



(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 I791284 B

(45) 公告日：中華民國 112 (2023) 年 02 月 01 日

(21) 申請案號：110133959

(22) 申請日：中華民國 110 (2021) 年 09 月 13 日

(51) Int. Cl. : G05F1/575 (2006.01)

H02M3/158 (2006.01)

(71) 申請人：新唐科技股份有限公司 (中華民國) NUVOTON TECHNOLOGY CORPORATION
(TW)

新竹市東區研新三路 4 號

(72) 發明人：曾華俊 TSENG, HUA CHUN (TW)

(74) 代理人：楊長峯

(56) 參考文獻：

TW M576669U

US 2019/0258283A1

US 2021/0247790A1

審查人員：黃衍勳

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：2 共 19 頁

(54) 名稱

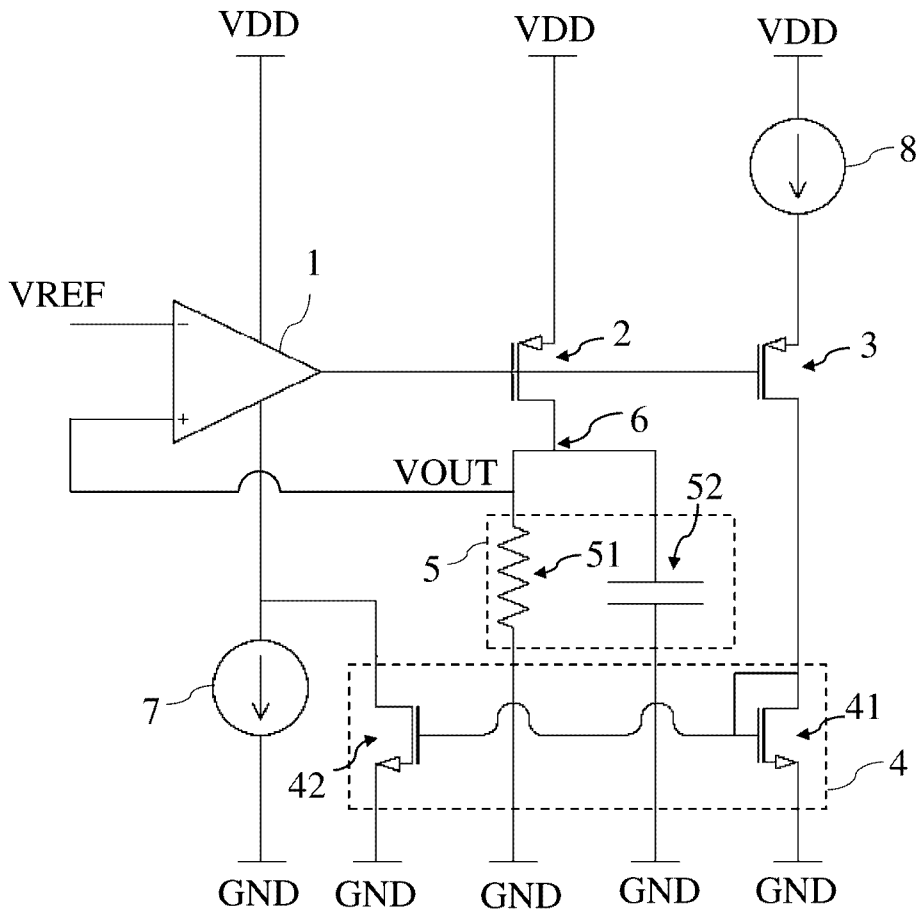
低壓降穩壓器與使用其的電路系統

(57) 摘要

本發明係關於一種限制靜態電流之低壓降穩壓器，其主要包括誤差放大器、輸出開關電晶體、回授開關電晶體、電流複製電路及箝制電流源，透過在輸入電壓與回授開關回授開關電晶體之間增設箝制電流源，使得回授開關回授開關電晶體所輸出的回授電流受到箝制，最高僅正比於箝制電流源的電流值。如此一來可令低壓降穩壓器所輸出的靜態電流不再隨負載電流成正比而無限制地上升，可有效解決因靜態電流無限上升所帶來穩定性不佳與效能下降等技術問題。

The present disclosure relates to a low-dropout voltage regulator that limits a quiescent current. It mainly includes an error amplifier, an output switching transistor, a feedback switching transistor, a current mirror circuit, a voltage source and a clamping current source. The clamping current source is added between the feedback switching transistor and the voltage source, so that the feedback current output by the feedback switching transistor is clamped, and the highest value is only proportional to the current value of the clamping current source. In this way, the quiescent current output by the low-dropout regulator can no longer increase indefinitely in proportion to the load current, which can effectively solve the technical problems of poor stability and performance degradation caused by the infinite increase of the quiescent current.

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 1: 誤差放大器
- 2: 輸出開關電晶體
- 3: 回授開關電晶體
- 4: 電流複製電路
- 41: 第一開關電晶體
- 42: 第二開關電晶體
- 5: 負載電路
- 51: 負載電阻
- 52: 負載電感
- 6: 負載端
- 7: 偏壓電流源
- 8: 箝制電流源
- GND: 接地電壓
- VDD: 輸入電壓
- VOUT: 輸出電壓
- VREF: 參考電壓

【圖1】



I791284

【發明摘要】

【中文發明名稱】低壓降穩壓器與使用其的電路系統

【英文發明名稱】LOW-DROPOUT REGULATOR AND CIRCUIT SYSTEM

USING THE SAME

【中文】

本發明係關於一種限制靜態電流之低壓降穩壓器，其主要包括誤差放大器、輸出開關電晶體、回授開關電晶體、電流複製電路及箝制電流源，透過在輸入電壓與回授開關回授開關電晶體之間增設箝制電流源，使得回授開關回授開關電晶體所輸出的回授電流受到箝制，最高僅正比於箝制電流源的電流值。如此一來可令低壓降穩壓器所輸出的靜態電流不再隨負載電流成正比而無限制地上升，可有效解決因靜態電流無限上升所帶來穩定性不佳與效能下降等技術問題。

【英文】

The present disclosure relates to a low-dropout voltage regulator that limits a quiescent current. It mainly includes an error amplifier, an output switching transistor, a feedback switching transistor, a current mirror circuit, a voltage source and a clamping current source. The clamping current source is added between the feedback switching transistor and the voltage source, so that the feedback current output by the feedback switching transistor is clamped, and the highest value is only proportional to

the current value of the clamping current source. In this way, the quiescent current output by the low-dropout regulator can no longer increase indefinitely in proportion to the load current, which can effectively solve the technical problems of poor stability and performance degradation caused by the infinite increase of the quiescent current.

【指定代表圖】圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 1：誤差放大器
- 2：輸出開關電晶體
- 3：回授開關電晶體
- 4：電流複製電路
- 41：第一開關電晶體
- 42：第二開關電晶體
- 5：負載電路
- 51：負載電阻
- 52：負載電感
- 6：負載端
- 7：偏壓電流源
- 8：箝制電流源
- GND：接地電壓
- VDD：輸入電壓

VOUT：輸出電壓

VREF：參考電壓

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】低壓降穩壓器與使用其的電路系統

【英文發明名稱】LOW-DROPOUT REGULATOR AND CIRCUIT SYSTEM
USING THE SAME

【技術領域】

【0001】 本發明涉及一種低壓降穩壓器，且特別是一種在負載電流過大時會自動限制靜態電流之低壓降穩壓器與使用其的電路系統。

【先前技術】

【0002】 低壓降穩壓器(low drop-out regulator, LDO)為了確保其負載暫態調節(load transient regulation)、線路暫態調節(line transient regulation)等能力及在各種負載下的穩定度皆能達到一定要求，因此會需求較大的靜態電流(quiescent current)，尤其是輸出負載能力越大的低壓降穩壓器設計越是如此，其中靜態電流是用於偏壓元件使用，故又稱為偏壓電流。

【0003】 現有技術，如台灣專利公開號TW 201928566，「用於高速微控制器之晶片上N型金氧半導體無電容低壓差穩壓器」，此專利公開案係揭示一種穩壓器包含經組態以放大回授電壓與參考電壓之間之差異的誤差放大器。穩壓器亦包含N型金氧半導體(NMOS)驅動器電路。驅動器電路包含N型場效應電晶體。驅動器電路電性耦合至誤差放大器之輸出。穩壓器進一步包含電性耦合在NMOS驅動器電路與誤差放大器之輸入端之間以提供回授電壓的回授電路。

【0004】 另外，如台灣專利證書號 TWI537697，「可程式化低壓差調節器及其方法」，此專利係揭示低壓差(LDO)調節器。該低壓差調節器包括電壓參考電路、傳遞器件及誤差放大器。電壓參考電路提供參考電壓。傳遞器件包括耦合

至電壓輸入的輸入端子、提供輸出電壓的輸出端子和控制端子。誤差放大器包括用於接收參考電壓的第一放大器輸入端、第二放大器輸入端以及耦合至傳遞器件的控制端子的放大器輸出端。另外，低壓差調節器包括回授電路以提供回授信號，回授電路包括了耦合至傳遞器件的輸出端子的回授輸入端和耦合至第二放大器輸入端的回授輸出端。LDO調節器還包括控制電路，控制電路包括用於儲存組態資料的非揮發性記憶體，從而控制電壓參考電路、傳遞器件、誤差放大器及回授電路的操作，以便產生輸出電壓。

【0005】 上述提到的兩個現有技術雖有著各自優點，但如圖2所示之靜態電流與負載電流的關係曲線A，其不足之處在於「靜態電流會隨著負載電流成正比關係而無節制地不斷上升，從而造成整體電路產生穩定性不佳與效能下降等負面影響」。

【發明內容】

【0006】 本發明的目的在於提供一種在負載電流過大時會自己限制靜態電流(即，偏壓電流)之低壓降穩壓器與使用其的電路系統，以藉此改善整體電路的穩定性與效能。

【0007】 本發明實施例提供一種低壓降穩壓器，該低壓降穩壓器具有一負載端用以輸出一輸出電壓，該低壓降穩壓器，且包括：一誤差放大器，其一反向輸入端用於接收一參考電壓，其一非反向輸入端電性連接該負載端，以接收該輸出電壓，其一正偏壓端用於接收一輸入電壓；一輸出開關電晶體，其一閘極電性連接該誤差放大器之一輸出端，其一源極用於接收該輸入電壓，其一汲極電性連接該負載端；一回授開關電晶體，係受控於該誤差放大器之該輸出端的一電壓，以在其一汲極產生一回授電流；一箝制電流源，其兩端分別用於接收該輸入電壓與電性連接該回授開關電晶體的一源極；一偏壓電流源，電性連接於該誤差放大

器的一負偏壓端，用以提供一第一偏壓電流給該誤差放大器；以及一電流複製電路，其一輸入端電性連接該回授開關電晶體的該汲極，以用於接收該回授電流，其一輸出端電性連接該誤差放大器的該負偏壓端，並用於複製該回授電流以產生一第二偏壓電流給該誤差放大器的該負偏壓端。

【0008】 本發明實施例還提供一種低壓降穩壓器，該低壓降穩壓器具有一負載端用以輸出一輸出電壓，且包括：一誤差放大器，其一第一輸入端用於接收一參考電壓，其一第二輸入端電性連接該負載端，以接收一輸出電壓，其一正偏壓端用於接收一輸入電壓；一輸出開關，其一受控端電性連接該誤差放大器之一輸出端，其一輸入端用於接收該輸入電壓，其一輸出端電性連接該負載端；一回授開關，係受控於該誤差放大器之該輸出端的一電壓，以在其一輸出端產生一回授電流；一箝制電流源，其兩端分別用於接收該輸入電壓與電性連接該回授開關的一輸入端；一偏壓電流源，電性連接於該誤差放大器的一負偏壓端，用以提供一第一偏壓電流給該誤差放大器；以及一電流複製電路，其一輸入端電性連接該回授開關的該輸出端，以接收該回授電流，其一輸出端電性連接該誤差放大器的該負偏壓端，並用於複製該回授電流以產生一第二偏壓電流給該誤差放大器；其中，在該負載端的一負載電流到達一預設值時，該回授開關被完全開啟，且該回授電流的一電流值等於該箝制電源的一電流值；以及在該負載端的該負載電流未到達該預設值時，該回授開關被部分開啟，且該回授電流正比於該負載電流。

【0009】 本發明實施例還提供一種電路系統，其包括前述任一個低壓降穩壓器；以及一負載電路，電性連接該負載端。

【0010】 綜上所述，相較於先前技術，本發明利用在回授開關電晶體與輸入電壓之間設置電流源，使得回授開關電晶體所輸出的回授電流受到限制，其最大值僅為電流源之電流值，如此一來低壓降穩壓器之誤差放大器的靜態電流也會受到限制，可防止靜態電流無限制隨負載電流上升之問題。另外一方面，在負

載電流較小時，回授開關電晶體輸出的回授電流仍正比於負載電流，故可以滿足對低壓降穩壓器的特性要求。

【0011】 為了進一步理解本發明的技術、手段和效果，可以參考以下詳細描述和附圖，從而可以徹底和具體地理解本發明的目的、特徵和概念。然而，以下詳細描述和附圖僅用於參考和說明本發明的實現方式，其並非用於限制本發明。

【圖式簡單說明】

【0012】 提供的附圖用以使本發明所屬技術領域具有通常知識者可以進一步理解本發明，並且被併入與構成本發明之說明書的一部分。附圖示出了本發明的示範實施例，並且用以與本發明之說明書一起用於解釋本發明的原理。

【0013】 圖1是本發明實施例的電路系統中的低壓降穩壓器的電路圖。

【0014】 圖2是呈現本發明之低壓降穩壓器與先前技術之低壓降穩壓器的靜態電流值與負載電流值之關係曲線圖。

【實施方式】

【0015】 現在將詳細參考本發明的示範實施例，其示範實施例會在附圖中被繪示出。在可能的情況下，在附圖和說明書中使用相同的元件符號來指代相同或相似的部件。另外，示範實施例的做法僅是本發明之設計概念的實現方式之一，下述多個示範實施例皆非用於限定本發明。

【0016】 對於一般以負載電流產生回授電流的低壓降穩壓器而言，負載電流越大則靜態電流(偏壓電流)會無限制地隨之上升，這將造成整體電路穩定性、效能下降，同時也造成電能無謂的損耗。為解決此種問題，本發明實施例所提供一種可以自動限制靜態電流之低壓降穩壓器，其主要特色在於低壓降穩壓器中

添加箝制電流源於回授開關電晶體與輸入電壓之間，使得負載電流上升至預設值時，回授開關電晶體會呈現完全開啟之狀態，使得回授電流受到箝制僅能增加至最大值，且最大值等正比於箝制電流源的電流值。如此一來，靜態電流不會隨負載電流無限制上升，藉以解決上述電路穩定性與效能等技術問題。另外，在負載電流低於預設值時，回授開關電晶體呈現部分開啟，使得回授電流為負載電流的 $(1/K)$ 倍(K 大於等於1)，以滿足對低壓降穩壓器的特性要求。上述為本發明的低壓降穩壓器的設計概念，進一步的細節將配合圖式說明如下。

【0017】 請參閱圖1，圖1是本發明實施例的電路系統中的低壓降穩壓器的電路圖。電路系統包括低壓降穩壓器與負載電路5。低壓降穩壓器包括誤差放大器1、輸出開關電晶體2、回授開關電晶體3、電流複製電路4、偏壓電流源7與箝制電流源8。低壓降穩壓器接收輸入電壓VDD與參考電壓VREF，並將輸入電壓VDD進行降壓，以在其負載端6產生輸出電壓VOUT給負載電路5。輸入電壓VDD可以是系統電壓，或者是根據系統電壓產生的電壓，且本發明不以此為限制。

【0018】 低壓降穩壓器會比較參考電壓VREF與輸出電壓VOUT，以控制輸出電壓VOUT小於輸入電壓VDD。另外，在負載電流較小時(未到達預設值時)，低壓降穩壓器透過回授產生給誤差放大器1的靜態電流正比於負載電流，通常設計成負載電流的 $(1/K)$ 倍(K 大於等於1)，以及在負載電流較大時(到達預設值時)，低壓降穩壓器透過回授產生給誤差放大器1的靜態電流會正比於箝制電流源的電流值，例如產生給誤差放大器1的靜態電流等於箝制電流源的電流值。

【0019】 於此實施例中，負載電路5可以是任何類型的負載電路(例如，各種需要較系統電壓低之電壓做為供應電壓的類比或數位電路)，負載電路5可以等效為彼此並聯的負載電阻51與負載電容52。雖然圖1以彼此並聯的負載電阻51與負載電容52等效地表示負載電路5，但本發明不以此為限制，在其他實施例中，負載電路5例如可等效為其他類型的電路，例如電阻、電感與電容(RLC)電路。較

佳地，電路系統可以整合成一個晶片，或者，低壓降穩壓器以一個晶片實現，負載電路5以另一個晶片實現。

【0020】 接著，進一步地說明低壓降穩壓器的細節。誤差放大器1的反向輸入端電性連接參考電壓VREF，且誤差放大器1的非反向輸入端則是電性連接負載端6，以接收輸出電壓VOOUT。誤差放大器1的輸出端則是電性連接輸出開關電晶體2的閘極，誤差放大器1的正偏壓端接收輸入電壓VDD，以及誤差放大器1的負偏壓端電性連接偏壓電流源7與電流複製電路4的輸出端，其中偏壓電流源7用於提供第一偏壓電流(即，偏壓電流源7提供的靜態電流)給誤差放大器1。

【0021】 輸出開關電晶體2對於低壓降穩壓器而言係作為功率元件使用，故輸出開關電晶體2之源極係接收輸入電壓VDD，且輸出開關電晶體2的汲極作為負載端6使用，以藉此將輸入電壓VDD進行降壓後產生輸出電壓VOOUT於負載端6。輸出電壓VOOUT根據負載端6的阻抗，產生流過負載端6的負載電流。負載電路5電性連接於負載端6與接地電壓GND(或較輸入電壓VDD低的低電壓)之間，其中負載電路5的負載電阻51與負載電容52的每一者的兩端分別電性連接負載端6與接地電壓GND。輸出開關電晶體2較佳為P型金氧半場效電晶體，但本發明不以此為限制。

【0022】 回授開關電晶體3之閘極電性連接誤差放大器1的輸出端，箝制電流源8的兩端分別接收輸入電壓VDD與電性連接於回授開關電晶體3之源極(即箝制電流源8電性連接於回授開關電晶體3之源極與輸入電壓VDD之間)，以及回授開關電晶體3之汲極電性連接電流複製電路4的輸入端。回授開關電晶體3受控於誤差放大器1之輸出端的電壓，而產生回授電流。當負載電流比較小時，回授開關電晶體3呈現部分開啟，並且產生的回授電流為通過輸出開關電晶體2之負載電流的(1/K)倍，其中K大於等於1，且相關於輸出開關電晶體2的通道寬度面積比與回授開關電晶體3的通道寬度面積比之間的比例。當負載電流比較大時，回

授開關電晶體3呈現全部開啟，因此，回授開關電晶體3產生的回授電流的電流值等於箝制電流源8的電流值。

【0023】 電流複製電路4用於將電流複製電路4之輸入端接收的回授電流複製至電流複製電路4之輸出端以產生第二偏壓電流(即，電流複製電路4之輸出端提供的靜態電流)給誤差放大器1的負偏壓端，使得誤差放大器1的負偏壓端的偏壓電流為偏壓電流源7提供的第一偏壓電流加上電流複製電路4之輸出端提供的第二偏壓電流。一般來說，電流複製電路4包括第一開關電晶體41與第二開關電晶體42，第一開關電晶體41與第二開關電晶體42較佳分別為N型金氧半場效電晶體，且本發明不以此為限制。

【0024】 第一開關電晶體41的汲極電性連接回授開關電晶體3的汲極，第一開關電晶體41的汲極還電性連接第一開關電晶體41的閘極，以及第一開關電晶體41的源極電性連接接地電壓GND(或較輸入電壓VDD低的低電壓)。第一開關電晶體41的閘極電性連接第二開關電晶體42的閘極，以及第二開關電晶體41的汲極與源極分別電性連接誤差放大器1的負偏壓端與接地電壓GND(或較輸入電壓VDD低的低電壓)。

【0025】 再者，第一開關電晶體41與通道寬度面積比與第二開關電晶體42的通道寬度面積比相同，使得電流複製電路4之輸出端產生的第二偏壓電流等於電流複製電路4之輸入端接收的回授電流。當然，於其他實施例中，第一開關電晶體41與通道寬度面積比與第二開關電晶體42的通道寬度面積比可能不同，使得產生的第二偏壓電流正比於電流複製電路4之輸入端接收的回授電流。附帶說明的是，上述電流複製電路4的實施方式僅是本發明其中一種作法，且電流複製電路4的做法非用以限制本發明。

【0026】 如此一來，透過該回授開關電晶體3與箝制電流源8及該輸出開關電晶體2的配合，使得回授開關電晶體3作為電壓控開關使用，用以調控回授開關

電晶體3輸出回授電流的大小，並在回授開關電晶體3呈現完全開啟時，輸出最大電流值為箝制電流源8之電流值的回授電流，以藉此限制產生給誤差放大器1的靜態電流。另外，隨負載電流改變的靜態電流可藉此調整低壓降穩壓器的極零點 (pole & zero) 補償，故本發明可實現不需另加補償電路的特點。

【0027】 附帶一提的是，上述輸出開關電晶體2可以用其他類型的輸出開關來取代，其中輸出開關電晶體2的閘極、源極與汲極分別作為輸出開關的受控端、輸入端與輸出端，且同樣地，上述回授開關電晶體3可以用其他類型的輸出開關來取代，其中回授開關電晶體3的閘極、源極與汲極分別作為回授開關的受控端、輸入端與輸出端。除此之外，在其他情況下誤差放大器1的反向輸入端與非反向輸入端可能分別改接成輸出電壓 V_{OUT} 與參考電壓 V_{REF} ，且回授開關及輸出開關會據此採用不同型態的電晶體。

【0028】 請同時參照圖1與圖2，圖2是呈現本發明之低壓降穩壓器與先前技術之低壓降穩壓器的靜態電流值與負載電流值之關係曲線圖。如關係曲線B，當負載電流很小時，回授開關電晶體3並非完全開啟，回授開關電晶體3所輸出的回授電流正比於負載電流，當負載電流不斷上升使得回授開關電晶體3呈現完全開啟狀態時，回授開關電晶體3所輸出的回授電流的電流值將等於箝制電流源8的電流值，如此一來低壓降穩壓器所輸出的靜態電流將不會隨負載電流無限制上升。另外，值得一提的是，當回授電流之電流值小於箝制電流源8之的電流值時(回授開關電晶體3部分開啟時)，回授電流的電流值為實質上可以是負載電流的千分之一(即，前述K為1000)，且回授電流與負載電流的比例關係可以視實際需求而設計。相較於先前技術的關係曲線A，關係曲線B可以減少更多無謂的電能損耗並增加低壓降穩壓器的穩定性。

【0029】 由上述可知，本發明主要特色之一在於輸入電壓 V_{DD} 與回授開關電晶體3之間添加箝制電流源8，這使得整體的靜態電流值不會毫無節制地持

續上升，而是如圖2所示靜態電流與負載電流的關係曲線B，靜態電流一開始會隨負載電流成正比上升。當上升到預設值時，該回授開關電晶體3呈現完全開啟狀態，回授電流受到箝制電流源8的限制到達最高值，進而使得靜態電流來到最高值，而無法再繼續上升。

【0030】 據此，本發明具有以下優點：一、簡化整體電路設計，無須額外複雜的電路設計，僅於輸入電壓VDD與回授開關電晶體3之間添加箝制電流源8，便可達到限制該靜態電流的目的；二、在極低負載電流或者是無負載電流時只需極低的靜態電流值，降低常見大負載能力的低壓降穩壓器最低負載電流值的要求及限制；三、使用可適應性的偏壓(adaptive biasing)技術，使低壓降穩壓器操作在最大負載電流值時，其靜態電流值不會大幅增加；四、利用隨負載改變的靜態電流調整低壓降穩壓器的極零點(pole & zero)補償，可實現不需另加補償電路的特點。

【0031】 應當理解，本文描述的示例和實施例僅用於說明目的，並且鑑於其的各種修改或改變將被建議給本領域技術人員，並且將被包括在本申請的精神和範圍以及所附權利要求的範圍之內。

【符號說明】

- 【0032】**
- 1：誤差放大器
 - 2：輸出開關電晶體
 - 3：回授開關電晶體
 - 4：電流複製電路
 - 41：第一開關電晶體
 - 42：第二開關電晶體
 - 5：負載電路

51：負載電阻

52：負載電感

6：負載端

7：偏壓電流源

8：箝制電流源

GND：接地電壓

VDD：輸入電壓

VOUT：輸出電壓

VREF：參考電壓

A、B：關係曲線

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種低壓降穩壓器，具有一負載端用以輸出一輸出電壓，該低壓降穩壓器包括：

一誤差放大器，其一反向輸入端用於接收一參考電壓，其一非反向輸入端電性連接該負載端，以接收該輸出電壓，其一正偏壓端用於接收一輸入電壓；

一輸出開關電晶體，其一閘極電性連接該誤差放大器之一輸出端，其一源極用於接收該輸入電壓，其一汲極電性連接該負載端；

一回授開關電晶體，係受控於該誤差放大器之該輸出端的一電壓，以在其一汲極產生一回授電流；

一箝制電流源，其兩端分別用於接收該輸入電壓與電性連接該回授開關電晶體的一源極；

一偏壓電流源，電性連接於該誤差放大器的一負偏壓端，用以提供一第一偏壓電流給該誤差放大器；以及

一電流複製電路，其一輸入端電性連接該回授開關電晶體的該汲極，以用於接收該回授電流，其一輸出端電性連接該誤差放大器的該負偏壓端，並用於複製該回授電流以產生一第二偏壓電流給該誤差放大器。

【請求項2】 如請求項1所述之低壓降穩壓器，其中在該負載端的一負載電流到達一預設值時，該回授開關電晶體被完全開啟，使得該回授電流的電流值等於該箝制電流源的電流值。

【請求項3】 如請求項2所述之低壓降穩壓器，其中在該負載端的該負載電流未到達該預設值時，該回授開關電晶體被部分開啟，且該回授電流正比於該負載電流。

【請求項4】 如請求項3所述之低壓降穩壓器，其中在該負載端的該負載電流未到達該預設值時，該回授電流與該負載電流的比例為千分之一。

【請求項5】 如請求項1所述之低壓降穩壓器，其中該電流複製電路包括：
一第一開關電晶體，其一汲極作為該電流複製電路的該輸入端，其一源極用於電性連接該低電壓，其一閘極電性連接其該汲極；以及
一第二開關電晶體，其一閘極電性連接該第一開關電晶體的該閘極，其一汲極作為該電流複製電路的該輸出端，其一源極用於電性連接該低電壓。

【請求項6】 如請求項5所述之低壓降穩壓器，其中該第一開關電晶體與該第二開關電晶體的每一者為一N型金氧半場效電晶體。

【請求項7】 一種低壓降穩壓器，具有一負載端用以輸出一輸出電壓，該低壓降穩壓器包括：

一誤差放大器，其一第一輸入端用於接收一參考電壓，其一第二輸入端電性連接該負載端，以接收一輸出電壓，其一正偏壓端用於接收一輸入電壓；

一輸出開關，其一受控端電性連接該誤差放大器之一輸出端，其一輸入端用於接收該輸入電壓，其一輸出端電性連接該負載端；

一回授開關，係受控於該誤差放大器之該輸出端的一電壓，以在其一輸出端產生一回授電流；

一箝制電流源，其兩端分別用於接收該輸入電壓與電性連接該回授開關的一輸入端；

一偏壓電流源，電性連接於該誤差放大器的一負偏壓端，用以提供一第一偏壓電流給該誤差放大器；以及

一電流複製電路，其一輸入端電性連接該回授開關的該輸出端以接收該回授電流，其一輸出端電性連接該誤差放大器的該負偏壓端，並用於複製該回授電流以產生一第二偏壓電流給該誤差放大器；

其中，在該負載端的一負載電流到達一預設值時，該回授開關被完全開啟，且該回授電流的一電流值等於該箝制電流源的一電流值；以及在該負載端的該負載電流未到達該預設值時，該回授開關被部分開啟，且該回授電流正比於該負載電流。

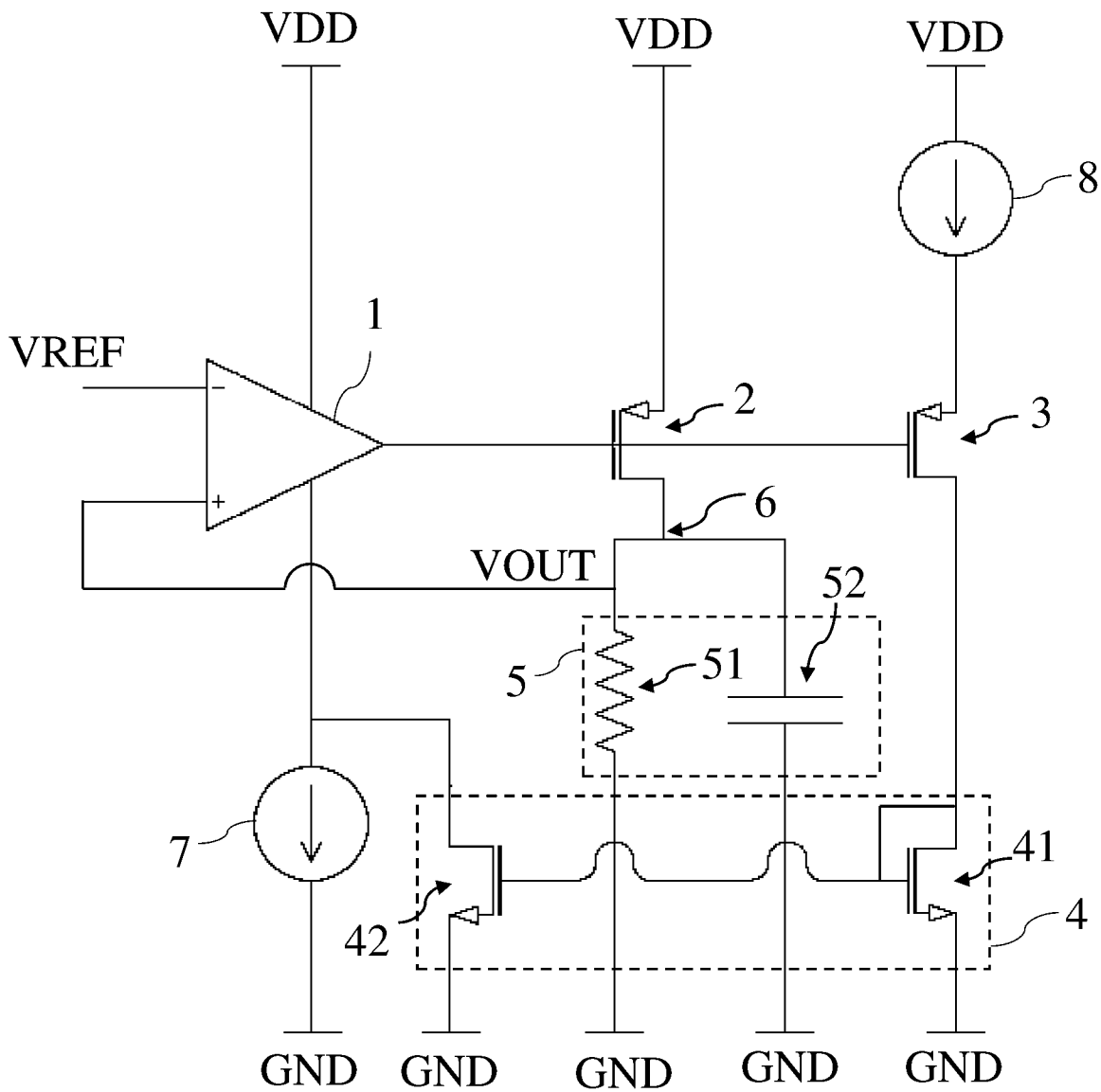
【請求項8】 如請求項7所述之低壓降穩壓器，其中該誤差放大器的該第一輸入端與該第二輸入端分別為該誤差放大器的一反向輸入端與一非反向輸入端，以及該輸出開關電晶體與該回授開關電晶體的每一者為一P型金氧半場效電晶體。

【請求項9】 如請求項8所述之低壓降穩壓器，其中該電流複製電路包括：
一第一開關電晶體，其一汲極作為該電流複製電路的該輸入端，其源極用於電性連接該低電壓，其閘極電性連接其汲極；以及
一第二開關電晶體，其閘極電性連接該第一開關電晶體的該閘極，其汲極作為該電流複製電路的該輸出端，其源極用於電性連接該低電壓。

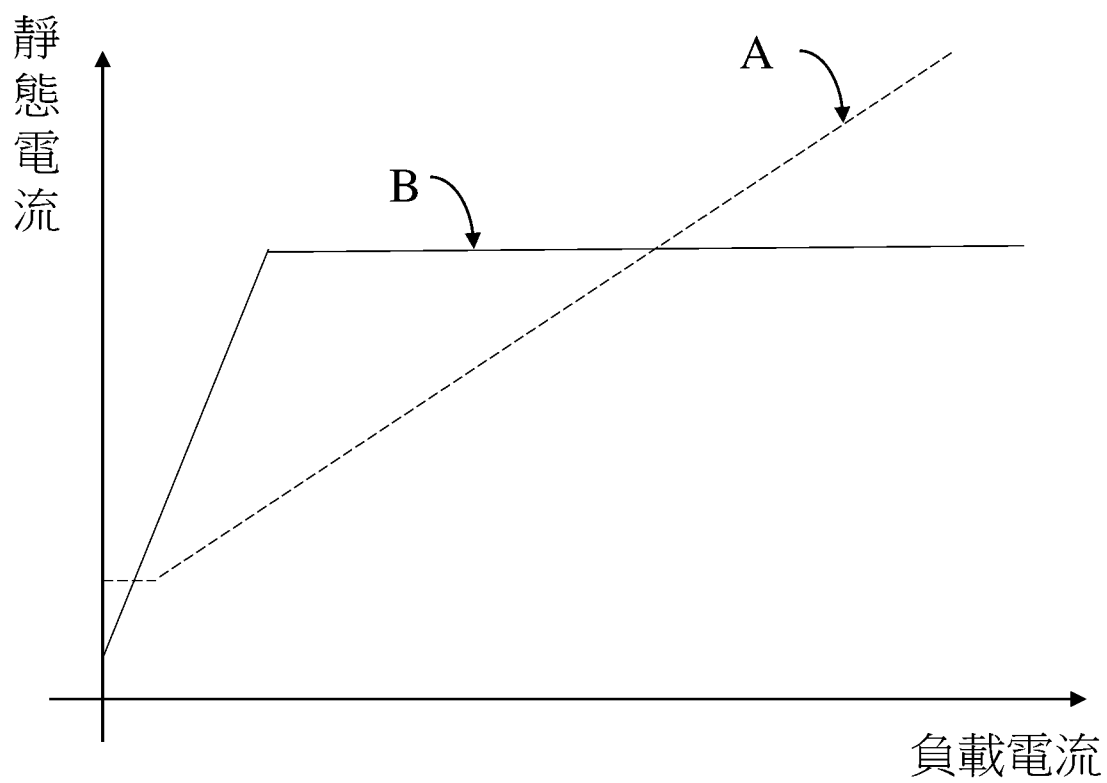
【請求項10】 一種電路系統，包括：

如請求項 1~9 其中一項所述之低壓降穩壓器；以及
一負載電路，電性連接該負載端。

【發明圖式】



【圖1】



【圖2】