



(21)申請案號：099129547

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 09 月 01 日

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

G05F1/10 (2006.01)

(71)申請人：茂力科技股份有限公司 (美國) MONOLITHIC POWER SYSTEMS, INC. (US)
美國(72)發明人：石洋 SHI, YANG (CN)；張軍明 ZHANG, JUNMING (CN)；任遠程 REN,
YUANGCHENG (CN)

(74)代理人：蔡清福

(56)參考文獻：

TW M346985

TW 200849778A

CN 101183829A

CN 101552560A

CN 101645655A

US 6480401B2

US 2008/0130324A1

審查人員：林賜敬

申請專利範圍項數：30 項 圖式數：8 共 31 頁

(54)名稱

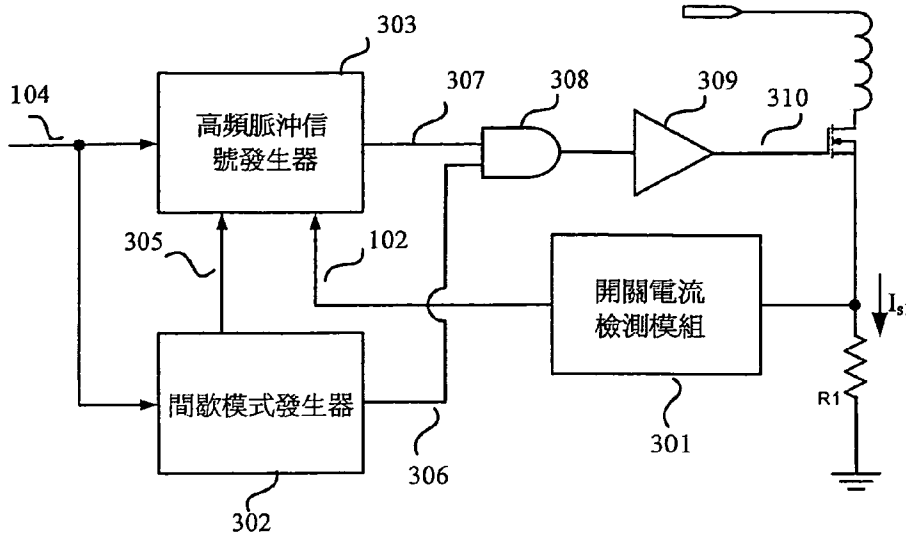
一種開關電源及其控制方法

SWITCHING MODE POWER SUPPLY WITH BURST MODE OPERATION

(57)摘要

本發明公開了一種開關電源的 control 方法及設備。當開關電源工作在輕載狀態下，一高頻脈衝信號被一低頻調製信號調製後生成一開關驅動信號，使得在調製信號週期內，開關或者被一組連續的高頻脈衝信號驅動，或者保持為關斷狀態，實現對開關電源輸出的閉環調節。

Switching mode power supplies (SMPS) that can operate in a control mode for a normal load condition and operate with a burst-mode controller for a light load condition are disclosed herein. In one embodiment, a method for controlling the switching mode power supply includes when the load is in a light load condition, the switching mode power supply is controlled by a burst-mode controller.



第3圖

- 102 . . . 電流檢測信號
- 104 . . . 回饋信號
- 301 . . . 開關電流檢測模組
- 302 . . . 間歇模式發生器
- 303 . . . 高頻脈衝信號發生器
- 305、307 . . . 輸出信號
- 306 . . . 低頻調製信號、輸出信號
- 308 . . . 閘
- 309 . . . 調製後的信號經驅動電路
- 310 . . . 開關驅動信號
- I_{s1} . . . 電流
- R1 . . . 電阻

發明摘要

公告本

※ 申請案號： 99129547

※ 申請日： 99.9.1

※IPC 分類： H02M 1/08 (2006.01)
G05F 1/10 (2006.01)

【發明名稱】 一種開關電源及其控制方法

【中文】

本發明公開了一種開關電源的控制方法及設備。當開關電源工作在輕載狀態下，一高頻脈衝信號被一低頻調製信號調製後生成一開關驅動信號，使得在調製信號週期內，開關或者被一組連續的高頻脈衝信號驅動，或者保持為關斷狀態，實現對開關電源輸出的閉環調節。

【英文】

Switching mode power supplies (SMPS) that can operate in a control mode for a normal load condition and operate with a burst-mode controller for a light load condition are disclosed herein. In one embodiment, a method for controlling the switching mode power supply includes when the load is in a light load condition, the switching mode power supply is controlled by a burst-mode controller.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(3)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 102 電流檢測信號
- 104 回饋信號
- 301 開關電流檢測模組
- 302 間歇模式發生器
- 303 高頻脈衝信號發生器
- 305、307 輸出信號
- 306 低頻調製信號、輸出信號
- 308 閘
- 309 調製後的信號經驅動電路
- 310 開關驅動信號
- I_{s1} 電流
- R1 電阻

【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】 一種開關電源及其控制方法

【技術領域】

【0001】 本發明涉及一種在輕載狀態下能進入burst-mode (間歇模式) 的開關電源，尤其涉及該開關電源的間歇模式控制電路。

【先前技術】

【0002】 今天，越來越多的電子產品利用開關電源供電，這源於開關電源本身所具有的良好特性。開關電源的工作頻率一般在幾十千赫茲以上，利用半導體器件的導通、關閉來傳遞能量，因此具有體積小、重量輕、轉換效率高等優點。

【0003】 爲了實現能量轉換，開關電源可以採用多種拓撲結構。以應用廣泛的flyback (反激式) 拓撲結構爲例，對開關電源原理做一描述。總體上，其可以分爲以下功能模組：能量輸入單元、能量耦合單元、能量輸出單元、回饋單元及開關控制單元。交流電壓通過能量輸入單元，經整流濾波作用得到較爲平滑的直流電壓，開關控制單元根據回饋單元的回饋信號控制開關的導通、截止，將該直流電壓轉換爲高頻信號，再經變壓器耦合，最終得到一穩定的直流電壓輸出。

【0004】 除了正常工作情況，電子產品還會工作在輕載或待機狀態 (統稱爲輕載狀態)。在輕載狀態，負載需要電源提

供的功率很小，如果控制單元仍以原頻率驅動開關管，由於頻率很高，相應的開關管開關損耗變得顯著起來，劣化了轉換效率。為此，可以採用降頻的方式。單純從效率角度出發，輕載狀態要求開關頻率低於20KHZ，頻率落入音頻範圍，這又會引起雜訊問題。

【0005】 針對該問題，更為普遍的做法是採用間歇模式。所謂間歇模式，即控制開關在一段時間內（設時長為Mon）被高頻脈衝信號驅動，在相鄰的另一段時間（設時長為Moff）內保持為截止狀態，這兩種狀態迴圈交替。這樣，等效開關頻率降低，可以有效地改善效率。但現有技術中，所述時長Mon和Moff根據負載的功率需求情況自動調節，這就造成了Mon和Moff的不確定（即對高頻脈衝信號進行調製的調製信號頻率不確定），這種不確定性同樣會引入雜訊問題。

【發明內容】

【0006】 本發明所要解決的技術問題是開關電源在輕載或待機狀態下，現有技術中間歇模式存在的因調製信號的頻率根據負載的功率需求情況自動調節導致調製信號頻率不確定，進而可能引起雜訊的問題。

【0007】 為了解決所述技術問題，本發明採用如下技術方案。

【0008】 依據本發明思想提出的開關電源及其控制電路，當開關電源進入輕載狀態，控制電路控制開關電源工作

於間歇模式。所述開關電源工作於間歇模式期間，控制所述開關導通與截止的高頻脈衝信號、調製高頻脈衝信號的低頻調製信號兩者的頻率被調節為設定值，通過調節低頻調製信號的責任週期實現對開關電源輸出的閉環控制。

【0009】 當開關電源工作於非輕載狀態，控制電路工作於PWM控制方式、准諧振控制方式、off-time控制方式中的任一種。對應off-time控制方式，當開關電源工作於非輕載狀態，開關頻率隨著負載的變輕而降低；當開關電源從非輕載狀態進入輕載狀態，開關頻率連續不突變。

【0010】 本發明的開關電源包括控制電路，該控制電路包括：

反饋回路，該反饋回路根據負載狀態輸出回饋信號給控制電路，控制電路比較回饋信號與設定的反映輕載的閾值信號；根據上述比較結果，控制電路切換開關電源工作於間歇模式或非輕載狀態下的正常工作模式；

高頻脈衝信號發生器，接收所述回饋信號和電流檢測信號，輸出高頻脈衝信號；

間歇模式發生器，接收所述回饋信號，輸出控制信號給高頻脈衝信號發生器，控制其輸出脈衝信號的頻率；間歇模式發生器還輸出低頻調製信號；

開關電流檢測模組，檢測流過所述開關的電流，輸出電流檢測信號；

調製電路，接收所述高頻脈衝信號和低頻調製信號，輸出開關控制信號，以控制所述開關電源的開關。

【0011】 所述低頻調製信號頻率小於需要排除的頻率範圍的下限，所述高頻脈衝信號頻率大於需要排除的頻率範圍的上限。該需要排除的頻率範圍包括音頻範圍。

【0012】 本發明進一步提出了一種開關電源的 control 方法，當開關電源的負載為輕載狀態時，所述開關電源工作於間歇模式。當開關電源工作于間歇模式時，其 control 方法還包括以下步驟：

設定 control 所述開關電源中開關導通與截止的高頻脈衝信號頻率；

設定調制所述高頻脈衝信號的低頻調製信號頻率；

通過調節低頻調製信號的責任週期實現對所述開關電源輸出的閉環 control。

【0013】 判斷負載為輕載狀態的方法是，比較來自於開關電源輸出的回饋信號和設定的反映輕載的閾值信號，根據比較結果，判定負載為所述輕載狀態。

【0014】 通過採用根據本發明思想所提出的技術方案，在開關電源在其負載處於輕載狀態時而工作於間歇模式的情況下，可以使高頻脈衝信號頻率、低頻調製信號頻率保持在設定的範圍，從而避開音頻範圍，減少雜訊，較好地解決所述技術問題。另外，本發明還具有電路結構簡單，成本低的優

點。

【圖式簡單說明】

【0015】

第1圖為根據本發明思想的一個基於反激拓撲的具體實施例。

第2圖為根據本發明思想的一種開關電源的控制方法流程圖。

第3圖為根據第2圖所示方法流程圖的一個具體實施例的結構框圖。

第4圖為對應第3圖所示結構框圖的具體示意圖。

第5圖為對應第4圖所示實施例的各個物理量的工作波形圖。其中第5A圖對應非輕載工作情況，第5B圖對應輕載工作情況。

第6圖為對應第4圖所示實施例開關電源輕載期間開關驅動信號的示意圖。

第7圖為根據第2圖所示方法流程圖的另一個具體實施例的結構框圖。

【實施方式】

【0016】 第1圖為根據本發明思想的一個具體實施例，該實施例基於反激拓撲。該發明同樣可以應用於其他開關電源拓撲，本實施例以反激拓撲作為說明，只是為了闡述的方便。

【0017】 在該實施例中，電壓輸入信號 V_{in} 經過調整，對

負載提供能量。如第1圖所示，首先，電壓輸入信號 V_{in} 被耦接到能量傳輸單元變壓器T1，開關S1在控制信號101作用下，週期性地導通和關閉，使變壓器T1原邊的能量被耦合到副邊，再經過二極體D1的整流和電容C1的濾波，最終得到一恆值信號 U_o ，該恆值信號可以為電壓信號 V_o ，也可以為電流信號 I_o 。在本發明的一個具體實施例中，該信號為一電壓信號 V_o 。控制電路105的輸入信號一路來自開關電流檢測信號102，有多種電流檢測手段可以應用，如通過檢測電流 I_{s1} 在一電阻上的壓降；另一路來自待調節信號 U_o 採樣後並經回饋網路103處理後的回饋信號104，控制電路105回應於所述回饋信號104，控制開關S1的導通和關閉，實現對待調節量 U_o 的閉環調節。控制電路105可以為積體電路，也可以由分立器件構成，或者是兩者的組合。回饋信號104可以是反應負載狀態的任何電信號，如可以為電壓信號，也可以為電流信號，或是電壓信號和電流信號的組合（如功率信號）。在本發明的一個具體實施例中，開關S1為MOSFET，待調節量 U_o 為電壓信號 V_o ，回饋信號104為電壓信號。

【0018】開關電源的控制方式，包含定頻方式和變頻方式，前者如普通PWM控制方式，後者如off-time控制方式和准諧振控制方式。在普通PWM控制方式中，通過控制開關導通時長對輸出進行調節；在off-time控制方式中，通過控制開關關閉時長對輸出進行調節；在准諧振控制方式中，通過控制

開關導通時長對輸出進行調節，當開關管兩端壓降達到最小值時，開關導通。

【0019】 第2圖為根據本發明思想的方法流程圖，模組202檢測開關電源的輸出功率，模組203根據檢測到的輸出功率確定一回饋信號。在控制電路105採用普通PWM控制方式或准諧振控制方式的具體實施方式中，該回饋信號的大小與開關導通時長相關；在控制電路105採用off-time控制方式的具體實施方式中，該回饋信號的大小與開關頻率大小相關。模組204將模組203確定的回饋信號與一輕載閾值信號進行比較。相對應地，在控制電路105採用普通PWM控制方式或准諧振控制方式的具體實施方式中，該輕載閾值信號的大小與開關導通時長相關。在該發明的一個具體實施例中，該輕載閾值信號被設置為對應於滿載開關導通時長的25%；在控制電路105採用off-time控制方式的具體實施方式中，該輕載閾值信號的大小與開關頻率大小相關。在該發明的一個具體實施例中，該輕載閾值信號被設置為對應於滿載開關頻率的20%。當回饋信號代表的輸出功率大於輕載閾值信號代表的輕載閾值功率，開關電源為非輕載狀態，進入模組205，控制電路工作于正常工作模式，如所述普通PWM方式、准諧振控制方式、off-time控制方式；反之，開關電源為輕載狀態，進入模組206，控制電路工作於間歇模式。

【0020】 第3圖為根據第2圖所示方法流程圖的一個具體

實施例的結構框圖，該實施例基於flyback（反激）拓撲，off-time控制方式。對應第2圖中的模組205，即非輕載狀態，間歇模式發生器302不起作用，高頻脈衝信號發生器303在回饋信號104和開關電流檢測模組301輸出電流檢測信號102的作用下控制開關S1，開關電源工作於off-time方式。對應第2圖中的模組206，即輕載狀態，間歇模式發生器302起作用，其一方面輸出信號305對高頻脈衝信號發生器303的輸出信號307的頻率進行控制，另一方面低頻調製信號306通過及閘308對高頻脈衝信號發生器303的輸出信號307進行調製，調製後的信號經驅動電路309作用後產生信號310控制開關S1。在本發明的一個具體實施例中，通過檢測電阻R1上的電壓實現對電流 I_{s1} 的檢測。

【0021】 第4圖是第3圖所示結構框圖的具體示意圖。高頻脈衝信號發生器303包含高頻脈衝信號頻率控制電路401，電路選擇模組402，第三比較器403，RS觸發器404。高頻脈衝信號頻率控制電路401用於設定高頻脈衝信號發生器303輸出信號307的頻率，頻率設定可以通過調整電容C2電容值和/或電流源I2來實現。電路選擇模組402比較輸入信號的大小，選擇其中大的信號或小的信號作為被選擇的輸出信號。對應非輕載狀態，電路選擇模組402選擇回饋網路103輸出的回饋信號104為第三比較器403反相端的輸入；對應輕載狀態，電路選擇模組402選擇間歇模式發生器302輸出信號305作為第三比

較器403反相端的輸入。RS觸發器404的S端接第三比較器403的輸出，R端接開關電流檢測模組301的輸出電流檢測信號102，輸出信號307送入及閘308，經間歇模式發生器302的輸出信號306調製後，控制開關S1。RS觸發器404的輸出信號307同時送入Tpulse1模組，產生控制電容C2放電的脈衝信號。

【0022】 間歇模式發生器302包含低頻調製信號頻率控制模組410，輕載閾值設定模組411，第一減法器412，第二減法器413，第一比較器414和第二比較器415。低頻調製信號頻率控制模組410用於設定間歇模式發生器302輸出低頻調製信號306的頻率，頻率改變可以通過調整電壓源V3電壓值、電容C3電容值、電阻R3阻值中的一個或多個來實現。輕載閾值設定模組411用於設定開關電源何時進入輕載狀態，其輸出與比較器415反相端相連並作為減法器413的輸入。在該發明的一個具體實施例中，輕載閾值對應負載滿載功率的20%。第一減法器412對回饋信號104進行邏輯處理後輸入第一比較器414的同相端，設回饋信號104大小為 V_{fb} ， V_{ref} 為一預設信號，邏輯功能為 $V_{sub1}=V_{ref}-V_{fb}$ ， V_{sub1} 為第一減法器412輸出信號421的大小。第二減法器413對負載閾值設定模組411輸出進行邏輯處理後輸出給電路選擇模組402，邏輯功能為 $V_{sub2}=V_{ref}-V_{th}$ ， V_{th} 為負載閾值設定模組411輸出信號422的值，第二減法器413輸出信號305的大小為 V_{sub2} 。第一比較器414的同相端接第一減法器412的輸出，反相端接低頻調製信

號頻率控制模組410的輸出，輸出低頻調製信號306送入及閘308，對高頻脈衝信號發生器303的輸出信號307進行調製。第二比較器415的同相端接低頻調製信號頻率控制模組410的輸出，反相端與負載閾值設定模組411相連，輸出信號420送入Tpulse2模組，產生控制電容C3放電的脈衝信號。在比較器415同相端得到一鋸齒波信號，該鋸齒波信號頻率與低頻調製信號306的頻率相同。

【0023】 下面結合波形第5圖，對第4圖所示實施例的具體工作原理進行說明。第5A圖對應非輕載工作情況，第5B圖對應輕載工作情況。

【0024】 在本發明的一個具體實施例中，回饋信號104的值 V_{fb} 隨著負載的變輕而變大，當 V_{fb} 小於第二減法器413輸出信號305的值 V_{sub2} ，開關電源工作於非輕載狀態，電路選擇模組402選擇回饋信號104作為第三比較器403反相端的輸入。在第5A圖中， V_{C2} 為電容C2兩端的電壓波形， V_{R1} 為電阻R1兩端的電壓波形， V_S 為觸發器404 S端的信號， V_R 為所述觸發器R端的信號， V_n 為高頻脈衝信號發生器303輸出信號307的波形。在非輕載狀態，開關驅動信號310的波形與 V_n 波形相同。以一個高頻脈衝信號週期（ T_{s0} 到 T_{s2} ）為例進行說明。在 T_{s0} 時刻，電容C2兩端電壓上升到 V_{fb} ，第三比較器403輸出高電平，其一方面使觸發器404置位，輸出高電平，開關S1導通，開關電流 I_{s1} 逐漸增大，電壓 V_{R1} 相應上升。另一方面觸發

Tpulse1模組產生一寬度為Tp1的脈衝信號，該脈衝信號使得電容C2上的電壓在脈衝時間內被完全放電。在Tp1時長後，電容C2再次被電流源I2充電直到下一個週期開始（Ts2時刻）。在Ts0到Ts1時間段，電壓VR1持續升高，當達到Vsense之預設電壓值Vimax，比較器416輸出高電平，觸發器404被復位，輸出低電平，開關S1關閉，電壓VR1降為0，一直保持到下一個週期開始。在Ts2時刻，電容C2電壓VC2再次上升到Vfb。之後，各個物理量重複Ts0到Ts2之間的波形。

【0025】 VC2波形週期為Ts，亦即Vn週期為Ts，其包含兩部分時間，Tp1和Tchrs-n。在本實施例中，Tp1為一固定時長，Tchrs-n由電容C2、電流源I2、回饋信號104的大小決定。設電容C2的電容值為Cs，電流源I2的電流大小為Is，其運算式

$$T_{chrs-n} = \frac{C_s V_{fb}}{I_s}$$

為：

回饋信號104大小的變化，或通過調整電容C2的電容值、電流源I2的電流值中的一個或全部即可調節Tchrs-n的大小，進而改變週期Ts，亦即調節開關驅動信號310的頻率。另一方面，在整個非輕載情況下，隨著負載變輕，回饋信號104變大，Tchrs-n變大，Ts變大，開關驅動信號頻率相應降低。

【0026】 當Vfb小於Vsub2，即Vfb < Vref - Vth，等效於Vref - Vfb > Vth，即第一比較器414輸出恒為高電平。在非輕載狀態，間歇模式發生器302不對高頻脈衝信號發生器303的輸出

信號307起調製作用。

【0027】 當 V_{fb} 大於 V_{sub2} ，開關電源工作於輕載狀態，電路選擇模組402選擇 V_{sub2} 作為第三比較器403反相端的輸入。在第5B圖中， V_{C3} 為電容C3的電壓波形。以 T_{m0} 到 T_{m2} 一個調製週期為例，在 T_{m0} 時刻， V_{C3} 上升到 V_{th} ，第二比較器415輸出高電平，經 T_{pulse2} 產生一寬度為 T_{p2} 的脈衝信號，該脈衝信號使電容C3兩端電壓被放電。脈衝信號作用後，電容C3兩端電壓又被充電直到 T_{m2} 時刻。 V_b 為第一比較器414的輸出，亦即間歇模式發生器302的輸出信號306的波形。在 T_{m2} 時刻之後，各個物理量重複 T_{m0} 到 T_{m2} 之間的波形。

【0028】 V_{C3} 波形週期為 T_m ，亦即低頻調製信號306的週期為 T_m ，該週期包含兩部分時間， T_{p2} 和 T_{chrm} 。在本實施例中， T_{p2} 為一固定時長， T_{chrm} 由電壓源V3、電容C3、電阻R3、輕載閾值設定模組輸出信號422的大小決定。設電壓源V3的電壓值為 V_m ，電容C3的電容值為 C_m ，電阻R3的阻值為 R_m ，

$$T_{chrm} = -R_m C_m \ln \frac{V_m - V_{th}}{V_m}$$

其運算式為：

通過調整 V_{th} 、電壓源V3的電壓、電容C3的電容值、電阻R3的電阻值中的一個或多個即可調節 T_{chrm} ，進而改變低頻調製信號306的頻率。

【0029】 在整個輕載工作期間，電路選擇模組402均選擇信號305作為比較器反相端的輸入，高頻脈衝信號發生器303

輸出信號307的頻率不受負載變化的影響。輕載期間，一個高頻脈衝信號週期也包含兩部分時間， T_{p1} 和 T_{chrs-b} ， T_{chrs-b} 為輕載期間一個週期內電容C2的充電時長，其運算式為

$$T_{chrs-b} = \frac{C_s (V_{ref} - V_{th})}{I_s}$$

通過調整信號305的大小、電容C2的電容值、電流源I2的電流值中的一個或多個即可調節 T_{chrs-b} 的大小，進而改變高頻脈衝信號週期。

【0030】 對應非輕載狀態， $V_{fb} < V_{ref} - V_{th}$ ，對應輕載狀態， $V_{fb} > V_{ref} - V_{th}$ ，故存在一個兩個狀態切換的臨界點，滿足 $V_{fb} = V_{ref} - V_{th}$ 。在該臨界點，滿足 $T_{chrs-n} = T_{chrs-b}$ ，即兩個狀態切換時，高頻脈衝信號發生器303輸出信號307的頻率不會發生突變。

【0031】 第6圖為輕載期間開關驅動信號的示意圖。 V_n 為高頻脈衝信號發生器303輸出信號307的波形，週期為 T_s 。 V_b 為間歇模式發生器302輸出低頻調製信號306的波形，週期為 T_m 。 V_g 為 V_n 經 V_b 調製後生成的開關驅動信號310的波形。一方面，在一個調製週期 T_m 內， V_g 比 V_n 包含的週期為 T_s 的脈衝個數少，可以有效地減小輕載時的開關損耗；另一方面，通過合理地選擇相關參數，可以將輕載時的 T_s 和 T_m 設定在特定範圍內，以滿足降噪的要求。

【0032】 進入輕載狀態後，如果負載進一步降低，則回饋

信號104的值 V_{fb} 將變大，第一減法器412輸出信號421的值 V_{sub1} 變小。由第5B圖及第6圖可知， V_{sub1} 變小引起低頻調製信號306的責任週期降低，在一個調製週期 T_m 內，開關驅動信號310包含的高頻脈衝個數減少，以降低對負載的能量供給，實現對輸出的閉環調節。

【0033】 第7圖為根據第2圖所示方法流程圖的另一個具體實施例的結構框圖。該實施例基於PWM控制方式或准諧振控制方式。對應PWM控制方式，觸發器置位元電路701為時鐘信號發生器；對應准諧振控制方式，觸發器置位元電路701為谷值檢測模組。觸發器置位元電路701輸出信號702到觸發器404的置位元端，電路選擇模組402從回饋信號104和間歇模式發生器302輸出信號305中選擇一信號，作為比較器416反相端的輸入信號704，比較器416輸出電流檢測信號703到觸發器404的復位端。開關S1的導通時長由比較器416反相端的信號大小決定。開關S1關閉後，對於PWM控制方式，所述時鐘信號發生器每隔一個時鐘週期使觸發器404置位；對於准諧振控制方式，當谷值檢測模組檢測到開關管S1漏源電壓為一最小值時，使觸發器404置位。所述時鐘信號發生器和谷值檢測模組對於本領域內的技術人員來說是公知常識，在此不再做具體的細節描述。對應第2圖中的模組205，即非輕載狀態，間歇模式發生器302不起作用，電路選擇模組402輸出回饋信號104，開關電流檢測模組301根據回饋信號104的大小調節開關

S1的導通時長，開關電源工作於PWM方式或准諧振方式。在基於本發明思想的一個具體實施例中，回饋信號104的大小隨著負載的變輕而減小。對應第2圖中的模組206，即輕載狀態，間歇模式發生器302起作用，其一方面使電路選擇模組402輸出信號305，控制開關導通時長為一對應的確定值，另一方面輸出信號306通過及閘308對觸發器404的輸出信號307進行調製，調製後的信號經驅動電路309作用後產生信號310控制開關S1。

【符號說明】

【0034】

- 101 控制信號
- 102 電流檢測信號
- 103 回饋網路
- 104 回饋信號
- 105 控制電路
- 202、203、204、205、206 模組
- 301 開關電流檢測模組
- 302 間歇模式發生器
- 303 高頻脈衝信號發生器
- 305、306、307、421、422、702 輸出信號
- 306 低頻調製信號
- 308 閘

- 309 調製後的信號經驅動電路
- 310 開關驅動信號
- 401 高頻脈衝信號頻率控制電路
- 402 電路選擇模組
- 403 第三比較器
- 404 RS觸發器
- 410 低頻調製信號頻率控制模組
- 411 輕載閾值設定模組
- 412 第一減法器
- 413 第二減法器
- 414 第一比較器
- 415 第二比較器
- 416 比較器
- 701 觸發器置位元電路
- 703 輸出電流檢測信號
- 704 輸入信號
- C1、C2、C3 電容
- D1 二極體
- I2 電流源
- I_o 電流信號
- I_{s1} 電流
- R1、R3 電阻

S1 開關

T1 變壓器

Tchrs-n、Tchrm、Tp1、Tp2 時長

Tm、Ts 週期

Ts0、Ts1、Ts2 時刻

V3 電壓源

Vb、Vg、Vn 波形

Vc2、Vc3 電壓波形

Vfb 值

Vimax 預設電壓值

Vin 電壓輸入信號

Vo 電壓信號

VR、VS 信號

VR1 電壓波形、電壓

Vsub1 大小

Vth 值

Uo 恆值信號、調節信號、調節量

申請專利範圍

1. 一種開關電源，包含：

反饋回路，根據負載狀態輸出回饋信號；以及

控制電路，接收所述回饋信號，控制該電源中的開關，控制電路比較所述回饋信號與設定的反映輕載的閾值信號，根據上述比較結果，控制電路切換開關電源工作於輕載狀態下的間歇模式或非輕載狀態下的正常工作模式，

其中，該控制電路包括：

開關電流檢測模組，檢測流過所述開關的電流，輸出電流檢測信號；

間歇模式發生器，接收所述回饋信號，輸出控制信號和低頻調製信號，其中所述低頻調製信號的頻率被調節為設定值；

高頻脈衝信號發生器，接收所述回饋信號、控制信號和電流檢測信號，輸出高頻脈衝信號；以及

調製電路，接收所述高頻脈衝信號和低頻調製信號，輸出開關控制信號，以控制所述開關電源的開關。

2. 如申請專利範圍第1項所述的開關電源，其中所述開關電源工作於間歇模式期間，所述高頻脈衝信號的頻率被調節為設定值，通過調節所述低頻調製信號的責任週期實現對開關電源輸出的閉環控制。

3. 如申請專利範圍第2項所述的開關電源，當開關電源的負載為輕載狀態時，所述高頻脈衝信號由所述控制信號和所述電流檢測信號決定，當開關電源的負載為非輕載狀態時，所述高頻脈衝信號由所述回饋信號和所述電流檢測信號決定。
4. 如申請專利範圍第2項所述的開關電源，其中所述正常工作模式為PWM控制方式。
5. 如申請專利範圍第2項所述的開關電源，其中所述正常工作模式為准諧振控制方式。
6. 如申請專利範圍第2項所述的開關電源，其中所述正常工作模式為off-time控制方式。
7. 如申請專利範圍第6項所述的開關電源，其中當開關電源工作於非輕載狀態，開關頻率隨著負載的變輕而降低；當開關電源從非輕載狀態進入輕載狀態，開關頻率連續不突變。
8. 如申請專利範圍第2項所述的開關電源，其中所述低頻調製信號，其頻率小於需要排除的頻率範圍的下限。
9. 如申請專利範圍第2項所述的開關電源，其中所述高頻脈衝信號，其頻率大於需要排除的頻率範圍的上限。
10. 如申請專利範圍第8項所述的開關電源，其中所述需要排除的頻率範圍的下限小於或等於音頻的下限。

11. 如申請專利範圍第9項所述的開關電源，其中所述需要排除的頻率範圍的上限大於或等於音頻的上限。
12. 如申請專利範圍第3項所述的開關電源，其中所述間歇模式發生器包括以下模組：
 - 低頻調製信號頻率控制模組，其輸出與第一比較器反相端及第二比較器同相端相連接；
 - 負載輕載閾值設定模組，其輸出與第二減法器輸入端及第二比較器反相端相耦合；
 - 第一減法器，輸入接回饋信號，輸出與第一比較器同相端相耦合；
 - 第二減法器，輸入接負載輕載閾值設定模組輸出，輸出所述控制信號與控制電路的高頻脈衝信號發生器相耦合；
 - 第一比較器，同相端接第一減法器輸出，反相端接所述低頻調製信號頻率控制模組輸出，輸出調製信號；以及
 - 第二比較器，反相端接所述負載輕載閾值設定模組輸出，同相端接所述低頻調製信號頻率控制模組輸出，輸出端耦合低頻調製信號頻率控制模組。
13. 如申請專利範圍第3項所述的開關電源，其中所述控制電路根據接收的回饋信號與設定的反映輕載的閾值信號的比較結果，認為負載為輕載時，間歇模式發生器輸出控制信號和調製信號控制高頻脈衝信號發生器和調製電路，從而控制所述開關；認為負載為非輕載時，間歇模式發生器不

起作用，高頻脈衝信號發生器在回饋信號和電流檢測信號的作用下控制所述開關。

14. 如申請專利範圍第12項所述的開關電源，其中所述高頻脈衝信號發生器包括：

高頻脈衝信號頻率控制電路；

第三比較器，同相端接收所述高頻脈衝信號頻率控制電路的輸出信號，輸出置位元信號；

電路選擇模組，接收所述回饋信號和來自於間歇模式發生器的控制信號，輸出選擇信號給第三比較器的反相端；以及

觸發器，置位元端接收所述置位元信號，重定端接收所述電流檢測信號，輸出端輸出高頻脈衝信號。

15. 如申請專利範圍第12項所述的開關電源，其中所述高頻脈衝信號發生器包括：

觸發器置位元電路，輸出置位元信號；

觸發器，置位元端接收所述置位元信號，重定端接收所述電流檢測信號，輸出端輸出高頻脈衝信號；以及

電路選擇模組，接收回饋信號和來自於間歇模式發生器的控制信號，輸出信號給開關電流檢測模組。

16. 如申請專利範圍第15項所述的開關電源，其中對應于正常工作模式為PWM控制方式的控制電路，其觸發器置位元電路為時鐘信號發生器。

17. 如申請專利範圍第15項所述的開關電源，其中對應于正常工作模式為准諧振控制方式的控制電路，其觸發器置位元電路為谷值檢測模組。
18. 如申請專利範圍第15項所述的開關電源，其中所述控制電路根據接收的回饋信號與設定的反映輕載的閾值信號的比較結果，認為負載為輕載時，間歇模式發生器輸出的控制信號通過電路選擇模組作為所述選擇信號，以控制所述開關的導通時長為對應的確定值；認為負載為非輕載時，間歇模式發生器不起作用，電路選擇模組傳遞輸出回饋信號給開關電流檢測模組，開關電流檢測模組根據回饋信號和反映開關電流的信號控制開關。
19. 一種開關電源的 control 方法，其特徵在於當開關電源的負載為輕載狀態時，所述開關電源工作於間歇模式，該方法還包括以下步驟：
 - 根據負載狀態輸出回饋信號；
 - 檢測流過開關電源中開關的電流，輸出電流檢測信號；
 - 根據所述回饋信號，輸出低頻調製信號，其中所述低頻調製信號的頻率被調節為設定值；
 - 根據所述回饋信號、控制信號和電流檢測信號，輸出高頻脈衝信號；以及
 - 根據所述高頻脈衝信號和低頻調製信號，輸出開關控制信號，以控制所述開關電源的開關。

20. 如申請專利範圍第19項所述的開關電源的控制方法，其中當開關電源工作于間歇模式時，該方法還包括以下步驟：以及
- 設定所述高頻脈衝信號的頻率；
- 通過調節低頻調製信號的責任週期實現對所述開關電源輸出的閉環控制。
21. 如申請專利範圍第20項所述的開關電源的控制方法，當開關電源的負載為輕載狀態時，所述高頻脈衝信號由所述控制信號和所述電流檢測信號決定；當開關電源的負載為非輕載狀態時，所述高頻脈衝信號由所述回饋信號和所述電流檢測信號決定。
22. 如申請專利範圍第20項所述的開關電源的控制方法，其中當開關電源的負載為非輕載狀態時，所述開關電源工作於PWM控制方式。
23. 如申請專利範圍第20項所述的開關電源的控制方法，其中當開關電源的負載為非輕載狀態時，所述開關電源工作於准諧振控制方式。
24. 如申請專利範圍第20項所述的開關電源的控制方法，其中當開關電源的負載為非輕載狀態時，所述開關電源工作於off-time控制方式。

25. 如申請專利範圍第20項所述的開關電源的控制方法，其中所述高頻脈衝信號頻率大於需要排除的頻率範圍的上限。
26. 如申請專利範圍第20項所述的開關電源的控制方法，其中所述低頻調製信號頻率小於需要排除的頻率範圍的下限。
27. 如申請專利範圍第25或26項所述的開關電源的控制方法，其中所述需要排除的頻率範圍包括音頻範圍。
28. 如申請專利範圍第21項所述的開關電源的控制方法，其中根據所述閾值信號，控制所述低頻調製信號的頻率，根據所述回饋信號，控制所述低頻調製信號的責任週期；根據所述閾值信號或回饋信號，控制高頻脈衝信號的頻率。
29. 如申請專利範圍第28項所述的開關電源的控制方法，其中所述對低頻調製信號的頻率和責任週期的控制通過如下方法實現：

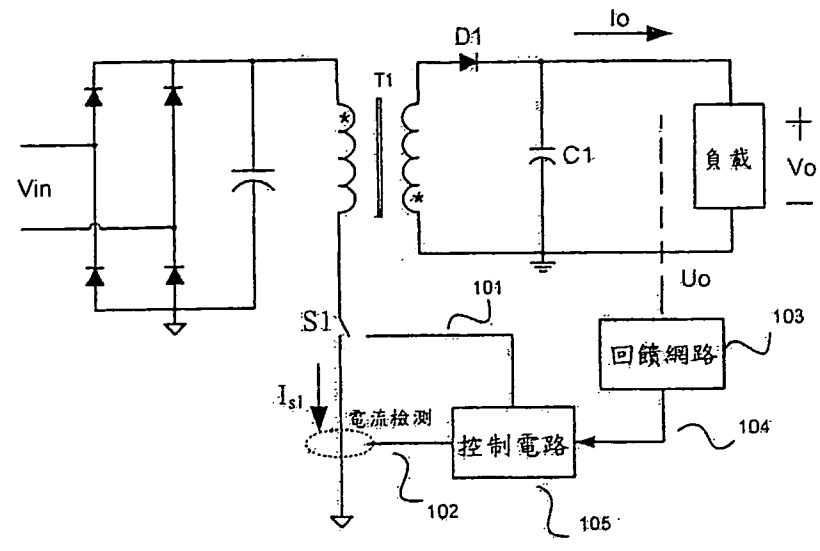
設置低頻調製信號頻率控制模組，通過將所述低頻調製信號頻率控制模組的輸出與閾值信號比較得到一鋸齒波信號；

所述鋸齒波信號通過第一比較器與基於回饋信號的信號進行比較，該比較器輸出端輸出頻率和責任週期受到控制的低頻調製信號。

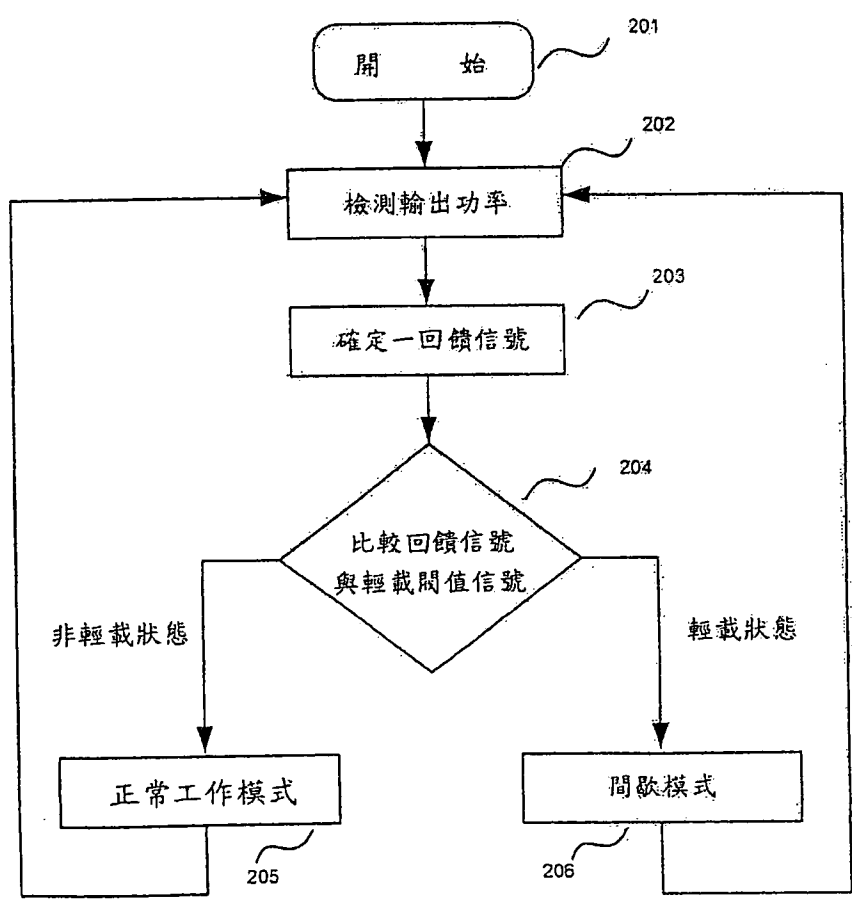
30. 如申請專利範圍第28項所述的開關電源的控制方法，其中所述控制高頻脈衝信號的頻率通過如下方法實現：

設置包含電容充放電電路的高頻脈衝信號頻率控制電路，所述高頻脈衝信號頻率控制電路輸出的信號通過第三比較器與基於閾值信號或回饋信號的信號進行比較，該比較器的輸出信號耦接入RS觸發器的置位端，RS觸發器的輸出端控制所述電容的充放電，從而控制RS觸發器的輸出端輸出的高頻脈衝信號的頻率。

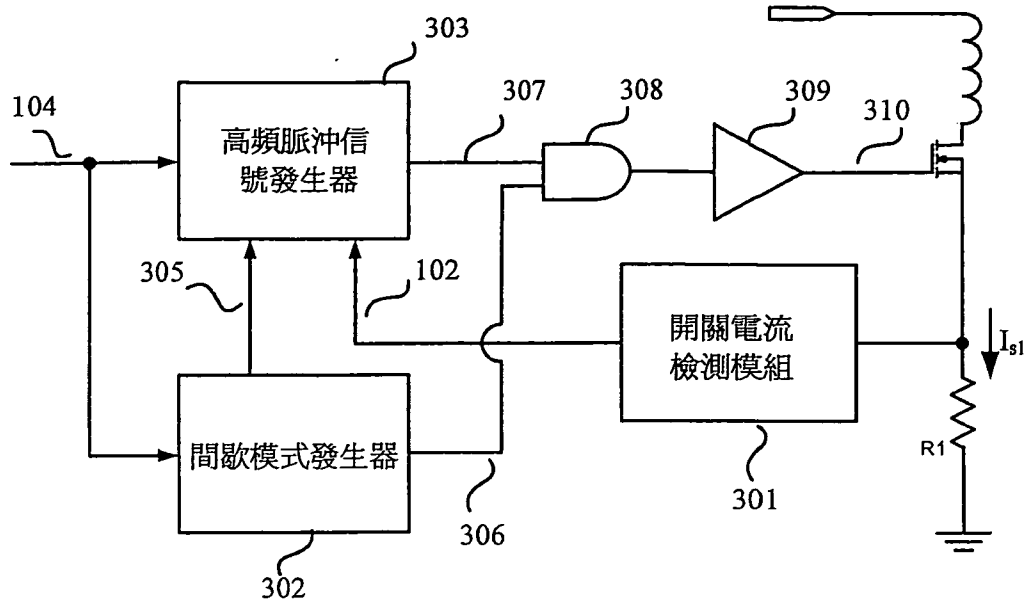
圖式



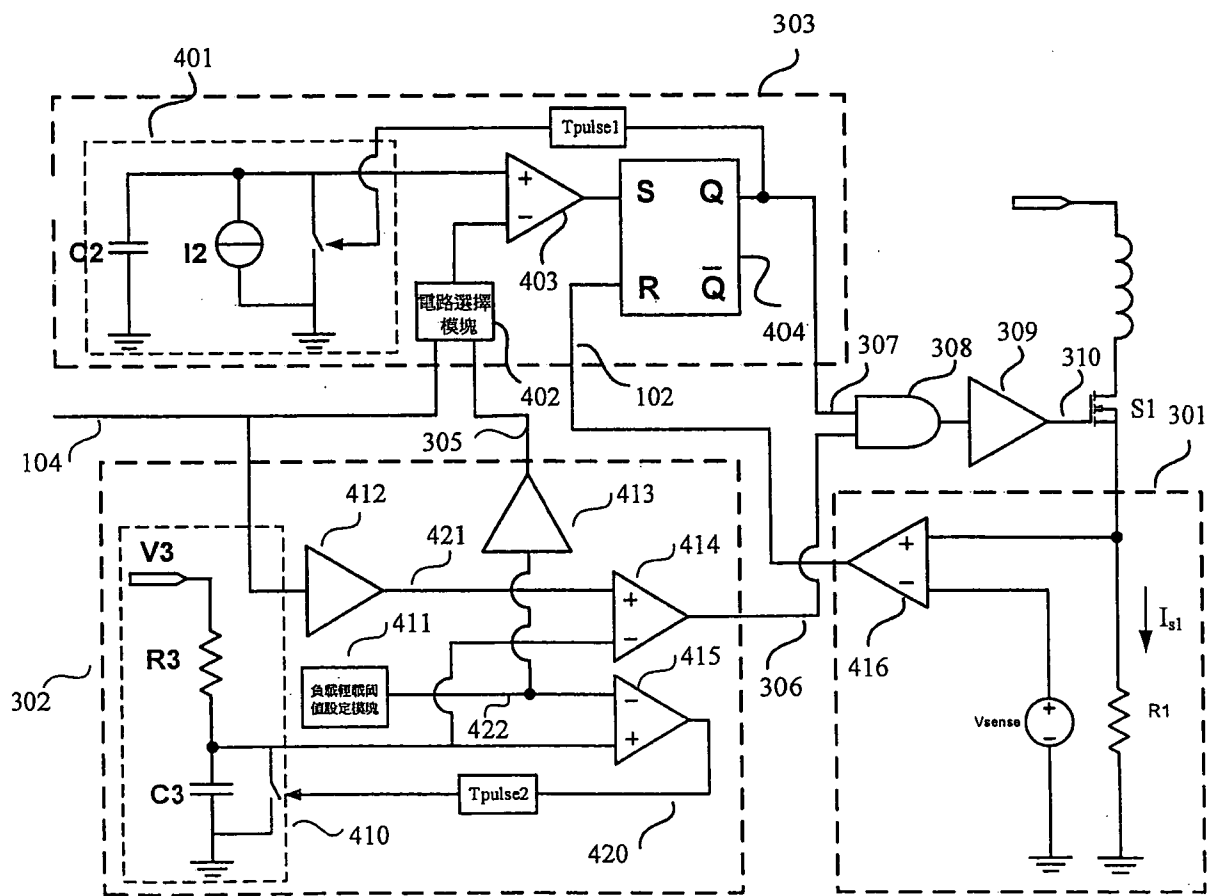
第 1 圖



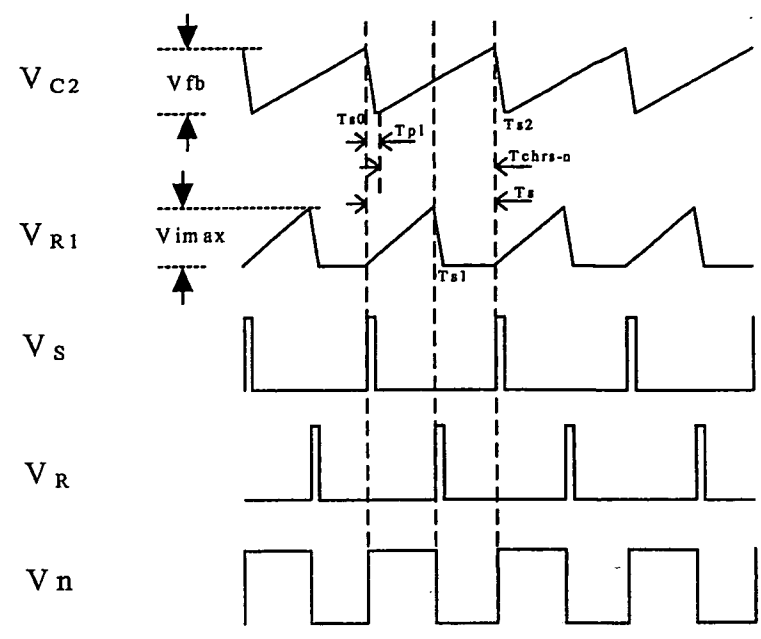
第 2 圖



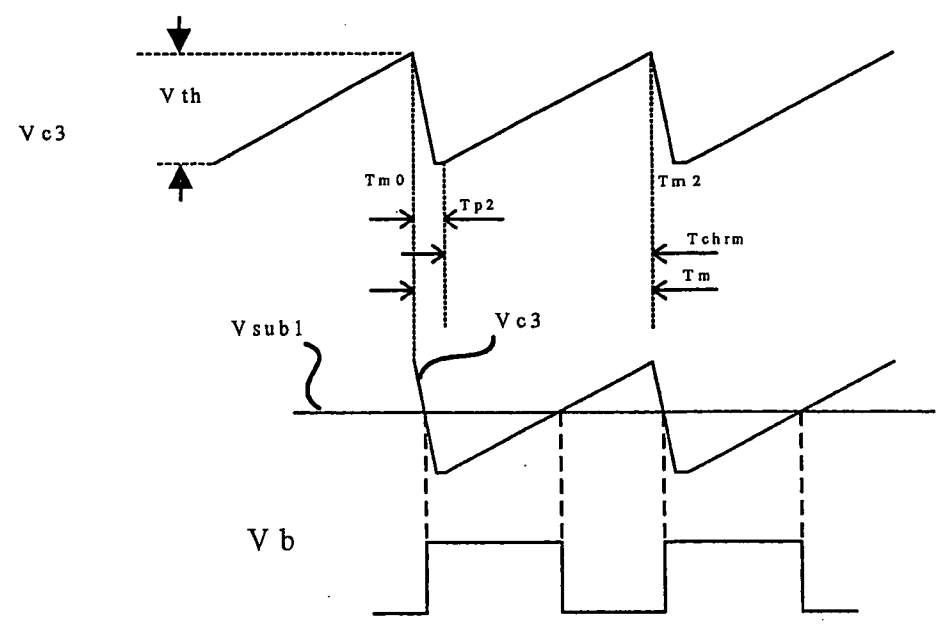
第 3 圖



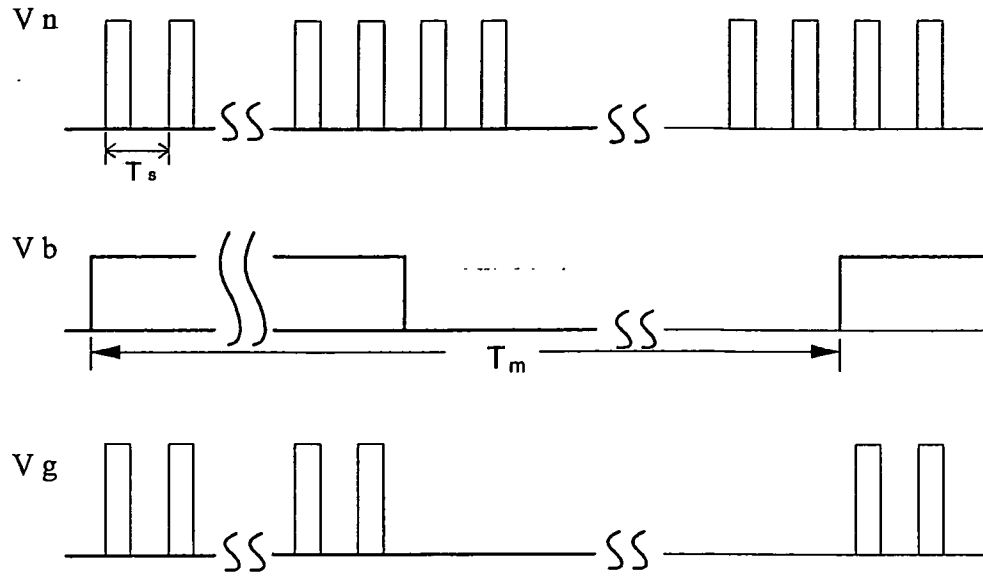
第 4 圖



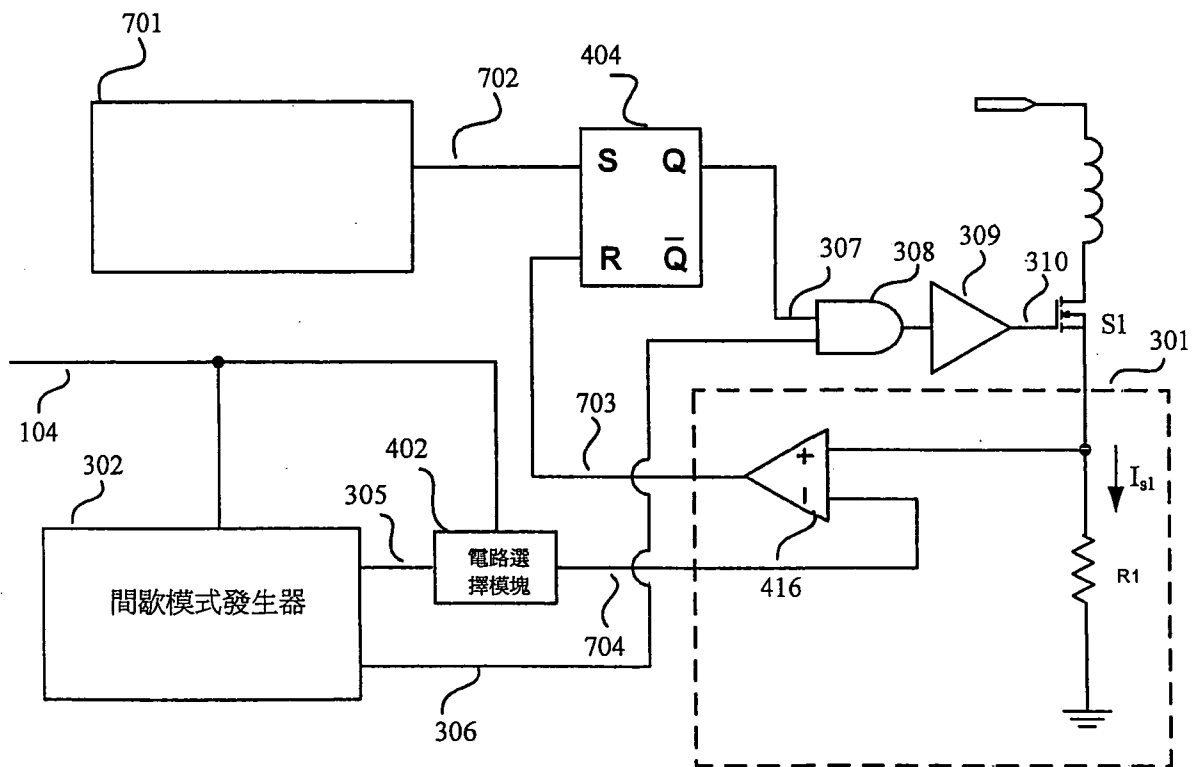
第5A圖



第5B圖



第 6 圖



第 7 圖