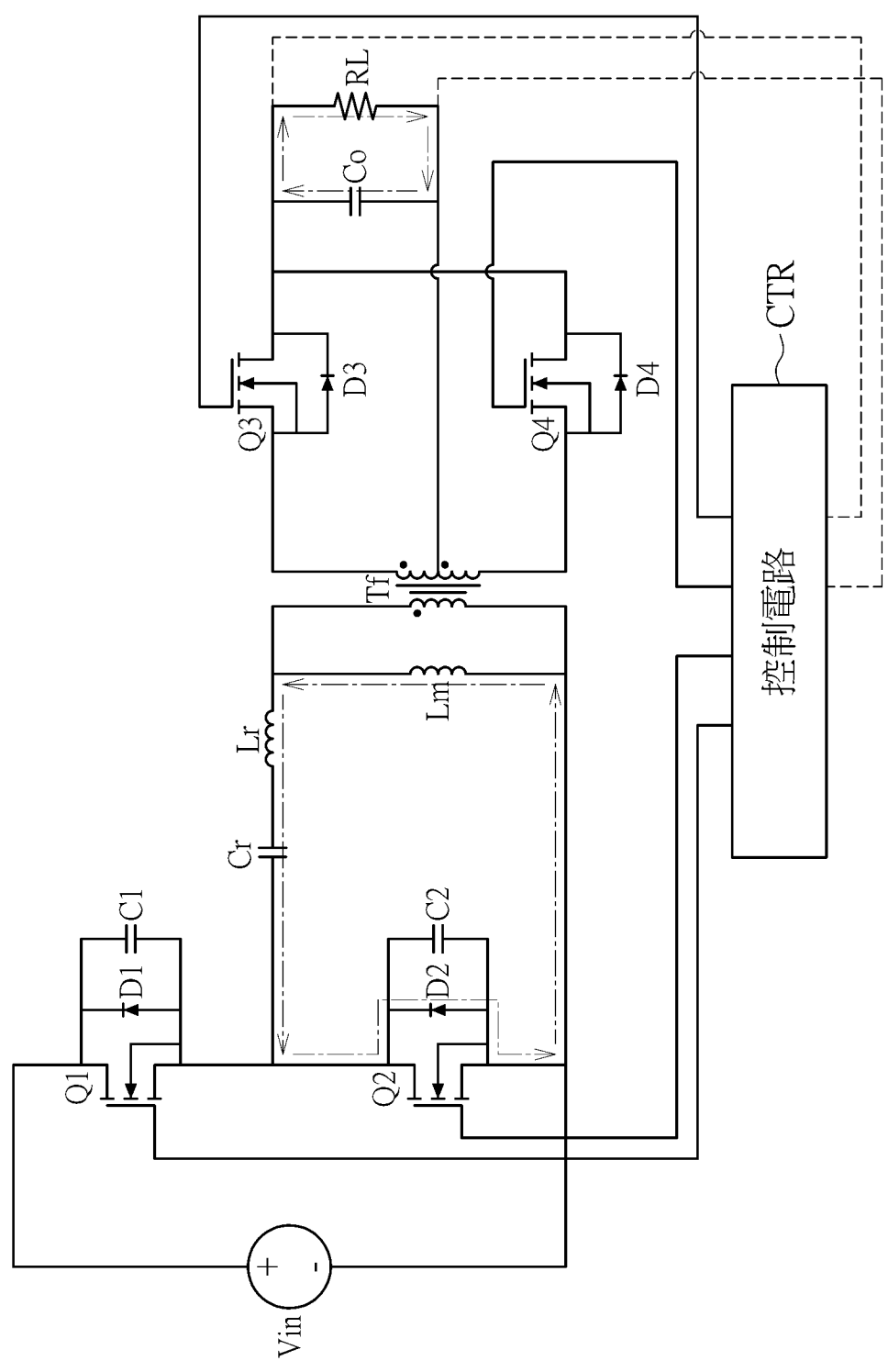


圖6

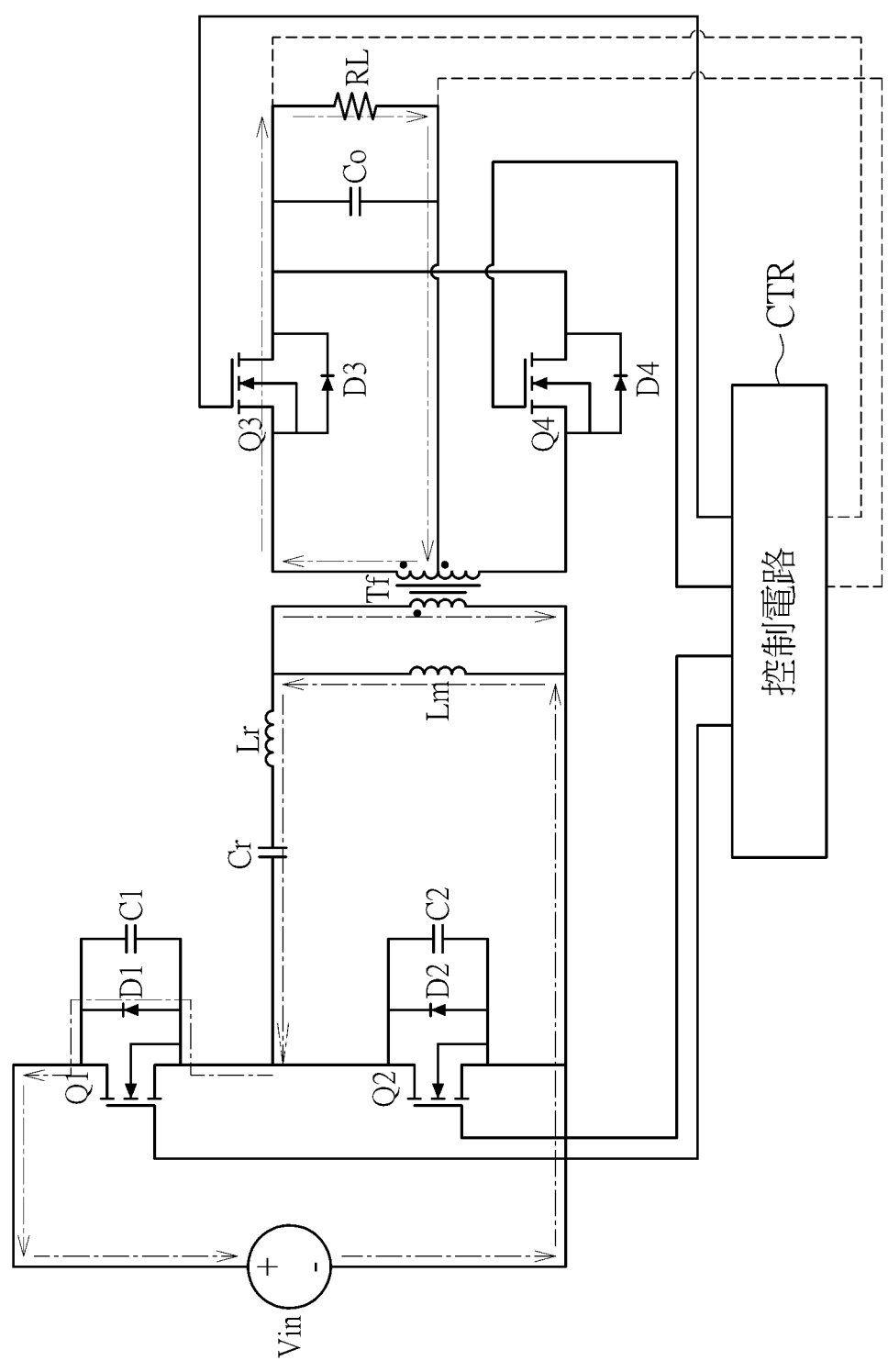


圖7

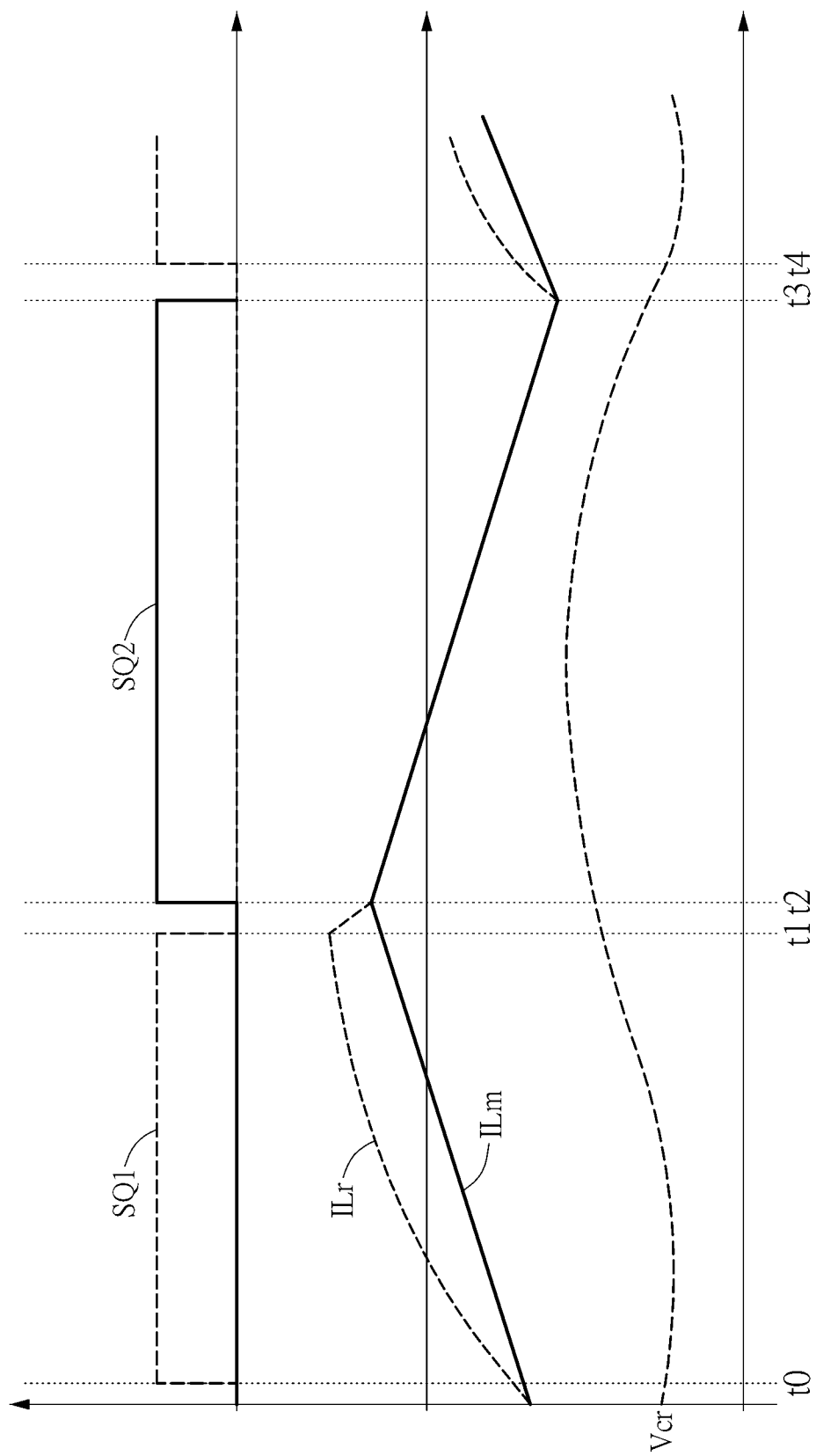


圖8

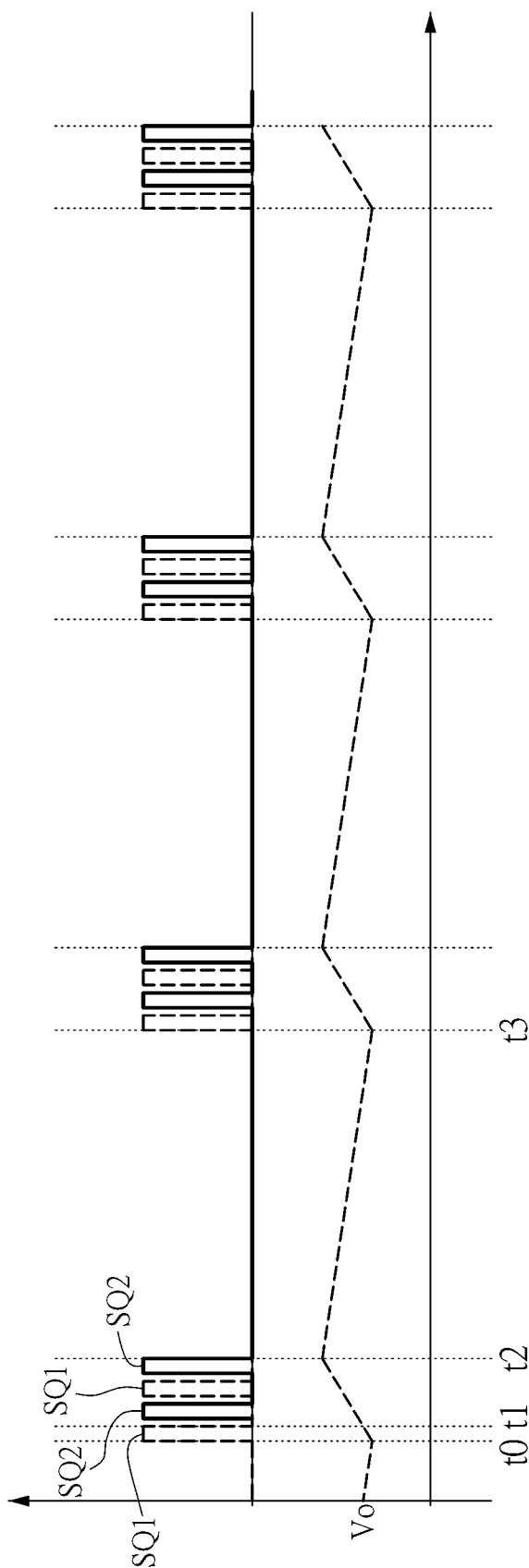


圖9