



(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 I796054 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 03 月 11 日

(21)申請案號：110147290 (22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 12 月 16 日

(51)Int. Cl. : H02M1/38 (2007.01) H02M7/217 (2006.01)

(30)優先權：2020/12/17 中國大陸 202011496777.3

(71)申請人：上海晶丰明源半導體股份有限公司(中國大陸) SHANGHAI BRIGHT POWER SEMICONDUCTOR CO., LTD. (CN)

中國大陸

(72)發明人：郭艳梅(CN)；朱臻(CN)；陈一辉(CN)；李岳辉(CN)；郜小茹(CN)；繆海峰(CN)；杨翰飞(CN)

(74)代理人：黃志揚

(56)參考文獻：

TW	201707361A	CN	104836443A
CN	105991034A	CN	106026712A
CN	108418435A	JP	5012807B2
US	2017/0040904A1	US	2018/0294734A1
US	2019/0157965A1		

審查人員：廖天佑

申請專利範圍項數：34 項 圖式數：24 共 73 頁

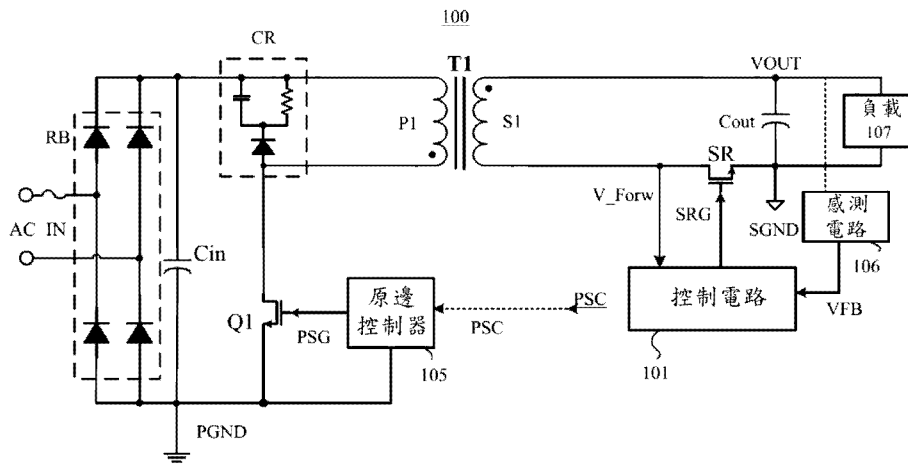
(54)名稱

隔離型電源的控制電路、隔離型電源及其控制方法

(57)摘要

一種用於控制一隔離型電源的一控制電路，包括有一副邊控制訊號產生器和一原邊控制訊號產生器。該副邊控制訊號產生器產生一副邊開關管控制訊號，其包含有一副邊同步整流管的一關斷時刻的資訊，將該關斷時刻作為第二開通時刻。該原邊控制訊號產生器基於一回饋訊號得出一原邊開關管的一應開通時刻作為第一開通時刻。該原邊開通訊號產生器基於該第二開通時刻和該第一開通時刻中較晚的時刻，確定該原邊開關管的開通時刻，以生成一原邊開關管控制訊號。本發明的控制電路能夠有效防止原副邊開關管的穿通，並且不對回饋調節的精度造成過大影響。

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 100: 隔離型電源系統
- 101: 控制電路
- 105: 原邊控制器
- 106: 感測電路
- 107: 負載

圖 1



I796054

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】 隔離型電源的控制電路、隔離型電源及其控制方法

## 【中文】

一種用於控制一隔離型電源的一控制電路，包括有一副邊控制訊號產生器和一原邊控制訊號產生器。該副邊控制訊號產生器產生一副邊開關管控制訊號，其包含有一副邊同步整流管的一關斷時刻的資訊，將該關斷時刻作為第二開通時刻。該原邊控制訊號產生器基於一回饋訊號得出一原邊開關管的一應開通時刻作為第一開通時刻。該原邊開通訊號產生器基於該第二開通時刻和該第一開通時刻中較晚的時刻，確定該原邊開關管的開通時刻，以生成一原邊開關管控制訊號。本發明的控制電路能夠有效防止原副邊開關管的穿通，並且不對回饋調節的精度造成過大影響。

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

100：隔離型電源系統

101：控制電路

105：原邊控制器

106：感測電路

107：負載

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 隔離型電源的控制電路、隔離型電源及其控制方法

### 【技術領域】

【0001】本發明涉及電子電路，具體涉及一種隔離型電源的控制電路、隔離型電源及其控制方法。

### 【先前技術】

【0002】在當前環保節能的重要性不斷提升的大背景下，目前對電源效率的要求越來越高。而對於開關電源而言，應用同步整流開關管來取代傳統的續流二極體是提升效率的有效辦法。當電源處於電感電流連續模式（Continuous Conduction Mode, CCM）下時，在控制同步整流管的過程中，如果同步整流開關管和主開關管同時導通，可能會因共通而導致嚴重的炸機風險，因此需要在控制電路設計過程中特別加以關注。對於非隔離型開關電源來說，對同步整流管的控制通常可以和主開關管的控制同步，設計難度並不大，但對於隔離型開關電源來說，由於同步整流管位於副邊而主開關管位於原邊，兩者具有不同的參考地，控制難度較高。

【0003】出於防止共通的需要，現有技術中通常採用如下兩類方式來控制同步整流管。

【0004】第一類，獨立控制：副邊同步整流管的開通和關斷不依賴原邊開關管的控制邏輯，通常通過檢測副邊繞組上的電壓來判斷主開關管已經是否開通，在判斷主開關管開通後關斷副邊同步整流管。此類產品的優點主要是可攜性比較強，不需要與隔離型開關電源中的原邊控制器配合。缺點

補充修正日期：2022 年 10 月 14 日

主要是可靠性不高，在負載和輸入電壓變化的情況下還是有可能產生共通的現象，往往是依靠限制共通過程中的電流來避免炸機，但這樣又降低了效率。此外，同步整流控制邏輯同時需要依靠多個不同的訊號檢測特徵來完成，檢測電路比較敏感，容易受干擾。

**【0005】** 第二類，同步控制：將原邊開關管訊號傳遞給副邊的同步整流管控制器，同時對原邊開關管的控制訊號延遲一個死區時間後再驅動原邊功率管，通過原邊開關管的控制訊號關斷同步整流管，然後再依靠延遲後的控制訊號來開通原邊開關管。此類產品的優點主要是：控制邏輯簡單，比獨立控制的可靠性高。缺點主要是：通過延遲防止共通現象的方式可靠性等級不是最高，該方式屬於一種開環控制，同步整流管的關斷過程需要時間，當延遲時間設置不合理時，仍然會出現共通的現象，當需要較為可靠的防共通性能時，又需要將延遲設置得非常高，這樣會對電源的回饋控制精確度造成影響。更進一步的，當電源系統工作於非連續電流模式下時，由於零電流區間的存在，使得同步整流管的關斷時刻同主開關管的導通時刻區隔開來，並不需設置延遲來防止共通，此時，對原邊開關管控制訊號的延遲變得沒有意義，拖累了電源的性能。

**【0006】** 因此，對隔離型電源來說，亟需一種能夠可靠解決主開關管與同步整流管共通問題，又不損失性能的控制方案。

### 【發明內容】

**【0007】** 為解決現有技術中在防止主開關管與同步整流管共通時，會損失回饋調節精度、瞬態回應能力或效率的問題，本發明提出了一種隔離型電源的控制電路、隔離型電源及其控制方法。

補充修正日期：2022 年 10 月 14 日

【0008】本發明的一個實施例提出了一種隔離型電源的控制電路，該控制電路包括：一副邊控制訊號產生器，用於接收該隔離型電源的一副邊繞組上的一電壓訊號，生成一副邊開關管控制訊號，該副邊開關管控制訊號包含有一副邊同步整流管的一關斷時刻資訊，該副邊同步整流管的該關斷時刻資訊用於控制使該副邊同步整流管關斷；以及一原邊控制訊號產生器，用於接收該副邊開關管控制訊號和該隔離型電源的一輸出電壓的一回饋訊號，以生成一原邊開關管控制訊號以提示一原邊開關管的一開通時刻，其中，該原邊控制訊號產生器基於該副邊開關管控制訊號以確定一第二開通時刻，該第二開通時刻為該副邊同步整流管的一關斷時刻，該原邊控制訊號產生器基於該隔離型電源的該輸出電壓的該回饋訊號以確定一第一開通時刻，該第一開通時刻為該原邊開關管的一應開通時刻，該原邊開通訊號產生器進一步基於該第二開通時刻和該第一開通時刻中較晚的時刻，確定該原邊開關管的該開通時刻，以生成該原邊開關管控制訊號。

【0009】本發明的另一實施例提出了另一種隔離型電源的控制電路，該控制電路包括：一副邊驅動訊號產生器，用於接收該隔離型電源的一副邊繞組上的一電壓訊號，生成一副邊開關管驅動訊號該副邊開關管驅動訊號用於控制使一副邊同步整流管開通和關斷；一副邊開關管關斷檢測器，耦接該隔離型電源的該副邊繞組，用於在該副邊同步整流管已經關斷時，產生一關斷確認訊號；以及一原邊控制訊號產生器，用於接收該關斷確認訊號和該隔離型電源的一輸出電壓的一回饋訊號，以生成一原邊開關管控制訊號以提示一原邊開關管的一開通時刻，其中，該原邊控制訊號產生器基於該關斷確認訊號以確定一第二開通時刻，該第二開通時刻為確認該副邊同

補充修正日期：2022 年 10 月 14 日

步整流管的一關斷時刻，該原邊控制訊號產生器基於該隔離型電源的該輸出電壓的該回饋訊號以確定一第一開通時刻，該第一開通時刻為該原邊開關管的一應開通時刻，該原邊開通訊號產生器進一步基於該第二開通時刻和該第一開通時刻中較晚的時刻，確定該原邊開關管的該開通時刻，以生成該原邊開關管控制訊號。

【0010】該控制電路為該隔離型電源的一副邊控制器，用於接入該隔離型電源的一副邊側。

【0011】該控制電路進一步包括：一原邊控制訊號發送器，用於接收該原邊開關管控制訊號，並將該原邊開關管控制訊號調製後自該副邊側發送至一原邊側。

【0012】該原邊開關管控制訊號還包含該原邊開關管的一關斷時刻資訊，以控制該原邊開關管的關斷。

【0013】在某些實施例中，該原邊控制訊號產生器包括：一原邊原始開通訊號產生器，接收該隔離型電源的該輸出電壓的該回饋訊號，生成該原邊開關管的一原始開通訊號以提示該原邊開關管的該應開通時刻作為該第一開通時刻；以及一原邊防穿通邏輯電路，接收該原邊開關管的該原始開通訊號和該副邊開關管控制訊號，當該第二開通時刻晚於該第一開通時刻時，基於該副邊開關管控制訊號生成該原邊開關管控制訊號使得該原邊開關管當前週期的開通時刻不早於該第二開通時刻。

【0014】其中，該原邊原始開通訊號產生器包括：一第一比較模組，將該隔離型電源的該輸出電壓的該回饋訊號同一第一基準值進行比較，當該隔離型電源的該輸出電壓的該回饋訊號降至該第一基準值時，生成該原邊開關管的該原始開通訊號。

補充修正日期：2022 年 10 月 14 日

【0015】在一些實施例中，該副邊開關管控制訊號是一電平訊號，該原邊防穿通邏輯電路包括：一第一邏輯門，具有一第一輸入端、一第二輸入端和一輸出端，其中該第一輸入端接收該原邊開關管的該原始開通訊號，該第二輸入端接收該副邊開關管控制訊號的一反相訊號，該輸出端在該原邊開關管的該原始開通訊號已提示應開通該原邊開關管，且該副邊開關管控制訊號提示該副邊同步整流管的該關斷時刻已到來時，該輸出端輸出一原邊開關管開通時刻訊號提示該原邊開關管的開通時刻到來。

【0016】在一個實施例中，該原邊控制訊號產生器進一步包括：一第一觸發器，具有一置位端、一復位端和一輸出端，其中，該置位端接收該原邊開關管的該開通時刻訊號，該輸出端輸出該原邊開關管控制訊號；以及一原邊導通時間計時器，具有一輸出端，該輸出端連接到該第一觸發器的一復位端，根據該原邊開關管的開通時刻資訊開始計時，在經歷一預設時間後向該第一觸發器的該復位端輸出一復位訊號。

【0017】在另一些實施例中，該副邊開關管控制訊號是一個脈衝訊號，該原邊防穿通邏輯電路包括：一第一鎖存器，接收並鎖存該副邊開關管控制訊號，以及輸出一鎖存訊號；以及一第一邏輯門，接收該原邊開關管的該原始開通訊號和該鎖存訊號，其中，在該原邊開關管的該原始開通訊號已提示應開通該原邊開關管，且該鎖存訊號提示該副邊同步整流管的該關斷時刻已到來時，自一輸出端輸出該原邊開關管的一開通時刻訊號提示該原邊開關管的開通時刻到來。其中，該原邊控制訊號產生器可進一步包括：一第一觸發器，具有一置位端、一復位端和一輸出端，其中，該置位端接收該原邊開關管的該開通時刻訊號，該輸出端輸出該原邊開關管控制訊號，該原邊開關管控制訊號進一步輸入到該第一鎖存器，以根據該原邊開

補充修正日期：2022 年 10 月 14 日

關管的該開通時刻資訊重置該第一鎖存器；以及一原邊導通時間計時器，具有一輸出端，該輸出端連接到該第一觸發器的一復位端，根據該原邊開關管的該開通時刻資訊開始計時，在經歷一預設時間後向該第一觸發器的該復位端輸出一復位訊號。

【0018】該原邊開關管開通時刻訊號可以作為該原邊開關管控制訊號。

【0019】在一些實施例中，該副邊開關管控制訊號用於提示是否使能該原邊控制訊號產生器，該第二開通時刻為該副邊開關管控制訊號提示可以使能該原邊控制訊號產生器的時刻。

【0020】在一些實施例中，該原邊控制訊號產生器包括：一第一誤差放大器，將該隔離型電源的該輸出電壓的該回饋訊號同一第二基準值進行誤差放大處理，輸出一誤差放大訊號；以及一振盪器，接收該誤差放大訊號和該副邊開關管控制訊號，生成一方波訊號作為該原邊開關管控制訊號，其中，該方波訊號的頻率由該誤差放大訊號決定，該方波訊號的上升或下降邊沿提示下一週期該原邊開關管的開通時刻，該上升或下降邊沿在該副邊開關管控制訊號被檢測到提示使能期間輸出，當該振盪器根據一當前頻率設定判斷該方波訊號的上升或下降邊沿應到來，而該副邊開關管控制訊號尚未被檢測到提示使能時，該振盪器將該方波訊號的上升沿或下降沿延遲到不早於該副邊開關管控制訊號提示使能的時刻。

【0021】該振盪器根據該當前頻率設定判斷該方波訊號的上升或下降應到來的時刻為該第一開通時刻，且在該第一開通時刻到來時檢測該副邊開關管控制訊號是否提示使能。

【0022】在一個實施例中，該振盪器包括：一頻率設定電流源，依據該誤差放大訊號生成一個頻率設定電流；一頻率設定電容，具有一第一端和一

補充修正日期：2022 年 10 月 14 日

第二端，該第一端接收該頻率設定電流，該第二端連接一參考地；一放電支路，與該頻率設定電容並聯，該放電支路由一使能訊號控制開始或停止放電，該放電支路與該頻率設定電容組成具有一電容時間常數的一放電回路；一第一滯環反相器，具有一輸入端，該輸入端連接到該頻率設定電容的一第一端；一第二反相器，具有一輸入端，該輸入端連接到該第一滯環反相器的一輸出端；一使能反或閘，具有一第一輸入端、一第二輸入端、以及一輸出端，該第一輸入端接收該副邊開關管控制訊號，該第二輸入端連接到該第一滯環反相器的該輸出端，該輸出端輸出該使能訊號；以及一第二及閘，具有一第一輸入端、一第二輸入端、以及一輸出端，該第一輸入端連接到該第二反相器的該輸出端，該第二輸入端接收反相後的該副邊開關管控制訊號，該輸出端輸出該原邊開關管控制訊號。

【0023】 在一些實施例中，該振盪器根據該當前頻率設定判斷該方波訊號的上升或下降邊沿應到來的時刻為該第一開通時刻，並在該第一開通時刻之前檢測該副邊開關管控制訊號是否提示使能。

【0024】 其中，在一個實施例中，該振盪器包括：一頻率設定電流源，依據該誤差放大訊號生成一頻率設定電流；一頻率設定電容，具有一第一端和一第二端，該第一端接收該頻率設定電流，該第二端連接一參考地；一放電支路，與該頻率設定電容並聯，該放電支路由一使能訊號控制開始或停止放電，該放電支路與該頻率設定電容組成具有一電容時間常數的一放電回路；一第一滯環反相器，具有一輸入端，該輸入端連接到該頻率設定電容的一第一端；一邊沿檢測電路，具有一輸入端和一輸出端，該輸入端連接該第一滯環反相器的該輸出端，該輸出端輸出該原邊開關管控制訊號；以及一使能反或閘，具有一第一輸入端、一第二輸入端、以及一輸出端，

補充修正日期：2022 年 10 月 14 日

該第一輸入端接收該副邊開關管控制訊號，該第二輸入端連接到該第一滯環反相器的該輸出端，該輸出端輸出該使能訊號。

【0025】 在一些實施例中，該副邊控制訊號產生器在一電感電流斷續模式下和一電感電流連續模式下生成該副邊開關管控制訊號的方式不同，在該電感電流斷續模式下，該副邊控制訊號產生器最晚在該副邊側入一零電流區間時生成該副邊開關管控制訊號提示該副邊同步整流管的該關斷時刻。

【0026】 在一些實施例中，該副邊控制訊號產生器接收該副邊繞組上的該電壓訊號，在該副邊繞組上的該電壓訊號與一第三基準值相同時，提示該副邊同步整流管開通並開始計時，在經過一第一預計時間後，生成該副邊開關管控制訊號提示該副邊同步整流管的該關斷時刻。

【0027】 其中，在該電感電流斷續模式下，該副邊控制訊號產生器進一步根據該副邊繞組上的該電壓訊號確定該副邊繞組是否進入一零電流區間，在該副邊進入該零電流區間時，無論該第一預計時間是否完成計時，均生成該副邊開關管控制訊號提示該副邊同步整流管的該關斷時刻。該副邊開關管控制訊號可還用於提示該副邊同步整流管開通以開始計時。該副邊開關管控制訊號號可同時包含該副邊同步整流管的該開通時刻資訊，用於驅動該副邊同步整流管。

【0028】 在一個實施例中，該副邊控制訊號產生器包括：一第二比較器，具有一第一輸入端、一第二輸入端和一輸出端，該第一輸入端接收該副邊繞組上的該電壓訊號，該第二輸入端接收該第三基準值；一第二觸發器，具有一置位端、一復位端和一輸出端，其中，該置位端連接該第二比較器的該輸出端；以及一副邊控制計時器，具有一計時開始端和一計時結果輸出端，其中，該計時開始端在提示該副邊同步整流管開通後開始計時，經

補充修正日期：2022 年 10 月 14 日

該第一預計時間後，該計時結果輸出端將計時結果輸出到該第二觸發器的該復位端，該副邊控制計時器在該計時結果輸出端的一輸出訊號作為該副邊開關管控制訊號，該計時結果輸出端的該輸出訊號為一單脈衝訊號。

【0029】在一個實施例中，該副邊控制訊號產生器進一步包括：一第三及閘，具有兩輸入端和一輸出端，該兩輸入端分別連接到該第二比較器的該輸出端和該第二觸發器的該輸出端，該第三及閘的輸出端的一輸出訊號作為該副邊開關管控制訊號。

【0030】在一個實施例中，該控制電路可進一步包括：一同步整流時間預測電路，用於對該副邊同步整流管的該關斷時刻進行預測，從而可變地生成該第一預計時間作為該副邊同步整流管的一導通時間，該同步整流時間預測電路的一輸出端輸出該第一預計時間到該副邊控制計時器。

【0031】在一個實施例中，該同步整流時間預測電路的一輸入端接收該副邊繞組上的該電壓訊號，根據該副邊繞組上的該電壓訊號生成該第一預計時間。

【0032】在一些實施例中，該隔離型電源控制電路可進一步包括一第一延遲電路，用於延遲關斷該副邊開關管以減小該副邊開關管的該關斷時刻與該原邊開關管導通時刻的間隔，其中，該第一延遲電路不延遲該副邊開關管控制訊號所提示的該副邊開關管的該關斷時刻。其中，某些情況下，該第一延遲電路的一延遲時間可調整，該控制電路進一步包括一瞬態判斷電路，該瞬態判斷電路判斷該隔離型電源是否發生負載跳變，當該瞬態判斷電路判斷發生負載跳變時，向該第一延遲電路輸出一瞬態訊號以減小該第一延遲電路的該延遲時間。該控制電路也可進一步包括一死區時間偵測電路，用於計算上一工作週期的一死區時間，並將計算出的該死區時間與一

補充修正日期：2022 年 10 月 14 日

死區時間基準進行比較，當計算出的該死區時間小於該死區時間基準值時，該死區時間偵測電路調節以減小該第一延遲電路的該延遲時間，當計算出的該死區時間大於該死區時間基準值時，該死區時間偵測電路調節以增大該第一延遲電路的該延遲時間。

【0033】本發明再一實施例提出了一種隔離型電源的控制電路，接收該隔離型電源的該輸出電壓的該回饋訊號並根據該輸出電壓的該回饋訊號得出該原邊開關管的該應開通時刻，同時接收該隔離型電源的該副邊繞組電壓訊號並根據該副邊繞組電壓訊號得出該副邊同步整流管的該關斷時刻，根據該原邊開關管的該應開通時刻和該副邊同步整流管的該關斷時刻，得出該原邊開關管的實際開通時刻並生成該原邊開關管控制訊號，其中當該原邊開關管的該應開通時刻晚於該副邊同步整流管的該關斷時刻，使該原邊開關管的實際開通時刻對應該應開通時刻，當該原邊開關管的應開通時刻早於該副邊同步整流管的該關斷時刻時，延遲該原邊開關管的實際開通時刻至不早於該副邊同步整流管的該關斷時刻。

【0034】本發明的另一方面提出了一種隔離型電源，包括：一隔離變換器，具有一原邊側和一副邊側，其中，該原邊側包含一原邊開關管，該副邊側包含一副邊繞組和一同步整流管；如上述任一隔離型電源控制電路，用於控制該原邊開關管和該同步整流管。

【0035】本發明的又一方面提出了一種控制隔離型電源的方法，包括：接收該隔離型電源的該輸出電壓的該回饋訊號，並根據該輸出電壓的該回饋訊號得出該原邊開關管的該應開通時刻；接收該隔離型電源的該副邊繞組電壓訊號並根據該副邊繞組電壓訊號得出該副邊同步整流管的該關斷時刻；根據該原邊開關管的該應開通時刻和該副邊同步整流管的該關斷時

補充修正日期：2022 年 10 月 14 日

刻，得出該原邊開關管的實際開通時刻並生成該原邊開關管控制訊號；其中當該原邊開關管的該應開通時刻晚於該副邊同步整流管的該關斷時刻，使該原邊開關管的實際開通時刻對應該應開通時刻，當該原邊開關管的該應開通時刻早於該副邊同步整流管的該關斷時刻時，延遲該原邊開關管的實際開通時刻至不早於副邊同步整流管的該關斷時刻。

【0036】本發明所提出的隔離型電源控制電路，包含該控制電路的隔離型電源以及控制方法能夠獨立決定該副邊同步整流管的該關斷時刻，不依賴於對該原邊開關管導通的檢測，之後把該副邊同步整流管的該關斷時刻作為決定該原邊開關管的實際開通時刻的依據，從而無需對該原邊開關管的該控制訊號進行延時即可達到防止穿通目的。在沒有穿通風險的環境下，該原邊開關管可以在該控制電路中該原邊開關管的該控制回饋環路自身的回饋控制運算作用下選擇該應開通時刻來決定該原邊開關管的實際開通時刻而不附加任何額外的延遲處理，使得回饋響應和電路性能不受到防穿通設計的影響，同時，在該隔離型電源工作於存在穿通風險的條件下，該原邊開關管可以只在有確定穿通風險的情況下，等待該副邊同步整流管關斷之後再行開啟，不僅杜絕了穿通的可能性，同時由於該控制電路只在確定發生穿通風險較高的個別週期，才以較為精確的方式介入並修正該原邊開關管的開通時刻，也將對回饋回應性能的影響控制在較小的幅度。

### 【圖式簡單說明】

#### 【0037】

『圖1』為根據本發明一實施例的隔離型電源系統的結構示意圖；

『圖2』為根據本發明一實施例的控制電路的結構示意圖；

補充修正日期：2022 年 10 月 14 日

『圖3』為根據本發明一實施例的原邊控制訊號產生器的結構示意圖；

『圖4』為根據本發明一實施例的原邊控制訊號產生器103的具體結構示意圖；

『圖5A』和『圖5B』為根據『圖4』所示實施例的原邊控制訊號產生器的工作波形圖；

『圖6』為根據本發明另一實施例的原邊控制訊號產生器的具體結構示意圖；

『圖7』為根據本發明又一實施例的原邊控制訊號產生器的結構示意圖；

『圖8』為根據本發明一實施例的振盪器的電路結構示意圖；

『圖9』為根據『圖8』所示實施例的振盪器的工作波形圖；

『圖10』為根據本發明另一實施例的振盪器的電路結構示意圖；

『圖11』為根據『圖10』所示實施例的振盪器的工作波形圖；

『圖12』為根據本發明一實施例的副邊控制訊號產生器的結構示意圖；

『圖13』為根據本發明另一實施例的隔離型電源的控制電路的具體結構示意圖；

『圖14』為根據本發明又一實施例的控制電路的具體結構示意圖；

『圖15』為根據本發明再一實施例的控制電路的具體結構示意圖；

『圖16』為根據本發明另一實施例的控制電路的架構示意圖；

『圖17A』為根據本發明一個實施例的副邊開關管關斷檢測器的結構示意圖；

『圖17B』為根據本發明另一個實施例的副邊開關管關斷檢測器的結構示意圖；

補充修正日期：2022 年 10 月 14 日

『圖18』為根據本發明一個實施例的應用於『圖16』的控制電路中的原邊控制訊號產生器的結構示意圖；

『圖19』對應示出根據本發明一實施例中的原邊控制訊號產生器的具體結構圖；

『圖20』對應示出根據本發明另一實施例中的原邊控制訊號產生器的具體結構圖；

『圖21』為根據本發明又一實施例的原邊控制訊號產生器的結構示意圖；

『圖22』為一個適用於『圖21』所示原邊控制訊號產生器的振盪器的結構示意圖；

『圖23』為另一個適用於『圖21』所示原邊控制訊號產生器的振盪器的結構示意圖；

『圖24』為根據本發明又一實施例的一種控制隔離型電源的控制方法的流程圖。

## 【實施方式】

【0038】下面將詳細描述本發明的具體實施例，應當注意，這裡描述的實施例只用於舉例說明，並不用於限制本發明。在以下描述中，為了提供對本發明的透徹理解，闡述了大量特定細節。然而，對於本領域普通技術人員顯而易見的是：不必採用這些特定細節來實行本發明。在其他實施例中，為了避免混淆本發明，未具體描述公知的電路、材料或方法。

【0039】在整個說明書中，對“一個實施例”、“實施例”、“一個示例”或“示例”的提及意味著：結合該實施例或示例描述的特定特徵、結構或特性被包含在本發明至少一個實施例中。因此，在整個說明書的各個地方出現的短

補充修正日期：2022年10月14日

語“在一個實施例中”、“在實施例中”、“一個示例”或“示例”不一定都指同一實施例或示例。此外，可以以任何適當的組合和、或子組合將特定的特徵、結構或特性組合在一個或多個實施例或示例中。此外，本領域普通技術人員應當理解，在此提供的示圖都是為了說明的目的，並且示圖不一定是按比例繪製的。應當理解，當稱“元件”“連接到”或“耦接”到另一元件時，它可以是直接連接或耦接到另一元件或者可以存在中間元件。相反，當稱元件“直接連接到”或“直接耦接到”另一元件時，不存在中間元件。“時刻”指某一具體的時點，“時間”，例如“導通時間”、“關斷時間”指某一具體的時間區段。相同的附圖標記指示相同的元件。這裡使用的術語“和/或”包括一個或多個相關列出的專案的任何和所有組合。

**【0040】** 應理解，雖然本文中可能使用術語第一、第二、第三等來描述各種元件，但此等元件不應受此等術語限制。此等術語乃用以區分一元件與另一元件。因此，下文論述的第一元件可稱為第二元件而不偏離本發明概念的啟示。如本文中所使用，術語“和/或”包括相關聯的列出項目中的任一者及一或多者的所有組合。

**【0041】** 『圖1』為根據本發明一個實施例的一隔離型電源系統100的結構示意圖。如『圖1』所示，該隔離型電源系統100採用了反激型電源拓撲，包括有一原邊側和一副邊側，其中該原邊側包括有一整流橋RB，該整流橋RB的輸入端耦接到一外部交流電源。圖示實施例中，該原邊側進一步包括一隔離變壓器T1的一原邊繞組P1和一原邊開關管Q1。該副邊側則包含一隔離變壓器T1的一副邊繞組S1和一副邊同步整流管SR。進一步的，該隔離型電源系統100還可以包括位於該原邊側的一輸入電容C<sub>in</sub>、一吸收電路CR和

補充修正日期：2022年10月14日

位於該副邊側的一輸出濾波電容 $C_{out}$ 以及一負載107。由於反激型電源基本拓撲已為本領域技術人員所熟知，此處不再詳細描述。

【0042】下面以『圖1』所示的反激型拓撲為例，對該控制隔離型電源系統100的一隔離型電源的一控制電路101進行描述。需要說明的是，儘管『圖1』所示的電源為反激型拓撲，但應用於該隔離型電源的該控制電路101的電源系統並不限於反激型拓撲，本技術領域中具有通常知識者能夠理解，任何存在主開關管與同步整流管共通風險的隔離型電源拓撲，例如單端正激、雙管正激、有源鉗位正激、諧振半橋LLC、諧振全橋LLC、相移全橋等，均可適配本發明實施例所示的該隔離型電源的該控制電路101。

【0043】如『圖1』所示，該隔離型電源的該控制電路101接收該隔離型電源系統100的一輸出電壓 $V_{OUT}$ 的一回饋訊號 $V_{FB}$ ，並根據該輸出電壓 $V_{OUT}$ 的該回饋訊號 $V_{FB}$ 得出一原邊開關管 $Q1$ 的一應開通時刻 $K1$ (參『圖5A』)，同時接收該隔離型電源系統100的一副邊繞組 $S1$ 上的一電壓訊號 $V_{Forw}$ 並根據該副邊繞組 $S1$ 的該電壓訊號 $V_{Forw}$ 得出一副邊同步整流管 $SR$ 的一關斷時刻 $K2$ (參『圖5A』)。在此處和本申請中，“該原邊開關管 $Q1$ 的該應開通時刻 $K1$ ”意為僅根據該隔離型電源系統100的回饋控制環路的設計原理，利用該輸出電壓 $V_{OUT}$ 的該回饋訊號 $V_{FB}$ 和其他可能的回饋參數例如輸出電流回饋訊號，以及內部時鐘訊號和/或回饋回路補償所得出的應當使該原邊開關管 $Q1$ 開通的時刻。“得出該原邊開關管 $Q1$ 的該應開通時刻 $K1$ ”的方式可能是生成的某一訊號中直接包含有該應開通時刻 $K1$ 的資訊，也可能是某一訊號中包含的時刻資訊通過特定運算，例如加上或減去一個特定的時間偏置，能夠得出該應開通時刻 $K1$ 的值。“該副邊繞組 $S1$ 上的電壓”為該副邊繞組 $S1$ 上非固定電位端的電壓，即該副邊同步整流管 $SR$ 與該

補充修正日期：2022年10月14日

副邊繞組S1的公共連接端上的電壓。“該副邊繞組S1上的該電壓訊號V\_Forw”一詞定義為能夠表徵該副邊繞組S1上電壓的訊號，例如，該副邊繞組S1上的電壓經過一分壓器後形成的訊號，或者直接採樣自該副邊繞組S1上非固定電位端的訊號。該應開通時刻K1和該關斷時刻K2是針對每個開關工作週期而言的，在多個開關工作週期中會產生多個該應開通時刻K1和該關斷時刻K2。在『圖1』所示的實施例中，該副邊同步整流管SR連接於該副邊繞組S1和一副邊參考地SGND之間，此時該副邊繞組S1的同名端直接提供該輸出電壓VOUT，穩態下該輸出電壓VOUT不變，因此為固定電位端，該副邊繞組S1的異名端連接到該副邊同步整流管SR，異名端上的電壓即為該副邊繞組S1上的電壓。在其他實施例中，該副邊同步整流管SR也可以連接到『圖1』所示的該副邊繞組S1同該隔離型電源系統100的輸出端之間，此時同名端上的電壓即為該副邊繞組S1上的電壓。

【0044】該控制電路101進一步根據該原邊開關管Q1的該應開通時刻K1和該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2，得出該原邊開關管Q1的實際開通時刻並生成該原邊開關管Q1的一控制訊號PSC，其中當該原邊開關管Q1的該應開通時刻K1晚於該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2時，使該原邊開關管Q1的實際開通時刻對應於該應開通時刻K1，當該原邊開關管Q1的該應開通時刻K1早於該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2時，延遲該原邊開關管Q1的實際開通時刻至不早於該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2。

【0045】該控制電路101獨立決定該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2，不依賴於對該原邊開關管Q1導通的檢測，之後把該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2作為決定該原邊開關管Q1的實際開通時刻的依據，從而無需對該原邊開關管Q1的該控制訊號PSC進行延時即可達到防止穿通目的。在沒

補充修正日期：2022 年 10 月 14 日

有穿通風險的環境下，例如當該隔離型電源處於斷續電感電流

（Discontinuous Conduction Mode，DCM）的工作模式下時，或者處於穩態的連續電感電流（Continuous Conduction Mode，CCM）的工作模式時，該原邊開關管Q1可以在該控制電路101中該原邊開關管Q1的控制回饋環路自身的回饋控制運算作用下選擇該應開通時刻K1來決定該原邊開關管Q1的實際開通時刻而不附加任何額外的延遲處理，使得回饋響應和電路性能不受到防穿通設計的影響，同時，在該隔離型電源工作於存在穿通風險的條件下，例如當處於連續電感電流（CCM）的工作模式下突然發生負載跳變時，該原邊開關管Q1可以只在有確定穿通風險的情況下，等待該副邊同步整流管SR關斷之後再行開啟，不僅杜絕了穿通的可能性，同時由於該控制電路101只在確定發生穿通風險較高的個別週期，才以較為精確的方式介入並修正該原邊開關管Q1的開通時刻，也將對回饋回應性能的影響控制在較小的幅度。

【0046】在圖示實施例中，該隔離型電源的該控制電路101為該隔離型電源的副邊控制器，用於整體接入該隔離型電源系統100的該副邊側。

【0047】在一個實施例中，該原邊開關管Q1的該控制訊號PSC可以為一個電平訊號，例如可以上升沿提示開通該原邊開關管Q1。進一步的，該原邊開關管Q1的該控制訊號PSC可以還包含該原邊開關管Q1的一關斷時刻資訊，例如以下降沿提示關斷該原邊開關管Q1，從而使該原邊開關管Q1的該控制訊號PSC包含了控制該原邊開關管Q1開通和關斷的所有資訊，以控制該原邊開關管Q1的開通和關斷。

【0048】同樣，在圖示實施例中，該控制電路101還可以進一步輸出該副邊同步整流管SR的一驅動訊號SRG，用於驅動該副邊同步整流管SR的開通和

補充修正日期：2022年10月14日

關閉。該副邊同步整流管SR的該驅動訊號SRG可根據該副邊繞組S1的該電壓訊號V\_Forw生成。具體控制該副邊同步整流管SR的方式和電路結構將在後文中進行更進一步的說明。

【0049】圖示實施例中，該隔離型電源系統100還包括有一原邊控制器105和一感測電路106，其中該原邊控制器105位於原邊側，接收該原邊開關管Q1的該控制訊號PSC，並根據該原邊開關管Q1的該控制訊號PSC內所包含的該原邊開關管Q1的開通時刻資訊來生成該原邊開關管Q1的一驅動訊號PSG。當該原邊開關管Q1的該控制訊號PSC同時還包含有該原邊開關管Q1的關斷時刻資訊時，該原邊控制器105可直接利用該原邊開關管Q1的該控制訊號PSC來生成該原邊開關管Q1的該驅動訊號PSG。當該原邊開關管Q1的該控制訊號PSC僅包括該原邊開關管Q1的開通時刻資訊時，該原邊控制器105可結合其他合適的回饋訊號，例如檢測該原邊開關管Q1電流的訊號或檢測該原邊開關管Q1漏極的退磁訊號來決定該原邊開關管Q1的一關斷時刻。對本領域普通技術人員而言，可依據具體的需求和回饋特點進行設計，以使用合適的訊號決定該原邊開關管Q1的該關斷時刻，本發明對此不做限制。

【0050】該感測電路106用於感測該副邊側的該輸出電壓VOUT，生成該回饋訊號VFB。圖示實施例中，該感測電路106可位於該控制電路101之外，由獨立元件組成。在其他實施例中，該感測電路106也可和該控制電路101一起集成於一個晶片(die)或晶片(chip)內。常見的該感測電路106可包括電阻分壓器等，為本領域技術人員所熟知，故不再贅述。

【0051】『圖2』示出了根據本發明一個實施例的該控制電路101的結構示意圖。該控制電路101包括：一副邊控制訊號產生器102，用於接收該隔離

補充修正日期：2022年10月14日

型電源的該副邊繞組S1上的該電壓訊號V\_Forw，生成一副邊開關管控制訊號SRoff，其中該副邊開關管控制訊號SRoff包含有該副邊同步整流管SR的關斷時刻資訊，該副邊同步整流管SR的關斷時刻資訊用於控制使該副邊同步整流管SR關斷。本領域普通技術人員能夠理解，該副邊開關管控制訊號SRoff並不必然用於驅動該副邊同步整流管SR。在一些實施例中，該副邊開關管控制訊號SRoff可以直接作為該副邊同步整流管SR的該驅動訊號SRG，作用於該副邊同步整流管SR的柵極使之關斷。在另一些實施例中，該副邊開關管控制訊號SRoff也可以作為中間訊號，間接用於生成最終驅動該副邊同步整流管SR的該驅動訊號SRG。在又一些實施例中，該副邊開關管控制訊號SRoff還可能並不直接或間接生成最終驅動該副邊同步整流管SR的該驅動訊號SRG，在這些實施例中，該副邊開關管控制訊號SRoff可能與最終驅動該副邊同步整流管SR的該驅動訊號SRG具有共同的源訊號，該源訊號包含了該副邊同步整流管SR的關斷時刻資訊或者包含了可以計算該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2的全部參量。在該副邊開關管控制訊號SRoff早於該驅動訊號SRG產生時，該副邊開關管控制訊號SRoff所提示的該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2為理論上的關斷時刻，可能會略早於該副邊同步整流管SR的實際關斷時刻，但無論副邊開關控制訊號SRoff與最終驅動該副邊同步整流管SR的該驅動訊號SRG關係為何，只要該副邊開關管控制訊號SRoff中包含有該副邊同步整流管SR的關斷時刻資訊，即能夠實現本發明之目的。

【0052】該副邊控制訊號產生器102可以採用現有技術中任何常見的獨立控制方式來根據接收到的該隔離型電源的該副邊繞組S1上的該電壓訊號V\_Forw設定該副邊同步整流管SR的關斷，這樣該副邊控制訊號產生器102

補充修正日期：2022 年 10 月 14 日

的關斷不依賴該原邊開關管Q1的導通檢測。如背景技術所言，通常情況下，本領域普通技術人員能夠根據現有技術選擇合適的方案和參數，使得當工作於穩態時，該副邊控制訊號產生器102能夠基本保證在沒有額外設計防穿通措施或防炸機措施的情況下也能避免該副邊同步整流管SR和該原邊開關管Q1發生共通。並且，在該隔離型電源系統100工作於斷續電感電流模式（DCM）下時，該副邊控制訊號產生器102能夠在電感電流歸零後將該副邊同步整流管SR關斷，以防止因該副邊同步整流管SR的繼續開通而發生過零後的振盪。然而上述設計並不足以有效防止穿通和炸機。有關該副邊控制訊號產生器102將在後文進行更為詳細的描述。

【0053】該控制電路101進一步包括一原邊控制訊號產生器103，用於接收該副邊開關管控制訊號SRoff和該隔離型電源的該輸出電壓VOUT的該回饋訊號VFB，以生成該原邊開關管Q1的該控制訊號PSC並提示該原邊開關管Q1的開通時刻，其中，該原邊控制訊號產生器103基於該副邊開關管控制訊號SRoff以確定一第二開通時刻，該第二開通時刻即定義為該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2。該原邊控制訊號產生器103同時基於該隔離型電源的該輸出電壓VOUT的該回饋訊號VFB以確定一第一開通時刻，該第一開通時刻即定義為該原邊開關管Q1的該應開通時刻K1。該原邊控制訊號產生器103進一步基於該第二開通時刻和該第一開通時刻中較晚的時刻，來確定該原邊開關管Q1的實際開通時刻，以生成該原邊開關管Q1的該控制訊號PSC。

【0054】同樣需要說明的是，理論上，該第二開通時刻會與生成該副邊開關管控制訊號SRoff時所提示的該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2完全相同，但在實際應用中，該副邊開關管控制訊號SRoff在自該副邊控制訊號

補充修正日期：2022年10月14日

產生器102傳輸到該原邊控制訊號產生器103令該第一開通時刻與該第二開通時刻比較的過程中可能會因為實際設計和走線需要出現延遲，使得用於比較的該第二開通時刻同生成該副邊開關管控制訊號SRoff時所提示的該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2存在些微的差異，由於該延遲比較微小可以忽略，故在這種情況下仍然認為該第二開通時刻即為該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2。

【0055】進一步如『圖2』所示，在一個實施例中，該控制電路101為該副邊控制器102，整體接入該副邊側，並進一步包括一原邊控制訊號發送電路104，用於接收該原邊開關管Q1的該控制訊號PSC，並將該原邊開關管Q1的該控制訊號PSC調製後自該副邊側發送至該原邊側。具體的，該原邊控制訊號發送電路104可以採用任何常見的原副邊隔離通信方式，例如採用光耦合、磁耦合或電容耦合傳輸，或採用開關鍵控（on-off keying，OOK）技術進行調製後生成脈衝的形式，來發送該原邊開關管Q1的該控制訊號PSC。

【0056】『圖3』示出了根據本發明一個實施例的該原邊控制訊號產生器103的結構示意圖。該原邊控制訊號產生器103可包括一原邊原始開通訊號產生器301和一原邊防穿通邏輯電路302。其中，該原邊原始開通訊號產生器301接收該隔離型電源系統100的該輸出電壓VOUT的該回饋訊號VFB，生成該原邊開關管Q1的一原始開通訊號PSO以提示該原邊開關管Q1的該應開通時刻K1作為該第一開通時刻。該原邊防穿通邏輯電路302接收該原邊開關管Q1的該原始開通訊號PSO和該副邊開關管控制訊號SRoff(生成該第二開通時刻)，當該第一開通時刻晚於該第二開通時刻時，基於該副邊開關管控制訊號SRoff生成該原邊開關管Q1的該控制訊號PSC，以使得該原邊開關管Q1當前週期的該應開通時刻K1不早於該第二開通時刻。

補充修正日期：2022年10月14日

【0057】『圖4』示出了依據本發明一個實施例的該原邊控制訊號產生器103的具體結構示意圖。該原邊控制訊號產生器103採用了一恆定導通時間

(Constant On Time, COT) 的回饋控制方式來對該原邊開關管Q1進行控制。具體的，該原邊原始開通訊號產生器301可包括一第一比較模組CMP1，該第一比較模組CMP1將該隔離型電源的該輸出電壓VOUT的該回饋訊號VFB與一第一基準值Vref1進行比較，當該隔離型電源的該輸出電壓VOUT的該回饋訊號VFB降至該第一基準值Vref1時，生成該原邊開關管Q1的該原始開通訊號PSO，提示將該時刻作為該原邊開關管Q1的該應開通時刻K1。

【0058】在『圖4』所示實施例中，該副邊開關管控制訊號SRoff是一個電平訊號，此時，該原邊防穿通邏輯電路302包括一第一邏輯門，接收該原始開通訊號PSO和該副邊開關管控制訊號SRoff，在該原邊開關管Q1的該原始開通訊號PSO已提示應開通該原邊開關管Q1，且該副邊開關管控制訊號SRoff提示該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2已到來時，於輸出端輸出一個該原邊開關管Q1開通時刻訊號PON提示該原邊開關管Q1的開通時刻到來。在圖示實施例中，該第一邏輯門為一第一及閘AND1，具有兩輸入端和一輸出端，其中一第一輸入端接收該原邊開關管Q1的該原始開通訊號PSO，一第二輸入端接收該副邊開關管控制訊號SRoff的反相訊號，該輸出端輸出該原邊開關管Q1的一開通時刻訊號PON，該原邊開關管Q1的該開通時刻訊號PON也包含有該原邊開關管Q1的開通時刻資訊。在一些實施例中，該原邊開關管Q1的該開通時刻訊號PON可直接作為該原邊開關管Q1的該控制訊號PSC。

【0059】在另一些實施中，該原邊開關管Q1的該開通時刻訊號PON作為生成該原邊開關管Q1的該控制訊號PSC的依據。如『圖4』所示，該原邊控制

補充修正日期：2022年10月14日

訊號產生器103進一步包括：一第一觸發器RS1，具有一置位端S，一復位端R和一輸出端Q，其中，該置位端S接收該原邊開關管Q1的該開通時刻訊號PON，該輸出端Q輸出該原邊開關管Q1的該控制訊號PSC。

【0060】『圖4』所示的實施例進一步包括一原邊導通時間計時器Timer1，該輸出端Q連接到該第一觸發器RS1的復位端R，根據該原邊開關管Q1的開通時刻資訊開始計時，在經歷一預設時間Tonp後向該第一觸發器RS1的復位端R輸出復位訊號。該預設時間Tonp即作為該原邊開關管Q1的導通時間。此處，任何包含有該原邊開關管Q1的開通時刻資訊的訊號均可用於實現觸發該原邊導通時間計時器Timer1開始計時。例如，該原邊導通時間計時器Timer1可以如『圖4』所示，在其輸入端接收該原邊開關管Q1的該控制訊號PSC來獲取該原邊開關管Q1的開通時刻資訊。該原邊導通時間計時器Timer1也可以直接接收該原邊開關管Q1的開通時刻訊號PON來獲取該原邊開關管Q1的開通時刻資訊。

【0061】『圖5A』和『圖5B』示出了根據『圖4』所示實施例的該原邊控制訊號產生器103的工作波形圖，下面將以『圖4』和『圖5A』、『圖5B』為例對該原邊控制訊號產生器103的工作原理進行說明。『圖5A』為該隔離型電源系統100工作於連續電流模式（CCM）下的工作波形圖。為方便敘述，此處和下文中將原邊電流Ip和副邊電流Is合併至同一波形中，以“電感電流”統稱，本領域技術人員能夠理解“電感電流”一詞在圖示實施例的意義並非真實存在的電流，而是原邊電流Ip和副邊電流Is波形的組合。同時，在此處和下文關於波形圖的解釋時，為方便解說，假設該副邊同步整流管SR的導通時間能夠隨負載變化而調整。在T1時刻之前，該負載107平均電流為I1，該隔離型電源系統100處於穩態下，工作條件理想，僅依靠該原邊

補充修正日期：2022 年 10 月 14 日

開關管Q1的恆定導通時間型反饋回路設計就能夠在該原邊開關管Q1和該副邊同步整流管SR之間建立恰當的一死區時間Tdead以防止共通。此時，當該回饋訊號VFB低於該第一基準值Vref1使該原始開通訊號PSO為高時，該副邊同步整流管SR已經關斷，該副邊開關管控制訊號SRoff為低，反相到該第一及閘AND1輸出為高電平，置位該第一觸發器RS1。該第一觸發器RS1輸出該控制訊號PSC為高電平，提示該原邊開關管Q1開通，同時該原邊導通時間計時器Timer1開始計時，電感電流上升，該回饋訊號VFB隨之上升。當該原邊導通時間計時器Timer1計時該預設時間Tonp完成後，該第一觸發器RS1被復位，該控制訊號PSC為低電平關斷，該副邊同步整流管SR導通開始續流，電感電流下降，該回饋訊號VFB隨之下降。整個過程中，該副邊開關管控制訊號SRoff不會對該原邊開關管Q1的導通時刻產生影響，該原邊開關管Q1的理論導通時刻即為該應開通時刻K1，該原邊開關管Q1的最終實際導通時刻也僅取決於該控制訊號PSC傳輸形成該驅動訊號PSG使得該原邊開關管Q1開通的固有延遲，而沒有添加任何額外延遲，回饋性能優異。當T1時刻到來時，該負載107平均電流由I1上升跳變至I2，此時該隔離型電源系統100進入瞬態回應階段。由於該負載107電流上升，該回饋訊號VFB迅速跌落到該第一基準值Vref1的水準，該原始開通訊號PSO跳變為高，但此時該副邊同步整流管SR在獨立控制作用下尚未關斷，該副邊開關管控制訊號SRoff仍然為高，反相為低電平，此時該第一及閘AND1輸出低電平，直到該副邊同步整流管SR到達該關斷時刻K2，該副邊開關管控制訊號SRoff變低後，該第一及閘AND1方才輸出高電平使該控制訊號PSC跳為高電平，使該原邊開關管Q1開通，防止了可能的穿通炸機問題。當瞬態回

補充修正日期：2022年10月14日

應結束，穩態重新建立後，該原邊控制訊號產生器103又回到了T1時刻之前的狀態，該副邊開關管控制訊號SRoff不再對該控制訊號PSC產生實際影響。

【0062】『圖5B』為該隔離型電源系統100工作於斷續電流模式（DCM）下的工作波形圖。在斷續電感電流模式（DCM）下，該副邊同步整流管SR會在電感電流歸零後關斷以防止振盪，此時該副邊開關管控制訊號SRoff會同步變低。這樣，不論該隔離型電源系統100位於穩態還是因負載電流跳變位於瞬態，由於零電流區間存在，該副邊開關管控制訊號SRoff一定早於該回饋訊號VFB跌落到該第一基準值Vref1之前就已變低，因此，該副邊開關管控制訊號SRoff完全不會影響到斷續電流模式（DCM）下的該控制訊號PSC的生成，該原邊開關管Q1的理論開通時刻也為該應開通時刻K1，這樣在斷續電感電流模式（DCM）下，該原邊開關管Q1的最終實際導通時刻也僅取決於該控制訊號PSC傳輸形成驅動訊號PSG使得該原邊開關管Q1開通的固有延遲，而沒有添加任何額外延遲，回饋性能優異。

【0063】『圖6』示出了根據本發明另一實施例的該原邊控制訊號產生器103的具體結構示意圖。相比『圖4』所示的實施例，『圖6』所示實施例的不同之處在於該副邊開關管控制訊號SRoff為一個脈衝訊號。此時，該原邊防穿通邏輯電路額外包括一第一鎖存器Latch1，接收並鎖存該副邊開關管控制訊號SRoff，輸出一鎖存訊號SRL。圖示實施例中，該第一鎖存器Latch1為一RS觸發器。對應的，應用為該第一邏輯門的該第一及閘AND1的兩輸入端分別接收該原邊開關管Q1的該原始開通訊號PSO和該鎖存訊號SRL，該第一及閘AND1輸出該原邊開關管Q1開通時刻訊號PON。

【0064】進一步的，該第一觸發器RS1所輸出的該原邊開關管Q1的該控制訊號PSC進一步提供給該第一鎖存器Latch1，用於根據該原邊開關管Q1的

補充修正日期：2022 年 10 月 14 日

開通時刻資訊重置該第一鎖存器Latch1。同樣的，復位該第一鎖存器Latch1的訊號並不限於該原邊開關管Q1的該控制訊號PSC，只要訊號包含有該原邊開關管Q1的開通時刻資訊即可。

【0065】儘管『圖4』和『圖6』所示的實施例採用了恆定導通時間（COT）的回饋控制方式，但本領域普通技術人員能夠理解，該原邊控制訊號產生器103可以採用現有技術中任何基於該輸出電壓VOUT的該回饋訊號VFB而適於控制該原邊開關管Q1的回饋控制方式，而並不局限於恆定導通時間（COT）控制。例如，『圖7』就示出了根據本發明又一實施例的該原邊控制訊號產生器103的結構示意圖。在該原邊控制訊號產生器103中，該副邊開關管控制訊號SRoff用於提示是否使能該原邊控制訊號產生器103，該第二開通時刻為該副邊開關管控制訊號SRoff提示使能所述該原邊控制訊號產生器103的時刻。

【0066】具體的，『圖7』所示的該原邊控制訊號產生器103包括：一第一誤差放大器701和一振盪器702。該第一誤差放大器701將該隔離型電源的該輸出電壓VOUT的該回饋訊號VFB與一第二基準值VREF2進行誤差放大處理，輸出一誤差放大訊號EA。該振盪器702接收該誤差放大訊號EA和該副邊開關管控制訊號SRoff，生成一方波訊號作為該原邊開關管Q1的該控制訊號PSC，其中，該方波訊號的頻率由該誤差放大訊號EA決定，該方波訊號的上升沿或下降沿提示該原邊開關管Q1的該應開通時刻K1，當該振盪器702根據該誤差放大訊號EA所設定的當前頻率設定判斷該方波訊號的邊沿應到來，而該副邊開關管控制訊號SRoff尚未提示使能時，該振盪器702將該方波訊號的上升沿或下降沿延遲到不早於該副邊開關管控制訊號SRoff提示使能的該關斷時刻K2。

補充修正日期：2022年10月14日

【0067】在一些實施例中，該振盪器702根據當前頻率設定判斷該方波訊號的邊沿應到來的時刻為該第一開通時刻，並在該第一開通時刻時檢測一使能訊號EN是否使能（即檢測該副邊開關管控制訊號SRoff是否使能）。『圖8』示出了依據其中一個實施例的該振盪器702的結構示意圖。該振盪器702包括：一頻率設定電流源721，依據該誤差放大訊號EA生成一頻率設定電流IFREQ；一頻率設定電容C1，第一端接收該頻率設定電流IFREQ，第二端接一參考地SGND；一放電支路722，圖示實施例中，包括串聯的一放電控制開關Q3和一放電電阻R1，連接到該頻率設定電容C1的兩端，其中該放電控制開關Q3由該使能訊號EN控制；一第一滯環反相器723，輸入端連接到該頻率設定電容C1的第一端；一第二滯環反相器724，輸入端連接到該第一滯環反相器723的輸出端；一使能反或閘725，第一輸入端接收該副邊開關管控制訊號SRoff，第二輸入端連接到該第一滯環反相器723的輸出端，輸出端輸出該使能訊號EN；以及一第二及閘AND2，第一輸入端連接到該第二滯環反相器724的輸出端，第二輸入端接收反相後的該副邊開關管控制訊號SRoff，輸出端輸出該原邊開關管Q1的該控制訊號PSC。

【0068】該放電支路722並不限於圖示實施例中採用串聯的該放電控制開關Q3和該放電電阻R1的結構，例如，在其他實施例中，可以採用一個放電電流源來代替該放電電阻R1。該放電支路722由該使能訊號EN控制開始或停止放電，能夠使該放電支路722與該頻率設定電容C1一起組成具有一電容時間常數的放電回路。在某些實施例中，可通過調整該放電電阻R1的阻值或者調整放電電流源的電流大小，對電容時間常數進行調整，使得該放電支路722根據不同的需要獲得不同的放電時間，最終影響該原邊開關管Q1的該控制訊號PSC所對應的該原邊開關管Q1的導通時間。

補充修正日期：2022年10月14日

【0069】『圖9』為『圖8』所示實施例的該振盪器702工作波形圖。下面將結合『圖8』和『圖9』對該振盪器702的工作原理進行說明。為易於解釋，此處將該第一滯環反相器723的上閾值設為VCC電位，下閾值設定為SGND電位。同時，假設該副邊開關管控制訊號SRoff同時包含有該副邊同步整流管SR的開通時刻資訊和關斷時刻資訊，且該副邊同步整流管SR的導通時間可變。在穩態下（即T1時刻之前的工作週期中），自上一工作週期該原邊開關管Q1的導通時刻開始，該頻率設定電流源721依據該誤差放大訊號EA設置該頻率設定電流IFREQ，對該頻率設定電容C1充電。此時，該頻率設定電容C1兩端電壓VC1逐漸上升，當該頻率設定電容C1兩端電壓VC1到達該第一滯環反相器723的上閾值VCC之後，該第一滯環反相器723輸出的一訊號PS1變為低電平訊號，且該第二滯環反相器724輸出一高電平的訊號PS2，該些訊號PS1和PS2提示該原邊開關管Q1的該應開通時刻K1（即該第一開通時刻）。同時，由於該副邊開關管控制訊號SRoff在穩態下，該應開通時刻K1已經變低，因此該使能訊號EN在該應開通時刻K1變高將該放電支路722打開，該放電支路722開始對該頻率設定電容C1進行放電。在該放電支路722的該放電電阻R1的作用下，經過一放電時間Tdis後，該頻率設定電容C1兩端電壓VC1到達該第一滯環反相器723的下閾值SGND，此時，該第二滯環反相器724輸出一低電平訊號，通過該第二及閘AND2使該控制訊號PSC跳變為低電平。另一方面，該第一滯環反相器723通過輸出一高電平訊號到該使能反或閘725，使該使能訊號EN跳變為低電平，該頻率設定電流IFREQ重新開始對該頻率設定電容C1充電。這樣，該放電時間Tdis即為該原邊開關管Q1的導通時間（該預設時間Tonp）。當T1時刻之後的工作週期中，負載電流發生跳變時，反映到該誤差放大訊號EA上導致該頻率設定

補充修正日期：2022年10月14日

電流 $I_{FREQ}$ 增大，該頻率設定電容 $C1$ 兩端電壓 $V_{C1}$ 穩態下更早到達該第一滯環反相器723的上閾值 $V_{CC}$ ，此時該第一滯環反相器723翻轉為低電平提示該原邊開關管 $Q1$ 的該應開通時刻 $K1$ ，但此時該副邊開關管控制訊號 $SR_{off}$ 尚未提示該副邊同步整流管 $SR$ 關閉，因此，該使能訊號 $EN$ 在該使能反或閘725的作用下不發生改變，該控制訊號 $PSC$ 在該第二及閘 $AND2$ 的作用下也不發生改變。最終，等到該副邊開關管控制訊號 $SR_{off}$ 提示該副邊同步整流管 $SR$ 的該關斷時刻 $K2$ （即第二開通時刻），該控制訊號 $PSC$ 才變高提示該原邊開關管 $Q1$ 的導通時刻到來。這樣也就有效避免了該原邊開關管 $Q1$ 同該副邊同步整流管 $SR$ 發生共通。

【0070】在另一些實施例中，該振盪器702根據當前頻率設定判斷方波訊號的邊沿應到來的時刻為該第一開通時刻，並在該第一開通時刻之前檢測該使能訊號 $EN$ 是否使能（即該副邊開關管控制訊號 $SR_{off}$ 是否使能），這樣可以進一步防止極端情況下的該原邊開關管 $Q1$ 與該副邊同步整流管 $SR$ 發生共通。『圖10』示出了依據其中一個實施例的該振盪器702的電路結構示意圖。相比『圖8』所示的實施例，『圖10』所示的實施例採用一邊沿檢測電路824取代了『圖8』實施例中的該第二滯環反相器724和該第二及閘 $AND2$ 。如『圖10』所示，該邊沿檢測電路824的輸入端連接該第一滯環反相器723的輸出端，用於檢測上升沿，該邊沿檢測電路824的輸出端輸出該原邊開關管 $Q1$ 的該控制訊號 $PSC$ 。

【0071】儘管該邊沿檢測電路824在『圖10』所示實施例中所檢測的是該第一滯環反相器723所輸出的該訊號 $PS1$ 的上升沿，但在其他實施例中，該邊沿檢測電路824也可以採用檢測下降沿的方式來確定該原邊開關管 $Q1$ 的該控制訊號 $PSC$ 。在採用檢測該訊號 $PS1$ 下降沿的方式確定該控制訊號 $PSC$

補充修正日期：2022 年 10 月 14 日

時，實際也是在該第一開通時刻到來的同時檢驗該使能訊號EN是否使能。進一步的，根據實際需要，可通過變換用於檢測訊號和選擇上下邊沿檢測模式，來實現對該使能訊號EN的檢測時點的調整，滿足不同的可靠性需要。

【0072】『圖11』為『圖10』所示實施例的工作波形圖，在該頻率設定電容C1被放電至兩端電壓VC1跌落至下閾值SGND時，該第一滯環反相器723由低電平變為高電平，該訊號PS1形成上升沿，該邊沿檢測電路824輸出一單觸發脈衝作為該原邊開關管Q1的該控制訊號PSC，提示該原邊開關管Q1的開通時刻到來。當該頻率設定電流IFREQ對該頻率設定電容C1充電，該頻率設定電容C1充電至該第一滯環反相器723的上閾值VCC時，該第一滯環反相器723輸出自高電平翻轉為低電平即出現下降沿，傳輸到該使能反或閘725與該副邊開關管控制訊號SRoff進行比較。穩態下，該副邊開關管控制訊號SRoff提示該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2早於該第一滯環反相器723輸出的該訊號PS1的下降沿（即K1-Tdis），使得該放電控制開關Q3導通，該頻率設定電容C1開始放電。在經歷該放電時間Tdis之後，該頻率設定電容C1兩端電壓VC1到達下閾值（該參考地SGND），該第一滯環反相器723輸出的該訊號PS1出現上升沿到達該應開通時刻K1，且被該邊沿檢測電路824檢測到之後，形成該控制訊號PSC提示該原邊開關管Q1的導通時刻到來。而在發生瞬態回應的情況下，如『圖8』的實施例所述，該第一滯環反相器723的下降沿會提前到來，此時，下降沿（即K1-Tdis）較該副邊開關管控制訊號SRoff所提示的該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2要早，使得該使能反或閘725輸出的該使能訊號EN仍然為低，該放電控制開關Q3維持關斷狀態。此時該頻率設定電容C1兩端電壓VC1維持在VCC電位。此時，該訊號PS1上升沿本應在該應開通時刻K1（即該訊號PS1出現下

補充修正日期：2022年10月14日

降沿的時刻)加上該放電時間 $T_{dis}$ 之後到來,但由於該訊號PS1上升沿實際沒有到來,該應開通時刻K1在此情況下並無實際訊號表徵,僅採用該訊號PS1下降沿時刻加上該放電時間 $T_{dis}$ 表示。同時該邊沿檢測電路824並未輸出脈衝來開通該原邊開關管Q1開通。直到該副邊開關管控制訊號SRoff提示該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2到來時,該使能訊號EN方才使能該放電支路722,在經歷該放電時間 $T_{dis}$ 之後(即 $K2+T_{dis}$ ),該第一滯環反相器723輸出端的上升沿到來,該邊沿檢測電路824輸出脈衝訊號作為該控制訊號PSC,提示該原邊開關管Q1的導通時刻,此時導通時刻為 $K2+T_{dis}$ 。

【0073】在『圖10』所示實施例中,該原邊開關管Q1的該應開通時刻K1(即該第一開通時刻)為該第一滯環反相器723輸出的訊號PS1的下降沿到來時刻加上該放電時間 $T_{dis}$ 。此時該放電時間 $T_{dis}$ 為判斷緩衝,當該第一滯環反相器723輸出的該訊號PS1的下降沿(即 $K1-T_{dis}$ )到來時刻早於該副邊開關管控制訊號SRoff所提示的該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2時,即認為該原邊開關管Q1的該應開通時刻K1會晚於該關斷時刻K2,該原邊開關管Q1和該副邊同步整流管SR存在穿通可能性。該放電時間 $T_{dis}$ 的設置進一步提高了判斷可靠性。此時,不同於『圖8』所示的實施例中該放電時間 $T_{dis}$ 作為該原邊開關管Q1的導通時間 $T_{onp}$ 的設置,『圖10』所示實施例中的該放電時間 $T_{dis}$ 不會影響該原邊開關管Q1的導通時間 $T_{onp}$ ,該原邊開關管Q1的導通時間 $T_{onp}$ 可以如圖所示由該邊沿檢測電路824的輸出脈衝寬度決定。該邊沿檢測電路824的輸出脈衝也可以僅僅只決定該原邊開關管Q1的導通時刻,而由其他合適的機制例如計時或者該原邊開關管Q1峰值電流檢測等方式生成該導通時間 $T_{onp}$ ,而仍然在本發明請求項限定的範圍之內。

補充修正日期：2022年10月14日

【0074】接下來對該副邊控制訊號產生器102進行說明，在一個實施例中，該副邊控制訊號產生器102也採用恆定導通時間（COT）的控制模式。該副邊控制訊號產生器102接收該副邊繞組S1上的該電壓訊號V\_Forw，在該副邊繞組S1上的該電壓訊號V\_Forw與一第三基準值VREF3相同時，提示該副邊同步整流管SR開通並開始計時，在經過一第一預計時間Tson後，生成該副邊開關管控制訊號SRoff提示該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2。該第一預計時間Tson可以為一個固定值或可變值。在一些實施例中，該副邊控制訊號產生器102還可進一步根據該副邊繞組S1上的該電壓訊號V\_Forw確定該副邊側的電感電流是否過零從而進入零電流區間，在進入零電流區間時，無論該第一預計時間Tson是否完成計時均生成該副邊開關管控制訊號SRoff提示該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2。這樣，該副邊開關管控制訊號SRoff能夠同時兼顧連續電流模式（CCM）和斷續電流模式（DCM）工况，在連續電流模式（CCM）採用恆定導通時間（COT）的控制模式進行關斷，在斷續電流模式（DCM）時當電感電流過零時及時進行關斷。

【0075】如前所述，該副邊開關管控制訊號SRoff可以進一步包括該副邊同步整流管SR的開通時刻資訊，使得該副邊開關管控制訊號SRoff能夠作為一副邊開關管的該驅動訊號SRG，直接用於驅動該副邊同步整流管SR，或依據該副邊開關管控制訊號SRoff生成該副邊同步整流管SR的該驅動訊號SRG。

【0076】在應用恆定導通時間（COT）模式進行控制時，在一個實施例中，該副邊開關管控制訊號SRoff所包含的該副邊同步整流管SR的開通時刻資訊還可以用於提示該副邊同步整流管SR的開通以開始計時。

補充修正日期：2022年10月14日

【0077】『圖12』示出了依據本發明一個實施例的該副邊控制訊號產生器102的結構示意圖。該副邊控制訊號產生器102包括有一第二比較器CMP2、一第二觸發器RS2和一副邊控制計時器Timer2。其中，該第二比較器CMP2具有一第一輸入端，一第二輸入端和一輸出端，該第一輸入端接收該副邊繞組S1上的該電壓訊號V\_Forw，該第二輸入端接收該第三基準值VREF3，輸出端輸出一訊號CMP\_S。該第二觸發器RS2具有一置位端S2，一復位端R2和一輸出端Q2，其中，該第二觸發器RS2的該置位端S2連接該第二比較器CMP2的輸出端。該副邊控制計時器Timer2具有計時開始端和計時結果輸出端，其中，計時開始端在提示該副邊同步整流管SR開通後開始計時，經該第一預計時間Tson後，計時結果輸出端將一計時結果輸出到該第二觸發器RS2的該復位端R2。

【0078】在圖示實施例中，採用了該第二觸發器RS2該輸出端Q2輸出的一訊號SRP，接入到該副邊控制計時器Timer2的計時開始端，用於提示該副邊同步整流管SR開通以開始計時。

【0079】在另一個實施例中，可以採用該第二比較器CMP2輸出端輸出的該訊號CMP\_S用於提示該副邊同步整流管SR開通，以開始計時。此時，該第二比較器CMP2輸出端輸出的該訊號CMP\_S直接接到該副邊控制計時器Timer2的計時開始端。

【0080】如前所述，任何包含有該副邊同步整流管SR的關斷時刻資訊的訊號均可作為該副邊開關管控制訊號SRoff，例如，一個實施例中該第二觸發器RS2的該輸出端Q2輸出的該訊號SRP可以作為該副邊開關管控制訊號SRoff。

補充修正日期：2022 年 10 月 14 日

【0081】在另一實施例中，該副邊控制計時器Timer2在計時結果輸出端的輸出訊號SRPoff可以作為該副邊開關管控制訊號SRoff，此時，計時結果輸出端的輸出訊號可以為一單脈衝訊號。

【0082】圖示實施例中，該副邊控制訊號產生器102進一步包括：一第三及閘AND3，具有兩輸入端和一輸出端，兩輸入端分別連接到該第二比較器CMP2的輸出端和該第二觸發器RS2的該輸出端Q2。在圖示實施例中，該第三及閘AND3輸出端的輸出的一訊號SRC作為該副邊開關管控制訊號SRoff。當該隔離型電源工作於連續電流模式（CCM）下時，在該副邊同步整流管SR開通之後，該電壓訊號V\_Forw約等於副邊地電位，始終小於該第三基準值VREF3，此時該第二比較器CMP2輸出高電平到該第三及閘AND3輸入端，該第三及閘AND3的輸出單純取決於該第二觸發器RS2的該輸出端Q2，即計時結果決定該第三及閘AND3的輸出。而當該隔離型電源工作於斷續電流模式（DCM）下時，如果該副邊控制計時器Timer2的計時還未到該第一預計時間Tson而電感電流過零，則副邊會發生震盪使得該電壓訊號V\_Forw跳變到大於該第三基準值VREF3，此時該第二比較器CMP2輸出低電平使得該第三及閘AND3的輸出立即變低，提示關斷該副邊同步整流管SR。

【0083】進一步的，該副邊控制訊號產生器102可以產生該副邊同步整流管SR的該驅動訊號SRG，在圖示實施例中，該訊號SRC等於該驅動訊號SRG。在其他實施例中，該驅動訊號SRG也可以由該訊號SRC來間接生成。

【0084】圖示實施例中，為使穩態下該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2更加準確，使該死區時間Tdead接近最優以提高效率，並使得在大部分負載條件和工況下，該原邊開關管Q1都能根據該應開通時刻K1進行開通，提高

補充修正日期：2022年10月14日

瞬態回應能力，該副邊控制訊號產生器102進一步包括一同步整流時間預測電路1201，用於對該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2進行預測，以可變地生成該第一預計時間Tson。該同步整流時間預測電路1201的輸出端輸出該第一預計時間Tson的資訊到該副邊控制計時器Timer2，該第一預計時間Tson代表該副邊同步整流管SR的導通時間。本領域技術人員能夠理解，任何可以對該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2（或通過預測該副邊同步整流管SR的導通時間實現該關斷時刻K2的預測）的預測方案均可應用於此處。而有關如何對該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2進行預測，現有技術中已經存在相關方案，例如，圖示實施例中，該同步整流時間預測電路1201的輸入端可以接收該副邊繞組S1上的該電壓訊號V\_Forw，根據該副邊繞組S1上的該電壓訊號V\_Forw生成該第一預計時間Tson，在該副邊同步整流管SR開通且經歷該第一預計時間Tson後，即到達該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2。又例如，在其他實施例中，該第一預計時間Tson可以經由時間預測電路接收該訊號CMP\_S獲得當前開關頻率，根據當前開關頻率來生成。具體的演算法此處不再贅述。

【0085】『圖13』示出了根據本發明又一實施例的該隔離型電源的該控制電路101的具體結構示意圖。相比『圖2』所示的實施例，該隔離型電源的該控制電路101進一步包括：一第一延遲電路1301，該第一延遲電路1301用於延遲關斷該副邊同步整流管SR以減小該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2同該原邊開關管Q1導通時刻的間隔，其中，該第一延遲電路1301不延遲該副邊開關管控制訊號SRoff所提示的該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2。在圖示實施例中，該第一延遲電路1301接收該第三及閘AND3輸出端輸出的該訊號SRC並將其進行延遲後，作為該副邊同步整流管SR的

補充修正日期：2022年10月14日

該驅動訊號SRG，且在該訊號SRC同時作為該副邊開關管控制訊號SRoff時，此時該副邊開關管控制訊號SRoff提示的該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2早於該副邊同步整流管SR的實際關斷時刻，這樣設置的延遲可以部分抵消由於該原邊開關管Q1的該控制訊號PSC生成傳遞到原邊使該原邊開關管Q1實際開通過程中所產生的延時，進一步優化該死區時間Tdead並提高效率。

【0086】本領域普通技術人員能夠理解，在其他實施例中，該第一延遲電路1301的位置可以不同於『圖13』所示，只要該第一延遲電路1301不延遲該副邊開關管控制訊號SRoff所提示的該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2，而僅延遲該副邊同步整流管SR的實際關斷時刻即可。

【0087】進一步的，如『圖14』所示，在又一實施例中，該第一延遲電路1301的延遲時間可調，該控制電路101進一步包括一瞬態判斷電路1302。該瞬態判斷電路1302判斷該隔離型電源是否發生負載跳變，當該瞬態判斷電路1302判斷發生負載跳變時，向該第一延遲電路1301輸出的一瞬態訊號減小該第一延遲電路1301的延遲時間。

【0088】當穩態情況下，該原邊開關管Q1的實際導通時刻主要由該原邊開關管Q1的該應開通時刻K1決定，此時該死區時間Tdead為該控制訊號PSC的提示時刻與該副邊開關管控制訊號SRoff的提示時刻之差，加上該控制訊號PSC傳遞到該原邊側最終開通主開關管的延遲，減去該第一延遲電路1301的延遲，該死區時間Tdead的安全餘量較大，使得可以調製得較為理想來提高效率。而在發生負載跳變的過程中，該原邊開關管Q1可能相比穩態下會發生提前導通，該控制訊號PSC的提示時刻基本等於該副邊開關管控制訊號SRoff的提示時刻，此時如果延續穩態下的延遲參數，可能導致穿通

補充修正日期：2022年10月14日

風險加劇，而在判斷瞬態時減小該第一延遲電路1301的延遲時間，可以為瞬態工況留出更多的安全餘量，同時由於瞬態工況相比於穩態，出現頻率較低，因此也不會過分犧牲效率。

【0089】關於該瞬態判斷電路1302的判斷演算法，現有技術中已存在相關說明，因此此處不再贅述。

【0090】『圖15』示出了根據本發明再一實施例的該控制電路101的具體結構示意圖，相比於『圖13』所示實施例，該第一延遲電路1301的延遲時間可調整，該控制電路101進一步包括一死區時間偵測電路1303。其中該死區時間偵測電路1303用於計算上一工作週期的死區時間，並將計算出的死區時間與一死區時間基準 $T_{ref\_D}$ 進行比較，當計算出的死區時間小於該死區時間基準 $T_{ref\_D}$ 時，該死區時間偵測電路1303調節以減小該第一延遲電路1301的延遲時間，當計算出的死區時間大於該死區時間基準 $T_{ref\_D}$ 時，該死區時間偵測電路1303調節以增大該第一延遲電路1301的延遲時間。這樣，通過該死區時間偵測電路1303的及時回應，可以保證死區時間始終位於目標區間，以最大限度的優化效率。

【0091】關於如何偵測死區時間，現有技術中已經有相應的設計方案，本發明在此不再贅述。本領域技術人員能夠理解，任何能夠偵測死區時間的方式，都能夠應用於『圖15』所示實施例中，從而獲得相應的效果。

【0092】『圖16』示出了依據本發明另一實施例的該控制電路101的架構示意圖。『圖16』所示的該控制電路101同樣適於應用到『圖1』所示的實施例中。其中，為避免重複描述，上文在說明『圖2』至『圖15』所示相關實施例過程中已經描述過，並且本領域普通技術人員能夠容易地以相同的方式應用於『圖16』所示實施例中的方案 and 技術特徵將不再重複描述，但仍

補充修正日期：2022年10月14日

然為本發明所公開實施例的一部分。相比於『圖2』所示的實施例，『圖16』所示實施例的該副邊控制訊號產生器102接收該隔離型電源的該副邊繞組S1上電壓的訊號V\_Forw，生成的訊號為該副邊同步整流管SR的該驅動訊號SRG用於控制使該副邊同步整流管SR開通和關斷。進一步該控制電路101還包括了一副邊開關管關斷檢測器1604，耦接該隔離型電源的該副邊側，用於在該副邊同步整流管SR已經關斷時，產生一關斷確認訊號SRD。該原邊控制訊號產生器103則用於接收該關斷確認訊號SRD和該隔離型電源的該輸出電壓VOUT的該回饋訊號VFB，以生成該原邊開關管Q1的該控制訊號PSC提示該原邊開關管Q1的開通時刻，其中，該原邊控制訊號產生器103基於該關斷確認訊號SRD以確定該第一開通時刻，並基於該隔離型電源的該輸出電壓VOUT的該回饋訊號VFB以確定該第二開通時刻。該原邊控制訊號產生器103進一步基於該第二開通時刻和該第一開通時刻中較晚的時刻，確定該原邊開關管Q1的開通時刻，以生成該原邊開關管Q1的該控制訊號PSC。

【0093】由於在確定該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2到最終生成該驅動訊號SRG之間可能存在較長的延時，以及該驅動訊號SRG使得該副邊同步整流管SR關斷也存在關斷延時，因此，通過檢測該副邊同步整流管SR已經關斷而生成該關斷確認訊號SRD，用於確認該第二開通時刻，要比使用該副邊開關管控制訊號SRoff確認該第二開通時刻具有更高的可靠性，適用於在需要特別高可靠性的場合。

【0094】如『圖17A』所示，在一個實施例中，該副邊開關管關斷檢測器1604接收該隔離型電源的該副邊繞組S1上的該電壓訊號V\_Forw，分別與一第一關斷基準值VREFD1（對應於續流期間該副邊同步整流管SR導通後的

補充修正日期：2022年10月14日

該副邊繞組S1上的電壓值)和一第二關斷基準值VREFD2(對應於該副邊同步整流管SR關斷後寄生的體二極體導通時的該副邊繞組S1上的電壓值)進行比較,然後將比較結果經由邏輯門(例如一及閘AND4)進行邏輯判斷,輸出該關斷確認訊號SRD。當判斷該副邊繞組S1上的該電壓訊號V\_Forw,自該第一關斷基準值VREFD1跌落至該第二關斷基準值VREFD2後,判斷該副邊同步整流管SR已關斷,並生成該關斷確認訊號SRD。

【0095】如『圖17B』所示,在另一個實施例中,該副邊開關管關斷檢測器1604包括一電流感測電路1721,接收並輸出一表徵流過該副邊同步整流管SR的電流感測訊號Isense,以及一電流過零邊沿檢測電路1722,接收該電流感測訊號Isense,當該電流感測訊號Isense提示該副邊同步整流管SR上的電流迎來下降沿過零時,判斷該副邊同步整流管SR關斷並生成該關斷確認訊號SRD。

【0096】本領域普通技術人員能夠理解,對該副邊同步整流管SR的關斷檢測的方式以及該副邊開關管關斷檢測器1604的結構並不限於『圖17A』和『圖17B』所描述的兩個實施例,上述實施例是示例性而非限制性的,在其他實施例中,可以採用任何其他適於檢測該副邊同步整流管SR關斷的電路來作為該副邊開關管關斷檢測器1604而仍在本發明請求項限定範圍之內。

【0097】『圖18』示出了依據本發明一個實施例的應用於『圖16』的該控制電路101中的該原邊控制訊號產生器103的結構示意圖,相比於『圖3』所示實施例,該原邊防穿通邏輯電路302接收的訊號變為該原始開通訊號PRO和該關斷確認訊號SRD,其中該關斷確認訊號SRD所提示的該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2作為第二開通時刻。這樣,當該第一開通時刻早於

補充修正日期：2022年10月14日

該第二開通時刻時，基於該關斷確認訊號SRD來生成該原邊開關管Q1的該控制訊號PSC，使得該原邊開關管Q1的開通時刻不早於第二開通時刻。

【0098】『圖19』對應示出了依據一個實施例中的該原邊控制訊號產生器103的具體結構圖，其中，該關斷確認訊號SRD是一個電平訊號。相比於『圖4』所示實施例，區別在於應用為該第一邏輯門的該第一及閘AND1的輸入端分別輸入該原邊開關管Q1的該原始開通訊號PSO和該關斷確認訊號SRD，輸出端輸出該原邊開關管Q1的該開通時刻訊號PON，該原邊開關管Q1的該開通時刻訊號PON包含有該原邊開關管Q1的開通時刻資訊。

【0099】『圖20』對應示出了依據另一實施例中的該原邊控制訊號產生器103的具體結構圖。其中，該關斷確認訊號SRD是一個脈衝訊號。相比『圖6』所示實施例，區別在於該原邊防穿通邏輯電路中鎖存器接收和鎖存的是該關斷確認訊號SRD，以輸出一鎖存訊號SRL。

【0100】『圖21』示出了根據本發明又一實施例的該原邊控制訊號產生器103的結構示意圖。其中，相比於『圖7』所示實施例的區別在於，該原邊控制訊號產生器103採用了該關斷確認訊號SRD來提示是否使能該原邊控制訊號產生器103，該第一開通時刻為該關斷確認訊號SRD提示使能該原邊控制訊號產生器103的時刻。

【0101】具體的，『圖21』所示的該原邊控制訊號產生器103相比『圖7』所示的實施例的主要區別是對該振盪器702的使能採用了該關斷確認訊號SRD。當該振盪器702根據當前頻率設定判斷該方波訊號的邊沿應到來，而該關斷確認訊號SRD尚未提示使能時，該振盪器702將該方波訊號的上升沿或下降沿延遲到不早於該關斷確認訊號SRD提示使能的時刻。

補充修正日期：2022年10月14日

【0102】在一個實施例中，該振盪器702根據當前頻率設定判斷該方波訊號的邊沿應到來的時刻該第一開通時刻，且在該第一開通時刻到來時檢驗該使能訊號EN是否使能。『圖22』示出了一個適用於『圖21』所示該原邊控制訊號產生器103的該振盪器702的結構示意圖。相比『圖8』所示的實施例，主要區別在於該使能反或閘725的第一輸入端接收該關斷確認訊號SRD，第二輸入端連接到該第一滯環反相器723的輸出端，輸出端輸出該使能訊號EN。該第二及閘AND2的第一輸入端連接到該第二滯環反相器724的輸出端，第二輸入端接收反相後的該關斷確認訊號SRD，輸出端輸出該原邊開關管Q1的該控制訊號PSC。

【0103】在另一實施例中，該振盪器702根據所述當前頻率設定判斷該方波訊號的邊沿應到來的時刻為該第一開通時刻，且在該第一開通時刻到來之前檢驗該使能訊號EN是否使能。『圖23』示出了另一個適用於『圖21』所示該原邊控制訊號產生器103的該振盪器702的結構示意圖。相比『圖10』所示實施例，主要區別在於該使能反或閘725的第一輸入端接收該關斷確認訊號SRD，第二輸入端連接到該第一滯環反相器723的輸出端，輸出端輸出該使能訊號EN。

【0104】在應用該關斷確認訊號SRD後，該副邊控制訊號產生器102可專注於產生該副邊同步整流管SR的該驅動訊號SRG。例如，當採用恆定導通時間（COT）的控制模式時，該副邊控制訊號產生器102依然接收該副邊繞組S1上的該電壓訊號V\_Forw，在該副邊繞組S1上的該電壓訊號V\_Forw與該第三基準值VREF3相同時，提示該副邊同步整流管SR開通時刻到來並開始計時，在經過該第一預計時間Tson後，提示該副邊同步整流管SR的該關斷

補充修正日期：2022年10月14日

時刻K2，並根據該副邊同步整流管SR的開通和關斷時刻生成該副邊同步整流管SR的該驅動訊號SRG。

【0105】該副邊控制訊號產生器102可以直接使用『圖12』所示的實施例中的結構來適配於『圖16』所示的該控制電路101。其中該第二比較器CMP2的輸出端或該第二觸發器RS2的該輸出端Q2輸出訊號包含該副邊同步整流管SR的開通時刻資訊，可用於提示計時開始，最終該副邊同步整流管SR的該驅動訊號SRG可以由該第三及閘AND3輸出，在沒有該第三及閘AND3的情況下，也可以由該第二觸發器RS2的該輸出端Q2輸出。

【0106】同樣的，該副邊控制訊號產生器102也可以直接使用『圖15』所示的結構來適配於『圖16』所示的該控制電路101。關於『圖15』增加的該同步整流時間預測電路前文已經有描述，此處不再贅述。

【0107】『圖24』示出了依據本發明又一實施例的一種控制該隔離型電源的控制方法2400的流程圖。該方法包括如下步驟：

【0108】步驟2401：接收該隔離型電源系統100的該輸出電壓VO<sub>UT</sub>的該回饋訊號VFB並根據該輸出電壓VO<sub>UT</sub>的該回饋訊號VFB得出該原邊開關管Q1的該應開通時刻K1；

【0109】步驟2402：接收該隔離型電源系統100的該副邊繞組S1的該電壓訊號V<sub>Forw</sub>並根據該副邊繞組S1的該電壓訊號V<sub>Forw</sub>得出該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2；

【0110】步驟2403：根據該原邊開關管Q1的該應開通時刻K1和該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2，得出該原邊開關管Q1的實際開通時刻並生成該原邊開關管Q1的該控制訊號PSC；

補充修正日期：2022 年 10 月 14 日

【0111】其中當該原邊開關管Q1的該應開通時刻K1晚於該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2時，使該原邊開關管Q1的實際開通時刻對應於該應開通時刻K1，當該原邊開關管Q1的該應開通時刻K1早於該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2時，延遲該原邊開關管Q1的實際開通時刻至不早於該副邊同步整流管SR的該關斷時刻K2。

【0112】以上對根據本發明實施例的控制方法及步驟的描述僅為示例性的，並不用於對本發明進行限定。另外，一些公知的控制步驟及所用控制參數等並未給出或者並未詳細描述，以使本發明清楚、簡明且便於理解。發明所屬技術領域的技術人員應該理解，以上對根據本發明各實施例的控制方法及步驟的描述中所述使用的步驟編號並不用於表示各步驟的絕對先後順序，這些步驟並不按照步驟編號順序實現，而可能採用不同的順序實現，也可能同時並列地實現，並不僅僅局限於所描述的實施例。

【0113】雖然已參照幾個典型實施例描述了本發明，但應當理解，所用的術語是說明和示例性、而非限制性的術語。由於本發明能夠以多種形式具體實施而不脫離發明的精神或實質，所以應當理解，上述實施例不限於任何前述的細節，而應在隨附權利要求所限定的精神和範圍內廣泛地解釋，因此落入請求項或其等效範圍內的全部變化和改型都應為附屬請求項所涵蓋。

#### 【符號說明】

##### 【0114】

100：隔離型電源系統

101：控制電路

102：副邊控制訊號產生器

- 103：原邊控制訊號產生器
- 104：原邊控制訊號發送電路
- 105：原邊控制器
- 106：感測電路
- 107：負載
- 301：原邊原始開通訊號產生器
- 302：原邊防穿通邏輯電路
- 701：第一誤差放大器
- 702：振盪器
- 721：頻率設定電流源
- 722：放電支路
- 723：第一滯環反相器
- 724：第二滯環反相器
- 725：使能反或閘
- 824：邊沿檢測電路
- 1201：同步整流時間預測電路
- 1301：第一延遲電路
- 1302：瞬態判斷電路
- 1303：死區時間偵測電路
- 1604：副邊開關管關斷檢測器
- 1721：電流感測電路
- 1722：電流過零邊沿檢測電路
- 2400：控制方法

2401、2402、2403：步驟

RB：整流橋

T1：隔離變壓器

P1：原邊繞組

Q1：原邊開關管

S1：副邊繞組

SR：副邊同步整流管

Cin：輸入電容

Cout：輸出濾波電容

CR：吸收電路

CMP1：第一比較模組

CMP2：第二比較器

AND1：第一及閘

AND2：第二及閘

AND3：第三及閘

RS1：第一觸發器

RS2：第二觸發器

S、S2：置位端

R、R2：復位端

Q、Q2：輸出端

Timer1：原邊導通時間計時器

Timer2：副邊控制計時器

Latch1：第一鎖存器

C1：頻率設定電容  
Q3：放電控制開關  
R1：放電電阻  
K1：應開通時刻  
K2：關斷時刻  
Tonp：預設時間、導通時間  
Tdead：死區時間  
Tdis：放電時間  
Tson：第一預計時間  
Tref\_D：死區時間基準  
VOUT：輸出電壓  
Vref1：第一基準值  
VREF2：第二基準值  
VREF3：第三基準值  
Ip：原邊電流  
Is：副邊電流  
VC1：電壓  
VREFD1：第一關斷基準值  
VREFD2：第二關斷基準值  
Isense：電流感測訊號 VFB：回饋訊號  
PSC：控制訊號  
V\_Forw：電壓訊號  
SRoff：副邊開關管控制訊號

SRG：驅動訊號

PSG：驅動訊號

PSO：原始開通訊號

PON：開通時刻訊號

SRL：鎖存訊號

EA：誤差放大訊號

EN：使能訊號

IFREQ：頻率設定電流

SGND：參考地

PS1、PS2、CMP\_S、SR、SRC：訊號

SRPoff：輸出訊號

SRD：關斷確認訊號

補充修正日期：2022 年 10 月 14 日

**【發明申請專利範圍】****【請求項1】** 一種隔離型電源的控制電路，該控制電路包括：

一副邊控制訊號產生器，用於接收該隔離型電源的一副邊繞組上的一電壓訊號，生成一副邊開關管控制訊號，該副邊開關管控制訊號包含有一副邊同步整流管的一關斷時刻資訊，該副邊同步整流管的該關斷時刻資訊用於控制使該副邊同步整流管關斷；以及

一原邊控制訊號產生器，用於接收該副邊開關管控制訊號和該隔離型電源的一輸出電壓的一回饋訊號，以生成一原邊開關管控制訊號以提示一原邊開關管的一開通時刻，其中，該原邊控制訊號產生器基於該副邊開關管控制訊號以確定一第二開通時刻，該第二開通時刻為該副邊同步整流管的一關斷時刻，該原邊控制訊號產生器基於該隔離型電源的該輸出電壓的該回饋訊號以確定一第一開通時刻，該第一開通時刻為該原邊開關管的一應開通時刻，該原邊開通訊號產生器進一步基於該第二開通時刻和該第一開通時刻中較晚的時刻，確定該原邊開關管的該開通時刻，以生成該原邊開關管控制訊號。

**【請求項2】** 如請求項1的控制電路，其中，該原邊控制訊號產生器包括：

一原邊原始開通訊號產生器，接收該隔離型電源的該輸出電壓的該回饋訊號，生成該原邊開關管的一原始開通訊號以提示該原邊開關管的該應開通時刻作為該第一開通時刻；以及

一原邊防穿通邏輯電路，接收該原邊開關管的該原始開通訊號和該副邊開關管控制訊號，當該第二開通時刻晚於該第一開通時刻時，基於該副邊開關管控制訊號生成該原邊開關管控制訊號使得該原邊開關管當前週期的開通時刻不早於該第二開通時刻。

**【請求項3】** 如請求項2的控制電路，其中，該原邊原始開通訊號產生器包括：

補充修正日期：2022 年 10 月 14 日

一第一比較模組，將該隔離型電源的該輸出電壓的該回饋訊號同一第一基準值進行比較，當該隔離型電源的該輸出電壓的該回饋訊號降至該第一基準值時，生成該原邊開關管的該原始開通訊號。

【請求項4】 如請求項2的控制電路，其中，該副邊開關管控制訊號是一電平訊號，該原邊防穿通邏輯電路包括：

一第一邏輯門，具有一第一輸入端、一第二輸入端和一輸出端，其中該第一輸入端接收該原邊開關管的該原始開通訊號，該第二輸入端接收該副邊開關管控制訊號的一反相訊號，該輸出端在該原邊開關管的該原始開通訊號已提示應開通該原邊開關管，且該副邊開關管控制訊號提示該副邊同步整流管的該關斷時刻已到來時，該輸出端輸出一原邊開關管開通時刻訊號提示該原邊開關管的開通時刻到來。

【請求項5】 如請求項4的控制電路，其中，該原邊控制訊號產生器進一步包括：一第一觸發器，具有一置位端、一復位端和一輸出端，其中，該置位端接收該原邊開關管的該開通時刻訊號，該輸出端輸出該原邊開關管控制訊號；以及

一原邊導通時間計時器，具有一輸出端，該輸出端連接到該第一觸發器的該復位端，根據該原邊開關管的開通時刻資訊開始計時，在經歷一預設時間後向該第一觸發器的該復位端輸出一復位訊號。

【請求項6】 如請求項2的控制電路，其中，該副邊開關管控制訊號是一個脈衝訊號，該原邊防穿通邏輯電路包括：

一第一鎖存器，接收並鎖存該副邊開關管控制訊號，以及輸出一鎖存訊號；以及

補充修正日期：2022 年 10 月 14 日

一第一邏輯門，接收該原邊開關管的該原始開通訊號和該鎖存訊號，其中，在該原邊開關管的該原始開通訊號已提示應開通該原邊開關管，且該鎖存訊號提示該副邊同步整流管的該關斷時刻已到來時，自一輸出端輸出該原邊開關管的一開通時刻訊號提示該原邊開關管的開通時刻到來。

【請求項7】 如請求項6的控制電路，其中，該原邊控制訊號產生器進一步包括：

一第一觸發器，具有一置位端、一復位端和一輸出端，其中，該置位端接收該原邊開關管的該開通時刻訊號，該輸出端輸出該原邊開關管控制訊號，該原邊開關管控制訊號進一步輸入到該第一鎖存器，以根據該原邊開關管的該開通時刻資訊重置該第一鎖存器；以及

一原邊導通時間計時器，具有一輸出端，該輸出端連接到該第一觸發器的該復位端，根據該原邊開關管的該開通時刻資訊開始計時，在經歷一預設時間後向該第一觸發器的該復位端輸出一復位訊號。

【請求項8】 如請求項1的控制電路，其中，在該原邊控制訊號產生器中，該副邊開關管控制訊號用於提示是否使能該原邊控制訊號產生器，該第二開通時刻為該副邊開關管控制訊號提示可以使能該原邊控制訊號產生器的時刻，該原邊控制訊號產生器包括：

一第一誤差放大器，將該隔離型電源的該輸出電壓的該回饋訊號同一第二基準值進行誤差放大處理，輸出一誤差放大訊號；以及

一振盪器，接收該誤差放大訊號和該副邊開關管控制訊號，生成一方波訊號作為該原邊開關管控制訊號，其中，該方波訊號的頻率由該誤差放大訊號決定，該方波訊號的上升或下降邊沿提示下一週期該原邊開關管的開通時刻，該上升或下降邊沿在該副邊開關管控制訊號被檢測到提示使能期間輸

補充修正日期：2022 年 10 月 14 日

出，當該振盪器根據一當前頻率設定判斷該方波訊號的上升或下降邊沿應到來，而該副邊開關管控制訊號尚未被檢測到提示使能時，該振盪器將該方波訊號的上升沿或下降沿延遲到不早於該副邊開關管控制訊號提示使能的時刻。

【請求項9】 如請求項8的控制電路，其中，該振盪器根據該當前頻率設定判斷該方波訊號的上升或下降應到來的時刻為該第一開通時刻，且在該第一開通時刻到來時檢測該副邊開關管控制訊號是否提示使能。

【請求項10】 如請求項9的控制電路，其中，該振盪器包括：

一頻率設定電流源，依據該誤差放大訊號生成一個頻率設定電流；

一頻率設定電容，具有一第一端和一第二端，該第一端接收該頻率設定電流，該第二端連接一參考地；

一放電支路，與該頻率設定電容並聯，該放電支路由一使能訊號控制開始或停止放電，該放電支路與該頻率設定電容組成具有一電容時間常數的一放電回路；

一第一滯環反相器，具有一輸入端，該輸入端連接到該頻率設定電容的一第一端；

一第二反相器，具有一輸入端，該輸入端連接到該第一滯環反相器的一輸出端；

一使能反或閘，具有一第一輸入端、一第二輸入端、以及一輸出端，該第一輸入端接收該副邊開關管控制訊號，該第二輸入端連接到該第一滯環反相器的該輸出端，該輸出端輸出該使能訊號；以及

補充修正日期：2022 年 10 月 14 日

一第二及閘，具有一第一輸入端、一第二輸入端、以及一輸出端，該第一輸入端連接到該第二反相器的該輸出端，該第二輸入端接收反相後的該副邊開關管控制訊號，該輸出端輸出該原邊開關管控制訊號。

【請求項11】如請求項8的控制電路，其中，該振盪器根據該當前頻率設定判斷該方波訊號的上升或下降邊沿應到來的時刻為該第一開通時刻，並在該第一開通時刻之前檢測該副邊開關管控制訊號是否提示使能，該振盪器包括：

一頻率設定電流源，依據該誤差放大訊號生成一頻率設定電流；

一頻率設定電容，具有一第一端和一第二端，該第一端接收該頻率設定電流，該第二端連接一參考地；

一放電支路，與該頻率設定電容並聯，該放電支路由一使能訊號控制開始或停止放電，該放電支路與該頻率設定電容組成具有一電容時間常數的一放電回路；

一第一滯環反相器，具有一輸入端，該輸入端連接到該頻率設定電容的一第一端；

一邊沿檢測電路，具有一輸入端和一輸出端，該輸入端連接該第一滯環反相器的該輸出端，該輸出端輸出該原邊開關管控制訊號；以及

一使能反或閘，具有一第一輸入端、一第二輸入端、以及一輸出端，該第一輸入端接收該副邊開關管控制訊號，該第二輸入端連接到該第一滯環反相器的該輸出端，該輸出端輸出該使能訊號。

【請求項12】如請求項1的控制電路，其中，該副邊控制訊號產生器在一電感電流斷續模式下和一電感電流連續模式下生成該副邊開關管控制訊號的方式不同，在該電感電流斷續模式下，該副邊控制訊號產生器最晚在一副邊側入一

補充修正日期：2022 年 10 月 14 日

零電流區間時生成該副邊開關管控制訊號提示該副邊同步整流管的該關斷時刻。

【請求項13】如請求項1的控制電路，其中，該副邊控制訊號產生器接收該副邊繞組上的該電壓訊號，在該副邊繞組上的該電壓訊號與一第三基準值相同時，提示該副邊同步整流管開通並開始計時，在經過一第一預計時間後，生成該副邊開關管控制訊號提示該副邊同步整流管的該關斷時刻。

【請求項14】如請求項13的控制電路，其中，在該電感電流斷續模式下，該副邊控制訊號產生器進一步根據該副邊繞組上的該電壓訊號確定該副邊繞組是否進入一零電流區間，在該副邊進入該零電流區間時，無論該第一預計時間是否完成計時，均生成該副邊開關管控制訊號提示該副邊同步整流管的該關斷時刻。

【請求項15】如請求項13的控制電路，其中，該副邊控制訊號產生器包括：

一第二比較器，具有一第一輸入端、一第二輸入端和一輸出端，該第一輸入端接收該副邊繞組上的該電壓訊號，該第二輸入端接收該第三基準值；

一第二觸發器，具有一置位端、一復位端和一輸出端，其中，該置位端連接該第二比較器的該輸出端；以及

一副邊控制計時器，具有一計時開始端和一計時結果輸出端，其中，該計時開始端在提示該副邊同步整流管開通後開始計時，經該第一預計時間後，該計時結果輸出端將計時結果輸出到該第二觸發器的該復位端，該副邊控制計時器在該計時結果輸出端的一輸出訊號作為該副邊開關管控制訊號，該計時結果輸出端的該輸出訊號為一單脈衝訊號。

【請求項16】如請求項15的控制電路，該副邊控制訊號產生器進一步包括：

補充修正日期：2022 年 10 月 14 日

一第三及閘，具有兩輸入端和一輸出端，該兩輸入端分別連接到該第二比較器的該輸出端和該第二觸發器的該輸出端，該第三及閘的輸出端的一輸出訊號作為該副邊開關管控制訊號。

【請求項17】如請求項15的控制電路，進一步包括：

一同步整流時間預測電路，用於對該副邊同步整流管的該關斷時刻進行預測，從而可變地生成該第一預計時間作為該副邊同步整流管的一導通時間，該同步整流時間預測電路的一輸出端輸出該第一預計時間到該副邊控制計時器，該同步整流時間預測電路的一輸入端接收該副邊繞組上的該電壓訊號，根據該副邊繞組上的該電壓訊號生成該第一預計時間。

【請求項18】如請求項1的控制電路，其中，該控制電路進一步包括：

一第一延遲電路，用於延遲關斷該副邊開關管以減小該副邊開關管的該關斷時刻與該原邊開關管導通時刻的間隔，其中，該第一延遲電路不延遲該副邊開關管控制訊號所提示的該副邊開關管的該關斷時刻。

【請求項19】如請求項18的控制電路，其中，該第一延遲電路的一延遲時間可調整，該控制電路進一步包括一瞬態判斷電路，該瞬態判斷電路判斷該隔離型電源是否發生負載跳變，當該瞬態判斷電路判斷發生負載跳變時，向該第一延遲電路輸出一瞬態訊號以減小該第一延遲電路的該延遲時間。

【請求項20】如請求項18的控制電路，其中，該第一延遲電路的該延遲時間可調整，該控制電路進一步包括一死區時間偵測電路，用於計算上一工作週期的一死區時間，並將計算出的該死區時間與一死區時間基準進行比較，當計算出的該死區時間小於該死區時間基準值時，該死區時間偵測電路調節以減小該第一延遲電路的該延遲時間，當計算出的該死區時間大於該死區時間基準值時，該死區時間偵測電路調節以增大該第一延遲電路的該延遲時間。

補充修正日期：2022 年 10 月 14 日

【請求項21】 一種隔離型電源的控制電路，該控制電路包括：

一副邊驅動訊號產生器，用於接收該隔離型電源的一副邊繞組上的一電壓訊號，生成一副邊開關管驅動訊號該副邊開關管驅動訊號用於控制使一副邊同步整流管開通和關斷；

一副邊開關管關斷檢測器，耦接該隔離型電源的該副邊繞組，用於在該副邊同步整流管已經關斷時，產生一關斷確認訊號；以及

一原邊控制訊號產生器，用於接收該關斷確認訊號和該隔離型電源的一輸出電壓的一回饋訊號，以生成一原邊開關管控制訊號以提示一原邊開關管的一開通時刻，其中，該原邊控制訊號產生器基於該關斷確認訊號以確定一第二開通時刻，該第二開通時刻為確認該副邊同步整流管的一關斷時刻，該原邊控制訊號產生器基於該隔離型電源的該輸出電壓的該回饋訊號以確定一第一開通時刻，該第一開通時刻為該原邊開關管的一應開通時刻，該原邊開通訊號產生器進一步基於該第二開通時刻和該第一開通時刻中較晚的時刻，確定該原邊開關管的該開通時刻，以生成該原邊開關管控制訊號。

【請求項22】 如請求項1或21的控制電路，該控制電路為該隔離型電源的一副邊控制器，用於接入該隔離型電源的一副邊側。

【請求項23】 如請求項1或21的控制電路，其中，該控制電路進一步包括：一原邊控制訊號發送器，用於接收該原邊開關管控制訊號，並將該原邊開關管控制訊號調製後自該副邊側發送至一原邊側。

【請求項24】 如請求項1或21的控制電路，其中，該原邊開關管控制訊號還包含該原邊開關管的一關斷時刻資訊，以控制該原邊開關管的關斷。

【請求項25】 如請求項21的控制電路，其中，該副邊開關管關斷檢測器接收該隔離型電源的該副邊繞組上的該電壓訊號，將該副邊繞組上的該電壓訊號分

補充修正日期：2022 年 10 月 14 日

別與一對應於該副邊同步整流管導通後壓降的一第一關斷基準值和一對應於該副邊同步整流管關斷後寄生的體二極體壓降的一第二關斷基準值進行比較，將一比較結果經由一邏輯門進行邏輯判斷，並輸出該關斷確認訊號，其中，當該副邊繞組上的該電壓訊號自該第一關斷基準值跌落至該第二關斷基準值，判斷該副邊同步整流管已關斷，並生成該關斷確認訊號。

【請求項26】如請求項21的控制電路，其中，該副邊開關管關斷檢測器包括一電流感測電路，接收並輸出一表徵該副邊同步整流管上流過電流的電流感測訊號，以及一電流過零邊沿檢測電路，接收該電流感測訊號，當該電流感測訊號提示該副邊同步整流管上的電流過零時，判斷該副邊同步整流管關斷並生成該關斷確認訊號。

【請求項27】如請求項21的控制電路，其中該原邊控制訊號產生器包括：

一原邊原始開通訊號產生器，接收該隔離型電源的該輸出電壓的該回饋訊號，生成該原邊開關管的一原始開通訊號以提示該原邊開關管的該應開通時刻作為該第一開通時刻；以及

一原邊防穿通邏輯電路，接收該原邊開關管的該原始開通訊號和該關斷確認訊號，其中該關斷確認訊號所提示的該副邊同步整流管的該關斷時刻作為該第二開通時刻，當該第一開通時刻晚於該第二開通時刻時，基於該副邊開關管控制訊號生成該原邊開關管控制訊號，使得該原邊開關管當前週期的開通時刻不早於該第一開通時刻。

【請求項28】如請求項27的控制電路，其中，該關斷確認訊號是一電平訊號，該原邊防穿通邏輯電路包括：一第一邏輯電路，接收該原邊開關管的該原始開通訊號和該關斷確認訊號，在該原邊開關管的該原始開通訊號已提示應開

補充修正日期：2022 年 10 月 14 日

通該原邊開關管，且該關斷確認訊號提示該副邊同步整流管已經關斷時，自一輸出端輸出一原邊開關管開通時刻訊號提示該原邊開關管的開通時刻到來。

【請求項29】如請求項27的控制電路，其中，該關斷確認訊號是一脈衝訊號，該原邊防穿通邏輯電路包括：

一第一鎖存器，接收並鎖存該關斷確認訊號，以及輸出一鎖存訊號；以及

一第一邏輯門，接收該原邊開關管的該原始開通訊號和該鎖存訊號，其中，在該原邊開關管的該原始開通訊號已提示應開通該原邊開關管，且該鎖存訊號提示該副邊同步整流管的該關斷時刻已到來時，自一輸出端輸出一原邊開關管開通時刻訊號提示該原邊開關管的開通時刻到來。

【請求項30】如請求項21的控制電路，其中，在該原邊控制訊號產生器中，該關斷確認訊號用於提示是否使能該原邊控制訊號產生器，該第一開通時刻為該關斷確認訊號提示使能該原邊控制訊號產生器時，該原邊控制訊號產生器包括：

一第一誤差放大器，將該隔離型電源的該輸出電壓的該回饋訊號同一第二基準值進行誤差放大處理，輸出一誤差放大訊號；以及

一振盪器，接收該誤差放大訊號和該關斷確認訊號，生成一方波訊號作為該原邊開關管控制訊號，其中，該方波訊號的頻率由該誤差放大訊號決定，該方波訊號的上升或下降邊沿提示下一週期該原邊開關管的開通時刻，該上升或下降邊沿在該關斷確認訊號被檢測到提示使能期間輸出，當該振盪器根據一當前頻率設定判斷該方波訊號的上升或下降邊沿應到來，而該關斷確認訊號尚未被檢測到提示使能時，該振盪器將該方波訊號的上升沿或下降沿延遲到不早於該關斷確認訊號提示使能的時刻。

補充修正日期：2022 年 10 月 14 日

【請求項31】如請求項30的控制電路，其中，該振盪器根據該當前頻率設定判斷該方波訊號的上升或下降應到來的時刻為該第一開通時刻，且在該第一開通時刻到來時檢測該關斷確認訊號是否提示使能，該振盪器包括：

一頻率設定電流源，依據該誤差放大訊號生成一個頻率設定電流；

一頻率設定電容，具有一第一端和一第二端，該第一端接收該頻率設定電流，該第二端連接一參考地；

一放電支路，與該頻率設定電容並聯，該放電支路由一使能訊號控制開始或停止放電，該放電支路與該頻率設定電容組成具有一電容時間常數的一放電回路；

一第一滯環反相器，具有一輸入端，該輸入端連接到該頻率設定電容的一第一端；

一第二反相器，具有一輸入端，該輸入端連接到該第一滯環反相器的一輸出端；

一使能反或閘，具有一第一輸入端、一第二輸入端、以及一輸出端，該第一輸入端接收該關斷確認訊號，該第二輸入端連接到該第一滯環反相器的該輸出端，該輸出端輸出該使能訊號；

一第二及閘，具有一第一輸入端、一第二輸入端、以及一輸出端，該第一輸入端連接到該第二反相器的該輸出端，該第二輸入端接收反相後的該關斷確認訊號，所述，該輸出端輸出該原邊開關管控制訊號。

【請求項32】如請求項30的控制電路，其中，該振盪器根據該當前頻率設定判斷該方波訊號的上升或下降邊沿應到來的時刻為該第一開通時刻，並在該第一開通時刻之前檢測該關斷確認訊號是否提示使能，該振盪器包括：

一頻率設定電流源，依據該誤差放大訊號生成一頻率設定電流；

補充修正日期：2022 年 10 月 14 日

一頻率設定電容，具有一第一端和一第二端，該第一端接收該頻率設定電流，該第二端連接一參考地；

一放電支路，與該頻率設定電容並聯，該放電支路由一使能訊號控制開始或停止放電，該放電支路與該頻率設定電容組成具有一電容時間常數的一放電回路；

一第一滯環反相器，具有一輸入端，該輸入端連接到該頻率設定電容的一第一端；

一邊沿檢測電路，具有一輸入端和一輸出端，該輸入端連接該第一滯環反相器的該輸出端，該輸出端輸出該原邊開關管控制訊號；

一使能反或閘，具有一第一輸入端、一第二輸入端、以及一輸出端，該第一輸入端接收該關斷確認訊號，該第二輸入端連接到該第一滯環反相器的該輸出端，該輸出端輸出該使能訊號。

【請求項33】如請求項21的控制電路，其中，該副邊驅動訊號產生器在一電感電流斷續模式下和一電感電流連續模式下生成該副邊開關管驅動訊號的方式不同，在該電感電流斷續模式下，該副邊驅動訊號產生器最晚在該副邊繞組進入一零電流區間時生成該副邊開關管驅動訊號以關斷該副邊同步整流管。

【請求項34】如請求項21的控制電路，其中，該副邊驅動訊號產生器接收該副邊繞組上的該電壓訊號，在該副邊繞組上的該電壓訊號與一第三基準值相同時，提示該副邊同步整流管開通並開始計時，在經過一第一預計時間後，生成該副邊開關管控制訊號提示該副邊同步整流管的該關斷時刻，並根據該副邊同步整流管的該開通時刻和該關斷時刻生成該副邊同步整流管的該副邊開關管驅動訊號。

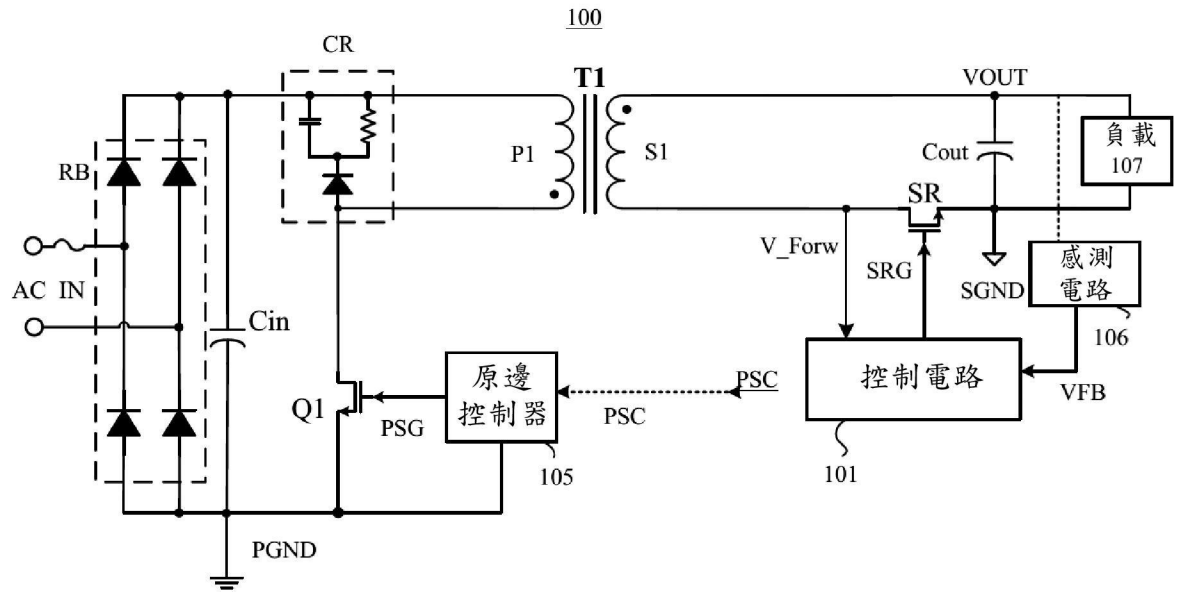


圖 1

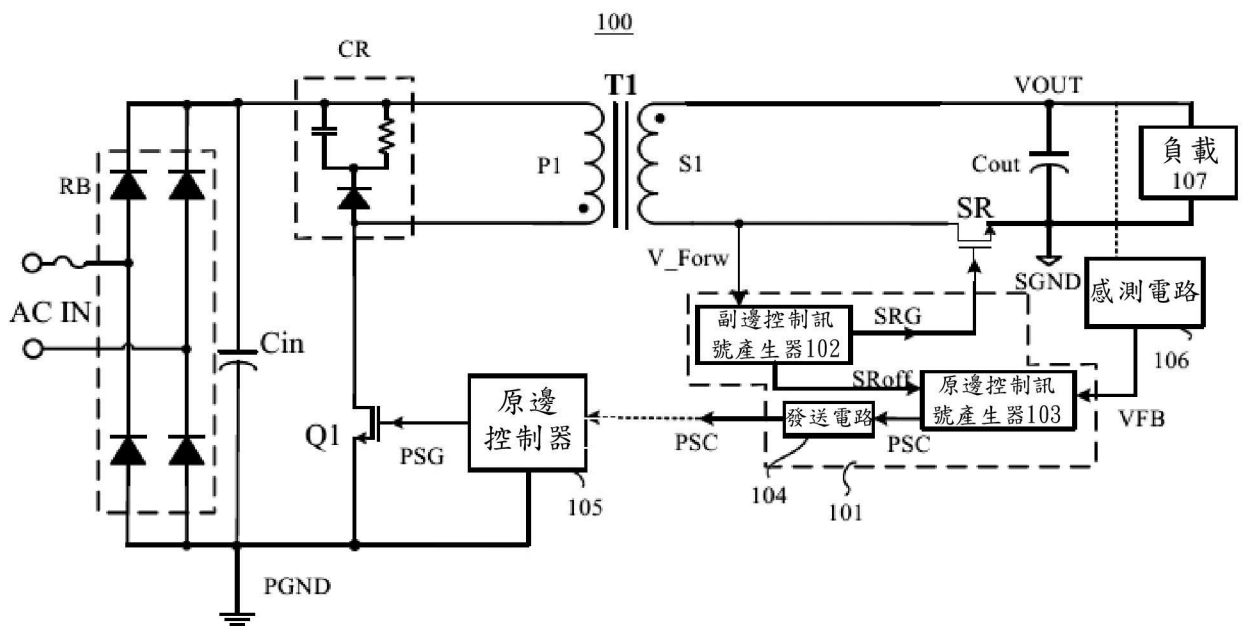


圖 2

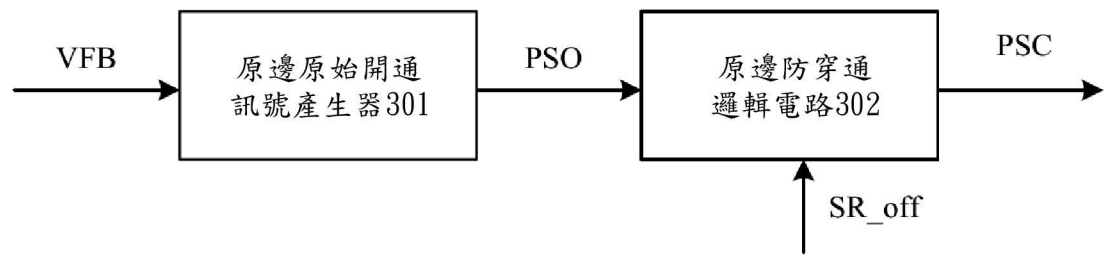


圖 3

103

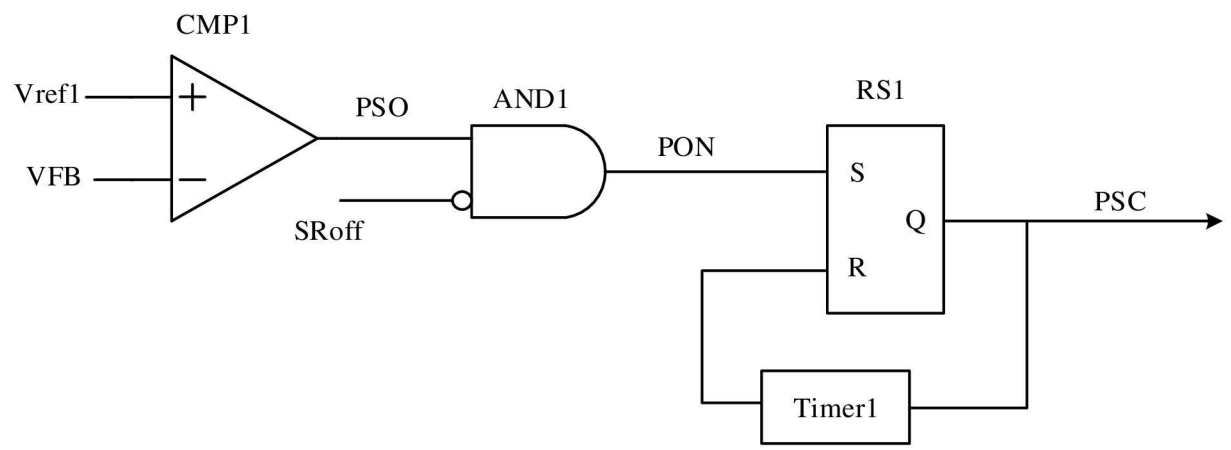


圖 4

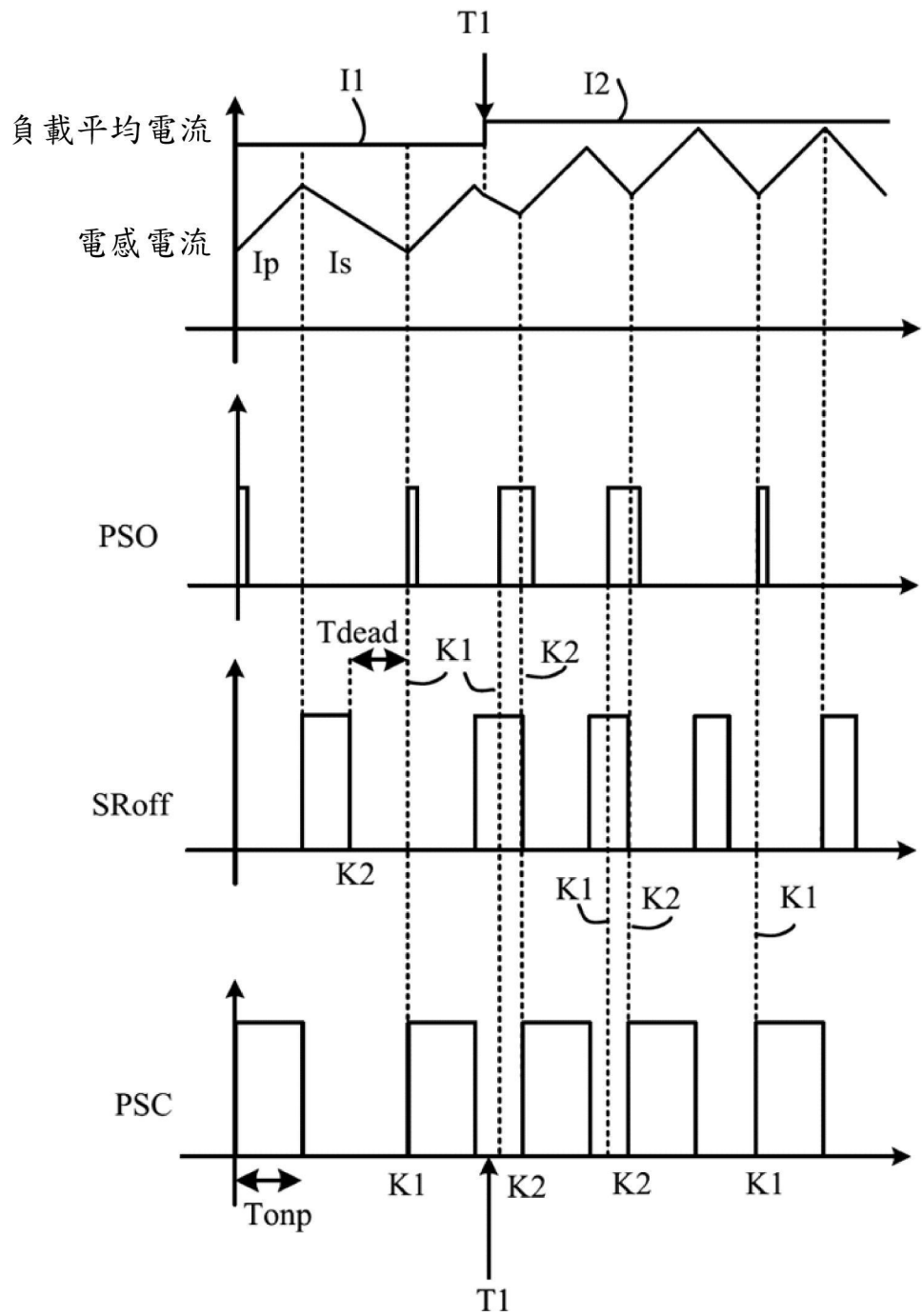


圖 5A

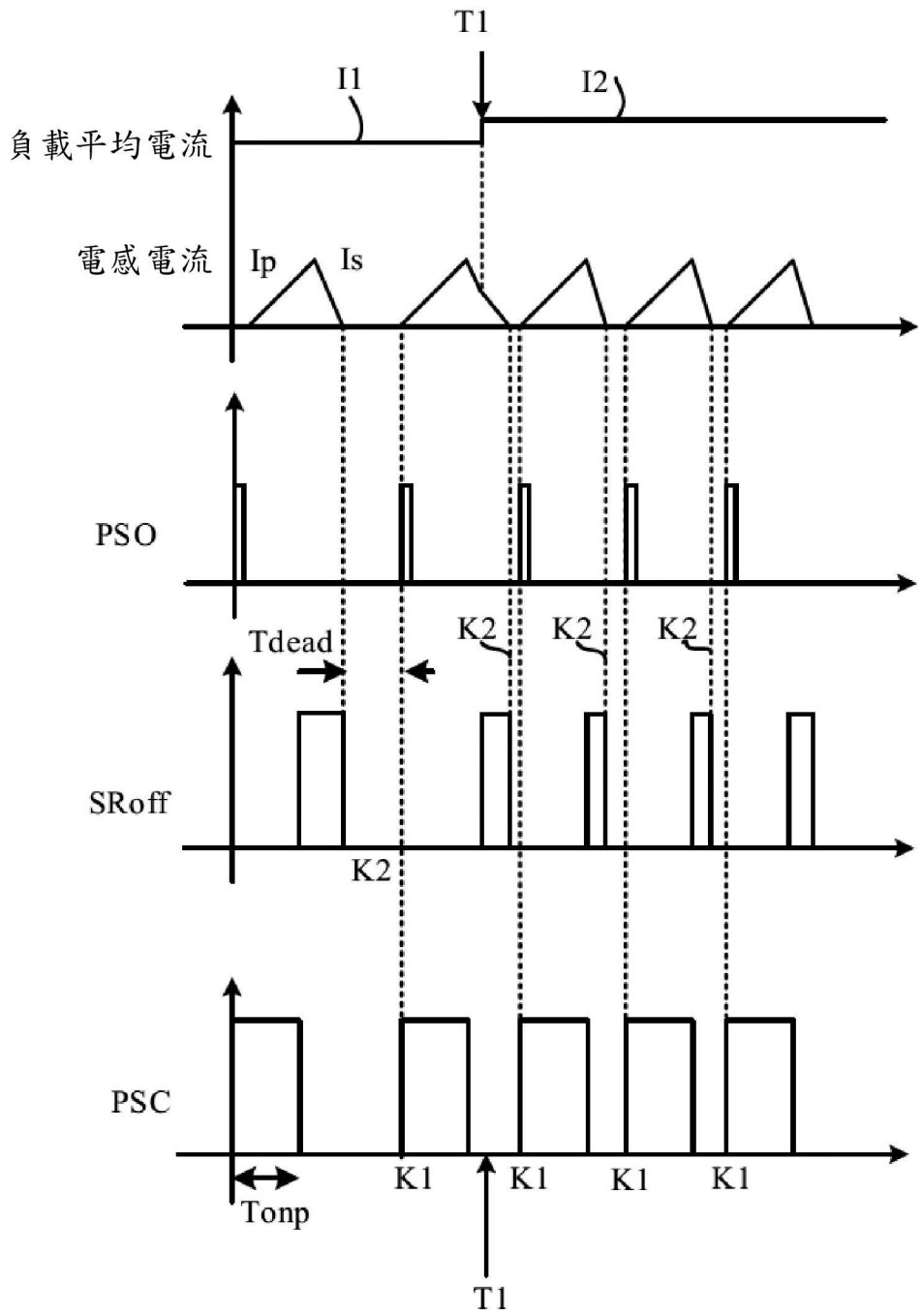


圖 5B

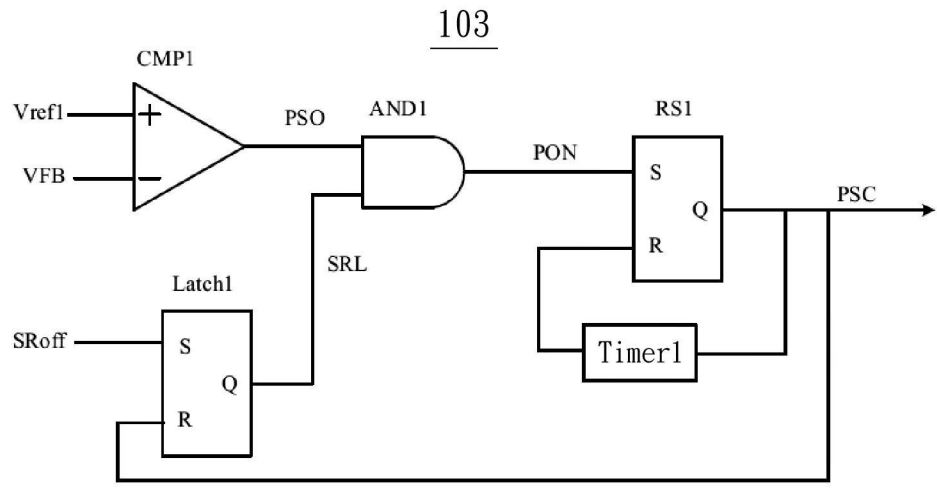


圖 6

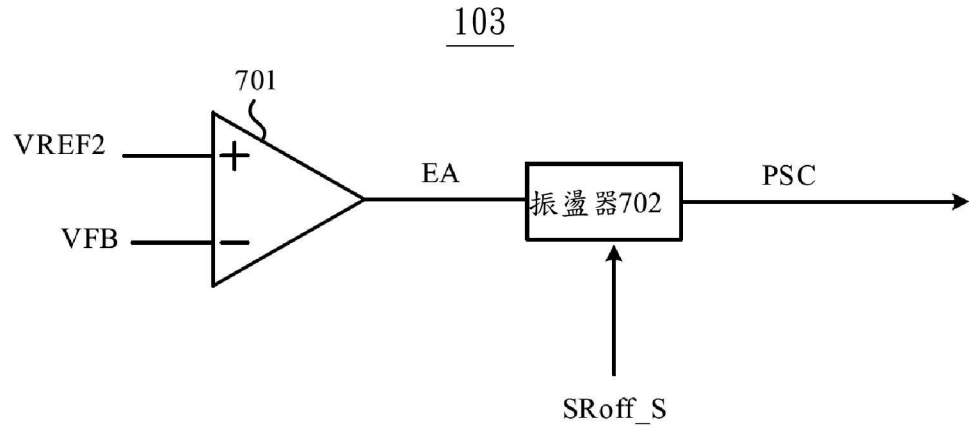


圖 7

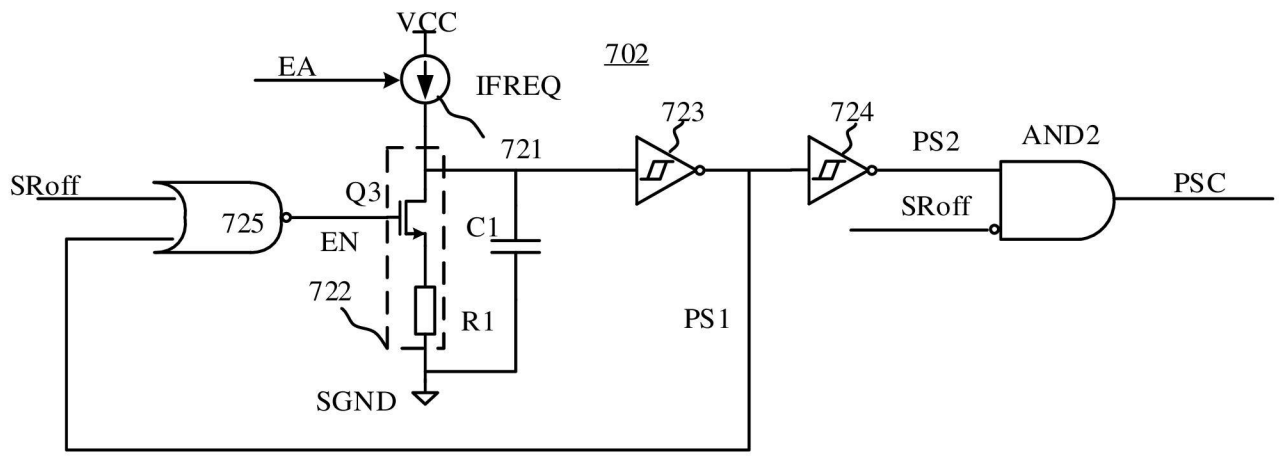


圖 8

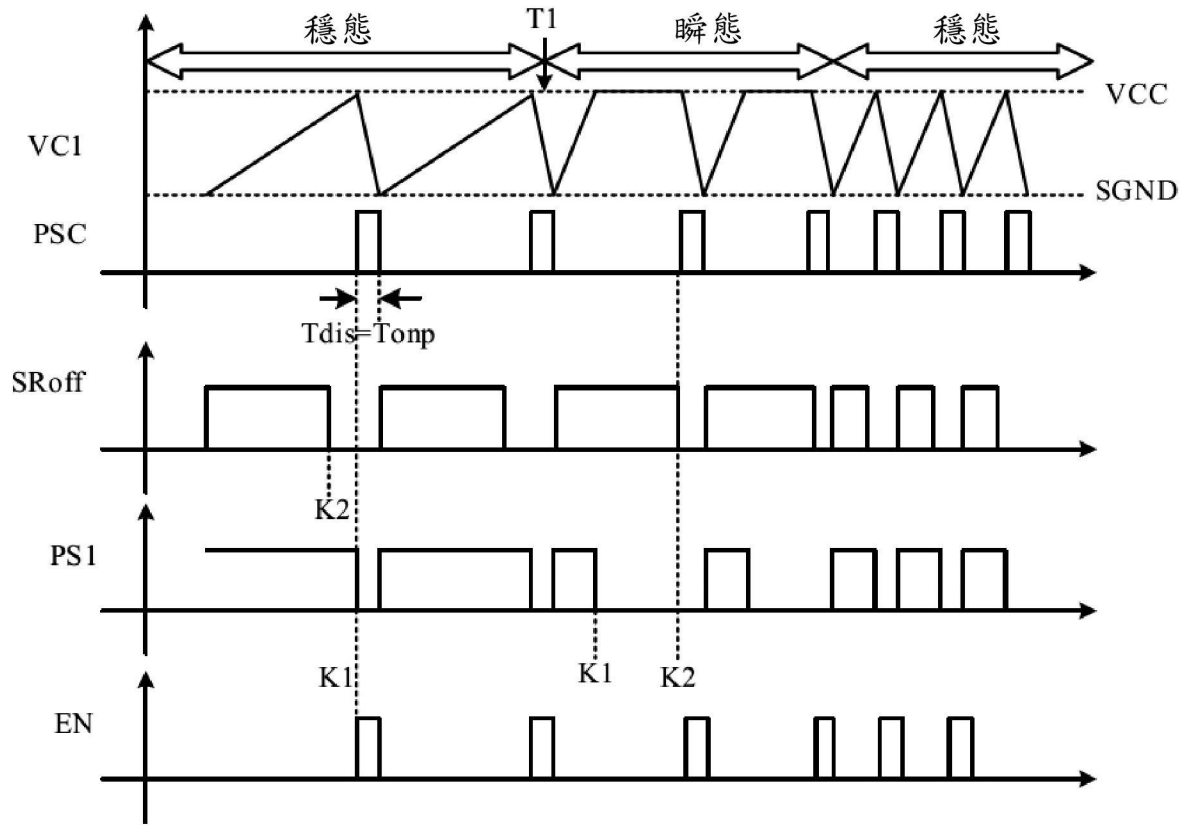


圖 9

702

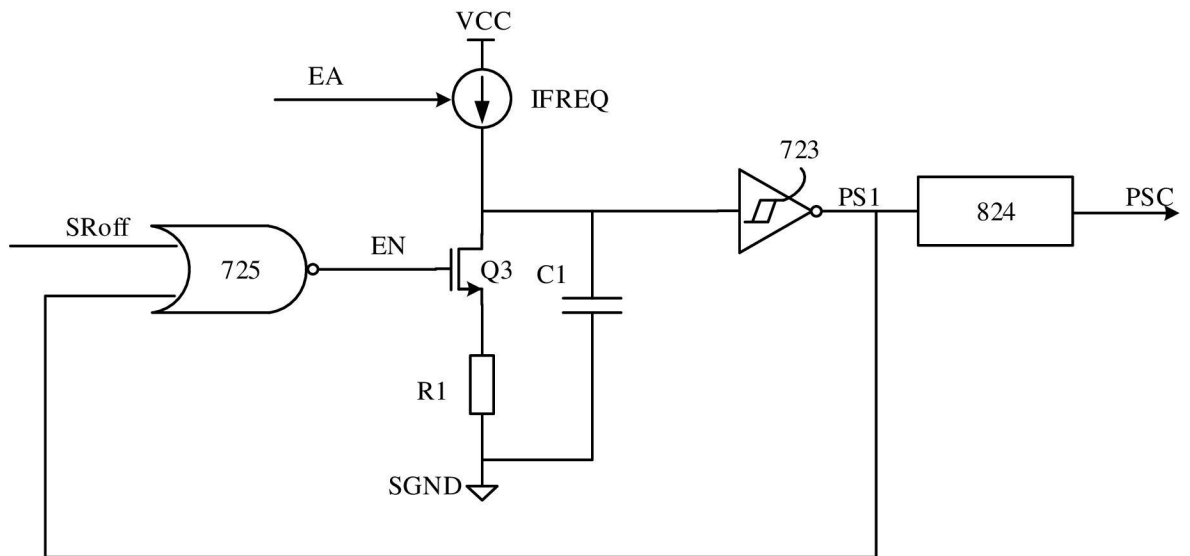


圖 10

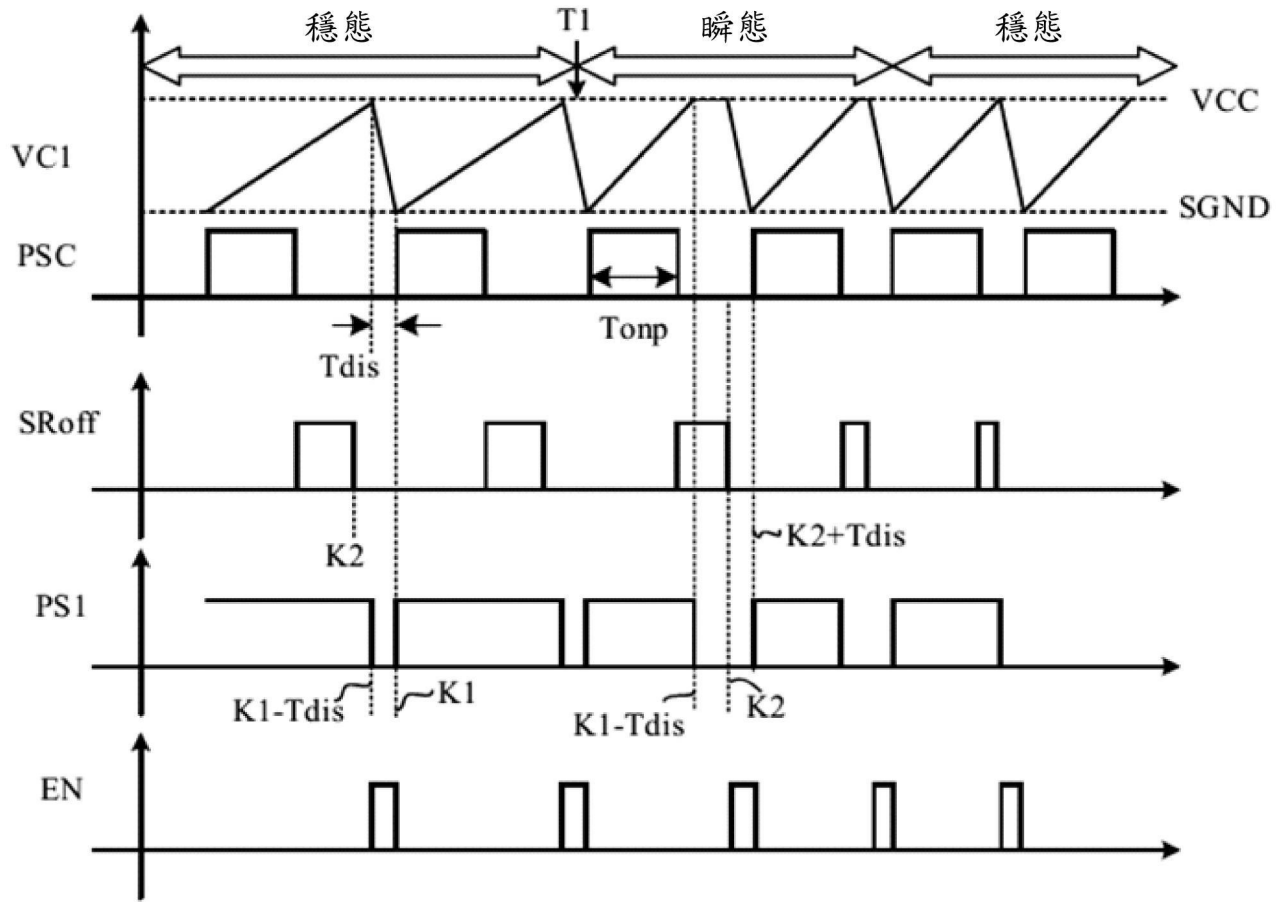


圖 11

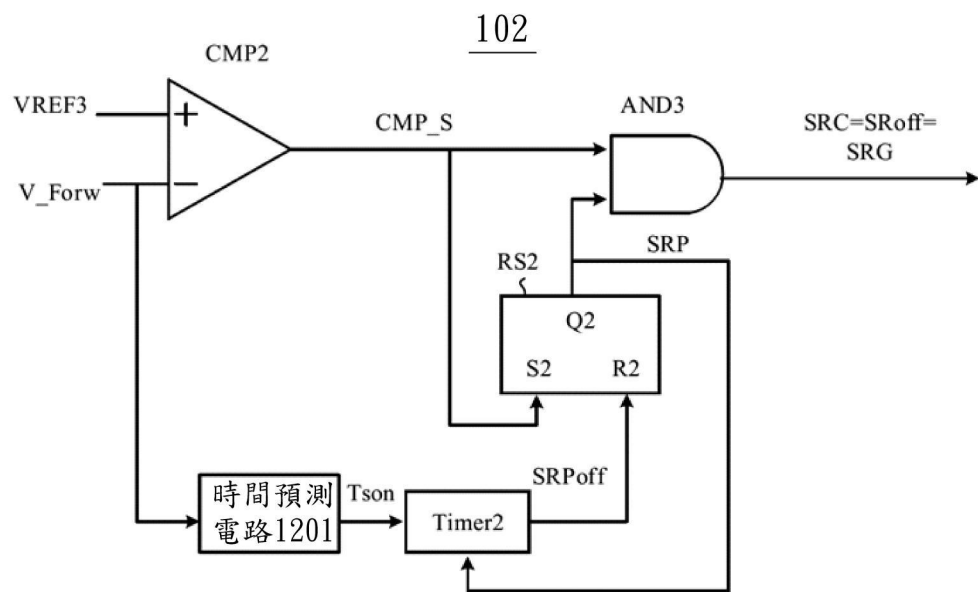


圖 12

101

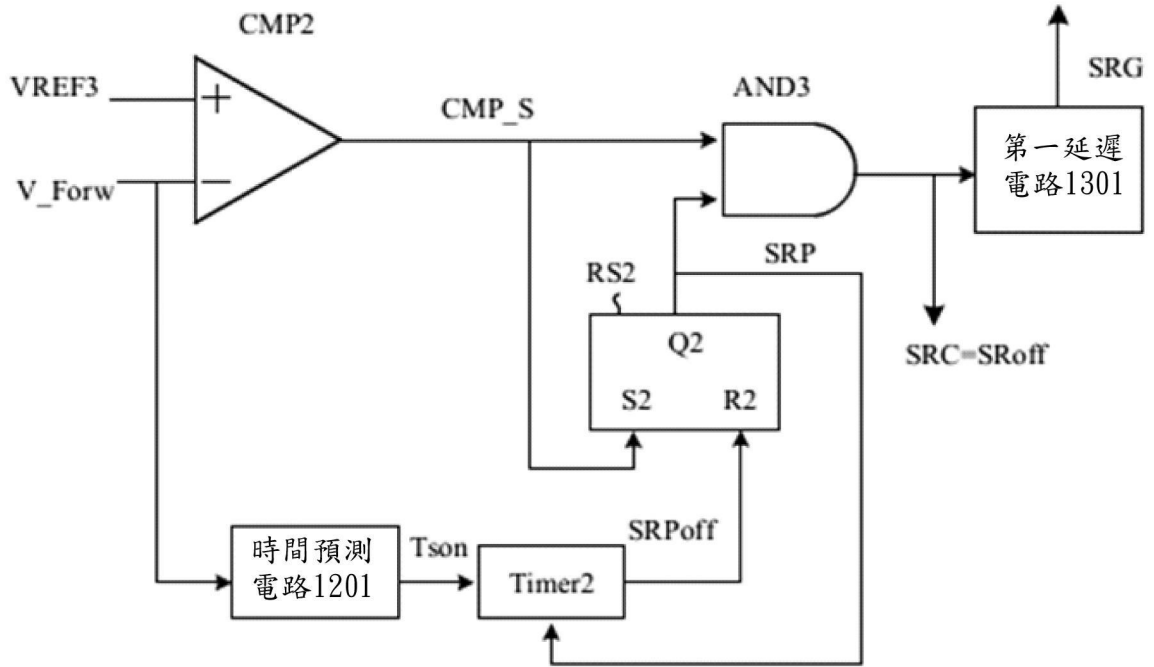


圖 13

101

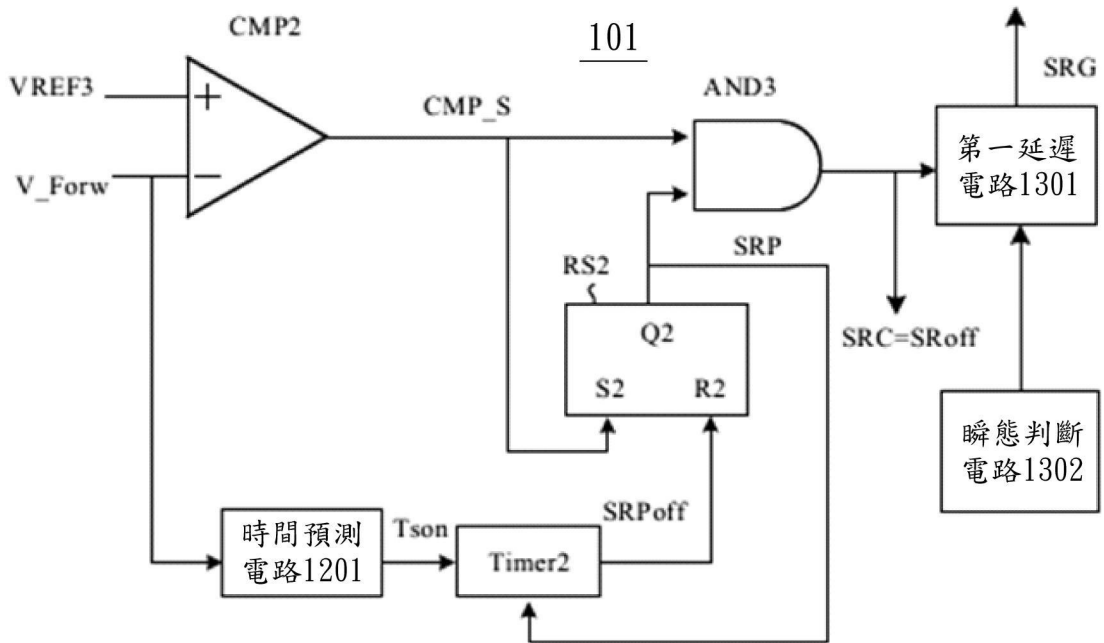


圖 14

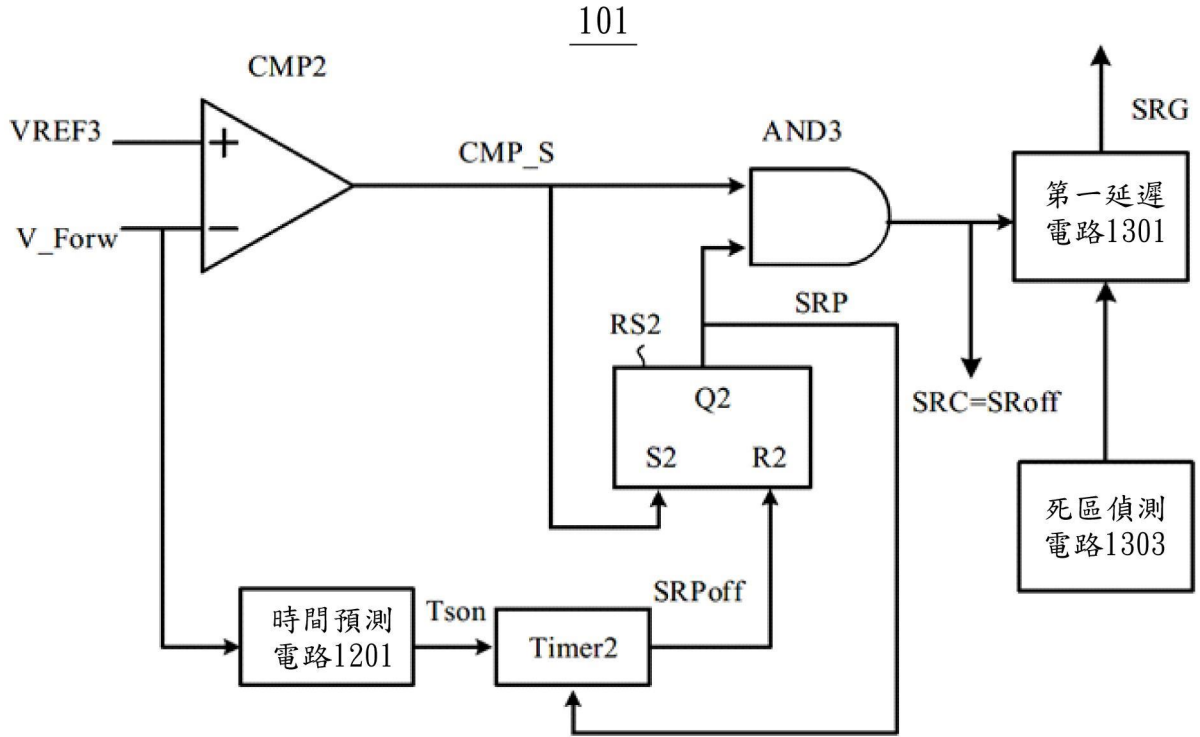


圖 15

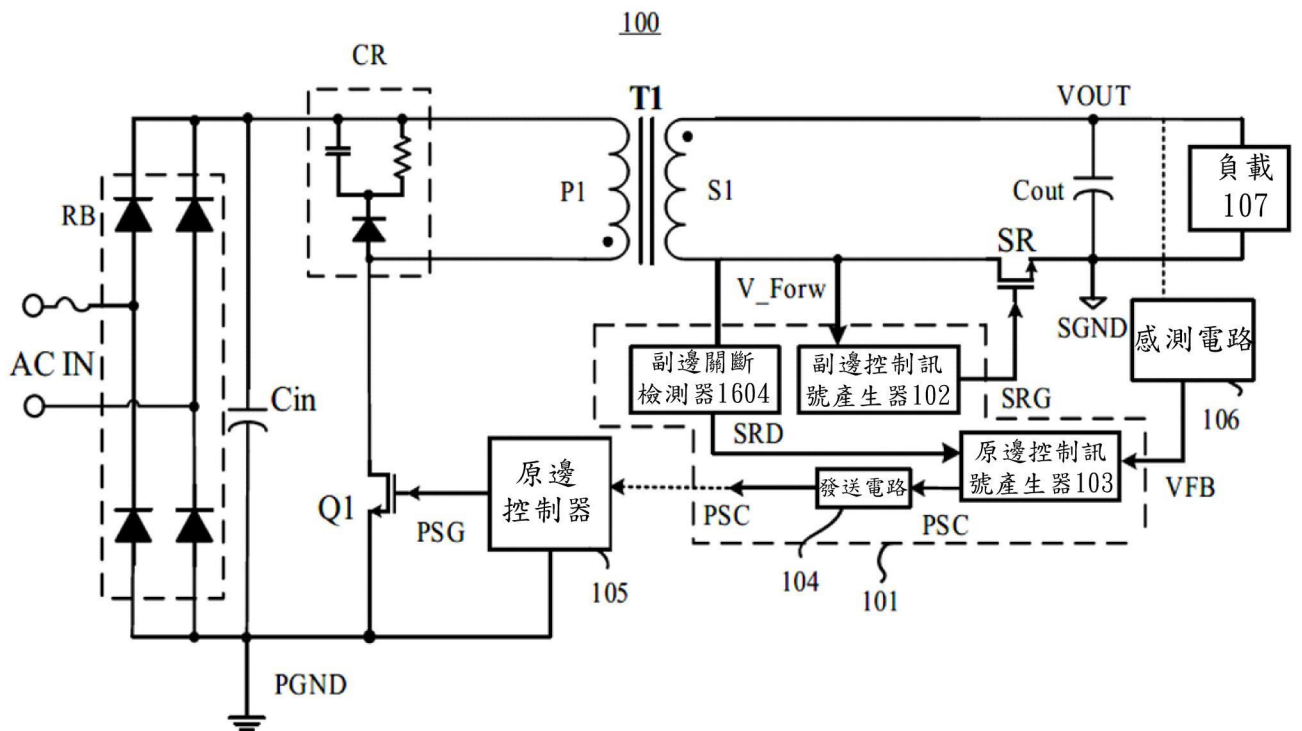


圖 16

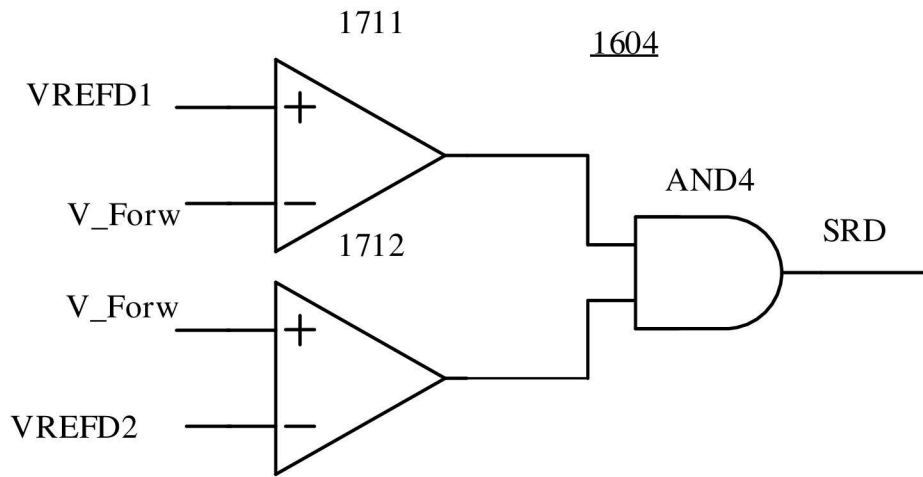


圖 17A

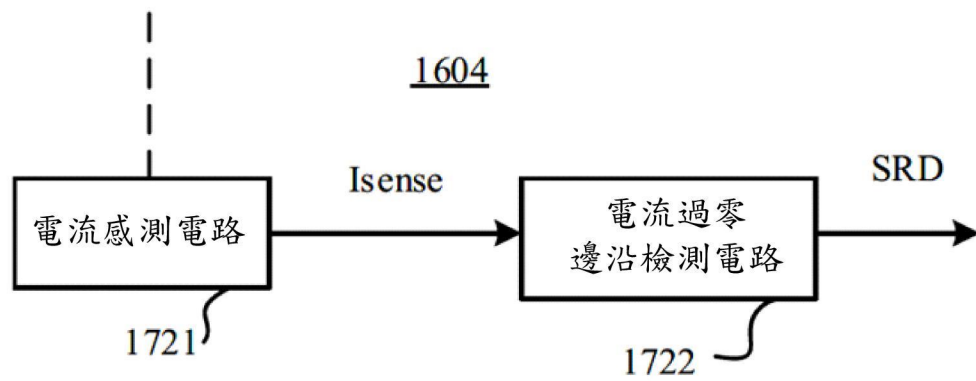


圖 17B

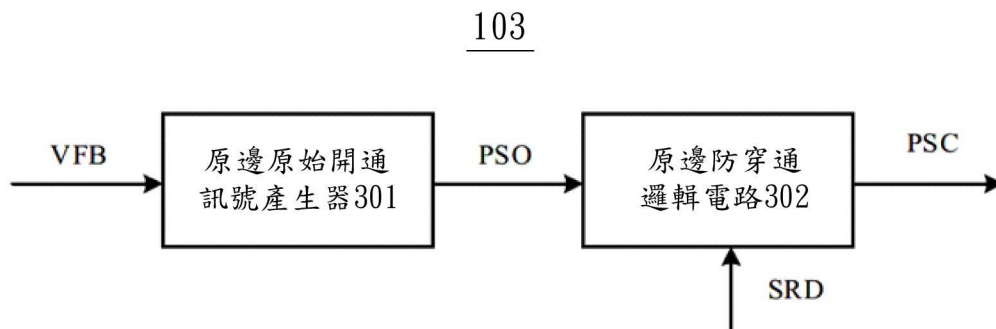


圖 18

103

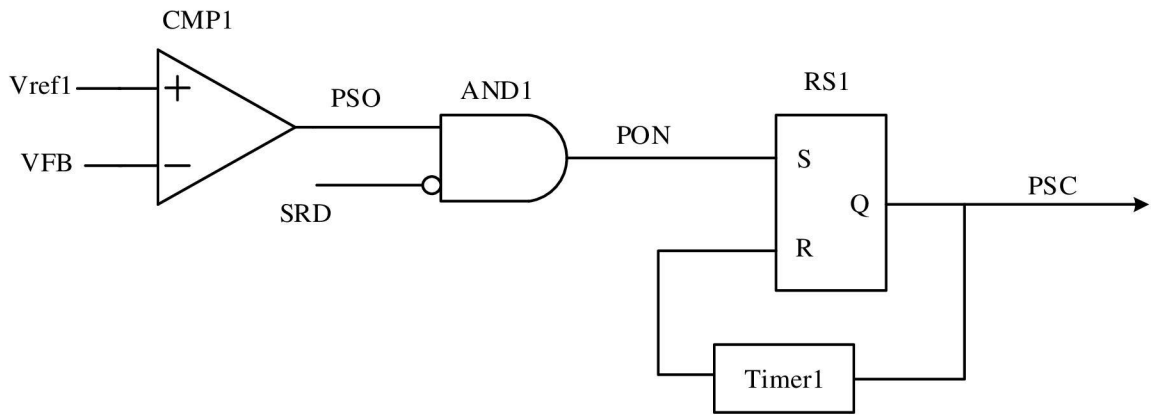


圖 19

103

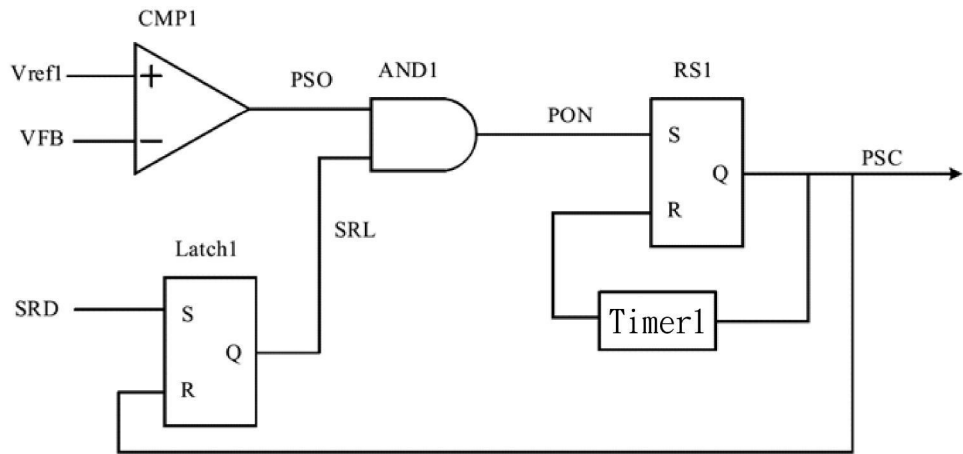


圖 20

103

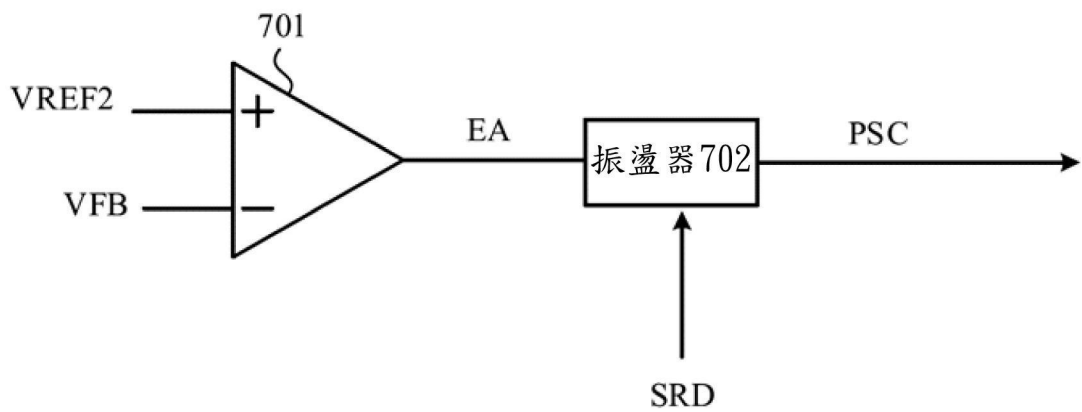


圖 21

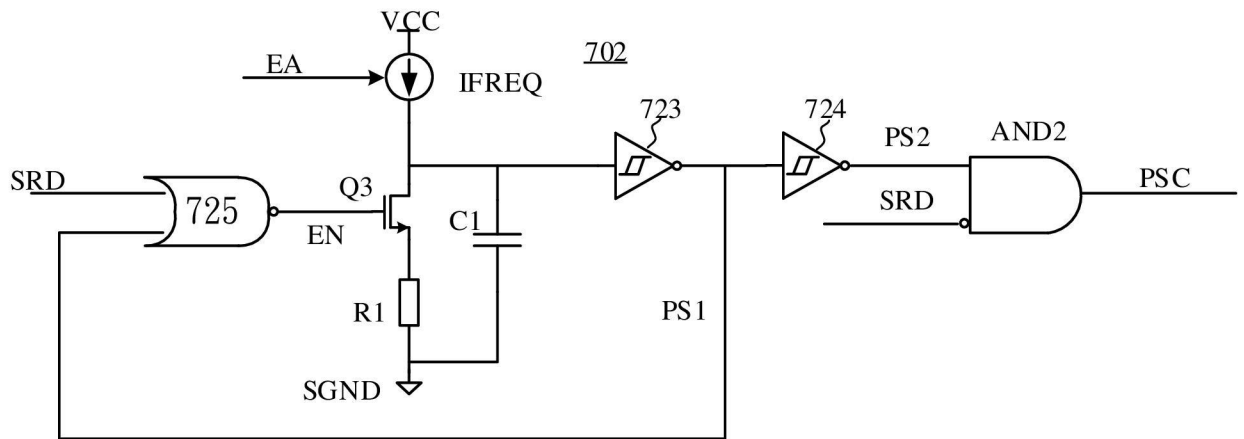


圖 22

702

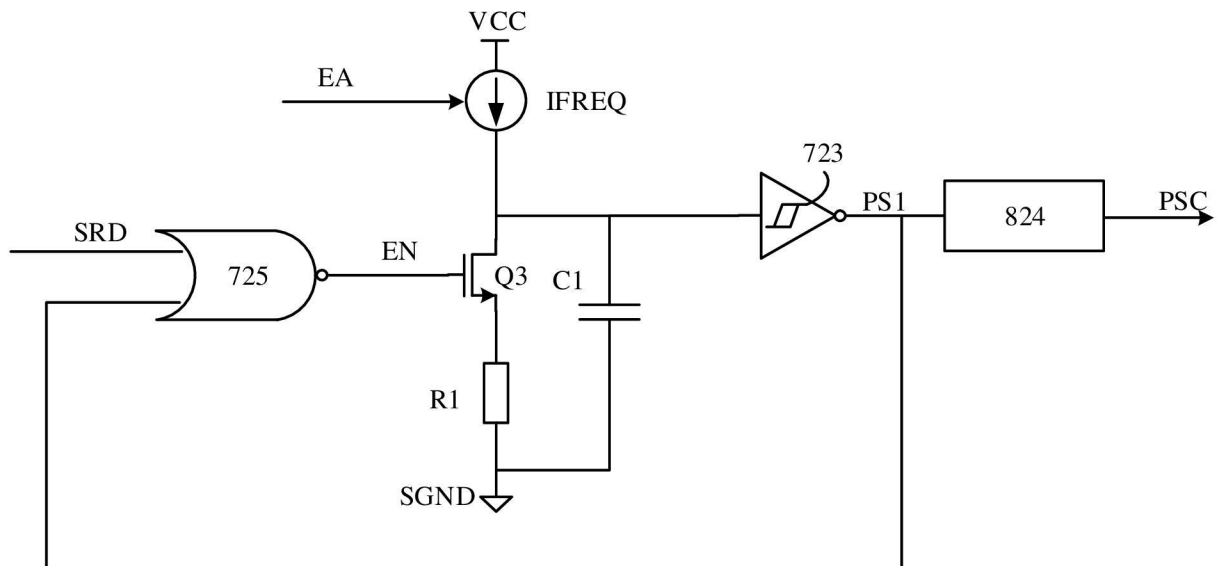


圖 23

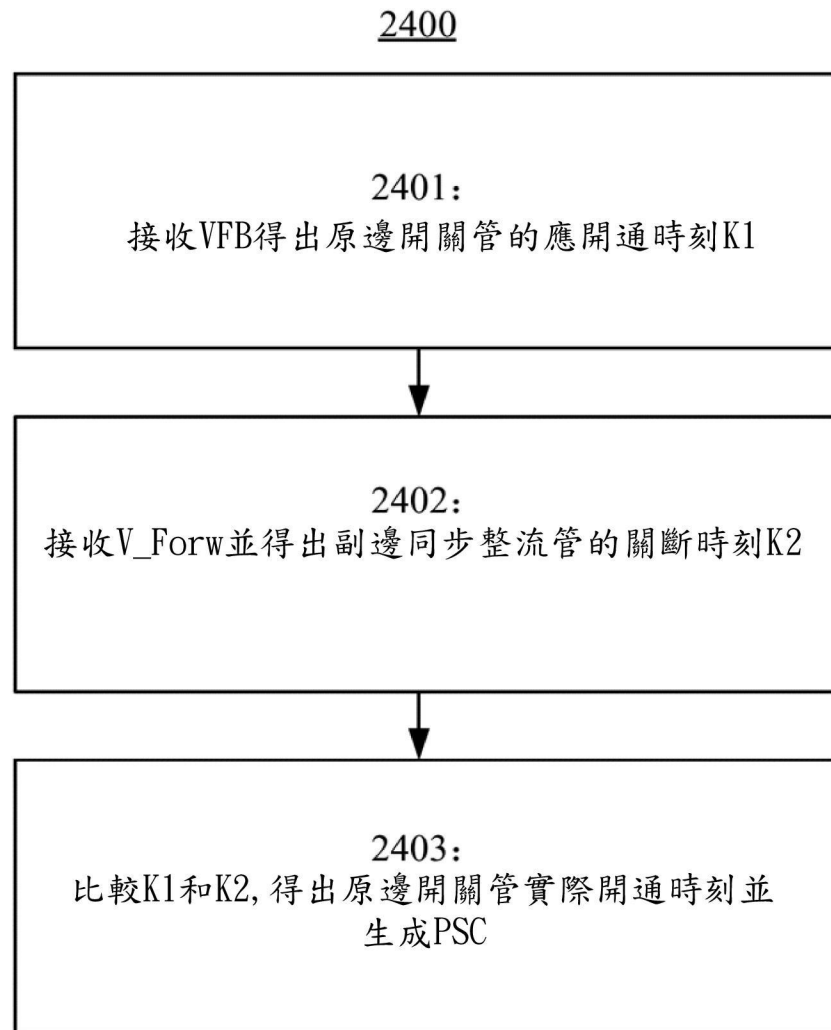


圖 24