



(21) 申請案號：099107550

(22) 申請日：中華民國 99 (2010) 年 03 月 16 日

(51) Int. Cl. : **H03B5/32 (2006.01)**(71) 申請人：瑞昱半導體股份有限公司 (中華民國) REALTEK SEMICONDUCTOR CORP. (TW)
新竹市新竹科學園區創新二路 2 號

(72) 發明人：葉明郁 YEH, MING YUH (TW)；黃禎治 HUANG, CHEN CHIH (TW)；曹太和 TSAUR, TAY HER (TW)

(74) 代理人：葉信金

(56) 參考文獻：

TW 200524285A

US 5614851A

審查人員：錢利國

申請專利範圍項數：19 項 圖式數：4 共 24 頁

(54) 名稱

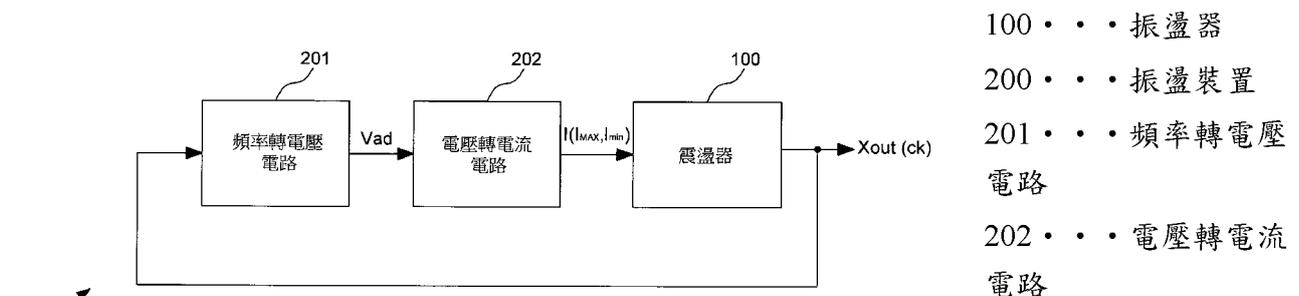
振盪裝置與其控制方法

OSCILLATING DEVICE AND CONTROL METHOD THEREOF

(57) 摘要

本發明揭露了一種振盪裝置與其控制方法。振盪裝置包含有一振盪器、一頻率轉電壓電路、以及一電壓轉電流電路。振盪器接收一具有第一電流值之振盪器電流而在一輸出端輸出一振盪頻率訊號。頻率轉電壓電路耦接振盪器，根據振盪頻率訊號決定一調節電壓。而電壓轉電流電路耦接頻率轉電壓電路，根據調節電壓調整振盪器電流。其中，在振盪器起振後，調節電壓根據振盪頻率訊號將振盪器電流調節至第二電流值。

An oscillating device and control method thereof is disclosed. The oscillating device includes an oscillator, a frequency to voltage converting circuit and a voltage to current converting circuit. The oscillator receives an oscillating current having a first value and outputs an oscillating frequency signal at an output end. The frequency to voltage converting circuit couples to the oscillator and determines a regulating voltage according to the oscillating frequency signal. The voltage to current converting circuit couples the frequency to voltage converting circuit and adjusts the oscillating current according to the regulating voltage.



第 2A 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：94107550

※ 申請日：99.3.16

※ IPC 分類：H07B 5/32

一、發明名稱：振盪裝置與其控制方法 / oscillating (2006.01)

device and control method thereof

二、中文發明摘要：

本發明揭露了一種振盪裝置與其控制方法。振盪裝置包含有一振盪器、一頻率轉電壓電路、以及一電壓轉電流電路。振盪器接收一具有第一電流值之振盪器電流而在一輸出端輸出一振盪頻率訊號。頻率轉電壓電路耦接振盪器，根據振盪頻率訊號決定一調節電壓。而電壓轉電流電路耦接頻率轉電壓電路，根據調節電壓調整振盪器電流。其中，在振盪器起振後，調節電壓根據振盪頻率訊號將振盪器電流調節至第二電流值。

三、英文發明摘要：

An oscillating device and control method thereof is disclosed. The oscillating device includes an oscillator, a frequency to voltage converting circuit and a voltage to current converting circuit. The oscillator receives an oscillating current having a first value and outputs an oscillating frequency signal at an output end. The frequency to voltage converting circuit couples to the oscillator and determines a regulating voltage according to the oscillating frequency signal. The voltage to current converting circuit couples the frequency to voltage converting circuit and adjusts the oscillating current according to the regulating voltage.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(2A)圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

100 振盪器

200 振盪裝置

201 頻率轉電壓電路

202 電壓轉電流電路

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種振盪裝置，特別是關於一種具有節能省電功效之振盪裝置。

【先前技術】

第 1 圖係習知振盪器之示意圖。振盪器 100 包含振盪單元 101 與晶體模組 102。振盪單元 101 包含有一反向器 (Inverter) In 與電阻 R。晶體模組 102 包含有一石英晶體，例如壓電石英電晶體 (Piezoelectric quartz crystal) Pi 與兩電容 C1、C2。

於運作時，振盪單元 101 經由壓電石英電晶體 Pi 與電容 C1、C2 配合振盪，以產生振盪頻率訊號 Xout。一般而言，為了達成快速起振以產生振盪頻率訊號 Xout 之效果，振盪器 100 係接收較大的振盪電流，例如 3~6mA 或以上之電流。晶體模組 102 在振盪過程中，會產生寄生電阻之效應，而振盪單元 101 之反向器 In 可提供必要的負電阻抵銷寄生電阻，使晶體模組 102 持續振盪。但是，反向器 In 持續接收較大電流來運作卻會造成不必要的耗電，浪費能源。

【發明內容】

本發明之目的之一在提供一種具有節省能源功效之振盪裝置。

本發明一實施例提供了一種振盪裝置。該振盪裝置包含有一振盪器、一頻率轉電壓電路、以及一電壓轉電流電路。振盪器接收一具有第一電流值之振盪器電流而在一輸出端輸出一振盪頻率訊號。頻率轉電壓電路耦接振盪器，根據振盪頻率訊號決定一調節電壓。而電壓轉電流電路耦接頻率轉電壓電路，根據調節電壓調整振盪器電流。其中，在振盪器起振後，調節電壓根據振盪頻率訊號將振盪器電流調節至第二電流值。

本發明另一實施例提供了一種振盪裝置之控制方法，包含有下列步驟：首先，提供一振盪器電流。接著，根據振盪器電流產生一振盪頻率訊號。根據振盪頻率訊號決定一調節電壓。之後，根據調節電壓調整振盪器電流，使振盪器以省電振盪狀態工作。

本發明之振盪裝置與其控制方法，係在振盪器發生在振盪器起振後降低振盪器電流以降低耗電，但仍維持相同的頻率輸出，而可在不影響振盪裝置之正常功能下，達成節能省電的效果，解決習知技術之問題。

【實施方式】

以下參考圖式詳細說明本發明提出之振盪裝置與其控制方法。

第 2A 圖顯示本發明之振盪裝置一實施例之方塊圖。

振盪裝置 200 包含有一振盪器 100、一頻率轉電壓電路 201、及一電壓轉電流電路 202。

振盪器 100 係接收一振盪器電流 I 而在一輸出端輸出一振盪頻率訊號 X_{out} 。其中，本實施例以第 1 圖所示之振盪器 100 做說明，但在其他實施例中，振盪器 100 可以是各種目前現有或未來發展出之振盪器來實施，並不侷限於下列各實施例之振盪器。

頻率轉電壓電路 201 係耦接振盪器 100，偵測振盪器 100 輸出的振盪頻率訊號 X_{out} 並據以決定一調節電壓 V_{ad} 。

電壓轉電流電路 202 係耦接頻率轉電壓電路 201，根據調節電壓 V_{ad} 決定提供給振盪器 100 的振盪器電流 I 。

須注意者，電壓轉電流電路 202 提供給振盪器 100 的振盪器電流 I 的大小係用來決定振盪器中反向器 In 的轉導 g_m 的大小，轉導 g_m 可以式 1 表示

$$g_m = k \left(\frac{W}{L} \right) \Delta V \quad \text{式 1}$$

振盪器電流 I 則以式 2 表示

$$I = \frac{k}{2} \left(\frac{W}{L} \right) \Delta V^2 \quad \text{式 2}$$

由式 1 及式 2 可得出

$$I = \left(\frac{g_m^2}{2k} \right) \quad \text{式 3}$$

由式 3 可以看出，振盪器電流 I 與轉導 g_m 成正比，

本發明技術領域具通常知識者當知式 3 之推導過程，在此不加以贅述。

在振盪器電路中，當反相器的轉導 g_m 在一振盪範圍內時，振盪器可正常起振並維持一固定的振盪頻率，若轉導 g_m 高於該振盪範圍時，振盪器會逐漸停止振盪；若轉導 g_m 低於該振盪範圍時則無法起振，輸出的振盪頻率為 0。此外，當轉導 g_m 在振盪範圍內時，較高的轉導 g_m 可以加快起振速度，因此習知振盪器都會將轉導 g_m 設定的較高，換言之，將振盪器電流 I 設定的較高，以確保起振並加快起振速度，但這樣的設計在振盪器起振後，卻造成了無謂的耗電。

在本實施例中，振盪裝置 200 在初始起振時，提供較高的振盪器電流 I (其電流值以第一電流值 I_{MAX} 表示)；在振盪器 100 起振後，頻率轉電壓電路 201 根據振盪頻率訊號 X_{out} 降低調節電壓 V_{ad} ，電壓轉電流電路 202 再根據調節電壓 V_{ad} 將振盪器電流由第一電流值 I_{MAX} 降低為第二電流值 I_{min} 。須注意，第一電流值 I_{MAX} 和第二電流值 I_{min} 均仍將轉導 g_m 維持在振盪範圍內，因此振盪器 100 仍正常工作，振盪裝置 200 在起振後以第二電流值 I_{min} 使振盪器 100 在省電振盪狀態下工作，輸出振盪頻率 X_{out} 。

依此方式，振盪裝置 200 可在振盪器 100 起振後調低振盪器電流 I 以降低耗電，因而在不影響振盪器 100 之正

常功能仍維持相同的頻率輸出下，達成快速起振功能與節能省電的效果，改善習知技術中耗電之問題。

第 2B 圖係振盪裝置 200 之一實施例之示意圖。振盪器 100 包含有晶體模組 102 與振盪單元 101，其細節已於習知技術中說明，不再贅述。頻率轉電壓電路 201 由電流源 I_s 、開關 $Sw1$ 與 $Sw2$ 以及電容 $C3$ 與 $C4$ 組成。電壓轉電流電路 202 在本實施例中以電流鏡架構實現，包含第一電晶體 $T1$ 、第二電晶體 $T2$ 、第三電晶體 $T3$ 以及電阻 $R2$ 。

請同時參照第 2C 圖，第 2C 圖左方繪示本實施例之頻率轉電壓電路 201，右方為其等效電路圖，電流源 I_s 連接在電壓輸入端 (VDD) 和電壓輸出端 (V_{ad}) 之間，其中，當開關 $Sw1$ 和 $Sw2$ 根據振盪頻率訊號 X_{out} 切換時，開關 $Sw1$ 、 $Sw2$ 與電容 $C4$ 可視為組成一等效電阻 R 。將振盪裝置 200 之振盪頻率訊號 X_{out} 之頻率以 f 表示，頻率 f 與電阻 R 和電容 $C4$ 間的關係可表示為

$$f = \frac{1}{RC4} \quad \text{式 4}$$

換言之，等效電阻 R 可表示為

$$R = \frac{1}{fC4} \quad \text{式 5}$$

又，電壓輸出端上所輸出的調節電壓 V_{ad} 為

$$V_{ad} = I_s * R \quad \text{式 6}$$

結合式 5 和式 6 後，調節電壓 V_{ad} 可表示為

$$V_{ad} = I_s * R = I_s * \frac{1}{fC4} = \frac{I_s}{fC4} \quad \text{式 7}$$

由式 7 可知，頻率 f 越低時，調節電壓 V_{ad} 越高，未起振 ($f=0$) 時的調節電壓 V_{ad} 可以第一準位 V_{MAX} 表示，在振盪器起振後，頻率 f 上升，調節電壓 V_{ad} 便逐漸被降低，直到振盪器穩定振盪使頻率 f 維持在一預設值，此時調節電壓 V_{ad} 亦被固定在第二準位 V_{min} 。在振盪頻率訊號 X_{out} 之頻率 f 固定後，調節電壓 V_{ad} 也會固定為 $\frac{I_s}{fC4}$ ，因此，電路設計者可在設計時根據頻率訊號 X_{out} 之頻率 f ，預先決定電容 $C4$ 與電流源 I_s 之大小，讓振盪裝置 200 在起振後藉由頻率 f 維持在省電振盪狀態。

回到第 2B 圖，於初始起振時，電流源 I_s 提供之電流使調節電壓 V_{ad} 在第一準位 V_{MAX} ，電壓轉電流電路 202 據以產生具第一電流值 I_{MAX} 之振盪器電流 I ，振盪單元 101 接收振盪器電流 I ，且經由晶體模組 102 之壓電石英電晶體 P_i 與電容 $C1$ 、 $C2$ 配合起振，產生振盪頻率訊號 X_{out} 。

在振盪器 100 起振並使振盪頻率訊號 X_{out} 達到預設之固定頻率後，振盪器 100 便只需以較低第二電流值 I_{min} 維持工作。頻率轉電壓電路 201 之開關 $Sw2$ 依據振盪頻率訊號 X_{out} 之反向時脈 ckb 之控制、開關 $Sw1$ 依據振盪頻率訊號 X_{out} 之時脈 ck 之控制，並配合電容 $C3$ 、 $C4$ 的

充放電調節電壓 V_{ad} 之大小。舉例而言，時間 t_1 時，開關 Sw_1 依據時脈 ck 關閉(On)，開關 Sw_2 依據時脈 ckb 開啟(Off)，此時電流源 I_s 對電容 C_3 、 C_4 充電。下一時間 t_2 時，開關 Sw_1 依據時脈 ck 開啟(Off)，開關 Sw_2 依據時脈 ckb 關閉(On)，此時電容 C_4 將對地放電。依據式 7，調節電壓 V_{ad} 將隨頻率 f 上升而逐漸降低，在頻率 f 達到並固定在其預設頻率時，調節電壓 V_{ad} 將降至電路設計者預設之電壓準位 V_{min} 。電壓轉電流電路 202 接收調節電壓 V_{ad} ，電晶體 T_1 根據調節電壓 V_{ad} 之下降相應降低電流 I' ，經由電晶體 $T_1 \sim T_3$ 與電阻 R_2 構成之電流鏡，映射輸出振盪器電流 I 。如前所述，振盪器電流 I 與振盪頻率訊號 X_{out} 相關，設計者可根據頻率 f 預設一最低電壓 V_{min} ，使振盪器 100 在穩定起振後可以第二電流值 I_{min} 在省電振盪狀態下工作，以最低的耗電量維持振盪頻率訊號 X_{out} 。

本發明尚可利用一控制器用以偵測該振盪頻率訊號，並依據該振盪頻率訊號之狀態，調整該電壓轉電流電路之該振盪器電流的大小。一實施方式請參閱第 3A 圖及第 3B 圖。第 3A 圖係根據本發明之頻率轉電壓電路另一實施例之示意圖。在本實施例中，可調式電流源 I_s 由電流源 I_{s1} 、 I_{s2} 和 I_{s3} 組成。須注意，電流源 I_s 係供產生調節電壓 V_{ad} 之用，與提供給振盪器 100 之反向器 I_n 的振盪器電流 I 不同。控制器 Co_1 偵測振盪頻率訊號 X_{out} ，據以切換開關 Sw_3 、 Sw_4 以調整可調式電流源 I_s 輸出的

電流，使振盪器 100 維持在最省電的狀態。例如在初始階段時，控制器 Co1 預設將開關 Sw4 關閉(On)而開關 Sw3 開啟(Off)，此時總電流 $I_{total}=I_{s1}+I_{s2}$ ，對電容充電而產生初始之調節電壓 Vad。若此時的調節電壓 Vad 不足以起振，控制器 Co1 偵測不到振盪頻率訊號 Xout，此時控制器 Co1 再將開關 Sw3 關閉(On)，總電流 $I_{total}=I_{s1}+I_{s2}+I_{s3}$ ，調節電壓 Vad 上升，使振盪器 100 正常起振而產生振盪頻率訊號 Xout；若預設狀態產生之總電流 $I_{total}=I_{s1}+I_{s2}$ 即可起振，控制器 Co1 則可嘗試將開關 Sw4 開啟(Off)以進一步降低調節電壓 Vad 之電壓，若開關 Sw3 和 Sw4 皆開啟(Off)的狀態會使振盪頻率訊號 Xout 消失，控制器 Co1 便再次將開關 Sw4 關閉(On)而重新起振。較佳者，控制器 Co1 包括一記憶體，控制器 Co1 根據前述動作，將最佳的切換方式儲存於該記憶體中並予以維持，達到最佳的節能效果。

第 3B 圖顯示本發明頻率轉電壓電路另一實施例之示意圖。其中電容 C4 為可調式電容，包含有電容 C41、C42、C43、C44。控制器 Co2 偵測振盪頻率訊號 Xout，並切換開關 Sw5、Sw6、Sw7、Sw8，決定出電容 C4 的最佳值，以達到節能最佳化。較佳者，控制器 Co2 亦具有一記憶體，將最省電的切換方式加以儲存於其中並予以維持。熟悉本領域之技術者，應能由上述說明瞭解本實施例之運作細節，不再贅述。

當然，在其他實施例中，控制器亦可直接控制電壓轉電流電路所提供之振盪器電流 I ，例如改變其電流鏡射比例，亦可達到控制該振盪器電流的大小的功效。

須注意，經由上述第 3A、3B 圖的說明可以了解，控制器 Co1 與 Co2 均包括有一記憶體；當然，控制器 Co1 及/或 Co2 在其他實施例亦可依據設計者之設計調整記憶體之配置。例如，為節省成本而可設計為不包括記憶體而在每次運作時均作判斷，或是採用外掛之記憶體來進行儲存功能...等。

第 4 圖係根據本發明之振盪裝置控制方法一實施例的流程圖。配合第 2A 圖說明之。在開始 S402 後，於步驟 S404 對振盪器 100 提供一具有預設電流值 I_{MAX} 之振盪器電流，接著，進入步驟 S406，依據振盪器電流 I_{MAX} 產生振盪頻率訊號 Xout，而後進入步驟 S408，頻率轉電壓電路 201 依據振盪頻率訊號 Xout 決定調節電壓 Vad，接著在步驟 S410 中，電壓轉電流電路 202 依據該調節電壓 Vad 調整該振盪器電流，例如將振盪器電流由第一電流值 I_{MAX} 降至第二電流值 I_{min} ，使振盪器 100 以省電振盪狀態工作，直到結束 S410。

舉一實際數據說明，在不考慮振盪器 100 中的裝置 (device)、與振盪晶體 (crystal) 特性的狀況下，以頻率 25MHz 的例子來看，初始提供給振盪器 100 的起振振盪器電流至少要有 3mA，因為製程偏差有可能會需要設定

到振盪器電流到 6mA 以上，所以習知做法會在起振後仍維持提供至少 3mA，甚至高達 6 mA 的振盪器電流。本發明提出之控制方法可以在起振後把提供給振盪器 100 的振盪器電流調降到較低但仍能穩定維持振盪的典型值 1mA，甚至有機會調降到 500uA，因此可大量的節省電能的消耗，更配合可調式電流源及可調式電容，進一步達成節能最佳化，解決習知技術之問題。

此外，當預設之振盪器電流因製程或其他因素，造成振盪器電流過大使得轉導 gm 過高而超出振盪範圍時，本發明提出之振盪裝置及其控制方法亦能配合振盪器之特性，在起振後降低振盪器電流，使轉導 gm 落回振盪範圍內，避免因轉導 gm 過高而使得振盪器逐漸停止工作。再者，本發明圖示 2B、2C、3A、3B 所繪式之接地圖案可代表零伏特之接地電壓、或各種數值之參考電壓。

以上雖以實施例說明本發明，但並不因此限定本發明之範圍，只要不脫離本發明之要旨，該行業者可進行各種變形或變更。

【圖式簡單說明】

第 1 圖顯示一習知振盪器之示意圖。

第 2A 圖係根據本發明之振盪裝置一實施例之方塊圖。

第 2B 圖係振盪裝置 200 之一實施例之示意圖。

第 2C 圖係頻率轉電壓電路 201 一等效電路示意圖。
第 3A 圖顯示頻率轉電壓電路另一實施例之示意圖。
第 3B 圖顯示頻率轉電壓電路又一實施例之示意圖。
第 4 圖顯示本發明振盪裝置控制方法一實施例之流程圖。

【主要元件符號說明】

200 振盪裝置

100 振盪器

In 反向器

R、R1、R2 電阻

C1、C2、C3、C31、C32、C33、C34、C4 電容

Pi 石英電晶體

201 頻率轉電壓電路

202 電壓轉電流電路

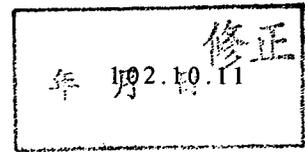
Is、Is1、Is2、Is3 電流源

Sw1、Sw2、Sw3、Sw4、Sw5、Sw6、Sw7、Sw8 開

關

T1~T3 電晶體

Co1、Co2 控制器



七、申請專利範圍：

1. 一種振盪裝置，包括：

一振盪器，接收一振盪器電流而在一輸出端輸出一振盪頻率訊號；
一頻率轉電壓電路，耦接該振盪器，用以輸出一調節電壓，該頻率轉電壓電路具有一等效電阻，並根據該振盪頻率訊號之頻率變動相對應地調整該等效電阻之電阻值，以相對應地調整該調節電壓；以及

一電壓轉電流電路，耦接該頻率轉電壓電路，根據該調節電壓調整該振盪器電流；

其中該等效電阻係與該振盪頻率訊號之頻率與至少一電容的電容值相對應。

2. 如申請專利範圍第 1 項所記載之振盪裝置，其中該頻率轉電壓電路根據該振盪頻率訊號的頻率上升使該調節電壓下降。

3. 如申請專利範圍第 1 項所記載之震盪裝置，其中，該頻率轉電壓電路包括有至少一開關，該至少一開關根據該振盪頻率訊號之頻率進行切換。

4. 如申請專利範圍第 1 項所記載之振盪裝置，其中該振盪器電流控制該振盪器在起振後以省電振盪狀態工作。

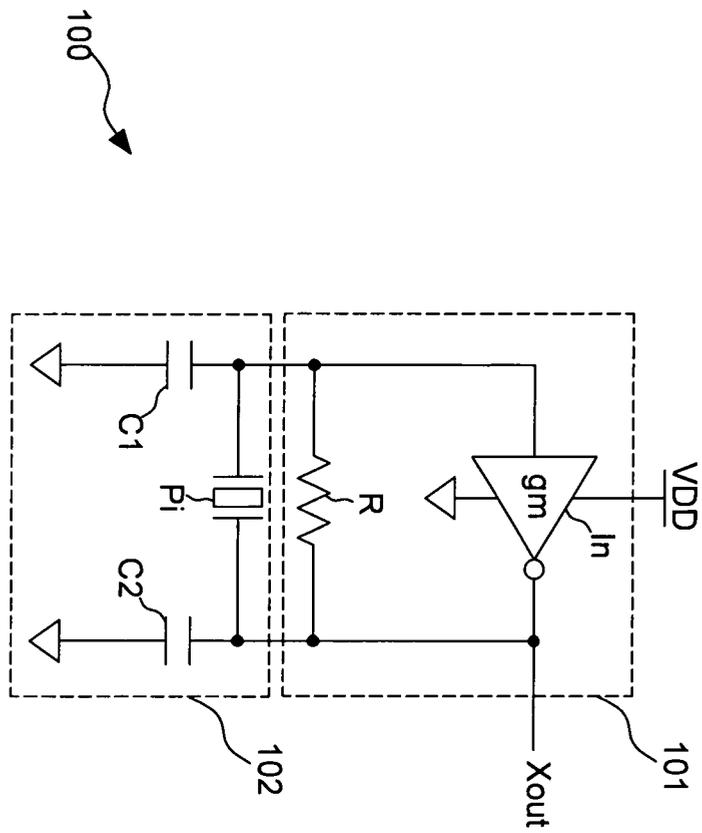
5. 如申請專利範圍第 1 項所記載之振盪裝置，其中，在該振盪器起振後，該震盪振盪器電流係控制該振盪器在一振盪範圍內維持振盪。

6. 如申請專利範圍第 1 項所記載之振盪裝置，其中該振盪器包含有一反向器，且該振盪器電流之大小與該反向器的轉導成正比。

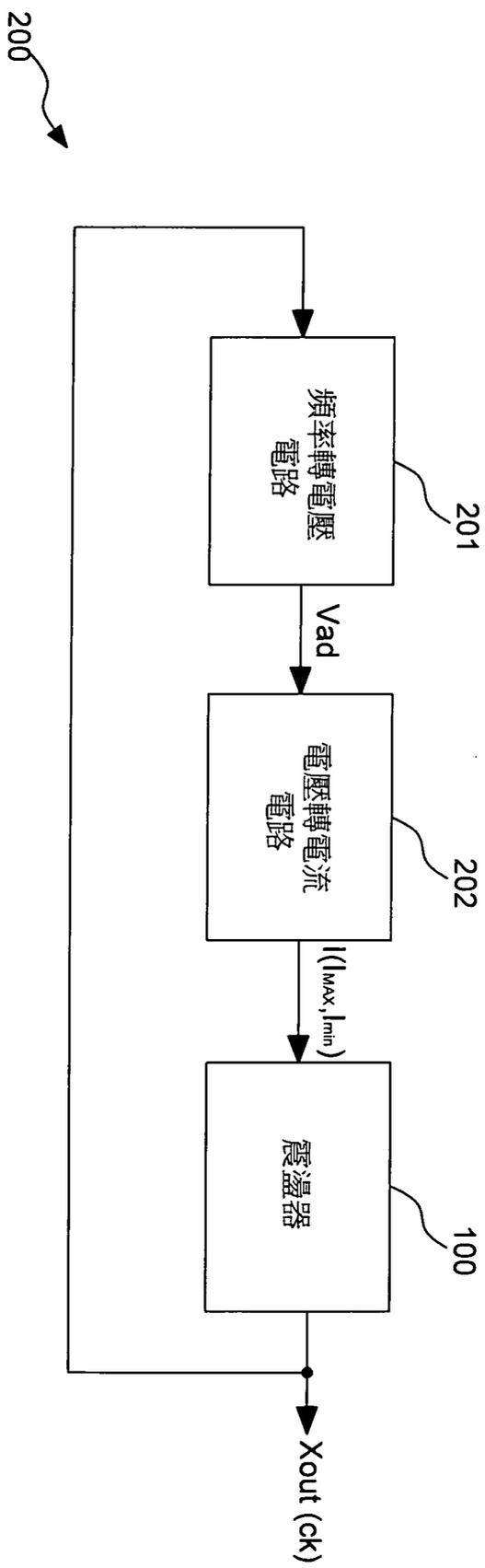
7. 如申請專利範圍第 6 項所記載之振盪裝置，其中該反向器的轉導具有一振盪範圍，且該振盪器電流使該振盪器的轉導維持在該振盪範圍內。
8. 如申請專利範圍第 1 項所記載之振盪裝置，其中該頻率轉電壓電路包含有：
 - 一電流源，耦接在電壓輸入端和電壓輸出端之間，用以提供電流；
 - 一第一開關，其一端耦接該電壓輸出端，受該振盪頻率訊號之時脈控制切換；
 - 一第二開關，耦接在該第一開關的另一端及一參考電壓之間，受該振盪頻率訊號之反向時脈控制切換；以及
 - 該至少一電容包含有一第一電容與一第二電容；
 - 該第一電容，耦接在該電壓輸出端及該參考電壓之間；以及
 - 該第二電容，其一端耦接在該第一開關及該第二開關之間，另一端耦接該參考電壓；其中，該第一開關、該第二開關及該第二電容提供該等效電阻，該等效電阻與該第一電容並聯並與該振盪頻率訊號相關。
9. 如申請專利範圍第 8 項所記載之振盪裝置，其中該電流源係一可變電流源。
10. 如申請專利範圍第 9 項所記載之振盪裝置，其中該可變電流源包括複數個並聯的電流源，以及複數個連接在該些電流源之間的開關，以對該電壓輸出端提供不同大小之電流。

11. 如申請專利範圍第 1 項所記載之振盪裝置，更包括：
一控制器，用以偵測該振盪頻率訊號，依據該振盪頻率訊號之狀態，調整該電壓轉電流電路之該振盪器電流的大小。
12. 如申請專利範圍第 8 項所記載之振盪裝置，其中該第二電容係一可變電容。
13. 如申請專利範圍第 12 項所記載之振盪裝置，其中該可變電容包括複數個串聯的電容，以及複數個與該些電容並聯的開關，以決定該第二電容的電容值。
14. 如申請專利範圍第 8 項所記載之振盪裝置，其中該電壓轉電流電路包括有一電流鏡電路。
15. 一種振盪裝置之控制方法，包含有：
提供一振盪器電流至一振盪器；
根據該振盪器電流產生一振盪頻率訊號；
提供一頻率轉電壓電路，根據該振盪頻率訊號之頻率變動相對應地調整該頻率轉電壓電路的一等效電阻之電阻值，依據該等效電阻之電阻值相對應地調整一調節電壓；以及
根據該調節電壓調整該振盪器電流；
其中，該等效電阻係與該振盪頻率訊號之頻率與至少一電容的電容值相對應。
16. 如申請專利範圍第 15 項所記載之控制方法，其中，在該振盪器起振後，該振盪器電流係控制該振盪器在一振盪範圍內維持振盪。

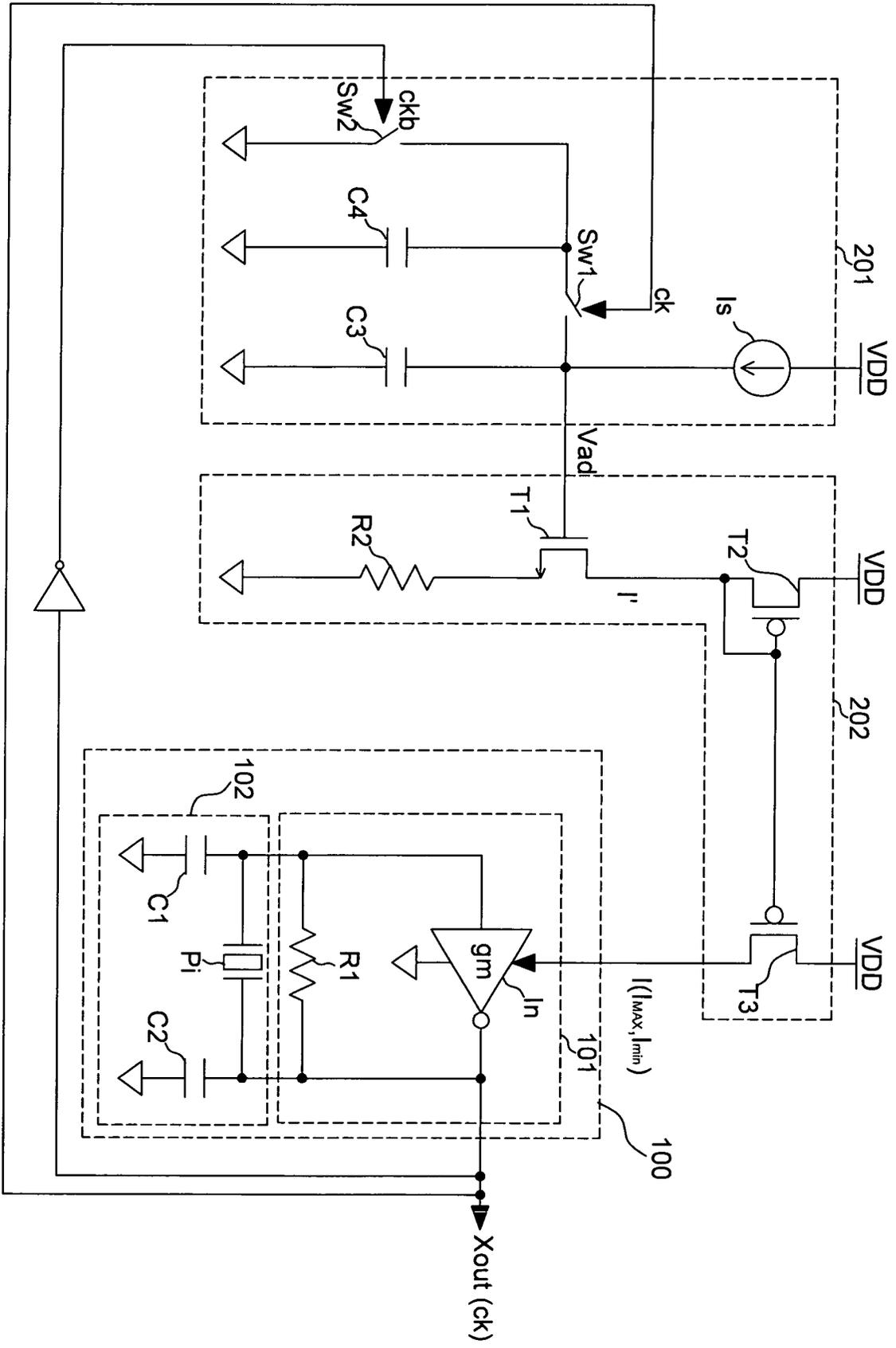
17. 如申請專利範圍第 15 項所記載之控制方法，其中根據該振盪頻率訊號決定該調節電壓的步驟包括隨該振盪頻率訊號的頻率上升而降低該調節電壓。
18. 如申請專利範圍第 15 項所記載之控制方法，其中該振盪器電流控制該振盪器在起振後以省電振盪狀態工作。
19. 如申請專利範圍第 15 項所記載之控制方法，其中，該頻率轉電壓電路包括有至少一開關，該至少一開關根據該振盪頻率訊號之頻率進行切換。



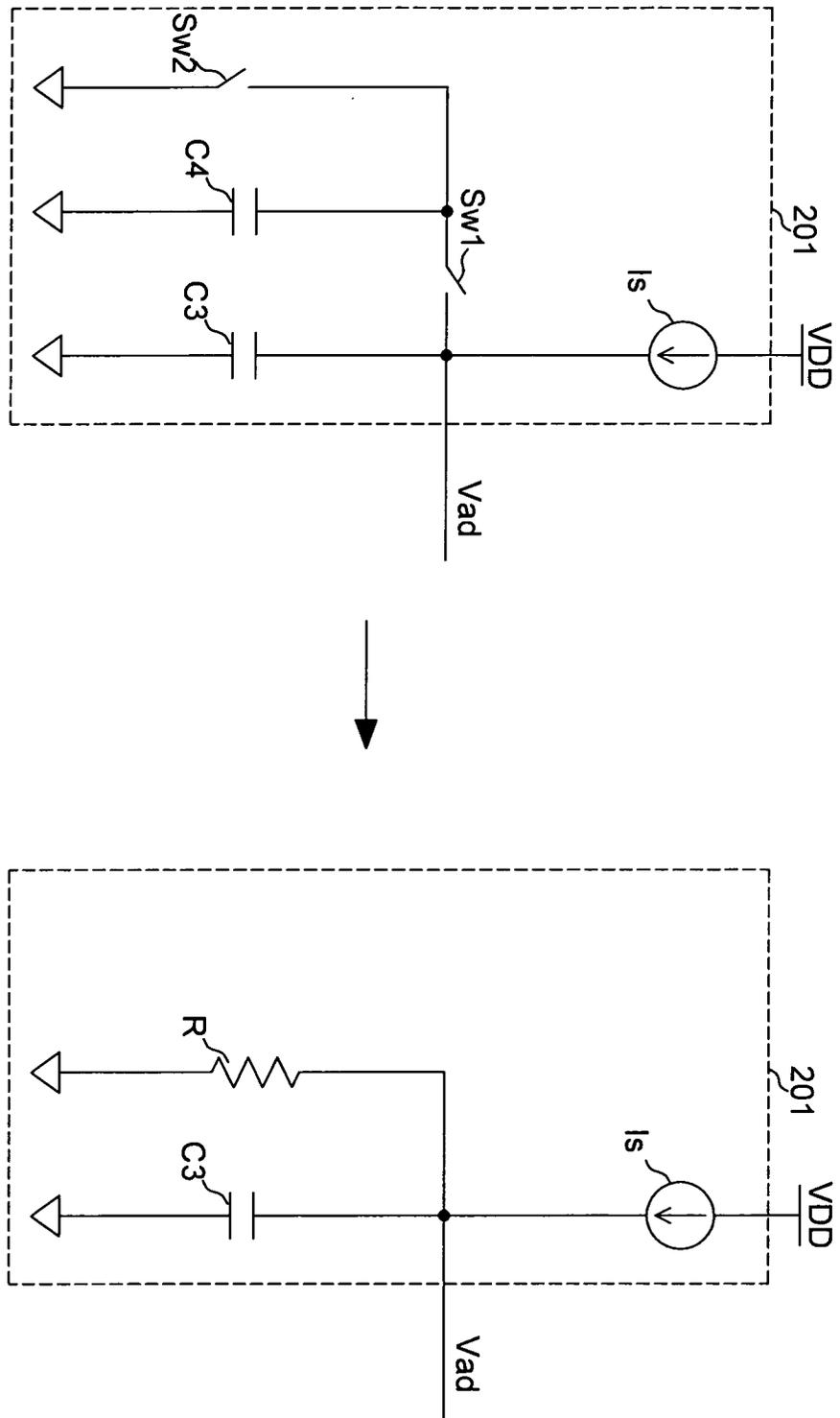
第 1 圖 (先前技術)



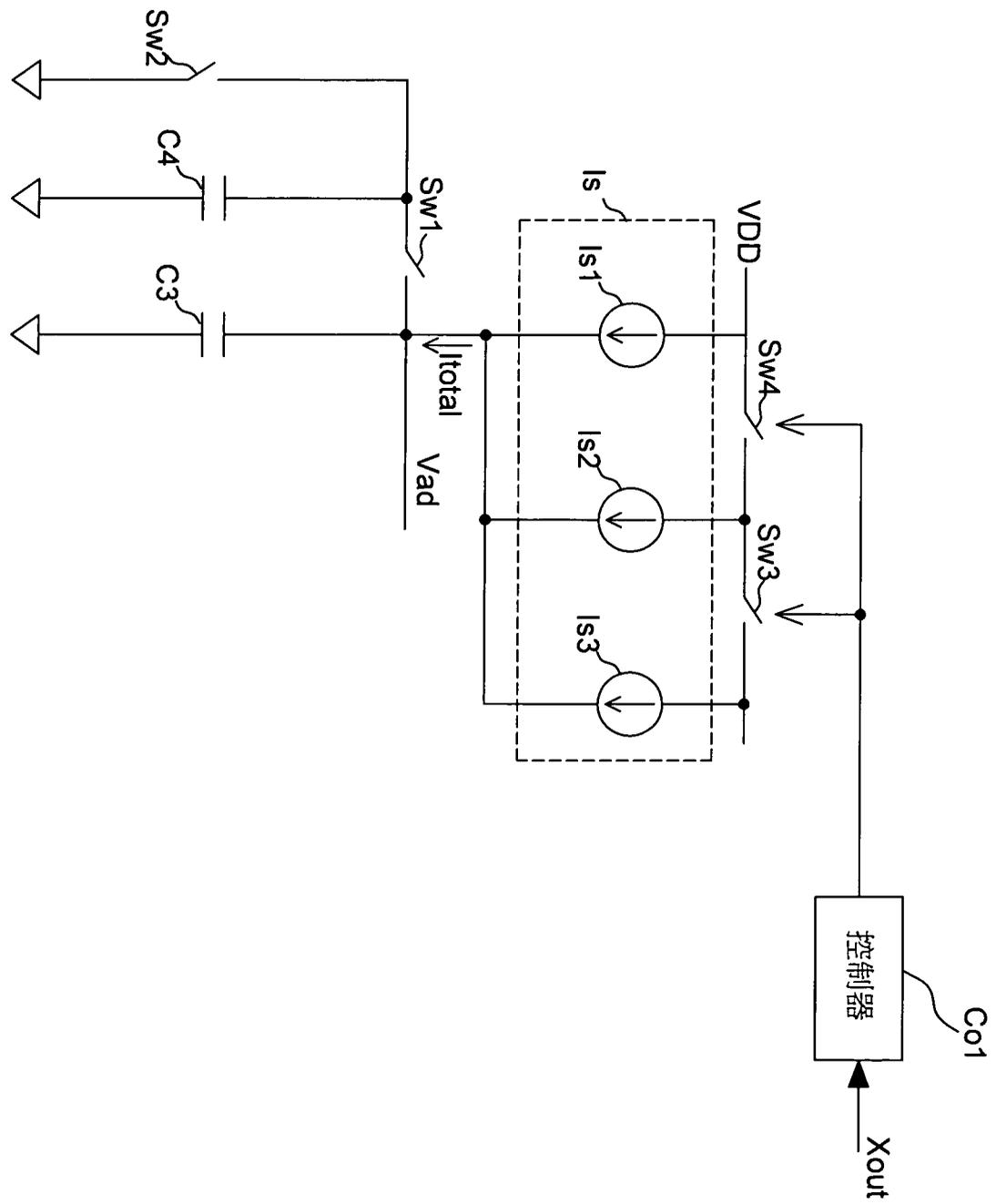
第 2A 圖



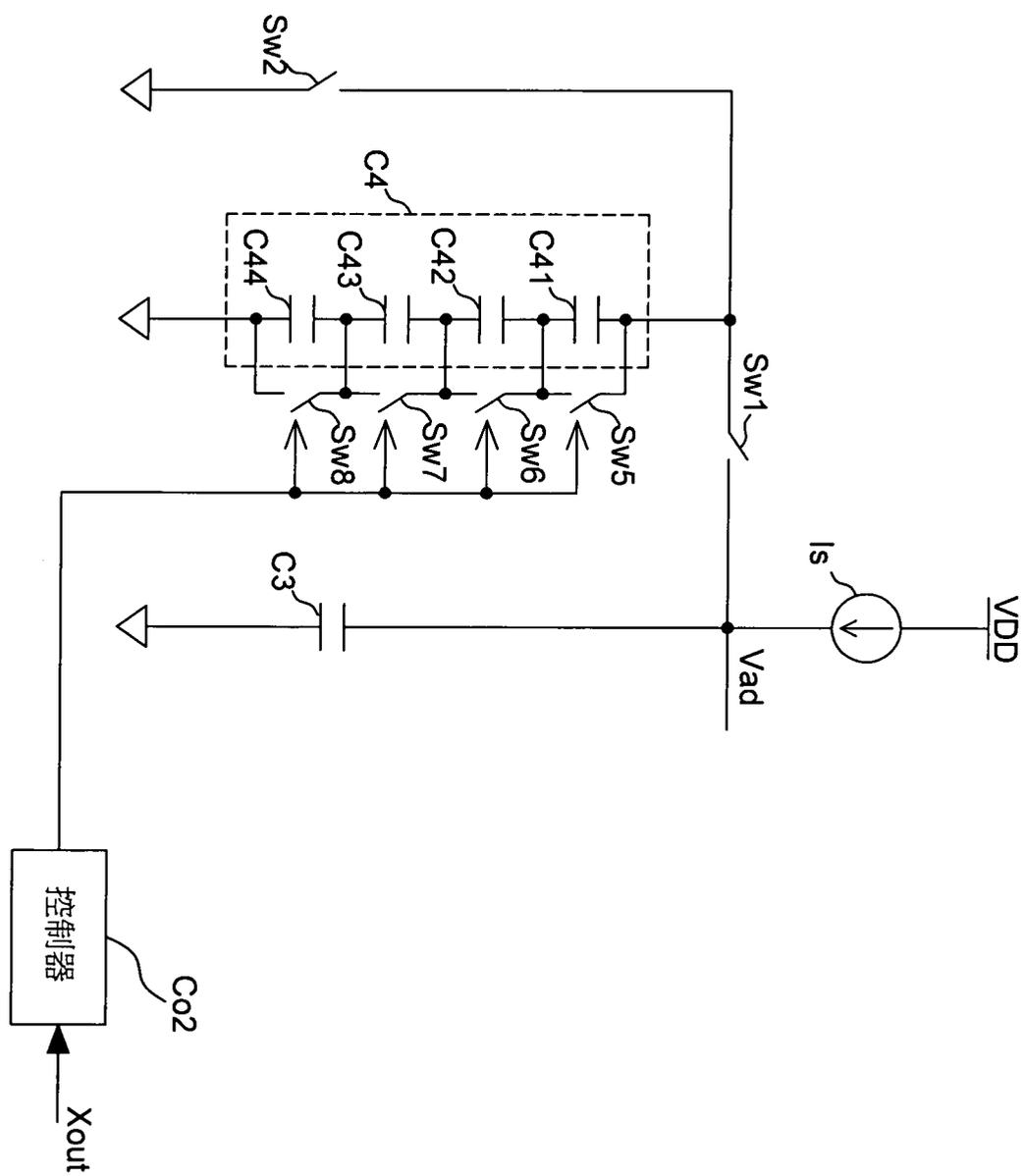
第 2B 圖



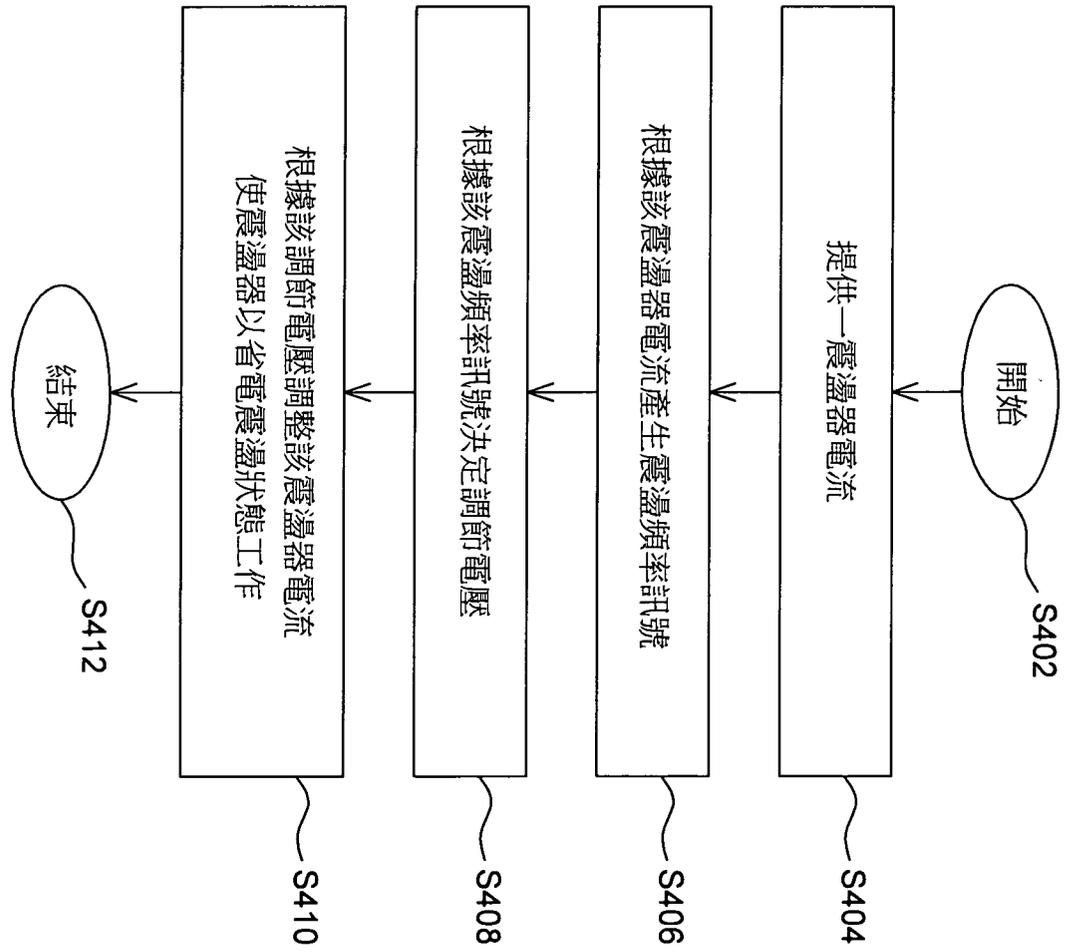
第 2C 圖



第 3A 圖



第 3B 圖



第 4 圖