



(21)申請案號：103105373

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 02 月 18 日

(51)Int. Cl. : **H02M3/28 (2006.01)**

(30)優先權：2013/02/18 美國 61/765,846

(71)申請人：崇貿科技股份有限公司(中華民國) SYSTEM GENERAL CORP. (TW)

新北市新店區寶興路 45 巷 8 弄 1 號 3 樓

(72)發明人：楊大勇 YANG, TA YUNG (TW)；謝志賢 HSIEH, CHIH HSIEN (TW)；韋凱方 WEI, KAI FANG (TW)；陳榮昇 CHEN, JUNG SHENG (TW)

(74)代理人：蔡秀玫

(56)參考文獻：

TW M299410

TW 201123703A

CN 102208873A

US 5973939

US 6191960B1

US 6320765B2

審查人員：涂公遠

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：12 共 46 頁

(54)名稱

返馳式功率轉換器之控制電路

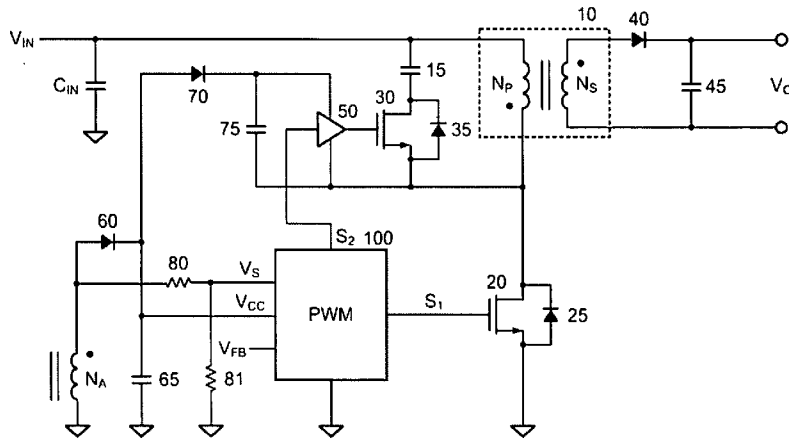
CONTROL CIRCUIT OF FLYBACK POWER CONVERTER

(57)摘要

本發明係關於一種返馳式功率轉換器的控制電路，其包含一低壓側電晶體、一主動箝位器、一高壓側驅動電路及一控制器。低壓側電晶體切換一變壓器，主動箝位器與變壓器並聯，高壓側驅動電路驅動主動箝位器，控制器產生一切換訊號及一主動箝位訊號，切換訊號驅動低壓側電晶體，切換訊號依據一回授訊號而產生，以調整返馳式功率轉換器的一輸出，主動箝位訊號控制高壓側驅動電路及主動箝位器，主動箝位訊號依據變壓器的一消磁時間而產生。在一輕載狀態下，主動箝位訊號的脈波數少於切換訊號的脈波數。

A control circuit of a flyback power converter according to the present invention comprises a low-side transistor, an active-clamper, a high-side drive circuit, and a controller. The low-side transistor is coupled to switch a transformer. The active-clamper is coupled in parallel with the transformer. The high-side drive circuit is coupled to drive the active-clamper. The controller generates a switching signal and an active-clamp signal. The switching signal is coupled to drive the low-side transistor. The switching signal is generated in accordance with a feedback signal for regulating an output of the flyback power converter. The active-clamp signal is coupled to control the high-side drive circuit and the active-clamper. The active-clamp signal is generated in response to a demagnetizing time of the transformer. The pulse number of the active-clamp signal is less than the pulse number of the switching signal in a light load condition.

指定代表圖：



第一圖

符號簡單說明：

- 10 . . . 變壓器
- 15 . . . 電容器
- 20 . . . 電晶體
- 25 . . . 寄生二極體
- 30 . . . 電晶體
- 35 . . . 本體二極體
- 40 . . . 整流器
- 45 . . . 輸出電容器
- 50 . . . 高壓側驅動
電路
- 60 . . . 整流器
- 65 . . . 電容器
- 70 . . . 二極體
- 75 . . . 電容器
- 80 . . . 電阻器
- 81 . . . 電阻器
- 100 . . . 控制器
- C_{IN} . . . 輸入電容器
- N_A . . . 輔助繞組
- N_P . . . 一次側繞組
- N_S . . . 二次側繞組
- S₁ . . . 切換訊號
- S₂ . . . 主動箝位訊
號
- V_{CC} . . . 電源
- V_{FB} . . . 回授訊號
- V_{IN} . . . 輸入電壓
- V_O . . . 輸出
- V_S . . . 反射訊號



申請日: 103. 2. 18

IPC分類: H02M 3/28 (2006.01)

【發明摘要】**公告本****【中文發明名稱】** 返馳式功率轉換器之控制電路**【英文發明名稱】** Control Circuit of Flyback Power Converter**【中文】**

本發明係關於一種返馳式功率轉換器的控制電路，其包含一低壓側電晶體、一主動箝位器、一高壓側驅動電路及一控制器。低壓側電晶體切換一變壓器，主動箝位器與變壓器並聯，高壓側驅動電路驅動主動箝位器，控制器產生一切換訊號及一主動箝位訊號，切換訊號驅動低壓側電晶體，切換訊號依據一回授訊號而產生，以調整返馳式功率轉換器的一輸出，主動箝位訊號控制高壓側驅動電路及主動箝位器，主動箝位訊號依據變壓器的一消磁時間而產生。在一輕載狀態下，主動箝位訊號的脈波數少於切換訊號的脈波數。

【英文】

A control circuit of a flyback power converter according to the present invention comprises a low-side transistor, an active-clamper, a high-side drive circuit, and a controller. The low-side transistor is coupled to switch a transformer. The active-clamper is coupled in parallel with the transformer. The high-side drive circuit is coupled to drive the active-clamper. The controller generates a switching signal and an active-clamp signal. The switching signal is coupled to drive the low-side transistor. The switching signal is generated in accordance with a feedback signal for regulating an output of the flyback power converter. The active-clamp signal is coupled to control the high-side drive circuit and the active-clamper. The active-clamp signal is generated in response to a demagnetizing time of the transformer. The pulse number of the active-clamp signal is less than the pulse number of the switching signal in a light load condition.

【指定代表圖】 第一圖

【代表圖之符號簡單說明】

10 變壓器

15 電容器

20 電晶體

25 寄生二極體

30 電晶體

35 本體二極體

40 整流器

45 輸出電容器

50 高壓側驅動電路

60 整流器

65 電容器

70 二極體

75 電容器

80 電阻器

81 電阻器

100 控制器

 C_{IN} 輸入電容器 N_A 輔助繞組 N_P 一次側繞組 N_S 二次側繞組

S_1 切換訊號

S_2 主動箱位訊號

V_{CC} 電源

V_{FB} 回授訊號

V_{IN} 輸入電壓

V_O 輸出

V_S 反射訊號

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 返馳式功率轉換器之控制電路

【英文發明名稱】 Control Circuit of Flyback Power Converter

【技術領域】

【0001】 本發明係有關於一種功率轉換器，尤其是關於具有主動箝位之返馳式功率轉換器的控制電路。

【先前技術】

【0002】 按，返馳式功率轉換器已廣泛地用於提供電源至電子產品，例如：家電產品、電腦、電池充電器等等。現今發展出主動箝位電路而用於返馳式功率轉換器，其增加返馳式功率轉換器的效能。然而，習用主動箝位電路僅能於重載下達到高效能，且習用主動箝位電路因高循環電流關係，而造成其於輕載下會具有較高功率損耗的缺點。因此，本發明的目的是於輕載下藉由回收變壓器之漏電感的能量，而改善返馳式功率轉換器的效能，並於重載時達到柔性切換。如此，返馳式功率轉換器可以運作於較高的切換頻率，以降低變壓器的尺寸。此外，上述的相關前案有美國專利第5,570,278 號“Clamped continuous flyback power converter”、美國專利第6,069,803號“Offset resonance zero voltage switching flyback Converter”及美國專利申請案公開第20110305048號“Active-clamp circuit for quasi-resonant flyback power converter”。

【發明內容】

- 【0003】 本發明之目的之一是提供一種返馳式功率轉換器的控制電路，其使返馳式功率轉換器於重載及輕載下皆達到高效能。
- 【0004】 本發明之目的之一是提供一種返馳式功率轉換器的控制電路，其使返馳式功率轉換器運作於較高的切換頻率，以降低其變壓器的尺寸。
- 【0005】 本發明之返馳式功率轉換器的控制電路包含一低壓側電晶體，其切換一變壓器；一主動箝位器與變壓器並聯；一高壓側驅動電路驅動主動箝位器；一控制器產生一切換訊號及一主動箝位訊號，切換訊號驅動低壓側電晶體，切換訊號依據一回授訊號而產生，以調整返馳式功率轉換器的一輸出，主動箝位訊號控制高壓側驅動電路及主動箝位器，主動箝位訊號依據變壓器的一消磁時間而產生。再者，於一輕載狀態下，主動箝位訊號的脈波數少於切換訊號的脈波數。

【圖式簡單說明】

【0006】

第一圖：其係本發明功率轉換器之一實施例的電路圖；

第二圖：其係本發明控制器之一實施例的電路圖；

第三圖：其係本發明振盪電路之一實施例的電路圖；

第四圖：其係本發明振盪電路之斜坡訊號RMP、時脈訊號CK及脈波訊號PLS的波形圖；

第五圖：其係本發明放電時間訊號產生電路之一實施例的電路圖

；

第六A圖：其係本發明脈波產生器之一參考電路圖；

第六B圖：其係本發明脈波產生器之波形圖；

第七A圖：其係本發明延遲電路之一參考電路圖；

第七B圖：其係本發明延遲電路之波形圖；

第八圖：其係本發明主動箝位訊號產生電路之一實施例的電路圖

；

第九圖：其係本發明於輕載狀態下之切換訊號 S_1 及主動箝位訊號 S_2 的波形圖；

第十圖：其係本發明導通電路之一實施例的電路圖；

第十一圖：其係本發明波谷訊號產生電路之一實施例的電路圖；

第十二A圖：其係本發明運作於連續電流模式下之切換訊號 S_1 、主動箝位訊號 S_2 及反射訊號 V_S 的波形圖；

第十二B圖：其係本發明切換訊號 S_1 、波谷電壓訊號 V_V 、反射訊號 V_S 及主動箝位訊號 S_2 的波形圖；及

第十二C圖：其係本發明運作於輕載狀態下之切換訊號 S_1 、主動箝位訊號 S_2 及反射訊號 V_S 的波形圖。

【實施方式】

【0007】 為使 貴審查委員對本發明之特徵及所達成之功效有更進一步之瞭解與認識，謹佐以較佳之實施例及配合詳細之說明，說明如後：

【0008】 請參閱第一圖，其係本發明功率轉換器之一實施例的電路圖。如

圖所示，本發明的功率轉換器為具有主動箝位的一返馳式功率轉換器，其包含一變壓器10，變壓器10具有一一次側繞組 N_p 及一二次側繞組 N_s 。一次側繞組 N_p 的一第一端耦接一輸入電容器 C_{IN} 的一端並接收一輸入電壓 V_{IN} ，輸入電容器 C_{IN} 的另一端耦接一接地端。控制電路包含複數電晶體20、30、一電容器15、一高壓側驅動電路50及一控制器（PWM）100。

【0009】電晶體20耦接於一次側繞組 N_p 的一第二端及接地端間。電晶體20為一低壓側電晶體，其用於切換變壓器10的一次側繞組 N_p ，以調整功率轉換器的一輸出 V_o 。一寄生二極體25為一本體二極體（body diode），其與電晶體20並聯。輸出 V_o 經由一整流器40及一輸出電容器45而產生。控制器100產生一切換訊號 S_1 ，其用於驅動電晶體20，切換訊號 S_1 是依據一回授訊號 V_{FB} 而產生，回授訊號 V_{FB} 相關聯於功率轉換器的輸出 V_o 。

【0010】變壓器10更包含一輔助繞組 N_A ，其經由一整流器60及一電容器65產生一電源 V_{CC} ，電源 V_{CC} 用於供應電能至控制器100。整流器60的一第一端耦接輔助繞組 N_A 的一第一端，輔助繞組 N_A 的一第二端耦接於接地端。電容器65的一端耦接整流器60的一第二端及控制器100，電容器65的另一端耦接於接地端。

【0011】一分壓電路包含複數電阻器80與81，其耦接輔助繞組 N_A 及接地端間，以產生一反射訊號 V_s 。反射訊號 V_s 連接控制器100，且表示變壓器10的一反射訊號。變壓器10的反射訊號具有變壓器10之消磁期間之輸出 V_o 的資訊。再者，變壓器10的反射訊號包含變壓器10之消磁時間的資訊。電晶體30與電容器15串聯而構成一主動箝位器。電容器15耦接一次側繞組 N_p 的第一端，電晶體30耦接一次側

繞組 N_p 的第二端。因此，主動箝位器與變壓器10的一次側繞組 N_p 並聯。電晶體30為一高壓側電晶體，當電晶體20截止時，變壓器10之漏電感的能量會經由電晶體30及其本體二極體35儲存至電容器15。

【0012】 高壓側驅動電路50驅動電晶體30。一充電泵浦電路耦接電源 V_{CC} 及高壓側驅動電路50，以依據電源 V_{CC} 提供一電壓源至高壓側驅動電路50。充電泵浦電路由一二極體70及一電容器75構成，二極體70耦接電源 V_{CC} ，電容器75與二極體70串聯，且電容器75更耦接高壓側驅動電路50。

【0013】 控制器100依據反射訊號 V_S 產生一主動箝位訊號 S_2 ，以控制高壓側驅動電路50及電晶體30。因此，主動箝位訊號 S_2 是依據變壓器10的放電時間（消磁時間）而產生。主動箝位訊號 S_2 僅於切換訊號 S_1 禁能時而致能。反射訊號 V_S 用於偵測變壓器10的放電時間，主動箝位訊號 S_2 的脈波寬度相關聯於變壓器10的放電時間。當電晶體30由主動箝位訊號 S_2 導通時，儲存於電容器15之變壓器10之漏電感的能量會傳輸至變壓器10，如此即回收變壓器10之漏電感的能量。

【0014】 請參閱第二圖，其係本發明控制器100之一實施例的電路圖。如圖所示，本發明之控制器100包含一振盪電路（OSC）120，其產生一時脈訊號CK、一斜坡訊號RMP及一脈波訊號PLS。時脈訊號CK或反射訊號 V_S 經由一導通電路500、一正反器111及一及閘115禁能切換訊號 S_1 。切換訊號 S_1 、一放電時間訊號 S_{DS} 、時脈訊號CK及反射訊號 V_S 耦接導通電路500，以產生一導通訊號 S_{ON} ，其耦接正反器111的時脈輸入端ck。電源 V_{CC} 供應至正反器111的一輸入端D

，時脈訊號CK經由一反相器113耦接及閘115的一第一輸入端，主動箝位訊號 S_2 亦經由一反相器114耦接及閘115的一第二輸入端。因此，當主動箝位訊號 S_2 禁能時，切換訊號 S_1 會被致能。再者，正反器111的一輸出端Q耦接及閘115的一第三輸入端，以產生切換訊號 S_1 。所以，導通訊號 S_{ON} 用於控制切換訊號 S_1 。

【0015】 斜坡訊號RMP經由一比較器110比較回授訊號 V_{FB} ，當斜坡訊號RMP高於回授訊號 V_{FB} ，比較器110產生一訊號，其耦接正反器111的一重置輸入端R，以禁能切換訊號 S_1 而達到脈寬調變（PWM）。脈波訊號PLS、反射訊號 V_S 及切換訊號 S_1 耦接一放電時間訊號產生電路200，以產生放電時間訊號 S_{DS} 。放電時間訊號 S_{DS} 相關聯於第一圖所示之變壓器10的一準確消磁時間。放電時間訊號 S_{DS} 、時脈訊號CK及回授訊號 V_{FB} 耦接一主動箝位訊號產生電路400，以產生主動箝位訊號 S_2 。基於上述，控制器100依據變壓器10的消磁時間產生切換訊號 S_1 及主動箝位訊號 S_2 。

【0016】 請參閱第三圖，其係本發明振盪電路120之一實施例的電路圖。如圖所示，振盪電路120包含複數電流源131、135、複數開關132、136及一電容器125，以產生斜坡訊號RMP。電流源131耦接於電源 V_{CC} 及開關132的一第一端間。電容器125耦接於開關132的一第二端及接地端間。電流源135耦接於接地端及開關136的一第二端間，開關136的一第一端耦接電容器125。電流源131與135分別經由開關132與136對電容器125充電及驅使電容器125放電。斜坡訊號RMP產生於電容器125。

【0017】 斜坡訊號RMP更耦接複數比較器141、142及145。斜坡訊號RMP耦接比較器141與145的負輸入端，斜坡訊號RMP更耦接比較器142的

一正輸入端。比較器141具有一跳變點電壓 V_H ，其供應至比較器141的一正輸入端，以比較斜坡訊號RMP。比較器142具有一跳變點電壓 V_L ，其供應至比較器142的一負輸入端，以比較斜坡訊號RMP。比較器145具有一門檻電壓 V_M ，其供應至比較器145的一正輸入端，以比較斜坡訊號RMP。其中，跳變點電壓 V_H 、跳變點電壓 V_L 及門檻電壓 V_M 之電壓準位的關係為跳變點電壓 V_H 大於門檻電壓 V_M ，門檻電壓 V_M 大於跳變點電壓 V_L ($V_H > V_M > V_L$)。

【0018】 複數反及閘151與152組成一栓鎖電路，其接收比較器141與142的輸出訊號。栓鎖電路及複數反相器156與157用於產生複數時脈訊號CK與CKB。時脈訊號CK用於控制開關136，以進行電容器125的放電。時脈訊號CKB用於控制開關132，以進行電容器125的充電。反及閘151的一第一輸入端耦接比較器141的一輸出端，反及閘152的一第一輸入端耦接比較器142的一輸出端，反及閘151的一第二輸入端耦接反及閘152的一輸出端，反及閘151的一輸出端耦接反及閘152的一第二輸入端。反及閘151的一輸出訊號連接反相器156的一輸入端，以於反相器156的一輸出端產生時脈訊號CKB。時脈訊號CKB更耦接反相器157的一輸入端，以於反相器157的一輸出端產生時脈訊號CK。時脈訊號CK及比較器145的一輸出訊號經由一反及閘158產生脈波訊號PLS。因此，脈波訊號PLS相關聯於時脈訊號CK。

【0019】 請參閱第四圖，其係本發明振盪電路之斜坡訊號RMP、時脈訊號CK及脈波訊號PLS的波形圖。如圖所示，當斜坡訊號RMP高於跳變點電壓 V_H 時，時脈訊號CK為致能（邏輯高）。當斜坡訊號RMP低於跳變點電壓 V_L 時，時脈訊號CK為禁能（邏輯低）。當時脈訊號

CK為禁能時，脈波訊號PLS為致能（邏輯高）。當時脈訊號CK為致能且斜坡訊號RMP低於門檻電壓 V_M 時，脈波訊號PLS為禁能（邏輯低）。

【0020】請參閱第五圖，其係本發明放電時間訊號產生電路200之一實施例的電路圖。如圖所示，一電流源242從電源 V_{CC} 耦接至一電容器250的一第一端，電容器250的一第二端耦接於接地端。一電晶體241的一汲極耦接電容器250的第一端，電晶體241的一源極耦接於接地端，切換訊號 S_1 耦接電晶體241的一閘極。當切換訊號 S_1 為禁能（邏輯低）時，電容器250將被電流源242充電並產生一斜率訊號SLP。當切換訊號 S_1 為致能（邏輯高）時，電容器250經由電晶體241放電。

【0021】反射訊號 V_S 及一門檻 V_T 分別供應至一比較器211的一正輸入端及一負輸入端。當反射訊號 V_S 低於門檻 V_T 時，比較器211產生一消磁時間訊號 S_D （邏輯低）。當功率轉換器運作於非連續電流模式（discontinuous current mode, DCM），消磁時間訊號 S_D 表示變壓器10（如第一圖所示）的粗略近似的消磁時間。消磁時間訊號 S_D 耦接一反及閘215的一第一輸入端，脈波訊號PLS耦接反及閘215的一第二輸入端，反及閘215的一輸出訊號耦接一脈波產生器300的一輸入端。經由反及閘215及脈波產生器300，消磁時間訊號 S_D 及脈波訊號PLS用於產生一取樣訊號SMP，其用於控制一開關247，以取樣電容器250的斜率訊號SLP至一電容器251。開關247耦接於電容器250及電容器251間。電容器251之訊號的訊號準位相關聯於變壓器10的放電（消磁）時間的週期。

【0022】當功率轉換器運作於連續電流模式（continuous current mode

，CCM) 時，脈波訊號PLS用於控制放電時間訊號 S_{DS} 。連續電流模式是指於下一個切換週期開始之前，變壓器10並不會完全消磁。所以，脈波訊號PLS用於在切換訊號 S_1 致能之前產生取樣訊號SMP。

【0023】 切換訊號 S_1 耦接一反相器271的一輸入端，反相器271的一輸出端耦接一延遲電路(DLY) 352的一輸入端，延遲電路352的一輸出端耦接一正反器280的一時脈輸入端ck。電源 V_{CC} 供應至正反器280的一輸入端D，正反器280的一輸出端Q輸出放電時間訊號 S_{DS} 。切換訊號 S_1 經由反相器271、延遲電路352及正反器280產生放電時間訊號 S_{DS} 。因此，當切換訊號 S_1 禁能時，放電時間訊號 S_{DS} 於一延遲時間 T_B (如第七B圖所示) 後為致能。

【0024】 一緩衝放大器260的一正輸入端接收電容器251上的電壓，緩衝放大器260的一負輸入端耦接緩衝放大器260的一輸出端。一分壓電路由複數電阻器263與264組成，分壓電路耦接於緩衝放大器260的輸出端與接地端間。電容器251上的電壓經由緩衝放大器260、電阻器263與264產生一準位偏移訊號SLS。準位偏移訊號SLS耦接一比較器270的一負輸入端。斜率訊號SLP耦接比較器270的一正輸入端，比較器270的一輸出訊號耦接一脈波產生器330。準位偏移訊號SLS比較斜率訊號SLP，以於變壓器10的消磁時間結束前經由脈波產生器330產生一取樣訊號SMPV。

【0025】 反射訊號 V_S 耦接一開關249的一第一端，開關249的一第二端耦接一電容器255，開關249受控於取樣訊號SMPV。取樣訊號SMPV藉由開關249取樣反射訊號 V_S 的值至電容器255。所以電容器255產生一電壓訊號EAV，其相關聯於反射訊號 V_S 的準位。電壓訊號EAV

連接一比較器290的一負輸入端，比較器290的一正輸入端經由一偏移電壓（offset voltage）295接收反射訊號 V_S 。因此，當反射訊號 V_S 的準位低於電壓訊號EAV的準位時，比較器290產生一重置訊號RST（邏輯低）。

【0026】 重置訊號RST耦接一或閘273的一第一輸入端，或閘273的一輸出端耦接一及閘275的一第一輸入端。脈波訊號PLS耦接及閘275的一第二輸入端，及閘275的一輸出端耦接正反器280的一重置輸入端R，以重置正反器280。因此，重置訊號RST及脈波訊號PLS經由及閘275及或閘273禁能正反器280，以禁能放電時間訊號 S_{DS} 。

【0027】 切換訊號 S_1 經由反相器271耦接一脈波產生器340。經由反相器271及脈波產生器340，一消隱訊號BLK依據切換訊號 S_1 的禁能而產生，以禁止重置訊號RST重置正反器280。消隱訊號BLK耦接或閘273的一第二輸入端，消隱訊號BLK的脈波寬度用於產生放電時間訊號 S_{DS} 的一最小導通時間。正反器280產生放電時間訊號 S_{DS} ，其相關聯於變壓器10的準確消磁時間。

【0028】 關於產生放電（消磁）時間訊號 S_{DS} 的詳細技術可以參閱美國專利第7,349,229號“Causal sampling circuit for measuring reflected voltage and demagnetizing time of transformer”及美國專利第7,471,523號“Method and apparatus for detecting demagnetizing time of magnetic device”。

【0029】 請參閱第六A及六B圖，其係本發明脈波產生器300、330與340之一參考電路圖及波形圖。如圖所示，脈波產生器包含一電流源310、一電晶體322、一電容器325、複數反相器321、327及一及

閘329。電流源310從電源 V_{CC} 耦接至電容器325的一第一端，電容器325的一第二端耦接於接地端，電流源310用於對電容器325充電。電晶體322的一汲極耦接電容器325的第一端，電晶體322的一源極耦接於接地端。一輸入訊號IN為第五圖所示之反及閘215、比較器270或反相器271的輸出訊號，輸入訊號IN經由反相器321耦接電晶體322的一閘極而控制電晶體322。輸入訊號IN更耦接及閘329的一第一輸入端，及閘329的一第二輸入端經由反相器327耦接電容器325，及閘329的一輸出端產生一輸出訊號OUT，其為第五圖所示之取樣訊號SMP、SMPV或消隱訊號BLK。輸出訊號OUT為一脈波訊號。

【0030】 當輸入訊號IN致能時，電晶體322會截止及電流源310對電容器325充電，以產生輸出訊號OUT。第六B圖所示之輸出訊號OUT的脈波寬度 T_p 是由電流源310的電流及電容器325的電容值決定。當輸入訊號IN禁能及電晶體322導通時，電晶體322用於驅使電容器325放電。

【0031】 請參閱第七A及七B圖，其係本發明延遲電路352之一參考電路圖及波形圖。如圖所示，延遲電路352包含一電流源360、一電晶體362、一電容器365、一反相器361及一及閘369。電流源360從電源 V_{CC} 耦接至電容器365的一第一端，電容器365的一第二端耦接於接地端，電流源360用於對電容器365充電。電晶體362的一汲極耦接電容器365的第一端，電晶體362的一源極耦接於接地端。一輸入訊號INPUT為第五圖所示之反相切換訊號 S_1 ，輸入訊號INPUT經由反相器361耦接電晶體362的一閘極而控制電晶體362。輸入訊號INPUT更耦接及閘369的一第一輸入端，及閘369的一第二輸

入端耦接電容器365，及閘369的一輸出端產生一輸出訊號OUTPUT。

- 【0032】 當輸入訊號INPUT致能時，電晶體362會截止及電流源360對電容器365充電，以於延遲時間 T_B （如第七B圖所示）後產生輸出訊號OUTPUT。延遲時間 T_B 是由電流源360的電流及電容器365的電容值決定。當輸入訊號INPUT禁能及電晶體362導通時，電容器365會經由電晶體362放電。
- 【0033】 請參閱第八圖，其係本發明主動箝位訊號產生電路400之一實施例的電路圖。如圖所示，主動箝位訊號 S_2 是依據放電時間訊號 S_{DS} 而產生。如第五圖所示，由於當切換訊號 S_1 禁能（邏輯低）時，放電時間訊號 S_{DS} 會於延遲時間 T_B （如第七B圖所示）後致能，所以當切換訊號 S_1 禁能時，主動箝位訊號 S_2 會於如第十二A圖所示之一延遲時間 T_D 後致能（邏輯高）。
- 【0034】 一或閘490、複數及閘471、472及一反相器473組成一多工器而產生主動箝位訊號 S_2 。及閘471與472的輸出端耦接或閘490的輸入端，以產生主動箝位訊號 S_2 。放電時間訊號 S_{DS} 耦接多工器的一第一輸入端（及閘472的一第一輸入端），放電時間訊號 S_{DS} 經由一計數器（COUNTER）450及一及閘460耦接多工器的一第二輸入端（及閘471的一第一輸入端）。計數器450作為放電時間訊號 S_{DS} 的除法器（divider），經計數器450分除後的放電時間訊號 S_{DS} 耦接及閘460的一輸入端。
- 【0035】 回授訊號 V_{FB} 耦接一比較器415的一負輸入端，一輕載門檻 V_{TL} 供應至比較器415的一正輸入端，比較器415的一輸出端耦接一計數器

(COUNTER) 410及一正反器420的重置輸入端R。比較器415用於在回授訊號 V_{FB} 的準位低於輕載門檻 V_{TL} 的準位時產生一選擇訊號 S_{LL} 。時脈訊號CK耦接計數器410的一輸入端，計數器410的一輸出端耦接正反器420的一時脈輸入端ck。電源 V_{CC} 供應至正反器420的一輸入端D。

【0036】計數器410及正反器420提供一延遲時間，以產生選擇訊號 S_{LL} 。選擇訊號 S_{LL} 耦接多工器（及閘471與472的第二輸入端），以用於訊號的選擇。於正常狀態下，選擇訊號 S_{LL} 的準位為邏輯低，因此主動箝位訊號 S_2 會依據未經過計數器450之放電時間訊號 S_{DS} 而產生。於一輕載狀態下，回授訊號 V_{FB} 會低於輕載門檻 V_{TL} ，選擇訊號 S_{LL} 的準位為邏輯高，因此主動箝位訊號 S_2 是依據分除後的放電時間訊號 S_{DS} 而產生。所以，於輕載狀態下，主動箝位訊號 S_2 的脈波數少於放電時間訊號 S_{DS} 的脈波數，其表示於輕載狀態下，主動箝位訊號 S_2 的脈波數少於切換訊號 S_1 的脈波數，如第九圖所示。

【0037】請參閱第十圖，其係本發明導通電路500之一實施例的電路圖。如圖所示，電源 V_{CC} 供應至一正反器570的一輸入端D，正反器570產生導通訊號 S_{ON} 於正反器570的一輸出端Q。切換訊號 S_1 經由一反相器513耦接一脈波產生器550的一輸入端，以產生一脈波訊號，脈波訊號經由一反相器551耦接正反器570的一重置輸入端R。因此，被禁能的切換訊號 S_1 經由反相器513、551及脈波產生器550清除正反器570。脈波產生器550的電路如同第六A圖所示之脈波產生器的電路。

【0038】時脈訊號CK經由一反相器511耦接一脈波產生器510之一輸入端，以產生一脈波訊號。脈波產生器510的電路如同第六A圖所示之脈

波產生器的電路。此脈波訊號經由一及閘514及一或閘515耦接正反器570的一時脈輸入端ck。由脈波產生器510產生的脈波訊號耦接及閘514的一第一輸入端，及閘514的一輸出端耦接或閘515的一第一輸入端，或閘515的一輸出端耦接正反器570的時脈輸入端ck。於連續電流模式運作下，導通訊號 S_{ON} 是依據時脈訊號CK而致能，時脈訊號CK經由反相器511、脈波產生器510、及閘514、或閘515及正反器570致能導通訊號 S_{ON} 。如第二圖所示，切換訊號 S_1 是依據導通訊號 S_{ON} 而致能，且導通訊號 S_{ON} 於連續電流模式運作下是依據時脈訊號CK而致能。因此，切換訊號 S_1 於連續電流模式運作下是依據時脈訊號CK而致能。

【0039】 放電時間訊號 S_{DS} 耦接及閘514的一第二輸入端，放電時間訊號 S_{DS} 的致能會致能及閘514，以進行連續電流模式運作。切換訊號 S_1 經由反相器513更耦接及閘514的一第三輸入端。

【0040】 放電時間訊號 S_{DS} 經由一反相器521耦接一及閘524的一第一輸入端，切換訊號 S_1 經由反相器513更耦接及閘524的一第二輸入端，及閘524的一輸出端耦接或閘515的一第二輸入端。當變壓器10（如第一圖所示）消磁時，放電時間訊號 S_{DS} 為禁能，而導通訊號 S_{ON} 將依據反射訊號 V_S 而致能。反射訊號 V_S 經由一波谷訊號產生電路（VALLEY）600產生一波谷電壓訊號 S_V 。波谷電壓訊號 S_V 耦接及閘524的一第三輸入端，波谷電壓訊號 S_V 經由及閘524、或閘515及正反器570致能導通訊號 S_{ON} 。當切換訊號 S_1 依據波谷電壓訊號 S_V 導通電晶體20（如第一圖所示）時，功率轉換器於重載狀態下可以達到零電壓切換（Zero Voltage Switching；ZVS）及/或柔性切換。波谷電壓訊號 S_V 表示反射訊號 V_S 的一波谷電壓。

【0041】 波谷電壓切換的詳細技術可以參閱美國專利第7,426,120號 “Switching control circuit having a valley voltage detector to achieve soft switching for a resonant power converter”、美國專利第8,094,468號 “Control circuit having off-time modulation to operate power converter at quasi-resonance and in continuous current mode”、美國專利申請案公開第20120069608號 “Control circuit with burst mode and extended valley switching for quasi-resonant power converter” 及美國專利申請案公開第20120081084號 “Controller with valley switching and limited maximum frequency for quasi-resonant power converters”。

【0042】 請參閱第十一圖，其係本發明波谷訊號產生電路600之一實施例的電路圖。如圖所示，一電流源610連接於電源 V_{CC} 及一電晶體615的一閘極間。一電阻器611連接於電晶體615之閘極及一電晶體612的一汲極間，電晶體612的一閘極及汲極相互連接，電晶體612的一源極連接於接地端。電流源610、電阻器611及電晶體612提供一偏壓至電晶體615。電晶體615的一源極接收反射訊號 V_S ，以產生一電流 I_{615} ，電流 I_{615} 耦接複數鏡射電晶體621與622。

【0043】 電晶體621與622之源極皆耦接電源 V_{CC} ，電晶體621與622的閘極及電晶體615與621的汲極相互耦接。依據電流 I_{615} ，電晶體622的一汲極產生一電流 I_{622} ，電流 I_{622} 於一電阻器625上產生一電壓。電阻器625從電晶體622的汲極耦接至接地端。一比較器630的一正輸入端接收電阻器625的電壓，一門檻 V_{TV} 供應至比較器630的一負輸入端，當電阻器625的電壓高於門檻 V_{TV} 時，比較器630產生波谷

電壓訊號 S_V 。

- 【0044】請參閱第十二A圖，其係本發明運作於連續電流模式下之切換訊號 S_1 、主動箝位訊號 S_2 及反射訊號 V_S 的波形圖。如圖所示，當切換訊號 S_1 為禁能時，主動箝位訊號 S_2 於延遲時間 T_D 後致能，延遲時間 T_D 的週期是由第五圖所示之延遲電路352所決定。主動箝位訊號 S_2 的脈波寬度是相關聯於放電時間 T_{DS} 的週期，主動箝位訊號 S_2 於切換訊號 S_1 致能前會被禁能。一短路防止時間(Dead time) T_X 是由第二圖所示之脈波訊號PLS的脈波寬度所決定。
- 【0045】請參閱第十二B圖，其係本發明切換訊號 S_1 、波谷電壓訊號 S_V 、反射訊號 V_S 及主動箝位訊號 S_2 的波形圖。電晶體20(如第一圖所示)之電壓的波形相關聯於反射訊號 V_S 的波形。切換訊號 S_1 依據反射訊號 V_S 的波谷電壓而致能，如此在重載狀態下能達到柔性切換電晶體20。因此，即可降低電晶體20的切換損失而增進功率轉換器的效能。
- 【0046】請參閱第十二C圖，其係本發明運作於輕載狀態下之切換訊號 S_1 、主動箝位訊號 S_2 及反射訊號 V_S 的波形圖。變壓器10(如第一圖所示)的放電(消磁)時間 T_{DS} 決定主動箝位訊號 S_2 的脈波寬度。於連續電流模式及非連續電流模式的運作下，主動箝位訊號 S_2 於切換訊號 S_1 的致能前禁能。本發明藉由回收變壓器10之漏電感的能量至功率轉換器的輸出而改善功率轉換器的效能。
- 【0047】惟以上所述者，僅為本發明一實施例而已，並非用來限定本發明實施之範圍，故舉凡依本發明申請專利範圍所述之構造、特徵及精神所為之均等變化與修飾，均應包括於本發明之申請專利範圍

內。

【符號說明】

- 10 變壓器
- 15 電容器
- 20 電晶體
- 25 寄生二極體
- 30 電晶體
- 35 本體二極體
- 40 整流器
- 45 輸出電容器
- 50 高壓側驅動電路
- 60 整流器
- 65 電容器
- 70 二極體
- 75 電容器
- 80 電阻器
- 81 電阻器
- 100 控制器
- 110 比較器

- 111 正反器
- 113 反相器
- 114 反相器
- 115 及閘
- 120 振盪電路
- 125 電容器
- 131 電流源
- 132 開關
- 135 電流源
- 136 開關
- 141 比較器
- 142 比較器
- 145 比較器
- 151 反及閘
- 152 反及閘
- 156 反相器
- 157 反相器
- 158 反及閘
- 200 放電時間訊號產生電路

- 211 比較器
- 215 反及閘
- 241 電晶體
- 242 電流源
- 247 開關
- 249 開關
- 250 電容器
- 251 電容器
- 255 電容器
- 260 緩衝放大器
- 263 電阻器
- 264 電阻器
- 270 比較器
- 271 反相器
- 273 或閘
- 275 及閘
- 280 正反器
- 290 比較器
- 295 偏移電壓

- 300 脈波產生器
- 310 電流源
- 321 反相器
- 322 電晶體
- 325 電容器
- 327 反相器
- 329 及閘
- 330 脈波產生器
- 340 脈波產生器
- 352 延遲電路
- 360 電流源
- 361 反相器
- 362 電晶體
- 365 電容器
- 369 及閘
- 400 主動箝位訊號產生電路
- 410 計數器
- 415 比較器
- 420 正反器

- 450 計數器
- 460 及閘
- 471 及閘
- 472 及閘
- 473 反相器
- 490 或閘
- 500 導通電路
- 510 脈波產生器
- 511 反相器
- 513 反相器
- 514 及閘
- 515 或閘
- 521 反相器
- 524 及閘
- 550 脈波產生器
- 551 反相器
- 570 正反器
- 600 波谷訊號產生電路
- 610 電流源

611 電阻器

612 電晶體

615 電晶體

621 電晶體

622 電晶體

625 電阻器

630 比較器

BLK 消隱訊號

C_{IN} 輸入電容器

CK 時脈訊號

ck 時脈輸入端

CKB 時脈訊號

D 輸入端

EAV 電壓訊號

I_{615} 電流

I_{622} 電流

IN 輸入訊號

INPUT 輸入訊號

N_A 輔助繞組

N_P 一次側繞組

N_S 二次側繞組

OUT 輸出訊號

OUTPUT 輸出訊號

PLS 脈波訊號

Q 輸出端

R 重置輸入端

RMP 斜坡訊號

RST 重置訊號

S_1 切換訊號

S_2 主動箝位訊號

S_D 消磁時間訊號

S_{DS} 放電時間訊號

S_{LL} 選擇訊號

SLP 斜率訊號

SLS 準位偏移訊號

SMP 取樣訊號

SMPV 取樣訊號

S_{ON} 導通訊號

S_V 波谷電壓訊號

T_B 延遲時間

T_D 延遲時間

T_{DS} 放電時間

T_P 脈波寬度

T_X 短路防止時間

V_{CC} 電源

V_{FB} 回授訊號

V_H 跳變點電壓

V_{IN} 輸入電壓

V_L 跳變點電壓

V_M 門檻電壓

V_O 輸出

V_S 反射訊號

V_T 門檻

V_{TL} 輕載門檻

V_{TV} 門檻

【發明申請專利範圍】

- 【第1項】 一種返馳式功率轉換器的控制電路，其包含：
- 一低壓側電晶體，其切換一變壓器；
 - 一主動箝位器，其並聯於該變壓器；
 - 一高壓側驅動電路，其驅動該主動箝位器；及
 - 一控制器，其產生一切換訊號及一主動箝位訊號；
- 其中，該切換訊號驅動該低壓側電晶體，該切換訊號依據一回授訊號而產生，以調整該返馳式功率轉換器的一輸出，該主動箝位訊號控制該高壓側驅動電路及該主動箝位器，該主動箝位訊號是依據該變壓器的一消磁時間而產生，在一輕載狀態時，該主動箝位訊號的脈波數少於該切換訊號的脈波數。
- 【第2項】 如申請專利範圍第1項所述之返馳式功率轉換器的控制電路，其中該主動箝位訊號依據該變壓器的一反射訊號而產生。
- 【第3項】 如申請專利範圍第1項所述之返馳式功率轉換器的控制電路，其中該主動箝位訊號的脈波寬度相關聯於該變壓器的該消磁時間。
- 【第4項】 如申請專利範圍第1項所述之返馳式功率轉換器的控制電路，其中該控制器依據該變壓器的該消磁時間產生該切換訊號。
- 【第5項】 如申請專利範圍第1項所述之返馳式功率轉換器的控制電路，其中該控制器包含：
- 一放電時間訊號產生電路，其依據該變壓器的一反射訊號產生一放電時間訊號，該放電時間訊號相關聯於該變壓器的該消磁時間
- ；

一導通電路，其依據該放電時間訊號產生一導通訊號，以產生該切換訊號；以及

一主動箝位訊號產生電路，其依據該放電時間訊號產生該主動箝位訊號。

【第6項】 如申請專利範圍第1項所述之返馳式功率轉換器的控制電路，其中該切換訊號於一連續電流模式運作下依據一時脈訊號而致能，該時脈訊號是由該控制器的一振盪電路所產生。

【第7項】 如申請專利範圍第1項所述之返馳式功率轉換器的控制電路，其中該主動箝位訊號於一連續電流模式運作下依據一脈波訊號而禁能，該脈波訊號是由該控制器的一振盪電路所產生，該脈波訊號相關聯於該振盪電路產生的一時脈訊號。

【第8項】 一種主動箝位返馳式功率轉換器的控制電路，其包含：

一低壓側電晶體，其切換一變壓器；

一主動箝位器，其並聯於該變壓器；

一高壓側驅動電路，其驅動該主動箝位器；及

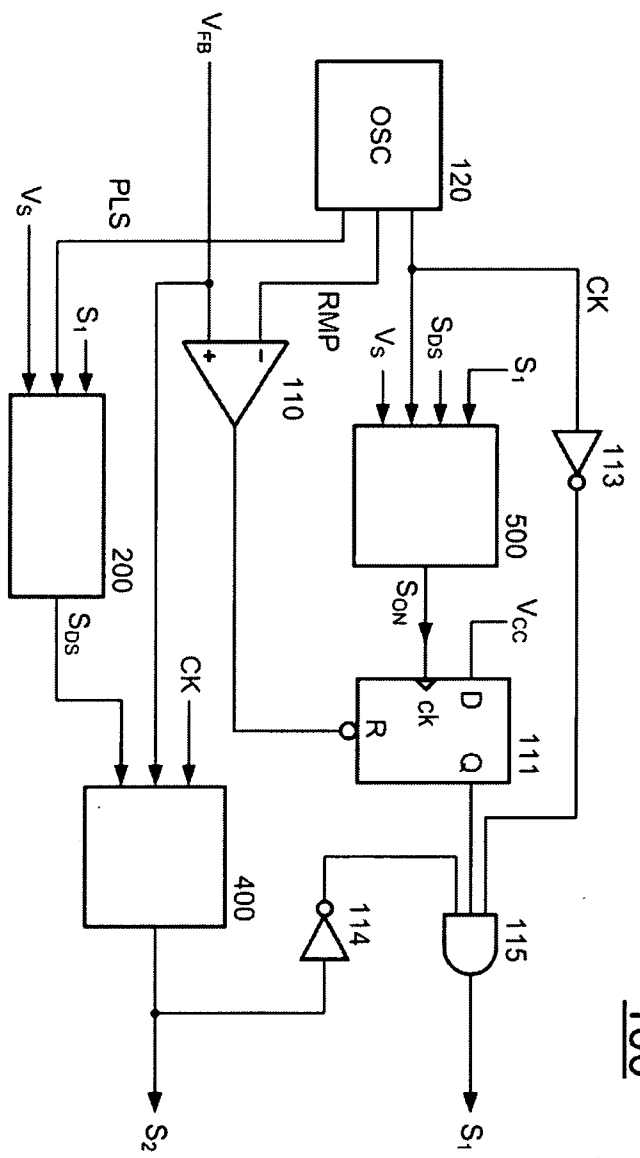
一控制器，其產生一切換訊號及一主動箝位訊號；

其中，該切換訊號驅動該低壓側電晶體，該切換訊號依據一回授訊號而產生，以調整該主動箝位返馳式功率轉換器的一輸出，該主動箝位訊號控制該高壓側驅動電路及該主動箝位器，於一輕載狀態下，該主動箝位訊號的脈波數少於該切換訊號的脈波數。

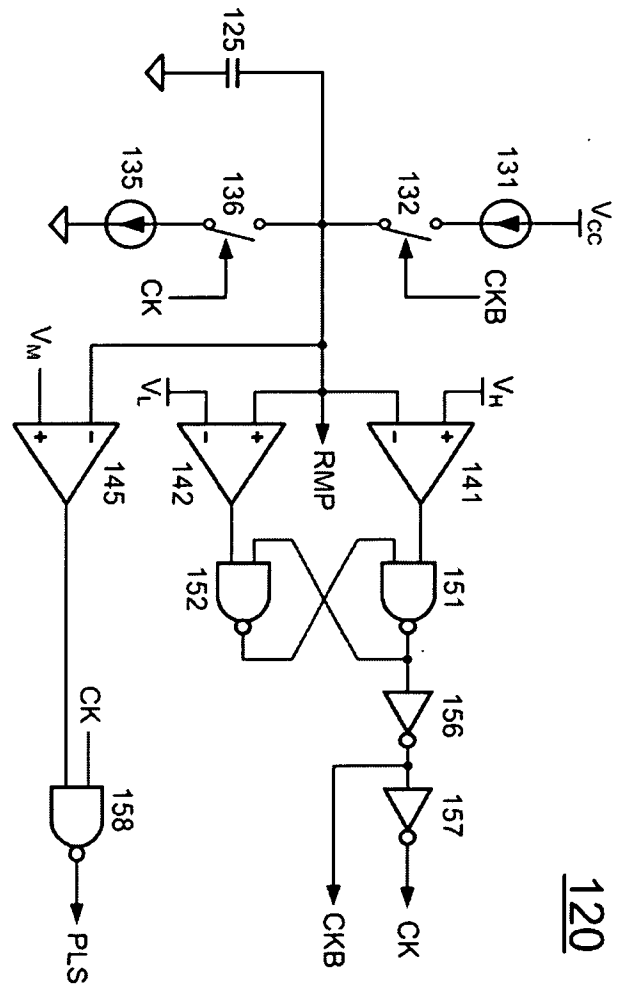
【第9項】 如申請專利範圍第8項所述之主動箝位返馳式功率轉換器的控制電路，其中該主動箝位訊號的脈波寬度相關聯於該變壓器的一消磁時間。

【第10項】 如申請專利範圍第8項所述之主動箝位返馳式功率轉換器的控制電路，其中該控制器依據該變壓器的一消磁時間產生該切換訊號

第二圖

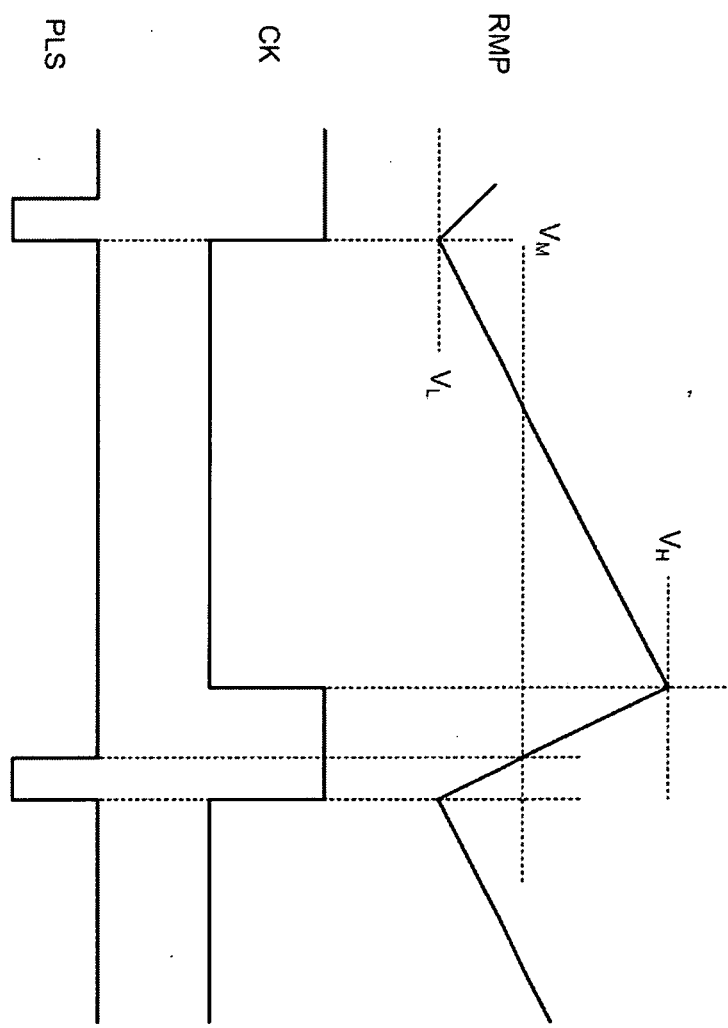


100

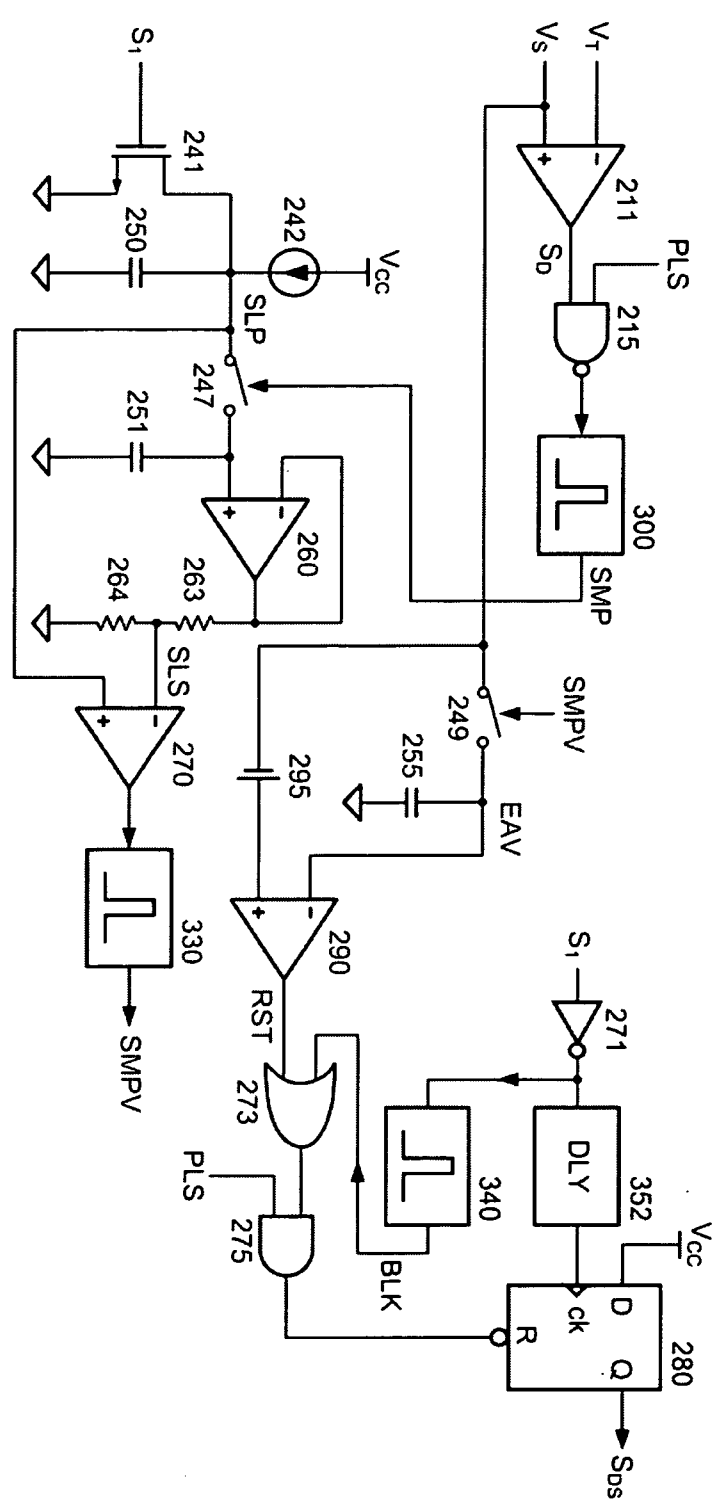


120

第三圖

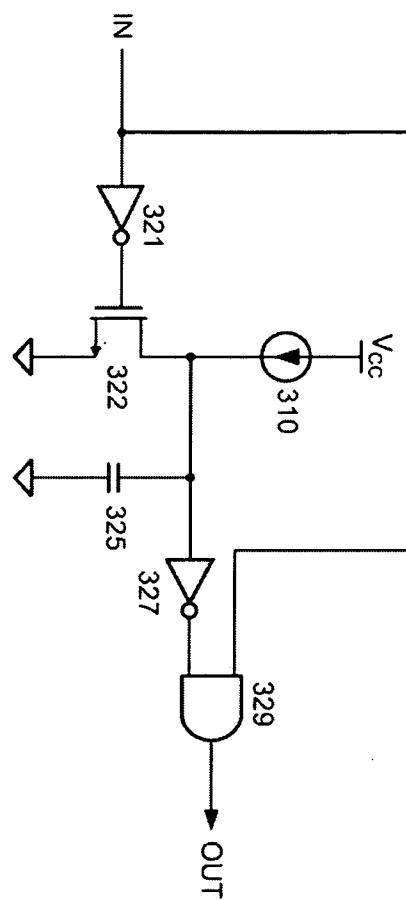


第四圖

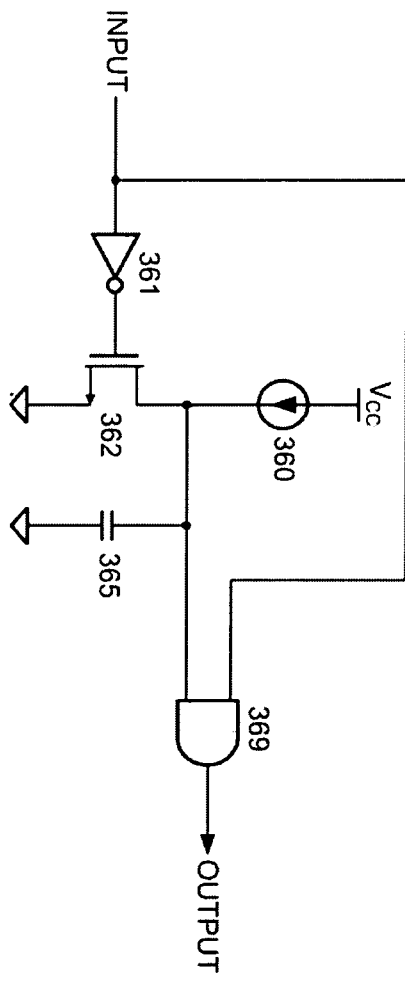


第五圖

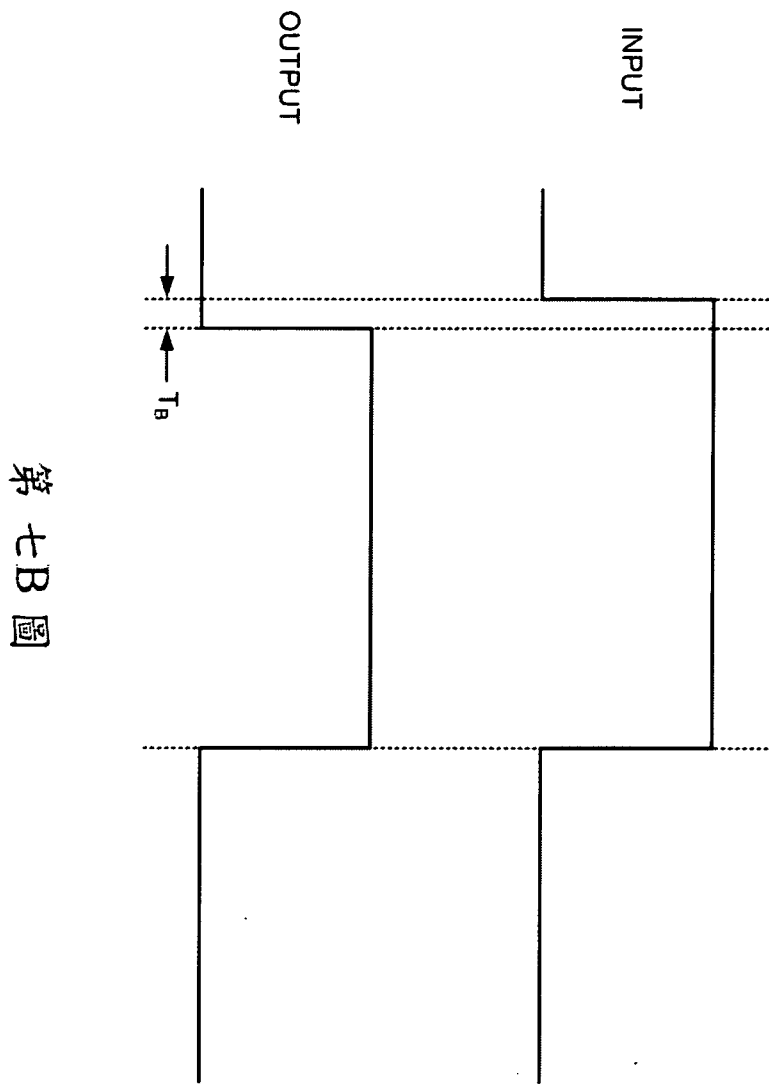
200



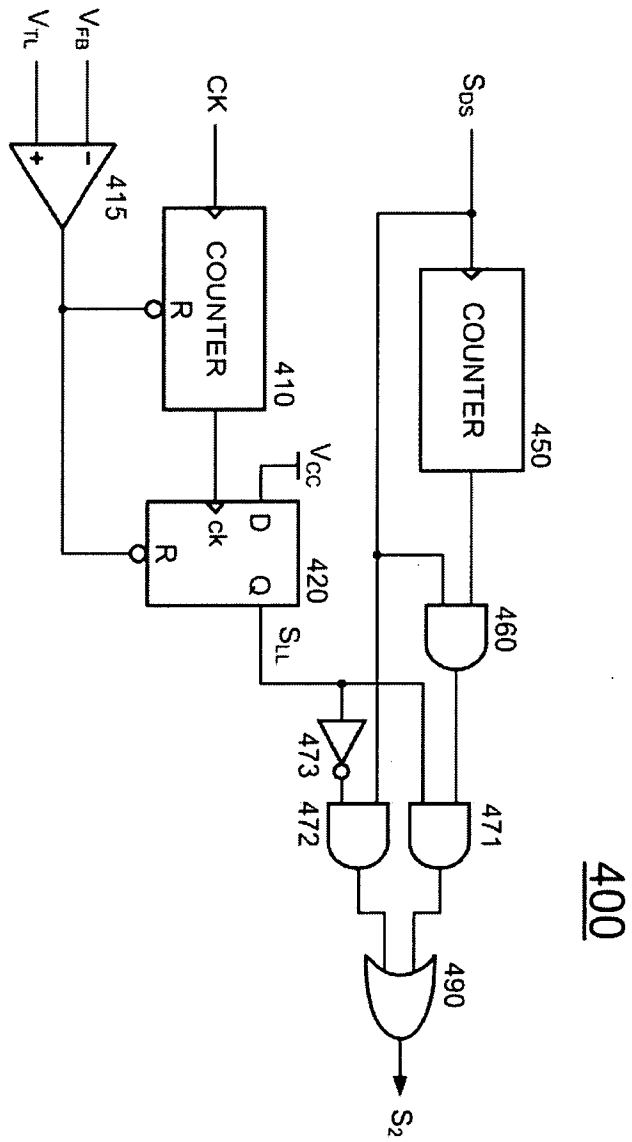
第六A圖



第七A圖



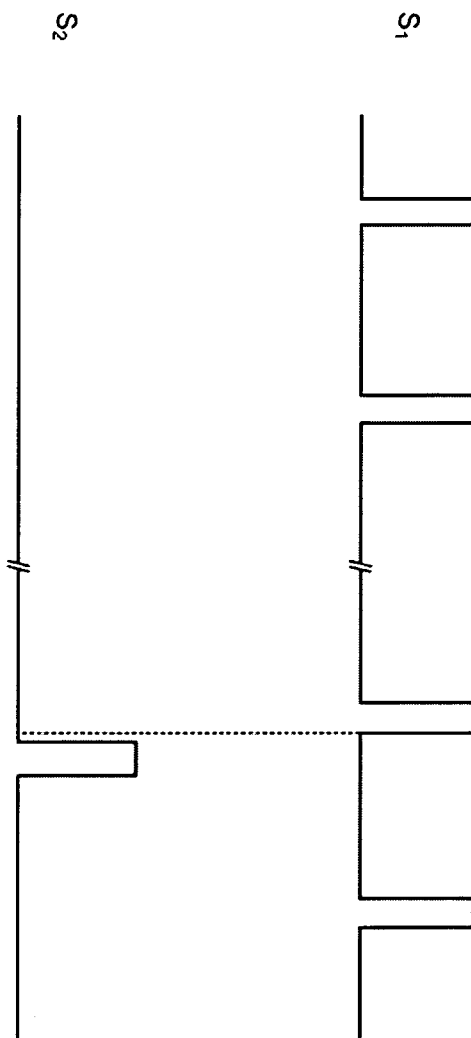
第七B圖

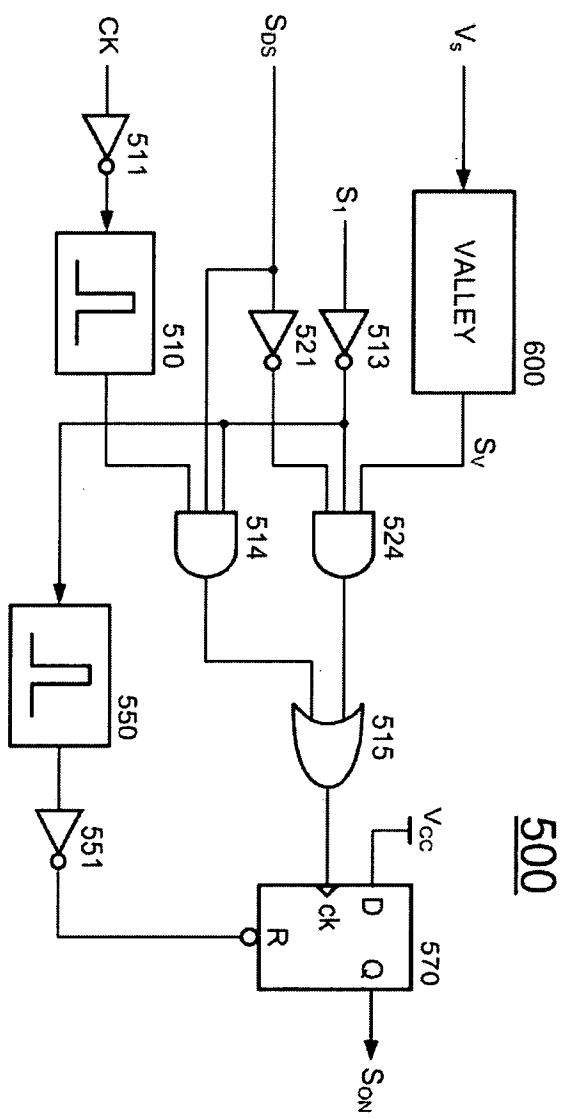


第八圖

400

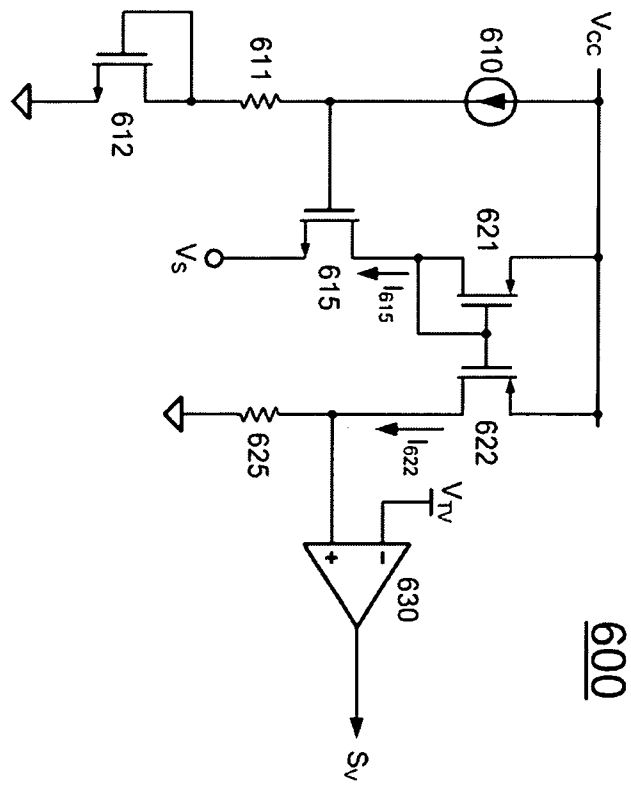
第九圖





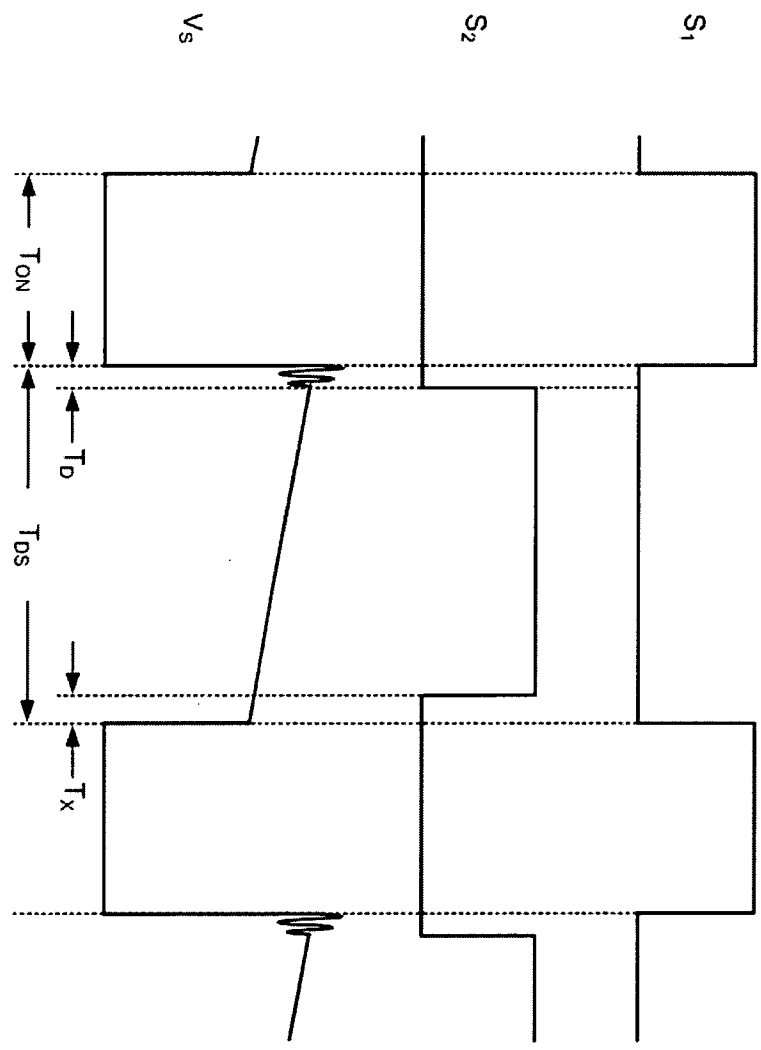
500

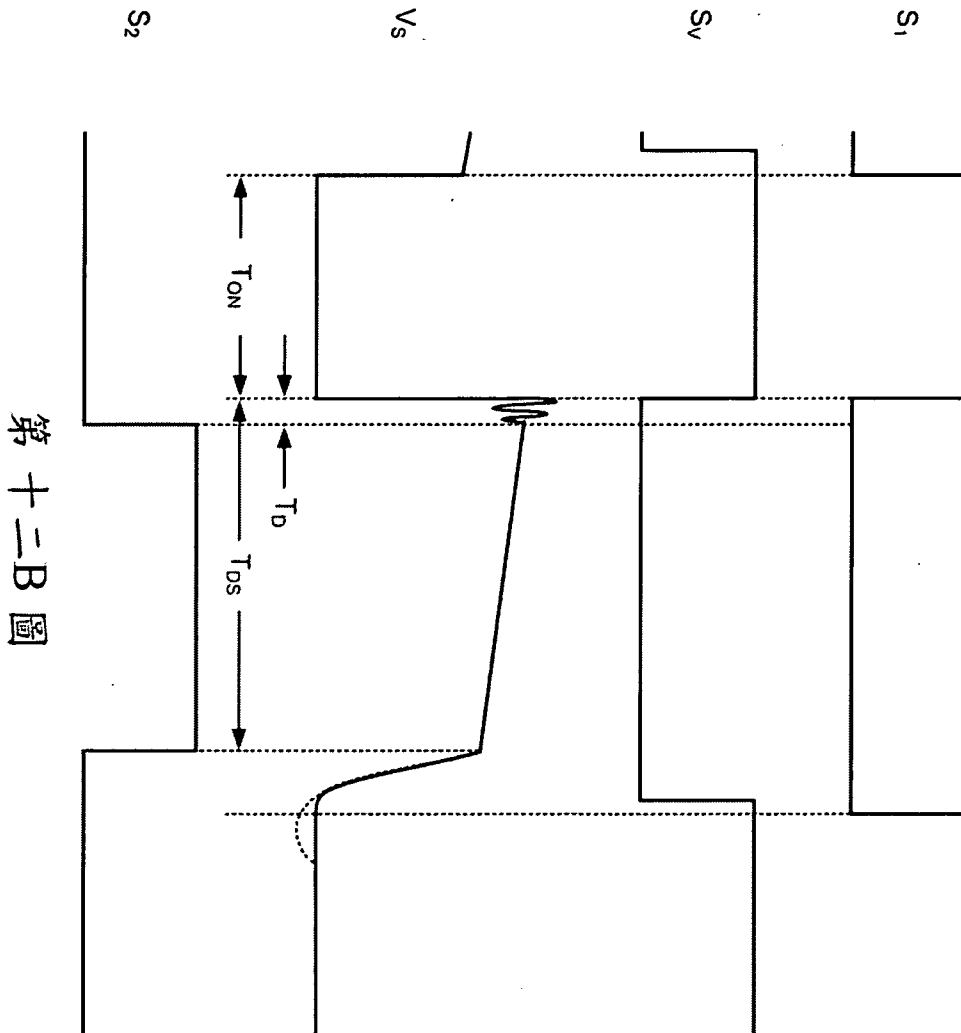
第十圖



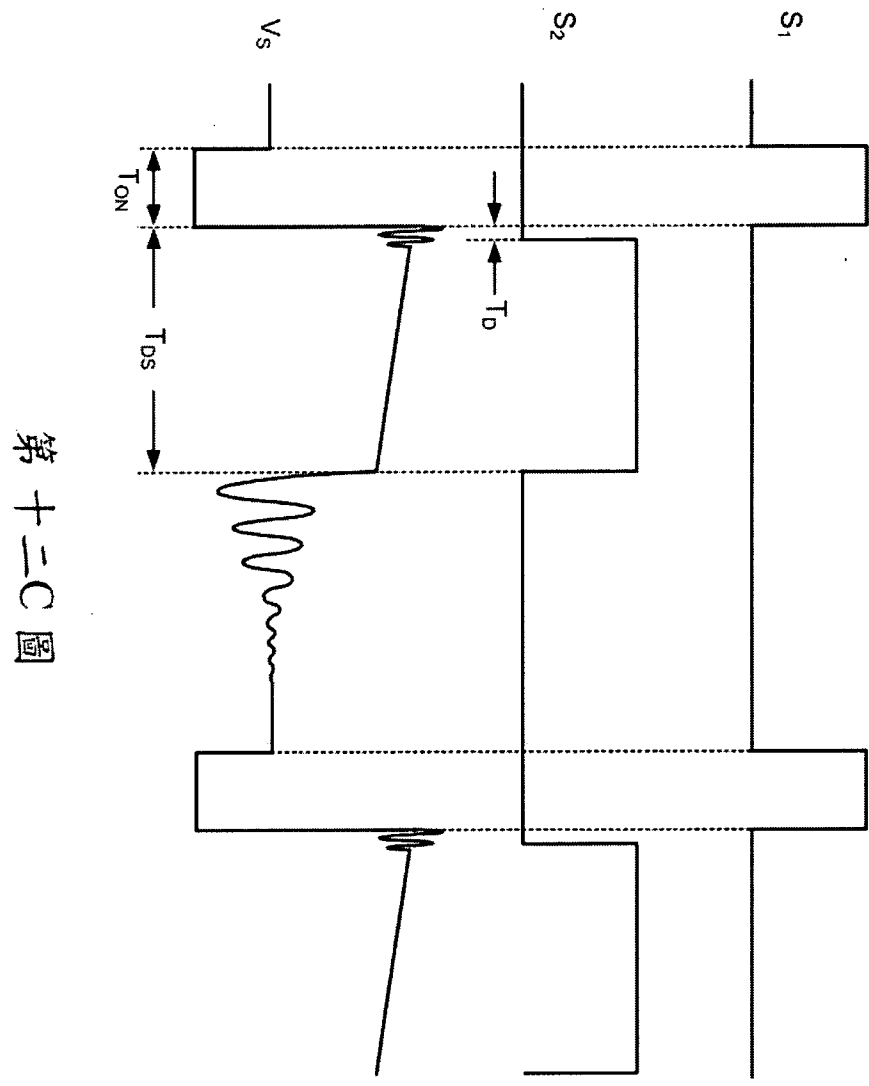
第十一圖

第十二A圖





第十二B圖



第十二C圖