

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： 96173405

※申請日期： 96.9.7

※IPC 分類： G05F 1/90 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

功率因數修正方法及其裝置

POWER FACTOR CORRECTION METHOD AND DEVICE THEREOF

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

國立交通大學/NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY

代表人：(中文/英文)(簽章) 張俊彥/CHANG, CHUN-YEN

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹市大學路 1001 號/No. 1001 Dasyue Road, Hsinchu, Taiwan, R.O.C.

國 籍：(中文/英文) 中華民國/TW

三、發明人：(共 1 人)

姓 名：(中文/英文)

陳鴻祺/CHEN, HUNG-CHI

國 籍：(中文/英文) 中華民國/TW

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。

五、中文發明摘要：

一種應用於昇壓型轉換器之功率因數修正方法及其裝置。功率因數修正方法係先由回授輸入與輸出電壓，產生開關切換參考信號；再由轉換器回授之輸出電壓與電壓命令之電壓誤差，經電壓控制器取得相位位移量，進而利用相位位移器，平移此開關切換參考信號，決定出開關切換控制信號，再經由比較器比較開關切換控制信號與三角波信號，產生最終開關切換信號，進而調整輸入電流波形跟隨電壓波形，以修正功率因數。應用此方法之功率因數控制器僅用單一電壓迴路，無須回授電流，即可修飾電流波形，大大簡化電路的複雜度。

六、英文發明摘要：

A power factor correction and the controller thereof, applied to a boost-type converter, are provided. First, the power factor correction method uses the input and output voltages to generate a reference switching control signal. Next, a voltage controller uses the difference between the output voltage and voltage command to get a duty phase. Then, the final switching control signal is determined by shifting the phase of the reference switching control signal according to the duty phase. Finally, a comparator compares the switching control signal with a triangle waveform to determine the switching signal. A power factor controller, which utilizes this method, uses a single voltage controller to get the switching signal to shape the current waveform without sensing current and a current controller, so that the complexity of the control circuit for the power factor correction is reduced dramatically.

七、指定代表圖：

(一)、本案代表圖為：第 6 圖

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

S10、S20、S30、S40、S50 步驟

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

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關一種功率因數修正方法及其裝置，特別是一種無電流感測功率因數修正方法及其裝置。

【先前技術】

功率因數修正器係調整昇壓型轉換器(boost type converter)之開關導通比例 $\bar{d} = T_{on}/T_s$ ，藉以控制開關導通期間，進而修飾輸入電流波形，使之跟隨輸入電壓波形，以得到較大的功率因數(power factor)。其中， T_{on} 為開關導通期間， T_s 為開關切換周期。

首先說明轉換器之主電路架構，請參考第 1 圖，其所示為昇壓型轉換器之電路圖。昇壓型轉換器包含一整流器 200，其一側連接外部輸入電源 100，用以提供輸入電壓 V_s ；整流器 200 之另一側串接一電感 L 、二極體 D 及電容 C_d 。其中用以外部負載電路 300 之電壓，記為輸出電壓 V_d 。電感 L 之輸出端連接一開關 S ，通常以金屬氧化半導體場效應電晶體實作此開關 S ，稱為開關電晶體 M 。

當開關 S 導通時，電源 100、整流器 200 與電感 L 自成一迴路。電源 100 經由整流器 200 跨接於電感 L 上，此時電感電壓 V_L 恆為正，故電感電流 I_L 上升。

而當開關 S 截止時，電源 100、整流器 200、電感 L 與連接於輸出電壓 V_d 之負載電路成一迴路，電感電壓 V_L 變為負值，電感電流 I_L 下降。

傳統上，此類應用電路之控制，可區分為電壓控制模式及電流控制模式。傳統電壓模式控制方塊圖請參考第 2 圖。功率因數修正器 400，利用電壓迴路 10 接收昇壓型轉換器回授之輸出電壓 V_d 及電壓命令 V_r ，用以產生開關切換控制信號 V_{cont} ，經比較器 11 與三角

波信號 V_{tri} 比較，最後決定開關切換信號 $d(t)$ 。

第 3 圖所示為開關切換控制信號 V_{cont} 與三角波信號 V_{tri} 、開關切換信號 $d(t)$ 與電感電流 I_L 之周期變化的時序圖。此種設計僅感測輸出電壓，電流波形為不連續導通模式(discontinuous conduction mode, DCM)。

開關切換控制信號 V_{cont} 為直流值，與固定大小之三角波信號 V_{tri} 比較，產生固定開關導通比例 $\bar{d}$ ，開關導通期間 T_{on} 內，開關切換信號 $d(t)$ 為 HIGH，而當開關截止期間內，開關切換信號 $d(t)$ 為 LOW。當開關切換信號 $d(t)$ 為 HIGH 時，表示電晶體開關導通，電感電壓 V_L 為正值，且電壓大小與當時輸入電壓相等。因此，雖然開關導通比例固定，但電流上升斜率不同，故每次切換週期，電流峰值會隨輸入電壓增加而增加。當開關切換信號 $d(t)$ 為 LOW 時，表示電晶體開關截止，電感電壓 V_L 為負值，且電壓大小與輸出電壓與當時輸入電壓之電壓差值相等。因此，雖然開關導通比例固定，但電流下降斜率不同，故每次切換週期，電流下降斜率會隨輸入電壓增加而減少。形成如第 3 圖的三角形的電感電流 I_L ，比較器 11 所輸出之開關切換信號 $d(t)$ 幾乎為定值，此種設計簡單，適用於低功率輸出，但其功率因數修正效果有限。

第 4 圖為電流控制模式控制方塊圖，其為雙迴路控制架構，分別為外電壓迴路 20 及內電流迴路 22。外電壓迴路 20 接收轉換器回授之輸出電壓 V_d 及電壓命令 V_r ，依據其誤差值產生電流大小命令 I_r 。

參考電流產生器 23 利用轉換器回授之輸入電壓 V_s 取得電壓波形相位 $S(\omega t)$ ，再利用乘法器 24 將電流大小命令 I_r 與電壓波形相位 $S(\omega t)$ 合成電感電流命令 $I_{L,r}$ ，使電感電流命令波形 $I_{L,r}$ 跟隨電壓波形。再由電流迴路 22 接收電感電流命令 $I_{L,r}$ 及轉換器回授之電感電流 I_L ，以決定適當的開關切換控制信號 V_{cont} ，比較器 21 比較開關切換控制信號 V_{cont} 及載波產生器 25 所產生的三角波信號 V_{tri} ，以決定開關切換信號 $d(t)$ ，藉此修飾電流波形。

請參考第 5 圖分別為開關切換控制信號 V_{cont} 、開關切換信號 $d(t)$ 與電感電流 I_L 之周期變化的時序圖。

如第 5 圖所示，當開關切換控制信號 V_{cont} 高於三角波信號 V_{tri} 時，電晶體 M 導通，如圖所示之開關導通期間 T_{on} ，此期間內開關切換信號 $d(t)$ 為 HIGH。此時電感電壓 V_L 為正值，電感 L 充電，電感電流 I_L 上升，如圖所示之電感電流 I_L 上升期間；當開關切換控制信號 V_{cont} 低於三角波信號 V_{tri} 時，開關切換信號 $d(t)$ 為 LOW，電晶體 M 截止，電感電壓 V_L 變為負值，電感電流 I_L 下降，如圖所示之電感電流 I_L 下降期間。但與不連續導通模式不同的是，此時電感電流 I_L 並不降至 0，故為操作連續電流模式(continuous conduction mode, CCM)。

此種電流模式修正器，需要利用三個輸入—轉換器回授之輸出電壓 V_d 、輸入電壓 V_s 、電感電流 I_L ，且採用多迴路的設計，控制電路較電壓模式電路複雜許多。另外，轉換器回授之輸出電壓 V_d 漣波影響，會使電流迴路接收了被扭曲的電感電流命令 $I_{L,r}$ ，因而影響了電流波形的修飾效果與功率因數的修正效果。還有，偵測電感電流 I_L 時，取樣點可能落在開關的瞬間，容易感測到開關切換雜訊，因而產生巨大的變異而影響功率因數。

因此，對於功率因數修正器與方法，如何簡化功率因數修正器的電路及維持高功率因數仍為重要的課題。

【發明內容】

本發明之一目的係提供一種功率因數的修正方法及裝置，其控制架構僅為單一電壓迴路，僅感測輸入與輸出電壓，無須感測電流，運作於連續電流(CCM)模式。此方法僅利用轉換器回授之輸入電壓及輸出電壓取得適當開關切換控制信號，用以決定轉換器的開關切換信號。

為達上述目的，本發明提供一種功率因數的修正方法，其包括接收轉換器回授之輸出電壓及電壓命令，用以產生一相位位移量，接收轉換器之輸入電壓，用以產生開關切換參考信號，依據相位位移量，平移開關切換參考信號，以產生開關切換控制信號，以及比較一三角波信號與開關切換控制信號，以產生開關切換信號。

為達上述目的，本發明提供一種功率因數控制器，其利用一電壓迴路接收轉換器回授之輸出電壓以計算出一相位位移量，一參考信號產生器取得開關切換參考信號，一相位位移器平移開關切換參考信號後產生開關切換控制信號，最後由一比較器取得開關切換信號。

【實施方式】

首先，簡略的介紹本發明之電壓模式控制的基本原理。令輸入電壓波形為正弦波 $\hat{V}_s \sin(\omega t)$ ，定義每一周期開關導通比例 $\bar{d}$ 如下：

$$\bar{d} = 1 - \frac{\hat{V}_s}{V_d} |\sin(\omega t - \theta)|$$

其中， $\hat{V}_s$ 為輸入電壓振幅， V_d 為轉換器回授之平均輸出電壓， ω 為其輸入電壓角頻率， θ 為相位位移量， t 表時間。電感 L 及電感電壓 V_L 可表示如下：

$$V_L = L \frac{dI_L}{dt} = \hat{V}_s |\sin(\omega t)| - \hat{V}_s |\sin(\omega t - \theta)|, \quad I_L \text{ 為電感電流}$$

一般相位位移量 θ 很小，令 $\theta \rightarrow 0$ 及簡易的三角函數公式可進一步簡化公式

$$\frac{dI_L}{dt} = \frac{\hat{V}_s \theta}{L} |\cos(\omega t)|, \quad \text{可得到 } I_L = \frac{\hat{V}_s \theta}{\omega L} |\sin(\omega t)| = \hat{I}_s |\sin(\omega t)|$$

其中， $\hat{I}_s$ 為輸入電流的振幅。由上述公式可知，電流與輸入電壓具有相同之波形，而且可藉由 θ 調整輸入電流大小 $\hat{I}_s$ 。

令欲輸出電壓作為電壓命令 V_r ，故依據輸出電壓 U_d 與電壓命令 V_r 之誤差值即可得到適當的相位位移量 θ ，以下實施例並配合圖式以闡明本發明之精神。

請參考第 6 圖，其為產生開關切換信號 $d(t)$ 之步驟。如圖所示，利用轉換器回授之輸出電壓及電壓命令，產生一相位位移量(步驟 S10)，利用轉換器回授之輸入電壓，產生開關切換參考信號(步驟 S20)，依據相位位移量平移開關切換參考信號以產生開關切換控制信號 V_{cont} (步驟 S30)。另一方面，利用載波信號產生器產生三角波信號 V_{tri} (如步驟 S40)，比較三角波信號 V_{tri} 之電壓值與開關切換控制信號 V_{cont} 以產生開關切換信號 $d(t)$ (步驟 S50)。要說明的是，本實施例中的步驟順序僅用以說明，而非加以限制，例如步驟 S10、步驟 S20 與步驟 S30 亦可因電路設計而對調處理順序。

第 7、8、9 圖為應用此修正方法之不同功率因數修正器的實施例。

第 7 圖所示之功率因數修正器電路圖為根據本發明之一第一較佳實施例，電壓迴路 1000 接收電壓命令 V_r 與轉換其回授之輸出電壓 U_d 以產生對應相位位移量 θ ，參考信號產生器 4000 接收轉換其回授之輸入電壓 V_s 及輸出電壓 U_d ，先利用絕對值取值器 4100(整流器)取得 $|V_s|$ ，再利用一除法器 4200 取得開關切換參考信號 $|V_s|/U_d$ ，傳送給相位位移器 2000 以平移開關切換參考信號，藉以產生開關切換控制信號 V_{cont} 。一方面將此開關切換控制信號 V_{cont} 輸入比較器 3000 之負輸入端，另一方面利用載波產生器 6000 產生三角波信號 V_{tri} 輸入比較器 3000 的正輸入端，比較器 3000 比較兩者後產生開關切換信號 $d(t)$ 。一般輸出電壓 U_d 之漣波之於其周期平均輸出電壓 V_d 而言相對極小，故可用平均輸出電壓 V_d 替代輸出電壓 U_d 。

第 8 圖所示之功率因數修正器電路圖為根據本發明之一第二較佳實施例，因周期平均輸出電壓 V_d 約等於電壓命令 V_r ，

因此進一步利用已知電壓命令 V_r 替代輸出電壓 v_d ，與第 7 圖所示之實施例比較，可省略參考信號產生器 4000 之除法器 4200。

第 9 圖所示之功率因數修正器電路圖為根據本發明之一第三較佳實施例，與前述二實施例之功率因數修正器的差異在於參考信號產生器，其先利用絕對值取值器 4100(整流器)取得 $|V_s|$ 及峰值取值器 4400 取得轉換器之輸入電壓振幅 $\hat{V}_s$ ，第一除法器 4300 便可取得輸入電壓相位波形 $S(\omega t)$ ，再傳送給相位位移器 2000 以位移其相位 $S(\omega t - \theta)$ ，接著以輸出電壓 v_d 或利用平均值取值器 4500 取得輸出電壓 v_d 之平均輸出電壓 V_d 及第二除法器 4600，用以取得開關切換控制信號之大小 $(\hat{V}_s / V_d)$ ，再由乘法器 5000 合成開關切換控制信號 V_{cont} ，之後將開關切換控制信號 V_{cont} 連接至比較器 3000 之負輸入端，載波產生器 6000 產生三角波信號 V_{tri} 輸入比較器 3000 的正輸入端，由比較器 3000 產生開關切換信號 $d(t)$ 。

由上述實施例可知，本發明實施例之開關切換控制信號 V_{cont} 直接輸入比較器 3000 之負輸入端，載波產生器 6000 產生三角波信號 V_{tri} 即可。當然亦可將開關切換控制信號 V_{cont} 先連接至一運算器，進行 $1 - V_{cont}$ 之運算，再連接至比較器 3000 之正輸入端，載波產生器 6000 所產生三角波信號 V_{tri} 則輸入比較器 3000 的負輸入端，與傳統比較器輸入端點具有相同配置，惟電路因而複雜化。

由上述可知，利用電壓迴路接收轉換器回授之輸出電壓以取得一相位位移量即可達到功率因數修正器，而利用簡單比例積分控制器(proportional integration controller, PI)即可實作電壓迴路，與習知技術比較，本發明之功率因數修正方法，為單一電壓迴路，且僅需感測輸入與輸出電壓，並應用於連續導通模式。無偵測電流，亦無內電流控制迴路，大大簡化功率因數修正器之電路。

以上所述之實施例僅係為說明本發明之技術思想及特點，其目的在使熟習此項技藝之人士能夠瞭解本發明之內容

並據以實施，當不能以之限定本發明之專利範圍，即大凡依本發明所揭示之精神所作之均等變化或修飾，仍應涵蓋在本發明之專利範圍內。

【圖式簡單說明】

第 1 圖所示為習知技術之昇壓型轉換器之主電路圖。

第 2 圖所示為習知技術之電壓控制模式的功率因數修正器之控制電路方塊圖。

第 3 圖所示為習知技術之開關切換控制信號 V_{cont} 、開關切換信號 $d(t)$ 與電感電流 I_L 之周期變化的時序圖。

第 4 圖所示為習知技術之電流控制模式的功率因數修正器之控制電路方塊圖。

第 5 圖所示為習知技術之開關切換控制信號 V_{cont} 、開關切換信號 $d(t)$ 與電感電流 I_L 之周期變化的時序圖

第 6 圖所示為本發明之功率因數修正方法之流程圖。

第 7 圖、第 8 圖與第 9 圖所示為本發明不同實施例之相位控制模式的功率因數修正器之控制電路方塊圖。

【主要元件符號說明】

100	電源
200	整流器
300	外部負載電路
400	功率因數修正器

10、20、1000	電壓迴路
11、21	比較器
15	電壓偵測器
22	電流迴路
23	參考電流產生器
24	乘法器
25	載波產生器
S10、S20、S30、S40、S50	步驟
2000	相位位移器
3000	比較器
4000	參考信號產生器
4100	絕對值取值器
4200、4300、4600	除法器
4400	峰值取值器
4500	平均值取值器
5000	乘法器
6000	載波產生器
S	開關
M	電晶體
L	電感
D	二極體

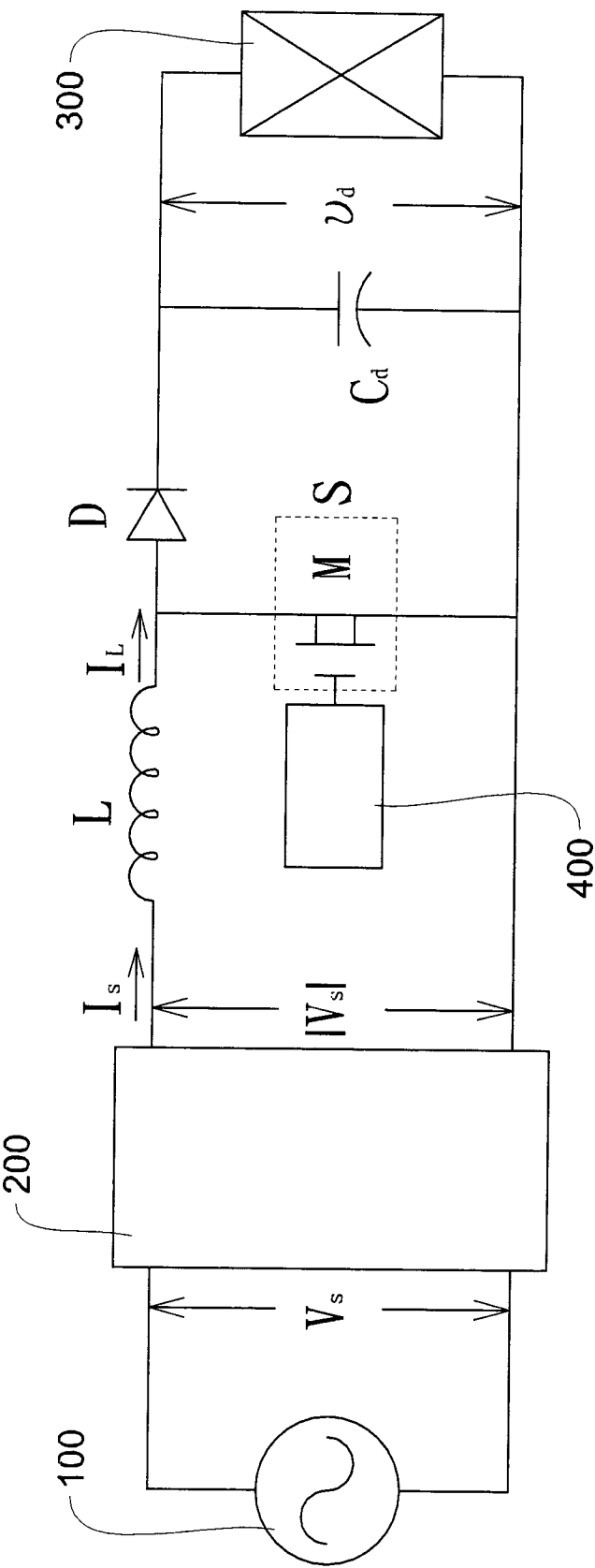
C_d	輸出電容
V_s	輸入電壓
$\hat{V}_s$	輸入電壓振幅
v_d	輸出電壓
V_d	周期平均輸出電壓
V_r	電壓命令
I_r	電流大小命令
$I_{L,r}$	電感電流命令
I_L	電感電流
V_L	電感電壓
V_G	閘極電壓
T_s	開關切換周期
T_{on}	開關導通期間
V_{tri}	三角波信號
V_{cont}	開關切換控制信號
$d(t)$	開關切換信號
θ	相位位移量
$S(\omega t)$ 、 $S(\omega t-\theta)$	電壓相位波形

十、申請專利範圍：

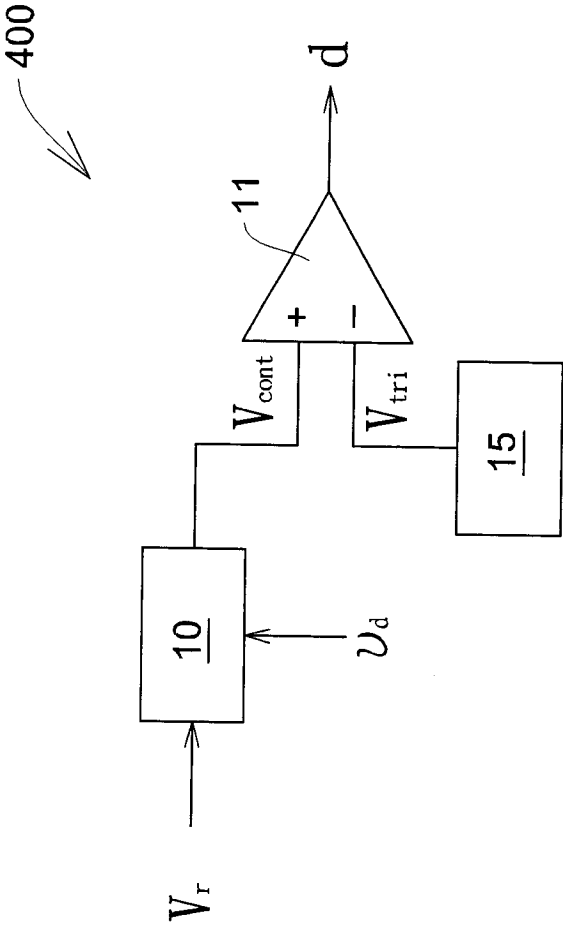
1. 一種功率因數修正方法，應用於一昇壓型轉換器，包含：
 - 接收該昇壓型轉換器回授之一輸出電壓及一電壓命令，用以產生一相位位移量；
 - 接收該昇壓型轉換器回授之一輸入電壓，用以產生一開關切換參考信號；
 - 產生一開關切換控制信號，其係依據該相位位移量平移該開關切換參考信號之相位；
 - 產生一三角波信號；以及
 - 比較該開關切換控制信號及該三角波信號，用以產生一開關切換信號。
2. 如請求項 1 所述之功率因數修正方法，其中產生該相位位移量之步驟，係取得該輸出電壓與該電壓命令間之一差值，依據該差值計算出該相位位移量。
3. 如請求項 1 所述之功率因數修正方法，其中產生該開關切換參考信號之步驟，係為該輸入電壓之絕對值除以該電壓命令。
4. 如請求項 1 所述之功率因數修正方法，其中產生該開關切換參考信號之步驟，係為該輸入電壓之絕對值除以該輸出電壓。
5. 如請求項 1 所述之功率因數調整方法，其中產生該開關切換參考信號之步驟，係為該輸入電壓之絕對值除以一週期平均輸出電壓。
6. 一種功率因數控制器，應用於一昇壓型轉換器，包含：
 - 一電壓迴路，接收該昇壓型轉換器回授之一輸出電壓及一電壓命令，用以產生一相位位移量；
 - 一參考信號產生器，接收該昇壓型轉換器回授之一輸入電壓及該輸出電壓，用以產生一開關切換參考信號；
 - 一相位位移器，接收該相位位移量及該開關切換參考信號，以產生一開關切換控制信號；
 - 一載波產生器，用以產生一三角波信號；以及

一比較器，接收並比較該開關切換控制信號及該三角波信號，以產生一開關切換信號。

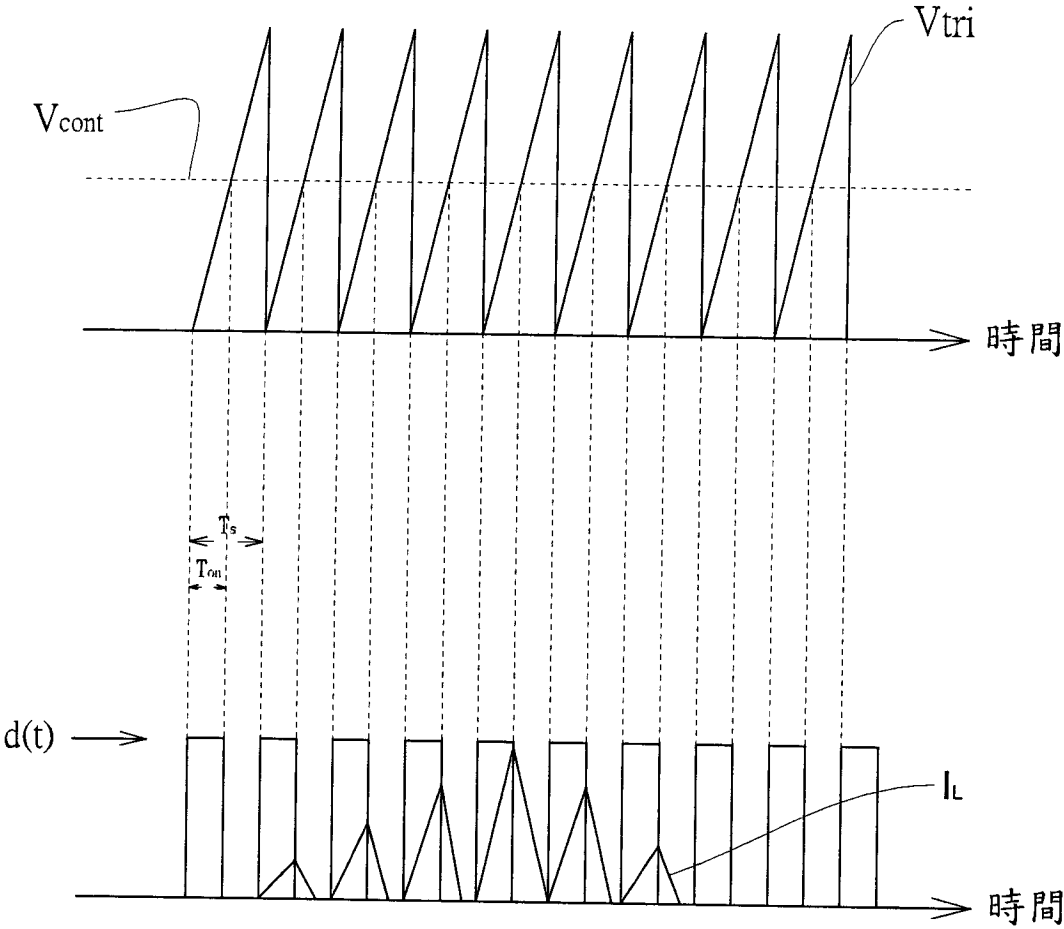
7. 如請求項 6 所述之功率因數控制器，其中該電壓迴路包含一比例積分控制器。
8. 如請求項 6 所述之功率因數控制器，其中該參考信號產生器包含一絕對值取值器。
9. 如請求項 8 所述之功率因數控制器，其中該參考信號產生器更包含一除法器。
10. 一種功率因數控制器，應用於一昇壓型轉換器，包含：
 - 一電壓迴路，接收該昇壓型轉換器回授之一輸出電壓及一電壓命令，用以產生一相位位移量；
 - 一參考信號產生器，接收該昇壓型轉換器回授之一輸入電壓及該輸出電壓，用以產生一開關切換控制參考相位信號及一開關切換控制信號振幅；
 - 一相位位移器，接收該相位位移量，用以平移該開關切換控制參考相位信號之相位；
 - 一乘法器，接收相位位移後之該開關切換控制參考相位信號及該開關切換控制信號振幅，以產生一開關切換控制信號；
 - 一載波產生器，用以產生一三角波信號；以及
 - 一比較器，接收並比較該開關切換控制信號及該三角波信號，以產生一開關切換信號。
11. 如請求項 10 所述之功率因數控制器，其中該電壓迴路包含一比例積分控制器。
12. 如請求項 10 所述之功率因數控制器，其中該參考信號產生器包含一絕對值取值器、一峰值取值器、一第一除法器、一平均值取值器及一第二除法器。



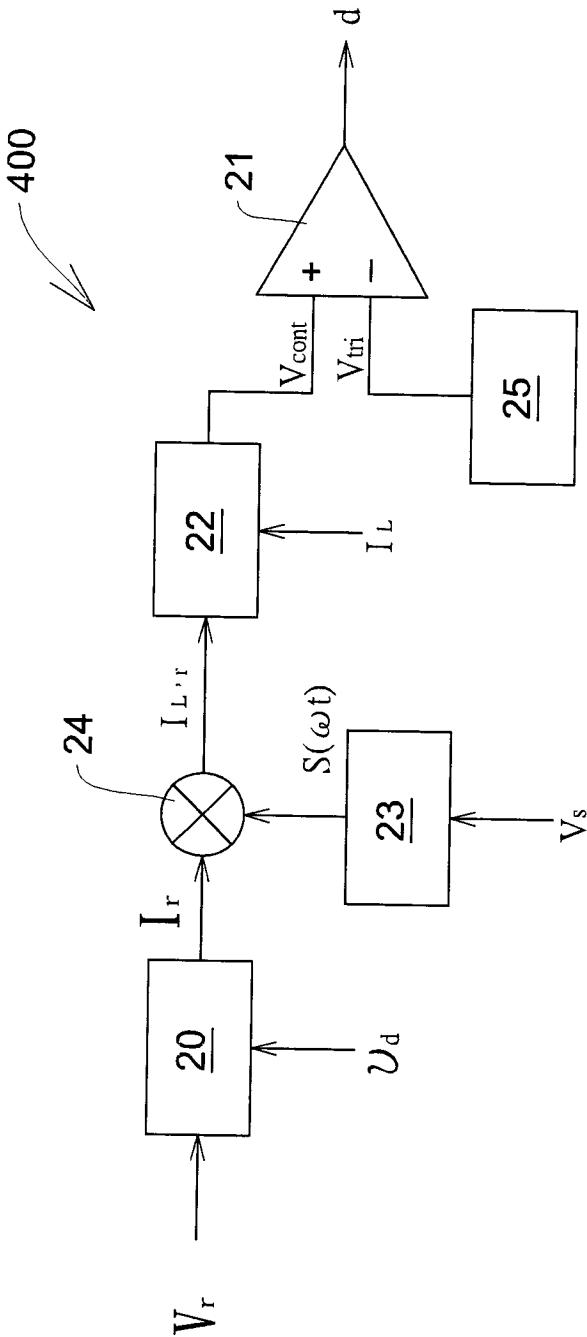
第1圖(習知技術)



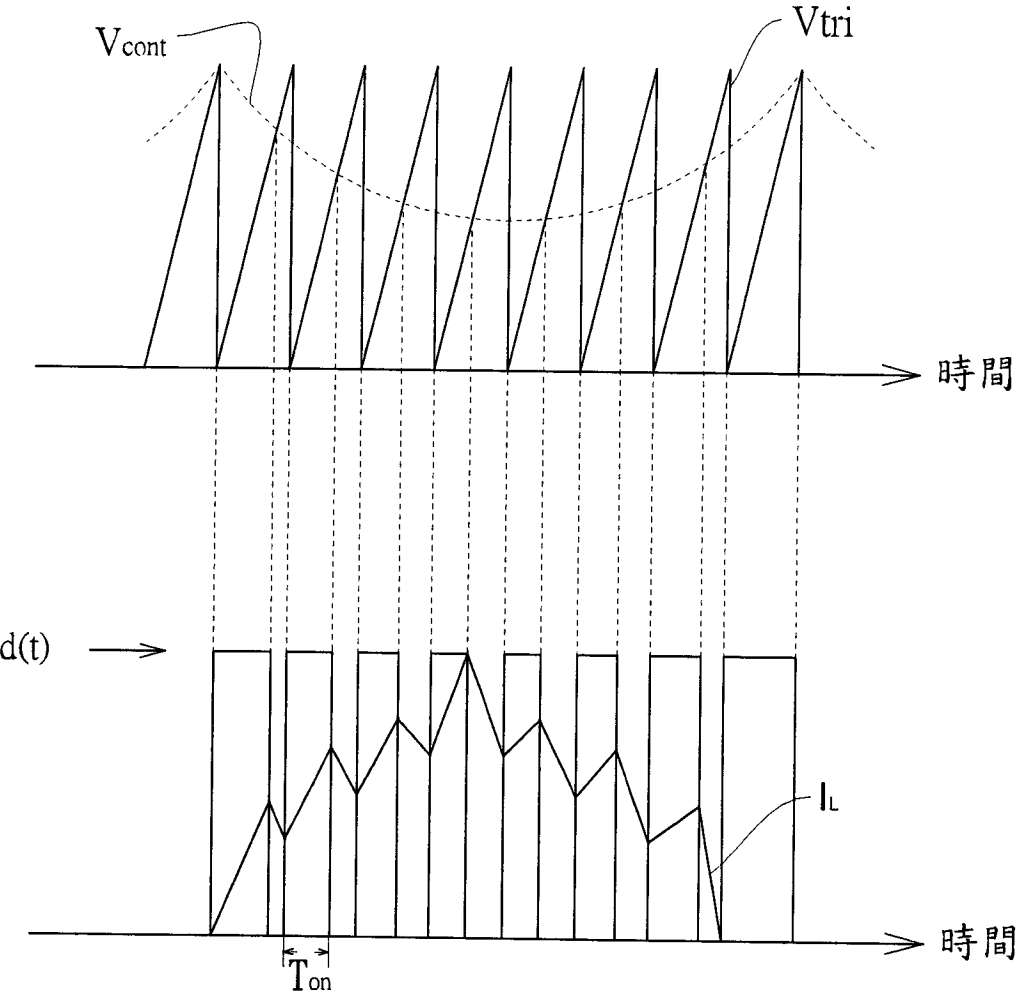
第2圖(習知技術)



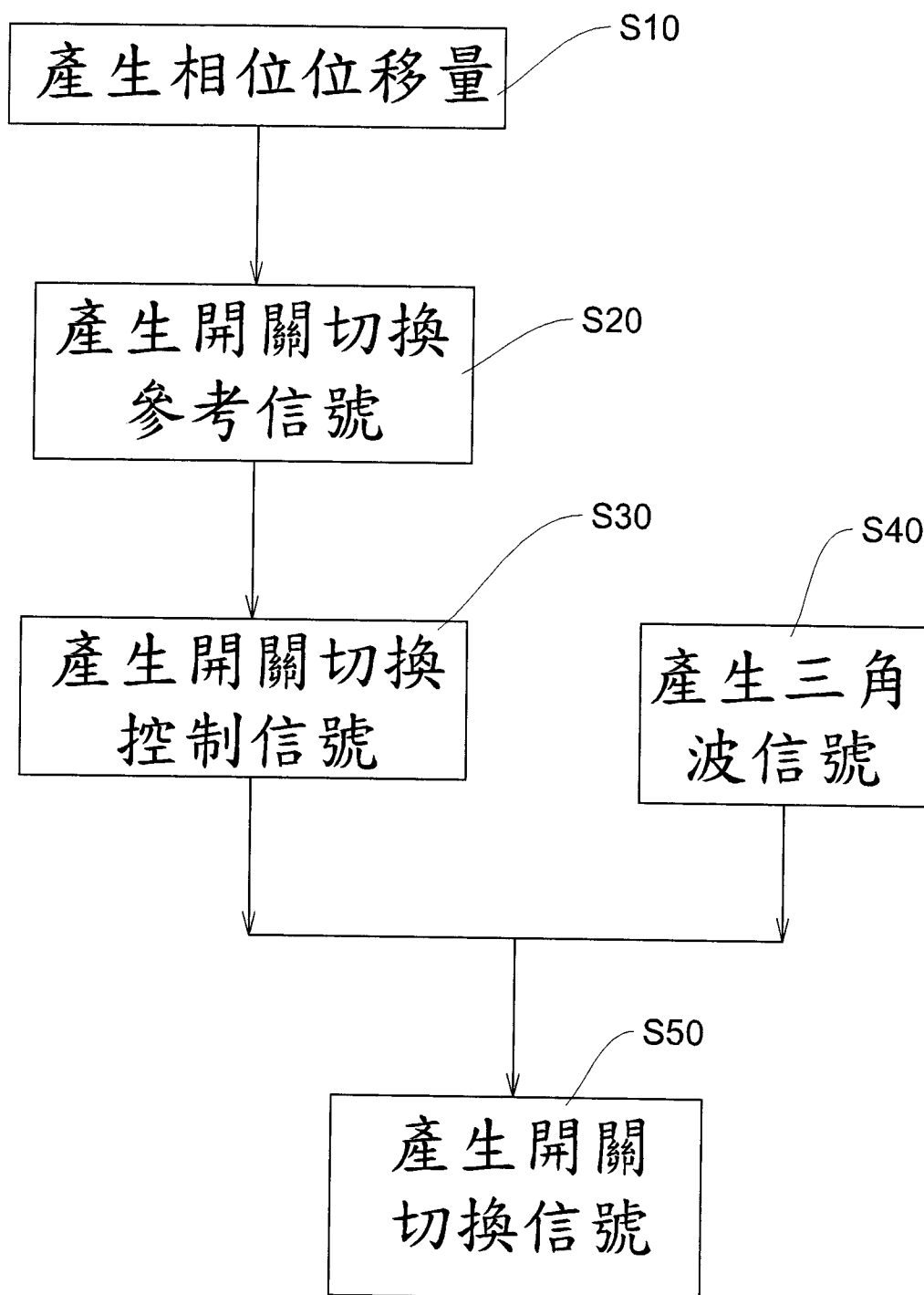
第3圖(習知技術)



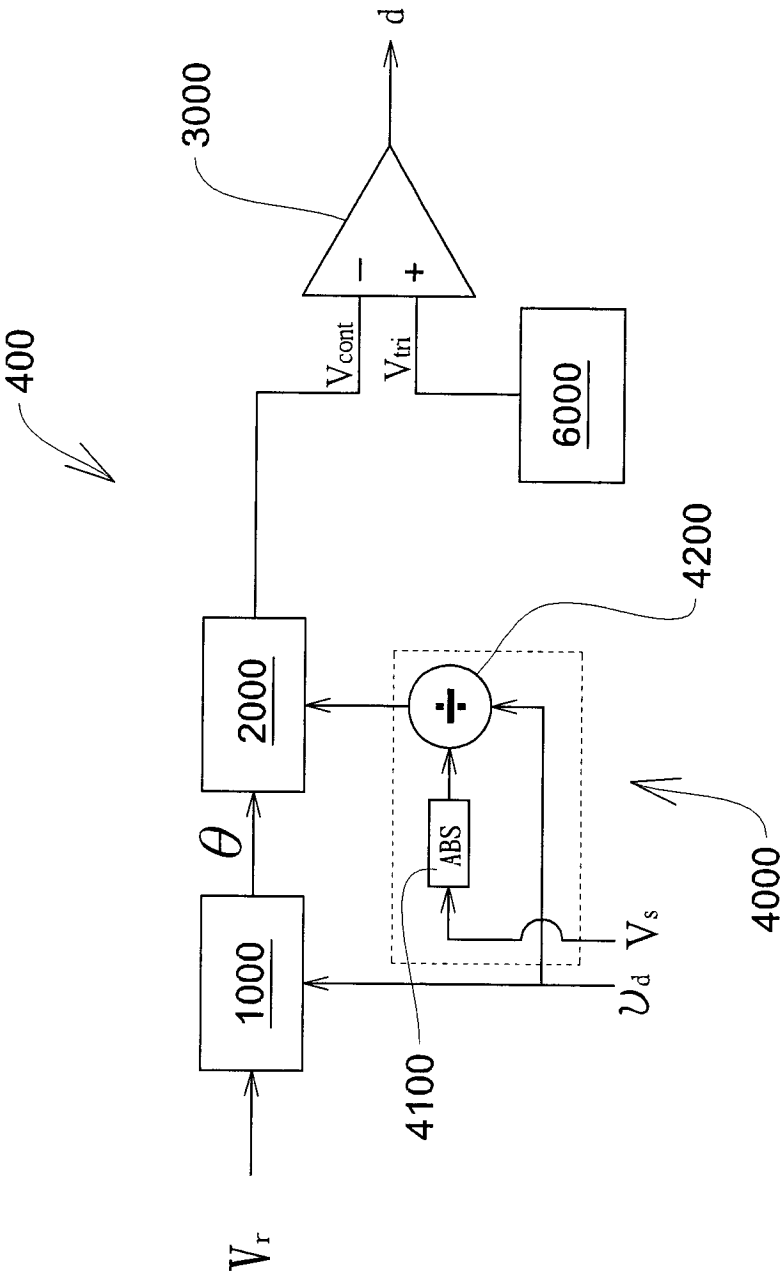
第4圖(習知技術)



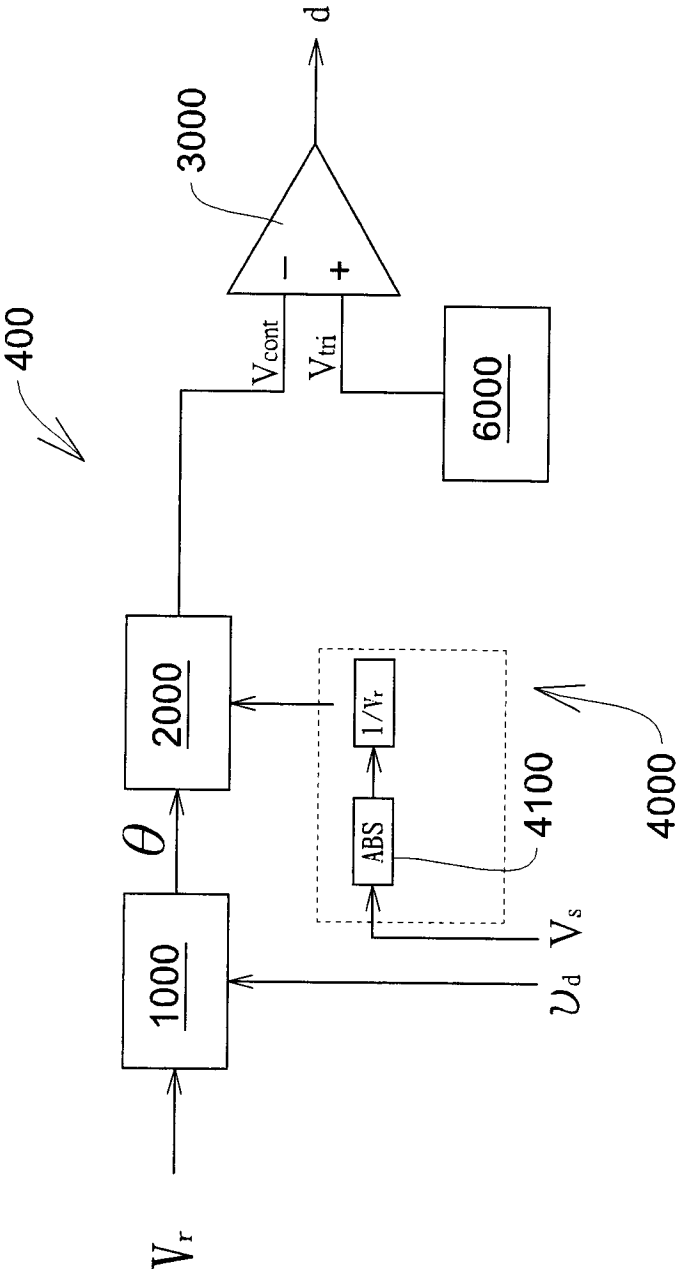
第5圖(習知技術)



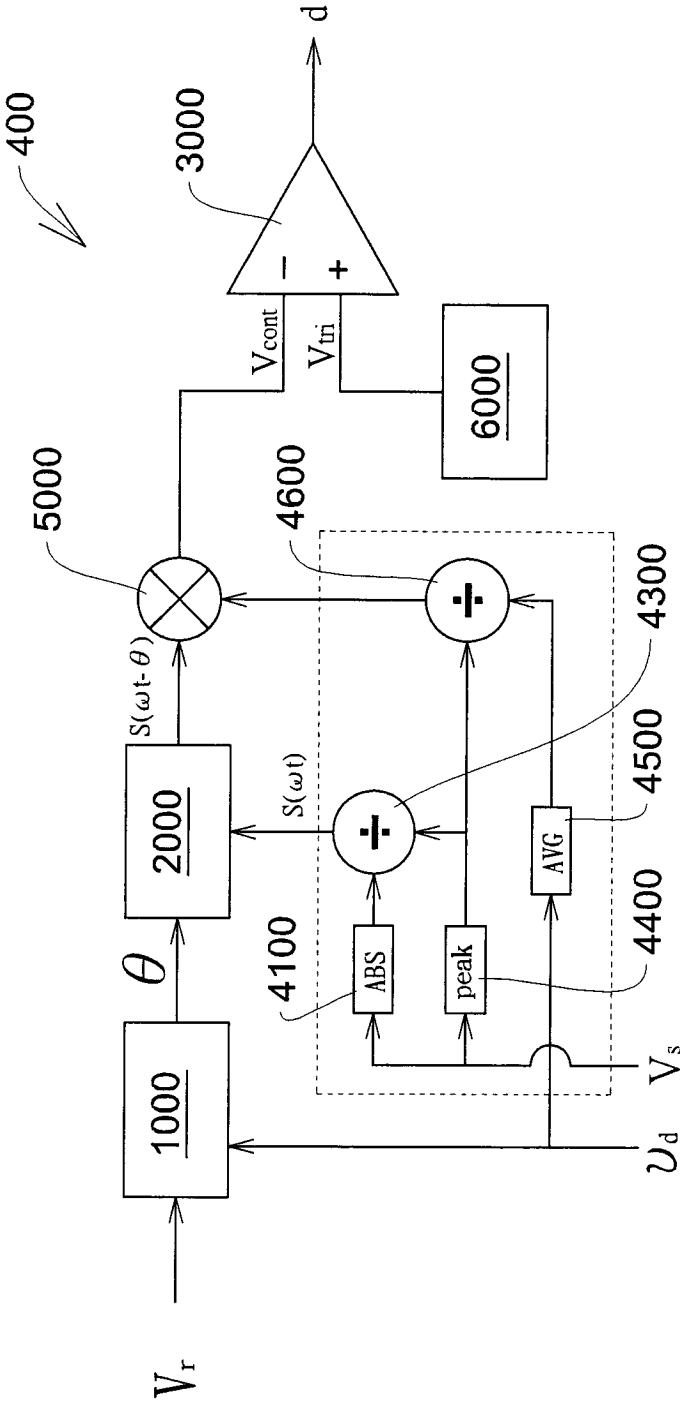
第6圖



第7圖



第8圖



第9圖

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：P6133405

※ 申請日期：P60907

※IPC 分類：G05F1/70 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

功率因數修正方法及其裝置

POWER FACTOR CORRECTION METHOD AND DEVICE THEREOF

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

國立交通大學/NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY

代表人：(中文/英文)(簽章) 吳重雨/WU, CHUNG-YU

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹市大學路 1001 號/No. 1001 Dasyue Road, Hsinchu, Taiwan, R.O.C.

國 籍：(中文/英文) 中華民國/TW

三、發明人：(共 1 人)

姓 名：(中文/英文)

陳鴻祺/CHEN, HUNG-CHI

國 籍：(中文/英文) 中華民國/TW