

(21)申請案號：102120533

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 06 月 10 日

(51)Int. Cl. : *H02M7/12 (2006.01)*

H02M1/42 (2007.01)

(30)優先權：2012/08/09 中國大陸

201210282377.1

(71)申請人：矽力杰股份有限公司(開曼群島) SILERGY CORP. (KY)

新北市中和區板南路 663 號 14 樓

(72)發明人：趙晨 (CN)；姚杰 (CN)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：8 項 圖式數：6 共 21 頁

(54)名稱

高效率、低損耗的交直流電源電路及其控制方法

(57)摘要

依據本發明的一種高效率、低損耗的交直流電源電路及其控制方法，解決了現有技術中在高壓母線下採樣電阻損耗過大、輕載時開關損耗難以減小而造成不必要電能浪費的問題，其利用後一級電壓轉換電路的占空比信號表示前一級電壓轉換電路的輸出電壓，而無需採樣電阻採樣第一級電壓轉換電路的輸出電壓，提高了待機效率同時降低了設計難度；同時在輕載情況下能夠自動減低母線電壓從而降低了開關損耗。

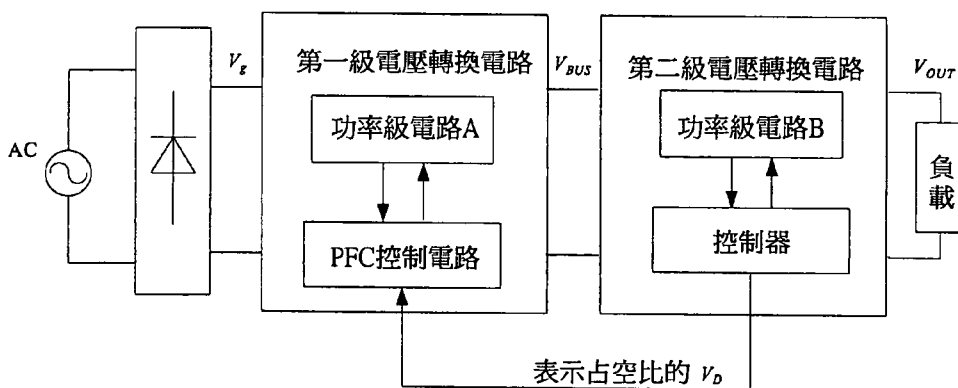


圖 2

(21) 申請案號：102120533

(22) 申請日：中華民國 102 (2013) 年 06 月 10 日

(51) Int. Cl. : H02M7/12 (2006.01)

H02M1/42 (2007.01)

(30) 優先權：2012/08/09 中國大陸

201210282377.1

(71) 申請人：矽力杰股份有限公司 (開曼群島) SILERGY CORP. (KY)

新北市中和區板南路 663 號 14 樓

(72) 發明人：趙晨 (CN)；姚杰 (CN)

(74) 代理人：林志剛

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：8 項 圖式數：6 共 21 頁

(54) 名稱

高效率、低損耗的交直流電源電路及其控制方法

(57) 摘要

依據本發明的一種高效率、低損耗的交直流電源電路及其控制方法，解決了現有技術中在高壓母線下採樣電阻損耗過大、輕載時開關損耗難以減小而造成不必要電能浪費的問題，其利用後一級電壓轉換電路的占空比信號表示前一級電壓轉換電路的輸出電壓，而無需採樣電阻採樣第一級電壓轉換電路的輸出電壓，提高了待機效率同時降低了設計難度；同時在輕載情況下能夠自動減低母線電壓從而降低了開關損耗。

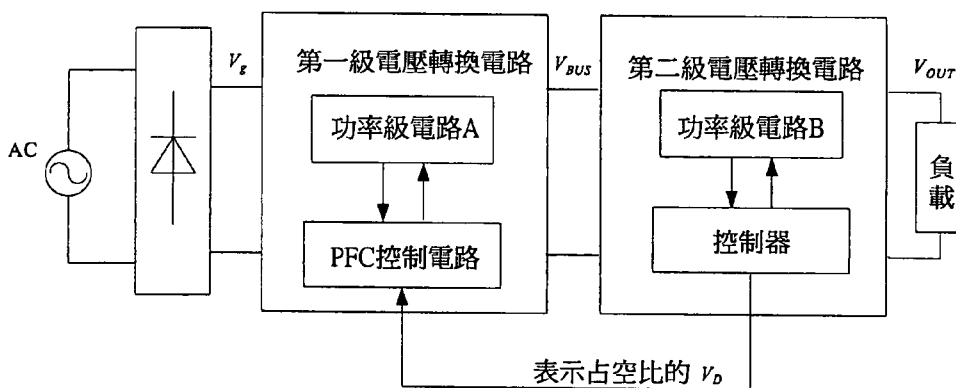


圖 2

發明摘要

※申請案號：102120533

※申請日：102年06月10日

※IPC分類：

H02M 7/12 (2007.01)
H02M 1/42 (2007.01)

【發明名稱】(中文/英文)

高效率、低損耗的交直流電源電路及其控制方法

【中文】

依據本發明的一種高效率、低損耗的交直流電源電路及其控制方法，解決了現有技術中在高壓母線下採樣電阻損耗過大、輕載時開關損耗難以減小而造成不必要電能浪費的問題，其利用後一級電壓轉換電路的占空比信號表示前一級電壓轉換電路的輸出電壓，而無需採樣電阻採樣第一級電壓轉換電路的輸出電壓，提高了待機效率同時降低了設計難度；同時在輕載情況下能夠自動減低母線電壓從而降低了開關損耗。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(2)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

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】(中文/英文)

高效率、低損耗的交直流電源電路及其控制方法

【技術領域】

本發明涉及開關電源領域，更具體的說，涉及一種高效率、低損耗的交直流電源電路及其控制方法。

【先前技術】

傳統的交直流電源電路的原理方塊圖如圖 1 所示，交流電源經過整流橋和濾波電容的處理後得到的直流輸入電壓 V_g 依次經過升壓電路和返馳式轉換器轉換為一直流電壓輸出。其中所述升壓電路具有功率因數校正功能，其功率因數校正控制電路接收所述輸入電壓 V_g 和藉由電壓採樣得到的母線電壓 V_{BUS} 以得到電流基準，電流環控制電路根據所述電流基準以及採樣到的輸入電流控制開關電晶體 Q_1 的開關動作以將直流輸入電壓轉換為母線電壓 V_{BUS} ，同時控制其輸入電流和輸入電壓同相位，提高電路的功率因數。目前這種交直流電路存在以下幾個問題：

由於對母線電壓 V_{BUS} 的採樣一般依靠電阻分壓來完成，而一般升壓式電路的輸出電壓大致在 300V 到 400V 之間，以母線電壓 V_{BUS} 為 400V、採樣電阻為 2M 歐姆為例，則採樣電阻上的損耗為 80mW。而一般原型整體的待

機損耗包括各級電路中控制晶片的待機損耗以及週邊器件的損耗等，一般規定在 0.3W 以下。由此可見藉由採樣電阻的方式得到升壓電路的輸出電壓資訊，其電阻損耗佔據了待機損耗的很大一部分，降低待機效率的同時增加了設計困難。

輕載情況下，所述母線電壓 V_{BUS} 一般仍保持不變，而減小後級的返馳式轉換器的占空比使其工作在斷續導通模式下（DCM）來調整其直流輸出電壓保持穩定，因此前一級電路中在高母線電壓下的開關損耗導致了電能的浪費，轉換效率難以進一步提高。

【發明內容】

有鑒於此，本發明的目的在於提供一種高效率、低損耗的交直流電源電路及其控制方法，以解決現有技術中在高壓母線下採樣電阻損耗過大、輕載時開關損耗難以減小而造成不必要電能浪費的問題。

為實現上述目的，本發明提供如下技術方案：

依據本發明一實施例的一種高效率、低損耗的交直流電源電路，將交流電源經整流後得到的直流輸入電壓依次經過第一級電壓轉換電路和第二級電壓轉換電路轉換為一直流信號，其中：

所述第一級電壓轉換電路將所述直流輸入電壓轉換為第一輸出電壓；

所述第二級電壓轉換電路接收所述第一輸出電壓，並

將其轉換為一恆定的直流信號；

所述第一級電壓轉換電路接收一表示所述第二級電壓轉換電路的占空比的第一控制信號，將其轉換為表示所述第一輸出電壓的回饋信號，並據此進行電壓轉換。

較佳的，所述第一輸出電壓與所述第一控制信號所表示的占空比成反比例關係。

進一步的，所述第一級電壓轉換電路包括輸出電壓回饋電路和功率因數校正控制電路；

所述輸出電壓回饋電路接收所述第一控制信號，對其進行均值處理後，將其與第一基準值進行比較，其比較的結果經過補償電路得到所述回饋信號；

所述功率因數校正控制電路接收所述回饋信號和第一級電壓轉換電路的輸入電流信號，並據此將所述直流輸入電壓轉換為所述第一輸出電壓，同時控制所述第一級電壓轉換電路的輸入電壓和輸入電流同相位。

較佳的，所述功率因數校正控制電路工作在恆定導通時間模式或輸入電壓前饋控制模式。

較佳的，所述第一控制信號為所述第二級電壓轉換電路的開關控制信號。

依據本發明一實施例的一種高效率、低損耗的交直流電源電路的控制方法，將交流電源經整流後的直流輸入電壓依次經過第一級電壓轉換和第二級電壓轉換後得到一直流信號，包括以下步驟：

進行第一級電壓轉換將所述直流輸入電壓轉換為第一

輸出電壓；

接收所述第一輸出電壓，進行第二級電壓轉換得到一恆定的直流信號；

接收一表示第二級電壓轉換電路的占空比的第一控制信號，將其轉換為表示所述第一輸出電壓的回饋信號，並據此進行第一級電壓轉換。

進一步包括：

接收所述第一控制信號進行均值處理後，將其與第一基準值進行比較，所比較的結果經過補償得到所述回饋信號；

接收所述回饋信號和第一級電壓轉換電路的輸入電流信號，並據此將所述直流輸入電壓轉換為所述第一輸出電壓，同時控制所述第一級電壓轉換電路的輸入電壓和輸入電流同相位。

較佳的，所述第一控制信號為所述第二級電壓轉換電路的開關控制信號。

依照本發明的一種高效率、低損耗的交直流電源電路及其控制方法，以後一級電壓轉換電路的占空比信號表示前一級電壓轉換電路的輸出電壓，而無需採樣電阻採樣第一級電壓轉換電路的輸出電壓，解決了高母線電壓下採樣電阻損耗過大的問題，提高了待機效率同時降低了設計難度；同時在輕載情況下能夠自動減低母線電壓從而降低了開關損耗。

【圖式簡單說明】

爲了更清楚地說明本發明實施例或現有技術中的技術方案，下面將對實施例或現有技術描述中所需要使用的圖式作簡單地介紹，顯而易見地，下面描述中的圖式僅僅是本發明的實施例，對於本領域普通技術人員來講，在不付出創造性勞動的前提下，還可以根據提供的圖式獲得其他的圖式。

圖 1 所示爲現有的一種交直流電源電路的原理方塊圖；

圖 2 所示爲依據本發明的一種交直流電源電路的第一實施例的電路圖；

圖 3 所示爲依據本發明的一種交直流電源電路的第二實施例的電路圖；

圖 4 所示爲依據本發明的一種交直流電源電路的第三實施例的電路圖；

圖 5 所示依據本發明的一種交直流電源電路的第四實施例的電路圖；

圖 6 所示爲依據本發明的一種交直流電源電路的控制方法的流程圖。

【實施方式】

以下結合圖式對本發明的幾個較佳實施例進行詳細描述，但本發明並不僅僅限於這些實施例。本發明涵蓋任何在本發明的精髓和範圍上做的替代、修改、等效方法以及

方案。爲了使公眾對本發明有徹底的瞭解，在以下本發明較佳實施例中詳細說明了具體的細節，而對本領域技術人員來說沒有這些細節的描述也可以完全理解本發明。

參考圖 2，所示爲依據本發明的一種交直流電源電路的第一實施例的電路圖；其中所述交直流電源電路將交流電源 AC 經整流後的直流輸入電壓 V_g 依次經過第一級電壓轉換電路和第二級電壓轉換電路轉換爲一直流信號 V_{OUT} 以爲負載供電。

其中所述第一級電壓轉換電路將所述直流輸入電壓 V_g 轉換爲第一輸出電壓 V_{BUS} ；

所述第二級電壓轉換電路接收所述第一輸出電壓 V_{BUS} ，藉由控制器（Controller）控制功率級電路進行電壓轉換將所述第一輸出電壓 V_{BUS} 轉換爲一恆定的直流輸出信號 V_{OUT} ；

而第二級電壓轉換電路輸出一表示其占空比的第一控制信號 V_D ，在實際應用中可以將第二級電壓轉換電路的控制電路輸出的開關控制信號作爲所述第一控制信號 V_D 。所述第一級電壓轉換電路中的 PFC 控制電路接收所述第一控制信號 V_D ，並將其轉換爲表示第一級電壓轉換電路的輸出電壓（ V_{BUS} ）的回饋信號，以此代替電壓採樣電路對電壓 V_{BUS} 的採樣。所述第一級電壓轉換電路中的 PFC 控制電路根據所述回饋信號控制功率級電路 A 中開關電晶體的動作將所述直流輸入電壓 V_g 轉換爲第一輸出電壓 V_{BUS} ；同時對其進行功率因數校正。

由此可見，依據本發明的交直流電源電路無需採樣電阻採樣第一級電壓轉換電路的輸出電壓，而是利用後級電路的占空比資訊來表示，因此解決了高母線電壓下採樣電阻損耗過大的問題，提高了待機效率。

參考圖 3，所示為依據本發明的一種交直流電源電路的第二實施例的電路圖；其在圖 2 所示實施例的基礎上給出了兩級轉換電路的功率級電路部分以及控制電路的實現。其中第一級電壓轉換電路為非隔離性升壓電路，具體由電感 L_1 、開關電晶體 Q_1 、二極體 D_1 和輸出電容 C_{BUS} 組成，所述第二級電壓轉換電路為一返馳式轉換器。

所述返馳式轉換器的占空比 D_y 的計算公式如下：

$$\frac{V_{OUT}}{V_{BUS}} = \frac{1}{N} \times \frac{D_y}{1-D_y} \quad (1)$$

其中 N 為返馳式轉換器的一次側與二次側的匝數比；當 $N=1$ 時，由式 (1) 可以推出以下關係：

$$1 + \frac{V_{OUT}}{V_{BUS}} = \frac{1}{1-D_y} \quad (2)$$

由此可以看出，在所述交直流電源電路的直流輸出信號 V_{OUT} 固定時，所述第一輸出電壓 V_{BUS} 與所述返馳式轉換器的占空比 D_y 成反比例關係，因此可以利用所述返馳式轉換器的占空比 D_y 的資訊來表示所述第一輸出電壓 V_{BUS} ，以代替目前常用的採樣電阻。

所述第一級電壓轉換電路進一步包括輸出電壓回饋電

路 301 和功率因數校正控制 (PFC) 電路 302 ;

所述輸出電壓回饋電路 301 接收第二級電壓轉換電路中控制電路所輸出的開關電晶體的控制信號作為表示返馳式轉換器的占空比 D_y 的第一控制信號 V_D , 利用一串聯至地的均值電阻和均值電容對其進行均值處理後, 將均值電阻和均值電容公共連接點輸出的電壓輸入至轉導運算放大器與第一基準值 V_{ref1} 進行比較, 其比較的結果經過補償電路得到所述回饋信號 V_{C1} ;

所述功率因數校正控制電路接收所述回饋信號 V_{C1} 和第一級電壓轉換電路的輸入電流信號 i_L , 並據此控制開關電晶體 Q_1 的開關動作在輸出端輸出第一輸出電壓 V_{BUS} , 同時控制所述第一級電壓轉換電路的輸入電壓和輸入電流同相位。

當所述第一輸出電壓 V_{BUS} 升高時, 所述返馳式轉換器的占空比 D_y 變小, 相應的所述第一控制信號 V_D 進行均值處理後得到的數值變小, 相應的, 所述回饋信號 V_{C1} 變大, 相應的控制所述第一輸出電壓 V_{BUS} 降低。

由此可以看出在輕載情況下, 第二級轉換電路的占空比會降低, 相應的控制所述第一輸出電壓 V_{BUS} 降低, 而母線電壓降低將大大減小開關電晶體的開關損耗, 進一步提高了整個電路的效率。

根據本發明的教導, 可知第一、二級電壓轉換電路的拓撲結構並不限於上述實施例所列舉的。所述第一級電壓轉換電路可以採用具有功率因數校正功能的其他非隔離

型拓撲結構，相應的，所述第二級電壓轉換電路可以為其他任何合適的隔離型拓撲結構。同樣第一級電壓轉換電路為具有功率因數校正功能的隔離型拓撲結構時，所述第二級電壓轉換電路可以採用非隔離型拓撲結構。

其中隔離型的拓撲結構可以包括返馳式轉換器、順向式轉換器、推挽轉換器或橋式轉換器等；而所述非隔離型拓撲結構包括非隔離型降壓電路、非隔離型升壓電路或非隔離型升降壓電路等。

另外，兩級電壓轉換電路均採用非隔離型拓撲也在本發明的保護範圍之內，如圖 4 所示電路中第一級電壓轉換電路為非隔離型升壓電路，所述第二級電壓轉換電路為非隔離型降壓電路。在所述交直流電源電路的直流輸出信號 V_{OUT} 固定時，所述第一輸出電壓 V_{BUS} 與所述返馳式轉換器的占空比 D_y 成反比例關係。其工作原理與圖 3 所示實施例相似，在此不再贅述。

圖 5 中詳細示出了第一級電壓轉換電路中功率因數校正控制電路以及第二級電壓轉換電路中控制電路的具體實現方法中的一種，具體工作原理可參照先前技術部分，為公知方法，在此不再贅述。在本實施例中，所述功率因數校正控制電路工作在輸入電壓前饋控制模式，即需要對直流輸入電壓 V_g 進行採樣和前饋，也可以採用不需要輸入電壓前饋的恆定導通時間模式進行功率因數校正控制。

參考圖 6，所示為依據本發明的一種高效率、低損耗的交直流電源電路的控制方法的流程圖，將交流電源經整

流後的直流輸入電壓經過第一級電壓轉換和第二級電壓轉換後得到一直流信號，其包括以下步驟：

S601：進行第一級電壓轉換將所述直流輸入電壓轉換為第一輸出電壓；

S602：接收所述第一輸出電壓，進行第二級電壓轉換得到一恆定的直流信號；

S603：接收一表示第二級電壓轉換電路的占空比的第一控制信號，將其轉換為表示所述第一輸出電壓的回饋信號，並據此進行第一級電壓轉換。

所述步驟 S603 中可以進一步包括以下步驟：

接收所述第一控制信號進行均值處理後，將其與第一基準值進行比較，所比較的結果經過補償得到所述回饋信號；

接收所述回饋信號和第一級電壓轉換電路的輸入電流信號，並據此將所述直流輸入電壓轉換為所述第一輸出電壓，同時控制所述第一級電壓轉換電路的輸入電壓和輸入電流同相位。

較佳實施例中，所述第一控制信號為所述第二級電壓轉換電路的開關控制信號。

以上對依據本發明的較佳實施例的交流-直流電壓轉換電路進行了描述，這些實施例並沒有詳盡敘述所有的細節，也不限制該發明僅為所述的具體實施例。顯然，根據以上描述，可作很多的修改和變化。本領域技術人員在本發明實施例公開的電路的基礎上所做的相關的改進、多個

實施例的結合，以及採用其他技術、電路佈局或元件而實現的相同功能的電路結構，也在本發明實施例的保護範圍之內。本發明僅申請專利範圍及其全部範圍和等效物的限制。

【符號說明】

Q_1 ：開關電晶體

L_1 ：電感

D_1 ：二極體

C_{BUS} ：電容

301：輸出電壓回饋電路

302：功率因數校正控制電路

申請專利範圍

1.一種高效率、低損耗的交直流電源電路，將交流電源經整流後得到的直流輸入電壓依次經過第一級電壓轉換電路和第二級電壓轉換電路轉換為一直流信號，其特徵在於：

該第一級電壓轉換電路將該直流輸入電壓轉換為第一輸出電壓；

該第二級電壓轉換電路接收該第一輸出電壓，並將其轉換為一恆定的直流信號；

該第一級電壓轉換電路接收一表示該第二級電壓轉換電路的占空比的第一控制信號，將其轉換為表示該第一輸出電壓的回饋信號，並據此進行電壓轉換。

2.根據申請專利範圍第 1 項之交直流電源電路，其中，該第一輸出電壓與該第一控制信號所表示的占空比成反比例關係。

3.根據申請專利範圍第 1 項之交直流電源電路，其中，該第一級電壓轉換電路包括輸出電壓回饋電路和功率因數校正控制電路；

該輸出電壓回饋電路接收該第一控制信號，對其進行均值處理後，將其與第一基準值進行比較，其比較的結果經過補償電路得到該回饋信號；

該功率因數校正控制電路接收該回饋信號和第一級電壓轉換電路的輸入電流信號，並據此將該直流輸入電壓轉換為該第一輸出電壓，同時控制該第一級電壓轉換電路的

輸入電壓和輸入電流同相位。

4.根據申請專利範圍第 3 項之交直流電源電路，其中，該功率因數校正控制電路工作在恆定導通時間模式或輸入電壓前饋控制模式。

5.根據申請專利範圍第 1 項之交直流電源電路，其中，該第一控制信號為該第二級電壓轉換電路的開關控制信號。

6.一種高效率、低損耗的交直流電源電路的控制方法，將交流電源經整流後的直流輸入電壓依次經過第一級電壓轉換和第二級電壓轉換後得到一直流信號，其特徵在於包括以下步驟：

進行第一級電壓轉換將該直流輸入電壓轉換為第一輸出電壓；

接收該第一輸出電壓，進行第二級電壓轉換得到一恆定的直流信號；

接收一表示第二級電壓轉換電路的占空比的第一控制信號，將其轉換為表示該第一輸出電壓的回饋信號，並據此進行第一級電壓轉換。

7.根據申請專利範圍第 6 項之交直流電源電路的控制方法，其中，進一步包括：

接收該第一控制信號進行均值處理後，將其與第一基準值進行比較，所比較的結果經過補償得到該回饋信號；

接收該回饋信號和第一級電壓轉換電路的輸入電流信號，並據此將該直流輸入電壓轉換為該第一輸出電壓，同

時控制該第一級電壓轉換電路的輸入電壓和輸入電流同相位。

8.根據申請專利範圍第 6 項之交直流電源電路的控制方法，其中，該第一控制信號為該第二級電壓轉換電路的開關控制信號。

圖式

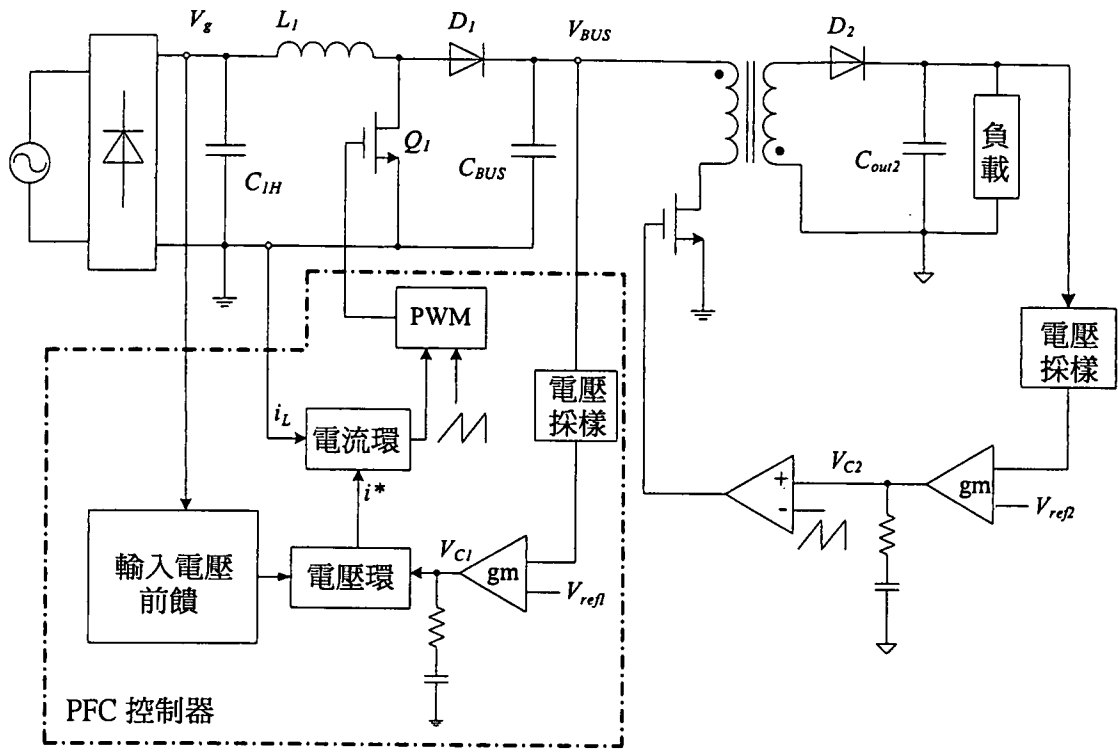


圖 1

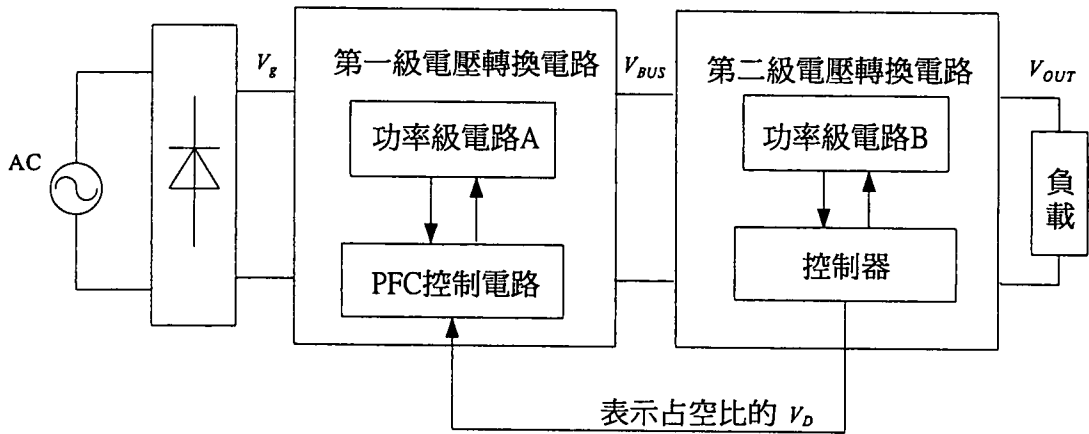


圖 2

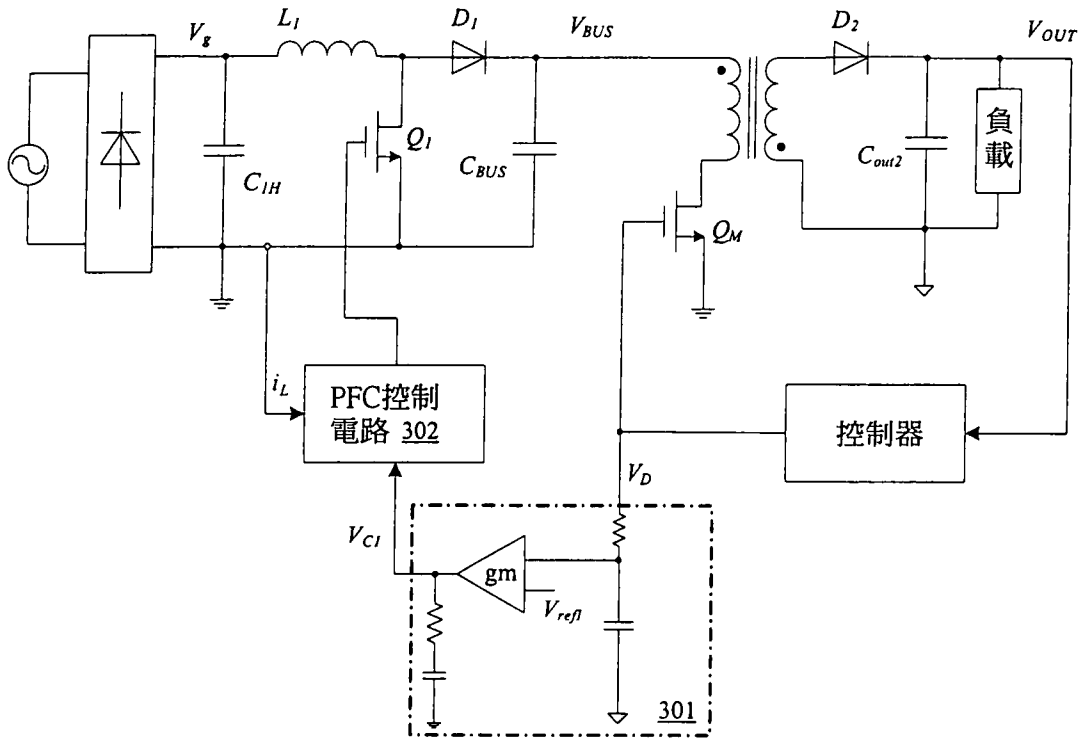


圖 3

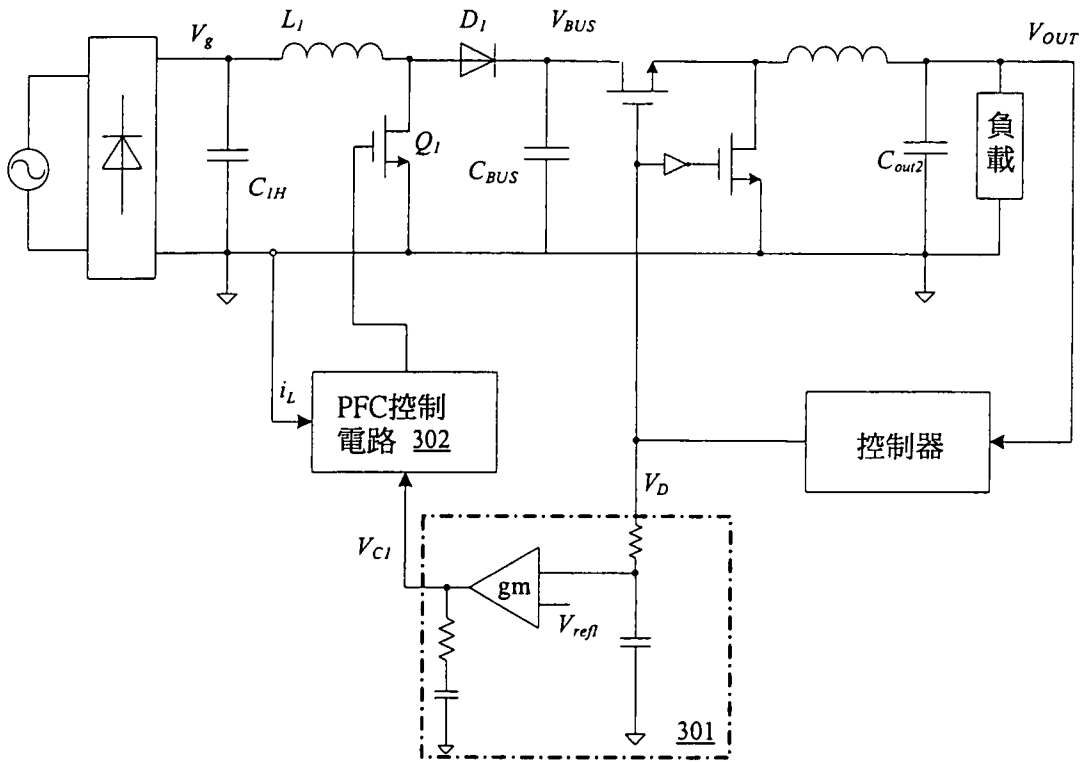


圖 4

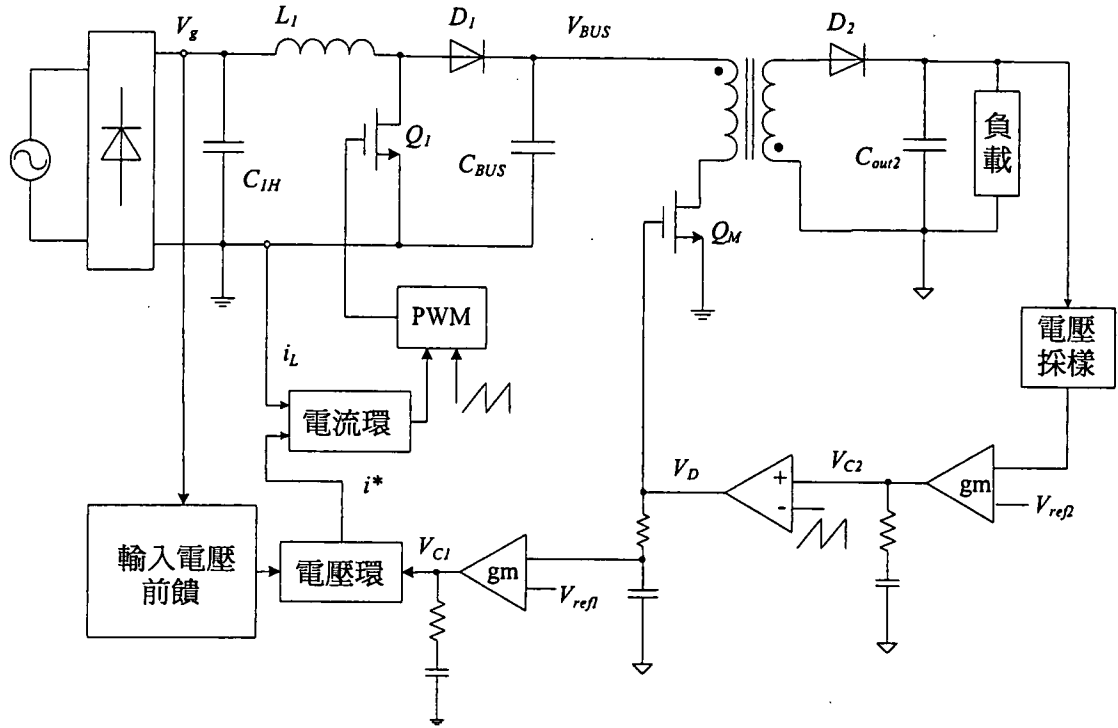


圖 5

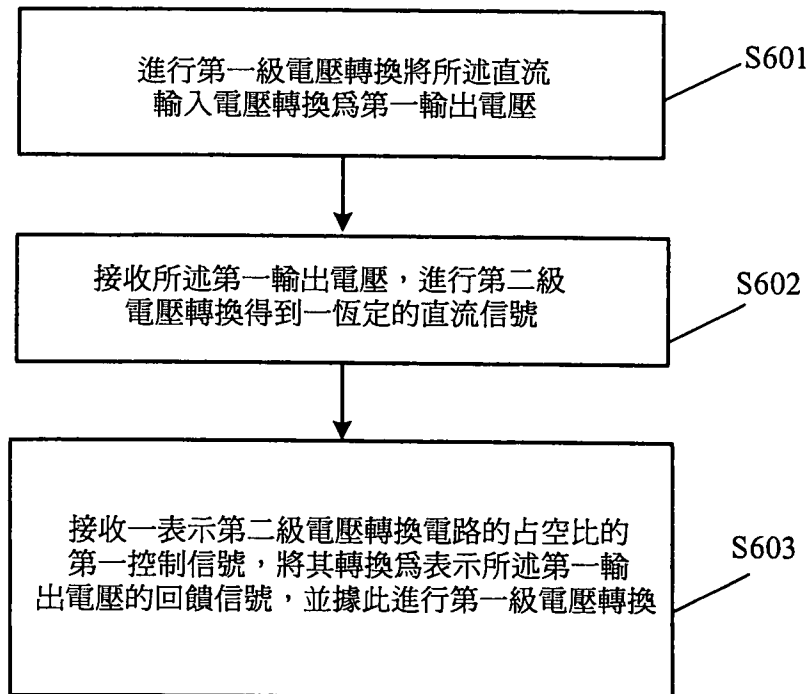


圖 6