

(21) 申請案號：102101485

(22) 申請日：中華民國 102 (2013) 年 01 月 15 日

(51) Int. Cl. : **H05B33/08 (2006.01)**

**H02M1/08 (2006.01)**

(30) 優先權：2012/06/28 美國

13/535,561

(71) 申請人：凹凸科技股份有限公司 (美國) O2MICRO, INC. (US)  
美國

(72) 發明人：閻鐵生 YAN, TIE-SHENG (CN)；郭清泉 KUO, CHING CHUAN (TW)；林永霖 LIN, YUNG-LIN (US)

(74) 代理人：謝振中

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：27 項 圖式數：18 共 60 頁

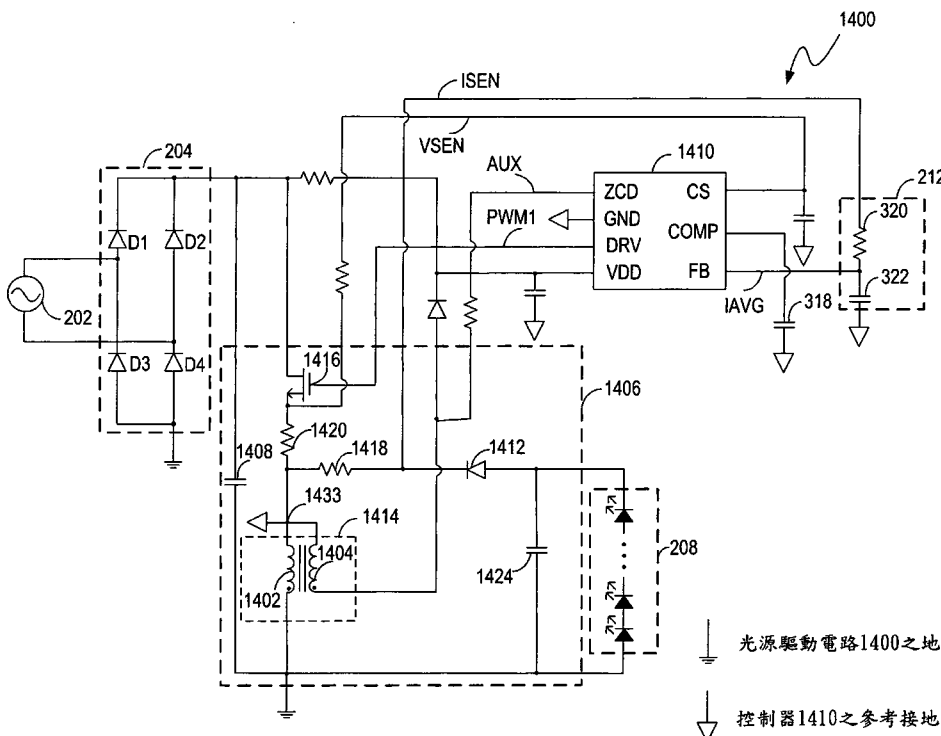
(54) 名稱

光源驅動電路及其電力轉換器控制器

DRIVING CIRCUIT FOR DRIVING LIGHT SOURCE AND CONTROLLER FOR CONTROLLING CONVERTER

(57) 摘要

一種光源驅動電路及電力轉換器控制器。光源驅動電路包含一降升壓轉換器和控制器。降升壓轉換器接收輸入電壓和輸入電流並為光源提供能量。降升壓轉換器包含由驅動信號控制的開關。控制器接收指示流經光源的電流的第一感應信號，根據第一感應信號產生驅動信號以控制開關並調節流經光源的電流。降升壓轉換器還包含提供指示流經降升壓轉換器的電流的第二感應信號的電流監測器。



- 202：電源
- 204：整流器
- 208：發光二極體串
- 212：濾波器
- 318：電容
- 320：電阻
- 322：電容
- 1400：光源驅動電路
- 1402：電感
- 1404：電感
- 1406：電力轉換器
- 1408：電容
- 1410：控制器
- 1412：二極體
- 1414：儲能單元
- 1416：開關

圖 14

1418：電流監測器

1420：電阻

1424：電容

1433：共同節點

(21) 申請案號：102101485

(22) 申請日：中華民國 102 (2013) 年 01 月 15 日

(51) Int. Cl. : **H05B33/08 (2006.01)**

**H02M1/08 (2006.01)**

(30) 優先權：2012/06/28 美國

13/535,561

(71) 申請人：凹凸科技股份有限公司 (美國) O2MICRO, INC. (US)  
美國

(72) 發明人：閻鐵生 YAN, TIE-SHENG (CN)；郭清泉 KUO, CHING CHUAN (TW)；林永霖 LIN, YUNG-LIN (US)

(74) 代理人：謝振中

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：27 項 圖式數：18 共 60 頁

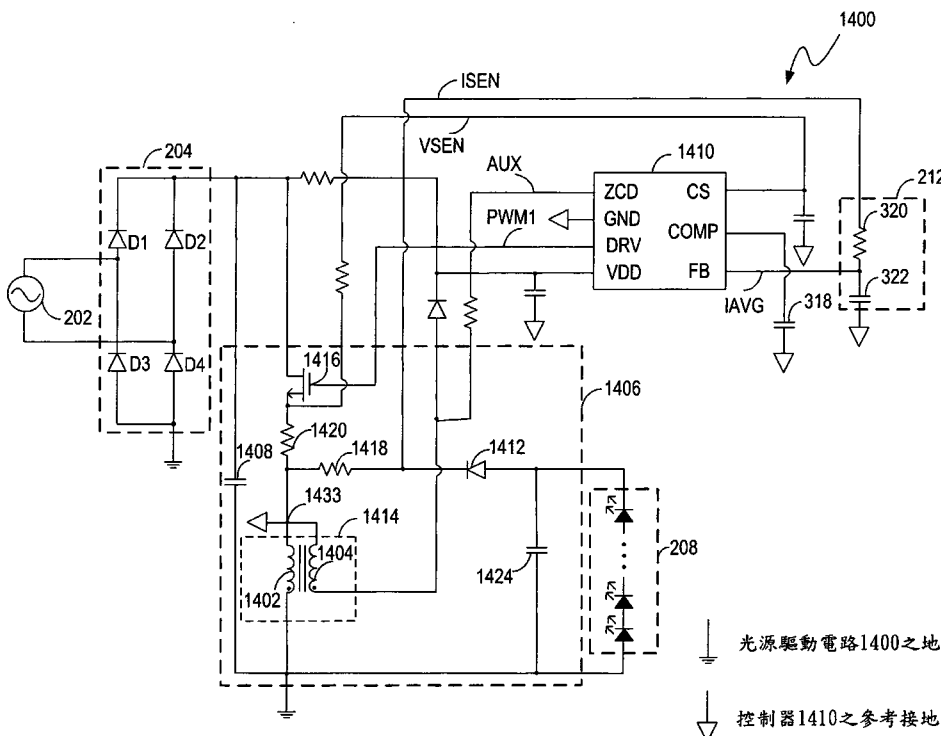
(54) 名稱

光源驅動電路及其電力轉換器控制器

DRIVING CIRCUIT FOR DRIVING LIGHT SOURCE AND CONTROLLER FOR CONTROLLING CONVERTER

(57) 摘要

一種光源驅動電路及電力轉換器控制器。光源驅動電路包含一降升壓轉換器和控制器。降升壓轉換器接收輸入電壓和輸入電流並為光源提供能量。降升壓轉換器包含由驅動信號控制的開關。控制器接收指示流經光源的電流的第一感應信號，根據第一感應信號產生驅動信號以控制開關並調節流經光源的電流。降升壓轉換器還包含提供指示流經降升壓轉換器的電流的第二感應信號的電流監測器。



- 202：電源
- 204：整流器
- 208：發光二極體串
- 212：濾波器
- 318：電容
- 320：電阻
- 322：電容
- 1400：光源驅動電路
- 1402：電感
- 1404：電感
- 1406：電力轉換器
- 1408：電容
- 1410：控制器
- 1412：二極體
- 1414：儲能單元
- 1416：開關

圖 14

## 發明摘要

※ 申請案號：102101485

※ 申請日：102. 1. 15

※ I P C 分類：

H05B 33 / 08 (2006.01)  
H02M 1 / 08 (2006.01)

## 【發明名稱】(中文/英文)

光源驅動電路及其電力轉換器控制器

DRIVING CIRCUIT FOR DRIVING LIGHT SOURCE AND  
CONTROLLER FOR CONTROLLING CONVERTER

## 【中文】

一種光源驅動電路及電力轉換器控制器。光源驅動電路包含一降升壓轉換器和控制器。降升壓轉換器接收輸入電壓和輸入電流並為光源提供能量。降升壓轉換器包含由驅動信號控制的開關。控制器接收指示流經光源的電流的第一感應信號，根據第一感應信號產生驅動信號以控制開關並調節流經光源的電流。降升壓轉換器還包含提供指示流經降升壓轉換器的電流的第二感應信號的電流監測器。

## 【英文】

A driving circuit for driving a light-emitting diode (LED) light source includes a buck-boost converter and a controller. The buck-boost converter receives an input voltage and an input current and powers the LED light source, and comprises a switch controlled by a driving signal. The controller receives a first signal indicating a current through the LED light source, and generates the driving signal based on the first signal to control the switch and to adjust the current through the LED light source. The buck-boost converter further comprises a current sensor which provides a second signal indicating an instant a current flowing through the buck-boost converter.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】：**第（ 14 ）圖。

**【本代表圖之符號簡單說明】：**

- 202：電源
- 204：整流器
- 208：發光二極體串
- 212：濾波器
- 318：電容
- 320：電阻
- 322：電容
- 1400：光源驅動電路
- 1402、1404：電感
- 1406：電力轉換器
- 1408：電容
- 1410：控制器
- 1412：二極體
- 1414：儲能單元
- 1416：開關
- 1418：電流監測器
- 1420：電阻
- 1424：電容
- 1433：共同節點

**【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】** 光源驅動電路及其電力轉換器控制器

DRIVING CIRCUIT FOR DRIVING LIGHT SOURCE  
AND CONTROLLER FOR CONTROLLING  
CONVERTER

**【技術領域】**

**【001】** 本發明係有關一種驅動電路，特別是一種光源驅動電路及控制器。

**【先前技術】**

**【002】** 圖 1 所示為一種傳統光源驅動電路 100 的示意圖。光源驅動電路 100 用於驅動一光源（例如，發光二極體串 108）。光源驅動電路 100 係由一電源 102 提供一輸入電壓  $V_{IN}$  為驅動電路 100 供電。光源驅動電路 100 包含一降壓轉換器（Buck Converter），其在一控制器 104 的控制下為發光二極體串 108 提供一調整後之電壓  $V_{OUT}$ 。降壓轉換器包含二極體 114、電感 112、電容 116 以及一開關 106。一電阻 110 與開關 106 串聯耦接。當開關 106 導通，電阻 110 耦接至電感 112 以及發光二極體串 108，且產生一回授信號以指示流經電感 112 的電流。當開關 106 斷開，電阻 110 與電感 112 以及發光二極體串 108 斷開，因此無電流流經電阻 110。

**【003】** 開關 106 係受控於控制器 104。當開關 106 導通，一電流流經發光二極體串 108、電感 112、開關 106、電阻 110 至地。在電感 112 的作用下此電流逐漸增加。當電流增加至達到一預設峰值電流位準時，控制器 104 斷開開關 106。當開關 106 斷開，一電流流經發光二極體串 108、電感 112 和二極體 114。控制器 104 在一段時間後可再次導通開關 106。因此，控制器 104 基於預設峰值電流位準控制降壓轉換器。然而，流經電感 112 和發光二極體串 108 之平均電流位準會隨電感 112 的電感值、輸入電壓  $V_{IN}$  以及發光二極體串 108 兩端的電壓  $V_{OUT}$  而變化，因此，流經電感 112 的平均電流位準（亦即流

經發光二極體串 108 的平均電流) 無法被精確地控制。

### 【發明內容】

【004】 為解決上述技術問題，本發明提供了一種光源驅動電路，包括：一降升壓轉換器，接收一輸入電壓和一輸入電流並為一負載提供一能量，該降升壓轉換器包含：由一驅動信號控制的一開關；以及一電流監測器，耦接該開關；以及一控制器，耦接該降升壓轉換器，接收指示流經該負載的一電流的一第一感應信號，並根據該第一感應信號產生該驅動信號，控制該開關以及調節該經該負載的該電流，其中，該電流監測器提供指示流經該降升壓轉換器的一電流的一第二感應信號。

【005】 本發明還提供了一種控制降升壓轉換器的控制器，該降升壓轉換器接收一輸入電壓和一輸入電流，並為一負載提供一電能，包括：一第一感應埠，接收指示流經該負載的一電流的一第一感應信號；一監測埠，接收一監測信號，指示流經一儲能單元的一電流，當該監測信號減小到一預設電流值，該控制器接通一開關，其中，該開關控制流經該儲能單元的該電流；以及一驅動埠，根據該第一感應信號和該監測信號提供一驅動信號至該開關，控制流經該降升壓轉換器的一電流，調節流經該負載的該電流。

### 【圖式簡單說明】

【006】 以下結合附圖和具體實施例對本發明的技術方法進行詳細的描述，以使本發明的特徵和優點更為明顯。其中：

圖 1 所示為一種傳統光源驅動電路的示意圖。

圖 2 所示為根據本發明一實施例驅動電路示意圖。

圖 3 所示為根據本發明一實施例光源驅動電路電路示意圖。

圖 4 所示為根據本發明一實施例圖 3 中所示之控制器的示意圖。

圖 5 所示為根據本發明一實施例圖 4 中所示之控制器的波形圖。

圖 6 所示為根據本發明一實施例圖 3 中所示之控制器的另一種架構示意圖。

圖 7 所示為根據本發明一實施例圖 6 中所示之控制器的波形圖。

圖 8 所示為根據本發明另一個實施例的光源驅動電路光源驅動電路的示意圖。

圖 9A 所示為根據本發明另一實施例的光源驅動電路的示意圖。

圖 9B 所示為根據本發明的一個實施例圖 9A 中的光源驅動電路中的信號波形圖。

圖 10 所示為根據本發明的又一實施例的光源驅動電路的示意圖。

圖 11 所示為根據本發明的實施例的圖 9A 中控制器的結構示意圖。

圖 12 所示為根據本發明的實施例的光源驅動電路產生或接收的信號波形圖。

圖 13 所示為根據本發明的實施例的用於驅動負載的驅動電路的方法流程圖。

圖 14 所示為根據本發明一實施例之光源驅動電路的電路示意圖。

圖 15 所示為根據本發明一實施例之示於圖 14 中之控制器的結構示意圖。

圖 16 所示為根據本發明另一實施例之光源驅動電路的電路示意圖。

圖 17 所示為根據本發明再一實施例之光源驅動電路的電路示意圖。

圖 18 所示為根據本發明一個實施例的光源驅動電路所產生或接收的信號波形圖。

### 【實施方式】

【007】 以下將對本發明的實施例給出詳細的說明。雖然本發明將結合實施例進行闡述，但應理解這並非意指將本發明限定於這些實施例。相反地，本發明意在涵蓋由後附申請專利範圍所界定的本發明精神和範圍內所定義的各種變化、修改和均等物。

【008】 此外，在以下對本發明的詳細描述中，為了提供針對本發明的完全的理解，提供了大量的具體細節。然而，於本技術領域中具有通常知識者將理解，沒有這些具體細節，本發明同樣可以實施。

在另外的一些實例中，對於大家熟知的方法、程序、元件和電路未作詳細描述，以便於凸顯本發明之主旨。

**【009】** 本發明提供了一種控制電力轉換器使之可對各種負載（例如，光源）供電的電路。此電路可包含用於監測流經儲能元件（例如，電感）的電流的電流感應器，以及包含一可控制耦接至電感之開關的控制器，進而控制光源的平均電流為一目標電流值。不論開關為導通或斷開狀態，電流感應器均能監測流經電感的電流。

**【010】** 圖 2 所示為根據本發明一實施例驅動電路 200 的示意圖。光源驅動電路 200 包含整流器 204，其可從一電源 202 接收一輸入電壓，並提供一調整後的電壓給電力轉換器 206。電力轉換器 206 接收調整後的電壓並為負載 288 提供一輸出電力。在一實施例中，電力轉換器 206 可為降壓轉換器或者升壓（Boost）轉換器。在一實施例中，電力轉換器 206 包含一儲能元件 214 和一用於感應儲能元件 214 之電力狀況的電流感應器 278（例如，一電阻）。電流感應器 278 提供一第一信號 ISEN 給控制器 210，以指示流經儲能元件 214 的電流。驅動電路 200 還包含一濾波器 212，基於第一信號 ISEN 產生一用於指示流經儲能元件 214 的平均電流之第二信號 IAVG。在一實施例中，控制器 210 接收第一信號 ISEN 和第二信號 IAVG，並控制流經儲能元件 214 的平均電流為一目標電流值位準。

**【011】** 圖 3 所示為根據本發明一實施例光源驅動電路 300 的電路示意圖。圖 3 中與圖 2 具有相同元件符號之元件具有類似的功能。在圖 3 的例子中，光源驅動電路 300 包含整流器 204、電力轉換器 206、濾波器 212 和控制器 210。整流器 204 可為包含二極體 D1-D4 的橋式整流器。整流器 204 調整來自電源 202 的電壓。電力轉換器 206 接收經整流器 204 調整後的電壓並提供一輸出電力以對負載（例如，發光二極體串 208）供電。

**【012】** 在圖 3 的例子中，電力轉換器 206 係為一降壓轉換器，其包含電容 308、開關 316、二極體 314、電流感應器（例如，電阻 218）、相互耦接的電感 302 和電感 304、以及電容 324。二極體 314

係耦接於開關 316 和光源驅動電路 300 的地之間。電容 324 與發光二極體串 208 並聯耦接。在一實施例中，電感 302 和電感 304 彼此電磁耦接。更具體而言，電感 302 和電感 304 耦接至一共同節點 333。在圖 3 的例子中，共同節點 333 係介於電阻 218 和電感 302 之間。然而，本發明並不限於此架構，共同節點 333 也可位於開關 316 和電阻 218 之間。共同節點 333 為控制器 210 提供一參考接地。在一實施例中，控制器 210 的參考接地和光源驅動電路 300 的地不同。透過導通和斷開開關 316，流經電感 302 的電流可被調整，進而調節供應至發光二極體串 208 的電力。電感 304 感應電感 302 的電力狀況，例如，監測流經電感 302 的電流是否降低至一預設電流位準。

**【013】** 電阻 218 的一端耦接至開關 316 和二極體 314 之陰極之間的一節點，電阻 218 的另一端耦接至電感 302。當開關 316 導通和斷開時，電阻 218 提供一指示流經電感 302 的電流之第一信號 ISEN。換言之，不論開關 316 為導通還是斷開，電阻 218 均能感應流經電感 302 的電流。濾波器 212 耦接至電阻 218 並產生一指示流經電感 302 的平均電流的第二信號 IAVG。在一實施例中，濾波器 212 包含電阻 320 和電容 322。

**【014】** 控制器 210 接收第一信號 ISEN 和第二信號 IAVG，並透過導通或斷開開關 316 以控制流經電感 302 的平均電流為一目標電流位準。電容 324 濾除流經發光二極體串 208 的漣波電流，進而使流經發光二極體串 208 的電流平滑且實質上相等於流經電感 302 的平均電流。因此，流經發光二極體串 208 的電流可實質上與目標電流相等。此處“實質上與目標電流相等”意指流經發光二極體串 208 的電流雖可能與目標電流有些許微小差別，但仍介於一可容許範圍內，因此可不考慮電路元件的不理想情況和且可忽略從電感 304 傳送至控制器 210 的電力。

**【015】** 在圖 3 的例子中，控制器 210 的端點包括 ZCD、GND、DRV、VDD、CS、COMP 和 FB。端點 ZCD 耦接至電感 304，用於接收一指示電感 302 之電力狀況（例如，流經電感 302 的電流是否降低至預設

電流位準，例如，“0”）的檢測信號 AUX。檢測信號 AUX 也能指示發光二極體串 208 是否處於開路狀態。端點 DRV 耦接至開關 316 並產生一驅動信號（例如，脈衝寬度調變信號 PWM1）以導通或斷開開關 316。端點 VDD 耦接至電感 304 並接收來自電感 304 的電力。端點 CS 耦接至電阻 218 並接收一指示流經電感 302 的電流的第一信號 ISEN。端點 COMP 透過電容 318 耦接至控制器 210 的參考接地。端點 FB 透過濾波器 212 耦接至電阻 218 耦接以接收一指示流經電感 302 的平均電流的第二信號 IAVG。在圖 3 的例子中，端點 GND（亦即控制器 210 的參考接地）耦接至位於電阻 218、電感 302 與電感 304 之間之共同節點 333。

【016】 開關 316 可為 N 通道金屬氧化物半導體場效電晶體（NMOSFET）。開關 316 的導通狀態係基於開關 316 的閘極極電壓與端點 GND 的電壓（亦即共同節點 333 處的電壓）之間之一電壓差決定之。因此，端點 DRV 輸出的脈衝寬度調變信號 PWM1 決定了開關 316 的開或關狀態。當開關 316 導通，控制器 210 的參考接地的電壓位準高於光源驅動電路 300 的地之電壓位準，因此本發明的電路可適用於具有相對較高電壓的電源。

【017】 在操作中，當開關 316 導通，一電流流經開關 316、電阻 218、電感 302、發光二極體串 208 至光源驅動電路 300 的地。當開關 316 斷開，一電流流經電阻 218、電感 302、發光二極體串 208 和二極體 314。電感 304 磁性耦接至電感 302 以檢測電感 302 的電力狀況，例如，檢測流經電感 302 的電流是否降低到預設電流位準。因此，控制器 210 透過檢測信號 AUX、第一信號 ISEN、和第二信號 IAVG 監測流經電感 302 的電流，並透過脈衝寬度調變信號 PWM1 控制開關 316，以控制流經電感 302 的平均電流為一目標電流位準。因此，經過電容 324 濾波後之流經發光二極體串 208 的電流也可實質上相等於目標電流位準。

【018】 在一實施例中，控制器 210 基於檢測信號 AUX 判斷發光二極體串 208 是否處於開路狀態。如果發光二極體串 208 開路，則電容 324 上的電壓增加。當開關 316 處於斷開狀態時，電感 302 兩端的

電壓增大，且檢測信號 AUX 的電壓也相應增大。其結果是，透過端點 ZCD 流入控制器 210 的電流增大。因此，控制器 210 監測檢測信號 AUX，如果當開關 316 斷開且流入至控制器 210 之電流增大致超過一電流臨限值，控制器 210 則判斷發光二極體串 208 處於開路狀態。

【019】 控制器 210 還可基於端點 VDD 處的電壓判斷發光二極體串 208 是否處於短路狀態。如果發光二極體串 208 短路，當開關 316 處於斷開狀態時，由於電感 302 兩端均耦接至光源驅動電路 300 的地，所以電感 302 兩端的電壓將減小。電感 304 兩端的電壓和端點 VDD 處的電壓也相應減小。因此，當開關 316 處於斷開狀態時，如果端點 VDD 處的電壓低於一電壓臨限值，則控制器 210 判斷發光二極體串 208 處於短路狀態。

【020】 圖 4 所示為根據本發明一實施例圖 3 中所示之控制器 210 的示意圖。圖 5 所示為根據本發明一實施例圖 4 中所示之控制器 210 的波形圖。圖 4 將結合圖 3 和圖 5 進行描述。

【021】 在圖 4 的例子中，控制器 210 包含一誤差放大器 402、一比較器 404 和一脈衝寬度調變信號產生器 408。誤差放大器 402 基於一參考信號 SET 和第二信號 IAVG 之間的電壓差產生一誤差信號 VEA。參考信號 SET 可指示目標電流位準。第二信號 IAVG 透過端點 FB 接收，可指示流經電感 302 的平均電流。誤差信號 VEA 可用以調整流經電感 302 的平均電流至目標電流位準。比較器 404 耦接至誤差放大器 402，並比較誤差信號 VEA 和第一信號 ISEN。第一信號 ISEN 透過端點 CS 接收，指示流經電感 302 的電流。檢測信號 AUX 透過端點 ZCD 接收，指示流經電感 302 的電流是否降低到預設電流位準（例如，減小到零）。脈衝寬度調變信號產生器 408 耦接至比較器 404 以及端點 ZCD，且基於比較器 404 的輸出和檢測信號 AUX 產生脈衝寬度調變信號 PWM1。脈衝寬度調變信號 PWM1 透過端點 DRV 控制開關 316 的導通狀態。

【022】 脈衝寬度調變信號產生器 408 產生具有第一位準（例如，邏輯 1）的脈衝寬度調變信號 PWM1 以導通開關 316。當開關 316

導通，一電流流經開關 316、電阻 218、電感 302、發光二極體串 208 至光源驅動電路 300 的地。流經電感 302 的電流逐漸增大，使得第一信號 ISEN 的電壓逐漸增大。在一實施例中，當開關 316 導通時，檢測信號 AUX 的電壓為負值。在一實施例中，在控制器 210 內部，比較器 404 比較誤差信號 VEA 與第一信號 ISEN。當第一信號 ISEN 的電壓超過誤差信號 VEA 的電壓，則比較器 404 輸出一邏輯 0，否則比較器 404 輸出一邏輯 1。換言之，比較器 404 的輸出為一系列的脈衝。脈衝寬度調變信號產生器 408 產生具有第二位準（例如，邏輯 0）的脈衝寬度調變信號 PWM1 以回應比較器 404 的負緣（negative going）輸出，進而斷開開關 316。當開關 316 斷開，檢測信號 AUX 的電壓變為正值。當開關 316 斷開，一電流流經電阻 218、電感 302、發光二極體串 208 和二極體 314。流經電感 302 的電流逐漸減小，因此第一信號 ISEN 的電壓逐漸減小。當流經電感 302 的電流減小到預設電流位準（例如，減小到零），檢測信號 AUX 的電壓會產生一個負緣，進而脈衝寬度調變信號產生器 408 產生具有第一狀態（例如，邏輯 1）的脈衝寬度調變信號 PWM1 以導通開關 316。

**【023】** 在一實施例中，脈衝寬度調變信號 PWM1 的責任週期比係由誤差信號 VEA 決定。如果第二信號 IAVG 的電壓小於參考信號 SET 的電壓，則誤差放大器 402 增加誤差信號 VEA 的電壓以增大脈衝寬度調變信號 PWM1 的責任週期比。相應地，流經電感 302 的平均電流增大，直到第二信號 IAVG 的電壓增加至參考信號 SET 的電壓位準。如果第二信號 IAVG 的電壓大於參考信號 SET 的電壓，則誤差放大器 402 減小誤差信號 VEA 的電壓以減小脈衝寬度調變信號 PWM1 的責任週期比，進而降低流經電感 302 的平均電流，直到第二信號 IAVG 的電壓降低至參考信號 SET 的電壓位準。因此，流經電感 302 的平均電流能夠被維持至與目標電流位準相等。

**【024】** 控制器 210 還包括耦接於其埠 VDD 的欠壓鎖定電路 401，用於根據不同的電能情況選擇性地啟動控制器 210 內部的一個或多個元件。在一個實施例中，如果埠 VDD 上的電壓高於第一預設電

壓，則欠壓鎖定電路 401 將啟動控制器 210 中所有的元件。如果埠 VDD 上的電壓低於第二預設電壓，欠壓鎖定電路 401 將關閉控制器 210 中所有的元件。在一個實施例中，第一預設電壓高於第二預設電壓。埠 VDD 對控制器 210 提供電能。

【025】 圖 6 所示為根據本發明一實施例圖 3 中所示之控制器 210 的另一種架構示意圖。圖 7 所示為根據本發明一實施例圖 6 中所示之控制器 210 的波形圖。圖 6 將結合圖 3 和圖 7 進行描述。

【026】 在圖 6 的例子中，控制器 210 包含誤差放大器 602、比較器 604、鋸齒波信號產生器 606、重置信號產生器 608、以及脈衝寬度調變信號產生器 610。誤差放大器 602 基於一參考信號 SET 和第二信號 IAVG 之間的一電壓差產生一誤差信號 VEA。參考信號 SET 指示一目標電流位準。第二信號 IAVG 透過端點 FB 接收指示流經電感 302 的平均電流。誤差信號 VEA 可用於調整流經電感 302 的平均電流使之等於目標電流位準。鋸齒波信號產生器 606 產生一鋸齒波信號 SAW。比較器 604 耦接至誤差放大器 602 以及鋸齒波信號產生器 606，並比較誤差信號 VEA 與鋸齒波信號 SAW。重置信號產生器 608 產生一重置信號 RESET，並提供重置信號 RESET 給鋸齒波信號產生器 606 和脈衝寬度調變信號產生器 610。為回應重置信號 RESET，開關 316 導通。脈衝寬度調變信號產生器 610 耦接至比較器 604 以及重置信號產生器 608，並基於比較器 604 的輸出和重置信號 RESET 產生一脈衝寬度調變信號 PWM1。脈衝寬度調變信號 PWM1 透過端點 DRV 控制開關 316 的導通狀態。

【027】 在一實施例中，重置信號 RESET 係為一具有固定頻率的脈衝信號。在另一實施例中，重置信號 RESET 係為一使得開關 316 處於斷開狀態的時間為一常數的脈衝信號。重置信號 RESET 使得例如在圖 5 中之脈衝寬度調變信號 PWM1 為邏輯 0 的時間為一常數。

【028】 在操作中，脈衝寬度調變信號產生器 610 產生一具有第一狀態（例如，邏輯 1）的脈衝寬度調變信號 PWM1 以導通開關 316，並回應重置信號 RESET。當開關 316 導通，一電流流經開關 316、電

阻 218、電感 302、發光二極體串 208 至光源驅動電路 300 的地。鋸齒波信號產生器 606 所產生的鋸齒波信號 SAW 的電壓從一初始位準 INI 開始增加，以回應重置信號 RESET 的脈衝。當鋸齒波信號 SAW 的電壓增大到誤差信號 VEA 的電壓，脈衝寬度調變信號產生器 610 產生一具有第二狀態（例如，邏輯 0）的脈衝寬度調變信號 PWM1 以斷開開關 316，並且鋸齒波信號 SAW 的電壓被重置為初始位準 INI，直到鋸齒波信號產生器 606 接收到重置信號 RESET 的下一個脈衝。待接收到重置信號 RESET 的下一個脈衝，鋸齒波信號 SAW 的電壓會再次從初始位準 INI 開始逐漸增加，以回應此脈衝。

**【029】** 在一實施例中，脈衝寬度調變信號 PWM1 的責任週期比係由誤差信號 VEA 決定。如果第二信號 IAVG 的電壓小於參考信號 SET 的電壓，則誤差放大器 602 增大誤差信號 VEA 的電壓以增大脈衝寬度調變信號 PWM1 的責任週期比。相應地，流經電感 302 的平均電流增大，直到第二信號 IAVG 的電壓增加至參考信號 SET 的電壓位準。如果第二信號 IAVG 的電壓大於參考信號 SET 的電壓位準，則誤差放大器 602 減小誤差信號 VEA 的電壓以減小脈衝寬度調變信號 PWM1 的責任週期比。相應地，流經電感 302 的平均電流減小，直到第二信號 IAVG 的電壓降低至參考信號 SET 的電壓位準。因此，流經電感 302 的平均電流能夠被維持至與目標電流位準相等。

**【030】** 圖 8 所示為根據本發明另一個實施例的光源驅動電路光源驅動電路 800 的示意圖。圖 8 中與圖 2、圖 3 具有相同元件符號之元件具有類似的功能。

**【031】** 控制器 210 的端點 VDD 透過開關 804 耦接至整流器 204，並接收經過整流器 204 調整後的輸出電壓。耦接於開關 804 和控制器 210 之參考接地之間的一齊納二極體 802 用於保持端點 VDD 的電壓基本上恆定。圖 8 的例子中，控制器 210 的端點 ZCD 電性耦接至電感 302，接收指示電感 302 之電力狀況的檢測信號 AUX。檢測信號 AUX 可指示流經電感 302 的電流是否降低至預設電流位準（例如，是否減小到零）。共同節點 333 可為控制器 210 提供一參考接地。

【032】 綜上所述，本發明提供了一種控制電力轉換器以對負載供電的電路。在一實施例中，電力轉換器為負載（例如發光二極體串）提供一實質上恆定之電流。在另一實施例中，電力轉換器提供一定電流以對電池充電。與圖 1 中的傳統電路相比，本發明的電路所提供給負載或電池的電流可得到更精確的控制。而且本發明的電路可適用於具有相對較高電壓的電壓源。

【033】 圖 9A 所示為根據本發明另一個實施例的光源驅動電路 900 的方塊示意圖。圖 9A 中與圖 2、圖 3 編號相同的元件具有類似的功能。在一實施例中，光源驅動電路 900 包括與電源 202 耦接的濾波器 920、整流器 204、電力轉換器 906、負載 288、鋸齒波信號產生器 902 和控制器 910。電源 202 產生交流輸入電壓  $V_{AC}$ （例如，交流輸入電壓  $V_{AC}$  具有正弦波信號）和交流輸入電流  $I_{AC}$ 。交流輸入電流  $I_{AC}$  流入濾波器 920。電流  $I_{AC}'$  從濾波器 920 流出，並流入整流器 204。整流器 204 透過濾波器 920 接收交流輸入電壓  $V_{AC}$ ，並在電源線 912 上提供一整流電壓  $V_{IN}$  和一整流電流  $I_{IN}$ 。電源線 912 耦接於整流器 204 和電力轉換器 906 之間。電力轉換器 906 將整流電壓  $V_{IN}$  轉換成一輸出電壓  $V_{OUT}$ ，為負載 288 提供電能。控制器 910 與電力轉換器 906 耦接，用於控制電力轉換器 906，以調節流過負載 288 的電流  $I_{OUT}$ ，並校正光源驅動電路 900 的功率因數。

【034】 控制器 910 產生一驅動信號 962。在一個實施例中，電力轉換器 906 包括一開關 316。驅動信號 962 控制開關 316，進而調節流經負載 288 的電流  $I_{OUT}$ 。電力轉換器 906 還產生指示流經負載 288 的電流  $I_{OUT}$  的一感應信號  $I_{AVG}$ 。

【035】 在一個實施例中，與控制器 910 耦接的鋸齒波信號產生器 902，根據驅動信號 962 產生一鋸齒波信號 960。例如，驅動信號 962 可為脈衝寬度調變信號。在一個實施例中，當驅動信號 962 為邏輯高電位時，鋸齒波信號 960 增加；當驅動信號 962 為邏輯低電位時，鋸齒波信號 960 降低到預設電壓值（例如，降低到 0V）。

【036】 有利之處在於，控制器 910 根據鋸齒波信號 960 和感應

信號 IAVG 產生驅動信號 962。驅動信號 962 控制開關 316，使流經負載 288 的電流  $I_{OUT}$  保持在目標電流值，以提高電流控制的精確性。另外，驅動信號 962 控制開關 316，調節整流電流  $I_{IN}$  的平均電流  $I_{IN\_AVG}$  與整流電壓  $V_{IN}$  實質同相，以校正光源驅動電路 900 的功率因數。在本發明中，實質同相指兩波形理論上同相位，然而在實際應用中，由於電路中電容的存在，造成兩波形存在細微的相差。光源驅動電路 900 的工作原理將在圖 9B 中進一步描述。

【037】 圖 9B 所示為根據本發明的一個實施例圖 9A 中的光源驅動電路 900 中的信號的波形圖，圖 9B 將結合圖 9A 描述。圖 9B 描述了輸入交流電壓  $V_{AC}$ 、整流電壓  $V_{IN}$ 、整流電流  $I_{IN}$ 、整流電流的平均電流  $I_{IN\_AVG}$ 、電流  $I_{AC}'$  和輸入交流電流  $I_{AC}$  的波形。

【038】 為了描述的方便，輸入交流電壓  $V_{AC}$  為正弦波形，但並不以此為限。整流器 204 整流輸入交流電壓  $V_{AC}$ 。在圖 9B 的實施例中，整流電壓  $V_{IN}$  具有整流後的正弦波形，即，輸入交流電壓  $V_{AC}$  的正向波形保留，其負向波形轉換成對應的正向波形。

【039】 在一個實施例中，控制器 910 所產生的驅動信號 962 控制整流電流  $I_{IN}$ 。整流電流  $I_{IN}$  從一預設值（例如，0 安培）開始增加。當整流電流  $I_{IN}$  達到與整流電壓  $V_{IN}$  成比例的一個值之後，整流電流  $I_{IN}$  降到預設值。如圖 9B 所示，整流電流  $I_{IN}$  的平均電流  $I_{IN\_AVG}$  的波形與整流電壓  $V_{IN}$  的波形實質同相。

【040】 整流電流  $I_{IN}$  從整流器 204 流出並流入電力轉換器 906。整流電流  $I_{IN}$  是流入整流器 204 的電流  $I_{AC}'$  整流後的電流。如圖 9B 所示，當輸入交流電壓  $V_{AC}$  為正值時，電流  $I_{AC}'$  的正向波形與整流電流  $I_{IN}$  的正向波形類似；當輸入電流電壓  $V_{AC}$  為負值時，電流  $I_{AC}'$  的負向波形與整流電流  $I_{IN}$  的波形對應。

【041】 在一個實施例中，透過耦接於電源 202 和整流器 204 之間的濾波器 920，輸入交流電流  $I_{AC}$  與電流  $I_{AC}'$  的平均值相等或成比例。因此，如圖 9B 所示，輸入交流電流  $I_{AC}$  的波形與輸入交流電壓  $V_{AC}$  的波形實質同相。理論上，輸入交流電流  $I_{AC}$  與輸入交流電壓  $V_{AC}$  同

相。然而，在實際應用中，由於濾波器 920 和電力轉換器 906 中存在電容，輸入交流電流  $I_{AC}$  與輸入交流電壓  $V_{AC}$  之間可能存在細微的相差。此外，輸入交流電流  $I_{AC}$  與輸入交流電壓  $V_{AC}$  波形也大致相似。因此，光源驅動電路 900 的功率因數得到了校正，進而提高了光源驅動電路 900 的供電品質。

【042】 圖 10 所示為根據本發明的又一實施例的光源驅動電路 1000 的示意圖。圖 10 中與圖 2、圖 3 和圖 9A 編號相同的元件具有類似的功能。圖 10 將結合圖 4、圖 5 和圖 9A 進行描述。

【043】 在圖 10 的例子中，光源驅動電路 1000 包含耦接電源 202 的濾波器 920、整流器 204、電力轉換器 906、負載 288、鋸齒波信號產生器 902 和控制器 910。在一個實施例中，負載 288 包含發光二極體串 208（例如，發光二極體串）。本發明並不局限於此，負載 288 可以包含其他類型的光源或者其他類型的負載（例如，電池組）。濾波器 920 可為包含一對電感和一對電容的電感-電容濾波器，但並不以此為限。在一個實施例中，控制器 910 包含多個埠，例如，ZCD 埠、GND 埠、DRV 埠、VDD 埠、FB 埠、COMP 埠和 CS 埠。

【044】 在一個實施例中，電力轉換器 906 包含耦接電源線 912 的輸入電容 1008。輸入電容 1008 減少整流電壓  $V_{IN}$  的漣波，以平滑整流電壓  $V_{IN}$  的波形。在一個實施例中，輸入電容 1008 具有相對較小的電容值（例如，小於 0.5 微法拉），以幫助消除或減小整流電壓  $V_{IN}$  波形的畸變。另外，在一個實施例中，由於輸入電容 1008 之電容值較小，流經輸入電容 1008 的電流可以忽略。因此，當開關 316 導通時，流經開關 316 的電流  $I_{214}$  與從整流器 204 流出的整流電流  $I_{IN}$  大致相等。

【045】 電力轉換器 906 與圖 3 中的電力轉換器 206 的操作類似。在一個實施例中，儲能元件 214 包含電感 302 和電感 304，電感 302 電磁耦接電感 304。電感 302 與開關 316 和發光二極體串 208 耦接。因此，根據開關 316 的導通狀態，電流  $I_{214}$  流經電感 302。更具體地，在一個實施例中，控制器 910 在 DRV 埠上產生驅動信號 962（例如，脈衝寬度調變信號），以控制開關 316 導通或斷開。當開關 316

閉合，電流  $I_{214}$  從電源線 912 流出，流經開關 316 和電感 302，並且不斷增加。電流  $I_{214}$  可以由公式 (1) 得出：

$$\Delta I_{214} = (V_{IN} - V_{OUT}) * T_{ON} / L_{302} \quad (1)$$

【046】 其中， $T_{ON}$  表示開關 316 導通的時間， $\Delta I_{214}$  表示電流  $I_{214}$  的變化量， $L_{302}$  表示電感 302 的電感值。在一個實施例中，控制器 910 控制驅動信號 962，使得  $T_{ON}$  為一個恒定值。所以，若輸出電壓  $V_{OUT}$  基本恒定，在  $T_{ON}$  時間間隔內，電流  $I_{214}$  的變化量  $\Delta I_{214}$  與整流電壓  $V_{IN}$  成比例。在一個實施例中，當電流  $I_{214}$  降低到預設值（例如，0 安培）時，開關 316 閉合。因此，電流  $I_{214}$  的峰值與整流電壓  $V_{IN}$  成比例。

【047】 當開關 316 斷開時，電流  $I_{214}$  從地流出，並流經二極體 314 和電感 302，流進發光二極體串 208。相應地，電流  $I_{214}$  根據公式 (2) 降低：

$$\Delta I_{214} = (-V_{OUT}) * T_{OFF} / L_{302} \quad (2)$$

【048】 其中， $T_{OFF}$  表示開關 316 的關斷時間。

【049】 在一個實施例中，當開關 316 導通時，電流  $I_{IN}$  與電流  $I_{214}$  相等，當開關 316 斷開時，電流  $I_{IN}$  等於 0 安培。

【050】 電感 304 感應電感 302 的狀況，例如，流經電感 302 的電流是否下降到預設電流值，例如 0 安培。結合圖 5 所述，在一個實施例中，在開關 316 閉合時，監測信號 AUX 為低電位，當開關 316 斷開時，監測信號 AUX 為高電位。當流經電感 302 的電流  $I_{214}$  降低到預設電流值，監測信號 AUX 的電壓產生一個負緣。控制器 910 的 ZCD 埠耦接於電感 304，用來接收監測信號 AUX。

【051】 在一個實施例中，電力轉換器 906 包含輸出濾波器 1024。輸出濾波器 1024 可為具有相對較大電容值（例如，大於 400 微法拉）的電容。所以，流經發光二極體串 208 的電流  $I_{OUT}$  表示電流  $I_{214}$  的平均值。

【052】 電阻 218 產生指示流經電感 302 的電流的電流感應信號 ISEN。在一個實施例中，濾波器 212 為包含電阻 320 和電容 322 的電阻-電容濾波器。濾波器 212 去除電流感應信號 ISEN 中的漣波，以產

生電流感應信號 ISEN 的平均電流感應信號 IAVG。所以，在圖 10 的實施例中，平均電流感應信號 IAVG 表示流經發光二極體串 208 的電流  $I_{OUT}$ 。控制器 910 的埠 FB 用於接收平均電流感應信號 IAVG。

【053】 鋸齒波信號產生器 902 耦接於 DRV 埠和 CS 埠。鋸齒波信號產生器 902 根據 DRV 埠的驅動信號 962 在 CS 埠上產生鋸齒波信號 960。例如，鋸齒波信號產生器 902 包含耦接於 DRV 埠和 CS 埠之間且相互並聯的電阻 1016 和二極體 1018，還包含耦接於 CS 埠和地之間且相互並聯的電阻 1012 和電容 1014。工作時，鋸齒波信號 960 根據驅動信號 962 而變化。更具體地，在一個實施例中，驅動信號 962 為脈衝寬度調變信號。當驅動信號 962 為邏輯高電位時，電流 I1 從 DRV 埠流出，經過電阻 1016，流入電容 1014。因此，電容 1014 被充電，鋸齒波信號 960 的電壓  $V_{960}$  增加。當驅動信號 962 為邏輯低電位時，電流 I2 從電容 1014 流出，經過二極體 1018，並流入 DRV 埠。因此，電容 1014 放電，電壓  $V_{960}$  降低到 0 伏特。鋸齒波信號產生器 902 還可以包含其他元件，並不局限於圖 10 所示的實施例。

【054】 在一個實施例中，控制器 910 整合在一個積體電路晶片上。電阻 1016 和 1012、二極體 1018 以及電容 1014 為積體電路晶片的週邊電路元件。在另一個實施例中，鋸齒波信號產生器 902 和控制器 910 也可以整合在一個積體電路晶片上。在該實施例中，可以省略 CS 埠，進而減小了光源驅動電路 1000 的尺寸和成本。電力轉換器 906 還可以具有其他結構，並不局限於圖 10 所示的實施例。

【055】 圖 11 所示為根據本發明的實施例的圖 9A 中控制器 910 的結構示意圖。圖 11 中與圖 4 和圖 9A 編號相同的元件具有類似的功能。圖 11 將結合圖 4、圖 5、圖 9A 和圖 10 進行描述。

【056】 在一個實施例中，控制器 910 與圖 4 中的控制器 210 有相似的結構，不同之處在於，CS 埠接收鋸齒波信號 960 而不是電流感應信號 ISEN。控制器 910 根據鋸齒波信號 960、平均電流感應信號 IAVG 和監測信號 AUX 產生驅動信號 962。控制器 910 包括誤差放大器 402、比較器 404 和脈寬調變信號產生器 408。誤差放大器 402 根據平

均電流感應信號 I<sub>AVG</sub> 和表示目標電流值的參考信號 SET 之間的差值，產生誤差信號 VEA。比較器 404 比較鋸齒波信號 960 和誤差信號 VEA，以產生比較信號 S。脈衝寬度調變信號產生器 408 根據比較信號 S 和監測測信號 AUX 產生驅動信號 962。

【057】 一個實施例中，當監測信號 AUX 表示流經電感 302 的電流 I<sub>214</sub> 降到預設值（例如，0 安培）時，驅動信號 962 切換至第一電位（例如，邏輯高電位），以閉合開關 316。當鋸齒波信號 960 達到誤差信號 VEA 時，驅動信號 962 切換至第二電位（例如，邏輯低電位），以斷開開關 316。有利之處在於，由於 CS 埠接收鋸齒波信號 960 而不是電流感應信號 I<sub>SEN</sub>，流經電感 302 的電流 I<sub>214</sub> 的峰值不會受限於誤差信號 VEA。因此，如公式（1）所述，流經電感 302 的電流 I<sub>214</sub> 根據整流電壓 V<sub>IN</sub> 改變。例如，電流 I<sub>214</sub> 的峰值與整流電壓 V<sub>IN</sub> 成比例而不是與誤差信號 VEA 成比例。

【058】 控制器 910 控制驅動信號 962，以使電流 I<sub>OUT</sub> 保持在由參考信號 SET 表示的目標電流值。例如，如果電流 I<sub>OUT</sub> 大於目標電流值（例如，由於整流電壓 V<sub>IN</sub> 的變化），誤差放大器 402 減小誤差信號 VEA，以縮短開關 316 閉合的時間 T<sub>ON</sub>。所以，電流 I<sub>214</sub> 的平均電流降低，以減小電流 I<sub>OUT</sub>。同樣的，如果電流 I<sub>OUT</sub> 小於目標電流值，控制器 910 延長開關 316 閉合的時間 T<sub>ON</sub>，以增大電流 I<sub>OUT</sub>。

【059】 圖 12 所示為根據本發明的實施例的光源驅動電路（例如，光源驅動電路 900 或 1000）產生或接收的信號波形圖。圖 12 將結合圖 4、圖 9A、圖 9B 和圖 10 進行描述。圖 12 描述了整流電壓 V<sub>IN</sub>、整流電流 I<sub>IN</sub>、整流電流 I<sub>IN</sub> 的平均電流 I<sub>IN\_AVG</sub>、流經發光二極體串 208 的電流 I<sub>OUT</sub>、表示流經電感 302 的電流 I<sub>214</sub> 的感應信號 I<sub>SEN</sub>、誤差信號 VEA、鋸齒波信號 960 和驅動信號 962。

【060】 如圖 12 所示，整流電壓 V<sub>IN</sub> 是整流後的正弦波信號。在 t<sub>1</sub> 時刻，驅動信號 962 變為邏輯高電位。因此，開關 316 閉合，表示流經電感 302 的電流 I<sub>214</sub> 的感應信號 I<sub>SEN</sub> 增加。同時，鋸齒波信號 960 根據驅動信號 962 增加。

【061】 在  $t_2$  時刻，鋸齒波信號 960 增加到誤差信號 VEA。相應地，控制器 910 調節驅動信號 962 為邏輯低電位，鋸齒波信號 960 降到 0 伏特。驅動信號 962 斷開開關 316，因此，感應信號 ISEN 下降。換言之，鋸齒波信號 960 和誤差信號 VEA 決定了驅動信號 962 邏輯高電位的時間  $T_{ON}$ 。

【062】 在  $t_3$  時刻，電流  $I_{214}$  降低到預設電流值(例如，0 安培)，由此，控制器 910 調節驅動信號 962 為邏輯高電位，以閉合開關 316。

【063】 在一個實施例中，在整流電壓  $V_{IN}$  的一個週期內，流經發光二極體串 208 的電流  $I_{OUT}$  與電流  $I_{214}$  的平均值相等或成比例。結合圖 11 的描述，控制器 910 調節電流  $I_{OUT}$  至由參考信號 SET 表示的目標電流值。另外，如圖 12 所示，表示電流  $I_{214}$  的感應信號 ISEN 在  $t_1$  至  $t_4$  期間與  $t_5$  至  $t_6$  期間具有相同的波形。所以，電流  $I_{214}$  在  $t_1$  至  $t_4$  期間的平均值與在  $t_5$  至  $t_6$  期間的平均值相等。因此，電流  $I_{OUT}$  保持在目標電流值。在一個實施例中， $T_{ON}$  由鋸齒波信號 960 和誤差信號 VEA 決定。由於在驅動信號 962 的每個週期內，鋸齒波信號 960 從 0 伏特上升到誤差信號 VEA 的時間都是相等的，所以  $T_{ON}$  是恒定的。根據公式 (1)，在  $T_{ON}$  時間內，電流  $I_{214}$  的變化量  $\Delta I_{214}$  與整流電壓  $V_{IN}$  成比例。所以，如圖 12 所示，感應信號 ISEN 的峰值與輸入電壓  $V_{IN}$  成比例。

【064】 在一個實施例中，當開關 316 閉合時，電流  $I_{IN}$  的波形與電流  $I_{214}$  的波形相類似，當開關 316 斷開時，電流  $I_{IN}$  等於 0 安培。在  $t_1$  至  $t_6$  時間段內，整流電流  $I_{IN}$  的平均電流  $I_{IN\_AVG}$  與整流電壓  $V_{IN}$  實質同相。結合圖 9B 所描述的，輸入電流  $I_{AC}$  與輸入電壓  $V_{AC}$  實質同相，進而校正了光源驅動電路的功率因數，進而提高了供電品質。

【065】 圖 13 所示為根據本發明的實施例的用於驅動負載的驅動電路(例如，用於驅動發光二極體串 208 的光源驅動電路 900 或 1000)的方法流程圖 1300。圖 13 將結合圖 9A 至圖 12 進行描述。圖 13 所涵蓋的具體步驟僅作為示例。也就是說，本發明也適用於執行其他合理的步驟或對圖 13 進行改進的步驟。

【066】 在步驟 1302 中，接收輸入電壓（例如，整流電壓  $V_{IN}$ ）和輸入電流（例如，整流電流  $I_{IN}$ ）。在步驟 1304 中，輸入電壓被轉換成輸出電壓，為負載（例如，發光二極體光源）提供電能。在步驟 1306 中，根據驅動信號（例如，驅動信號 962）控制流經儲能元件（例如，儲能元件 214）的電流，以調節流經負載的電流。

【067】 在步驟 1308 中，接收表示流經負載的電流的第一感應信號（例如，平均電流感應信號  $I_{AVG}$ ）。在一個實施例中，第一感應信號由表示流經儲能元件電流的第二感應信號濾波而得到。在步驟 1310 中，根據驅動信號產生鋸齒波信號。

【068】 在步驟 1312 中，由鋸齒波信號和第一感應信號控制驅動信號，以調節流經負載的電流至目標電流值，並透過控制輸入電流的平均電流與輸入電壓實質同相，以校正光源驅動電路的功率因數。在一個實施例中，根據第一感應信號和參考信號的差值產生誤差信號，參考信號表示流經發光二極體光源的目標電流值。比較鋸齒波信號和誤差信號，並接收指示儲能元件狀況的監測信號。若監測信號指示流經儲能元件的電流降低到預設值時，切換驅動信號到第一狀態，並根據鋸齒波信號和誤差信號的比較值，切換驅動信號到第二狀態。當驅動信號處於第一狀態，增加流經儲能元件的電流；驅動信號處於第二狀態時，減小流經儲能元件的電流。在一個實施例中，若流經發光二極體光源的電流保持在目標電流值，則鋸齒波信號從預設值增加到誤差信號的時間是恒定的。

【069】 本發明的實施例提供了驅動負載（例如，發光二極體光源）的驅動電路。驅動電路包含電力轉換器和控制器。電力轉換器將輸入電壓轉換成輸出電壓，以為負載提供電能。電力轉換器提供表示流經負載電流的感應信號。驅動電路還包含鋸齒波信號產生器，用於根據驅動信號產生鋸齒波信號。有利之處在於，控制器根據感應信號和鋸齒波信號產生驅動信號。驅動信號控制流經儲能元件的電流，以調節流經負載的電流至目標電流值，並透過控制輸入電流的平均電流和輸入電壓實質同相，以校正光源驅動電路的功率因數。

【070】 圖 14 所示為根據本發明一實施例之光源驅動電路 1400 的電路示意圖。圖 14 中與圖 2 和圖 3 編號相同的元件具有類似的功能。在圖 14 的例子中，光源驅動電路 1400 包含整流器 204、電力轉換器 1406、濾波器 212 和控制器 1410。例如，整流器 204 可以是包含二極體 D1-D4 的橋式整流器。整流器 204 調整來自電源 202 的交流電壓。電力轉換器 1406 接收整流器 204 所輸出的調整後電壓並產生一輸出電力為負載（例如，發光二極體串 208）供電。

【071】 在圖 14 的例子中，電力轉換器 1406 是降升壓 (Buck-Boost) 轉換器，其接收輸入電壓並產生可以大於或小於輸入電壓的輸出電壓。利用降升壓轉換器，光源驅動電路 1400 可以根據不同的負載需求更靈活地調整輸出電壓。此外，具有降升壓轉換器的光源驅動電路 1400 具有相對低的總諧波失真和相對高的功率因數。

【072】 在一個實施例中，電力轉換器 1406 包含電容 1408、開關 1416、電阻 1420、儲能單元 1414、電流監測器 1418（例如，電阻）、二極體 1412、以及電容 1424。電力轉換器 1406 接收輸入電壓和輸入電流，並為發光二極體串 208 提供能量。開關 1416 是由驅動信號控制。控制器 1410 接收指示流經發光二極體串 208 的電流的感應信號 IAVG 並根據感應信號 IAVG 產生驅動信號控制開關 1416 以及調節流經發光二極體串 208 的電流。

【073】 更具體而言，在一實施例中，儲能單元 1414 耦接於開關 1416 和光源驅動電路 1400 的地之間。儲能單元 1414 也耦接於開關 1416 和電流監測器 1418 之間之共同節點 1433。共同節點 1433 為控制器 1410 提供一參考地。在一個實施例中，控制器 1410 的參考地和光源驅動電路 1400 的地不同。在圖 14 的例子中，儲能單元 1414 包含電感 1402 和電感 1404。電感 1402 耦接於控制器 1410 的參考地和光源驅動電路 1400 的地之間。與電感 1402 電磁耦接的電感 1404 監測電感 1402 的狀況。更具體的，電感 1402 和電感 1404 都連接至一個共同節點 1433。

【074】 開關 1416 控制流經儲能單元 1414 的電流。耦接於開關

1416 和儲能單元 1414 之間的電阻 1420 提供感應信號 VSEN 給控制器 1410，感應信號 VSEN 指示儲能單元 1414 的狀態。如果感應信號 VSEN 的電壓大於預設電壓值（例如，1.1V），控制器 1410 斷開開關 1416。

【075】 電流監測器 1418 的一端與共同節點 1433 相連，另一端與二極體 1412 相連。電阻 1418 提供一指示流經電力轉換器 1406 的電流的感應信號 ISEN，例如，指示當開關 1416 斷開時流經二極體 1412 的電流。當開關 1416 導通時，由於二極體 1412 被反向偏壓，沒有電流流經二極體 1412。指示流經發光二極體串 208 的電流的感應信號 IAVG 是從感應信號 ISEN 獲得。更具體的，耦接於電流監測器 1418 和控制器 1410 之間的濾波器 212 根據感應信號 ISEN 產生一指示流經發光二極體串 208 的電流的感應信號 IAVG。在一個實施例中，濾波器 212 包含電阻 320 和電容 322。在圖 14 的例子中，感應信號 ISEN 指示流經電力轉換器 1406 的電流，例如流經二極體 1412 的電流。流經二極體 1412 的平均電流等於流經發光二極體串 208 的電流。然而，在其它替換實施例中，感應信號 ISEN 可以指示流經電力轉換器 1406 的其它元件的電流，並不局限於圖 14 所示的實施例。

【076】 控制器 1410 接收感應信號 IAVG 並透過導通或斷開開關 1416 使得流經二極體 1412 的平均電流等於一目標電流值。電容 1424 濾除流經發光二極體串 208 的電流的漣波，進而使流經發光二極體串 208 的電流相對平穩並等於流經二極體 1412 的平均電流。因此使得流經發光二極體串 208 的電流與目標電流值相等。此處“與目標電流值相等”是指流經發光二極體串 208 的電流可以與目標電流值少許不同但在範圍之內，進而使由電路元件不理想造成的電流漣波可以被忽略。

【077】 圖 14 的例子中，控制器 1410 的埠包括 ZCD、GND、DRV、VDD、CS、COMP 和 FB。埠 FB 透過濾波器 212 與電流監測器 1418 耦接並接收指示流經二極體 1412 的平均電流的感應信號 IAVG。流經二極體 1412 的平均電流等於流經發光二極體串 208 的電流。如此，埠 FB 接收指示流經發光二極體串 208 的電流的感應信號 IAVG。埠 ZCD 與電

感 1404 耦接，用於接收指示儲能單元 1414 的狀況（例如，流經電感 1402 的電流是否減小到第一預設電流值，例如零安培）的監測信號 AUX。儲能單元 1414 的電流由開關 1416 控制。如果流經電感 1402 的電流減小到第一預設電流值（例如，零安培），控制器 1410 導通開關 1416。監測信號 AUX 也能指示發光二極體串 208 是否處於開路狀態。埠 DRV 與開關 1416 耦接並根據感應信號 IAVG 和監測信號 AUX 產生驅動信號（例如，脈衝寬度調變信號 PWM1）。脈衝寬度調變信號 PWM1 控制流經電力轉換器 1406 的電流，例如流經二極體 1412 的電流，進而調節流經發光二極體串 208 的電流。在一個實施例中，脈衝寬度調變信號 PWM1 具有第一狀態（例如，邏輯高電位）和第二狀態（例如，邏輯低電位）。如果脈衝寬度調變信號 PWM1 處於第一狀態，開關 1416 導通；反之，如果脈衝寬度調變信號 PWM1 處於第二狀態，開關 1416 斷開。當驅動信號處於第一狀態時，流經電感 1402 的電流增大；而當驅動信號處於第二狀態時，流經電感 1402 的電流減小。埠 VDD 與電感 1404 耦接並接收來自電感 1404 的電力。埠 CS 與電阻 1420 耦接並接收一感應信號 VSEN，指示儲能單元 1414 的狀態（例如，儲能單元 1414 中所儲的能量是否增大到預設能量值）。埠 COMP 透過電容 318 與控制器 1410 的參考地耦接。在圖 14 的例子中，埠 GND（也即控制器 1410 的參考地）連接至電流監測器 1418、電感 1402、電感 1404 之間共同節點 1433。

**【078】** 開關 1416 可以是 N 通道金屬氧化物半導體場效電晶體（NMOSFET）。開關 1416 的導通狀態由開關 1416 的閘極電壓與埠 GND 的電壓（即共同節點 1433 的電壓）之間的電壓差決定。因此，埠 DRV 輸出的脈衝寬度調變信號 PWM1 決定了開關 1416 的狀態。當開關 1416 導通，控制器 1410 的參考地高於光源驅動電路 1400 的地，使得本發明的電路可以適用於具有較高電壓的電源。

**【079】** 在操作中，當開關 1416 導通，電流流經開關 1416、電阻 1420、電感 1402 到光源驅動電路 1400 的地。當開關 1416 斷開，電流流經電感 1402、發光二極體串 208、二極體 1412、和電流監測器

1418。電流監測器 1418 提供指示流經二極體 1412 的電流的感應信號 ISEN。指示流經發光二極體串 208 的電流的感應信號 IAVG 是從感應信號 ISEN 獲得。因此，在一個實施例中，控制器 1410 根據感應信號 IAVG 透過脈衝寬度調變信號 PWM1 控制開關 1416，使得流經二極體 1412 的平均電流等於預設電流值。所以經過電容 1424 濾波後，流經發光二極體串 208 的電流也等於預設電流值。

【080】 在一個實施例中，控制器 1410 根據監測信號 AUX 判斷發光二極體串 208 是否處於開路狀態。如果發光二極體串 208 開路，則電容 1424 上的電壓增加。當開關 1416 處於斷開狀態時，電感 1402 兩端的電壓增大，監測信號 AUX 的電壓也隨之增大。因此，透過埠 ZCD 流入控制器 1410 的電流增大。因此，控制器 1410 透過在開關 1416 處於斷開狀態時監測信號 AUX 以及流經電感 1402 的電流是否超過第二預設電流值（例如，300 微安）來判斷發光二極體串 208 是否處於開路狀態。

【081】 在一個實施例中，控制器 1410 根據感應信號 VSEN 判斷發光二極體串 208 是否處於短路狀態。如果發光二極體串 208 短路，儲能單元 1414 中所儲的能量增大，感應信號 VSEN 的電壓也隨之增大。其結果是，埠 CS 的電壓隨之減小。因此，控制器 1410 透過監測信號 VSEN 以及監測信號 VSEN 的電壓是否超過預設電壓值（例如，1.1V）來判斷發光二極體串 208 處於短路狀態。

【082】 圖 15 所示為根據本發明一實施例之示於圖 14 中之控制器 1410 的結構示意圖。圖 15 中與圖 4 編號相同的元件具有類似的功能。圖 15 將結合圖 14 進行描述。

【083】 在圖 15 的例子中，控制器 1410 包含誤差放大器 402、比較器 404 和脈衝寬度調變信號產生器 408。誤差放大器 402 根據參考信號 SET 和感應信號 IAVG 在埠 COMP 產生誤差信號 VEA。參考信號 SET 指示目標電流值。感應信號 IAVG 透過埠 FB 接收，指示流經二極體 1412 的平均電流。透過誤差信號 VEA 的作用使得流經二極體 1412 的平均電流等於目標電流值。比較器 404 與誤差放大器 402 耦接，將

誤差信號 VEA 和感應信號 VSEN 進行比較。感應信號 VSEN 透過埠 CS 接收，指示儲能單元 1414 的狀態。監測信號 AUX 透過埠 ZCD 接收，指示流經電感 1402 的電流是否減小到第一預設電流值（例如，降低至零安培）。脈衝寬度調變信號產生器 408 與誤差放大器 402 和比較器 404 耦接，根據誤差信號 VEA 和監測信號 AUX 產生脈衝寬度調變信號 PWM1。脈衝寬度調變信號 PWM1 透過埠 DRV 控制開關 1416 的導通狀態。

**【084】** 在操作中，當脈衝寬度調變信號 PWM1 處於第一狀態（例如，邏輯 1），開關 1416 導通。當開關 1416 導通，電流流經開關 1416、電阻 1420、電感 1402 到光源驅動電路 1400 的地。流經電感 1402 的電流逐漸增大，使得感應信號 VSEN 的電壓逐漸增大。在一個實施例中，當開關 1416 導通時，監測信號 AUX 的電壓為負值。在控制器 1410 內部，比較器 404 將誤差信號 VEA 與感應信號 VSEN 進行比較。當感應信號 VSEN 的電壓超過誤差信號 VEA 的電壓，比較器 404 的輸出為邏輯 0，否則比較器 404 的輸出為邏輯 1。換言之，比較器 404 的輸出為一系列的脈衝。在比較器 404 輸出的負緣的作用下，脈衝寬度調變信號產生器 408 產生具有第二狀態（例如，邏輯 0）的脈衝寬度調變信號 PWM1 以斷開開關 1416。在一個實施例中，當開關 1416 斷開，監測信號 AUX 的電壓為正值。當開關 1416 斷開，電流流經電感 1402、發光二極體串 208、二極體 314、和電流監測器 1418。流經電感 1402 的電流逐漸減小，因此感應信號 VSEN 的電壓逐漸減小。如果監測信號 AUX 指示流經電感 1402 的電流減小到第一預設電流值（例如，降低至零安培），脈衝寬度調變信號 PWM1 切換至第一狀態（例如，邏輯 1）。更具體的，當流經電感 1402 的電流減小到第一預設電流值（例如，降低至零安培），監測信號 AUX 的電壓會產生一個負緣。在監測信號 AUX 負緣的作用下，脈衝寬度調變信號產生器 408 產生具有第一狀態（例如，邏輯 1）的脈衝寬度調變信號 PWM1 以導通開關 1416。

**【085】** 在一實施例中，當開關 1416 斷開時，監測信號 AUX 指示流經電感 1402 的電流增大到第二預設電流值（例如，300 微安），

脈衝寬度調變信號 PWM1 保持在第二狀態(例如,邏輯 0)。控制器 1410 判斷發光二極體串 208 處於開路狀態。在一個實施例中,如果監測信號 VSEN 的電壓超過預設電壓值(例如,1.1V),控制器 1410 判斷發光二極體串 208 處於短路狀態。當控制器 1410 判斷發光二極體串 208 處於開路狀態或短路狀態時,脈衝寬度調變信號 PWM1 保持在第二狀態(例如,邏輯 0)以斷開開關 1416 直至這樣的異常狀態不再存在。

【086】 在一實施例中,脈衝寬度調變信號 PWM1 的責任週期由誤差信號 VEA 決定。如果感應信號 IAVG 的電壓小於參考信號 SET 的電壓,則誤差放大器 402 增大誤差信號 VEA 的電壓以增大脈衝寬度調變信號 PWM1 的責任週期,進而使得流經二極體 1412 的平均電流增大,直到感應信號 IAVG 的電壓增大到參考信號 SET 的電壓。如果感應信號 IAVG 的電壓大於參考信號 SET 的電壓,則誤差放大器 402 減小誤差信號 VEA 的電壓以減小脈衝寬度調變信號 PWM1 的責任週期,進而使得流經二極體 1412 的平均電流減小,直到感應信號 IAVG 的電壓減小到參考信號 SET 的電壓。這樣,流經二極體 1412 的平均電流能夠被調整到與目標電流值相等。

【087】 圖 16 所示為根據本發明另一實施例之光源驅動電路 1600 的電路示意圖。圖 16 中與圖 14 編號相同的元件具有類似的功能。圖 16 中光源驅動電路 1600 的電路示意圖與圖 14 中光源驅動電路 1400 的電路示意圖類似,除了電力轉換器 1406 的設定。在圖 16 的例子中,儲能單元 1414 僅包含電感 1402。在一個實施例中,電力轉換器 1406 還可包含耦接於電感 1402 和控制器 1410 之間的齊納二極體 D5。齊納二極體 D5 形成偏壓電位位移器以施加電位位移(偏壓)給控制器 1410 的電源電壓,進而經由埠 VDD 從電感 1402 提供合適的電源給控制器 1410。

【088】 圖 17 所示為根據本發明再一個實施例的光源驅動電路 1700 的電路示意圖。圖 17 中與圖 9A、圖 10 和圖 14 編號相同的元件具有類似的功能。圖 17 中光源驅動電路 1700 的電路示意圖與圖 10

中光源驅動電路 1000 的電路示意圖類似，除了電力轉換器 1406 的設定。

【089】 在一個實施例中，電力轉換器 1406 包含耦接於電源線 912 的電容 1408。電容 1408 減少整流電壓  $V_{IN}$  的漣波，以平滑整流電壓  $V_{IN}$  的波形。在一個實施例中，電容 1408 具有相對較小的電容值以幫助消除或減小整流電壓  $V_{IN}$  波形的失真。此外，在一個實施例中，由於電容 1408 較小，流經電容 1408 的電流可以忽略。因此，當開關 1416 導通時，流經開關 1416 的電流  $I_{1402}$  與從整流器 204 流出的整流電流  $I_{IN}$  大致相等。

【090】 圖 17 中的電力轉換器 1406 與圖 14 中的電力轉換器 1406 的操作類似。在一個實施例中，根據開關 1416 的導通狀態，電流  $I_{1412}$  流經二極體 1412 而電流  $I_{1402}$  流經電感 1402。更具體的，控制器 1410 在 DRV 埠上產生驅動信號 961（例如，脈衝寬度調變信號），以控制開關 1416 導通或斷開。當開關 1416 導通，電流  $I_{1402}$  從電源線 912 流出，流經開關 1416、電阻 1420、電感 1402 到光源驅動電路 1700 的地。由於二極體 1412 反向偏壓，沒有電流流經二極體 1412。在開關 1416 導通期間，電流  $I_{1402}$  可以根據方程式（3）逐漸增大：

$$\Delta I_{1402} = V_{IN} * T_{ON} / L_{1402} \quad (3)$$

【091】 其中， $T_{ON}$  表示開關 1416 導通的時間， $\Delta I_{1402}$  表示電流  $I_{1402}$  的變化量， $L_{1402}$  表示電感 1402 的電感值，並且從開關 1416 到電阻 1420 的電壓降可以被忽略。在一個實施例中，控制器 910 控制驅動信號 962，使得開關 1416 的每一切換周期中的時間段  $T_{ON}$  為一個恒定值。所以，電流  $I_{1402}$  的變化量  $\Delta I_{1402}$  與整流電壓  $V_{IN}$  成比例。在一個實施例中，當電流  $I_{1402}$  降低到第一預設值（例如，零安培）時，開關 1416 閉合。因此，電流  $I_{1402}$  的峰值與整流電壓  $V_{IN}$  成比例。

【092】 在每一切換周期，開關 1416 在導通  $T_{ON}$  時間段之後被斷開。當開關 1416 斷開時，電流流經電感 1402、發光二極體串 208、二極體 1412、以及電流監測器 1418。相應的，電流  $I_{1412}$  根據方程式（4）降低：

$$\Delta I_{1412} = \Delta I_{1402} = V_{OUT} * T_{OFF} / L_{1402} \quad (4)$$

【093】 其中， $T_{OFF}$  表示開關 1416 斷開的時間， $\Delta I_{1412}$  表示電流  $I_{1412}$  的變化量，並且從二極體 1412 到電流監測器 1418 的電壓降可以被忽略。在一個實施例中，當開關 1416 導通時，整流電流  $I_{IN}$  與電流  $I_{1402}$  相等，當開關管 1416 斷開時，整流電流  $I_{IN}$  等於零安培。

【094】 在一個實施例中，電力轉換器 1406 包含電容 1424。電容 1424 可以是具有相對較大容值的電容。所以，流經發光二極體串 208 的電流  $I_{OUT}$  表示電流  $I_{1412}$  的平均值。

【095】 圖 17 中控制器 910 與圖 10 中的控制器 910 的操作類似。在圖 17 中，控制器 910 的埠包含 ZCD、GND、DRV、VDD、CS、COMP 和 FB。埠 ZCD 與電感 1404 耦接，用於接收指示電感 1402 狀況（例如，流經電感 1402 的電流是否減小到第一預設電流值，例如零安培）的監測信號 AUX。監測信號 AUX 也能指示發光二極體串 208 是否處於開路狀態。埠 GND 耦接於電阻 1418、電感 1402、電感 1404 之間共同節點 1433。埠 DRV 與開關 1416 耦接並產生驅動信號 962（例如，脈衝寬度調變信號）導通或斷開開關 1416。埠 VDD 與電感 1404 耦接並接收來自電感 1404 的電力。埠 COMP 透過電容 318 與控制器 910 的參考地耦接。埠 FB 透過濾波器 212 與電流監測器 1418 耦接並接收指示流經發光二極體串 208 的電流  $I_{OUT}$  的感應信號 IAVG。

【096】 耦接於控制器 910 的鋸齒波信號產生器 902 用於根據 DRV 埠的驅動信號 962 在 CS 埠上產生鋸齒波信號 960。例如，鋸齒波信號產生器 902 包含耦接於 DRV 埠和 CS 埠之間且相互並聯的電阻 1016 和二極體 1018，還包含耦接於 CS 埠和地之間且相互並聯的電阻 1012 和電容 1014。鋸齒波信號 960 根據驅動信號 962 而變化。更具體的，在一個實施例中，驅動信號 962 為脈衝寬度調變信號。當驅動信號 962 為邏輯高電位時，電流  $I_1$  從 DRV 埠流出，經過電阻 1016，流入電容 1014。因此，電容 1014 被充電，鋸齒波信號 960 的電壓  $V_{960}$  增加。當驅動信號 962 為邏輯低電位時，電流  $I_2$  從電容 1014 流出，經過二極體 1018，並流入 DRV 埠。因此，電容 1014 放電，電壓  $V_{960}$

降低到零伏特。鋸齒波信號產生器 902 還可以包含其他組件，並不局限於圖 17 所示的實施例。

【097】 有利之處在於，控制器 910 根據鋸齒波信號 960 和感應信號 I<sub>AVG</sub> 產生驅動信號 962。驅動信號 962 調節流經發光二極體串 208 的電流 I<sub>OUT</sub> 至目標電流值並透過控制整流電流 I<sub>IN</sub> 的平均電流 I<sub>IN\_AVG</sub> 與整流電壓 V<sub>IN</sub> 實質同相，以校正驅動電路 1700 的功率因數。

【098】 圖 18 所示為根據本發明一個實施例的光源驅動電路（例如，驅動電路 1700）產生或接收的信號波形圖。圖 18 將結合圖 4、圖 9A、圖 9B 和圖 17 進行描述。圖 18 描述了整流電壓 V<sub>IN</sub>、整流電流 I<sub>IN</sub>、整流電流 I<sub>IN</sub> 的平均電流 I<sub>IN\_AVG</sub>、流經電感 1402 的電流 I<sub>1402</sub>、流經發光二極體串 208 的電流 I<sub>OUT</sub>、指示流經二極體 1412 的電流 I<sub>1412</sub> 的感應信號 I<sub>SEN</sub>、誤差信號 VEA、鋸齒波信號 960 和驅動信號 962。具有降升壓轉換器的光源驅動電路 1700 具有相對低的總諧波失真和相對高的功率因數。

【099】 如圖 18 所示，整流電壓 V<sub>IN</sub> 是整流後的正弦波信號。在 t<sub>1</sub> 時刻，驅動信號 962 變為邏輯高電位。因此，開關 1416 導通，流經電感 1402 的電流 I<sub>1402</sub> 增大。由於二極體 1412 被反向偏壓，沒有電流流經二極體 1412。同時，鋸齒波信號 960 在驅動信號 962 的第一狀態（如邏輯高電位）期間增大。

【0100】 在 t<sub>2</sub> 時刻，當鋸齒波信號 960 增加到誤差信號 VEA，驅動信號 962 切換至第二狀態（例如，邏輯低電位）。在驅動信號 962 負緣的作用下，鋸齒波信號 960 降到零伏特且感應信號 I<sub>SEN</sub> 增大到電流 I<sub>1402</sub> 的峰值。驅動信號 962 斷開開關 1416，電流開始流經電感 1402 和二極體 1412，因此電流 I<sub>1402</sub> 和感應信號 I<sub>SEN</sub> 下降。換言之，鋸齒波信號 960 和誤差信號 VEA 決定了驅動信號 962 邏輯高電位以導通開關 1416 的時間 T<sub>ON</sub>。

【0101】 在 t<sub>3</sub> 時刻，電流 I<sub>1402</sub> 和電流 I<sub>1412</sub> 降低到第一預設電流值（例如，零安培），因此，控制器 910 調節驅動信號 962 為邏輯高電位，以導通開關 1416。

【0102】 在一個實施例中，在整流電壓  $V_{IN}$  的一個周期內，流經發光二極體串 208 的電流  $I_{OUT}$  與電流  $I_{1412}$  的平均值相等或成比例。結合圖 11 的描述，控制器 910 調節電流  $I_{OUT}$  至由參考信號 SET 表示的目標電流值。另外，如圖 18 所示，表示電流  $I_{1412}$  的感應信號 ISEN 在  $t1$  至  $t4$  期間與  $t5$  至  $t6$  期間具有相同的波形。所以，電流  $I_{1412}$  在  $t1$  至  $t4$  期間的平均值與在  $t5$  至  $t6$  期間的平均值相等。因此，電流  $I_{OUT}$  保持在目標電流值。在一個實施例中， $T_{ON}$  由鋸齒波信號 960 和誤差信號 VEA 決定。在一個實施例中，由於在驅動信號 962 的每個周期內，鋸齒波信號 960 從零伏特上升到誤差信號 VEA 的時間都是相等的，所以  $T_{ON}$  是恒定的。根據方程式 (3)，在  $T_{ON}$  時間內，電流  $I_{1402}$  的變化量  $\Delta I_{1402}$  與整流電壓  $V_{IN}$  成比例。所以，如圖 18 所示，感應信號 ISEN 的峰值（即電流  $I_{1402}$  的峰值）與整流電壓  $V_{IN}$  成比例。

【0103】 在一個實施例中，當開關 1416 導通時，整流電流  $I_{IN}$  的波形與電流  $I_{1402}$  的波形相類似，而當開關 1416 斷開時，整流電流  $I_{IN}$  等於零安培。在  $t1$  至  $t6$  時間段內，整流電流  $I_{IN}$  的平均電流  $I_{IN\_AVG}$  與整流電壓  $V_{IN}$  實質同相。結合圖 9B 所描述的，控制器 910 校正了光源驅動電路 1700 的功率因數以使交流輸入電流  $I_{AC}$  與交流輸入電壓  $V_{AC}$  實質同相。

【0104】 上文具體實施方式和附圖僅為本發明之常用實施例。顯然，在不脫離後附申請專利範圍所界定的本發明精神和保護範圍的前提下可以有各種增補、修改和替換。本技術領域中具有通常知識者應該理解，本發明在實際應用中可根據具體的環境和工作要求在不背離發明準則的前提下在形式、結構、佈局、比例、材料、元素、元件及其它方面有所變化。因此，在此披露之實施例僅用於說明而非限制，本發明之範圍由後附申請專利範圍及其合法均等物界定，而不限於先前之描述。

### 【符號說明】

#### 【0105】

100：光源驅動電路

- 102：電源
- 104：控制器
- 106：開關
- 108：發光二極體串
- 110：電阻
- 112：電感
- 114：二極體
- 116：電容
- 200：驅動電路
- 202：電源
- 204：整流器
- 206：電力轉換器
- 208：發光二極體串
- 210：控制器
- 212：濾波器
- 214：儲能元件
- 218：電阻
- 278：電流感應器
- 288：負載
- 300：光源驅動電路
- 302、304：電感
- 308：電容
- 314：二極體
- 316：開關
- 318：電容
- 320：電阻

- 322：電容
- 324：電容
- 333：共同節點
- 401：欠壓鎖定電路
- 402：誤差放大器
- 404：比較器
- 408：脈衝寬度調變信號產生器
- 602：誤差放大器
- 604：比較器
- 606：鋸齒波信號產生器
- 608：重置信號產生器
- 610：脈衝寬度調變信號產生器
- 800：光源驅動電路
- 802：齊納二極體
- 804：開關
- 900：光源驅動電路
- 902：鋸齒波信號產生器
- 906：電力轉換器
- 910：控制器
- 912：電源線
- 920：濾波器
- 960：鋸齒波信號
- 962：驅動信號
- 1000：光源驅動電路
- 1008：輸入電容
- 1012：電阻

- 1014：電容
- 1016：電阻
- 1018：二極體
- 1024：輸出濾波器
- 1300：流程圖
- 1302~1312：步驟
- 1400：光源驅動電路
- 1402、1404：電感
- 1406：電力轉換器
- 1408：電容
- 1410：控制器
- 1412：二極體
- 1414：儲能單元
- 1416：開關
- 1418：電流監測器
- 1420：電阻
- 1424：電容
- 1433：共同節點
- 1600：光源驅動電路
- 1700：光源驅動電路

## 申請專利範圍

1. 一種光源驅動電路，包括：
  - 一降升壓轉換器，接收一輸入電壓和一輸入電流並為一負載提供一能量，該降升壓轉換器包含：
    - 由一驅動信號控制的一開關；以及
    - 一電流監測器，耦接該開關；以及
  - 一控制器，耦接該降升壓轉換器，接收指示流經該負載的一電流的一第一感應信號，並根據該第一感應信號產生該驅動信號，控制該開關以及調節該經該負載的該電流，
  - 其中，該電流監測器提供指示流經該降升壓轉換器的一電流的一第二感應信號。
2. 如申請專利範圍第 1 項的光源驅動電路，其中，該控制器的一參考地與該光源驅動電路的地不同。
3. 如申請專利範圍第 2 項的光源驅動電路，其中，該降升壓轉換器進一步包括：
  - 一儲能單元，耦接於該開關和該光源驅動電路的該地之間，
  - 其中，流經該儲能單元的一電流係受控於該開關。
4. 如申請專利範圍第 3 項的光源驅動電路，其中，該儲能單元耦接於該開關和該電流監測器之間的一共同節點，該共同節點提供該控制器的該參考地。
5. 如申請專利範圍第 3 項的光源驅動電路，其中，該降升壓轉換器進一步包括：
  - 一電阻，耦接於該開關和該儲能單元之間，提供一電壓感應信號給該控制器，
  - 其中，該電壓感應信號指示該儲能單元的一狀態，當該電壓感應信號的一電壓大於一預設電壓值，該控制器斷開該開

關。

6. 如申請專利範圍第 3 項的光源驅動電路，其中，該儲能單元包括：
  - 一第一電感，耦接於該控制器的該參考地和該光源驅動電路的該地之間；以及
  - 一第二電感，與該第一電感電磁耦接，監測該第一電感的一狀態。
7. 如申請專利範圍第 6 項的光源驅動電路，其中，該降升壓轉換器進一步包括：
  - 一齊納二極體，耦接於該第一電感和該控制器之間。
8. 如申請專利範圍第 3 項的光源驅動電路，其中，該控制器接收指示該儲能單元的狀況的一監測信號，該驅動信號具有一第一狀態和一第二狀態，其中，當該監測信號指示流經該儲能單元的該電流減小到一第一預設值，將該驅動信號切換至該第一狀態，且其中，當該開關斷開時，該監測信號指示流經該儲能單元的該電流增大到一第二預設值，該驅動信號保持在該第二狀態。
9. 如申請專利範圍第 8 項的光源驅動電路，其中，當該驅動信號處於該第一狀態時，流經該儲能單元的該電流增加。
10. 如申請專利範圍第 8 項的光源驅動電路，其中，當該驅動信號處於該第二狀態時，流經該儲能單元的該電流降低。
11. 如申請專利範圍第 1 項的光源驅動電路，進一步包括：
  - 一濾波器，耦接於該電流監測器和該控制器之間，根據該第二感應信號產生該第一感應信號；以及
  - 一誤差放大器，根據該第一感應信號和指示一目標電流值的一參考信號產生一誤差信號。

12. 如申請專利範圍第 11 項的光源驅動電路，其中，流經該降升壓轉換器的該電流包括流經該降升壓轉換器的一二極體的電流，且其中，流經該二極體的一平均電流等於流經該負載的該電流。
13. 如申請專利範圍第 11 項的光源驅動電路，進一步包括：  
一鋸齒波信號產生器，耦接該控制器，根據該驅動信號產生一鋸齒波信號，  
其中，該控制器根據該鋸齒波信號和該誤差信號產生該驅動信號，調節流經該負載的該電流至該目標電流值，其中該控制器控制該輸入電流的一平均電流與該輸入電壓實質同相。
14. 如申請專利範圍第 13 項的光源驅動電路，其中，該驅動信號具有一第一狀態和一第二狀態，其中，該鋸齒波信號在該第一狀態期間增大，當該鋸齒波信號增加至該誤差信號之位準，該驅動信號切換至該第二狀態。
15. 如申請專利範圍第 13 項的光源驅動電路，其中，當流經該負載的該電流保持在該目標電流值，該鋸齒波信號從一預設電位上升到該誤差信號的一位準之時間段為恒定。
16. 如申請專利範圍第 13 項的光源驅動電路，其中，該鋸齒波信號產生器包括：  
一二極體，與一第一電阻並聯耦接於一第一節點和一第二節點之間；以及  
一電容，與一第二電阻並聯耦接於該第二節點和該控制器的該參考地之間，  
其中，該第一節點接收該驅動信號，該第二節點提供該鋸齒波信號。
17. 如申請專利範圍第 1 項的光源驅動電路，進一步包括：

一整流器，接收一交流輸入電壓和一交流輸入電流，提供該輸入電壓和該輸入電流，

其中，該控制器控制該交流輸入電流與該交流輸入電壓實質同相。

18. 一種控制降升壓轉換器的控制器，該降升壓轉換器接收一輸入電壓和一輸入電流，並為一負載提供一電能，包括：

一第一感應埠，接收指示流經該負載的一電流的一第一感應信號；

一監測埠，接收一監測信號，指示流經一儲能單元的一電流，當該監測信號減小到一預設電流值，該控制器接通一開關，其中，該開關控制流經該儲能單元的該電流；以及

一驅動埠，根據該第一感應信號和該監測信號提供一驅動信號至該開關，控制流經該降升壓轉換器的一電流，調節流經該負載的該電流。

19. 如申請專利範圍第 18 項的控制器，進一步包括：

一補償埠，提供一誤差信號。

20. 如申請專利範圍第 19 項的控制器，進一步包括：

一誤差放大器，根據該第一感應信號和指示一目標電流值的一參考信號，在該補償埠產生該誤差信號。

21. 如申請專利範圍第 19 項的控制器，進一步包括：

一脈衝寬度調變信號產生器，耦接該誤差放大器，根據該誤差信號和該監測信號產生該驅動信號。

22. 如申請專利範圍第 18 項的控制器，其中，該驅動信號具有一第一狀態和一第二狀態，當該驅動信號處於該第一狀態時，流經該儲能單元的該電流增加；當該驅動信號處於該第

二狀態時，流經該儲能單元的該電流降低。

23. 如申請專利範圍第 18 項的控制器，其中，該控制器接收根據該驅動信號而變化的一鋸齒波信號，其中該控制器根據該第一感應信號和該鋸齒波信號產生該驅動信號調節流經該負載的該電流至一目標電流值，並控制該輸入電流的一平均電流與該輸入電壓實質同相。
24. 如申請專利範圍第 23 項的控制器，其中，該驅動信號具有一第一狀態和一第二狀態，其中該鋸齒波信號在該第一狀態期間增大；當該鋸齒波信號增加到一誤差信號之位準，該驅動信號切換至該第二狀態。
25. 如申請專利範圍第 24 項的控制器，其中，該誤差信號是根據該第一感應信號和指示該目標電流值的一參考信號產生。
26. 如申請專利範圍第 23 項的控制器，其中，當流經該負載的該電流保持在該目標電流值，該鋸齒波信號從一預設電位上升到該誤差信號之位準的時間段為恒定。
27. 如申請專利範圍第 18 項的控制器，其中，該控制器接收指示該儲能單元的狀態的一電壓感應信號，當該電壓感應信號的電壓大於一預設電壓值，該控制器斷開該開關。

圖式

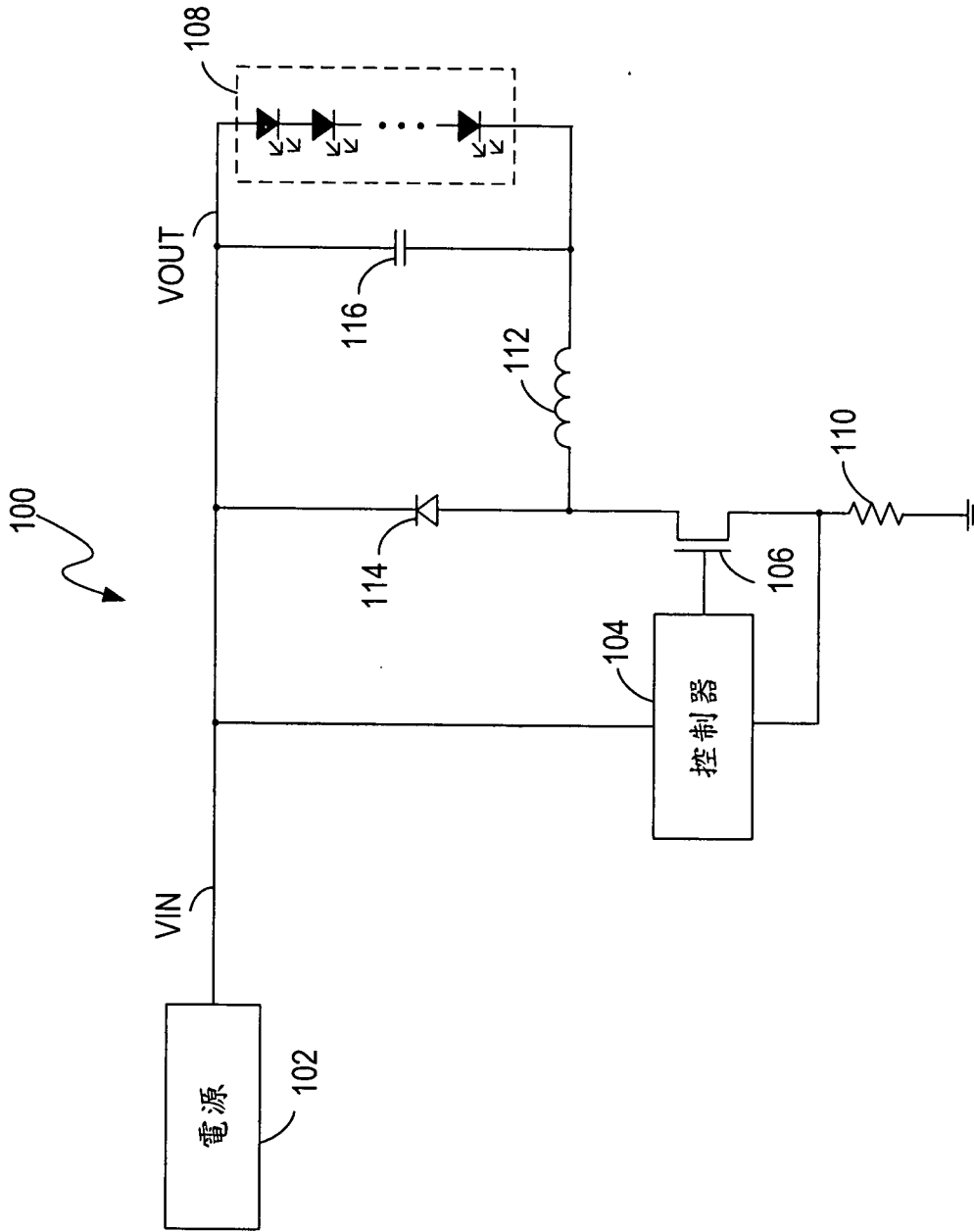


圖 1 (先前技術)

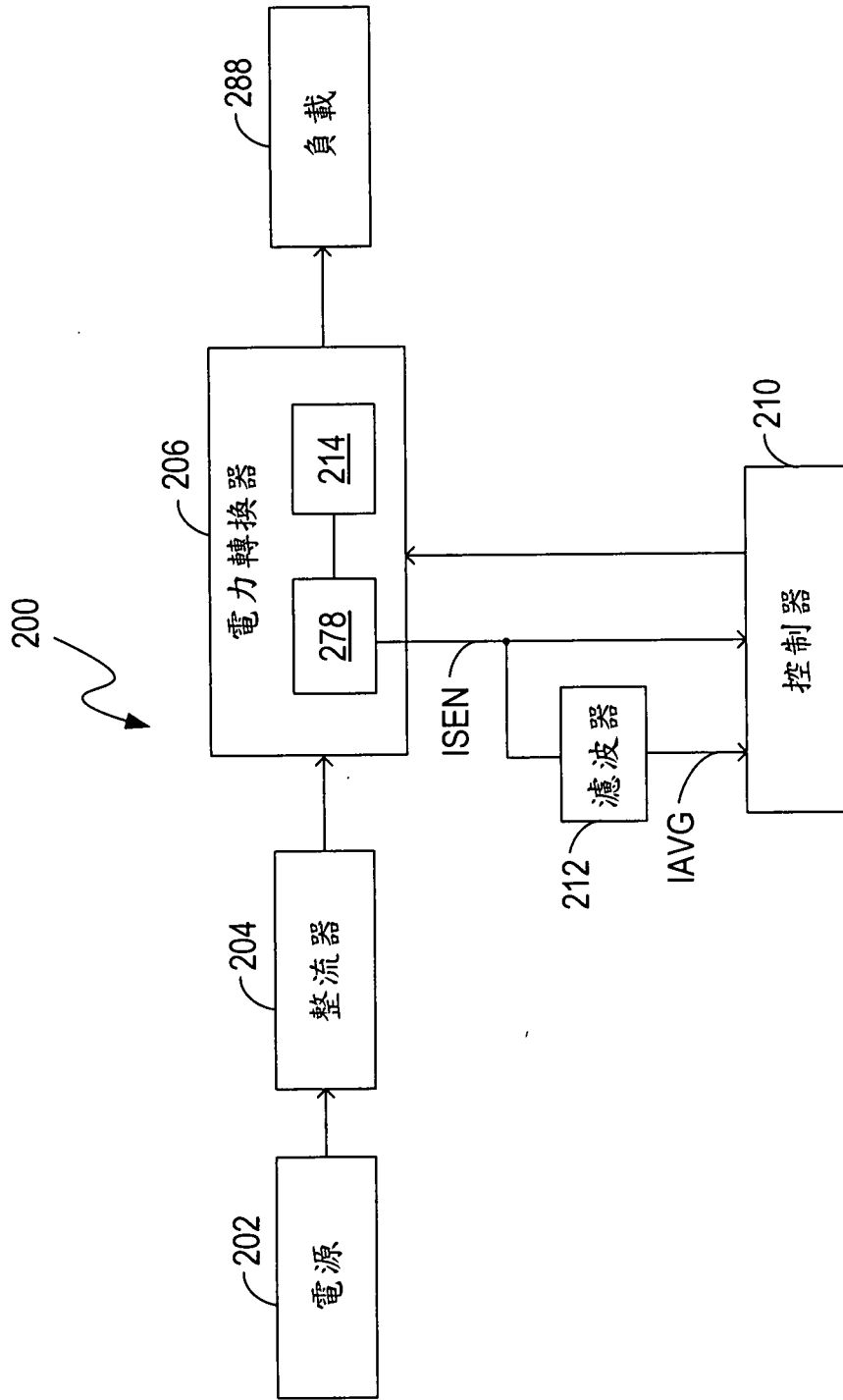


圖 2

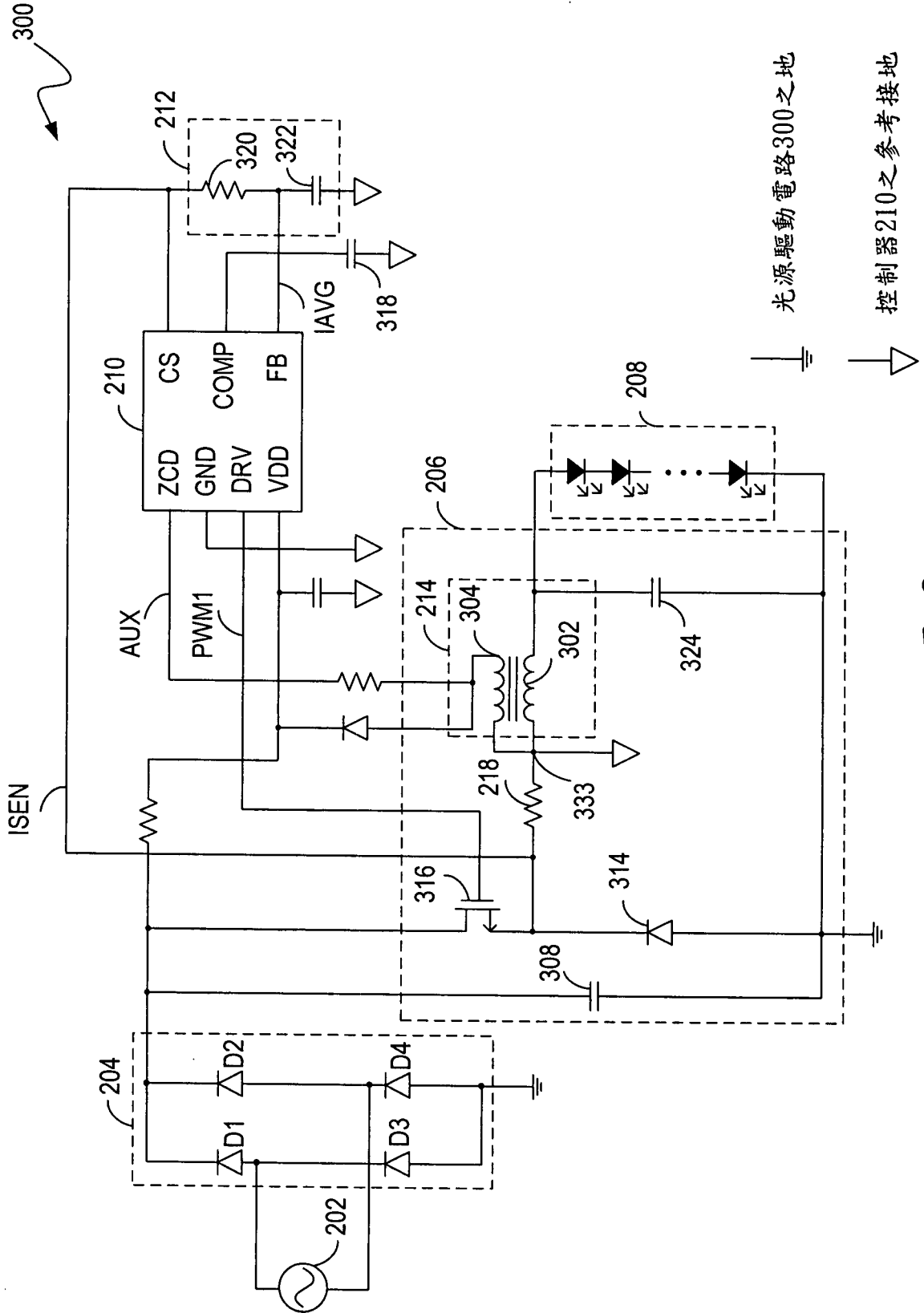


圖 3

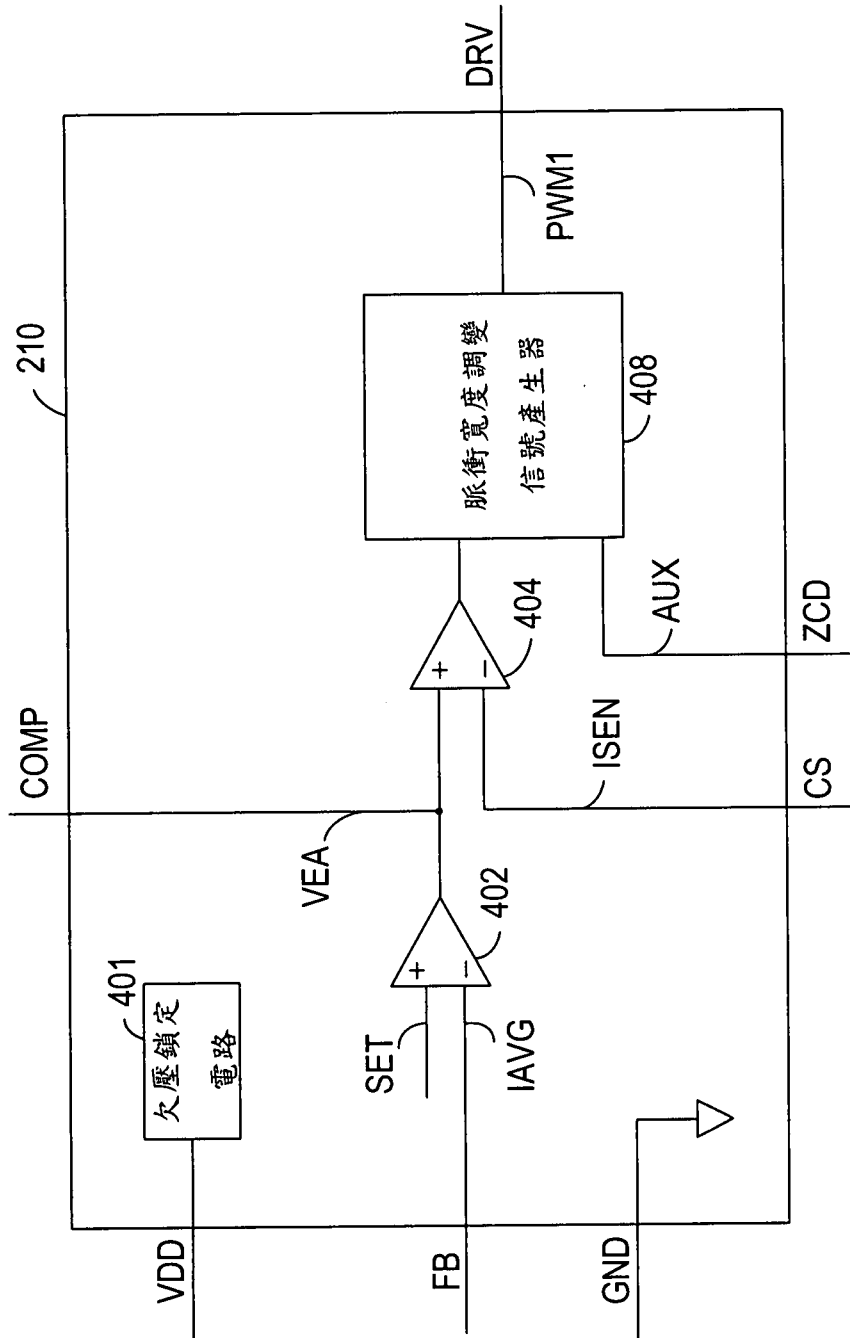


圖 4



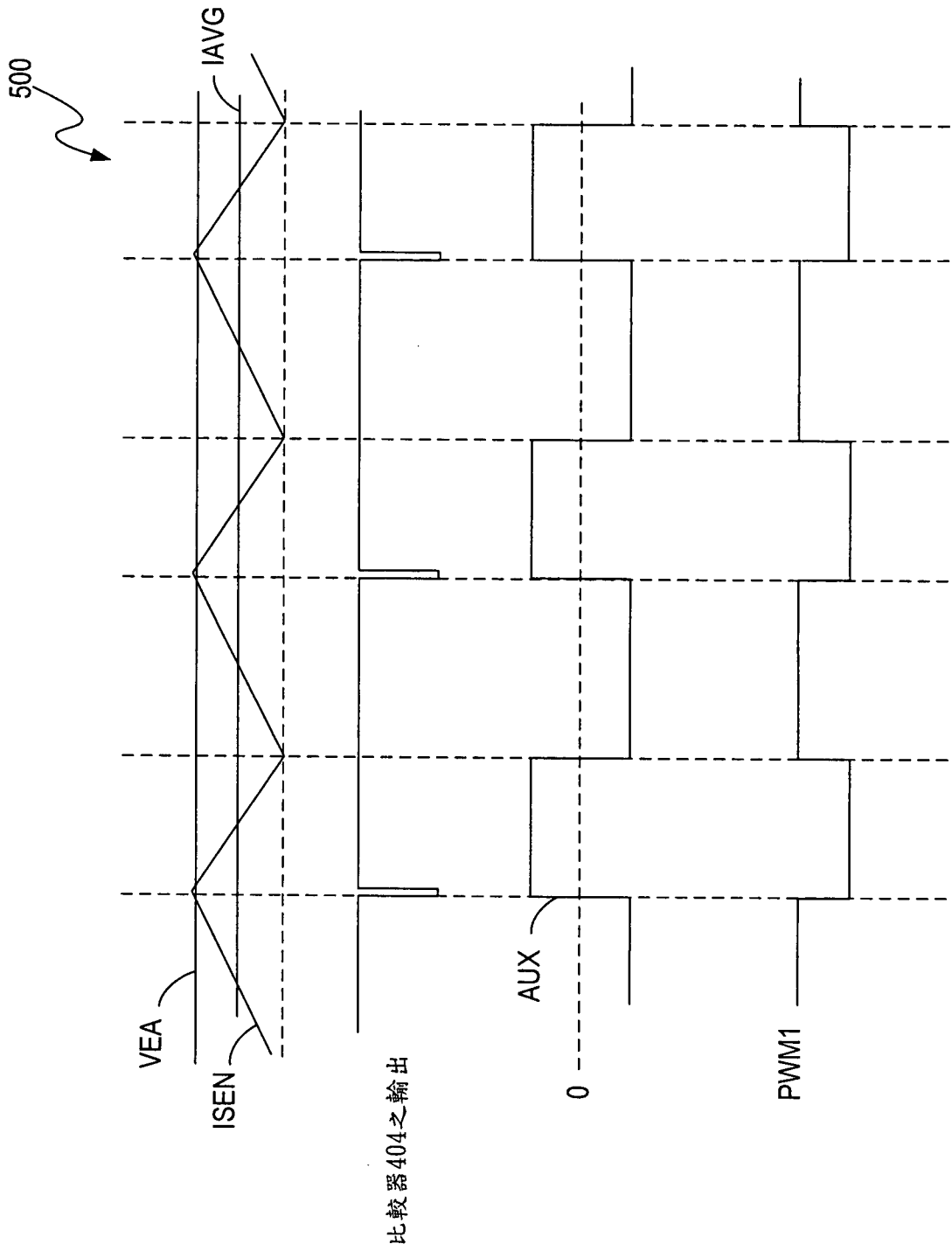


圖 5

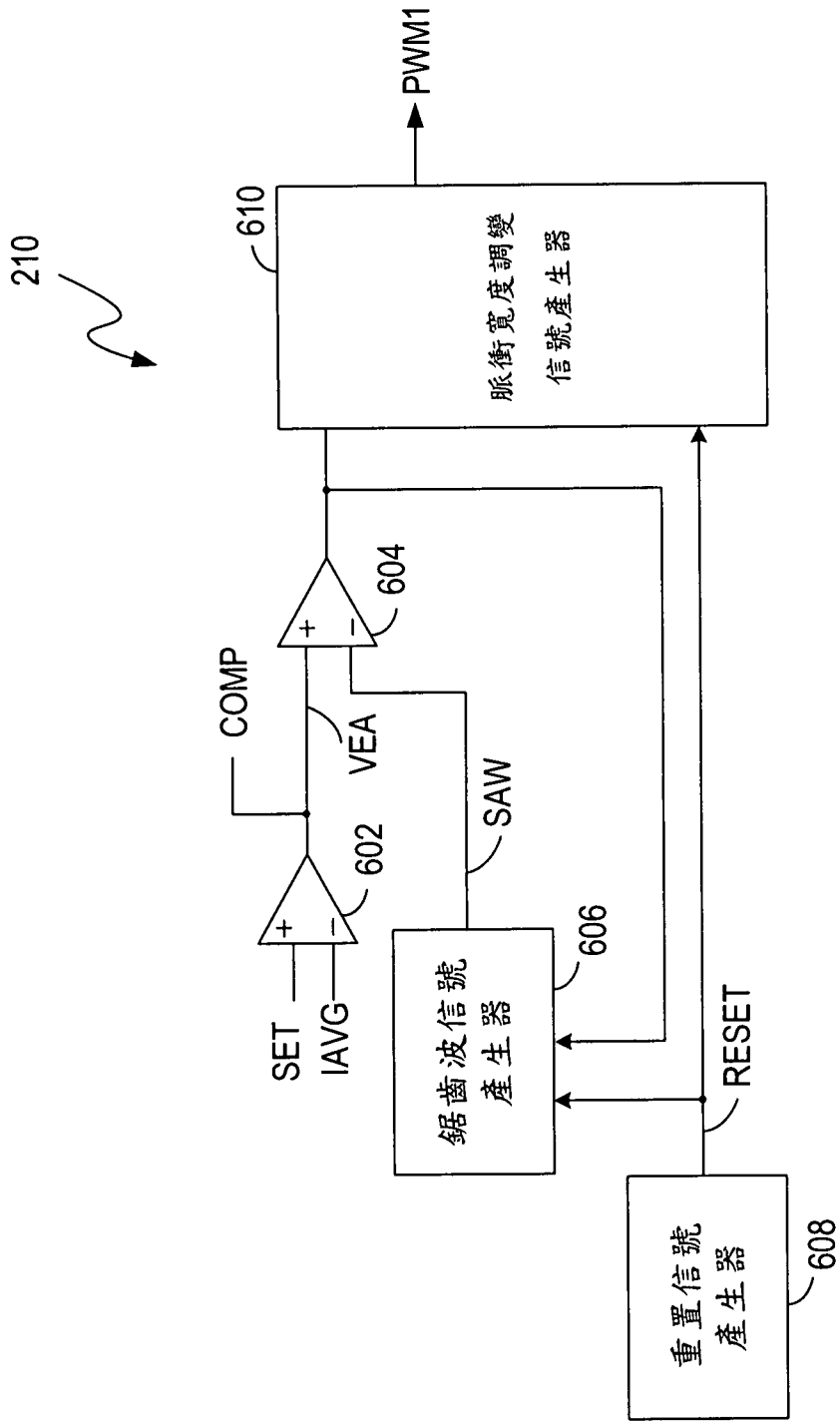


圖 6

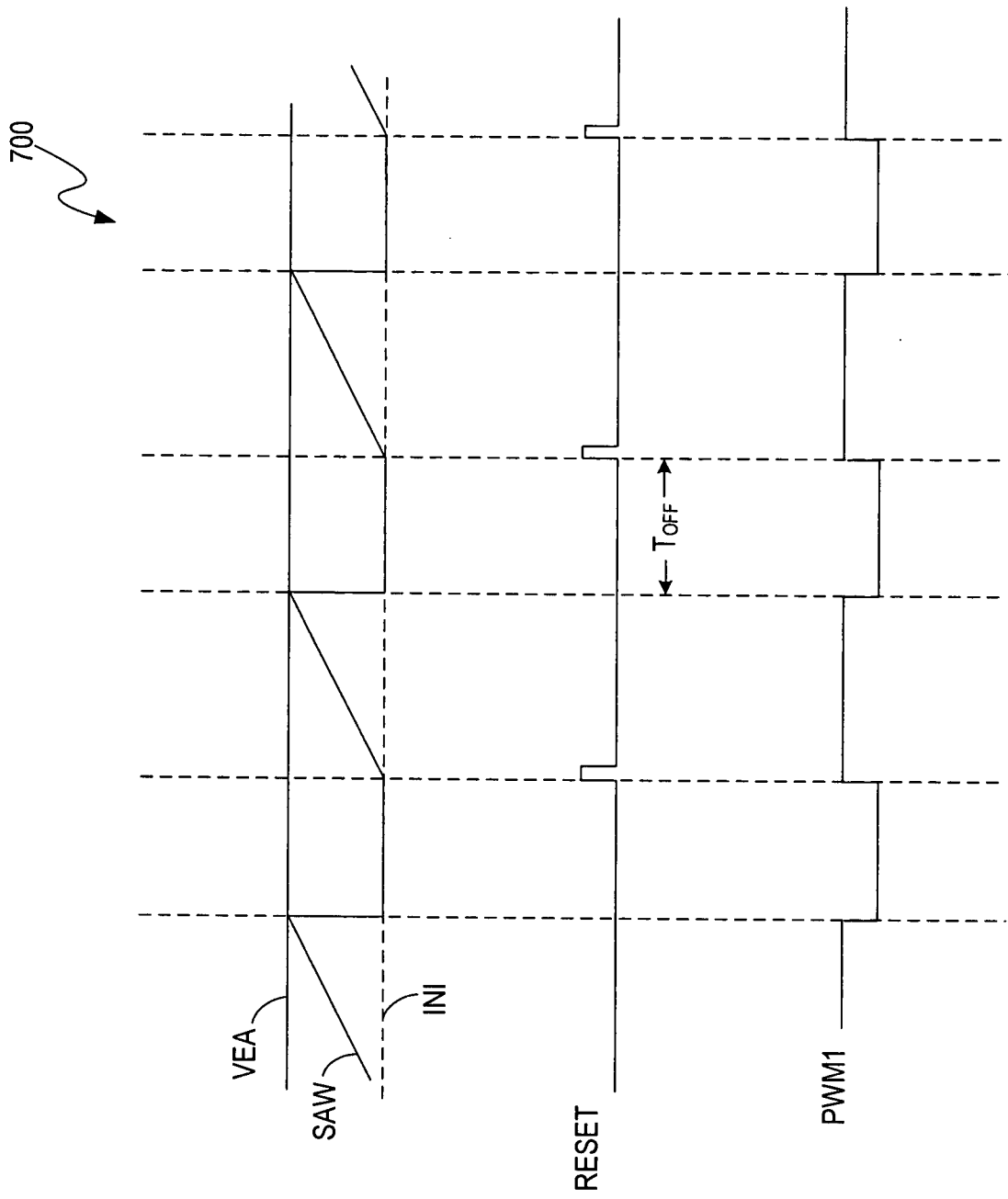


圖 7

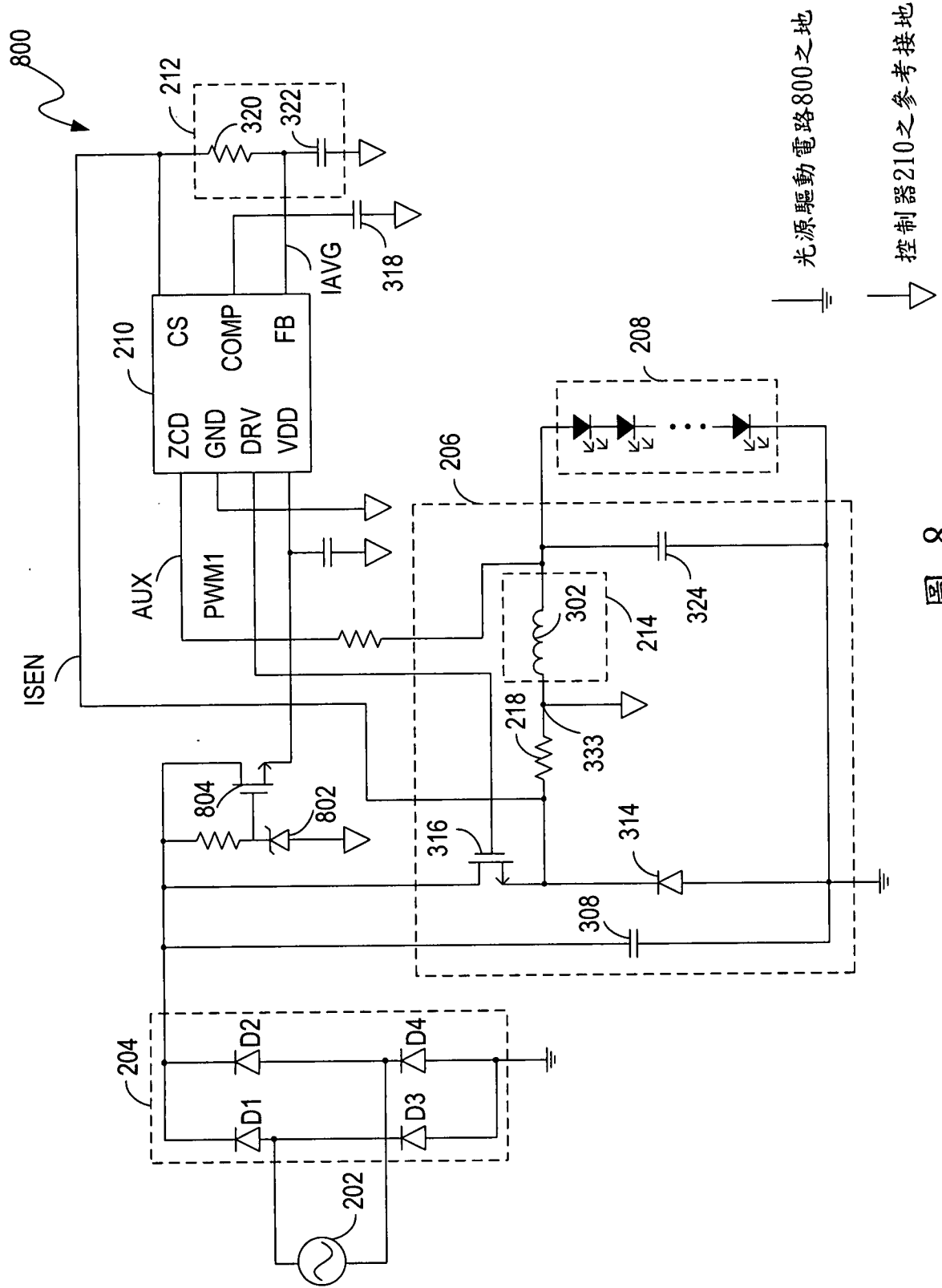


圖 8

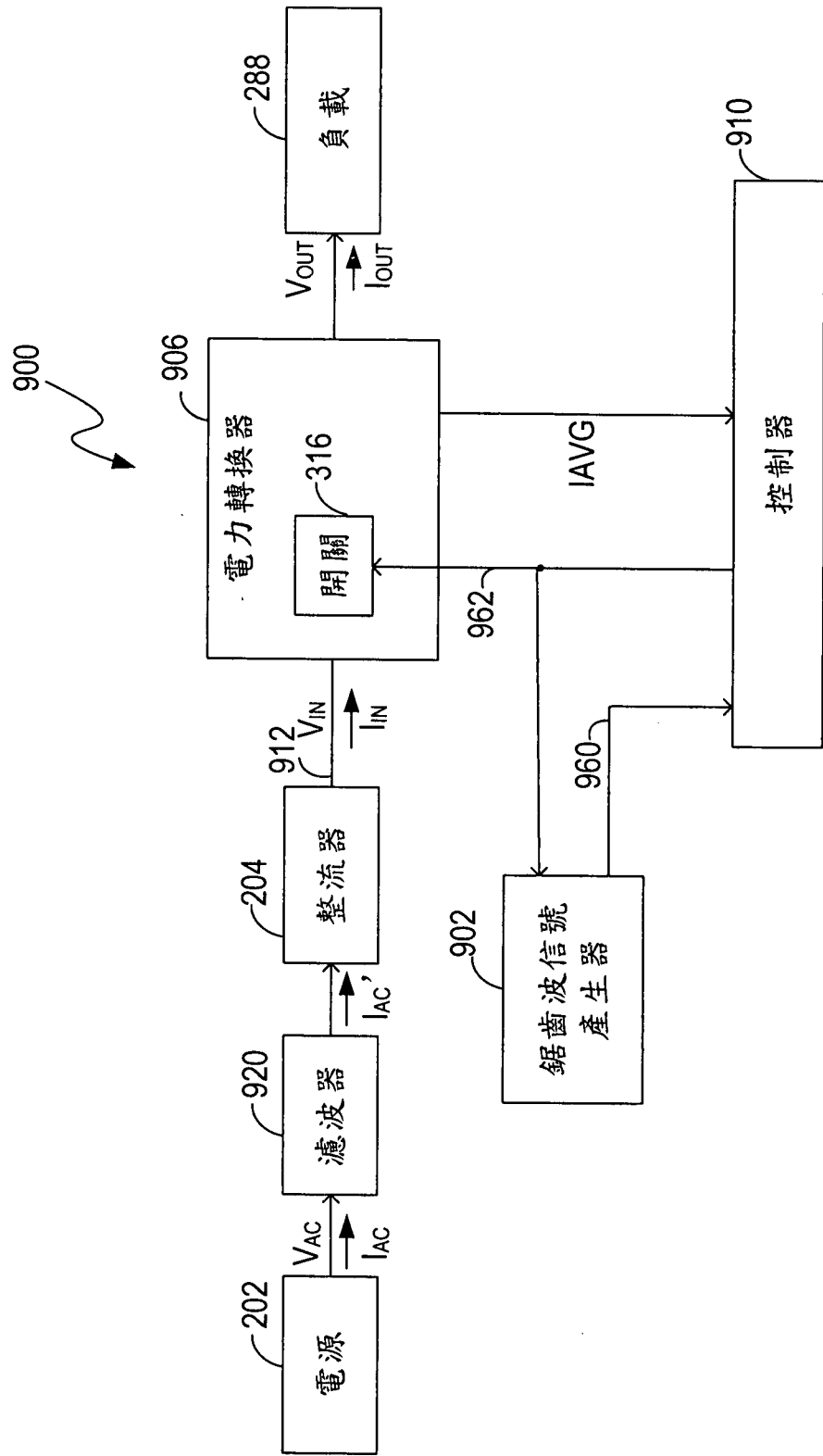


圖 9A

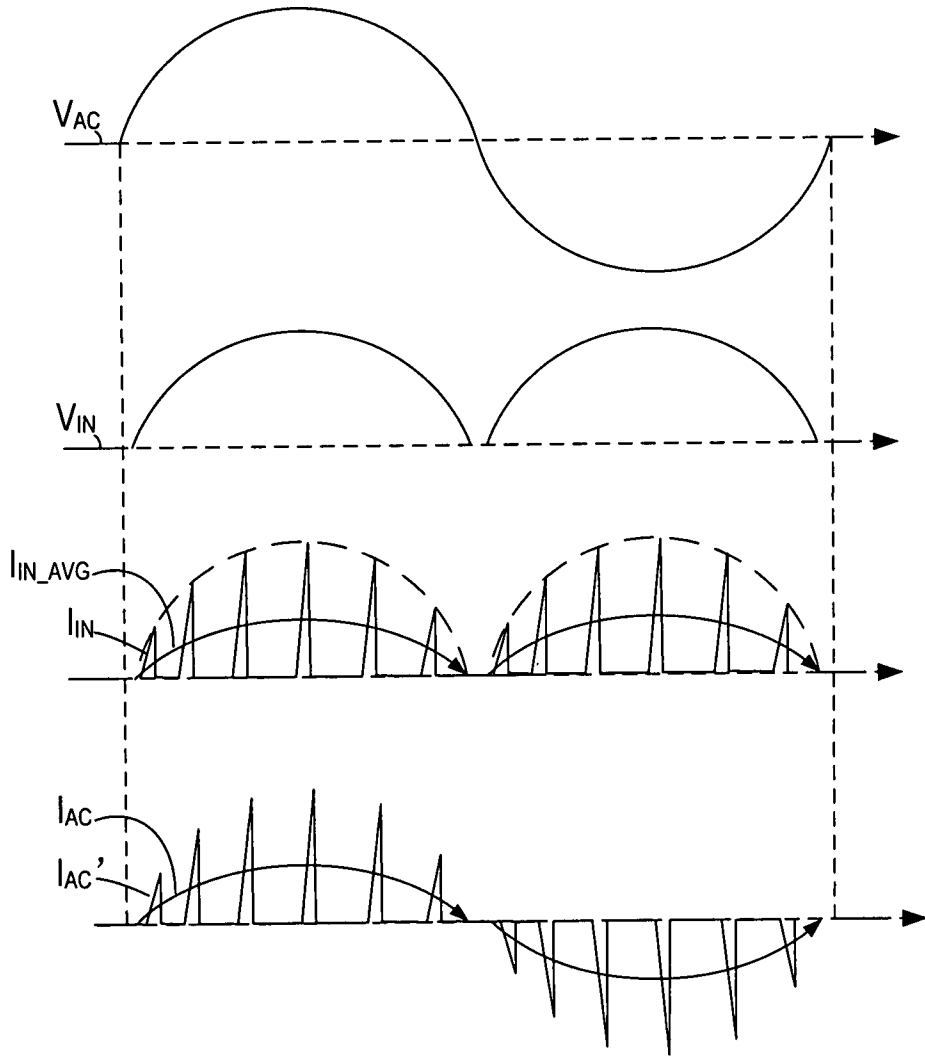


圖 9B

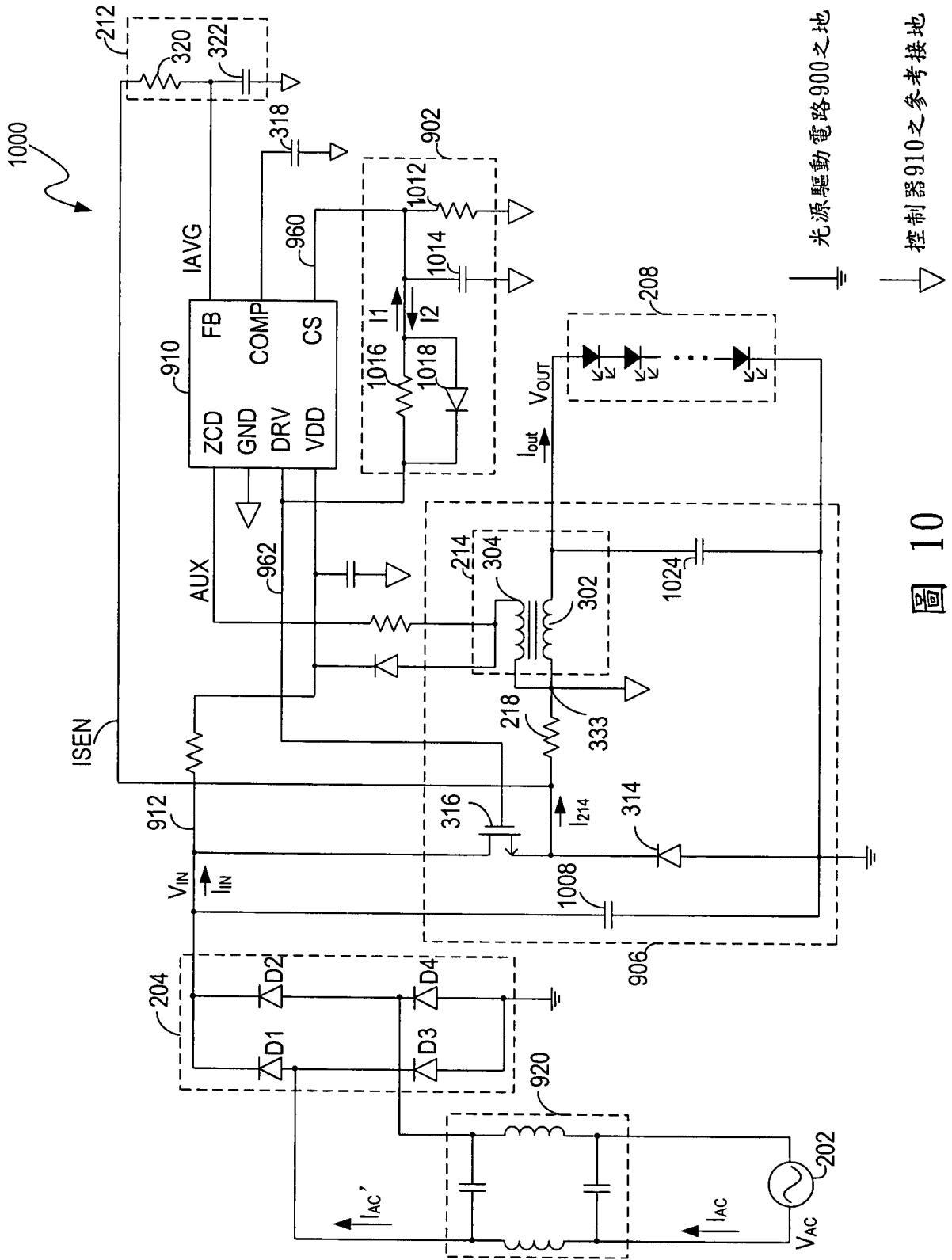


圖 10

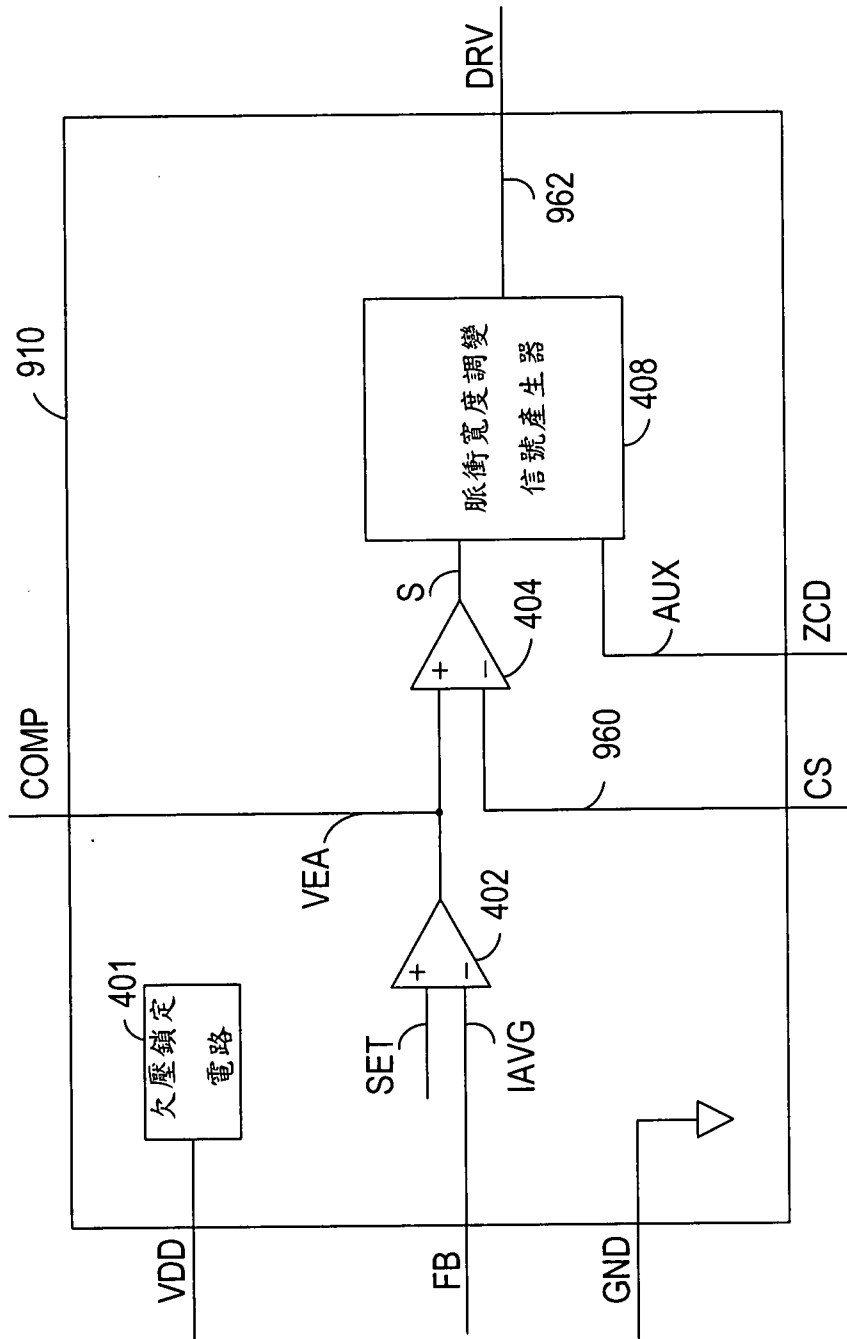


圖 11

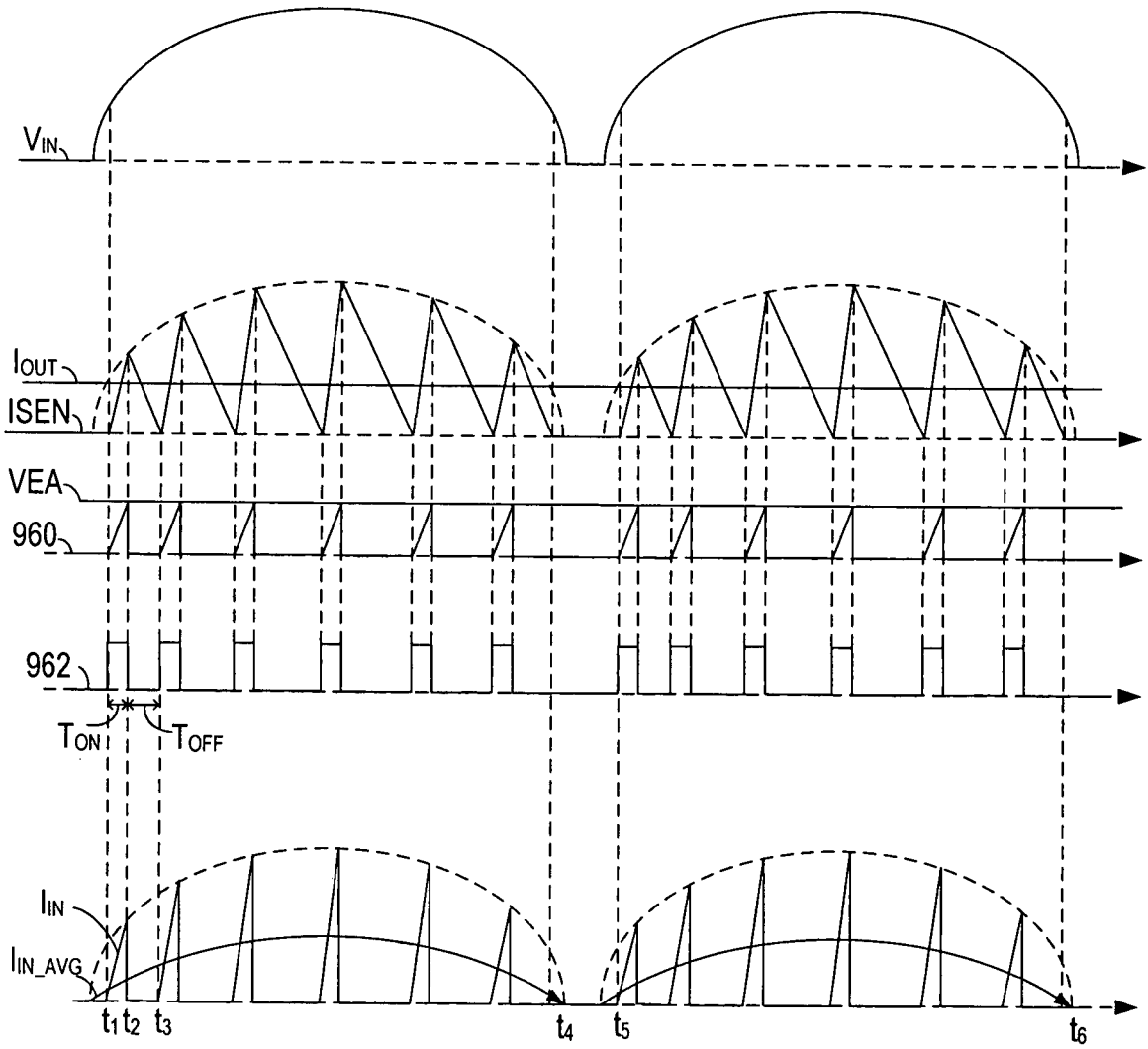


圖 12

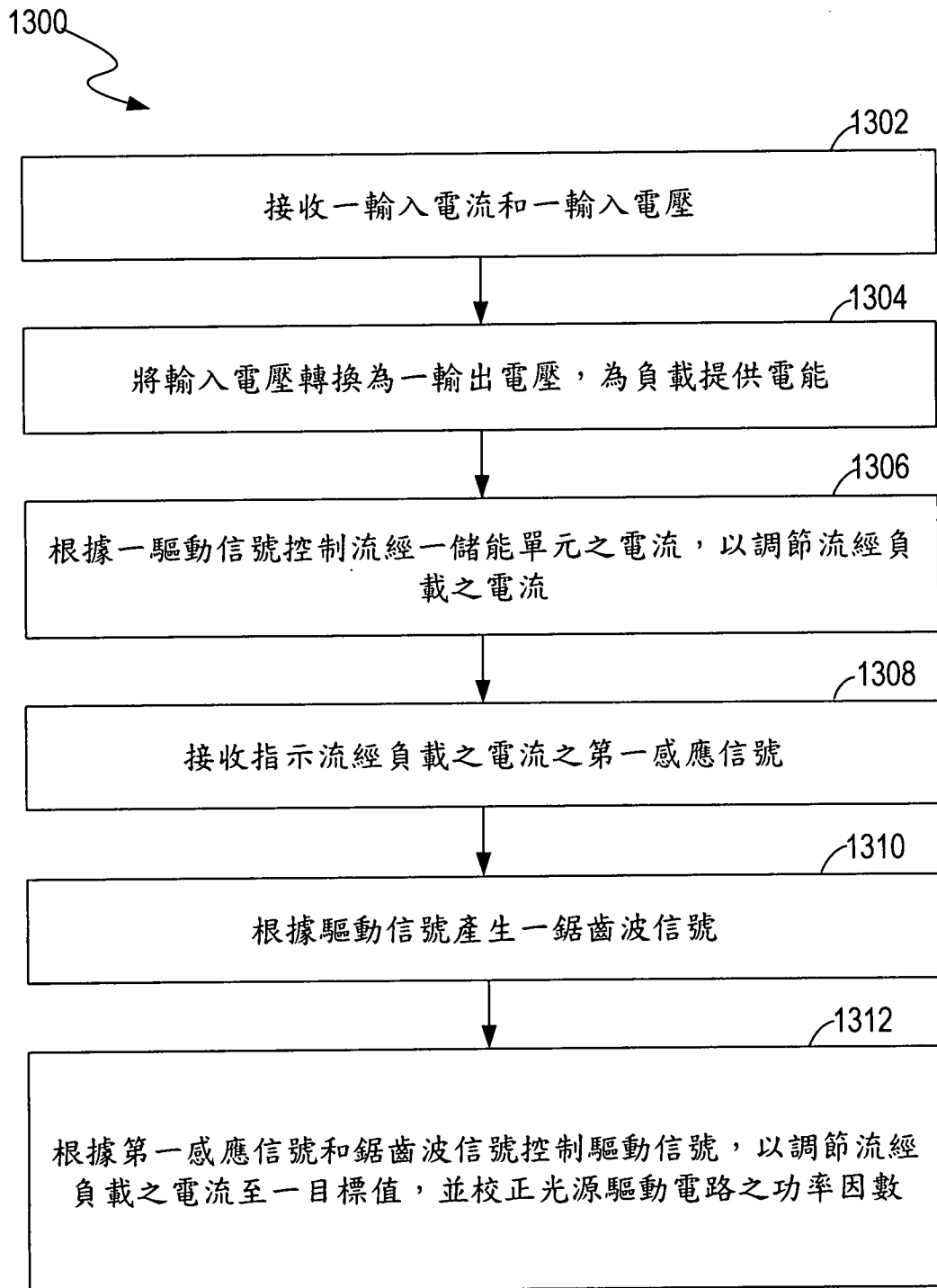


圖 13



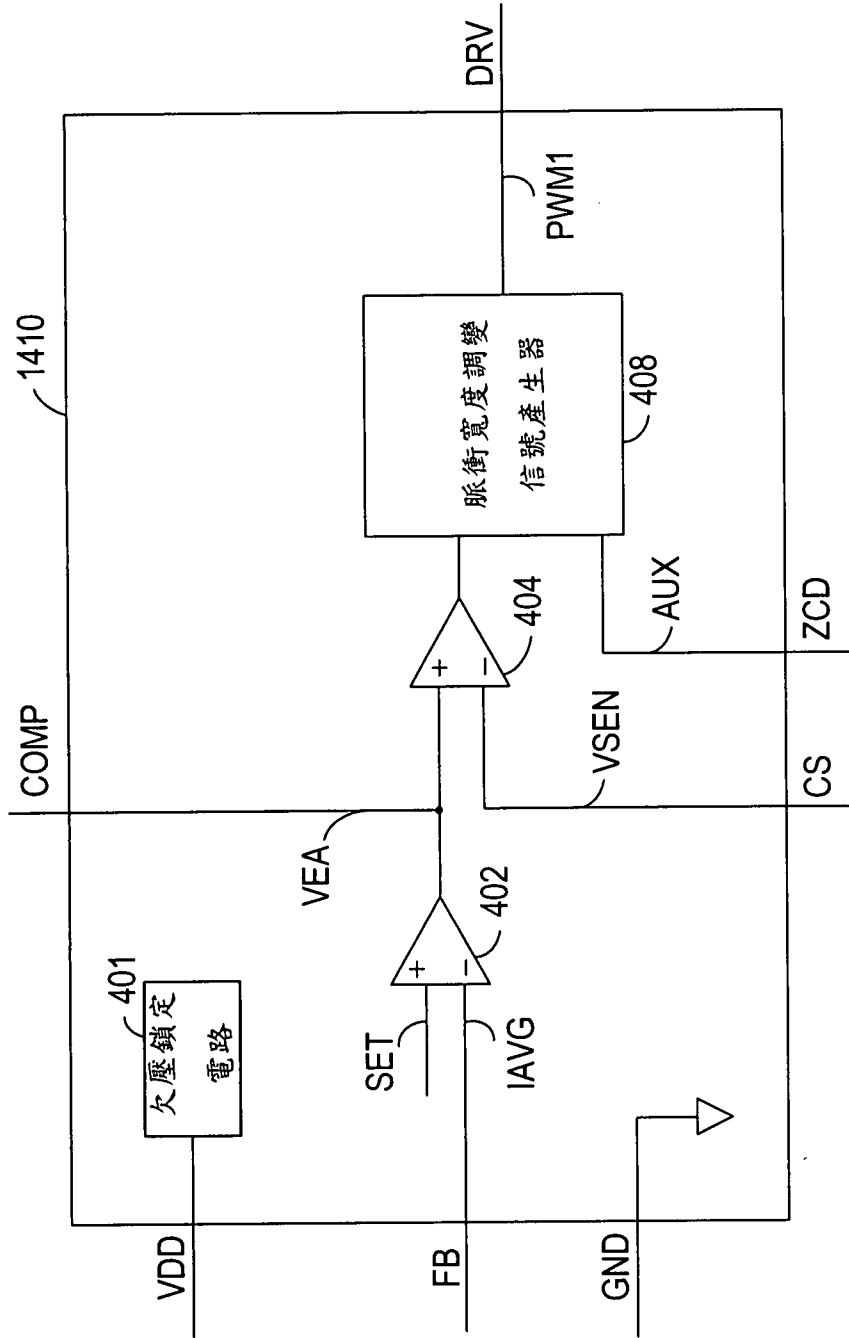


圖 15

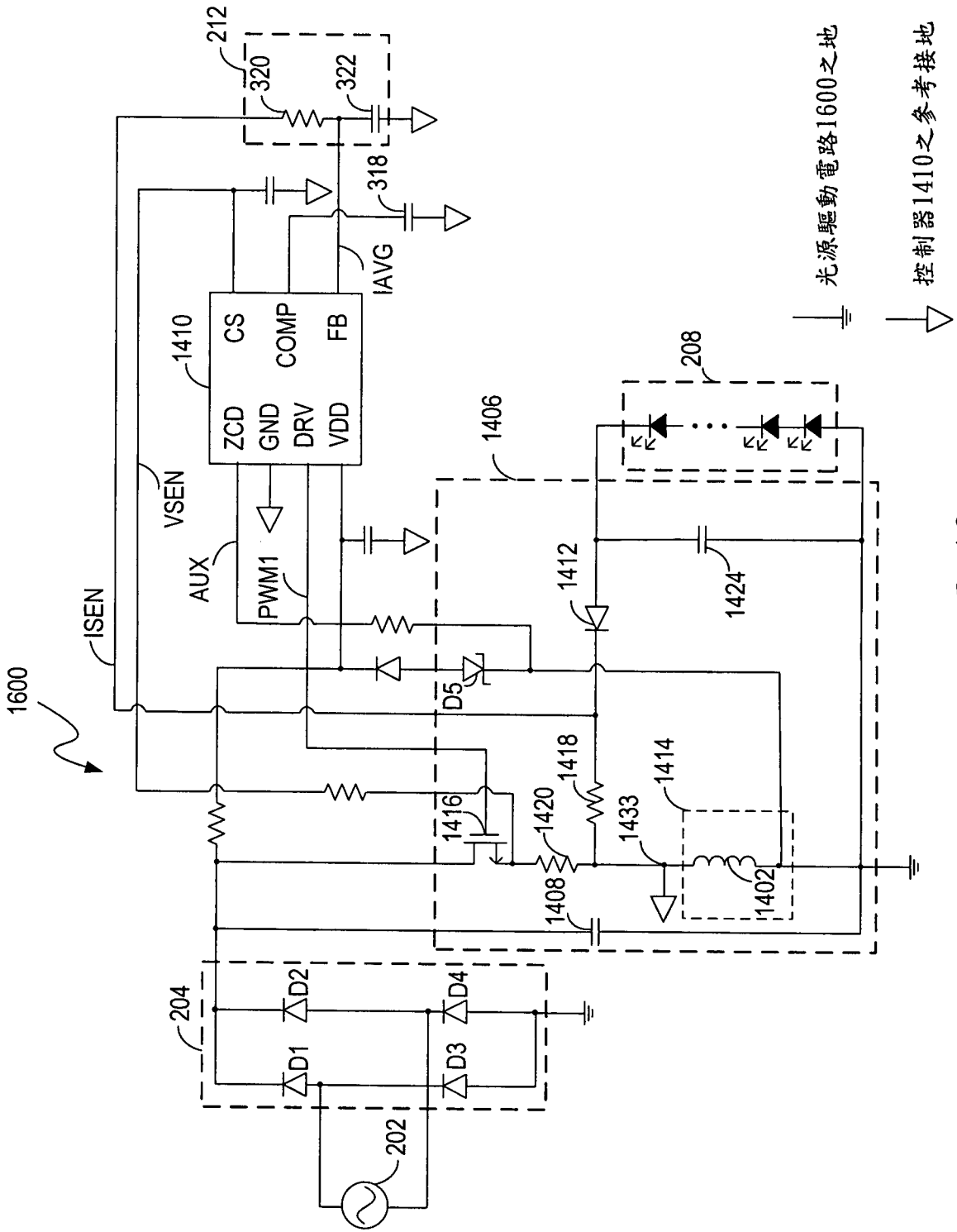


圖 16

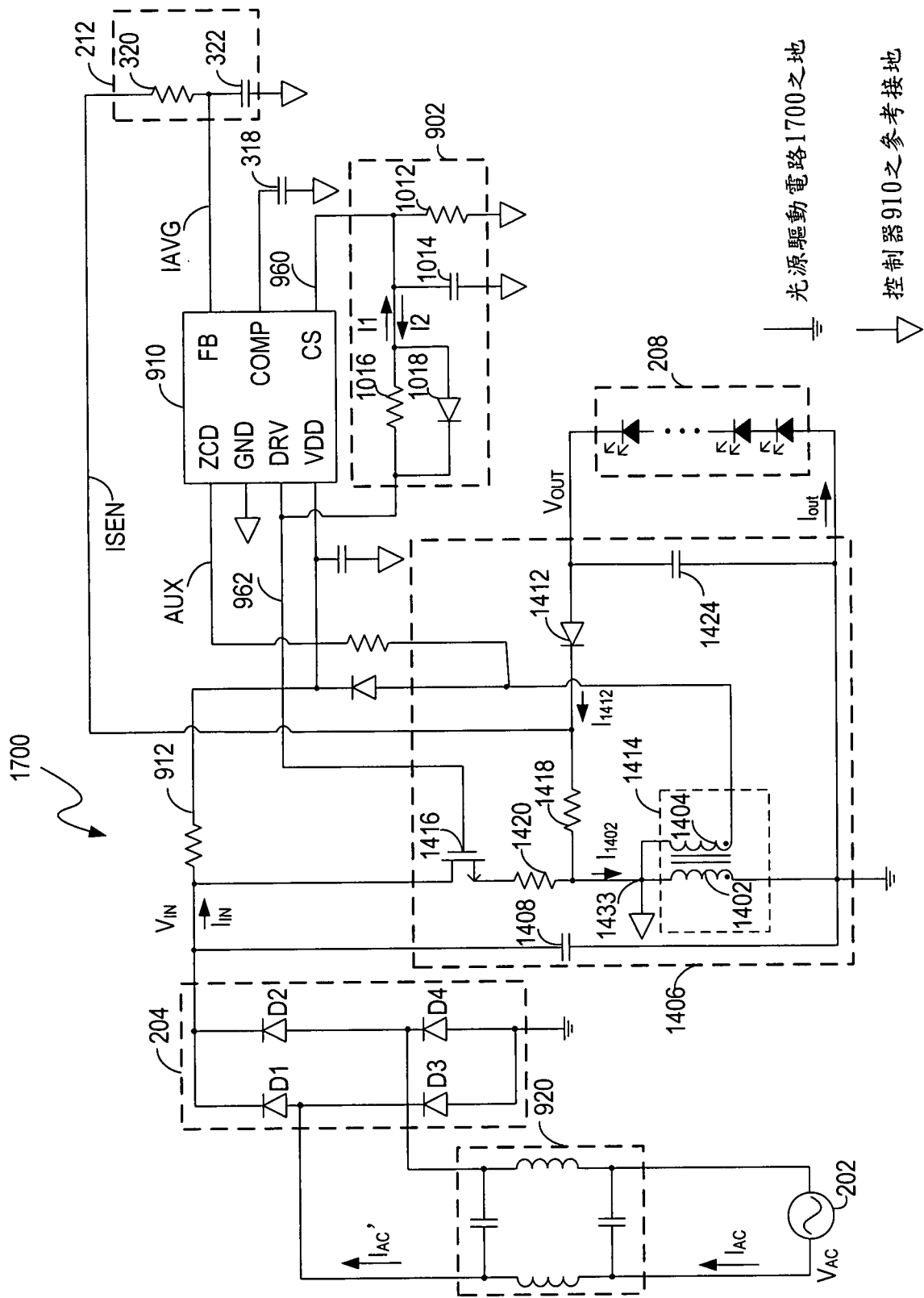


圖 17



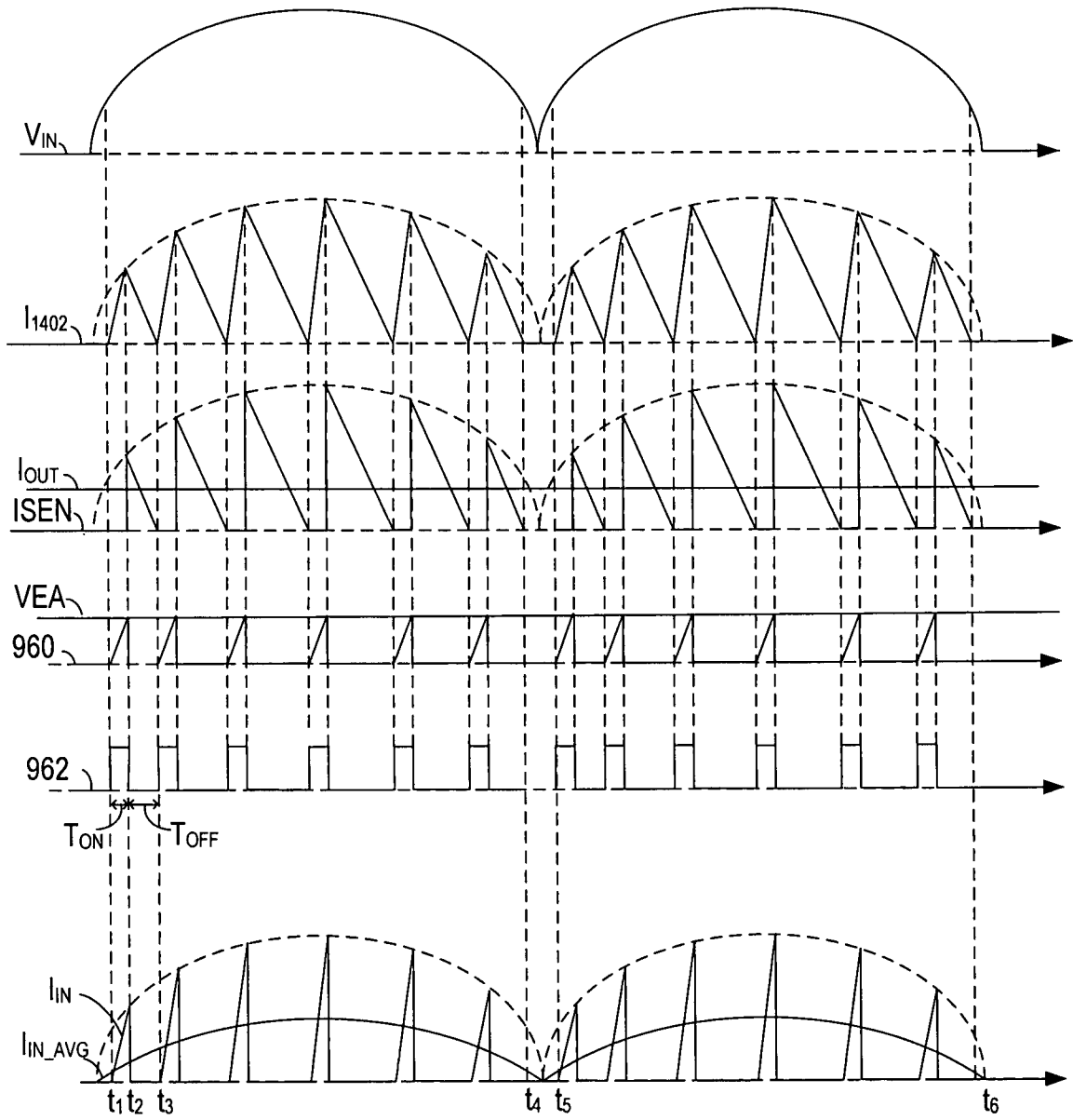


圖 18