

發明專利說明書

公告本

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：95/08670

※ 申請日期：95.3.15

※IPC 分類：G01R 19/25 (2006.01)
H04M 19/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

電流偵測裝置

APPARATUS FOR CURRENT SENSING

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商飛思卡爾半導體公司

FREESCALE SEMICONDUCTOR, INC.

代表人：(中文/英文)

珍妮佛 B 伍艾梅特

WUAMETT, JENNIFER B.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國德州奧斯丁市西帕莫路7700號

7700 WEST PARMER LANE, AUSTIN, TEXAS 78729, U.S.A.

國籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.



三、發明人：(共 3 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 尤賽夫 H 艾翠斯

ATRIS, YOUSSEF H.

2. 布蘭特 布萊威

BRASWELL, BRANDT

3. 道格拉斯 A 蓋瑞提

GARRITY, DOUGLAS A.

國 籍：(中文/英文)

1. 美國 U.S.A.

2. 美國 U.S.A.

3. 美國 U.S.A.

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2005年04月01日；11/097,593

2.

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

本發明揭示一種橫跨一已知電阻器(R)偵測一電流之裝置，其包含一開關電容器網路與一放大器(32)，該放大器具有耦合至該開關電容器網路之一輸出的一輸入。該開關電容器網路係配置成用以取樣指示該電流的第一基準電位與第二基準電位。該放大器係配置成用以基於該第一基準電位與第二基準電位來在該放大器之一輸出處產生第一放大電位與第二放大電位。

六、英文發明摘要：

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (2) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

18	CMFB
31	電壓輸入
32	OPAMP
33	回授電容器
34	相位開關
35	相位開關
36	回授電容器
37	相位開關
38	相位開關
39	電壓輸入
40	輸入電容器
41	電壓輸出
42	輸入電容器
43	電壓輸出
44	輸入電容器
46	輸入電容器
47	相位開關
48	相位開關
49	相位開關
50	相位開關
51	相位開關



52	相 位 開 關
53	相 位 開 關
54	相 位 開 關

- 八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：
- (無)

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明一般係關於電流監控，且更特定言之係關於一種橫跨一已知電阻偵測電流之電路。

【先前技術】

許多可攜式器件執行作為一電池電流監控功能之部分的電流偵測以提供電池充電的顯示(例如，指示當前電池位準的一可視條)。在此功能期間，電流偵測電路一般測量橫跨一已知電阻的一電壓差。用於電池電流監控的一普通方法利用一連續時間電流測量。在連續時間電流測量中，電流偵測電路一般使用可能易受雜訊及暫態影響的一單端(即，一單一電壓輸入至一差分放大器)測量。當偵測更小電流時(如在行動通信產品之情況下)，在偵測的電流內可能反映雜訊與暫態，從而明顯地影響所偵測電流之精度。

行動通信產品鼓勵最大化電池壽命以及測量橫跨一較低已知電阻之電流最小化在電流偵測期間的電池功率消耗。例如，在一行動通信產品中，所測量的電壓差一般係在大約80 mV全刻度之級別內，且所偵測的電流將所測量的橫跨較低已知電阻之電壓差反映為一更小之電流。

此外，行動通信產品可能使用所偵測的電流來執行需一瞬間且相對精確之電流測量的其他功能(例如，在大約一十(10)位元解析度之級別內)。例如，可將所偵測的電流饋送至一類比至數位(A/D)轉換器來為在一下游微處理器中使用產生所偵測電流之一相對較高的解析度值。相比之



下，傳統的連續時間測量一般提供在大約一七(7)位元解析度之級別上的測量。

此外，耦合至電流偵測電路的A/D轉換器或其他下游組件可能需在明顯大於所測量電壓差的一預定電壓範圍內的一輸入。儘管傳統的連續時間測量一般在一單級內放大所測量的電壓差，但較低的已知電阻之尺寸一般會限制放大輸出。該些約束一般會降低用於行動通信產品與要求高解析度電池電流測量之其他器件的傳統連續時間測量之效用。

因此，需一具有減小的功率消耗之偵測電流之電路。此外，需使針對電池電流監控應用的電路組件之尺寸最小化的一偵測相對較低電流位準之電路。此外，從本發明之後續的詳細說明以及隨附申請專利範圍，結合附圖及發明背景，將會明白本發明之其他需要的特徵及特性。

【發明內容】

本發明之下列詳細說明本質上僅僅係範例性且並不用於限制本發明或本發明之應用及使用。此外，並不希望受本發明之前述背景或下列詳細說明中所提出的任何理論限制。

依據各種具體實施例，提供一種橫跨一已知電阻器偵測一電流且極適用於偵測一電池之電流輸出來監控一行動通信手機內之電池電流的裝置。在一行動通信手機之實施方案中，該裝置偵測橫跨該已知電阻器的電池之電流輸出並輸出一放大電流值至一類比至數位(A/D)轉換器以供進一



步的處理(例如，電池或充電位準指示)。

【實施方式】

參考該等圖式，圖1係依據本發明之一電流偵測電路10之一範例性具體實施例之示意圖。電流偵測電路10包含：一第一增益級(G1)12，其具有配置成用以耦合至第一基準電位與第二基準電位(V_{inP} 、 V_{inM})的第一輸入11與第二輸入13且具有第一輸出與第二輸出；一第二增益級(G2)14，其具有分別耦合至第一增益級12之輸出15、17的第一輸入19與第二輸入21且具有第一輸出23與第二輸出25；以及一取樣及保持(S/H)級16，其具有分別耦合至第二增益級14之輸出23、25的第一輸入27與第二輸入29且具有第一輸出24與第二輸出26。該第一基準電位(V_{inP})對應在已知電阻器(R)之一第一端子處的電位，而該第二基準電位(V_{inM})對應在已知電阻器(R)之一第二端子處的電位。當在一電池電流監控或充電器電流監控電路中實施電流偵測電路10時，電流偵測電路10進一步包含耦合至S/H級16之輸出24、26的一A/D轉換器28。

在一範例性具體實施例中，電流偵測電路10之各級12、14、16皆基於放大器(例如，包括一運算放大器)以從輸入至該級的一電壓產生一放大電壓輸出。第一增益級12從第一基準電位(V_{inP})與第二基準電位(V_{inM})之間的差來偵測橫跨已知電阻器(R)之電流(I)並產生來自第一基準電位與第二基準電位(V_{inP} 、 V_{inM})的一第一放大電壓輸出。第二增益級14進一步放大來自第一增益級12之第一放大電壓輸出來

產生一第二放大電壓輸出，從而指示橫跨已知電阻器(R)所偵測的一放大電流(I)值。在一範例性具體實施例中，藉由該A/D轉換器28便利地讀取該第二放大的電壓輸出。S/H級16取樣來自第二增益級14之第二放大電壓輸出並保持第二放大電壓輸出足夠A/D轉換器28擷取的一預定的時間週期(例如，一指定的穩定時間)。從第二放大電壓輸出之取樣值，可得到一相對較低位準的偵測電流(I)之測量。

此外，電流偵測電路10進一步包含：一第一共模回授電路(CMFB)18，其橫跨第一增益級12之第一輸出15與第二輸出17而耦合；一第二CMFB 20，其橫跨第二增益級14之第一輸出23與第二輸出25而耦合；以及一第三CMFB 22，其橫跨S/H級16之第一輸出與第二輸出而耦合。正如習知此項技術者所瞭解，CMFB一般用於藉由調整其中的共模輸出電流來穩定差分放大器之共模電壓。第一CMFB 18穩定與第一增益級12內之放大器關連的共模電壓，第二CMFB 20穩定與第二增益級14內之放大器關連的共模電壓，而第三CMFB 22穩定與S/H級16內之放大器關連的共模電壓。

圖2係用於圖1所示之電流偵測電路10之一增益級30之一範例性具體實施例的一電路圖。可如圖2所示來實施圖1所示的各級12、14、16。增益級30包含：一第一開關電容器網路；一運算放大器(OPAMP)32，其具有耦合至第一開關電容器網路的一輸入且具有一輸出；以及一第二開關電容器網路，其在OPAMP 32之輸入與OPAMP 32之輸出之間耦

合。OPAMP 32之輸入包含相反極性的第一電壓輸入31與第二電壓輸入39(例如, V_{in}^+ 、 V_{in}^-)且OPAMP 32之電壓輸出係耦合至具有相反極性的第一電源電壓輸入41與第二電源電壓輸入43(例如, 電源電壓 V^+ 、 V^-)。

第一開關電容器網路實質上瞬間取樣在增益級30之輸入處的第一基準電位與第二基準電位(V_{inP} 、 V_{inM})且包含耦合至OPAMP 32之第一電壓輸入31與第二電壓輸入39之各電壓輸入的一對二相開關電容器。各二相開關電容器基於一預定的開關序列而選擇性地在一相位期間係耦合至該等輸入電位(例如, V_{inP} 、 V_{inM})之一電位而在其他的相位期間係耦合至一共模電壓(V_{cm})(如以下更詳細地說明)。共模電壓(V_{cm})可以係任何基準電位且較佳的係一穩定的基準電位(例如, 接地或一帶隙電位)。在一範例性具體實施例中, 第一開關電容器網路包含: 第一輸入電容器40與第二輸入電容器42, 其各具有耦合至OPAMP 32之一第一電壓輸入(例如, V_{in}^+)的一第一電極; 第三輸入電容器44與第四輸入電容器46, 其各具有耦合至OPAMP 32之一第二電壓輸入(例如, V_{in}^-)的一第一電極; 以及第一相位開關48、49、52、53與第二相位開關47、50、51、54, 其分別耦合至輸入電容器40、42、44、46之一第二電極。

儘管第一開關電容器網路取樣第一基準電位與第二基準電位(V_{inP} 、 V_{inM}), 但第二開關電容器網路獲取OPAMP 32所接收的輸入電位(例如, V_{inM} 與 V_{inP})用於偏移消除。在一範例性具體實施例中, 第二開關電容器網路包含: 一第一

回授電容器33，其具有耦合至OPAMP 32之第一電壓輸入31(例如， V_{in}^+)之一第一電極、一第二回授電容器36，其具有耦合至OPAMP 32之第二電壓輸入39(例如， V_{in}^-)之一第一電極；一第一相位開關34，其耦合至回授電容器33之一第二電極；一第二相位開關35，其耦合至回授電容器33之一第二電極；一第一相位開關37，其耦合至回授電容器36之一第二電極；以及一第二相位開關38，其耦合至回授電容器36之第二電極。使用一開關電容器拓撲更容易獲得偏移消除(若不執行，則其一般會劣化OPAMP 32所偵測的任何電流)。

第一開關電容器網路與第二開關電容器網路使用時序相位操作以開啟及關閉開關以供初始化及比例縮放增益級30。第一開關電容器網路在一第一時序相位(Φ_1)期間初始化增益級30用於在OPAMP 32之輸入處偵測一輸入電位(例如，基準電位(V_{inP} 、 V_{inM}))並在一第二時序相位(Φ_2)期間偵測輸入電位(例如， V_{inP} 、 V_{inM})。在第一時序相位(Φ_1)期間，第二開關電容器網路獲取可能出現在OPAMP 32之輸入處的偏移電壓。在第二時序相位(Φ_2)期間，第二開關電容器網路係配置成用以致動OPAMP 32比例縮放偵測的輸入電位(V_{inP} 、 V_{inM})以在增益級30(V_{outM} 、 V_{outP})之一輸出處產生第一放大電壓輸出同時消除偏移電壓。

第一相位開關48、49、52、53一起開啟及關閉以初始化增益級30。在第一時序相位(Φ_1)期間，第一相位開關48、52分別耦合輸入電容器40、44至 V_{cm} ，第一相位開關49耦

合輸入電容器42至 V_{inM} 而第一相位開關53耦合輸入電容器46至 V_{inP} 。第二相位開關47、50、51、54一起開啟及關閉以偵測並移除在輸入電位處的共模(例如， V_{inP} 、 V_{inM})以便允許處理全刻度輸入電位差信號而使放大器級不飽和。在第二時序相位(Φ_2)期間，第二相位開關50、54分別耦合輸入電容器42、46之第二電極至 V_{cm} ，第二相位開關47耦合輸入電容器40之第二電極至 V_{inP} 而第二相位開關51耦合輸入電容44之第二電極至 V_{inM} 。此外，第一相位開關48、49、52、53在第二時序相位(Φ_2)期間開啟。結果，在第一時序相位(Φ_1)期間在OPAMP 32之輸入處接收輸入電位(例如， V_{inM} 與 V_{inP})之一初始組態以供初始化及偏移消除，且在第二時序相位(Φ_2)期間在OPAMP 32之輸入處接收輸入電位(例如， V_{inP} 與 V_{inM})之一反向組態以用於共模移除。

在第一時序相位(Φ_1)期間，第一相位開關34、37分別耦合回授電容器33、36之第二電極至 V_{cm} 而回授電容器33、36獲取出現在OPAMP 32之第一電壓輸入31與第二電壓輸入39(例如， V_{in}^+ 與 V_{in}^-)處的任何偏移電壓。在第二時序相位(Φ_2)期間，第二相位開關35耦合回授電容器33之第二電極至OPAMP 32之第一電壓輸出41(例如， V^-)以及至增益級30之一第一輸出(例如， V_{outM})且第二相位開關38耦合回授電容器36之第二電極至OPAMP 32之第二電壓輸出43(例如， V^+)以及至增益級30之一第二輸出(例如， V_{outP})。此外，第一相位開關34、37在第二時序相位(Φ_2)期間開啟以消除在OPAMP 32(具有回授電容器33、36之獲取的偏移電



壓)之電壓輸入31、39處的任何偏移電壓(例如， V_{in}^+ 與 V_{in}^-)。因而，第一相位開關34、37一起開啟及關閉以供增益級30之偏移消除，而第二相位開關35、38一起開啟及關閉以供比例縮放增益級30所偵測的輸入電位(例如， V_{inP} 、 V_{inM})。

在圖1所示的電流偵測電路10中，可在第一增益級12後的各級14、16(如圖1所示)內實施增益級30，使得第一與第二相位開關47、48、49、50、51、52、53、54開啟及關閉以回應更晚的時序相位(例如，在第一時序相位與第二時序相位之後)。例如，可在第二增益級14(圖1)內實施增益級30使得增益級14(圖1)之第三相位開關(對應於增益級30之第一相位開關48、49、52、53)與第四相位開關(對應於增益級30之第二相位開關47、50、51、54)分別基於一第三時序相位(Φ_3)與一第四時序相位(Φ_4)而操作。較佳的係在用於第二增益級14(圖1)獲取第一增益級12(圖1)之第一輸出與第二輸出(例如， V_{outM} 與 V_{outP})的第二時序相位(Φ_2)之初始化之後，在一預定的延遲後開始第三時序相位(Φ_3)與第四時序相位(Φ_4)。此預定的延遲還提供一時間週期以供在偏移消除與第二增益級14(圖1)的比例縮放之前初始化第二增益級14(圖1)。

還可在S/H級16(圖1)內實施增益級30使得第一與第二相位開關47、48、49、50、51、52、53、54開啟及關閉以回應更晚的時序相位(例如，在第三時序相位與第四時序相位之後)。當在S/H級16(圖1)內實施增益級30時，S/H級

16(圖 1)之取樣相位開關(對應於增益級 30 之第一相位開關 48、49、52、53)基於一取樣時序相位(Φ_S)而操作，而 S/H 級 16(圖 1)之保持相位開關(對應於增益級 30 之第二相位開關 47、50、51、54)基於一保持時序相位(Φ_H)而操作。較佳的係在用於 S/H 級 16(圖 1)獲取第二增益級 14(圖 1)之第一輸出 23 與第二輸出 25(例如， V_{outP} 與 V_{outM})的第四時序相位(Φ_4)之初始化之後，在另一預定的延遲後開始取樣時序相位(Φ_S)與保持時序相位(Φ_H)。此預定的延遲還提供用於在 S/H 級 16(圖 1)取樣與保持之前初始化 S/H 級 16(圖 1)的一時間週期。

圖 3 係依據本發明之另一具體實施例之一電流偵測電路 72 之一電路圖。在此範例性具體實施例中，電路偵測電路 72 藉由雙重取樣第一基準電位與第二基準電位(V_{inP} 、 V_{inM})來偵測橫跨已知電阻(R)(如圖 1 所示)之電流(I)。電流偵測電路 72 包含：圖 2 所示之類型的一第一增益級，其具有配置成用以取樣第一基準電位與第二基準電位(V_{inP} 、 V_{inM})的一輸入；一第二增益級 69，其具有耦合至第一增益級 30 之輸出的一輸入；以及一 S/H 級 67，其具有耦合至第二增益 69 之一輸出的一輸入。

第二增益級 69 重新取樣在第一增益級 30 之輸入處偵測的第一基準電位與第二基準電位(V_{inP} 、 V_{inM})以在第二增益級 69 之輸出處產生第二放大電壓輸出。在一範例性具體實施例中，第二增益級 69 包含：一第三開關電容器網路，其包含一第一增益電容器 74；一第二增益電容器 76；一第三增

益電容器 78；一第四增益電容器 80；第三相位開關 79、81、83、85，其分別耦合至增益電容器 74、76、78、80之一第一電極、第四相位開關 73、77、82、84，其分別耦合至增益電容器 74、76、78、80之一第一電極；一第四相位開關 86，其耦合至增益電容器 74、76二者之一第二電極；一第四相位開關 87，其耦合至增益電容器 78、80二者之一第二電極；一第三相位開關 88，其耦合至增益電容器 74、76二者之第二電極；以及一第三相位開關 89，其耦合至增益電容器 78、80二者之第二電極。第三開關電容器網路係配置成用以執行第二取樣基準電位 (V_{inP} 、 V_{inM}) 且比例縮放該等取樣基準電位來產生第二放大電壓輸出。

在第二增益級 69 重新取樣基準電位 (V_{inP} 、 V_{inM}) 以產生第二放大電壓輸出之後，S/H 級 67 從第二增益級 69 取樣第二放大電壓輸出並保持第二放大電壓輸出足夠 A/D 轉換器 28 (圖 1) 擷取的一預定時間週期 (例如，指定的穩定時間)。在一範例性具體實施例中，S/H 級 67 包含：一第一取樣電容器 90；一第二取樣電容器 91；第一取樣開關 92 與第二取樣開關 93，其分別耦合至取樣電容 90、91 之一第一電極；第一保持開關 94 與第二保持開關 95，其分別耦合至取樣電容器 90、91 之第一電極；一第三保持開關 96，其具有耦合至第一取樣電容器 90 之一第二電極的一第一端子與耦合至 OPAMP 32 之第一電壓輸入 31 (V_{in}^+) 的一第二端子；一第四保持開關 97，其具有耦合至第二取樣電容器 91 之一第二電極的一第一端子與耦合至 OPAMP 32 之第二電壓輸入

39(V_{in^-})的第一第二端子；一第五保持開關71，其具有耦合至第一回授電容器33之第二電極的一第一端子與耦合至第一增益級30之第一輸出41(例如， V_{outM})的一第二端子；一第六保持開關75，其具有耦合至第二回授電容器36之第二電極的一第一端子與耦合至第一增益級30之第二輸出43(例如， V_{outP})的一第二端子；一第一取樣完成開關98，其耦合至OPAMP 32之第一電壓輸入31(V_{in^+})與第一保持開關96之第二端子；以及一第二取樣完成開關99，其耦合至OPAMP 32之第二電壓輸入39(V_{in^-})與第二保持開關97之第二端子。

在第二增益級69中，在第三時序相位(Φ_3)期間第三相位開關79、81、83、85、88、89一起開啟及關閉來消除可能出現在第一增益級30之輸出處的偏移。在第三時序相位(Φ_3)期間，第三相位開關79、81分別耦合增益電容器74、76之該等第一電極至來自第一增益級30的 V_{outP} ，第三相位開關83、85分別耦合增益電容器78、80之該等第一電極至來自第一增益級30的 V_{outM} ，而第三相位開關88、89分別耦合增益電容器74、76、78、80之該等第二電極至 V_{cm} 。第四相位開關73、77、82、84在第四時序相位(Φ_4)期間一起開啟及關閉來偵測並比例縮放該等輸入電位(例如， V_{outP} 、 V_{outM})。在第四時序相位(Φ_4)期間，第四相位開關82、84分別耦合增益電容器76、78之第一電極至 V_{cm} ，第四相位開關86耦合增益電容器74、76之該等第二電極至OPAMP 32之第一電壓輸出41(例如， V_{outM})，而第四相位



開關 87 耦合增益電容器 78、80 之該等第二電極至 OPAMP 32 之第二電壓輸出 31 (例如， V_{outP})。

要從第二增益級 69 取樣第二放大的輸出電壓，在取樣時序相位 (Φ_S) 期間取樣開關 92、93 一起開啟及關閉。在取樣時序相位 (Φ_S) 期間，第一取樣開關 92 耦合第一取樣電容器 90 之第一電極至來自第一增益級 30 的 V_{outP} ，而第二取樣開關 93 耦合第二取樣電容器 91 之第一電極至來自第一增益級 30 的 V_{outM} 。因而 S/H 級 67 從第一增益級 30 接收第二增益級 69 進一步放大的 V_{outP} 與 V_{outM} 值。

在從第二增益級 69 取樣第二放大電壓輸出 (例如， V_{outP} 與 V_{outM}) 之後，在保持時序相位 (Φ_H) 期間保持開關 71、75、94、95、96、97 一起開啟及關閉來獲取取樣值以供 A/D 轉換器 28 (圖 1) 擷取。在保持時序相位 (Φ_H) 期間，第一保持開關 94 耦合第一取樣電容器 90 之第一電極至來自第一增益級 30 的 V_{outP} ，第二保持開關 95 耦合第二取樣電容器 91 之第一電極至來自第一增益級 30 的 V_{outM} ，第三保持開關 96 耦合第一取樣電容器 90 之第二電極至 OPAMP 32 之第一電壓輸入 31 (例如， V_{in}^+)，第四保持開關 97 耦合第二取樣電容器 91 之第二電極至 OPAMP 32 之第二電壓輸入 39 (例如， V_{in}^-)，第五保持開關 71 耦合第一回授電容器 33 之第二電極至 OPAMP 32 之第一電壓輸出 41 (例如， V_{outM}) 而第六保持開關 75 耦合第二回授電容器 36 之第二電極至 OPAMP 32 之第二電壓輸出 43 (例如， V_{outM})。此外，在保持時序相位 (Φ_H) 期間，取樣開關 92、93 分別開啟以從 V_{outP} 與 V_{outM} 解耦

取樣電容器 90、91，因此 S/H 級 67 保持 V_{outP} 與 V_{outM} 以供 A/D 轉換器 28(圖 1)獲取。在一預定的時間週期(例如，足夠擷取 S/H 級 67 之取樣電壓輸出)之後，在一取樣完成時序相位(Φ_{sd})期間取樣完成開關 98、99 一起開啟及關閉來初始化電流偵測電路 72 以供後續取樣。在取樣完成相位(Φ_{sd})期間，第一取樣完成開關 98 耦合 OPAMP 32 的第一電壓輸入 31(例如， V_{in}^+)至 V_{cm} 而第二取樣完成開關 99 耦合 OPAMP 32 之第二電壓輸入 39(例如， V_{in}^-)至 V_{cm} 。

在電流偵測電路 72 中，第二增益級 69 與 S/H 級 67 二者缺少電流偵測電路 10(圖 1)之第二增益級 14(圖 1)與 S/H 級 16(圖 1)所使用的 OPAMP。電流偵測電路 72 缺少在第二增益級 69 與 S/H 級 67 內的 OPAMP 功率消耗同時繼續偵測橫跨已知電阻器(R)之電流(I)並產生指示電流(I)的一放大電壓輸出。

圖 4 係說明圖 3 所示之電流偵測電路 72 之一時序序列的一範例性具體實施例之一圖示。對於電流偵測電路 72 之各時序相位，對應的開關隨時間開啟以回應一低信號(例如，大約 0V)並關閉以回應一高信號(例如，大約 3V)。在此範例性具體實施例中，第一時序相位(Φ_1)60 說明在第一時間(T_1)開始的第一相位開關 34、35、48、49、52、53(圖 3)之一時序序列。第二時序相位(Φ_2)62 說明在第一時間(T_1)隨後開始的一第二時間(T_2)的第二相位開關 36、38、47、50、51、54(圖 3)之一時序序列。第一時序相位(Φ_1)60 在第二時間(T_2)結束。第三時序相位(Φ_3)64 說明在第二時間(T_2)



隨後開始的一第三時間(T_3)的第三相位開關79、81、83、85、88、89(圖3)之一時序序列。第四時序相位(Φ_4)66說明在第三時間(T_3)隨後開始的一第四時間(T_4)的第四相位開關73、77、82、84、86、87(圖3)之一時序序列。第三時序相位(Φ_3)64在第四時間(T_4)結束。取樣時序相位(Φ_s)68說明在取樣時間(T_s)開始的取樣相位開關92、93(圖3)之一時間序列。保持時序相位(Φ_H)70說明在保持時間(T_H)開始的保持相位開關71、75、94、95、96、97(圖3)之一時序序列。取樣時序相位(Φ_s)68在保持時間(T_H)時結束。儘管針對圖3所示的電流偵測電路72來說明時序序列，但時序序列還可用於圖1所示的電流偵測電路10。

各時序相位開始與電流偵測電路72之一特定級關連的功能。第一時序相位(Φ_1)60初始化第一增益級30(圖3)並消除可能出現在OPAMP 32(圖3)之輸入處的偏移電壓。第二時序相位(Φ_2)62取樣並比例縮放至第一增益級30(圖3)的輸入電位。第三時序相位(Φ_3)64消除可能出現在第二增益級69(圖3)之輸入處的偏移電壓並初始化第二增益級69(圖3)。第四時序相位(Φ_4)67取樣並比例縮放至第二增益級69(圖3)的輸入電位。取樣時序相位(Φ_s)68取樣來自第二增益級69(圖3)之輸出。保持時序相位(Φ_H)70保持來自第二增益級69(圖3)之取樣輸出一預定的時間週期(例如，足夠A/D轉換器28(圖1)獲取的一時間週期)。

本發明之電流偵測電路利用開關電容器網路來偵測橫跨已知電阻器之電流，比傳統電流偵測電路具有更高的精

度。此外，在本發明之電流偵測電路內使用一二級增益(例如，第一增益級與第二增益級)減小開關電容器網路之電容器尺寸。減小的電容器尺寸使該些電流偵測電路對於在需更小組件尺寸的行動通信產品中的實施方案較有吸引力。

在一範例性具體實施例中，一種偵測電流之電路包含一開關電容器網路與具有一輸入耦合至該開關電容器網路之一輸出的一放大器。該開關電容器網路係配置成用以取樣指示電流的第一基準電位與第二基準電位。該放大器係配置成用以基於第一基準電位與第二基準電位在該放大器之一輸出處產生第一放大電位與第二放大電位。

在另一範例性具體實施例中，一種偵測電流之電路包含：一第一增益級，其包含一第一開關電容器網路；一第二增益級，其包含一第二開關電容器網路，其耦合至該第一增益級；一S/H級，其具有耦合至該第二增益級之輸出的一輸入且具有一輸出；以及耦合至該S/H級之輸出的一A/D轉換器。該第一開關電容器網路係配置成用以偵測指示電流的第一基準電位與第二基準電位。該第二增益級係配置成用以產生來自第一基準電位與第二基準電位的第一放大基準電位與第二放大基準電位。該S/H級係配置成用以從第一基準電位與第二基準電位獲得第一取樣電位與第二取樣電位以用於一預定的時間週期。該A/D轉換器係配置成用以從該S/H級接收第一取樣電位與第二取樣電位。

在另一範例性具體實施例中，一種偵測電流之電路包

含：一第一開關電容器網路，其具有一輸出；一放大器，其具有耦合至該第一開關電容器網路之輸出的一輸入且具有一輸出；一第二開關電容器網路，其具有耦合至該放大器之輸出的一輸入與耦合至該放大器之輸入的一輸出；以及一S/H級，其具有耦合至該放大器之輸出的一輸入。第一開關電容器網路係配置成用以取樣指示電流的第一基準電位與第二基準電位。該放大器係配置成用以從第一基準電位與第二基準電位產生一第一放大電位。該第二開關電容器網路係配置成用以從該第一放大電位產生一第二放大電位。該S/H級係配置成用以從該第二放大電位產生一取樣的放大電位並保持該取樣的放大電位以用於一預定的時間週期。

儘管在前述的詳細說明中已提出至少一範例性具體實施例，但應瞭解存在大量的變化。還應瞭解範例性具體實施例僅係範例，而並非希望以任何方式限制本發明之範疇、適用性或組態。相反，前述的詳細說明將為習知此項技術者提供實施範例性具體實施例之一便利路線圖。應明白可對元件之功能及配置可進行各種變化，而不脫離隨附的申請專利範圍及其合法等效物中所提出的本發明之範疇。

【圖式簡單說明】

上文已結合以下圖式來說明本發明，其中相同數字指示相同元件，以及

圖1係依據本發明一電流偵測電路之一範例性具體實施例之一示意圖；

圖2係圖1所示之電流偵測電路之一增益級之一範例性具體實施例之一電路圖；

圖3係依據本發明之另一範例性具體實施例之一電流偵測電路之一電路圖；以及

圖4係說明圖3所示之電流偵測電路之一時序序列的一圖示。

【主要元件符號說明】

10	電流偵測電路
11	輸入
12	增益級
13	輸入
14	增益級
15	輸出
16	級
17	輸出
18	CMFB
19	輸入
20	CMFB
21	輸入
22	CMFB
23	輸出
24	輸出
25	輸出
26	輸出

27	輸入
28	A/D 轉換器
29	輸入
30	增益級
31	電壓輸入
32	OPAMP
33	回授電容器
34	相位開關
35	相位開關
36	回授電容器
37	相位開關
38	相位開關
39	電壓輸入
40	輸入電容器
41	電壓輸出
42	輸入電容器
43	電壓輸出
44	輸入電容器
46	輸入電容器
47	相位開關
48	相位開關
49	相位開關
50	相位開關
51	相位開關



52	相 位 開 關
53	相 位 開 關
54	相 位 開 關
67	級
69	增 益 級
71	保 持 開 關
72	電 流 偵 測 電 路
73	相 位 開 關
74	增 益 電 容 器
75	保 持 開 關
76	增 益 電 容 器
77	相 位 開 關
78	增 益 電 容 器
79	相 位 開 關
80	增 益 電 容 器
81	相 位 開 關
82	相 位 開 關
83	相 位 開 關
84	相 位 開 關
85	相 位 開 關
86	相 位 開 關
87	相 位 開 關
88	相 位 開 關
89	相 位 開 關



90	電 容 器
91	電 容 器
92	開 關
93	開 關
94	保 持 開 關
95	保 持 開 關
96	保 持 開 關
97	保 持 開 關
98	取 樣 完 成 開 關
99	取 樣 完 成 開 關



十、申請專利範圍：

1. 一種偵測電流之電路，該電路包含：

一第一開關電容器網路，其包含一第一組電容器，該第一開關電容器網路具有一輸出且具有一輸入，該輸入經配置成用以在二相位之每一者之期間跨該第一組電容器之一不同電容器而取樣第一、第二及第三基準電位之每一者，該第一基準電位與該第二基準電位指示電流；

一放大器，其具有一輸出且具有耦合至該第一開關電容器網路之該輸出的一輸入，該放大器配置成用以基於該第一基準電位與該第二基準電位在該放大器之該輸出處產生第一放大電位與第二放大電位；以及

一第二開關電容器網路，其包含該第一組電容器以外的一第二組電容器，該第二開關電容器網路具有耦合至該放大器之該輸入的一第一端子且具有耦合至該放大器之該輸出的一第二端子，該第二開關電容器網路配置成用以在該放大器之該輸入處消除一偏移電壓。

2. 如請求項 1 之電路，其中該放大器之該輸入包含一第一輸入與一第二輸入；以及

其中該第一開關電容器網路包含：

一第一可開關電容器，其具有耦合至該放大器之該第一輸入的一第一電極，且具有配置成用以在一第一相位內耦合至一第三基準電位而在一第二相位內耦合至該第一基準電位的一第二電極；

一第二可開關電容器，其具有耦合至該放大器之該

第一輸入的一第一電極，且具有配置成用以在該第一相位內耦合至該第二基準電位而在該第二相位內耦合至該第三基準電位的一第二電極；

一第三可開關電容器，其具有耦合至該放大器之該第二輸入的一第一電極，且具有配置成用以在該第一相位內耦合至該第三基準電位而在該第二相位內耦合至該第二基準電位的一第二電極；以及

一第四可開關電容器，其具有耦合至該放大器之該第二輸入的一第一電極，且具有配置成用以在該第一相位內耦合至該第一基準電位而在該第二相位內耦合至該第三基準電位的一第二電極。

3. 如請求項2之電路，其中該第一開關電容器網路包含：

一第一開關，其具有耦合至該第一可開關電容器之該第二電極的一第一端子，且具有耦合至該第一基準電位的一第二端子，該第一開關配置成用以在該第二相位內耦合該第一開關之該第一端子與該第一開關之該第二端子；以及

一第二開關，其具有耦合至該第一可開關電容器之該第二電極的一第一端子，且具有耦合至該第三基準電位的一第二端子，該第二開關配置成用以在該第一相位內耦合該第二開關之該第一端子與該第二開關之該第二端子；

其中該第二可開關電容器包含：

一第三開關，其具有耦合至該第二可開關電容器之

該第二電極的一第一端子且，具有耦合至該第二基準電位的一第二端子，該第三開關配置成用以在該第一相位內耦合該第三開關之該第一端子與該第三開關之該第二端子；以及

一第四開關，其具有耦合至該第二可開關電容器之該第二電極的一第一端子，且具有耦合至該第三基準電位的一第二端子，該第四開關配置成用以在該第二相位內耦合該第四開關之該第一端子與該第四開關之該第二端子；

其中該第三可開關電容器包含：

一第五開關，其具有耦合至該第三可開關電容器之該第二電極的一第一端子，且具有耦合至該第二基準電位的一第二端子，該第五開關配置成用以在該第二相位內耦合該第五開關之該第一端子至該第五開關之該第二端子；以及

一第六開關，其具有耦合至該第三可開關電容器之該第二電極的一第一端子且具有耦合至該第三基準電位的一第二端子，該第六開關配置成用以在該第一相位內耦合該第六開關之該第一端子至該第六開關之該第二端子；以及

其中該第四可開關電容器包含：

一第七開關，其具有耦合至該第四可開關電容器之該第二電極的一第一端子且具有耦合至該第一基準電位的一第二端子，該第七開關配置成用以在該第一相位內

耦合該第七開關之該第一端子至該第七開關之該第二端子；以及

一第八開關，其具有耦合至該第四可開關電容器之該第二電極的一第一端子，且其具有耦合至該第三基準電位的一第二端子，該第八開關配置成用以在該第二相位內耦合該第八開關之該第一端子至該第八開關之該第二端子。

4. 如請求項1之電路，其中該放大器之該輸入包含第一輸入與第二輸入，且該放大器之該輸出包含第一輸出與第二輸出；以及

其中該第二開關電容器網路包含：

一第一可開關電容器，其具有耦合至該放大器之該第一輸入的一第一電極，且具有在一第一相位內耦合至一第三基準電位而在一第二相位內耦合至該放大器之該第一輸出的一第二電極；以及

一第二可開關電容器，其具有耦合至該放大器之該第二輸入的一第一電極，且具有在該第一相位內耦合至該第三基準電位而在該第二相位內耦合至該放大器之該第二輸出的一第二電極。

5. 如請求項4之電路，其中該第一開關電容器網路包含：

一第一開關，其具有耦合至該第一可開關電容器之該第二電極的一第一端子，且具有耦合至該第三基準電位的一第二端子，該第一開關配置成用以在該第一相位內耦合該第一開關之該第一端子與該第一開關之該第二端

子；以及

一 第二開關，其具有耦合至該第一可開關電容器之該第二電極的一第一端子，且具有耦合至該放大器之該第一輸出的一第二端子，該第二開關配置成用以在該第二相位內耦合該第二開關之該第一端子至該第二開關之該第二端子；以及

其中該第二可開關電容器包含：

一 第三開關，其具有耦合至該第二可開關電容器之該第二電極的一第一端子，且具有耦合至該第三基準電位的一第二端子，該第三開關配置成用以在該第一相位內耦合該第三開關之該第一端子與該第三開關之該第二端子；以及

一 第四開關，其具有耦合至該第二可開關電容器之該第二電極的一第一端子且具有耦合至該放大器之該第二輸出的一第二端子，該第四開關配置成用以在該第二相位內耦合該第四開關之該第一端子至該第四開關之該第二端子。

6. 如請求項1之電路，其中進一步包含耦合至該放大器之該輸出的一共模回授電路(CMFB)。

7. 一種偵測電流之電路，該電路包含：

一 第一增益級，其包含配置成用以偵測指示該電流的第一基準電位與第二基準電位的一第一開關電容器網路；

一 第二增益級，其具有一輸出且包含耦合至該第一增

益級的一第二開關電容器網路，該第二增益級配置成用以從該第一基準電位與該第二基準電位在該輸出處產生第一放大基準電位與第二放大基準電位；

一取樣/保持(S/H)級，其具有耦合至該第二增益級之該輸出的一輸入且具有一輸出，該S/H級配置成用以從該第一放大基準電位與該第二放大基準電位獲得第一取樣電位與第二取樣電位以用於一預定的時間週期；以及

一類比至數位轉換器，其耦合至該S/H級之該輸出且配置成用以從該S/H級接收該第一取樣電位與該第二取樣電位。

8. 如請求項7之電路，其中該第一增益級進一步包含：

一放大器，其具有耦合至該第一開關電容器網路的一輸入且具有一輸出；

一第三開關電容器網路，其具有耦合至該放大器之該輸入的一第一端子，且具有耦合至該放大器之該輸出的一第二端子，該第三開關電容器網路配置成用以在該放大器之該輸入處消除偏移電壓。

9. 如請求項8之電路，其中該放大器具有第一輸出與第二輸出；以及

其中該第三開關電容器網路包含：

一第一可開關電容器，其具有耦合至該放大器之該第一輸入的一第一電極，且具有在一第一相位內耦合至一第三基準電位而在一第二相位內耦合至該放大器之該第一輸出的一第二電極；以及

一第二可開關電容器，其具有耦合至該放大器之該第二輸入的一第一電極，且具有在該第一相位內耦合至該第三基準電位而在該第二相位內耦合至該放大器之該第二輸出的一第二電極。

10. 如請求項7之電路，其中該第二增益級進一步包含：

一放大器，其具有耦合至該第二開關電容器網路的一輸入且具有一輸出；以及

一第三開關電容器網路，其具有耦合至該放大器之該輸入的一第一端子，且具有耦合至該放大器之該輸出的一第二端子，且該第三開關電容器網路配置成用以在該放大器之該輸入處消除偏移電壓。

11. 如請求項10之電路，其中該放大器具有第一輸出與第二輸出；以及

其中該第三開關電容器網路包含：

一第一可開關電容器，其具有耦合至該放大器之該第一輸入的一第一電極，且具有在一第一相位內耦合至一第三基準電位而在一第二相位內耦合至該放大器之該第一輸出的一第二電極；以及

一第二可開關電容器，其具有耦合至該放大器之該第二輸入的一第一電極，且具有在該第一相位內耦合至該第三基準電位而在該第二相位內耦合至該放大器之該第二輸出的一第二電極。

12. 如請求項7之電路，其中該第一增益級包含：

一第一放大器，其具有耦合至該第一開關電容器網路

的一輸入且具有一輸出；以及

一第一CMFB，其耦合至該第一放大器之該輸出；以及

其中該第二增益級包含：

一第二放大器，其具有耦合至該第二開關電容器網路的一輸入並具有一輸出；以及

一第二CMFB，其耦合至該第二放大器之該輸出。

13. 如請求項7之電路，其中該S/H級包含：

一第三開關電容器網路，其具有耦合至該第二增益級之該輸出的一第一端子，且具有一第二端子，該第三開關電容器網路配置成用以在該第二增益級之該輸出處從該第一放大電位與該第二放大電位獲得該第一取樣電位與該第二取樣電位；

一放大器，其具有耦合至該第三開關電容器網路之該第二端子的一輸入，且具有一輸出；以及

一第四開關電容器網路，其具有耦合至該放大器之該輸入的一第一端子，且具有耦合至該放大器之該輸出的一第二端子，該第四開關電容器網路配置成用以在該S/H級之該輸出處保持該第一取樣電位與該第二取樣電位以用於該預定的時間週期。

14. 如請求項13之電路，其中該放大器具有第一輸入與第二輸入；以及

其中該第三開關電容器網路包含：

一第一可開關電容器，其具有耦合至該放大器之該第一輸入的一第一電極，且具有配置成用以在一第一相

位內耦合至一第三基準電位而在一第二相位內耦合至該第一基準電位的一第二電極；

一第二可開關電容器，其具有耦合至該放大器之該第一輸入的一第一電極，且具有配置成用以在該第一相位內耦合至該第二基準電位而在該第二相位內耦合至該第三基準電位的一第二電極；

一第三可開關電容器，其具有耦合至該放大器之該第二輸入的一第一電極，且具有配置成用以在該第一相位內耦合至該第三基準電位而在該第二相位內耦合至該第二基準電位的一第二電極；以及

一第四可開關電容器，其具有耦合至該放大器之該第二輸入的一第一電極，且具有配置成用以在該第一相位內耦合至該第一基準電位及在該第二相位內耦合至該第三基準電位的一第二電極。

15. 如請求項7之電路，其中該第一增益級進一步包含具有第一輸入與第二輸入的一放大器；以及

其中該第一開關電容器網路包含：

一第一可開關電容器，其具有耦合至該放大器之該第一輸入的一第一電極，且具有配置成用以在一第一相位內耦合至一第三基準電位而在一第二相位內耦合至該第一基準電位的一第二電極；

一第二可開關電容器，其具有耦合至該放大器之該第一輸入的一第一電極且具有配置成用以在該第一相位內耦合至該第二基準電位而在該第二相位內耦合至該第

三基準電位的一第二電極；

一第三可開關電容器，其具有耦合至該放大器之該第二輸入的一第一電極，且具有配置成用以在該第一相位內耦合至該第三基準電位而在該第二相位內耦合至該第二基準電位的一第二電極；以及

一第四可開關電容器，其具有耦合至該放大器之該第二輸入的一第一電極，且具有配置成用以在該第一相位內耦合至該第一基準電位而在該第二相位內耦合至該第三基準電位的一第二電極。

16. 如請求項7之電路，其中該第二增益級進一步包含具有第一輸入與第二輸入的一放大器；以及

其中該第二開關電容器網路包含：

一第一可開關電容器，其具有耦合至該放大器之該第一輸入的一第一電極，且具有配置成用以在一第一相位內耦合至一第三基準電位而在一第二相位內耦合至該第一基準電位的一第二電極；

一第二可開關電容器，其具有耦合至該放大器之該第一輸入的一第一電極，且具有配置成用以在該第一相位內耦合至該第二基準電位而在該第二相位內耦合至該第三基準電位的一第二電極；

一第三可開關電容器，其具有耦合至該放大器之該第二輸入的一第一電極，且具有配置成用以在該第一相位內耦合至該第三基準電位而在該第二相位內耦合至該第二基準電位的一第二電極；以及

一第四可開關電容器，其具有耦合至該放大器之該第二輸入的一第一電極，且具有配置成用以在該第一相位內耦合至該第一基準電位而在該第二相位內耦合至該第三基準電位的一第二電極。

17. 一種偵測電流之電路，該電路包含：

一第一開關電容器網路，其包含一第一組電容器，該第一開關電容器網路具有一輸出且配置成用以在二相位之每一者之期間跨該第一組電容器之一不同電容器而取樣第一、第二及第三基準電位之每一者，該第一基準電位與該第二基準電位指示電流；

一放大器，其具有耦合至該第一開關電容器網路之該輸出的一輸入，且具有一輸出，該放大器配置成用以從該第一基準電位與該第二基準電位產生一第一放大電位及一第二放大電位；

一第二開關電容器網路，其包含該第一組電容器以外的一第二組電容器，該第二開關電容器網路具有耦合至該放大器之該輸出的一輸入，且具有耦合至該放大器之該輸入的一輸出，該第二開關電容器網路配置成用以在該放大器之該輸出處通過該放大器從該第一放大電位及該第二放大電位產生一第三放大電位及一第四放大電位；以及

一S/H級，其具有耦合至該放大器之該輸出的一輸入且配置成用以從該第三放大電位及該第四放大電位產生一取樣電位並於一預定的時間週期保持該取樣電位。

18. 如請求項17之電路，進一步包含：

一放大器，其具有耦合至該第一開關電容器網路的一輸入且具有一輸出；以及

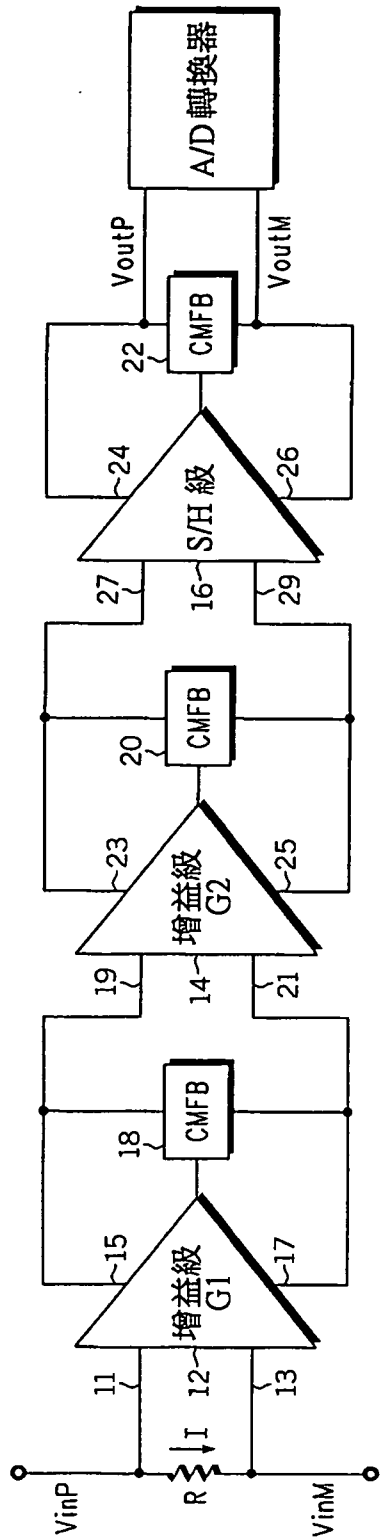
一第三開關電容器網路，其具有耦合至該放大器之該輸入的一第一端子，且具有耦合至該放大器之該輸出的一第二端子，該第三開關電容器網路配置成用以在一第一相位期間在該放大器之該輸入處消除一第一偏移電壓；以及

其中該第一開關電容器網路係進一步配置成用以在一第二相位期間取樣該第一基準電位與該第二基準電位，而該放大器係配置成用以比例縮放該第一基準電位與該第二基準電位以在該輸出處產生該第一放大電位及該第二放大電位。

19. 如請求項18之電路，其進一步包含一第四開關電容器網路，其具有耦合至該放大器之該輸出的一第一端子與耦合至該放大器之該輸入的一第二端子，該第四開關電容器網路配置成用以在一第三相位期間在該第二開關電容器網路之該輸入處消除一第二偏移電壓；以及

其中該第二開關電容器網路係進一步配置成用以在一第四相位期間產生該第三放大電位及該第四放大電位。

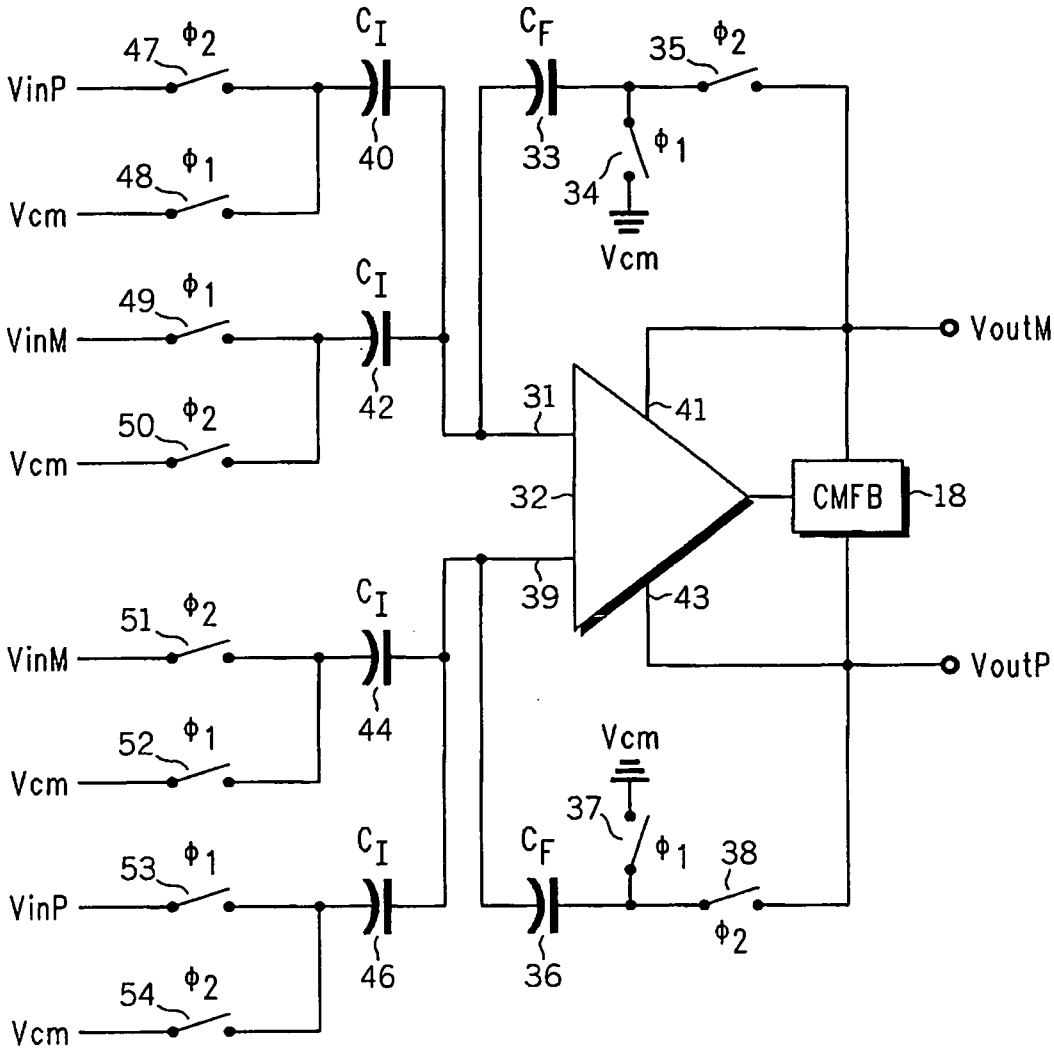
十一、圖式：



10

圖 1





30

圖 2



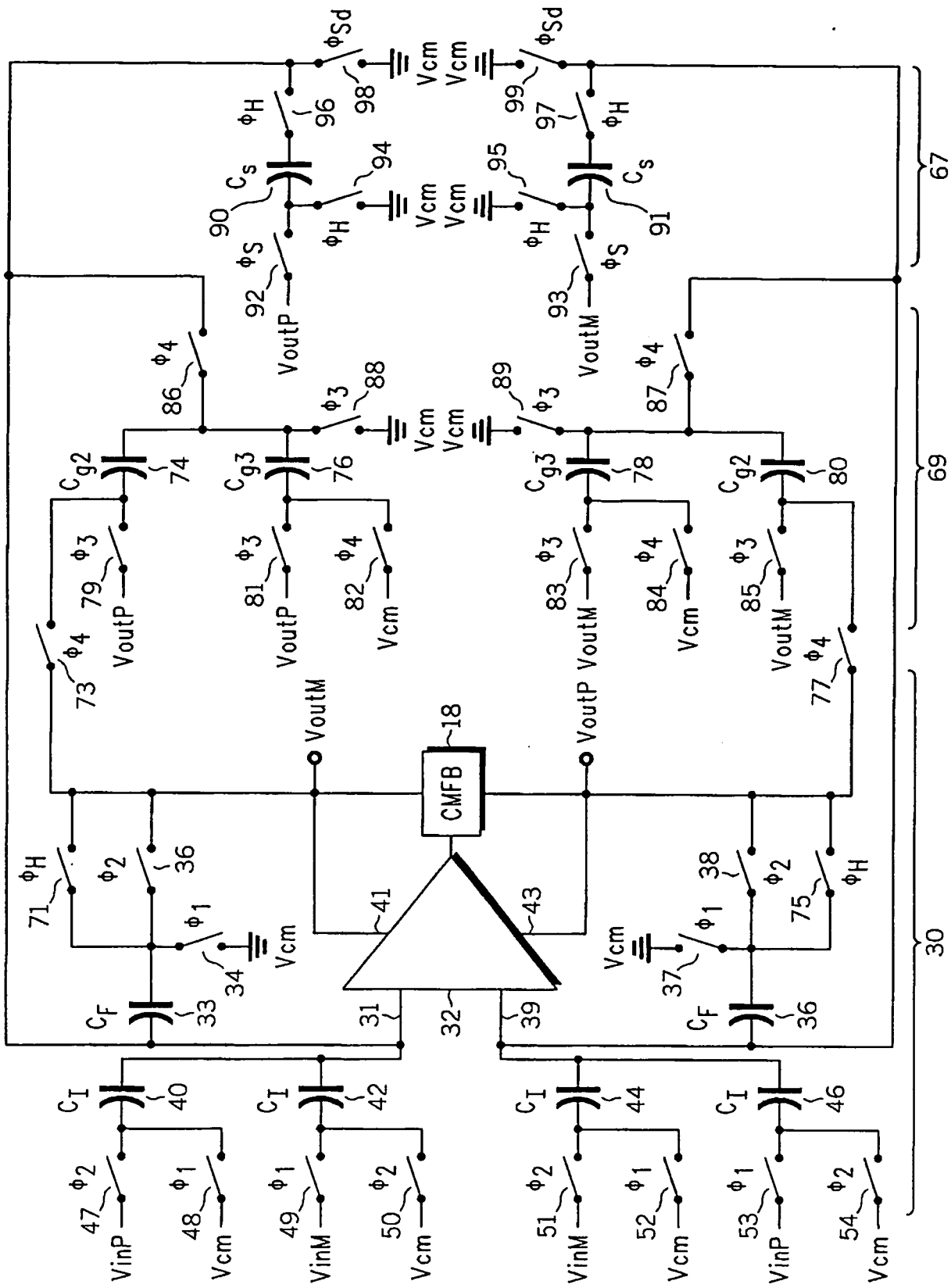


圖 3



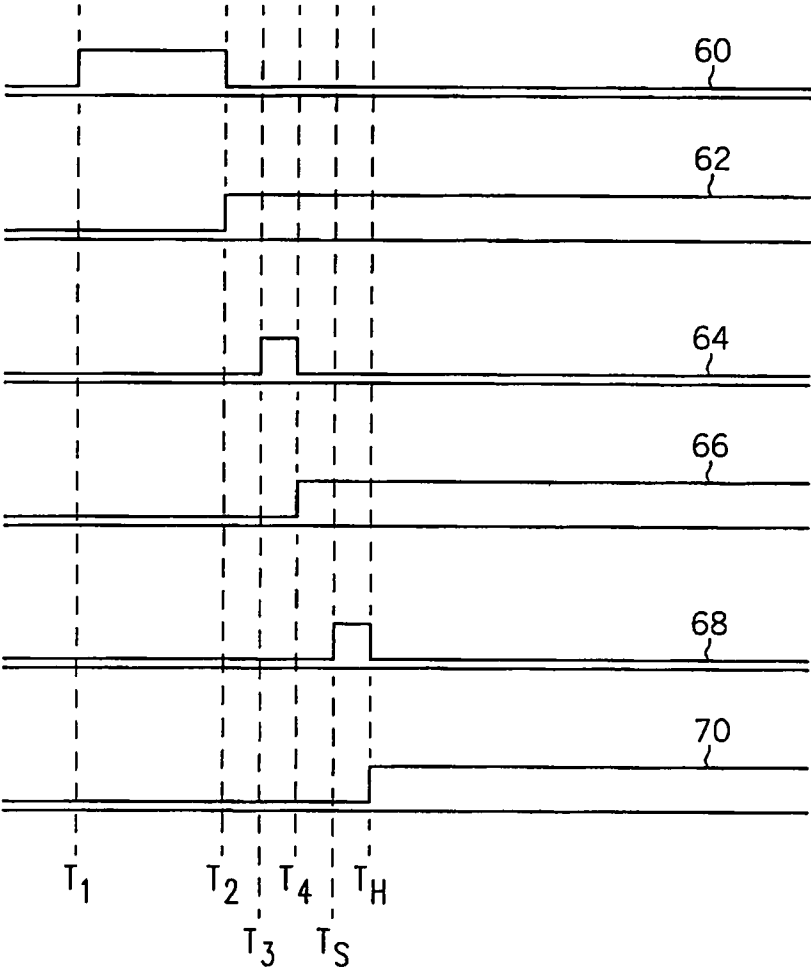


圖 4

