

發明專利說明書

(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： 94104835

※申請日期： 94.2.18

※IPC 分類： H01L 21/765

一、發明名稱：(中文/英文)

由金氧半場效電晶體臨界電壓與熱效應電壓所組成之參考電壓電路

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

國立交通大學

代表人：(中文/英文) 張俊彥

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹市大學路 1001 號

國 籍：(中文/英文) 中華民國 TW

三、發明人：(共 1 人)

姓 名：(中文/英文) 洪崇智

國 籍：(中文/英文) 中華民國 TW

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：

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 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：

本發明係揭露一種由金氧半場效電晶體臨界電壓與熱效應電壓所組成之參考電壓電路。本發明以現有的能隙電壓架構為基礎，並使用了工作於弱反轉層的場效電晶體代替傳統的雙載子電晶體，以產生與溫度係數正相關之電流，再由金氧半場效電晶體臨界電壓產生另一與溫度係數負相關之電流，結合以上兩個電流而產生一不隨溫度變化而改變之穩定參考電流，再將此電流通過一電阻，以產生一與溫度係數完全不相關之參考電壓。

六、英文發明摘要：

七、指定代表圖：

(一)、本案代表圖為：第 4 圖

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

1 臨界電壓電路

12 負回授電路

2 熱效應電壓電路

3 電流加算電路

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種與溫度係數完全不相關之參考電壓，特別是關於一種由金氧半場效電晶體臨界電壓與熱效應電壓所組成之參考電壓電路。

【先前技術】

在許多的類比電路中，參考電壓產生器為其中不可或缺的電路。例如運算放大器與類比數位轉換器等系統。由於參考電壓的重要性，此電路必須提供在溫度變化與操作電壓飄動等不同環境下的穩定參考電壓。目前的研究主要有能隙電壓電路、齊納二極體能隙電路與場效電晶體之臨界電壓所產生之電路等幾種架構，而其中最為常見的是能隙電壓電路。

能隙電壓電路必須使用到雙載子電晶體，所以此電路必須在 CMOS 製程中產生垂直雙載子電晶體，在利用雙載子電晶體產生穩定的參考電壓，也就是所謂的能隙電壓。但是雙載子電晶體的體積較大，往往佔據矽基板大部分的面積，導致整體元件面積無法更有效縮小。

因此，本發明提出一種由金氧半場效電晶體臨界電壓與熱效應電壓所組成之參考電壓電路，解決上述等問題。

【發明內容】

本發明之主要目的，在於提供一種由金氧半場效電晶體臨界電壓與熱效應電壓所組成之參考電壓電路，其係用以提供一種與溫度係數無關的參考電壓電路。

本發明之又一目的，在於提供一種由金氧半場效電晶體臨界電壓與熱

效應電壓所組成之參考電壓電路，其能夠提供一種穩定的參考電壓。

本發明之再一目的，在於提供一種由金氧半場效電晶體臨界電壓與熱效應電壓所組成之參考電壓電路，其能夠提供一種穩定的參考電流。

本發明之再一目的，在於提供一種由金氧半場效電晶體臨界電壓與熱效應電壓所組成之參考電壓電路，其能夠有效的節省矽基板的面積，而達到大幅度縮小元件的尺寸。

本發明之另一目的，在於提供一種由金氧半場電晶體臨界電壓與熱效應電壓所組成之參考電壓電路，其能夠在不需額外增加其它電路情況下，提供各種不同的參考電壓電路。

本發明之又一目的，在於提供一種由金氧半場電晶體臨界電壓與熱效應電壓所組成之參考電壓電路，其不同於以往的參考電壓電路需在標準的 CMOS 製程中使用寄生雙載子電晶體，而是完全僅使用 CMOS 來設計完成。

本發明提供一種由金氧半場效電晶體臨界電壓與熱效應電壓所組成之參考電壓電路，其包含有一用以產生一與溫度成反比的臨界電壓 V_{TH} 的臨界電壓電路；一用以產生一與溫度成正比的熱效應電壓 V_t 的熱效應電壓電路；以及一耦合連接該臨界電壓電路與該熱效應電壓電路的電流加算電路，其係用以結合該臨界電壓 V_{TH} 與該熱效應電壓 V_t ，而輸出一與溫度無關的參考電壓。

茲為使 貴審查委員對本發明之目的、技術內容、特點及所達成之功效更有進一步之瞭解與認識，謹佐以較佳之實施例圖及配合詳細之說明，說明如後：

【實施方式】

本發明係有關一種由金氧半場效電晶體臨界電壓與熱效應電壓所組成之參考電壓電路。在本發明中，係使用較低的操作電壓與較小的晶片面積來產生穩定的輸出電壓。

請參閱第 1 圖，其係本發明之參考電壓電路方塊示意圖。由圖中可得之本發明之參考電壓僅與金氧半導體電晶體臨界電壓與熱效應電壓有關。本發明係利用一與溫度係數成反比關係的金氧半場效電晶體臨界電壓 V_{TH} 經過一放大器 K_1 後能與一經過一放大器 K_2 且與溫度係數成正比的熱效應電壓 V_t 互為補償，而消除因為溫度所引起的變化。進而，可藉由選擇為任何數值的放大器 K_3 ，來調整所輸出的參考電壓值，以獲得所需的參考電壓。其公式如下：

$$V_{REF} = (K_1 V_{TH} + K_2 V_t) K_3。$$

為了獲得與基體效應 (body effect) 無關的金氧半導體電晶體臨界電壓，電晶體的源極與基極相接在一起。因為在目前的 CMOS 製程中，基板係使用 p 型矽基板，因此，僅有 PMOS 的臨界電壓能夠擺脫基體效應。請參閱第 2 圖，其係本發明之一臨界電壓電路實施例電路示意圖。該臨界電壓電路 1 的輸出電壓係等於 $V_{out} = VDD - |V_{THP}|$ 。

反之，如果是使用 n 型基板，將使用 NMOS 的臨界電壓值。

在此電路中，將採 MVT4 與 MVT5 的寬度為其它場效應電晶體 (MVT1、MVT6、MVT7) 的 4 倍，同時 MVT2 與 MVT3 寬度則設為一樣。且由於 MVT1 與 MVT2 為電流鏡的關係，MVT3、MVT4、MVT5、MVT6 與 MVT7 所流經的電流將

會相等，因此可得到下列方程式 (1) 與 (2)，並將適當運算驗證得到方程式 (3)：

$$V_{SG,MVT4} = V_{SG,MVT5} \dots\dots\dots (1)$$

$$V_{SG,MVT6} = 2V_{SG,MVT4} - |V_{THP}| \dots\dots\dots (2)$$

$$V_{out} = VDD - V_{SG,MVT5} - V_{SG,MVT4} + V_{SG,MVT6} \dots\dots\dots (3)$$

將 (1) 與 (2) 代入 (3) 後，將可獲得 $V_{out} = VDD - |V_{THP}|$ 。

此時，如先前所述，為了消除基體效應對 V_{out} 的影響，場效應電晶體 MVT4 與 MVT6 的源極與基極被相接在一起。

最後，讓 V_{out} 經過一負回授電路 12，請參閱第 2 圖，經由此負回授電路，將可於電阻 R_{VTH} 上得到一與溫度負相關的電流，其關係式如下列方程式 (4) 所示。

$$I_{MMI} = V_{THP}/R_{VTH} \dots\dots\dots (4)。$$

請參閱第 3 圖，其為一種熱效應電壓電路的實施態樣電路圖。熱效應電壓電路 2 之圖中的 MQ1 與 MQ2 工作於弱反轉層區域，由於工作在弱反轉層的場校電晶體將會得到下列方程式 (5) 類似於雙載子電晶體的飽和區公式：

$$I_D = I_0 \exp\left(\frac{V_{GS}}{nV_t}\right) \dots\dots\dots (5)$$

因此，可以利用此一特性取代雙載子電晶體，並利用 V_t 對溫度為正相關的特性來產生對溫度效應為正相關之電流： I_{MM5} 與 I_{MM6} 。除此之外，令

MQ1 與 MQ2 的寬度比為 k ，由下列方程式 (6) 可得知，藉由適當的改變 MQ1 與 MQ2 的寬度比，將可改變此電流對溫度的相關程度。

$$I_{MM6} = I_{MM5} = \frac{nV_t(\ln k)}{R_b} \dots\dots\dots (6)$$

請參閱第 4 圖，其係藉由一電流加算電路 3，將臨界電壓電路 1 與熱效應電壓電路 2 耦合連接，以結合該臨界電壓 V_{TH} 與該熱效應電壓 V_t ，以輸出一與溫度無關之參考電壓電路的示意圖。由第 4 圖可清楚的得知，同時將熱效應電壓電路 2 所產生的電流使用鏡射的原理複製合併臨界電壓電路 1，會於輸出點得到穩定參考電壓，此電壓將不會因為溫度等外在環境改變而飄移，同時，在設計過程中，可藉由調整電阻 R_{out} 的值來獲得所需要的參考電壓，如下列方程式 (7) 所示。

$$V_{out} = \left(\frac{V_{THp}}{R_{VTH}} + \frac{nV_t(\ln k)}{R_b} \right) R_{out} \dots\dots\dots (7)$$

綜上所述，本發明為一種由金氧半場效電晶體臨界電壓與熱效應電壓所組成之參考電壓電路，其並無使用任何的雙載子電晶體，因此能夠有效的降低參考電壓電路所需矽基板的面積，並進而有效的節省製程所需的成本，更者，本發明所產生之參考電壓不受溫度係數的影響，並且能再不需增設其它電路的情況下，提供不同能階的參考電路。

惟以上所述者，僅為本發明一較佳實施例而已，並非用來限定本發明實施之範圍，故舉凡依本發明申請專利範圍所述之形狀、構造、特徵及精神所為之均等變化與修飾，均應包括於本發明之申請專利範圍內。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係本發明之參考電壓電路方塊示意圖。

第 2 圖係本發明之一臨界電壓電路實施例電路示意圖。

第 3 圖係本發明之為熱效應電壓電路的電路圖。

第 4 圖係本發明之係藉由一電流加算電路將臨界電壓電路與熱效應電壓電路耦合連接示意圖。

【主要元件符號說明】

1 臨界電壓電路

12 負回授電路

2 熱效應電壓電路

3 電流加算電路

十、申請專利範圍：

1. 一種由金氧半場效電晶體臨界電壓與熱效應電壓所組成之參考電壓電路，其包含有：

一臨界電壓電路，其係用以產生一與溫度成反比的臨界電壓 V_{TH} ；

一熱效應電壓電路，其係用以產生一與溫度成正比的熱效應電壓 V_t ；

以及

一電流加算電路，其係耦合連接該臨界電壓電路與該熱效應電壓電路，以結合該臨界電壓 V_{TH} 與該熱效應電壓 V_t ，而輸出一與溫度無關的參考電壓。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之由金氧半場效電晶體臨界電壓與熱效應電壓所組成之參考電壓電路，其中該臨界電壓 V_{TH} 與該熱效應電壓 V_t 恰可補償彼此間的溫度係數。

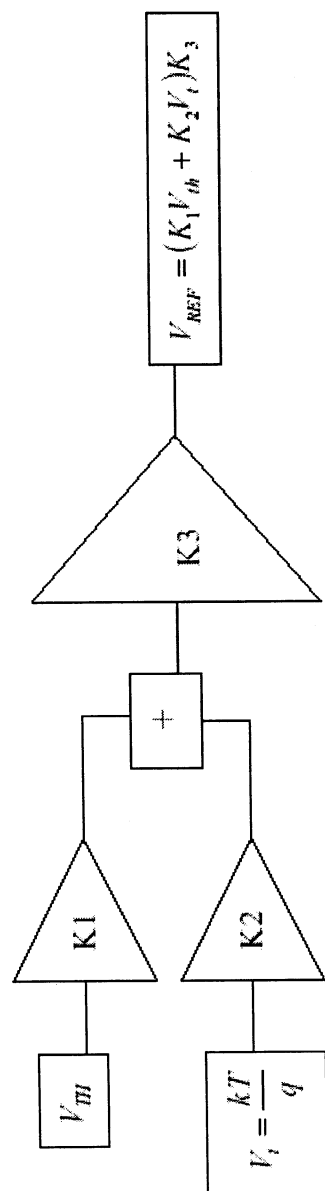
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之由金氧半場效電晶體臨界電壓與熱效應電壓所組成之參考電壓電路，其中該臨界電壓 V_{TH} 將經過一放大器 K_1 ，且該熱效應電壓 V_t 將經過一放大器 K_2 ，而該經過一放大器 K_1 後的輸出電壓 V_{TH} 與經過一放大器 K_2 的輸出電壓 V_t 恰可補償彼此間的溫度係數。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述之由金氧半場效電晶體臨界電壓與熱效應電壓所組成之參考電壓電路，其中該熱效應電壓電路連接有一放大器 K_3 ，來對輸出值進行調整，以形成一可調整之參考電壓 V_{REF} 。

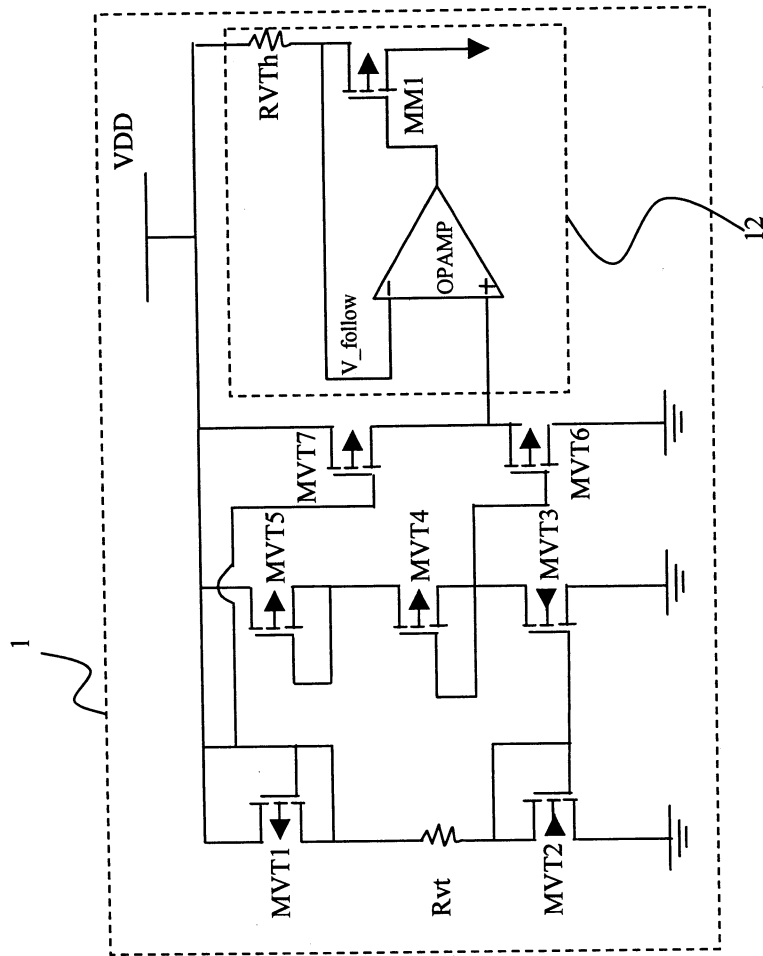
5. 如申請專利範圍第 4 項所述之由金氧半場效電晶體臨界電壓與熱效應電壓所組成之參考電壓電路，其中該參考電壓 V_{REF} 之值係由下式組成：

$$V_{REF} = (K_1 V_{TH} + K_2 V_t) K_3。$$

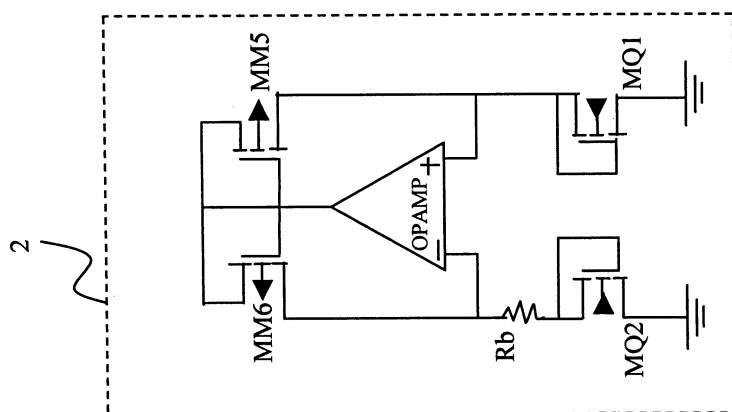
6. 如申請專利範圍第 1 項所述之由金氧半場效電晶體臨界電壓與熱效應電壓所組成之參考電壓電路，其更可包含有一與該臨界電壓電路相連接的負迴授電路，以產生一與溫度係數成反比的電流。



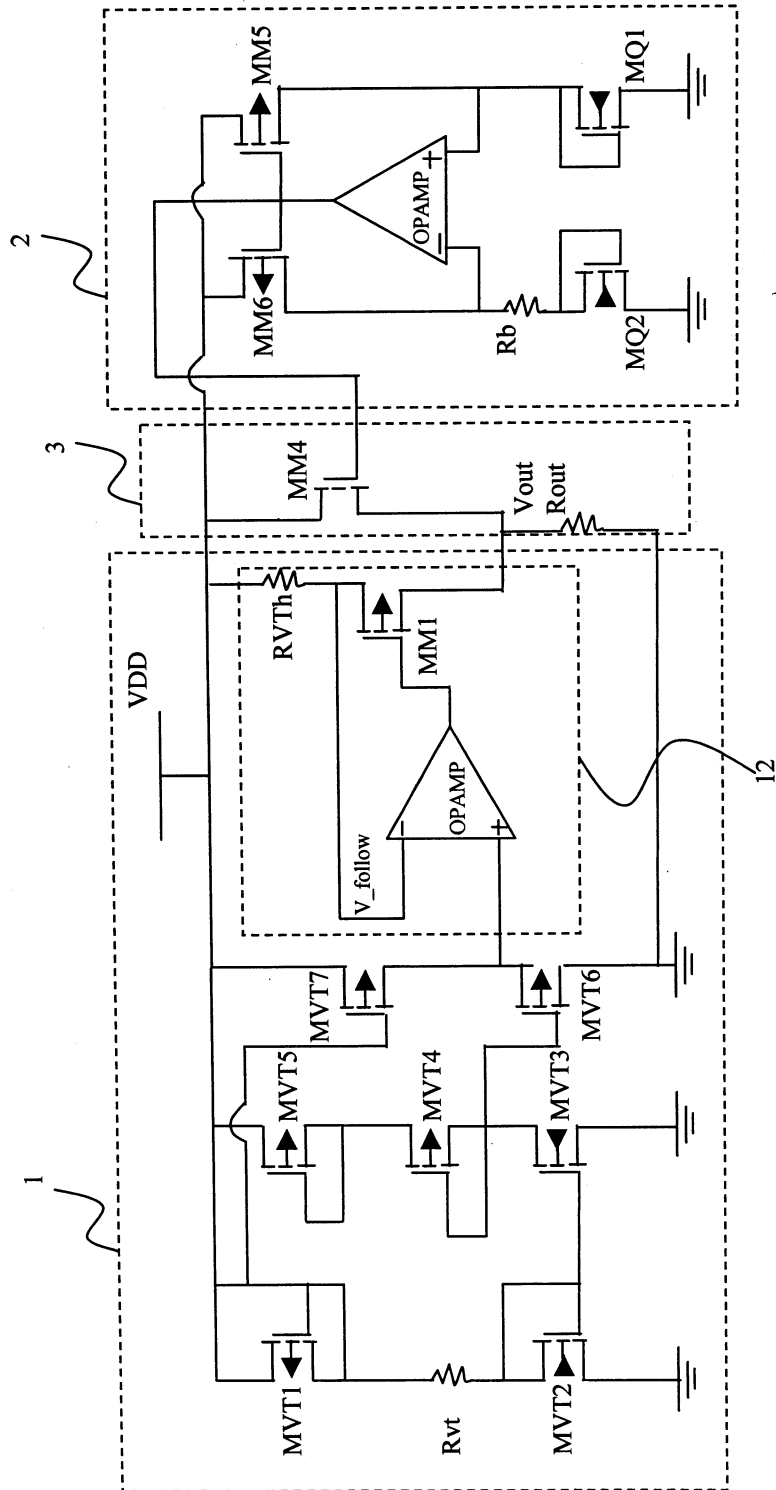
第1圖



第2圖



第3圖



第4圖