



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 201526548 A

(43) 公開日：中華民國 104 (2015) 年 07 月 01 日

(21) 申請案號：103141783

(22) 申請日：中華民國 103 (2014) 年 12 月 02 日

(51) Int. Cl. : *H03L7/00 (2006.01)* *G06F15/76 (2006.01)*

(30) 優先權：2013/12/24 英國 GB 1322978.6

(71) 申請人：北歐半導體公司 (挪威) NORDIC SEMICONDUCTOR ASA (NO)
挪威(72) 發明人：司達普勒頓 裘 STAPLETON, JOEL (AU)；特爾多 馬丁 TVERDAL, MARTIN
(NO)

(74) 代理人：吳冠賜；林志鴻

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：52 項 圖式數：9 共 55 頁

(54) 名稱

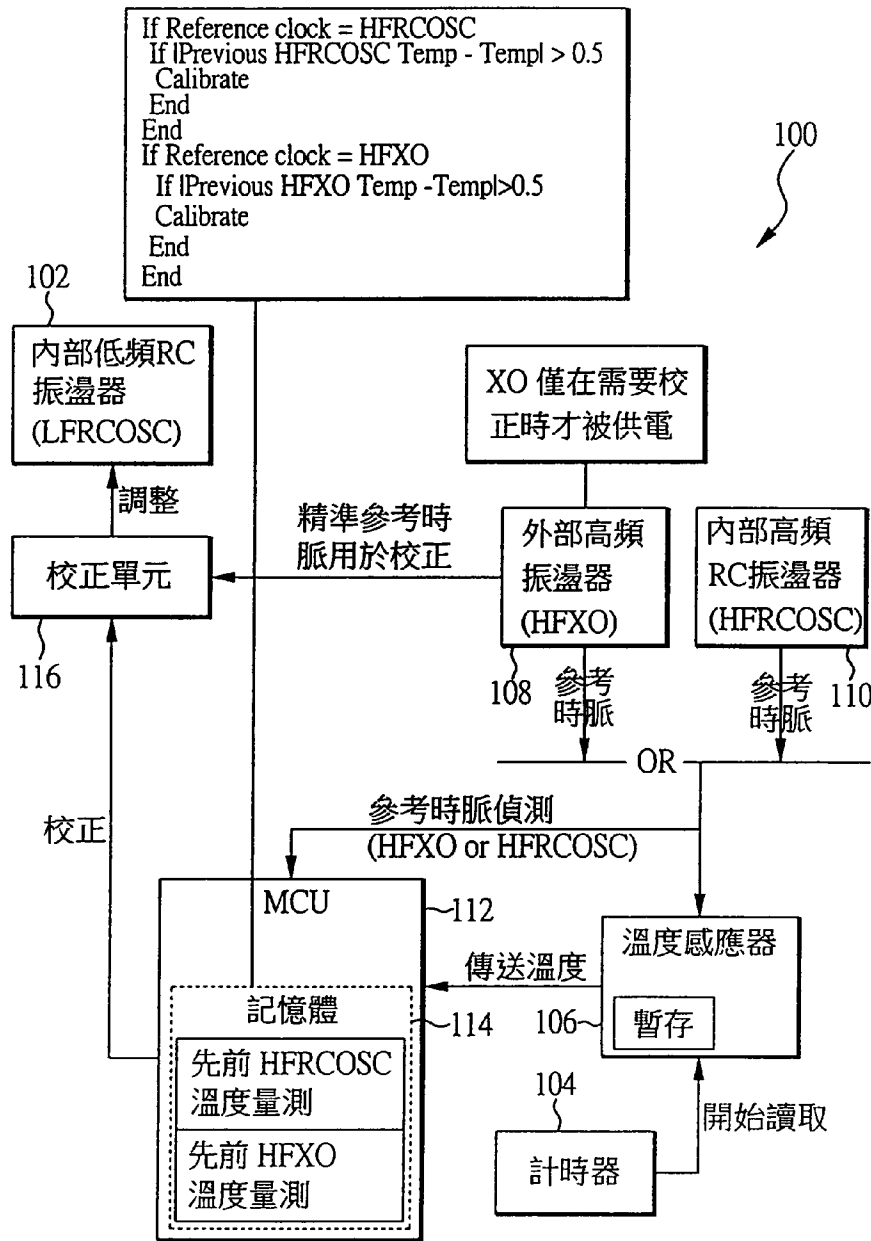
改良式低功率振盪器

IMPROVED LOW-POWER OSCILLATOR

(57) 摘要

本發明提供一種校正一第一振盪器(102)的方法。一溫度被測量以取得一測量溫度值，並決定該測量溫度值與至少一先前測量的溫度值之差異是否超過一門檻量。假如該測量溫度與該先前測量的溫度值之差異超過該門檻量，一參考振盪器(108、110)被用以校正該第一振盪器(102)。

A method of calibrating a first oscillator (102) is disclosed. A temperature is measured to obtain a measured temperature value and a determination is made of whether said measured temperature value differs from at least one previously measured temperature value by more than a threshold amount. If said measured temperature does differ from at least one previously measured temperature by more than said threshold amount, a reference oscillator (108, 110) is used to calibrate the first oscillator (102).



- 100 . . . 積體振盪器電路
- 102 . . . 內部低頻RC振盪器(LFRCO)
- 104 . . . 計時器
- 106 . . . 溫度感應器
- 108、110 . . . 參考振盪器
- 112 . . . 微控制器
- 114 . . . 記憶體
- 116 . . . 校正單元

圖1

發明摘要

※ 申請案號：103141783

※ 申請日：103.12.02

※IPC 分類：H03L 7/00 (2006.01)
G06F 15/76 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

改良式低功率振盪器/ Improved low-power oscillator

【中文】

本發明提供一種校正一第一振盪器(102)的方法。一溫度被測量以取得一測量溫度值，並決定該測量溫度值與至少一先前測量的溫度值之差異是否超過一門檻量。假如該測量溫度與該先前測量的溫度值之差異超過該門檻量，一參考振盪器(108、110)被用以校正該第一振盪器(102)。

【英文】

A method of calibrating a first oscillator (102) is disclosed. A temperature is measured to obtain a measured temperature value and a determination is made of whether said measured temperature value differs from at least one previously measured temperature value by more than a threshold amount. If said measured temperature does differ from at least one previously measured temperature by more than said threshold amount, a reference oscillator (108, 110) is used to calibrate the first oscillator (102).

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖（ 1 ）。

【本代表圖之符號簡單說明】：

積體振盪器電路100

內部低頻RC振盪器(LFRCO)102

計時器104

溫度感應器106

參考振盪器108、110

微控制器112

記憶體114

校正單元116

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

發明專利說明書

【發明名稱】(中文/英文)

改良式低功率振盪器 / Improved low-power oscillator

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一準確的電子式振盪器以及特別係其校正方法。

【先前技術】

【0002】 許多電子電路需要一時脈來源。在包含一微處理器之電路裡具有一高頻晶體振盪器是很普遍的。然而，此一高頻晶體振盪器需要吸入可觀的電流。對於電量敏感的應用，其因此需要額外或選擇性地使用一相對低功率、低頻的時脈來源於一些計時功能上。

【0003】 如此之配置在電池供電裝置裡特別需要，藉由維持一主要處理器及其高頻晶體的不供電，使電池壽命盡可能地被保存。一低頻振盪器及相關的計時器可以被使用在如此之情況下，以於一準確的時間上產生一喚醒信號給該微處理器及高頻晶體而具有最小的功率消耗。(例如符合一低的平均功率傳送協定，將於如下說明)。

【0004】 一般地，一低頻時脈訊號係使用一低頻晶體振盪器(例如一 32.768kHz 的晶體)或一弛緩振盪器電路(例如一電阻電容(RC)振盪器)來產生。

【0005】 一 32.768kHz 的晶體振盪器可提供高準確度(例如 +/- 30 的百萬分率(ppm))，且具有一相對低的電流消耗

(例如 0.5 微安培)。然而，其需要一額外的晶體，該額外晶體是一大型的獨立元件，因此將佔據一印刷電路板(PCB)相當多的空間。其在空間有限制的裝置上是一個明顯的缺點，例如在行動電話上。其也需要另外的兩個晶片接腳用於連接該積體電路。此外，一額外的晶體將明顯增加該電路的整體材料成本。

【0006】 相較之下，一完整的積體弛緩振盪器電路不佔據晶片接腳，且無需額外的元件。其與一晶體相比也相當地便宜，並可具有與該晶體振盪器相似的低電流消耗。然而其準確度遠低於一晶體，一般僅具有 $\pm 300,000$ ppm 的準確度。經由仔細地校正(例如藉由適當地調整一可程式化電阻)，其準確度可以增進到 10000ppm 左右，但其仍然劣於該晶體振盪器 300 至 1000 倍。

【0007】 在應用上準確的計時對於達到好的功率效率往往是重要的。特別係在使用基本封包傳送及時間分散多工(TDM)的一低功率無線電系統上。在此情況下，在大部分的時間裡，一從屬裝置上大部分的電路可以休眠，並具有一低頻計時器用以在正確時間喚醒所需的電路部分來接收及處理來自一主要傳送端的一進入的封包。假如 500 微秒的封包在每一秒鐘被傳送，則接收及確認一封包可能僅花費 1 毫秒左右。以一準確的時脈，其因此可使系統在該時間的 99.9%裡大量地節能。

【0008】 然而，假如該低頻時脈驅動該計時器並不準確，其將必須提早且謹慎地打開該無線接收窗，來最小化因該

時脈延遲而錯失被傳送的封包之機會。由於該接收器電路以及微處理器必須比實際需要時更提前被喚醒，不準確的時脈因此會導致電量被浪費。即使該振盪器具有 10000ppm 的準確度，例如被精細校正的弛緩振盪器，該微處理器仍必須提早於該閒置期間的尾端前 1% 時被喚醒；亦即，在一個 1 秒鐘的閒置期間中提早 10 毫秒被喚醒。於是該接收器將於 11 毫秒被喚醒而非該理想的 1 毫秒，進而導致該從屬裝置的電池壽命實質減少。

【0009】 英國專利第 2488013 號描述一改良的低功率振盪器，可達成 ± 100 ppm 的準確度。該準確度係使用一低頻振盪器而達成，例如一 RC 振盪器，被設定以切換一第一頻率及一第二頻率。該切換發生在藉由一目標頻率的一輸入代表而被決定的間隔上，因而造成該振盪器的一平均輸出頻率趨近該目標頻率。該振盪器藉此改進用以驅動一從屬裝置的一計時器之準確度，並減少上述問題的程度。

【0010】 然而，一低頻振盪器，例如一 RC 振盪器，通常不能在長時間下執行並維持固定且準確的頻率，特別是當周遭的環境條件改變時，例如溫度或其他因素。該低功率振盪器因此需要被校正來確保該固定且準確的頻率被維持，否則使用該振盪器的一裝置的電量效率將因前述原因而受牽連。然而，校正需要準確的一參考時脈，例如一高功率晶體振盪器。每當被使用時，該參考時脈需要被供電，也會對該裝置的電量效率造成損害。因此依舊需要一改良的低功率振盪器來計時，可進一步增加該低功率振盪器的

從屬裝置的電池壽命，至少改善校正所需要的高功率需求的問題。

【發明內容】

【0011】 本發明欲提供一改良的低功率振盪器。

【0012】 本發明提供一方法用以校正一第一振盪器，包含：

測量一溫度以取得一測量溫度值；

決定該測量溫度值與至少一先前的測量溫度值之差異是否超過一門檻量；以及

假如該測量溫度值與該至少一先前的測量溫度值之差異確實超過該門檻量，使用一參考振盪器以校正該第一振盪器。

【0013】 本發明延伸至一裝置上，該裝置包含：

一第一振盪器；

一參考振盪器；

一溫度感應配置；

一校正配置用於校正該第一振盪器；

一記憶體用於儲存至少一先前的測量溫度值；

其中該裝置被配置用以決定由該溫度感應裝置所測量的一溫度值與該至少一先前的測量溫度值之差異是否超過一門檻量，且假如該測量溫度與該至少一先前的測量溫度值之差異確實超過該門檻量，使用該參考校正器以校正該第一振盪器。

【0014】 一些或全部前述的裝置可呈現在一個一般的

積體電路上。然而在一組實施例裡，該參考振盪器係位於外部。在一些實施例裡，該溫度感應配置可位於外部。本發明因此延展至一積體電路，該積體電路包含前述裝置的特色，但具有一輸入端來接收來自一參考振盪器的一信號而不具有該參考振盪器，及/或具有一輸入端來接收來自一溫度感應配置的一信號而不具有該溫度感應配置。

【0015】 本發明延伸至軟體，以及一攜帶該軟體的載體，執行於一合適的處理器上以設定該處理器來校正一第一振盪器，其係藉由執行下列步驟：

接收一測量溫度值；

決定該測量溫度值與該至少一先前的測量溫度值之差異是否超過一門檻量；以及

假如該測量溫度與該至少一先前的測量溫度確實不同，使用一參考振盪器來校正該第一振盪器。

【0016】 故根據本發明，當溫度與一測量值的差異多於一門檻量時，一振盪器係藉由一參考振盪器而被校正，本案申請人強調特定振盪器(例如低頻 RC 振盪器)可具有一固定頻率於一固定溫度上，即，假如該振盪器持續在該溫度下，或假如該振盪器從一不同溫度運作後回歸至該溫度下。該振盪器的振盪頻率在任何給定溫度下係相同或實質上相同。藉由使用該等振盪器的特性而使用一高功率參考振盪器因應一溫度改變之所需來校正一低功率的第一振盪器，但在其他時間時很少使用或幾乎不使用，該參考振盪器必須被供電的時間可以減少。其降低了平均的電量損耗。

【0017】 因此，在一組較佳實施例裡，當該參考振盪器需要被用來校正該第一振盪器時，對該參考振盪器供電的一個需求被產生。當不被需要時，其允許該參考振盪器被降低電量。然而該參考振盪器也可被用於其他目的(例如做為一基板上一微處理器的一個時脈)，並因此可於一校正被需要時已開始執行及/或於一校正完成後停止執行。

【0018】 在一組實施例裡，該第一振盪器係一 RC 振盪器。其具有一相對低的電量損耗。然而，其它類型的振盪器也可被使用，舉例來說，該第一振盪器可以是一環形振盪器。該第一振盪器的頻率可低於該參考振盪器的頻率。

【0019】 該參考振盪器可以係一高頻 RC 振盪器或一晶體振盪器。該參考振盪器較佳地具有實質上不受溫度支配的一振盪頻率。

【0020】 在一些環境或一些應用下，該溫度在長時間週期裡並不明顯地變化。然而該第一振盪器的執行以及其準確度，可能會受到溫度以外的其他因素之影響，例如一背景偏移(background drift)。因此在一些實施例裡，即使沒有受到溫度的促發，該第一振盪器依舊週期性地被校正。假如在該振盪器因一溫度量測而被校正後已經過一預定週期，週期性的校正可被執行。該等校正的間隔可以是固定或可變動的。在一些實施例裡其可以根據與該第一振盪器的歷史準確度有關的資料而改變。舉例來說，假如該第一振盪器被認為是相對地準確(舉例來說，因為該電路不易受到溫度以外的因素影響)，該等校正的間隔可以被拉長。此可拉

長該參考振盪器的休眠時間，藉此節省電量。

【0021】 在一組實施例裡，該溫度係在規律的間隔上被測量，例如回應一計時器所提供的一信號。其必須確保該溫度係被充分且頻繁地監控以偵測一明顯的溫度改變，並依照所需校正該振盪器。假如一“背景”的週期性校正被執行時，該溫度也可被測量。在一些實施例裡，該溫度藉由包含一溫度感應器的一非同步電路而被測量。該非同步電路可持續地監控該溫度。該非同步電路可傳送一中斷信號至該校正配置於假如該溫度比最近的一中斷信號被傳送時的溫度差異大於一定量時。該中斷信號可包括溫度資料或可僅促發該溫度量測配置的詢問。

【0022】 該至少一先前測量的溫度值可儲存在一記憶體裡。在一組實施例裡，僅產生一個在一測量溫度及該第一振盪器最近被校正時所測量的溫度之間的比較。藉由該被設定的門檻量，該第一振盪器因此將被校正於該溫度被改變至該門檻量時，例如確保因溫度改變使先前校正不準確時，該被校正的振盪器能達到一特定的準確度。

【0023】 根據其它實施例和本案申請人特別的觀點，某些振盪器(例如該等低頻 RC 振盪器)在一指定溫度下係穩定的，多個先前測量的溫度值儲存在該記憶體裡，且與一後續溫度量測相比較。其可使執行於不同溫度中的該等校正的校正結果被儲存在一查詢表。該等校正結果可以係為數值，例如偏壓、修正或位移值，可用以修正該振盪器而使該振盪器不需要使用該參考振盪器來重新校正。

【0024】 此配置的優點係其可允許只有在該溫度與所有先前所儲存的值之差異達到一門檻量時，一新的校正才會被執行。其可更加地減少校正的次數(並藉此減少功率消耗)。

【0025】 該記憶體裡的每一溫度值可具有一相關的校正結果。當一新的校正被執行，該測量溫度值及一對應的校正結果可被加入該記憶體。其允許一依裝置所特定之查詢表被建立，並可大量地減少由溫度所促發的校正需求。

【0026】 如前所述，該第一振盪器的準確度可被溫度以外的因素所影響。因此其有時可以是具有優點的，例如在已具有校正結果於該記憶體中的該等溫度下，或在接近該等溫度的一溫度下，週期性地校正該第一振盪器。當諸如此一校正被執行，在該記憶體裡對應該溫度的校正結果可被更新。假如該溫度與被儲存的溫度不完全相同，該溫度也可選擇性地被儲存。

【0027】 該參考振盪器可以是任何合適的類型。舉例來說高頻 RC 振盪器及晶體振盪器皆可提供高準確度的計時。然而，該溫度感應器所提供的測量溫度值必須依賴該參考振盪器所提供給該溫度感應器的一參考頻率。舉例來說，該溫度感應器可使用一環形振盪器，該環形振盪器具有一相依於溫度之頻率，該相依於溫度之頻率與來自該參考振盪器的一參考頻率比較以決定該溫度。該等溫度量測可依附於提供該參考頻率的該參考振盪器，例如參考振盪器的類型(高頻 RC 振盪器、晶體振盪器等)。

【0028】 儘管執行該參考振盪器功率可能需要供電，舉例來說，假如該參考振盪器是一晶體振盪器或高頻 RF 振盪器，該溫度量測可典型地比一校正執行得更快(例如 10 μ s 的等級與 10ms 相比)，並因此可需求比一校正更少的能量用於一溫度量測。藉此，與一般的校正方法相比，較多的溫度量測及較少的校正仍可儲存相當多的能量。

【0029】 在一組實施例裡，可以提供複數個不同類型的參考振盪器。在一組實施例裡，該先前儲存的溫度值與該參考振盪器的一指示有關，例如哪種類型的參考振盪器被用來執行量測。因此該記憶體可包括用於每一振盪器的先前測量溫度值。舉例來說假如是一第一型態的參考振盪器，例如一晶體振盪器，一測量溫度值可被記錄在一第一記憶體區域，以及假如是與該第一類型不同的一第二類型的參考振盪器，例如一高頻 RC 振盪器，一測量溫度值可被記錄在一第二記憶體區域裡。

【0030】 於具有複數個參考振盪器的一裝置中，其可以被配置為優先使用已開始執行的一參考振盪器來運作一校正。此可以比使用因校正而特地啟動的一振盪器有較好的電量效率。

【0031】 在一組實施例裡，該記憶體包含複數個溫度值的資料組及相關的校正結果，其中該複數個資料組之每一資料組對應一不同的參考振盪器。其允許前述每一參考振盪器的查詢表的建立。

【0032】 數個與測量溫度有關的步驟被需求以自動產

生，其決定是否已具有一溫度改變及選擇地傳送來自一溫度測量模組的一信號至指示已具有一溫度改變的一中央處理器。特別地係希望這些步驟藉由硬體自動執行。藉此與軟體相互作用可有助於限制當一先前門檻溫度改變時的執行步驟。

【0033】 在一些實施例裡，該溫度係藉由一溫度感應器來測量，該溫度感應器具有被設定為自動測量溫度的硬體，舉例來說，根據一抽樣排程，週期且連續地回應一事件或如前述該溫度改變至一定量。對應至該先前測量的溫度值的較高及較低溫度門檻加上及減去該門檻量而各自被提供至該硬體或被該硬體所定義。該硬體也可被設定用以決定是否該測量溫度值超出一門檻或該較高門檻，或者低於一門檻或該較低門檻。該硬體也可被設定以自動地提供一信號用以指示該溫度超出一門檻或該較高門檻或低於一門檻或該較低門檻，並接著基於該測量的溫度值而自動地更新該較高或較低門檻。

【0034】 該第一振盪器的頻率與該溫度的相依性可以係線性或非線性。舉例來說，在某些溫度下，該頻率可非常明顯地隨著溫度而變化，故在某些溫度範圍下即使是一相對較小的溫度改變仍需要校正。相反地，在某些溫度範圍下，該頻率較不會隨著溫度而改變，故在某些溫度範圍下僅有在一相對較大的溫度改變時才需要校正。根據本發明的一些實施例，該門檻量可被賦予不同值於不同溫度或溫度範圍。該門檻量可以根據參考振盪器的類型而被賦予

不同值。不同的門檻量也能受到其它有關的因素影響，故一般而言該門檻量並不需要固定。

【0035】 其並不需要將一先前測量的溫度值儲存為一直接溫度值。舉例來說，其可以被記錄成一固定特定溫度值的一差值，或其可以被記錄或順應成一代表算式，而不直接為一溫度值。

【0036】 下列段落描述了本發明一些實施例的一些特色。這些特色定義了形成前述的該第一振盪器的一振盪器。然而其他的振盪器類型也可被用於本發明的其它實施例裡。藉由在一第一頻率及一第二頻率之間切換，其輸出近似於一目標頻率的一平均頻率。

【0037】 該第一振盪器的校正可包含一粗略的校正及/或如先前所述一精細的校正。一校正結果可包含與該等粗略及精細的校正之其中之一相關的校正值或兩者皆相關的校正值，及/或與一目標頻率相關的校正值。

【0038】 該振盪器可被設定為在一第一頻率及一第二頻率之間切換；並且切換手段可被提供，該切換手段被設定以接收一目標頻率的一輸入代表以及在藉由該輸入所決定的間隔上切換該振盪器於該第一及第二頻率之間，藉此使得該振盪器的一平均輸出頻率接近該目標頻率。

【0039】 包含諸如一振盪器的該積體電路可進一步包含一微處理器或微控制器(例如一晶片系統)。

【0040】 藉由適當地設定該兩個輸出頻率間切換的配置，該振盪器可合成一輸出頻率，該輸出頻率完全地或近

似相等於一目標頻率(當均分週期時)。該振盪器可被校正來產生一所需且有效的輸出頻率，且比已知可能的 RC 振盪器具有更良好的準確度，其僅利用一固定電容組合一固定或程式化電阻。

【0041】 本案申請人相信使用該等實施例， $\pm 100\text{ppm}$ 的準確度是可以達成的，該等實施例具有一振盪器，比起一傳統的校正 RC 振盪器具有 100 倍較好的準確度。其準確度接近一晶體振盪器，並不需要一個晶體的空間需求及成本，且仍可以分享一個低頻率晶體的低功率特性。

【0042】 較佳地，該兩個頻率是相似的，使得該輸出頻率可準確且平順地被控制。因此，該第一及第二頻率之中的較高者較佳地小於較低者的兩倍；更佳地，此差異不到較高者的 10%；最佳地此差異大約為較高者的 3%。舉例來說，兩頻率的比值可以是 33:32 或其附近。該比值係理想地設定以使得兩頻率的差值(絕對或相對的差值)係寬於一最小的增幅，以此一頻率或其它頻率可以被調整(例如藉由控制該振盪器的一電流源)。在此方式下，藉由合適切換該兩個頻率，該振盪器的其中之一或兩個頻率經一粗略校正後所殘留的任何錯誤將可以被修正。

【0043】 在正常執行下，該目標頻率必須介於該第一及第二頻率之間。

【0044】 由於該振盪器的輸出可以被非常準確地控制，其可以無縫地切換來自該振盪器電路的輸出及一些其它時脈來源的輸出，例如一晶體振盪器或從一較高頻率時脈合

成出的一低頻時脈。

【0045】 傳送至該切換手段的輸入可包含代表該目標頻率的一數位訊號或一類比訊號。在一些實施例裡，該輸入包含或編碼一數值用來指示該第一及第二頻率間的一切換比率。該比率可以代表在振盪器週期之一部份上，該振盪器需以該第一頻率執行相對於該振盪器需以該第二頻率執行的比率。舉例來說，該輸入可包含一數位值(例如一 10 位元數字)來指示每 1024 週期之外該振盪器需以該兩頻率中較低頻率執行的週期數量。該切換手段(一切換配置)可決定如何於一時間期間上切換該二頻率來達到該指示的比率。

【0046】 根據本發明，該校正配置可以是一校正控制器。該校正控制器可提供傳送至該切換手段的輸入，該校正控制器可形成該第一振盪器的一部份或可各自獨立。該校正控制器可被設定以執行該振盪器的一校正(精細的校正)於間隔上，來產生一更新的輸入給該振盪器。

【0047】 對照由該參考振盪器所產生的一參考時脈，該第一振盪器被校正，該參考振盪器可以是一晶體振盪器，例如一相對高頻的晶體連接至一微處理器(例如一晶體用以振盪快於該振盪器電路的目標頻率的一、二或三個振幅順序)。由於該校正過程通常只需要被執行在溫度明顯改變時，其不需要使該高頻晶體被持續地或頻繁地供電，藉此本發明可達成電量的保存。

【0048】 該第一振盪器較佳係完全整合在一個半導體

基板上。此方式使其非常緊密地被組合在一電路裡，而不需要增加材料的花費。

【0049】 該第一振盪器可以是任何合適的設計。舉例來說，其可以是一弛緩振盪器或一環形振盪器。然而，不論何種設計被使用，其較佳係可以在該二頻率間迅速地切換；例如從一週期切換至下一個，並不會受到先前週期中設定之頻率所殘留的影響。

【0050】 該第一振盪器電路可包含充電儲存手段，其電容值可以在一第一值及一第二值之間變化；以及一電流來源連接至該充電儲存手段，以形成一振盪器，該振盪器被設定為當該電容等於該第一值時，以該第一頻率振盪，而當該電容等於該第二值時，以該第二頻率振盪。該切換手段接著設定為在由該輸入所決定的間隔上，切換該充電儲存手段於該第一及第二電容值之間。

【0051】 在執行一積體電路振盪器的方法中，該振盪器包含充電儲存手段，其電容值可以被改變為一第一值及一第二值，以及一電流源連接至該充電儲存手段以形成一振盪器，該振盪器在該電容值等於該第一值時會以一第一頻率振盪，並在該電容值等於該第二值時以一第二頻率振盪，而該等方法可包含於藉由該目標頻率所決定的間隔上，切換該充電儲存手段在該第一及第二電容值之間，使得該振盪器的該平均輸出頻率近似該目標頻率。

【0052】 該充電儲存手段可包含一或多個電容。其可以持續地在該第一和第二電容值之間變化，但較佳地係配置

為間斷地在該兩個值之間切換。當然地，也可以使用更多的電容值，例如三個或更多個值，而該切換手段因此配置為在該三個或更多個值之間切換。然而，該等實施例使用正好兩個值比使用多於兩個值較易於執行，且仍可以提供前述準確度及低功率的優點。

【0053】 該充電儲存手段可包含永久連接該振盪器電路的一第一電容，選擇性地連接該電路(例如與該第一電容串聯或並聯)的一第二電容，以及一開關(例如一電晶體)被配置至該電路內或外以連接該第二電容，並藉此改變該充電儲存手段的整體電容值。該第二電容較佳係小於該第一電容，例如比該第一電容少 50%或 10%的電容值；較佳地，大約為該電容值的 3%，使得不論有無該第二電容，全部電容值的差異僅大約 3%。

【0054】 可選擇地，該充電儲存手段可包含複數個第一電容及第二電容各自具有第一及第二電容值，並且一開關被配置以連接一或其它的第一及第二電容至該振盪器電路於一時間上。在此情況，該第二電容值與第一電容值的差異較佳是少於 50%或 10%，更佳地大約 3%。舉例來說，該電容值比率可以是 33:32。

【0055】 在前述全部的配置裡，值得注意的係該等第一或第二電容在實際上不需要包含單一的整合結構，但可以包含複數個電容一起運作為一單一充電儲存。不同電容可被使用於該時脈週期的每半個期間裡。

【0056】 該電流源可包含電阻手段(例如一或多個電阻)，

或任何其它適當的手段(例如一主動電流源或電晶體電流源)。其可包含一來源的可程式化電流傳動。

【0057】 該切換手段可用任何適當的方法切換該第一及第二電容值，使得該振盪器的該平均輸出頻率近似該目標頻率。該平均輸出可以經過一預設時間期間的中間輸出，例如一預設的週期數量。

【0058】 當平均經過一適當期間(例如 1024 週期的中間)時，該振盪器的輸出可實質相等於該目標頻率值，或藉由在一可接受的錯誤差值或準確度內，例如在 100ppm 的增減內，其可接近該目標頻率該振盪器輸出一般不會正好達到理論目標值，進一步，當該頻率切換操作係依據一有限數目週期之比率而執行時，既使在理想之情況下，該目標頻率可能無法精準地符合，此係由於數值捨去或進位之影響，該切換手段之輸入因此可被判定為來自允許輸入之一範圍的數值，其給出在一段時間中最接近該目標頻率之一輸出頻率。

【0059】 該切換手段可設定為在一有限時間期間裡分配高頻率及低頻率週期，藉此產生一相對平順的輸出。舉例來說，其可以設定為分配該等第一頻率週期規律地介於該等第二頻率週期中。其可以根據一些預設的配置或分配特性，將該等第一頻率週期分配介於該等第二頻率週期中。其可以設定為在一時間期間裡最大化頻率改變的次數。藉由適當地設定該等頻率開關，該振盪器輸出可為具有與該平均輸出頻率最小偏差(例如時間裡之最小累積抖動)。

【0060】 該切換手段可以是任何適合的切換電路或元件。其可以是一積分三角調變器，配置以分配在該第一頻率之頻率週期為盡可能規律地介於在該第二頻率之頻率週期中，於一有限的時間期間裡。

【0061】 為了更有效率地運作，該等第一頻率及第二頻率的值應延展該目標輸出頻率的值。為了支援該等目標輸出的範圍，在一些實施例裡，一或全部的第一及第二電容值可以變化。該振盪器可配置使該等第一及第二頻率之中一個或較佳全部的值係依據該振盪器電路內一可變電流的大小而定。該振盪器可包含一可程式化電流源，例如包含一可程式化電阻，或一來源的可程式化電流傳送，可被用以調整該電流大小，並藉此改變該第一或第二頻率，或一起改變。相比於該輸出頻率可藉由該切換手段所控制而相對良好的調整，此等調整可相對地粗略。

【0062】 該粗略的校正可以對照一系統時脈作為參考，例如晶體振盪器。該校正可以藉由調整一電流源而被執行，例如藉由調整一或多個可程式化電阻。一電流源可設定為可程式化在該振盪器的該名義頻率的一比率階段上，例如2.5%階段。(該名義頻率可以是該兩個頻率中較高或較低者，或一中間頻率，例如該兩者的中間值)。該粗略校正的準確度(例如 2.5%)係較佳優於該較高頻率與該較低頻率之間的差異(例如 3%)，使得一粗略校正後的任何延續的錯誤總可藉由一精細校正運作(如下述)而被修正。一般而言，該粗略校正可使該較高或較低頻率的一頻率準確度大約為

+/-25,000ppm,其係相似於一傳統的被校正的 RC 振盪器。

【0063】 額外地或可選擇地，一精細校正運作可執行以產生一輸入給該切換手段，使得該振盪器的該輸出頻率接近該目標頻率。其可造成該振盪器的最後準確度大約為 +/-100ppm。該校正控制器對於每一第一及第二頻率，可計算振盪器輸出週期在一參考時間期間(對照一參考時脈而測量)，以及從這些計算中取得給該切換手段的該輸入，例如為了一給定的目標輸出頻率，藉由計算該振盪器週期在應執行該較低頻率上的比率。

【0064】 一目標輸出頻率可被提供給該控制器。該控制器可設定為執行一粗略校正，假如其決定該第一及第二頻率不再間隔該目標頻率的話(例如執行一較佳校正操作時)。

【0065】 一粗略校正及/或精細校正可執行於該晶片初次被供電或重置時。

【0066】 此處提供的積體電路可進一步包含一微處理器或微控制器，並使用該參考振盪器來計時，以及與該參考振盪器同時開啟或在該時間附近開啟。

【0067】 校正可與該參考振盪器或微處理器或微控制器開啟時同時執行，或在該等開啟後的一時間期間內執行。

【0068】 該裝置，例如該積體電路，可包含形成一無線傳輸器或接收器的全部或一部分之電路，且其被設定以根據一排程將該第一振盪器作為一時脈來源而執行傳送或接

收無線電封包。

【0069】 該裝置可設定以當該振盪器被校正時，提供一時脈訊號，該時脈訊號從一振盪器或該參考振盪器取得，例如一晶體振盪器，及當其不被校正時，從其自身的振盪器輸出一時脈訊號。在此方法下，一時脈經過校正後依然有效。較佳地，該二輸出實質上係屬於相同頻率(例如在該振盪器的準確度的限制內)。從一輸出型態至其它型態的改變較佳係產生在一時脈週期裡，使得該輸出訊號裡具有一無縫轉移。

【0070】 該第一振盪器的輸出可傳送至一計時器，例如與該第一振盪器位於該相同積體電路上的一計時器。此計時器可用以控制該電路之部件的電量狀態，例如一微處理器、微控制器、無線傳輸元件、無線接收元件…等。

【圖式簡單說明】

【0071】 本發明一實施例將被進一步被描述，但僅只是舉例而非限定，並請一併參照圖式：

圖 1 係本發明一實施例之一積體振盪器電路的元件相互代表示意圖；

圖 2 係本發明另一實施例之一積體振盪器電路的元件相互代表示意圖；

圖 3 係本發明一振盪器電路的關鍵元件的概要圖；

圖 4 係來自該電路的數位及類比部分的訊號之概要圖；

圖 5 是該電路的數位元件的代表圖；

圖 6 係決定用於該振盪器的一切換配置的三角積分電路之示意圖；

圖 7 係該電路的類比元件的代表圖；

圖 8 係該類比電路內之一充電泵的電路示意圖；以及

圖 9 是該校正功能的一流程圖。

【實施方式】

【0072】 圖 1 顯示本發明一實施例之一積體振盪器電路 100 的代表示意圖，其顯示數個電路元件的相互關係。該電路 100 包含內部低頻 RC 振盪器(LFRCO)102。一計時器 104 提供訊號至一溫度感應器 106 來指示該溫度感應器 106 測量周圍溫度。該計時器 104 可指示該溫度感應器 106 週期性地測量該溫度或根據一些其它取樣排程。該溫度感應器 106 使用一參考時脈輸入以決定該溫度。該參考時脈輸入係由一或二個參考振盪器 108、110 所提供至該電路 100，或與該電路 100 通訊。該第一參考振盪器 108 是一外部的高頻晶體振盪器(HFXO)。該第二參考振盪器 110 是一內部該頻 RC 振盪器(HFRCO)。

【0073】 當該溫度感應器 106 已測量該溫度以取得一測量溫度值時，該溫度感應器 106 傳送該測量溫度值至一微控制器 112。在一些其它實施例，該溫度感應器 106 可傳送一中斷訊號至該微控制器 112 來指示一新的溫度存在，使該微控制器 112 可接著從該溫度感應器 106 進行讀取。

【0074】 該微控制器 112 包含一記憶體 114 以儲存二個

先前測量的溫度值：一溫度係在該 LFRCO102 最後一次校正時，使用該 HFXIO108 作為該參考時脈所取得的溫度；及另一溫度係在該 LFRCO102 最後一次被校正時，使用該 HFRCO110 參考時脈所取得的該溫度量測。

【0075】 該微控制器 112 回應從該溫度感應器 106 所接收的一測量溫度值，偵測被使用作為該溫度感應器測量的該參考時脈的該參考振盪器 108、110。該微控制器 112 接著比較該測量溫度值及使用相同參考時脈的該先前測量溫度值。其係因為該溫度感應器量測與作為參考時脈的振盪器之類型息息相關。

【0076】 假如該微控制器 112 決定該測量溫度值與該先前測量溫度的差異多於一門檻量，該微控制器 112 傳送一訊號至該校正單元 116 來指示該測量溫度值與該先前測量溫度的差異多於一門檻量。

【0077】 假如該測量溫度值與該先前測量溫度值的差異未多於該預設門檻，該訊號將不會被傳送。

【0078】 來自該微控制器 112 的該訊號可包含一指令以校正該低功率振盪器 102。該訊號不需要包含明確指示具有一溫度改變的資料。舉例來說，該微控制器可傳送一訊號來命令該校正單元在該溫度改變時對該低功率振盪器進行校正，但其仍需要傳送非用於回應溫度改變的一指令，例如一週期性的校正。該訊號的實際資料內容在該等情況裡可以是相同的。

【0079】 回應接收了該訊號，該校正單元 116 校正該

LFRCO102。為了校正該 LFRCO102，該校正單元 116 取得一準確參考時脈訊號(即一參考頻率)，用於之後將詳述的校正。該校正單元 116 決定一校正結果，其係一個值用於調整該 LFRCO102 的運作的參數，使得該 LFRCO102 的輸出頻率具有改良的準確度。藉此該 LFRCO102 保持在具有改良準確率之一目標頻率，並且可用來驅動具有改良準確率之一計時器。如同該參考振盪器 108、110 只有在校正被需要時才被供電，藉此該 LFRCO102 以及該計時器比先前技術的計時器可具有較少的電量損耗。

【0080】 圖 2 顯示本發明一不同實施例的一積體振盪器電路 200 的一示意代表圖。在此實施例裡，一記憶體快取 202 用以儲存校正結果來進一步使該低功率振盪器的電量消耗最小化，在此實施例裡該振盪器也是一低頻 RC 振盪器(LFRCO)204。如先前實施例所述之方式，一計時器 206 傳送數個信號至一溫度感應器 208。回應來自該計時器 206 所傳送的該訊號，該溫度感應器 208 測量環境溫度。該測量到的溫度被傳送至一微控制器 210。該微控制器 210 包含一記憶體快取 202，其中儲存有溫度值及校正結果資料對。

【0081】 在此實施例裡，只有一種類型的參考振盪器被提供。該參考振盪器係一外部高頻晶體振盪器(HFXO)212。但值得注意的是，額外的參考振盪器(例如先前實施例所述的一內部高頻 RC 振盪器)也可用於本發明。在該情況下，該記憶體快取 202 可包含多於一組的溫度值及校正結果資料對，每一組對應一不同的參考振盪器。

【0082】 當一個新的測量溫度從該溫度感應器 208 被傳送至該微控制器 210 時，該微控制器 210 決定是否該新的測量溫度被儲存在該記憶體快取 202 裡。儲存在該記憶體快取 202 裡的該等溫度值對應至該等先前測量的溫度，即該 LFRCO204 先前校正時被儲存的溫度值及校正結果。一溫度可視為儲存在該快取 202 內，假如該測量溫度值係在該快取 202 裡一溫度值的一預設量內的話。舉例來說，假如一 25 °C 的溫度儲存在該快取 202 裡，一 25.3 °C 的溫度可視為對應至被儲存的該 25 °C 溫度，假如該預設量是 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，在此狀況，當一新的溫度值被加入至該快取 202，它可以被四捨五入至一適當之精確度，於前述之例子，該溫度值可以被四捨五入至一最接近的攝氏溫度。

【0083】 選擇性地，該溫度值可被精確地儲存，即與該溫度感應器測量具有相同的準確度。舉例來說，該溫度值可以最接近至 0.1°C 附近。其可高於對應該等被儲存的溫度值的該溫度範圍，並與該溫度範圍有一重疊(即該等溫度差異少於該門檻量的兩倍)。一測量溫度接著可落入多於一儲存的溫度值的該門檻量。在此一情況下，該微控制器 210 可識別最接近該測量溫度值的該儲存溫度值，或可進行內插、平均等。

【0084】 該微控制器 210 讀取與該被儲存的溫度有關的一校正結果，該校正結果對應該測量的溫度。其校正結果接著被傳送至一校正單元 214。

【0085】 然而，假如該測量溫度值比該等被儲存的溫度

值的任何門檻量低時，該微控制器 210 傳送一訊號至該校正單元 214 來指示其需要執行一校正。該校正單元 214 接著從該參考振盪器 212 取得準確的參考時脈訊號(即一參考頻率)。此參考時脈訊號被使用以計算一新的校正結果來校正該 LFRCO204。該校正結果接著被傳回該微控制器 210。該微控制器 210 將該測量的溫度及對應的校正結果作為一資料對寫入至該記憶體快取 202。

【0086】 根據本發明先前所述之實施例，在一參考時脈訊號被需求以進行校正時才被供電的該 HFXO212 係很少被供電，至少對於此目的是如此，因為該等校正結果的校正可被限制於該測量溫度及一對應的校正結果沒有在先前被寫入該記憶體快取 202 中之情況，因此，該整合振盪器電路 200 之電源需求顯著地減少。於一校正結果已經記錄對於一量測溫度或在一第二門檻之一者之狀況，由於沒有新的校正結果被計算，該 LFRCO 212 仍然可以被校正而無須供電至該參考振盪器 212。因此，無論何時該溫度改變以維持該 LFRCO 204 的一準確頻率，該 LFRCO 204 可被校正，而不必總是需要供電至該參考振盪器 212 以進行校正，據此，相較於習知技術，可實質地減少該電路 200 之電力需求。

【0087】 Figure 3 figuratively shows key parts of a 32 KiHz (1 kibiHertz = 1024 Hertz) oscillator and calibration circuit 1 in accordance with some embodiments of the invention. (圖 3 象徵地顯示本發明一些實施例之一 32 KiHz (1

kibiHertz = 1024 Hertz)的振盪器及校正電路 1 的關鍵部分。)

【0088】 該振盪器電路 1 包含一 RC 振盪器 2，在其他已知元件(未顯示)之中，並具有一第一電容 3 及一第二電容 4。當閉合導通(closed)時，一開關 5(例如一電晶體)連接該第二電容 4 至該電路以與該第三電容 3 並聯。當該開關 5 斷開時，只有該第一電容 3 被使用於該 RC 振盪器電路裡。一比較器 6 使用一供應參考電壓以提供回饋至該 RC 振盪器及產生一振盪輸出。該 RC 振盪器接收來自一可程式化電流源 7 的一控制電流。

【0089】 來自該 RC 振盪器 2 的輸出通過一校正計時器 8，該校正計時器 8 連接控制邏輯 9。該輸出也通過一開關 10(例如一多工器)在離開該振盪器之前。該開關 10 可在該 RC 振盪器輸出及一降頻轉換器 12 的輸出之間選擇，該降頻轉換器 12 之輸出係由一晶片外 16MHz 晶體振盪器 11("16 MHz XOSC")所饋入。降頻轉換器 12 從該晶體振盪器 11 產生一 32KiHZ 的訊號。

【0090】 該控制邏輯 9 接收來自該 16MHz 晶體振盪器 11 的一輸入，從該晶體振盪器 11 可產生一 4MHz 的訊號用以校正該 RC 振盪器 2。該控制邏輯 9 可控制該電容開關 5、該輸出開關 10 及該可程式化電流源 7。

【0091】 當正確地校正時，該振盪器電路 1 輸出來自於在 32KiHZ 上有效率的該 RC 振盪器 2 的一訊號。該輸入電流係設定為當該第二電容 4 與該電路導通時，該 RC 振盪器輸出頻率係略小於 32KiHz，且當該第二電容 4 從該電路上

斷開時，該 RC 振盪器輸出頻率略大於 32KiHz。該控制邏輯 9 控制該電容開關 5，藉此切換該第二電容 4 與該電路週期性地導通及斷開，根據一樣型給予來自該振盪器電路 1 的一輸出平均 32KiHz 於一數量週期上，具有可忽略的頻率抖動。

【0092】 為了達成此校正狀態，該控制邏輯 9 可使用一粗略校正運作及一精細校正運作。

【0093】 該控制邏輯 9 使用該校正計時器 8 來計算由該晶體振盪器 11 產生的 4MHz 脈衝的數量，該 4MHz 脈衝發生在該 RC 振盪器 256 脈衝之中的較高頻率所執行的脈衝上(即該第二電容 4 與該電路斷開)。假如該 RC 振盪器的頻率被認定為係在一所需的頻率範圍外，一粗略的校正藉由調整該可程式化的電流源 7 而被執行，藉此逐漸地增加或減少供給至該 RC 振盪器 2 的電流，直到該頻率位於可接受的範圍裡。

【0094】 當該粗略校正為正確時，一精細的校正運作可被執行。該控制邏輯 9 計算由該晶體振盪器 11 產生的 4MHz 脈衝的數量，該 4MHz 脈衝發生在該 RC 振盪器操作於較高頻率(即該第二電容 4 與該電路斷開)之 256 個脈衝之中，以及再一次該 RC 振盪器操作於較低頻率的脈衝上(即該第二電容 4 與該電路導通)。該控制邏輯 9 使用此二計算值來決定在一校正期間(例如 1024 個週期)裡高頻與低頻週期的比例，來達成所需的 32KiHz 輸出。此校正將在以下被更詳細的描述。

【0095】 該控制邏輯 9 使用該最後比例值來控制該電容開關 5 以提供該所需的週期比例。一三角積分電路被使用以在該高頻週期中平均分配該低頻週期，之後將更詳細解釋。

【0096】 於該校正運作中，其不可能從該振盪器電路 1 使用該 RC 振盪器 2 來提供一準確的輸出(因其必須在每一頻率執行一設定數目之週期)。因此，該控制邏輯 9 切換該輸出開關 10 以從該振盪器 1 提供產生於該外部晶體 11 的一 32KiHz 的輸出訊號。該晶體所產生之輸出也可被使用於當該控制邏輯 9 決定一校正運作係需要的，但正等待執行該校正運作時。

【0097】 該執行將在之後被更詳細地描述。

【0098】 圖 4 顯示該振盪器電路 1 如何分成一數位部分 21 以及一類比部分 22。該等部分 21、22 之間的一些重要的電路也被顯示。

【0099】 該類比部分 22 包含一 RC 振盪器電路藉由該數位部分 21 來校正。粗略及精細校正運作可以被執行。

【0100】 該振盪器的數位部分 21 可接收來自一積體電路其他部分的輸入，例如一微控制器(圖未顯示)，及該外部 16MHz 晶體振盪器 11。特別地，其係設定以接收下列的輸入訊號：

訊號名稱	描述
<i>arst</i>	重置腳位. 高電位.
<i>pwrupRcosc</i>	假如高電位, 致能數位電路.
<i>osc16M</i>	來自 16MHz 晶體振盪器的時脈訊號
<i>calSync</i>	同步校正. 在 16MHz 晶體振盪器啟動前至少 15ms 變成高電位, 例如用於一微控制器. 在該 16MHz 晶體振盪器的控制已傳至一啟動計時器後, 變成低電位.
<i>rcoscCalExecute</i>	<p>啟動一校正週期.</p> <p>假如 <i>rcoscCallInterval</i> = 0x00: 在高電位時校正.</p> <p>假如 <i>rcoscCallInterval</i> <> 0x00: 在高電位時如同 <i>rcoscCallInterval</i> 設定將自動校正.</p> <p>低電位時無校正.</p>
<i>rcoscCallInterval[6:0]</i>	振盪器的校正之間的時間在 0.25 秒的倍數裡(0.25 至 31.75 秒範圍). 假如設定至 0x00, 校正將會在 <i>rcoscCalExecute</i> 的正緣及 <i>calSync</i> 的負緣處啟動.

【0101】 該數位部分 21 可輸出下列訊號:

訊號名稱	描述
<i>ck32Ki</i>	32 KiHz (32,768 Hz) 時脈輸出.
<i>calReq16M</i>	需求以開啟 16MHz 振盪器用於校正. 假如 <i>calSync</i> 係高電位, 維持 <i>calReq16M</i> 高電位直到 <i>calSync</i> 變成低電位.

【0102】 該類比部分 22 輸出一 32KiHz 時脈訊號, 如下列:

訊號名稱	描述
<i>osc32Ki</i>	32 KiHz 時脈訊號

【0103】 該類比部分 22 藉由該數位部分 21 而被控制，經由下列訊號輸出：

訊號名稱	描述
<i>rcoscCal</i>	當高電位時，該 32KiHz 振盪器輸出的期間將提升 1/32。值在 <i>ck32Ki</i> 的正緣被改變。
<i>rcoscProgOut[5:0]</i>	處理振盪器的類比部分裡的電流源調整(粗略校正)。
<i>rcoscAnaSync</i>	重製訊號用於類比部分。 當該 RC 振盪器接收從該晶體-振盪器-產生的 32KiHz 時，用於同步啟動振盪器。

【0104】 圖 5 提供該數位部分 21 的架構的一總覽。

【0105】 在一高位階，該數位部分 21 包含：一校正間隔計時器 31；一控制電路 32 用於該 RC 類比振盪器；一校正引擎 33；一組合時脈去除跳動及除以四之電路 34；及一降頻轉換模組 35 以從一 16MHz 來源產生一 32KiHz 時脈。

【0106】 該數位部分 21 係負責：執行該振盪器的粗略校正；執行該振盪器的精細校正；從該振盪器產生一準確的 32KiHz 時脈；以及從該外部 16MHz 晶體振盪器 11 產生一準確的 32KiHz 時脈。

【0107】 該校正間隔計時器 31 係該數位部分 21 的主要控制器。只要 *pwrupRcosc* 是高電位，其會一直運作。其適用於數個目的：

-在供電上其確保該系統裡的其它模組(包括該類比部分 22 及該晶片外 16MHz 晶體振盪器 11)依照正確的順序啟動；

-其在該 RC 振盪器及該 16MHz 晶體振盪器產生輸出之間無縫地執行切換；

-其決定是否或當一期間的校正已到期，例如不因為沒有溫度所引起的校正已執行於一超時的期間，並因此啟動該 16MHz 晶體振盪器 11、該校正引擎 33 等；以及

-當 *pwrupRcosc* 變成低電位，其執行使該系統裡其它模組在正確的順序下安全停止。

【0108】 用於該類比部分 22 的該控制電路 32 在一般運作下(即在兩個校正之間的一間隔)控制該類比 RC 振盪器。

【0109】 該控制電路 32 是完全同步設計，總是執行在該 RC 振盪器時脈上。

【0110】 對於一粗略校正，該數位部分 21 使用該 6-位元訊號 *rcoscProgOut* 來控制該類比部分 22。在重置或供電後，其值被設定為一預設值。該校正引擎 33 計算該 RC 振盪器執行在其較高頻率的 256 個脈衝時產生於該系統時脈的一 4MHz 時脈之脈衝數量。該量測的結果被用以經由該可程式化的電流源 7 來增加或減少該振盪器的電流。上述重複執行直至該振盪器的頻率係高於該目標頻率的 0 至 2.5%。

【0111】 在每一粗略校正的週期裡，該值可以是階梯上升或下降。在上升或下降變化後，該校正運作重新啟動於 8

個 32KiHz 週期的一延遲後(以使該類比部分 22 穩定)及該輸出被再次測量。當該粗略校正係正確時，假如 *rcoscCal* 是低電位，該 RC 振盪器將會以 32KiHz 的 100.0 至 102.5% 來執行，假如 *rcoscCal* 是高電位，則將以 97.5 至 100.0 % 來執行。

【0112】 精細校正產生該類比部分 22 裡的可用性來選擇性地增加該振盪器期間的 1/32。該精細校正演算法測量該振盪器的名義期間(T1)及該較長期間(T2)，並由此計算該振盪器應執行多少期間 N 於一 1024 期間序列裡，使得該振盪器的平均輸出頻率是 32KiHz(32.768kHz)。

【0113】 在一精細校正裡，該 RC 振盪器輸出頻率如同在該粗略校正裡被測量，但該較高頻率 f1 及該較低頻率 f2 皆會被測量，用以取得 256 個 RC 振盪器週期的一期間之中該較高頻率的 4MHz 脈衝的數量 X1 以及當該 RC 振盪器以該較低頻率執行時 4MHz 脈衝的數量 X2。

【0114】 該值 N 被計算為

$$N(X1, X2) = 1024 * (31250 - X1) / (X2 - X1)$$

(須注意 $31250 = 256 * 4,000,000 / 32,768$)。

【0115】 為了使該粗略校正有效，該 X1 值必須不超過 31250(假如超過，其會被標示為一個錯誤，使該粗略校正必須被調整)。X1 不可以比該值少 2.5%(當其是該粗略校正階梯式調整的大小)。然而，當其是一類比的值時，其在實施上必須寬於此範圍的兩倍。藉此，對於一有效的精細校正，X1 允許在 [29798, 31250] 的範圍裡。

【0116】 該最大的函數值 $X2$ 係藉由測量在理想狀態下多少類比 33/32 比率可被產生而給定。為了安穩，其被加倍（即 34/32），此提供一 $X2$ 的最大允許值，即 $31250 \times 34/32 = 33203$ 。藉此 $X2$ 係位於 [31250, 33203] 的範圍之中。

【0117】 為了確保不會有溢位的可能，16 位元的計數器被用於 $X1$ 及 $X2$ 。

【0118】 該計算包含兩個減法及一個除法（因該 1024 的乘法僅為一個 10 位元左移運算）。該除法係重點的部分並連續地被完成。必須注意避免該計算裡的截斷，否則該截斷可能造成該時脈的額外頻率位移。該校正引擎 33 的一專用部分執行該校正。該輸出值 N 被傳送至該控制電路 32 以用於該 RC 振盪器。

【0119】 該 RC 振盪器被控制以使一 1024 期間延展的平均頻率將為 32KiHz 的 $\pm 100\text{ppm}$ 之內。該 RC 振盪器將以頻率 $f_1(1/T_1)$ 來執行於 1024 減去 N 個期間裡，並以頻率 $f_2(1/T_2)$ 來執行於 N 個期間。當該輸出 $rcoscCal$ 是高電位，該 RC 振盪器的頻率被減少大約 1/33。

【0120】 為了使時間變化最小化，在 f_1 及 f_2 的週期係藉由該校正引擎 33 而交錯。一 10 位元輸入訊號指出每 1024 個週期的間隔中多少週期 N 的 $rcoscCal$ 應該是高電位。為了取得高頻 ($rcoscCal=0$) 及低頻 ($rcoscCal=1$) 週期之均勻展開，一個一階三角積分電路被使用。

【0121】 圖 6 顯示該三角積分電路之示意圖。其包含一

10 位元加法器連接一 11 位元暫存器。該輸入值 N 進入該加法器，並從該暫存器輸出而回饋加入該加法器。此 10 位元回饋之值包含所有該暫存器的輸出中最主要的位元。數學化地，該電路計算該輸入值的遞增倍數，模數 1024。該暫存器的輸出中之最高有效位元決定了 $rcoscCal$ ，每當該輸入值的倍數被減去模數 1024，其將為 1。

【0122】 該精細校正的分析是直接根據該電容比率 ($C2/C1$)，以及該校正間隔裡脈衝的數量 N_T (即此範例的 1024)。可達成的最小階級係為一個 32KiHz 期間被加長 1/32 期間於該全部的校正間隔上。此蘊含一解析度以頻率為：

$$(1 / N_T) * (C2 - C1) / C1 = (1 / 1024) * (1 / 32) = +/-15 \text{ ppm.}$$

【0123】 該校正引擎 33 直接由該校正間隔計時器 31 控制。為了啟動校正，其接收兩個訊號： $startCalib$ 及 $enableCalib$ 。該 $startCalib$ 是一短脈衝(一 RC 振盪器期間)用以起始該校正。在全部校正期間理，該 $enableCalib$ 訊號是維持在高電位。該 $enableCalib$ 訊號藉此可用以中斷校正(一般係當該校正結束且有效時，但也可以是當 $pwrupRcosc$ 變低電位的情況。) 以及執行一安全的停止。

【0124】 除了來自該類比 RC 振盪器的 $osc32Ki$ 訊號及來自該校正間隔計時器 31 的該 $startCalib$ 及 $enableCalib$ 訊號，該校正引擎 33 是一完全同步的設計， $osc32Ki$ 訊號、 $startCalib$ 及 $enableCalib$ 訊號在使用前被同步。為了改善校正的準確度，該同步電路也被用以在 RC 振盪器脈衝計算開

始前偵測 $rcoscIn$ 上的一正緣。

【0125】 該組合的時脈去除跳動及除以四之電路 34 確保該晶體振盪器時脈已達到穩定振幅及頻率，在其被使用在該設計的其它模組之前。為了確保如此，在該時脈通過前，該去除跳動器計算 500 微秒裡 16MHz 脈衝。該電路 34 的除以 4 部分產生一 4MHz 時脈並用於該校正引擎 33。其可藉由時脈閘(只有每當第四個脈衝通過時)而被執行，使得該輸出不需要 50% 的任務週期。

【0126】 該降頻轉換模組 35 被用以從該 16MHz 輸入時脈產生 32KiHz。由於 16MHz 不是 32KiHz 的整數倍數，其使用一三角積分方法有效地給予一具有 32KiHz 的平均頻率之時脈，但伴隨一些週期之間的抖動。

【0127】 當該 RC 振盪器需要重新校正及在一校正運作時，該 32KiHz 訊號從該外部 16MHz 被使用的晶體 11 中產生而非該 RC 振盪器輸出。

【0128】 圖 7 顯示該振盪器電路 1 的該類比部分 22 的數個主要元件。其包含一可程式化的電流及電壓產生器 51、一充電幫浦 52、一比較器 53 及一數位控制模組 54。

【0129】 該數位控制模組 54 包含一 SR 閃鎖器等，並輸出該最後的時脈訊號。該充電幫浦 52 從該電流及電壓產生器 51 接收一準確參考電流，同時一準確的參考電壓被提供至該比較器 53。該電流產生器 51 的一數位輸入可以被用以調整該電流，最多階梯式地調整該名義頻率的 2.5%，此係為了該粗略校正之目的。

【0130】 圖 8 顯示該充電幫浦 52 的電路細節。其被均分為兩個部分，每一部分在該時脈各自一半的期間內執行。其藉由 *CHRG1_1V2* 及 *CHRG2_1V2* 輸入來控制。該 *CAL_1V2* 輸入在該較低及較高頻率間選擇；即在 $32 * C_{Unit}$ ($CAL=0$) 及 $33 * C_{Unit}$ ($CAL=1$) 之間，藉由切換額外電容 *X2_P* 及 *X1_P* 進入或離開該電路。兩個 D 類型正反器藉由該 *CAL_1V2* 輸入與該振盪器訊號同步執行確保該等電容的切換。此處也具有 *SYNC_1V2* 輸入，當 *SYNC_1V2* 是高電位時將停止該振盪，當其低電位時則將立即重新啟動該振盪器，並具有正確的相位。

【0131】 圖 9 藉由一流程圖的方式來顯示該振盪器電路 1 之校正過程的一些主要步驟。校正被執行來回應指示一溫度改變已發生的一訊號，也可在一重置後執行，或從該最後的校正後已經過一段預設時間，或當該 16MHz 晶體振盪器 11 啟動 (*calSync* 變高電位)。假如 *X1* 及 *X2* 被認定在該等的正確範圍之外，一粗略校正被執行，直到它們在它們的範圍裡。一精細校正接著被執行以決定一值 *fineProg* 來控制高頻振盪器對低頻振盪器的比率。

【0132】 於該校正運作中，來自該振盪器的輸出被從該外部晶體振盪器 11 中產生。

【0133】 藉此，一準確的 RC 基礎振盪器電路已被描述，其只有在需要時才被最佳地校正，因為溫度改變或溫度改變的量並未有先前的校正。儘管該電路係以參考一 32KHz 輸出頻率而被描述，但可以理解的是任何輸出頻率皆適用

於本發明。

【0134】 上述實施例僅係為了方便說明而舉例而已，本發明所主張之權利範圍自應以申請專利範圍所述為準，而非僅限於上述實施例。

【符號說明】

【0135】

積體振盪器電路 100	振盪器電路 1
內部低頻 RC 振盪器 (LFRCO)102	RC振盪器 2
計時器 104	第一電容 3
溫度感應器 106	第二電容 4
參考振盪器 108、110	開關 5
微控制器 112	比較器 6
記憶體 114	可程式化電流源 7
校正單元 116	校正計時器 8
積體振盪器電路 200	控制邏輯 9
記憶體快取 202	開關 10
低頻 RC 振盪器 (LFRCO)204	晶體振盪器 11
計時器 206	降頻轉換器 12
溫度感應器 208	數位部分 21
微控制器 210	類比部分 22
外部高頻晶體振盪器 (HFXO)212	校正間隔計時器 31
校正單元 214	控制電路 32

校正引擎 33

組合時脈去除抖動及以4區

分之電路 34

下降-轉換模組 35

電流及電壓產生器 51

充電幫浦 52

比較器 53

數位控制模組 54

申請專利範圍

1. 一種校正一第一振盪器的方法，包含：
測量一溫度以取得一測量溫度值；
決定該測量溫度值與至少一先前的測量溫度值之差異是否超過一門檻量；以及
假如該測量溫度值與該至少一先前的測量溫度值之差異確實超過該門檻量，使用一參考振盪器以校正該第一振盪器。
2. 如申請專利範圍第1項所述之方法，包含當需要校正該第一振盪器時，發送一請求以對該參考振盪器供電。
3. 如申請專利範圍第1或2項所述之方法，其中該至少一先前的測量溫度值包含該第一振盪器最近被校正時所量測的一溫度值。
4. 如先前任一項申請專利範圍所述之方法，更包含週期性地校正該第一振盪器。
5. 如先前任一項申請專利範圍所述之方法，包含以規律的間隔來測量該溫度。
6. 如先前任一項申請專利範圍所述之方法，其中該第一振盪器係一RC振盪器。
7. 如先前任一項申請專利範圍所述之方法，其中該參考振盪器係為具有頻率高於該第一振盪器之頻率的一RC振盪器，或一晶體振盪器。
8. 如先前任一項申請專利範圍所述之方法，其中該至少一先前的測量溫度值係儲存於一記憶體。

9. 如申請專利範圍第8項所述之方法，包含儲存多個先前的測量溫度值於該記憶體中，並比較該等先前的測量溫度值與一後續溫度量測。

10. 如申請專利範圍第8或9項所述之方法，其中在該記憶體裡的每一溫度值具有一相關的校正結果。

11. 如申請專利範圍第8、9或10項所述之方法，包含當執行一新的校正時，加入該測量溫度值以及一對應的校正結果至該記憶體。

12. 如申請專利範圍第8至11項任一項所述之方法，其中提供有複數個參考振盪器，以及該記憶體包含複數個溫度值及相關的校正結果的資料組，且其中該複數個資料組之每一組係對應一不同的參考振盪器。

13. 如申請專利範圍第1至11項任一項所述之方法，其中提供有複數個參考振盪器。

14. 如申請專利範圍第12或13項所述之方法，其中該門檻量係根據該參考振盪器的型態而被指定不同之值。

15. 如先前任一項申請專利範圍所述之方法，包含一溫度感應器自動地量測該溫度。

16. 如申請專利範圍第15項所述之方法，包含該溫度感應器決定是否該測量溫度值超出一較高門檻或低於一較低門檻。

17. 如申請專利範圍第15或16項所述之方法，包含該溫度感應器自動地提供一信號以指示該溫度已超過一門檻或

該較高門檻或已降低於一門檻或該較低門檻，且之後基於該測量溫度值而自動地更新該較高或較低門檻。

18. 如先前任一項申請專利範圍所述之方法，其中該門檻量被指定不同值以用於不同的溫度或不同的溫度範圍。

19. 一裝置，包含：

一第一振盪器；

一參考振盪器；

一溫度感應配置；

一校正配置用於校正該第一振盪器；

一記憶體用於儲存至少一先前的測量溫度值；

其中該裝置被配置用以決定由該溫度感應裝置所測量的一溫度值與該至少一先前的測量溫度值之差異是否超過一門檻量，且假如該測量溫度與該至少一先前的測量溫度值之差異確實超過該門檻量，使用該參考校正器以校正該第一振盪器。

20. 如申請專利範圍第19項所述之裝置，進一步被配置當需要校正該第一振盪器時，發送一需求以對該參考振盪器供電。

21. 如申請專利範圍第19或20項所述之裝置，其中該至少一先前的測量溫度值包含該第一振盪器最近被校正時所測量的一溫度值。

22. 如申請專利範圍第19至21項任一項所述之裝置，進一步被配置以週期性地校正該第一振盪器。

23. 如申請專利範圍第19至22項任一項所述之裝置，進一步被配置以規律的間隔來測量該溫度。

24. 如申請專利範圍第19至23項任一項所述之裝置，其中該第一振盪器係一RC振盪器。

25. 如申請專利範圍第19至24項任一項所述之裝置，其中該參考振盪器係為具有頻率高於該第一振盪器之頻率的一RC振盪器，或一晶體振盪器。

26. 如申請專利範圍第19至25項任一項所述之裝置，其中該至少一先前的測量溫度值係儲存在該記憶體裡。

27. 如申請專利範圍第26項所述之裝置，進一步被配置以儲存多個先前的測量溫度值於該記憶體裡，並比較該等先前的測量溫度值與一後續溫度量測。

28. 如申請專利範圍第26或27項所述之裝置，其中該記憶體裡的每一溫度值具有一相關的校正結果。

29. 如申請專利範圍第26、27或28所述之裝置，進一步被配置以當執行一新的校正時，加入該測量溫度值以及一對應的校正結果至該記憶體。

30. 如申請專利範圍第26至29項所述之裝置，包含複數個參考振盪器，其中該記憶體包含複數個溫度值及相關的校正結果的資料組，且其中該複數個資料組之每一組係對應一不同的參考振盪器。

31. 如申請專利範圍第19至29項任一項所述之裝置，包含複數個參考振盪器。

32. 如申請專利範圍第30或31項所述之裝置，其中該門檻量係根據該參考振盪器的型態而被指定不同之值。

33. 如申請專利範圍第19至32項任一項所述之裝置，其中該溫度感應器包含被設定以自動地測量溫度。

34. 如申請專利範圍第33項所述之裝置，其中該溫度感應器進一步被配置以決定是否該測量溫度值超出一較高門檻或低於一較低門檻。

35. 如申請專利範圍第33或34項所述之裝置，其中該溫度感應器進一步被配置來自動地提供一信號以指示該溫度已超出一門檻或該較高門檻或已降低於一門檻或該較低門檻，且之後基於該測量溫度值而自動地更新該較高及較低門檻。

36. 如申請專利範圍第19至35項任一項所述之裝置，其中該門檻量被指定不同值以用於不同溫度或不同溫度範圍。

37. 如申請專利範圍第19至36項所述之裝置，其中一些或全部的該裝置被提供在一個一般的積體電路上。

38. 如申請專利範圍第37項所述之裝置，其中該參考振盪器係位於該一般的積體電路的外部。

39. 如申請專利範圍第37或38項所述之裝置，其中該溫度感應配置係位於該一般的積體電路的外部。

40. 一種積體電路，包含：

— 第一振盪器；

— 校正配置用於校正該第一振盪器；

一記憶體用於儲存至少一先前的測量溫度值；

至少一下述特徵或下述特徵的組合：

i)一溫度感應配置；以及一輸入用於接收來自一參考振盪器的一信號；

ii)一參考振盪器，以及一輸入用於接收來自一溫度感應配置的一信號；以及

iii)一輸入用於接收來自一參考振盪器的一信號及一輸入用於接收來自一溫度感應配置的一信號；

其中該積體電路被配置用以決定該溫度感應配置所測量的一溫度值與該至少一先前測量溫度值之差異是否超過一門檻量，且假如該測量溫度與該至少一先前的測量溫度之差異確實超過該門檻量，使用該參考振盪器或者接收來自一參考振盪器的該信號來校正該第一振盪器。

41. 一軟體或攜帶軟體的一載體，執行於一合適的處理器上以設定該處理器來校正一第一振盪器，其係藉由執行下列步驟：

接收一測量溫度值；

決定該測量溫度值與該至少一先前的測量溫度值之差異是否超過一門檻量；以及

假如該測量溫度與該至少一先前的測量溫度確實不同，使用一參考振盪器來校正該第一振盪器。

42. 如申請專利範圍第41項所述之軟體或攜帶軟體的載體，其中該軟體進一步設定該處理器於需要校正該第一振盪器時，發送一需求來對該參考振盪器供電。

43. 如申請專利範圍第41或42項所述之軟體或攜帶軟體的載體，其中該至少一先前的測量溫度值包含該第一振盪器最近被校正時所測量的一溫度。

44. 如申請專利範圍第41至43項任一項所述之軟體或攜帶軟體的載體，其中該軟體進一步配置該處理器以週期性地校正該第一振盪器。

45. 如申請專利範圍第41至44項任一項所述之軟體或攜帶軟體的載體，其中該軟體進一步配置該處理器以規律的間隔來測量該溫度。

46. 如申請專利範圍第41至45項所述之軟體或攜帶軟體的載體，其中該至少一先前的測量溫度值係儲存在一記憶體裡。

47. 如申請專利範圍第46項所述之軟體或攜帶軟體的載體，其中該軟體進一步配置該處理器儲存複數個先前的測量溫度值於該記憶體裡，並且比較該等先前的測量溫度值與一後續溫度量測。

48. 如申請專利範圍第46或47項所述之軟體或攜帶軟體的載體，其中於該記憶體裡的每一溫度值具有一相關的校正結果。

49. 如申請專利範圍第46至48項任一項所述之軟體或攜帶軟體的載體，其中該軟體進一步配置該處理器以當執行一新的校正時，加入該測量溫度值及對應的一校正結果至該記憶體。

50. 如申請專利範圍第46至49項任一項所述之軟體或攜帶軟體的載體，其中該記憶體包含複數個溫度值及相關校正結果的資料組，且其中該複數個資料組的每一組對應複數個參考振盪器的每一個。

51. 如申請專利範圍第41至50項任一項所述之軟體或攜帶軟體的載體，其中該門檻量被指定不同值以用於不同溫度或不同溫度範圍。

52. 如申請專利範圍第41至51項任一項所述之軟體或攜帶軟體的載體，其中該門檻量係根據參考振盪器的一型態而被指定不同值。

圖式

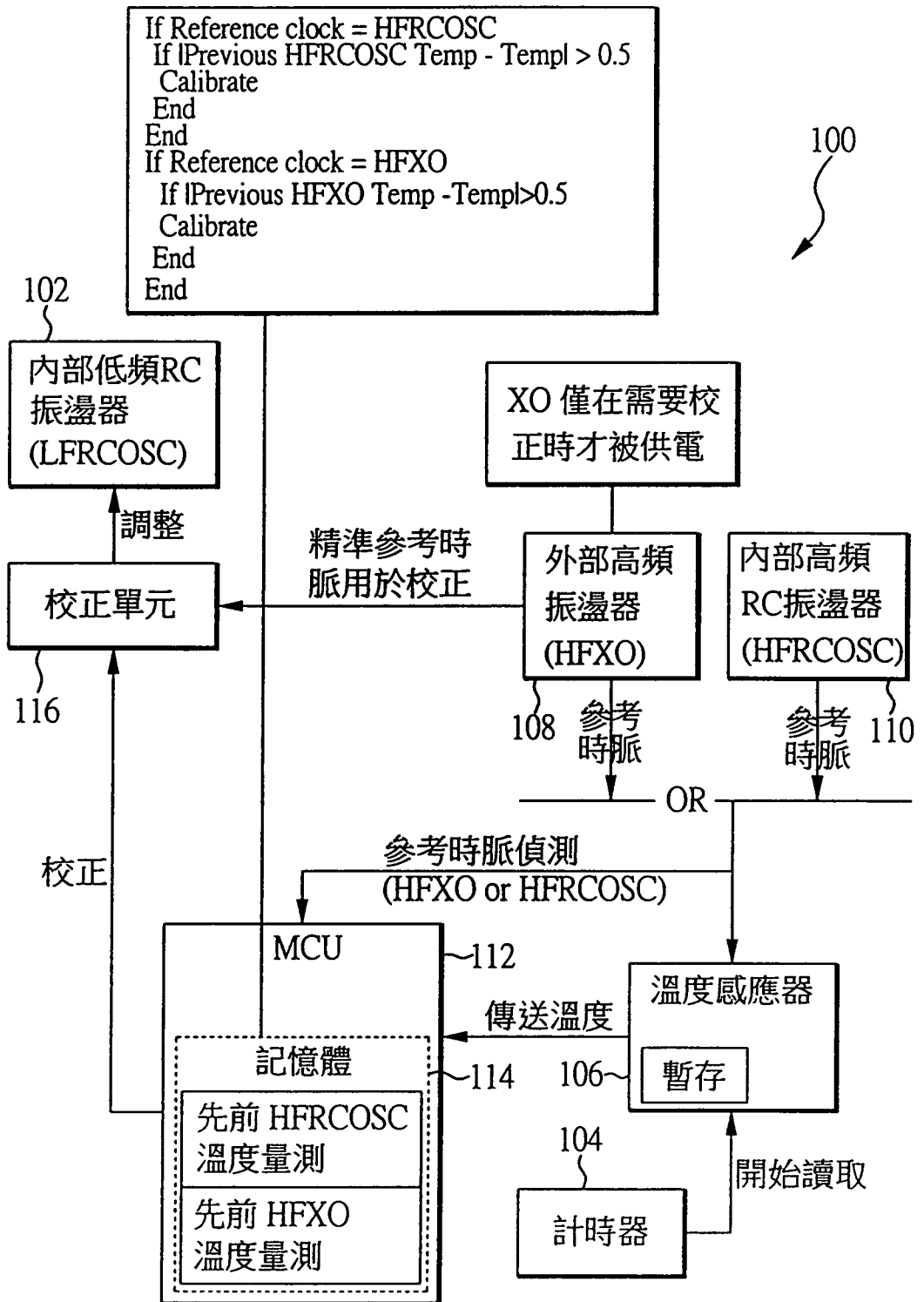


圖 1

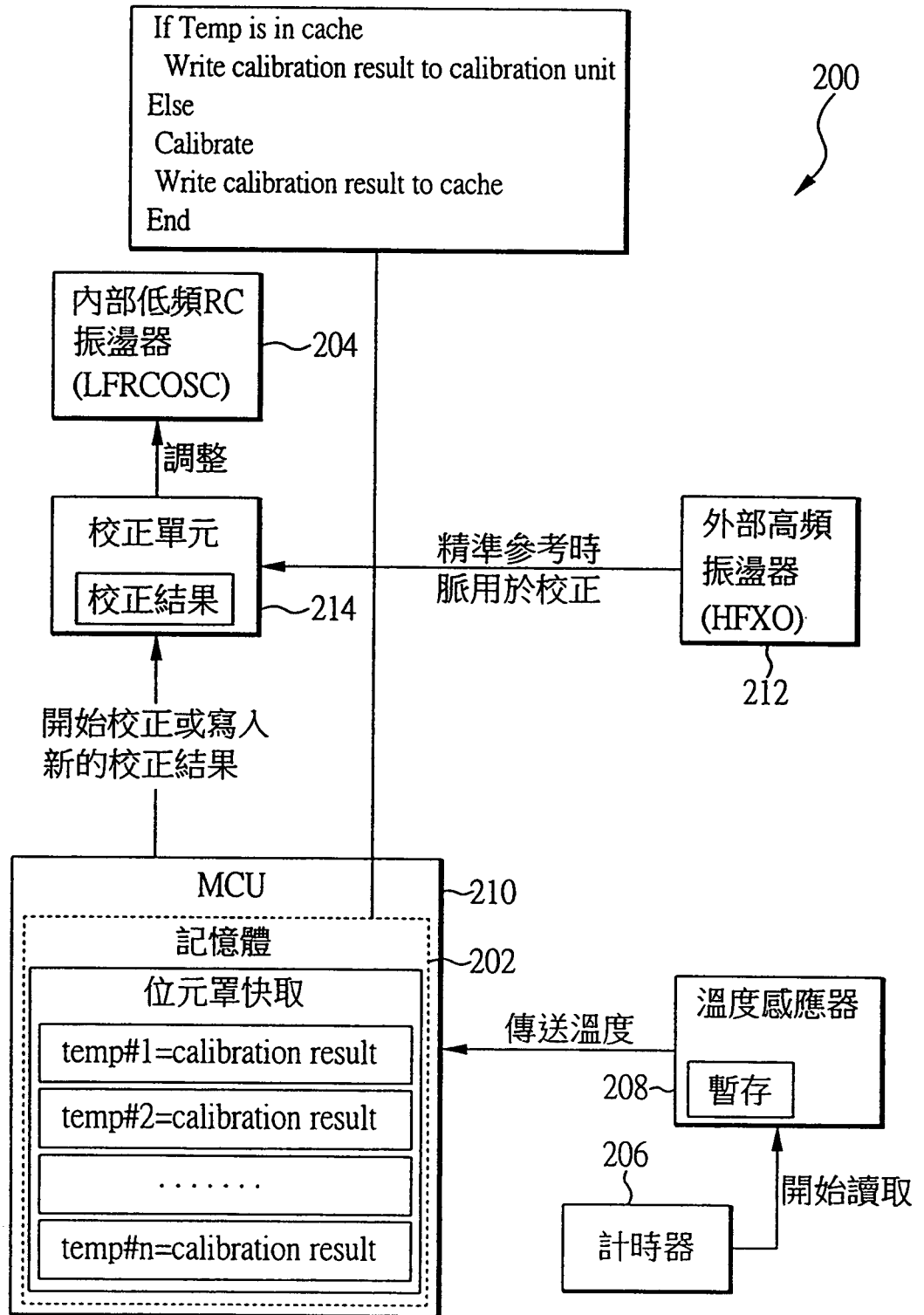


圖2

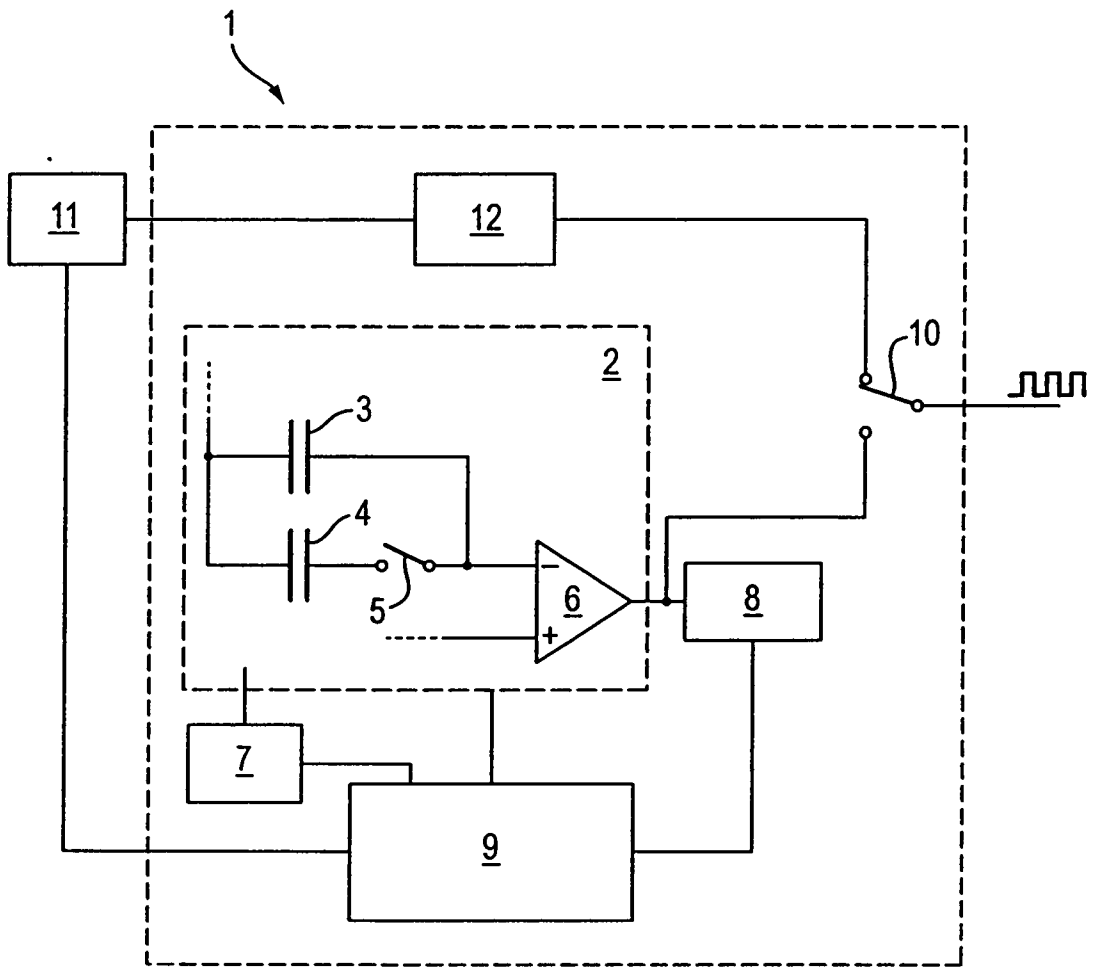


圖3

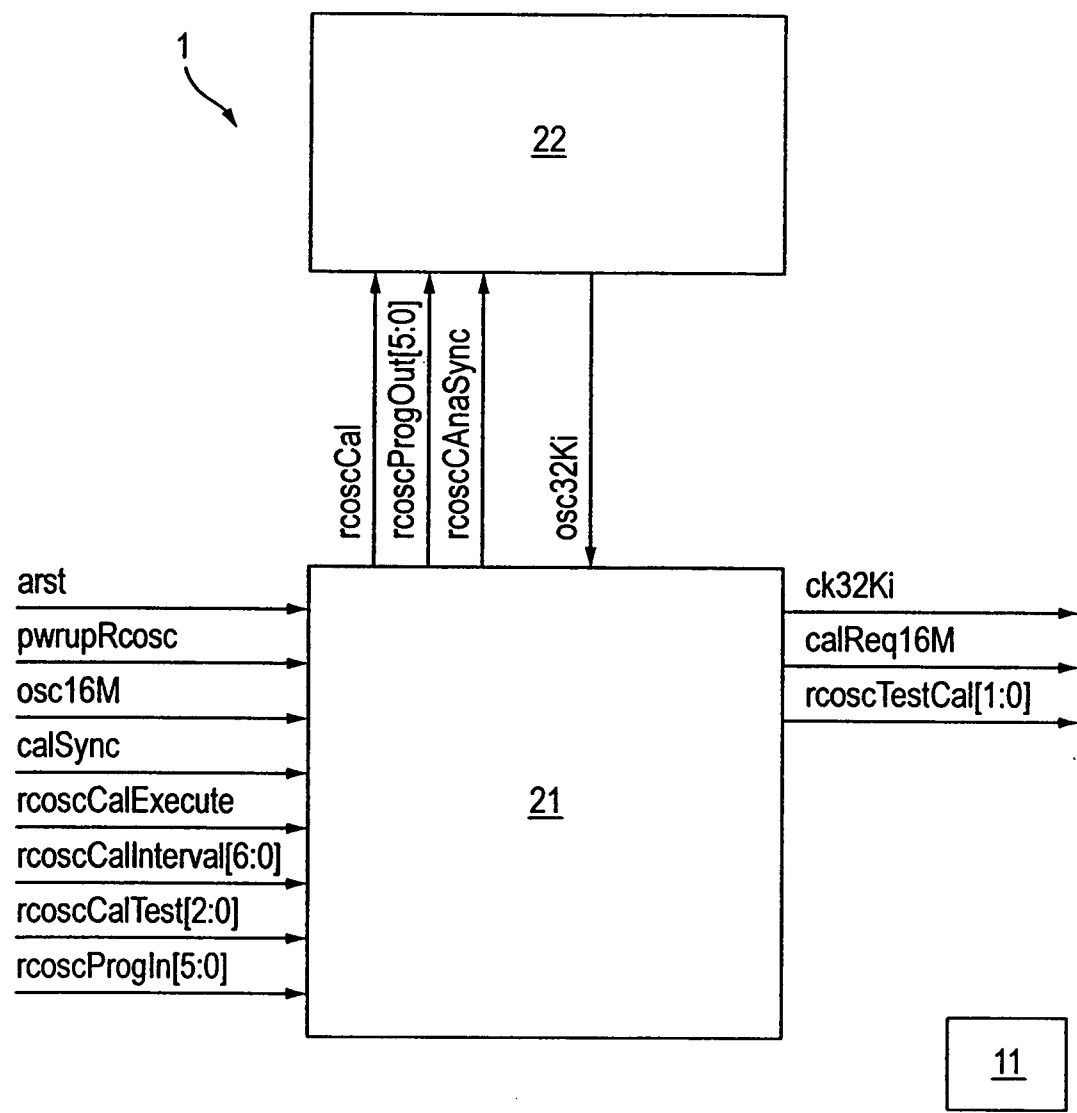


圖 4

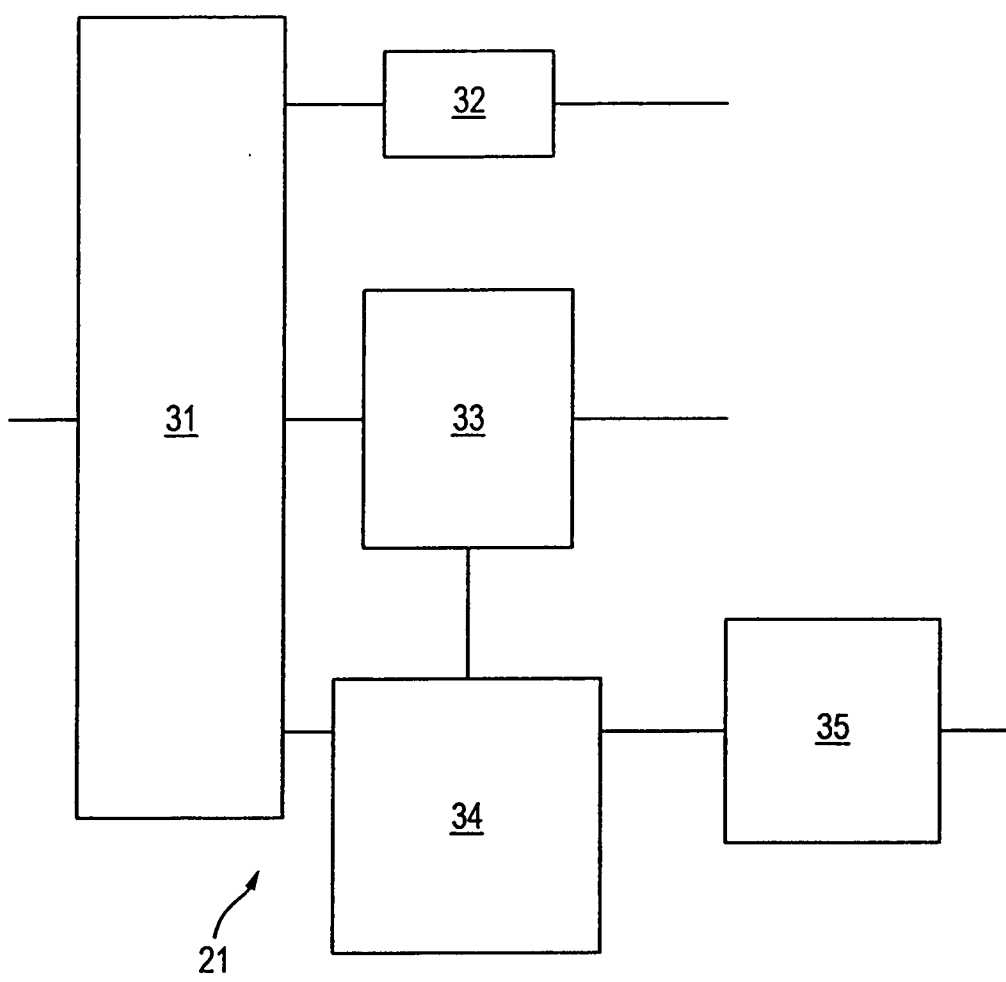


圖5

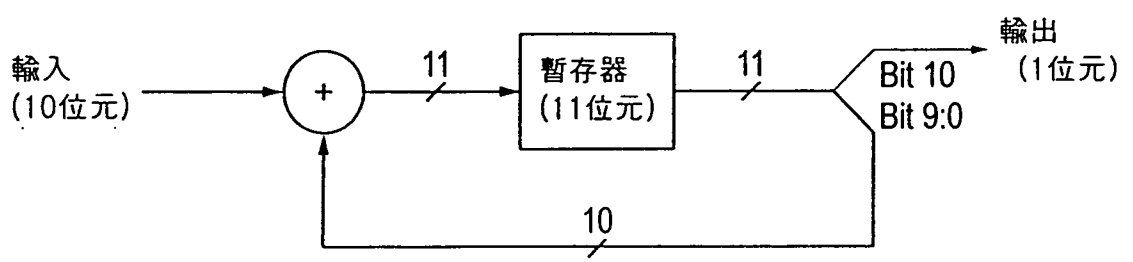


圖6

•
-
/

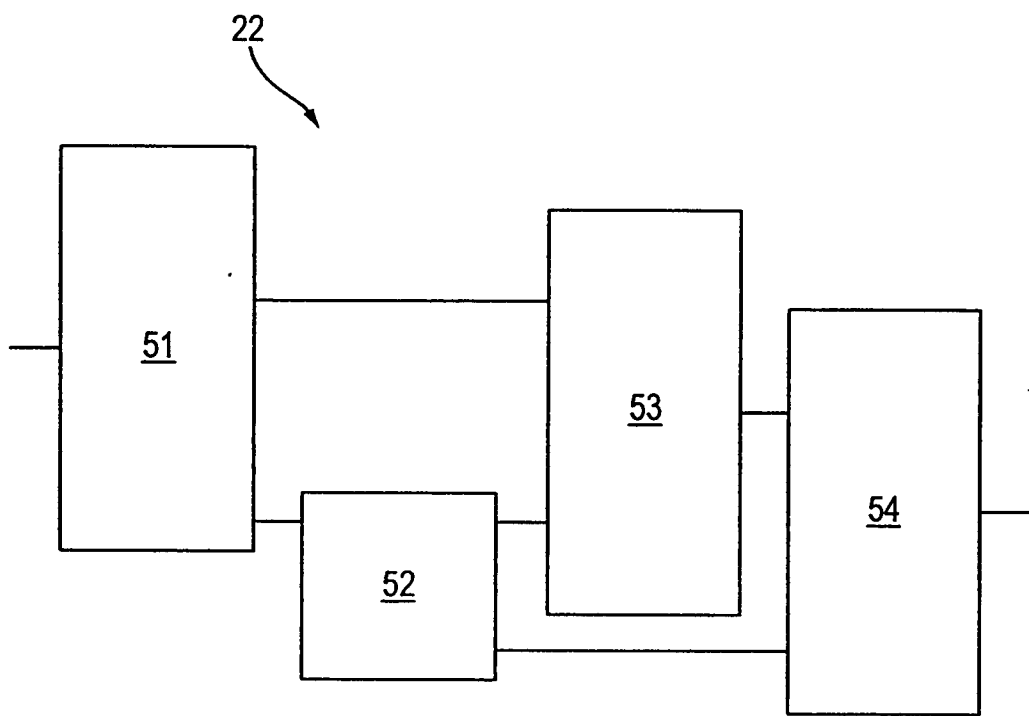


圖7

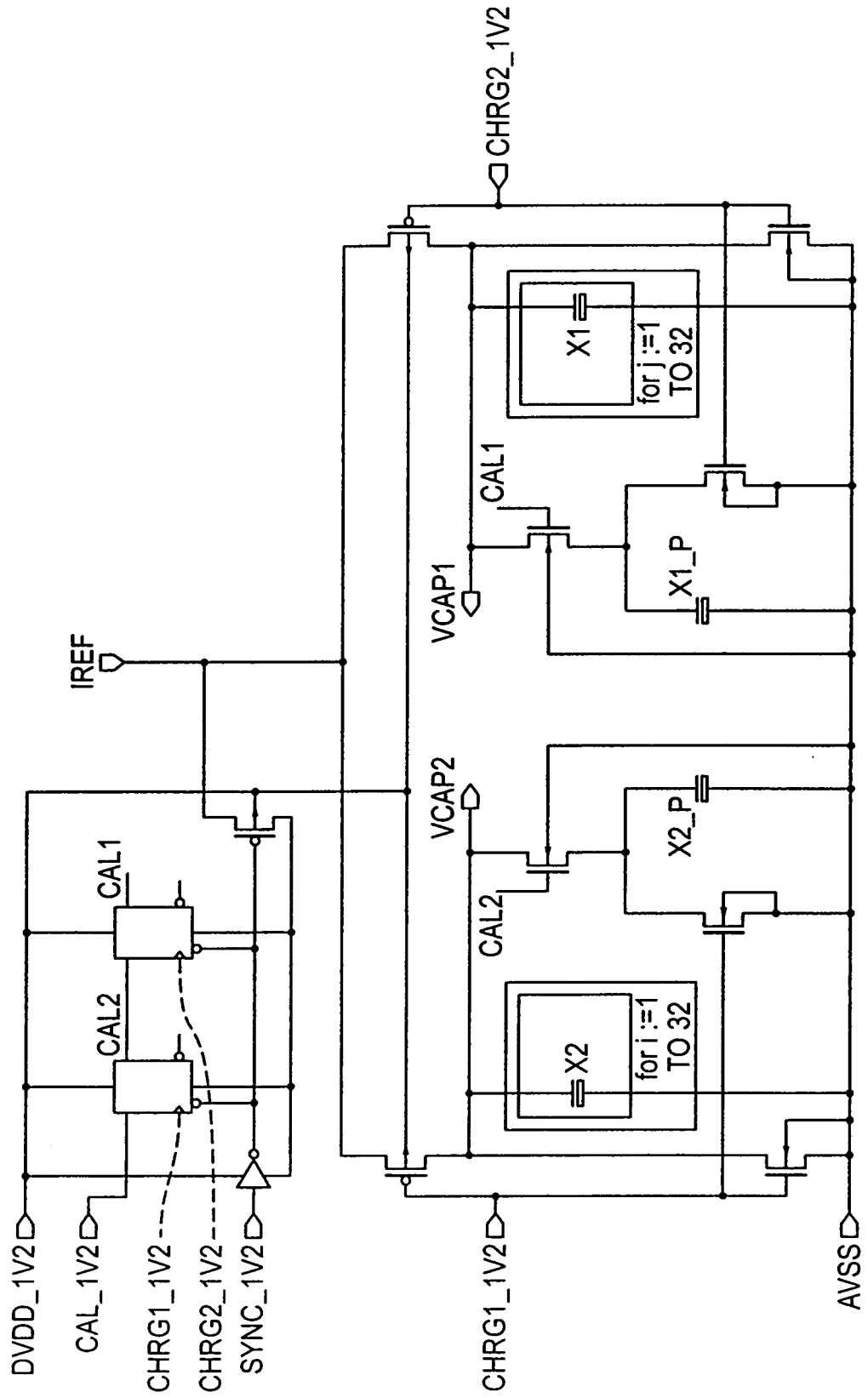


圖 8

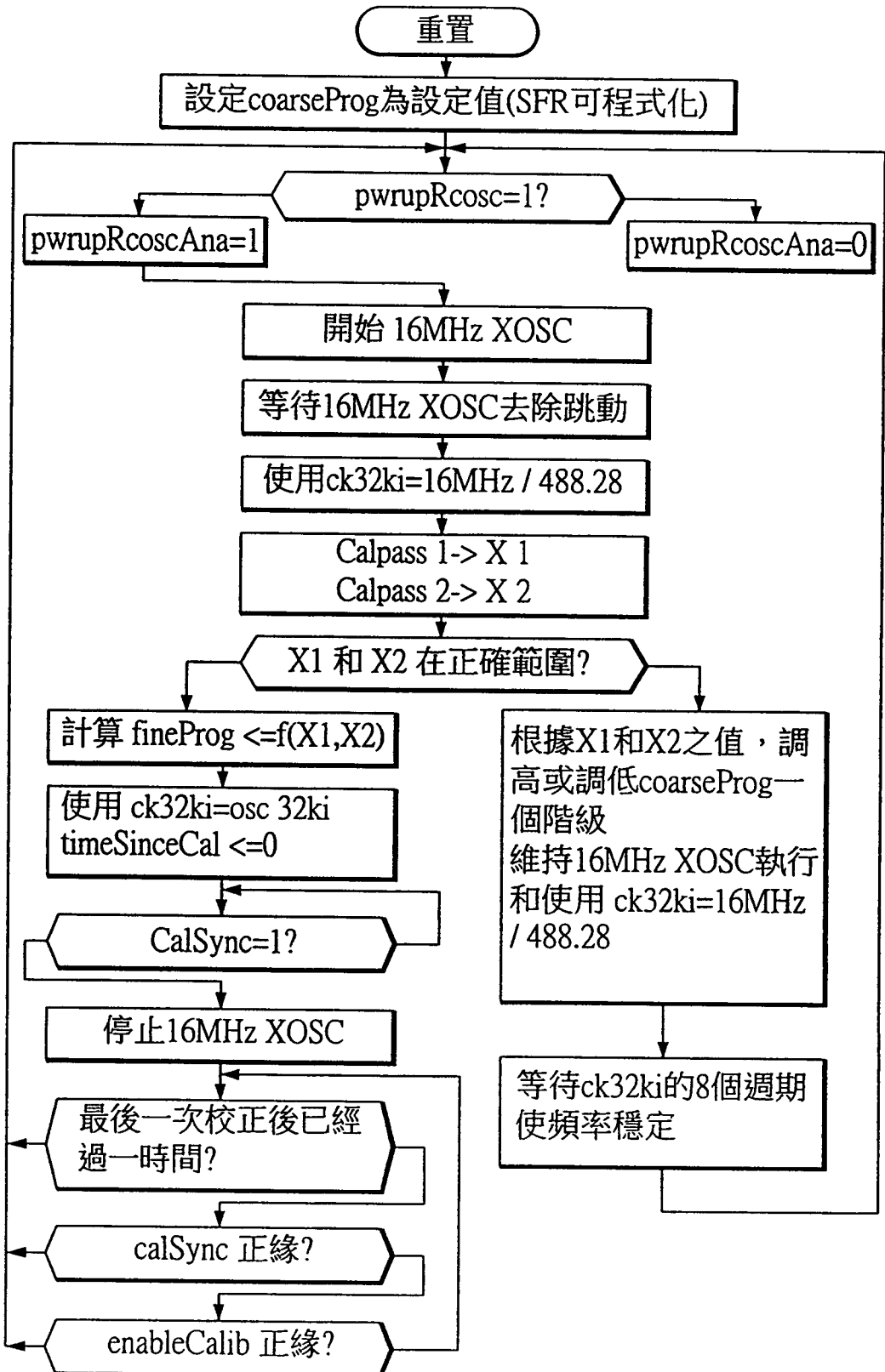


圖9