



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I395087B1

(45) 公告日：中華民國 102 (2013) 年 05 月 01 日

(21) 申請案號：098137076

(22) 申請日：中華民國 98 (2009) 年 11 月 02 日

(51) Int. Cl. : G05F3/02 (2006.01)

H03B5/24 (2006.01)

(71) 申請人：奇景光電股份有限公司 (中華民國) HIMAX TECHNOLOGIES LIMITED (TW)
臺南市新市區紫棟路 26 號

(72) 發明人：翁盟智 WENG, MENG CHIH (TW)

(74) 代理人：洪澄文；顏錦順

(56) 參考文獻：

TW 200713831A

TW 200715091A

US 5748044

US 7463101B2

審查人員：林明立

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：7 共 0 頁

(54) 名稱

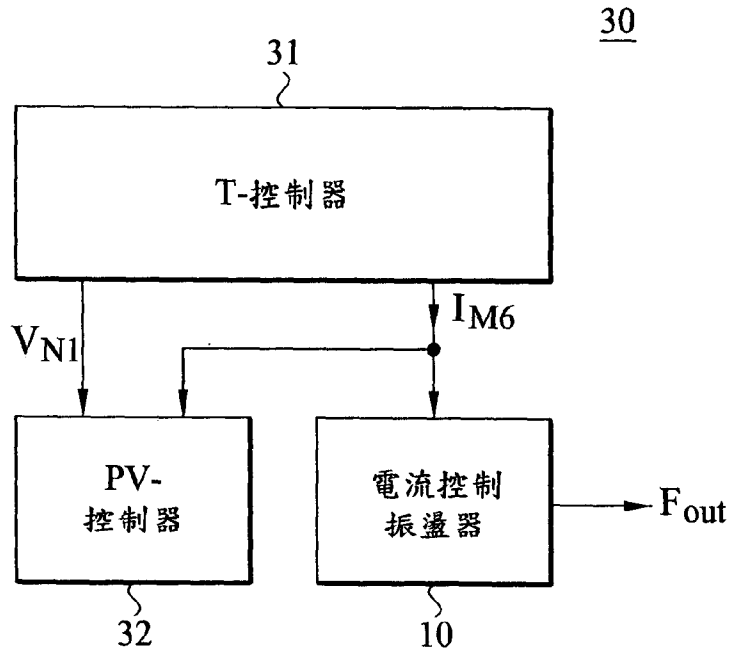
與製程－電壓－溫度 (P V T) 無關的電流控制振盪器

PVT-INDEPENDENT CURRENT-CONTROLLED OSCILLATOR

(57) 摘要

本發明提供與製程-電壓-溫度(PVT)無關的電流控制振盪器，包括：製程和電壓控制器(PV-控制器)、電流控制振盪器以及溫度控制器(T-控制器)。電流控制振盪器耦接至 PV-控制器，用以輸出振盪頻率。T-控制器耦接至 PV-控制器和電流控制振盪器，用以提供總電流予 PV-控制器和電流控制振盪器一同共享，其中若電流控制振盪器因製程變動而使振盪頻率高於既定頻率時，則 PV-控制器藉由增加 PV-控制器的電流，減少電流控制振盪器的電流，並且若電流控制振盪器因製程變動而使振盪頻率低於既定頻率時，則 PV-控制器藉由減少 PV-控制器的電流，增加電流控制振盪器的電流，藉此動態地調整上述振盪頻率。

The invention discloses a PVT-independent current-controlled oscillator, including a PV-controller, a current-controlled oscillator and a T-controller. The current-controlled oscillator is coupled to the PV-controller and outputs an oscillation frequency. The T-controller is coupled to the PV-controller and the current-controlled oscillator, providing a total current to be shared by the PV-controller and the current-controlled oscillator, wherein the PV-controller decreases the shared current of the current-controlled oscillator by increasing the shared current of the PV-controller if the oscillation frequency is higher than a predetermined frequency due to a process variation of the current-controlled oscillator, and increases the shared current of the current-controlled oscillator by decreasing the shared current of the PV-controller if the oscillation frequency is lower than the predetermined frequency due to the process variation of the current-controlled oscillator, thereby dynamically adjusting the oscillation frequency.



- 10 . . . 電流控制振盪器
- F_{out} . . . 振盪頻率
- 30 . . . 電流控制振盪器
- 31 . . . T-控制器
- 32 . . . PV-控制器
- V_{N1} . . . 電壓
- I_{M6} . . . 電流

第 3 圖

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：

98137076

※申請日：

98.11.2

※IPC 分類：

G05F3/02 (2006.01)H03B5/14 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

與製程-電壓-溫度(PVT)無關的電流控制振盪器/
PVT-Independent Current-controlled Oscillator

二、中文發明摘要：

本發明提供與製程-電壓-溫度(PVT)無關的電流控制振盪器，包括：製程和電壓控制器(PV-控制器)、電流控制振盪器以及溫度控制器(T-控制器)。電流控制振盪器耦接至PV-控制器，用以輸出振盪頻率。T-控制器耦接至PV-控制器和電流控制振盪器，用以提供總電流予PV-控制器和電流控制振盪器一同共享，其中若電流控制振盪器因製程變動而使振盪頻率高於既定頻率時，則PV-控制器藉由增加PV-控制器的電流，減少電流控制振盪器的電流，並且若電流控制振盪器因製程變動而使振盪頻率低於既定頻率時，則PV-控制器藉由減少PV-控制器的電流，增加電流控制振盪器的電流，藉此動態地調整上述振盪頻率。

三、英文發明摘要：

The invention discloses a PVT-independent current-controlled oscillator, including a PV-controller, a current-controlled oscillator and a T-controller. The current-controlled oscillator is coupled to the PV-controller and outputs an oscillation frequency. The T-controller is

coupled to the PV-controller and the current-controlled oscillator, providing a total current to be shared by the PV-controller and the current-controlled oscillator, wherein the PV-controller decreases the shared current of the current-controlled oscillator by increasing the shared current of the PV-controller if the oscillation frequency is higher than a predetermined frequency due to a process variation of the current-controlled oscillator, and increases the shared current of the current-controlled oscillator by decreasing the shared current of the PV-controller if the oscillation frequency is lower than the predetermined frequency due to the process variation of the current-controlled oscillator, thereby dynamically adjusting the oscillation frequency.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(3)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10~電流控制振盪器；

F_{out} ~振盪頻率；

30~電流控制振盪器；

31~T-控制器；

32~PV-控制器；

V_{N1} ~電壓；

I_{M6} ~電流。

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無。

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於電流控制振盪器 (current-controlled oscillator, CCO)，特別係有關於不會受到製程變動 (process variation)、供應電壓變動 (supply voltage variation) 和溫度漂移 (temperature deviation) 影響的電流控制振盪器。

【先前技術】

電流振盪器係為一種電子振盪器，其藉由控制電流而產生振盪頻率。然而，與多數電子元件類似，電流振盪器的效能通常受到多種因素的影響，例如製程變動、供應電壓變動和溫度漂移 (合稱為製程-電壓-溫度，文後簡寫為 PVT)。第 1 圖為顯示電流控制振盪器的圖示。在第 1 圖中，電流控制振盪器 10 用以產生振盪頻率 F_{out} ，其中振盪頻率 F_{out} 由電流源 I_c 所控制。然而，雖然電流控制振盪器 10 具有固定的電流源 I_c ，但其輸出的振盪頻率 F_{out} 還是會受到製程電壓溫度的影響而變動。

第 2 圖描繪電流控制振盪器的特徵曲線。在第 2 圖很清楚地顯示，電流控制振盪器 10 輸出的振盪頻率 F_{out} 與溫度成反比，對於理想的電流控制振盪器而言，上述現象並不樂見。

【發明內容】

本發明之一實施例提供一種與製程-電壓-溫度 (PVT)

無關的電流控制振盪器，包括：製程和電壓控制器、電流控制振盪器以及溫度控制器。電流控制振盪器耦接至製程和電壓控制器，用以輸出振盪頻率。溫度控制器耦接至製程和電壓控制器和電流控制振盪器，用以提供總電流予製程和電壓控制器和電流控制振盪器一同共享，其中若電流控制振盪器因製程變動而使振盪頻率高於既定頻率時，則製程和電壓控制器藉由增加製程和電壓控制器的電流，減少電流控制振盪器的電流，並且若電流控制振盪器因製程變動而使振盪頻率低於既定頻率時，則製程和電壓控制器藉由減少控制器的電流，增加電流控制振盪器的電流，藉此動態地調整上述振盪頻率。

【實施方式】

下述實施例用以實現本發明最佳模式。實施例用以說明本發明之一般性概念，並非用以限定本發明，本發明的範圍當視所附之申請專利範圍而定。

第 3 圖為本發明之一實施例，其描繪與製程電壓溫度無關的一種電流控制振盪器 30。與製程電壓溫度無關的電流控制振盪器 30 包括溫度控制器 31(文後簡寫為 T-控制器 31)、製程和電壓控制器 32(文後簡寫為 PV-控制器 32)以及電流控制振盪器 10。T-控制器 31 除了提供電壓 V_{N1} 至 PV-控制器 32，也提供電流 I_{M6} 給 PV-控制器 32 和電流控制振盪器 10 一同共享。此外，T-控制器 31 用以避免電流控制振盪器 10 受到溫度漂移的影響，且 PV-控制器 32 用

以避免電流控制振盪器 10 受到製程和供應電壓變動的影響，因此使得電流控制振盪器 10 輸出的振盪頻率 F_{out} 能夠不被製程變動、供應電壓變動和溫度飄移影響。

第 4 圖所示之電路圖係為本發明中 T-控制器之一實施例。T-控制器 31 包括能帶隙參考電路 (bandgap circuit) 310、第一調節器電路 312、PMOS 電晶體對 314 以及第二調節器電路 316。能帶隙參考電路 310 產生不被 PVT 影響的第一能帶隙參考電壓 V_{N1} 、反比於溫度的第二能帶隙參考電壓 V_{N4} (溫度越高，第二能帶隙參考電壓 V_{N4} 越低) 以及能帶隙參考電流 I_{N1} 。第一調節器電路 312 包括運算放大器、PMOS 電晶體 M_2 ，以及電阻器 R_1 。運算放大器具有第一輸入端、第二輸入端，以及輸出端。第一輸入端接收第二能帶隙參考電壓 V_{N4} 。第二輸入端耦接至電阻器 R_1 的一端和 PMOS 電晶體 M_2 的汲極。運算放大器的輸出端耦接至 PMOS 電晶體 M_2 的閘極。PMOS 電晶體 M_2 的源極耦接至電源供應端。電阻器 R_1 的另一端耦接至接地端。PMOS 電晶體對 314 具有 PMOS 電晶體 M_4 和 PMOS 電晶體 M_3 。PMOS 電晶體 M_4 具有閘極耦接至能帶隙參考電路 310 之 PMOS 電晶體 M_1 的閘極，PMOS 電晶體 M_4 的源極耦接至電源供應端，以及汲極。PMOS 電晶體 M_3 具有閘極耦接至第一調節器電路 312 之 PMOS 電晶體 M_2 的閘極，PMOS 電晶體 M_3 的源極耦接至電源供應端，以及汲極耦接至 PMOS 電晶體 M_4 的汲極。第二調節器電路 316 包括電阻器 R_2 、運算放大器、PMOS 電晶體 M_5 、PMOS 電晶體 M_6 ，以及外部的電阻器 R_{ext} 。電阻器 R_2 具有第一端耦接至 PMOS

電晶體對 314，以及第二端耦接至接地端。運算放大器具有第一輸入端耦接至電阻器 R_2 的第一端、第二輸入端，以及輸出端。PMOS 電晶體 M_5 具有閘極耦接至運算放大器的輸出端、源極耦接至電源供應端，以及汲極耦接至運算放大器的第二輸入端。PMOS 電晶體 M_6 具有閘極耦接至 PMOS 電晶體 M_5 的閘極、源極耦接至電源供應端，以及汲極耦接至電流控制振盪器 10 和 PV-控制器 32。高精度之外部的電阻器 R_{ext} 耦接於 PMOS 電晶體 M_5 的汲極和接地端之間。

在能帶隙參考電路 310 中，若電壓 V_{N2} 等於第二能帶隙參考電壓 V_{N4} ，則應滿足下列方程式：

$$I_{MA} \cdot R_A + V_{EB1} = V_{EB2}$$

因此，

$$I_{MA} \cdot R_A = V_{EB1} - V_{EB2}$$

其中，

$$V_{BE1} = V_T \ln \frac{n \cdot I_{MA}}{I_{S1}},$$

$$V_{BE2} = V_T \ln \frac{I_{N1}}{I_{S2}}$$

所以，

$$I_{MA} \cdot R_A = V_T \ln(n)。$$

根據上述推導，若三個 MOS 電晶體 M_A 、 M_B 和 M_1 均相同，則：

$$V_{N1} = \left(\frac{V_T \ln(n)}{R_A} \right) \cdot R_B + V_{EB3}$$

其中，能帶隙參考電流 I_{N1} 為 $(V_T \ln(n)/R_A)$ ，且與溫度成正比。因為 PMOS 電晶體 M_1 的閘極連接於 PMOS 電晶

體 M_4 的閘極，且 PMOS 電晶體 M_1 的源極連接於 PMOS 電晶體 M_4 的源極，所以 PMOS 電晶體 M_4 上的電流 I_{M4} 是能帶隙參考電流 I_{N1} 之鏡射電流。鏡射的電流 I_{M4} 不一定等於能帶隙參考電流 I_{N1} ，需視 PMOS 電晶體 M_1 和 M_4 的寬長比(length-to-width ratio)而定。在此處，因為能帶隙參考電流 I_{N1} 與溫度成正比，所以電流 I_{M4} 亦與溫度成正比。此外，第一調節器電路 312 接收第二能帶隙參考電壓 V_{N4} 並產生調節器電流 I_{R1} ，其中調節器電流 I_{R1} 等於第二能帶隙參考電壓 V_{N4} 除以電阻器 R_1 (即 V_{N4}/R_1)。因為 PMOS 電晶體 M_2 的閘極連接於 PMOS 電晶體 M_3 的閘極，且 PMOS 電晶體 M_2 的源極亦連接於 PMOS 電晶體 M_3 的源極，所以 PMOS 電晶體 M_3 上的電流 I_{M3} 是調節器電流 I_{R1} 的鏡射電流。鏡射的電流 I_{M3} 不一定等於調節器電流 I_{R1} ，需視 PMOS 電晶體 M_2 和 M_3 的寬長比而定。在此處，因為第二能帶隙參考電壓 V_{N4} 與溫度成反比，所以電流 I_{M3} 亦與溫度成反比。電流 I_{M3} 和 I_{M4} 形成一暫時總電流 I_{temp} 。暫時總電流 I_{temp} 用以補償電流控制振盪器 10 之非理想的溫度效應。舉例而言，藉由合適地選擇電阻器 R_1 的數值，當電流控制振盪器 10 的振盪頻率隨著溫度增加而減少時(如第 2 圖所示)，暫時總電流 I_{temp} 會隨之增加，因此能夠提供更大的電流 I_{M6} 至電流控制振盪器 10(原因如後詳述)。因為提供了更大的電流，所以電流控制振盪器 10 的振盪頻率也更高，溫度飄移造成的共振頻率的降低藉此得到補償。

然而，由於電阻器的公差(tolerance)(電阻器的公差可能高達 20%)，暫時總電流 I_{temp} 可能隨之變動。有鑒於此，

故在第二調節器電路 316 中使用高精度的外部的電阻器 R_{ext} ，如下所述。

第二調節器電路 316 由 PMOS 電晶體對 314 接收暫時總電流 I_{temp} ，並在運算放大器的輸入端產生電壓 V_{R2} 。因此，在外部的電阻器 R_{ext} 上會產生等於電壓 V_{R2} 的電壓 $V_{R_{\text{ext}}}$ 。因為外部的電阻器 R_{ext} 為高精度的電阻器 (high-precision resistor)，具有極小的誤差，所以在外部的電阻器 R_{ext} 上的電流 $I_{R_{\text{ext}}}$ 的變動也很小。此外，因為 PMOS 電晶體 M_5 的閘極亦連接於 PMOS 電晶體 M_6 的閘極，且 PMOS 電晶體 M_5 的源極亦連接於 PMOS 電晶體 M_6 的源極，所以 PMOS 電晶體 M_6 上的電流 I_{M6} 是電流 $I_{R_{\text{ext}}}$ 的鏡射電流。鏡射的電流 I_{M6} 不一定等於電流 $I_{R_{\text{ext}}}$ ，需視 PMOS 電晶體 M_5 和 M_6 的寬長比而定。電流 I_{M6} 是最終輸出的輸出電流，並且由電流控制振盪器 10 與 PV-控制器 32 一同共享。

目前為止已經說明 T-控制器 31 如何避免受到溫度漂移的影響。接下來的實施例將說明 PV-控制器 32 如何避免受到製程和供應電壓變動的影響。

第 5A 圖所示之電路圖為本發明中 PV-控制器之一實施例。PV 控制器 32 包括第三調節器電路 320 和調整電路 322。第三調節器電路 320 包括運算放大器、PMOS 電晶體，以及電阻器 R_3 。運算放大器具有第一輸入端以接收第一能帶隙參考電壓 V_{N1} 、第二輸入端，以及輸出端。PMOS 電晶體具有閘極耦接至運算放大器的輸出、源極耦接至電源供應端，以及汲極耦接至運算放大器的第二輸入端。電阻器

R_3 耦接於 PMOS 電晶體的汲極與接地端間。如第 5A 圖所示，調整電路 322 包括 PMOS 電晶體 M_7 、NMOS 電晶體 M_8 ，以及電流鏡。PMOS 電晶體 M_7 具有源極耦接至第一能帶隙參考電壓 V_{N1} ，以及閘極耦接至電阻器 R_3 。電流鏡耦接至 PMOS 電晶體 M_7 。NMOS 電晶體 M_8 具有汲極耦接至電流 I_{M6} 流經的節點 N_X 、閘極耦接至電阻器 R_3 ，以及源極耦接至接地端。

調整電路 322 的元件需視電流控制振盪器 10 內元件的形式而定。具體而言，電流控制振盪器 10 可能僅包括 PMOS 或 NMOS 電晶體，或同時包括 PMOS 和 NMOS 電晶體。如第 5B 圖所示，若電流控制振盪器 10 僅包括 PMOS 電晶體，則調整電路 322 必須包括相應的 PMOS 電晶體 M_7 。如第 5C 圖所示，若電流控制振盪器 10 僅包括 NMOS 電晶體，則調整電路 322 必須包括相應的 NMOS 電晶體 M_8 。如第 5A 圖所示，類似地，若電流控制振盪器 10 同時包括 PMOS 和 NMOS 電晶體，則調整電路 322 必須同時包括相應的 PMOS 和 NMOS 電晶體 M_7 和 M_8 。參考第 5A 圖，PV-控制器 32 接受由 T-控制器 31 提供的第一能帶隙參考電壓 V_{N1} 。因為第一能帶隙參考電壓 V_{N1} 不會被 PVT 和電阻器公差所影響，所以第一能帶隙參考電壓 V_{N1} 除以電阻器 R_3 也不會被 PVT 和公差所影響。這提供了穩定的電壓差於 PMOS 電晶體 M_7 的閘極和源極間(即 V_{SG})。因此，PMOS 電晶體 M_7 上的電流 I_{M7} 便不會受到供應電源變動的影響(若 PMOS 電晶體 M_7 連接至作為供應電源的一個供應電壓，則 PMOS 電晶體 M_7 上的電流會受到供應電壓變動的

影響)。根據相同的原理，介於 NMOS 電晶體 M_8 閘極和源極間的電壓差(即 V_{GS})也是穩定的。

因此，上述即為 PV-控制器 32 如何避免電流控制振盪器 10 受到供應電壓變動的影響。接著的實施例將說明 PV-控制器 32 如何避免電流控制振盪器 32 受到製程變動的影響。考慮以下公式：

$$\text{對 PMOS 電晶體 } M_7 \text{ 而言， } I_{M7} = \mu_p C_{ox} \left(\frac{W}{L}\right) (V_{SG7} - |V_{TH7}|)^2$$

$$\text{對 NMOS 電晶體 } M_8 \text{ 而言， } I_{M8} = \mu_n C_{ox} \left(\frac{W}{L}\right) (V_{GS8} - |V_{TH8}|)^2$$

根據第 5A 圖的電路，PMOS 和 NMOS 電晶體 M_7 和 M_8 的閘源電壓(V_{GS})不會被 PVT 和電阻器公差所影響。因此，電流 I_{M7} 和 I_{M8} 與其臨界電壓(V_{TH})有關。臨界電壓的大小與 MOS 電晶體的製程變動有關。當製程邊界 F (corner=F) 的製程變動造成電流控制振盪器 10 的振盪頻率高於既定頻率(頻率變動)時，電流 I_{M7}/I_{M8} 也會比較大。這是因為製程邊界 F 的製程變動代表臨界電壓 V_{TH} 比較小，而比較小的臨界電壓 V_{TH} 造成比較大的電流 I_{M7}/I_{M8} ，其中電流 I_{M7}/I_{M8} 是由電流 I_{M6} 的分支電流。由於由電流 I_{M6} 分支出來的電流 I_{M7}/I_{M8} 比較大，提供至電流控制振盪器 10 的電流也比較小，因而降低電流控制振盪器 10 的振盪頻率。因為 PV-控制器 32 和電流控制振盪器 10 均使用同型的 MOS 電晶體(P 型或 N 型電晶體)，所以在 PV-控制器 32 和電流控制振盪器 10 內電晶體的製程變動也都是在製程邊界 F。上述即為 PV-控制器 32 如何避免電流控制振盪器 32 受到製程變動之影響的說明。

雖然本發明以較佳實施例揭露如上，但並非用以限制本發明。相對地，習知技藝者應能知悉能夠將本發明的概念延伸推廣至多種變型與相似的設置。因此，申請專利範圍的範疇應以本發明之多種變型與相似的設置為考量依據。

【圖式簡單說明】

本發明能夠以實施例伴隨所附圖式而被理解，其中：

第 1 圖為電流控制振盪器的圖示；

第 2 圖為電流控制振盪器的特徵曲線；

第 3 圖為本發明實施例之與製程-電壓-溫度(PVT)無關的電流控制振盪器；

第 4 圖為本發明實施例之溫度控制器(T-控制器)的電路圖；

第 5A 圖為本發明實施例之製程和電壓控制器(PV-控制器)的完整電路圖；

第 5B 圖為本發明實施例部份之 PV-控制器的部份電路圖；

第 5C 圖為本發明另一實施例部份之 PV-控制器的部份電路圖。

【主要元件符號說明】

10~電流控制振盪器；

F_{out} ~振盪頻率；

V_{DD} ~供應電壓；

I_c ~電流源；

30~電流控制振盪器；

31~T-控制器；

32~PV-控制器；

N_x ~節點；

V_{N1} 、 V_{N2} 、 V_{N4} 、 V_{R2} 、 V_{Rext} ~電壓；

I_{M6} 、 I_{MA} 、 I_{N1} 、 I_{M3} 、 I_{M4} 、 I_{R1} 、 I_{M6} 、 I_{M7} 、 I_{M8} 、 $I_{R_{ext}}$ ~電
流；

R_A 、 R_B 、 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_{ext} ~電阻器；

310~能帶隙參考電路；

312~第一調節器電路；

314~PMOS 對；

316~第二調節器電路；

320~第三調節器電路；

322~調整電路；

Q_1 、 Q_2 、 Q_3 、 M_A 、 M_B 、 M_1 - M_8 ~電晶體。

七、申請專利範圍：

1. 一種與製程-電壓-溫度(PVT)無關的電流控制振盪器，包括：

一製程和電壓控制器，根據製程以及電壓而改變流經上述製程和電壓控制器的電流；

一電流控制振盪器，耦接至上述製程和電壓控制器，用以輸出一振盪頻率；以及

一溫度控制器，耦接至上述製程和電壓控制器和上述電流控制振盪器，用以提供一總電流予上述製程和電壓控制器和上述電流控制振盪器一同共享，並且根據溫度而改變流經上述溫度控制器的電流，其中

若上述電流控制振盪器因一製程變動而使上述振盪頻率高於一既定頻率時，則上述製程和電壓控制器藉由增加上述製程和電壓控制器的電流，減少上述電流控制振盪器的電流，並且

若上述電流控制振盪器因上述製程變動而使上述振盪頻率低於上述既定頻率時，則上述製程和電壓控制器藉由減少上述製程和電壓控制器的電流，增加上述電流控制振盪器的電流，藉此動態地調整上述振盪頻率。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之與製程-電壓-溫度(PVT)無關的電流控制振盪器，其中上述溫度控制器包括：

一能帶隙參考電路，用以產生一第一能帶隙參考電壓、一第二能帶隙參考電壓以及一能帶隙參考電流，其中上述第一能帶隙參考電壓用以產生上述能帶隙參考電流；

一第一調節器電路，用以根據上述第二能帶隙參考電

壓而產生一調節器電流；

一 PMOS 電晶體對，用以根據上述調節器電流和上述能帶隙參考電流而產生一暫時總電流；以及

一第二調節器電路，用以根據上述暫時總電流而產生上述總電流。

3.如申請專利範圍第 2 項所述之與製程-電壓-溫度 (PVT)無關的電流控制振盪器，其中上述製程和電壓控制器包括：

一第三調節器電路，用以接受上述第一能帶隙參考電壓，並將上述第一能帶隙參考電壓分成一分壓；以及

一調整電路，耦接至上述第三調節器電路，用以接收上述總電流，並根據上述分壓而調整上述製程和電壓控制器由上述總電流所分享到的電流大小。

4.如申請專利範圍第 3 項所述之與製程-電壓-溫度 (PVT)無關的電流控制振盪器，其中當上述電流控制振盪器係由 PMOS 電晶體所構成時，上述調整電路包括：

一第一 PMOS 電晶體，具有一源極耦接至上述第一能帶隙參考電壓，以及一閘極耦接至上述分壓；以及

一電流鏡，耦接至上述第一 PMOS 電晶體，其中

當上述第一 PMOS 電晶體的電流增加時，上述製程和電壓控制器由上述總電流所分享到的電流大小也增加；並且

當上述第一 PMOS 電晶體的電流減少時，上述製程和電壓控制器由上述總電流所分享到的電流大小也減少。

5.如申請專利範圍第 3 項所述之與製程-電壓-溫度

(PVT)無關的電流控制振盪器，其中當上述電流控制振盪器係由 NMOS 電晶體所構成時，上述調整電路包括：

一第一 NMOS 電晶體，具有一汲極耦接至上述總電流、一閘極耦接至上述分壓，以及一源極耦接至一接地端，其中

當上述第一 NMOS 電晶體的電流增加時，上述製程和電壓控制器由上述總電流所分享到的電流大小也增加；並且

當上述第一 NMOS 電晶體的電流減少時，上述製程和電壓控制器由上述總電流所分享到的電流大小也減少。

6.如申請專利範圍第 3 項所述之與製程-電壓-溫度(PVT)無關的電流控制振盪器，其中第三調節器電路包括：

一運算放大器，具有一第一輸入端用以接收上述第一能帶隙參考電壓、一第二輸入端，以及一輸出端；

一 PMOS 電晶體具有一閘極耦接至上述運算放大器的上述輸出端、一源極耦接至一電源供應端，以及一汲極耦接至上述第二輸入端；以及

一電阻器耦接於上述 PMOS 電晶體的汲極與一接地端間。

7.如申請專利範圍第 2 項所述之與製程-電壓-溫度(PVT)無關的電流控制振盪器，其中上述第一調節器電路包括：

一運算放大器，具有一第一輸入端用以接收上述第二能帶隙參考電壓、一第二輸入端，以及一輸出端；

一 PMOS 電晶體具有一閘極耦接至上述運算放大器的

上述輸出端、一源極耦接至一電源供應端，以及一汲極耦接至上述第二輸入端；以及

一電阻器耦接於上述 PMOS 電晶體的汲極與一接地端間，其中

上述第一調節器電流的大小等於上述第二能帶隙參考電壓除以上述電阻器的電阻值。

8.如申請專利範圍第 2 項所述之與製程-電壓-溫度 (PVT)無關的電流控制振盪器，其中上述 PMOS 電晶體對包括：

一第一 PMOS 電晶體，具有一第一閘極耦接至上述能帶隙參考電路、一第一源極耦接至一電源供應端，以及一第一汲極；以及

一第二 PMOS 電晶體，具有一第二閘極耦接至上述第一調節器電路、一第二源極耦接至上述電源供應端，以及一第二汲極耦接至上述第一汲極。

9.如申請專利範圍第 2 項所述之與製程-電壓-溫度 (PVT)無關的電流控制振盪器，其中上述第二調節器電路包括：

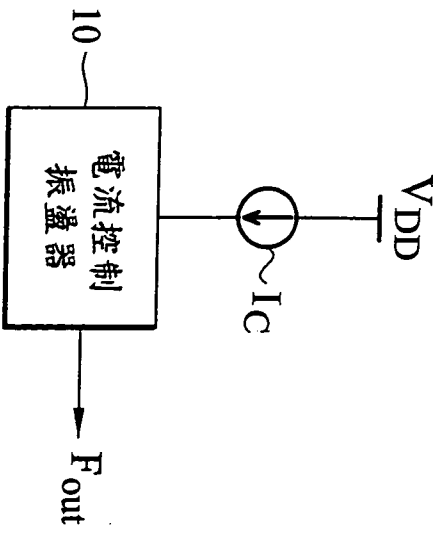
一電阻器，具有一第一端耦接至上述 PMOS 電晶體對，以及一第二端耦接至一接地端；

一運算放大器，具有一第一輸入端耦接至上述電阻器的上述第一端、一第二輸入端，以及一輸出端；

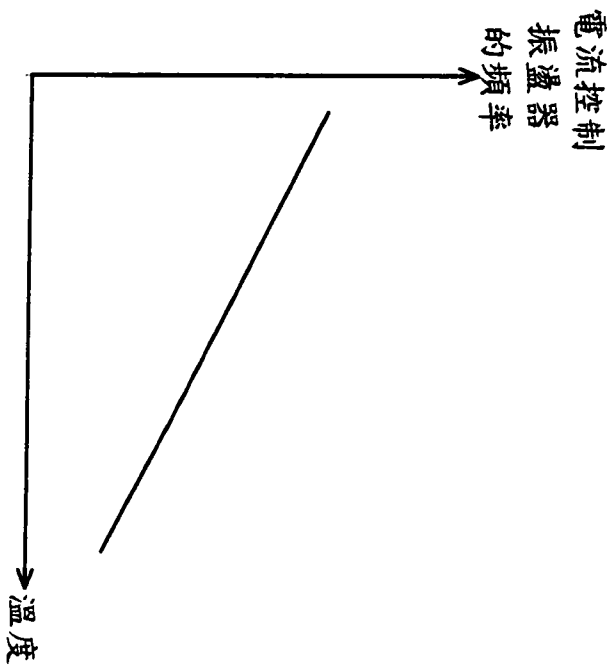
一第一 PMOS 電晶體，具有一第一閘極耦接至上述輸出端、一第一源極耦接至一電源供應端，以及一第一汲極耦接至上述第二輸入端；

一 第二 PMOS 電晶體，用以提供上述總電流，具有一第二閘極耦接至上述第一閘極、一第二源極耦接至上述電源供應端，以及一第二汲極耦接至上述電流控制振盪器和上述製程和電壓控制器；以及

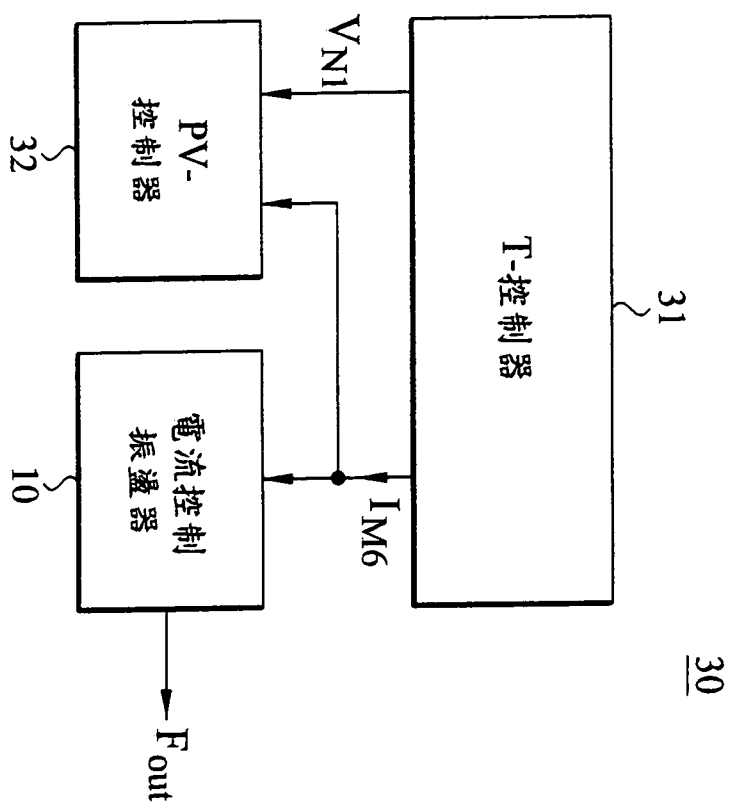
一 高精度的電阻器，耦接於上述第一汲極和上述接地端間。



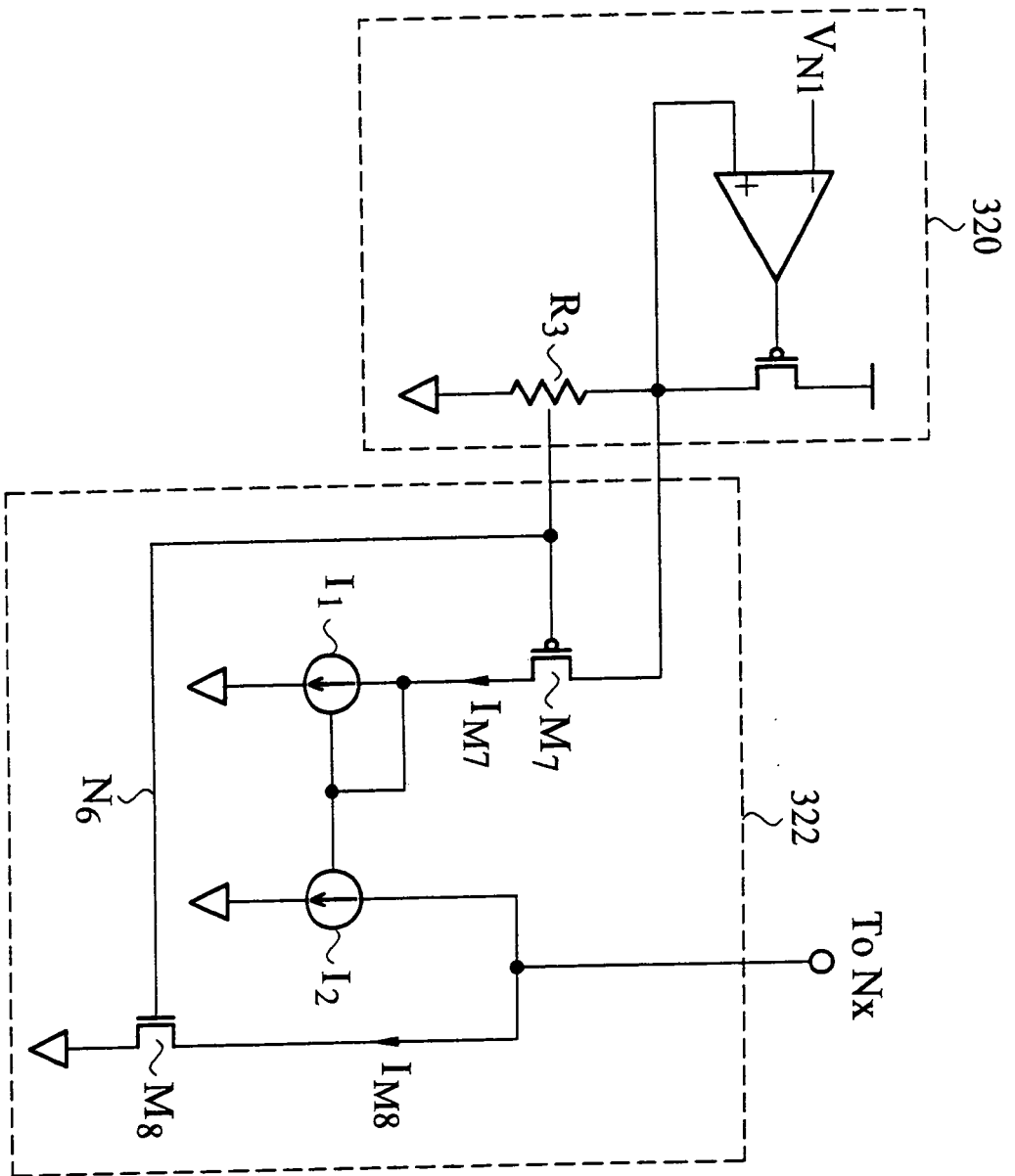
第 1 圖
先前技術



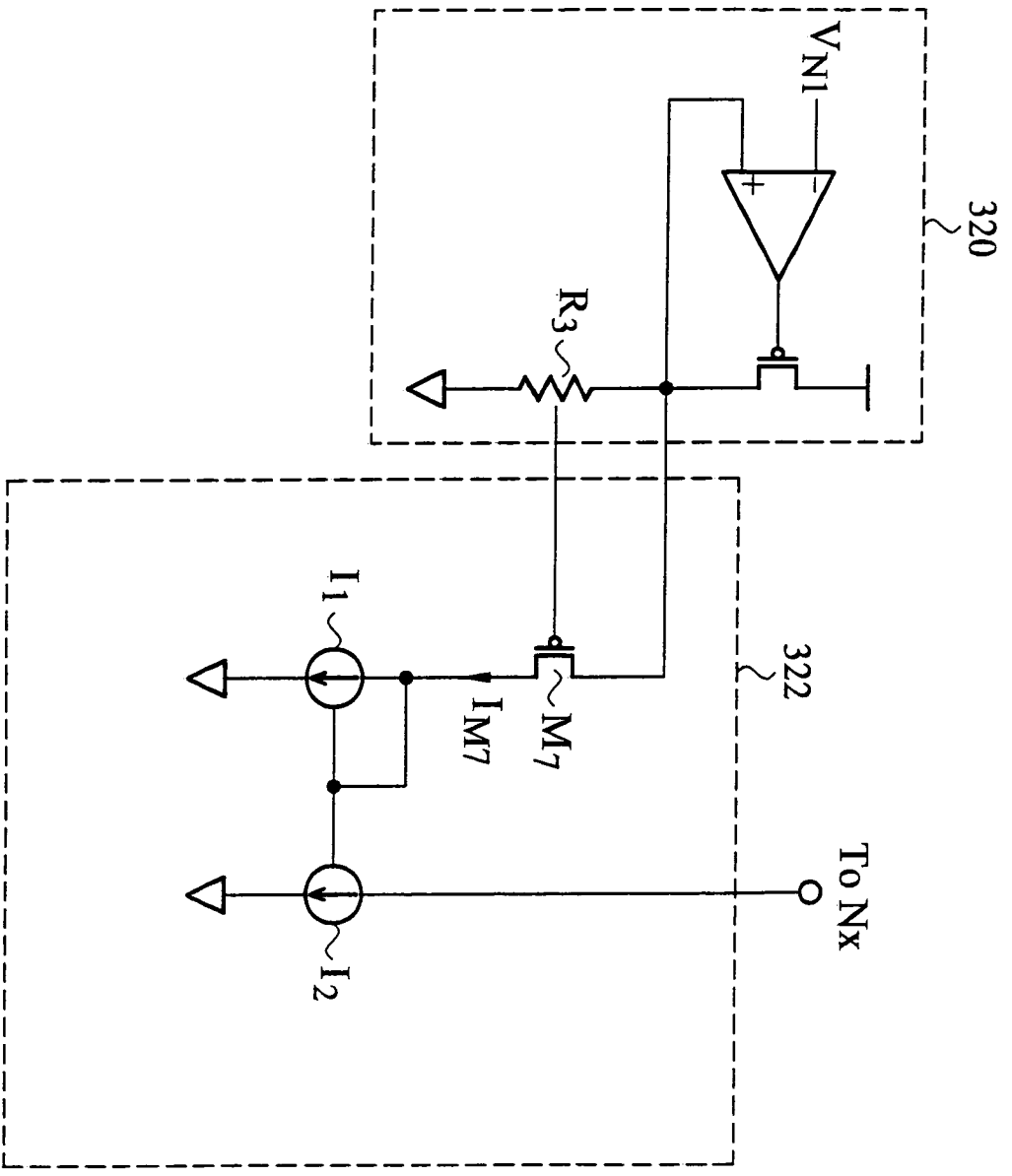
第 2 圖
先前技術



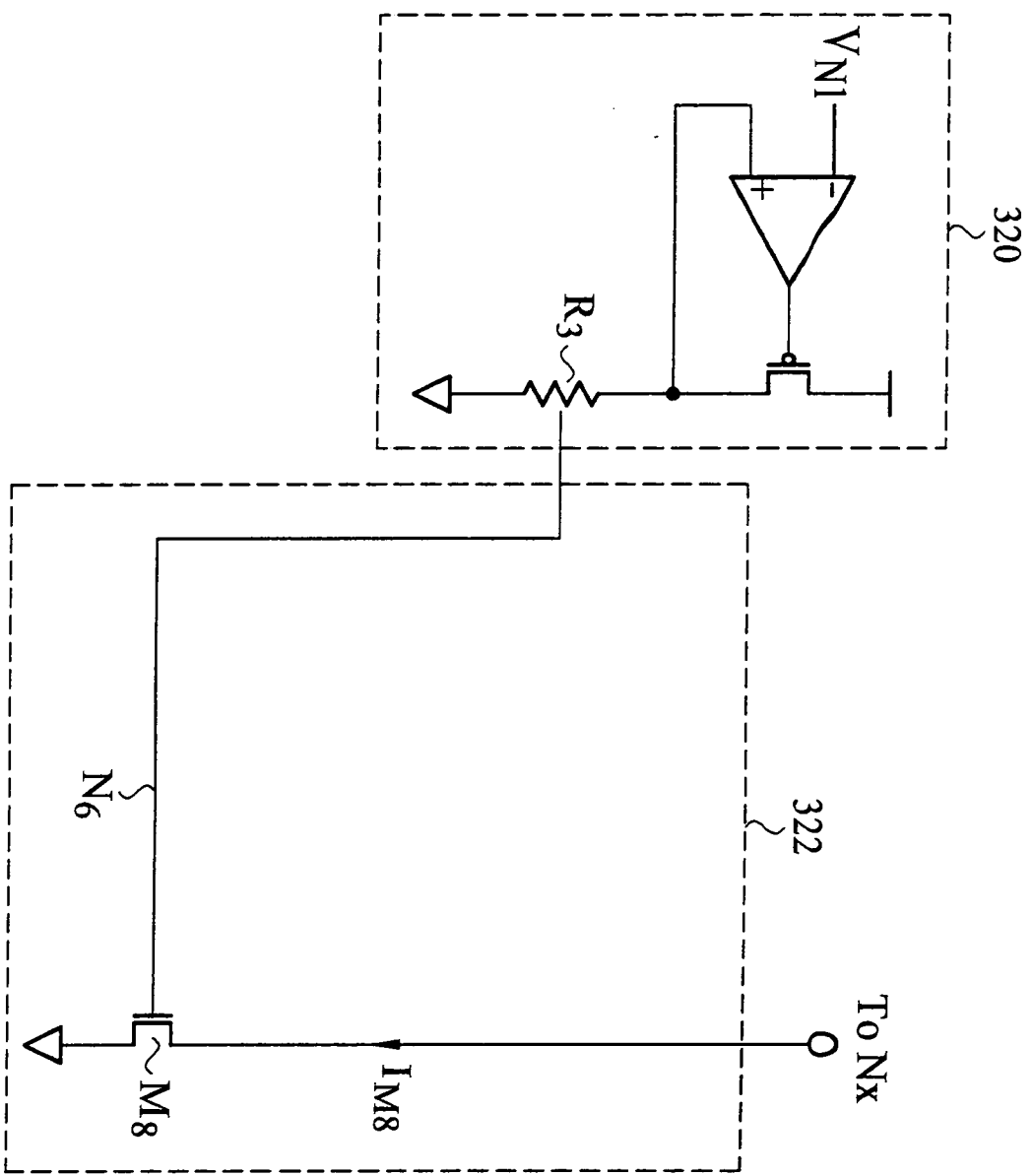
第 3 圖



第5A圖



第5B圖



第5C圖