

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：97/30145

※申請日期：97.08.07

※IPC 分類：H03K 7/08 (2006.01)
G05F 1/0 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

固定工作時間控制之多相電源轉換器的電流平衡裝置及方法

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

立錡科技股份有限公司/RICHTEK TECHNOLOGY CORP

代表人：(中文/英文) 邵中和/TAI, KENNETH

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹縣竹北市台元街 20 號 5 樓

5F, NO. 20, TAI YUEN STREET, CHUPEI CITY, HSINCHU, 310

TAIWAN R.O.C

國 籍：(中文/英文) 中華民國/TW

三、發明人：(共 4 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 李忠樹/LI, CHUNG-SHU

2. 黃建榮/HUANG, JIAN-RONG

3. 李嘉榮/LEE, CHIA-JUNG

4. 鄭仲聖/CHENG, CHUNG-SHENG

國 籍：(中文/英文)

1. 中華民國/TW

2. 中華民國/TW

201008122

3. 中華民國/TW

4. 中華民國/TW

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☐ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

5 【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☐ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

10 ☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

 【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

15 ☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

 國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

 國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

0 ☐ 不須寄存生物材料者：

 所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關一種固定工作時間控制之多相電源轉換器，特別是關於一種固定工作時間控制之多相電源轉換器的電流平衡裝置及方法。

【先前技術】

多相電源轉換器是由多個單相切換式轉換器並聯組成的，其中每一個單相切換式轉換器定義為一個通道。為了達成熱平衡，在多相電源轉換器中的每一個通道中的通道電流必須等於其他通道的通道電流，是以需要一電流平衡機制來讓所有通道中的通道電流平衡。一般來說，切換式電源轉換器的脈寬調變控制方法可以分為固定切換頻率控制及可變切換頻率控制。圖 1 係用以說明固定切換頻率控制，其中用以驅動通道的信號 PWM1 的切換週期 T_{sw} 固定，藉由改變信號 PWM1 的工作時間(on-time) T_{on} 或非工作時間(off-time) T_{off} 調節信號 PWM1 的工作週期比(duty ratio)，進而調節該通道所輸出的電壓及通道電流。圖 2 係用以說明可變切換頻率控制，其中用以驅動通道的信號 PWM2 的工作時間 T_{on} 固定，藉由改變信號 PWM2 的切換週期 T_{sw} 來調節信號 PWM2 的工作週期比，進而調節該通道所輸出的電壓及通道電流。

圖 3 顯示習知的兩相電源轉換器 10，其包括通道 12 及 16，在通道 12 中，切換電路 14 根據信號 S1 產生通道

電流 I_1 ，在通道 16 中，切換電路 18 根據信號 S_2 產生通道電流 I_2 。在電源轉換器 10 中，通道電流 I_1 及 I_2 不平衡的原因在於通道 12 及 16 的阻抗 R_1 及 R_2 不匹配。假設電源轉換器 10 使用固定工作時間控制而且只使用一個輸出電壓回授迴路時，所有通道 12 及 16 具有相同的切換週期，換言之，所有通道 12 及 16 的工作週期比相同，在沒有電流平衡機制的情況下，阻抗 R_1 及 R_2 的不匹配最後將使得電源轉換器 10 進入電壓 V_1 等於電壓 V_2 的平衡狀態，進而導致電流 I_1 及 I_2 不平衡。

因此，一種具有固定工作時間控制之多相電源轉換器的電流平衡機制，乃為所冀。

【發明內容】

本發明的目的，在於提出一種固定工作時間控制之多相電源轉換器的電流平衡裝置及方法。

一固定工作時間控制之多相電源轉換器包含多個通道用以將一輸入電壓轉換為一輸出電壓，根據本發明，一種應用在該多相電源轉換器的電流平衡裝置及方法包括一誤差電流信號產生器偵測該多個通道其中之一的通道電流與一目標值的誤差產生一電流誤差信號，以及一工作時間產生器提供一控制信號驅動該被偵測的通道，當該被偵測的通道的通道電流等於該目標值時，該控制信號具有固定的工作時間，當該被偵測的通道的通道電流不等於該目標值時，該工作時間產生器根據該電流誤差信號調節該

控制信號的工作時間以調節該被偵測的通道的通道電流。

【實施方式】

圖 4 顯示本發明的實施例，在多相電源轉換器 20 中，
5 多個通道 22、24 及 26 分別根據來自工作時間產生器 28、
30 及 32 的控制信號 S1、S2 及 SN 將輸入電壓 V_{in} 轉換為
輸出電壓 V_o ，誤差放大器 42 根據輸出電壓 V_o 及一參考
電壓(圖中未示)之間的差值產生誤差信號 VEA，加法器 40
結合所有通道 22、24 及 26 的通道電流 IL_1 、 IL_2 及 IL_N
10 產生總合電流 I_{sum} ，總合電流 I_{sum} 經電阻 R 產生信號 V_{of}
偏移誤差信號 VEA 產生誤差信號 VEA'，比較器 36 比較
誤差信號 VEA' 及來自鋸齒波產生器 38 的鋸齒波信號產生
信號 PWM，電流平衡裝置 21 包括誤差電流信號產生器 34
及工作時間產生器 28、30 及 32，誤差電流信號產生器 34
15 偵測所有通道 22、24 及 26 的通道電流 IL_1 、 IL_2 及 IL_N
與目標值的誤差以產生電流誤差信號 IB_1 、 IB_2 及 IB_N ，
工作時間產生器 28、30 及 32 根據電流誤差信號 IB_1 、 IB_2
及 IB_N 及信號 PWM 決定控制信號 S1、S2 及 SN，在所有
通道電流 IL_1 、 IL_2 及 IL_N 平衡時，控制信號 S1、S2 及
20 SN 的工作時間固定，當通道電流 IL_1 、 IL_2 及 IL_N 不平衡，
工作時間產生器 28、30 及 32 根據電流誤差信號 IB_1 、 IB_2
及 IB_N 調節控制信號 S1、S2 及 SN 的工作時間。

圖 5 顯示誤差電流信號產生器 34 的實施例，其中加
法器 3406 結合所有通道電流 IL_1 、 IL_2 及 IL_N 產生總合電

流 I_s ，除法器 3404 將總合電流 I_s 除以通道的數量 N 後產生平均電流 I_{avg} 作為目標值，加法器 3402 將通道 22 上的通道電流 I_{L1} 減去平均電流 I_{avg} 產生電流誤差信號 $IB1$ 。本實施例雖僅說明如何產生電流誤差信號 $IB1$ ，但本領域的技術人員可以輕易的得知如何得到其他的電流誤差信號 $IB2$ 至 IBN 。

圖 6 顯示工作時間產生器 28 的第一實施例，其中電流源 2802 與開關 SW 組成充放電電路控制電容 $C1$ 的充放電，電流源 2802 提供隨電流誤差信號 $IB1$ 變化的充電電流 I_c 對電容 $C1$ 充電，邏輯電路 2808 根據信號 PWM 及控制信號 $S1$ 產生信號 V_{qn} 切換開關 SW 以控制電容 $C1$ 的充放電，比較器 2810 比較電容 $C1$ 上的充電電壓 V_c 及參考電壓 V_{ref} 產生控制信號 $S1$ 。在電流源 2802 中，運算放大器 2804 根據輸入電壓 V_{in} 及輸出電壓 V_o 之間的差值產生電壓 V_{in_Vo} ，電流誤差信號 $IB1$ 施加至電阻 $RB1$ 產生電壓 $VB1$ ，電壓 V_{in_Vo} 與電壓 $VB1$ 結合後產生電壓 V_m ，由於電壓 $VB1$ 隨電流誤差信號 $IB1$ 變化，因此電壓 V_m 也將隨電流誤差信號 $IB1$ 變化，電壓電流轉換器 2806 將電壓 V_m 轉換為充電電流 I_c 。

圖 7 顯示圖 6 中信號的波形圖，其中波形 50 為充電電壓 V_c ，波形 52 為充電電壓 V_c ，波形 54 為充電電壓 V_c ，波形 56 為控制信號 $S1$ 。當所有通道電流 I_{L1} 、 I_{L2} 及 I_{LN} 平衡時，電流誤差信號 $IB1$ 為零，故電壓 V_m 等於 $(V_{in}-V_o)$ ，由於輸入電壓 V_{in} 與輸出電壓 V_o 為定值，因此

充電電流 I_c 也為定值，這使得充電電壓 V_c 的上升斜率固定，如波形 52 所示，是以，控制信號 $S1$ 的工作時間 T_{on} 亦為定值，如波形 56 所示。當所有通道電流 $IL1$ 、 $IL2$ 及 ILN 不平衡時，電流誤差信號 $IB1$ 不為零，若電壓 $VB1$ 為
 5 正值，電壓 V_m 將等於 $[(V_{in}-V_o)+VB1]$ ，因此充電電流 I_c 上升，使得充電電壓 V_c 較快達到參考電壓 V_{ref} 的準位，如波形 50 所示，故控制信號 $S1$ 的工作時間將變為 $(T_{on}-\Delta T_{on})$ 以調節通道 22 中的通道電流 $IL1$ ，進而讓電流
 誤差信號 $IB1$ 趨向零。若因所有通道電流 $IL1$ 、 $IL2$ 及 ILN
 10 的不平衡而使電壓 $VB1$ 為負值時，電壓 V_m 將等於 $[(V_{in}-V_o)-VB1]$ ，因此充電電流 I_c 下降，使得充電電壓 V_c 較慢達到參考電壓 V_{ref} 的準位，如波形 56 所示，故控制信號 $S1$ 的工作時間將變為 $(T_{on}+\Delta T_{on})$ 以調節通道 22 中的
 通道電流 $IL1$ ，進而讓電流誤差信號 $IB1$ 趨向零。

15 圖 8 顯示工作時間產生器 28 的第二實施例，其包括電流源 2812 用以提供固定的充電電流 I_c 對電容 $C1$ 充電，邏輯電路 2814 根據信號 PWM 及控制信號 $S1$ 產生信號 V_{qn} 切換開關 SW 以控制電容 $C1$ 的充放電以產生充電電壓 V_c ，電壓源 2816 提供隨電流誤差信號 $IB1$ 變化的電壓
 20 V_{ref2} ，在電壓源 2816 中，電阻 $R1$ 因應電流誤差信號 $IB1$ 產生電壓 $VB1$ ，固定的參考電壓 V_{ref1} 結合電壓 $VB1$ 產生電壓 V_{ref2} ，比較器 2818 比較電壓 V_{ref2} 及充電電壓 V_c 產生一輸出經反相器 2820 得到控制信號 $S1$ 。

圖 9 顯示圖 8 中信號的波形圖，其中波形 60 為電壓

Vref2，波形 62 為電壓 Vref2，波形 64 為電壓 Vref2，波形 66 為充電電壓 V_c ，波形 68 為控制信號 S1。當所有通道電流 IL1、IL2 及 ILN 平衡時，電流誤差信號 IB1 為零，故電壓 Vref2 等於 Vref1，如波形 62 所示，由於充電電流 I_c 及電壓 Vref1 均為定值，因此控制信號 S1 的工作時間 T_{on} 亦為定值，如波形 68 所示。當所有通道電流 IL1、IL2 及 ILN 不平衡時，電流誤差信號 IB1 不為零，若電壓 VB1 為正值，電壓 Vref2 將等於 $(V_{ref1} + V_{B1})$ ，如波形 60 所示，因此充電電壓 V_c 需要較長的時間才能達到參考電壓 Vref2 的準位，如波形 60 所示，故控制信號 S1 的工作時間將變為 $(T_{on} + \Delta T_{on})$ 以調節通道 22 中的通道電流 IL1，進而讓電流誤差信號 IB1 趨向零。若因所有通道電流 IL1、IL2 及 ILN 的不平衡而使電壓 VB1 為負值時，電壓 Vref2 將等於 $(V_{ref1} - V_{B1})$ ，因此充電電壓 V_c 達到參考電壓 Vref 的準位所需的時間較短，如波形 64 所示，故控制信號 S1 的工作時間將變為 $(T_{on} - \Delta T_{on})$ 以調節通道 22 中的通道電流 IL1，進而讓電流誤差信號 IB1 趨向零。

圖 10 顯示圖 8 的電路在不同充電電流 I_c 的情況下控制信號 S1 的工作時間及其變化。在圖 8 的電路中，假設分別使用三種不同的充電電流 I_{c1} 、 I_{c2} 及 I_{c3} 對電容 C1 充電，其中 $I_{c1} < I_{c2} < I_{c3}$ ，在通道電流不平衡使參考電壓 Vref2 由 Vref1 升至 $(V_{ref1} + V_{B1})$ 時，若充電電流 I_c 為 I_{c1} ，控制信號 S1 將具有工作時間 T_{on1} ，因通道電流不平衡而造成的工作時間變化為 ΔT_{on1} ，如圖 10 的波形 70 所示。

若充電電流 I_c 為 I_{c2} ，控制信號 $S1$ 將具有工作時間 $Ton2$ ，因通道電流不平衡而造成的工作時間變化為 $\Delta Ton2$ ，如圖 10 的波形 72 所示。若充電電流 I_c 為 I_{c3} ，控制信號 $S1$ 將具有工作時間 $Ton3$ ，因通道電流不平衡而造成的工作時間變化為 $\Delta Ton3$ ，如圖 10 的波形 74 所示。由圖 10 可以很清楚的看出

$$\Delta Ton1/Ton1 = \Delta Ton2/Ton2 = \Delta Ton3/Ton3 = VB1/(V_{ref} + VB1)$$

顯然，在不同的充電電流 I_c 的情況下，控制信號 $S1$ 的工作時間 Ton 的變化都與電流誤差信號 $IB1$ 具有比例關係。

當圖 4 中的控制信號 $S1$ 至 SN 的工作時間變化過大時，可能在各通道電流之中造成振盪，進而影響電源轉換器 20 的正常操作，因此需要設定一個範圍來限制控制信號的工作時間變化率。圖 11 顯示工作時間產生器 28 的第三實施例，其中電流源 2822 提供充電電流 I_c 對電容 $C1$ 充電，邏輯電路 2824 根據信號 PWM 及控制信號 $S1$ 切換開關 SW 以控制電容 $C1$ 的充放電產生充電電壓 V_c ，電壓源 2826 提供隨電流誤差信號 $IB1$ 變化的電壓 V_{ref2} ，電壓 V_{ref2} 具有一上限及一下限，比較器 3832 比較充電電壓 V_c 及電壓 V_{ref2} 產生控制信號 $S1$ 。在電壓源 2826 中，電壓電流轉換器 2828 將電流誤差信號 $IB1$ 轉換為電流 I_a ，電阻 R_a 因應電流 I_a 產生電壓 $VB1$ 與固定的參考電壓 V_{ref1} 相加產生電壓 V_{ref2} ，限制電路 2832 限制電壓 $VB1$

的上限及下限，進而限制電壓 V_{ref2} 的變化範圍，因此控制信號 $S1$ 的工作時間的變化也將被限制在一個範圍內。在此實施例中，限制電路 2830 包括二極體 $D1$ 具有一陽極連接電阻 R_a 的 A 端及一陰極連接電阻 R_a 的 B 端，以及

5 二極體 $D2$ 具有一陽極連接電阻 R_a 的 B 端及一陰極連接電阻 R_a 的 A 端，二極體 $D1$ 及 $D2$ 將使電壓 V_{ref2} 有固定的上限及下限，也就是說，控制信號 $S1$ 的工作時間的變化也具有固定的上限及下限。

圖 12 顯示圖 11 中限制電路 2830 的另一實施例，其中二極體 $D3$ 、 $D4$ 及 $D5$ 串聯在電阻 R_a 的 A 端及 B 端之間，二極體 $D6$ 、 $D7$ 及 $D8$ 串聯在電阻 R_a 的 A 端及 B 端之間，每一二極體都與一開關並聯，藉由切換該等開關改變與電阻 R_a 並聯的二極體的數量，進而改變電壓 V_{ref2} 的上限及下限，因此，控制信號 $S1$ 的工作時間的變化量

15 具有可變的上限及下限。

以上對於本發明之較佳實施例所作的敘述係為闡明之目的，而無意限定本發明精確地為所揭露的形式，基於以上的教導或從本發明的實施例學習而作修改或變化是可能的，實施例係為解說本發明的

20 原理以及讓熟習該項技術者以各種實施例利用本發明在實際應用上而選擇及敘述，本發明的技術思想企圖由以下的申請專利範圍及其均等來決定。

【圖式簡單說明】

圖 1 係用以說明習知的固定切換頻率控制；

圖 2 係用以說明習知的可變切換頻率控制；

圖 3 顯示習知的兩相電源轉換器；

圖 4 顯示本發明的實施例；

5 圖 5 顯示圖 4 中誤差電流信號產生器的實施例；

圖 6 顯示圖 4 中工作時間產生器的第一實施例；

圖 7 顯示圖 6 中信號的波形圖；

圖 8 顯示圖 4 中工作時間產生器的第二實施例；

圖 9 顯示圖 8 中信號的波形圖；

10 圖 10 顯示圖 8 的電路在不同充電電流 I_c 的情況下控制信號 S1 的工作時間及其變化；

圖 11 顯示圖 4 中工作時間產生器的第三實施例；以及

圖 12 顯示圖 11 中限制電路的另一實施例。

15

【主要元件符號說明】

10 電源轉換器

12 通道

14 切換電路

20 通道

18 切換電路

20 電源轉換器

21 電流平衡裝置

22 通道

	24	通道
	26	通道
	28	工作時間產生器
	2802	電流源
5	2804	運算放大器
	2806	電壓電流轉換器
	2808	邏輯電路
	2810	比較器
	2812	電流源
10	2814	邏輯電路
	2816	電壓源
	2818	比較器
	2820	反相器
	2822	電流源
15	2824	邏輯電路
	2826	電壓源
	2828	電壓電流轉換器
	2830	限制電路
	2832	比較器
20	30	工作時間產生器
	32	工作時間產生器
	34	誤差電流信號產生器
	3402	加法器
	3404	除法器

	3406	加法器
	36	比較器
	38	鋸齒波產生器
	40	加法器
5	42	誤差放大器
	50	充電電壓 V_c 的波形
	52	充電電壓 V_c 的波形
	54	充電電壓 V_c 的波形
	56	控制信號 S_1 的波形
10	60	電壓 V_{ref2} 的波形
	62	電壓 V_{ref2} 的波形
	64	電壓 V_{ref2} 的波形
	66	充電電壓 V_c 的波形
	68	控制信號 S_1 的波形
15	70	充電電壓 V_c 的波形
	72	充電電壓 V_c 的波形
	74	充電電壓 V_c 的波形

五、中文發明摘要：

一種固定工作時間控制之多相電源轉換器的電流平衡裝置及方法，該多相電源轉換器包含多個通道，每一個通道因應一控制信號以將一輸入電壓轉換為一輸出電壓，當該多個通道中的通道電流平衡時，該控制信號的工作時間固定，當該多個通道中的通道電流不平衡時，藉由每一個通道中通道電流與一目標值的誤差調節該控制信號的工作時間，進而平衡該多個通道中的通道電流。

六、英文發明摘要：

十、申請專利範圍：

1. 一種固定工作時間控制之多相電源轉換器的電流平衡裝置，該多相電源轉換器包含多個通道用以將一輸入電壓轉換為一輸出電壓，該電流平衡裝置包括：

5 一誤差電流信號產生器，偵測該多個通道中第 N 個通道的通道電流與一目標值的誤差產生該第 N 個通道的電流誤差信號；以及
 一工作時間產生器，提供一控制信號驅動該第 N 個通道；

10 其中，當該第 N 個通道的通道電流等於該目標值時，該控制信號具有固定的工作時間，當該第 N 個通道的通道電流不等於該目標值時，該工作時間產生器根據該第 N 個通道的電流誤差信號調節該控制信號的工作時間。

- 15 2. 如請求項 1 之電流平衡裝置，其中該誤差電流信號產生器包括：

 一加法器，結合該多個通道中的通道電流產生一總合電流；

 一除法器，將該總合電流除以該多個通道的數量產生該目標值；以及

20 一減法器，將該第 N 個通道的通道電流減去該目標值產生該第 N 個通道的電流誤差信號。

3. 如請求項 1 之電流平衡裝置，其中該工作時間產生器包括：

一電容；

一充放電電路，控制該電容的充放電；以及

一比較器，比較該電容上的跨壓及一參考電壓而產生該控制信號。

5 4. 如請求項 3 之電流平衡裝置，其中該充放電電路包括：

一電流源，提供一隨該第 N 個通道的電流誤差信號

改變的充電電流給該電容；以及

一開關，與該電容並聯，用以決定該電容的充放電。

5. 如請求項 1 之電流平衡裝置，其中該工作時間產生器包
10 括：

一電容；

一電流源，提供一固定的充電電流給該電容；

一開關，與該電容並聯，用以決定該電容的充放電；

一電壓源，提供一隨該第 N 個通道的電流誤差信號

15 改變的第一電壓；以及

一比較器，比較該第一電壓及該電容上的第二電壓
產生該控制信號。

6. 如請求項 5 之電流平衡裝置，更包括一限制電路用以設定該第一電壓的上限及下限。

20 7. 如請求項 6 之電流平衡裝置，其中該第一電壓的上限及下限是可調整的。

8. 如請求項 1 之電流平衡裝置，其中在該第 N 個通道的通道電流不等於該目標值時，該第二信號的工作時間變化量具有一上限及一下限。

9. 如請求項 8 之電流平衡裝置，其中該上限及下限是可調整的。

10. 一種固定工作時間控制之多相電源轉換器的電流平衡方法，該多相電源轉換器包含多個通道用以將一輸入電壓轉換為一輸出電壓，電流平衡方法包括下列步驟：

偵測該多個通道中第 N 個通道的通道電流與一目標值的誤差產生該第 N 個通道的電流誤差信號；以及

產生一控制信號驅動該第 N 個通道，其中當該第 N 個通道的通道電流等於該目標值時，該控制信號的工作時間固定，當該第 N 個通道的通道電流不等於該目標值時，該控制信號的工作時間隨該電流誤差信號改變以調節該第 N 個通道的通道電流。

11. 如請求項 10 之電流平衡方法，更包括平均該多個通道中的通道電流以產生該目標值。

12. 如請求項 10 之電流平衡方法，其中該產生一控制信號的步驟包括：

提供一充電電流對一電容充電，該充電電流隨該第 N 個通道的電流誤差信號變化；以及

比較該電容上的第一電壓及一參考第二電壓以產生該控制信號。

13. 如請求項 10 之電流平衡方法，其中該產生一控制信號的步驟包括：

提供一固定的充電電流對一電容充電；以及
比較該電容上的第一電壓及一第二電壓以產生該
第三信號，該第二電壓隨該第 N 個通道的電流
誤差信號改變。

5 14.如請求項 13 之電流平衡方法，更包括設定該第二電壓
的上限及下限。

15.如請求項 14 之電流平衡方法，其中該第二電壓的上限
及下限是可調整的。

16.如請求項 10 之電流平衡方法，更包括設定該控制信號
10 之工作時間變化量的上限及下限。

17.如請求項 16 之電流平衡方法，其中該上限及下限是可
調整的。

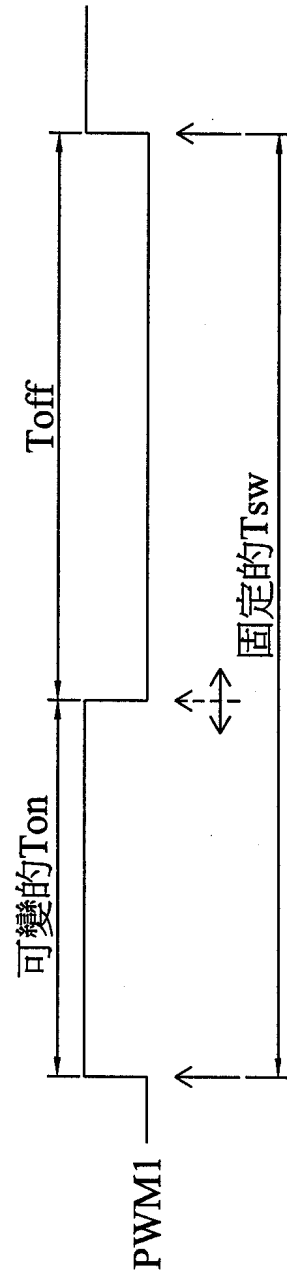


圖1

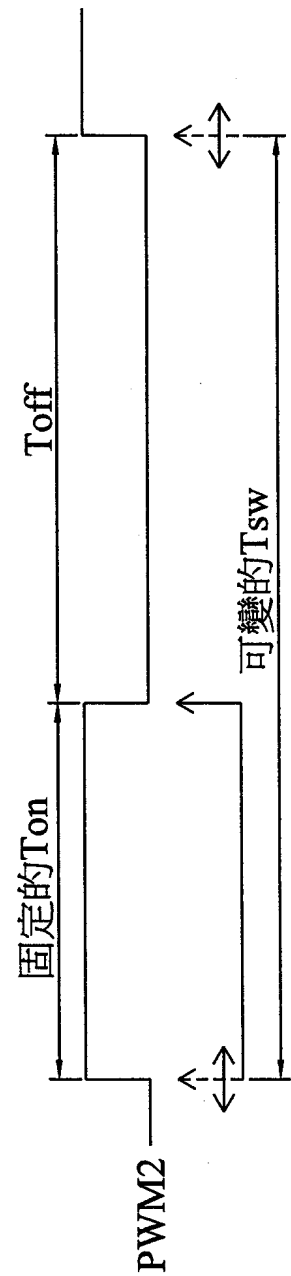


圖2

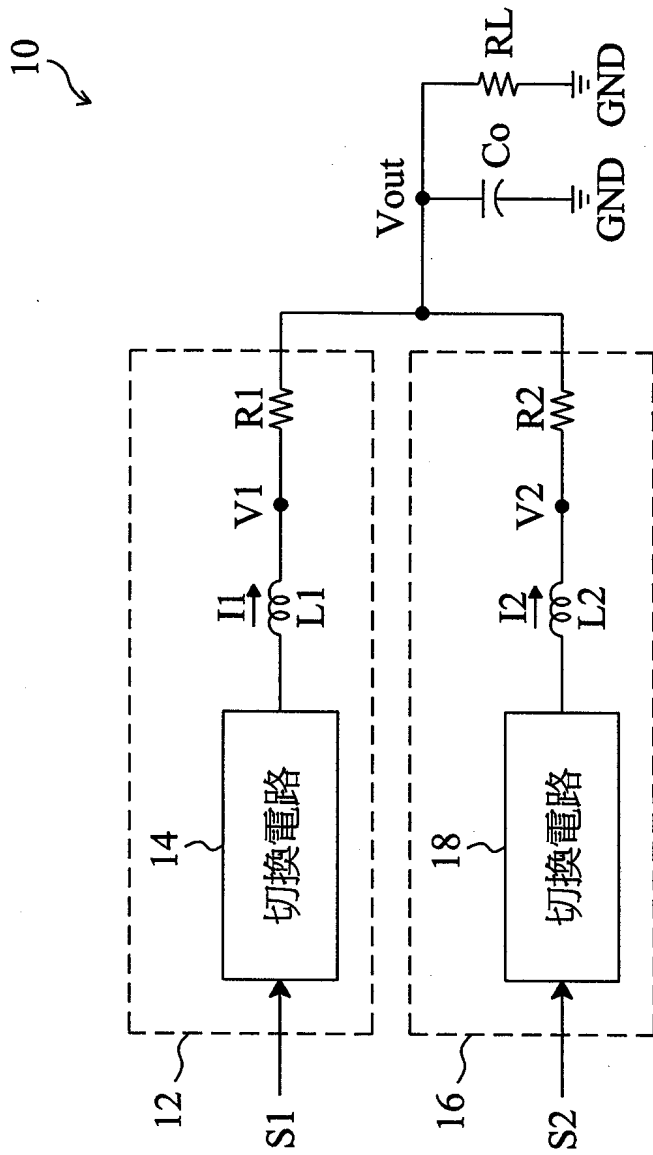


圖3

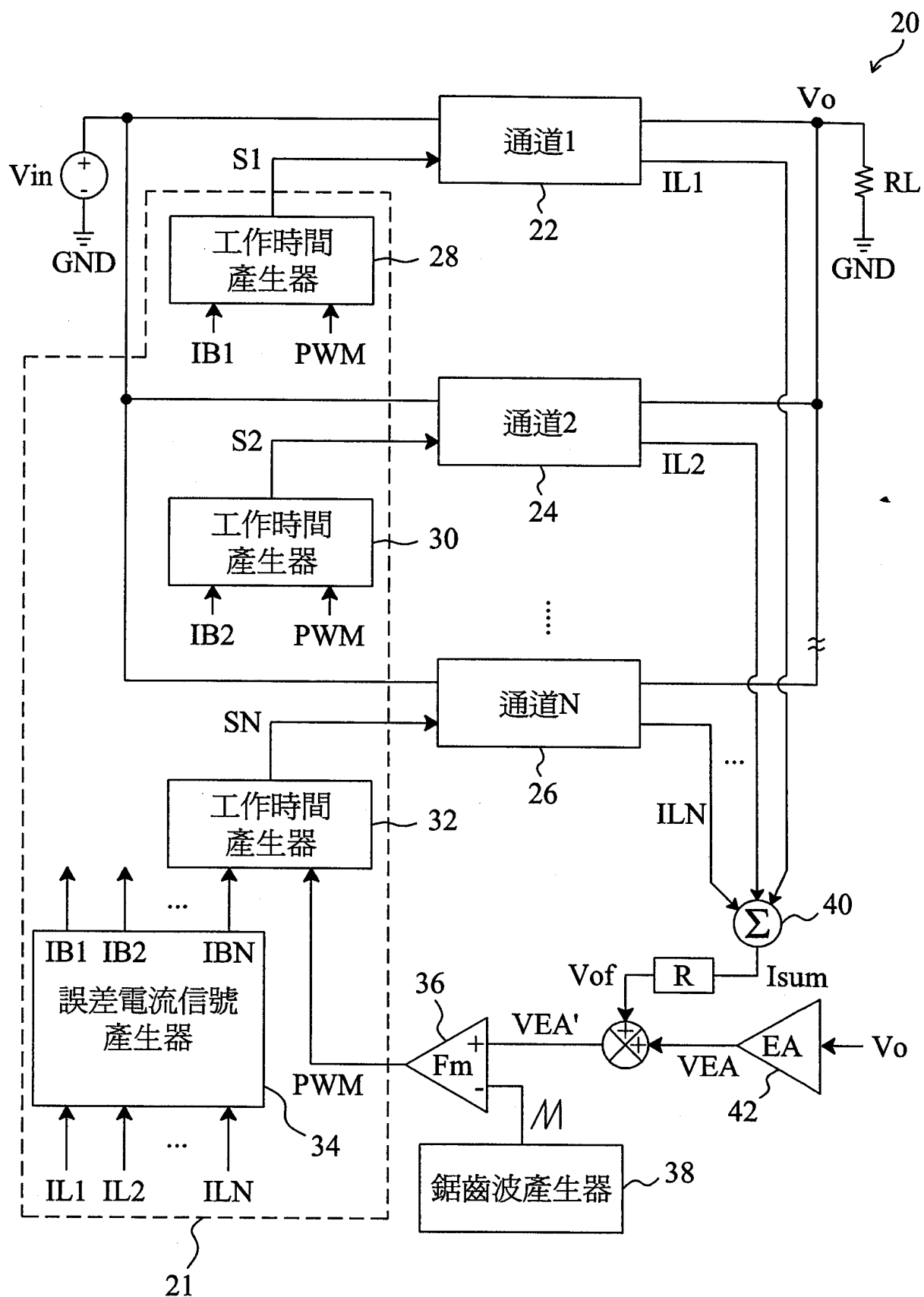


圖4

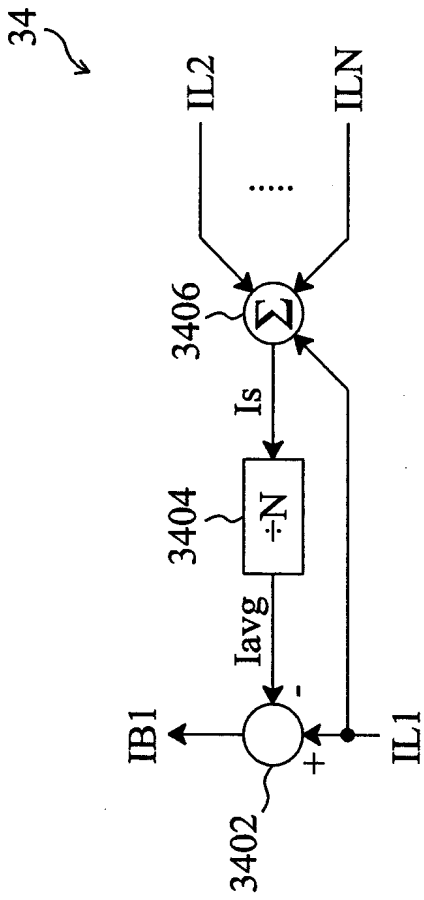


圖5

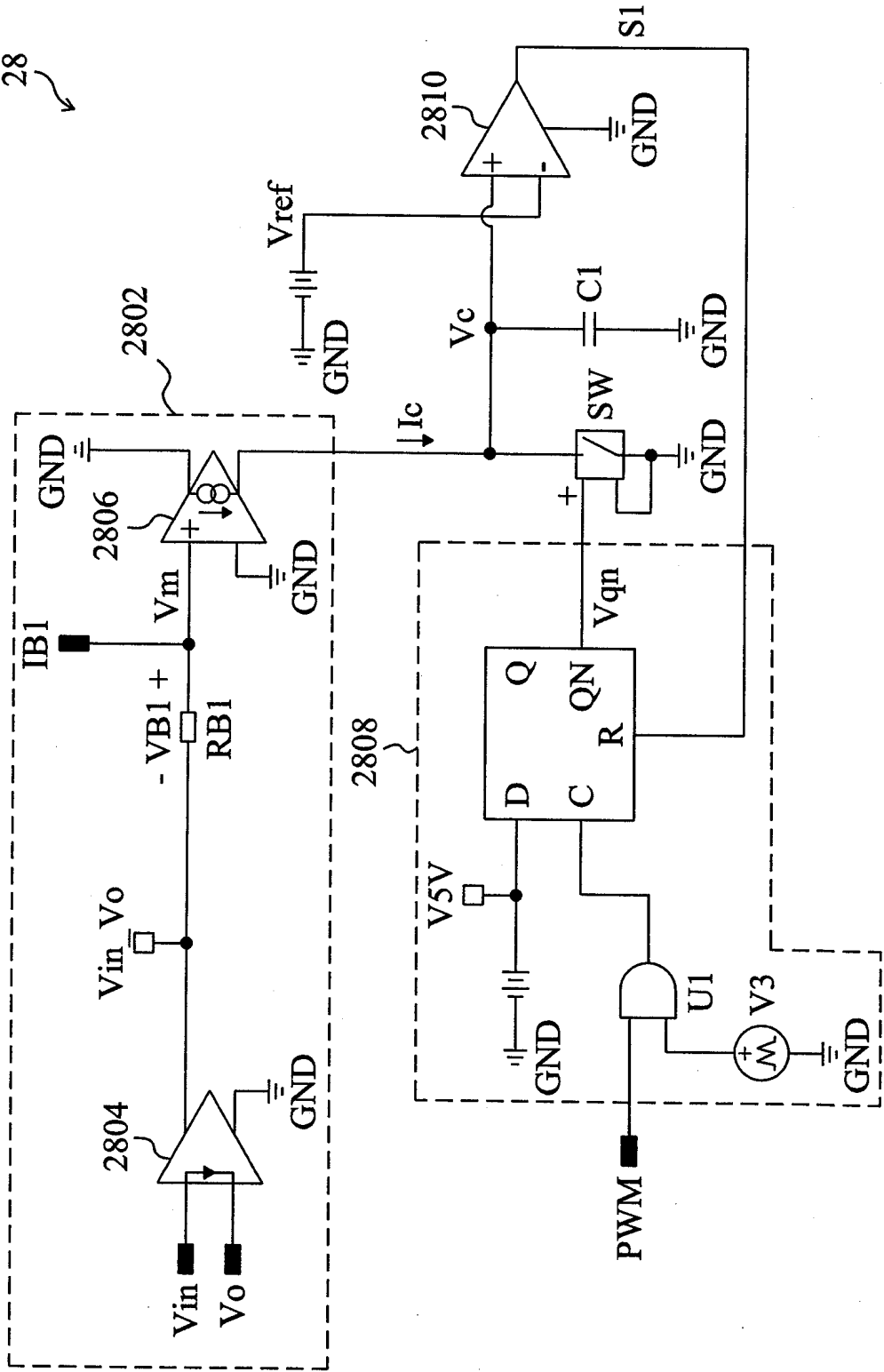


圖6

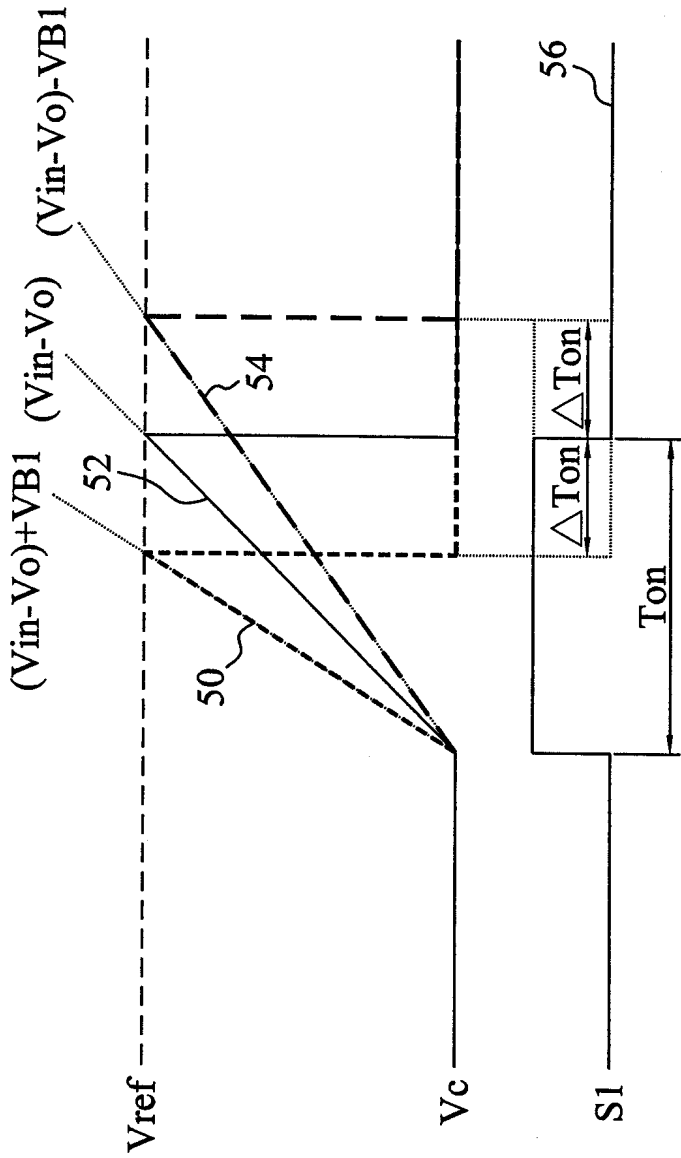


圖7

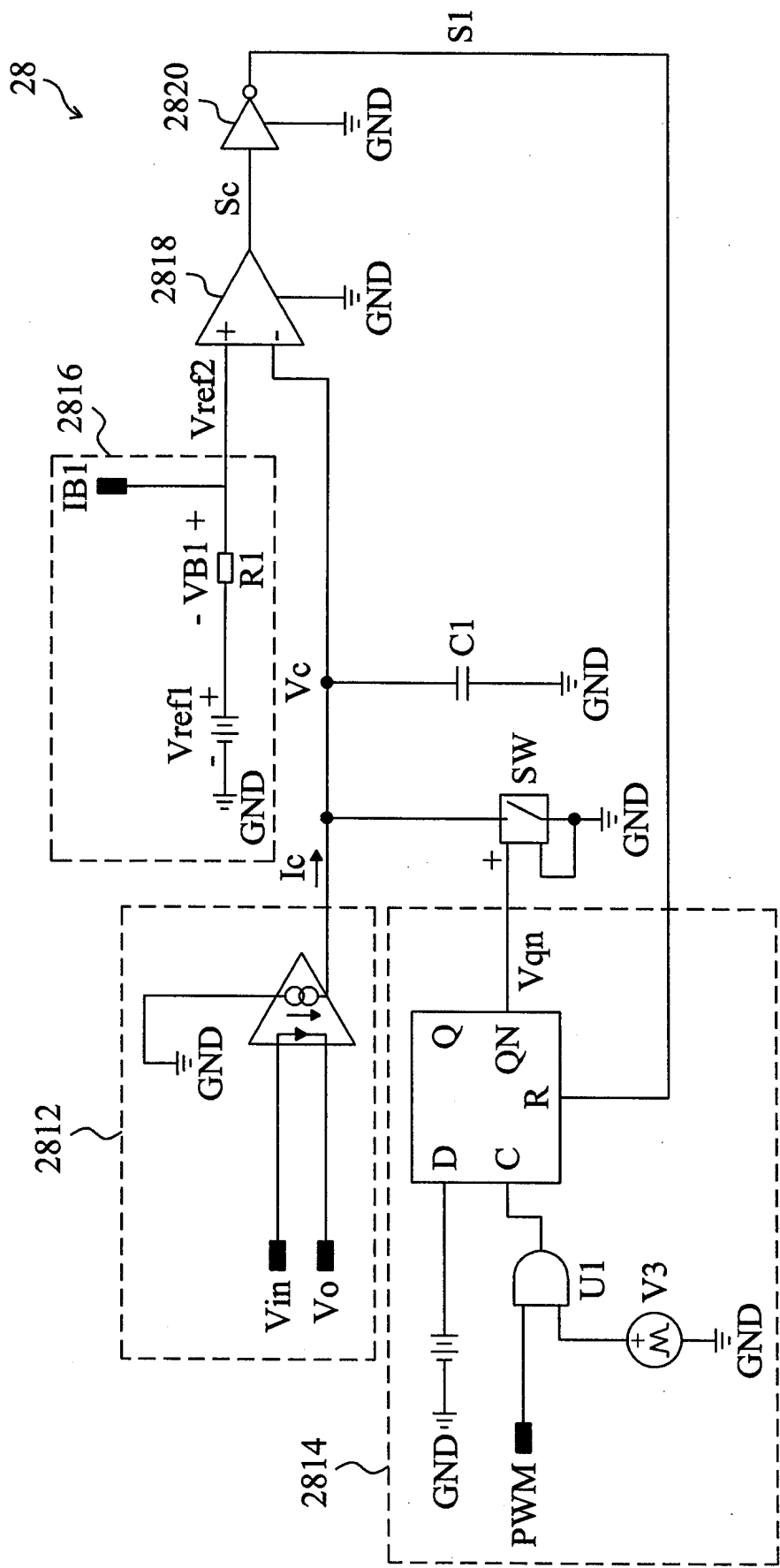


圖8

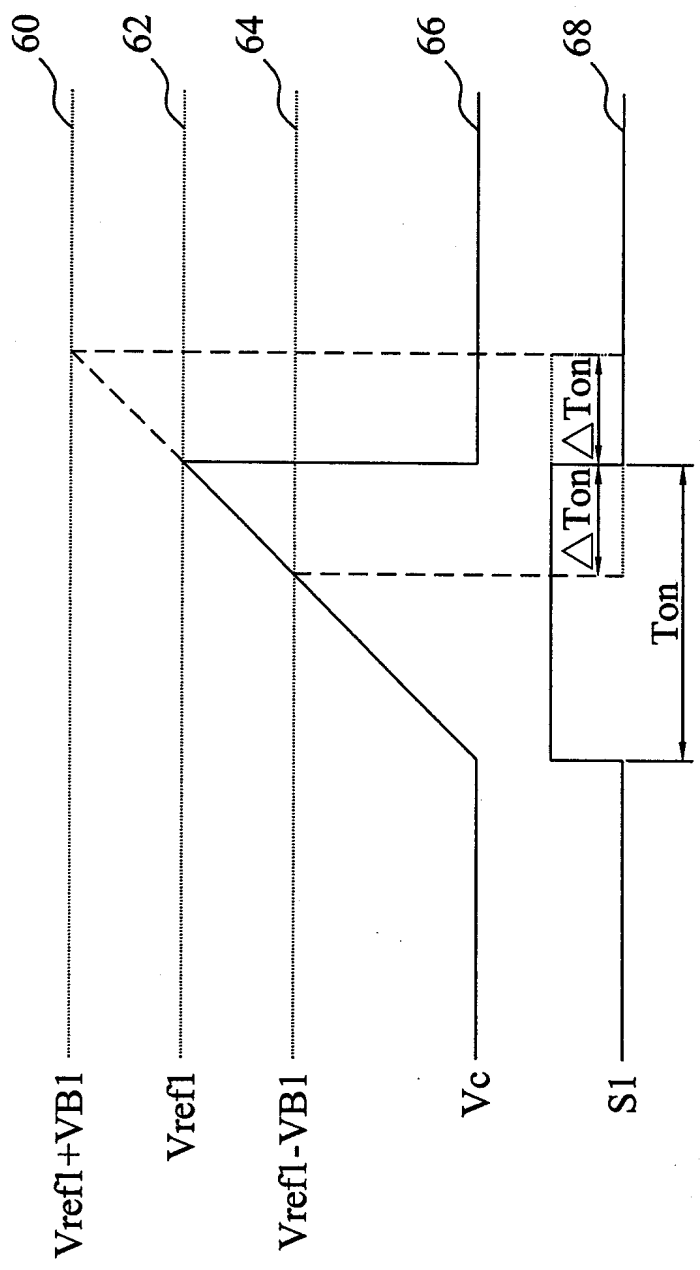


圖9

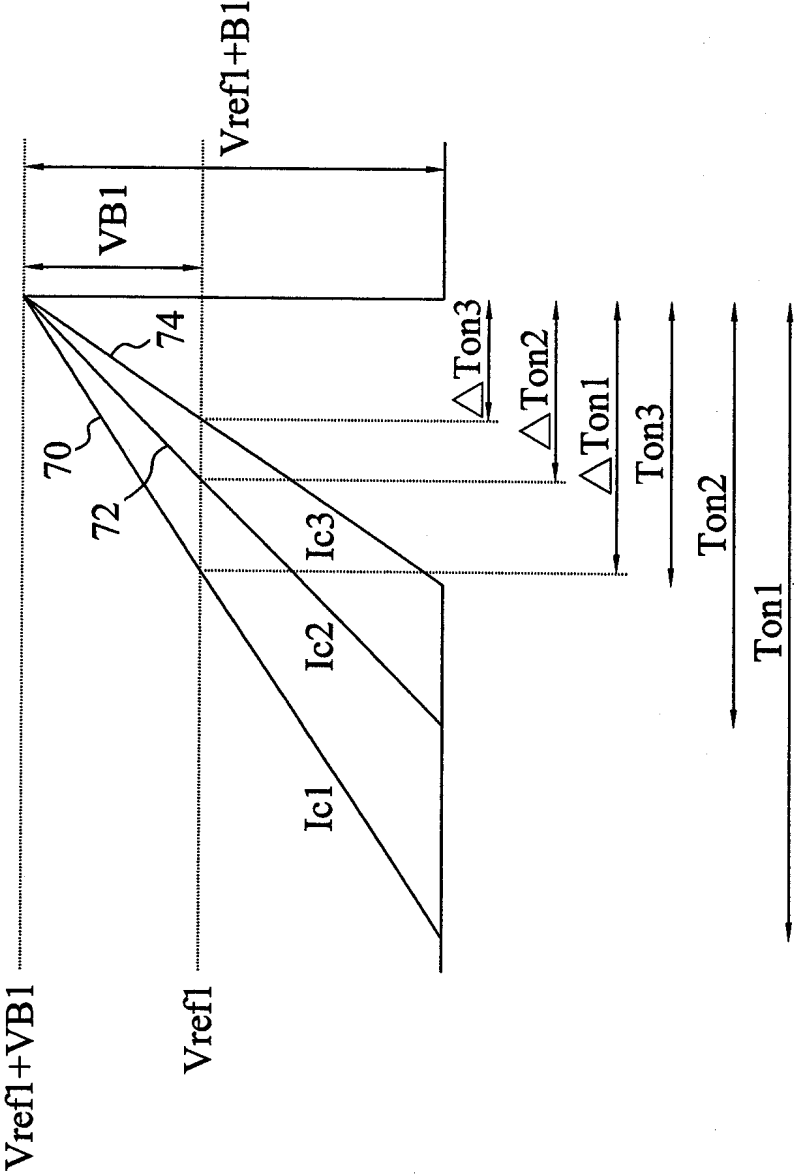


圖10

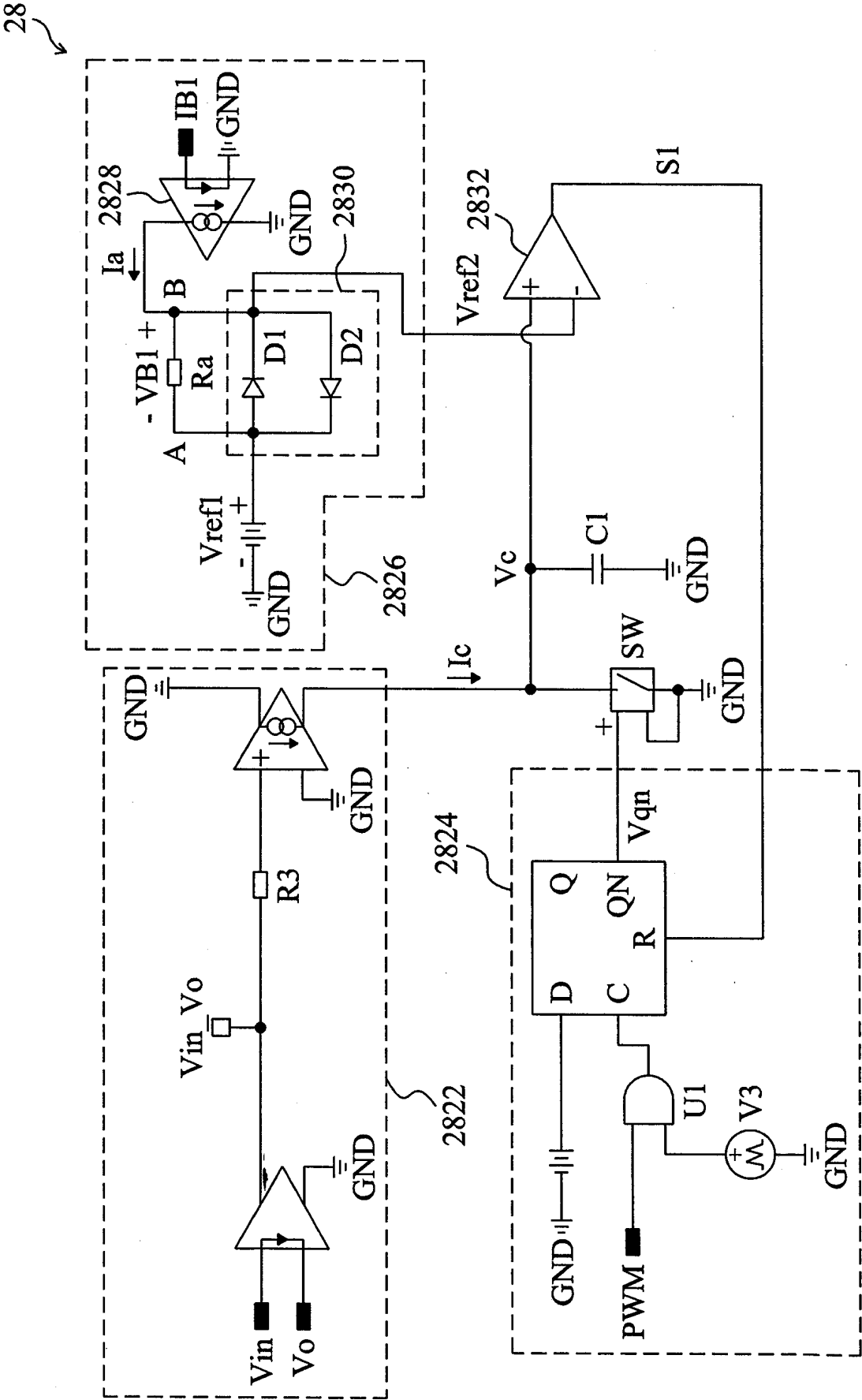


圖11

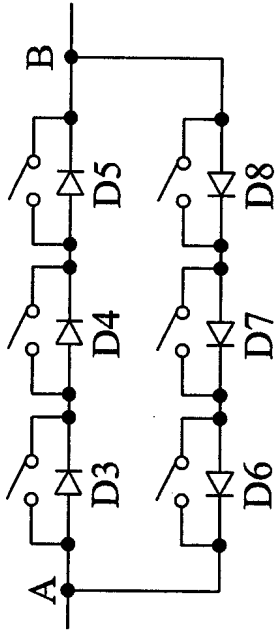


圖12

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(4)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- | | | |
|----|----|-----------|
| | 20 | 電源轉換器 |
| 5 | 21 | 電流平衡裝置 |
| | 22 | 通道 |
| | 24 | 通道 |
| | 26 | 通道 |
| | 28 | 工作時間產生器 |
| 10 | 30 | 工作時間產生器 |
| | 32 | 工作時間產生器 |
| | 34 | 誤差電流信號產生器 |
| | 36 | 比較器 |
| | 38 | 鋸齒波產生器 |
| 15 | 40 | 加法器 |
| | 42 | 誤差放大器 |

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：