200812435

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： PE7118888

※ 申請日期： PE.8.30 **※IPC 分類：** H05B41/26

一、 發明名稱：（中文/英文）

單級高功因D類串並聯共振式螢光燈電子安定器

二、申請人：（共 1 人）

姓名或名稱：（中文/英文）崑山科技大學

代表人：（中文/英文） 楊 明 興

住居所或營業所地址：（中文/英文）

台南縣永康市大灣路 949 號

國 籍：（中文/英文） 中華民國/R.O.C. TW

三、發明人：（共 2 人）

1. **姓 名：**（中文/英文）莊 英 俊

   國 籍：（中文/英文）中華民國/R.O.C. TW

2. **姓 名：**（中文/英文）鄭 宏 良

   國 籍：（中文/英文）中華民國/R.O.C. 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。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係將 D 類串並聯共振式螢光燈電子安定器與兩組降升壓式功因改善電路整合成單一級，並共用主動切換開關，以減少控制電路與開關元件數，且將電路之主動開關操作於零電壓與零電流切換導通情況，以減少開關元件切換損失以達到高效率的要求。

【先前技術】

電子安定器大多是採用共振式換流器為主要的電路架構，以功率半導體元件為開關，作高頻的切換動作，提供螢光燈負載所需的高頻電源。D 類串並聯共振式螢光燈電子安定器具有結構簡單、效率高、適合高頻操作、共振電流接近正弦波及燈管電流峰值因數較低等優點，因而被大多數電子安定器採用。D 類串並聯共振式螢光燈電子安定器可採自激或外激之驅動方式來切換其主動開關，自激式擷取負載電流回授自行產生驅動信號，不需額外控制電路，成本較低。然而，自激式電子安定器自有其先天上的限制，不容易達到高功因、調光、預熱控制等功能。

圖 1 所示，為一般市面上所最常見的半橋結構之 D 類串並聯共振式螢光燈電子安定器驅動螢光燈的電路結構。主要利用兩組直流電源提供能量給 D 類串並聯共振式螢光燈電子安定器，然後串並聯共振式電子安定器再做高頻切換來驅動螢光燈負載，該電路負載是由兩支串聯的螢光燈管所構成，串聯共振部分由電感 Ls 與電容 Cs 所組成，並聯共振部分包含電容 Cp、Cf1 與 Cf2，其中燈絲電

流只通過 Cf1 與 Cf2。理論上，兩個開關元件 S1 與 S2 具有相同的導通時間，因此共振電路的輸入電壓不存在直流成分，但由於元件上的差異與考量電路參數的變化，直流成分有可能存在於共振電路中，因此需要利用電容 Cs 來濾除共振電路中所存在的直流成分。

利用兩組半波整流電路可以提供圖 1 所需的直流電壓源，若在半波整流電路後方再加上兩組降升壓式轉換器，配合適當得電路參數設計與主動開關元件切換時間控制，不僅可以提供穩定的直流電壓源，並且也將具有功因修正的效果，如圖 2 所示。圖 2 中有兩組降升壓式轉換器，其中的降升壓式轉換器 I 經由整流二極體 D3 將交流輸入電源的正半波轉換成直流電壓；降升壓式轉換器 II 經由整流二極體 D4 將交流輸入電源的負半波轉換成直流電壓，此雙級的安定器需要兩組控制電路，分別控制兩組降升壓式轉換器與 D 類串並聯共振式換流器，且主動開關的數目多達四個，這種雙級的架構需要兩次功率轉換的過程，增加切換損失和額外的傳導損失，使得整體的電路效率降低；而且，需要兩組控制電路分別驅動功因修正電路與共振式換流器。額外增加的控制電路和切換元件使得電路結構複雜化，成本也相對提高。對於低單價、成本敏感的電子安定器而言，並不利於其產品的市場競爭力。

【發明內容】

本發明之主要目的係在提供一具有電路構造簡單、控制容易、可提高效率並降低成本之螢光燈電子安定器。

本發明之主要特徵是在被動濾波器之輸出端並接兩組降升壓轉換器，其每一組中各設有一主動開關、儲能電感與直流鏈電

容所組成；且利用每一組降升壓轉換器中之主動開關與直流鏈電容與共振電路形成一 D 類串並聯共振式螢光燈電子安定器。

【實施方式】

有關本發明為達上述之使用目的及功效，所採用之技術手段，茲舉出較佳可行之實施例，並配合圖式所示，詳加說明如下：

本發明係保存降升壓式轉換器與 D 類共振換流器的特性與優點，率先提出單級高功因 D 類串並聯共振式螢光燈電子安定器，電路結構是整合兩組降升壓轉換器 I、II 與 D 類共振換流器。整合的過程是合併圖 2 中的開關 S_1 與開關 S_{p1}；開關 S_2 與開關 S_{p2}，並重新安排電感 L_{p1}、L_{p2}、二極體 D_5 和 D_6 位置，得到圖 3 之單級高功因 D 類串並聯共振式螢光燈電子安定器，整合後的電路只需要一組控制電路及兩個主動開關，控制電路採用脈波寬度調變的控制方式，並固定主動開關的切換頻率與責任週期。由於兩組降升壓式轉換器的儲能電感分別負責輸入電源的半個週期，不會同時有電流流過，因此，實際電路是利用一個鐵心和兩組繞線來製作電感 L_{pf1} 與 L_{pf2}。功率開關元件 S_1 及 S_2 為雙向導通開關，可以使用 MOSFET，其基底-汲極間的二極體可用來作為 D_1 和 D_2，毋需額外並聯二極體。因此，與其它單級高功因螢光燈電子安定器電路相比較[41-43]，本研究計畫所提出的單級 D 類串並聯共振式高功因螢光燈電子安定器電路中的二極體數目很顯然地大為減少了，其中減少的二極體，部分是快速二極體。所以，將使得本研究計畫的電路在成本上更具有競爭力。另外，電路中的被動濾波器 L_m、C_m 以及電容 C_1 是用來消除轉換器的高頻電流成份，使輸入電流呈低頻(60Hz)的正弦波。

為了證實整合後的新型單級高功因 D 類串並聯共振式螢光燈電子安定器的可行性，本專利將以兩支串聯的 40W 螢光燈為設計實例，分

析電路的操作原理與工作模式，利用基本波分析法推導電路方程式，設計電路中的各項參數，使兩組降升壓轉換器皆操作於不連續電流導通模式，而將 D 類串並聯共振式螢光燈電子安定器設計於零電壓與零電流切換導通操作情況下，以達到高功因、低諧波、低切換損失與高效率的目標。

圖 3 的單級高功因 D 類串並聯共振式螢光燈電子安定器具有對稱性的電路結構， 開關 S_1、S_2 必須有相同的工作週期，因此，必須採用對稱脈波寬度調變來控制主動開關 Q_1、Q_2，主動開關的觸發信號如圖 4 所示，V_{gs1}、V_{gs2} 為開關 Q_1、Q_2 的閘極電壓，其脈波寬度相等且互補，陰影部分為怠遲時間，在怠遲時間內 V_{gs1}、V_{gs2} 均為低電位，當怠遲時間增加時，脈波寬度減少，怠遲時間不能為零，以防止主動開關 Q_1、Q_2 同時導通。圖中 d_r 為 V_{gs1}、V_{gs2} 的責任週期，定義為脈波寬度與工作週期的比值。

安定器電路結構與控制電路為對稱性，對於輸入電源而言，其正半週與負半週的工作模式相似，不同的只是導通元件改變，當輸入電源正半週時，降升壓轉換器 I 工作，將輸入交流電源轉換成直流電源 $V_{dc}/2$，同時間，降升壓轉換器 II 不工作；反之，當輸入電源負半週時，降升壓轉換器 II 工作，將輸入交流電源轉換成直流電源 $V_{dc}/2$，而降升壓轉換器 I 不工作。為簡化分析，本文只針對正半波電源作分析，並忽略被動濾波電路 L_m、C_m，它用來濾除轉換器的高頻成分，不影響轉換器動作。

為了達到功因修正的目的，降升壓轉換器必須工作在不連續電流模式，在此一條件下，根據功率開關元件的導通狀態，在一個高頻的週期內，電路可區分為五個工作模式，如圖 5 所示。圖 6 顯示在各工作模式下的電壓及的電流理論波形，其中，圖 6(a) 顯示輸入電壓為正半週時的波形；圖 6(b) 顯示輸入電壓為負半週時的波形。

一、工作模式 I ($t_0 < t < t_1$)：

工作模式 I 開始於閘極訊號 V_{gs2} 由高電位變為低電位的瞬間，Q_2 關閉，經過短暫的怠遲時間後，閘級訊號 V_{gs1} 由低電位變為高電位，Q_1 並未立即導通，因為共振電路成電感性，共振電流 I_r 落後電壓，在 Q_2 關閉瞬間，I_r 為負值並流向二極體 D_1，一旦 D_1 導通，Q_1 兩端電壓幾乎為零(-0.7V)，整流後的輸入電壓跨在 L_{p1} 上，降升壓轉換器工作於 DCM，電感電流 I_{p1} 從零開始線性增加，I_{p1} 增加的速度與輸入電壓成正比，當 I_{p1} 與 I_r 的和大於零時，二極體 D_1 截止，進入工作模式 II。

二、工作模式 II ($t_1 < t < t_2$)：

Q_1 導通，部分 I_p 流過 Q_1，剩餘部分流經共振電路，Q_1 保持在導通狀態， L_{p1} 兩端電壓仍然等於整流後的輸入電壓，I_{p1} 繼續線性增加，I_r 由負漸漸增加至正值，之後，I_{p1} 與 I_r 共同流過 Q_1。由於 Q_1 切換導通時電壓、電流都等於零，具有零電壓及零電流切換導通優點，切換損失很小。當閘極電壓 V_{gs1} 轉為低準位時，開關 Q_1 截止，此時，I_{p1} 到達峰值，進入工作模式 III。

三、工作模式 III ($t_2 < t < t_3$)：

進入工作模式 III 的瞬間，開關 Q_1 截止，I_r 為正值，其路徑由開關 Q_1 轉換到二極體 D_2，對 C_2 充電，為了使轉換器工作於 DCM，C_2 兩端電壓($V_{dc}/2$)必須設計大於輸入交流電壓的峰值，使 D_3 為逆向偏壓，I_{p1} 不再流過輸入電源，而是流經 D_5 對 C_1 充電，L_{p1} 兩端電壓為負值($-V_{dc}/2$)，I_{p1} 從峰值開始線性下降。由於 I_{p1} 的峰值與輸入電壓成正比關係，因此，I_{p1} 可能比 I_r 晚下降至零；也可能比 I_r 早下降至零，前者，當 I_r 下降至零時，進入工作模式 IV-a；後者，當 I_{p1} 下降至零時，進入工作模式 IV-b。

工作模式 III 時，I_r 為正且流經 D_2，Q_2 兩端電壓等於二極體導通電

壓(-0.7V)，幾乎為零，經過短暫的怠遲時間後，閘級訊號 V_{gs2} 由低電位變為高電位，然而，Q_2 並未立即導通，迨 I_r 經過零點變負時，Q_2 切換導通，如同 Q_1，Q_2 具有零電壓及零電流切換導通優點，切換損失很小。

四、工作模式 IV-a ($t_3 < t < t_4$)：

I_r 流經過 Q_2，I_{p1} 繼續下降，對於不連續電流的工作模式，在閘級訊號 V_{gs2} 變為低電位之前，電感電流 I_{p1} 遞減到零，此時，進入工作模式 V。

五、工作模式 IV-b ($t_3 < t < t_4$)：

在此工作模式下，I_{p1} 為零，D_3 截止；I_r 為正且流經 D2，當 I_r 經過零點變負時，Q_2 切換導通，進入工作模式 V。

六、工作模式 V ($t_4 < t < t_5$)：

在此工作模式下 Q_2 導通，I_r 流經 Q_2，電容 C_2 提供能量給共振電路，當 V_{gs2} 由高電位變為低電位瞬間，Q_2 截止，電路進入下一高頻週期的工作模式 I。

由於 D_1 和 Q_1(D_2 和 Q_2)導通時間的和等於切換週期的一半，亦即，S_1、S_2 的工作責任週期均等於 0.5，控制降升壓轉換器工作於非連續電流模式，且在每一輸入電源週期內，使開關切換頻率 f_s 保持固定，則輸入電流可以追隨輸入電壓波形且同相位，如此可以達到高功率因數。所以整流器輸入電流 I_p 的峰值會追隨輸入電壓波形，圖 7 為濾波前的輸入電流 I_p 示意波形。

當儲能電感的電壓對時間的積分小於零時，降升壓轉換器工作於非連續電流模式，若是降升壓轉換器能於輸入電壓峰值時，能操作於不連續電流導通模式，則可確保於輸入電壓的每一個操作點必定都能

工作於不連續電流導通模式，因此，直流鏈電壓 $V_{dc}/2$ 必需大於輸入電壓的峰值。

圖 8 為輸入電壓 Vs 與輸入電流 I_{in} 波形，輸入電流非常接近正弦波且與輸入電壓同相，安定器效率為 90%；功率因數為 0.99；輸入電流的總諧波失真為 8.0%。圖 9 為兩組降升壓轉換器的電感電流波形，當輸入電壓正半波時，只有降升壓轉換器 I 有電流通過，當輸入電壓負半波時，只有降升壓轉換器 II 有電流通過，電感電流在整個電源週期內，均操作於不連續電流導通模式。

圖 10 顯示燈管電壓 V_{lamp} 及燈管電流 I_{arc} 的波形，燈管電壓與電弧電流幾乎同相，燈管呈現電阻性；燈管電流的峰值因數等於 1.34。圖 11 顯示 V_{ab}、I_{s1}、I_{s2} 與 I_r 在輸入電壓於正半波峰值，零點附近與負半波峰值時的波形，量測波形與理論推導波形非常一致。I_{S1} 與 I_{S2} 均開始於負電流，此負電流電流流過主動開關旁的並聯二極體(D_1, D_2)，主動開關兩端電壓為零，這表示主動開關 Q_1 與 Q_2 確實可以零電壓切換導通。圖 12 顯示長時間的 V_{ab}、I_{s1}、I_{s2} 與 I_r 波形，從圖中亦可發現，兩組降升壓轉換器工作於不連續電流導通模式，且分別於輸入電源的正、負半週工作。

綜上所述，本發明所提出的單級高功因 D 類串並聯共振式螢光燈電子安定器單級高功因螢光燈電子安定器，不但具有電路構造簡單、控制容易及高效率與低成本等優點。經由實際測量結果顯示此單級高功因的電子安定器整體電路效率高達 90%；輸入電源的功率因數也高達 0.99；而輸入電流的總諧波失真為 8.0%。

【圖式簡單說明】

第一圖 D 類串並聯共振式換流器螢光燈電子安定器。

第二圖雙級高功因 D 類串並聯共振式螢光燈電子安定器電路架構。

第三圖單級高功因 D 類串並聯共振式螢光燈電子安定器。

第四圖主動開關觸發信號對稱脈波寬度調變。

第五圖工作模式 I、II、 III 、IV-a、IV-b、V。

第六圖理論波形。

第七圖 Ip 示意波形。

第八圖輸入電壓 V_S 與輸入電流 I_{in} 波形。

第九圖降升壓式轉換器電流 $Ip1$ 與 $Ip2$ 波形。

第十圖燈管電壓 $Vlamp$ 與燈管電流 $Iarc$ 波形。

第十一圖 V_{ab} 、 I_r 、$IS1$ 與 $IS2$ 波形。

第十二圖長時間量測的 V_{ab} 、 I_r 、I_{S1} 與 I_{S2} 波形。

【主要元件符號說明】

濾波器　　燈管

降升壓式轉換器 I、II

D 類串並聯共振式換流器螢光燈電子安定器

電感 L_s 、L_m 、L_{p1} 、L_{p2} 、L_{pf1} 、L_{pf2}

電容 C_m 、Cs 、Cp 、$Cf1$ 、$Cf2$ 、$C1$ 、$C2$

開關元件 $S1$ 、$S2$ 、S_{p1} 、S_{p2}

主動開關 Q_1 、Q_2

二極體 D_1 、D_2 、D_3 、D_4 、D_5 、D_6

五、中文發明摘要：

本專利將 D 類串並聯共振式螢光燈電子安定器與降升壓式功因改善電路整合成單一級，並共用主動切換開關，以減少控制電路與開關元件數。其係利用一個鐵心和兩組繞線作為電感 L_{pf1} 與 L_{pf2} 來當兩組降升壓式轉換器儲能電感，故可以大幅地縮減電感器的體積與重量分別負責輸入電源的正半週與負半週，另外，本發明電路的功率開關元件 S_1 及 S_2 為雙向導通開關，可以使用金氧半場效電晶體，其基底-汲極間的二極體可用來作為 D_1 和 D_2，毋需額外並聯二極體，使得本發明電路在成本上更具有具有電路構造簡單、控制容易、高效率與低成本等競爭力。

六、英文發明摘要：

十、申請專利範圍：

1．一種單級高功因 D 類串並聯共振式螢光燈電子安定器電路結構其包含有:

一被動濾波器，係由電感與電容串接於電源輸入端；

兩組降升壓轉換器，其係並接於被動濾波器之輸出端，其每一組中各設有一主動開關、儲能電感與直流鏈電容所組成；

一 D 類串並聯共振式螢光燈電子安定器，係共用兩組降升壓轉換器中之主動開關與直流鏈電容及共振電路所構成。

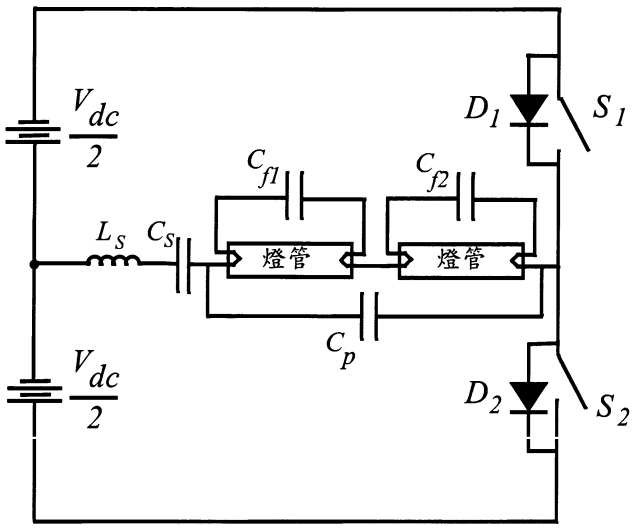
2．如申請專利範圍第 1 項所述之單級高功因 D 類串並聯共振式螢光燈電子安定器，其中共振電路包含電感與電容組成之串聯共振部分及數電容與燈管所形成並聯共振部分。

3．如申請專利範圍第 1 項所述之單級高功因 D 類串並聯共振式螢光燈電子安定器，其中儲能電感係利用一鐵心和兩組繞線所組成，使二儲能電感分別負責輸入電源的半個週期，以縮減電感的體積與重量。

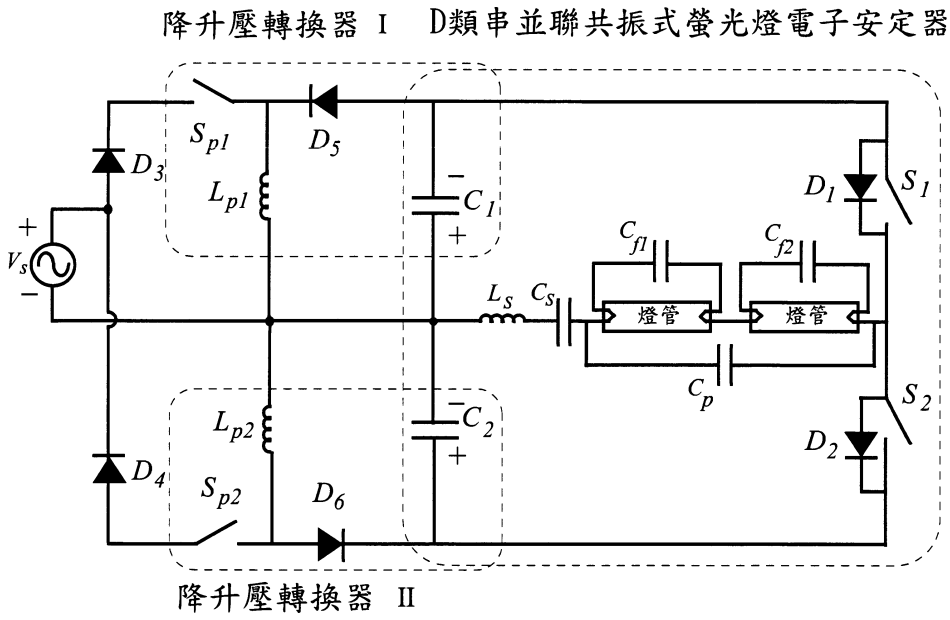
4．如申請專利範圍第 1 項所述之單級高功因 D 類串並聯共振式螢光燈電子安定器，其中主動開關係為雙向導通開關，可以使用 MOSFET，其基底-汲極間的二極體可用來作為 D1 和 D2，毋需額外並聯二極體，使整體電路可減少快速二極體之需求。

5．如申請專利範圍第 1 項所述之單級高功因 D 類串並聯共振式螢光燈電子安定器，其具有對稱性的電路結構，必須採用對稱脈波寬度調變來控制主動開關 Q1、Q2，使開關 S1、S2 具有相同的工作週期。

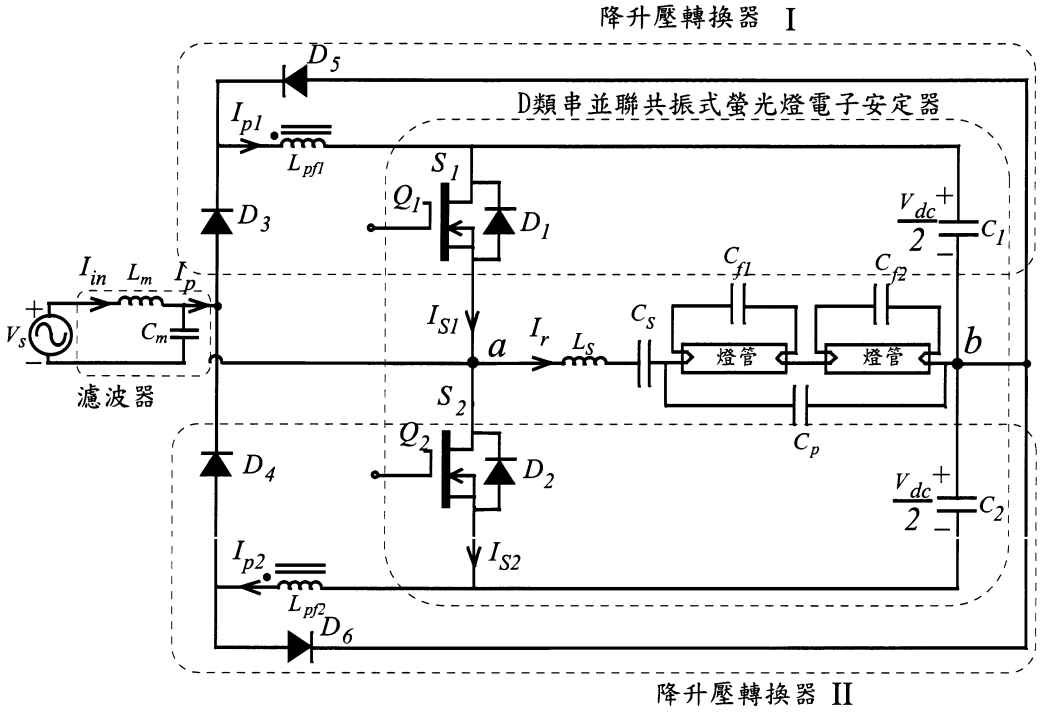
十一、圖式：


V_{dc}
2
V_{dc}
2
D_1
S_1
D_2
S_2
C_{f1}
C_{f2}
L_S
C_S
燈管
燈管
C_p

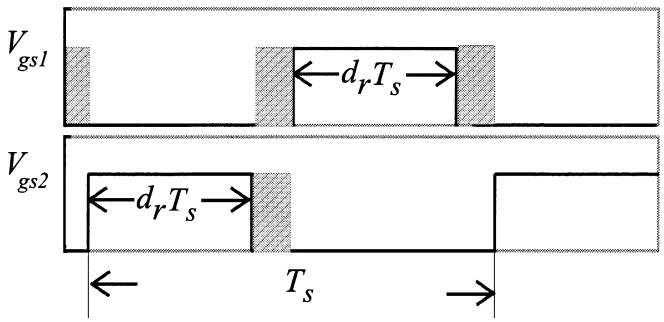
第一圖


降升壓轉換器 I
D類串並聯共振式螢光燈電子安定器
S_{p1}
D_5
D_3
L_{p1}
C_1
V_s
D_1
S_1
C_{f1}
C_{f2}
L_S
C_S
燈管
燈管
C_p
L_{p2}
C_2
S_2
D_2
D_4
S_{p2}
D_6
降升壓轉換器 II

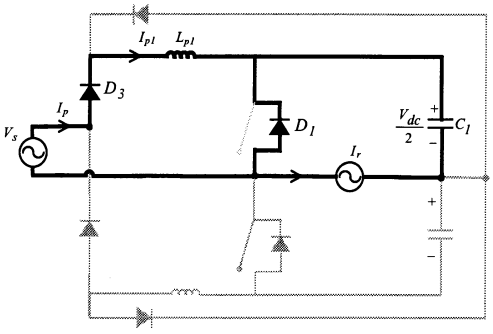
第二圖


降升壓轉換器 I
D類串並聯共振式螢光燈電子安定器
D_5
I_{p1}
L_{pf1}
S_1
Q_1
D_1
D_3
V_{dc}
2
C_1
I_{in} L_m I_p
C_{f1}
C_{f2}
V_s
C_m
I_{S1}
a
I_r L_s
C_s
燈管
燈管
b
濾波器
S_2
Q_2
C_p
D_4
D_2
V_{dc}
2
C_2
I_{p2}
I_{S2}
L_{pf2}
D_6
降升壓轉換器 II

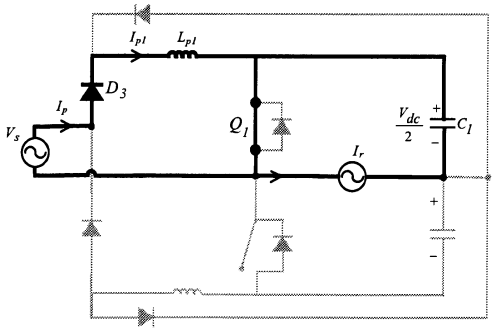
第三圖


V_{gs1}
d_rT_s
V_{gs2}
d_rT_s
T_s

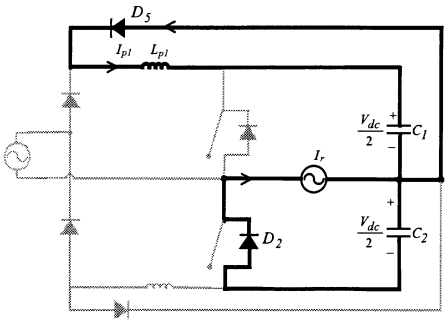
第四圖



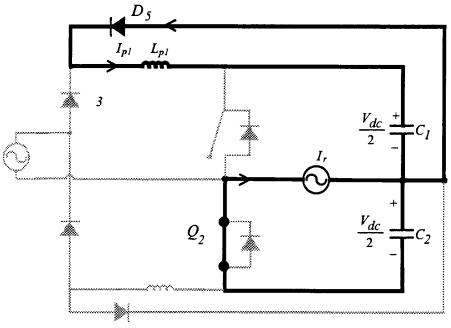
工作模式 I



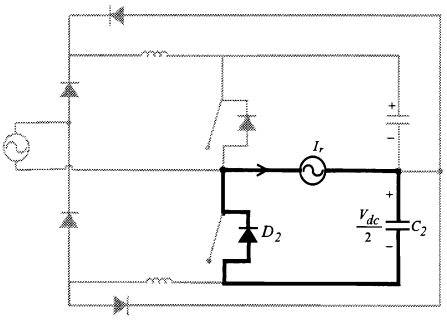
工作模式 II



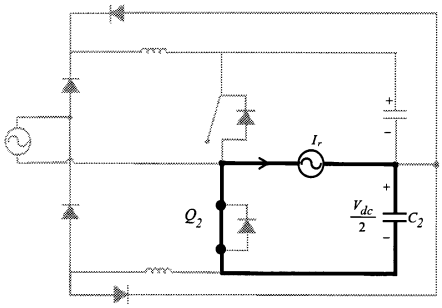
工作模式 III



工作模式 IV-a

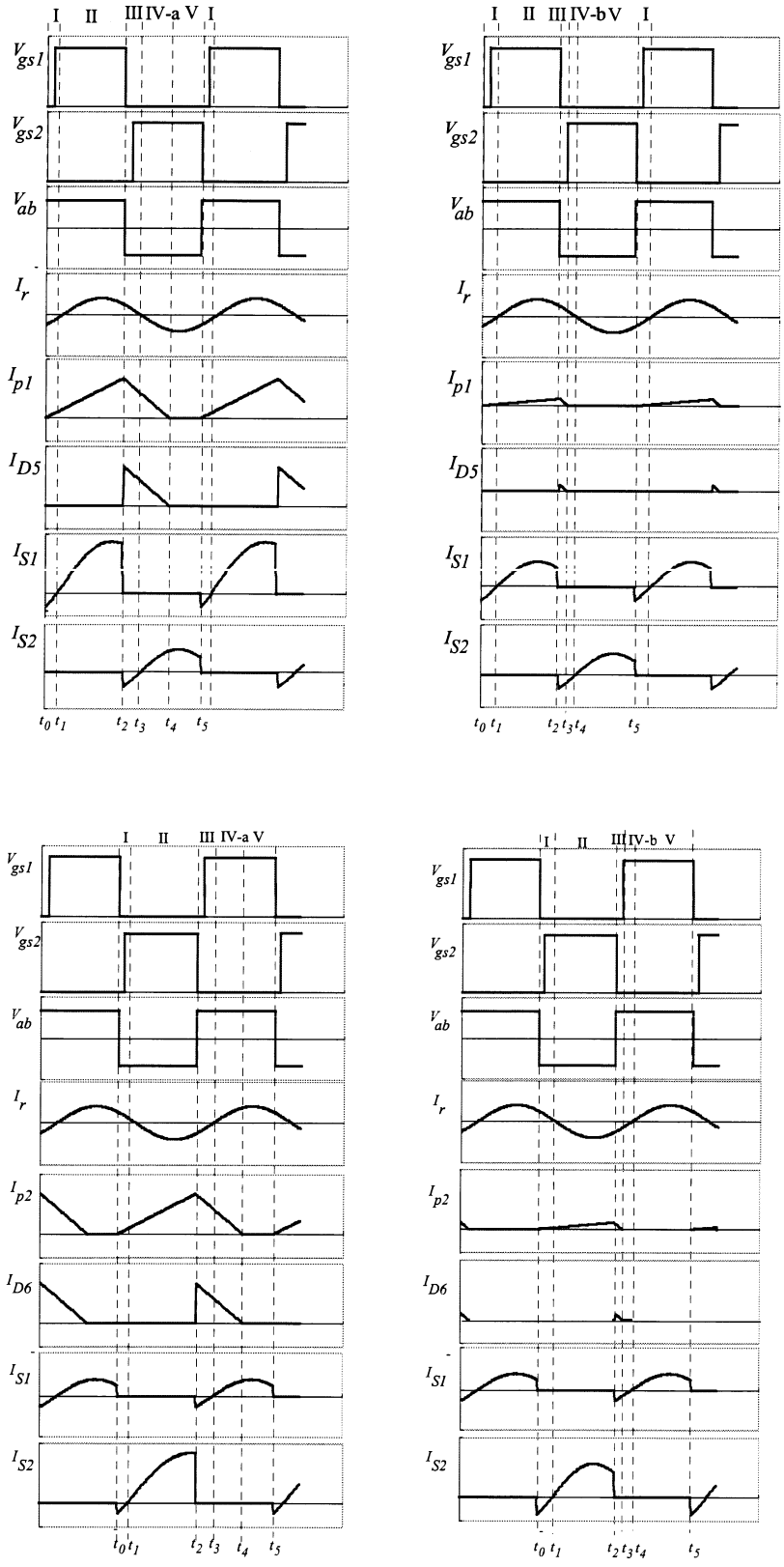


工作模式 IV-b

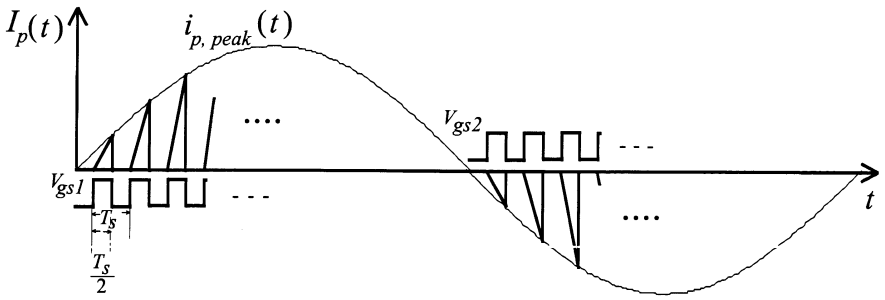


工作模式 V

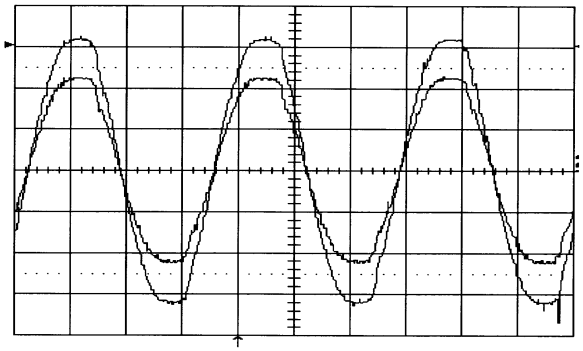
第五圖


I II III IV-a V I
Vgs1
Vgs2
Vab
Ir
Ip1
ID5
IS1
IS2
t0 t1 t2 t3 t4 t5
I II III IV-b V I
Vgs1
Vgs2
Vab
Ir
Ip1
ID5
IS1
IS2
t0 t1 t2 t3 t4 t5
I II III IV-a V
Vgs1
Vgs2
Vab
Ir
Ip2
ID6
IS1
IS2
t0 t1 t2 t3 t4 t5
I II III IV-b V
Vgs1
Vgs2
Vab
Ir
Ip2
ID6
IS1
IS2
t0 t1 t2 t3 t4 t5

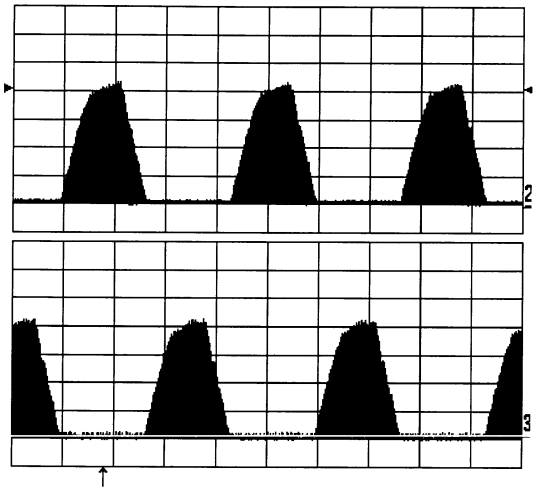
第六圖



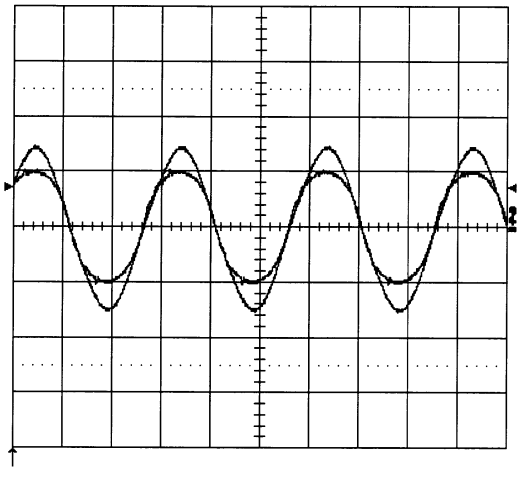
第七圖



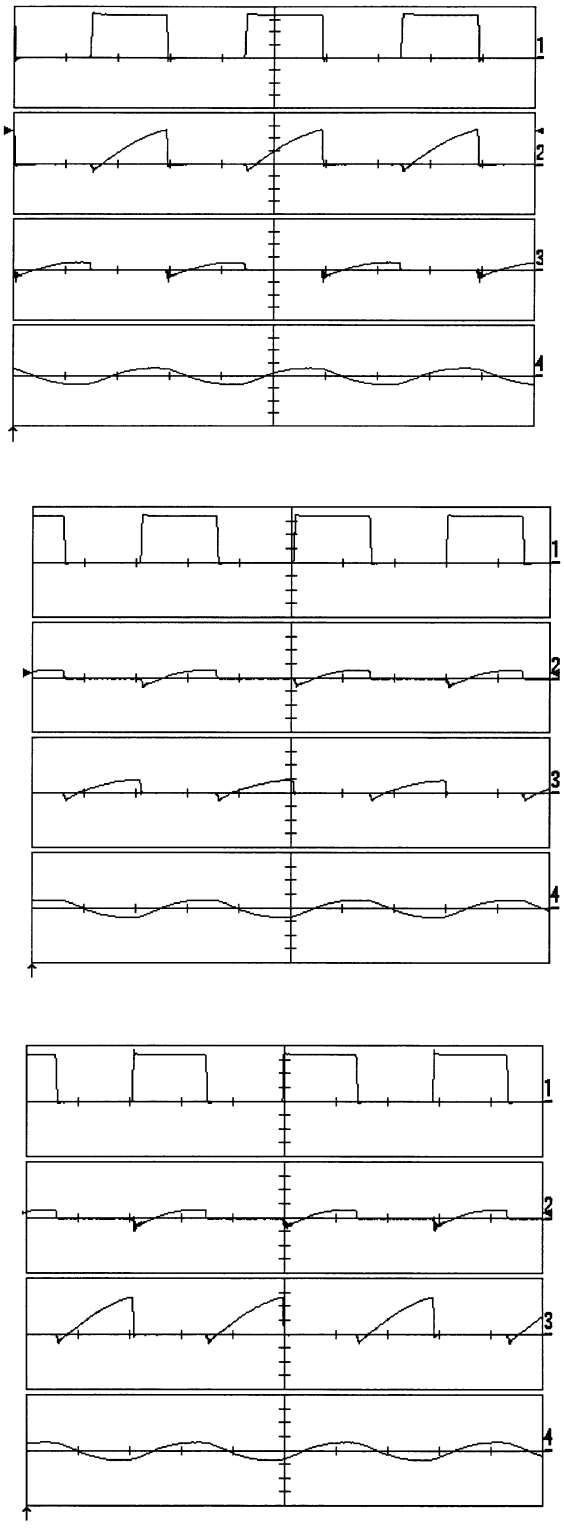
第八圖



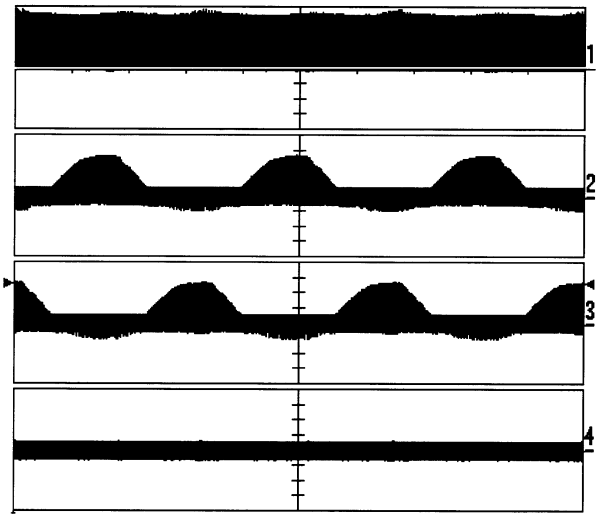
第九圖



第十圖



第十一圖



第十二圖

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（三）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明:

濾波器　　燈管

降升壓式轉換器 I、II

D 類串並聯共振式螢光燈電子安定器

電感 L_m、Ls、L_{pf1}、L_{pf2}

電容 C_m、Cs、Cp、$Cf1$、$Cf2$、$C1$、$C2$

開關元件 $S1$、$S2$

主動開關 Q_1、Q_2

二極體 D_1、D_2、D_3、D_4、D_5、D_6

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：