



(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 I481177 B

(45) 公告日：中華民國 104 (2015) 年 04 月 11 日

(21) 申請案號：102115531 (22) 申請日：中華民國 102 (2013) 年 04 月 30 日
 (51) Int. Cl. : H02M3/335 (2006.01) G05F1/46 (2006.01)
 (30) 優先權：2012/07/18 美國 13/552,360
 (71) 申請人：林耳科技公司 (美國) LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION (US)
 美國
 (72) 發明人：陳敏 CHEN, MIN (CN)；莫利斯 約翰 大衛 MORRIS, JOHN DAVID (US)；奈
 格瑞特 麥可 喬治 NEGRETE, MICHAEL GEORGE (US)
 (74) 代理人：陳長文
 (56) 參考文獻：
 TW 201105017A CN 1378717A
 CN 102290995A US 6127815
 US 2012/0218026A1
 審查人員：林賜敬
 申請專利範圍項數：19 項 圖式數：15 共 27 頁

(54) 名稱

隔離型返馳式轉換器輸出二極體之溫度補償

TEMPERATURE COMPENSATION OF OUTPUT DIODE IN AN ISOLATED FLYBACK CONVERTER

(57) 摘要

本發明揭示一種具有溫度補償(TC)之隔離型返馳式轉換器，其使用初級側感測及一輸出二極體，該輸出二極體具有與其溫度相關之一可變電壓降。比較一回饋環路中之與輸出電壓 V_{OUT} 成比例之一回饋電壓 V_{FB} 與一固定參考電壓 V_{REF} 以設定一功率開關之一工作循環，其中致使 V_{FB} 約等於 V_{REF} 。一 TC 電路具有經組態以產生一與絕對溫度成比例之電壓 V_{PTAT} 之一電壓源，其中 V_{PTAT} 在一校準溫度 T_0 下處於約 V_{REF} 且在一溫度超過 T_0 時上升。該電壓源經由一 TC 電阻器 R_{TC} 連接至 V_{FB} 節點，以使得在 T_0 下無電流流動穿過 R_{TC} 。因此，對最佳 R_{TC} 之選擇不影響為產生 V_{FB} 而對一按比例調整電阻之選擇。在升高之溫度下穿過 R_{TC} 之電流補償 V_{OUT} 。

An isolated flyback converter having temperature compensation (TC) uses primary side sensing and an output diode, the output diode having a variable voltage drop related to its temperature. A feedback voltage V_{FB} , proportional to the output voltage V_{OUT} , in a feedback loop is compared to a fixed reference voltage V_{REF} for setting a duty cycle of a power switch, wherein V_{FB} is caused to approximately equal V_{REF} . A TC circuit has a voltage source configured to generate a proportional-to-absolute-temperature voltage V_{PTAT} , wherein V_{PTAT} is at approximately V_{REF} at a calibration temperature T_0 and rises as a temperature exceeds T_0 . The voltage source is connected to the V_{FB} node via a TC resistor R_{TC} , so that at T_0 no current flows through R_{TC} . Therefore, the selection of the optimal R_{TC} does not affect the selection of a scaling resistance for generating V_{FB} . The current through R_{TC} at elevated temperatures compensates V_{OUT} .

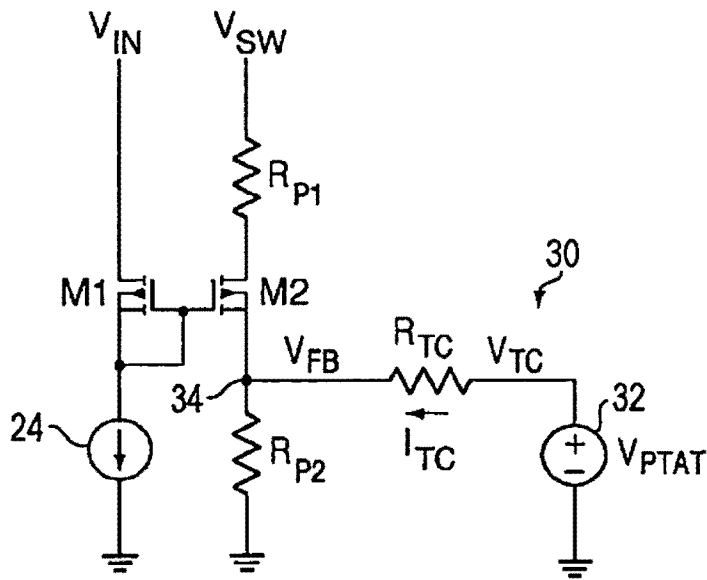


圖 9

- 24 . . . 電流源
- 30 . . . 溫度補償電路/TC 電路
- 32 . . . 電壓源
- 34 . . . V_{FB} 節點
- I_{TC} . . . 可變電流
- M1 . . . p 通道金屬氧化物半導體場效電晶體
- M2 . . . p 通道金屬氧化物半導體場效電晶體
- R_{P1} . . . 按比例調整電阻器
- R_{P2} . . . 電阻器
- R_{TC} . . . TC 電阻器
- V_{FB} . . . 回饋電壓
- V_{IN} . . . 輸入電壓
- V_{PTAT} . . . 電壓
- V_{SW} . . . 開關電壓

發明摘要

※ 申請案號： 102115531

※ 申請日： 102-06-30

※IPC 分類：H02M 3/335 (2006.01)
G05F 1/46 (2006.01)

【發明名稱】

隔離型返馳式轉換器輸出二極體之溫度補償

TEMPERATURE COMPENSATION OF OUTPUT DIODE IN AN
ISOLATED FLYBACK CONVERTER

【中文】

本發明揭示一種具有溫度補償(TC)之隔離型返馳式轉換器，其使用初級側感測及一輸出二極體，該輸出二極體具有與其溫度相關之一可變電壓降。比較一回饋環路中之與輸出電壓 V_{OUT} 成比例之一回饋電壓 V_{FB} 與一固定參考電壓 V_{REF} 以設定一功率開關之一工作循環，其中致使 V_{FB} 約等於 V_{REF} 。一TC電路具有經組態以產生一與絕對溫度成比例之電壓 V_{PTAT} 之一電壓源，其中 V_{PTAT} 在一校準溫度 T_0 下處於約 V_{REF} 且在一溫度超過 T_0 時上升。該電壓源經由一TC電阻器 R_{TC} 連接至 V_{FB} 節點，以使得在 T_0 下無電流流動穿過 R_{TC} 。因此，對最佳 R_{TC} 之選擇不影響為產生 V_{FB} 而對一按比例調整電阻之選擇。在升高之溫度下穿過 R_{TC} 之電流補償 V_{OUT} 。

【英文】

An isolated flyback converter having temperature compensation (TC) uses primary side sensing and an output diode, the output diode having a variable voltage drop related to its temperature. A feedback voltage V_{FB} , proportional to the output voltage V_{OUT} , in a feedback loop is compared to a fixed reference voltage V_{REF} for setting a duty cycle of a power switch, wherein V_{FB} is caused to approximately equal V_{REF} . A TC circuit has a voltage source configured to generate a proportional-to-absolute-temperature voltage V_{PTAT} , wherein V_{PTAT} is at approximately V_{REF} at a calibration temperature T_0 and rises as a temperature exceeds T_0 . The voltage source is connected to the V_{FB} node via a TC resistor R_{TC} , so that at T_0 no current flows through R_{TC} . Therefore, the selection of the optimal R_{TC} does not affect the selection of a scaling resistance for generating V_{FB} . The current through R_{TC} at elevated temperatures compensates V_{OUT} .

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（9）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

24	電流源
30	溫度補償電路/TC電路
32	電壓源
34	V_{FB} 節點
I_{TC}	可變電流
M1	p通道金屬氧化物半導體場效電晶體
M2	p通道金屬氧化物半導體場效電晶體
R_{P1}	按比例調整電阻器
R_{P2}	電阻器
R_{TC}	TC電阻器
V_{FB}	回饋電壓
V_{IN}	輸入電壓
V_{PTAT}	電壓
V_{SW}	開關電壓

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

隔離型返馳式轉換器輸出二極體之溫度補償

TEMPERATURE COMPENSATION OF OUTPUT DIODE IN AN
ISOLATED FLYBACK CONVERTER

【技術領域】

本發明係關於DC-DC返馳式轉換器，且特定而言，係關於一種用於一隔離型返馳式轉換器之溫度補償技術，其中該轉換器使用一輸出二極體及初級側感測來偵測一輸出電壓。

【先前技術】

DC-DC返馳式轉換器係眾所周知的。當需要輸入級與輸出級之間之隔離時，可藉由用於提供回饋之各種方法來感測輸出電壓。一種用以在維持隔離之同時將輸出電壓輸送至初級側之方式係使用一光耦合器。然而，使用一光耦合器需要額外電路、空間、功率及成本。偵測輸出電壓之一更講究之方式係當功率開關在轉換器之放電(或返馳)循環期間關斷時感測該功率開關之一端子處之電壓。此一所感測電壓以一已知方式與輸出電壓相關。

圖1圖解說明一種類型之返馳式轉換器，其藉由在於放電(或返馳)循環期間關斷功率開關MOSFET M_{POWER} 時偵測變壓器T1之初級繞組L1處之電壓而偵測輸出電壓 V_{OUT} 。藉由一變壓器之初級側處之一信號來感測一輸出電壓有時稱為初級側感測。

MOSFET M_{POWER} 由一輸出調節與控制電路14控制以在一充電循環期間將初級繞組L1連接在輸入電壓 V_{IN} (例如，一電池電壓)與接地之間。

為了達成一經調節 V_{OUT} ，在一經控制時間之後關斷 MOSFET M_{POWER} ，且肖特基二極體 D 變為被正向偏壓。亦可使用一習用 pn 二極體。在所需電壓下將穿過次級繞組 $L2$ 之電流轉移至負載及平滑電容器 C_{OUT} 。

對於調節回饋，電路 14 在放電循環期間 (MOSFET M_{POWER} 關斷) 偵測 MOSFET M_{POWER} 之汲極處之電壓。汲極電壓與 $L1$ 及 $L2$ 之繞組比相關，且跨越繞組 $L2$ 之電壓係輸出電壓 V_{OUT} 加上跨越二極體 D 之電壓降。用於偵測 V_{OUT} 之此等初級側感測電路係眾所周知的且不需要加以詳細闡述。以引用之方式併入本文中且可線上獲得之線性技術 LT3573 返馳式轉換器之全資料表闡述回饋電路之操作。此操作亦闡述於轉讓給本發明受讓人且以引用之方式併入本文中之第 7,471,522 號及第 7,463,497 號美國專利中。可使用其他已知之初級側電壓感測技術。

電路 14 繼續以一可變頻率或一固定頻率控制 MOSFET M_{POWER} 之工作循環以基於所感測電壓來調節 V_{OUT} 。

輸出調節與控制電路 14 可使用任何類型之習用技術來調節，包含電流模式、電壓模式或其他模式。

在圖 1 之實例中，展示一電壓模式轉換器。在 MOSFET M_{POWER} 關斷且二極體 D 正傳導電流之一時間期間，由一輸出電壓感測電路 16 感測 MOSFET M_{POWER} 之汲極處之開關電壓 V_{SW} 。電路 16 包含自 V_{SW} 減去 V_{IN} (以獲得跨越繞組 $L1$ 之電壓) 然後按比例調整該電壓以產生一回饋電壓 V_{FB} 之一電路，其中當 V_{FB} 等於一參考電壓 V_{REF} 時，輸出電壓 V_{OUT} 處於所要值，諸如 5 伏特。電路 16 根據以下方程式產生 V_{FB} ：

$$V_{FB} = (V_{OUT} + V_F(T)) \cdot \frac{N_p}{N_s} \cdot K_p$$

其中 $V_F(T)$ 係二極體 D 之正向電壓降， N_p/N_s 係 $L1$ 與 $L2$ 之匝數比，

且 K_p 係由一電阻器分壓器界定之一比例。跨越二極體 D 之電壓降具有一負溫度係數且係大約 -2 mV/K 。由於轉換器調整 MOSFET M_{POWER} 之工作循環以使 V_{FB} 保持等於 V_{REF} ，因此輸出電壓 V_{OUT} 隨著溫度上升而變為高於所要電壓。

在放電階段期間之某一點處，由一取樣與保持電路 18 對 V_{FB} 進行取樣且將經取樣 V_{FB} 施加至一誤差放大器 20 之一個輸入。誤差放大器 20 比較 V_{FB} 與一參考電壓 V_{REF} 且輸出一誤差電壓 V_{E} 。一脈衝產生器 22 設定 MOSFET M_{POWER} 之工作循環以致使誤差電壓 V_{E} 約等於零。以此方式，儘管係溫度相依的，但輸出電壓 V_{OUT} 得以調節。脈衝產生器 22 可包含基於 V_{E} 之值而給一電容器充電以形成一臨限電壓之一電流源、一斜坡產生器、比較該臨限電壓與斜坡以設定工作循環之一 PWM 比較器及用於 MOSFET M_{POWER} 之驅動電路。此電路係習用的。

圖 2 圖解說明針對一特定工作循環穿過初級繞組 L_1 之電流、穿過次級繞組 L_2 之電流及跨越 MOSFET M_{POWER} 之電壓 V_{SW} 。

在時間 T_1 處，MOSFET M_{POWER} 接通以給初級繞組 L_1 充電，從而致使一斜變電流在繞組 L_1 中流動。此時，二極體 D 不傳導。

在一可變或固定時間之後，在時間 T_2 處，MOSFET M_{POWER} 切斷且二極體 D 傳導。此停止初級繞組 L_1 中之電流且致使穿過次級繞組 L_2 之電流斜降同時給輸出電容器 C_{OUT} 充電且將電流提供至負載。跨越 MOSFET M_{POWER} 之電壓與輸出電壓 V_{OUT} 相關且在此時間期間由電路 14 取樣。

在時間 T_3 處，次級繞組 L_2 電流斜降至零且二極體 D 停止傳導以引起一不連續模式。對於較高電流負載，在工作循環變化以調節輸出電壓時可能不存在不連續操作。

在時間 T_3 之後，MOSFET M_{POWER} 之寄生電容及繞組 L_1 之電感形成一振盪槽電路。

在時間T4處，MOSFET M_{POWER}再次接通，且該循環重複。

各種轉換器電路之額外細節闡述於轉讓給本發明受讓人且以引用之方式併入本文中之第5,481,178號、第6,127,815號、第6,304,066號及第6,307,356號美國專利中。

圖3圖解說明其中用具有N_B匝之一第三繞組L3（亦稱爲一偏壓繞組）實施初級側感測之一習用隔離型返馳式轉換器。在放電階段期間，將跨越第三繞組L3產生一電壓。由電容器C_{BIAS}及二極體D_{BIAS}形成之電路限制尖峰。電壓V_B由輸出電壓感測電路感測且經按比例調整以根據先前所闡述之以下方程式產生回饋電壓V_{FB}。

$$V_{FB} = (V_{OUT} + V_F(T)) \cdot \frac{N_B}{N_S} \cdot K_P$$

圖4圖解說明圖1之輸出電壓感測電路16內之一先前技術電路，該先前技術電路自V_{SW}電壓減去V_{IN}電壓且用電阻器R_{P1}及R_{P2}按比例縮小該電壓。可將V_{FB}電壓表達爲

$$V_{FB} = (V_{OUT} + V_F(T)) \cdot \frac{N_P}{N_S} \cdot \frac{R_{P1}}{R_{P2}}$$

在圖4中，電流源24透過源極連接至V_{IN}之p通道MOSFET M1汲取一電流。p通道MOSFET M1及M2之閘極經連接以使得MOSFET M2之源極處於V_{IN}，假定相等之臨限電壓。此自V_{SW}減去V_{IN}。由於轉換器調整工作循環以使V_{FB}保持與V_{REF}匹配，因此可藉由調整V_{SW}來控制穿過電阻器R_{P2}之電流以產生V_{REF}。使用者選擇爲產生所要輸出電壓而按比例調整V_{FB}所需之電阻器R_{P1}且將電阻器R_{P1}連接至裝納轉換器控制電路14之封裝之一端子。R_{P2}可係10K歐姆且與轉換器控制電路14形成於同一晶片上。

圖5圖解說明圖3之輸出電壓感測電路16內之一先前技術電路，該先前技術電路用電阻器R_{B1}及R_{B2}按比例縮小電壓V_B。可將V_{FB}電壓

表達為

$$V_{FB} = (V_{OUT} + V_F(T)) \cdot \frac{N_B}{N_S} \cdot \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}}$$

由於在各個方程式中 $V_F(T)$ 隨著溫度變化且 V_{OUT} 由 V_{FB} 直接設定，因此 V_{OUT} 隨著溫度向上成斜坡，如圖6中所展示。因此， V_{OUT} 具有一正溫度係數。當各種組件被設定為室溫時， V_{OUT} 僅在室溫下係準確的。在某些環境中， V_{OUT} 在轉換器之操作期間由於溫度改變而變化多達300 mV。當標稱 V_{OUT} 係5 V或3.3 V時，此非常顯著。

已知將一溫度相依偏移電壓加至 V_{FB} 以補償二極體D之 $V_F(T)$ 之改變。

圖7及圖8圖解說明分別添加至圖4及圖5之電路之先前技術溫度補償電路。一習用帶隙電壓產生器將一穩定參考電壓 V_{REF} 提供至雙極電晶體28之基極。電晶體28之 V_{BE} 具有約-2 mV/K之一負溫度係數。電晶體28之射極處之電壓係跨越作為由使用者選擇之一外部(晶片外)電阻器之溫度補償電阻器 R_{TC} 之電壓。因此，穿過電晶體28且穿過MOSFET M4之電流由 R_{TC} 之值及隨著溫度改變之 V_{BE} 設定。MOSFET M3經連接作為一電流鏡且將一可變電流 I_{TC} 添加至 V_{FB} 節點。 $V_F(T)$ 之負溫度係數由電流 I_{TC} 之正溫度係數抵消。

關於圖7及圖8之溫度補償電路之主要問題係，使用者首先選擇 R_{P1} 以在室溫下產生所要 V_{OUT} ，然後使用者加熱轉換器以判定 V_{OUT} 對溫度之斜率。然後，使用者選擇 R_{TC} 以抵消 V_{OUT} 斜率(亦即，使其與溫度無關)。然而，由於 I_{TC} 電流始終作為一偏壓電流施加至 V_{FB} 節點，因此甚至在室溫下對 R_{TC} 之選擇亦改變 V_{FB} ，從而需要使用者選擇一不同之 R_{P1} 來達成所要 V_{OUT} 。此導致再次修整 R_{TC} 之需要。所執行之反覆越多，對 R_{P1} 及 R_{TC} 之選擇就更佳。此係仍導致未經最佳化 R_{P1} 及 R_{TC} 值之一繁瑣程序。一旦使用者已選定 R_{P1} 及 R_{TC} 值，使用者即可設定用於生

產之最終電路設計。

需要一種用於使用初級側感測及一輸出二極體之一隔離型返馳式轉換器之溫度補償技術，其不需要針對 V_{OUT} 選擇一最佳值按比例調整電阻器及針對補償 V_{OUT} 選擇一最佳值溫度補償電阻器之一反覆程序。

【發明內容】

本發明揭示用於使用初級側感測及一輸出二極體之一隔離型返馳式轉換器之一溫度補償技術。產生一與絕對溫度成比例之電壓 V_{PTAT} 之一電壓源經由一溫度補償電阻器 R_{TC} 連接至該轉換器中之一回饋環路之 V_{FB} 節點。將 V_{PTAT} 選擇為在一初始校準溫度(諸如室溫)下等於一參考電壓 V_{REF} 。使用者在室溫下選擇該轉換器之回饋環路中之一按比例調整電阻器，以使得當達成所要 V_{OUT} 時 V_{FB} 等於 V_{REF} 。由於該轉換器在室溫下之操作期間將 V_{FB} 控制為等於 V_{REF} ，因此在使用者選擇按比例調整電阻器時不存在穿過電阻器 R_{TC} 之電流。因此，溫度補償電路在室溫下對轉換器無影響。

在設定按比例調整電阻器之後，使轉換器之溫度升高以在 V_{OUT} 隨著溫度上升時判定 V_{OUT} 之斜率。然後選擇電阻器 R_{TC} 之最佳值作為抵消 V_{OUT} 之斜率之 R_{TC} 值。此可使用一電位計來完成。另一選擇係，若輸出二極體之二極體壓降對溫度已知，則可在不使轉換器之溫度升高之情況下藉由方程式來判定 R_{TC} 之恰當值。對 R_{TC} 之選擇在室溫下不影響 V_{OUT} ，因此不需要在選擇 R_{TC} 之後修整按比例調整電阻器。因此，可在無一反覆程序之情況下選擇按比例調整電阻器及溫度補償電阻器 R_{TC} 之最佳值，從而大大減輕了使用者之任務且改良了轉換器隨著溫度之效能。

闡述形成 V_{PTAT} 電壓源之各種技術。

返馳式轉換器及按比例調整電路可係習用的。

【圖式簡單說明】

圖1圖解說明感測功率開關之一節點處之電壓 V_{sw} 以提供一回饋電壓之一先前技術返馳式轉換器。

圖2圖解說明在一特定工作循環下穿過圖1中之變壓器之繞組之電流以及跨越功率開關之電壓。

圖3圖解說明感測一第三繞組之一節點處之電壓以提供一回饋電壓之一先前技術返馳式轉換器。

圖4圖解說明供與圖1之轉換器一起使用之用於自 V_{sw} 減去 V_{IN} 且按比例調整回饋電壓之一先前技術電路。

圖5圖解說明供與圖3之轉換器一起使用之用於按比例調整回饋電壓之一先前技術電路。

圖6圖解說明在無溫度補償之情況下轉換器輸出電壓 V_{OUT} 如何隨著溫度向上成斜坡。

圖7圖解說明供與圖4之電路一起使用之一先前技術溫度補償電路。

圖8圖解說明供與圖5之電路一起使用之一先前技術溫度補償電路。

圖9圖解說明連接至圖4之電路之根據本發明一項實施例之一溫度補償電路，其允許在不使用一反覆程序之情況下選擇一最佳按比例調整電阻器及一最佳溫度補償電阻器。

圖10圖解說明選擇各種TC電阻器值對 V_{OUT} 之影響。

圖11圖解說明連接至圖5之電路之根據本發明一項實施例之一溫度補償電路，其允許在不使用一反覆程序之情況下對一最佳按比例調整電阻器及一最佳溫度補償(TC)電阻器之選擇。

圖12圖解說明連接至圖4之電路之一溫度補償電路，其用於在TC電阻器處提供在一初始校準溫度(諸如室溫)下等於 V_{REF} 之一與絕對溫

度成比例之電壓 V_{PTAT} 。

圖13圖解說明連接至圖5之電路之一溫度補償電路，其用於在TC電阻器處提供在一初始校準溫度(諸如室溫)下等於 V_{REF} 之一與絕對溫度成比例之電壓 V_{PTAT} 。

圖14圖解說明用於產生在一初始校準溫度(諸如室溫)下等於 V_{REF} 之一與絕對溫度成比例之電壓 V_{PTAT} 之一電壓源。

圖15是識別在本發明之一項實施例期間執行之各種步驟之一流程圖。

用相同編號標示相同或等效之元件。

【實施方式】

在各種實例中，將本發明展示為結合圖1及圖3到圖5之各種先前技術電路使用。然而，本發明可結合使用初級側感測之一隔離型返馳式轉換器中之幾乎每一類型之回饋電路使用。

圖9圖解說明連接至圖4之電路之 V_{FB} 節點之一溫度補償電路30。一電壓源32產生與溫度成比例之一電壓。此一電壓稱爲一與絕對溫度成比例之電壓 V_{PTAT} 。電壓源32經由一溫度補償(TC)電阻器 R_{TC} 連接至使用初級側感測之一隔離型返馳式轉換器之一回饋環路中之 V_{FB} 節點34。舉例而言，該轉換器可係圖1或圖3之轉換器中之任一者，且溫度補償電路30可連接至誤差放大器20或爲了調整一功率開關之工作循環以致使 V_{FB} 與一參考電壓 V_{REF} 匹配而比較 V_{FB} 與 V_{REF} 之其他差動放大器之一輸入。

電阻器 R_{TC} 通常在含有控制電路14(圖1)之一晶片外部且連接至IC封裝之一接針。使用者基於在轉換器中使用之特定組件而選擇恰當電阻器 R_{TC} 。

將參考圖15之流程圖來論述圖9之發明。

在圖15之步驟36中，TC電路30經組態以在室溫下產生穿過電阻

器 R_{TC} 之零電流(或實質上零電流)，假定在室溫下為設定 V_{OUT} 執行初始按比例調整。由於回饋環路致使轉換器在誤差放大器20之輸入處始終使 V_{FB} 與 V_{REF} (展示於圖1中)匹配，因此在室溫下 V_{PTAT} 被設定為 V_{REF} 。因此，由於將相同電壓施加至電阻器 R_{TC} 之兩側，因此將不存在穿過 R_{TC} 之電流，且回饋環路中按比例調整電阻器之設定將與TC電路30無關。

在圖15之步驟38中，使轉換器在室溫下操作。在此溫度下，TC電路30對 V_{OUT} 無影響。

在步驟40中，使用者選擇按比例調整電阻器 R_{P1} 以致使在 V_{OUT} 處於所要值(諸如5 V)時 V_{FB} 等於 V_{REF} 。對按比例調整電阻器 R_{B1} 之選擇可使用經驗方法以達成最高準確度。因此，在僅一個步驟中將按比例調整電阻器 R_{P1} 設定為其最佳值。按比例調整電阻器 R_{P1} 在轉換器控制晶片外部且連接至IC封裝之一接針。該按比例調整電阻器可係任何類型之回饋環路中之任何電阻元件，諸如一電阻器分壓器電路中之任何電阻器。該按比例調整電阻器可甚至係與控制電路14處在同一晶片上之一可調整電阻。在另一實施例中，可調整電阻器 R_{P1} 及 R_{P2} 中之任一者或兩者以達成所要 V_{OUT} 。設定 R_{P1} 與 R_{P2} 之比以達成 V_{OUT} ，如下：

$$V_{OUT} = V_{REF} \cdot \frac{N_S}{N_P} \cdot \frac{R_{P1}}{R_{P2}} - V_F(T_0)$$

顯然，TC電阻器 R_{TC} 在室溫(T_0)下在 V_{OUT} 之設定中不起作用。

在步驟42中，若將以經驗方式判定 R_{TC} 之最佳值，則在增加轉換器之溫度時監視 V_{OUT} 以判定 V_{OUT} 對溫度。 V_{OUT} 將由於跨越輸出二極體之電壓降隨著溫度減小而隨著溫度增加。換言之， V_{SW} 不再表示所要 V_{OUT} 位準，同時穿過電阻器 R_{P2} 之電流正產生等於 V_{REF} (圖1)之一 V_{FB} 。因此，需要使TC電路30添加穿過電阻器 R_{P2} 之某一電流以致使 V_{FB} 等於 V_{REF} 且將 V_{SW} (及 V_{OUT})降低至所要位準。

由電壓源32產生之 V_{PTAT} 隨著溫度增加且因此使穿過 R_{TC} 之一電流隨著溫度之一增加而增加。電流增加之量與 R_{TC} 之值成比例。可在溫度之斜變期間調整 R_{TC} 之值(諸如用一電位計)以抵消 V_{OUT} 之斜率。另一選擇係，代替以經驗方式判定 R_{TC} ，若輸出二極體D之二極體壓降對溫度已知，則可透過計算來判定恰當 R_{TC} 值。在此一情形中，不必加熱轉換器。

在步驟44中，獲得用以抵消 V_{OUT} 之斜率之TC電阻器 R_{TC} 之所要值。若所有其他值已知，則可依據以下方程式來計算恰當 R_{TC} 值：

$$\frac{V_{REF}}{T_0} \cdot \frac{N_S}{N_P} \cdot \frac{R_{P1}}{R_{TC}} = -\Delta V_F(T)$$

其中 $\Delta V_F(T)$ 係 $V_F(T)$ 之負溫度係數，亦即，二極體D在溫度 T_0 下與在一升高之溫度 T 下之正向電壓降之間之差除以溫度差。

圖10在無任何溫度補償之情況下(實線)且亦在具有TC電路30之效應之情況下(虛線)圖解說明 V_{OUT} 對溫度。展示了選擇過高之一 R_{TC} 值、過低之一 R_{TC} 值及一最佳 R_{TC} 值之效應。

在步驟46中，將最佳TC電阻器 R_{TC} 連接至含有控制電路14及TC電路30之IC封裝之適當接針以抵消 V_{OUT} 對溫度之斜率。TC電路30之效應在校準溫度 T_0 下並不改變 V_{OUT} ，因此按比例調整電阻器 R_{P1} 保持最佳。

在步驟48中，可使轉換器在一溫度範圍內操作，同時儘管跨越輸出二極體D之一電壓降變化，但 V_{OUT} 保持實質上穩定。

圖11針對使用一第三(或偏壓)繞組進行初級側感測之一轉換器(圖3)圖解說明連接至圖5之電路之TC電路30。用於選擇 R_{B1} 及 R_{TC} 之程序類似於關於圖9及圖15所闡述之程序。

首先，使用者在室溫下選擇按比例調整電阻器 R_{B1} 以設定 V_{OUT} ，如下：

$$V_{OUT} = V_{REF} \cdot \frac{N_S}{N_B} \cdot \frac{R_{B1} + R_{B2}}{R_{B2}} - V_F(T_0)$$

對最佳 R_{B1} 之選擇與TC電路30無關，此乃因TC電路30在室溫下產生穿過TC電阻器 R_{TC} 之零電流。對按比例調整電阻器 R_{B1} 之選擇可使用經驗方法以達成最高準確度。使用者然後將選定電阻器 R_{B1} 連接至含有轉換器控制電路及TC電路30之IC封裝之適當接針。

可然後如下或透過經驗分析來選擇TC電阻器 R_{TC} 值：

$$\frac{V_{REF}}{T_0} \cdot \frac{N_S}{N_B} \cdot \frac{R_{B1}}{R_{TC}} = -\Delta V_F(T)$$

圖12及圖13圖解說明分別連接至圖4及圖5之電路之溫度補償電路30之一項實施例，其用於在TC電阻器 R_{TC} 處提供在一初始校準溫度(諸如室溫)下等於 V_{REF} 之一與絕對溫度成比例之電壓 V_{PTAT} 。由高增益差動放大器38及MOSFET M5組成之一回饋環路致使放大器38之反相輸入處之電壓實質上等於施加至放大器38之非反相輸入之 V_{PTAT} 。一電流源36透過MOSFET M5汲取一相對低之固定電流 I_0 以達成回饋環路之恰當操作。因此，施加至 R_{TC} 節點之電壓將係 V_{PTAT} 。

圖14圖解說明用於產生在一初始校準溫度(諸如室溫)下等於 V_{REF} 之一與絕對溫度成比例之電壓 V_{PTAT} 之一適合電壓源32。將一固定 V_{BIAS} 電壓施加至透過電阻器 R_1 汲取一電流之雙極電晶體40之基極。由於電晶體40之 V_{BE} 與溫度(與輸出二極體D相同之溫度)相關且穿過電阻器 R_1 之電流等於 $(V_{BIAS} - V_{BE})/R_1$ ，因此該電流與該溫度直接相關。輸出二極體D及電晶體40較佳地熱耦合(諸如處在同一晶片中)，以使得基極-射極二極體溫度與輸出二極體溫度約相同。在一較佳實施例中，整個電壓源32將與控制電路14(圖1)及輸出二極體D處在同一IC晶片上以達成電晶體40(圖14)與輸出二極體D之間之良好熱耦合。

穿過電阻器 R_1 之電流由MOSFET M6及M7之組態鏡射，且該電流流動穿過電阻器 R_2 。選擇任一 R_1 或 R_2 或兩者之值以使得在室溫(或轉

換器之其他校準溫度)下 V_{PTAT} 等於 V_{REF} (圖 1)。 V_{PTAT} 之值隨著與電晶體 40 之 V_{BE} 壓降成比例之溫度而上升。

亦預想出用以產生 V_{PTAT} 之諸多其他方式。

熟習此項技術者可在不進行過度實驗之情況下且使用習用電路技術來實施圖 9 之溫度補償電路 30。預想出所有此等電路。

儘管已展示及闡述了本發明之特定實施例，但熟習此項技術者將明瞭，可在其更廣泛方面中做出改變及修改而不背離本發明。因此，隨附申請專利範圍應在其範疇內涵蓋歸屬於本發明之真實精神及範疇之所有此等改變及修改。

【符號說明】

14	控制電路
16	輸出電壓感測電路/電路
18	取樣與保持電路
20	誤差放大器
22	脈衝產生器
24	電流源
28	雙極電晶體/電晶體
30	溫度補償電路/TC電路
32	電壓源
34	V_{FB} 節點
36	電流源
38	高增益差動放大器/放大器
40	雙極電晶體/電晶體
C_{BIAS}	電容器
C_{OUT}	負載及平滑電容器
D	二極體

D_{BIAS}	二極體
I_0	固定電流
I_{TC}	可變電流
L_1	初級繞組/繞組
L_2	次級繞組/繞組
L_3	第三繞組
M_{POWER}	金屬氧化物半導體場效電晶體
M_1	p通道金屬氧化物半導體場效電晶體
M_2	p通道金屬氧化物半導體場效電晶體
M_3	金屬氧化物半導體場效電晶體
M_4	金屬氧化物半導體場效電晶體
M_5	金屬氧化物半導體場效電晶體
M_6	金屬氧化物半導體場效電晶體
M_7	金屬氧化物半導體場效電晶體
R_1	電阻器
R_2	電阻器
R_{B1}	電阻器
R_{B2}	電阻器
R_{P1}	按比例調整電阻器
R_{P2}	電阻器
R_{TC}	TC電阻器
T_1	變壓器
V_B	電壓
V_{BIAS}	電壓
V_E	誤差電壓
V_{FB}	回饋電壓

V_{IN}	輸入電壓
V_{PTAT}	電壓
V_{REF}	參考電壓
V_{SW}	開關電壓
V_{OUT}	輸出電壓

申請專利範圍

1. 一種具有溫度補償之返馳式轉換器，該轉換器係使用初級側感測及一輸出二極體之一隔離型轉換器，該輸出二極體具有與其溫度相關之一可變電壓降，該轉換器在一回饋環路中產生一回饋電壓 V_{FB} ，比較該回饋電壓 V_{FB} 與一固定參考電壓 V_{REF} 以為產生一經調節輸出電壓 V_{OUT} 而設定一功率開關之一工作循環，其中該回饋環路致使 V_{FB} 約等於 V_{REF} ，由一按比例調整電阻按比例調整 V_{FB} ，該轉換器包括一溫度補償電路，該溫度補償電路用於至少部分地抵消 V_{OUT} 由於該輸出二極體之該可變電壓降而隨著溫度之一上升，該溫度補償電路包括：
 - 一電壓源，其經組態以產生一與絕對溫度成比例之電壓 V_{PTAT} ，其中 V_{PTAT} 在一校準溫度 T_0 下處於約 V_{REF} 且在一溫度超過 T_0 時上升；及
 - 一溫度補償電阻 R_{TC} ，其在該轉換器正操作時耦合於該電壓源與該轉換器之一 V_{FB} 節點之間，其中由於 V_{FB} 及 V_{PTAT} 兩者在 T_0 下皆處於約 V_{REF} ，所以在 T_0 下實質上無電流流動穿過 R_{TC} ，且其中該溫度補償電路在高於 T_0 之溫度下產生穿過 R_{TC} 之一補償電流以降低該功率開關之一工作循環，且因此，在高於 T_0 之溫度下降低 V_{OUT} 以至少部分地抵消 V_{OUT} 由於該輸出二極體之該可變電壓降而隨著溫度之該上升。
2. 如請求項 1 之轉換器，其進一步包括該按比例調整電阻，該按比例調整電阻經設定以在 T_0 下確立一所要 V_{OUT} 以使得當在 T_0 下 V_{FB} 等於 V_{REF} 時 V_{OUT} 處於一所要位準，其中 R_{TC} 之一值不影響對該按比例調整電阻之一選擇。
3. 如請求項 1 之轉換器，其中該回饋環路包括一分壓器中之該按比

例調整電阻，其中該 V_{FB} 節點係該分壓器中之一節點。

4. 如請求項1之轉換器，其中該電壓源包括：

一固定偏壓電壓，其耦合至一第一電晶體之一基極以產生具有一負溫度係數之一基極-射極電壓降，該第一電晶體傳導具有一正溫度係數之一電晶體電流；及

一電流鏡，其耦合至該第一電晶體以產生對應於具有該正溫度係數之該電晶體電流之一經鏡射電流，該經鏡射電流被傳導穿過一電阻元件以產生該電壓 V_{PTAT} 。

5. 如請求項1之轉換器，其中該電壓源包括：

一回饋電路，其在一差動放大器之一第一輸入處接收該電壓 V_{PTAT} ，該回饋電路致使在該差動放大器之一第二輸入處產生該電壓 V_{PTAT} ，其中該 V_{FB} 節點耦合至該差動放大器之該第二輸入。

6. 如請求項1之轉換器，其中該電壓源熱耦合至該輸出二極體。

7. 如請求項1之轉換器，其中該電壓源藉由處在同一積體電路晶片上而熱耦合至該輸出二極體。

8. 如請求項1之轉換器，其中該轉換器進一步包括：

一電壓偵測器，其耦合至一變壓器初級繞組之一節點以在該功率開關關斷時偵測一初級繞組電壓，其中該回饋電壓 V_{FB} 係自該初級繞組電壓導出的。

9. 如請求項1之轉換器，其中該轉換器進一步包括：

一變壓器，其具有一初級繞組、一次級繞組及一第三繞組；及

一電壓偵測器，其耦合至該第三繞組之一節點以在該功率開關關斷時偵測一第三繞組電壓，其中該回饋電壓 V_{FB} 係自該第三繞組電壓導出的。

10. 一種用於溫度補償一返馳式轉換器之方法，該轉換器係使用初級側感測及一輸出二極體之一隔離型轉換器，該輸出二極體具

有與其溫度相關之一可變電壓降，該轉換器在一回饋環路中產生一回饋電壓 V_{FB} ，比較該回饋電壓 V_{FB} 與一固定參考電壓 V_{REF} 以為產生一經調節輸出電壓 V_{OUT} 而設定一功率開關之一工作循環，其中該回饋環路致使 V_{FB} 約等於 V_{REF} ，由一按比例調整電阻按比例調整 V_{FB} ，該轉換器包括一溫度補償電路，該溫度補償電路用於至少部分地抵消 V_{OUT} 由於該輸出二極體之該可變電壓降而隨著溫度之一上升，該方法包括：

使該轉換器在一初始校準溫度 T_0 下操作；

在 T_0 下選擇該按比例調整電阻之一值，以使得當 V_{FB} 等於 V_{REF} 時 V_{OUT} 係一所要值， V_{FB} 係在一 V_{FB} 節點處產生；

提供經組態以產生一與絕對溫度成比例之電壓 V_{PTAT} 之一電壓源，其中 V_{PTAT} 在 T_0 下處於約 V_{REF} 且在一溫度超過 T_0 時上升；及

選擇耦合於該電壓源與該 V_{FB} 節點之間之一溫度補償電阻 R_{TC} ，其中由於 V_{FB} 及 V_{PTAT} 兩者在 T_0 下皆處於約 V_{REF} ，所以在 T_0 下實質上無電流流動穿過 R_{TC} ，以使得在 T_0 下 R_{TC} 之一值實質上不影響 V_{OUT} ，

其中一補償電流在高於 T_0 之溫度下流動穿過 R_{TC} 以降低該功率開關之一工作循環，且因此，在高於 T_0 之溫度下降低 V_{OUT} 以至少部分地抵消 V_{OUT} 由於該輸出二極體之該可變電壓降而隨著溫度之該上升。

11. 如請求項10之方法，其進一步包括將至少該輸出二極體及該電壓源加熱至高於 T_0 以選擇抵消 V_{OUT} 由於該輸出二極體之該可變電壓降而隨著溫度之該上升所需之 R_{TC} 之一值。
12. 如請求項10之方法，其中該回饋環路包括一分壓器中之該按比例調整電阻，其中該 V_{FB} 節點係該分壓器中之一節點。
13. 如請求項10之方法，其中該電壓源包括：

一固定偏壓電壓，其耦合至一第一電晶體之一基極以產生具有一負溫度係數之一基極-射極電壓降，該第一電晶體傳導具有一正溫度係數之一電晶體電流；及

一電流鏡，其耦合至該第一電晶體以產生對應於具有該正溫度係數之該電晶體電流之一經鏡射電流，該經鏡射電流被傳導穿過一電阻元件以產生該電壓 V_{PTAT} 。

14. 如請求項10之方法，其中該電壓源包括：

一回饋電路，其在一差動放大器之一第一輸入處接收該電壓 V_{PTAT} ，該回饋電路致使在該差動放大器之一第二輸入處產生該電壓 V_{PTAT} ，其中該 V_{FB} 節點耦合至該差動放大器之該第二輸入。

15. 如請求項10之方法，其中該電壓源熱耦合至該輸出二極體。

16. 如請求項10之方法，其中該電壓源藉由處在同一積體電路晶片上而熱耦合至該輸出二極體。

17. 如請求項10之方法，其中該轉換器進一步包括耦合至一變壓器初級繞組之一節點之一電壓偵測器，該方法進一步包括：

在該功率開關關斷時，由該電壓偵測器偵測一初級繞組電壓；及

自該初級繞組電壓導出該回饋電壓 V_{FB} 。

18. 如請求項10之方法，其中該轉換器進一步包括具有一初級繞組、一次級繞組及一第三繞組之一變壓器，該方法進一步包括：

在該功率開關關斷時，偵測該第三繞組之一節點處之一第三繞組電壓；及

自該第三繞組電壓導出該回饋電壓 V_{FB} 。

19. 如請求項10之方法，其中該初始校準溫度 T_0 係室溫。

圖式

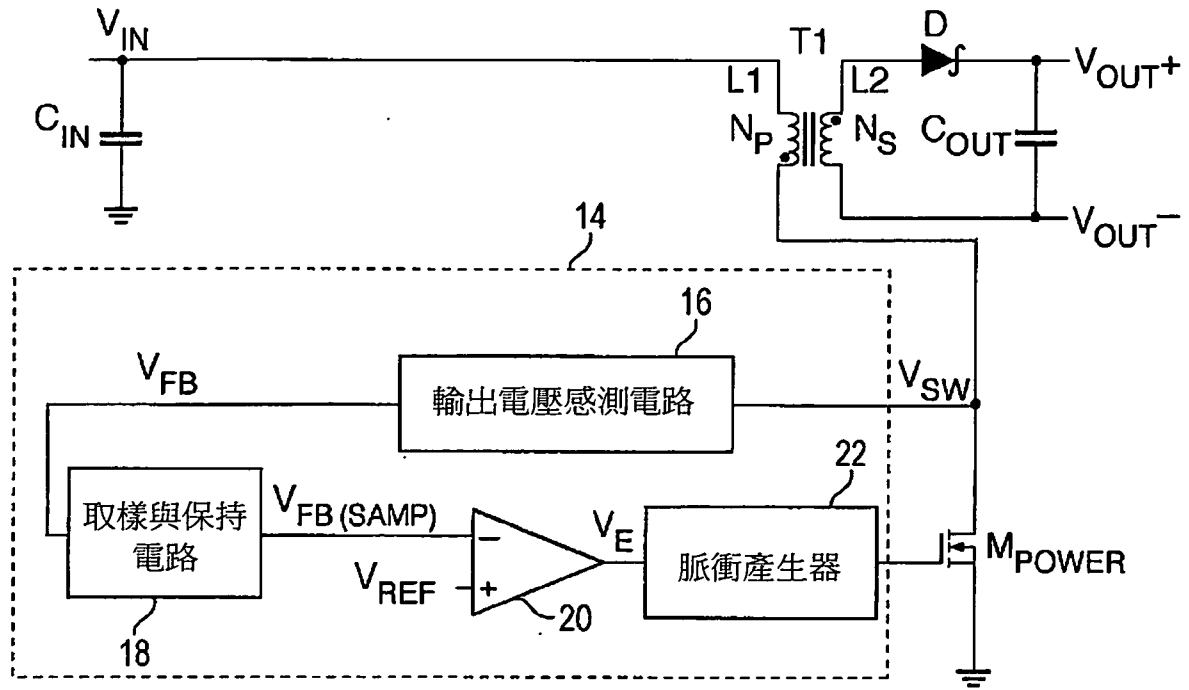


圖 1

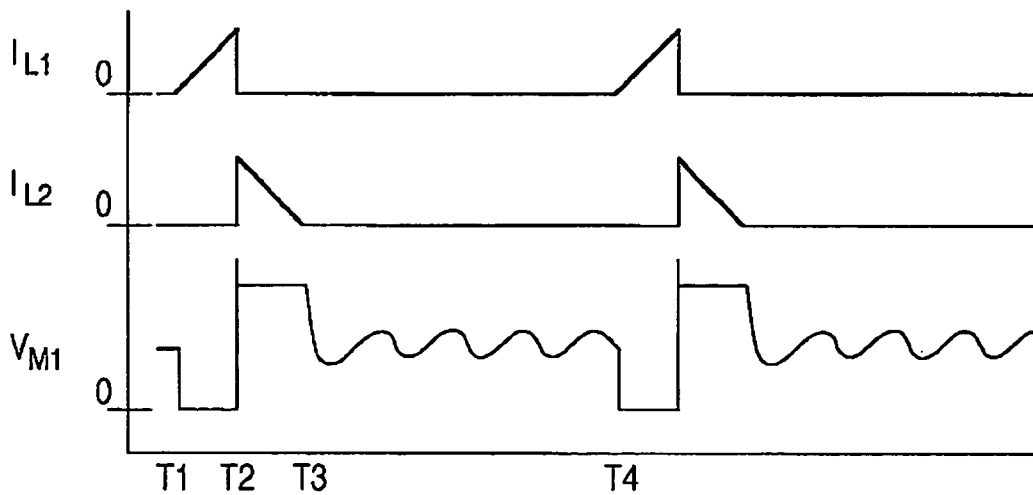


圖 2

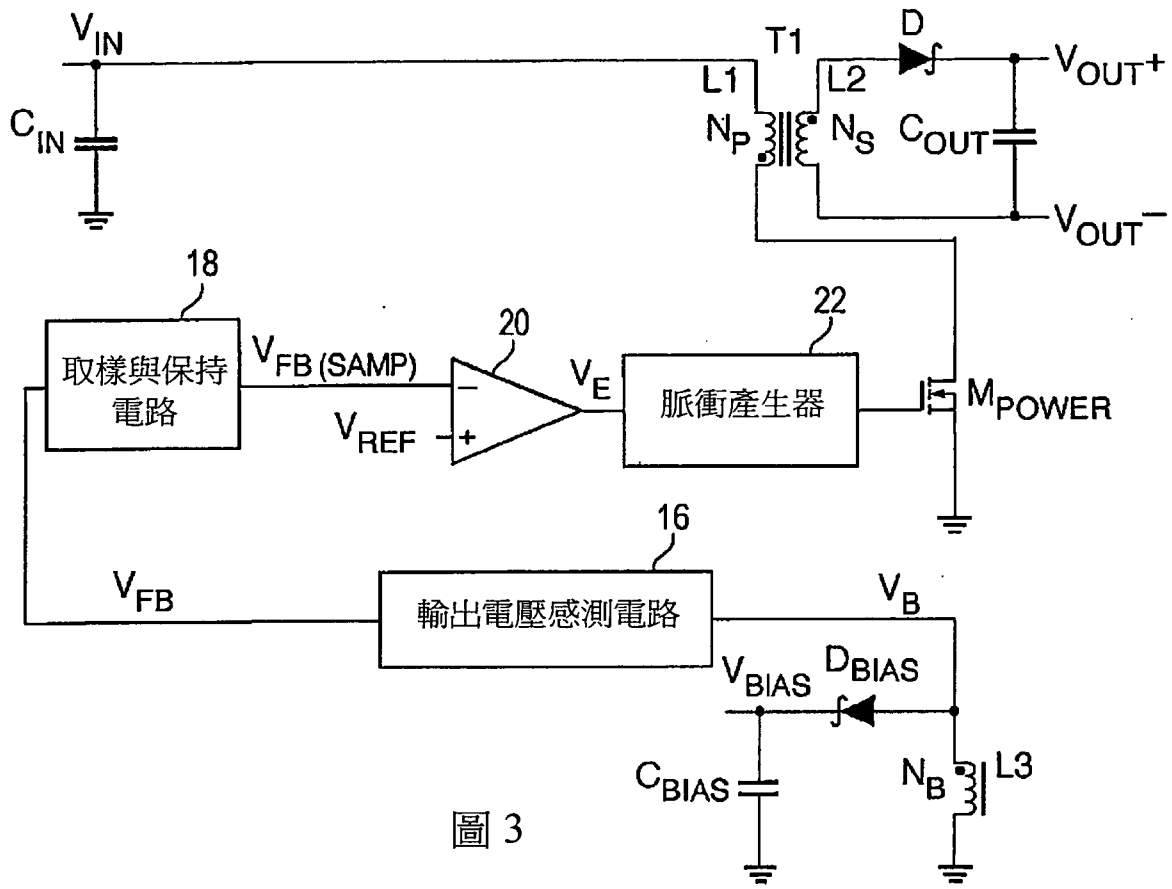


圖 3

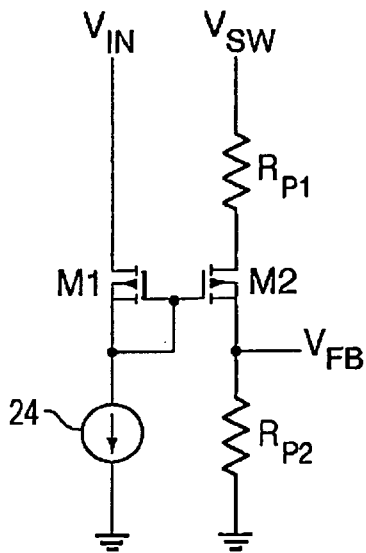


圖 4

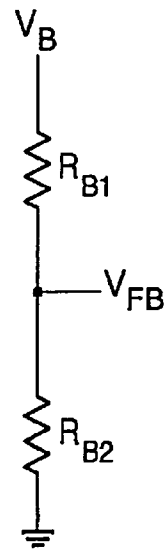


圖 5

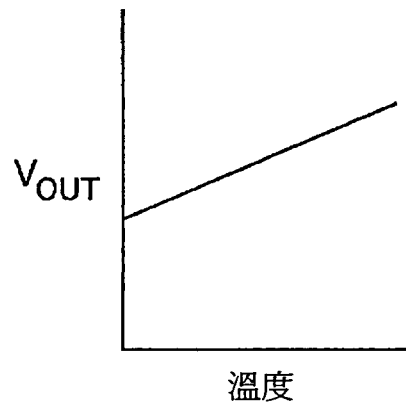


圖 6

104年 1月 08日修正替換頁

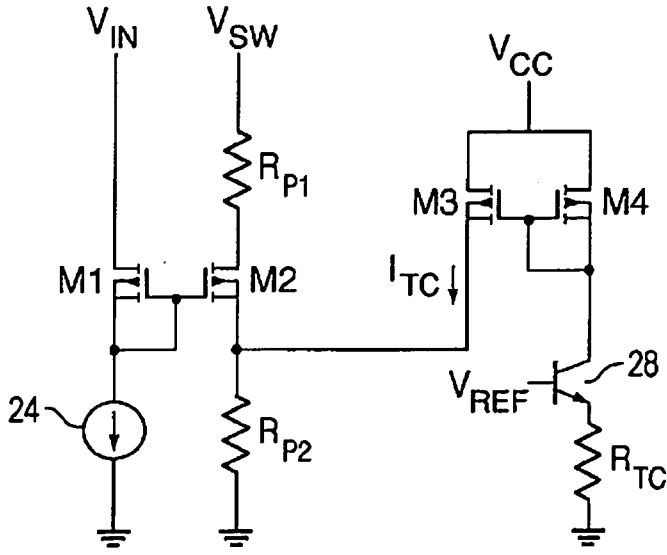


圖 7

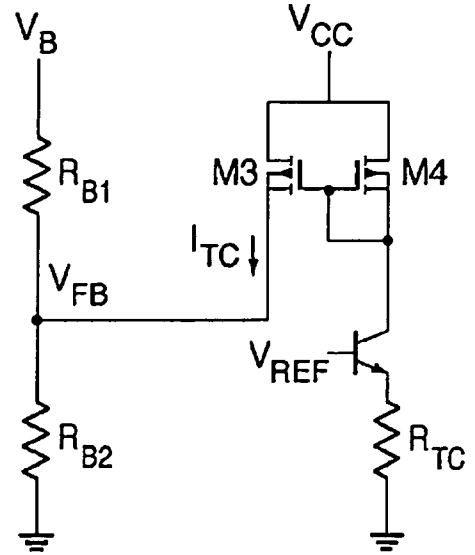


圖 8

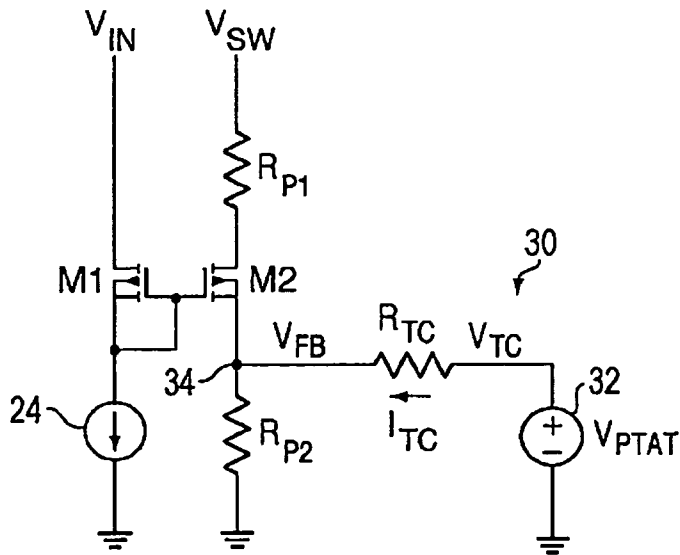


圖 9

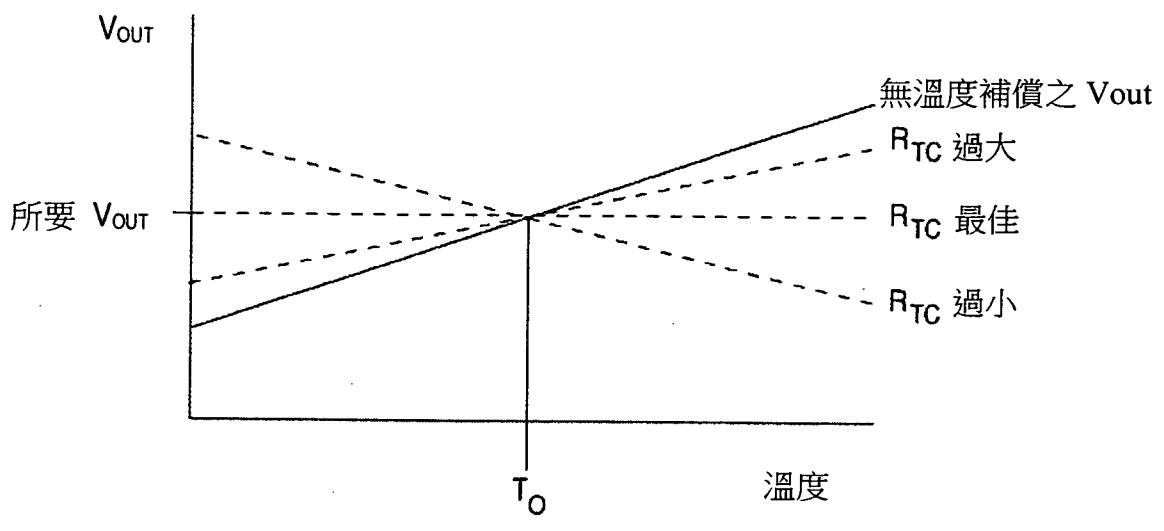


圖 10

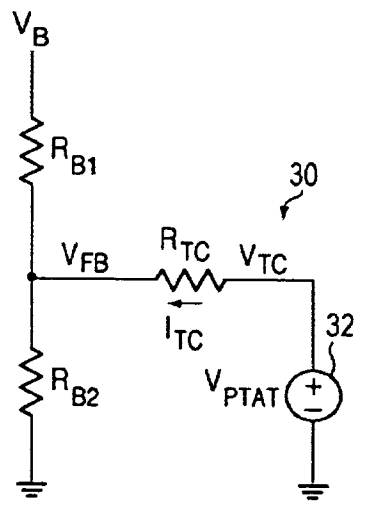


圖 11

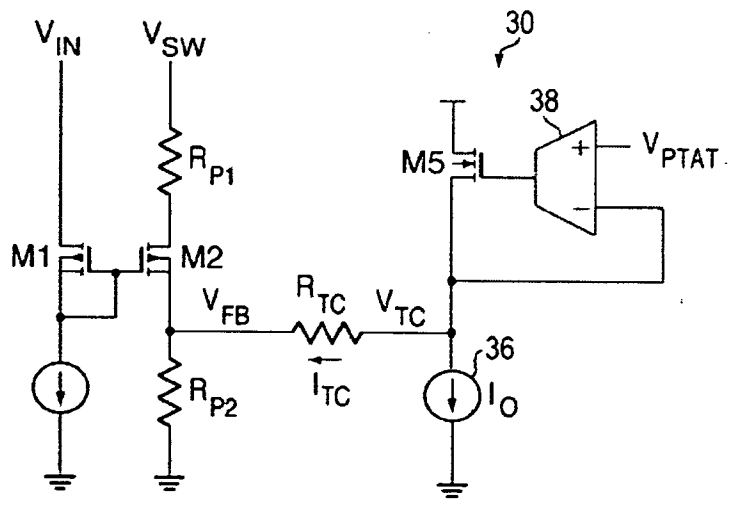


圖 12

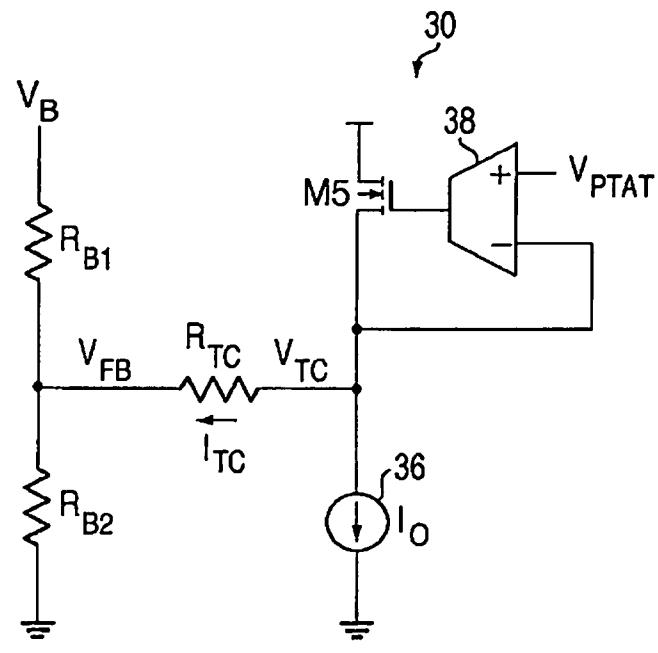


圖 13

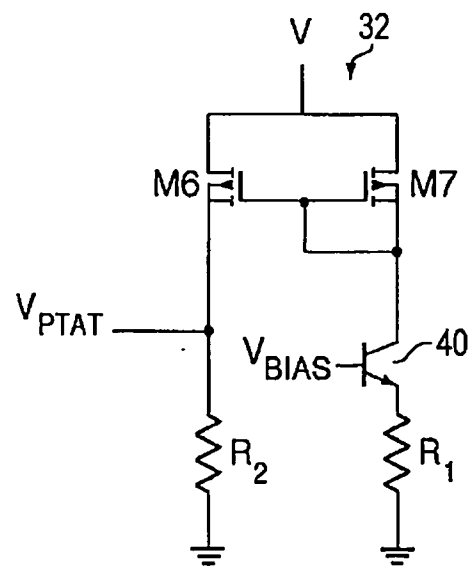


圖 14

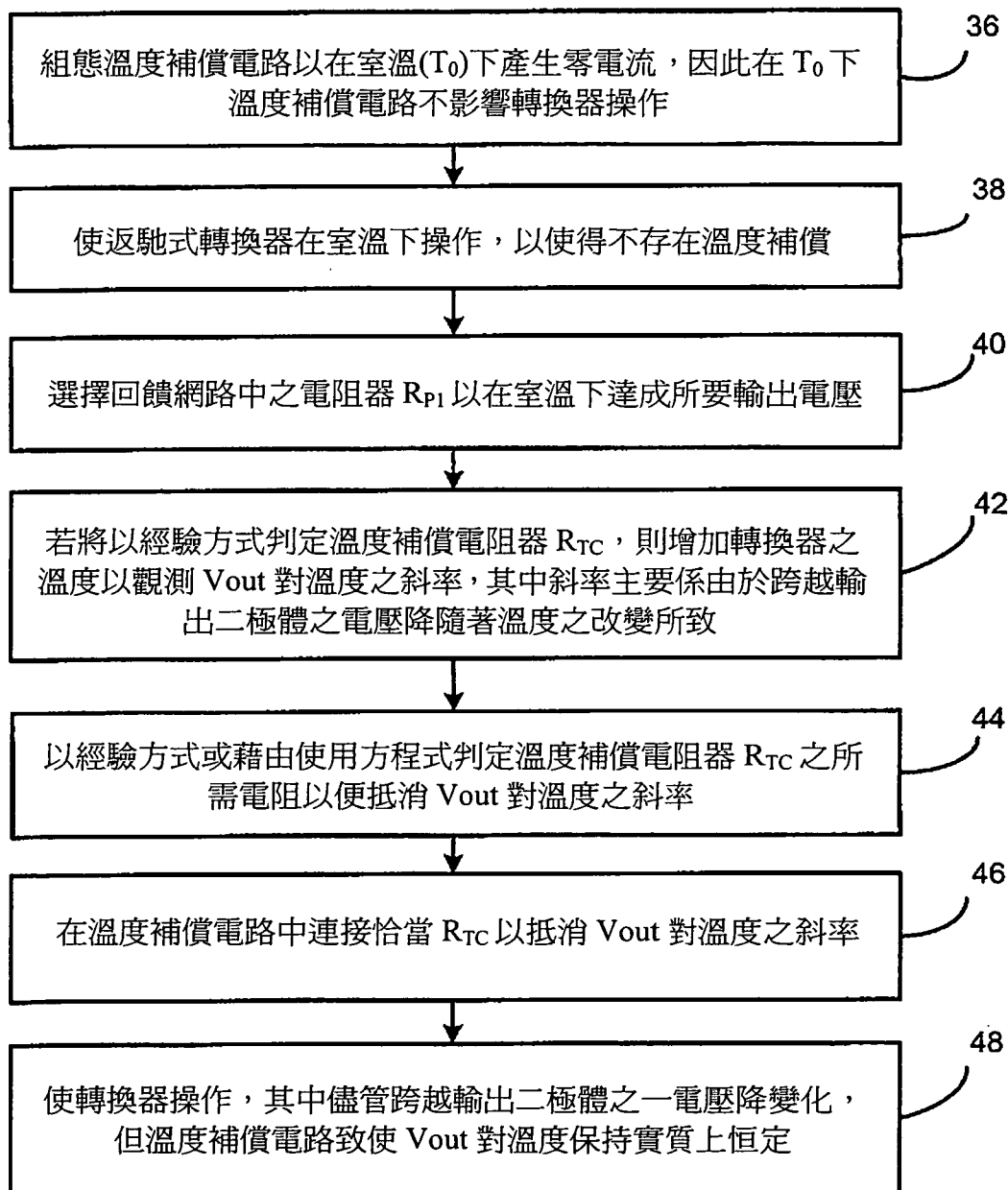


圖 15