

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： 971368>8

※ 申請日期： 97.09.25 ※IPC 分類： 402M3/10 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文) G05F1/10 (2006.01)

一種具過電流保護之低壓降穩壓器 / A low drop out regulator
with over-current protection

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

台灣類比科技股份有限公司 / ADVANCED ANALOG TECHNOLOGY,
INC.

代表人：(中文/英文)

師立仁 / SHIH, LI YEN

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹市科學園區工業東二路十七號二樓 / 2F, NO.17, INDUSTRY 3.
2ND RD., SCIENCE-BASED INDUSTRIAL PARK, HSINCHU, Taiwan,
R.O.C.

國 籍：(中文/英文)

中華民國 / TWN

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 高璿皓 / KAO, SHUN-HAU
2. 簡茂全 / CHIEN, MAO-CHUAN

國 籍：(中文/英文)

1. 中華民國 / TWN

201014133

2. 中華民國 / TWN

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。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於一種低壓降穩壓器，更明確地說，係有關一種具過電流保護之低壓降穩壓器。

【先前技術】

請參考第 1 圖。第 1 圖係為一先前技術之低壓降(Low Drop Out, LDO)穩壓器(regulator)100 之示意圖。如第 1 圖所示，低壓降穩壓器 100 包含一感測電阻 R_{SEN} 、一參考電阻 R_{REF} 、二回授電阻 R_{FB1} 、 R_{FB2} 、一參考電流源 I_{REF} 、一比較器 CMP、一誤差放大器 EA 以及一電晶體 Q_1 。電晶體 Q_1 係為一 P 通道金氧半導體(P channel Metal Oxide Semiconductor, PMOS)電晶體。

低壓降穩壓器 100 用來將一輸入電壓源 V_{IN} 轉換成一輸出電壓源 V_{OUT} ，以提供電壓 V_{OUT} 及負載電流 I_{LOAD} 給負載 X 使用。詳細運作原理說明如後。

回授電阻 R_{FB1} 與 R_{FB2} 耦接於輸出電壓源 V_{OUT} 與一地端之間，用來提供輸出電壓 V_{OUT} 的分壓 V_{FB} 給誤差放大器 EA。誤差放大器 EA 包含一正輸入端，用來接收輸出分壓 V_{FB} 、一負輸入端，用來接收一參考電壓 V_{REF2} ，以及一輸出端，用來根據其正輸入端與其負輸入端的訊號，輸出電流控制訊號 V_A 。電晶體 Q_1 之控制端(閘極)即耦接於誤差放大器 EA 之輸出端，用來接收電流控制訊號

V_A 。而電晶體 Q_1 便可根據電流控制訊號 V_A 的電壓大小，控制輸出電壓 V_{OUT} 與負載電流 I_{LOAD} 。更明確地說，當電流控制訊號 V_A 的電壓越低，則負載電流 I_{LOAD} 會越大；反之，當電流控制訊號 V_A 的電壓越高，則負載電流 I_{LOAD} 會越小。因此，當分壓 V_{FB} 低於參考電壓 V_{REF2} 時(如負載 X 所抽取的負載電流 I_{LOAD} 提升時)，誤差放大器 EA 所產生的電流控制訊號 V_A 會將電晶體 Q_1 的導通程度提高以提高輸出電壓 V_{OUT} (亦即電流控制訊號 V_A 的電壓會降低)。

參考電阻 R_{REF} 耦接於輸入電壓源 V_{IN} 、參考電流源 I_{REF} 與比較器 CMP 之正輸入端之間，用來提供一參考電壓 V_{REF1} 給比較器 CMP。感測電阻 R_{SEN} 耦接於輸入電壓源 V_{IN} 與比較器 CMP 之負輸入端之間，用來提供一感測電壓 V_{SEN} 給運算放大器。比較器 CMP 再比較參考電壓 V_{REF1} 與感測電壓 V_{SEN} 的大小，產生一限流控制訊號 S_C 。亦即當感測電壓 V_{SEN} 高於參考電壓 V_{REF1} 時，限流控制訊號 S_C 為邏輯「0」(低電位)；反之，當感測電壓 V_{SEN} 低於參考電壓 V_{REF1} 時，限流控制訊號 S_C 為邏輯「1」(高電位)。由於感測電阻 R_{SEN} 係串聯於輸入電壓源 V_{IN} 與電晶體 Q_1 之間，因此可根據感測電壓 V_{SEN} 與感測電阻 R_{SEN} 之阻值得知所輸出的負載電流 I_{LOAD} 的大小並經由比較器 CMP 來予以限制。更明確地說，當感測電壓 V_{SEN} 低於參考電壓 V_{REF1} 時，表示負載電流 I_{LOAD} 大於上限值 I_{LIMIT} 。因此比較器 CMP 會輸出邏輯「1」的限流控制訊號 S_C 至誤差放大器 EA，以阻止誤差放大器 EA 的運作。換句話說，當

限流控制訊號 S_C 為邏輯「1」時，誤差放大器 EA 相當於被停止致能而不能將電流控制訊號 V_A 的電壓繼續降低。如此一來電晶體 Q_1 所導通的程度亦將被限制住，而能夠限制負載電流 I_{LOAD} 的大小。

然而，由於感測電阻 R_{SEN} 係與電晶體 Q_1 串聯，因此等效上來說，從輸入電壓源 V_{IN} 到輸出電壓源 V_{OUT} 的等效阻值，會因為感測電阻 R_{SEN} 的加入而提升，而造成過多的功率耗損，同樣亦使得低壓降穩壓器 100 的輸入電壓與輸出電壓的最小壓差提升，而降低了低壓降穩壓器的效率。

【發明內容】

本發明係提供一種具過電流保護之低壓降穩壓器。該低壓降穩壓器包含一具有第一通道長寬比之第一電晶體、一感測電阻、一具有第二通道長寬比之第二電晶體、一比較器，以及一誤差放大器。該第一電晶體包含一第一端，耦接於一輸入電壓源、一第二端，用來輸出一輸出電壓源，以及一控制端，用來接收一電流控制訊號，以控制該第一電晶體之該第二端所輸出之輸出電壓源之電流。該感測電阻係耦接於該輸入電壓源。該第二電晶體包含一第一端，耦接於該感測電阻、一第二端，耦接於該第一電晶體之該第二端，以及一控制端，用來接收該電流控制訊號。該比較器包含一正輸入端，用來接收一第一參考電壓、一負輸入端，耦接於該感測電阻，用來接收一感測電壓，以及一輸出端，用來根據

該比較器之該正輸入端與該負輸入端所接收之訊號，輸出一限流控制訊號。該誤差放大器包含一負輸入端，用來接收一第二參考電壓、一正輸入端，用來接收該輸出電壓源之分壓、一輸出端，該誤差放大器係根據該第二參考電壓與該輸出電壓源之分壓於該誤差放大器之該輸出端產生該電流控制訊號，以及一致能端，耦接於該比較器之輸出端，以接收該限流控制訊號來據以致能該誤差放大器產生該電流控制訊號。其中該第一通道長寬比係大於該第二通道長寬比。

【實施方式】

請參考第 2 圖。第 2 圖係為本發明具有過電流保護之低壓降穩壓器 200 之示意圖。如第 2 圖所示，低壓降穩壓器 100 包含一感測電阻 R_{SEN} 、一參考電阻 R_{REF} 、二回授電阻 R_{FB1} 、 R_{FB2} 、一參考電流源 I_{REF} 、一比較器 CMP、一誤差放大器 EA 以及二電晶體 Q_1 、 Q_2 。電晶體 Q_1 、 Q_2 係為 P 通道金氧半導體(P channel Metal Oxide Semiconductor, PMOS)電晶體，且電晶體 Q_1 之通道長寬比為電晶體 Q_2 之 K 倍($K > 1$)。

低壓降穩壓器 200 用來將一輸入電壓源 V_{IN} 轉換成一輸出電壓源 V_{OUT} ，以提供電壓 V_{OUT} 及負載電流 I_{LOAD} 給負載 X 使用。詳細運作原理說明如後。

回授電阻 R_{FB1} 與 R_{FB2} 耦接於輸出電壓源 V_{OUT} 與一地端之間，

用來提供輸出電壓 V_{OUT} 的分壓 V_{FB} 給誤差放大器 EA。誤差放大器 EA 包含一正輸入端，用來接收輸出分壓 V_{FB} 、一負輸入端，用來接收一參考電壓 V_{REF2} ，以及一輸出端，用來根據其正輸入端與其負輸入端的訊號，輸出電流控制訊號 V_A 。電晶體 Q_1 之控制端(閘極)即耦接於誤差放大器 EA 之輸出端，用來接收電流控制訊號 V_A 。而電晶體 Q_1 便可根據電流控制訊號 V_A 的電壓大小，控制輸出電壓 V_{OUT} 與負載電流 I_{LOAD} 。更明確地說，當電流控制訊號 V_A 的電壓越低，則負載電流 I_{LOAD} 會越大；反之，當電流控制訊號 V_A 的電壓越高，則負載電流 I_{LOAD} 會越小。因此，當分壓 V_{FB} 低於參考電壓 V_{REF2} 時(如負載 X 所抽取的負載電流 I_{LOAD} 提升時)，誤差放大器 EA 所產生的電流控制訊號 V_A 會將電晶體 Q_1 的導通程度提高以提高輸出電壓 V_{OUT} (亦即電流控制訊號 V_A 的電壓會降低)。

另外，電晶體 Q_2 之控制端(閘極)亦耦接於誤差放大器 EA 之輸出端，同樣接收電流控制訊號 V_A 以據以輸出感測電流 I_{SEN} 。然而，由於電晶體 Q_2 之通道長寬比遠小於電晶體 Q_1 之通道長寬比(1:K, K 遠大於 1)，因此在計算真正的負載電流時，感測電流 I_{SEN} 可以被忽略而僅計算負載電流 I_{LOAD} 。

參考電阻 R_{REF} 耦接於輸入電壓源 V_{IN} 、參考電流源 I_{REF} 與比較器 CMP 之正輸入端之間，用來提供一參考電壓 V_{REF1} 給比較器 CMP。感測電阻 R_{SEN} 耦接於輸入電壓源 V_{IN} 、比較器 CMP 之負輸

入端以及電晶體 Q_2 之第一端(源極)之間，用來提供一感測電壓 V_{SEN} 給運算放大器。比較器 CMP 再比較參考電壓 V_{REF1} 與感測電壓 V_{SEN} 的大小，產生一限流控制訊號 S_C 。亦即當感測電壓 V_{SEN} 高於參考電壓 V_{REF1} 時，限流控制訊號 S_C 為邏輯「0」(低電位)；反之，當感測電壓 V_{SEN} 低於參考電壓 V_{REF1} 時，限流控制訊號 S_C 為邏輯「1」(高電位)。由於感測電阻 R_{SEN} 係串聯於輸入電壓源 V_{IN} 與電晶體 Q_2 之間，因此可根據感測電壓 V_{SEN} 與感測電阻 R_{SEN} 之阻值得知感測電流 I_{SEN} 的大小，並可進而推算出負載電流 I_{LOAD} 的大小(K 倍的感測電流 I_{SEN})，並經由比較器 CMP 來予以限制。更明確地說，當感測電壓 V_{SEN} 低於參考電壓 V_{REF1} 時，表示感測電流 I_{SEN} 大於上限值 $[(1/K) \times I_{LIMIT}]$ ，意即負載電流 I_{LOAD} 大於上限值 I_{LIMIT} 。因此比較器 CMP 會輸出邏輯「1」的限流控制訊號 S_C 至誤差放大器 EA，以阻止誤差放大器 EA 的運作。換句話說，當限流控制訊號 S_C 為邏輯「1」時，誤差放大器 EA 相當於被停止致能而不能再將電流控制訊號 V_A 的電壓繼續降低。也就是說，當誤差放大器 EA 接收到邏輯為「0」的限流控制訊號 S_C 時，誤差放大器 EA 可以調整電流控制訊號 V_A 的電壓；當誤差放大器 EA 接收到邏輯為「1」的限流控制訊號 S_C 時，誤差放大器 EA 便不能調整電流控制訊號 V_A 的電壓。如此一來電晶體 Q_1 與 Q_2 所導通的程度就可被限制住，而能夠進一步地限制感測電流 I_{SEN} 與負載電流 I_{LOAD} 的大小。

而本發明之優點係在於感測電阻 R_{SEN} 係與電晶體 Q_2 串聯而不

是與電晶體 Q_1 串聯。因此等效上來說，從輸入電壓源 V_{IN} 到輸出電壓源 V_{OUT} 的等效阻值，並不存在有感測電阻 R_{SEN} ，因此能夠降低輸入電壓源與輸出電壓源間的功率耗損，同時能夠降低因功率耗損所產生溫度上升，提供給使用者更大的便利性。

以上所述僅為本發明之較佳實施例，凡依本發明申請專利範圍所做之均等變化與修飾，皆應屬本發明之涵蓋範圍。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係為一先前技術之低壓降穩壓器之示意圖。

第 2 圖係為本發明具有過電流保護之低壓降穩壓器之示意圖。

【主要元件符號說明】

100、200	低壓降穩壓器
V_{IN}	輸入電壓源
V_{OUT}	輸出電壓源
R_{REF} 、 R_{SEN} 、 R_{FB1} 、 R_{FB2}	電阻
X	負載
I_{LOAD} 、 I_{SEN}	電流
Q_1 、 Q_2	電晶體
CMP	比較器
EA	誤差放大器
V_A	電流控制訊號

S_C

限流控制訊號

V_{REF1} 、 V_{REF2} 、 V_{FB}

電壓

I_{REF}

參考電流源

五、中文發明摘要：

一種具過電流保護之低壓降穩壓器包含第一與第二 P 型電晶體、感測電阻、比較器以及誤差放大器。第一 P 型電晶體之通道長寬比係遠大於第二 P 型電晶體。第一 P 型電晶體用係根據輸入電壓源與電流控制訊號，來產生輸出電壓源。感測電阻耦接於輸入電壓源、第二 P 型電晶體以及比較器之間，以提供感測電壓。比較器根據第一參考電壓與感測電壓產生限流控制訊號。當誤差放大器被限流控制訊號致能時，誤差放大器根據第二參考電壓與輸出電壓源之分壓，調整該電流控制訊號的電壓；當限流控制訊號不致能誤差放大器時，該電流控制訊號的電壓即無法被調整。

六、英文發明摘要：

An LDO with over-current protection includes a first and a second P-type transistor, a sensing resistor, a comparator, and an error amplifier. The channel length/width ratio of the first P-type transistor is much higher than that of the second P-type transistor. The first P-type transistor generates output voltage source according to input voltage source and current control signal. The sensing resistor is coupled among the input voltage source, the second P-type transistor, and the comparator, providing a sensing voltage. The comparator generates a current limiting signal according to first reference voltage and the sensing voltage. When the current limiting signal enables the error amplifier, the error amplifier adjusts voltage of the current control signal according to second reference voltage and voltage

divided from the output voltage source; when the current limiting signal disables the error amplifier, voltage of the current control signal is not adjusted.

十、申請專利範圍：

1. 一種具過電流保護之低壓降穩壓器，包含：

一具有第一通道長寬比之第一電晶體，包含：

一第一端，耦接於一輸入電壓源；

一第二端，用來產生一輸出電壓源；以及

一控制端，用來接收一電流控制訊號，以控制該第一電晶體之該第二端所產生之輸出電壓源之電流；

一感測電阻，耦接於該輸入電壓源；

一具有第二通道長寬比之第二電晶體，包含：

一第一端，耦接於該感測電阻；

一第二端，耦接於該第一電晶體之該第二端；以及

一控制端，用來接收該電流控制訊號；

一比較器，包含：

一正輸入端，用來接收一第一參考電壓；

一負輸入端，耦接於該感測電阻，用來接收一感測電壓；

以及

一輸出端，用來根據該比較器之該正輸入端與該負輸入端

所接收之訊號，輸出一限流控制訊號；以及

一誤差放大器，包含：

一負輸入端，用來接收一第二參考電壓；

一正輸入端，用來接收該輸出電壓源之分壓；

一輸出端，該誤差放大器係根據該第二參考電壓與該輸出

電壓源之分壓於該誤差放大器之該輸出端產生該電流

控制訊號；以及

一致能端，耦接於該比較器之輸出端，以接收該限流控制

訊號來據以致能該誤差放大器產生該電流控制訊號；

其中該第一通道長寬比係大於該第二通道長寬比。

2. 如請求項 1 所述之低壓降穩壓器，其中當該第一參考電壓低於該感測電壓時，該限流控制訊號係為低電位；當該第一參考電壓高於該感測電壓時，該限流控制訊號係為高電位。
3. 如請求項 2 所述之低壓降穩壓器，其中當該限流控制訊號係為低電位時，該誤差放大器可根據該第二參考電壓與該輸出電壓源之分壓來調整該電流控制訊號之電壓。
4. 如請求項 2 所述之低壓降穩壓器，其中當該限流控制訊號係為高電位時，該誤差放大器不可調整該電流控制訊號之電壓。
5. 如請求項 1 所述之低壓降穩壓器，另包含：
 - 一第一電阻，耦接於該輸出電壓源；以及
 - 一第二電阻，耦接於該第一電阻與一地端之間，並耦接於該誤差放大器之該正輸入端以提供該輸出電壓源之分壓。
6. 如請求項 1 所述之低壓降穩壓器，其中該電流控制訊號之電壓越低，該第一電晶體所輸出之輸出電壓源之電流越大；該電流

控制訊號之電壓越高，該第一電晶體所輸出之輸出電壓源之電流越小。

7. 如請求項 1 所述之低壓降穩壓器，其中該第一電晶體與該第二電晶體係為 P 通道金氧半導體電晶體。
8. 如請求項 1 所述之低壓降穩壓器，另包含：
一參考電阻，耦接於該輸入電壓源與該比較器之正輸入端之間；以及
一參考電流源，耦接於該參考電阻與一地端之間；
其中該參考電阻係用來提供該第一參考電壓。

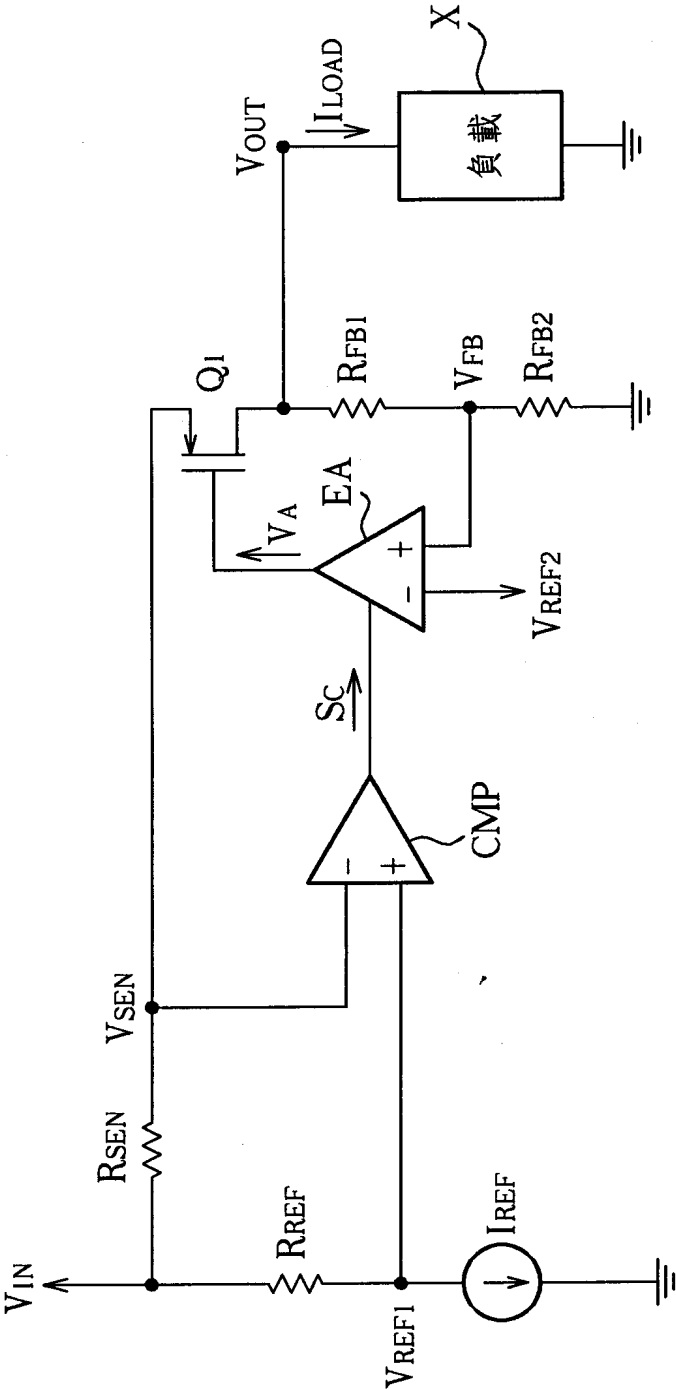
十一、圖式：

控制訊號之電壓越高，該第一電晶體所輸出之輸出電壓源之電流越小。

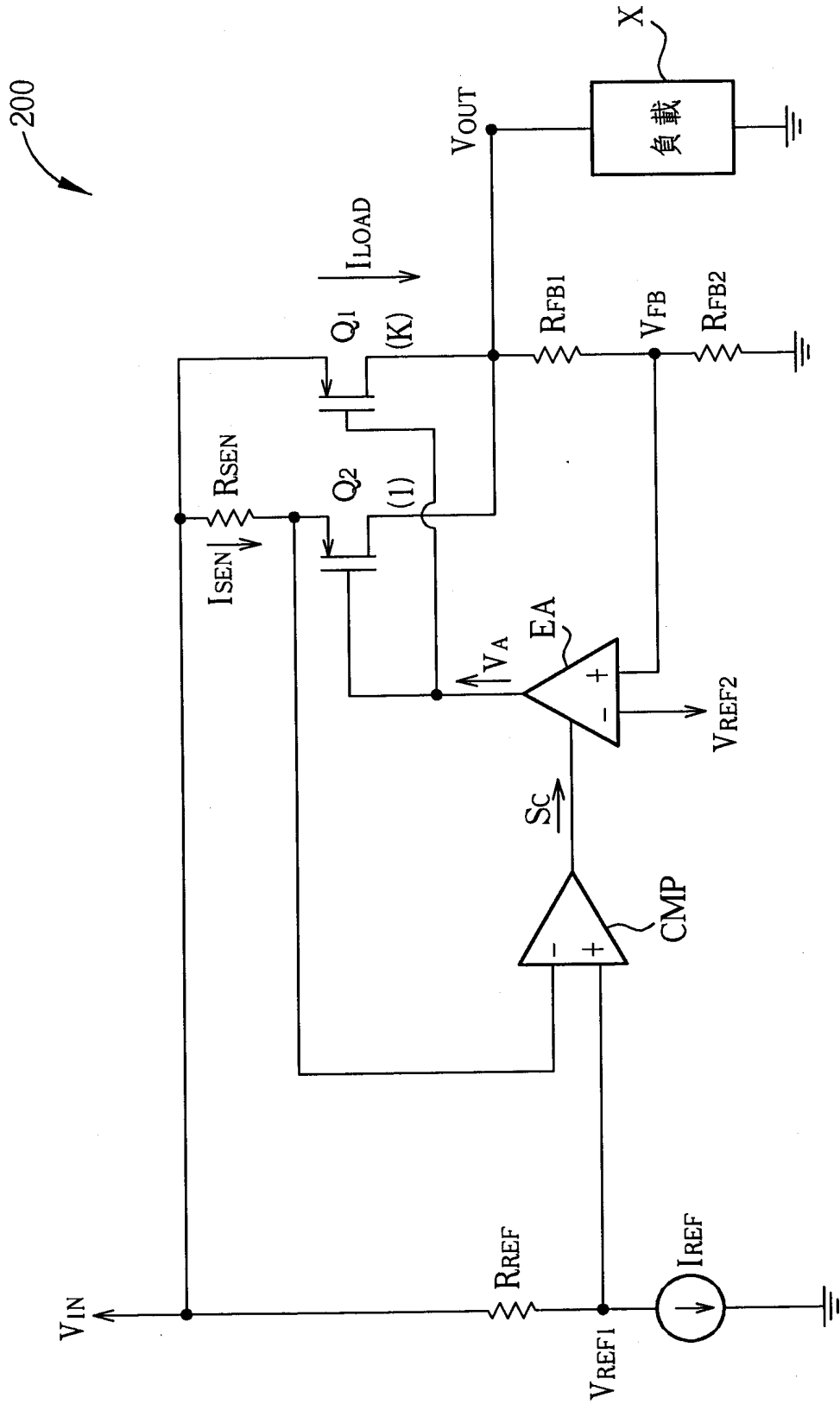
7. 如請求項 1 所述之低壓降穩壓器，其中該第一電晶體與該第二電晶體係為 P 通道金氧半導體電晶體。
8. 如請求項 1 所述之低壓降穩壓器，另包含：
一參考電阻，耦接於該輸入電壓源與該比較器之正輸入端之間；以及
一參考電流源，耦接於該參考電阻與一地端之間；
其中該參考電阻係用來提供該第一參考電壓。

十一、圖式：

100



第1圖



第2圖

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：

200	低壓降穩壓器
V_{IN}	輸入電壓源
V_{OUT}	輸出電壓源
R_{REF} 、 R_{SEN} 、 R_{FB1} 、 R_{FB2}	電阻
X	負載
I_{LOAD} 、 I_{SEN}	電流
Q_1 、 Q_2	電晶體
CMP	比較器
EA	誤差放大器
V_A	電流控制訊號
S_C	限流控制訊號
V_{REF1} 、 V_{REF2} 、 V_{FB}	電壓
I_{REF}	參考電流源

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