



(21)申請案號：099136495

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 10 月 26 日

(51)Int. Cl. : **H03M1/34 (2006.01)**

(71)申請人：汪炳穎 (中華民國) WANG, PING YING (TW)

新竹市文化街 98 號 5 樓

(72)發明人：汪炳穎 WANG, PING YING (TW)

(74)代理人：施志豪；郭仁智

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：19 項 圖式數：7 共 31 頁

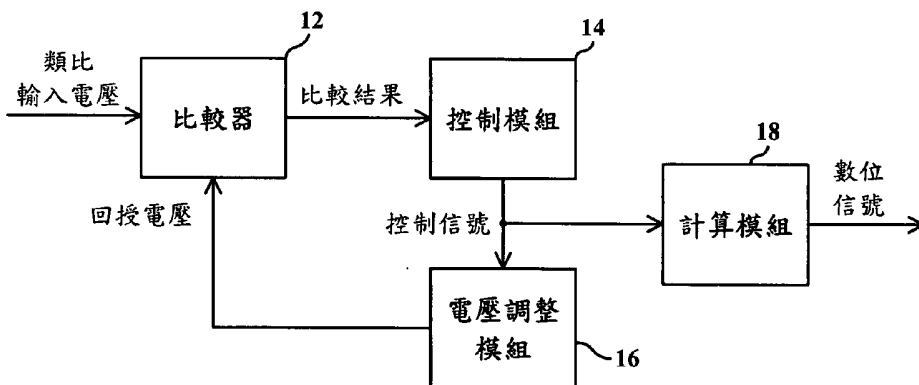
(54)名稱

類比 / 數位電壓轉換器

ANALOG-TO-DIGITAL VOLTAGE CONVERTER

(57)摘要

本發明提供一種類比/數位電壓轉換器，其中包含比較器、控制模組、電壓調整模組及計算模組。比較器比較一類比輸入電壓與一回授電壓後產生一比較結果。控制模組負責根據該比較結果產生一控制信號。該電壓調整模組根據該控制信號調升或調降該回授電壓，使該回授電壓趨近於該類比輸入電壓。電壓調整模組提供之一升壓量係對應於一第一數位數值。該電壓調整模組提供之一降壓量係對應於一第二數位數值。計算模組根據該控制信號產生該第一數位數值及該第二數位數值，並根據該第一數位數值及該第二數位數值產生對應於該類比輸入電壓之一數位信號。



12：比較器

14：控制模組

16：電壓調整模組

18：計算模組

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係與電壓轉換電路相關，並且尤其與類比/數位電壓轉換器相關。

【先前技術】

一般而言，將類比信號轉換為數位信號有利於後續的儲存和處理程序。因此，類比/數位轉換器是一種應用廣泛的重要電路，經常出現在通訊系統、多媒體系統及各種電腦系統中。目前無論是與其他電路整合在同一晶片中的類比/數位轉換器或是獨立存在的類比/數位轉換晶片，其架構都相當複雜。又因通常包含大量的佔據相當晶片面積的電容元件，類比/數位轉換器的硬體成本大多高昂。

【發明內容】

為解決上述問題，本發明提出新的類比/數位電壓轉換器架構。根據在比較輸入類比電壓和回授電壓之過程中採用之升壓量和降壓量，本發明中的類比/數位電壓轉換器可估算輸入類比電壓大小，並且運用數位電路簡便地產生對應於輸入類比電壓的數位信號。由於根據本發明的電壓轉換器架構單純，易於實現，因此可大幅降低類比/數位轉換器的硬體成本。

根據本發明之一具體實施例為一類比/數位電壓轉換器，其中包含比較器、控制模組、電壓調整模組及計算模組。比較

器比較一類比輸入電壓與一回授電壓後產生一比較結果。控制模組負責根據該比較結果產生一控制信號。該電壓調整模組根據該控制信號調升或調降該回授電壓，使該回授電壓趨近於該類比輸入電壓。電壓調整模組提供之一升壓量係對應於一第一數位數值。該電壓調整模組提供之一降壓量係對應於一第二數位數值。計算模組根據該控制信號產生該第一數位數值及該第二數位數值，並根據該第一數位數值及該第二數位數值產生對應於該類比輸入電壓之一數位信號。

相較於先前技術，根據本發明之類比/數位電壓轉換器具具有架構單純、成本低的優點。關於本發明之優點與精神可以藉由以下的發明詳述及所附圖式得到進一步的瞭解。

【實施方式】

根據本發明之一具體實施例為圖一所繪示之類比/數位電壓轉換器，其中包含比較器 12、控制模組 14、電壓調整模組 16 和計算模組 18。如圖一所示，比較器 12 負責比較一類比輸入電壓與一回授電壓，以產生一比較結果。舉例而言，比較器 12 可以被設計為令該比較結果具有兩種可能的準位。當類比輸入電壓高於回授電壓，比較結果具有第一電壓準位 V_1 ；當類比輸入電壓低於回授電壓，比較結果具有第二電壓準位 V_2 。第一電壓準位 V_1 不同於第二電壓準位 V_2 。以下將以第一電壓準位 V_1 為高電壓準位而第二電壓準位 V_2 為低電壓準位的

情況為例來說明。

此實施例中的控制模組 14 負責根據比較器 12 提供的比較結果產生一組用以控制電壓調整模組 16 的控制信號。電壓調整模組 16 包含一電容元件和兩個電流源。電容元件 C 耦接於比較器 12 用以接收該回授電壓之輸入端與接地端間。因此，電容元件 C 兩端的跨壓即為該回授電壓。該組控制信號中的控制信號 A 係用以控制充電電流源 16A 與電容元件 C 間的開關；當控制信號 A 為高準位，充電電流源 16A 被連接至電容元件 C，為電容元件 C 充電。控制信號 B 負責控制放電電流源 16B 與電容元件 C 間的開關；當控制信號 B 為高準位，放電電流源 16B 被連接至電容元件 C，為電容元件 C 放電。

圖二(A)為上述幾個信號的時序圖範例。比較器 12 自時間點 T1 開始提供該比較結果。於此範例中，類比輸入電壓 V_{IN} 高於該回授電壓之一初始回授電壓 V_{F0} ，因此該比較結果首先具有第一電壓準位 V_1 。控制模組 14 中的數位電路可被設計為根據一時脈信號的電壓升緣運作。在時間點 T1，受到該比較結果及時脈信號之電壓升緣的觸發，控制模組 14 將控制信號 A 設定為高準位，令充電電流源 16A 為電容元件 C 充電。因此，如圖二(A)所示，自時間點 T1 起，該回授信號的電壓開始上升。

在時間點 T2，該回授電壓被提升至大致等於類比輸入電

壓 V_{IN} 。但直到時間點 T2 之後的時間點 T3，該時脈信號中才出現電壓升緣。因此，控制模組 14 在時間點 T3 才將控制信號 A 改設為低準位。由於在時間點 T2 和時間點 T3 之間，充電電流源 16A 受到控制信號 A 的控制，還是繼續為電容元件 C 充電，因此在時間點 T3，該回授電壓已被提升至 V_{UP} ，高於類比輸入電壓 V_{IN} 。

在時間點 T3，除了將控制信號 A 改設為低準位，控制模組 14 亦將控制信號 B 由低準位改設為高準位，令放電電流源 16B 開始為電容元件 C 放電。如圖二(A)所示，在時間點 T4，該回授電壓被調降至略低於類比輸入電壓 V_{IN} ，該比較結果因此由低準位轉變為高準位。受到此轉變的觸發，在時間點 T4，控制模組 14 將控制信號 B 改設為低準位，令放電電流源 16B 停止為電容元件 C 放電。

充電電流源 16A 提供充電電流 I_1 ，而放電電流源 16B 提供放電電流 I_2 。此範例中的充電電流 I_1 不等於放電電流 I_2 ，並且為放電電流 I_2 之 N 倍(N 為一大於 1 之正數)。比方說，充電電流 I_1 可被設計為放電電流 I_2 的 16 倍。該回授信號在時間點 T1 和 T3 之間被提高的斜率即對應於充電電流 I_1 的大小。該回授信號在時間點 T1 和 T3 之間的升壓量 ΔV_1 則是正比於充電電流 I_1 的大小與充電時間長度。於圖二(A)所示之範例中，該充電時間長度為 P 個時脈週期 T 。相對地，該回授信

號在時間點 T3 和 T4 之間被調降的斜率即對應於放電電流 I2 的大小。該回授信號在時間點 T3 和 T4 之間的降壓量 $\Delta V2$ 則是正比於放電電流 I2 的大小與放電時間長度。於圖二(A)所示之範例中，該放電時間長度為 Q 個時脈週期 T。

更明確地說，升壓量 $\Delta V1$ 等於一升壓速率與升壓時間 $P*T$ 之乘積。該升壓速率等於充電電流 I1 的大小除以電容元件 C 之電容值。相對地，降壓量 $\Delta V2$ 為一降壓速率與降壓時間 $Q*T$ 之乘積。該降壓速率等於放電電流 I2 的大小除以電容元件 C 之電容值。於此範例中，充電電流 I1 和放電電流 I2 被設計為定值。於實際應用中，這兩個電流都可以被各自設計為時間的函數。舉例而言，充電電流 I1 可以在時間點 T1 之後的第一個時脈週期中以電流量 I1A 為電容元件 C 充電，接著在之後的其他時脈週期中以電流量 I1B 為電容元件 C 充電。換句話說，充電電流 I1 可被設計為多段式可調整的。藉此，控制模組 14 可更有彈性地調整上述升壓速率。

綜上所述，升壓量 $\Delta V1$ 可被表示為 $\frac{I1*(P*T)}{C}$ ，而降壓量 $\Delta V2$ 可被表示為 $\frac{I2*(Q*T)}{C}$ 。實務上，I1、I2、C 和 T 等數值皆可預先得知。因此，只要找出 P 和 Q，升壓量 $\Delta V1$ 和降壓量 $\Delta V2$ 皆可被估算出來。如圖二(A)所示，類比輸入電壓 V_{IN} 等於回授電壓之初始回授電壓 V_{F0} 加上升壓量 $\Delta V1$ ，再減去降

壓量 ΔV_2 。該初始回授電壓 V_{F0} 亦為可預先得知或被精準控制的。也就是說，只要找出 P 和 Q，類比輸入電壓 V_{IN} 的大小就可以被估算。

如圖一所示，計算模組 18 包含第一計時器 18A、第二計時器 18B 及計算單元 18C。實務上第一計時器 18A 和第二計時器 18B 可各自為一計數器。第一計時器 18A 負責根據控制信號 A 和該時脈信號於充電電流源 16A 為電容元件 C 充電時計數，以產生一第一計數值。此第一計數值即為上述數值 P。第二計時器 18B 負責根據控制信號 B 和該時脈信號於放電電流源 16B 為電容元件 C 放電時計數，以產生一第二計數值。此第二計數值即為上述數值 Q。於實際應用中，第一計時器 18A 和第二計時器 18B 可被整合為單一的計數器。第一計時器 18A、第二計時器 18B 及計算單元 18C 三者也可以被整合於具有基本運算功能的單一計數器中。

如先前所述，充電電流 I_1 不等於放電電流 I_2 ，並且為放電電流 I_2 之 N 倍。計算單元 18C 將第一計數值 P 乘以 N 後減去第二計數值 Q，即可產生對應於類比輸入電壓 V_{IN} 之一數位信號。易言之，計算單元 18C 只要計算 $(P*N-Q)$ 即可產生對應於類比輸入電壓 V_{IN} 之數位信號。第一計數值 P 中每一個計數基本單位都各自代表一單位充電量，而第二計數值 Q 中每一個計數基本單位各自代表一單位放電量。以 N 等於 16 的情況

為例，該單位充電量是該單位放電量的 16 倍。因此，計算單元 18C 必須將第一計數值 P 乘以 N。實務上，第一計數值 P 和第二計數值 Q 都是以數位信號表示，因此計算單元 18C 產生該數位信號的程序只需要利用單純的乘法器與減法器，無需複雜的電路。

將充電電流 I1 設計為大於放電電流 I2 的好處在於可提升回授信號之電壓達到高於類比輸入電壓 V_{IN} 的速度(也就是將時間點 T2 和 T3 提前)，進而增快此類比/數位電壓轉換器的工作速度。此外，將放電電流 I2 設計為小於充電電流 I1 可提供微調回授信號的效果。由於放電電流 I2 較小，放電電流源 16B 在每個時脈週期中造成的放電量較低。以圖二(A)所呈現的情況為例，在時間點 T4，該回授電壓只會被調升至略高於類比輸入電壓 V_{IN} ，不會讓該回授電壓被調降至與類比輸入電壓 V_{IN} 的差異太大。

如先前所述，類比輸入電壓 V_{IN} 等於回授電壓之初始回授電壓 V_{F0} 加上升壓量 $\Delta V1$ ，再減去降壓量 $\Delta V2$ 。該初始回授電壓 V_{F0} 為可控制的。如圖三所示，根據本發明之類比/數位電壓轉換器可進一步包含一重置模組 M，用以於電壓調整模組 16 開始調整該回授電壓前，將該回授電壓重置為具有一初始回授電壓。於此範例中，重置模組 M 係以開關的形式實現。該初始回授電壓可依不同情況被適當設定，例如被設定為一接地電

壓或一供電電壓，但不以此為限。

圖四係繪示上述類比/數位電壓轉換器進一步包含一預測模組 20 的實施例。預測模組 20 係用以根據該數位信號之一歷史資料或該類比輸入電壓之一特性決定上述初始回授電壓。舉例而言，預測模組 20 可用先前幾次的數位信號來外插，取得下一個數位信號的預測值，並找出對應於該預測結果的初始回授電壓。又比方說，假設類比輸入電壓的某些頻率或振幅特性為已知，預測模組 20 亦可據此推測下一次數位信號的可能範圍，並找出對應於該可能範圍的初始回授電壓。藉由選擇一個接近最終結果的初始回授電壓，該回電壓趨近於類比輸入電壓的時間可被縮短。除了將一初始回授電壓提供至重置模組 M，預測模組 20 亦將相對應的計數起始值提供給計算單元 18C。假設該回授電壓被調整前之一初始回授電壓係對應於一第三數位數值。在這樣的情況下，計算單元 18C 係將第一數位數值 P 乘以 N 後加上該第三數位數值，再減去第二數位數值 Q，以產生該數位信號。

圖二(B)為根據本發明之類比/數位轉換器中的另一種信號時序範例。於此範例中，類比輸入電壓 V_{IN} 低於該回授電壓之一初始回授電壓 V_{F0} ，因此該比較結果首先具有第二電壓準位 V_2 。在時間點 T1，受到該比較結果及時脈信號之電壓升緣的觸發，控制模組 14 將控制信號 B 設定為高準位，令放電電流

源 16B 為電容元件 C 放電。因此，如圖二(B)所示，自時間點 T1 起，該回授信號的電壓開始下降。在時間點 T2，該回授電壓被調降至大致等於類比輸入電壓 V_{IN} 。但直到時間點 T3，該時脈信號中才出現電壓升緣。因此，控制模組 14 在時間點 T3 才將控制信號 B 改設為低準位。由於在時間點 T2 和時間點 T3 之間，放電電流源 16B 受到控制信號 B 的控制，還是繼續為電容元件 C 放電，因此在時間點 T3，該回授電壓已被降低至 V_{DN} ，低於類比輸入電壓 V_{IN} 。

在時間點 T3，除了將控制信號 B 改設為低準位，控制模組 14 亦將控制信號 A 由低準位改設為高準位，令充電電流源 16A 開始為電容元件 C 充電。如圖二(B)所示，在時間點 T4，該回授電壓被調升至略高於類比輸入電壓 V_{IN} ，該比較結果因此由高準位轉變為低準位。受到此轉變的觸發，在時間點 T4，控制模組 14 將控制信號 A 改設為低準位，令充電電流源 16A 停止為電容元件 C 充電。

於此範例中，充電電流 $I1$ 仍可被設計為放電電流 $I2$ 之 N 倍。同樣地，計算單元 18C 可藉由計算 $(P*N-Q)$ 產生對應於類比輸入電壓 V_{IN} 之數位信號。此外，計算單元 18C 亦可將該回授電壓之初始回授電壓納入考量。須說明的是，上述電流量比例 N 亦可為小於 1 之正數。

綜上所述，根據本發明之類比/數位轉換器可以圖五所示

之電路方塊圖表示。比較器 12 負責比較一類比輸入電壓與一回授電壓，以產生一比較結果。控制模組 14 係用以根據該比較結果產生一控制信號。電壓調整模組 16 受該控制信號控制，根據該控制信號調升或調降該回授電壓，使該回授電壓趨近於該類比輸入電壓。計算模組 18 係用以根據該控制信號產生第一數位數值 P 及第二數位數值 Q，並根據這兩個數位數值產生對應於該類比輸入電壓之一數位信號。

圖六係進一步繪示根據本發明之電壓調整模組 16 的另一實施範例。此範例中的電壓調整模組 16 包含兩個充電電流源 16A/16C 及兩個放電電流源 16B/16D。充電電流源 16A 的電流量為放電電流源 16B 之電流量的 N 倍，而放電電流源 16D 的電流量為充電電流源 16C 的 M 倍。M 和 N 皆為大於 1 的正數。實務上，該等充電電流源可利用耦接於供電端與電容元件 C 間之開關元件來實現，當該開關元件被開啟時，電容元件 C 被充電。相似地，該等放電電流源可利用耦接於接地端與電容元件 C 間之開關元件來實現，當該開關元件被開啟時，電容元件 C 被放電。

於此範例中，若一開始該類比輸入電壓大於該回授電壓，控制模組即首先控制充電電流源 16A 調升該回授電壓直到該比較結果發生變化，接著再控制放電電流源 16B 反向調整該回授電壓直到該比較結果再次發生變化。如先前所述，計算模

組 18 可計算 $(P*N-Q)$ 以產生對應於該類比輸入電壓之數位信號。相對地，若一開始該類比輸入電壓小於該回授電壓，控制模組即首先控制放電電流源 16D 調降該回授電壓直到該比較結果發生變化，接著再控制充電電流源 16C 反向調整該回授電壓直到該比較結果再次發生變化。在這樣的情況下，計算模組 18 可計算 $(P-Q*M)$ 以產生對應於該類比輸入電壓之數位信號。

圖七係繪示根據本發明之類比/數位轉換器進一步包含校正功能的範例。參考信號模組 22 係用以提供一預設參考信號做為該類比輸入電壓，輸入比較器 12 用以接收類比輸入電壓的輸入端。於此範例中，參考信號模組 24 包含一參考電流源 IR 及一電容 CR。參考電流源 IR 係用以對電容 CR 充電，以產生該預設參考信號。藉由改變參考電流源 IR 的電流量或充電時間，該預設參考信號為可調整的。該預設參考信號的電壓值和波形為已知。比較器 12、控制模組 14、電壓調整模組 16 及計算模組 18 可根據先前所介紹的方式將該預設參考信號轉換為數位信號。

誤差估計模組 24 負責量測對應於預設參考信號所產生之數位信號，並比較一標準數位信號與對應於該預設參考信號之該數位信號，以產生一估計誤差。接著，校正模組 26 即根據該估計誤差校正後續由類比輸入信號轉換而成的數位信號。實

務上，上述校正程序可以在該類比/數位電壓轉換器開始接收真實類比輸入電壓之前執行。該估計誤差可被儲存在誤差估計模組 24 或校正模組 26 中，做為後續校正實際類比輸入電壓的參考。

根據本發明之類比/數位電壓轉換器亦可包含校正電流量比例 N 的功能。以下將以圖三所示之電路為例說明如何校正電流量比例 N 。該類比輸入電壓和該回授電壓首先都被重置為一初始回授電壓。接著，由控制模組 14 令充電電流源 16A 為電容元件 C 充電一個時脈週期的時間，使該回授電壓高於該類比輸入電壓一個單元充電量。接著，由控制模組 14 令放電電流源 16B 開始為電容元件 C 放電。理論上，該回授電壓應該會在 N 個時脈週期後被調降至再次與類比輸入電壓一致，亦即再次等於該初始回授電壓。由於該等電流源本身的不理想特性，該回授電壓可能是在 N' 個時脈週期後等於該初始回授電壓。比方說， N 被設計為 128，而實際上充電電流 I_1 卻僅為放電電流 I_2 的 127 倍。此實際電流量比例 N' 可被提供至計算單元 18C，令計算單元 18C 將計算該數位信號的公式修正為 $(P*N'-Q)$ 。

如上所述，本發明提出新的類比/數位電壓轉換器架構。根據在比較輸入類比電壓和回授電壓之過程中採用之升壓量和降壓量，本發明中的類比/數位電壓轉換器可估算輸入類比

電壓大小，並且運用數位電路簡便地產生對應於輸入類比電壓的數位信號。由於根據本發明的電壓轉換器架構單純，易於實現，因此可大幅降低類比/數位轉換器的硬體成本。

藉由以上較佳具體實施例之詳述，係希望能更加清楚描述本發明之特徵與精神，而並非以上述所揭露的較佳具體實施例來對本發明之範疇加以限制。相反地，其目的是希望能涵蓋各種改變及具相等性的安排於本發明所欲申請之專利範圍的範疇內。

【圖式簡單說明】

圖一為根據本發明之一具體實施例中之類比/數位電壓轉換器的電路方塊圖。

圖二(A)和圖二(B)為根據本發明之類比/數位電壓轉換器中的信號時序範例。

圖三係繪示根據本發明之類比/數位電壓轉換器進一步包含重置模組的範例。

圖四係繪示根據本發明之類比/數位電壓轉換器進一步包含預測模組的範例。

圖五為根據本發明之類比/數位轉換器之一電路示意圖。

圖六係用以進一步顯示根據本發明之電壓調整模組的一種實施範例。

圖七係繪示根據本發明之類比/數位電壓轉換器進一步包含校正電路的範例。

【主要元件符號說明】

12：比較器

14：控制模組

16：電壓調整模組

18：計算模組

16A、16C：充電電流源

16B、16D：放電電流源

18A：第一計時器

18B：第二計時器

18C：計算單元

M：重置模組

20：預測模組

22：參考信號模組

24：誤差估計模組

26：校正模組

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：99136495

※申請日：2009.12.22

※IPC 分類：H03M 1/34 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

類比/數位電壓轉換器/ANALOG-TO-DIGITAL VOLTAGE
CONVERTER

二、中文發明摘要：

本發明提供一種類比/數位電壓轉換器，其中包含比較器、控制模組、電壓調整模組及計算模組。比較器比較一類比輸入電壓與一回授電壓後產生一比較結果。控制模組負責根據該比較結果產生一控制信號。該電壓調整模組根據該控制信號調升或調降該回授電壓，使該回授電壓趨近於該類比輸入電壓。電壓調整模組提供之一升壓量係對應於一第一數位數值。該電壓調整模組提供之一降壓量係對應於一第二數位數值。計算模組根據該控制信號產生該第一數位數值及該第二數位數值，並根據該第一數位數值及該第二數位數值產生對應於該類比輸入電壓之一數位信號。

三、英文發明摘要：

An analog-to-digital converter including a comparator, a control module, a voltage adjusting module, and an evaluating module is provided. The comparator compares an analog input voltage with a feedback voltage and generates a comparison result. Based on the comparison result, the control module generates a control signal. The voltage adjusting module increase or decrease the feedback

voltage toward the analog input voltage according to the control signal. The voltage increase amount and decrease amount provided by the voltage adjusting module are corresponding to a first digital value and a second digital value, respectively. The evaluating module generates the first digital value and the second digital value based on the control signal. According to the first digital value and the second digital value, a digital signal corresponding to the analog input voltage is generated.

七、申請專利範圍：

- 1、 一種類比/數位電壓轉換器，包含：
 - 一比較器，用以比較一類比輸入電壓與一回授電壓，以產生一比較結果；
 - 一控制模組，用以根據該比較結果產生一控制信號；
 - 一電壓調整模組，用以根據該控制信號調升或調降該回授電壓，使該回授電壓趨近於該類比輸入電壓；以及
 - 一計算模組，該電壓調整模組調升該回授電壓之一升壓量係對應於一第一數位數值，該電壓調整模組調降該回授電壓時之一降壓量係對應於一第二數位數值，該計算模組係用以根據該控制信號產生該第一數位數值及該第二數位數值，並根據該第一數位數值及該第二數位數值產生對應於該類比輸入電壓之一數位信號。
- 2、 如申請專利範圍第1項所述之類比/數位電壓轉換器，其中該電壓調整模組首先調升或調降該回授電壓直到該比較結果發生變化，接著反向調整該回授電壓直到該比較結果再次發生變化。
- 3、 如申請專利範圍第1項所述之類比/數位電壓轉換器，其中當該類比輸入電壓高於該回授電壓，該比較結果具有一第一電壓準位，當該類比輸入電壓低於該回授電壓，該比較結果具有一第二電壓準位，該第一電壓準位不同於該第二電壓準位。
- 4、 如申請專利範圍第1項所述之類比/數位電壓轉換器，其中在該電壓調整模組開始調整該回授電壓前，若該比較結果顯示該類比輸入電壓高於該回授電壓，該控制模組令該電壓調整模組首先調升該回授電壓；在該電壓調整模組開始調整該回

授電壓前，若該比較結果顯示該類比輸入電壓低於該回授電壓，該控制模組令該電壓調整模組首先調降該回授電壓。

- 5、如申請專利範圍第1項所述之類比/數位電壓轉換器，其中該回授電壓被調整前之一初始回授電壓係對應於一第三數位數值，該計算模組係根據該第一數位數值、該第二數位數值及該第三數位數值產生該數位信號。
- 6、如申請專利範圍第5項所述之類比/數位電壓轉換器，進一步包含：
 - 一重置模組，用以於該電壓調整模組開始調整該回授電壓前，將該回授電壓重置為具有該初始回授電壓。
- 7、如申請專利範圍第6項所述之類比/數位電壓轉換器，進一步包含：
 - 一預測模組，用以根據該數位信號之一歷史資料或該類比輸入電壓之一特性決定該初始回授電壓。
- 8、如申請專利範圍第1項所述之類比/數位電壓轉換器，其中該電壓調整模組首先調升或調降該回授電壓時係採用一第一電壓調整速率，並且該電壓調整模組接著反向調整該回授電壓時係採用一第二電壓調整速率；該第一電壓調整速率高於該第二電壓調整速率。
- 9、如申請專利範圍第1項所述之類比/數位電壓轉換器，其中該升壓量為一升壓速率與一升壓時間之乘積，該降壓量為一降壓速率與一降壓時間之乘積。
- 10、如申請專利範圍第9項所述之類比/數位電壓轉換器，其中該計算模組包含：
 - 一第一計時器，用以根據該控制信號計算該升壓時間；以

及

一第二計時器，用以根據該控制信號計算該降壓時間。

- 11、如申請專利範圍第10項所述之類比/數位電壓轉換器，其中該第一計時器與該第二計時器分別為一計數器，該第一計時器之一第一計數結果為該第一數位數值，該第二計時器之一第二計數結果為該第二數位數值。
- 12、如申請專利範圍第10項所述之類比/數位電壓轉換器，其中該升壓速率為該降壓速率之N倍，N為一大於1之正數，該計算模組係將該第一計數值乘以N後減去該第二計數值，以產生該數位信號。
- 13、如申請專利範圍第12項所述之類比/數位電壓轉換器，進一步包含：
 - 一校正模組，用以校正該數值N。
- 14、如申請專利範圍第9項所述之類比/數位電壓轉換器，其中該電壓調整模組包含：
 - 一電容元件，耦接於該比較器用以接收該回授電壓之一輸入端與一接地端之間，具有一預設電容值；
 - 一充電電流源，該控制模組根據該比較結果選擇性地控制該充電電流源提供一充電電流，為該電容元件充電以調升該回授電壓；以及
 - 一放電電流源，該控制模組根據該比較結果選擇性地控制該放電電流源提供一放電電流，為該電容元件放電以調降該回授電壓；其中該充電電流除以該預設電容值為該升壓速率，該放電電流除以該預設電容值為該降壓速率。

- 15、如申請專利範圍第14項所述之類比/數位電壓轉換器，其中該充電電流源包含耦接於一供電端與該電容元件間之一開關元件，當該開關元件被開啟時，該電容元件被充電。
- 16、如申請專利範圍第1項所述之類比/數位電壓轉換器，進一步包含：
 - 一參考信號模組，用以提供一預設參考信號做為該類比輸入電壓；
 - 一誤差估計模組，用以量測對應於該預設參考信號所產生之該數位信號，並比較一標準數位信號與對應於該預設參考信號之該數位信號，以產生一估計誤差；以及
 - 一校正模組，用以根據該估計誤差校正該數位信號。
- 17、如申請專利範圍第16項所述之類比/數位電壓轉換器，其中該參考信號模組包含一參考電流源及一電容，該參考電流源係用以對該電容充電，以產生該預設參考信號，該預設參考信號為可調整的。
- 18、一種類比/數位電壓轉換器，包含：
 - 一比較器，用以比較一類比輸入電壓與一回授電壓，以產生一比較結果，其中該類比輸入電壓高於該回授電壓之一初始回授電壓；
 - 一電容元件，耦接於該比較器用以接收該回授電壓之一輸入端與一接地端之間；
 - 一控制模組，用以根據該比較結果產生一控制信號；
 - 一充電電流源，該控制模組首先以該控制信號控制該充電電流源提供一充電電流，為該電容元件充電以調升該回授電壓，直到該比較結果顯示該回授電壓高於該類比輸入電壓；

- 一放電電流源，在該比較結果顯示該回授電壓高於該類比輸入電壓之後，該控制模組以該控制信號控制該放電電流源提供一放電電流，為該電容元件放電以調降該回授電壓，直到該比較結果顯示該回授電壓低於該類比輸入電壓，其中該充電電流為該放電電流之N倍，N為一大於1之正數；
- 一計數器，用以根據該控制信號於該充電電流源為該電容元件充電時計數，以產生一第一計數值，並根據該控制信號於該放電電流源為該電容元件放電時計數，以產生一第二計數值；以及
- 一計算單元，用以將該第一計數值乘以N後減去該第二計數值，以產生對應於該類比輸入電壓之一數位信號。

19、一種類比/數位電壓轉換器，包含：

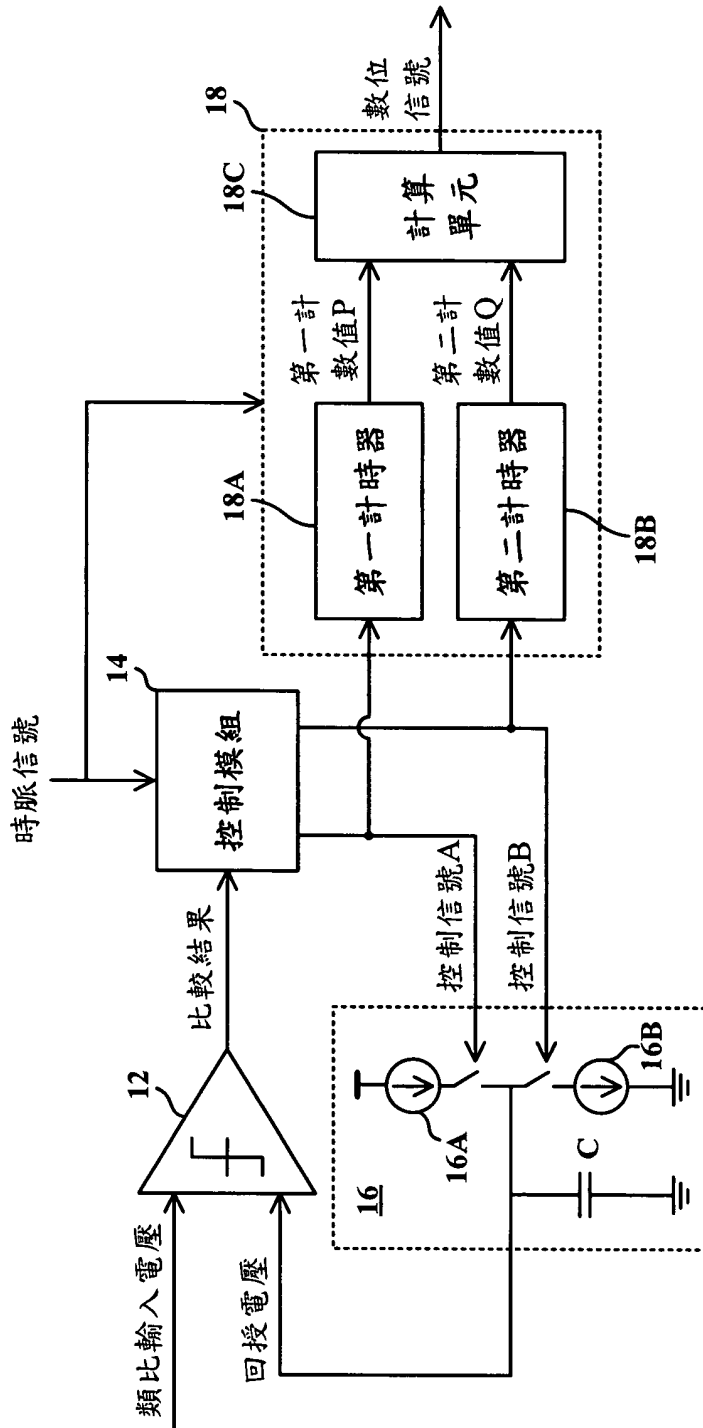
- 一比較器，用以比較一類比輸入電壓與一回授電壓，以產生一比較結果，其中該類比輸入電壓低於該回授電壓之一初始回授電壓；
- 一電容元件，耦接於該比較器用以接收該回授電壓之一輸入端與一接地端之間；
- 一控制模組，用以根據該比較結果產生一控制信號；
- 一放電電流源，該控制模組首先以該控制信號控制該放電電流源提供一放電電流，為該電容元件放電以調降該回授電壓，直到該比較結果顯示該回授電壓低於該類比輸入電壓；
- 一充電電流源，在該比較結果顯示該回授電壓低於該類比輸入電壓之後，該控制模組以該控制信號控制該充電電流源提供一充電電流，為該電容元件充電以調升該回授

電壓，直到該比較結果顯示該回授電壓高於該類比輸入電壓，其中該放電電流為該充電電流之 N 倍， N 為一大於 1 之正數；

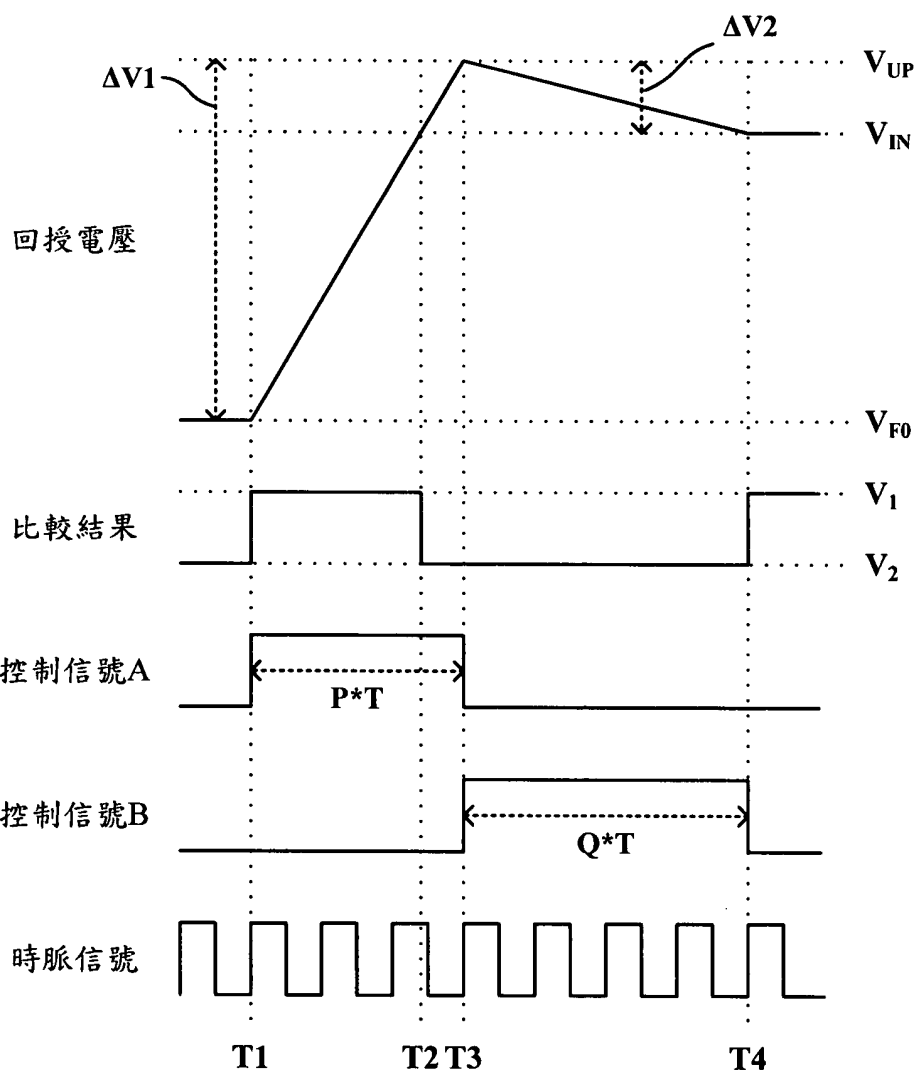
一計數器，用以根據該控制信號於該放電電流源為該電容元件放電時計數，以產生一第一計數值，並根據該控制信號於該充電電流源為該電容元件充電時計數，以產生一第二計數值；以及

一計算單元，用以將該第一計數值乘以 N 後減去該第二計數值，以產生對應於該類比輸入電壓之一數位信號。

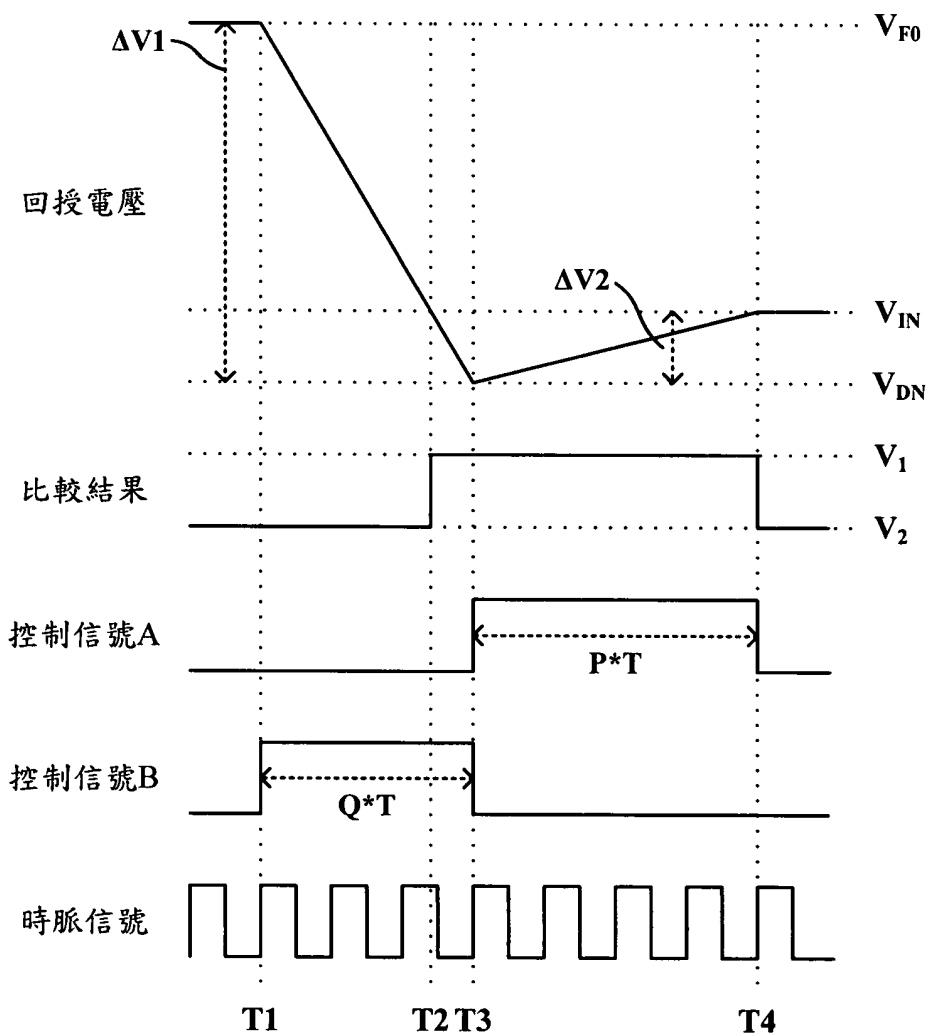
八、圖式：



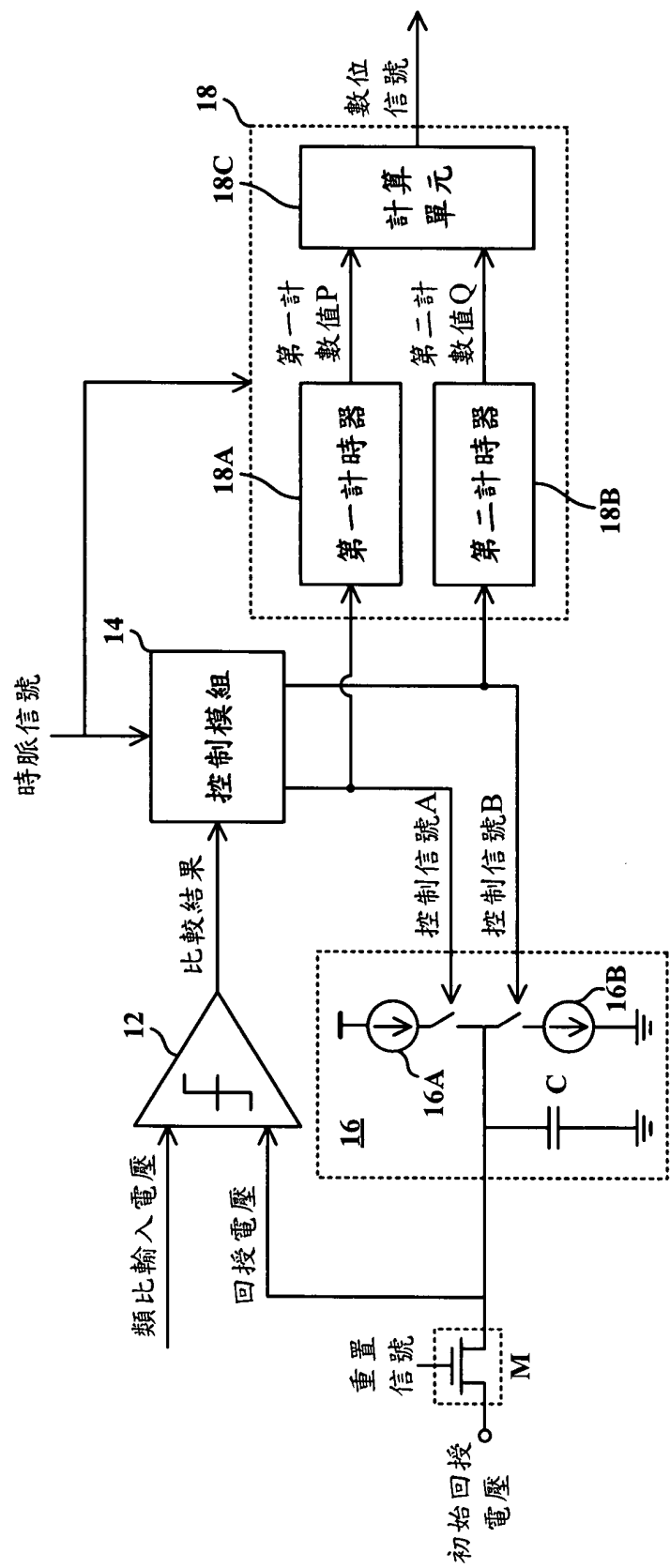
圖一



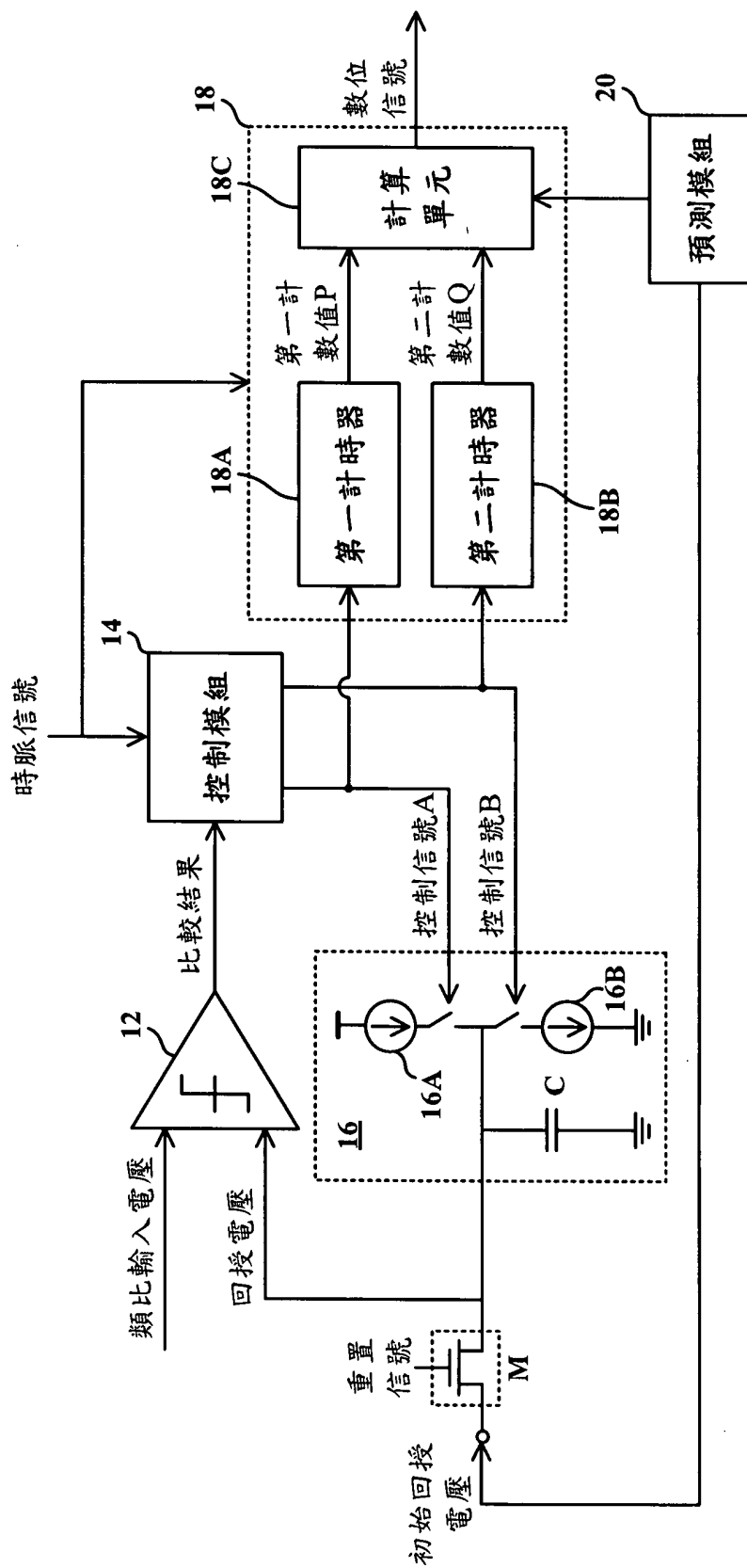
圖二 (A)



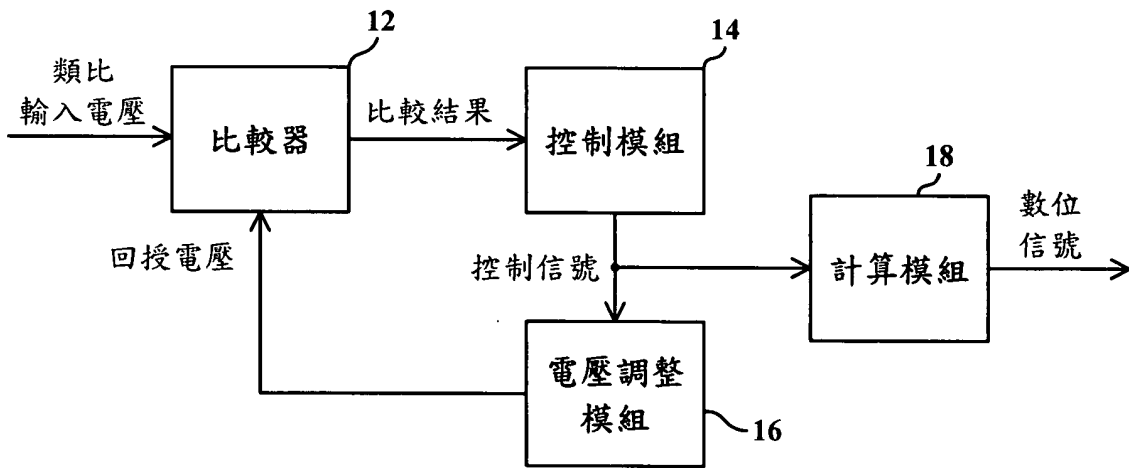
圖二 (B)



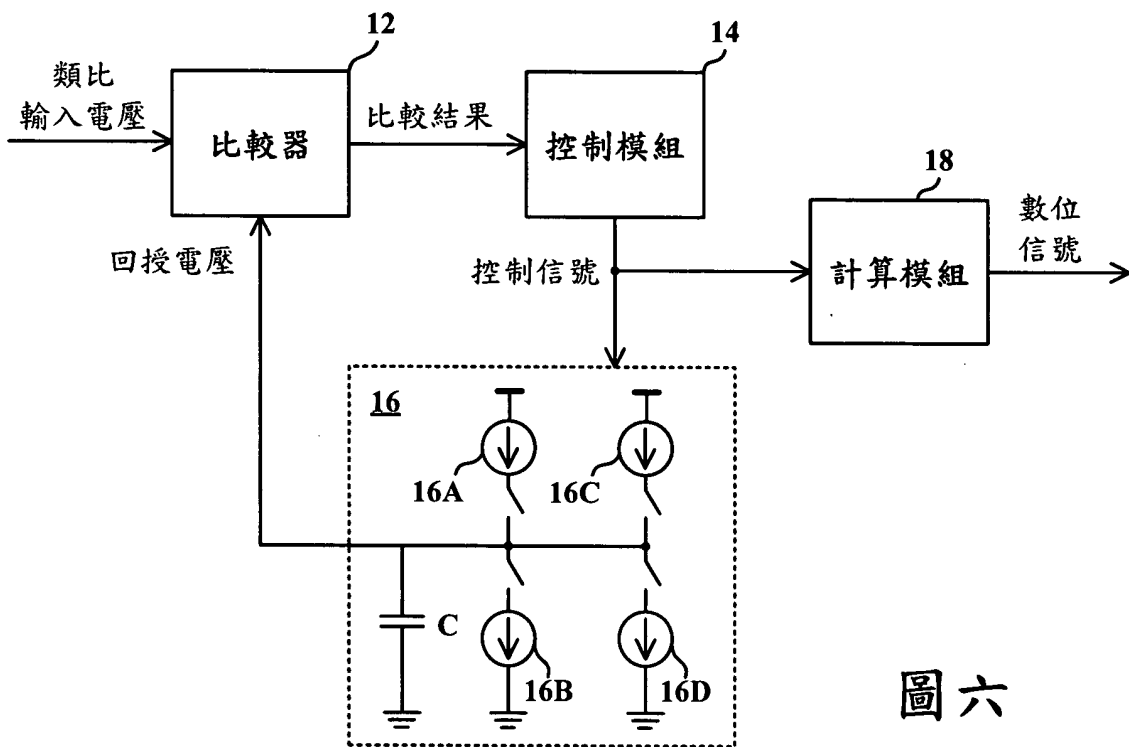
圖三



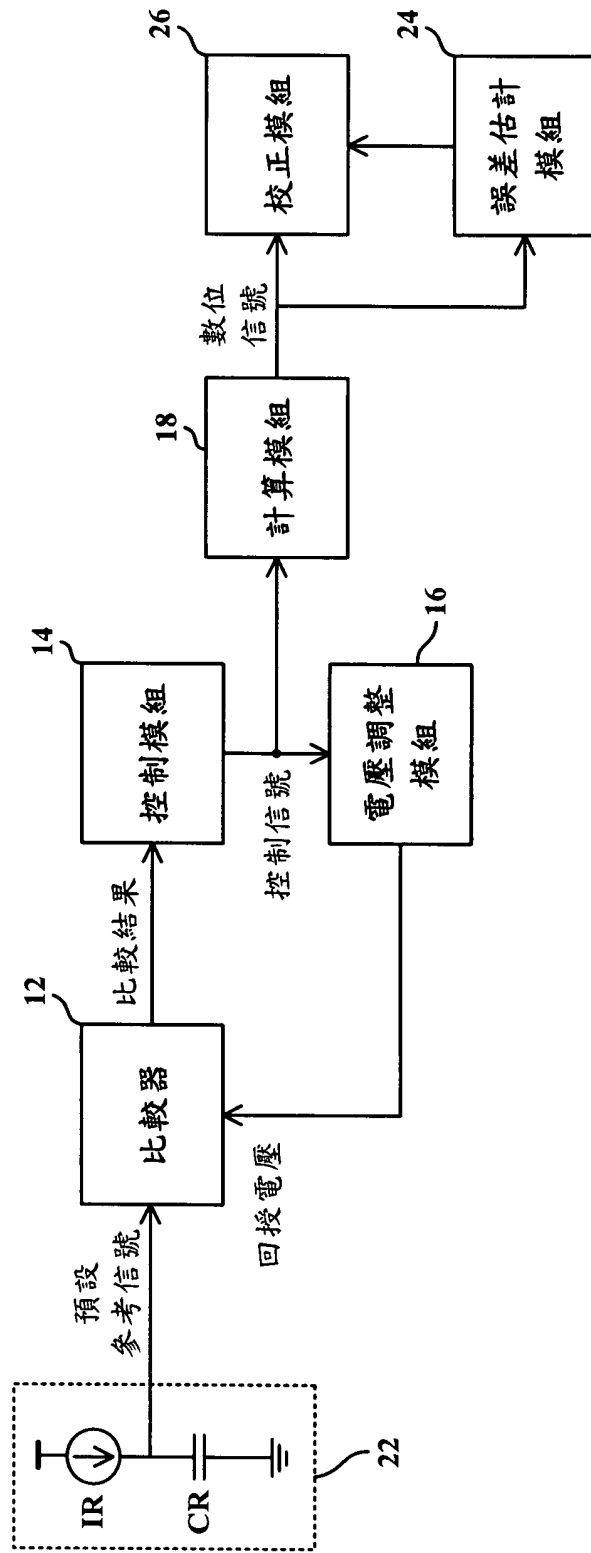
圖四



圖五



圖六



圖七

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（五）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

12：比較器

14：控制模組

16：電壓調整模組

18：計算模組

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