



(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 201723927 A

(43) 公開日：中華民國 106 (2017) 年 07 月 01 日

(21) 申請案號：105132251

(22) 申請日：中華民國 105 (2016) 年 10 月 05 日

(51) Int. Cl. : G06K9/24 (2006.01) G06F3/041 (2006.01)

(30) 優先權：2015/12/30 美國 14/984,705

(71) 申請人：映智科技股份有限公司 (中華民國) IMAGE MATCH DESIGN INC. (TW)  
新竹縣竹北市莊敬五街 200 號

(72) 發明人：羅炎國 LO, YEN-KUO (TW)；葉佳樺 YEH, CHIA-HUA (TW)

(74) 代理人：陳長文；馮博生

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：18 項 圖式數：6 共 33 頁

(54) 名稱

感測元件以及包含感測元件之指紋感測器

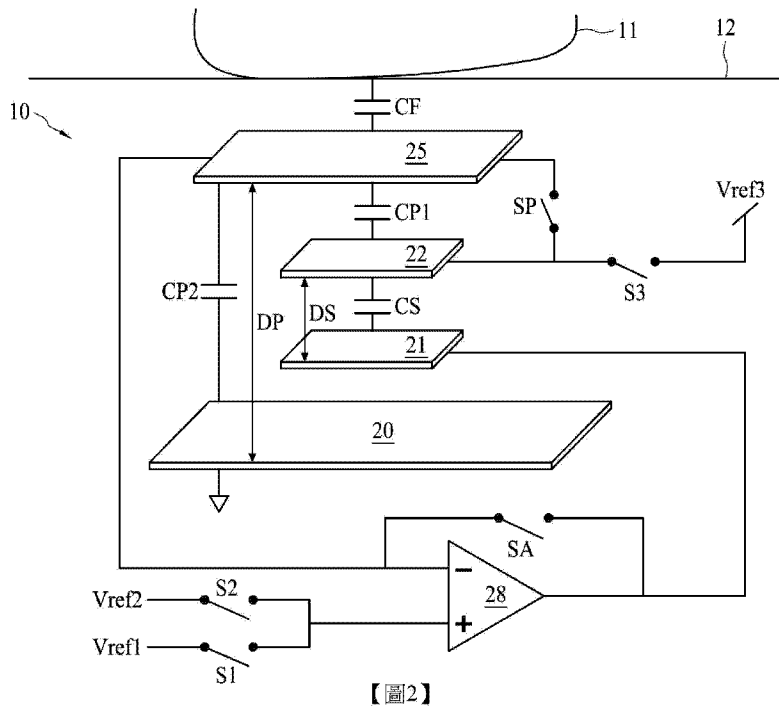
SENSING ELEMENT AND FINGERPRINT SENSOR COMPRISING THE SAME

(57) 摘要

一種指紋感測器，其包括一基板；一感測電極，在該基板上方；一第一電極；以及一第二電極。該感測電極係用以偵測回應於在該指紋感測器上的觸碰事件的電容。該第一電極位於該基板與該感測電極之間，而該第二電極則位於該第一電極與該感測電極之間。該第一電極以及該第二電極係用以界定其間的電容。該指紋感測器的靈敏度係與該第一電極以及該第二電極之間的該電容成反比。

A fingerprint sensor includes a substrate, a sensing electrode over the substrate, a first electrode and a second electrode. The sensing electrode is configured to detect a capacitance in response to a touch event on the fingerprint sensor. The first electrode is disposed between the substrate and the sensing electrode, while the second electrode is disposed between the first electrode and the sensing electrode. The first electrode and the second electrode are configured to define a capacitance therebetween. The sensitivity of the fingerprint sensor is inversely proportional to the capacitance between the first electrode and the second electrode.

指定代表圖：



【圖2】

符號簡單說明：

10 . . . 感測元件

11 . . . 物體

12 . . . 保護層

20 . . . 基板

21 . . . 第一電極/第一感測電極

22 . . . 第二電極/第二感測電極

25 . . . 感測電極

28 . . . 放大器

S1 . . . 開關/第一開關

S2 . . . 開關/第二開關

S3、SP、SA . . . 開關

CP2 . . . 電容/有效電容/寄生電容/電容器

CP1 . . . 寄生電容/電容器

CF、CS . . . 電容/電容器

Vref1 . . . 第一參考電壓

Vref2 . . . 第二參考電壓

Vref3 . . . 第三參考電壓

DS、DP . . . 距離



201723927

申請日: 105/10/05

IPC分類: **G06K 9/24** (2006.01)  
**G06F 3/041** (2006.01)**【發明摘要】****【中文發明名稱】**

感測元件以及包含感測元件之指紋感測器

**【英文發明名稱】**

SENSING ELEMENT AND FINGERPRINT SENSOR

COMPRISING THE SAME

**【中文】**

一種指紋感測器，其包括一基板；一感測電極，在該基板上方；一第一電極；以及一第二電極。該感測電極係用以偵測回應於在該指紋感測器上的觸碰事件的電容。該第一電極位於該基板與該感測電極之間，而該第二電極則位於該第一電極與該感測電極之間。該第一電極以及該第二電極係用以界定其間的電容。該指紋感測器的靈敏度係與該第一電極以及該第二電極之間的該電容成反比。

**【英文】**

A fingerprint sensor includes a substrate, a sensing electrode over the substrate, a first electrode and a second electrode. The sensing electrode is configured to detect a capacitance in response to a touch event on the fingerprint sensor. The first electrode is disposed between the substrate and the sensing electrode, while the second electrode is disposed between the first electrode and the sensing electrode. The first electrode and the second electrode are configured to define a capacitance therebetween. The sensitivity of the fingerprint sensor is inversely proportional to the capacitance between the first electrode and the second

electrode.

【指定代表圖】

圖 2

【代表圖之符號簡單說明】

10	感測元件
11	物體
12	保護層
20	基板
21	第一電極/第一感測電極
22	第二電極/第二感測電極
25	感測電極
28	放大器
S1	開關/第一開關
S2	開關/第二開關
S3、SP、SA	開關
CP2	電容/有效電容/寄生電容/電容器
CP1	寄生電容/電容器
CF、CS	電容/電容器
Vref1	第一參考電壓
Vref2	第二參考電壓
Vref3	第三參考電壓
DS、DP	距離

## 【發明說明書】

### 【中文發明名稱】

感測元件以及包含感測元件之指紋感測器

### 【英文發明名稱】

SENSING ELEMENT AND FINGERPRINT SENSOR

COMPRISING THE SAME

### 【技術領域】

本揭露有關於感測元件，尤其是包含感測元件之指紋感測器。

### 【先前技術】

觸控裝置或觸控屏已廣泛使用在諸如智慧型手機、個人電腦、及遊戲機等電子裝置中。有些觸控裝置不僅提供使用者親和介面及帶給使用者方便，還為了數據安全性而與指紋感測器配合工作。例如，指紋感測器可藉由核實使用者的身分(呈指紋形式)來判定是否該使用者被授權使用電子裝置。因此，觸碰靈敏度在開發先進觸控裝置中一直是令人感興趣的主題。

### 【發明內容】

本發明的實施例係提供一種指紋感測器，其包括一基板；一感測電極，在該基板上方且用以偵測回應於在該指紋感測器上的一觸碰事件的一電容；一第一電極，在該基板與該感測電極之間；以及一第二電極，在該第一電極與該感測電極之間。該第一電極以及該第二電極係用以定義其等之間的一電容。該指紋感測器的靈敏度係與該第一電極以及該第二電極之間的該電容成反比。

在一實施例中，該指紋感測器進一步包含一放大器，該放大器包

括：一反相端，耦合至該感測電極；以及一輸出，耦合至該第一電極。

再者，該指紋感測器進一步包含一開關，在該放大器的該反相端與該輸出之間。

該放大器包括一非反相端，用以選擇性地接收一第一參考電壓以及一第二參考電壓之一者。該指紋感測器的該靈敏度係與該第一參考電壓與該第二參考電壓之間的差成正比。

再者，該指紋感測器的該靈敏度( $\Delta V_{out}$ )係由下列方程式給出：

$$\Delta V_{out} = (V_{ref2} - V_{ref1}) \left( \frac{CF}{CS} \right)$$

其中  $V_{ref2}$  以及  $V_{ref1}$  分別表示該第二參考電壓以及該第一參考電壓， $CF$  表示回應於該觸碰事件的該電容，以及  $CS$  表示該第一電極與該第二電極之間的該電容。

在一實施例中，該指紋感測器進一步包含一第一開關，用以將該第一參考電壓傳導至該放大器的該非反相端；以及一第二開關，用以將該第二參考電壓傳導至該放大器的該非反相端。

在另一實施例中，該指紋感測器進一步包含一開關，用以將一參考電壓傳導至該第二電極。

在又一實施例中，該指紋感測器進一步包含一開關，在該感測電極與該第二電極之間。

在又另一實施例中，該指紋感測器進一步包含一低  $k$  絕緣層，在該第一電極與該第二電極之間。

本發明的實施例也提供一種指紋感測器，其包含一基板；一感測電極，在該基板上且用以偵測回應於在該指紋感測器上的一觸碰事件的一電容；一第一電極，在該基板與該感測電極之間；一第二電極，

在該第一電極與該感測電極之間；以及一放大器，包括：一輸出，連接至該第一電極；一第一端，連接至該感測電極；以及一第二端，用以選擇性地接收一第一參考電壓以及一第二參考電壓之一者。該指紋感測器的靈敏度係與該第一參考電壓與該第二參考電壓之間的差成正比。

在一實施例中，該第一電極以及該第二電極係用以定義其等之間的一電容，以及該指紋感測器的該靈敏度係與該第一電極以及該第二電極之間的該電容成反比。

再者，該指紋感測器的該靈敏度( $\Delta V_{out}$ )係由下列方程式給出：

$$\Delta V_{out} = (V_{ref2} - V_{ref1}) \left( \frac{CF}{CS} \right)$$

其中  $V_{ref2}$  以及  $V_{ref1}$  分別表示該第二參考電壓以及該第一參考電壓， $CF$  表示回應於該觸碰事件的該電容，以及  $CS$  表示該第一電極與該第二電極之間的該電容。

在一實施例中，該指紋感測器進一步包含一開關，在該放大器的該第一端與該輸出之間。

在另一實施例中，該指紋感測器進一步包含一第一開關，用以將該第一參考電壓傳導至該放大器的該第二端；以及一第二開關，用以將該第二參考電壓傳導至該放大器的該第二端。

在又一實施例中，該指紋感測器進一步包含一開關，用以將一參考電壓傳導至該第二電極。

在又另一實施例中，該指紋感測器進一步包含一開關，在該感測電極與該第二電極之間。

在又再一實施例中，該指紋感測器進一步包含一低  $k$  絕緣層，在

該第一電極與該第二電極之間。

根據本發明之實施例的該指紋感測器係減輕或消除寄生電容對該指紋感測器的該靈敏度的不利效果。有效地，該靈敏度與非所欲寄生電容無關。具體地，以  $\Delta V_{out}$  表示之該指紋感測器的該靈敏度係與  $(V_{ref2}-V_{ref1})$  成正比且與該第一電極以及該第二電極之間的該電容  $CS$  成反比。由於該靈敏度係與  $CS$  成反比，為了增進該指紋感測器的該靈敏度，在一實施例中，在該第一感測電極以及第二感測電極之間的距離被增加，而得到一較小電容  $CS$ 。在另一實施例中，在該第一電極與該第二電極之間的重疊面積被減少，也得到一較小  $CS$ 。在又另一實施例中，一低  $k$  絕緣材料係放置在該第一電極與該第二電極之間，以幫助降低介電常數且因此降低該電容  $CS$ 。可在例如該指紋感測器的一配置設計階段判定該第一電極以及該第二電極的尺寸、其等之間的距離、以及該介電體的材料。

前文概要性勾勒本發明的特徵及技術優點，以便更好理解後文之本發明的詳細說明。以下將描述本發明額外的特徵及優點。所屬技術領域中具有通常知識者當可了解本文所揭示之概念及特定實施例可輕易地利用來作為一項基礎，用以在不悖離如所附申請專利範圍中陳述之本發明的精神及範疇下，修改或設計其它結構或製程以實現本發明之相同目的。

#### 【圖式簡單說明】

本揭露的一或多個實施例的詳情係陳述於隨附圖式及下面說明中。本揭露的其他特徵與優點將從說明書、圖式及申請專利範圍明顯得知。在本揭露的各種視圖及說明性實施例中，類似的參考編號係用



於表示類似的元件。現在將詳細參考隨附圖式中所繪示的例示性實施例。

圖1係根據本發明的一些實施例的一指紋感測器的俯視圖。

圖2係根據本發明的一些實施例之圖1所顯示指紋感測器的一例示性感測元件的示意圖。

圖3A係根據本發明的一些實施例之在一觸碰事件不存在下於一第一相操作之該例示性感測元件的示意圖。

圖3B係在一觸碰事件不存在下於該第一相操作之該例示性感測元件的一等效電路的電路圖。

圖4A係根據本發明的一些實施例之在一觸碰事件不存在下於一第二相操作之該例示性感測元件的示意圖。

圖4B係在一觸碰事件不存在下於該第二相操作之該例示性感測元件的一等效電路的電路圖。

圖5A係根據本發明的一些實施例之在一觸碰事件存在下於一第一相操作之該例示性感測元件的示意圖。

圖5B係在一觸碰事件存在下於該第一相操作之該例示性感測元件的一等效電路的電路圖。

圖6A係根據本發明的一些實施例之在一觸碰事件存在下於一第二相操作之該例示性感測元件的示意圖。

圖6B係在一觸碰事件存在下於該第二相操作之該例示性感測元件的一等效電路的電路圖。

### 【實施方式】

為了使本揭露可被理解，詳細的步驟以及結構係提供在下面說明

中。明顯地，本揭露的實施方案不去限制所屬技術領域中具有通常知識者已知的專門細節。此外，未對已知結構以及步驟加以詳述，以免不必要地限制本揭露。將於下面詳細描述本揭露的較佳實施例。然而，除了該詳細說明外，本揭露也可廣泛地實施在其它實施例中。本揭露的範疇不限於該詳細說明，而是被申請專利範圍所界定。

圖1係根據本發明的一些實施例的一指紋感測器1的俯視圖。指紋感測器1係適合於與一電子裝置(未顯示)一起工作，諸如一智慧型手機、一個人電腦、及一個人數位助理。參考圖1，指紋感測器1包括感測元件10的一陣列，其可被一保護層12覆蓋。感測元件10係用以偵測一物體11，諸如一觸控尖、筆、或一或更多根手指經由保護層12觸碰指紋感測器1的一觸碰事件。

圖2係根據本發明的一些實施例之圖1所顯示指紋感測器1的一例示性感測元件10的示意圖。參考圖2，例示性感測元件10包括一感測電極25、一第一電極21、一第二電極22、一放大器28、以及一組開關S1、S2、S3、SP、以及SA，其等都放置在一基板20上方或中。

靠近保護層12放置之感測電極25係用以偵測與物體11相關之回應於在該指紋感測器1上的一觸碰事件的一電容CF。再者，在感測電極25與基板20之間有一電容CP2，其係一寄生電容。在說明書全文中，為了方便，一相同參考符號或標籤係用來指稱一電容器，或當合適時用來指稱其電容，且反之亦然。例如，當如上所述之參考標籤電容"CF"係指稱一電容時，其可表示具有該電容的一電容器。

第一電極21以及第二電極22係放置在於基板20上方之不同導電層中。在一實施例中，第一電極21係放置在於基板20上方的一金屬

-1(M1)層中。再者，位在感測電極25與第一電極21之間的第二電極22係放置在於基板20上方的一金屬-2(M2)層中。在感測電極25與第二電極22之間有一寄生電容CP1。再者，第一電極21以及第二電極22係用以定義其等之間的一電容CS，如下面方程式(1)所示。

$$CS = \varepsilon \frac{mA}{DS} \quad (1)$$

其中， $\varepsilon$ 表示在第一電極21與第二電極22之間的一絕緣材料的介電常數，"A"表示感測電極25的面積，"m"係一不大於1的正值，以及DS表示在第一電極21與第二電極22之間的距離。

在本實施例中，第一電極21以及第二電極22具有相同面積，在方程式(1)中以mA標示。由於"m"係不大於1，第一電極21或第二電極22的面積係不大於感測電極25所具者。然而，在一些實施例中，第一電極21以及第二電極22具有不同面積。在該情況中，乘積mA係指較大面積。放置在感測電極25與基板20之間的第一電極21以及第二電極22係替感測電極25屏蔽基板，反之亦然。結果，感測電極25與基板20之間的有效電容CP2可以下面方程式(2)表示。

$$CP2 = \varepsilon \frac{(1-m)A}{DP} \quad (2)$$

其中，DP表示在感測電極25與基板20之間的距離，以及(1-m)A係感測電極25的未被屏蔽面積且因此係貢獻CP2的一有效面積。

基於方程式(1)以及方程式(2)，電容CP2可改寫成如下之方程式(3)。

$$CP2 = CS \frac{DS}{DP} \frac{(1-m)}{m} \quad (3)$$

在一指紋感測器中，CF的值係取決於一觸碰事件期間一物體的一接觸表面的幾何性質。例如，物體的一凸脊部分較一凹谷部分產生一

較大電容。然而，電容差可能不會大到足以使一指紋感測器將一凸脊與一凹谷區分，或反之亦然。再者，寄生電容甚至可減低該差並惡化感測結果。在本情況中，寄生電容CP1以及CP2可不利地影響指紋感測器1的靈敏度。想要可減輕或甚至消除CP1以及CP2的效果，如將進一步詳細討論者。

放大器28係用以基於電容CF來促進一指紋圖案的判定。在本實施例中，放大器28包括一運算(operational, OP)放大器，如圖2中所繪示。再者，放大器28係放置在基板20的一主動區或主動層中，盡管為了說明所顯示之放大器28似乎是在基板20外。放大器28的一非反相端係選擇性地接收一第一參考電壓Vref1或一第二參考電壓Vref2。放大器28的一反相端係連接至感測電極25。又，放大器28的一輸出係連接至第一感測電極21。

由於一OP放大器的輸入阻抗理想上係無限大，在輸入阻抗的壓降係零，且因此二輸入端都在相同電壓。換句話說，放大器28的兩個輸入端彼此幾乎是短路，一稱作"虛短路"之特性。若放大器28的非反相端接地，則由於兩個輸入端之間的"虛短路"，反相端也連接至接地電位，其係稱作"虛接地"。又，由於放大器28的相對高電容負載驅動能力，在第一電極21(其係連接至放大器28的輸出)與基板20之間的一寄生電容(未顯示)係可忽略。

開關S1、S2、S3、SP、以及SA可各包括一電晶體，形成在基板20的主動區中。係使用一控制器或微處理器(未顯示)來控制開關S1、S2、S3、SP、以及SA之各者的開啟或關閉狀態。又，開關S1係連接在第一參考電壓Vref1與放大器28的非反相端之間。在一實施例中，第一參考

電壓 $V_{ref1}$ 是接地電位。在另一實施例中，第一參考電壓 $V_{ref1}$ 具有接近接地電位的一電壓位準，例如在大約0.3伏特(V)與0.5V之間之範圍。

開關S2係連接在第二參考電壓 $V_{ref2}$ 與放大器28的非反相端之間。在一實施例中，第二參考電壓 $V_{ref2}$ 具有相同於指紋感測器1之操作電壓的一電壓位準。例如，第二參考電壓 $V_{ref2}$ 係大約1.8V或3.3V。開關S2以及開關S1係用以使得放大器28的非反相端能夠選擇性地在開關S1關閉時接收第一參考電壓 $V_{ref1}$ 以及在開關S2關閉時接收第二參考電壓 $V_{ref2}$ 。

在本實施例中，可使用一第一開關S1以及一第二開關S2以分別將第一參考電壓 $V_{ref1}$ 以及第二參考電壓 $V_{ref2}$ 傳導至放大器28的非反相端。然而，在一些實施例中，可使用一單一開關以選擇性地將非反相端耦合至第一參考電壓 $V_{ref1}$ 或第二參考電壓 $V_{ref2}$ 。在又一些實施例中，可將交替地在一第一時間期期間提供第一參考電壓 $V_{ref1}$ 以及在一第二時間期期間提供第二參考電壓 $V_{ref2}$ 的一單一電壓源直接連接至放大器28的非反相端。在該情況中，在一特定時間期中，非反相端係接收第一參考電壓 $V_{ref1}$ 或第二參考電壓 $V_{ref2}$ 。結果，可消除第一開關S1以及第二開關S2，其簡化電路組態。

開關S3係連接在一第三參考電壓 $V_{ref3}$ 與第二電極22之間。在一實施例中，第三參考電壓 $V_{ref3}$ 具有相同於指紋感測器1之操作電壓的一電壓位準。例如，第三參考電壓 $V_{ref3}$ 係大約1.8V或3.3V。結果，第三參考電壓 $V_{ref3}$ 以及第二參考電壓 $V_{ref2}$ 具有相同電壓位準。在另一實施例中，第三參考電壓 $V_{ref3}$ 具有不同於第二參考電壓 $V_{ref2}$ 的一電壓位準。開關S3係用以使得第三參考電壓 $V_{ref3}$ 能夠在開關S3關閉時對第一

電極21與第二電極22之間的電容器CS以及第二電極22與感測電極25之間的電容器CP1充電。

開關SA係連接在放大器28的反相端與放大器28的一輸出(未編號)之間。再者，放大器28的反相端係連接至感測電極25。開關SA係在開關關閉時用以將反相端連接至放大器28的輸出且也連接至第一電極21。再者，藉由虛短路之方式，開關SA使得放大器28的反相端、放大器28的輸出、以及第一電極21能夠接收第一參考電壓Vref1以及第二參考電壓Vref2之一者。

開關SP係連接在感測電極25與第二電極22之間。再者，開關SP係用以使得感測電極25以及第二電極22能夠處在相等電位，以便促進電荷共享，如將進一步討論者。

圖3A係根據本發明的一些實施例之在一觸碰事件不存在下於一第一相操作之例示性感測元件10的示意圖。參考圖3A，在偵測到一觸碰事件之前，指紋感測器1的感測元件10係重置於第一相。於操作時，開關S1、S3、以及SA關閉，而開關S2以及SP開啟。結果，放大器28的非反相端接收第一參考電壓Vref1。放大器28的反相端連接至放大器28的輸出且也連接至第一電極21。第二電極22耦合至第三參考電壓Vref3。詳細操作將藉由參考圖3B而討論。

圖3B係在一觸碰事件不存在下於該第一相操作之例示性感測元件10的一等效電路的電路圖。參考圖3B，在電容器CS的一端NA的電壓位準係Vref3，而藉由如前所討論之虛短路之作用，在電容器CS的另一端(連接至反相端)的電壓位準係Vref1。再者，在電容器CP1的一端NA的電壓位準係Vref3，而在電容器CP1的另一端NB的電壓位準係

Vref1。再者，電容器CP2耦合在Vref1與接地電位之間。結果，在節點NA側的電荷大小QNA1可以下面方程式(4)表示。

$$Q_{NA1} = [(V_{ref3} - V_{ref1}) \times CS] - [(V_{ref3} - V_{ref1}) \times CP1] \quad (4)$$

此外，在節點NB側的電荷大小QNB1可以下面方程式(5)表示。

$$Q_{NB1} = (V_{ref1} - V_{ref3}) \times CP1 - (V_{ref1} \times CP2) \quad (5)$$

圖4A係根據本發明的一些實施例之在一觸碰事件不存在下於一第二相操作之例示性感測元件10的示意圖。在如參考圖3A以及3B所討論之於第一相的一重置製程之後，於第二相進行一電荷共享製程。參考圖4A，於操作時，開關S2以及SP關閉，而開關S1、S3以及SA開啟。結果，放大器28的非反相端接收第二參考電壓Vref2。感測電極25與第二電極22彼此連接且具有相同電位。因此，沒有電荷可被儲存在感測電極25與第二電極22之間的電容器CP1中。儲存在於第一相之電容器CP1中的電荷係在第二相期間於共享製程中被分佈到其它電容器。詳細操作將藉由參考圖4B而討論。

圖4B係在一觸碰事件不存在下於該第二相操作之例示性感測元件10的一等效電路的電路圖。參考圖4B，藉由虛短路之運作，在電容器CS的一端NA的電壓位準係Vref2，而在電容器CS的另一端(連接至放大器28的輸出)係放大器28的一輸出電壓Vout。再者，在電容器CP1的二端NA及NB的電壓位準係Vref2。再者，電容器CP2耦合在Vref2與接地電位之間。結果，電荷大小QNA2可以下面方程式(6)表示。

$$Q_{NA2} = [(V_{ref2} - V_{out}) \times CS] - (V_{ref2} \times CP2) \quad (6)$$

根據電荷守恆定律，於第一相所取得的電荷大小係等於在觸碰事件不存在下於第二相所取得者。也就說，如方程式(7)所表示者：

$$Q_{NA2} = Q_{NA1} - Q_{NB1} \quad (7)$$

基於方程式(7)，藉由分別帶入方程式(4)至(6)中的 $Q_{NA1}$ 、 $Q_{NB1}$ 、及 $Q_{NA2}$ ， $V_{out}$ 可以下面方程式(8)判定。

$$V_{out} = (V_{ref2} - V_{ref1}) \left( \frac{CP_2}{CS} \right) - (V_{ref1} - V_{ref2} - V_{ref3}) \quad (8)$$

在一觸碰事件不存在下 $V_{out}$ 的值將與在一觸碰事件存在下其之對應輸出電壓( $V_{outf}$ )相比。取 $V_{out}$ 與 $V_{outf}$ 之間的差作為指紋感測器1的靈敏度。

圖5A係根據本發明的一些實施例之在一觸碰事件存在下於一第一相操作之例示性感測元件10的示意圖。參考圖5A，由於偵測到一觸碰事件，在物體11與感測電極25之間有一電容CF。如先前參考圖3A所討論般，於操作時，開關S1、S3、以及SA關閉，而開關S2以及SP開啟。結果，放大器28的非反相端接收第一參考電壓 $V_{ref1}$ 。放大器28的反相端連接至放大器28的輸出且也連接至第一電極21。第二電極22耦合至第三參考電壓 $V_{ref3}$ 。詳細操作將藉由參考圖5B而討論。

圖5B係在一觸碰事件存在下於該第一相操作之例示性感測元件10的一等效電路的電路圖。參考圖5B，等效電路係相似於參考圖3B所描述與說明者，除了例如電容器CF連接在節點NB與接地之間之外。結果，在節點NA側的電荷大小 $Q_{NA1f}$ 可以下面方程式(9)表示。

$$Q_{NA1f} = [(V_{ref3} - V_{ref1}) \times CS] - [(V_{ref3} - V_{ref1}) \times CP1] \quad (9)$$

此外，在節點NB側的電荷大小 $Q_{NB1f}$ 可以下面方程式(10)表示。

$$Q_{NB1f} = (V_{ref1} - V_{ref3}) \times CP1 - [V_{ref1} \times (CP2 - CF)] \quad (10)$$

圖6A係根據本發明的一些實施例之在一觸碰事件存在下於一第二相操作之該例示性感測元件的示意圖。在如參考圖5A以及5B所討論



之於第一相的一重置製程之後，於第二相進行一電荷共享製程。參考圖6A，於操作時，開關S2以及SP關閉，而開關S1、S3以及SA開啟。結果，放大器28的非反相端接收第二參考電壓Vref2。感測電極25與第二電極22彼此連接且具有相同電位。因此，沒有電荷可被儲存在感測電極25與第二電極22之間的電容器CP1中。儲存在於第一相之電容器CP1中的電荷係在第二相期間於共享製程中被分佈到其它電容器。詳細操作將藉由參考圖6B而討論。

圖6B係在一觸碰事件存在下於該第二相操作之該例示性感測元件的一等效電路的電路圖。參考圖6B，等效電路係相似於參考圖3B所描述與說明者，除了例如電容器CF連接在節點NB與接地之間之外。結果，在節點NA側的電荷大小QNA2f可以下面方程式(11)表示。

$$QNA2f = [(Vref2 - Voutf) \times CS] - [Vref2 \times (CP2 - CF)] \quad (11)$$

根據電荷守恆定律，於第一相所取得的電荷大小係等於在觸碰事件存在下於第二相所取得者。也就說，如方程式(12)所表示者：

$$QNA2f = QNA1f - QNB1f \quad (12)$$

因此，基於方程式(9)至(11)，Voutf可以下面方程式(13)判定。

$$Voutf = (Vref2 - Vref1) \left( \frac{CP2 - CF}{CS} \right) - (Vref1 - Vref2 - Vref3) \quad (13)$$

Vout與Voutf之間的差，以 $\Delta Vout$ 表示者，係藉由如下面方程式(14)所顯示般從Voutf減去Vout而獲得。

$$\Delta Vout = Voutf - Vout = (Vref2 - Vref1) \left( \frac{CF}{CS} \right) \quad (14)$$

鑒於方程式(14)，以 $\Delta Vout$ 表示之指紋感測器1的靈敏度係與(Vref2-Vref1)以及CF與CS之比值成正比。結果，該靈敏度與非所欲寄生電容CP1以及CP2無關。再者，該靈敏度係與第一電極21以及第二電

極22之間的電容CS成反比。據此，為了增進指紋感測器1的靈敏度，在一實施例中，在第一感測電極21以及第二感測電極22之間的距離DS被增加，而得到一較小電容CS。在另一實施例中，在第一電極21與第二電極22之間的重疊面積被減少，也得到一較小CS。在又另一實施例中，一低k絕緣材料係放置在第一電極21與第二電極22之間，以幫助降低介電常數且因此降低電容CS。例如，介電常數k係小於3。

在一些實施例中，如前所討論般，第一參考電壓Vref1是接地電位。在該情況中，判定在一觸碰事件不存在下於第一相之在節點NA側的電荷的大小QNA1的上述方程式(4)可簡化成下面方程式(15)。

$$Q_{NA1} = (V_{ref3} \times CS) - (V_{ref3} \times CP1) \quad (15)$$

類似地，判定在一觸碰事件不存在下於第一相之在節點NB側的電荷大小QNB1的方程式(5)可簡化成下面方程式(16)。

$$Q_{NB1} = -(V_{ref3} \times CP1) \quad (16)$$

再者，判定在一觸碰事件不存在下於第二相之在節點NA側的電荷大小QNA2的方程式(6)可簡化成下面方程式(17)。

$$Q_{NA2} = [(V_{ref2} - V_{out}) \times CS] - (V_{ref2} \times CP2) \quad (17)$$

基於方程式(7)，藉由分別帶入方程式(15)至(17)中的QNA1、QNB1、及QNA2，Vout可以下面方程式(18)判定。

$$V_{out} = V_{ref2} \left( \frac{CP2}{CS} \right) - (V_{ref2} - V_{ref3}) \quad (18)$$

方程式(18)也可藉由簡單地使方程式(8)中的Vref1等於0而獲得。

又，在一觸碰事件存在下且於第一相，判定在節點NA側的電荷大小QNA1f的方程式(9)可簡化成下面方程式(19)。

$$Q_{NA1f} = (V_{ref3} \times CS) - (V_{ref3} \times CP1) \quad (19)$$

類似地，判定在觸碰事件存在下於第一相之在節點NB側的電荷大小 $Q_{NB1f}$ 的方程式(10)可簡化成下面方程式(20)。

$$Q_{NB1f} = -(V_{ref3} \times CP1) \quad (20)$$

再者，判定在觸碰事件存在下於第二相之在節點NA側的電荷大小 $Q_{NA2f}$ 的方程式(11)可簡化成下面方程式(21)。

$$Q_{NA2f} = [(V_{ref2} - V_{outf}) \times CS] - [V_{ref2} \times (CP2 - CF)] \quad (21)$$

基於方程式(12)，藉由分別帶入方程式(19)至(21)中的 $Q_{NA1f}$ 、 $Q_{NB1f}$ 、及 $Q_{NA2f}$ ， $V_{outf}$ 可以下面方程式(22)判定。

$$V_{outf} = V_{ref2} \left( \frac{CP2 - CF}{CS} \right) - (V_{ref2} - V_{ref3}) \quad (22)$$

方程式(22)也可藉由簡單地使方程式(13)中的 $V_{ref1}$ 等於0而獲得。方程式(18)之 $V_{out}$ 與方程式(22)之 $V_{outf}$ 之間的差，以 $\Delta V_{out}$ 表示者，係藉由如下面方程式(23)所顯示般從 $V_{outf}$ 減去 $V_{out}$ 而獲得。

$$\Delta V_{out} = V_{outf} - V_{out} = V_{ref2} \left( \frac{CF}{CS} \right) \quad (23)$$

替代地，方程式(23)可藉由簡單地使方程式(14)中的 $V_{ref1}$ 等於0而獲得。

鑒於方程式(23)，以 $\Delta V_{out}$ 表示之指紋感測器1的靈敏度係與第二參考電壓 $V_{ref2}$ 以及 $CF$ 與 $CS$ 之比值成正比。結果，該靈敏度與非所欲寄生電容 $CP1$ 以及 $CP2$ 無關。再者，該靈敏度係與第一電極21以及第二電極22之間的電容 $CS$ 成反比。如前所討論般，為了增進指紋感測器1的靈敏度，在第一感測電極21以及第二感測電極22之間的距離 $DS$ 可被增加、在第一電極21與第二電極之間的重疊面積可被減少、或一低 $k$ 絕緣材料係用來作為在第一電極21與第二電極22之間的介電體。

雖然係關於一個或多個實施方案顯示並描述本揭露，所屬技術領

域中具有通常知識者基於閱讀及理解本說明書與附圖將能想到等效替代以及修改。本揭露包括所有此等修改及替代且僅受下面申請專利範圍所限制。

**【符號說明】**

1	指紋感測器
10	感測元件
11	物體
12	保護層
20	基板
21	第一電極/第一感測電極
22	第二電極/第二感測電極
25	感測電極
28	放大器
S1	開關/第一開關
S2	開關/第二開關
S3、SP、SA	開關
CP2	電容/有效電容/寄生電容/電容器
CP1	寄生電容/電容器
CF、CS	電容/電容器
Vref1	第一參考電壓
Vref2	第二參考電壓
Vref3	第三參考電壓
NA、NB	端/節點

Vout	輸出電壓
Voutf	對應輸出電壓
DS、DP	距離

## 【發明申請專利範圍】

### 【第1項】

一種指紋感測器，其包含：

一基板；

一感測電極，在該基板上且用以偵測回應於在該指紋感測器上的一觸碰事件的一電容；

一第一電極，在該基板與該感測電極之間；以及

一第二電極，在該第一電極與該感測電極之間，該第二電極以及該第一電極係用以界定其間的一電容，

其中該指紋感測器的靈敏度係與該第一電極以及該第二電極之間的該電容成反比。

### 【第2項】

如申請專利範圍第1項之指紋感測器，其進一步包含一放大器，該放大器包括：

一反相端，耦合至該感測電極；以及

一輸出，耦合至該第一電極。

### 【第3項】

如申請專利範圍第2項之指紋感測器，其進一步包含一開關，在該放大器的該反相端與該輸出之間。

### 【第4項】

如申請專利範圍第2項之指紋感測器，其中該放大器包括一非反相端，用以選擇性地接收一第一參考電壓以及一第二參考電壓之一者。

### 【第5項】

如申請專利範圍第4項之指紋感測器，其中該指紋感測器的該靈敏度係與該第一參考電壓與該第二參考電壓之間的差成正比。

**【第6項】**

如申請專利範圍第5項之指紋感測器，其中該指紋感測器的該靈敏度( $\Delta V_{out}$ )係由下列方程式給出：

$$\Delta V_{out} = (V_{ref2} - V_{ref1}) \left( \frac{CF}{CS} \right)$$

其中 $V_{ref2}$ 以及 $V_{ref1}$ 分別表示該第二參考電壓以及該第一參考電壓， $CF$ 表示回應於該觸碰事件的該電容，以及 $CS$ 表示該第一電極與該第二電極之間的該電容。

**【第7項】**

如申請專利範圍第2項之指紋感測器，其進一步包含：

一第一開關，用以將該第一參考電壓傳導至該放大器的該非反相端；以及

一第二開關，用以將該第二參考電壓傳導至該放大器的該非反相端。

**【第8項】**

如申請專利範圍第2項之指紋感測器，其進一步包含一開關，用以將一參考電壓傳導至該第二電極。

**【第9項】**

如申請專利範圍第8項之指紋感測器，其進一步包含一開關，在該感測電極與該第二電極之間。

**【第10項】**

如申請專利範圍第1項之指紋感測器，其進一步包含一低 $k$ 絕緣

層，在該第一電極與該第二電極之間。

**【第11項】**

一種指紋感測器，其包含：

一基板；

一感測電極，在該基板上且用以偵測回應於在該指紋感測器上的一觸碰事件的一電容；

一第一電極，在該基板與該感測電極之間；

一第二電極，在該第一電極與該感測電極之間；以及

一放大器，包括：一輸出，連接至該第一電極；一第一端，連接至該感測電極；以及一第二端，用以選擇性地接收一第一參考電壓以及一第二參考電壓之一者，

其中該指紋感測器的靈敏度係與該第一參考電壓與該第二參考電壓之間的差成正比。

**【第12項】**

如申請專利範圍第11項之指紋感測器，其中該第一電極以及該第二電極係用以定義其等之間的一電容，以及該指紋感測器的該靈敏度係與該第一電極以及該第二電極之間的該電容成反比。

**【第13項】**

如申請專利範圍第12項之指紋感測器，其中該指紋感測器的該靈敏度( $\Delta V_{out}$ )係由下列方程式給出：

$$\Delta V_{out} = (V_{ref2} - V_{ref1}) \left( \frac{CF}{CS} \right)$$

其中  $V_{ref2}$  以及  $V_{ref1}$  分別表示該第二參考電壓以及該第一參考電壓， $CF$  表示回應於該觸碰事件的該電容，以及  $CS$  表示該第一電



極與該第二電極之間的該電容。

**【第14項】**

如申請專利範圍第11項之指紋感測器，其進一步包含一開關，在該放大器的該第一端與該輸出之間。

**【第15項】**

如申請專利範圍第11項之指紋感測器，其進一步包含：

一第一開關，用以將該第一參考電壓傳導至該放大器的該第二端；以及

一第二開關，用以將該第二參考電壓傳導至該放大器的該第二端。

**【第16項】**

如申請專利範圍第11項之指紋感測器，其進一步包含一開關，用以將一參考電壓傳導至該第二電極。

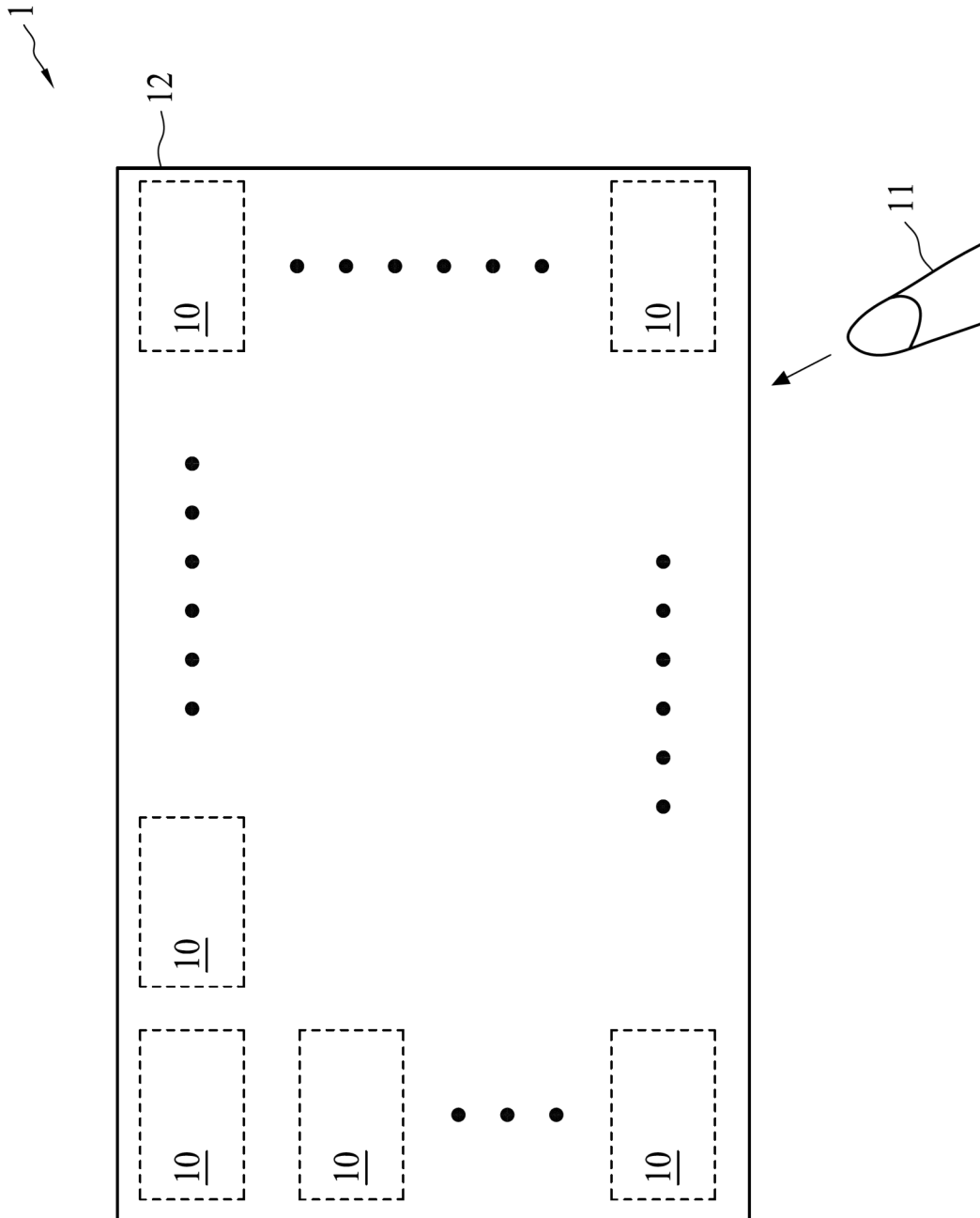
**【第17項】**

如申請專利範圍第11項之指紋感測器，其進一步包含一開關，在該感測電極與該第二電極之間。

**【第18項】**

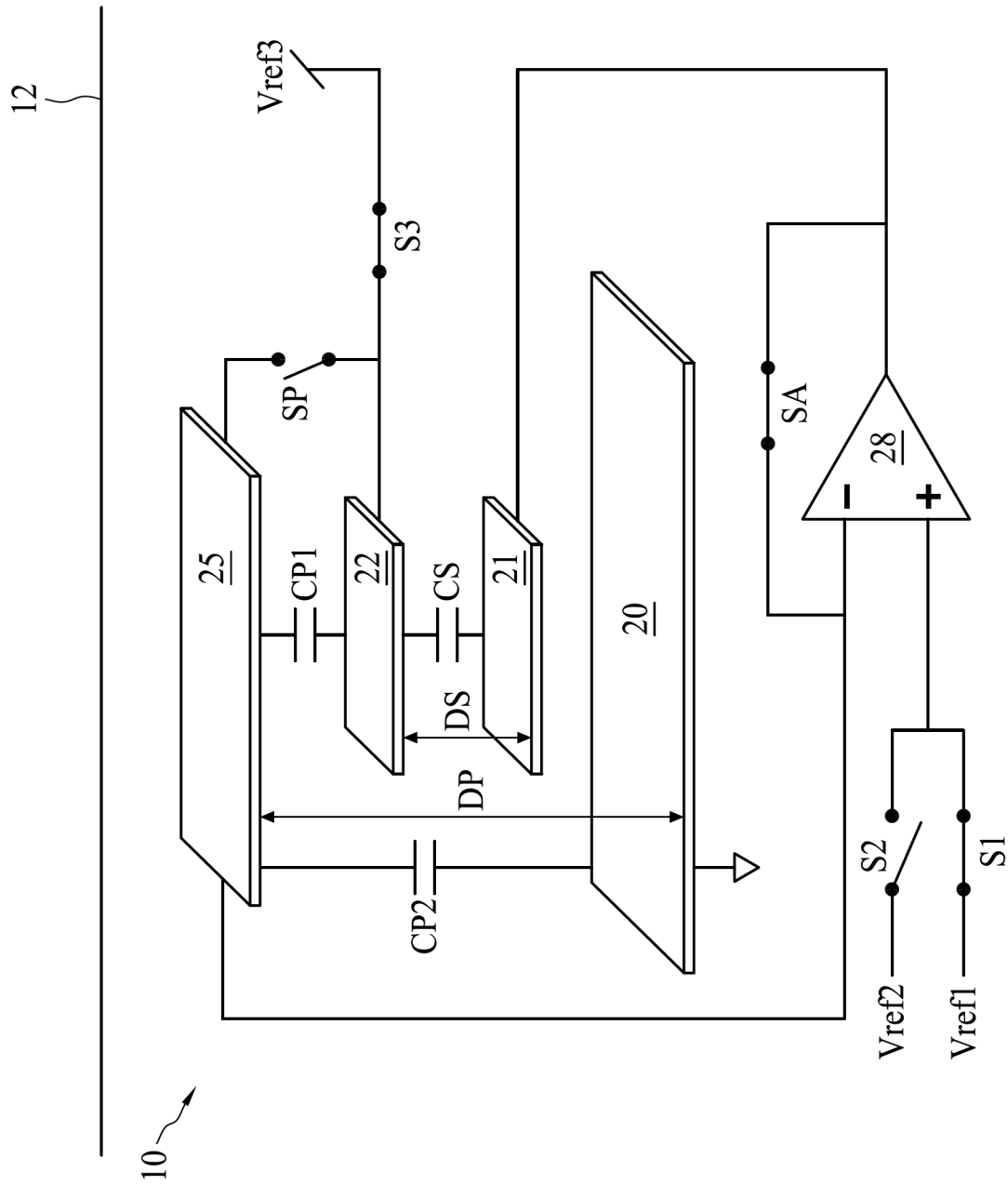
如申請專利範圍第11項之指紋感測器，其進一步包含一低k絕緣層，在該第一電極與該第二電極之間。

【發明圖式】

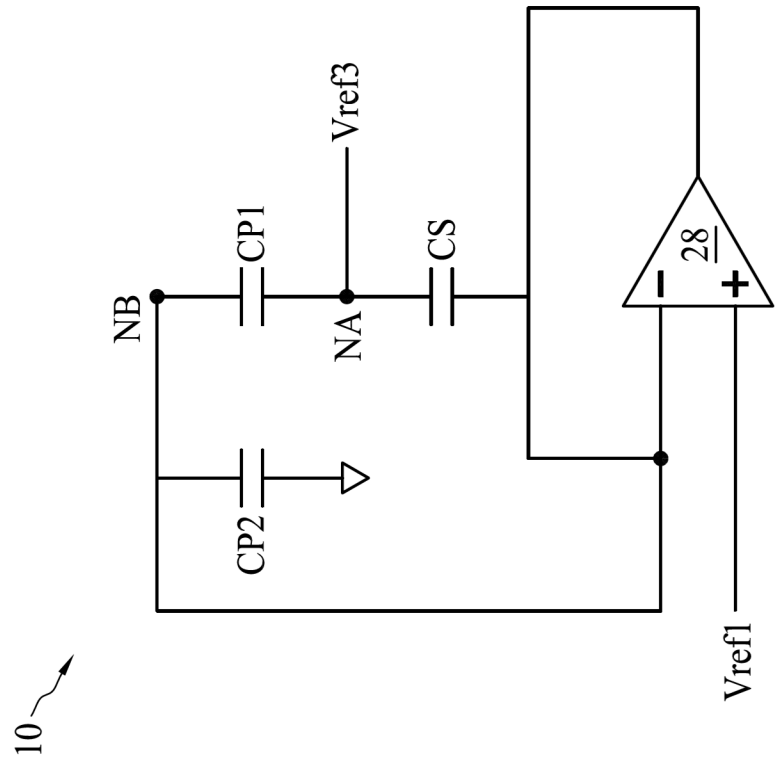


【圖1】

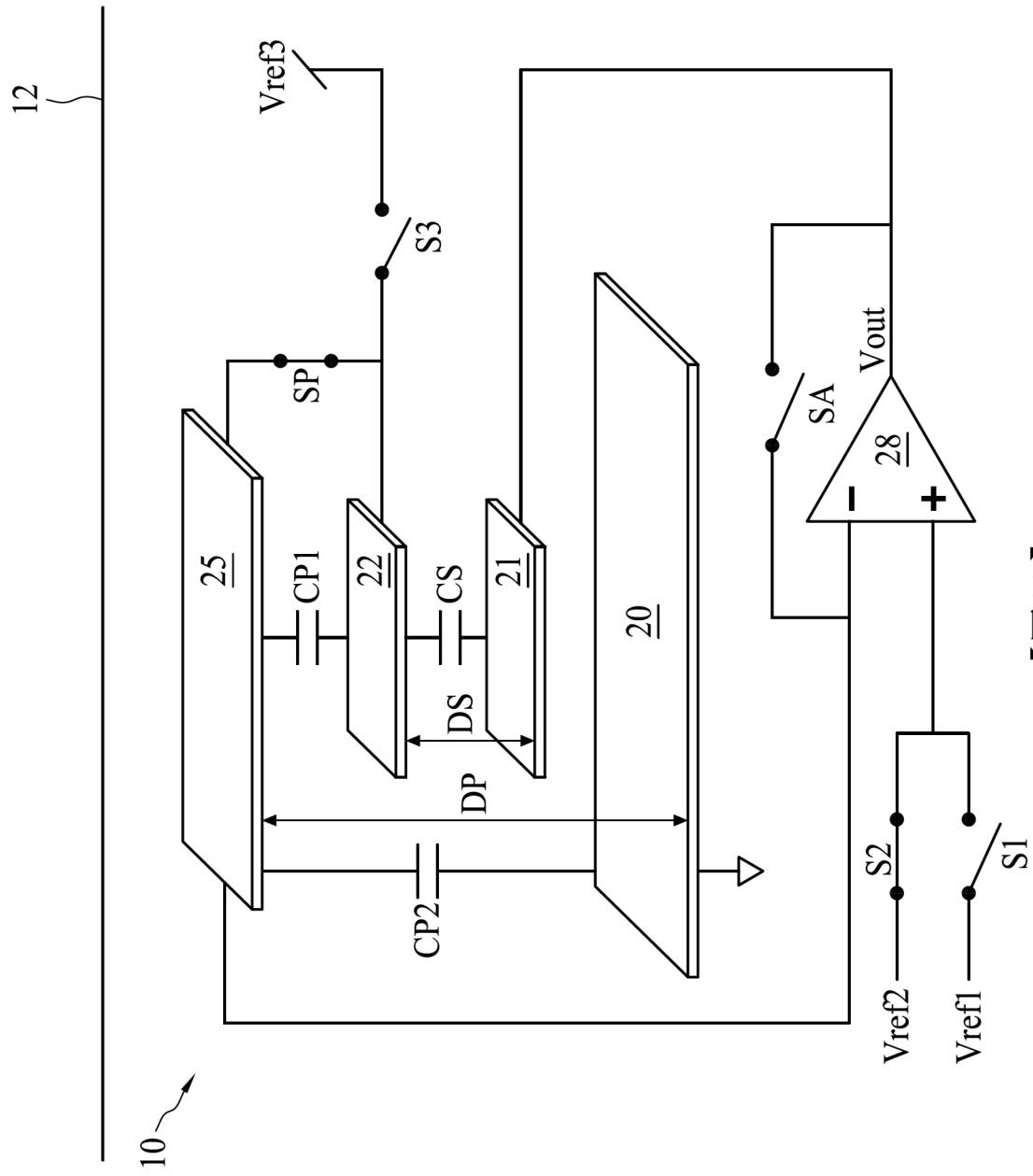




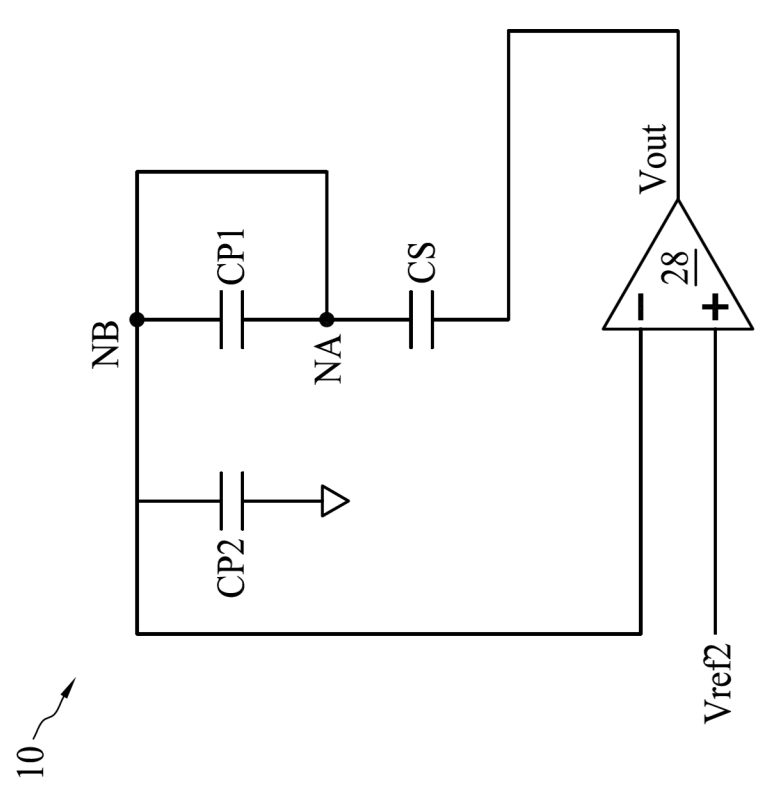
【圖3A】



【圖3B】



【圖4A】

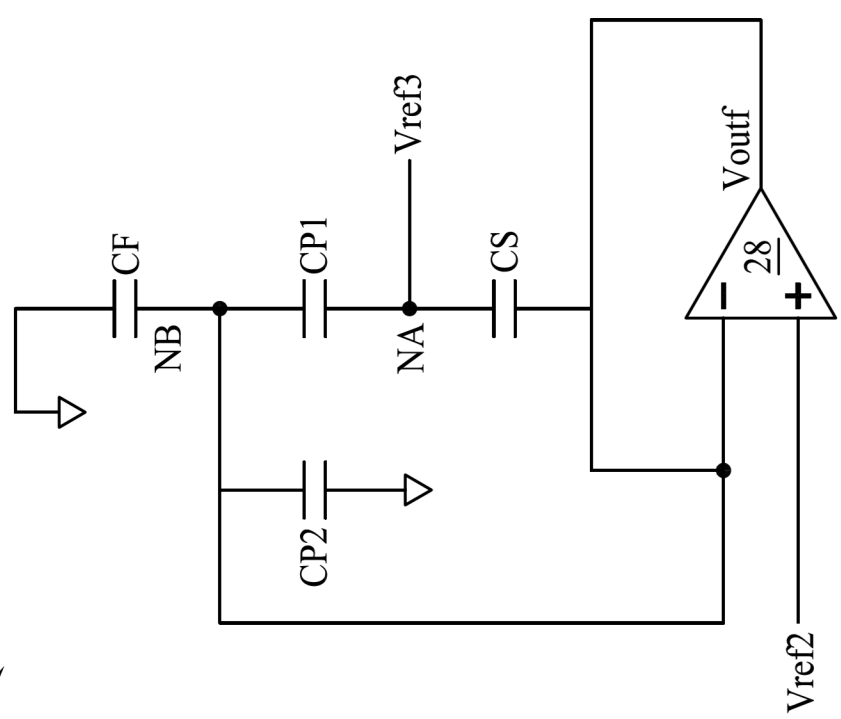


【圖4B】

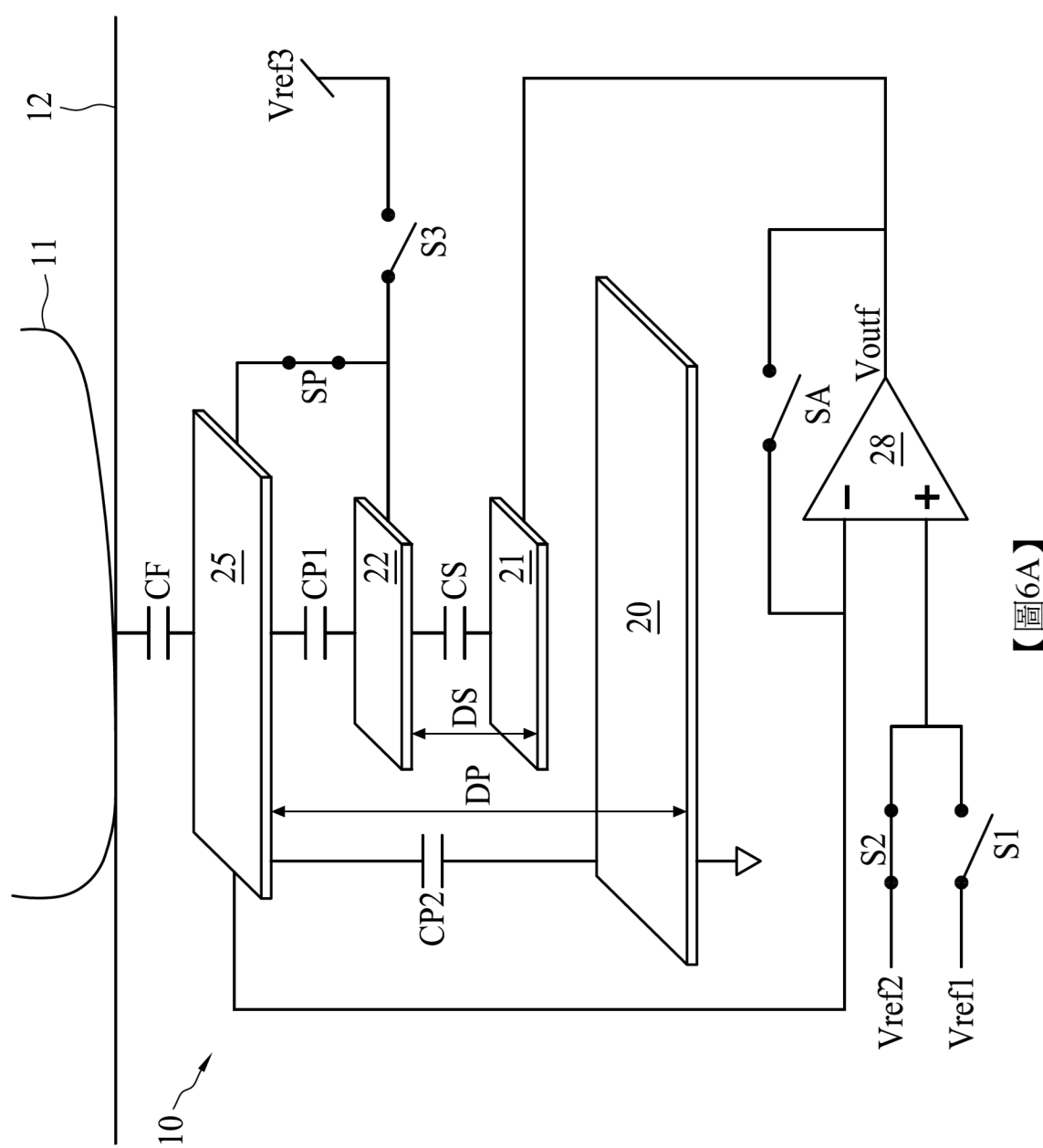




10 ↗

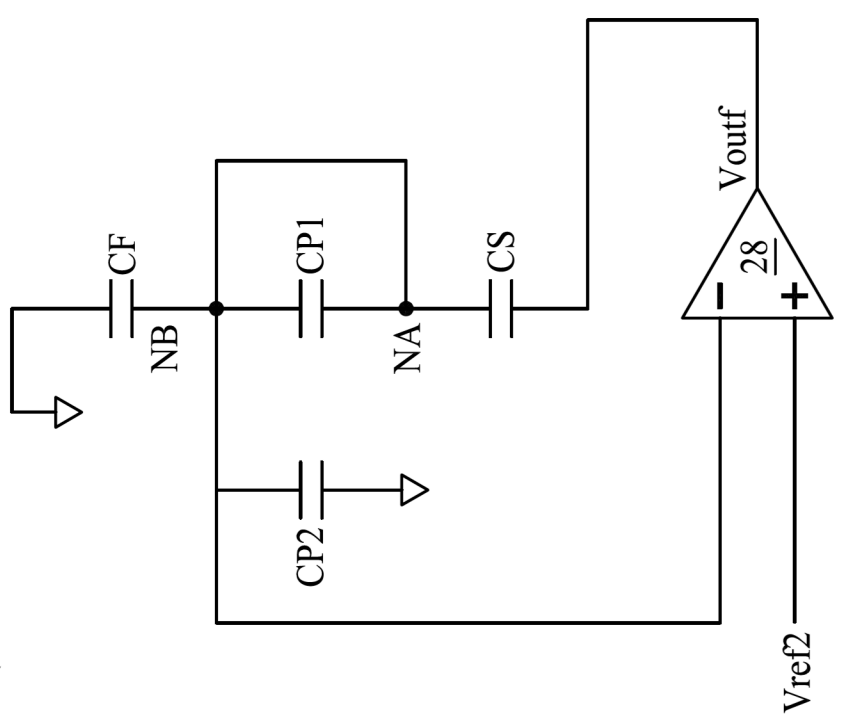


【圖5B】



【圖6A】

10 ↗



【圖6B】