



(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 I484758 B

(45) 公告日：中華民國 104 (2015) 年 05 月 11 日

(21) 申請案號：098133526

(22) 申請日：中華民國 98 (2009) 年 10 月 02 日

(51) Int. Cl. : **H03L7/08 (2006.01)**(71) 申請人：晨星半導體股份有限公司 (中華民國) MSTAR SEMICONDUCTOR, INC. (TW)
新竹縣竹北市台元街 26 號 4 樓之 1

(72) 發明人：王耀祺 WANG, YAO CHI (TW)；謝明諭 HSIEH, MING YU (TW)；顏仕傑 YEN, SHIH CHIEH (TW)

(74) 代理人：戴俊彥；吳豐任

(56) 參考文獻：

TW	200824293A	US	7180375B2
US	7301406B2	US	7471158B2
US	2007/0121774A1	US	2008/0129402A1

審查人員：許立穎

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：9 共 35 頁

(54) 名稱

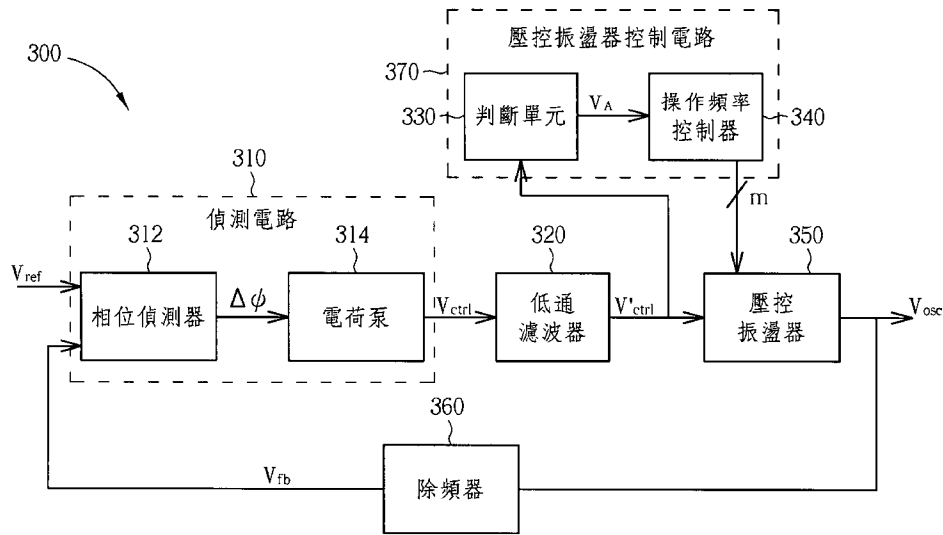
壓控振盪器之控制電路、壓控振盪器之控制方法、快速相位收斂之鎖相迴路及快速相位收斂之鎖相方法

CONTROL CIRCUIT OF VOLTAGE-CONTROL OSCILLATOR, CONTROL METHOD OF VOLTAGE-CONTROL OSCILLATOR, FAST PHASE-LOCKED LOOP AND FAST PHASE-LOCKED METHOD

(57) 摘要

一種壓控振盪器之控制電路包含一操作頻率控制器以及一判斷單元。該操作頻率控制器用來產生一控制碼至一壓控振盪器，以決定該壓控振盪器之操作頻率曲線，且該判斷單元係用來依據輸入該壓控振盪器之電壓控制訊號，以產生一判斷訊號至該操作頻率控制器。其中當頻率鎖定時，該壓控振盪器工作於一第一操作頻率曲線，該操作頻率控制器產生一第一控制碼，使該壓控振盪器工作於之一第二操作頻率曲線，直到該操作頻率控制器收到該判斷單元之一頻率回復判斷訊號，該操作頻率控制器產生一第二控制碼，使該壓控振盪器回復工作於該第一操作頻率曲線。

A control circuit of a voltage-control oscillator includes a VCO curve controller and a decision unit. The VCO curve controller is utilized for generating a control code to a voltage-control oscillator to determine a VCO curve of the voltage-control oscillator. The decision unit is utilized for generating a decision signal to the VCO curve controller according to a voltage control signal inputted into the voltage-control oscillator. When the frequency is locked, the voltage-control oscillator works at a first VCO curve, and the VCO curve controller generates a first control code to make the voltage-control oscillator to work at a second VCO curve. When the VCO curve controller receives a frequency recovery decision signal, the VCO curve controller generates a second control code to make the voltage-control oscillator to work at the first VCO curve again.



- 300 . . . 鎖相迴路
- 310 . . . 偵測電路
- 312 . . . 相位偵測器
- 314 . . . 電荷泵
- 320 . . . 低通濾波器
- 330 . . . 判斷單元
- 340 . . . 操作頻率控制器
- 350 . . . 壓控振盪器
- 360 . . . 除頻器
- 370 . . . 壓控振盪器控制電路

第3圖

公告本

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： 98133526

※申請日： 98-10-2

※IPC分類： H03L 7/08 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

壓控振盪器之控制電路、壓控振盪器之控制方法、快速相位收斂之鎖相迴路及快速相位收斂之鎖相方法/CONTROL CIRCUIT OF VOLTAGE-CONTROL OSCILLATOR, CONTROL METHOD OF VOLTAGE-CONTROL OSCILLATOR, FAST PHASE-LOCKED LOOP AND FAST PHASE-LOCKED METHOD

二、中文發明摘要：

一種壓控振盪器之控制電路包含一操作頻率控制器以及一判斷單元。該操作頻率控制器用來產生一控制碼至一壓控振盪器，以決定該壓控振盪器之操作頻率曲線，且該判斷單元係用來依據輸入該壓控振盪器之電壓控制訊號，以產生一判斷訊號至該操作頻率控制器。其中當頻率鎖定時，該壓控振盪器工作於一第一操作頻率曲線，該操作頻率控制器產生一第一控制碼，使該壓控振盪器工作於之一第二操作頻率曲線，直到該操作頻率控制器收到該判斷單元之一頻率回復判斷訊號，該操作頻率控制器產生一第二控制碼，使該壓控振盪器回復工作於該第一操作頻率曲線。

三、英文發明摘要：

A control circuit of a voltage-control oscillator includes a VCO curve controller and a decision unit. The VCO curve controller is utilized for generating a control code to a voltage-control oscillator to determine a VCO curve of the voltage-control oscillator. The decision unit is utilized for generating a decision signal to the VCO curve controller according to a voltage control signal inputted into the voltage-control oscillator. When the frequency is locked, the voltage-control oscillator works at a first VCO curve, and the VCO curve controller generates a first control code to make the voltage-control oscillator to work at a second VCO curve. When the VCO curve controller receives a frequency recovery decision signal, the VCO curve controller generates a second control code to make the voltage-control oscillator to work at the first VCO curve again.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(3)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

300	鎖相迴路
310	偵測電路
312	相位偵測器
314	電荷泵
320	低通濾波器
330	判斷單元
340	操作頻率控制器
350	壓控振盪器
360	除頻器
370	壓控振盪器控制電路

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】

本發明係有關於鎖相迴路，尤指一種壓控振盪器之控制電路、一壓控振盪器之控制方法、一快速相位收斂之鎖相迴路以及一快速相位收斂之鎖相方法。

【先前技術】

在全球行動通訊系統(Global System for Mobile Communications, GSM)中，封包的傳送與接收係交替著進行，且封包的傳送與接收係使用不同的頻率，亦即，當 GSM 系統使用一第一頻率傳送完封包之後，需要使用鎖相迴路來產生具有一第二頻率的時脈訊號，之後再使用該第二頻率來接收封包。然而，在 GSM 規格中，封包的傳送與接收之間僅具有很短的時間（約 300us）來使用鎖相迴路來產生具有該第二頻率的時脈訊號以及進行其他相關的操作。

請參考第 1 圖，第 1 圖為習知鎖相迴路 100 的示意圖。如第 1 圖所示，鎖相迴路 100 包含有一相位偵測器 110、一電荷泵 120、一低通濾波器 130、一壓控振盪器 140 以及一除頻器 150。在鎖相迴路 100 的操作上，首先，相位偵測器 110 偵測一參考訊號 V_{ref} 以及一回授訊號 V_{fb} 的相位差，並產生一相位差訊號 $\Delta\phi$ ，接著，電荷泵

120 依據相位差訊號 $\Delta\phi$ 產生一控制電壓 V_{ctrl} ，之後，低通濾波器 130 對控制電壓 V_{ctrl} 進行低通濾波作業以產生一濾波後控制電壓 V'_{ctrl} ，接著，壓控振盪器 140 依據濾波後控制電壓 V'_{ctrl} 的電壓準位以產生一輸出訊號 V_{osc} ，最後，除頻器 150 對輸出訊號 V_{osc} 進行除頻操作以產生回授訊號 V_{fb} 。

請參考第 2 圖，第 2 圖為鎖相迴路 100 的一操作範例示意圖，如第 2 圖所示，當壓控振盪器 140 的操作頻率曲線 (voltage control oscillation curve, VCO curve) 已經決定好 (亦即，回授訊號 V_{fb} 的頻率與參考訊號 V_{ref} 的頻率已很接近)，且第 1 圖所示之參考電壓 V_{ref} 的相位落後於回授訊號 V_{fb} 時，此時，電荷泵 120 依據相位差訊號 $\Delta\phi$ 所產生之控制電壓 V_{ctrl} 的電壓準位會接近 0V，亦即，壓控振盪器 140 會降低輸出訊號 V_{osc} 的頻率以使得回授訊號 V_{fb} 與參考訊號 V_{ref} 的相位差能夠逐漸減少，直到回授訊號 V_{fb} 的相位開始領先參考訊號 V_{ref} 的相位時 (第 2 圖所示的轉折時間點 t_A)，控制電壓 V_{ctrl} 的電壓準位才會漸漸上升，最後收斂至一目標電壓值 V_{tar} 。

舉例來說，假設壓控振盪器 140 之操作頻率曲線的增益 K_{VCO} 為 10MHz/Volt，除頻器 150 的除數為 300，且當參考電壓 V_{ref} 的頻率為 12MHz，原輸出訊號 V_{osc} 的頻率為 3.6GHz，控制電壓 V_{ctrl} 的初始電壓準位為 1V。若此時參考電壓 V_{ref} 的相位落後於回授訊號 V_{fb} 有 360 度 (degree) 時，則控制電壓 V_{ctrl} 的電壓準位從 1V 降至 0V 輸出， V_{osc} 的頻率訊號亦由 3.6GHz 降至 3.59GHz，得到參考電

壓 V_{ref} 的相位追上回授訊號 V_{fb} 的相位 ($t=0 \sim t=t_A$) 所需的時間為 N 個參考電壓 V_{ref} 週期或 $(N-1)$ 個回授訊號 V_{fb} 週期，即

$N*(1/12\text{MHz})=(N-1)*(300/3590\text{MHz})$ ， $N=360$ 。若是參考電壓 V_{ref}

的相位落後於回授訊號 V_{fb} 有 M 度 (degree) 時

$tx1 = (M/360\text{degree})*360*(1/12\text{MHz}) = (M/360\text{degree})*30 \text{ us}$ 。

因此，假設參考電壓 V_{ref} 的相位一開始落後於回授訊號 V_{fb} 有接近 360 度時，則參考電壓 V_{ref} 的相位追上回授訊號 V_{fb} 的相位所需的時間 $tx1$ 大約為 30us。

然而，如上所述，因為在 GSM 系統中封包的傳送與接收之間僅具有約 300us 的時間。此段時間需用作收發器的直流偏移校正，鎖頻及鎖相的迴路校正。因此，一般來說，鎖相迴路 100 需要在 150us~170us 的時間內將回授訊號 V_{fb} 與參考訊號 V_{ref} 的相位調整至一樣 (亦即，第 2 圖所示之 $tx2$ 要小於 170us)，但是，如上述例子中，在參考電壓 V_{ref} 與回授訊號 V_{fb} 的相位差為接近 360 時，光是將參考電壓 V_{ref} 的相位追上回授訊號 V_{fb} 的相位所需的時間 $tx1$ 就需要約 30us，此外，加上 GSM 系統的規格中輸出訊號 V_{osc} 的精度必須在 0.1ppm 以內，因此，鎖相迴路 100 亦需要相當的時間來將控制電壓 V_{ctrl} (或是濾波後控制電壓 V'_{ctrl}) 之電壓準位收斂，亦即，時間點 t_A 到收斂結束之間的時間會很長，因此，有可能會因為鎖相迴路 100 的鎖相時間過長而違反 GSM 系統規格要求。且太長的鎖定時間也會使得耗電量增加，並壓縮 GSM 系統中其他元件所允許的校正時間，例如直流偏移校正。

此外，在“Proceedings of the Argentine School of Micro-Nanoelectronics, Technology and Applications 2008”中的一篇論文“A fast acquisition phase frequency detector for phase-locked loops”有提到可以縮短第 2 圖所示之時間 t_{x1} 的方法，然而，這篇論文所提到的方法僅適用於參考電壓 V_{ref} 與回授訊號 V_{fb} 的相位差介於 $180^\circ \sim 360^\circ$ 的情形下，因此，並無法大幅度且全面地縮短鎖相迴路 100 的鎖相時間。

【發明內容】

因此，本發明的目的之一在於提供一種壓控振盪器之控制電路、一壓控振盪器之控制方法、一快速相位收斂之鎖相迴路以及一快速相位收斂之鎖相方法，以解決上述的問題。

依據本發明之一實施例，一種壓控振盪器之控制電路，係用於鎖相迴路中，當頻率鎖定時，加速相位之收斂，該控制電路包含有一操作頻率控制器以及一判斷單元。該操作頻率控制器係耦接於該壓控振盪器，且用來產生一控制碼至該壓控振盪器，以決定該壓控振盪器之一操作頻率曲線。該判斷單元係耦接於該壓控振盪器輸入端及該操作頻率控制器，且用來依據輸入該壓控振盪器之一電壓控制訊號，以產生一判斷訊號至該操作頻率控制器。其中，當頻率鎖定時，該壓控振盪器工作於一第一操作頻率曲線，該操作頻率控制

器產生一第一控制碼，使該壓控振盪器工作於之一第二操作頻率曲線，直到該操作頻率控制器收到該判斷單元之一頻率回復判斷訊號，該操作頻率控制器產生一第二控制碼，使該壓控振盪器回復工作於該第一操作頻率曲線。

依據本發明之另一實施例，一種快速相位收斂之鎖相迴路，係用於當頻率鎖定時，加速相位之收斂，該鎖相迴路包含有一偵測電路、一濾波器、一壓控振盪器、一除頻器以及一壓控振盪器控制電路。該偵測電路係用來依據一參考訊號以及一回授訊號的相位差以產生一電壓控制訊號；該濾波器係耦接於該偵測電路，且用來對該電壓控制訊號進行濾波操作以產生一濾波後電壓控制訊號；該壓控振盪器係耦接於該濾波器，且用來依據該濾波後電壓控制訊號以產生一輸出訊號；該除頻器係耦接於該壓控振盪器及偵測電路，且用來依據該輸出訊號以產生該回授訊號；該壓控振盪器控制電路係耦接於該濾波器及該可控制振盪器，且用來依據該濾波後電壓控制訊號以產生一控制碼，用以決定該壓控振盪器之一操作頻率曲線。其中，當頻率鎖定時，該壓控振盪器工作於一第一操作頻率曲線，該壓控振盪器控制電路產生一第一控制碼，使該壓控振盪器工作於之一第二操作頻率曲線，直到該濾波後電壓控制訊號大於一第一臨界值，該壓控振盪器控制電路產生一第二控制碼，使該壓控振盪器回復工作於該第一操作頻率曲線。

依據本發明之另一實施例，一種壓控振盪器之控制方法，用於

鎖相迴路中，當頻率鎖定時，該壓控振盪器工作於一第一頻率曲線，且該控制方法包含有：產生一第一控制碼，以使該壓控振盪器工作於一第二頻率曲線；以及當輸入壓控電壓振盪器之一電壓控制訊號大於一第一臨界值，產生一第二控制碼，以使該壓控振盪器回復工作於該第一頻率曲線。

依據本發明之另一實施例，一種快速相位收斂之鎖相方法，用於鎖相迴路中，當頻率鎖定時，該壓控振盪器工作於一第一頻率曲線，該鎖相方法包含有：依據一參考訊號以及一回授訊號的相位差以產生一電壓控制訊號；對該電壓控制訊號進行濾波操作以產生一濾波後電壓控制訊號；依據該濾波後電壓控制訊號以產生一控制碼，用以決定該壓控振盪器之一操作頻率曲線；依據該濾波後電壓控制訊號以產生一輸出訊號；以及依據該輸出訊號以產生該回授訊號；其中，當頻率鎖定時，產生一第一控制碼，以使該壓控振盪器工作於一第二頻率曲線，以及當該輸入壓控電壓振盪器之電壓控制訊號大於一第一臨界值，產生一第二控制碼，以使該壓控振盪器回復工作於該第一頻率曲線。

【實施方式】

請參考第3圖，第3圖為依據本發明一實施例之鎖相迴路300的示意圖，如第3圖所示，鎖相迴路300包含有一偵測電路310、一濾波器（於本實施例中，係為一低通濾波器320）、一壓控振盪器

控制電路 370 一可控制振盪器（於本實施例中，係為一壓控振盪器 350）以及一除頻器 360，其中偵測電路 310 包含有一相位偵測器 312 以及一電荷泵 314，且壓控振盪器控制電路 370 包含有一判斷單元 330 以及一操作頻率控制器 340。

此外，壓控振盪器 350 係具有如第 4 圖所示之複數個候選操作頻率曲線（voltage control oscillation curve, VCO curve），且壓控振盪器 350 可輸出的頻率係介於 F_{Low} 以及 F_{High} 之間，此外，壓控振盪器 350 係由控制碼來控制要選擇哪一個候選操作頻率曲線來作為其操作頻率曲線，舉例來說，若是控制碼為“1000001”，則壓控振盪器 350 的操作頻率曲線係為 C_k ，若是控制碼為“1000000”，則壓控振盪器 350 的操作頻率曲線係為 C_{k-1} 。此外，於本實施例中的一範例說明中，壓控振盪器 350 具有 128 條候選操作頻率曲線，且控制碼為 7 位元，此外，壓控振盪器 350 的濾波後控制訊號 V'_{ctrl} （產生方式請見後續說明）的電壓準位範圍為 $0V \sim 2V$ 之間（亦即 $V_{min}=0V$ ， $V_{max}=2V$ ）。

此外，鎖相迴路 300 的功能之一係用來提供具有所需頻率的一時脈訊號，且該時脈訊號（亦即第 3 圖所示之輸出訊號 V_{out} ）的相位必需與輸入訊號（亦即第 3 圖所示之參考訊號 V_{ref} ）的相位一致，因此，鎖相迴路 300 的操作過程大致上可以分為兩個階段，其中第一階段為決定壓控振盪器 350 的操作頻率曲線，亦即將參考訊號 V_{ref} 以及輸出訊號 V_{out} （或是其除頻後訊號）的頻率鎖定，換句話說，

亦即當壓控振盪器 350 的濾波後電壓控制訊號 V'_{ctrl} 的電壓準位位於中心電壓 V_{cen} (例如：1V) 附近時，壓控振盪器 350 所輸出之輸出訊號 V_{out} 的頻率即為所需的頻率；而第二階段的操作係在第一階段之後，用來將輸出訊號 V_{out} (或是其除頻後訊號) 與參考訊號 V_{ref} 的相位調整至相同。

請同時參考第 3 圖至第 5 圖，第 5 圖為依據本發明一實施例之鎖相方法的流程圖。需注意的是，第 5 圖所示之流程圖為上述鎖相迴路 300 第二階段的操作，亦即，在第 5 圖所示之流程開始進行之前，壓控振盪器 350 的操作頻率曲線已經決定 (在以下有關第 5 圖的相關敘述中，壓控振盪器 350 的操作頻率曲線已經被預先決定為第 4 圖所示之候選操作頻率曲線 C_k ，亦即壓控振盪器 350 工作於候選操作頻率曲線 C_k)。參考第 5 圖，鎖相方法的流程敘述如下：

首先，在步驟 500 中，相位偵測器 312 偵測一參考訊號 V_{ref} 以及一回授訊號 V_{fb} 的相位差異以產生一相位差訊號 $\Delta\phi$ ，且電荷泵 314 依據相位差訊號 $\Delta\phi$ 來產生一電壓控制訊號 V_{ctrl} ；接著，於步驟 502 中，低通濾波器 320 對電壓控制訊號 V_{ctrl} 進行低通濾波作業以產生一濾波後電壓控制訊號 V'_{ctrl} ；之後，於步驟 504 中，壓控振盪器 350 依據濾波後電壓控制訊號 V'_{ctrl} 來產生一輸出訊號 V_{out} ，且除頻器 360 將輸出訊號 V_{out} 進行除頻操作以產生一回授訊號 V_{fb} 。

接著，於步驟 506 中，判斷單元 330 判斷濾波後電壓控制訊號

V'_{ctrl} 的大小，以產生一判斷訊號 V_A ；之後，於步驟 508 中，操作頻率控制器 340 依據判斷訊號以產生一控制碼，並據以自第 4 圖所示之複數個候選操作頻率曲線中另選擇其一以作為壓控振盪器 350 之一操作頻率曲線。詳細來說，請同時參考第 6 圖，當判斷單元 330 判斷濾波後電壓控制訊號 V'_{ctrl} 的電壓準位小於一第一臨界電壓值 V_L 時，操作頻率控制器 340 產生一第一控制碼以調整壓控振盪器 350 之操作頻率曲線至一候選操作頻率曲線 C_{k-m} ，其中 m 為一正整數，亦即，於相同的濾波後電壓控制訊號 V'_{ctrl} 之下，候選操作頻率曲線 C_{k-m} 所對應的頻率值會小於候選操作頻率曲線 C_k 所對應的頻率值。

將壓控振盪器 350 之操作頻率曲線由 C_k 調整至 C_{k-m} 的意義為：當濾波後電壓控制訊號 V'_{ctrl} 的電壓準位小於第一臨界電壓值 V_L 時，代表參考訊號 V_{ref} 的相位落後於回授電壓 V_{fb} 有一定的程度，因此，若是使用候選操作頻率曲線 C_{k-m} 來作為壓控振盪器 350 的操作頻率曲線，則可以將輸出電壓 V_{out} （或是回授電壓 V_{fb} ）的頻率降至更低，使得參考訊號 V_{ref} 的相位可以迅速地追上回授電壓 V_{fb} 的相位，因此第 6 圖所示的時間 $tx1$ 便可以大幅度的縮短。舉例來說，假設壓控振盪器 350 之候選操作頻率曲線 C_k 以及 C_{k-m} 的增益 K_{VCO} 均為 10MHz/Volt，且當參考電壓 V_{ref} 的頻率為 12MHz，濾波後電壓控制電壓 V'_{ctrl} 的電壓準位為 1V 時，使用候選操作頻率曲線 C_k 時的輸出訊號 V_{out} 的頻率為 3.6GHz 且使用候選操作頻率曲線 C_{k-m} 時的輸出訊號 V_{out} 的頻率為 3.55GHz，則此時若是參考電壓 V_{ref} 的相位

落後於回授訊號 V_{fb} 有 M 度 (degree) 時，則將參考電壓 V_{ref} 的相位追上回授訊號 V_{fb} 的相位 ($t=0 \sim t=t_A$) 所需的時間為：

$$tx1 = (M/360\text{degree}) * (360/5) * (1/12\text{MHz}) = ((M/360\text{degree}) * 6 \text{ us})$$

因此，相較於【先前技術】中習知之鎖相迴路將參考電壓 V_{ref} 的相位追上回授訊號 V_{fb} 所需要的時間 ($tx1 = (M/10) \text{ us}$)，本發明確實可以大幅增進鎖相迴路 300 的效率。

類似地，請同時參考第 7 圖，當判斷單元 330 判斷濾波後電壓控制訊號 V'_{ctrl} 的電壓準位大於一第二臨界電壓值 V_H 時，操作頻率控制器 340 產生控制碼以調整壓控振盪器 350 之操作頻率曲線至一候選操作頻率曲線 C_{k+n} ，其中 n 為一正整數，亦即，於相同的濾波後電壓控制訊號 V'_{ctrl} 之下，候選操作頻率曲線 C_{k+n} 所對應的頻率值會大於候選操作頻率曲線 C_k 所對應的頻率值。

同理，將壓控振盪器 350 之操作頻率曲線由 C_k 調整至 C_{k+n} 的意義為：當濾波後電壓控制訊號 V'_{ctrl} 的電壓準位大於第二臨界電壓值 V_H 時，代表參考訊號 V_{ref} 的相位領先於回授電壓 V_{fb} 有一定的程度，因此，若是使用候選操作頻率曲線 C_{k+n} 來作為壓控振盪器 350 的操作頻率曲線，則輸出電壓 V_{out} (或是回授電壓 V_{fb}) 的頻率增加的範圍可以更大，使得回授電壓 V_{fb} 的相位可以迅速的追上參考訊號 V_{ref} 的相位，因此第 7 圖所示的時間 $tx1$ 便可以大幅度的縮短。

接著，在步驟 510 中，當參考訊號 V_{ref} 以及回授訊號 V_{fb} 的相位

領先/落後關係發生轉變之後，且判斷單元 330 判斷濾波後電壓控制訊號 V'_{ctrl} 的電壓準位有變化之後，操作頻率控制器 340 產生一第二控制碼將壓控振盪器 350 之操作頻率曲線調回至候選操作頻率曲線 C_k 。舉例來說，若是之前於步驟 508 中係將壓控振盪器 350 之操作頻率曲線調整為 C_{k-m} 以使得參考訊號 V_{ref} 的相位可以迅速追上回授電壓 V_{fb} 的相位，則當參考訊號 V_{ref} 相位開始領先回授訊號 V_{fb} 的相位之後，且判斷單元 330 判斷濾波後電壓控制訊號 V'_{ctrl} 的電壓準位大於第一臨界電壓 V_L （亦即，如第 6 圖所示的時間點 t_B 之後）時，判斷單元 330 產生一頻率回復判斷訊號 V_A ，使操作頻率控制器 340 產生第二控制碼將壓控振盪器 350 之操作頻率曲線由 C_{k-m} 調整回 C_k ，亦即，使得壓控振盪器 350 回復工作於操作頻率曲線由 C_k ；類似地，若是之前於步驟 508 中係將壓控振盪器 350 之操作頻率曲線調整為 C_{k+n} 以使得回授電壓 V_{fb} 的相位可以迅速的追上參考訊號 V_{ref} 的相位，則當參考訊號 V_{ref} 相位開始落後回授訊號 V_{fb} 的相位之後，且判斷單元 330 判斷濾波後電壓控制訊號 V'_{ctrl} 的電壓準位小於第二臨界電壓 V_H （亦即，如第 7 圖所示的時間點 t_B 之後）時，判斷單元 330 產生一頻率回復判斷訊號 V_A ，使操作頻率控制器 340 產生控制碼將壓控振盪器 350 之操作頻率曲線由 C_{k+n} 調整回 C_k ，亦即，使得壓控振盪器 350 回復工作於操作頻率曲線由 C_k 。

此外，如先前所述，於第 5 圖所示之流程開始之前，壓控振盪器 350 的操作頻率曲線已經被預先決定為第 4 圖所示之曲線 C_k ，然而，鎖相迴路 300 在決定出壓控振盪器 350 的操作頻率曲線 C_k 的過

程中有可能會發生錯誤，亦即，操作頻率曲線 C_k 並非最適合的（最適合的操作頻率曲線指的是，當濾波後電壓控制訊號 V'_{ctrl} 的電壓準位位於第 4 圖所示之中間電壓 V_{cen} 附近時，壓控振盪器 350 能輸出所需的頻率）。一般來說，若是發生這種情形，鎖相迴路 300 需要花大約 30us 的時間來確定操作頻率曲線 C_k 不是最適合的操作頻率曲線後，再重新決定出最佳的操作頻率曲線，再花大約 30us 的時間來判斷 V'_{ctrl} 電壓是否在穩定區，如此一來，鎖相的時間會更加延長，進而影響到系統中其他電路校正的操作時間。

本發明一實施例之鎖相迴路 300 亦可以用來解決此一問題，以避免因為先前所決定的候選操作頻率曲線 C_k 並非為最適合的操作頻率曲線而大幅增加鎖相時間。

當操作頻率控制器 340 產生控制碼將壓控振盪器 350 之操作頻率曲線調回至候選操作頻率曲線 C_k （步驟 510）之後，理論上來說，若是 C_k 為最適合的操作頻率曲線，則濾波後電壓控制訊號 V'_{ctrl} 應該會逐漸收斂（參見第 6、7 圖的時間點 t_A 之後的濾波後電壓控制訊號 V'_{ctrl} 曲線）。因此，若是於第 6、7 圖中的時間點 t_A 之後，濾波後電壓控制訊號 V'_{ctrl} 沒有收斂至一電壓區間，則可以判定一開始在決定操作頻率曲線時有錯誤，候選操作頻率曲線 C_k 並非最適合的曲線，因此，於步驟 512 中，若是濾波後電壓控制訊號 V'_{ctrl} 並未收斂於一電壓區間時，操作頻率控制器 340 產生控制碼來調整壓控振盪器 350 之操作頻率曲線。

詳細說明步驟 512，請參考第 8 圖，假設當操作頻率控制器 340 產生第二控制碼將壓控振盪器 350 之操作頻率曲線調回至候選操作頻率曲線 C_k 之後（時間 t_B 之後），濾波後電壓控制訊號 V'_{ctrl} 並沒有收斂，且判斷單元 330 判斷濾波後控制電壓 V'_{ctrl} 持續上升至大於第二臨界電壓 V_H 時，則可以判定候選操作頻率曲線 C_k 並非最適合的操作頻率曲線。此外，一般來說，一開始所決定出的操作頻率曲線 C_k 會很接近最適合的操作頻率曲線，亦即，壓控振盪器 350 的最適合操作頻率曲線可能為 C_{k-1} 、 C_k 或是 C_{k+1} ，因此，判斷單元 330 產生一頻率調整判斷訊號 V_A 至操作頻率控制器 340，操作頻率控制器 340 依據頻率調整判斷訊號 V_A 產生一第三控制碼來將壓控振盪器 350 的操作頻率曲線由 C_k 調整至 C_{k+1} ，並使用候選操作頻率曲線 C_{k+1} 來進行鎖相操作（時間 t_C 之後）。

同理，請參考第 9 圖，請參考第 9 圖，假設當操作頻率控制器 340 產生第二控制碼將壓控振盪器 350 之操作頻率曲線調回至候選操作頻率曲線 C_k 之後（時間 t_B 之後），濾波後電壓控制訊號 V'_{ctrl} 並沒有收斂，且判斷單元 330 判斷濾波後電壓控制訊號 V'_{ctrl} 小於第一臨界電壓 V_L ，則可以判定候選操作頻率曲線 C_k 並非最適合的作曲線，因此，判斷單元 330 產生一頻率調整判斷訊號 V_A 至操作頻率控制器 340，操作頻率控制器 340 依據頻率調整判斷訊號 V_A 產生一第四控制碼來將壓控振盪器 350 的操作頻率曲線由 C_k 調整至 C_{k-1} ，並使用候選操作頻率曲線 C_{k-1} 來進行鎖相操作（時間 t_C 之後）。

需注意的是，本發明中有關判斷單元 330 以及操作頻率控制器 340 的操作方式亦可以應用於其他形式的鎖相迴路中，例如全數位鎖相迴路等，且第 3 圖所示之壓控振盪器 350 亦可以用其他形式的振盪器（例如電流控制振盪器）來產生所需的頻率，本發明所屬相關領域中具有通常知識者應能在閱讀過上述第 3 圖以及第 5 圖的相關敘述後輕易地將本發明應用於不同形式的鎖相迴路以及振盪器中，因此，細節在此不再贅述。

簡要歸納本發明，於本發明之鎖相迴路以及鎖相方法中，係判斷濾波後電壓控制訊號之電壓準位的大小來決定壓控振盪器的操作頻率曲線，如此一來，不但可以加速參考電壓與回授電壓相位鎖定的速度，也可以正確且快速地判斷一開始所決定的操作頻率曲線是否有錯誤，並立即將壓控振盪器的操作頻率曲線校正至最適合的操作頻率曲線。

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 圖為習知鎖相迴路的示意圖。

第 2 圖為習知鎖相迴路的一操作範例示意圖。

第 3 圖為依據本發明一實施例之鎖相迴路的示意圖。

第 4 圖為壓控振盪器之複數個候選操作頻率曲線的示意圖。

第 5 圖為依據本發明一實施例之鎖相方法的流程圖。

第 6 圖為當判斷單元判斷濾波後控制訊號的電壓準位小於一臨界電壓值時，操作頻率控制器產生控制碼以控制壓控振盪器之操作頻率曲線的示意圖。

第 7 圖為當判斷單元判斷濾波後控制訊號的電壓準位大於一臨界電壓值時，操作頻率控制器產生控制碼以控制壓控振盪器之操作頻率曲線的示意圖。

第 8 圖為當濾波後控制電壓沒有收斂時，操作頻率控制器產生控制碼來調整壓控振盪器之操作頻率曲線的示意圖。

第 9 圖為當濾波後控制電壓沒有收斂時，操作頻率控制器產生控制碼來調整壓控振盪器之操作頻率曲線的示意圖。

【主要元件符號說明】

100、300	鎖相迴路
110、312	相位偵測器
120、314	電荷泵
130、320	低通濾波器
140、350	壓控振盪器
150、360	除頻器
310	偵測電路

330

判斷單元

340

操作頻率控制器

370

壓控振盪器控制電路

七、申請專利範圍：

1. 一種壓控振盪器之控制電路，係用於一鎖相迴路中，該控制電路包含有：
一操作頻率控制器，耦接於該壓控振盪器；以及
一判斷單元，耦接於該壓控振盪器輸入端及該操作頻率控制器，
用來依據輸入該壓控振盪器之一電壓控制訊號，以產生一判斷訊號至該操作頻率控制器；
其中，當頻率鎖定時，該操作頻率控制器控制該壓控振盪器工作於一第一候選操作頻率曲線，接著當該鎖相迴路進行相位調整時，該操作頻率控制器產生一第一控制碼，使該壓控振盪器工作於之一第二候選操作頻率曲線，直到該操作頻率控制器收到該判斷單元之一頻率回復判斷訊號，該操作頻率控制器產生一第二控制碼，使該壓控振盪器回復工作於該第一候選操作頻率曲線；其中該操作頻率控制器必定會接收到該頻率回復判斷訊號，以使得該壓控振盪器回復工作於該第一候選操作頻率曲線。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之控制電路，其中該判斷單元判斷該電壓控制訊號大於一第一臨界值時，產生該頻率回復判斷訊號。
3. 如申請專利範圍第 2 項所述之控制電路，其中該壓控振盪器接收相同的電壓控制訊號之下，工作於該第二候選操作頻率曲線所對應的輸出頻率值會小於工作於該第一候選操作頻率曲線所對應

的輸出頻率值。

4. 如申請專利範圍第3項所述之控制電路，其中當該壓控振盪器回復工作於該第一候選操作頻率曲線之後，若是該判斷單元判斷該電壓控制訊號大於一第二臨界值時，產生一頻率調整判斷訊號至該操作頻率控制器以產生一第三控制碼，用以決定該壓控振盪器工作於一第三候選操作頻率曲線，其中該第二臨界值大於該第一臨界值，且於相同的該電壓控制訊號之下，該第三候選操作頻率曲線所對應的頻率值會大於該第一候選操作頻率曲線所對應的頻率值。
5. 如申請專利範圍第3項所述之控制電路，其中當該壓控振盪器回復工作於該第一候選操作頻率曲線之後，若是該判斷單元判斷該電壓控制訊號小於該第一臨界值時，產生一頻率調整判斷訊號至該操作頻率控制器以產生一第四控制碼，用以決定該壓控振盪器工作於一第四候選操作頻率曲線，且於相同的該電壓控制訊號之下，該第四候選操作頻率曲線所對應的頻率值會小於該第一候選操作頻率曲線所對應的頻率值。
6. 一種快速相位收斂之鎖相迴路，係用於當頻率鎖定時，加速相位之收斂，該鎖相迴路包含有：
一偵測電路，用來依據一參考訊號以及一回授訊號的相位差以產生一電壓控制訊號；

一濾波器，耦接於該偵測電路，用來對該電壓控制訊號進行濾波操作以產生一濾波後電壓控制訊號；

一壓控振盪器，耦接於該濾波器，用來依據該濾波後電壓控制訊號以產生一輸出訊號；

一除頻器，耦接於該壓控振盪器及偵測電路，用來依據該輸出訊號以產生該回授訊號；以及

一壓控振盪器控制電路，耦接於該濾波器及該壓控振盪器；

其中，當頻率鎖定時，該壓控振盪器工作於一第一候選操作頻率曲線，接著當該鎖相迴路進行相位調整時，該壓控振盪器控制電路產生一第一控制碼，使該壓控振盪器工作於之一第二候選操作頻率曲線，直到該濾波後電壓控制訊號大於一第一臨界值，該壓控振盪器控制電路產生一第二控制碼，使該壓控振盪器回復工作於該第一候選操作頻率曲線；其中該操作頻率控制器必定會接收到該頻率回復判斷訊號，以使得該壓控振盪器回復工作於該第一候選操作頻率曲線。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述之鎖相迴路，其中該壓控振盪器控制電路包括有：

一判斷單元，耦接於該濾波器，用來判斷該濾波後電壓控制訊號以產生一判斷訊號；以及

一操作頻率控制器，耦接於該判斷單元與該壓控振盪器，用來依據該判斷訊號以產生一控制碼，用以決定該壓控振盪器之一操作頻率曲線；

其中該判斷單元判斷該電壓控制訊號大於該第一臨界值時，產生一頻率回復判斷訊號，使該操作頻率控制器產生該第二控制碼，用以使該壓控振盪器回復工作於該第一候選操作頻率曲線。

8. 如申請專利範圍第 6 項所述之鎖相迴路，其中該壓控振盪器接收相同的電壓控制訊號之下，工作於該第二候選操作頻率曲線所對應的輸出頻率值會小於工作於該第一候選操作頻率曲線所對應的輸出頻率值。
9. 如申請專利範圍第 8 項所述之鎖相迴路，其中當該壓控振盪器回復工作於該第一候選操作頻率曲線之後，若是該判斷單元判斷該濾波後電壓控制訊號大於一第二臨界值時，產生一頻率調整判斷訊號至該操作頻率控制器以產生一第三控制碼，用以決定該壓控振盪器工作於一第三候選操作頻率曲線，其中該第二臨界值大於該第一臨界值，且於相同的該電壓控制訊號之下，該第三候選操作頻率曲線所對應的頻率值會大於該第一候選操作頻率曲線所對應的頻率值。
10. 如申請專利範圍第 8 項所述之控制電路，其中當該壓控振盪器回復工作於該第一候選操作頻率曲線之後，若是該判斷單元判斷該濾波後電壓控制訊號小於該第一臨界值時，產生一頻率調整判斷訊號至該操作頻率控制器以產生一第四控制碼，用以決定該壓控振盪器工作於一第四候選操作頻率曲線，且於相同的該電壓控制

訊號之下，該第四候選操作頻率曲線所對應的頻率值會小於該第一候選操作頻率曲線所對應的頻率值。

11. 一種壓控振盪器之控制方法，用於一鎖相迴路中，當頻率鎖定時，該壓控振盪器工作於一第一候選操作頻率曲線，該控制方法包含有：

於該頻率鎖定後，當該鎖相迴路進行相位調整時，產生一第一控制碼，以使該壓控振盪器工作於一第二候選操作頻率曲線；
以及

當輸入壓控電壓振盪器之一電壓控制訊號大於一第一臨界值，產生一第二控制碼，以使該壓控振盪器回復工作於該第一候選操作頻率曲線；其中該壓控振盪器必定會回復工作於該第一候選操作頻率曲線。

12. 如申請專利範圍第 11 項所述之控制方法，其中在相同的電壓控制訊號之下，該第二候選操作頻率曲線所對應的輸出頻率值會小於該第一候選操作頻率曲線所對應的輸出頻率值。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述之控制方法，其中當該壓控振盪器回復工作於該第一候選操作頻率曲線之後，若是該電壓控制訊號大於一第二臨界值時，產生一第三控制碼，用以決定該壓控振盪器工作於一第三候選操作頻率曲線，其中該第二臨界值大於該第一臨界值，且於相同的該電壓控制訊號之下，該第三候選操作頻

率曲線所對應的頻率值會大於該第一候選操作頻率曲線所對應的頻率值。

14. 如申請專利範圍第 12 項所述之控制方法，其中當該壓控振盪器回復工作於該第一候選操作頻率曲線之後，若是該電壓控制訊號小於該第一臨界值時，產生一第四控制碼，用以決定該壓控振盪器工作於一第四候選操作頻率曲線，且於相同的該電壓控制訊號之下，該第四候選操作頻率曲線所對應的頻率值會小於該第一候選操作頻率曲線所對應的頻率值。

15. 一種快速相位收斂之鎖相方法，用於鎖相迴路中，當頻率鎖定時，該壓控振盪器工作於一第一候選操作頻率曲線，該鎖相方法包含有：

依據一參考訊號以及一回授訊號的相位差以產生一電壓控制訊號；

對該電壓控制訊號進行濾波操作以產生一濾波後電壓控制訊號；
依據該濾波後電壓控制訊號以產生一控制碼，用以決定該壓控振

盪器之一操作頻率曲線；

依據該濾波後電壓控制訊號以產生一輸出訊號；以及

依據該輸出訊號以產生該回授訊號；

其中，當頻率鎖定時，且接著當該鎖相迴路進行相位調整時，產生一第一控制碼，以使該壓控振盪器工作於一第二候選操作頻率曲線，以及當輸入壓控電壓振盪器之該濾波後電壓控制

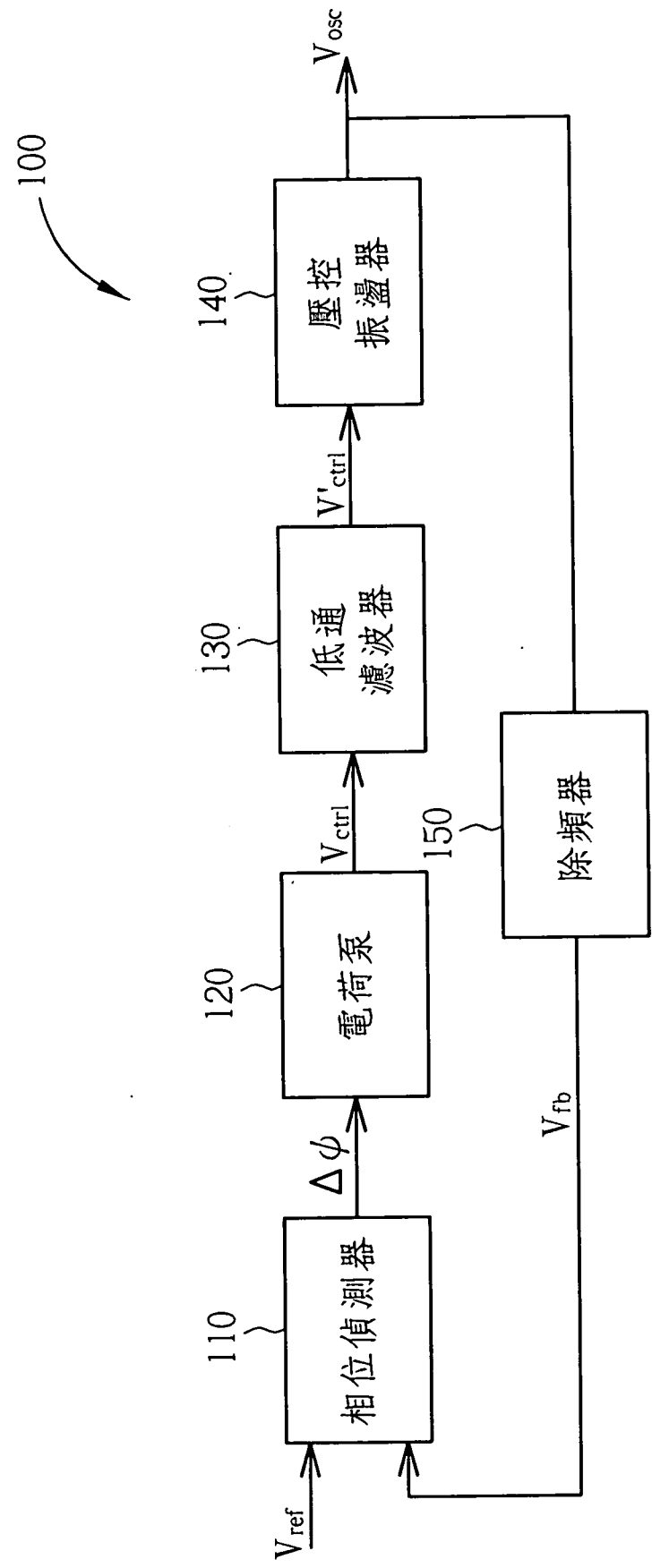
訊號大於一第一臨界值，產生一第二控制碼，以使該壓控振盪器回復工作於該第一候選操作頻率曲線；其中該壓控振盪器必定會回復工作於該第一候選操作頻率曲線。

16. 如申請專利範圍第 15 項所述之鎖相方法，其中在相同的濾波後電壓控制訊號之下，該第二候選操作頻率曲線所對應的輸出頻率值會小於該第一候選操作頻率曲線所對應的輸出頻率值。

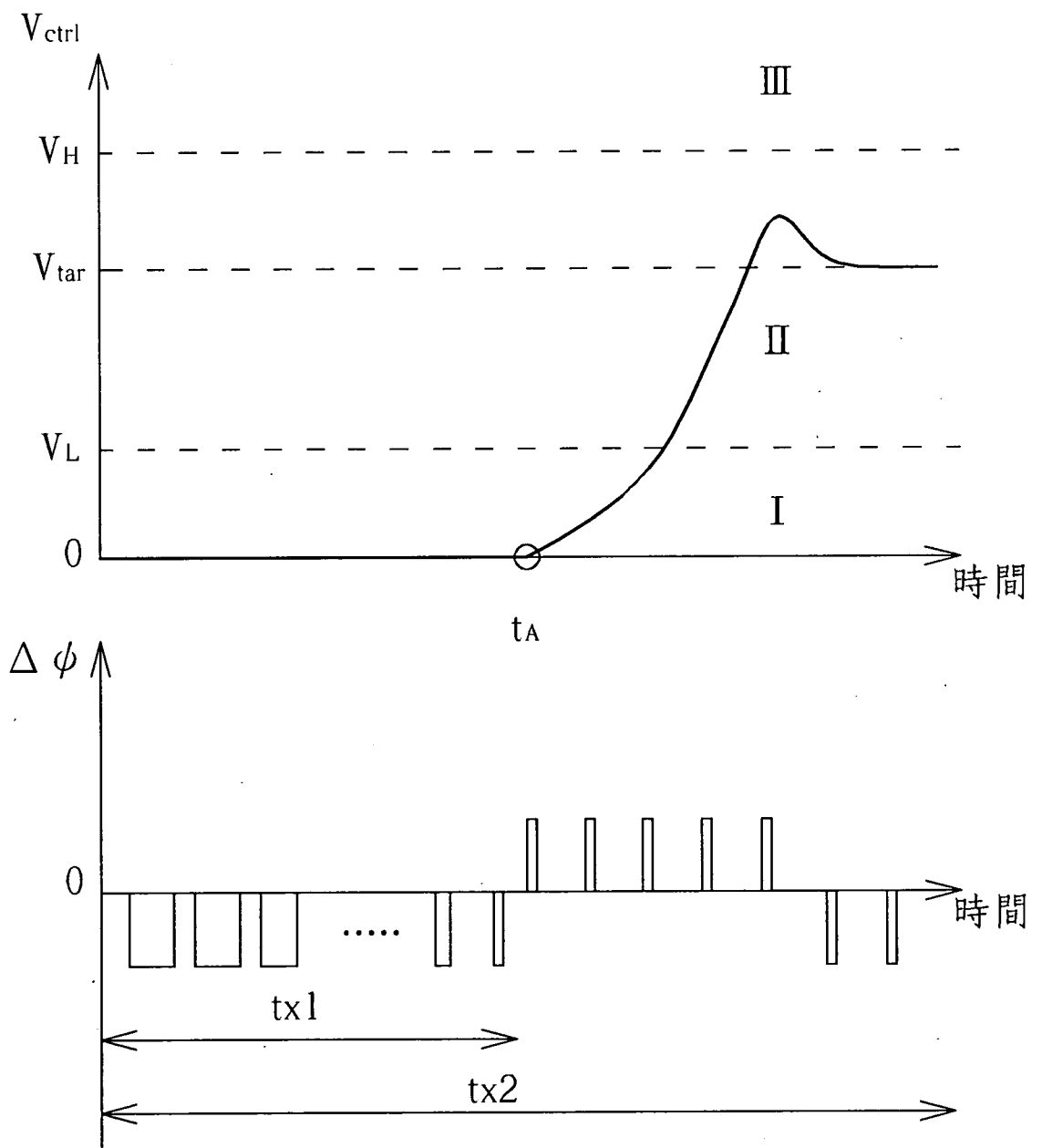
17. 如申請專利範圍第 16 項所述之鎖相方法，其中當該壓控振盪器回復工作於該第一候選操作頻率曲線之後，若是該濾波後電壓控制訊號大於一第二臨界值時，產生一第三控制碼，用以決定該壓控振盪器工作於一第三候選操作頻率曲線，其中該第二臨界值大於該第一臨界值，且於相同的該電壓控制訊號之下，該第三候選操作頻率曲線所對應的頻率值會大於該第一候選操作頻率曲線所對應的頻率值。

18. 如申請專利範圍第 16 項所述之鎖相方法，其中當該壓控振盪器回復工作於該第一候選操作頻率曲線之後，若是該電壓控制訊號小於該第一臨界值時，產生一第四控制碼，用以決定該壓控振盪器工作於一第四候選操作頻率曲線，且於相同的該電壓控制訊號之下，該第四候選操作頻率曲線所對應的頻率值會小於該第一候選操作頻率曲線所對應的頻率值。

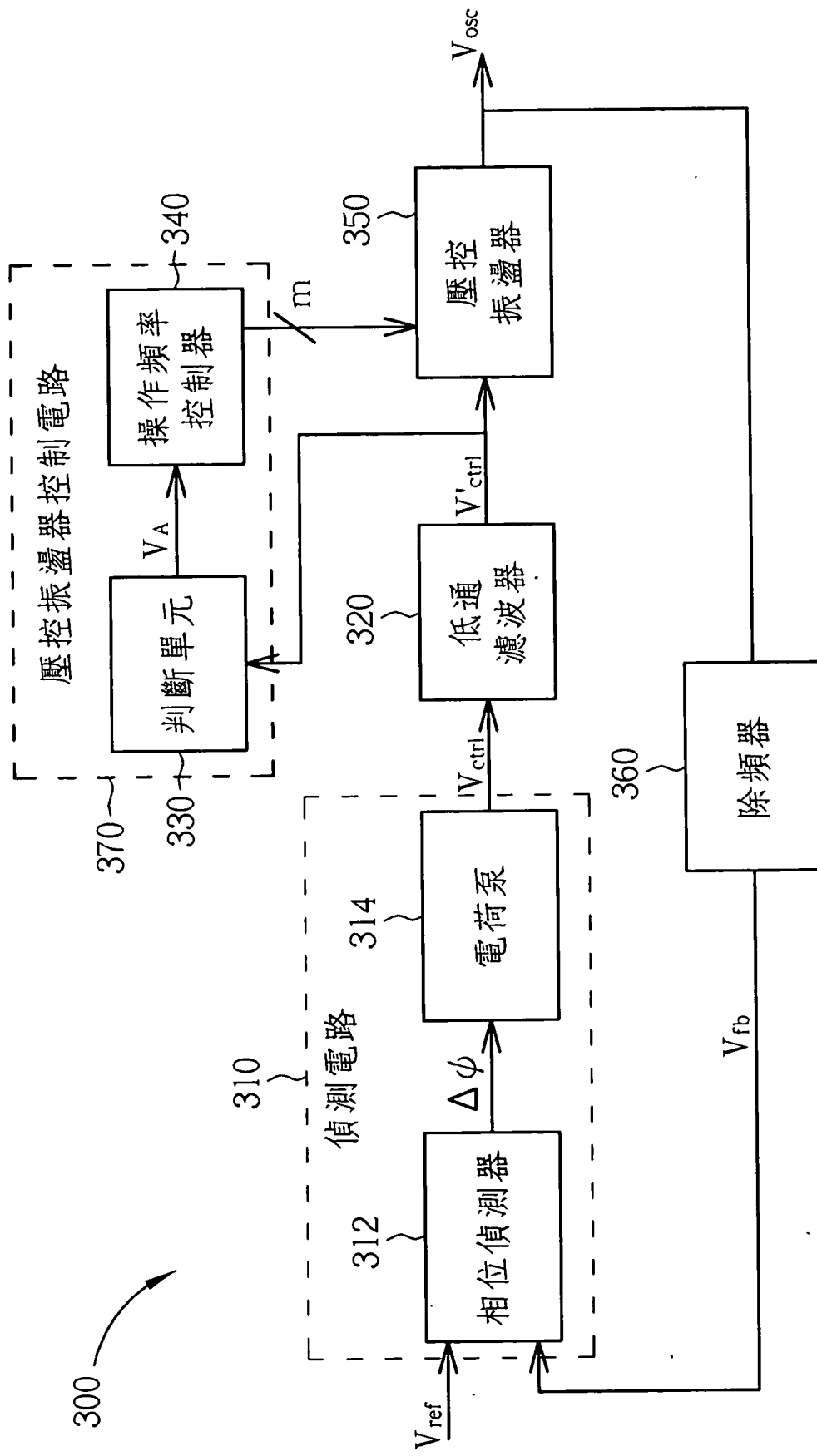
八、圖式：



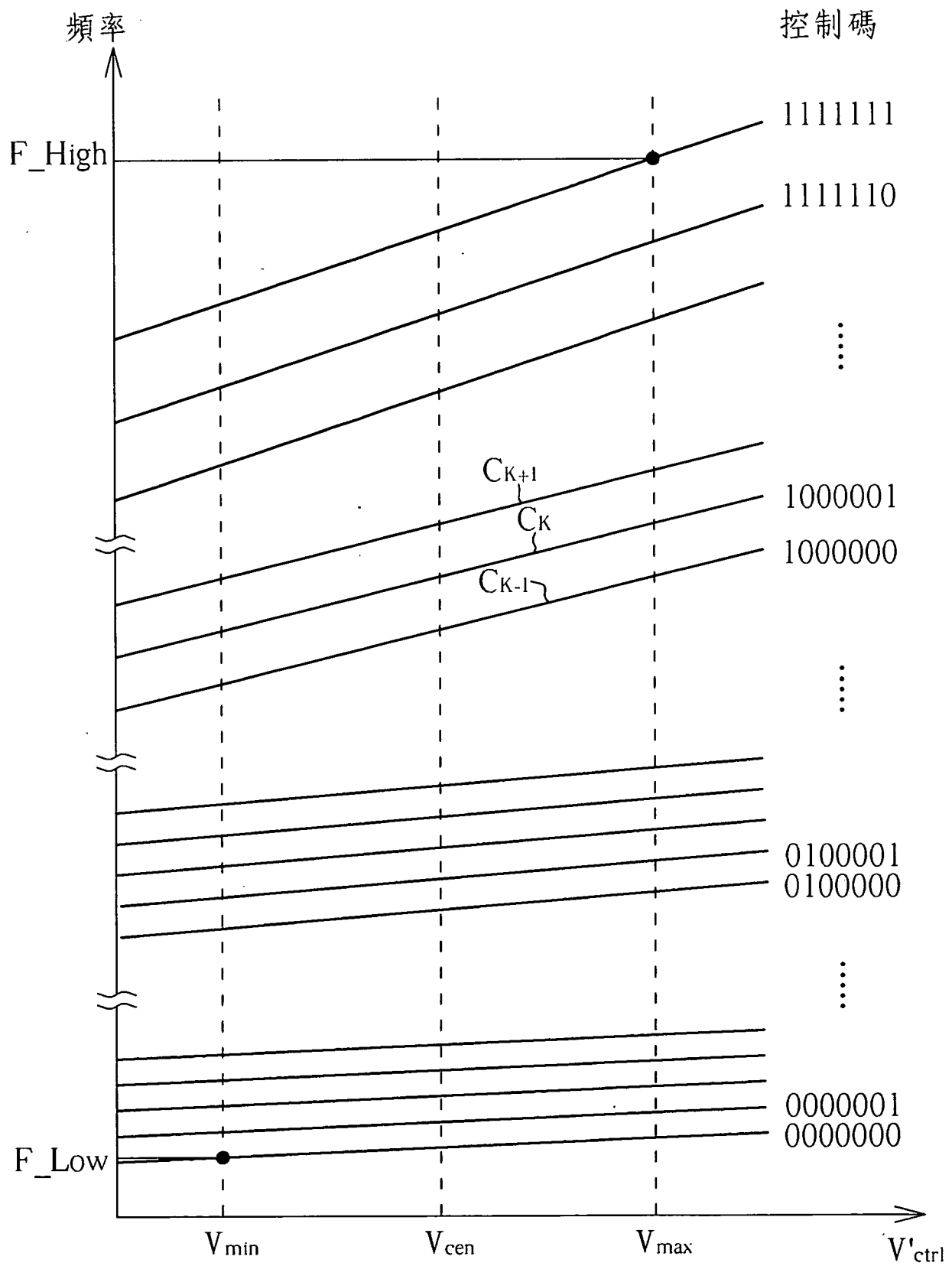
第1圖



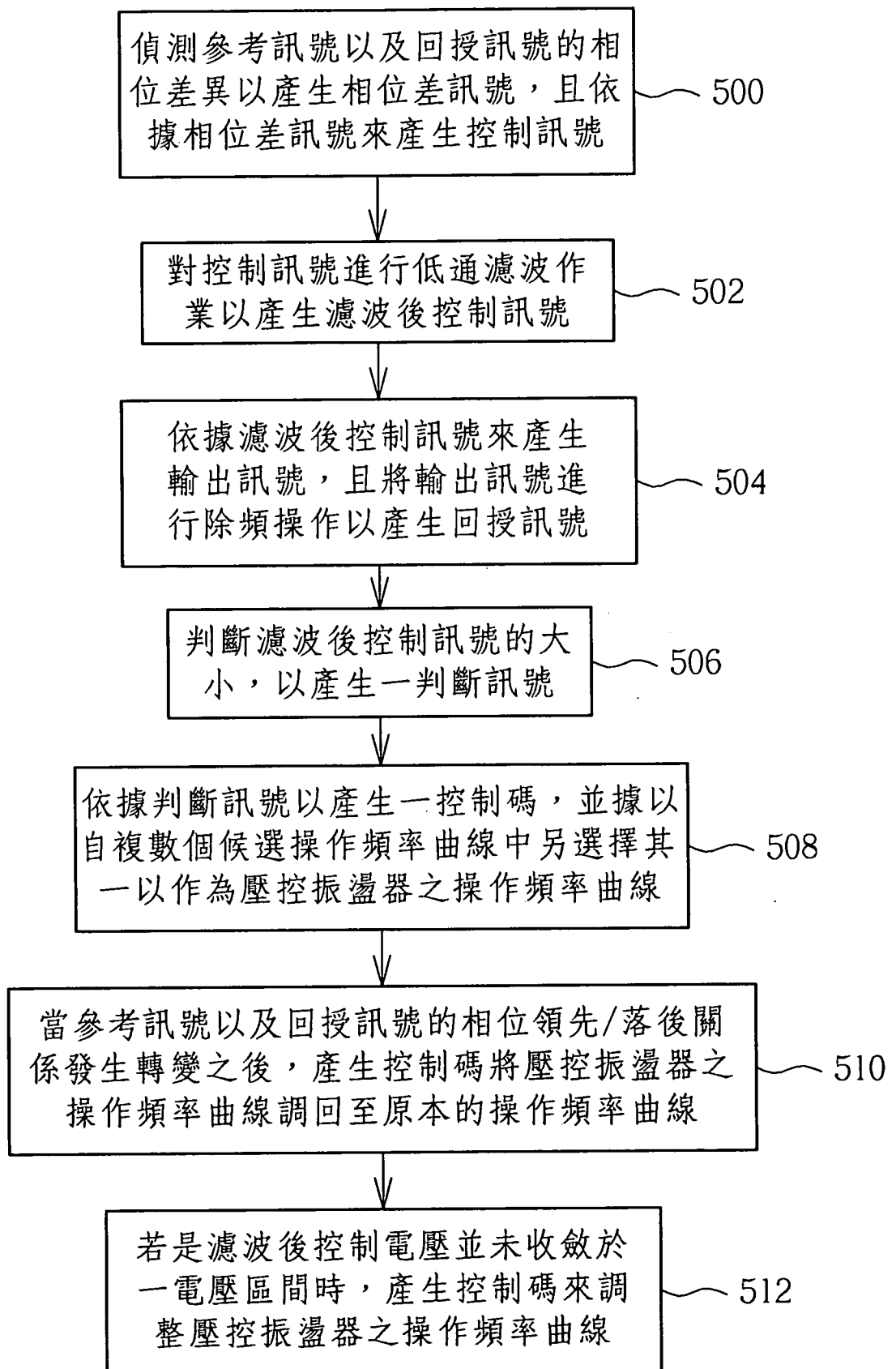
第2圖



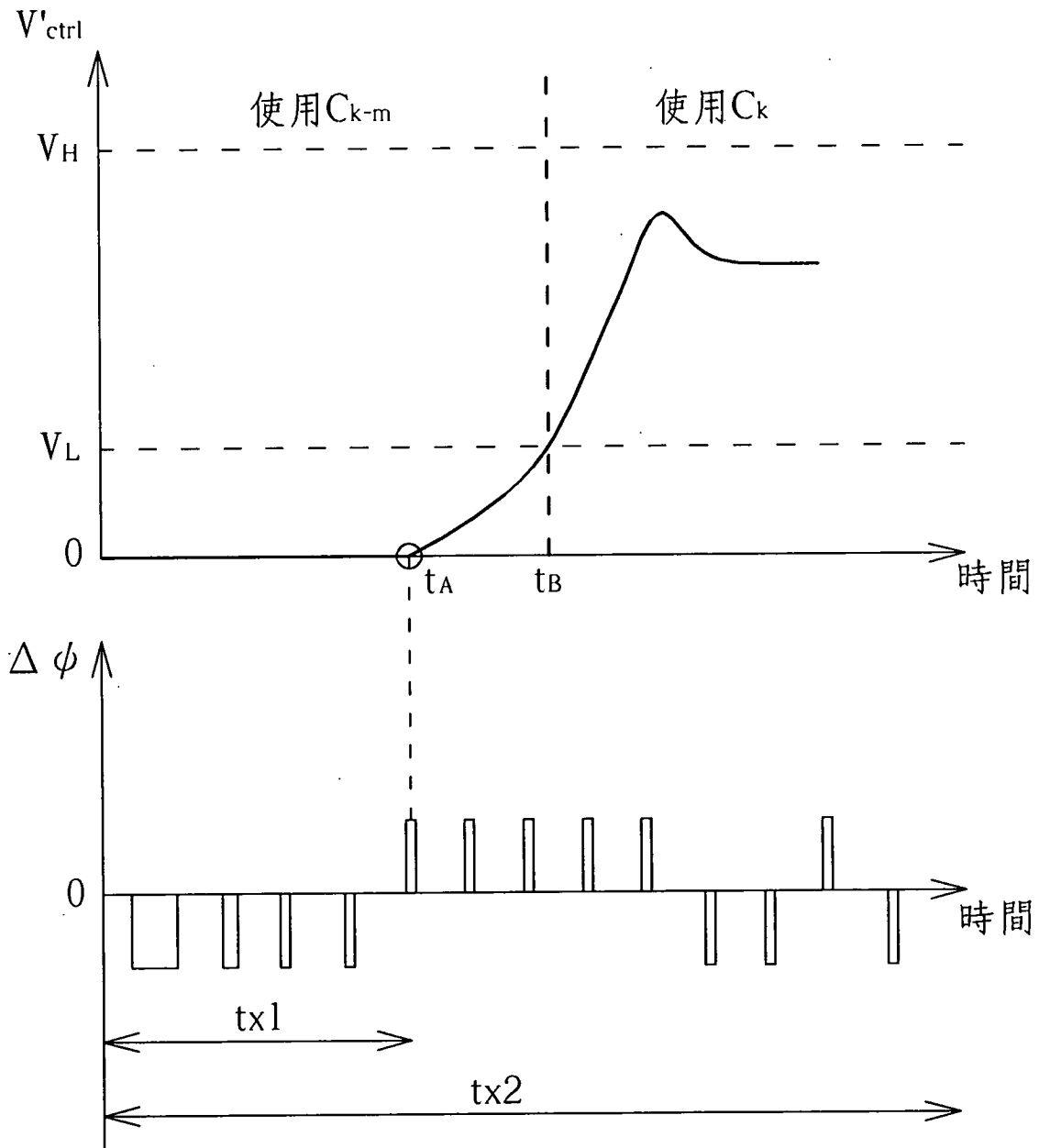
第3圖



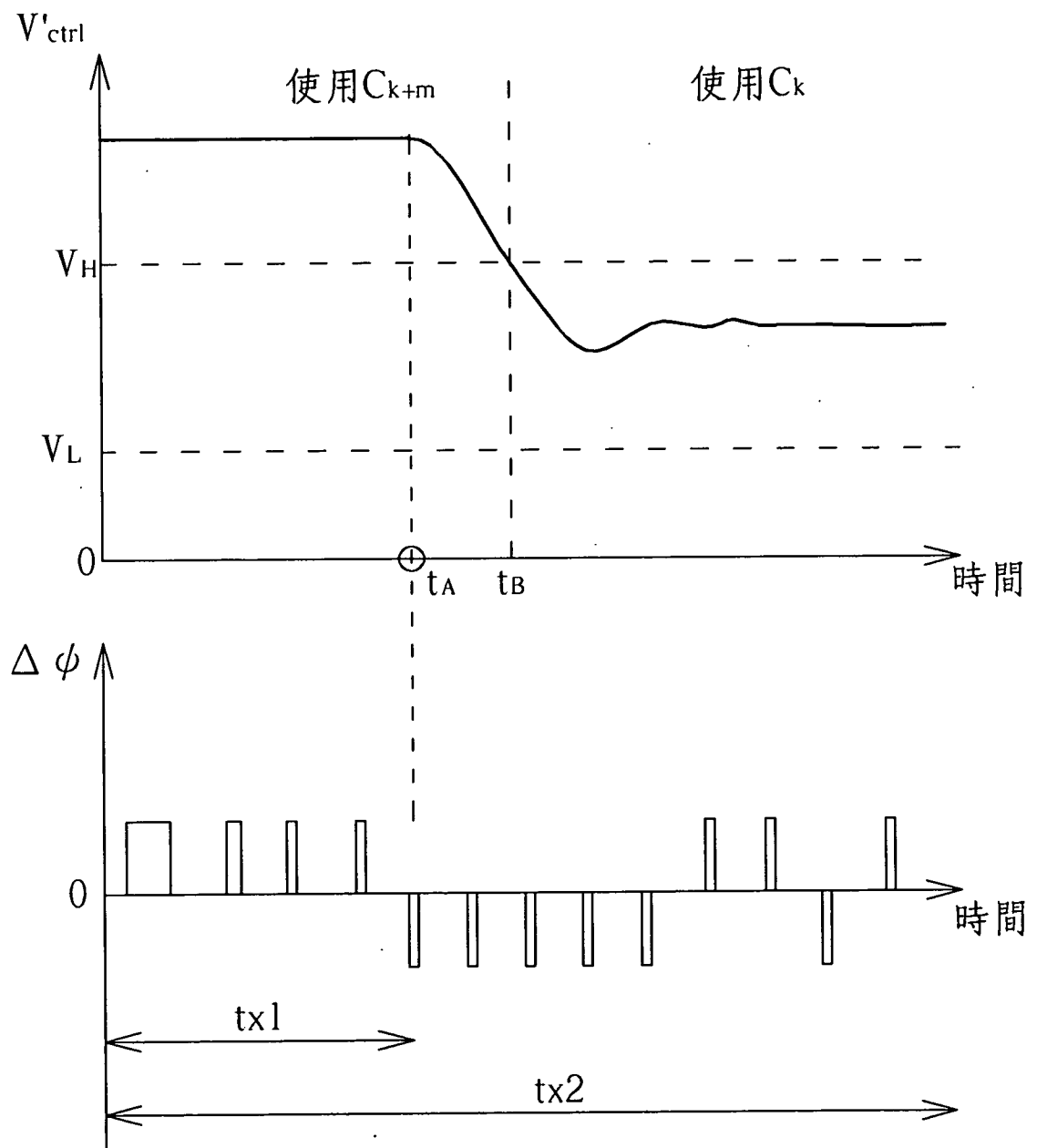
第4圖



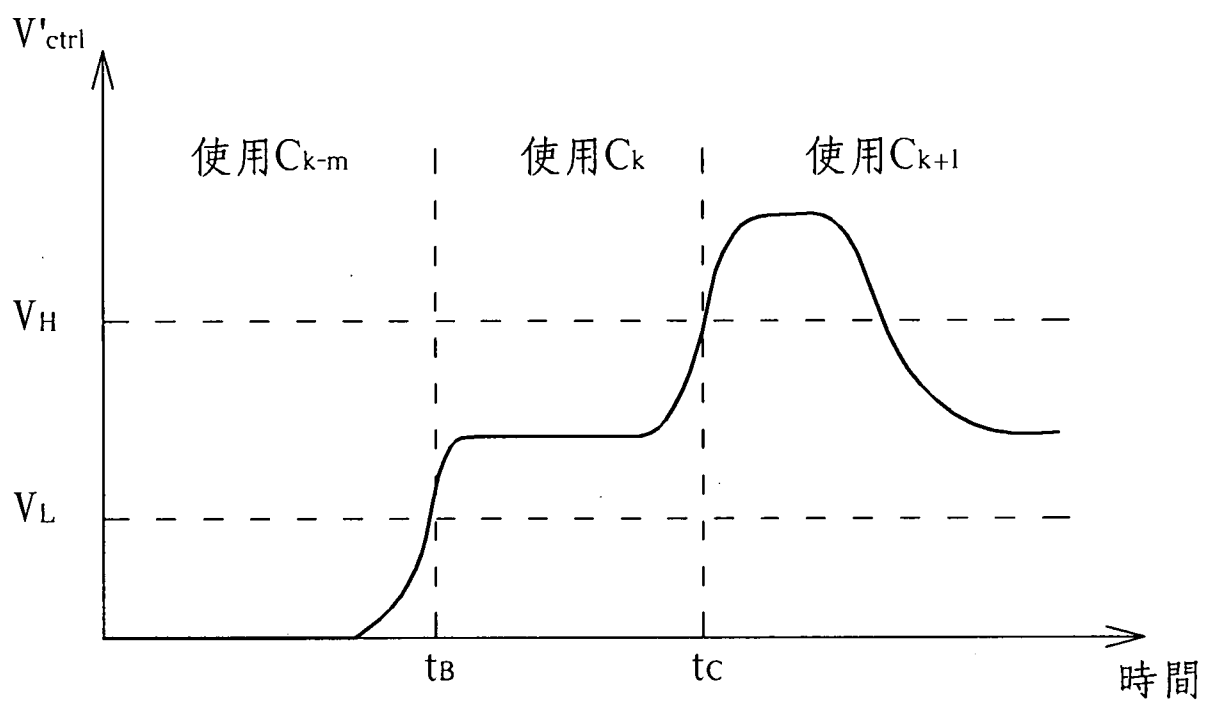
第5圖



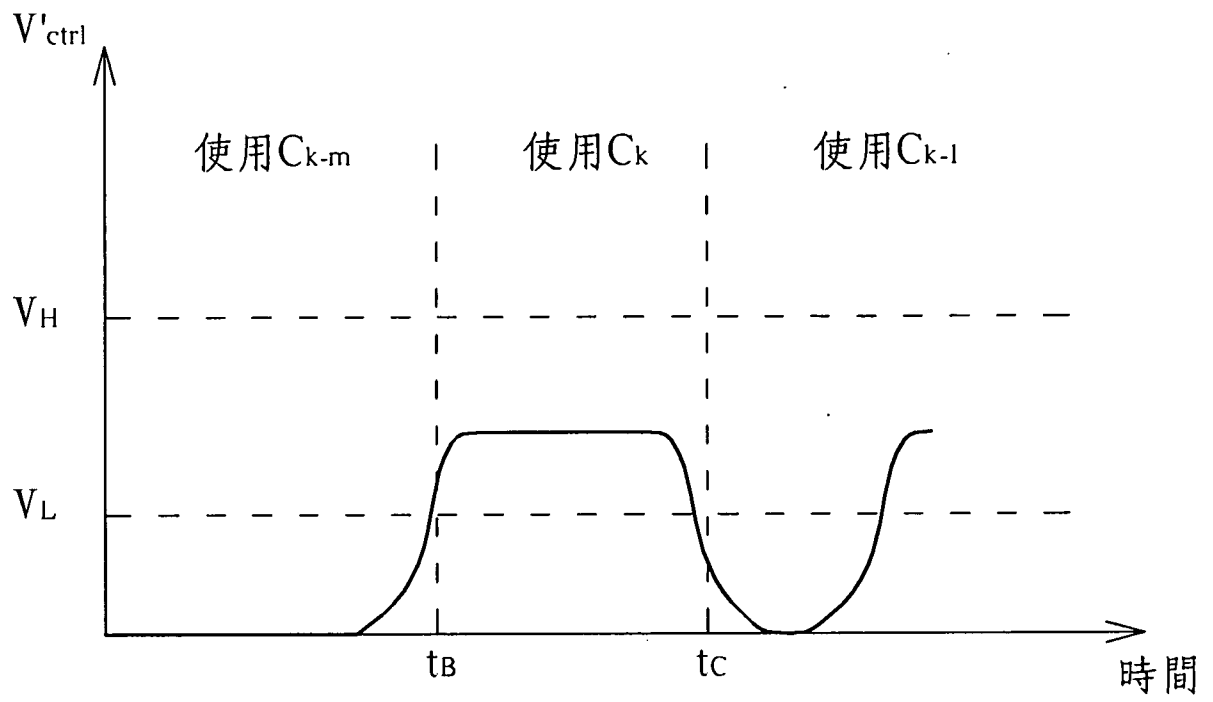
第6圖



第7圖



第8圖



第9圖