



---

(21) 申請案號：103131124

(22) 申請日：中華民國 103 (2014) 年 09 月 09 日

(51) Int. Cl. : **G06F3/044 (2006.01)**

(30) 優先權：2013/12/03 美國 14/095,007

(71) 申請人：原相科技股份有限公司 (中華民國) PIXART IMAGING INC. (TW)

新竹縣新竹科學工業園區創新一路 5 號 5 樓

(72) 發明人：張 楷智 TIEW, KEI TEE (MY)

(74) 代理人：花瑞銘

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：4 共 22 頁

---

(54) 名稱

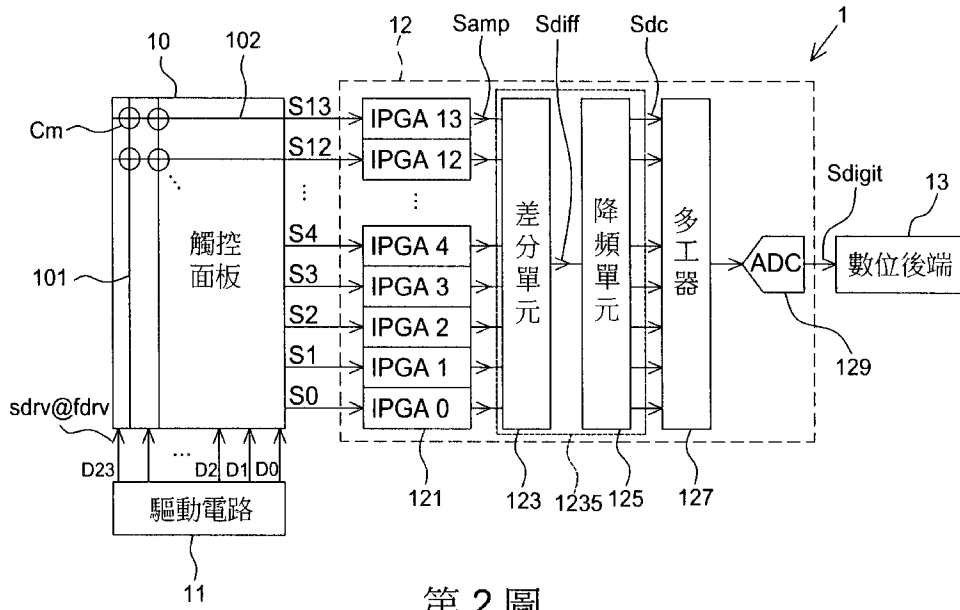
電容觸控系統

CAPACITIVE TOUCH SENSING SYSTEM

(57) 摘要

一種電容觸控系統，包含一觸控面板、複數放大單元、一類比信號處理單元以及一類比數位轉換器。該觸控面板包含複數驅動電極以及複數感測電極彼此相交錯。每一放大單元耦接一條感測電極以輸出一放大後偵測信號。該類比信號處理單元解調兩相鄰放大單元輸出之該放大後偵測信號之一差分信號或解調該等放大單元輸出之該放大後偵測信號以產生一直流信號。該類比數位轉換器轉換該直流信號為一數位信號。

There is provided a capacitive touch sensing system including a touch panel, a plurality of amplification units, an analog signal processing unit and an AD converter. The touch panel includes a plurality of driving electrodes intersecting with a plurality of sensing electrodes. Each of the amplification units is coupled to one of the sensing electrodes so as to output an amplified sensing signal. The analog signal processing unit demodulates a differential signal of the amplified sensing signals outputted by two adjacent amplification units or demodulates the amplified sensing signal outputted by the amplification units to generate a dc signal. The AD converter converts the dc signal to a digital signal.



第 2 圖

- 1 . . . 電容觸控系統
- 10 . . . 觸控面板
- 101 . . . 驅動電極
- 102 . . . 感測電極
- 11 . . . 驅動電路
- 12 . . . 類比前端
- 121 . . . 放大單元
- 123 . . . 差分單元
- 1235 . . . 類比信號處理單元
- 125 . . . 降頻單元
- 127 . . . 多工器
- 129 . . . 類比數位轉換器
- 13 . . . 數位後端
- D0~D23 . . . 驅動信號
- S0~S13 . . . 偵測信號

## 發明摘要

※ 申請案號：103131124

※ 申請日：2014.09.09

※IPC 分類：

【發明名稱】(中文/英文)

G06F 3/044 (2006.01)

電容觸控系統

CAPACITIVE TOUCH SENSING SYSTEM

## 【中文】

一種電容觸控系統，包含一觸控面板、複數放大單元、一類比信號處理單元以及一類比數位轉換器。該觸控面板包含複數驅動電極以及複數感測電極彼此相交錯。每一放大單元耦接一條感測電極以輸出一放大後偵測信號。該類比信號處理單元解調兩相鄰放大單元輸出之該放大後偵測信號之一差分信號或解調該等放大單元輸出之該放大後偵測信號以產生一直流信號。該類比數位轉換器轉換該直流信號為一數位信號。

## 【英文】

There is provided a capacitive touch sensing system including a touch panel, a plurality of amplification units, an analog signal processing unit and an AD converter. The touch panel includes a plurality of driving electrodes intersecting with a plurality of sensing electrodes. Each of the amplification units is coupled to one of the sensing electrodes so as to output an amplified sensing signal. The analog signal processing unit demodulates a differential signal of the amplified sensing signals outputted by two adjacent amplification units or demodulates the amplified sensing signal outputted by the amplification units to generate a dc signal. The AD converter converts the dc signal to a digital signal.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：第（ 2 ）圖。

**【本代表圖之符號簡單說明】**：

- 1 電容觸控系統
- 10 觸控面板
- 101 驅動電極
- 102 感測電極
- 11 驅動電路
- 12 類比前端
- 121 放大單元
- 123 差分單元
- 1235 類比信號處理單元
- 125 降頻單元
- 127 多工器
- 129 類比數位轉換器
- 13 數位後端
- D0~D23 驅動信號
- S0~S13 偵測信號

**【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)

## 【發明名稱】(中文/英文)

電容觸控系統

CAPACITIVE TOUCH SENSING SYSTEM

## 【技術領域】

【0001】 本發明係有關一種互動式輸入裝置，更特別有關一種電容觸控系統及其類比前端。

## 【先前技術】

【0002】 電容觸控面板因可達到較佳的使用者經驗，因此廣泛地被應用至各式電子裝置，例如一顯示裝置。

【0003】 例如第 1 圖顯示習知電容觸控系統之方塊示意圖，其包含一電容觸控面板 91、複數信號產生器 92、複數驅動單元 93、一類比前端(analog front end)94、一數位後端(digital back end)95 以及一處理單元 96。該電容觸控面板 91 包含複數驅動電極 911 及複數感測電極 912 彼此相交；其中，每一驅動電極 911 與每一感測電極 912 之間可形成一互感(mutual capacitance)。每一驅動單元 93 耦接至一驅動電極 911 以輸入相關的該信號產生器 92 所產生之一驅動信號  $S_d$ ；該等感測電極 912 輸出透過與該等驅動電極 911 間之互感從該驅動信號  $S_d$  感應之一感測信號  $S_s$  至該類比前端 94。該類比前端 94 將該感測信號  $S_s$  轉換成數位信號後傳送至該數位後端 95 以進行後處理。該數位後端 95 耦接該處理單元 96，其根據該數位後端 95 之後處理結果判斷一觸控位置。

【0004】 該類比前端 94 包含複數放大電路 941、複數雜訊抑制濾波器 942、一類比數位緩衝器 943 及一類比數位轉換器 944；其中，該類比數位緩衝器 943 用以於該類比數位轉換器 944 及該雜訊抑制濾波器 942 間進行緩衝；該等雜訊抑制濾波器 942 用以降低該等放大電路 941 所輸出之信號雜訊。上述習知技術中，該感測信號  $S_s$  受到該電容觸控面板 91 所搭配電子裝置，例如前述顯示裝置，的干擾而具有很高的共模雜訊(common mode noise)。一般而言，由於該電容觸控面板 91 所輸出之觸控信號(touch signal)

數值很小，為了增加該觸控信號在高共模雜訊干擾下的辨別能力，必須採用高解析的類比數位轉換器 944。同時，為了提高訊雜比(SNR)，係採用過取樣(oversampling)的方式對該觸控信號進行取樣，同時由於需支援高報告率，因而該類比數位轉換器 944 必須操作於高操作頻率。此外，該等雜訊抑制濾波器 942 及該類比數位緩衝器 943 亦會增加晶片面積。

**【0005】** 有鑑於此，本發明提出一種可降低類比數位轉換器所需之解析度及操作頻率、功率消耗以及晶片面積之電容觸控系統及其類比前端。

#### **【發明內容】**

**【0006】** 本發明提供一種電容觸控系統，其包含一差分單元用以對兩相鄰感測電極所輸出之偵測信號進行差分運算，藉以降低類比數位轉換器所需之解析度並消除信號線中相位延遲的影響。

**【0007】** 本發明另提供一種電容觸控系統，其包含一降頻單元(downconversion unit)用以將差分後偵測信號大致降頻至直流信號，藉以降低類比數位轉換器所需之操作頻率。

**【0008】** 本發明另提供一種電容觸控系統，其透過移除數位後端之部分元件並替換類比前端之部分元件，以降低整體晶片面積及功率消耗。

**【0009】** 本發明提供一種電容觸控系統，包含一觸控面板、一差分單元、一降頻單元及一類比數位轉換器。該觸控面板包含複數驅動電極及複數感測電極彼此相交錯。該差分單元差分兩相鄰感測電極輸出之偵測信號以輸出一差分信號。該降頻單元用以解調該差分信號以產生一直流信號並累積該直流信號。該類比數位轉換器用以轉換累積的該直流信號為一數位信號。

**【0010】** 本發明另提供一種電容觸控系統，包含一觸控面板、一驅動電路、一差分單元、一降頻單元及一類比數位轉換器。該觸控面板包含複數驅動電極及複數感測電極彼此相交錯。該驅動電路依序輸入具有一驅動頻率之一驅動信號至該等驅動電極。該差分單元差分兩相鄰感測電極輸出之偵測信號以輸出一差分信號。該降頻單元以 4 倍該驅動頻率之一操作頻率解調該差分信號以產生一直流信號並累積該直流信號。該類比數位轉換器用以轉換累積的該直流信號為一數位信號。

**【0011】** 本發明另提供一種電容觸控系統之類比前端，包含一差分

單元、一降頻單元及一類比數位轉換器。該差分單元差分一電容觸控面板輸出之兩偵測信號並輸出一差分信號。該降頻單元用以降頻該差分信號至一直流信號。該類比數位轉換器用以轉換該直流信號為一數位信號。

【0012】 本發明另提供一種電容觸控系統，包含一觸控面板、一驅動電路、一降頻單元及一類比數位轉換器。該觸控面板包含複數驅動電極及複數感測電極彼此相交錯。該驅動電路依序輸入具有一驅動頻率之一驅動信號至該等驅動電極。該降頻單元以 4 倍該驅動頻率之一操作頻率解調每一該等感測電極輸出之偵測信號以產生一直流信號並累積該直流信號。該類比數位轉換器用以轉換累積的該直流信號為一數位信號。

【0013】 本發明另提供一種電容觸控系統，包含一觸控面板、複數放大單元、一差分單元及一類比數位轉換器。該觸控面板包含複數驅動電極及複數感測電極彼此相交錯。該等放大單元分別耦接該等感測電極以放大該等感測電極輸出之該等偵測信號。該差分單元差分兩相鄰放大單元輸出之放大後偵測信號以輸出一差分信號。該類比數位轉換器用以轉換累積的該直流信號為一數位信號。

【0014】 一實施例中，該電容觸控系統及其類比前端另包含複數放大單元分別耦接該等感測電極，以放大該等感測電極輸出之該等偵測信號並輸出放大後偵測信號。

【0015】 一實施例中，該差分單元與該降頻單元可結合為一類比信號處理單元，用以對兩相鄰放大單元輸出之放大後偵測信號依序進行差分、解調變以及累積處理並產生直流信號。藉此，不需使用高解析度及高操作頻率之類比數位轉換器。

【0016】 一實施例中，該降頻單元可包含一解調單元及一累積單元。該解調單元以兩正交信號解調該差分信號；一實施例中，兩正交信號例如可為 $[1\ 0\ -1\ 0]$ 以及 $\pm[0\ -1\ 0\ 1]$ 兩信號陣列。該累積單元累積一預設次數之該直流信號。

【0017】 一實施例中，該電容觸控系統及其類比前端另包含一多工器耦接於該降頻單元及該類比數位轉換器之間，用以提供不同頻道之直流信號或累積直流信號至該類比數位轉換器進行類比數位轉換。

【0018】 一實施例中，兩相鄰放大單元間可另包含一共模拒斥單元

(common mode rejection)用以限制該兩相鄰放大單元之輸入共模電壓。藉此，該等放大單元可具有較大增益範圍並可使用較小電容以減少晶片面積。

【0019】 一實施例中，兩相鄰放大單元間可另包含一共模反饋單元(common mode feedback)用以維持該兩相鄰放大單元之輸出電壓之共模位準(common mode level)，以避免因飽和造成的信號失真。

【0020】 相較於習知系統，本發明實施例之電容觸控系統及其類比前端中，類比前端之部分元件被替換且數位後端之部分元件被移除，藉以降低整體晶片面積及消耗功率。該類比數位轉換器僅取樣差分信號的直流值而可降低其解析度以及操作頻率，進而降低功率消耗。此外，由於共模雜訊可被消除，該等放大單元可具有較大增益並使用較小電容。

【0021】 為了讓本發明之上述和其他目的、特徵和優點能更明顯，下文將配合所附圖示，詳細說明如下。此外，於本發明之說明中，相同之構件係以相同之符號表示，於此合先述明。

#### 【圖式簡單說明】

##### 【0022】

第 1 圖為習知電容觸控系統之方塊示意圖。

第 2 圖為本發明實施例之電容觸控系統之方塊示意圖。

第 2A 圖為本發明實施例之電容觸控系統之放大單元之電路示意圖。

第 2B 圖為本發明實施例之電容觸控系統之運作示意圖。

第 3 圖為本發明實施例之電容觸控系統之降頻單元之操作示意圖。

第 3A 圖為第 3 圖之降頻及累積單元之電路圖。

第 4 圖為本發明實施例之電容觸控系統中共模拒斥及共模反饋之示意圖。

#### 【實施方式】



【0023】 請參照第 2 圖所示，其顯示本發明實施例之電容觸控系統之方塊示意圖。電容觸控系統 1 包含一觸控面板 10、一驅動電路 11、一類比前端 12 以及一數位後端 13；其中，該類比前端 12 係用以對該觸控面板 10 輸出之類比信號進行前處理，並將該類比信號轉換為數位信號以供該數位後端 13 進行後處理。所述前處理例如包括對類比信號進行放大(amplification)、差分(differencing)、降頻(downconversion)、累積(accumulation)及類比數位轉換(AD conversion)。所述後處理例如包括根據該數位信號判斷相對該觸控面板 10 之一觸控位置及/或一觸控位置變化(例如位移量)。換句話說，該類比前端 12 耦接於該觸控面板 10 與該數位後端 13 間。

【0024】 該觸控面板 10 為一電容觸控面板，其包含彼此相交錯(intersect)的複數驅動電極 101 及複數感測電極 102 用以於其間產生互感，例如一條驅動電極 101 可與相交錯的一條感測電極 102 形成一感測單元  $C_m$ 。於一觸控面板形成彼此交錯的複數驅動電極及複數感測電極的方式已為習知，故於此不再贅述。當一驅動信號  $S_{drv}$  被輸入至該等驅動電極 101，透過所述互感可於該等感測電極 102 感應出一偵測信號。當至少一手指或指示物靠近該感測單元  $C_m$ ，則會改變其電容值而相對改變該偵測信號。藉此，便可根據互感值改變量偵測至少一觸控位置。一電容觸控面板透過互感相對一驅動信號  $S_{drv}$  感應出一偵測信號的方式已為習知，故於此不再贅述；本發明在於提出一種可降低類比數位轉換器之解析度及操作頻率、整體功率消耗以及晶片面積之電容觸控系統及其類比前端。必須說明的是，第 2 圖中所示該等驅動電極 101 及該等感測電極 102 之延伸方向可被改變。

【0025】 該驅動電路 11 例如將具有一驅動頻率  $f_{drv}$  之一驅動信號  $S_{drv}$ (例如 D0~D23)依序輸入至該等驅動電極 101，例如於一偵測圖框中輸入至每一條驅動電極 101 至少一次；其中，該驅動信號  $S_{drv}$  例如可為方波、弦波或其他適當交流信號；該驅動頻率  $f_{drv}$  例如約可為 40kHz~500kHz 的範圍，但並不以此為限，其係根據不同應用而決定。該驅動信號  $S_{drv}$  經過該等驅動電極 101 與該等感測電極 102 間的互感耦合至該等感測電極 102 以分別產生一偵測信號(例如 S0~S13)。亦即，本實施例中，該觸控面板 10 係以 14×24 為例說明，而該觸控面板 10 的尺寸係根據不同應用決定。換句話說，本發明實施例之類比前端 12 可適用於各種尺寸之電容觸控面板 10。

【0026】 該類比前端 12 包含複數放大單元 121、一差分單元 123、一降頻單元 125、一多工器 127 以及一類比數位轉換器(ADC)129。必須說明的是，雖然第 2 圖中顯示該差分單元 123 係與該降頻單元 125 分離，其他實施例中，該差分單元 123 亦可結合於該降頻單元 125 內。其他實施例中，如果該觸控面板 10 內建有信號放大器以放大該等感測電極上感應之偵測信號，該等放大單元 121 可不實施於該類比前端 12 內。

【0027】 該等放大單元 121 例如分別包含一積分可程式化增益放大電路(integrating programmable gain amplifier, IPGA)。每一該等放大單元 121 耦接一條該等感測電極 102，並用以放大該偵測信號(例如 S0~S13)並輸出一放大後偵測信號 Samp。例如第 2A 圖顯示該等放大單元 121 之電路圖的一種實施方式；其中， $C_m$  表示感測單元之互容、 $C_m/C_F$  決定該等放大單元 121 之增益而  $R_F \times C_F$  決定高通截止頻率(high-pass cut-off frequency)。

【0028】 該差分單元 123 用以差分兩相鄰放大單元 121 之放大後偵測信號 Samp 以輸出一差分信號 Sdiff；例如，分別對 IPGA0 與 IPGA1、IPGA2 與 IPGA3、...、IPGA12 與 IPGA13 輸出之放大後偵測信號 Samp 進行差分運算以得到 IPGA0-IPGA1、IPGA2-IPGA3、...、IPGA12-IPGA13。本實施例中，由於相鄰感測電極 102 間具有類似的線路延遲(例如 RC 延遲)及共模雜訊(common mode noise)，因此透過進行差分運算可消除線路延遲及共模雜訊。此外，為了維持面板之感測解析度，該差分單元 123 較佳分兩相(two phases)來差分不同組的兩相鄰放大單元 121 之放大後偵測信號 Samp；例如參照第 2B 圖所示，於第一相(first phase)時，該差分單元 123 可分別進行 IPGA0 與 IPGA1、IPGA2 與 IPGA3、...、IPGA12 與 IPGA13 間之差分運算；而於第二相(second phase)時，該差分單元 123 則分別進行 IPGA1 與 IPGA2、IPGA3 與 IPGA4、...、IPGA11 與 IPGA12 間之差分運算以得到 IPGA1-IPGA2、IPGA3-IPGA4、...、IPGA11-IPGA12。藉此，即使進行差分運算亦可維持相同的面板偵測解析度。可以瞭解的是，如果該等放大單元 121 不實施於該類比前端 12 內，該差分單元 123 用以差分兩相鄰感測電極 102 之偵測信號。

【0029】 該降頻單元 125 用以降頻該差分信號 Sdiff 大致至一直流信號 Sdc，藉以降低類比數位轉換器 129 所需之操作頻率。例如參照第 3 圖所

示，該降頻單元 125 可包含一解調單元 1251 以兩正交信號分別解調該差分信號  $S_{diff}$  以產生兩直流成分  $I_{dc}$ 、 $Q_{dc}$ 。一實施例中，該降頻單元 125 可以  $[1\ 0\ -1\ 0]$  以及  $[0\ -1\ 0\ 1]$  或  $[1\ 0\ -1\ 0]$  以及  $[0\ 1\ 0\ -1]$  的兩信號陣列並以 4 倍該驅動頻率  $f_{drv}$  之一操作頻率  $4f_{drv}$  分別解調該差分信號  $S_{diff}$ ，以產生該兩直流成分  $I_{dc}$ 、 $Q_{dc}$ 。

【0030】 此外，為了增加信號強度並消除雜訊，該降頻單元 125 可另包含一累積單元 1252 用以累積一預設次數之該直流信號  $S_{dc}$  (即直流成分  $I_{dc}$ 、 $Q_{dc}$ ) 並輸出兩累積直流成份  $I_{acc}$ 、 $Q_{acc}$ 。藉此，可達成降低該類比數位轉換器 129 所需之解析度及速度的目的。一實施例中，該累積單元 1252 例如可以切換式電容積分器 (switched-capacitor integrator) 來實現。

【0031】 例如參照第 3A 圖所示，其顯示本發明實施例之電容觸控系統 1 中，該降頻及累積單元之電路示意圖；其中， $S_{dc}$  例如可以

$$S_{dc} = \frac{C_s}{C_l} \sum_{n=1}^N S_{diff}(n) \quad \text{方程式(1)}$$

來表示，其中  $N$  係表示累積次數。當兩開關元件  $\Phi 1$  同時導通時，降頻後差分信號  $I_{dc}$  或  $Q_{dc}$  (downconverted differential signal) 對電容  $C_s$  充電；而當兩開關元件  $\Phi 2$  同時導通時，電容  $C_s$  中的電荷轉移至電容  $C_l$ ，如此反覆進行  $N$  次以輸出累積的降頻後差分信號  $I_{acc}$  或  $Q_{acc}$  (即累積的直流信號  $S_{dc}$ )；其中，該等開關元件  $\Phi 1$  與該等開關元件  $\Phi 2$  不同時導通。必須說明的是，第 3A 圖僅顯示第 3 圖中其中一路之單端實施例 (I 或 Q)。此外，當  $N=1$  時，表示該降頻及累積單元直接輸出直流信號  $S_{dc}$  而不進行累積。可以了解的是，第 3A 圖僅用以說明並非用以限定本發明。

【0032】 如前所述，當該差分單元 123 結合於該降頻單元 125 內以形成一類比信號處理單元 1235 時，其可用以將兩相鄰放大單元 121 輸出之放大後偵測信號  $S_{amp}$  之一差分信號  $S_{diff}$  解調變以產生一直流信號  $S_{dc}$ ；或進一步對該直流信號  $S_{dc}$  進行累積以增加信號強度並消除雜訊。

【0033】 該多工器 127 耦接於該降頻單元 125 及該類比數位轉換器 129 之間，並用以將該降頻單元 125 所產生相對每一頻道之直流信號或累積的直流信號  $S_{dc}$  耦接至該類比數位轉換器 129 以進行類比數位轉換。本實施例中，所述頻道係指兩相鄰放大單元 121 或兩相鄰感測電極所形成的信

號感測路徑。

【0034】 該類比數位轉換器 129 以一操作頻率轉換該直流信號或累積的該直流信號  $S_{dc}$  為一數位信號  $S_{digit}$  以供該數位後端 13 進行後處理，例如該數位後端 13 用以根據該數位信號判斷至少一觸控位置。該類比數位轉換器 129 之操作已為習知，故於此不再贅述。

【0035】 由於該降頻單元 125 以兩正交信號解調該差分信號  $S_{diff}$  以產生兩直流信號  $S_{dc}$  且該類比數位轉換器 129 相對每一頻道輸出兩數位信號  $S_{digit}$ ，該數位後端 13 可計算該兩數位信號之一向量範數(norm)並據以決定該觸控位置，例如可利用座標旋轉數位計算機(CORDIC)來計算該向量範數。例如一種實施例中，當該觸控面板 10 未被任何指示物靠近或觸碰時(非接觸狀態)，相對每一頻道有一預設範數值；而當該觸控面板 10 部份頻道被至少一指示物靠近或觸碰時(接觸狀態)，相對該等部份頻道之範數值則發生變化。該數位後端 13(例如包含一控制器、微處理器、特定功能積體電路 ASIC 或中央處理單元 CPU)可根據範數值變化量判定至少一觸碰位置。計算兩數位信號之向量範數的實施方式例如可參照由本案相同受讓人所擁有的美國專利申請第 13/746,883 號所揭示的內容，但本發明並不以此為限。

【0036】 如前所述，為了維持面板之感測解析度，該差分單元 123 可於一個感測圖框之不同時間區間對不同組放大單元 121 進行差分運算。例如第 2B 圖所示，當該差分單元 123 差分一第一組兩相鄰放大單元(例如 IPGA0 與 IPGA1、IPGA2 與 IPGA3、...、IPGA12 與 IPGA13)輸出之放大後偵測信號時，該降頻單元 125(或該降頻及累積單元)產生第一直流信號，而當該差分單元 123 差分一第二組兩相鄰放大單元(例如 IPGA1 與 IPGA2、IPGA3 與 IPGA4、...、IPGA11 與 IPGA12)輸出之放大後偵測信號時，該降頻單元 125(或該降頻及累積單元)產生第二直流信號；當該降頻單元 125 產生該第一直流信號時該類比數位轉換器 129 用以將該第二直流信號轉換為數位信號，而當該降頻單元 125 產生該第二直流信號時該類比數位轉換器 129 用以將該第一直流信號轉換為數位信號。如上所述，若該等放大單元 121 不實施於該類比前端 12 內，該差分單元 123 用以差分兩相鄰感測電極 102 之偵測信號。

【0037】 請參照第 4 圖所示，為了進一步消除共模雜訊(common

mode noise)，一實施例中，電容觸控系統及其類比前端之兩相鄰放大單元 121 及 121'間可另包含一共模拒斥(common mode rejection)單元 14 用以限制該兩相鄰放大單元 121 及 121'之輸入共模電壓大約為  $V_{cm}$ 。另一實施例中，兩相鄰放大單元 121 及 121'間可另包含一共模反饋(common mode feedback)單元 15 用以維持該兩相鄰放大單元 121 及 121'之輸出電壓之共模位準於  $V_{headroom}$  至  $(VDD-V_{headroom})$  的範圍，其中  $VDD$  為供電電壓而  $V_{headroom}$  為確保該等放大單元 121 及 121'操作於線性區間之頂部要求(headroom necessary)。可以了解的是，該共模拒斥單元 14 及該共模反饋單元 15 亦可同時實施。藉此，該等放大單元 121 之增益範圍可被提高，因此電容值  $C_F$  (如第 2A 圖所示)可被降低以降低晶片面積。

**【0038】** 為了降低晶片面積及功率消耗，第 2 圖中該類比前端 1 之部分元件可不予實施。

**【0039】** 一實施例中，該差分單元 123 可不予實施，如此該降頻單元 125 可解調每一感測電極 102 所輸出之偵測信號  $S_0 \sim S_{13}$ ，例如，但不限於，以 4 倍該驅動信號  $S_{drv}$  之驅動頻率  $f_{drv}$  之一操作頻率解調以產生一直流信號  $S_{dc}$  並累積該直流信號。若複數放大單元 121 分別耦接至該等感測電極 102 以放大該等感測電極 102 所輸出之該等偵測信號  $S_0 \sim S_{13}$ ，該降頻單元 125 可解調每一該等放大單元 121 所輸出之放大後偵測信號  $S_{amp}$ 。本實施例中，該類比數位轉換器 129 可以很低的速度工作以降低功率消耗，由於累積該直流信號可提高信號強度  $N$  倍並降低類比數位轉換的速度  $N$  倍。該類比數位轉換器 129 之解析度要求由於較佳的訊雜比而降低，以降低功率消耗及晶片面積。此外，該類比前端 1 及該數位後端 13 中某些降頻與濾波可以較低速度工作，以降低該數位後端 13 之功率消耗及晶片面積。如上所述，該降頻單元 125 可以兩正交信號，例如，但不限於， $[1 \ 0 \ -1 \ 0]$  以及  $\pm[0 \ -1 \ 0 \ 1]$  解調該等偵測信號  $S_0 \sim S_{13}$  以產生兩直流信號，且該類比數位轉換器 129 相應每一感測電極 102 輸出兩數位信號  $S_{digit}$ 。此外，其他部份則與第 2 圖及其相關描述類似。

**【0040】** 一實施例中，該降頻單元 125 可不予實施，如此該類比數位轉換器 129 用以轉換兩相鄰放大單元 121 之兩放大後偵測信號  $S_{amp}$  之差分信號  $S_{diff}$  為一數位信號  $S_{digit}$ 。本實施例中，該類比前端 1 亦可操作於

如第 2B 圖之兩相(phases)，例如，該差分單元 123 依序差分一第一組兩相鄰放大單元(IPGA0 與 IPGA1、IPGA2 與 IPGA3、...、IPGA12 與 IPGA13)以及一第二組兩相鄰放大單元(IPGA1 與 IPGA2、IPGA3 與 IPGA4、...、IPGA11 與 IPGA12)之放大後差分信號 Samp。當該差分單元 123 正差分該第一組兩相鄰放大單元之放大後差分信號 Samp 時，該類比數位轉換器 129 用以轉換該第二組兩相鄰放大單元相關之差分信號 Sdiff 為該數位信號 Sdigit，而當該差分單元 123 正差分該第二組兩相鄰放大單元之放大後差分信號 Samp 時，該類比數位轉換器 129 用以轉換該第一組兩相鄰放大單元相關之差分信號 Sdiff 為該數位信號 Sdigit；亦即，第 2B 圖中第三列之該第一直流信號由相關於該第一組兩相鄰放大單元相關之差分信號取代，第 2B 圖中第三列之該第二直流信號由相關於該第二組兩相鄰放大單元相關之差分信號取代。本實施例中，可使用具有較大增益及較小面積(CF)之積分可程式化增益放大電路(IPGA)以降低晶片面積。此外，不再需要供該等可程式化增益放大電路之單端轉雙端轉換電路，可降低功率消耗及晶片面積。本實施例中，一多工器 127 可耦接於該差分單元 123 及該類比數位轉換器 129 間。此外，其他部份則與第 2 圖及其相關描述類似。

**【0041】** 綜上所述，習知電容觸控系統之類比前端係使用高解析度及高操作頻率之類比數位轉換器，以分辨高共模雜訊下的微小觸碰信號並增加訊雜比，且具有較高的功率消耗。因此，本發明另提供一種電容觸控系統及其類比前端(第 2 圖)，其可透過一類比信號處理單元以降低類比數位轉換器所需之解析度及操作頻率。此外，由於部份數位後端之功能被移至類比前端來執行且數位後端之操作頻率降低了，部份數位後端之元件可被移除以降低晶片面積同時亦可降低功率消耗。

**【0042】** 雖然本發明已以前述實例揭示，然其並非用以限定本發明，任何本發明所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作各種之更動與修改。因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

### **【符號說明】**

#### **【0043】**

1 電容觸控系統

10、91	觸控面板
101、911	驅動電極
102、912	感測電極
11	驅動電路
12、94	類比前端
121、121'	放大單元
123	差分單元
125	降頻單元
1251	解調單元
1252	累積單元
127	多工器
129、944	類比數位轉換器
13、95	數位後端
14	共模拒斥
15	共模反饋
92	信號產生器
93	驅動單元
941	放大電路
942	雜訊抑制濾波器
943	類比數位緩衝器
96	處理單元
D0~D23	驅動信號
S0~S13	偵測信號

## 申請專利範圍

1. 一種電容觸控系統，包含：
  - 一觸控面板，該觸控面板包含複數驅動電極及複數感測電極彼此相交錯；
  - 一差分單元，差分兩相鄰感測電極輸出之偵測信號以輸出一差分信號；
  - 一降頻單元，用以解調該差分信號以產生一直流信號並累積該直流信號；以及
  - 一類比數位轉換器，用以轉換累積的該直流信號為一數位信號。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之電容觸控系統，其中該差分單元結合於該降頻單元內。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之電容觸控系統，其中該降頻單元包含一解調單元及一累積單元；該解調單元以兩正交信號解調該差分信號；該累積單元累積一預設次數之該直流信號。
4. 如申請專利範圍第 3 項所述之電容觸控系統，其中該降頻單元以 $[1 \ 0 \ -1 \ 0]$ 以及 $\pm[0 \ -1 \ 0 \ 1]$ 兩信號陣列分別解調該差分信號。
5. 如申請專利範圍第 1 項所述之電容觸控系統，其中該電容觸控系統另包含一多工器耦接於該降頻單元及該類比數位轉換器之間。



6. 如申請專利範圍第 1 項所述之電容觸控系統，其中該電容觸控系統另包含複數放大單元分別耦接該等感測電極，以放大該等感測電極輸出之該等偵測信號。
7. 如申請專利範圍第 6 項所述之電容觸控系統，其中兩相鄰放大單元間另包含一共模拒斥單元用以限制該兩相鄰放大單元之輸入共模電壓。
8. 如申請專利範圍第 6 項所述之電容觸控系統，其中兩相鄰放大單元間另包含一共模反饋單元用以維持該兩相鄰放大單元之輸出電壓之共模位準。
9. 如申請專利範圍第 1 項所述之電容觸控系統，其中該電容觸控系統另包含一數位後端用以根據該數位信號判斷一觸控位置。
10. 如申請專利範圍第 9 項所述之電容觸控系統，其中該降頻單元以兩正交信號解調該差分信號以產生兩直流信號且該類比數位轉換器輸出兩數位信號，該數位後端計算該兩數位信號之一向量範數並據以判斷該觸控位置。
11. 一種電容觸控系統，包含：
  - 一觸控面板，該觸控面板包含複數驅動電極及複數感測電極彼此相交錯；
  - 一驅動電路，依序輸入具有一驅動頻率之一驅動信號至該等驅動電極；
  - 一降頻單元，以 4 倍該驅動頻率之一操作頻率解調每一該等感測電極輸出之偵測信號以產生一直流信號並累積該直流信號；以及

一類比數位轉換器，用以轉換累積的該直流信號為一數位信號。

12. 如申請專利範圍第 11 項所述之電容觸控系統，其中該降頻單元以  $[1\ 0\ -1\ 0]$  以及  $\pm[0\ -1\ 0\ 1]$  兩信號陣列分別解調該等偵測信號。

13. 如申請專利範圍第 11 項所述之電容觸控系統，其中該電容觸控系統另包含一多工器耦接於該降頻單元及該類比數位轉換器之間。

14. 如申請專利範圍第 11 項所述之電容觸控系統，其中該電容觸控系統另包含複數放大單元分別耦接該等感測電極，以放大該等感測電極輸出之該等偵測信號。

15. 如申請專利範圍第 11 項所述之電容觸控系統，其中該降頻單元以兩正交信號解調該等偵測信號以產生兩直流信號且該類比數位轉換器相應每一該等感測電極輸出兩數位信號。

16. 一種電容觸控系統，包含：

一觸控面板，該觸控面板包含複數驅動電極及複數感測電極彼此相交錯；

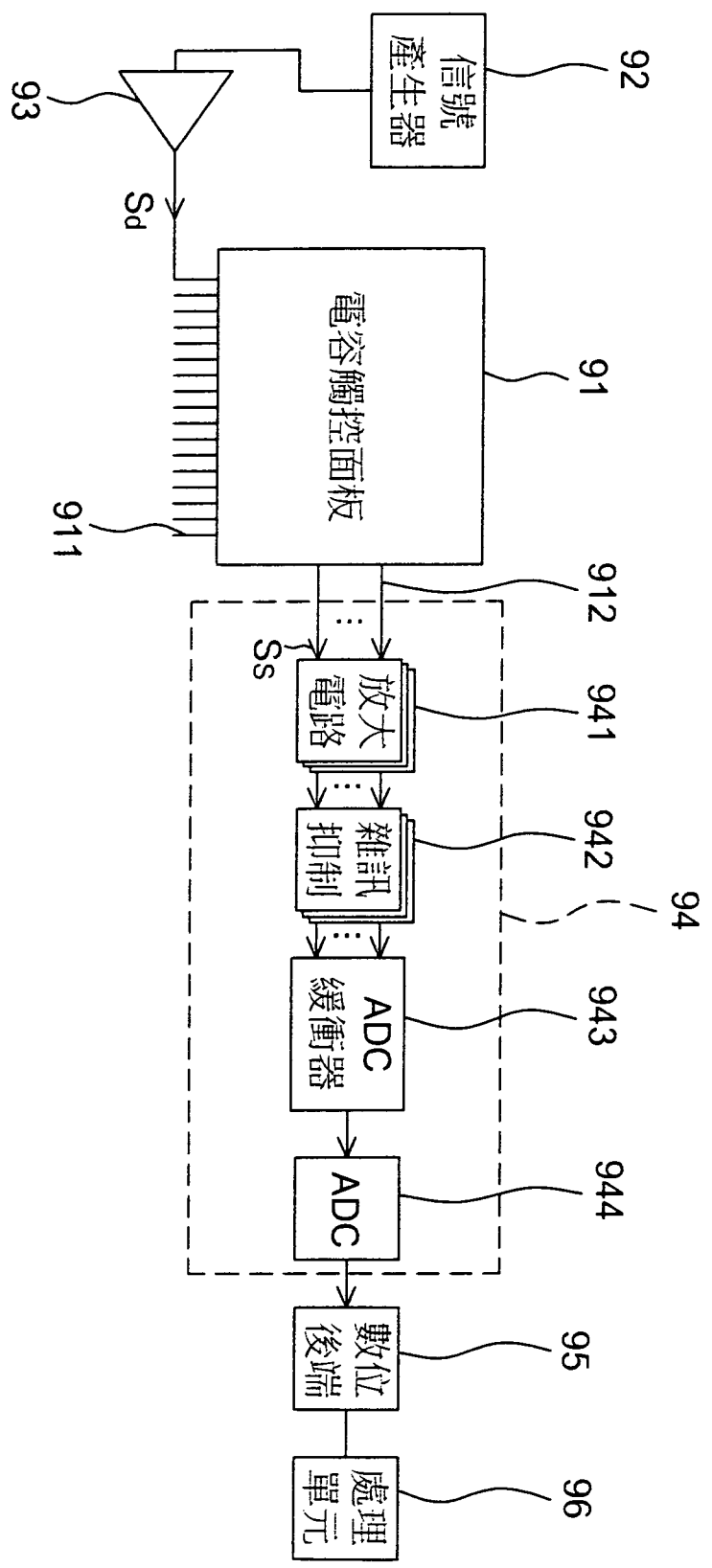
複數放大單元，分別耦接該等感測電極，用以放大該等感測電極輸出之偵測信號；

一差分單元，差分兩相鄰放大單元輸出之放大後偵測信號以輸出一差分信號；以及

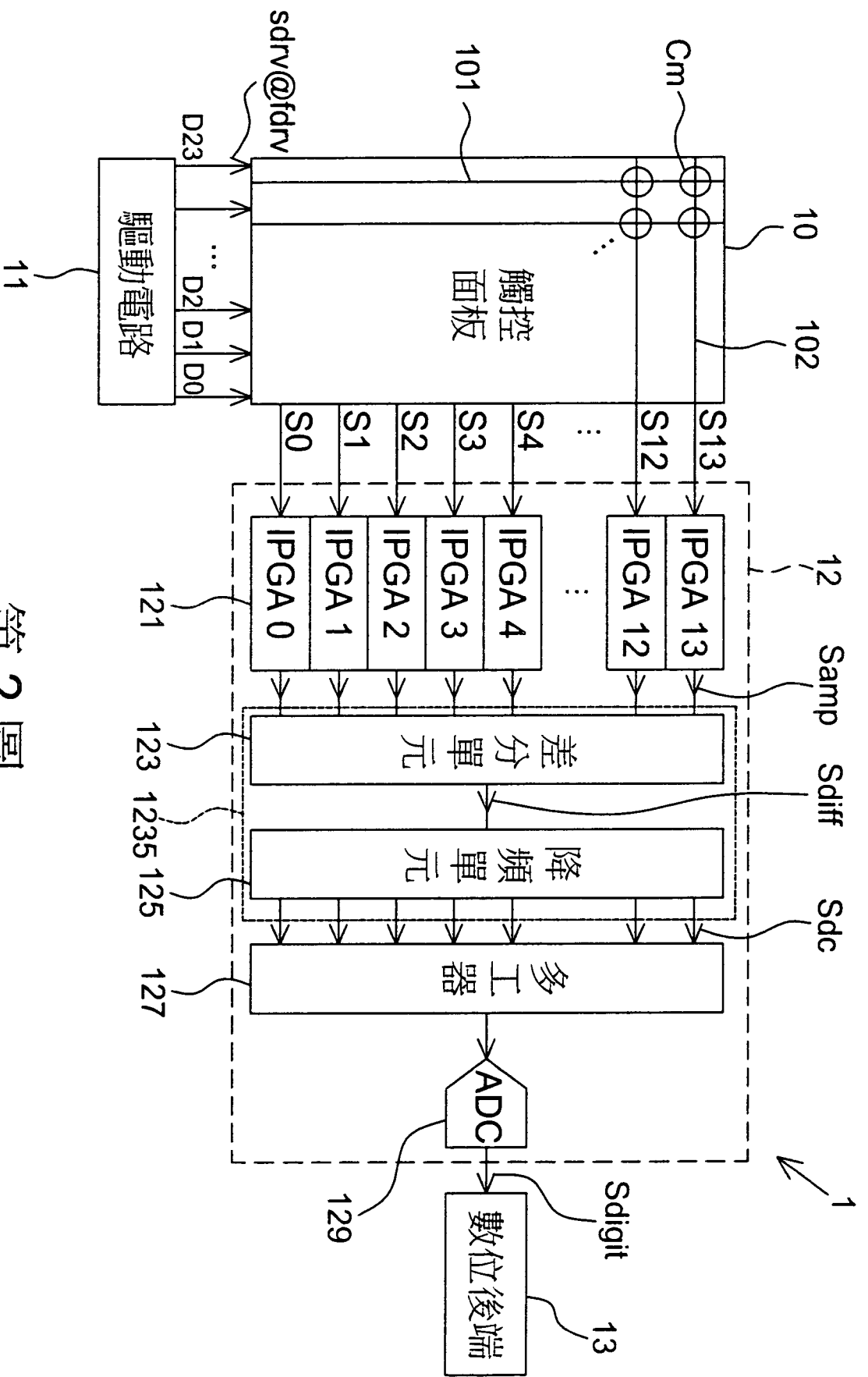
一類比數位轉換器，用以轉換該差分信號為一數位信號。

17. 如申請專利範圍第 16 項所述之電容觸控系統，其中兩相鄰放大單元間另包含一共模拒斥單元用以限制該兩相鄰放大單元之輸入共模電壓。
18. 如申請專利範圍第 16 項所述之電容觸控系統，其中兩相鄰放大單元間另包含一共模反饋單元用以維持該兩相鄰放大單元之輸出電壓之共模位準。
19. 如申請專利範圍第 16 項所述之電容觸控系統，其中該電容觸控系統另包含一多工器耦接於該差分單元及該類比數位轉換器之間。
20. 如申請專利範圍第 16 項所述之電容觸控系統，其中該差分單元用以依序差分一第一組兩相鄰放大單元及一第二組兩相鄰放大單元之該放大後偵測信號，當該差分單元差分該第一組兩相鄰放大單元之該放大後偵測信號時該類比數位轉換器用以轉換該第二組兩相鄰放大單元相關之該等差分信號為數位信號，當該差分單元差分該第二組兩相鄰放大單元之該放大後偵測信號時該類比數位轉換器用以轉換該第一組兩相鄰放大單元相關之該等差分信號為數位信號。

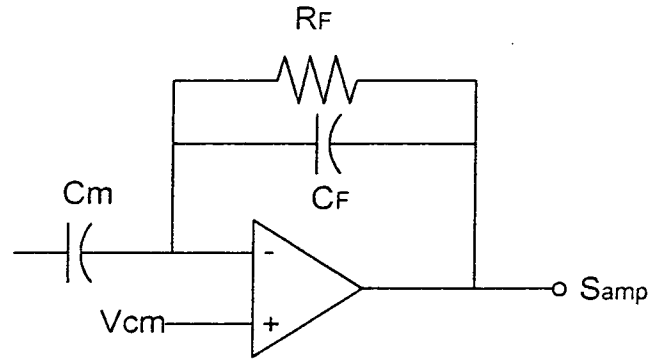
圖式



第 1 圖



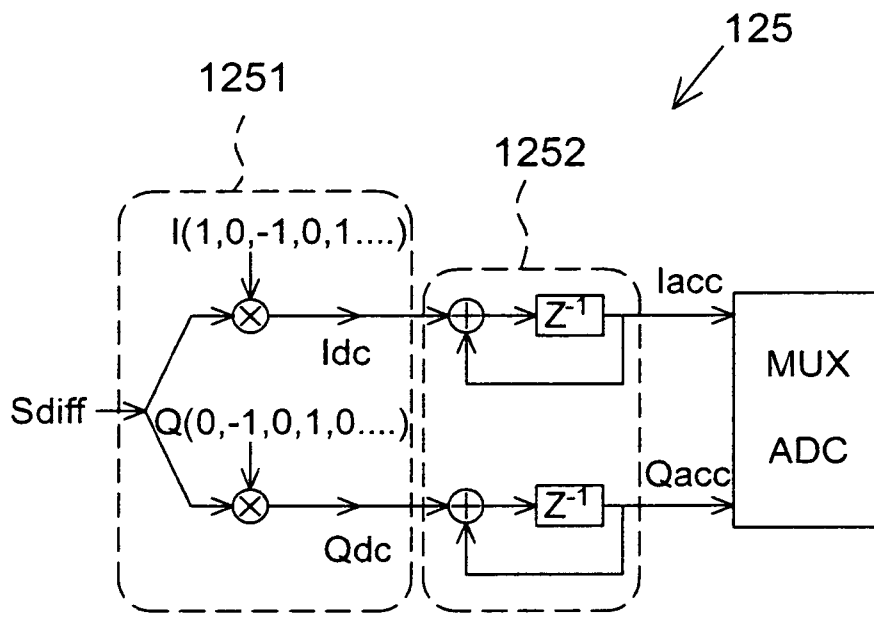
第2圖



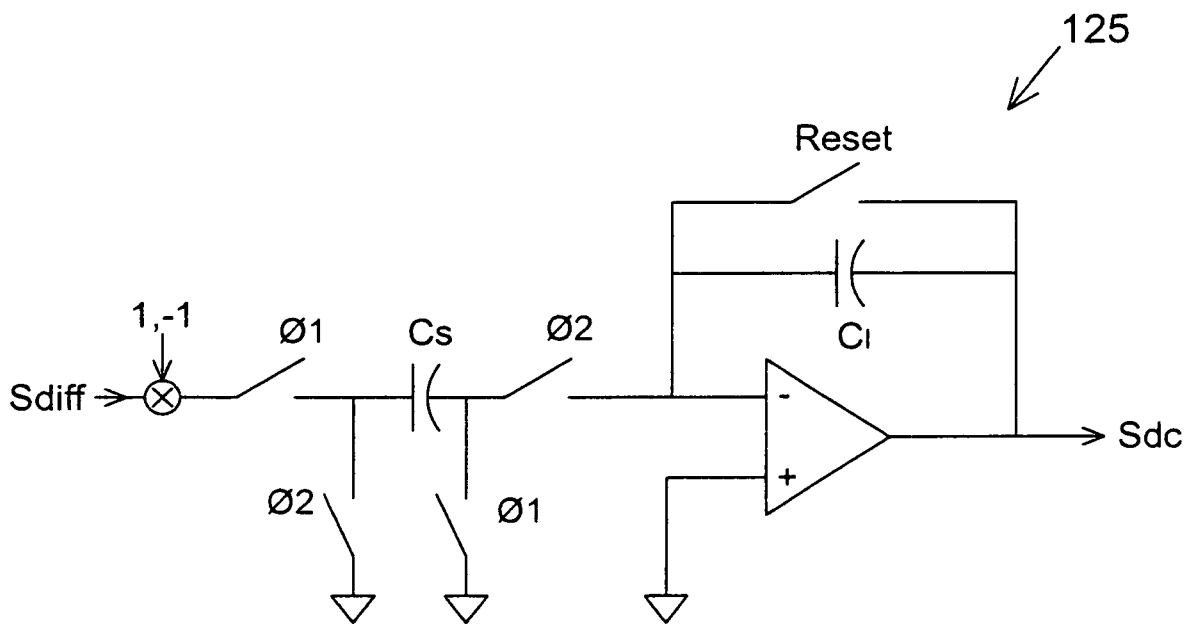
第 2A 圖

感測圖框		
	第一相	第二相
差分運算	IPGA0&IPGA1,IPGA2&IPGA3 .....IPGA12&IPGA13	IPGA1&IPGA2,IPGA3&IPGA4 .....IPGA11&IPGA12
降頻及累積	第一直流信號	第二直流信號
AD轉換	第二直流信號->數位信號	第一直流信號->數位信號

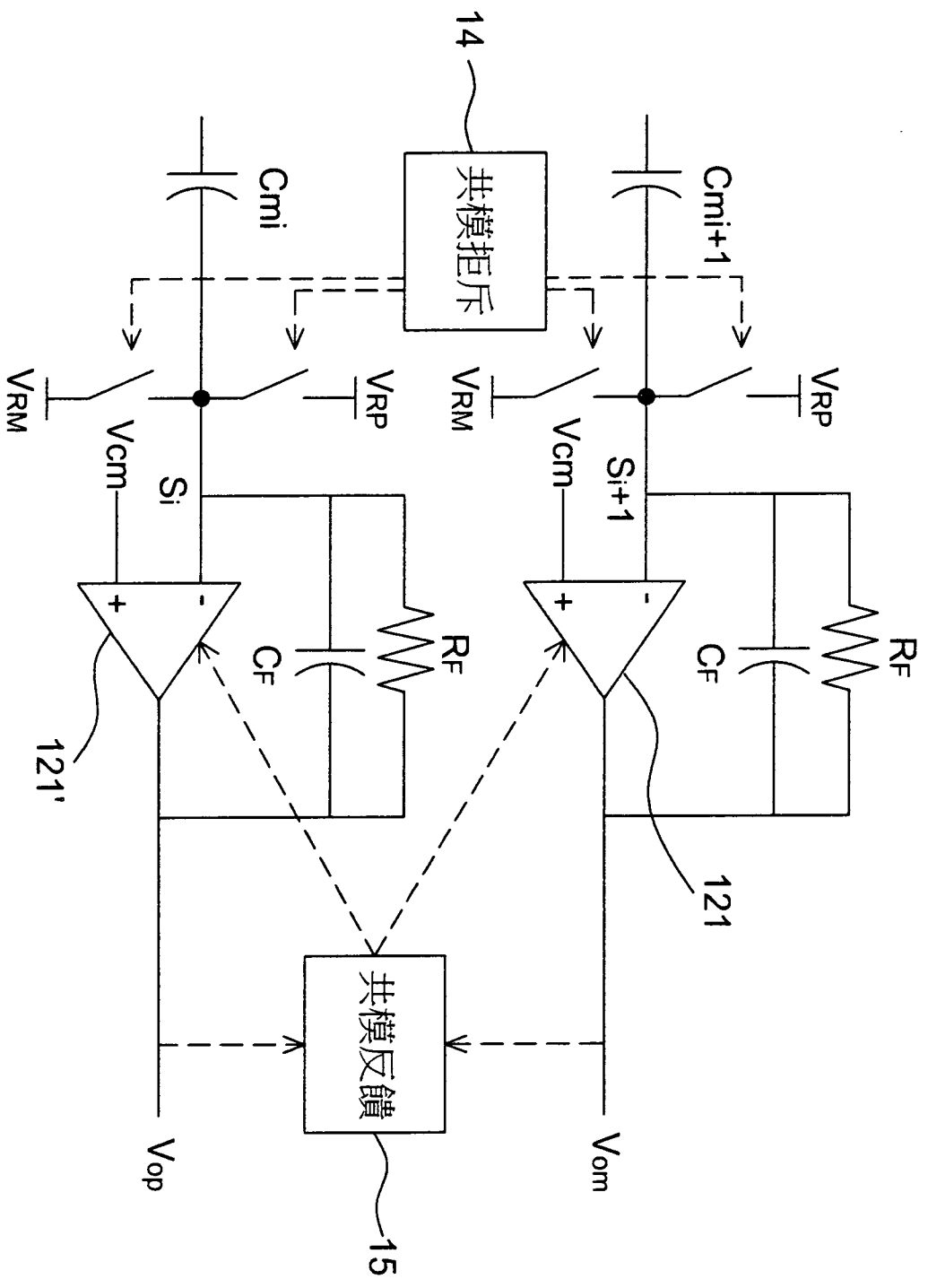
第 2B 圖



第 3 圖



第 3A 圖



第 4 圖