



(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 201224472 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 06 月 16 日

(21)申請案號：099143211

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 12 月 10 日

(51)Int. Cl. : **G01R27/26 (2006.01)**

(71)申請人：義隆電子股份有限公司 (中華民國) ELAN MICROELECTRONICS CORPORATION (TW)

新竹市科學工業園區創新一路 12 號

(72)發明人：黃俊中 HUANG, CHUN CHUNG (TW)；李一書 LEE, I SHU (TW)；許士元 HSU, SHIH YUAN (TW)；邱得盛 CHIU, TE SHENG (TW)

(74)代理人：黃重智

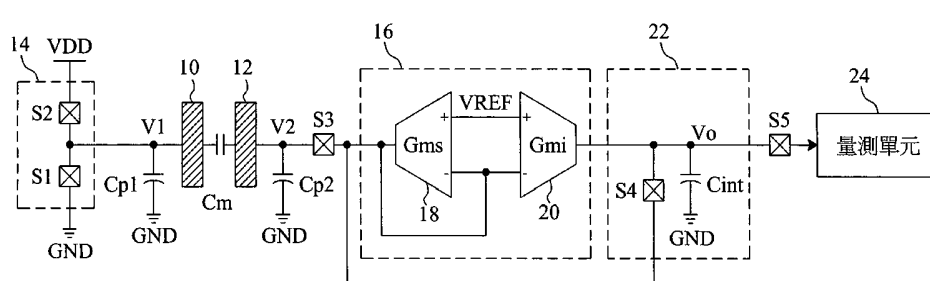
申請實體審查：有 申請專利範圍項數：40 項 圖式數：19 共 46 頁

(54)名稱

用以感測待測電容的電路及其方法

(57)摘要

一種用以感測待測電容的電路，其中該待測電容具有電極，該電路包含切換電路改變該電極的電壓準位，再利用互導放大鏡射電路使該電極的電壓準位維持在參考電壓，並且因應該電極的電壓變化造成電荷變化量，以及電荷計算電路因應該電荷變化量產生與該待測電容之電容量相關的感測信號。



10：電極

12：電極

14：切換電路

16：互導放大鏡射電
路

18：互導放大器

20：互導放大器

22：電荷計算電路

24：量測單元

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關一種電容感測電路，特別是關於一種用以感測待測電容的電路及其方法。

【先前技術】

習知的電容感測電路通常是將待測電容充至一定電壓，再與一已知的參考電容做電荷平衡，再由參考電容得到的電荷量反推待測電容的電容值。但為了達到電荷平衡，需要等待較長的時間，因此習知技術只能應用在反應速度較低的電路上。

因此，一種具有較快反應速度的電容感測電路乃為所冀。

【發明內容】

本發明的目的在於提出一種用以感測待測電容的電路及其方法。

根據本發明，一種用以感測待測電容的電路，該待測電容具有第一及第二電極，該電路包含切換電路連接該第一電極，用以改變該第一電極的電壓準位，互導放大鏡射電路包含第一輸出端及第二輸出端，該第一輸出端耦接該第二電極，使該第一輸出端的電壓準位維持在參考電壓，並且因應該第一輸出端的電壓變化於該第二輸出端造成電荷變化量，以及電荷計算電路耦接該第二輸出端，因應該電荷變化量產生感測信號。

根據本發明，一種用以感測待測電容的電路，該待測電容具有電極，該電路包含切換電路連接該電極，用以改變該電極 {S}

的電壓準位，感測開關耦接該電極，互導放大鏡射電路包含第一輸出端及第二輸出端，該第一輸出端耦接該感測開關，使該第一輸出端的電壓準位維持在參考電壓，並且因應該第一輸出端的電壓變化於該第二輸出端造成電荷變化量，以及電荷計算電路耦接該第二輸出端，因應該電荷變化量產生感測信號。

根據本發明，一種用以感測待測電容的方法，該待測電容具有第一及第二電極，該方法包含改變該第一電極的電壓準位，使該第二電極的電壓準位維持在參考電壓，並且因應該第二電極的電壓變化另外造成電荷變化量，以及因應該電荷量產生感測信號。

根據本發明，一種用以感測待測電容的方法，該待測電容具有電極，該方法包含改變該電極的電壓準位，使該電極的電壓準位維持在參考電壓，並且因應該電極的電壓變化另外造成電荷變化量；以及因應該電荷變化量產生感測信號。

【實施方式】

圖 1 係本發明第一實施例的電路圖。本實施例的待測電容是電極 10、12 之間存在的電容 C_m ，感測待測電容 C_m 的電路包含有切換電路 14、互導放大鏡射電路 16、電荷計算電路 22 以及量測單元(Measure Unit)24。切換電路 14 具有開關 S1、S2 連接電極 10，使電極 10 的電壓在高電壓準位與低電壓準位之間切換，在此實施例中，高電壓準位為電源電壓 VDD，低電壓準位為接地電壓 GND。開關 S3 連接在電極 12 與互導放大鏡射電路 16 之間，互導放大鏡射電路 16 包含互導放大器 [S]

(Transconductance Amplifier)18、20，兩者的輸入端彼此相連接，輸入相同的輸入信號，其中，一輸入端連接互導放大器18的輸出端，另一輸入端輸入參考電壓 V_{REF} ，而互導放大器18的輸出端連接至開關 S3，互導放大器20的輸出端則連接電荷計算電路22。電荷計算電路22中包含電容 C_{int} 及開關 S4，電容 C_{int} 連接於互導放大器20的輸出端及接地端 GND 之間，而開關 S4 在互導放大器18、20的輸出端之間，在感測電容 C_m 前，會先導通開關 S4 將電容 C_{int} 的電壓 V_o 初始化至參考電壓 V_{REF} 。開關 S5 連接在電荷計算電路22與量測單元24之間，量測單元24將電容 C_{int} 的電壓 V_o 轉換為數位信號。當感測開始時，電極10的電壓 V_1 隨著切換電路14中的開關 S1 及 S2 的切換而改變。當電壓 V_1 降低時，互導放大鏡射電路16為了維持電壓 V_2 在參考電壓 V_{REF} ，互導放大器18會根據電壓 V_2 與參考電壓 V_{REF} 的差異補充電荷給電極12，而因應電壓 V_2 的變化，互導放大器20也會補充等比例的電荷至電荷計算電路22，電荷計算電路22會將電荷儲存在電容 C_{int} 中。感測結束後，電容 C_{int} 的電壓 V_o 會與待測電容 C_m 相關，導通開關 S5，經由量測單元24將電壓 V_o 轉換為數位信號。關於電極10、12可能會因為線路或 PCB 繞線的連接產生非電極10、12本身形成的寄生電容 C_{p1} 與 C_{p2} ，由於互導放大鏡射電路16的回授機制，使寄生電容 C_{p2} 的電壓準位於量測前後皆為參考電壓 V_{REF} ，不會影響到電荷計算電路22。

圖2係本發明第二實施例的電路圖。此實施例與圖1的第一實施例的操作模式與操作原理近似。此實施例是將電荷計算 {S1}

電路 26 中的開關 S4 與電容 C_{int} 並聯於接地端 GND 及互導放大器 20 的輸出端之間，因此在感測待測電容 C_m 前，導通開關 S4 會將電容 C_{int} 的電壓 V_o 初始化至接地電壓 GND。

圖 3 係圖 1 或圖 2 的信號時序圖。開關 S1 及 S2 受控於兩個互不重疊(non-overlap)的時脈。一開始於時相 P0 時，先導通開關 S2、S4，使電極 10 的電壓 V1 等於電源電壓 VDD，電極 12 的電壓 V2 等於參考電壓 VREF，而電容 C_{int} 的電壓 V_o 係如圖 1 被初始化至參考電壓 VREF 或如圖 2 被初始化至接地電壓 GND，此時開關 S3 為導通，於時相 P1 時導通開關 S1，電壓 V1 下降為接地電壓 GND，電壓 V2 跟著電壓 V1 下降，造成待測電容 C_m 的電荷改變為

$$Q=(VDD-GND)*C_m。 \quad \text{公式 1}$$

而互導放大鏡射電路 16 偵測到電壓 V2 的下降，為了使電壓 V2 維持於參考電壓 VREF 互導放大器 18 馬上對待測電容 C_m 補充電荷，於此同時，互導放大器 20 也補充等比例的電荷儲存於電容 C_{int} 中。若互導放大器 18 的互導 (G_m, transconductance) G_{ms} 等於互導放大器 20 的互導 G_{mi}，則互導放大器 20 對電容 C_{int} 補充的電荷量 Q 同樣等於 (VDD-GND)*C_m。時相 P1 可操作一次，或可再進行時相 P2 導通開關 S2 電壓 V1 變回至電源電壓 VDD，並維持電壓 V2 於參考電壓 VREF，重新進行時相 P1 導通開關 S1 改變電壓 V2 對電容 C_{int} 充電重覆多次操作，電壓 V_o 會呈階梯式的變 [5]

動。最後，於時相 P3 關閉開關 S3 導通開關 S5，量測單元 24 量測電壓 V_o 的變化量，由公式 $Q=CV$ 得知互導放大鏡射電路 20 對電容 C_{int} 所補充的電荷量 Q 為 $(V_o - V_{REF}) * C_{int}$ (圖 1 之實施例)或 $(V_o - GND) * C_{int}$ (圖 2 實施例)，再利用公式 1 即可計算出待測電容 C_m 的電容值。於另一實施例中，互導放大電路 16 之互導放大器 18、20 中的互導 G_{ms} 與 G_{mi} 具有 $m:n$ 的比例關係，因此每次補充電容 C_{int} 的電荷量 Q 為 $(m/n) * (V_{DD} - GND) * C_m$ 。

圖 4 係本發明第三實施例的電路圖。此實施例與圖 1 的第一實施例相同具有切換電路 14，互導放大鏡射電路 16 及量測單元 24，但是此實施例的電荷計算電路 28 則是將電容 C_{int} 連接於互導放大器 20 的輸出端及電源 V_{DD} 之間，開關 S4 連接在互導放大器 18、20 的輸出端之間。在感測電容 C_m 前，會先導通開關 S4 將電容 C_{int} 的電壓 V_o 初始化至參考電壓 V_{REF} 。當感測開始時，電極 10 的電壓 V_1 隨著切換電路 14 中的開關 S1 及 S2 的切換而改變。當電壓 V_1 上升時，為了維持電壓 V_2 在參考電壓 V_{REF} ，互導放大器 18 會根據電壓 V_2 與參考電壓 V_{REF} 的差異洩放電極 12 上的電荷，而因應電壓 V_2 的變化，互導放大器 20 也由電荷計算電路 28 洩放等比例的電荷，改變電容 C_{int} 的電荷量。感測結束後導通開關 S5，此時電容 C_{int} 的電壓 V_o 即為與待測電容 C_m 相關的感測信號，再經由後方的量測單元 24 將電壓 V_o 轉換為數位信號。

圖 5 係本發明第四實施例的電路圖。此實施例與圖 4 的第三實施例的操作模式與操作原理近似。此實施例是將電荷計算 [5]

電路 30 中的開關 S4 與電容 C_{int} 並聯於電源端 VDD 及互導放大器 20 的輸出端之間，因此在感測電容 C_m 前，導通開關 S4 會將電容 C_{int} 的電壓 V_o 初始化至電源電壓 VDD。

圖 6 係圖 4 或圖 5 的信號時序圖。開關 S1 及 S2 受控於兩個互不重疊的時脈。於時相 P0 時初始化，導通開關 S1、S4，使電極 10 的電壓 V1 等於接地電壓 GND，電極 12 的電壓 V2 等於參考電壓 VREF，電容 C_{int} 的電壓 V_o 係如圖 4 被初始化至參考電壓 VREF 或如圖 5 被初始化至電源電壓 VDD，此時開關 S3 導通，於時相 P1 時導通開關 S2，電壓 V1 上升為電源電壓 VDD，電極 12 的電壓 V2 跟著電壓 V1 上升。而互導放大鏡射電路 16 一偵測到電壓 V2 的上升，為了將電壓 V2 拉回至參考電壓 VREF，互導放大器 18 會洩放電極 12 的電荷，於此同時，互導放大器 20 也對電容 C_{int} 洩放成比例的電荷量，其比例由互導放大器 18、20 的互導決定。時相 P1 可操作一次，或可再進行時相 P2 導通開關 S1 電壓 V1 變回至接地電壓 GND，並維持電壓 V2 於參考電壓 VREF，重新進行時相 P1 導通開關 S2 改變電壓 V2，使電容 C_{int} 再次放電，重覆多次操作，電壓 V_o 會呈階梯式的變動。最後，於時相 P3 關閉開關 S3 導通開關 S5，量測單元 24 量測電壓 V_o 的變化量，得知電容 C_{int} 所洩放的電荷量，進而計算出電容 C_m 的電容值。

圖 7 係本發明之第五實施例，圖 8 係圖 7 的信號時序圖。此實施例結合圖 2 及圖 5 之實施例，利用切換電路 14 中的開關 S1 及 S2 受控於兩個互不重疊的時脈，於不同時相進行圖 2 的充電步驟或圖 5 的放電步驟，最後再將電荷的變化量加總，[S]

計算出待測電容 C_m 的電容值。一開始於時相 P0 先導通開關 S4 初始化電荷計算電路 32 中的電容 C_{int1} 、 C_{int2} ，使電容 C_{int1} 正端電壓為接地電壓 GND，電容 C_{int2} 正端電壓為電源電壓 VDD，同時電極 12 的電壓 V_2 也充到參考電壓 V_{REF} ，且此時開關 S3 為導通，於時相 P1 時導通開關 S2、S6，電極 10 的電壓 V_1 變為電源電壓 VDD，互導放大鏡射電路 16 控制電容 C_{int2} 放電，於時相 P2 時導通開關 S1、S5，極板 10 的電壓 V_1 變為接地電壓 GND，互導放大鏡射電路 16 對電容 C_{int1} 充電。之後，經由類比加法器 34 將電容 C_{int1} 與 C_{int2} 的電容端點電壓相加產生與待測電容 C_m 相關的加總電壓 V_{sum} 。最後，於時相 P3 關閉開關 S3 導通開關 S7，由後方量測單元 24 將加總電壓 V_{sum} 轉換為數位信號，計算出電容 C_m 的電容值。

圖 9 係本發明之第六實施例。本實施例的待測電容為電極 38 對地 GND 之間存在的電容 C_s ，而地 GND 可視為另一個接地的大電極 40。感測待測電容 C_s 的電路包含有切換電路 36、互導放大鏡射電路 16、電荷計算電路 42 以及量測單元 24。切換電路 36 具有開關 S1 連接電極 38，電極 38 的電壓 V_1 會隨著開關 S1 的導通而改變為低電壓準位，在一實施例中，低電壓準位為接地電壓 GND。開關 S3 連接在電極 38 與互導放大鏡射電路 16 之間，當開關 S3 導通時，互導放大鏡射電路 16 會如同圖 1 之實施例對電極 38 補充電荷使電壓 V_1 維持在參考電壓 V_{REF} ，同時補充等比例的電荷至電荷計算電路 42。電荷計算電路 42 中包含電容 C_{int} 及開關 S4，電容 C_{int} 連接互導放大器 20 的輸出端及接地端 GND 之間，而開關 S4 與電容

[S]

Cint 並聯，在感測待測電容 Cs 前，會先導通開關 S4 將電容 Cint 的電壓 Vo 初始化至接地電壓 GND。開關 S5 連接在電荷計算電路 42 與量測單元 24 之間，量測單元 24 用以將電容 Cint 的電壓 Vo 轉換為數位信號。但是電極 38 可能會因為線路與 PCB 繞線的連接因素產生非電極 38 本身形成的寄生電容 Cp1，進而產生偏移(offset)電荷影響待測電容 Cs 的感測，因此，在偵測待測電容 Cs 變化時，由於寄生電容 Cp1 造成偏移值在此電路為固定的，只要藉由量測單元 24 將偏移值扣除就可以將寄生下地電容 Cp1 產生感度下降之影響降到最低。

圖 10 係圖 9 的信號時序圖。一開始於時相 P0 時先導通開關 S4，將電容 Cint 的電壓 Vo 初始化至接地電壓 GND。接著於時相 P1 將開關 S1 導通，清除待測電容 Cs 的電荷，使電壓 V1 為接地電壓 GND，隨後於時相 P2 將開關 S1 斷路，導通開關 S3，讓互導放大鏡射電路 16 偵測到電壓 V1 並不是在參考電壓 VREF，因此互導放大器 18 對待測電容 Cs 補充電荷，於此同時，互導放大器 20 也對電容 Cint 補充等比例的電荷。而將待測電容 Cs 由接地電壓 GND 充至參考電壓 VREF 的電荷變化量為

$$Q=(VREF-GND)*Cs \quad \text{公式 2}$$

若互導放大器 18、20 的互導相等，則電容 Cint 所補充的電荷將與公式 2 的電荷 Q 相等。時相 P1 及時相 P2 可操作一次或重覆多次操作。最後，於時相 P3 關閉開關 S3，導通開關 S5，

量測單元 24 量測電壓 V_o 的變化量，得知互導放大鏡射電路 16 對電容 C_{int} 所補充的電荷量，再扣除寄生電容 C_{p1} 產生的偏移電荷 $Q_{off}=(V_{REF}-GND)*C_{p1}$ ，計算出待測電容 C_s 的電容值。

圖 11 係本發明之第七實施例。本實施例與圖 9 實施例近似，以電極 38 對地之間存在著的電容 C_s 為本實施例的待測電容，包含有切換電路 44、互導放大鏡射電路 16、電荷計算電路 46 以及量測單元 24。切換電路 44 具有開關 S_2 連接電極 38，使電極 38 的電壓 V_1 會隨著開關 S_2 的導通而改變為高電壓準位，在一實施例中，高電壓準位為電源電壓 V_{DD} 。開關 S_3 連接在電極 38 與互導放大鏡射電路 16 之間，當開關 S_3 導通時，互導放大鏡射電路 16 會如同圖 4 之實施例對電極 38 洩放電荷使電壓 V_1 維持在參考電壓 V_{REF} ，同時對電荷計算電路 46 洩放等比例的電荷。電荷計算電路 46 中包含電容 C_{int} 及開關 S_4 ，電容 C_{int} 連接於互導放大器 20 的輸出端及電源端 V_{DD} 之間，而開關 S_4 與電容 C_{int} 並聯，在感測電容 C_s 前，會先導通開關 S_4 將電容 C_{int} 的電壓 V_o 初始化至電源電壓 V_{DD} 。開關 S_5 連接在電荷計算電路 46 與量測單元 24 之間，量測單元 24 用以將電容 C_{int} 的電壓 V_o 轉換為數位信號，並扣除寄生電容 C_{p1} 所造成的偏移值。

圖 12 係圖 11 的信號時序圖。一開始於時相 P_0 時先導通開關 S_4 ，將電容 C_{int} 的電壓 V_o 初始化至電源電壓 V_{DD} 。接著於時相 P_1 將開關 S_2 導通，使待測電容 C_s 電壓 V_1 為電源電壓 V_{DD} ，隨後於時相 P_2 將開關 S_2 斷路，導通開關 S_3 ，讓

互導放大鏡射電路 16 偵測到電壓 $V1$ 並不是在參考電壓 $VREF$ ，因此互導放大器 18 對待測電容 Cs 洩放電荷，於此同時互導放大器 20 也對電容 $Cint$ 洩放等比例的電荷。而將待測電容 Cs 由電源電壓 VDD 放至參考電壓 $VREF$ 的電荷變化量為

$$Q=(VREF -VDD)*Cs \quad \text{公式 3}$$

若互導放大器 18、20 的互導相等，則流入電容 $Cint$ 的電荷將與公式 3 的電荷 Q 相等。時相 P1 及時相 P2 可操作一次或重覆多次操作。最後，於時相 P3 關閉開關 S3 導通開關 S5，由後方量測單元 24 量測電壓 Vo 的變化量，得知互導放大鏡射電路 16 對電容 $Cint$ 所放的電荷量，再扣除寄生電容 $Cp1$ 產生的偏移電荷 $Qoff=(VREF -VDD)*Cp1$ ，計算出待測電容 Cm 的電容值。

圖 13 係本發明之第八實施例，圖 14 係圖 13 的信號時序圖。此實施例結合圖 9 及圖 11 之實施例，利用切換電路 48 中的開關 S1、S2 以及開關 S3、S5、S6，於不同時相進行圖 9 的充電步驟或圖 11 的放電步驟，最後再將電荷變化量加總，計算出待測電容 Cs 的電容值。一開始於時相 P0 先導通開關 S4 初始化電荷計算電路 50 中的電容 $Cint1$ 、 $Cint2$ ，使電容 $Cint1$ 正端電壓為接地電壓 GND，電容 $Cint2$ 正端電壓為電源電壓 VDD 。接著於時相 P1 時導通開關 S1，使待測電容 Cs 電壓 $V1$ 為接地電壓 GND，隨後於時相 P2 將開關 S1 斷路，導通開關 {S}

S3、S5，讓互導放大鏡射電路 16 同時對待測電容 C_s 及電容 C_{int1} 充電。再於時相 P3 時導通開關 S2，使待測電容 C_s 電壓 V_1 為電源電壓 VDD，隨後於時相 P4 將開關 S2 斷路，導通開關 S3、S6，讓互導放大鏡射電路 16 同時對待測電容 C_s 及電容 C_{int2} 放電。之後，經由類比加法器 52 將電容 C_{int1} 與 C_{int2} 的電容端點電壓相加產生加總電壓 V_{sum} 。最後，於時相 P3 關閉開關 S3，導通開關 S5，由後方量測單元 24 量測加總電壓 V_{sum} ，計算出待測電容 C_m 的電容值。

如上述之實施例，其中的互導放大鏡射電路 16 皆是由兩組獨立互導放大器 18、20 來實現。但是在此發明的實際應用上，為了避免兩組獨立的互導放大器在製程上產生偏移(offset)電壓效應，可共用相同的輸入級來實現互導放大鏡射電路 16。如圖 15 的實施例中，互導放大鏡射電路 16 以比較元件 54 為輸入級，比較電極 12 上的電壓 V_2 (或電極 38 上的電壓 V_1)與參考電壓 V_{REF} 的差異產生誤差信號，用以控制兩組比例為 $m:n$ 的 PMOS 電晶體，其中比較元件 54 與 m 倍 PMOS 電晶體形成 G_{ms} ，而比較元件 54 與 n 倍 PMOS 電晶體形成 G_{mi} ，可應用在如圖 1、圖 2 或圖 9 等只對電容 C_{int} 補充電荷的實施例中。而圖 16 之另一實施例中，互導放大鏡射電路 16 同樣利用比較元件 54 產生誤差信號，用以控制兩組比例為 $m:n$ 的 NMOS 電晶體，其中比較元件 54 與 m 倍 NMOS 電晶體形成 G_{ms} ，而比較元件 54 與 n 倍 NMOS 電晶體形成 G_{mi} ，可應用在如圖 4、圖 5 或圖 11 等只對電容 C_{int} 洩放電荷的實施例中。圖 17 是將圖 15 與圖 16 的 PMOS 電晶體與 NMOS 電晶體兩種 {S}

型態結合成平衡式的互導放大鏡射電路，其中開關 SP 控制 PMOS 電晶體的操作，開關 SN 則控制 NMOS 電晶體的操作，圖 18 則是利用兩個比較元件 56、58，分別控制 PMOS 電晶體補充電荷的程序及 NMOS 電晶體洩放電荷的程序，在一實施例中，圖 18 中的比較元件 56、58 使用不同的參考電壓 VREF，在充電或放電的過程中增加電壓的差異，使計算的電荷量增加，進而使感度上升。圖 17、18 皆可應用在如圖 7 或圖 13 等需要對電容 C_{int} 進行充電及放電的實施例中。上述之比較元件 54、56、58 可由運算放大器(Operational Amplifier, OPA)、跨導運算放大器(Operational Transconductance Amplifier, OTA)或誤差放大器(error amplifier)來實現。而圖 15~18 中的初始化控制單元(Initial Control Unit) 60 只有在圖 1、2、4、5、7 中量測待測電容 C_m 時需要使用，其目的是為了讓電極 12 的電壓 V₂ 在切換電路 14 在切換開關前維持在參考電壓 VREF，避免對電極 12 補充或洩放電荷的情況下，造成電壓 V₂ 的偏移影響感測值的準確度，並且能在雜訊的環境中操作時增加電路的穩定性。在圖 9、11、13 量測待測電容 C_s 的實施例中並無此問題，所以不需要初始化控制單元 60。

電容式觸控板由多個電極及保護該些電極的保護層所組成，每個電極對地存在著自身電容(Self capacitance)，而電極彼此之間存在的電力線則構成交互電容(Mutual Capacitance)。當導體(例如手指)觸碰電容式觸控板時，電極的自體電容會因為導體接近而增加，但是電極彼此之間的交互電容則會因導體接近而降低。於上述之實施例中，圖 1、2、4、[5]

5、7 所示的感測方式適用於感測電容式觸控板電極彼此之間的交互電容，而圖 9、11、13 所示的感測方式則適用於感測電容式觸控板各電極的自身電容。圖 19 係將本發明應用於電容式觸控板之實施例，更利用互導放大鏡射電路 16 對電容式觸控板上的電極進行交互電容與自身電容的混合偵測，圖中的電容陣列(Capacitor array) CM1、CM2、CM3...CMX 皆為兩個電極形成待測的交互電容，所有 CM1、CM2、CM3...CMX 的其中之一的電極會共同接到同一端點 A，而另一電極則分別接到有 X 條輸入之多工器(MUX)62。由於本發明之感測電路因為感測方式的不同，可分成交互模式感測電路 (mutual mode sensor) 64 及自身模式感測電路 (self mode sensor) 66，將多工器 62 與交互模式感測電路 64 相連接，端點 A 與自身模式感測電路 66 相連接，CP1、CP2、CP3...CPX 為 CM1、CM2、CM3...CMX 在端點 A 產生之對地寄生電容，而在 PCB 繞線中，端點 A 的下地電容即由 CP1、CP2、CP3...CPX 電容所組成，形成如同大面積的電極，利用自身模式感測電路 66 對其做自身電容的感測可達到近距偵測(proximity sensing)的效果，再利用多工器 62 的切換，利用交互模式感測電路 64 各別感測電容陣列的交互電容 CM1、CM2、CM3...CMX，達到定位偵測(location sensing)的效果。

以上對於本發明之較佳實施例所作的敘述係為闡明之目的，而無意限定本發明精確地為所揭露的形式，基於以上的教導或從本發明的實施例學習而作修改或變化是可能的，實施例係為解說本發明的原理以及讓熟習該項技術者以各種實施例 [S]

利用本發明在實際應用上而選擇及敘述，本發明的技術思想企圖由以下的申請專利範圍及其均等來決定。

【圖式簡單說明】

圖 1 係本發明第一實施例的電路圖；

圖 2 係本發明第二實施例的電路圖；

圖 3 係圖 1 或圖 2 的信號時序圖；

圖 4 係本發明第三實施例的電路圖；

圖 5 係本發明第四實施例的電路圖；

圖 6 係圖 4 或圖 5 的信號時序圖；

圖 7 係本發明第五實施例的電路圖；

圖 8 係圖 7 的信號時序圖；

圖 9 係本發明第六實施例的電路圖；

圖 10 係圖 9 的信號時序圖；

圖 11 係本發明第七實施例的電路圖；

圖 12 係圖 11 的信號時序圖；

圖 13 係本發明第八實施例的電路圖；

圖 14 係圖 13 的信號時序圖；

圖 15 係互導放大鏡射電路之一實施例；

圖 16 係互導放大鏡射電路之另一實施例；

圖 17 係將圖 15 與圖 16 結合成的互導放大鏡射電路之實施例；

圖 18 則是利用兩組運算放大器的互導放大鏡射電路之實施例；以及

圖 19 係將本發明應用於電容式觸控板之實施例。

【主要元件符號說明】

10	電極
12	電極
14	切換電路
16	互導放大鏡射電路
18	互導放大器
20	互導放大器
22	電荷計算電路
24	量測單元
26	電荷計算電路
28	電荷計算電路
30	電荷計算電路
32	電荷計算電路
34	類比加法器
36	切換電路
38	電極
40	電極
42	電荷計算電路
44	切換電路
46	電荷計算電路
48	切換電路
50	電荷計算電路

52	類比加法器
54	比較元件
56	比較元件
58	比較元件
60	控制單元
62	多工器
64	交互模式感測電路
66	自身模式感測電路

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： 99143211

※ 申請日： 99.12.10

※IPC 分類：G01R 7/26 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用以感測待測電容的電路、方法及其應用

二、中文發明摘要：

一種用以感測待測電容的電路，其中該待測電容具有電極，該電路包含切換電路改變該電極的電壓準位，再利用互導放大鏡射電路使該電極的電壓準位維持在參考電壓，並且因應該電極的電壓變化造成電荷變化量，以及電荷計算電路因應該電荷變化量產生與該待測電容之電容量相關的感測信號。

三、英文發明摘要：

七、申請專利範圍：

1. 一種用以感測待測電容的電路，該待測電容具有第一及第二電極，該電路包含：

切換電路，連接該第一電極，用以改變該第一電極的電壓準位；

互導放大鏡射電路，包含第一輸出端及第二輸出端，該第一輸出端耦接該第二電極，該互導放大鏡射電路用以使該第一輸出端的電壓準位維持在參考電壓，並且因應該第一輸出端的電壓變化於該第二輸出端造成電荷變化量；以及

電荷計算電路，耦接該第二輸出端，因應該電荷變化量產生感測信號。

2. 如請求項 1 之電路，其中該切換電路包含切換開關使該第一電極的電壓準位為高電壓準位或低電壓準位，其中，該參考電壓介於該高電壓準位及該低電壓準位之間。

3. 如請求項 2 之電路，其中該互導放大鏡射電路包含：

第一互導放大器，根據該第二電極的電壓準位與該參考電壓的差異，於第一輸出端補充第一電荷或洩放第三電荷；以及

第二互導放大器，於第二輸出端補充等比例於該第一電荷的第二電荷或洩放等比例於該第三電荷的第四電荷。

4. 如請求項 2 之電路，其中該互導放大鏡射電路包含：

比較元件，比較該第二電極的電壓準位與該參考電壓的差異產生誤差信號；

第一 PMOS 電晶體，受該誤差信號控制，於該第一輸出端補充第一電荷；

第二 PMOS 電晶體，受該誤差信號控制，於該第二輸出端補充

等比例於該第一電荷的第二電荷；以及

控制單元，於該切換電路改變該第一電極的電壓準位前，維持該第二電極的電壓準位等於該參考電壓。

5. 如請求項 4 之電路，其中該比較元件為運算放大器、跨導運算放大器或誤差放大器。

6. 如請求項 3 或 4 之電路，其中該電荷計算電路包含：

第一電容，連接該第二輸出端，用以計算該第二電荷的多寡，產生該感測信號；以及

初始化開關，用以初始化該第一電容的電壓準位為該低電壓準位或該參考電壓。

7. 如請求項 2 之電路，其中該互導放大鏡射電路包含：

比較元件，比較該第二電極的電壓準位與該參考電壓的差異產生誤差信號；

第一 NMOS 電晶體，受該誤差信號控制，於該第一輸出端洩放第三電荷；

第二 NMOS 電晶體，受該誤差信號控制，於該第二輸出端洩放補充等比例於該第三電荷的第四電荷；以及

控制單元，於該切換電路改變該第一電極的電壓準位前，維持該第二電極的電壓準位等於該參考電壓。

8. 如請求項 7 之電路，其中該比較元件為運算放大器、跨導運算放大器或誤差放大器。

9. 如請求項 3 或 7 之電路，其中該電荷計算電路包含：

第一電容，連接該第二輸出端，用以計算該第四電荷的多寡，產生該感測信號；以及

初始化開關，用以初始化該第一電容的電壓準位為該高電壓準位或該參考電壓。

10. 如請求項 2 之電路，其中該互導放大鏡射電路包含：

比較元件，比較該第二電極的電壓準位與該參考電壓的差異產生誤差信號；

第一開關，連接該比較元件；

第一 PMOS 電晶體，連接該第一開關，當該第一開關導通時，受該誤差信號控制，於該第一輸出端補充該第一電荷；

第二 PMOS 電晶體，連接該第一開關，當該第一開關導通時，受該誤差信號控制，於該第二輸出端補充該第二電荷；

第二開關，連接該比較元件；

第一 NMOS 電晶體，連接該第二開關，當該第二開關導通時，受該誤差信號控制，於該第一輸出端洩放該第三電荷；

第二 NMOS 電晶體，連接該第二開關，當該第二開關導通時，受該誤差信號控制，於該第二輸出端洩放該第四電荷；以及

控制單元，於該切換電路改變該第一電極的電壓準位前，維持該第二電極的電壓準位等於該參考電壓。

11. 如請求項 10 之電路，其中該比較元件為運算放大器、跨導運算放大器或誤差放大器。

12. 如請求項 2 之電路，其中該互導放大鏡射電路包含：

第一開關及第二開關，連接該第一輸出端；

第一比較元件，連接該第一開關，當該第一開關導通時，比較該第二電極的電壓準位與該參考電壓的差異產生第一誤差信號；

第二比較元件，連接該第二開關，當該第二開關導通時，比較該

第二電極的電壓準位與該參考電壓的差異產生第二誤差信號；
 第一 PMOS 電晶體，受該第一誤差信號控制，當該第一開關導通時，於該第一輸出端補充該第一電荷；
 第二 PMOS 電晶體，受該第一誤差信號控制，當該第一開關導通時，於該第二輸出端補充該第二電荷；
 第一 NMOS 電晶體，受該第二誤差信號控制，當該第二開關導通時，於該第一輸出端洩放該第三電荷；
 第二 NMOS 電晶體，，受該第二誤差信號控制，當該第二開關導通時，於該第二輸出端洩放該第四電荷；以及
 控制單元，於該切換電路改變該第一電極的電壓準位前，維持該第二電極的電壓準位等於該參考電壓。

13. 如請求項 12 之電路，其中該第一及第二比較元件為運算放大器、跨導運算放大器或誤差放大器。

14. 如請求項 3、10 或 12 之電路，其中該電荷計算電路包含：

第三開關，連接該第二輸出端，與該第一開關同步切換；

第四開關，連接該第二輸出端，與該第二開關同步切換；

第一電容，連接該第三開關，用以計算該第二電荷的多寡；

第一初始化開關，用以初始化該第一電容的電壓準位為該低電壓準位；

第二電容，連接該第四開關，用以計算該第四電荷的多寡；

第二初始化開關，用以初始化該第二電容的電壓準位為該高電壓準位；以及

加法器，將該第一及第二電容所計算的電荷量相加，產生該感測信號。

15. 如請求項 1 之電路，更包含量測單元將該感測信號轉換為數位信號。

16. 一種用以感測待測電容的電路，該待測電容具有電極，該電路包含：

切換電路，連接該電極，用以改變該電極的電壓準位；

感測開關，耦接該電極；

互導放大鏡射電路，包含第一輸出端及第二輸出端，該第一輸出端耦接該感測開關，該互導放大鏡射電路用以使該第一輸出端的電壓準位維持在參考電壓，並且因應該第一輸出端的電壓變化於該第二輸出端造成電荷變化量；以及

電荷計算電路，耦接該第二輸出端，因應該電荷變化量產生感測信號。

17. 如請求項 16 之電路，其中該切換電路包括切換開關使該電極的電壓準位為低電壓準位端，其中該參考電壓大於該低電壓準位。

18. 如請求項 17 之電路，其中該互導放大鏡射電路包含：

第一互導放大器，根據該電極的電壓準位與該參考電壓的差異，於第一輸出端補充第一電荷；以及

第二互導放大器，於第二輸出端補充等比例於該第一電荷的第二電荷。

19. 如請求項 17 之電路，其中該互導放大鏡射電路包含：

比較元件，比較該第二電極的電壓準位與參考電壓的差異產生誤差信號；

第一 PMOS 電晶體，受該誤差信號控制，於第一輸出端補充第 { 5 }

一電荷；以及

第二 PMOS 電晶體，受該誤差信號控制，於第二輸出端補充等比例於該第一電荷的第二電荷。

20. 如請求項 19 之電路，其中該比較元件為運算放大器、跨導運算放大器或誤差放大器。

21. 如請求項 18 或 19 之電路，其中該電荷計算電路包含：

第一電容，連接該第二輸出端，用以計算該第二電荷的多寡產生該感測信號；以及

初始化開關，用以初始化該第一電容的電壓準位為該低電壓準位。

22. 如請求項 16 之電路，其中該切換電路包括切換開關使該電極的電壓準位為高電壓準位端，其中該參考電壓小於該高電壓準位。

23. 如請求項 22 之電路，其中該互導放大鏡射電路包含：

第一互導放大器，根據該電極的電壓準位與該參考電壓的差異，於第一輸出端洩放第一電荷；以及

第二互導放大器，於第二輸出端洩放等比例於該第一電荷的第二電荷。

24. 如請求項 22 之電路，其中該互導放大鏡射電路包含：

比較元件，比較該第二電極的電壓準位與該參考電壓的差異產生誤差信號；

第一 NMOS 電晶體，受該誤差信號控制，於第一輸出端洩放第一電荷；以及

第二 NMOS 電晶體，受該誤差信號控制，於第二輸出端洩放等

{S}

比例於該第一電荷的第二電荷。

25. 如請求項 24 之電路，其中該比較元件為運算放大器、跨導運算放大器或誤差放大器。

26. 如請求項 23 或 24 之電路，其中該電荷計算電路包含：

第一電容，連接該第二輸出端，用以計算該第二電荷的多寡產生該感測信號；以及

初始化開關，用以初始化該第一電容的電壓準位為該高電壓準位。

27. 如請求項 16 之電路，其中該切換電路包含切換開關使該第一電極的電壓準位為高電壓準位或低電壓準位，其中，該參考電壓介於該高電壓準位及該低電壓準位之間。

28. 如請求項 27 之電路，其中該互導放大鏡射電路包含：

第一互導放大器，根據該電極的電壓準位與該參考電壓的差異，於第一輸出端補充第一電荷或洩放第三電荷；以及

第二互導放大器，於第二輸出端補充等比例於該第一電荷的第二電荷或洩放等比例於該第三電荷的第四電荷。

29. 如請求項 27 之電路，其中該互導放大鏡射電路包含：

比較元件，比較該第二電極的電壓準位與該參考電壓的差異產生誤差信號；

第一開關，連接該比較元件；

第一 PMOS 電晶體，連接該第一開關，當該第一開關導通時，受該誤差信號控制，於第一輸出端補充第一電荷；

第二 PMOS 電晶體，連接該第一開關，當該第一開關導通時，受該誤差信號控制，於第二輸出端補充等比例於該第一電荷的

{S}

第二電荷；

第二開關，連接該比較元件；

第一 NMOS 電晶體，連接該第二開關，當該第二開關導通時，

受該誤差信號控制，於第一輸出端洩放第三電荷；以及

第二 NMOS 電晶體，連接該第二開關，當該第二開關導通時，

受該誤差信號控制產生，於第二輸出端洩放等比例於該第三電荷的第四電荷。

30. 如請求項 29 之電路，其中該比較元件為運算放大器、跨導運算放大器或誤差放大器

31. 如請求項 27 之電路，其中該互導放大鏡射電路包含：

第一開關及第二開關，連接該第一輸出端；

第一比較元件，連接該第一開關，當該第一開關導通時，比較該

第二電極的電壓準位與該參考電壓的差異產生第一誤差信號；

第二比較元件，連接該第二開關，當該第二開關導通時，比較該

第二電極的電壓準位與該參考電壓的差異產生第二誤差信號；

第一 PMOS 電晶體，受該第一誤差信號控制，於第一輸出端補充第一電荷；

第二 PMOS 電晶體，受該第一誤差信號控制，於第二輸出端補充等比例於該第一電荷的第二電荷；

第一 NMOS 電晶體，受該第二誤差信號控制，於第一輸出端洩放第三電荷；以及

第二 NMOS 電晶體，受該第二誤差信號控制，於第二輸出端洩放等比例於該第三電荷的第四電荷。

32. 如請求項 31 之電路，其中該第一及第二比較元件為運算放大 [5]

器、跨導運算放大器或誤差放大器

33. 如請求項 28、29 或 31 之電路，其中該電荷計算電路包含：

第三開關，連接該第二輸出端，與該第一開關同步切換；

第四開關，連接該第二輸出端，與該第二開關同步切換；

第一電容，連接該第三開關，用以計算該第二電荷的多寡；

第一初始化開關，用以初始化該第一電容的電壓準位為該低電壓準位；

第二電容，連接該第四開關，用以計算該第四電荷的多寡；

第二初始化開關，用以初始化該第二電容的電壓準位為該高電壓準位；以及

加法器，將該第一及第二電容所計算的電荷量相加，產生該感測信號。

34. 如請求項 16 之電路，更包含量測單元將該感測信號轉換為數位信號。

35. 一種用以感測待測電容的方法，該待測電容具有第一及第二電極，該方法包含：

a) 改變該第一電極的電壓準位；

b) 使該第二電極的電壓準位維持在參考電壓，並且因應該第二電極的電壓變化造成電荷變化量；以及

c) 因應該電荷變化量，產生感測信號。

36. 如請求項 35 之方法，其中該根據該步驟 b 包含：

根據該第二電極的電壓準位與該參考電壓的差異，對該第二電極補充第一電荷或洩放第三電荷；以及

產生等比例於該第一電荷的第二電荷或等比例於該第三電荷的 {S}

第四電荷。

37. 如請求項 36 之方法，其中該步驟 c 包含根據該第二電荷或該第四電荷以產生該感測信號。

38. 一種用以感測待測電容的方法，該待測電容具有電極，該方法包含：

a) 改變該電極的電壓準位；

b) 使該電極的電壓準位維持在參考電壓，並且因應該電極的電壓變化造成電荷變化量；以及

c) 因應該電荷變化量產生感測信號。

39. 如請求項 38 之方法，其中該根據該步驟 b 包含：。

根據該電極的電壓準位與該參考電壓的差異，對該電極補充第一電荷或洩放第三電荷；以及

產生等比例於該第一電荷的第二電荷或等比例於該第三電荷的第四電荷。

40. 如請求項 39 之方法，其中該根據該步驟 c 包含根據該第二電荷或該第四電荷，產生該感測信號。

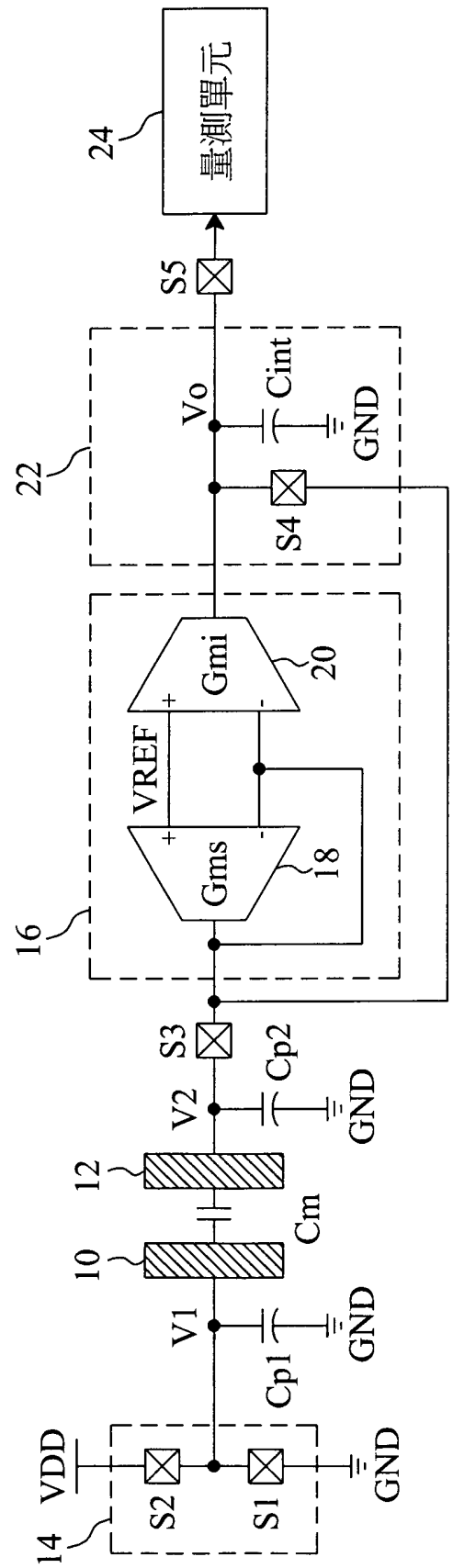


圖1

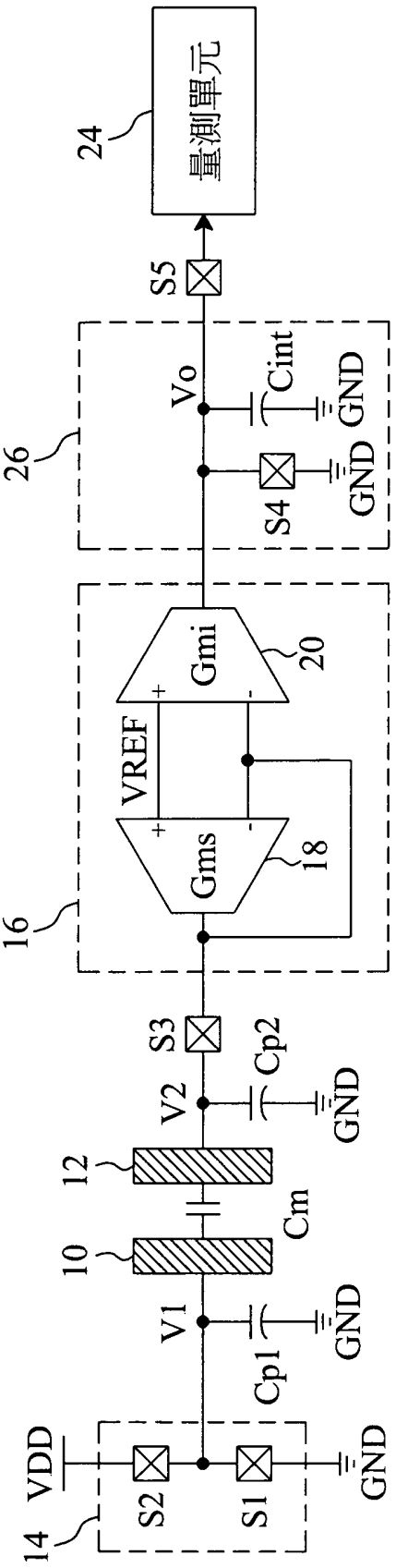


圖2

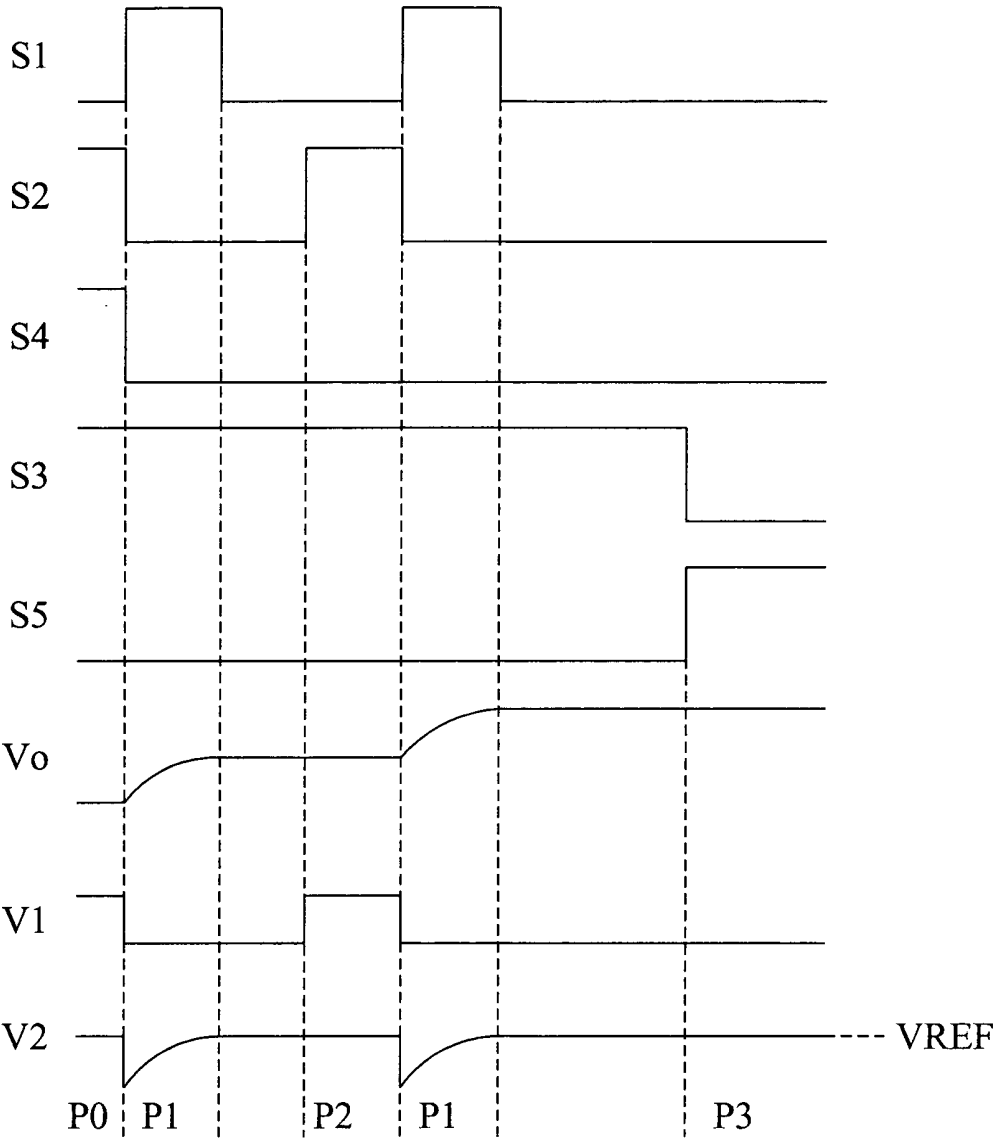


圖3

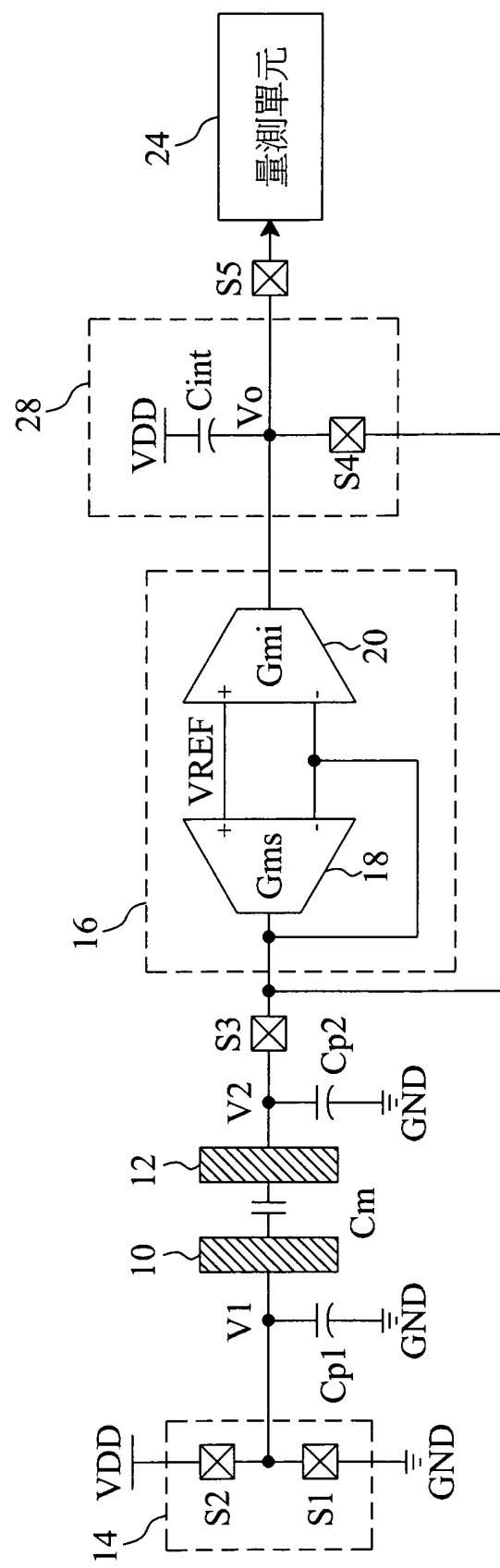


圖4

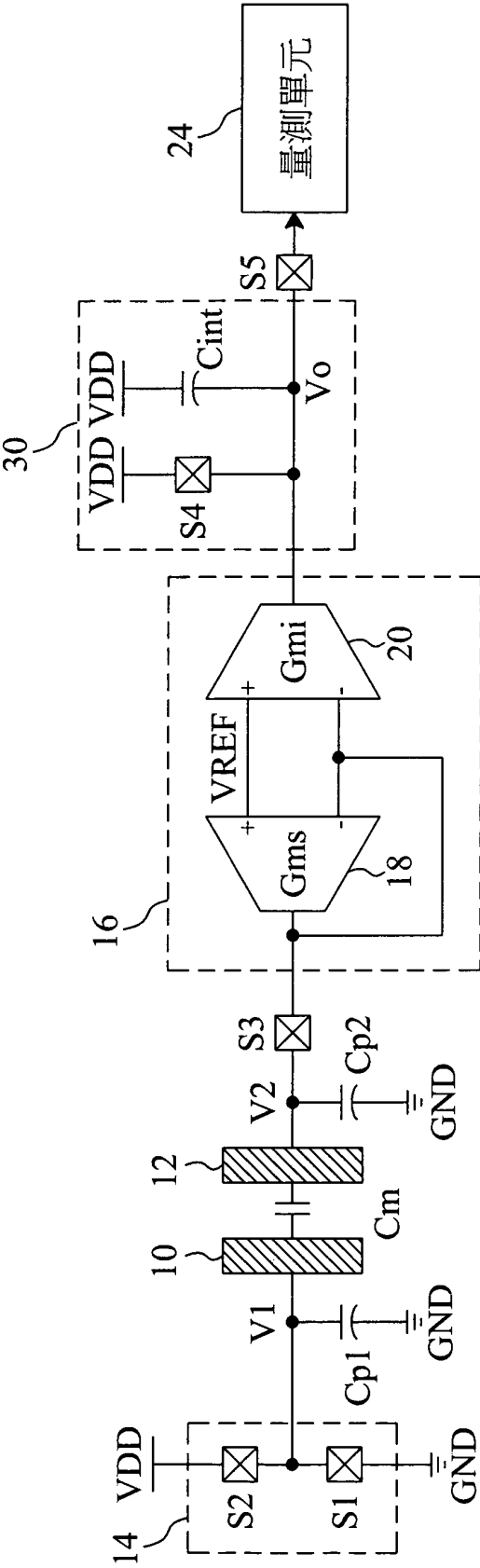


圖5

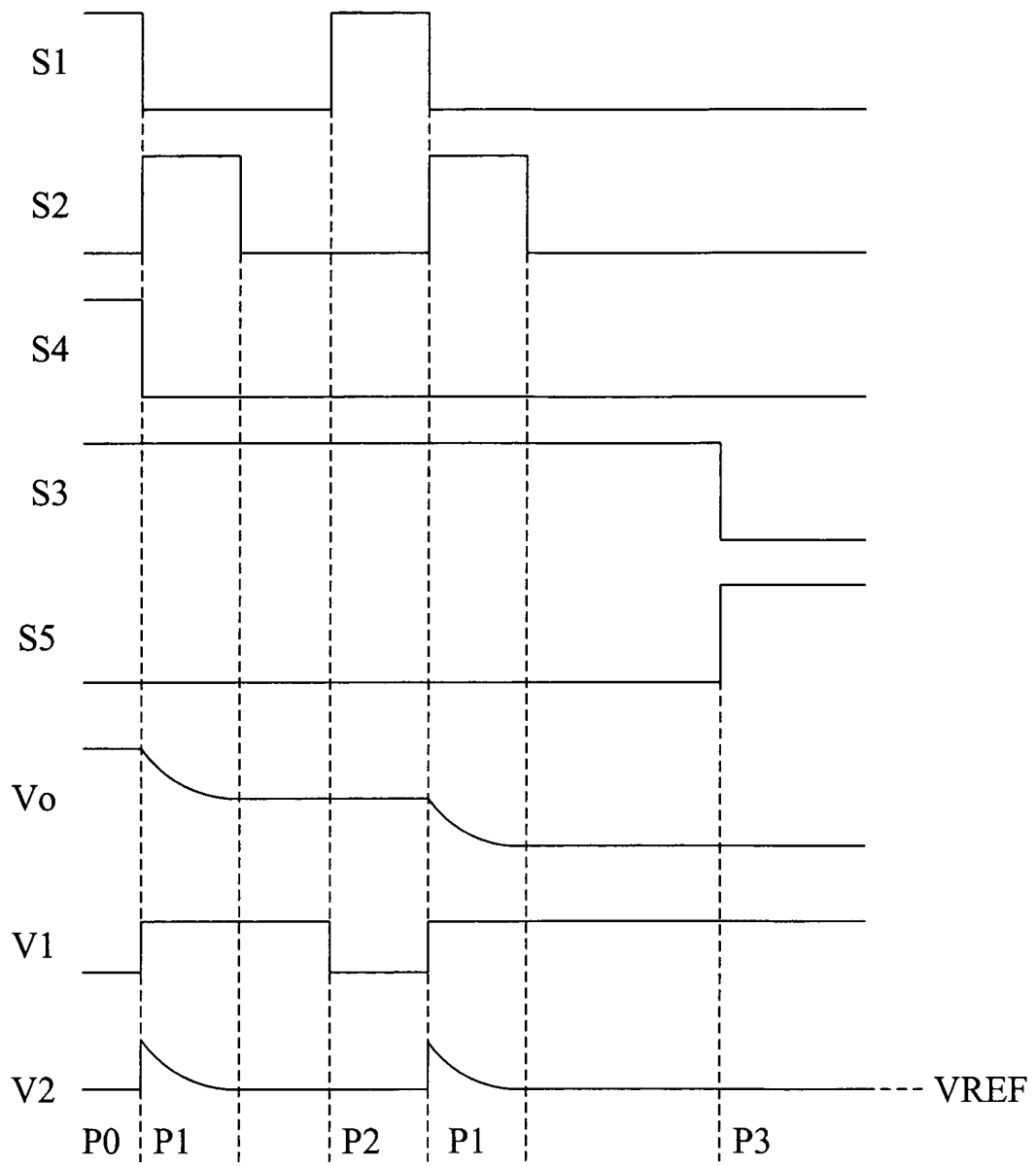


圖6

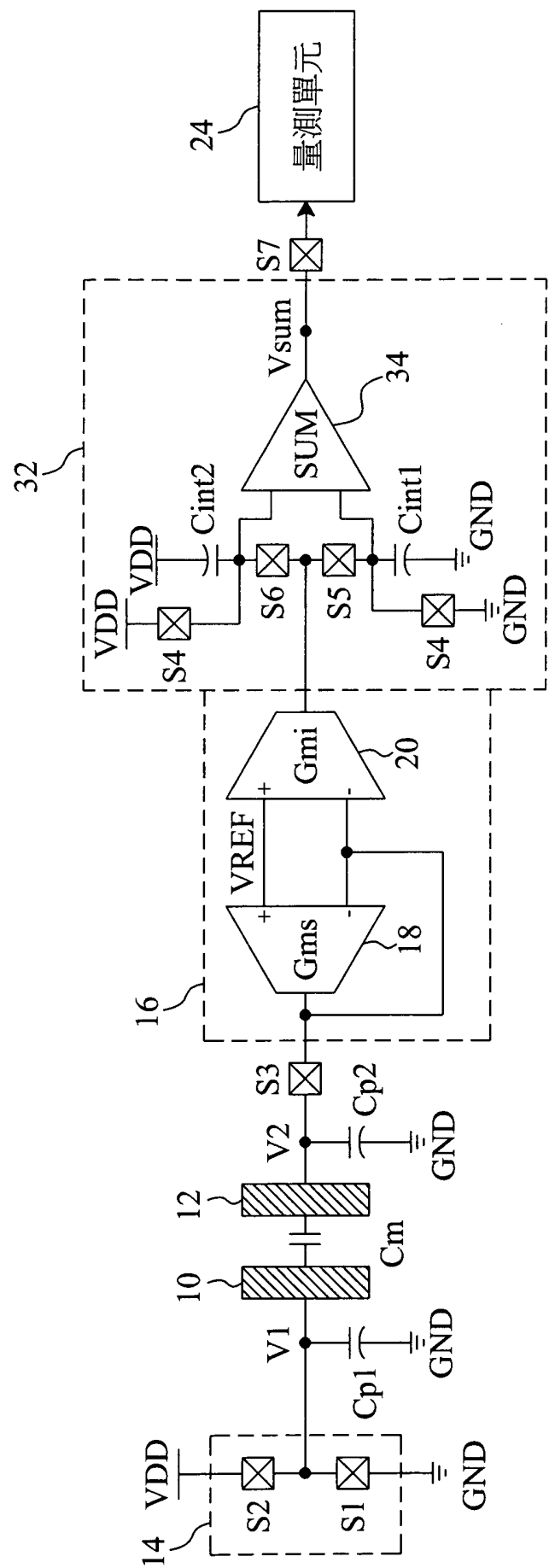


圖 7

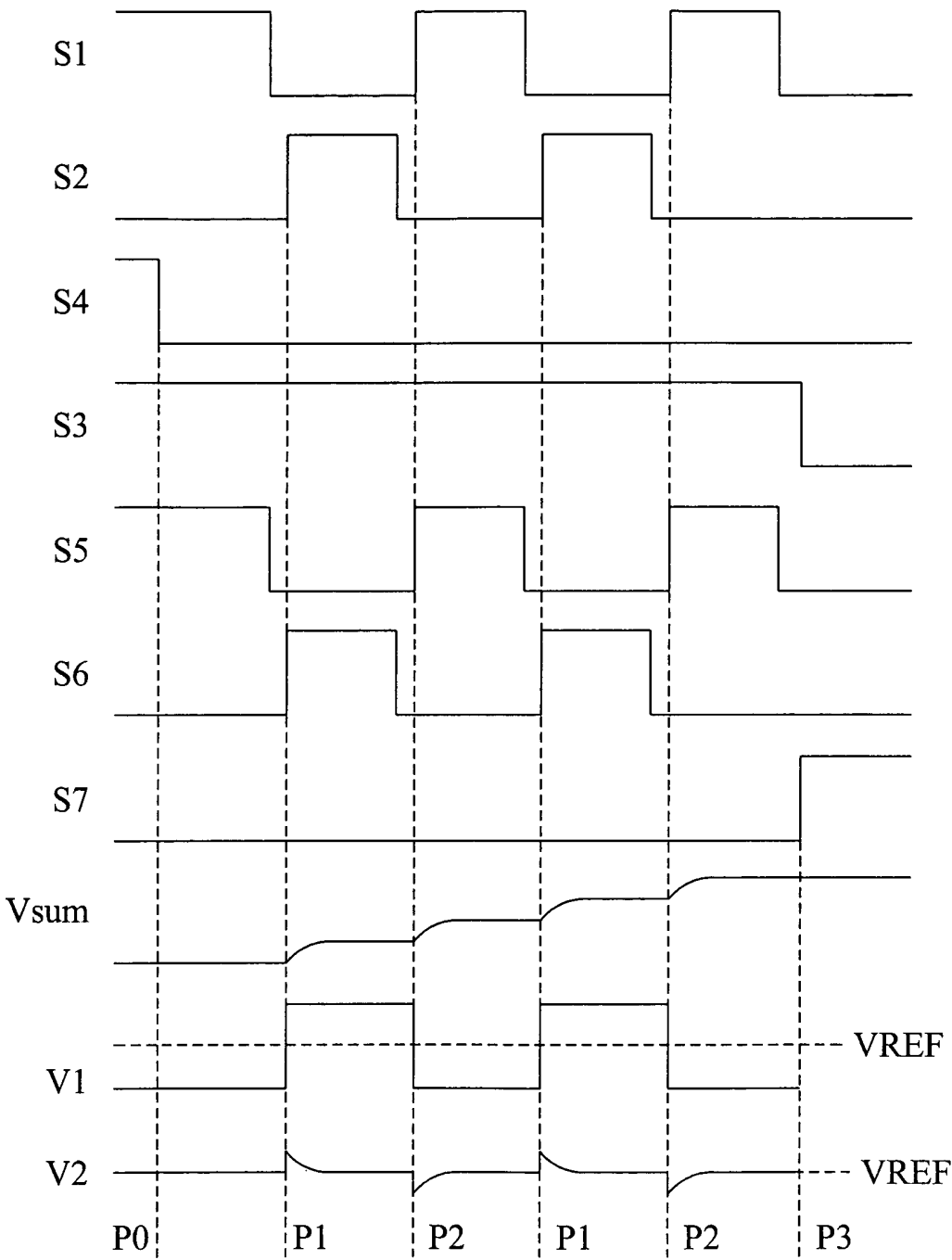


圖 8

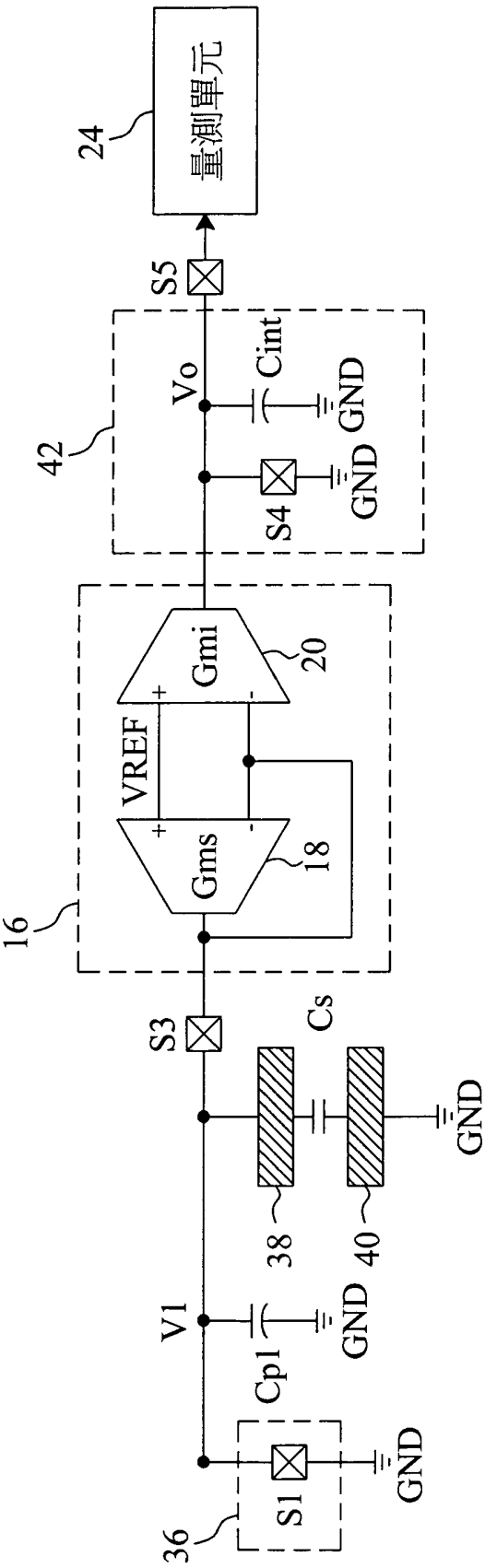


圖9

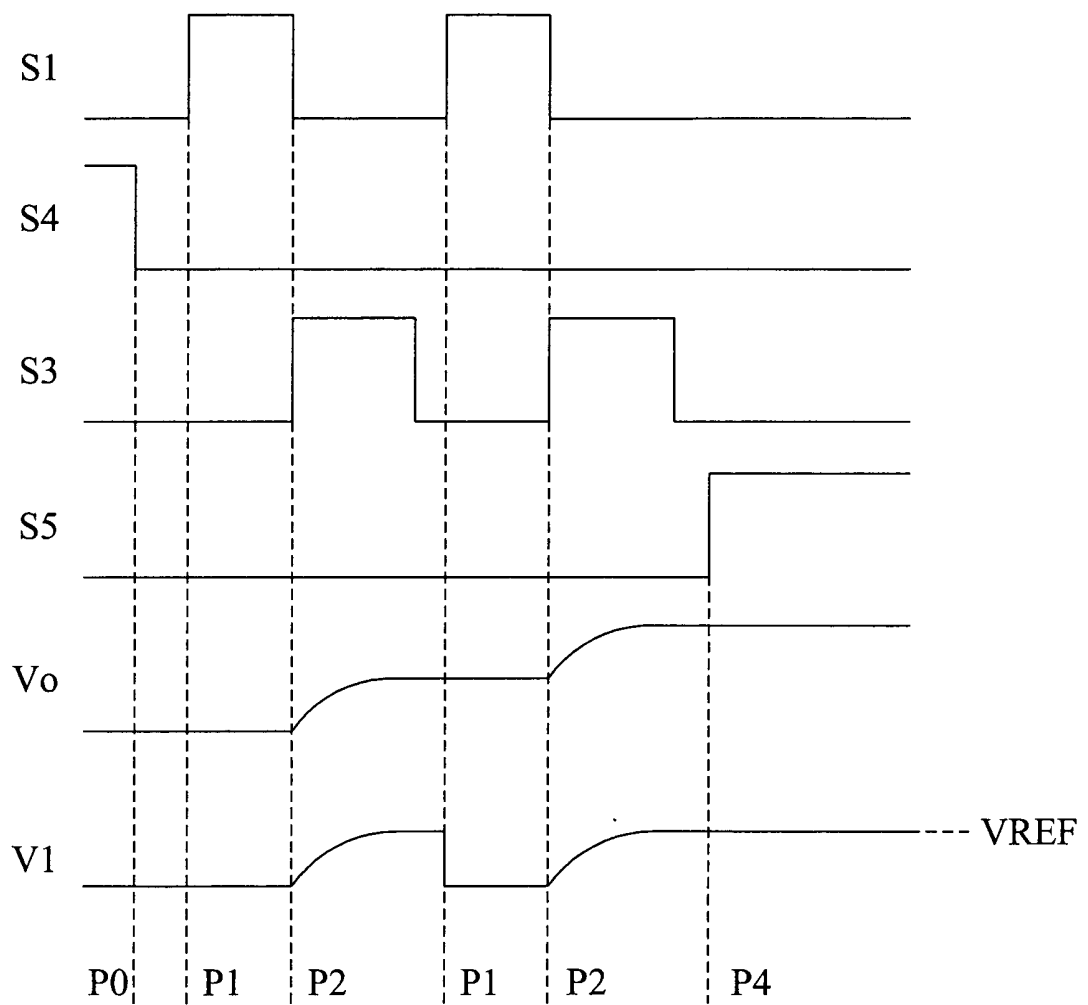


圖10

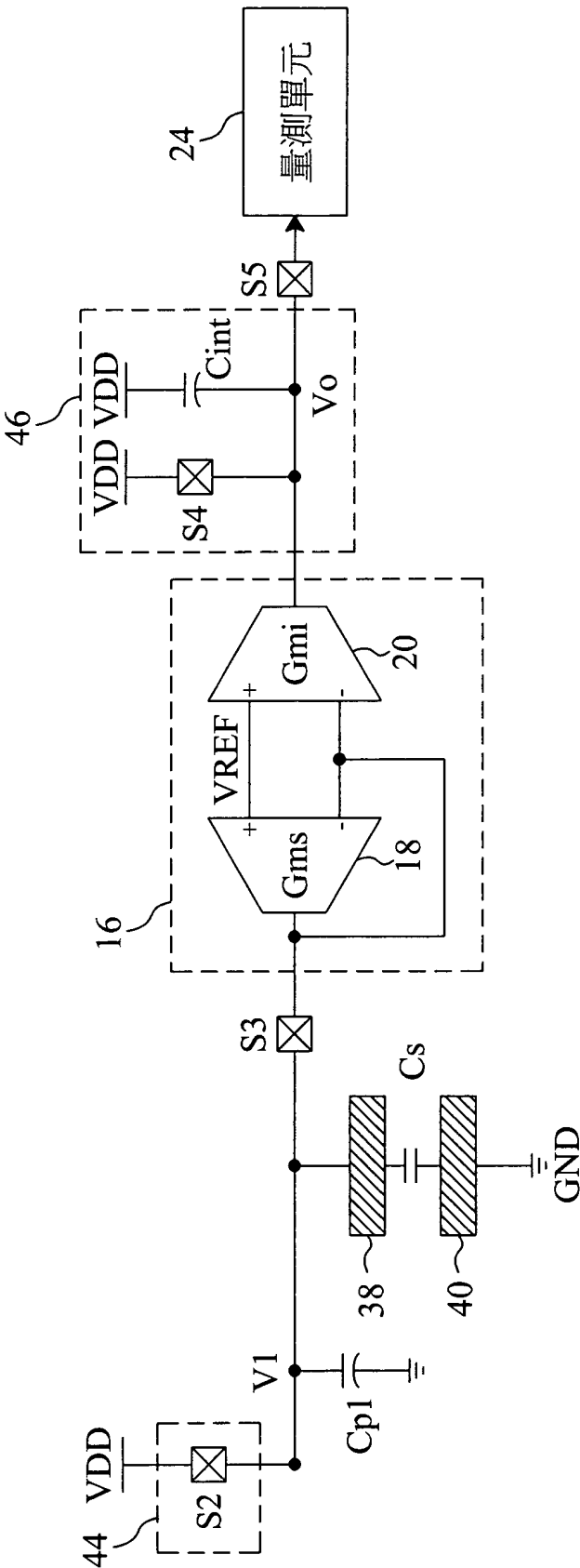


圖11

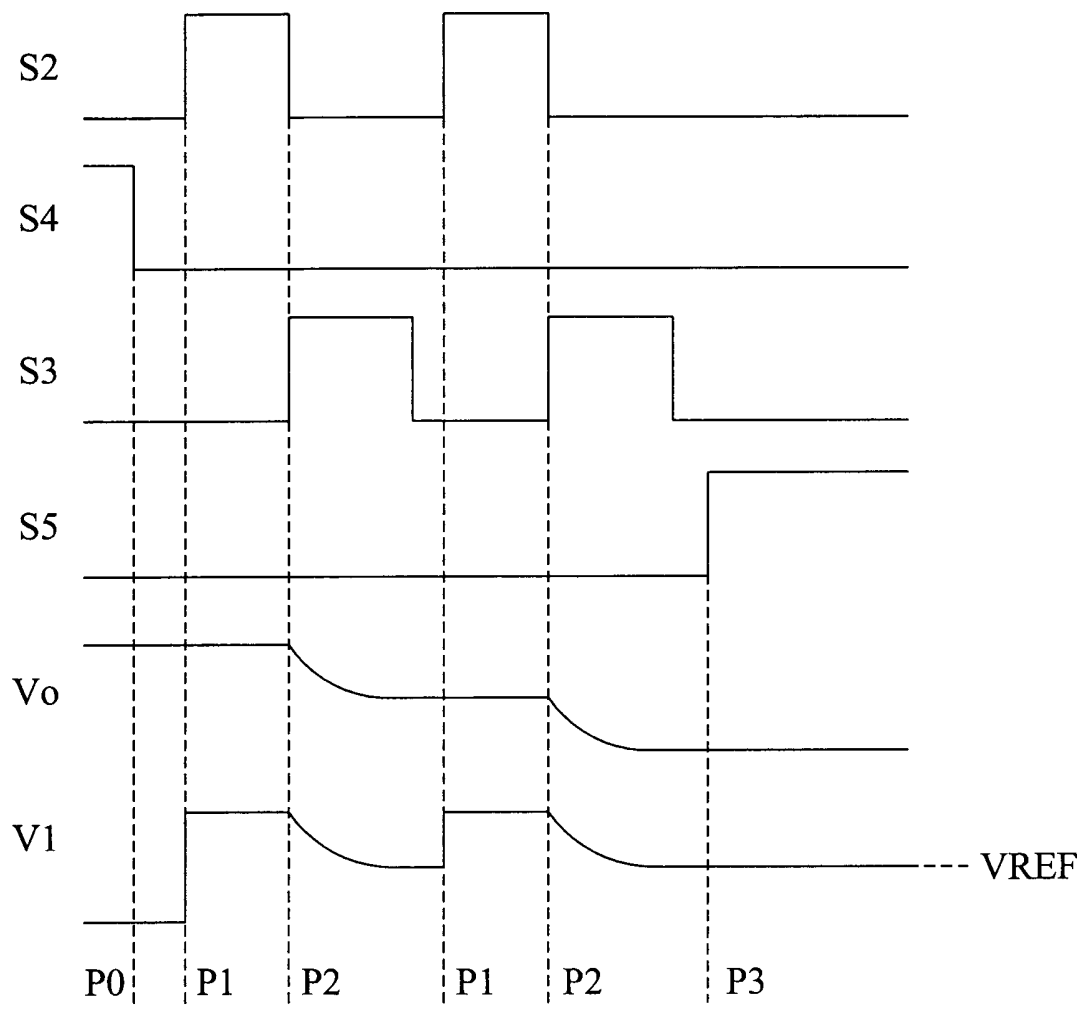


圖12

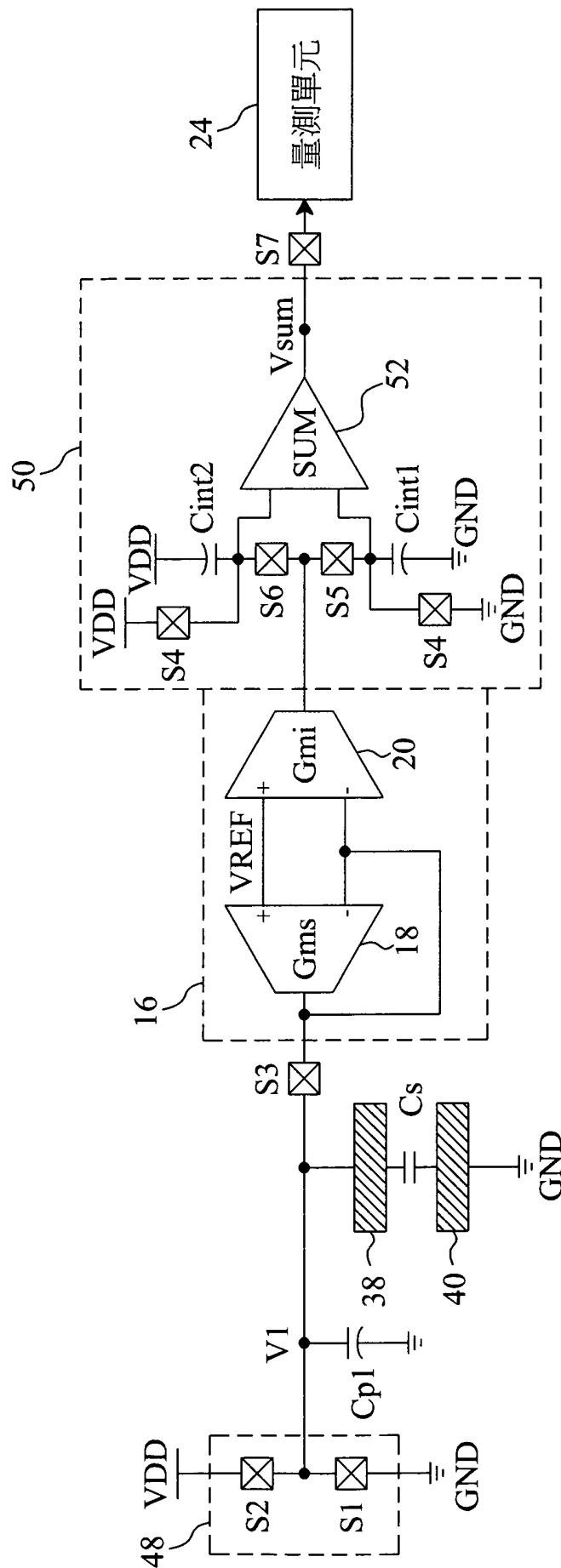


圖13

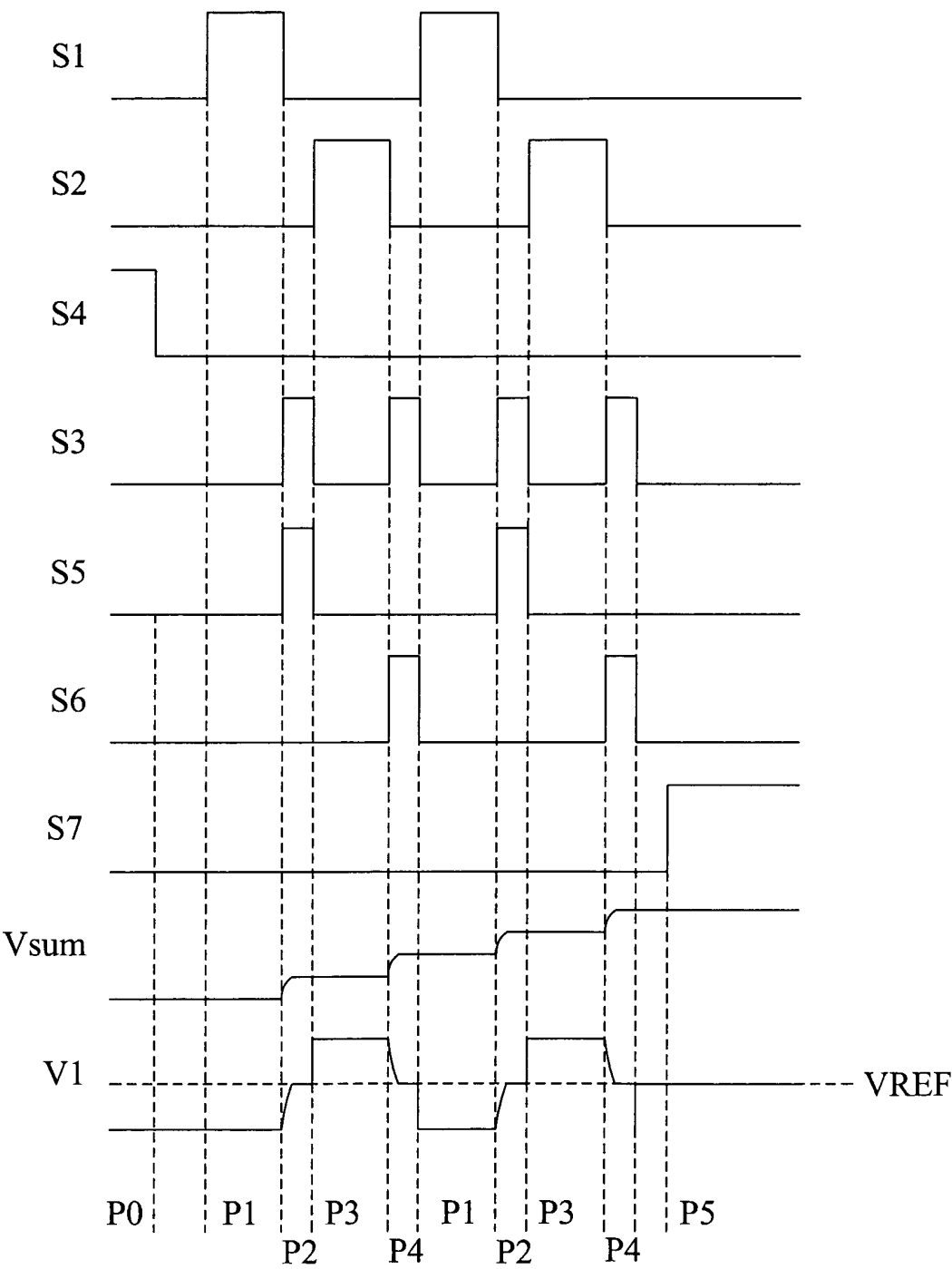


圖 14

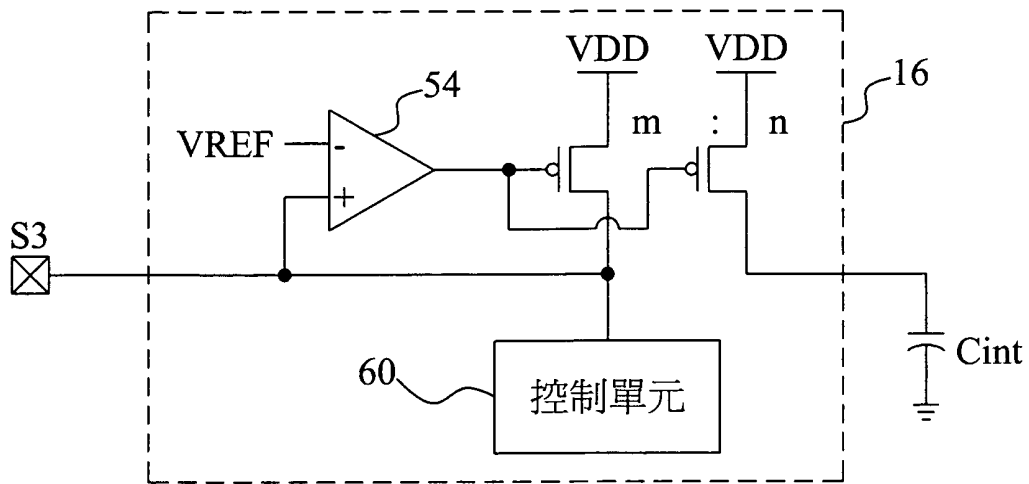


圖 15

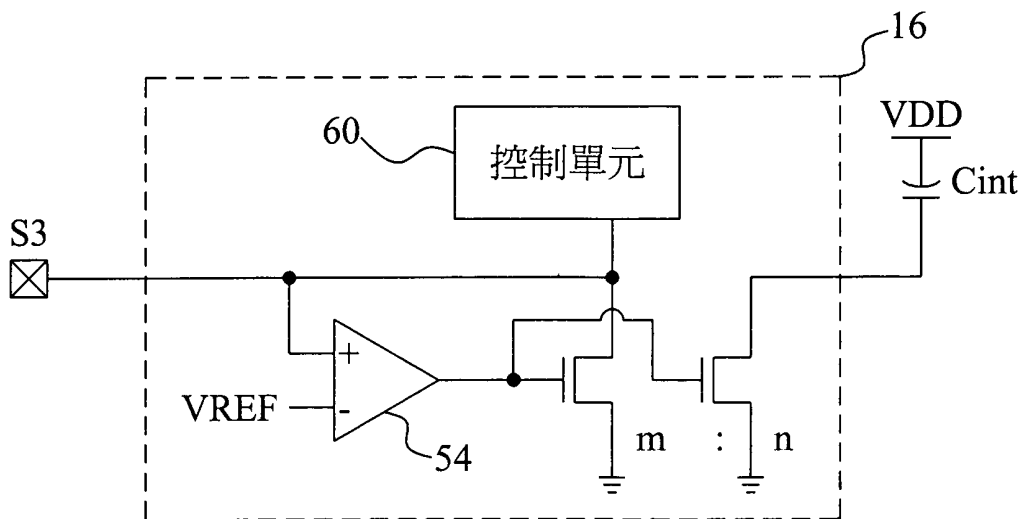


圖 16

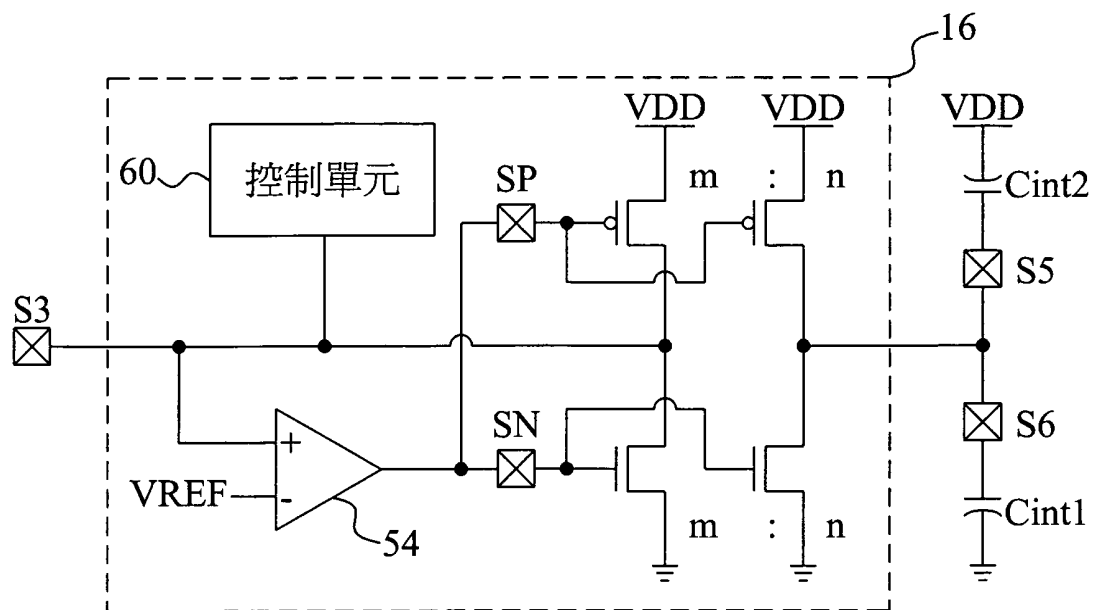


圖17

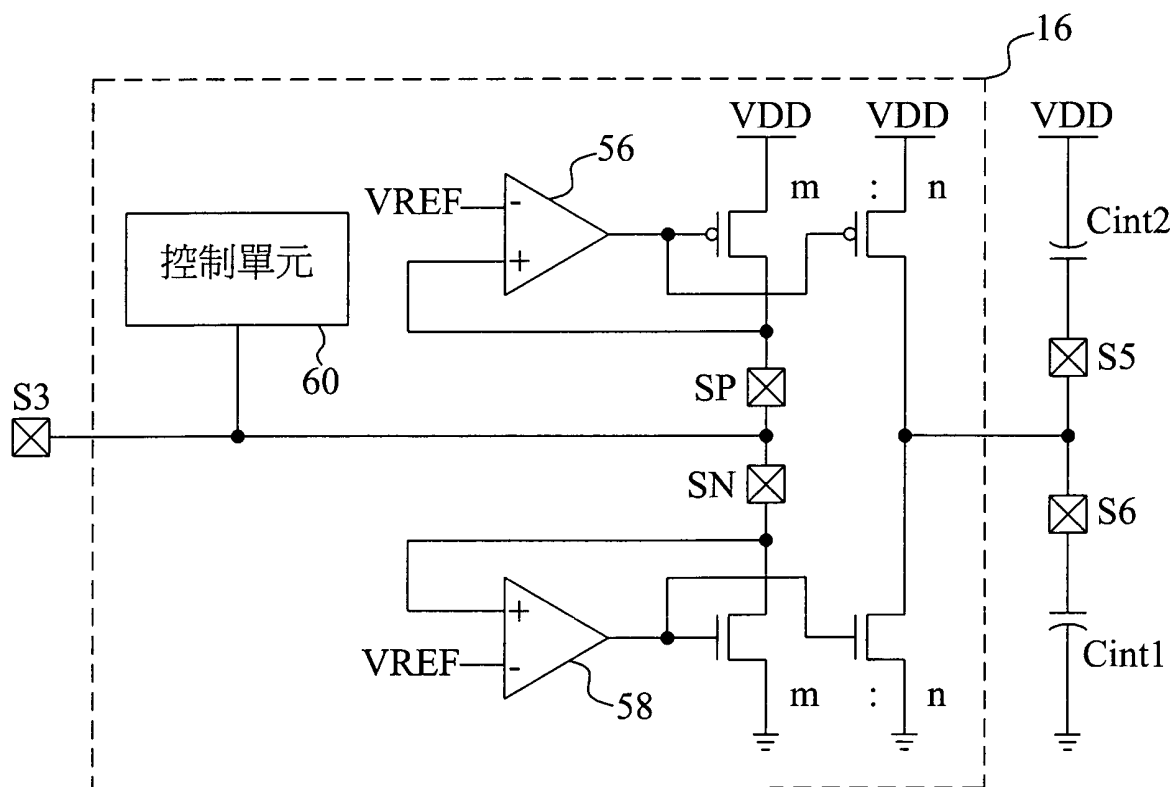


圖18

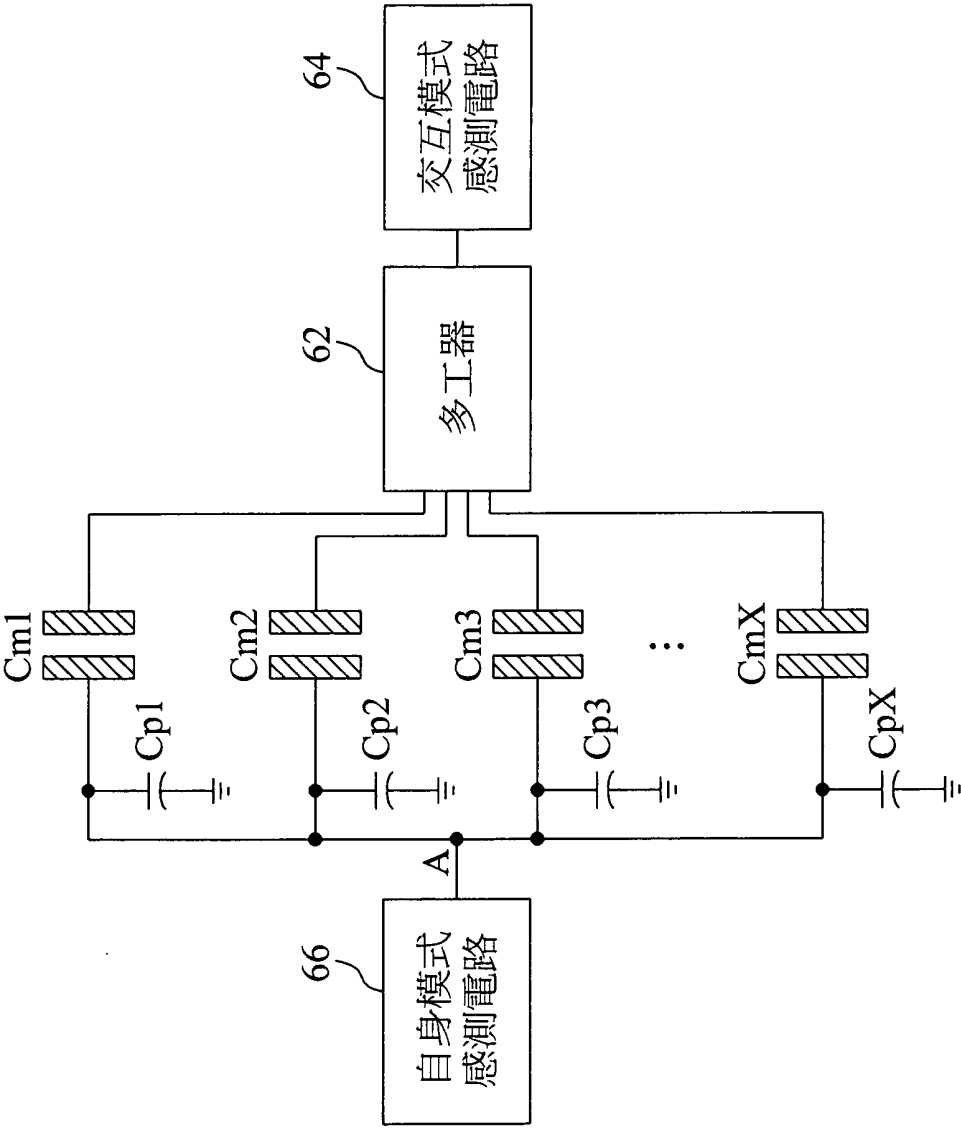


圖19

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10	電極
12	電極
14	切換電路
16	互導放大鏡射電路
18	互導放大器
20	互導放大器
22	電荷計算電路
24	量測單元

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

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： 99143211

※ 申請日：

※IPC 分類： G01R 27/26 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用以感測待測電容的電路及其方法

二、中文發明摘要：

一種用以感測待測電容的電路，其中該待測電容具有電極，該電路包含切換電路改變該電極的電壓準位，再利用互導放大鏡射電路使該電極的電壓準位維持在參考電壓，並且因應該電極的電壓變化造成電荷變化量，以及電荷計算電路因應該電荷變化量產生與該待測電容之電容量相關的感測信號。

三、英文發明摘要：

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： 99143211

※ 申請日：

※IPC 分類： G01R 27/26 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用以感測待測電容的電路及其方法

二、中文發明摘要：

一種用以感測待測電容的電路，其中該待測電容具有電極，該電路包含切換電路改變該電極的電壓準位，再利用互導放大鏡射電路使該電極的電壓準位維持在參考電壓，並且因應該電極的電壓變化造成電荷變化量，以及電荷計算電路因應該電荷變化量產生與該待測電容之電容量相關的感測信號。

三、英文發明摘要：