



(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 201715326 A

(43) 公開日：中華民國 106 (2017) 年 05 月 01 日

(21) 申請案號：104140618

(22) 申請日：中華民國 104 (2015) 年 12 月 03 日

(51) Int. Cl. : G05F1/10 (2006.01)

(30) 優先權：2015/10/19 美國

14/887,287

(71) 申請人：聯詠科技股份有限公司 (中華民國) NOVATEK MICROELECTRONICS CORP.
(TW)

新竹縣創新一路 13 號 2 樓

(72) 發明人：胡敏弘 HU, MIN-HUNG (TW)；黃秋皇 HUANG, CHIU-HUANG (TW)；吳振聰
WU, CHEN-TSUNG (TW)；黃俊為 HUANG, JUIN-WEI (TW)；蘇品翰 SU, PIN-
HAN (TW)

(74) 代理人：葉璟宗；詹東穎；劉亞君

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：10 共 64 頁

(54) 名稱

具有經調節偏壓電流放大器的穩壓器

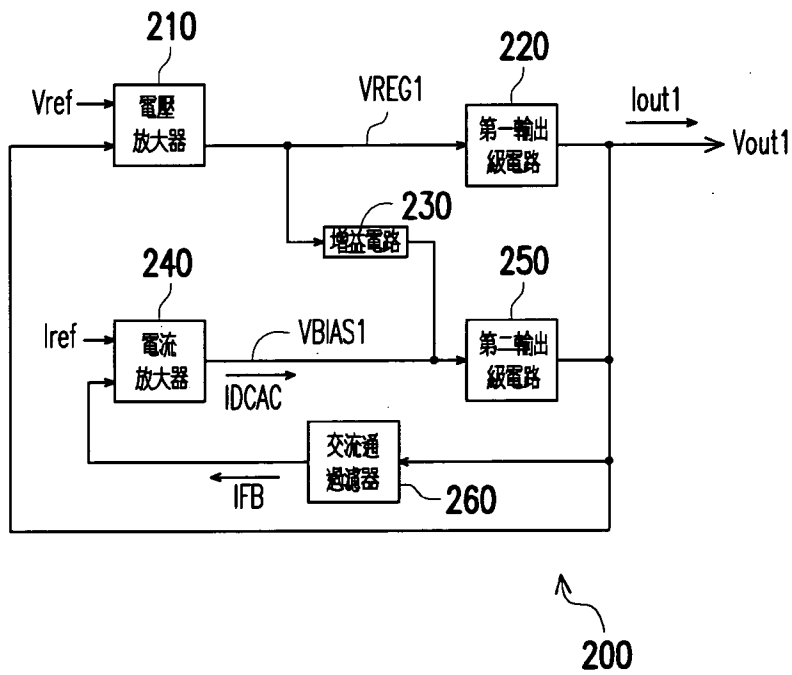
VOLTAGE REGULATOR WITH REGULATED-BIASED CURRENT AMPLIFIER

(57) 摘要

一種穩壓器，其包括電壓放大器、第一輸出級、交流通過濾器、電流放大器、第二輸出級以及增益電路。第一輸出級與第二輸出級的輸出端共同提供穩壓器的輸出電壓。電壓放大器的二輸入端分別接收參考電壓與輸出電壓。第一輸出級的輸入端耦接至電壓放大器的輸出端。電流放大器的二輸入端分別接收參考電流與輸出電壓的交流成份。第二輸出級的輸入端耦接至電流放大器的輸出端。增益電路的輸入端耦接至電壓放大器的輸出端。增益電路的輸出端耦接至第二輸出級的輸入端。

A voltage regulator including a voltage amplifier, a first output-stage, an AC-pass filter, a current amplifier, a second output-stage and a gain circuit is provided. Output terminals of the first and the second output-stages jointly provide the output voltage of the voltage regulator. Two input terminals of the voltage amplifier respectively receive a reference voltage and the output voltage. An input terminal of the first output-stage is coupled to an output terminal of the voltage amplifier. Two input terminals of the current amplifier respectively receive a reference current and the AC component of the output voltage. An input terminal of the second output-stage is coupled to an output terminal of the current amplifier. An input terminal of the gain circuit is coupled to the output terminal of the voltage amplifier. An output terminal of the gain circuit is coupled to the input terminal of the second output-stage.

指定代表圖：



【圖2】

符號簡單說明：

200 . . . 穩壓器

210 . . . 第一電壓放大器

220 . . . 第一輸出級電路

230 . . . 第一增益電路

240 . . . 第一電流放大器

250 . . . 第二輸出級電路

260 . . . 第一交流通過濾器

IDCAC、 I_{out1} . . . 輸出電流

IFB . . . 回授電流

Iref . . . 參考電流

VBIAS1 . . . 第一偏壓

Vout1 . . . 第一輸出電壓

Vref . . . 參考電壓

VREG1 . . . 偏壓電壓



201715326

【發明摘要】

申請日:

IPC分類: 104.12.03

【中文發明名稱】

G05F 1/10 (2006.01)

具有經調節偏壓電流放大器的穩壓器

【英文發明名稱】

VOLTAGE REGULATOR WITH REGULATED-BIASED CURRENT
AMPLIFIER

【中文】一種穩壓器，其包括電壓放大器、第一輸出級、交流通過濾器、電流放大器、第二輸出級以及增益電路。第一輸出級與第二輸出級的輸出端共同提供穩壓器的輸出電壓。電壓放大器的二輸入端分別接收參考電壓與輸出電壓。第一輸出級的輸入端耦接至電壓放大器的輸出端。電流放大器的二輸入端分別接收參考電流與輸出電壓的交流成份。第二輸出級的輸入端耦接至電流放大器的輸出端。增益電路的輸入端耦接至電壓放大器的輸出端。增益電路的輸出端耦接至第二輸出級的輸入端。

【英文】 A voltage regulator including a voltage amplifier, a first output-stage, an AC-pass filter, a current amplifier, a second output-stage and a gain circuit is provided. Output terminals of the first and the second output-stages jointly provide the output voltage of the voltage regulator. Two input terminals of the voltage amplifier respectively receive a reference voltage and the output

voltage. An input terminal of the first output-stage is coupled to an output terminal of the voltage amplifier. Two input terminals of the current amplifier respectively receive a reference current and the AC component of the output voltage. An input terminal of the second output-stage is coupled to an output terminal of the current amplifier. An input terminal of the gain circuit is coupled to the output terminal of the voltage amplifier. An output terminal of the gain circuit is coupled to the input terminal of the second output-stage.

【指定代表圖】圖2。

【代表圖之符號簡單說明】

200 : 穩壓器	IDCAC、Iout1 : 輸出電流
210 : 第一電壓放大器	IFB : 回授電流
220 : 第一輸出級電路	Iref : 參考電流
230 : 第一增益電路	VBIAS1 : 第一偏壓
240 : 第一電流放大器	Vout1 : 第一輸出電壓
250 : 第二輸出級電路	Vref : 參考電壓
260 : 第一交流通過濾器	VREG1 : 偏壓電壓

【發明說明書】

【中文發明名稱】

具有經調節偏壓電流放大器的穩壓器

【英文發明名稱】

VOLTAGE REGULATOR WITH REGULATED-BIASED CURRENT AMPLIFIER

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種穩壓器，且特別是有關於一種具有經調節偏壓電流放大器的穩壓器。

【先前技術】

【0002】 穩壓器 (voltage regulator) 為普遍的穩壓電路，利用回授迴路 (feedback loop) 來鎖定輸出電壓。圖 1 是說明習知穩壓器 110 與 120 使用於積體電路內部的示意圖。習知穩壓器 110 與 120 可以經由供電路徑 11 供電給負載電路 10 (例如數位電路或是其他功能電路)。圖 1 中電阻符號表示供電路徑 11 的寄生電阻。供電路徑 11 越長，則其寄生電阻的阻抗越大。負載電路 10 可能包含多個組件，而這些組件將從供電路徑 11 的不同節點存取 (或取用) 電能 (如圖 1 所示意)。為了降低峰值電流經由供電路徑 11 寄生電阻造成的電壓降 (voltage drop)，於圖 1 所示電路中，在供電路徑 11 左端置放一個穩壓器 110 以及穩壓電容 130，並且在供電路

徑 11 右端置放一個穩壓器 120 與穩壓電容 140。在積體電路中，電容 130 與 140 需要耗佔大量面積。由於電容 130 與 140 的電容值是有限制的，因此穩壓器必須具備極快的反應速度來抵消/補償峰值電流以穩定電壓 VDD1 與 VDD2。當負載電路 10 為數位電路時，負載電路 10 所消耗的負載電流會因為數位電路的高速運作而不斷劇烈變化，而負載電流的峰值電流 (peak current) 將會造成供電路徑 11 的電壓 (例如電壓 VDD1 與 VDD2) 的大幅度變化。因此穩壓器需要優異的反應速度來抵消/補償峰值電流進而穩定電壓。供電路徑 11 的穩定電壓可以確保數位電路 (負載電路 10) 的正常運作。然而，習知穩壓器 110 與 120 的反應速度可能會來不及抵消/補償峰值電流。

【0003】再者，當積體電路內部使用多組習知穩壓器供電給同一供電路徑 11 時，每組穩壓器的實際輸出電壓會因各自的偏移電壓 (offset voltage) 而產生差異。例如，假設圖 1 中習知穩壓器 110 的偏移電壓為 Vos1，而習知穩壓器 120 的偏移電壓為 Vos2。在對習知穩壓器 110 與 120 輸入相同的參考電壓 Vref 的情況下，習知穩壓器 110 與 120 的理想輸出電壓應為 $V_{ref} + Vos1$ 與 $V_{ref} + Vos2$ 。習知穩壓器 110 與 120 輸出的電壓 VDD1 與 VDD2 是響應於 (或相依於) 負載電路 10 的負載電流以及供電路徑 11 的寄生電阻。

【0004】當 $Vos1 > Vos2$ 且電晶體 Ma 可提供足夠電流使 $VDD1_{AVG} = V_{ref} + Vos1$ 時 (其中 $VDD1_{AVG}$ 表示電壓 VDD1 的平均)，此時習知穩壓器 110 可正常運作，但可能會造成 $VDD2_{AVG} > V_{ref} +$

V_{os2} (其中 $VDD2AVG$ 表示電壓 $VDD2$ 的平均)。 $VDD2AVG > V_{ref} + V_{os2}$ 將使習知穩壓器 120 的電晶體 M_b 為截止。此時，習知穩壓器 120 無法提供負載電路 10 的峰值電流，因此供電路徑 11 中距離習知穩壓器 110 最遠的節點會產生最大的電壓降，因而此節點將成為弱點 (weak point)。

【0005】 考慮另一種情況，當 $V_{os1} > V_{os2}$ 但電晶體 M_a 無法提供足夠電流而使 $VDD1AVG < V_{ref} + V_{os1}$ 時，此時習知穩壓器 120 可正常運作，但習知穩壓器 110 的電晶體 M_a 達到完全開啟 (fully-turn-on) 的狀態。此時因為電晶體 M_a 的閘極的控制電壓維持在系統電壓的最高值而不具備交流擺盪 (AC swing)，使得習知穩壓器 110 無法提供峰值電流給負載電路 10，因此供電路徑 11 中距離習知穩壓器 120 最遠的節點會產生最大的電壓降，因而此節點將成為弱點。

【0006】 負載電路 10 的耗電與峰值電流會隨著新功能的加入而不斷抬升，致使上述多穩壓器 (multi-regulator) 架構會因偏移電壓 (例如 V_{os1} 與 V_{os2}) 差異而無法使每組穩壓器同時高速運作。無法同時高速運作的穩壓器將無法有效提供負載電路 10 不同組件所需的峰值電流。因在供電路徑 11 中弱點 (weak point) 處電壓的瞬間下降而易使負載電路 10 容易發生操作異常。

【發明內容】

【0007】 本發明提供一種穩壓器，可以在負載電流急遽變化時，

產生對應電流以推動穩壓器的輸出級電路。

【0008】 本發明的實施例提供一種穩壓器，包括第一電壓放大器、第一輸出級電路、第一交流通過濾器、第一電流放大器、第二輸出級電路以及第一增益電路。第一電壓放大器的第一輸入端接收參考電壓。第一電壓放大器的第二輸入端耦接至穩壓器的第一輸出端以接收穩壓器的第一輸出電壓。第一輸出級電路的輸入端耦接至第一電壓放大器的輸出端。第一輸出級電路的輸出端耦接至穩壓器的第一輸出端。第一交流通過濾器的輸入端耦接至穩壓器的第一輸出端，以接收第一輸出電壓。第一交流通過濾器可以濾除第一輸出電壓的直流成份而輸出第一輸出電壓的交流成份。第一電流放大器的第一輸入端接收參考電流。第一電流放大器的第二輸入端耦接至第一交流通過濾器的輸出端，以接收第一輸出電壓的交流成份。第二輸出級電路的輸入端耦接至第一電流放大器的輸出端。第二輸出級電路的輸出端耦接至穩壓器的第一輸出端。第一增益電路的輸入端耦接至第一電壓放大器的輸出端。第一增益電路的輸出端耦接至第二輸出級電路的輸入端，以調節第一電流放大器所輸出的第一偏壓的直流準位。

【0009】 在本發明的一實施例中，上述的第一輸出級電路經配置以提供第一輸出電壓的直流成份，而第二輸出級電路經配置以提供第一輸出電壓的交流成份。

【0010】 在本發明的一實施例中，上述的第一電壓放大器包括運算放大器。

【0011】 在本發明的一實施例中，上述的第一輸出級電路包括電晶體。電晶體的第一端耦接系統電壓。電晶體的第二端耦接至第一輸出級電路的輸出端。電晶體的控制端耦接至第一輸出級電路的輸入端。

【0012】 在本發明的一實施例中，上述的第一交流通過濾器包括電容。電容的第一端耦接至第一交流通過濾器的輸入端。電容的第二端耦接至第一交流通過濾器的輸出端。

【0013】 在本發明的一實施例中，上述的第一電流放大器包括交流回授電流放大器。

【0014】 在本發明的一實施例中，上述的交流回授電流放大器包括第一 P 通道電晶體、第二 P 通道電晶體、第三 P 通道電晶體、電阻、第一 N 通道電晶體、第二 N 通道電晶體、第三 N 通道電晶體以及第四 N 通道電晶體。第一 P 通道電晶體的第一端耦接第一系統電壓。第二 P 通道電晶體的第一端耦接至第一 P 通道電晶體的第二端。第二 P 通道電晶體的控制端耦接第二偏壓。電阻的第一端耦接至第一 P 通道電晶體的控制端。電阻的第二端耦接至第二 P 通道電晶體的第二端。第三 P 通道電晶體的第一端耦接第一系統電壓。第三 P 通道電晶體的控制端耦接至電阻的第二端。第三 P 通道電晶體的第二端耦接至第一電流放大器的輸出端。第一 N 通道電晶體的第一端耦接第二系統電壓。第二 N 通道電晶體的第一端耦接至第一 N 通道電晶體的第二端。第二 N 通道電晶體的控制端耦接第三偏壓。第二 N 通道電晶體的第二端耦接至第二 P

通道電晶體的第二端。第三 N 通道電晶體的第一端耦接第二系統電壓。第三 N 通道電晶體的第二端耦接至第三 P 通道電晶體的第二端。第四 N 通道電晶體的第一端耦接第二系統電壓。第四 N 通道電晶體的第二端耦接至第一電流放大器的第一輸入端，以接收參考電流。第四 N 通道電晶體的控制端耦接至第四 N 通道電晶體的第二端、第一 N 通道電晶體的控制端與第三 N 通道電晶體的控制端。

【0015】 在本發明的一實施例中，上述的第一交流通過濾器包括第一電容以及第二電容。第一電容的第一端耦接至第一 P 通道電晶體的第二端。第二電容的第一端耦接至第一 N 通道電晶體的第二端。第二電容的第二端耦接至第一電容的第二端。

【0016】 在本發明的一實施例中，上述的交流回授電流放大器包括第一 P 通道電晶體、第二 P 通道電晶體、第三 P 通道電晶體、第四 P 通道電晶體、第一 N 通道電晶體、第二 N 通道電晶體、第三 N 通道電晶體、第四 N 通道電晶體、第五 N 通道電晶體以及電阻。第一 P 通道電晶體的第一端耦接第一系統電壓。第二 P 通道電晶體的第一端耦接至第一 P 通道電晶體的第二端。第二 P 通道電晶體的控制端耦接第二偏壓。第三 P 通道電晶體的第一端耦接第一系統電壓。第三 P 通道電晶體的第二端耦接至第一電流放大器的輸出端。第四 P 通道電晶體的第一端耦接第一系統電壓。第四 P 通道電晶體的第二端耦接至第四 P 通道電晶體的控制端、第一 P 通道電晶體的控制端與第三 P 通道電晶體的控制端。第一 N

通道電晶體的第一端耦接第二系統電壓。第二 N 通道電晶體的第一端耦接至第一 N 通道電晶體的第二端。第二 N 通道電晶體的控制端耦接至第三偏壓。第二 N 通道電晶體的第二端耦接至第二 P 通道電晶體的第二端。電阻的第一端耦接至第一 N 通道電晶體的控制端。電阻的第二端耦接至第二 N 通道電晶體的第二端。第三 N 通道電晶體的第一端耦接第二系統電壓。第三 N 通道電晶體的第二端耦接至第三 P 通道電晶體的第二端。第三 N 通道電晶體的控制端耦接至電阻的第二端。第四 N 通道電晶體的第一端耦接第二系統電壓。第四 N 通道電晶體的第二端耦接至第一電流放大器的第一輸入端以接收參考電流。第四 N 通道電晶體的控制端耦接至第四 N 通道電晶體的第二端與第一 N 通道電晶體的控制端。第五 N 通道電晶體的第一端耦接第二系統電壓。第五 N 通道電晶體的第二端耦接至第四 P 通道電晶體的第二端。第五 N 通道電晶體的控制端耦接至第四 N 通道電晶體的控制端。

【0017】 在本發明的一實施例中，上述的第一交流通過濾器包括第一電容以及第二電容。第一電容的第一端耦接至第一 P 通道電晶體的第二端。第二電容的第一端耦接至第一 N 通道電晶體的第二端。第二電容的第二端耦接至第一電容的第二端。

【0018】 在本發明的一實施例中，上述的交流回授電流放大器包括第一 P 通道電晶體、第二 P 通道電晶體、第三 P 通道電晶體、第四 P 通道電晶體、第五 P 通道電晶體、第六 P 通道電晶體、第一 N 通道電晶體、第二 N 通道電晶體、第三 N 通道電晶體、第四

N 通道電晶體、第五 N 通道電晶體、第六 N 通道電晶體、第七 N 通道電晶體、第一電阻以及第二電阻。第一 P 通道電晶體的第一端耦接第一系統電壓。第二 P 通道電晶體的第一端耦接至第一 P 通道電晶體的第二端。第二 P 通道電晶體控制端耦接第二偏壓。第一電阻的第一端耦接至第一 P 通道電晶體的控制端。第一電阻的第二端耦接至第二 P 通道電晶體的第二端。第三 P 通道電晶體的第一端耦接第一系統電壓。第三 P 通道電晶體的第二端耦接至第一電流放大器的輸出端。第三 P 通道電晶體的控制端耦接至第一電阻的第二端。第四 P 通道電晶體的第一端耦接第一系統電壓。第四 P 通道電晶體的第二端耦接至第四 P 通道電晶體的控制端。第五 P 通道電晶體的第一端耦接第一系統電壓。第五 P 通道電晶體的控制端耦接至第四 P 通道電晶體的控制端。第六 P 通道電晶體的第一端耦接至第五 P 通道電晶體的第二端。第六 P 通道電晶體的控制端耦接第三偏壓。第一 N 通道電晶體的第一端耦接第二系統電壓。第二 N 通道電晶體的第一端耦接至第一 N 通道電晶體的第二端。第二 N 通道電晶體的控制端耦接至第四偏壓。第二 N 通道電晶體的第二端耦接至第二 P 通道電晶體的第二端。第三 N 通道電晶體的第一端耦接第二系統電壓。第三 N 通道電晶體的第二端耦接至第三 P 通道電晶體的第二端。第四 N 通道電晶體的第一端耦接第二系統電壓。第四 N 通道電晶體的第二端耦接至第一電流放大器的第一輸入端，以接收參考電流。第四 N 通道電晶體的控制端耦接至第四 N 通道電晶體的第二端與第一 N 通道電晶體

的控制端。第五 N 通道電晶體的第一端耦接第二系統電壓。第五 N 通道電晶體的第二端耦接至第四 P 通道電晶體的第二端。第五 N 通道電晶體的控制端耦接至第四 N 通道電晶體的控制端。第二電阻的第一端耦接至第三 N 通道電晶體的控制端。第六 N 通道電晶體的第一端耦接第二系統電壓。第六 N 通道電晶體的控制端耦接至第二電阻的第二端。第七 N 通道電晶體的第一端耦接至第六 N 通道電晶體的第二端。第七 N 通道電晶體的控制端耦接至第五偏壓。第七 N 通道電晶體的第二端耦接至第六 P 通道電晶體的第二端與第三 N 通道電晶體的控制端。

【0019】 在本發明的一實施例中，上述的第一交流通過濾器包括第一電容、第二電容、第三電容以及第四電容。第一電容的第一端耦接至第一 P 通道電晶體的第二端。第二電容的第一端耦接至第一 N 通道電晶體的第二端。第二電容的第二端耦接至第一電容的第二端。第三電容的第一端耦接至第五 P 通道電晶體的第二端。第四電容的第一端耦接至第六 N 通道電晶體的第二端。第四電容的第二端耦接至第三電容的第二端。

【0020】 在本發明的一實施例中，上述的第二輸出級電路包括電晶體。電晶體的第一端耦接系統電壓。電晶體的第二端耦接至第二輸出級電路的輸出端。電晶體的控制端耦接至第二輸出級電路的輸入端。

【0021】 在本發明的一實施例中，上述的第一增益電路包括電晶體。電晶體的第一端耦接系統電壓。電晶體的第二端耦接至第一

增益電路的輸出端。電晶體的控制端耦接至第一增益電路的輸入端。

【0022】 在本發明的一實施例中，上述的電晶體的基體耦接至電晶體的控制端。

【0023】 在本發明的一實施例中，上述的穩壓器更包括第二交流通過濾器以及第二電流放大器。第二交流通過濾器的輸入端耦接至穩壓器的第一輸出端，以接收第一輸出電壓。第二交流通過濾器經配置以濾除第一輸出電壓的直流成份，而輸出第一輸出電壓的交流成份。第二電流放大器的第一輸入端接收參考電流。第二電流放大器的第二輸入端耦接至第二交流通過濾器的輸出端，以接收第一輸出電壓的交流成份。第二電流放大器的輸出端耦接至第一電壓放大器的輸出端。

【0024】 在本發明的一實施例中，上述的穩壓器的第一輸出端經配置以耦接至負載電路的供電路徑的第一節點。穩壓器更包括第二增益電路、第二電壓放大器、第三輸出級電路、第三交流通過濾器、第四交流通過濾器、第三電流放大器、第四輸出級電路、第三增益電路、第四增益電路以及第四電流放大器。第二增益電路的輸入端耦接至第一電壓放大器的輸出端。第二電壓放大器的第一輸入端接收參考電壓。第二電壓放大器的第二輸入端耦接至穩壓器的第二輸出端，以接收穩壓器的第二輸出電壓。穩壓器的第二輸出端經配置以耦接至供電路徑的第二節點。第三輸出級電路的輸入端耦接至第二電壓放大器的輸出端。第三輸出級電路的

輸出端耦接至穩壓器的第二輸出端。第三交流通過濾器的輸入端耦接至穩壓器的第二輸出端，以接收第二輸出電壓。第三交流通過濾器經配置以濾除第二輸出電壓的直流成份，而輸出第二輸出電壓的交流成份。第四交流通過濾器的輸入端耦接至穩壓器的第二輸出端，以接收第二輸出電壓。第四交流通過濾器經配置以濾除第二輸出電壓的直流成份，而輸出第二輸出電壓的交流成份。第三電流放大器的第一輸入端接收參考電流。第三電流放大器的第二輸入端耦接至第三交流通過濾器的輸出端，以接收第二輸出電壓的交流成份。第四輸出級電路的輸入端耦接至第三電流放大器的輸出端以及第二增益電路的輸出端。第四輸出級電路的輸出端耦接至穩壓器的第二輸出端。第三增益電路的輸入端耦接至第二電壓放大器的輸出端。第三增益電路的輸出端耦接至第四輸出級電路的輸入端。第四增益電路的輸入端耦接至第二電壓放大器的輸出端。第四增益電路的輸出端耦接至第二輸出級電路的輸入端。第四電流放大器的第一輸入端接收參考電流。第四電流放大器的第二輸入端耦接至第四交流通過濾器的輸出端。以接收第二輸出電壓的交流成份。第四電流放大器的輸出端耦接至第二電壓放大器的輸出端。

【0025】 在本發明的一實施例中，上述的穩壓器更包括第五增益電路、第六增益電路、第五輸出級電路、第五交流通過濾器以及第五電流放大器。第五增益電路的輸入端耦接至第一電壓放大器的輸出端。第六增益電路的輸入端耦接至第二電壓放大器的輸出

端。第五輸出級電路的輸入端耦接至第五增益電路的輸出端以及第六增益電路的輸出端。第五輸出級電路的輸出端耦接至穩壓器的第三輸出端。穩壓器的第三輸出端經配置以耦接至供電路徑的第三節點。第五交流通過濾器的輸入端耦接至穩壓器的第三輸出端，以接收穩壓器的第三輸出電壓。第五交流通過濾器經配置以濾除第三輸出電壓的直流成份，而輸出第三輸出電壓的交流成份。第五電流放大器的第一輸入端接收參考電流。第五電流放大器的第二輸入端耦接至第五交流通過濾器的輸出端，以接收第三輸出電壓的交流成份。第五電流放大器的輸出端耦接至第五輸出級電路的輸入端。

【0026】 在本發明的一實施例中，上述的穩壓器的第一輸出端經配置以耦接至負載電路的供電路徑的第一節點。穩壓器更包括第二增益電路、第三輸出級電路、第三交流通過濾器以及第三電流放大器。第二增益電路的輸入端耦接至第一電壓放大器的輸出端。第三輸出級電路的輸入端耦接至第二增益電路的輸出端。第三輸出級電路的輸出端耦接至穩壓器的第二輸出端。穩壓器的第二輸出端經配置以耦接至供電路徑的第二節點。第三交流通過濾器的輸入端耦接至穩壓器的第二輸出端，以接收穩壓器的第二輸出電壓。第三交流通過濾器經配置以濾除第二輸出電壓的直流成份，而輸出第二輸出電壓的交流成份。第三電流放大器的第一輸入端接收參考電流。第三電流放大器的第二輸入端耦接至第三交流通過濾器的輸出端，以接收第二輸出電壓的交流成份。第三電

流放大器的輸出端耦接至第三輸出級電路的輸入端。

【0027】 在本發明的一實施例中，上述的穩壓器更包括第三增益電路、第四輸出級電路、第四交流通過濾器以及第四電流放大器。第三增益電路的輸入端耦接至第一電壓放大器的輸出端。第四輸出級電路的輸入端耦接至第三增益電路的輸出端。第四輸出級電路的輸出端耦接至穩壓器的第三輸出端。穩壓器的第三輸出端經配置以耦接至供電路徑的第三節點。第四交流通過濾器的輸入端耦接至穩壓器的第三輸出端，以接收穩壓器的第三輸出電壓。第四交流通過濾器經配置以濾除第三輸出電壓的直流成份，而輸出第三輸出電壓的交流成份。第四電流放大器的第一輸入端接收參考電流。第四電流放大器的第二輸入端耦接至第四交流通過濾器的輸出端，以接收第三輸出電壓的交流成份。第四電流放大器的輸出端耦接至第四輸出級電路的輸入端。

【0028】 基於上述，本發明實施例以交流回授之電流放大器協助驅動第二輸出級電路，因此在負載電流急遽變化時可以產生對應電流以推動穩壓器的輸出級電路，進而可以反應負載電路的峰值電流。

【0029】 為讓本發明的上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

【圖式簡單說明】

【0030】

圖 1 是說明習知穩壓器使用於積體電路內部的示意圖。

圖 2 是依照本發明一實施例所繪示一種穩壓器的電路方塊示意圖。

圖 3 是依照本發明一實施例說明圖 2 所示第一電流放大器的電路示意圖。

圖 4 是依照本發明另一實施例說明圖 2 所示第一電流放大器的電路示意圖。

圖 5 是依照本發明又一實施例說明圖 2 所示第一電流放大器的電路示意圖。

圖 6 是依照本發明一實施例說明圖 2 所示第一電壓放大器、第一輸出級電路、第一增益電路、第二輸出級電路以及第一交流通過濾器的電路示意圖。

圖 7 是依照本發明另一實施例所繪示一種穩壓器的電路方塊示意圖。

圖 8 是依照本發明再一實施例所繪示一種穩壓器的電路方塊示意圖。

圖 9 是依照本發明更一實施例所繪示一種穩壓器的電路方塊示意圖。

圖 10 是依照本發明再一實施例所繪示一種穩壓器的電路方塊示意圖。

【實施方式】

【0031】 在本案說明書全文(包括申請專利範圍)中所使用的「耦接(或連接)」一詞可指任何直接或間接的連接手段。舉例而言，若文中描述第一裝置耦接(或連接)於第二裝置，則應該被解釋成該第一裝置可以直接連接於該第二裝置，或者該第一裝置可以透過其他裝置或某種連接手段而間接地連接至該第二裝置。另外，凡可能之處，在圖式及實施方式中使用相同標號的元件/構件/步驟代表相同或類似部分。不同實施例中使用相同標號或使用相同用語的元件/構件/步驟可以相互參照相關說明。

【0032】 圖 2 是依照本發明一實施例所繪示一種穩壓器 200 的電路方塊示意圖。穩壓器 200 包括第一電壓放大器 210、第一輸出級(output stage) 電路 220、第一增益電路 230、第一電流放大器 240、第二輸出級電路 250 以及第一交流通過濾器(AC-pass filter) 260。第一電壓放大器 210 可以是任何放大器電路，例如運算放大器、電壓比較器或是其他放大器電路。第一電壓放大器 210 的第一輸入端接收參考電壓 V_{ref} 。此參考電壓 V_{ref} 的準位可以視實際設計需求來決定。第一電壓放大器 210 的第二輸入端耦接至穩壓器 200 的第一輸出端，以接收穩壓器 200 的第一輸出電壓 V_{out1} 。此第一輸出電壓 V_{out1} 可以被供應至負載電路的供電路徑(未繪示，容後詳述)。

【0033】 第一輸出級電路 220 可以是任何類型輸出級電路，例如推挽式輸出電路或是其他輸出電路。第一輸出級電路 220 的輸入

端耦接至第一電壓放大器 210 的輸出端。第一輸出級電路 220 的輸出端耦接至穩壓器 200 的第一輸出端。以第一電壓放大器 210 與第一輸出級電路 220 構成的穩壓迴路可以偵測第一輸出電壓 V_{out1} 的變化，進而調整第一輸出級電路 220 的電流以使輸出電流等於負載電流，藉此使第一輸出電壓 V_{out1} 維持於額定值。在第一輸出電壓 V_{out1} 發生變化之後，第一電壓放大器 210 與第一輸出級電路 220 構成的穩壓迴路可以即時提供第一輸出電壓 V_{out1} 的直流成份。

【0034】 第一增益電路 230 的輸入端耦接至第一電壓放大器 210 的輸出端。第一增益電路 230 的輸出端耦接至第二輸出級電路 250 的輸入端，以提供第一偏壓 V_{BIAS1} 。第一增益電路 230 的電壓增益值可以視實際設計需求來決定。舉例來說，第一增益電路 230 的電壓增益值可以是 1 或其他實數。第一增益電路 230 可以是任何增益電路，例如單位增益緩衝器 (unity-gain buffer)、電位轉換器 (level shifter)、準位轉換之單位增益緩衝器 (level-shifting unity-gain-buffer, LSUGB) 或是其他增益電路。

【0035】 第二輸出級電路 250 的輸入端耦接至第一增益電路 230 的輸出端與第一電流放大器 240 的輸出端。第二輸出級電路 250 的輸出端耦接至穩壓器 200 的第一輸出端。第二輸出級電路 250 可以是任何類型輸出級電路，例如推挽式輸出電路或是其他輸出電路。第二輸出級電路 250 可以與第一輸出級電路 220 共同供應第一輸出電壓 V_{out1} 。

【0036】在第一電壓放大器 210 與第一輸出級電路 220 所構成的穩壓調節迴路(regulation loop)中，第一電壓放大器 210 可以提供具有精準直流準位的偏壓電壓 VREG1。第一增益電路 230 可以依據偏壓電壓 VREG1 來對應調節第一電流放大器 240 所輸出的第一偏壓 VBIAS1 的直流準位。因此，第一偏壓 VBIAS1 的電壓準位具備自適應性(adaptive)而會根據負載電流進行動態調整。

【0037】第一交流通過濾器 260 的輸入端耦接至穩壓器 200 的第一輸出端，以接收第一輸出電壓 Vout1。第一交流通過濾器 260 可以濾除第一輸出電壓 Vout1 的直流成份，而輸出第一輸出電壓 Vout1 的交流成份（回授電流 IFB）給第一電流放大器 240。第一電流放大器 240 的第一輸入端接收參考電流 Iref。此參考電流 Iref 的準位可以視實際設計需求來決定。第一電流放大器 240 的第二輸入端耦接至第一交流通過濾器 260 的輸出端，以接收第一輸出電壓 Vout1 的交流成份。第一電流放大器 240 可以提供第一偏壓 VBIAS1 的交流成份。

【0038】第一交流通過濾器 260 與第一電流放大器 240 可以實現交流回授（AC Feedback）。就直流成份而言，第一電流放大器 240 與第二輸出級電路 250 並沒有構成直流迴路。就交流成份而言，第一交流通過濾器 260、第一電流放大器 240 與第二輸出級電路 250 構成了交流迴路（AC loop）。當負載電流改變時，電流的變化（回授電流 IFB）會經由第一交流通過濾器 260 回授至第一電流放大器 240，進而調整第一電流放大器 240 的輸出電流 IDCAC。此

輸出電流 IDCAC 可快速推動第二輸出級電路 250，以使輸出電流 Iout1 與負載電流達成平衡。此交流迴路可以偵測輸出電流 Iout1 的變化，並以極高的速度反應於輸出電流 Iout1 的變化。因此在輸出電流 Iout1 發生變化之後，第一交流通過濾器 260、第一電流放大器 240 與第二輸出級電路 250 構成的交流迴路可以快速且即時地提供第一輸出電壓 Vout1 的交流成份。當交流迴路速度夠快時，此交流迴路可幾乎消除第一輸出電壓 Vout1 的變化。除此之外，由於交流迴路較直流迴路（DC loop）易於維持穩定性，故可在系統穩定的前提下，設計出比一般穩壓電路更高的頻寬。

【0039】 假設偏壓電壓 VREG1 與第一偏壓 VBIAS1 的壓差為 VSHIFT，而第一輸出級電路 220 與第二輸出級電路 250 的臨界電壓（threshold voltage）均為 VTH，則 $VBIAS1 = VREG1 - VSHIFT = Vout1 + VTH - VSHIFT$ 。當 $VSHIFT > 0$ 時， $VBIAS1 - Vout1 = VTH - VSHIFT < VTH$ ，保證了第二輸出級電路 250 於穩態呈現關閉而不輸出電流。當峰值電流（peak current）發生於輸出電流 Iout1 時，第一電流放大器 240 的輸出電流 IDCAC 可以快速推動第二輸出級電路 250，以便輸出大量電流來補償峰值電流以穩定第一輸出電壓 Vout1。故此第一增益電路 230 可藉由不同的 VSHIFT 設計而產生準位轉換，以進一步控制第二輸出級電路 250 的導通狀態。除此之外，第一增益電路 230 亦可提供緩衝作用，以避免此第一偏壓 VBIAS1 受到不必要的干擾。

【0040】 第一電流放大器 240 可以是交流回授電流放大器、電流

鏡或是其他電流放大電路。舉例來說，圖 3 是依照本發明一實施例說明圖 2 所示第一電流放大器 240 的電路示意圖。圖 3 繪示了一個電流放大器，其對輸出電流 IDCAC 具備供給 (source) 能力。於圖 3 所示實施例中，第一電流放大器 240 包括第一 P 通道電晶體 MP31、第二 P 通道電晶體 MP32、第三 P 通道電晶體 MP33、第一 N 通道電晶體 MN31、第二 N 通道電晶體 MN32、第三 N 通道電晶體 MN33、第四 N 通道電晶體 MN34 以及電阻 R31。第一交流通過濾器 260 包括第一電容 C31 以及第二電容 C32。第一 P 通道電晶體 MP31 的第一端 (例如源極) 耦接第一系統電壓 VDD。第二 P 通道電晶體 MP32 的第一端 (例如源極) 耦接至第一 P 通道電晶體 MP31 的第二端 (例如汲極)。第二 P 通道電晶體 MP32 的控制端 (例如閘極) 耦接第二偏壓 VBIAS32。此第二偏壓 VBIAS32 的準位可以視實際設計需求來決定。電阻 R31 的第一端耦接至第一 P 通道電晶體 MP31 的控制端 (例如閘極)。電阻 R31 的第二端耦接至第二 P 通道電晶體 MP32 的第二端 (例如汲極)。第三 P 通道電晶體 MP33 的第一端 (例如源極) 耦接第一系統電壓 VDD。第三 P 通道電晶體 MP33 的控制端 (例如閘極) 耦接至電阻 R31 的第二端。第三 P 通道電晶體 MP33 的第二端 (例如汲極) 耦接至第一電流放大器 240 的輸出端。

【0041】 第四 N 通道電晶體 MN34 的第一端 (例如源極) 耦接第二系統電壓 (例如接地電壓 GND)。第四 N 通道電晶體 MN34 的第二端 (例如汲極) 耦接至第一電流放大器 240 的第一輸入端，

以接收參考電流 I_{ref} 。第四 N 通道電晶體 MN34 的控制端（例如閘極）耦接至第四 N 通道電晶體 MN34 的第二端、第一 N 通道電晶體 MN31 的控制端（例如閘極）與第三 N 通道電晶體 MN33 的控制端（例如閘極）。第一 N 通道電晶體 MN31 的第一端（例如源極）耦接第二系統電壓（例如接地電壓 GND）。第二 N 通道電晶體 MN32 的第一端（例如源極）耦接至第一 N 通道電晶體的第二端（例如汲極）。第二 N 通道電晶體 MN32 的控制端（例如閘極）耦接第三偏壓 VBIAS33。此第三偏壓 VBIAS33 的準位可以視實際設計需求來決定。第二 N 通道電晶體 MN32 的第二端（例如汲極）耦接至第二 P 通道電晶體 MP32 的第二端。第三 N 通道電晶體 MN33 的第一端耦接第二系統電壓（例如接地電壓 GND）。第三 N 通道電晶體 MN33 的第二端（例如汲極）耦接至第三 P 通道電晶體 MP33 的第二端。因此，第三 P 通道電晶體 MP33 與第三 N 通道電晶體 MN33 可以共同供應第一偏壓 VBIAS1 給第二輸出級電路 250。其中，第一電流放大器 240 依據參考電流 I_{ref} 而產生/決定第一偏壓 VBIAS1（輸出電流 IDCAC）的直流成份。

【0042】 第一電容 C31 的第一端耦接至第一 P 通道電晶體 MP31 的第二端。第一電容 C31 的第二端接收第一輸出電壓 V_{out1} （輸出電流 I_{out1} ）。第二電容 C32 的第一端耦接至第一 N 通道電晶體 MN31 的第二端。第二電容 C32 的第二端耦接至第一電容 C31 的第二端。輸出電流 I_{out1} 的交流成份（回授電流 IFB）透過第一電容 C31 與第二電容 C32 傳遞給第一電流放大器 240。其中，第一

電流放大器 240 依據輸出電流 I_{out1} 的交流成份來產生/決定第一偏壓 V_{BIAS1} (輸出電流 I_{DCAC}) 的交流成份，以反映負載電流的變化。

【0043】圖 4 是依照本發明另一實施例說明圖 2 所示第一電流放大器 240 的電路示意圖。圖 4 繪示了一個放大器，其對輸出電流 I_{DCAC} 具備汲取 (sink) 能力的放大器。於圖 4 所示實施例中，第一電流放大器 240 包括第一 P 通道電晶體 MP41、第二 P 通道電晶體 MP42、第三 P 通道電晶體 MP43、第四 P 通道電晶體 MP44、第一 N 通道電晶體 MN41、第二 N 通道電晶體 MN42、第三 N 通道電晶體 MN43、第四 N 通道電晶體 MN44、第五 N 通道電晶體 MN45 以及電阻 R41。第一交流通過濾器 260 包括第一電容 C41 以及第二電容 C42。

【0044】第一 P 通道電晶體 MP41 的第一端 (例如源極) 耦接第一系統電壓 V_{DD} 。第二 P 通道電晶體 MP42 的第一端 (例如源極) 耦接至第一 P 通道電晶體 MP41 的第二端 (例如汲極)。第二 P 通道電晶體 MP42 的控制端 (例如閘極) 耦接第二偏壓 V_{BIAS42} 。此第二偏壓 V_{BIAS42} 的準位可以視實際設計需求來決定。第三 P 通道電晶體 MP43 的第一端 (例如源極) 耦接第一系統電壓 V_{DD} 。第三 P 通道電晶體 MP43 的第二端 (例如汲極) 耦接至第一電流放大器 240 的輸出端。第四 P 通道電晶體 MP44 的第一端 (例如源極) 耦接第一系統電壓 V_{DD} 。第四 P 通道電晶體 MP44 的第二端 (例如汲極) 耦接至第四 P 通道電晶體 MP44 的控制端 (例如

閘極)、第一 P 通道電晶體 MP41 的控制端 (例如閘極) 與第三 P 通道電晶體 MP43 的控制端 (例如閘極)。

【0045】 第四 N 通道電晶體 MN44 的第一端 (例如源極) 耦接第二系統電壓 (例如接地電壓 GND)。第四 N 通道電晶體 MN44 的第二端 (例如汲極) 耦接至第一電流放大器 240 的第一輸入端, 以接收參考電流 I_{ref} 。第四 N 通道電晶體 MN44 的控制端 (例如閘極) 耦接至第四 N 通道電晶體 MN44 的第二端、第五 N 通道電晶體 MN45 的控制端 (例如閘極) 與第一 N 通道電晶體 MN41 的控制端 (例如閘極)。第五 N 通道電晶體 MN45 的第一端 (例如源極) 耦接第二系統電壓 (例如接地電壓 GND)。第五 N 通道電晶體 MN45 的第二端 (例如汲極) 耦接至第四 P 通道電晶體 MP44 的第二端。第一 N 通道電晶體 MN41 的第一端 (例如源極) 耦接第二系統電壓 (例如接地電壓 GND)。第二 N 通道電晶體 MN42 的第一端 (例如源極) 耦接至第一 N 通道電晶體 MN41 的第二端 (例如汲極)。第二 N 通道電晶體 MN42 的控制端 (例如閘極) 耦接至第三偏壓 VBIAS43。此第三偏壓 VBIAS43 的準位可以視實際設計需求來決定。第二 N 通道電晶體 MN42 的第二端 (例如汲極) 耦接至第二 P 通道電晶體的第二端 (例如汲極)。電阻 R41 的第一端耦接至第一 N 通道電晶體 MN41 的控制端。電阻 R41 的第二端耦接至第二 N 通道電晶體 MN42 的第二端與第三 N 通道電晶體 MN43 的控制端 (例如閘極)。第三 N 通道電晶體 MN43 的第一端 (例如源極) 耦接第二系統電壓 (例如接地電壓 GND)。第三 N

通道電晶體 MN43 的第二端（例如汲極）耦接至第三 P 通道電晶體 MP43 的第二端。因此，第三 P 通道電晶體 MP43 與第三 N 通道電晶體 MN43 可以共同供應第一偏壓 VBIAS1 給第二輸出級電路 250。其中，第一電流放大器 240 依據參考電流 I_{ref} 而產生/決定第一偏壓 VBIAS1（輸出電流 IDCAC）的直流成份。

【0046】 第一電容 C41 的第一端耦接至第一 P 通道電晶體 MP41 的第二端。第一電容 C41 的第二端接收第一輸出電壓 V_{out1} （輸出電流 I_{out1} ）。第二電容 C42 的第一端耦接至第一 N 通道電晶體 MN41 的第二端。第二電容 C42 的第二端耦接至第一電容 C41 的第二端。輸出電流 I_{out1} 的交流成份（回授電流 IFB）透過第一電容 C41 與第二電容 C42 傳遞給第一電流放大器 240。其中，第一電流放大器 240 依據輸出電流 I_{out1} 的交流成份來產生/決定第一偏壓 VBIAS1（輸出電流 IDCAC）的交流成份，以反映負載電流的變化。

【0047】 圖 5 是依照本發明又一實施例說明圖 2 所示第一電流放大器 240 的電路示意圖。圖 5 繪示了一個放大器，其對輸出電流 IDCAC 同時具備來源（source）與汲取（sink）能力。於圖 5 所示實施例中，第一電流放大器 240 包括第一 P 通道電晶體 MP51、第二 P 通道電晶體 MP52、第三 P 通道電晶體 MP53、第四 P 通道電晶體 MP54、第五 P 通道電晶體 MP55、第六 P 通道電晶體 MP56、第一 N 通道電晶體 MN51、第二 N 通道電晶體 MN52、第三 N 通道電晶體 MN53、第四 N 通道電晶體 MN54、第五 N 通道電晶體

MN55、第六 N 通道電晶體 MN56、第七 N 通道電晶體 MN57、第一電阻 R51 以及第二電阻 R52。第一交流通過濾器 260 包括第一電容 C51、第二電容 C52、第三電容 C53 以及第四電容 C54。

【0048】 第一 P 通道電晶體 MP51 的第一端（例如源極）耦接第一系統電壓 VDD。第二 P 通道電晶體 MP52 的第一端（例如源極）耦接至第一 P 通道電晶體 MP51 的第二端（例如汲極）。第二 P 通道電晶體 MP52 的控制端（例如閘極）耦接第二偏壓 VBIAS52。此第二偏壓 VBIAS52 的準位可以視實際設計需求來決定。第一電阻 R51 的第一端耦接至第一 P 通道電晶體 MP51 的控制端（例如閘極）。第一電阻 R51 的第二端耦接至第二 P 通道電晶體 MP52 的第二端（例如汲極）與第三 P 通道電晶體 MP53 的控制端（例如閘極）。第三 P 通道電晶體 MP53 的第一端（例如源極）耦接第一系統電壓 VDD。第三 P 通道電晶體 MP53 的第二端（例如汲極）耦接至第一電流放大器 240 的輸出端。

【0049】 第四 P 通道電晶體 MP54 的第一端（例如源極）耦接第一系統電壓 VDD。第四 P 通道電晶體 MP54 的第二端（例如汲極）耦接至第四 P 通道電晶體 MP54 的控制端（例如閘極）與第五 P 通道電晶體 MP55 的控制端（例如閘極）。第五 P 通道電晶體 MP55 的第一端（例如源極）耦接第一系統電壓 VDD。第六 P 通道電晶體 MP56 的第一端（例如源極）耦接至第五 P 通道電晶體 MP55 的第二端（例如汲極）。第六 P 通道電晶體 MP56 的一控制端（例如閘極）耦接第三偏壓 VBIAS53。此第三偏壓 VBIAS53 的準位可

以視實際設計需求來決定。

【0050】 第四 N 通道電晶體 MN54 的第一端（例如源極）耦接第二系統電壓（例如接地電壓 GND）。第四 N 通道電晶體 MN54 的第二端（例如汲極）耦接至第一電流放大器 240 的第一輸入端，以接收參考電流 I_{ref} 。第四 N 通道電晶體 MN54 的控制端（例如閘極）耦接至第四 N 通道電晶體 MN54 的第二端、第五 N 通道電晶體 MN55 的控制端（例如閘極）與第一 N 通道電晶體 MN51 的控制端（例如閘極）。第五 N 通道電晶體 MN55 的第一端（例如源極）耦接第二系統電壓（例如接地電壓 GND）。第五 N 通道電晶體 MN55 的第二端（例如汲極）耦接至第四 P 通道電晶體 MP54 的第二端。第一 N 通道電晶體 MN51 的第一端（例如源極）耦接第二系統電壓（例如接地電壓 GND）。第二 N 通道電晶體 MN52 的第一端（例如源極）耦接至第一 N 通道電晶體 MN51 的第二端（例如汲極）。第二 N 通道電晶體 MN52 的控制端（例如閘極）耦接至第四偏壓 VBIAS54。此第四偏壓 VBIAS54 的準位可以視實際設計需求來決定。第二 N 通道電晶體 MN52 的第二端（例如汲極）耦接至第二 P 通道電晶體 MP52 的第二端。

【0051】 第三 N 通道電晶體 MN53 的第一端（例如源極）耦接第二系統電壓（例如接地電壓 GND）。第三 N 通道電晶體 MN53 的第二端（例如汲極）耦接至第三 P 通道電晶體 MP53 的第二端。第二電阻 R52 的第一端耦接至第三 N 通道電晶體 MN53 的控制端（例如閘極）。第二電阻 R52 的第二端耦接至第六 N 通道電晶體

MN56 的控制端（例如閘極）。第六 N 通道電晶體 MN56 的第一端（例如源極）耦接第二系統電壓（例如接地電壓 GND）。第七 N 通道電晶體 MN57 的第一端（例如源極）耦接至第六 N 通道電晶體 MN56 的第二端（例如汲極）。第七 N 通道電晶體 MN57 的控制端（例如閘極）耦接至第五偏壓 VBIAS55。此第五偏壓 VBIAS55 的準位可以視實際設計需求來決定。第七 N 通道電晶體 MN57 的第二端（例如汲極）耦接至第六 P 通道電晶體 MP56 的第二端（例如汲極）與第三 N 通道電晶體 MN53 的控制端。因此，第三 N 通道電晶體 MN53 與第三 P 通道電晶體 MP53 可以共同供應第一偏壓 VBIAS1 給第二輸出級電路 250。其中，第一電流放大器 240 依據參考電流 I_{ref} 而產生/決定第一偏壓 VBIAS1(輸出電流 IDCAC) 的直流成份。

【0052】 第一電容 C51 的第一端耦接至第一 P 通道電晶體 MP51 的第二端。第一電容 C51 的第二端接收第一輸出電壓 V_{out1} (輸出電流 I_{out1})。第二電容 C52 的第一端耦接至第一 N 通道電晶體 MN51 的第二端。第二電容 C52 的第二端耦接至第一電容 C51 的第二端。第三電容 C53 的第一端耦接至第五 P 通道電晶體 MP55 的第二端。第三電容 C53 的第二端接收第一輸出電壓 V_{out1} (輸出電流 I_{out1})。第四電容 C54 的第一端耦接至第六 N 通道電晶體 MN56 的第二端。第四電容 C54 的第二端耦接至第三電容 C53 的第二端。輸出電流 I_{out1} 的交流成份（回授電流 IFB）透過第一電容 C51、第二電容 C52、第三電容 C53 與第四電容 C54 傳遞給第

一電流放大器 240。其中，第一電流放大器 240 依據輸出電流 I_{out1} 的交流成份來產生/決定第一偏壓 V_{BIAS1} （輸出電流 I_{DCAC} ）的交流成份，以反映負載電流的變化。

【0053】圖 6 是依照本發明一實施例說明圖 2 所示第一電壓放大器 210、第一輸出級電路 220、第一增益電路 230、第二輸出級電路 250 以及第一交流通過濾器 260 的電路示意圖。於圖 6 所示實施例中，第一電壓放大器 210 可以是運算放大器，其中此運算放大器的第一輸入端接收參考電壓 V_{ref} ，此運算放大器的第二輸入端接收穩壓器 200 的第一輸出電壓 V_{out1} ，而此運算放大器的輸出端輸出偏壓電壓 V_{REG1} 給第一輸出級電路 220。

【0054】第一輸出級電路 220 包括電晶體 M_{out1} 。電晶體 M_{out1} 可以是 P 通道電晶體、N 通道電晶體、雙載子電晶體或是其他電晶體。電晶體 M_{out1} 的第一端（例如汲極）耦接系統電壓 V_{CC} 。系統電壓 V_{CC} 的準位可以視實際設計需求來決定。舉例來說（但不限於此），系統電壓 V_{CC} 可以是 1.8 伏特或是其他電壓準位。電晶體 M_{out1} 的第二端（例如源極）耦接至第一輸出級電路 220 的輸出端。電晶體 M_{out1} 的控制端（例如閘極）耦接至第一輸出級電路 220 的輸入端，以接收偏壓電壓 V_{REG1} 。

【0055】於圖 6 所示實施例中，第一交流通過濾器 260 包括電容 261。該電容 261 的第一端耦接至第一交流通過濾器 260 的輸入端。該電容 261 的第二端耦接至第一交流通過濾器 260 的輸出端。因此，電容 261 可以濾除第一輸出電壓 V_{out1} 的直流成份，而輸

出第一輸出電壓 V_{out1} 的交流成份（回授電流 I_{FB} ）給第一電流放大器 240。

【0056】於圖 6 所示實施例中，第二輸出級電路 250 包括電晶體 M_{out2} 。電晶體 M_{out2} 可以是 P 通道電晶體、N 通道電晶體、雙載子電晶體或是其他電晶體。電晶體 M_{out2} 的第一端（例如汲極）耦接系統電壓 V_{CCX} 。系統電壓 V_{CCX} 的準位可以視實際設計需求來決定。舉例來說（但不限於此），系統電壓 V_{CCX} 的準位可以是大於或等於系統電壓 V_{CC} 的準位。電晶體 M_{out2} 的第二端（例如源極）耦接至第二輸出級電路 250 的輸出端。電晶體 M_{out2} 的控制端（例如閘極）耦接至第二輸出級電路 250 的輸入端，以接收第一偏壓 V_{BIAS1} 。

【0057】電晶體 M_{out2} 可以不需要負擔第一輸出電壓 V_{out1} 的直流成份，因此電晶體 M_{out2} 的面積可以盡可能的小。電晶體 M_{out2} 的面積越小，則對暫態的反應速度越快。另一方面，由於電晶體 M_{out2} 可以協助提供第一輸出電壓 V_{out1} 的交流成份來補償負載電流的峰值電流，因此電晶體 M_{out1} 的面積可以適當地縮小。電晶體 M_{out1} 的面積被縮小，有助於反應速度的提昇。

【0058】第一增益電路 230 包括電晶體 M_{shift} 。電晶體 M_{shift} 可以是 P 通道電晶體、N 通道電晶體、雙載子電晶體或是其他電晶體。電晶體 M_{shift} 的第一端（例如汲極）耦接系統電壓 V_{DD} 。電晶體 M_{shift} 的第二端（例如源極）耦接至第一增益電路 230 的輸出端。電晶體 M_{shift} 的控制端（例如閘極）耦接至第一增益電路

230 的輸入端。假設偏壓電壓 VREG1 與第一偏壓 VBIAS1 的壓差為 VSHIFT，而電晶體 Mshift 的臨界電壓為 VTH。當電晶體 Mshift 導通時， $VSIFT = VTH$ ，故穩態時 $VBIAS1 - Vout1 = VTH - VSIFT = VTH - VTH = 0$ ，即第二輸出級電路 250 被截止而不輸出電流。當峰值電流發生於輸出電流 $Iout1$ 時，第一電流放大器 240 的輸出電流 IDCAC 可以快速推動第一偏壓 VBIAS1 爬升 VTH 而啟動電晶體 Mout2 輸出大量電流補償峰值電流。

● **【0059】** 在其他實施例中，電晶體 Mshift 的基體 (body) 可以被耦接至電晶體 Mshift 的控制端 (閘極)。由於第一偏壓 VBIAS1 需爬升超過 VTH 才可啟動電晶體 Mout2，此爬升時間將影響第一交流通過濾器 260、第一電流放大器 240 與第二輸出級電路 250 構成的交流迴路的反應速度。當電晶體 Mshift 的基體被耦接至電晶體 Mshift 的控制端 (閘極) 時，偏壓電壓 VREG1 可以對電晶體 Mshift 之基體提供順向偏壓 (forward bias)，藉此降低電晶體 Mshift 的 VTH 進而提升此交流迴路的反應速度。

● **【0060】** 圖 7 是依照本發明另一實施例所繪示一種穩壓器 700 的電路方塊示意圖。穩壓器 700 包括第一電壓放大器 210、第一輸出級電路 220、第一增益電路 230、第一電流放大器 240、第二輸出級電路 250、第一交流通過濾器 260、第二交流通過濾器 770 以及第二電流放大器 780。圖 7 所示穩壓器 700、第一電壓放大器 210、第一輸出級電路 220、第一增益電路 230、第一電流放大器 240、第二輸出級電路 250 與第一交流通過濾器 260 可以參照圖 2 至圖 6

的相關說明而類推，故不再贅述。

【0061】請參照圖 7，第二交流通過濾器 770 的輸入端耦接至穩壓器 700 的第一輸出端，以接收第一輸出電壓 V_{out1} 。第二交流通過濾器 770 的實施細節可以參照第一交流通過濾器 260 的相關說明而類推，故不再贅述。第二交流通過濾器 770 可以濾除第一輸出電壓 V_{out1} 的直流成份，而輸出第一輸出電壓 V_{out1} 的交流成份。第二電流放大器 780 的第一輸入端接收參考電流 I_{ref} 。第二電流放大器 780 的第二輸入端耦接至第二交流通過濾器的輸出端，以接收第一輸出電壓 V_{out1} 的交流成份。第二電流放大器 780 的輸出端耦接至第一電壓放大器 210 的輸出端。

【0062】第一輸出級電路 220 與第二輸出級電路 250 可以使用不同的電源來提供第一輸出電壓 V_{out1} 。當負載電流變化時，偏壓電壓 V_{REG1} 與第一偏壓 V_{BIAS1} 的穩態電壓需隨之變化。第二交流通過濾器 770 以及第二電流放大器 780 可以以提供第二個交流回授迴路。第二電流放大器 780 可以推動第一輸出級電路 220 以加快偏壓電壓 V_{REG1} 與第一偏壓 V_{BIAS1} 的反應速度。

【0063】圖 8 是依照本發明再一實施例所繪示一種穩壓器 800 的電路方塊示意圖。穩壓器 800 包括多個穩壓部份，例如圖 8 所繪示的穩壓部份 801 與 802。圖 8 雖僅繪示二個穩壓部份，然而在其他實施例中可以依照設計需求而配置更多個穩壓部份於積體電路中。這些穩壓部份可以依照設計需求而配置於供電路徑 11 的不同節點的附近。舉例來說（但不限於此），穩壓部份 801 可以配置於

供電路徑 11 的第一端（第一節點）的附近，而穩壓部份 802 可以配置於供電路徑 11 的第二端（第二節點）的附近。圖 8 所示負載電路 10 與供電路徑 11 可以參照圖 1 的相關說明，故不再贅述。

【0064】 穩壓器 800 的穩壓部份 801 包括第一電壓放大器 210、第一電流放大器 240、第二電流放大器 780、第一增益電路 230、第二增益電路 891、第一輸出級電路 220、第二輸出級電路 250、第一交流通過濾器 260 以及第二交流通過濾器 770。圖 8 所示穩壓器 800 的穩壓部份 801 可以參照圖 7 的相關說明而類推，故不再贅述。穩壓器 800 的第一輸出端（即穩壓部份 801 的輸出端）可以耦接至負載電路 10 的供電路徑 11 的第一節點。穩壓部份 801 的第二增益電路 891 的輸入端耦接至第一電壓放大器 210 的輸出端。

【0065】 穩壓器 800 的穩壓部份 802 包括第二電壓放大器 810、第三電流放大器 840、第四電流放大器 880、第三增益電路 892、第四增益電路 893、第三輸出級電路 820、第四輸出級電路 850、第三交流通過濾器 860 以及第四交流通過濾器 870。圖 8 所示穩壓器 800 的穩壓部份 802 可以參照圖 7 的相關說明而類推。

【0066】 穩壓部份 802 的第二電壓放大器 810 可以是任何放大器電路，例如運算放大器、電壓比較器或是其他放大器電路。第二電壓放大器 810 的第一輸入端接收參考電壓 V_{ref} 。此參考電壓 V_{ref} 的準位可以視實際設計需求來決定。第二電壓放大器 810 的第二輸入端耦接至穩壓器 800 的第二輸出端（即穩壓部份 802 的輸出端），以接收穩壓器 800 的第二輸出電壓 V_{out2} 。穩壓器 800 的第

二輸出端（即穩壓部份 802 的輸出端）可以耦接至負載電路 10 的供電路徑 11 的第二節點。

【0067】 第三輸出級電路 820 可以是任何類型輸出級電路，例如推挽式輸出電路或是其他輸出電路。第三輸出級電路 820 的輸入端耦接至第二電壓放大器 810 的輸出端。第三輸出級電路 820 的輸出端耦接至穩壓器 800 的第二輸出端（即穩壓部份 802 的輸出端）。第三輸出級電路 820 的實施方式可以參照圖 2 至圖 6 所示第一輸出級電路 220 的相關說明而類推，故不再贅述。以第三輸出級電路 820 與第二電壓放大器 810 構成的穩壓迴路可以偵測第二輸出電壓 V_{out2} 的變化，進而調整第三輸出級電路 820 的電流以使輸出電流等於負載電流，藉此使第二輸出電壓 V_{out2} 維持於額定值。在第二輸出電壓 V_{out2} 發生變化之後，第二電壓放大器 810 與第三輸出級電路 820 構成的穩壓迴路可以即時提供第二輸出電壓 V_{out2} 的直流成份。

【0068】 第三交流通過濾器 860 的輸入端耦接至穩壓器 800 的第二輸出端，以接收第二輸出電壓 V_{out2} 。第三交流通過濾器 860 可以濾除第二輸出電壓 V_{out2} 的直流成份，而輸出第二輸出電壓 V_{out2} 的交流成份。第四交流通過濾器 870 的輸入端耦接至穩壓器 800 的第二輸出端，以接收第二輸出電壓 V_{out2} 。第四交流通過濾器 870 可以濾除第二輸出電壓 V_{out2} 的直流成份，而輸出第二輸出電壓 V_{out2} 的交流成份。第三交流通過濾器 860 與/或第四交流通過濾器 870 的實施方式可以參照圖 2 至圖 7 所示第一交流通過

濾器 260 的相關說明而類推，故不再贅述。

【0069】 第三電流放大器 840 的第一輸入端接收參考電流 I_{ref} 。此參考電流 I_{ref} 的準位可以視實際設計需求來決定。第三電流放大器 840 的第二輸入端耦接至第三交流通過濾器 860 的輸出端，以接收第二輸出電壓 V_{out2} 的交流成份。第四輸出級電路 850 的輸入端耦接至第三電流放大器 840 的輸出端以及第二增益電路 891 的輸出端。因此，第二增益電路 891 可以依據偏壓電壓 V_{REG1} 來對應調節第三電流放大器 840 所輸出的第二偏壓 V_{BIAS2} 的直流準位。第四輸出級電路 850 的輸出端耦接至穩壓器 800 的第二輸出端（即穩壓部份 802 的輸出端）。第三電流放大器 840 與第四輸出級電路 850 的實施方式可以參照圖 2 至圖 6 所示第一電流放大器 240 與第二輸出級電路 250 的相關說明而類推，故不再贅述。

【0070】 第三增益電路 892 的輸入端耦接至第二電壓放大器 810 的輸出端。第三增益電路 892 的輸出端耦接至第四輸出級電路 850 的輸入端。第四增益電路 893 的輸入端耦接至第二電壓放大器 810 的輸出端，第四增益電路 893 的輸出端耦接至第二輸出級電路 250 的輸入端。第三增益電路 892 與/或第四增益電路 893 的實施方式可以參照圖 2 至圖 6 所示第一增益電路 230 的相關說明而類推，故不再贅述。在第二電壓放大器 810 與第三輸出級電路 820 所構成的穩壓調節迴路(regulation loop)中，第二電壓放大器 810 可以提供具有精準直流準位的偏壓電壓 V_{REG2} 。第三增益電路 892 可以依據偏壓電壓 V_{REG2} 來對應調節第三電流放大器 840 所輸出的

第二偏壓 VBIAS2 的直流準位。因此，第二偏壓 VBIAS2 的電壓準位具備自適應性 (adaptive) 而會根據負載電流進行動態調整。相類似的，第四增益電路 893 可以依據偏壓電壓 VREG2 來對應調節第一電流放大器 240 所輸出的第一偏壓 VBIAS1 的直流準位。

【0071】 第四電流放大器 880 的第一輸入端接收參考電流 I_{ref} 。第四電流放大器 880 的第二輸入端耦接至第四交流通過濾器 870 的輸出端，以接收第二輸出電壓 V_{out2} 的交流成份。第四電流放大器 880 的輸出端耦接至第二電壓放大器 810 的輸出端。第四電流放大器 880 的實施方式可以參照圖 2 至圖 5 所示第一電流放大器 240 的相關說明而類推，故不再贅述。

【0072】 多個穩壓部份 (例如圖 8 所繪示的穩壓部份 801 與 802) 可進行交叉耦合偏壓 (cross-coupled biasing)。此時各穩壓調節迴路 (regulation loop) 會因電壓放大器 (例如 210 或 810) 的偏移電壓 (offset voltage) V_{os} 差異而互相影響。無論如何，這些穩壓部份中 $V_{ref} + V_{os}$ 最高的迴路會同時對所有電流放大器 (例如 240 與 840) 提供經調節偏壓 (例如第一偏壓 VBIAS1 與第二偏壓 VBIAS2)，使穩壓器 800 的所有電流放大器在任何負載時皆可維持正常運作，而共同供給峰值電流。以圖 8 所述兩組穩壓部份 801 與 802 為例，假設偏壓電壓 VREG1 與第一偏壓 VBIAS1 的壓差 (或偏壓電壓 VREG2 與第二偏壓 VBIAS2 的壓差) 為 V_{SHIFT} ，在此架構下 $V_{BIAS1} = V_{BIAS2} = \text{MAX}[V_{REG1}, V_{REG2}] - V_{SHIFT}$ ，故可確保第一偏壓 VBIAS1 與第二偏壓 VBIAS2 具備交流擺盪 (AC

swing) 而使第一電流放大器 240 與第三電流放大器 840 同時運作，以共同補償峰值電流。

【0073】圖 9 是依照本發明更一實施例所繪示一種穩壓器 900 的電路方塊示意圖。穩壓器 900 包括多個穩壓部份，例如圖 9 所繪示的穩壓部份 901、902、903 與 904。圖 9 雖繪示四個穩壓部份，然而在其他實施例中可以依照設計需求而配置三個或更多個穩壓部份於積體電路中。這些穩壓部份可以依照設計需求而配置於供電路徑 11 的不同節點的附近。舉例來說（但不限於此），穩壓部份 901 可以配置於供電路徑 11 的第一端（第一節點）的附近，穩壓部份 902 可以配置於供電路徑 11 的第二端（第二節點）的附近，穩壓部份 903 可以配置於供電路徑 11 中的第三節點附近，而穩壓部份 904 可以配置於供電路徑 11 中的第四節點附近。圖 9 所示負載電路 10 與供電路徑 11 可以參照圖 1 的相關說明，故不再贅述。

【0074】圖 9 所示穩壓器 900 的穩壓部份 901 與 902 可以參照圖 8 所示穩壓部份 801 與 802 的相關說明而類推，故不再贅述。於圖 9 所示實施例中，穩壓器 900 還包括穩壓部份 903 與 904。

【0075】穩壓部份 903 包括電流放大器 941、輸出級電路 951 以及交流通過濾器 961。輸出級電路 951 的輸出端耦接至穩壓器 900 的第三輸出端（即穩壓部份 903 的輸出端），其中穩壓器 900 的第三輸出端可以耦接至供電路徑 11 的第三節點。交流通過濾器 961 的輸入端耦接至穩壓器 900 的第三輸出端（即穩壓部份 903 的輸出端），以接收穩壓器 900 的第三輸出電壓 V_{out3} 。交流通過濾器

961 可以濾除第三輸出電壓 V_{out3} 的直流成份，而輸出第三輸出電壓 V_{out3} 的交流成份。電流放大器 941 的第一輸入端接收參考電流 I_{ref} 。此參考電流 I_{ref} 的準位可以視實際設計需求來決定。電流放大器 941 的第二輸入端耦接至交流通過濾器 961 的輸出端，以接收第三輸出電壓 V_{out3} 的交流成份。電流放大器 941 的輸出端耦接至輸出級電路 951 的輸入端。就交流成份而言，交流通過濾器 961、電流放大器 941 與輸出級電路 951 構成了交流迴路 (AC loop)。當負載電流改變時，電流的變化會經由交流通過濾器 961 回授至電流放大器 941，進而調整輸出級電路 951 的輸出電流，以使輸出電流與負載電流達成平衡。

【0076】 穩壓部份 904 包括電流放大器 942、輸出級電路 952 以及交流通過濾器 962。輸出級電路 952 的輸出端耦接至穩壓器 900 的第四輸出端 (即穩壓部份 904 的輸出端)，其中穩壓器 900 的第四輸出端可以耦接至供電路徑 11 的第四節點。交流通過濾器 962 的輸入端耦接至穩壓器 900 的第四輸出端 (即穩壓部份 904 的輸出端)，以接收穩壓器的第四輸出電壓 V_{out4} 。交流通過濾器 962 可以濾除第四輸出電壓 V_{out4} 的直流成份，而輸出該第四輸出電壓 V_{out4} 的交流成份。電流放大器 942 的第一輸入端接收參考電流 I_{ref} 。電流放大器 942 的第二輸入端耦接至交流通過濾器 962 的輸出端，以接收第四輸出電壓 V_{out4} 的交流成份。電流放大器 942 的輸出端耦接至輸出級電路 952 的輸入端。就交流成份而言，交流通過濾器 962、電流放大器 942 與輸出級電路 952 構成了交流

迴路。當負載電流改變時，電流的變化會經由交流通過濾器 962 回授至電流放大器 942，進而調整輸出級電路 952 的輸出電流，以使輸出電流與負載電流達成平衡。

【0077】於圖 9 所示穩壓器 900 中，穩壓部份 901 還包括增益電路 994 與增益電路 995。增益電路 994 與增益電路 995 的輸入端耦接至第一電壓放大器 210 的輸出端。增益電路 994 的輸出端耦接至穩壓部份 903 中輸出級電路 951 的輸入端。因此，增益電路 994 可以依據偏壓電壓 VREG1 來對應調節電流放大器 941 所輸出的偏壓的直流準位。增益電路 995 的輸出端耦接至穩壓部份 904 中輸出級電路 952 的輸入端。因此，增益電路 995 可以依據偏壓電壓 VREG1 來對應調節電流放大器 942 所輸出的偏壓的直流準位。

【0078】於圖 9 所示穩壓器 900 中，穩壓部份 902 還包括增益電路 996 與增益電路 997。增益電路 996 與增益電路 997 的輸入端耦接至第二電壓放大器 810 的輸出端。增益電路 996 的輸出端耦接至穩壓部份 903 中輸出級電路 951 的輸入端。因此，增益電路 996 可以依據偏壓電壓 VREG2 來對應調節電流放大器 941 所輸出的偏壓的直流準位。增益電路 997 的輸出端耦接至穩壓部份 904 中輸出級電路 952 的輸入端。因此，增益電路 997 可以依據偏壓電壓 VREG2 來對應調節電流放大器 942 所輸出的偏壓的直流準位。

【0079】於供電路徑 11 的不同位置可以依照設計需求擺放一組或更多組穩壓部份（例如 903 與 904），以降低供電路徑 11 的寄生阻抗造成的影響。穩壓部份 903 與 904 中的輸出級提供電流輸出（非

電壓輸出)，故可避免習知穩壓器因彼此偏移電壓差異而造成無法供給峰值電流的問題。

【0080】圖 10 是依照本發明再一實施例所繪示一種穩壓器 1000 的電路方塊示意圖。穩壓器 1000 包括多個穩壓部份，例如圖 10 所繪示的穩壓部份 1001、1002、1003 與 1004。圖 10 雖繪示四個穩壓部份，然而在其他實施例中可以依照設計需求而配置三個或更多個穩壓部份於積體電路中。這些穩壓部份可以依照設計需求而配置於供電路徑 11 的不同節點的附近。舉例來說（但不限於此），穩壓部份 1001 可以配置於供電路徑 11 的第一端（第一節點）的附近，穩壓部份 1002 可以配置於供電路徑 11 的第二端（第二節點）的附近，穩壓部份 1003 可以配置於供電路徑 11 中的第三節點附近，而穩壓部份 1004 可以配置於供電路徑 11 中的第四節點附近。圖 10 所示負載電路 10 與供電路徑 11 可以參照圖 1 的相關說明，故不再贅述。

【0081】圖 10 所示穩壓器 1000 的穩壓部份 1001、1003 與 1004 可以參照圖 9 所示穩壓部份 901、903 與 904 的相關說明而類推，故不再贅述。於圖 10 所示實施例中，穩壓部份 1002 可以取代圖 9 所示穩壓部份 902。

【0082】穩壓部份 1002 包括電流放大器 840、輸出級電路 850 以及交流通過濾器 860。輸出級電路 850 的輸入端耦接至第二增益電路 891 的輸出端。輸出級電路 850 的輸出端耦接至穩壓器 1000 的第二輸出端（即穩壓部份 1002 的輸出端），其中穩壓器 1000 的第

二輸出端可以耦接至供電路徑 11 的第二節點。交流通過濾器 860 的輸入端耦接至穩壓器 1000 的第二輸出端（即穩壓部份 1002 的輸出端），以接收穩壓器 1000 的第二輸出電壓 V_{out2} 。交流通過濾器 860 可以濾除第二輸出電壓 V_{out2} 的直流成份，而輸出第二輸出電壓 V_{out2} 的交流成份。電流放大器 840 的第一輸入端接收參考電流 I_{ref} 。此參考電流 I_{ref} 的準位可以視實際設計需求來決定。電流放大器 840 的第二輸入端耦接至交流通過濾器 860 的輸出端，以接收第二輸出電壓 V_{out2} 的交流成份。電流放大器 840 的輸出端耦接至輸出級電路 850 的輸入端。就交流成份而言，交流通過濾器 860、電流放大器 840 與輸出級電路 850 構成了交流迴路（AC loop）。當負載電流改變時，電流的變化會經由交流通過濾器 860 回授至電流放大器 840，進而調整輸出級電路 850 的輸出電流，以使輸出電流與負載電流達成平衡。

【0083】 於供電路徑 11 的不同位置可以依照設計需求擺放一組或更多組穩壓部份（例如穩壓部份 1002、1003 與/或 1004），以降低供電路徑 11 的寄生阻抗造成的影響。穩壓部份 1002、1003 與/或 1004 中的輸出級提供電流輸出（非電壓輸出），故可避免習知穩壓器因彼此偏移電壓差異而造成無法供給峰值電流的問題。

【0084】 綜上所述，本發明實施例以交流回授之電流放大器協助驅動穩壓器的輸出級電路。在負載電流急遽變化時，交流回授之電流放大器可以即時產生對應電流，以推動穩壓器的輸出級電路。因此，上述諸實施例所述穩壓器可以高速且即時地反應負載

電路的峰值電流。

【0085】 雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明的精神和範圍內，當可作些許的更動與潤飾，故本發明的保護範圍當視後附的申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】

【0086】

11：供電路徑

10：負載電路

110、120：習知穩壓器

130、140：穩壓電容

200、700、800、900、1000：穩壓器

210：第一電壓放大器

220：第一輸出級電路

230：第一增益電路

240：第一電流放大器

250：第二輸出級電路

260：第一交流通過濾器

261：電容

770：第二交流通過濾器

780：第二電流放大器

801、802、901、902、903、904、1001、1002、1003、1004：

穩壓部份

810：第二電壓放大器

820：第三輸出級電路

840：第三電流放大器

850：第四輸出級電路

860：第三交流通過濾器

870：第四交流通過濾器

880：第四電流放大器

891：第二增益電路

892：第三增益電路

893：第四增益電路

941、942：電流放大器

951、952：輸出級電路

961、962：交流通過濾器

994、995、996、997：增益電路

C31、C41、C51：第一電容

C32、C42、C52：第二電容

C53：第三電容

C54：第四電容

GND：接地電壓

IDCAC、Iout1：輸出電流

IFB：回授電流

Iref：參考電流

MP31、MP41、MP51：第一 P 通道電晶體

MP32、MP42、MP52：第二 P 通道電晶體

MP33、MP43、MP53：第三 P 通道電晶體

MP44、MP54：第四 P 通道電晶體

MP55：第五 P 通道電晶體

MP56：第六 P 通道電晶體

MN31、MN41、MN51：第一 N 通道電晶體

MN32、MN42、MN52：第二 N 通道電晶體

MN33、MN43、MN53：第三 N 通道電晶體

MN34、MN44、MN54：第四 N 通道電晶體

MN45、MN55：第五 N 通道電晶體

MN56：第六 N 通道電晶體

MN57：第七 N 通道電晶體

Ma、Mb、Mout1、Mout2、Mshift：電晶體

R31、R41：電阻

R51：第一電阻

R52：第二電阻

VBIAS1：第一偏壓

VBIAS2、VBIAS32、VBIAS42、VBIAS52：第二偏壓

VBIAS33、VBIAS43、VBIAS53：第三偏壓

VBIAS54 : 第四偏壓

VBIAS55 : 第五偏壓

VCC、VCCX : 系統電壓

VDD : 第一系統電壓

VDD1、VDD2 : 電壓

Vos1、Vos2 : 偏移電壓

Vout1 : 第一輸出電壓

Vout2 : 第二輸出電壓

Vout3 : 第三輸出電壓

Vout4 : 第四輸出電壓

Vref : 參考電壓

VREG1、VREG2 : 偏壓電壓

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種穩壓器，包括：

一第一電壓放大器，其一第一輸入端接收一參考電壓，該第一電壓放大器的一第二輸入端耦接至該穩壓器的一第一輸出端以接收該穩壓器的一第一輸出電壓；

一第一輸出級電路，其一輸入端耦接至該第一電壓放大器的一輸出端，該第一輸出級電路的一輸出端耦接至該穩壓器的該第一輸出端；

一第一交流通過濾器，其一輸入端耦接至該穩壓器的該第一輸出端以接收該第一輸出電壓，經配置以濾除該第一輸出電壓的一直流成份而輸出該第一輸出電壓的一交流成份；

一第一電流放大器，其一第一輸入端接收一參考電流，該第一電流放大器的一第二輸入端耦接至該第一交流通過濾器的一輸出端以接收該第一輸出電壓的該交流成份；

一第二輸出級電路，其一輸入端耦接至該第一電流放大器的一輸出端，該第二輸出級電路的一輸出端耦接至該穩壓器的該第一輸出端；以及

一第一增益電路，其一輸入端耦接至該第一電壓放大器的該輸出端，該第一增益電路的一輸出端耦接至該第二輸出級電路的該輸入端，以調節該第一電流放大器所輸出的一第一偏壓的一直流準位。

【第2項】如申請專利範圍第1項所述的穩壓器，其中該第一輸出級電路經配置以提供該第一輸出電壓的該直流成份，而該第二輸出級電路經配置以提供該第一輸出電壓的該交流成份。

【第3項】如申請專利範圍第1項所述的穩壓器，其中該第一電壓放大器包括一運算放大器。

【第4項】如申請專利範圍第1項所述的穩壓器，其中該第一輸出級電路包括：

- 一電晶體，其一第一端耦接一系統電壓，該電晶體的一第二端耦接至該第一輸出級電路的該輸出端，該電晶體的一控制端耦接至該第一輸出級電路的該輸入端。

【第5項】如申請專利範圍第1項所述的穩壓器，其中該第一交流通過濾器包括一電容，該電容的一第一端耦接至該第一交流通過濾器的該輸入端，該電容的一第二端耦接至該第一交流通過濾器的該輸出端。

- 【第6項】如申請專利範圍第1項所述的穩壓器，其中該第一電流放大器包括一交流回授電流放大器。

【第7項】如申請專利範圍第6項所述的穩壓器，其中該交流回授電流放大器包括：

- 一第一 P 通道電晶體，其一第一端耦接一第一系統電壓；
- 一第二 P 通道電晶體，其一第一端耦接至該第一 P 通道電晶體的一第二端，該第二 P 通道電晶體的一控制端耦接一第二偏壓；
- 一電阻，其一第一端耦接至該第一 P 通道電晶體的一控制

端，該電阻的一第二端耦接至該第二 P 通道電晶體的一第二端；

一第三 P 通道電晶體，其一第一端耦接該第一系統電壓，該第三 P 通道電晶體的一控制端耦接至該電阻的該第二端，該第三 P 通道電晶體的一第二端耦接至該第一電流放大器的該輸出端；

一第一 N 通道電晶體，其一第一端耦接一第二系統電壓；

一第二 N 通道電晶體，其一第一端耦接至該第一 N 通道電晶體的一第二端，該第二 N 通道電晶體的一控制端耦接一第三偏壓，該第二 N 通道電晶體的一第二端耦接至該第二 P 通道電晶體的該第二端；

一第三 N 通道電晶體，其一第一端耦接該第二系統電壓，該第三 N 通道電晶體的一第二端耦接至該第三 P 通道電晶體的該第二端；以及

一第四 N 通道電晶體，其一第一端耦接該第二系統電壓，該第四 N 通道電晶體的一第二端耦接至該第一電流放大器的該第一輸入端以接收該參考電流，該第四 N 通道電晶體的一控制端耦接至該第四 N 通道電晶體的該第二端、該第一 N 通道電晶體的一控制端與該第三 N 通道電晶體的一控制端。

【第8項】如申請專利範圍第7項所述的穩壓器，其中該第一交流通過濾器包括：

一第一電容，其一第一端耦接至該第一 P 通道電晶體的該第二端；以及

一第二電容，其一第一端耦接至該第一 N 通道電晶體的該第

二端，該第二電容的一第二端耦接至該第一電容的一第二端。

【第9項】如申請專利範圍第6項所述的穩壓器，其中該交流回授電流放大器包括：

一第一 P 通道電晶體，其一第一端耦接一第一系統電壓；

一第二 P 通道電晶體，其一第一端耦接至該第一 P 通道電晶體的一第二端，該第二 P 通道電晶體的一控制端耦接一第二偏壓；

一第三 P 通道電晶體，其一第一端耦接該第一系統電壓，該第三 P 通道電晶體的一第二端耦接至該第一電流放大器的該輸出端；

一第四 P 通道電晶體，其一第一端耦接該第一系統電壓，該第四 P 通道電晶體的一第二端耦接至該第四 P 通道電晶體的一控制端、該第一 P 通道電晶體的一控制端與該第三 P 通道電晶體的一控制端；

一第一 N 通道電晶體，其一第一端耦接一第二系統電壓；

一第二 N 通道電晶體，其一第一端耦接至該第一 N 通道電晶體的一第二端，該第二 N 通道電晶體的一控制端耦接至一第三偏壓，該第二 N 通道電晶體的一第二端耦接至該第二 P 通道電晶體的一第二端；

一電阻，其一第一端耦接至該第一 N 通道電晶體的一控制端，該電阻的一第二端耦接至該第二 N 通道電晶體的該第二端；

一第三 N 通道電晶體，其一第一端耦接該第二系統電壓，該第三 N 通道電晶體的一第二端耦接至該第三 P 通道電晶體的該第

二端，該第三 N 通道電晶體的一控制端耦接至該電阻的該第二端；

一第四 N 通道電晶體，其一第一端耦接該第二系統電壓，該第四 N 通道電晶體的一第二端耦接至該第一電流放大器的該第一輸入端以接收該參考電流，該第四 N 通道電晶體的一控制端耦接至該第四 N 通道電晶體的該第二端與該第一 N 通道電晶體的該控制端；以及

一第五 N 通道電晶體，其一第一端耦接該第二系統電壓，該第五 N 通道電晶體的一第二端耦接至該第四 P 通道電晶體的該第二端，該第五 N 通道電晶體的一控制端耦接至該第四 N 通道電晶體的該控制端。

【第10項】如申請專利範圍第9項所述的穩壓器，其中該第一交流通過濾器包括：

一第一電容，其一第一端耦接至該第一 P 通道電晶體的該第二端；以及

一第二電容，其一第一端耦接至該第一 N 通道電晶體的該第二端，該第二電容的一第二端耦接至該第一電容的一第二端。

【第11項】如申請專利範圍第6項所述的穩壓器，其中該交流回授電流放大器包括：

一第一 P 通道電晶體，其一第一端耦接一第一系統電壓；

一第二 P 通道電晶體，其一第一端耦接至該第一 P 通道電晶體的一第二端，該第二 P 通道電晶體的一控制端耦接一第二偏壓；

一第一電阻，其一第一端耦接至該第一 P 通道電晶體的一控

制端，該第一電阻的一第二端耦接至該第二 P 通道電晶體的一第二端；

一第三 P 通道電晶體，其一第一端耦接該第一系統電壓，該第三 P 通道電晶體的一第二端耦接至該第一電流放大器的該輸出端，該第三 P 通道電晶體的一控制端耦接至該第一電阻的該第二端；

一第四 P 通道電晶體，其一第一端耦接該第一系統電壓，該第四 P 通道電晶體的一第二端耦接至該第四 P 通道電晶體的一控制端；

一第五 P 通道電晶體，其一第一端耦接該第一系統電壓，該第五 P 通道電晶體的一控制端耦接至該第四 P 通道電晶體的該控制端；

一第六 P 通道電晶體，其一第一端耦接至該第五 P 通道電晶體的一第二端，該第六 P 通道電晶體的一控制端耦接一第三偏壓；

一第一 N 通道電晶體，其一第一端耦接一第二系統電壓；

一第二 N 通道電晶體，其一第一端耦接至該第一 N 通道電晶體的一第二端，該第二 N 通道電晶體的一控制端耦接至一第四偏壓，該第二 N 通道電晶體的一第二端耦接至該第二 P 通道電晶體的該第二端；

一第三 N 通道電晶體，其一第一端耦接該第二系統電壓，該第三 N 通道電晶體的一第二端耦接至該第三 P 通道電晶體的該第二端；

一第四 N 通道電晶體，其一第一端耦接該第二系統電壓，該第四 N 通道電晶體的一第二端耦接至該第一電流放大器的該第一輸入端以接收該參考電流，該第四 N 通道電晶體的一控制端耦接至該第四 N 通道電晶體的該第二端與該第一 N 通道電晶體的一控制端；

一第五 N 通道電晶體，其一第一端耦接該第二系統電壓，該第五 N 通道電晶體的一第二端耦接至該第四 P 通道電晶體的該第二端，該第五 N 通道電晶體的一控制端耦接至該第四 N 通道電晶體的該控制端；

一第二電阻，其一第一端耦接至該第三 N 通道電晶體的一控制端；

一第六 N 通道電晶體，其一第一端耦接該第二系統電壓，該第六 N 通道電晶體的一控制端耦接至該第二電阻的一第二端；以及

一第七 N 通道電晶體，其一第一端耦接至該第六 N 通道電晶體的一第二端，該第七 N 通道電晶體的一控制端耦接至一第五偏壓，該第七 N 通道電晶體的一第二端耦接至該第六 P 通道電晶體的一第二端與該第三 N 通道電晶體的該控制端。

【第12項】如申請專利範圍第11項所述的穩壓器，其中該第一交流通過濾器包括：

一第一電容，其一第一端耦接至該第一 P 通道電晶體的該第二端；

一第二電容，其一第一端耦接至該第一 N 通道電晶體的該第二端，該第二電容的一第二端耦接至該第一電容的一第二端；

一第三電容，其一第一端耦接至該第五 P 通道電晶體的該第二端；以及

一第四電容，其一第一端耦接至該第六 N 通道電晶體的該第二端，該第四電容的一第二端耦接至該第三電容的一第二端。

【第13項】如申請專利範圍第1項所述的穩壓器，其中該第二輸出級電路包括：

一電晶體，其一第一端耦接一系統電壓，該電晶體的一第二端耦接至該第二輸出級電路的該輸出端，該電晶體的一控制端耦接至該第二輸出級電路的該輸入端。

【第14項】如申請專利範圍第1項所述的穩壓器，其中該第一增益電路包括：

一電晶體，其一第一端耦接一系統電壓，該電晶體的一第二端耦接至該第一增益電路的該輸出端，該電晶體的一控制端耦接至該第一增益電路的該輸入端。

【第15項】如申請專利範圍第14項所述的穩壓器，其中該電晶體的基體耦接至該電晶體的該控制端。

【第16項】如申請專利範圍第1項所述的穩壓器，更包括：

一第二交流通過濾器，其一輸入端耦接至該穩壓器的該第一輸出端以接收該第一輸出電壓，經配置以濾除該第一輸出電壓的該直流成份而輸出該第一輸出電壓的該交流成份；以及

一第二電流放大器，其一第一輸入端接收該參考電流，該第二電流放大器的一第二輸入端耦接至該第二交流通過濾器的一輸出端以接收該第一輸出電壓的該交流成份，而該第二電流放大器的一輸出端耦接至該第一電壓放大器的該輸出端。

【第17項】如申請專利範圍第16項所述的穩壓器，其中該穩壓器的該第一輸出端經配置以耦接至一負載電路的一供電路徑的一第一節點，而該穩壓器更包括：

一第二增益電路，其一輸入端耦接至該第一電壓放大器的該輸出端；

一第二電壓放大器，其一第一輸入端接收該參考電壓，該第二電壓放大器的一第二輸入端耦接至該穩壓器的一第二輸出端以接收該穩壓器的一第二輸出電壓，其中該穩壓器的該第二輸出端經配置以耦接至該供電路徑的一第二節點；

一第三輸出級電路，其一輸入端耦接至該第二電壓放大器的一輸出端，該第三輸出級電路的一輸出端耦接至該穩壓器的該第二輸出端；

一第三交流通過濾器，其一輸入端耦接至該穩壓器的該第二輸出端以接收該第二輸出電壓，經配置以濾除該第二輸出電壓的一直流成份而輸出該第二輸出電壓的一交流成份；

一第四交流通過濾器，其一輸入端耦接至該穩壓器的該第二輸出端以接收該第二輸出電壓，經配置以濾除該第二輸出電壓的該直流成份而輸出該第二輸出電壓的該交流成份；

一第三電流放大器，其一第一輸入端接收該參考電流，該第三電流放大器的一第二輸入端耦接至該第三交流通過濾器的一輸出端以接收該第二輸出電壓的該交流成份；

一第四輸出級電路，其一輸入端耦接至該第三電流放大器的一輸出端以及該第二增益電路的一輸出端，該第四輸出級電路的一輸出端耦接至該穩壓器的該第二輸出端；

一第三增益電路，其一輸入端耦接至該第二電壓放大器的該輸出端，該第三增益電路的一輸出端耦接至該第四輸出級電路的該輸入端；

一第四增益電路，其一輸入端耦接至該第二電壓放大器的該輸出端，該第四增益電路的一輸出端耦接至該第二輸出級電路的該輸入端；以及

一第四電流放大器，其一第一輸入端接收該參考電流，該第四電流放大器的一第二輸入端耦接至該第四交流通過濾器的一輸出端以接收該第二輸出電壓的該交流成份，而該第四電流放大器的一輸出端耦接至該第二電壓放大器的該輸出端。

【第18項】如申請專利範圍第17項所述的穩壓器，更包括：

一第五增益電路，其一輸入端耦接至該第一電壓放大器的該輸出端；

一第六增益電路，其一輸入端耦接至該第二電壓放大器的該輸出端；

一第五輸出級電路，其一輸入端耦接至該第五增益電路的一

輸出端以及該第六增益電路的一輸出端，該第五輸出級電路的一輸出端耦接至該穩壓器的一第三輸出端，其中該穩壓器的該第三輸出端經配置以耦接至該供電路徑的一第三節點；

一第五交流通過濾器，其一輸入端耦接至該穩壓器的該第三輸出端以接收該穩壓器的一第三輸出電壓，經配置以濾除該第三輸出電壓的一直流成份而輸出該第三輸出電壓的一交流成份；以及

一第五電流放大器，其一第一輸入端接收該參考電流，該第五電流放大器的一第二輸入端耦接至該第五交流通過濾器的一輸出端以接收該第三輸出電壓的該交流成份，該第五電流放大器的一輸出端耦接至該第五輸出級電路的該輸入端。

【第19項】如申請專利範圍第16項所述的穩壓器，其中該穩壓器的該第一輸出端經配置以耦接至一負載電路的一供電路徑的一第一節點，而該穩壓器更包括：

一第二增益電路，其一輸入端耦接至該第一電壓放大器的該輸出端；

一第三輸出級電路，其一輸入端耦接至該第二增益電路的一輸出端，該第三輸出級電路的一輸出端耦接至該穩壓器的一第二輸出端，其中該穩壓器的該第二輸出端經配置以耦接至該供電路徑的一第二節點；

一第三交流通過濾器，其一輸入端耦接至該穩壓器的該第二輸出端以接收該穩壓器的一第二輸出電壓，經配置以濾除該第二

輸出電壓的一直流成份而輸出該第二輸出電壓的一交流成份；以及

一第三電流放大器，其一第一輸入端接收該參考電流，該第三電流放大器的一第二輸入端耦接至該第三交流通過濾器的一輸出端以接收該第二輸出電壓的該交流成份，該第三電流放大器的一輸出端耦接至該第三輸出級電路的該輸入端。

【第20項】如申請專利範圍第19項所述的穩壓器，更包括：

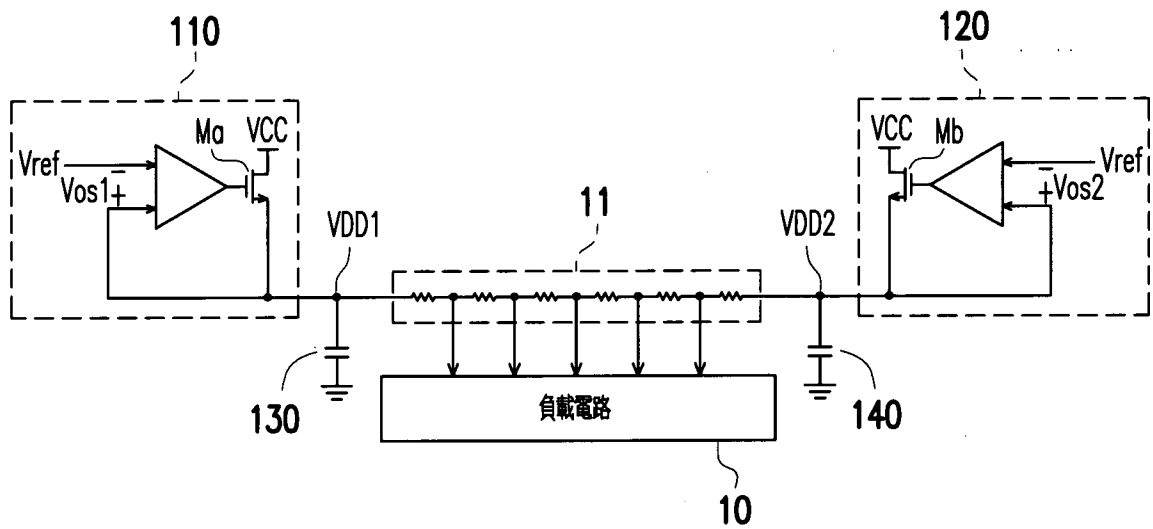
一第三增益電路，其一輸入端耦接至該第一電壓放大器的該輸出端；

一第四輸出級電路，其一輸入端耦接至該第三增益電路的一輸出端，該第四輸出級電路的一輸出端耦接至該穩壓器的一第三輸出端，其中該穩壓器的該第三輸出端經配置以耦接至該供電路徑的一第三節點；

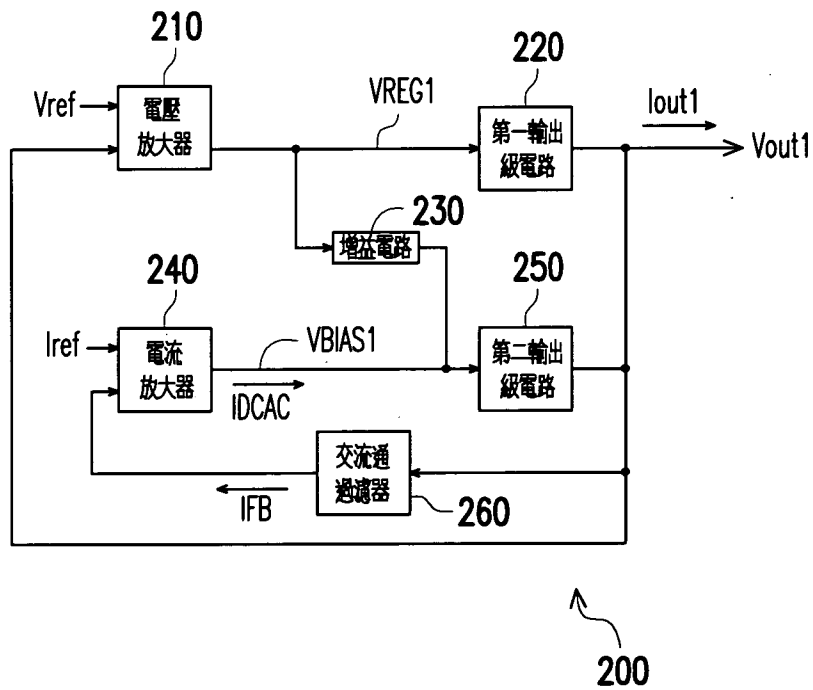
一第四交流通過濾器，其一輸入端耦接至該穩壓器的該第三輸出端以接收該穩壓器的一第三輸出電壓，經配置以濾除該第三輸出電壓的一直流成份而輸出該第三輸出電壓的一交流成份；以及

一第四電流放大器，其一第一輸入端接收該參考電流，該第四電流放大器的一第二輸入端耦接至該第四交流通過濾器的一輸出端以接收該第三輸出電壓的該交流成份，該第四電流放大器的一輸出端耦接至該第四輸出級電路的該輸入端。

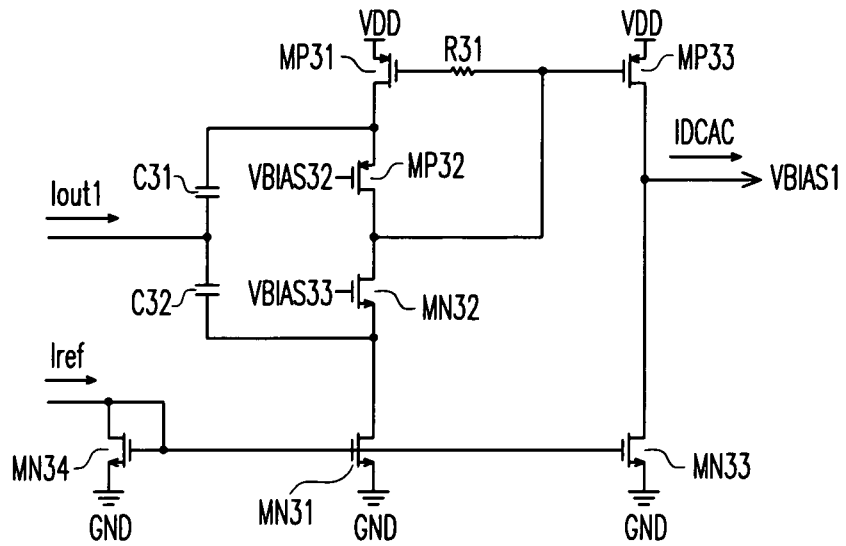
【發明圖式】



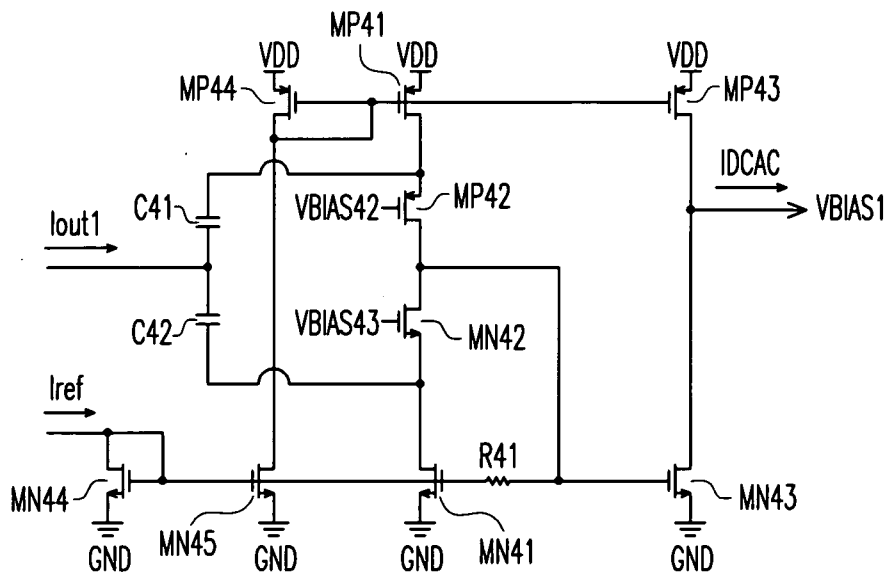
【圖1】



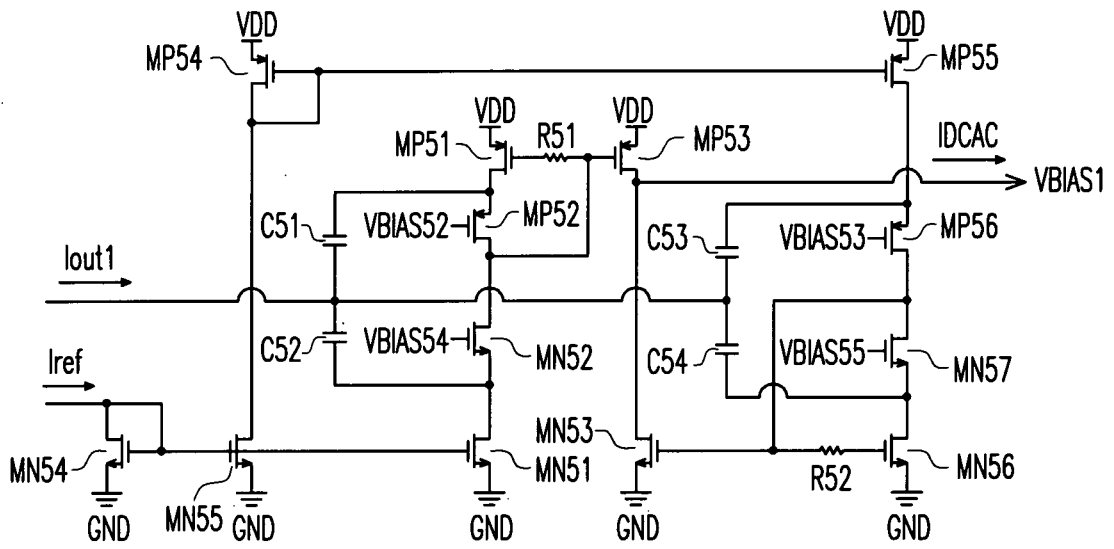
【圖2】



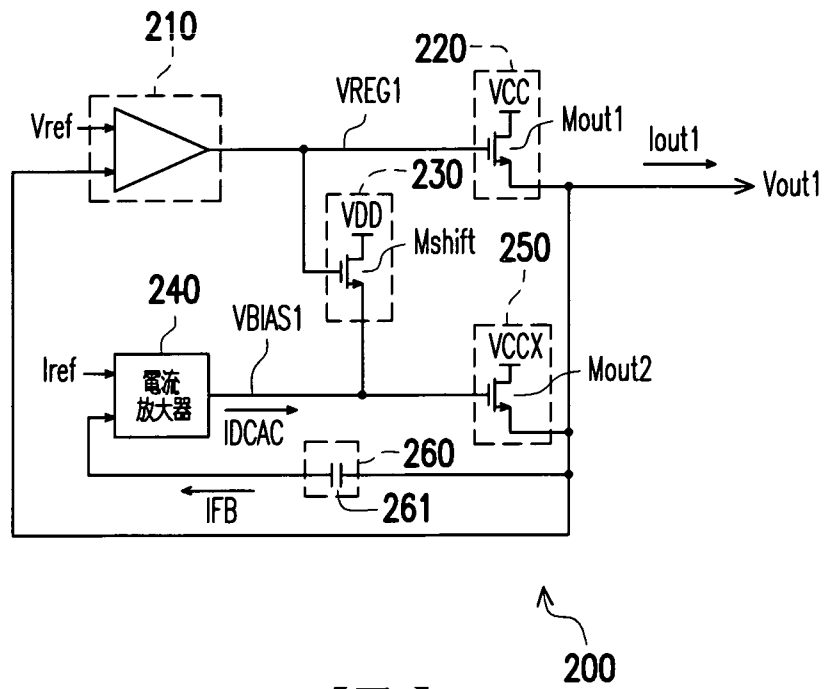
【圖3】



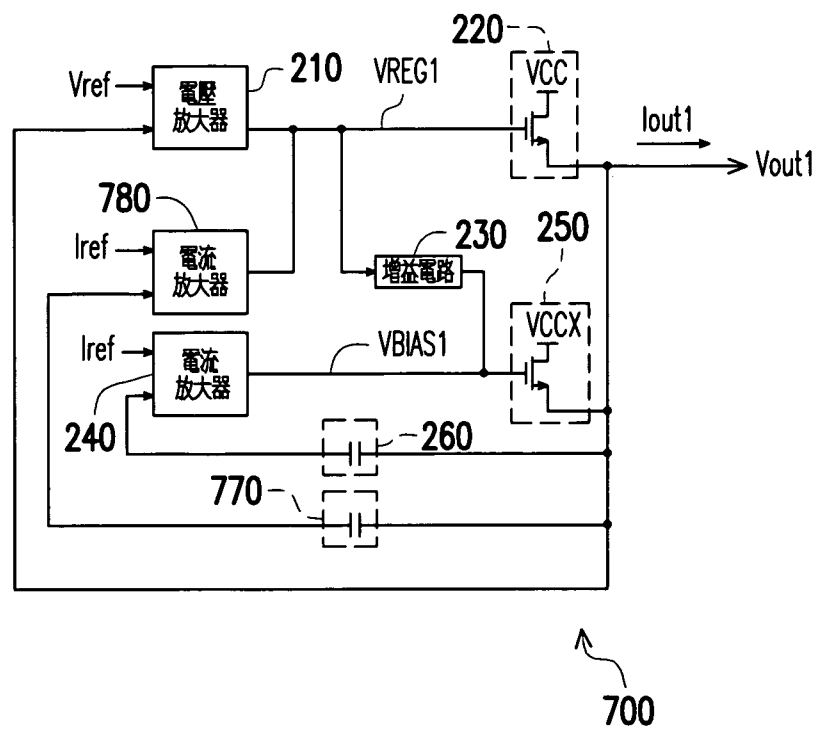
【圖4】



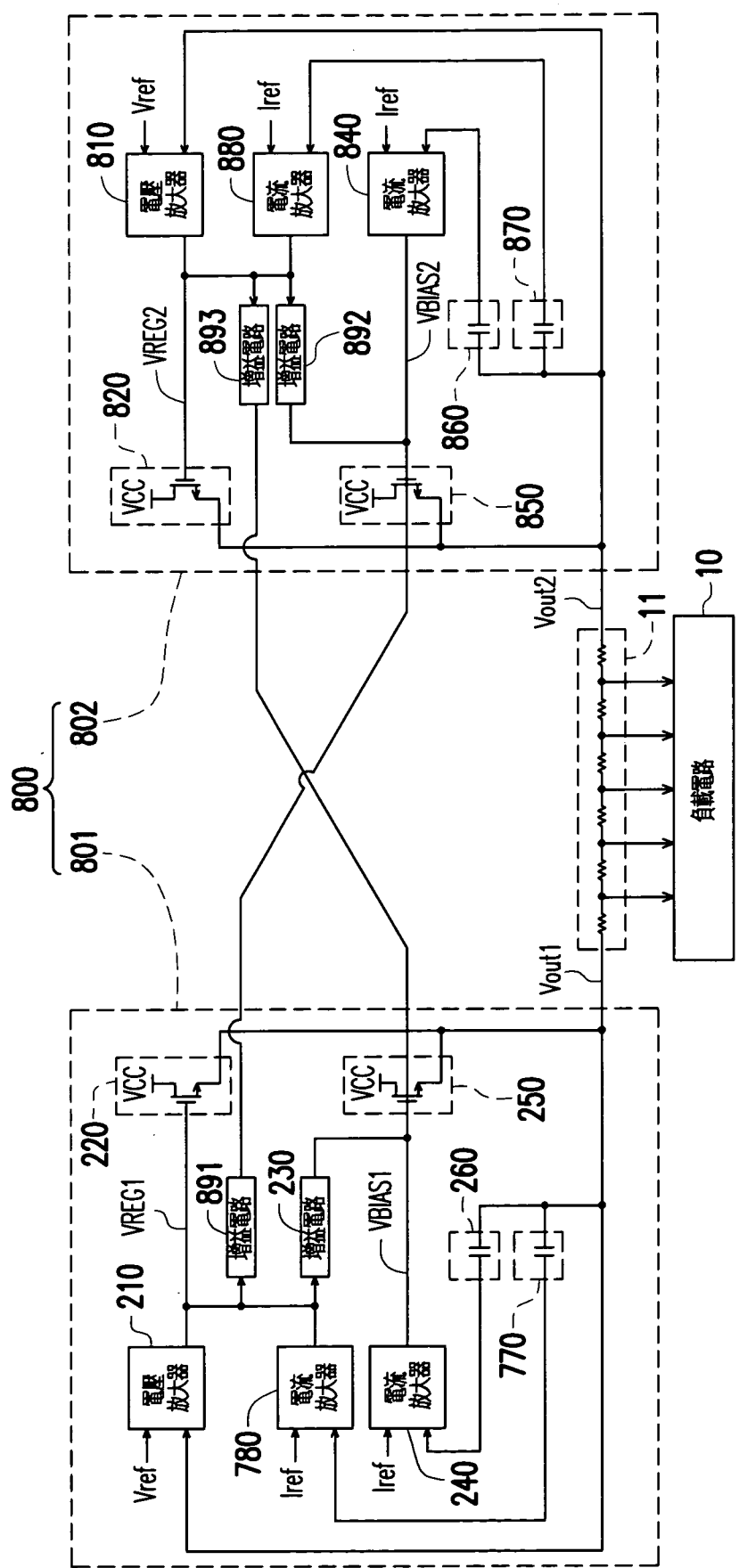
【圖5】



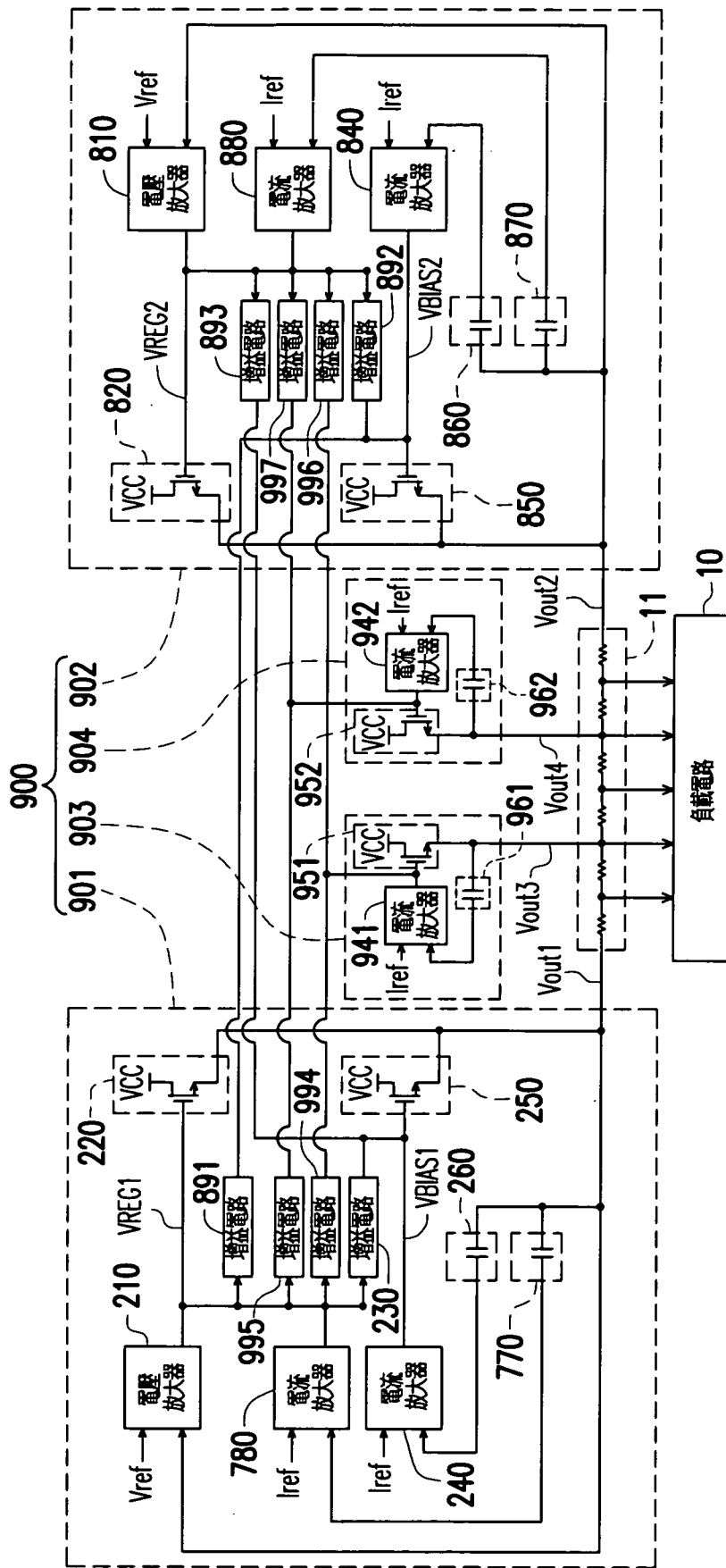
【圖6】



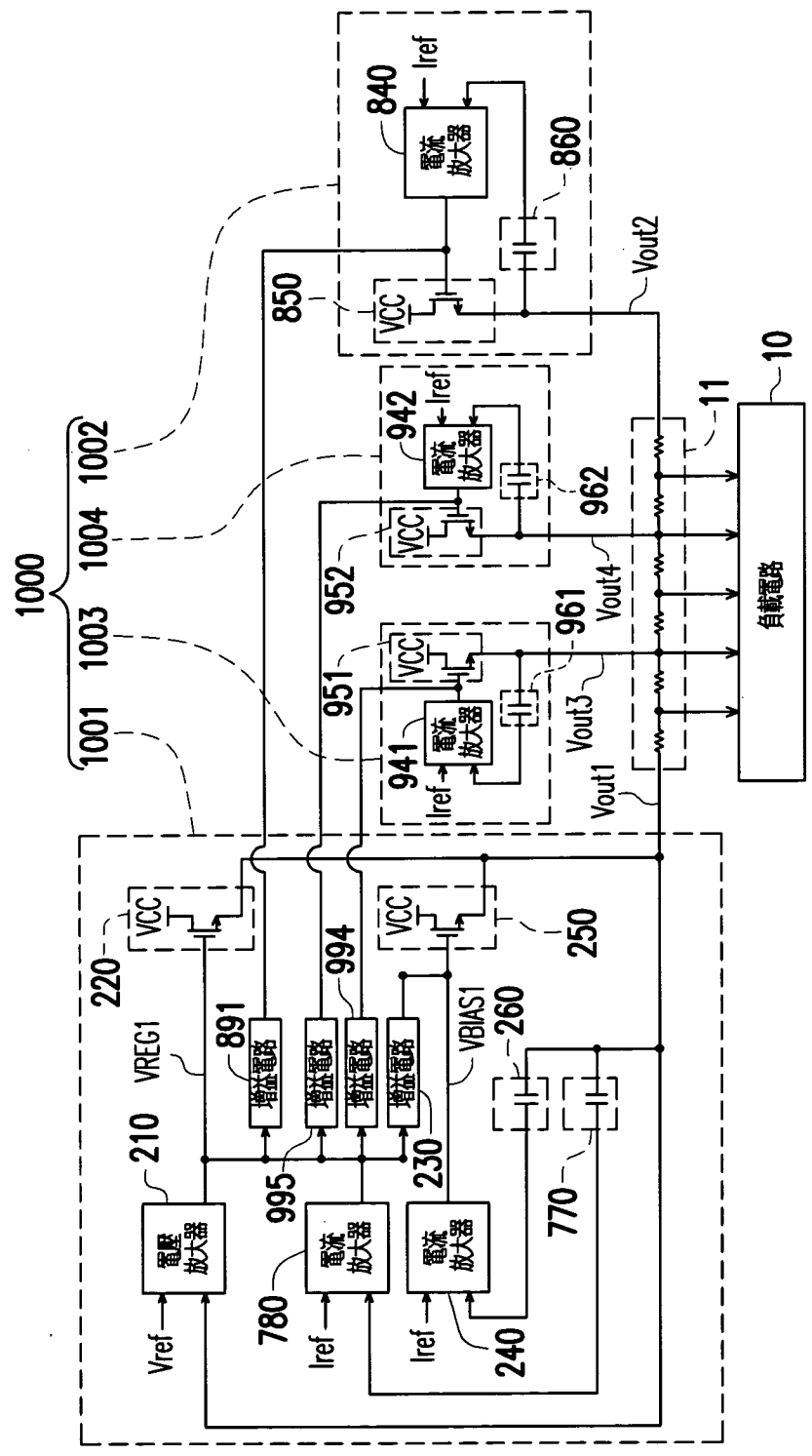
【圖7】



【圖8】



【圖9】



【圖10】