



(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 I530068 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 04 月 11 日

(21)申請案號：101145719

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 12 月 05 日

(51)Int. Cl. : H02M1/08 (2006.01)

H02J7/04 (2006.01)

(30)優先權：2011/12/08 美國

61/568,596

2012/11/15 美國

13/678,007

(71)申請人：凹凸科技國際股份有限公司 (開曼群島) O2MICRO INTERNATIONAL LIMITED (KY)

英屬蓋曼群島

(72)發明人：普佩斯克 史丹斯堤 維拉德 米醯 丹 POPESCU-STANESTI, VLAD MIHAIL DAN (US)；柯比德詹諾夫 奧列格 KOBILDJANOV, OLEG (UZ)；帕特魯 克勞迪吾 PATRU, CLAUDIU (RO)；羅曼 安卓 喬治 ROMAN, ANDREI-GEORGE (RO)

(74)代理人：謝振中

(56)參考文獻：

TW 200705775A

CN 101809852A

審查人員：趙彥鑫

申請專利範圍項數：21 項 圖式數：9 共 40 頁

(54)名稱

電源管理系統和電源管理方法

SYSTEMS AND METHODS FOR POWER MANAGEMENT

(57)摘要

本發明提供了一種電源管理系統和電源管理方法。該電源管理系統包含第一誤差放大器、DC/DC 轉換器和誤差處理器。第一誤差放大器用於比較傳送給負載的第一輸出電壓與指示負載的工作電壓的第一參考電壓，以產生第一誤差信號。DC/DC 轉換器耦合於電池，DC/DC 轉換器的責任週期用於調節第一輸出電壓和傳送給電池的第二輸出電壓。誤差處理器耦合於第一誤差放大器和 DC/DC 轉換器之間，用於基於第一誤差信號控制 DC/DC 轉換器的責任週期。若第一輸出電壓低於第一參考電壓，則誤差處理器基於第一誤差信號減小 DC/DC 轉換器的責任週期和電池的充電電流，以使第一輸出電壓升至第一參考電壓。本發明的電源管理系統和電源管理方法具有改善的瞬態回應和準確性，並確保電池和負載正常工作。

A power management system adjusts a first output voltage delivered to a load and adjusts a second output voltage delivered to a battery. The power management system includes an error amplifier for comparing the first output voltage with a first voltage reference indicative of an operating voltage of the load and for accordingly generating a first error signal. The power management system further includes a DC/DC converter for adjusting the first output voltage and the second output voltage by adjusting a duty cycle of the DC/DC converter and an error generator for controlling the duty cycle based on the first error signal. If the first output voltage is lower than the first voltage reference, the error generator reduces the duty cycle and a charging current of the battery based on the first error signal.

指定代表圖：

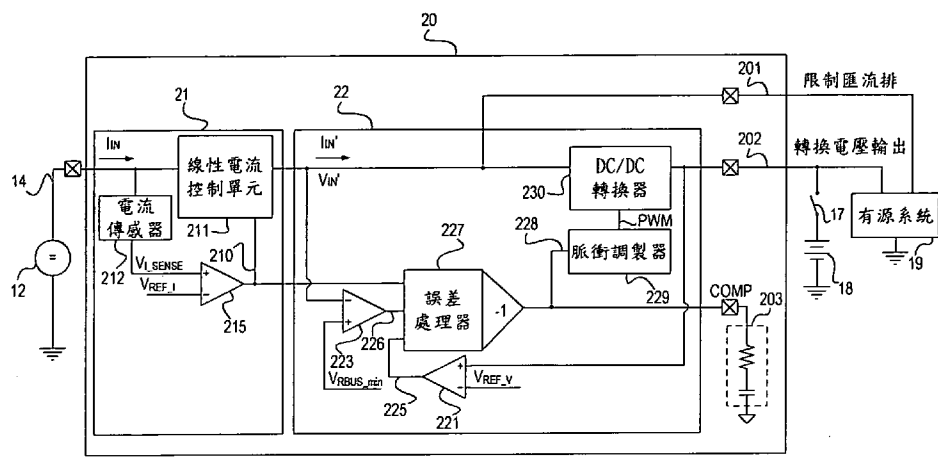


圖 2

符號簡單說明：

- 17 . . . 開關
- 18 . . . 電池
- 19 . . . 有源系統
- 20 . . . 電源管理系統
- 21 . . . 輸入電流限制控制電路
- 22 . . . 功率轉換器
- 201 . . . 限制匯流排
- 202 . . . 轉換電壓輸出
- 203 . . . 補償網路
- 210 . . . 誤差信號
- 211 . . . 線性電流控制單元
- 212 . . . 電流感測器
- 215 . . . 誤差放大器
- 221 . . . 誤差放大器
- 223 . . . 誤差放大器
- 225 . . . 誤差信號
- 226 . . . 誤差信號
- 227 . . . 誤差處理器
- 228 . . . 輸出信號
- 229 . . . 脈衝調變器
- 230 . . . 直流/直流轉換器

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：101145719

※申請日：101.12.5

※IPC 分類：H02M 1/08 (2006.01)
H02J 7/04 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

電源管理系統和電源管理方法

SYSTEMS AND METHODS FOR POWER MANAGEMENT

二、中文發明摘要：

本發明提供了一種電源管理系統和電源管理方法。該電源管理系統包含第一誤差放大器、DC/DC 轉換器和誤差處理器。第一誤差放大器用於比較傳送給負載的第一輸出電壓與指示負載的工作電壓的第一參考電壓，以產生第一誤差信號。DC/DC 轉換器耦合於電池，DC/DC 轉換器的責任週期用於調節第一輸出電壓和傳送給電池的第二輸出電壓。誤差處理器耦合於第一誤差放大器和 DC/DC 轉換器之間，用於基於第一誤差信號控制 DC/DC 轉換器的責任週期。若第一輸出電壓低於第一參考電壓，則誤差處理器基於第一誤差信號減小 DC/DC 轉換器的責任週期和電池的充電電流，以使第一輸出電壓升至第一參考電壓。本發明的電源管理系統和電源管理方法具有改善的瞬態回應和準確性，並確保電池和負載正常工作。

三、英文發明摘要：

A power management system adjusts a first output voltage delivered to a load and adjusts a second output voltage delivered to a battery. The power management system includes an error amplifier for comparing the first

output voltage with a first voltage reference indicative of an operating voltage of the load and for accordingly generating a first error signal. The power management system further includes a DC/DC converter for adjusting the first output voltage and the second output voltage by adjusting a duty cycle of the DC/DC converter and an error generator for controlling the duty cycle based on the first error signal. If the first output voltage is lower than the first voltage reference, the error generator reduces the duty cycle and a charging current of the battery based on the first error signal.

四、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：

- 17：開關
- 18：電池
- 19：有源系統
- 20：電源管理系統
- 21：輸入電流限制控制電路
- 22：功率轉換器
- 201：限制匯流排
- 202：轉換電壓輸出
- 203：補償網路
- 210：誤差信號
- 211：線性電流控制單元
- 212：電流感測器
- 215：誤差放大器
- 221：誤差放大器
- 223：誤差放大器
- 225：誤差信號
- 226：誤差信號
- 227：誤差處理器
- 228：輸出信號
- 229：脈衝調變器
- 230：直流/直流轉換器

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明涉及一種電源管理系統，尤其涉及一種控制提供給負載和電池的電力的電源管理系統和電源管理方法。

【先前技術】

目前，大多數可攜式電子設備設置有通用序列匯流排（Universal Serial Bus，USB）埠，用來同時給有源系統和可充電電池提供電力。可攜式電子設備包含電源管理系統，其控制從 USB 埠到有源系統和可充電電池的輸入電流以避免 USB 埠的過壓狀況。一種傳統的解決方案是使用由誤差放大器和電流控制電路形成的單級電流控制回路來鉗位輸入電流。然而，由於單級電流控制回路的大電流限制範圍，電力利用率很低。此外，在一些情況中，USB 埠可能不具有足夠的電力來為有源系統和可充電電池兩者供電。因此，當為可充電電池充電時，有源系統可能無法正常運作。另一種傳統的解決方案是比較功率閾值信號與包括傳送給有源系統和可充電電池的電流的總的源電流。然而，這一解決方案需要更多的部件，例如，用於偵測總的源電流的傳感電阻，使得電源管理系統的成本增加。此外，功率閾值信號與總的源電流的比較結果可能無法準確地指示有源系統什麼時候需要更多的電力，從而不能很好地控制有源系統和可充電電池之間的平衡。

【發明內容】

本發明提供了一種電源管理系統，包括：一第一誤差放大器，比較傳送給一負載的一第一輸出電壓與指示該負載的一工作電壓的一第一參考電壓，以產生一第一誤差信號；一直流/直流轉換器，耦接一電池，該直流/直流轉換器的一責任週期調節該第一輸出電壓和傳送給該電池的一第二輸出電壓；以及一誤差處理器，耦接於該第一誤差放大器與該直流/直流轉換器之間，基於該第一誤差信號控制該責任週期，其中，若該第一輸出電壓低於該第一參考電壓，則該誤差處理器基於該第一誤差信號減小該責任週期以及該電池的一充電電流，以使該第一輸出電壓升至該第一參考電壓。

本發明還提供了一種電源管理方法，包括：比較傳送給一負載的一第一輸出電壓與指示該負載的一工作電壓的一第一參考電壓，以產生一第一誤差信號；基於該第一誤差信號控制一直流/直流轉換器的一責任週期；以及基於該責任週期調節該第一輸出電壓和傳送給一電池的一第二輸出電壓，其中，若該第一輸出電壓低於該第一參考電壓，則基於該第一誤差信號減小該責任週期以及該電池的一充電電流，以使該第一輸出電壓升至該第一參考電壓。

【實施方式】

以下將對本發明的實施例給出詳細的說明。雖然本發明將結合實施例進行闡述，但應理解這並非意指將本發明限定於這些實施例。相反地，本發明意在涵蓋由後附申請

專利範圍所界定的本發明精神和範圍內所定義的各種變化、修改和均等物。

此外，在以下對本發明的詳細描述中，為了提供針對本發明的完全的理解，提供了大量的具體細節。然而，於本技術領域中具有通常知識者將理解，沒有這些具體細節，本發明同樣可以實施。在另外的一些實例中，對於大家熟知的方法、程序、元件和電路未作詳細描述，以便於凸顯本發明之主旨。

圖 1 所示為根據本發明一個實施例的電源管理系統 10 的架構圖。電源管理系統 10 從電源 12 接收電力並且為負載 16 供電。電源 12 可採用各種形式的電源，例如，通用序列匯流排(USB)埠電源。透過輸入線 14，輸入電流 I_{IN} 從電源 12 流到電源管理系統 10。電源管理系統 10 包含電流感測器 111、減法器 113、誤差放大器 116、電流控制單元（例如，線性電流控制單元 118）以及功率轉換器（例如，開關型直流/直流轉換器 119）。耦接輸入線 14 的電流感測器 111 感測輸入電流 I_{IN} 並產生指示輸入電流 I_{IN} 大小的感測信號 SEN。耦接電流感測器 111 的減法器 113 將感測信號 SEN 減去指示預設電流限制 I_{LIM} 的參考電流信號 REF，並且相應地產生誤差信號 115。耦接減法器 113 的誤差放大器 116 放大誤差信號 115，並輸出放大後的誤差信號 117。如圖 1 所示，減法器 113、誤差放大器 116、線性電流控制單元 118 以及開關型直流/直流轉換器 119 一起形成雙級電流控制迴路。透過使用雙級電流控制迴路，已放大的誤差信號 117 可控制線性電流控制單元 118 和開關

型直流/直流轉換器 119。更具體地，基於已放大的誤差信號 117，線性電流控制單元 118 鉗位輸入電流 I_{IN} 並且開關型直流/直流轉換器 119 調節輸出電壓以適當地為負載 16 供電。

有利之處在於，電源管理系統 10 採用雙級電流控制迴路而不是傳統的單級電流控制迴路鉗位輸入電流 I_{IN} 並調節輸出電壓。透過使用雙級電流控制迴路，電源管理系統 10 相較於單獨運作的每個電流迴路可改善瞬態回應和準確性。

圖 2 所示為根據本發明一個實施例的電源管理系統 20 的電路示意圖。圖 2 結合圖 1 進行描述。圖 2 中與圖 1 圖號相同的元件具有相似的功能。

電源管理系統 20 包含輸入電流限制控制電路 21 和功率轉換器 22。耦接電源 12 的輸入電流限制控制電路 21 感測輸入電流 I_{IN} ，產生指示輸入電流 I_{IN} 和預設電流限制 I_{LIM} 之間的差值的誤差信號 210，並且基於誤差信號 210 選擇性地將輸入電流 I_{IN} 鉗位成鉗位電流 I_{IN}' 。輸入電流限制控制電路 21 可避免輸入線 14 (例如，USB 上行埠的電壓匯流排 (VBUS) 電源線) 的過流狀況。耦接輸入電流限制控制電路 21 的功率轉換器 22 接收鉗位電流 I_{IN}' 和誤差信號 210，並且基於誤差信號 210 調節傳送給負載 (例如，有源系統 19) 的第一輸出電壓 (例如，電壓 V_{IN}')，並調節傳送給電池 18 的第二輸出電壓 (例如，轉換電壓輸出 202 的電壓)。儘管圖 2 中的電池 18 經由開關 17 耦接功率轉換器 22，本技術領域中具有通常知識者可以理解的是，在其他實施例

中電池 18 可直接耦接功率轉換器 22。

在圖 2 的實施例中，輸入電流限制控制電路 21 包含電流感測器 212、誤差放大器 215（誤差放大器 215 可認為是本發明實施例的第二誤差放大器）以及線性電流控制單元 211。耦接輸入線 14 的電流感測器 212 感測輸入電流 I_{IN} 並且產生指示輸入電流 I_{IN} 的感測電壓 V_{I_SENSE} 。耦接電流感測器 212 的誤差放大器 215 比較感測電壓 V_{I_SENSE} 與指示預設電流限制 I_{LIM} 的參考電壓 V_{REF_I} ，並相應地產生誤差信號 210。根據不同的應用需求，可由控制器（圖 2 中未示出）預設參考電壓 V_{REF_I} 。誤差放大器 215 與圖 1 中的誤差放大器 116 和減法器 113 的結合具有相似的功能。電流感測器 212、誤差放大器 215、線性電流控制單元 211 以及功率轉換器 22 一起形成雙級電流控制迴路。透過使用雙級電流控制迴路，誤差信號 210 可控制線性電流控制單元 211 和功率轉換器 22。

線性電流控制單元 211 耦接誤差放大器 215 接收誤差信號 210，線性電流控制單元 211 還耦接輸入線 14 接收輸入電流 I_{IN} 。線性電流控制單元 211 基於誤差信號 210 選擇性地將輸入電流 I_{IN} 鉗位成鉗位電流 I_{IN}' 。更具體地，若輸入電流 I_{IN} 超過預設電流限制 I_{LIM} ，則將輸入電流 I_{IN} 鉗位成由參考電壓 V_{REF_I} 確定的預設電流限制 I_{LIM} （例如，鉗位電流 I_{IN}' 等於預設電流限制 I_{LIM} ）。若輸入電流 I_{IN} 並未超過預設電流限制 I_{LIM} ，則線性電流控制單元 211 的開關（圖 2 中未示出）全部導通，以使輸入電流 I_{IN} 傳輸給功率轉換器 22 而不被鉗位（例如，鉗位電流 I_{IN}' 等於輸入電流 I_{IN} ）。綜上，

若電源管理系統 20 處於正常工作狀態，則誤差信號 210 為零(例如，輸入電流 I_{IN} = 鉗位電流 I_{IN}' = 預設電流限制 I_{LIM})。若電源管理系統 20 出現過流狀況(例如，輸入電流 I_{IN} 超過預設電流限制 I_{LIM})，則誤差信號 210 變為正值。

功率轉換器 22 耦接線性電流控制單元 211 接收鉗位電流 I_{IN}' ，並且功率轉換器 22 還耦接誤差放大器 215 接收誤差信號 210。功率轉換器 22 包含誤差放大器 221 (誤差放大器 221 可認為是本發明實施例的第三誤差放大器)、誤差放大器 223 (誤差放大器 223 可認為是本發明實施例的第一誤差放大器)、誤差處理器 227、脈衝調變器 229 以及直流/直流轉換器 230。直流/直流轉換器 230 可為降壓轉換器或本領域已知的其它可控轉換器，例如，升壓轉換器、降升壓轉換器及其它電路拓撲。在圖 2 的實施例中，直流/直流轉換器 230 是降壓轉換器，並且直流/直流轉換器 230 的責任週期由脈衝調變器 229 透過至少三個回授迴路控制：(1)基於誤差放大器 221 而建立的電池電壓控制迴路；(2)基於誤差放大器 223 而建立的系統優先順序控制迴路；(3)基於誤差放大器 215 而建立的雙級電流控制迴路。直流/直流轉換器 230 的責任週期調節傳送給負載(例如，有源系統 19)的第一輸出電壓以及傳送給電池 18 的第二輸出電壓。

對於電池電壓控制迴路，誤差放大器 221 比較直流/直流轉換器 230 的轉換電壓輸出 202 的電壓與參考電壓 V_{REF_V} ，並且相應地產生誤差信號 225。在圖 2 的實施例中，參考電壓 V_{REF_V} 等於允許傳送給電池 18 的最大充電電壓。

更具體地，若電源管理系統 20 處於正常工作狀態，則誤差信號 225 為零(例如，轉換電壓輸出 202 的電壓等於參考電壓 V_{REF_V})，轉換電壓輸出 202 以恒定的最大充電電壓(例如，參考電壓 V_{REF_V})為電池 18 充電。若電源管理系統 20 出現過壓狀況(例如，轉換電壓輸出 202 的電壓超過參考電壓 V_{REF_V})，則誤差信號 225 變為正值。相應地，誤差處理器 227 基於誤差信號 225 減小補償埠 COMP 上的電壓(誤差處理器 227 的電路結構將在圖 6 中詳細說明)，進而減小直流/直流轉換器 230 的責任週期。因此，轉換電壓輸出 202 的電壓降至參考電壓 V_{REF_V} 進而以恒壓充電模式為電池 18 充電。

對於系統優先順序控制迴路，誤差放大器 223 比較限制匯流排 201 上的電壓 $V_{IN'}$ 與參考電壓 V_{RBUS_min} ，並且相應地產生誤差信號 226。在圖 2 的實施例中，參考電壓 V_{RBUS_min} 等於有源系統 19 正常工作所需的最小系統電壓。更具體地，若電源管理系統 20 處於正常工作狀態，則誤差信號 226 為零(例如，限制匯流排 201 上的電壓 $V_{IN'}$ 等於參考電壓 V_{RBUS_min})。若電源管理系統 20 出現欠壓狀況(例如，限制匯流排 201 上的電壓 $V_{IN'}$ 低於參考電壓 V_{RBUS_min})，則誤差信號 226 變為正值。相應地，誤差處理器 227 基於誤差信號 226 減小補償埠 COMP 上的電壓，進而減小直流/直流轉換器 230 的責任週期。因此，功率轉換器 22 基於誤差信號 226 減小或切斷電池 18 的充電電流。由於電源 12 所提供的總電力固定，傳送給電池 18 和有源系統 19 的電力得到平衡。由於電池 18 的充電電流減小，傳送給有源系統 19

的電壓 V_{IN} 增至參考電壓 V_{RBUS_min} ，進而適當地為有源系統 19 供電。

因此，透過使用系統優先順序控制迴路，有源系統 19 具有優先順序以確保其正常工作。若有源系統 19 需要更多電力，則電池 18 的充電電流相應地減小以滿足有源系統 19 的需求。若必要，電池 18 可停止充電操作並開始為有源系統 19 供電。在這種情況中，有源系統 19 可由電池 18 和限制匯流排 201 同時供電。

在一個實施例中，電池 18 提供指示其最大充電電壓的參考電壓 V_{REF_V} ，參考電壓 V_{REF_V} 可為數位形式。因此，耦接誤差放大器 221 的數位/類比 (Digital to Analog, D/A) 轉換器 (圖 2 中未示出) 將參考電壓 V_{REF_V} 轉換為類比信號，進行誤差放大器 221 的如上所述的比較。類似地，有源系統 19 提供指示其正常工作所需的最小系統電壓的參考電壓 V_{RBUS_min} ，參考電壓 V_{RBUS_min} 可為數位形式。因此，耦接誤差放大器 223 的數位/類比轉換器 (圖 2 中未示出) 將參考電壓 V_{RBUS_min} 轉換為類比信號，進行誤差放大器 223 的如上所述的比較。在另一個實施例中，參考電壓 V_{REF_V} 和參考電壓 V_{RBUS_min} 可用本技術領域中具有通常知識者所知道的其它可程式設計電路 (圖 2 中未示出) 產生。

對於雙級電流控制迴路，如上所述，誤差放大器 215 比較感測電壓 V_{I_SENSE} 與指示預設電流限制 I_{LIM} 的參考電壓 V_{REF_I} ，並且相應地產生誤差信號 210。若電源管理系統 20 出現過流狀況 (例如，輸入電流 I_{IN} 超過預設電流限制 I_{LIM})，則誤差信號 210 變為正值。相應地，誤差處理器 227

基於誤差信號 210 減小補償埠 COMP 上的電壓，進而基於誤差信號 210 減小直流/直流轉換器 230 的責任週期以保持轉換電壓輸出 202 的電壓恒定。因此，即使輸入電流 I_{IN} 波動，轉換電壓輸出 202 的電壓仍保持恒定。

在圖 2 的實施例中，誤差處理器 227 接收誤差信號 210、誤差信號 225 以及誤差信號 226，並產生輸出信號 228 給脈衝調變器 229。更具體地，如上所述，若電源管理系統 20 處於正常工作狀態，則誤差信號 210、誤差信號 225 及誤差信號 226 均為零。然而，若電源管理系統 20 出現過流狀況、過壓狀況或欠壓狀況，則誤差信號 210、誤差信號 225 及誤差信號 226 中的一個應為正值。相應地，誤差處理器 227 減小補償埠 COMP 上的電壓，進而減小直流/直流轉換器 230 的責任週期。

下面的舉例僅用於說明的目的，但不以此為限。在一個實施例中，假設電源管理系統 20 僅出現欠壓狀況，例如，轉換電壓輸出 202 上的電壓等於參考電壓 V_{REF_V} ，電壓 V_{IN} 低於參考電壓 V_{RBUS_min} ，並且輸入電流 I_{IN} 等於預設電流限制 I_{LIM} 。因此，誤差信號 210 和誤差信號 225 為零並且誤差信號 226 為正值。誤差信號 226 使誤差處理器 227 控制脈衝調變器 229。基於誤差信號 226，誤差處理器 227 的輸出信號 228 的電壓（例如，補償埠 COMP 上的電壓）減小，進而減小直流/直流轉換器 230 的責任週期。誤差處理器 227 透過補償埠 COMP 耦接補償網路 203，並且控制脈衝調變器 229 產生驅動信號（例如，脈衝寬度調變信號），以調節直流/直流轉換器 230 的責任週期。

在其他實施例中，電源管理系統 20 可同時出現多個異常狀況。舉例但並非限制，假設電源管理系統 20 同時出現欠壓狀況和過流狀況，例如，轉換電壓輸出 202 上的電壓等於參考電壓 V_{REF_V} ，電壓 $V_{IN'}$ 低於參考電壓 V_{RBUS_min} ，並且輸入電流 I_{IN} 超過預設電流限制 I_{LIM} 。因此，誤差信號 225 為零並且誤差信號 210 和誤差信號 226 為正值。誤差處理器 227 加總誤差信號 210 和誤差信號 226，並獲得總的誤差信號。基於總的誤差信號，輸出信號 228 的電壓(例如，補償埠 COMP 上的電壓)減小，進而減小直流/直流轉換器 230 的責任週期。在實際操作中，由於一個誤差信號的出現將減小直流/直流轉換器 230 的責任週期，以使其他誤差信號快速回到零，因此多個異常狀況僅在很短的時間段內同時出現。

有利之處在於，電源管理系統 20 採用雙級電流控制迴路控制輸入電流 I_{IN} 以及傳送給有源系統 19 和/或電池 18 的電力。此外，功率轉換器 22 利用電池電壓控制迴路和系統優先順序控制迴路確保有源系統 19 和電池 18 的正常工作。

圖 3 所示為根據本發明另一個實施例的電源管理系統 30 的電路示意圖。圖 3 結合圖 2 進行描述。圖 3 中與圖 2 圖號相同的元件具有相似的功能。

在圖 3 的實施例中，功率轉換器 32 包含的誤差放大器 221、誤差處理器 227、脈衝調變器 229 以及直流/直流轉換器 230 圖號。功率轉換器 32 還包含誤差放大器 323，類似於圖 2 中的誤差放大器 223。誤差放大器 323 用以形

成系統優先順序控制迴路。誤差放大器 323 比較限制匯流排 201 上的電壓 V_{IN}' 與參考電壓 $V_{R_{BUS_min}}$ ，並且相應地產生誤差信號 326。耦接於誤差放大器 215 和誤差放大器 323 之間的電流限制調節單元 316 接收誤差信號 326，並基於誤差信號 326 調節參考電壓 V_{REF_I} 。更具體地，若電源管理系統 30 出現欠壓狀況(例如，限制匯流排 201 上的電壓 V_{IN}' 低於參考電壓 $V_{R_{BUS_min}}$)，則誤差信號 326 變為正值。相應地，電流限制調節單元 316 減小參考電壓 V_{REF_I} ，其指示減小的電流限制 I_{LIM}' 。減小的參考電壓 V_{REF_I} 導致輸入電流 I_{IN} 超過新的電流限制 I_{LIM}' 並且誤差信號 210 變為正值。誤差信號 210 使誤差處理器 227 控制脈衝調變器 229。基於誤差信號 210，補償埠 COMP 上的電壓減小，進而減小直流/直流轉換器 230 的責任週期。因此，功率轉換器 32 減小或切斷電池 18 的充電電流。由於電源 12 所提供的總電力固定，傳送給電池 18 和有源系統 19 的電力得到平衡。由於電池 18 的充電電流減小，傳送給有源系統 19 的電壓 V_{IN}' 增至參考電壓 $V_{R_{BUS_min}}$ ，進而適當地為有源系統 19 供電。

因此，透過使用基於誤差放大器 323 而建立的系統優先順序控制迴路，有源系統 19 具有優先順序確保其正常工作。若有源系統 19 需要更多電力，則電池 18 的充電電流相應地減小以滿足有源系統 19 的需求。若必要，電池 18 可停止充電操作並開始為有源系統 19 供電。在這種情況中，有源系統 19 可由電池 18 和限制匯流排 201 同時供電。

圖 4 所示為圖 2 或圖 3 的電源管理系統中的輸入電流

限制 I_{lim} 並且誤差信號 210 變為正值。誤差處理器 227 使誤差信號 210 控制脈衝調製器 229。基於誤差信號 210，補償埠 COMP 上的電壓減小，從而減小 DC/DC 轉換器 230 的責任週期。因此，功率轉換器 32 減小或切斷電池 18 的充電電流。由於電源 12 所提供的總電力固定，傳送給電池 18 和有源系統 19 的電力得到平衡。由於電池 18 的充電電流減小，傳送給有源系統 19 的電壓 V_{in} 增至參考電壓 V_{RBUS_min} ，從而適當地為有源系統 19 供電。

因此，通過使用基於誤差放大器 323 而建立的系統優先順序控制回路，有源系統 19 具有優先順序來確保其正常工作。若有源系統 19 需要更多電力，則電池 18 的充電電流相應地減小以滿足有源系統 19 的需求。若必要，電池 18 可以停止充電操作並開始為有源系統 19 供電。在這種情況中，有源系統 19 可以由電池 18 和限制匯流排 201 一起來供電。

圖 4 所示為圖 2 或圖 3 的電源管理系統中的輸入電流限制控制電路 41 的另一實施例的框圖。圖 4 結合圖 2 和圖 3 進行描述。圖 4 中與圖 2 和圖 3 標號相同的元件具有相似的功能。電流感測器 212 感測輸入電流 I_{in} 並且產生感測電流 I_{SEN} ，感測電流 I_{SEN} 具有與輸入電流 I_{in} 類似的波形但幅度較小。耦合於電流感測器 212 的參考電流 413 提供電流限制 I_{REF} 。根據不同的應用需求，可以由控制器（圖 4 中未示出）來預設參考電流 413。如圖 4 所示，基於感測電流 I_{SEN} 和電流限制 I_{REF} 產生誤差電流 I_{ERR} （例如，誤差電流 $I_{ERR} = \text{感測電流 } I_{SEN} - \text{電流限制 } I_{REF}$ ）。電流誤差放大器 415

比較誤差電流 I_{ERR} 與地，並且產生指示輸入電流 I_{IN} 和電流限制 I_{REF} 之間的差值的誤差信號 210。線性電流控制單元 211 基於誤差信號 210 選擇性地將輸入電流 I_{IN} 鉗位成鉗位電流 $I_{IN'}$ 。誤差信號 210 同樣被施加到功率轉換器 22(圖 4 中未示出)來調節傳送給負載(例如，有源系統 19)的第一輸出電壓(例如，電壓 $V_{IN'}$)，以及傳送給電池 18 的第二輸出電壓(例如，轉換電壓輸出 202 上的電壓)。

圖 5 所示為圖 2 或圖 3 的電源管理系統中的輸入電流限制控制電路 51 的又一實施例的框圖。圖 5 結合圖 2 和圖 3 進行描述。圖 5 中與圖 2 和圖 3 標號相同的元件具有相似的功能。輸入電流限制控制電路 51 包含電阻 507、放大器 511、誤差放大器 513、電晶體 501、電晶體 503 及電晶體 509。在圖 5 的實施例中，電晶體 501、電晶體 503 及電晶體 509 可以是 N 溝道金屬氧化物半導體場效應電晶體(N channel metal oxide semiconductor field effect transistor, NMOSFET)。電晶體 501 和電晶體 509 具有實質相同的漏源極電壓並且它們彼此實質匹配。本發明實施例中的“實質相同”、“實質匹配”是指電晶體 501 和電晶體 509 的漏源極電壓由於電路元件的非理想性，存在微小的差別。電晶體 501、電晶體 503、電晶體 509 及放大器 511 一起形成電流鏡，用於接收輸入電流 I_{IN} 並在電晶體 503 的源極輸出感測電流 I_{SEN} 。感測電流 I_{SEN} 具有與輸入電流 I_{IN} 類似的波形但幅度較小，感測電流 I_{SEN} 在電阻 507 上生成感測電壓 V_{I_SENSE} 。誤差放大器 513 比較指示輸入電流 I_{IN} 的感測電壓 V_{I_SENSE} 與指示預設電流限制 I_{LIM} 的參考電壓

晶體 603、電晶體 605 及電晶體 607 的汲極一起耦接於補償埠 COMP 和電流產生器 601 之間。更具體地，如上所述，若電源管理系統 20(圖 6 中未示出)處於正常工作狀態，則誤差信號 210、誤差信號 225 及誤差信號 226 均為零並且補償埠 COMP 上的電壓(例如，輸出信號 228 的電壓)為最大值。然而，若電源管理系統 20 出現過流狀況、過壓狀況或欠壓狀況，誤差信號 210、誤差信號 225 及誤差信號 226 中的一個應為正值並且誤差處理器 227 中對應的電晶體吸收從電流產生器 601 流出的電流，以回應變為正值的誤差信號。因此，誤差處理器 227 減小補償埠 COMP 上的電壓以減小直流/直流轉換器 230(圖 6 中未示出)的責任週期。

下面的例子僅用於說明的目的，但不以此為限。在一個實施例中，假設電源管理系統 20 僅出現欠壓狀況，例如，轉換電壓輸出 202 上的電壓等於參考電壓 V_{REF_V} ，電壓 $V_{IN'}$ 低於參考電壓 V_{RBUS_min} ，並且輸入電流 I_{IN} 等於預設電流限制 I_{LIM} 。因此，誤差信號 210 和誤差信號 225 為零並且誤差信號 226 為正值。相應地，電晶體 603 和電晶體 605 關斷並且電晶體 607 導通。電晶體 607 吸收從電流產生器 601 流出的電流以回應誤差信號 226。因此，誤差處理器 227 減小補償埠 COMP 上的電壓以減小直流/直流轉換器 230(圖 6 中未示出)的責任週期。

在其他實施例中，電源管理系統 20 可同時出現多個異常狀況。舉例但並非限制，假設電源管理系統 20 同時出現欠壓狀況和過流狀況，例如，轉換電壓輸出 202 上的

電壓等於參考電壓 V_{REF_V} ，電壓 $V_{IN'}$ 低於參考電壓 V_{RBUS_min} ，並且輸入電流 I_{IN} 超過預設電流限制 I_{LIM} 。因此，誤差信號 225 為零並且誤差信號 210 和誤差信號 226 為正值。相應地，電晶體 605 關斷並且電晶體 603 和電晶體 607 導通。電晶體 603 和電晶體 607 分別吸收從電流產生器 601 流出的電流以回應誤差信號 210 和誤差信號 226。因此，誤差處理器 227 減小補償埠 COMP 上的電壓。具體而言，誤差處理器 227 加總誤差信號 210 和誤差信號 226，並獲得總的誤差信號。基於總的誤差信號，補償埠 COMP 上的電壓減小，進而減小直流/直流轉換器 230(圖 6 中未示出)的責任週期。

圖 7 所示為根據本發明一個實施例的控制系統優先順序的方法流程圖。圖 7 結合圖 2 和圖 3 進行描述。儘管圖 7 示出了具體的步驟，但是這些步驟僅用於說明的目的，並不以此為限。

在步驟 702 中，比較傳送給負載(例如，有源系統 19)的第一輸出電壓(例如，電壓 $V_{IN'}$)與指示負載的工作電壓的第一參考電壓(例如，參考電壓 V_{RBUS_min})，並相應地產生第一誤差信號(例如，誤差信號 226 或誤差信號 326)。更具體地，若電源管理系統(例如，電源管理系統 20)處於正常工作狀態，則第一誤差信號為零(例如，第一輸出電壓等於第一參考電壓)。若電源管理系統出現欠壓狀況(例如，第一輸出電壓低於第一參考電壓)，則第一誤差信號變為正值。

在步驟 704 中，基於第一誤差信號控制直流/直流轉

換器（例如，直流/直流轉換器 230）的責任週期。例如，若第一輸出電壓低於第一參考電壓，則基於第一誤差信號減小直流/直流轉換器的責任週期。

在步驟 706 中，基於直流/直流轉換器的責任週期調節第一輸出電壓和傳送給電池（例如，電池 18）的第二輸出電壓（例如，轉換電壓輸出 202 上的電壓）。

圖 8 所示為根據本發明一個實施例的控制輸入電流的方法流程圖。圖 8 結合圖 2 和圖 3 進行描述。儘管圖 8 示出了具體的步驟，但是這些步驟僅用於說明的目的，並不以此為限。

在步驟 802 中，感測輸入電流（例如，輸入電流 I_{IN} ）。

在步驟 804 中，產生指示輸入電流和電流限制（例如，預設電流限制 I_{LIM} ）之間的差值的第二誤差信號（例如，誤差信號 210）。更具體地，在圖 2、圖 3 或圖 5 的實施例中的第二誤差放大器（例如，誤差放大器 215、誤差放大器 513）比較指示輸入電流的感測電壓（例如，感測電壓 V_{I_SENSE} ）和指示電流限制的第三參考電壓（例如，參考電壓 V_{REF_I} ），以產生第二誤差信號。在圖 4 的實施例中的電流誤差放大器（例如，電流誤差放大器 415）將指示輸入電流的感測電流（例如，感測電流 I_{SEN} ）和電流限制（例如，電流限制 I_{REF} ）的差值（例如，誤差電流 I_{ERR} ）與地比較，以產生第二誤差信號。若電源管理系統（例如，電源管理系統 20）處於正常工作狀態，則第二誤差信號為零（例如，輸入電流等於電流限制）。若電源管理系統出現過流狀況（例如，輸入電流超過電流限制），則第二誤差信號變為正

值。在圖 2 的實施例中，電流限制可由控制器根據不同的應用需求而預設。在圖 3 的實施例中，電流限制可根據第一誤差信號而調節。例如，若第一輸出電壓低於第一參考電壓，則基於第一誤差信號減小電流限制。因此，輸入電流超過新的電流限制並且第二誤差信號變為正值。

在步驟 806 中，基於第二誤差信號將輸入電流選擇性地鉗位成鉗位電流。例如，當輸入電流超過電流限制（例如，第二誤差信號變為正值），則將輸入電流鉗位成電流限制（例如，鉗位電流等於電流限制）；當輸入電流未超過電流限制（例如，第二誤差信號為零）時，則鉗位電流等於輸入電流。

在步驟 808 中，基於第二誤差信號控制直流/直流轉換器（例如，直流/直流轉換器 230）的責任週期。例如，若輸入電流超過電流限制，則基於第二誤差信號減小直流/直流轉換器的責任週期以保持第二輸出電壓恒定。

圖 9 所示為根據本發明一個實施例的控制電池電壓的方法流程圖。圖 9 結合圖 2 和圖 3 進行描述。儘管圖 9 示出了具體的步驟，但是這些步驟僅用於說明的目的，並不以此為限。

在步驟 902 中，比較傳送給電池（例如，電池 18）的第二輸出電壓與指示電池的充電電壓的第二參考電壓（例如，參考電壓 V_{REF_V} ），並相應地產生第三誤差信號（例如，誤差信號 225）。更具體地，若電源管理系統（例如，電源管理系統 20）處於正常工作狀態，則第三誤差信號為零（例如，第二輸出電壓等於第二參考電壓）。若電源管理系統

出現過壓狀況(例如，第二輸出電壓超過第二參考電壓)，則第三誤差信號變為正值。

在步驟 904 中，基於第三誤差信號控制直流/直流轉換器(例如，直流/直流轉換器 230)的責任週期。例如，若第二輸出電壓超過第二參考電壓，則基於第三誤差信號減小直流/直流轉換器的責任週期以使第二輸出電壓降至第二參考電壓。

本發明的實施例提供的電源管理系統和電源管理方法採用雙級電流控制迴路控制輸入電流以及傳送給有源系統和/或電池的電力。透過使用雙級電流控制迴路，電源管理系統相較於單獨運作的每個電流迴路的系統可改善瞬態回應和準確性。此外，本發明的實施例的電源管理系統和電源管理方法採用電池電壓控制迴路和系統優先順序控制迴路，以確保有源系統和電池的正常工作。迴路

上文具體實施方式和附圖僅為本發明之常用實施例。顯然，在不脫離申請專利範圍所界定的本發明精神和發明範圍的前提下可以有各種增補、修改和替換。本技術領域中具有通常知識者應該理解，本發明在實際應用中可根據具體的環境和工作要求在不背離發明準則的前提下在形式、結構、佈局、比例、材料、元素、元件及其它方面有所變化。因此，在此披露之實施例僅用於說明而非限制，本發明之範圍由後附申請專利範圍及其合法等同物界定，而不限於此前之描述。

【圖式簡單說明】

以下結合附圖和具體實施例對本發明的技術方法進行詳細的描述，以使本發明的特徵和優點更為明顯。其中：

圖 1 所示為根據本發明一個實施例的電源管理系統的架構圖。

圖 2 所示為根據本發明一個實施例的電源管理系統的電路示意圖。

圖 3 所示為根據本發明另一個實施例的電源管理系統的電路示意圖。

圖 4 所示為圖 2 或圖 3 的電源管理系統中的輸入電流限制控制電路的另一實施例的架構圖。

圖 5 所示為圖 2 或圖 3 的電源管理系統中的輸入電流限制控制電路的又一實施例的架構圖。

圖 6 所示為圖 2 或圖 3 的電源管理系統中的誤差處理器的一個實施例的架構圖。

圖 7 所示為根據本發明一個實施例的控制系統優先順序的方法流程圖。

圖 8 所示為根據本發明一個實施例的控制輸入電流的方法流程圖。

圖 9 所示為根據本發明一個實施例的控制電池電壓的方法流程圖。

【主要元件符號說明】

10：電源管理系統

12：電源

14：輸入線

- 16：負載
- 17：開關
- 18：電池
- 19：有源系統
- 111：電流感測器
- 113：減法器
- 115：誤差信號
- 116：誤差放大器
- 117：誤差信號
- 118：電流控制單元
- 119：開關型直流/直流轉換器
- 20：電源管理系統
- 21：輸入電流限制控制電路
- 22：功率轉換器
- 201：限制匯流排
- 202：轉換電壓輸出
- 203：補償網路
- 210：誤差信號
- 211：線性電流控制單元
- 212：電流感測器
- 215：誤差放大器
- 221：誤差放大器
- 223：誤差放大器
- 225：誤差信號
- 226：誤差信號

227：誤差處理器
228：輸出信號
229：脈衝調變器
230：直流/直流轉換器
30：電源管理系統
32：功率轉換器
316：電流限制調節單元
323：誤差放大器
326：誤差信號
41：輸入電流限制控制電路
413：參考電流
415：電流誤差放大器
51：輸入電流限制控制電路
501：電晶體
503：電晶體
507：電阻
509：電晶體
511：放大器
513：誤差放大器
515：誤差信號
601：電流產生器
603：電晶體
605：電晶體
607：電晶體
702-706：步驟

802-808：步驟

902-904：步驟

七、申請專利範圍：

1. 一種電源管理系統，包括：

一第一誤差放大器，比較傳送給一負載的一第一輸出電壓與指示該負載的一工作電壓的一第一參考電壓，以產生一第一誤差信號；

一直流/直流轉換器，耦接一電池，該直流/直流轉換器的一責任週期調節該第一輸出電壓和傳送給該電池的一第二輸出電壓；

一誤差處理器，耦接於該第一誤差放大器與該直流/直流轉換器之間，基於該第一誤差信號控制該責任週期，其中，若該第一輸出電壓低於該第一參考電壓，則該誤差處理器基於該第一誤差信號減小該責任週期以及該電池的一充電電流，以使該第一輸出電壓升至該第一參考電壓；以及

一輸入電流限制控制電路，耦接該誤差處理器，感測一輸入電流並產生指示該輸入電流和一電流限制之間的一差值的一第二誤差信號，並且基於該第二誤差信號將該輸入電流鉗位成一鉗位電流，

其中，該誤差處理器還基於該第二誤差信號控制該責任週期，並且若該輸入電流超過該電流限制，則該誤差處理器基於該第二誤差信號減小該責任週期，以保持該第二輸出電壓恒定，若該第一輸出電壓低於該第一參考電壓，則該輸入電流限制控制電路基於該第一誤差信號減小該電流限制。

2. 如申請專利範圍第 1 項的電源管理系統，還包括：

一控制器，根據該電源管理系統的一應用需求預設該電流限制。

3. 如申請專利範圍第 1 項的電源管理系統，其中，該輸入電流限制控制電路耦接一電源，其中，該電源是一通用序列匯流排埠電源，該負載是一有源系統。
4. 如申請專利範圍第 1 項的電源管理系統，其中，該輸入電流限制控制電路包括：
一線性電流控制單元，接收該輸入電流和該第二誤差信號，並基於該第二誤差信號將該輸入電流鉗位成該鉗位電流。
5. 如申請專利範圍第 4 項的電源管理系統，其中，該輸入電流限制控制電路還包括：
一第二誤差放大器，比較指示該輸入電流的一感測電壓和指示該電流限制的一第三參考電壓，以產生該第二誤差信號。
6. 如申請專利範圍第 4 項的電源管理系統，其中，該輸入電流限制控制電路包括：
一電流誤差放大器，將該差值與地比較，以產生該第二誤差信號。
7. 如申請專利範圍第 1 項的電源管理系統，還包括：
一第三誤差放大器，比較該第二輸出電壓與指示該電池的一充電電壓的一第二參考電壓，以產生一第三誤差信號，
其中，該誤差處理器還基於該第三誤差信號控制該責任週期，並且若該第二輸出電壓超過該第二參考電

- 壓，則該誤差處理器基於該第三誤差信號減小該責任週期以使該第二輸出電壓降至該第二參考電壓。
8. 如申請專利範圍第 7 項的電源管理系統，還包括：
一數位/類比轉換器，耦接該第三誤差放大器，將該第二參考電壓從一數位信號轉換為一類比信號。
9. 如申請專利範圍第 1 項的電源管理系統，還包括：
一數位/類比轉換器，耦接該第一誤差放大器，將該第一參考電壓從一數位信號轉換為一類比信號。
10. 如申請專利範圍第 1 項的電源管理系統，還包括：
一脈衝調變器，耦接於該誤差處理器和該直流/直流轉換器之間，根據該誤差處理器的一輸出信號產生一驅動信號，以調節該責任週期。
11. 如申請專利範圍第 10 項的電源管理系統，其中，該驅動信號是一脈衝寬度調變信號。
12. 如申請專利範圍第 1 項的電源管理系統，其中，該誤差處理器透過一補償埠耦接一補償網路，其中，該誤差處理器透過減小該補償埠上的一電壓來減小該責任週期。
13. 如申請專利範圍第 12 項的電源管理系統，其中，該誤差處理器包括：
一第一開關，由該第一誤差信號控制，其中，該第一開關的一汲極耦接於該補償埠和一電流發生器之間，若該第一輸出電壓低於該第一參考電壓，則該誤差處理器回應該第一誤差信號，吸收從該電流發生器流出的一電流，以減小該補償埠上的電壓。

14. 一種電源管理方法，包括：

比較傳送給一負載的一第一輸出電壓與指示該負載的一工作電壓的一第一參考電壓，以產生一第一誤差信號；

基於該第一誤差信號控制一直流/直流轉換器的一責任週期；

基於該責任週期調節該第一輸出電壓和傳送給一電池的一第二輸出電壓；

感測一輸入電流；

產生指示該輸入電流和一電流限制之間的一差值的一第二誤差信號；

基於該第二誤差信號將該輸入電流鉗位成一鉗位電流；以及

基於該第二誤差信號控制該責任週期，其中，若該第一輸出電壓低於該第一參考電壓，則基於該第一誤差信號減小該責任週期以及該電池的一充電電流，以使該第一輸出電壓升至該第一參考電壓，若該輸入電流超過該電流限制，則基於該第二誤差信號減小該責任週期以保持該第二輸出電壓恒定，若該第一輸出電壓低於該第一參考電壓，則基於該第一誤差信號減小該電流限制。

15. 如申請專利範圍第 14 項的電源管理方法，其中，產生指示該輸入電流和該電流限制之間的該差值的該第二誤差信號的步驟包括：

比較指示該輸入電流的一感測電壓和指示該電流限

- 制的一第三參考電壓，以產生該第二誤差信號。
16. 如申請專利範圍第 14 項的電源管理方法，其中，產生指示該輸入電流和該電流限制之間的該差值的該第二誤差信號的步驟包括：
- 將指示該輸入電流的一感測電流和該電流限制的一差值與地比較，以產生該第二誤差信號。
17. 如申請專利範圍第 14 項的電源管理方法，還包括：
- 一控制器，根據該電源管理系統的一應用需求預設該電流限制。
18. 如申請專利範圍第 14 項的電源管理方法，還包括：
- 比較該第二輸出電壓與指示該電池的一充電電壓的一第二參考電壓，以產生一第三誤差信號；
- 基於該第三誤差信號控制該責任週期，
- 其中，若該第二輸出電壓超過該第二參考電壓，則基於該第三誤差信號減小該責任週期以使該第二輸出電壓降至該第二參考電壓。
19. 如申請專利範圍第 18 項的電源管理方法，其中，比較該第二輸出電壓與指示該電池的該充電電壓的該第二參考電壓的步驟包括：
- 將該第二參考電壓從一數位信號轉換為一類比信號。
20. 如申請專利範圍第 14 項的電源管理方法，其中，比較傳送給該負載的該第一輸出電壓與指示該負載的該工作電壓的該第一參考電壓的步驟包括：
- 將該第一參考電壓從一數位信號轉換為一類比信號。
21. 如申請專利範圍第 14 項的電源管理方法，還包括：

透過減小一補償埠上的一電壓以減小該責任週期。

八、圖式：

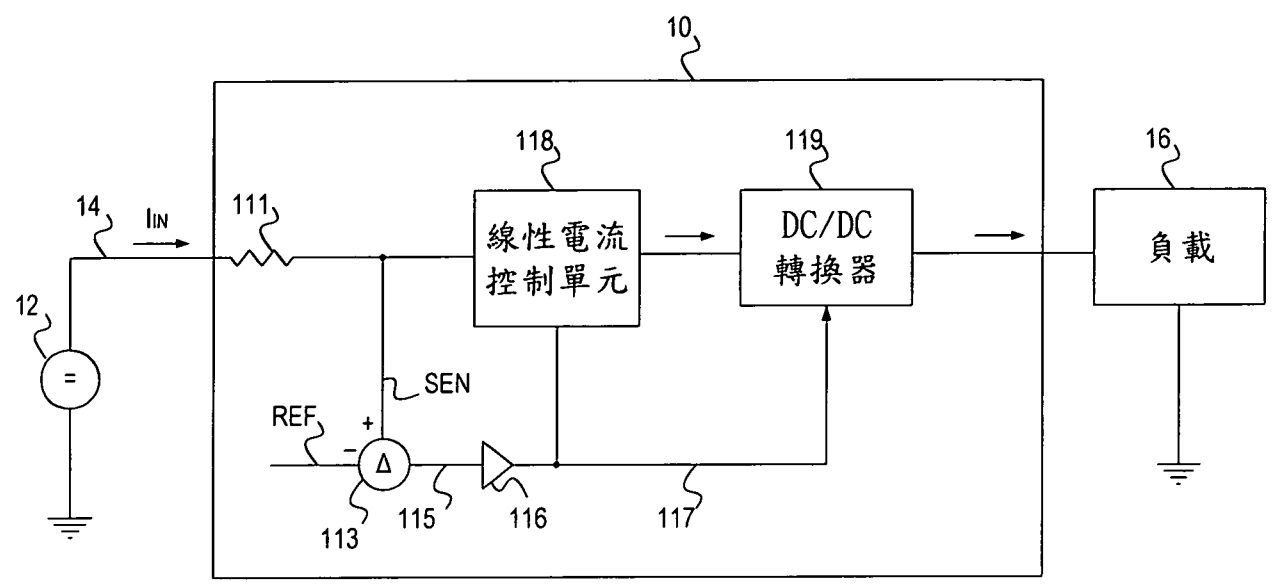


圖 1

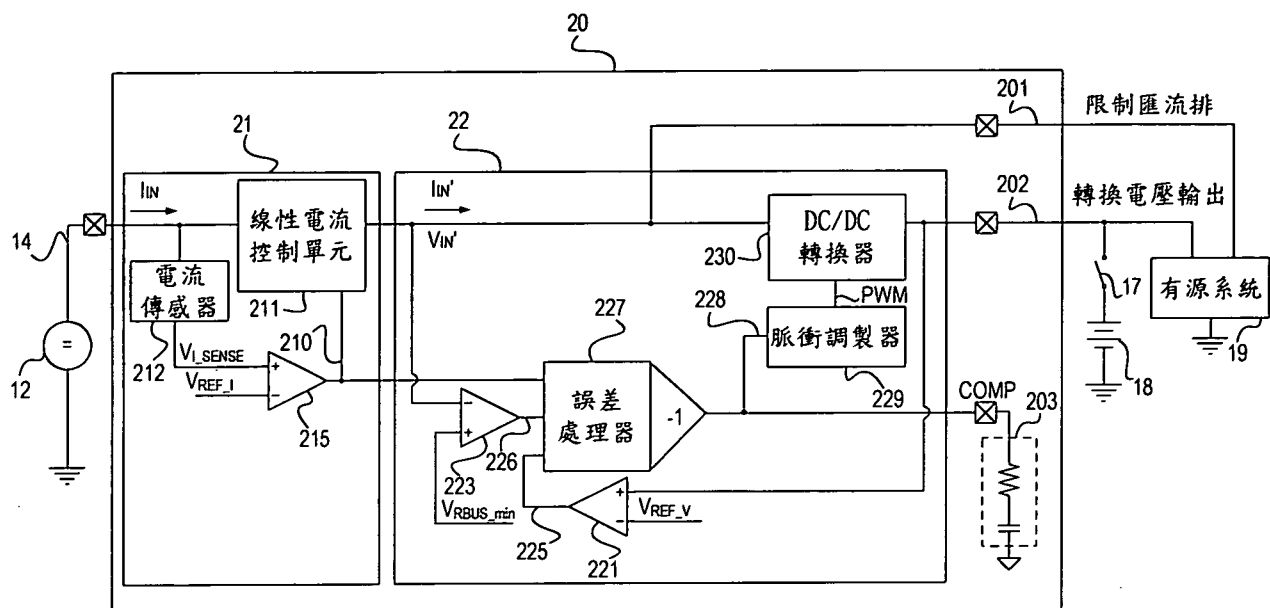


圖 2



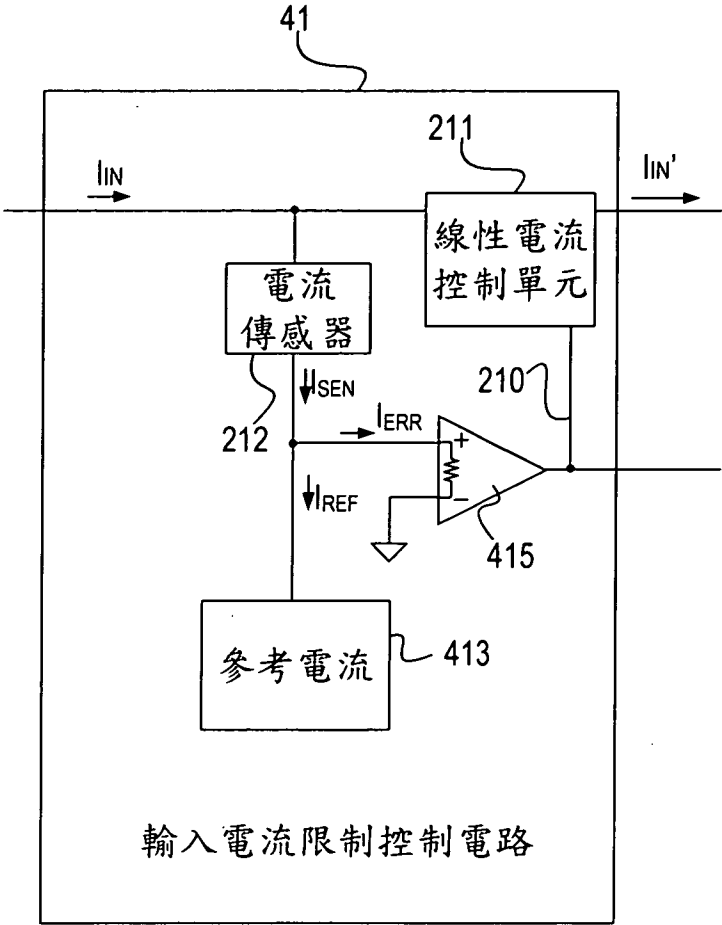


圖 4

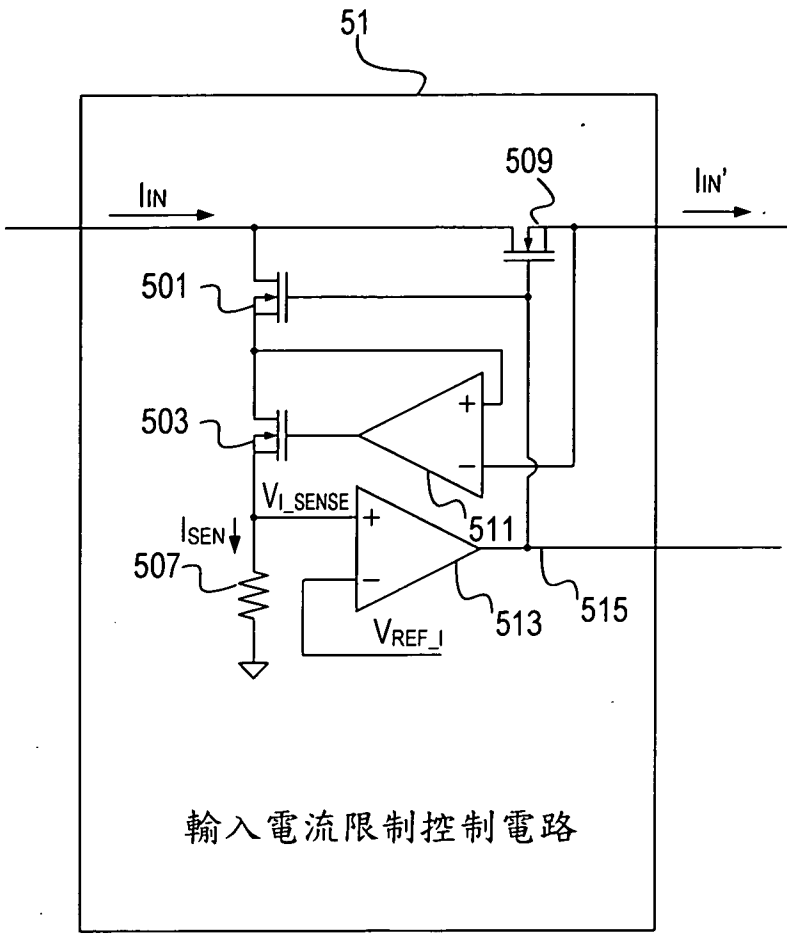


圖 5

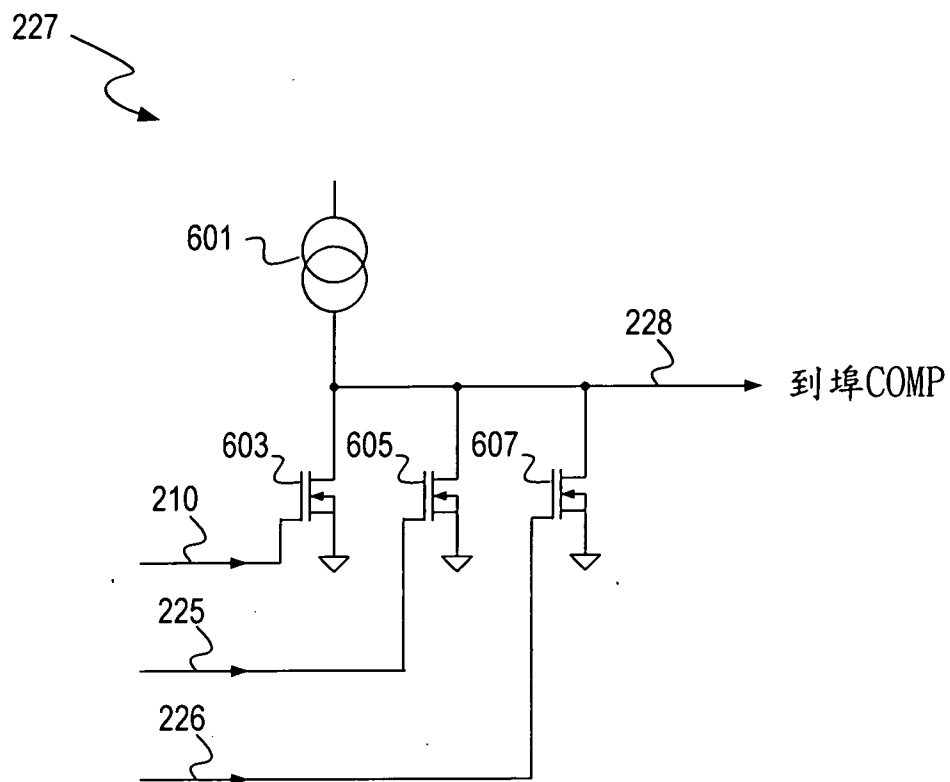


圖 6

700

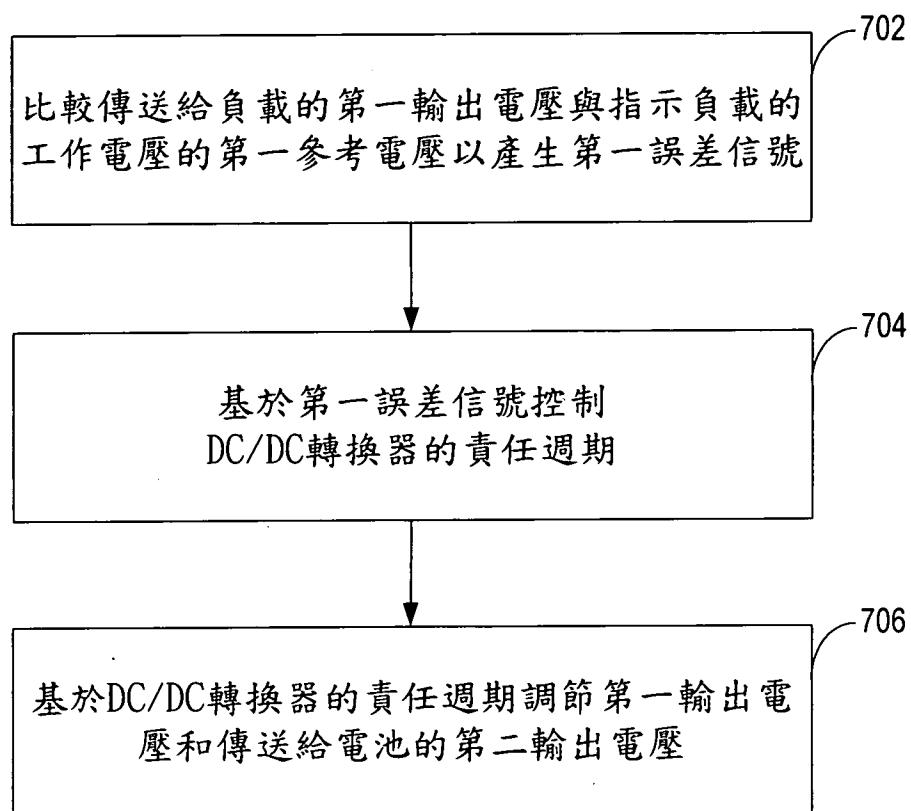



圖 7

800

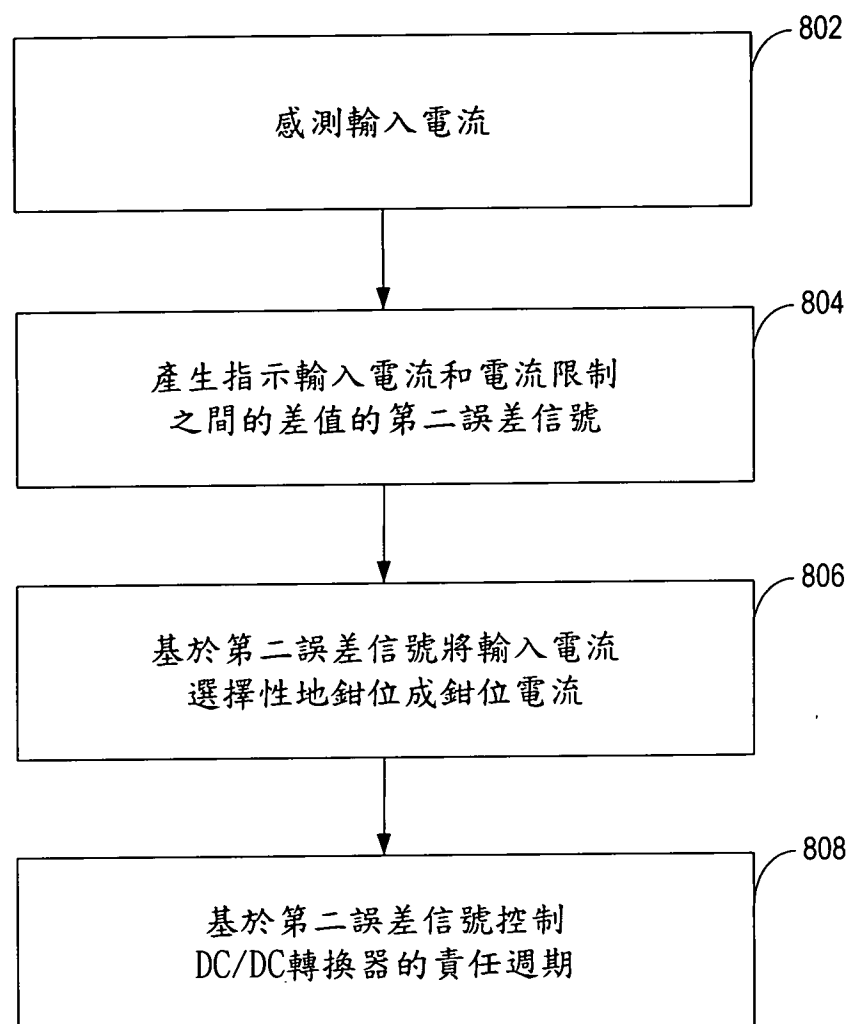


圖 8

900

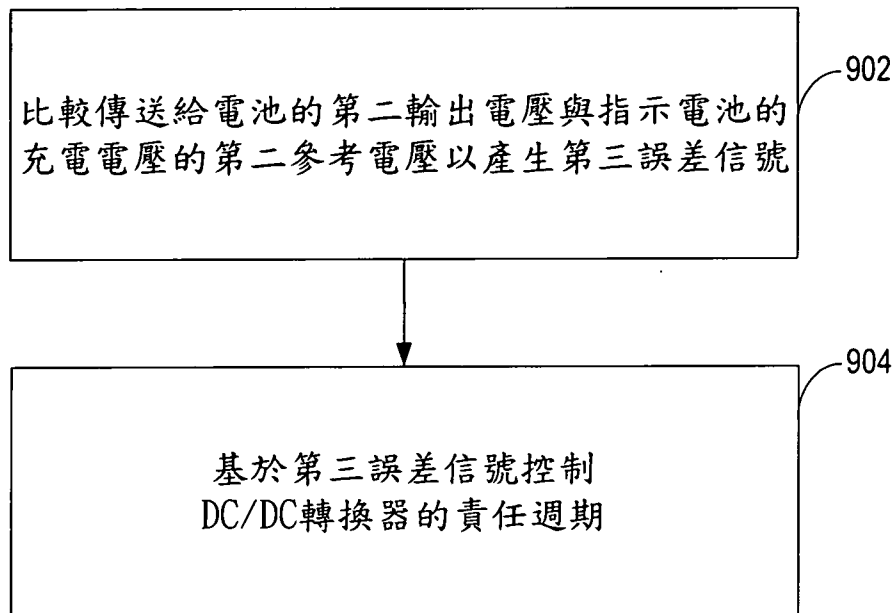


圖 9