

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：**96117865**

※ 申請日期：**96.5.18**

※IPC 分類：

H02M 1/08

(2006.01)

5 一、發明名稱：(中文/英文)

數位式電壓轉換器及其控制方法

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

10

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

15

國 籍：(中文/英文) 中華民國/TW

三、發明人：(共1人)

姓 名：(中文/英文)

張煒旭/CHANG, WEI-HSU

20

國 籍：(中文/英文)

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】

20

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關一種數位式電壓轉換器，特別是關於一種固定非工作時間的數位式電壓轉換器及其控制方法。

5

【先前技術】

由於數位式電壓轉換器的數位控制電路具有小尺寸、減少被動元件以及成本較低的優點，因此已漸漸受到重視。圖 1 係傳統的數位式升壓式電壓轉換器(boost converter)100，其中輸出級 102 將輸入電壓 V_i 轉換為輸出電壓 V_o ，誤差放大器 112 根據輸出電壓 V_o 及參考電壓 V_{ref} 產生誤差信號 V_E ，類比數位轉換器 110 量化誤差信號 V_E 產生數位信號 V_D ，數位補償器 108 根據數位信號 V_D 產生工作時間比(duty-ratio) d ，數位脈寬調變器(Digital Pulse Width Modulator; DPWM)106 根據工作時間比產生脈寬調變信號 PWM 至輸出級 102 中的驅動器 104 以切換開關 M1。工作時間比

$$d = T_{on} / (T_{on} + T_{off})$$

公式 1

20

其中， T_{on} 係脈寬調變信號 PWM 的工作時間， T_{off} 係脈寬調變信號 PWM 的非工作時間。

圖 2 係傳統的數位式升降壓式電壓轉換器(buck-boost converter)200，其中輸出級 202 將輸入電壓 V_i 轉換為輸出

電壓 V_o ，誤差放大器 212 根據輸出電壓 V_o 及參考電壓 V_{ref} 產生誤差信號 V_E ，類比數位轉換器 210 量化誤差信號 V_E 產生數位信號 V_D ，數位補償器 208 根據數位信號 V_D 產生工作時間比 d ，數位脈寬調變器 206 根據工作時間比產生脈寬調變信號 PWM 至輸出級 202 中的驅動器 204 以切
 5 換開關 M1 及 M2。其中工作時間比 d 如公式 1 所示，開關 M1 及 M2 係同開同關。有關數位電壓轉換器的詳細資料可以參考功率半導體技術國際學會 (ISPSD) 於 2004 年發表的論文集第 13-22 頁由 D. Maksimovic、R. Zane 及 R.
 10 Erickson 發表的「Impact of Digital Control in Power Electronics」，以及克呂韋爾 (Kluwer) 學術出版社 2001 年出版的「Fundamentals of Power Electronics」。

然而，在穩態時，傳統的數位式升壓式電壓轉換器 100 的輸出電壓 V_o 與工作時間比 d 的關係為

15

$$V_o = V_i / (1 - d) \quad \text{公式 2}$$

而傳統的數位式升降壓式電壓轉換器 200 的輸出電壓 V_o 與工作時間比 d 的關係為

20

$$V_o = d \times V_i / (1 - d) \quad \text{公式 3}$$

如公式 2 及公式 3 所示，在轉換器 100 及 200 中，輸出電壓 V_o 與工作時間比 d 的關係並不是線性的。圖 3 顯示電

壓轉換比 V_o/V_i 與工作時間比 d 的關係曲線，其中曲線 300 係轉換器 100 的電壓轉換比 V_o/V_i 與工作時間比 d 之間的關係曲線，曲線 302 係轉換器 200 的電壓轉換比 V_o/V_i 與工作時間比 d 之間的關係曲線。如曲線 300 及 302 所示，

5 隨著工作時間比 d 的增加，電壓轉換比 V_o/V_i 亦隨著增加，。由於傳統的數位脈寬調變器是數位控制，因此工作時間比 d 是被量化的，假設其變化量為 Δd ，在傳統數位脈寬調變器中變化量 Δd 是固定的，變化量 Δd 一般也稱為解析度(resolution)，在高工作時間比 d 時，即接近 1 時，每

10 當工作時間比 d 增加或減少一個變化量 Δd 時，將使得電壓轉換比 V_o/V_i 將產生相當大的變化，因而造成輸出端 V_o 上出現大漣波。以轉換器 200 為例，假設變化量 Δd 為 0.01，在工作時間比 d 為 0.9 時，如圖 3 的曲線 302 所示，若工作時間比 d 增加或減少 0.01 時，電壓轉換比 V_o/V_i 將

15 因工作時間比 d 增加或減少 0.01 變為 10 或 8，因此輸出電壓將產生 $\pm 1V$ 的漣波。

在轉換器 100 及 200 中，工作時間比 d 的解析度係由數位脈寬調變器 106 及 206 決定。傳統的計數型數位定頻脈寬調變器的計時解析度(timing resolution) T_{clk} 、位寬

20 (bit-width) n 及切換週期(switching periodic) T_{sw} 是相關的，其中計時解析度 T_{clk} 為控制器 102 及 202 的時脈週期，位寬 n 為脈寬調變信號 PWM 每一週期的位元數，切換週期 T_{sw} 為開關 M1 的切換週期，由於脈寬調變器為定頻，因此切換週期 T_{sw} 為固定值。計時解析度 T_{clk} 、位寬

n 及切換週期 Tsw 的關係式如下：

$$T_{sw}=2^n \times T_{clk}$$

公式 4

- 5 在傳統的方法中，係藉由減少計時解析度 Tclk 來增加工作時間比 d 的解析度，即增加控制器 102 及 202 的時脈頻率 (1/Tclk)。然而，雖然可以藉由減小計時解析度 Tclk 來增加工作時間比 d 的解析度，但是這是有限度的，當控制器 102 及 202 的時脈頻率 (1/Tclk) 達到 GHz 時，將因功率損失的過大而無法實現，再者，計時解析度 Tclk 越小，所需要的成本將越高。

因此，一種在高工作時間比時能減少輸出電壓漣波的數位式升壓及升降壓式電壓轉換器及其控制方法，乃為所冀。

15

【發明內容】

本發明的目的，在於提出一種數位式升壓及升降壓式電壓轉換器及其控制方法，其於高工作時間比時能降低該轉換器輸出電壓的漣波，穩定該輸出電壓。

- 20 根據本發明，一種數位式升壓式及升降壓式電壓轉換器及其控制方法，包括一輸出級用以將一輸入電壓轉換為一輸出電壓，一誤差信號根據該輸出電壓及一參考電壓產生一誤差信號，一類比數位轉換器將該誤差信號轉換為一數位信號，一補償器根據該數位信號產生一工作時間長

度，以及一數位脈寬調變器，根據該工作時間長度及一固定的非工作時間長度產生一脈寬調變信號驅動該輸出級，其中該非工作時間長度決定該脈寬調變信號的非工作時間，該工作時間長度決定該脈寬調變信號的工作時間。

5 由於非工作時間長度為定值，這將使得該輸出電壓與該工作時間長度之間具有線性關係，因此能減少該輸出電壓在高工作時間比時的漣波。

【實施方式】

10 圖 4 係本發明的第一實施例，在升降壓式電壓轉換器 400 中，輸出級 402 將輸入電壓 V_i 轉換為輸出電壓 V_o ，誤差放大器 412 根據輸出電壓 V_o 及參考電壓 V_{ref} 產生誤差信號 V_E ，類比數位轉換器 410 量化誤差信號 V_E 產生數位信號 V_D ，數位補償器 408 根據數位信號 V_D 產生工作
15 時間長度 ON ，數位脈寬調變器 406 根據工作時間長度 ON 、預設的非工作時間長度 OFF 及時脈 $clock$ 產生脈寬調變信號 PWM 至輸出級 402 中的驅動器 404 以切換開關 $M1$ 。工作時間長度 ON 決定脈寬調變信號 PWM 的工作時間 T_{on} ，非工作時間長度 OFF 為定值用以決定脈寬調變信號 PWM 的非工作時間 T_{off} 。將公式 1 代入公式 3 可得電
20 壓轉換比

$$V_o/V_i = T_{on}/T_{off}$$

公式 5

由於非工作時間長度 OFF 為定值，因此脈寬調變信號 PWM 的非工作時間 Toff 也是定值，是以，電壓轉換比 V_o/V_i 與脈寬調變信號 PWM 的工作時間 Ton 具有線性關係。

圖 5 係圖 4 中脈寬調變器 406 的第一實施例，其中計
 5 數器 502 計數時脈 clock 產生計數值 cnt1，計數器 504 計
 數時脈 clock 產生計數值 cnt2，比較器 506 比較計數值 cnt1
 及工作時間長度 ON 產生比較信號 cmp1，比較器 508 比較
 計數值 cnt1 及工作時間長度 Ton 產生比較信號 cmp2，比
 較器 510 比較計數值 cnt2 及非工作時間長度 OFF 產生比
 10 較信號 cmp3，比較器 512 比較計數值 cnt2 及非工作時間
 長度 OFF 產生比較信號 cmp4，正反器 514 根據比較信號
 cmp2 及 cmp3 產生脈寬調變信號 PWM。圖 6 係用以說明
 數位脈寬調變器 406 的操作，其中波形 600 為時脈 clock，
 波形 602 為正反器 514 重置端 R 上的信號，波形 604 為正
 15 反器 514 設定端 S 上的信號，波形 606 為比較信號 cmp1，
 波形 608 為比較信號 cmp4，波形 610 為脈寬調變信號
 PWM。假設時脈 clock 的週期為 Tclk，可得脈寬調變信號
 PWM 的工作時間

$$20 \quad T_{on} = ON \times T_{clk} \quad \text{公式 6}$$

以及非工作時間

$$T_{off} = OFF \times T_{clk} \quad \text{公式 7}$$

根據公式 6 及公式 7 可將公式 5 改寫為

$$V_o/V_i = \text{ON}/\text{OFF} \quad \text{公式 8}$$

5

由公式 8 可知轉換器 400 的電壓轉換比 V_o/V_i 與工作時間長度 ON 具有線性關係，因此，在高電壓轉換比 V_o/V_i 時，工作時間長度 ON 的改變不會使輸出電壓 V_o 產生大的漣波。

10 參照圖 5 及圖 6，計數器 502 計數時脈 clock 產生計數值 cnt1，在計數值 cnt1 不大於工作時間長度 ON 時，比較器 506 輸出高準位的比較信號 cmp1 以停止計數器 504，計數器 504 將維持計數值 cnt2。在計數值 cnt1 等於工作時間長度 ON 時，比較器 508 產生高準位的比較信號 cmp2

15 重置正反器 514 使脈寬調變信號 PWM 轉為低準位，並重置計數器 504 使計數值 cnt2 歸零。當計數值 cnt1 大於工作時間長度 ON 時，比較器 506 輸出低準位的比較信號 cmp1，此時計數器 504 開始計數。在計數值 cnt2 不大於非工作時間長度 OFF 時，比較器 512 產生高準位的比較信號 cmp4 至計數器 502 以停止計數器 502，計數器 502 將

20 維持計數信 cnt1。當計數值 cnt2 等於非工作時間長度 OFF 時，比較器 510 產生高準位的比較信號 cmp3 設定正反器 514 使脈寬調變信號 PWM 轉為高準位，並重置計數器 502 使計數值 cnt1 歸零。當計數值 cnt2 大於非工作時間長度

OFF 時，比較器 512 輸出低準位的比較信號 cmp4，計數器 502 再次，並重覆上述步驟。由於非工作時間長度 OFF 為定值，因此脈寬調變信號 PWM 的頻率將隨所給之工作時間長度 ON 改變。在此實施例中，非工作時間長度 OFF 固定為 2，在脈寬調變信號 PWM 第 m 個週期中，工作時間長度 ON 為 6，根據公式 8 可知，電壓轉換比 $V_o/V_i=3$ ，在脈寬調變信號 PWM 第 $m+1$ 個週期中，工作時間長度 ON 變為 5，故可得電壓轉換比 $V_o/V_i=2.5$ ，顯然，每當工作時間長度 ON 增加或減少 1 時，電壓轉換比 V_o/V_i 增加或減少 0.5，故電壓轉換比 V_o/V_i 與工作時間長度 ON 之間具有線性關係。

圖 7 係圖 4 中升降壓式電壓轉換器 400 的實施數據，其中所使用的計數器時脈 clock 為 300MHz。在固定非工作時間長度 OFF 為 1024 時，工作時間長度的變化範圍為 0 到 1023，故電壓轉換比(V_o/V_i)為 0 至 1。此時，等效的脈寬調變信號 PWM 的工作時間比的變化範圍為 0 到 0.5，而頻率變化為 293 到 147KHz，電壓轉換比(V_o/V_i)的解析度等於($1/OFF$)，因此，當工作時間 T_{on} 改變 1 格時，電壓轉換比(V_o/V_i)將增加或減少($1/OFF$)，故電壓轉換比 V_o/V_i 與工作時間長度 ON 之間具有線性關係。如圖 7 的數據所示，隨著電壓轉換比 V_o/V_i 的增加，其與工作時間長度 ON 之間仍維持線性關係。

圖 8 係本發明的第二實施例，在升壓式電壓轉換器 700 中，輸出級 702 升壓輸入電壓 V_i 產生輸出電壓 V_o ，誤差

放大器 710 根據輸出電壓 V_o 及參考電壓 V_{ref} 產生誤差信號 VE ，類比數位轉換器 708 量化誤差信號 VE 產生數位信號 VD ，數位補償器 706 根據數位信號 VD 產生工作時間長度 ON ，數位脈寬調變器 406 根據工作時間長度 ON 、預設的非工作時間長度 OFF 及時脈 $clock$ 產生脈寬調變信號 PWM 至輸出級 702 中的驅動器 704 以切換開關 $M1$ 。非工作時間長度 OFF 為定值。將公式 1 代入公式 2 可得電壓轉換比

$$10 \quad V_o/V_i = 1 + (T_{on}/T_{off}) \quad \text{公式 9}$$

根據公式 6 及公式 7 可以改寫公式 9 為

$$15 \quad V_o/V_i = 1 + (ON/OFF) \quad \text{公式 10}$$

由公式 10 可知，轉換器 700 的電壓轉換比 V_o/V_i 與工作時間長度 ON 具有線性關係。參照圖 6，非工作時間長度 OFF 固定為 2，在脈寬調變信號 PWM 第 m 個週期中，工作時間長度 ON 為 6，根據公式 8 可知，電壓轉換比 $V_o/V_i = 4$ ，在脈寬調變信號 PWM 第 $m+1$ 個週期中，工作時間長度 ON 變為 5，故可得電壓轉換比 $V_o/V_i = 3.5$ ，顯然，電壓轉換比 V_o/V_i 與工作時間長度 ON 之間具有線性關係，故在高電壓轉換比 V_o/V_i 時，工作時間長度 ON 的改變不會使輸出電壓 V_o 產生大的漣波。

圖 9 係數位固定非工作時間脈寬調變器 406 的第二實施例，其中暫存器 800 及 802 分別儲存非工作時間長度 OFF 及工作時間長度，計數器 804 根據計數時脈 clock 產生計數值 cnt，加法器 806 結合工作時間長度 ON 及非工作時間長度 OFF 產生週期長度 ON+OFF，比較器 808 比較週期長度 ON+OFF 及計數值 cnt 產生比較信號 cmp1，比較器 810 比較工作時間長度 ON 及計數值 cnt 產生比較信號 cmp2，正反器 812 根據信號 cmp1 及 cmp2 產生脈寬調變信號 PWM。圖 10 係用以說明圖 9 中數位脈寬調變器 406 的操作，其中波形 900 為週期長度 ON+OFF，波形 902 為工作時間長度 ON，波形 904 為計數值 cnt，波形 906 為脈寬調變信號 PWM。參照圖 9 及圖 10，在時間 t1 時，計數值 cnt 大於週期長度 ON+OFF，比較器 808 產生信號 cmp1 設定正反器 812 使脈寬調變信號 PWM 轉為高準位，並重置計數器 804 使計數值 cnt 為 0，在時間 t2 時，計數值 cnt 大於工作時間長度 ON，比較器 810 產生信號 cmp2 重置正反器 812 使脈寬調變信號 PWM 轉為低準位，直至計數值 cnt 大於週期長度 ON+OFF，如時間 t3 所示，比較器 808 再產生信號 cmp1 設定正反器 812 使脈寬調變信號 PWM 轉為高準位。

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。

5 【圖式簡單說明】

圖 1 係傳統的數位式升壓式電壓轉換器；

圖 2 係傳統的數位式升降壓式電壓轉換器；

圖 3 顯示電壓轉換比 V_o/V_i 與工作時間比 d 的關係曲線；

10 圖 4 係本發明的第一實施例；

圖 5 係圖 4 中脈寬調變器 406 的第一實施例；

圖 6 係用以說明圖 5 中數位脈寬調變器 406 的操作；

圖 7 係圖 4 中升降壓式電壓轉換器 400 的模擬數據；

圖 8 係本發明的第二實施例；

15 圖 9 係數位脈寬調變器 406 的第二實施例；以及

圖 10 係用以說明圖 9 中數位脈寬調變器 406 的操作。

【主要元件符號說明】

	100	升壓式電壓轉換器
20	102	輸出級
	104	驅動器
	106	數位脈寬調變器
	108	數位補償器
	110	類比數位轉換器

	112	誤差放大器
	200	升降壓式電壓轉換器
	202	輸出級
	204	驅動器
5	206	數位脈寬調變器
	208	數位補償器
	210	類比數位轉換器
	212	誤差放大器
	300	係圖 1 中轉換器 100 的電壓轉換比 V_o/V_i 與
10		工作時間比 d 之間的關係曲線
	302	係圖 2 中轉換器 200 的電壓轉換比 V_o/V_i 與
		工作時間比 d 之間的關係曲線
	400	升降壓式電壓轉換器
	402	輸出級
15	404	驅動器
	406	數位脈寬調變器
	408	數位補償器
	410	類比數位轉換器
	412	誤差放大器
20	502	計數器
	504	計數器
	506	比較器
	508	比較器
	510	比較器

	512	比較器
	514	正反器
	600	時脈 clock 的波形
	602	正反器 514 重置端 R 上信號的波形
5	604	正反器 514 設定端 S 上信號的波形
	606	比較信號 cmp1 的波形
	608	比較信號 cmp4 的波形
	610	脈寬調變信號 PWM 的波形
	700	升壓式電壓轉換器
10	702	輸出級
	704	驅動器
	706	數位補償器
	708	類比數位轉換器
	710	誤差放大器
15	800	暫存器
	802	暫存器
	804	計數器
	806	加法器
	808	比較器
20	810	比較器
	812	正反器
	900	週期長度 ON+OFF 的波形
	902	工作時間長度 ON 的波形
	904	計數值 cnt 的波形

906 脈寬調變信號 PWM 的波形

五、中文發明摘要：

一種數位式電壓轉換器及其控制方法，包括一輸出級用以將一輸入電壓轉換為一輸出電壓，一誤差信號根據該輸出電壓及一參考電壓產生一誤差信號，一類比數位轉換器將該誤差信號轉換為一數位信號，一補償器根據該數位信號產生一工作時間長度，以及一數位脈寬調變器根據該工作時間長度及一固定的非工作時間長度產生一脈寬調變信號驅動該輸出級，其中固定的非工作時間長度將使該輸出電壓與該工作時間長度具有線性關係，因而減少該輸出電壓在高工作時間比時的漣波。

六、英文發明摘要：

十、申請專利範圍：

1. 一種數位式升壓式電壓轉換器，包括：

一輸出級，用以將一輸入電壓轉換為一輸出電壓；

一誤差信號，根據該輸出電壓及一參考電壓產生一誤差信號；

一類比數位轉換器，將該誤差信號轉換為一數位信號；

一補償器，根據該數位信號產生一工作時間長度；以及

一數位脈寬調變器，根據該工作時間長度及一預定的固定非工作時間長度產生一脈寬調變信號驅動該輸出級；

其中，該工作時間長度決定該脈寬調變信號的工作時間，該非工作時間長度決定該脈寬調變信號的非工作時間。

2. 如請求項 1 之轉換器，其中該數位脈寬調變器包括：

一第一計數器，產生一第一計數值；

一第二計數器，產生一第二計數值；

一第一比較器，比較該第一計數值及工作時間長度，在該第一計數值不大於該工作時間長度時，產生一第一比較信號停止該第二計數器；

一第二比較器，比較該第一計數值及工作時間長度，在該第一計數值等於該工作時間長度時，產生一第二比較信號重置該第二計數器；

一第三比較器，比較該第二計數值及非工作時間長度，在該第二計數值等於該非工作時間長度時，產生一

第三比較信號重置該第一計數器；

一第四比較器，比較該第二計數值及非工作時間長度，
在該第二計數值不大於該非工作時間長度時，產生
一第四比較信號停止該第一計數器；以及

5 一正反器，根據該第二及第三比較信號產生該脈寬調變
信號。

3. 如請求項 1 之轉換器，其中該數位脈寬調變器包括：

一計數器，提供一計數值；

一加法器，結合該工作時間長度及非工作時間長度產生
10 一週期長度；

一第一比較器，比較該計數值及該週期長度，在該計數
值大於該週期長度時，產生一第一比較信號重置該
計數器；

一第二比較器，比較該計數值及該工作時間長度，在該
15 計數值大於該工作時間長度時，產生一第二比較信
號；以及

一正反器，根據該第一及第二比較信號產生該脈寬調變
信號。

4. 一種數位式升壓式電壓轉換器的控制方法，該轉換器包
20 含一輸出級用以將一輸入電壓轉換為一輸出電壓，該方
法包括下列步驟：

根據該輸出電壓產生一工作時間長度；

提供一固定的非工作時間長度；以及

根據該工作時間長度及非工作時間長度產生一脈寬調

變信號驅動該輸出級；

其中，該工作時間長度決定該脈寬調變信號的工作時間，該非工作時間長度決定該脈寬調變信號的非工作時間。

- 5 5. 如請求項 4 之方法，其中該根據該輸出電壓產生一工作時間長度的步驟包括：

根據該輸出電壓及一參考電壓產生一誤差信號；

轉換該誤差信號為一數位信號；以及

根據該數位信號產生該工作時間長度。

- 10 6. 如請求項 4 之方法，其中該產生一脈寬調變信號的步驟包括：

產生一第一計數值及一第二計數值；

比較該第一計數值及工作時間長度，在該第一計數值不大於該工作時間長度時，維持該第二計數值不變；

- 15 比較該第一計數值及工作時間長度，在該第一計數值等於該工作時間長度時，產生一第二比較信號重置該第二計數值；

比較該第二計數值及非工作時間長度，在該第二計數值等於該非工作時間長度時，產生一第三比較信號重置該第一計數值；

- 20 比較該第二計數值及非工作時間長度，在該第二計數值不大於該非工作時間長度時，維持該第一計數值不變；以及

根據該第二及第三比較信號產生該脈寬調變信號。

7. 如請求項 4 之方法，其中該產生一脈寬調變信號的步驟包括：

產生一計數值；

結合該工作時間長度及非工作時間長度產生一週期長度；

在該計數值大於該週期長度時，產生一第一比較信號重置該計數器；

在該計數值大於該工作時間長度時，產生一第二比較信號；以及

根據該第一及第二比較信號產生該脈寬調變信號。

8. 一種數位式升降壓式電壓轉換器，包括：

一輸出級，用以將一輸入電壓轉換為一輸出電壓；

一誤差信號，根據該輸出電壓及一參考電壓產生一誤差信號；

一類比數位轉換器，將該誤差信號轉換為一數位信號；

一補償器，根據該數位信號產生一工作時間長度；以及

一數位脈寬調變器，根據該工作時間長度及一固定的非

工作時間長度產生一脈寬調變信號驅動該輸出級；

其中，該工作時間長度決定該脈寬調變信號的工作時

間，該非工作時間長度決定該脈寬調變信號的非工

作時間。

9. 如請求項 8 之轉換器，其中該數位脈寬調變器包括：

一第一計數器，產生一第一計數值；

一第二計數器，產生一第二計數值；

- 一第一比較器，比較該第一計數值及工作時間長度，在該第一計數值不大於該工作時間長度時，產生一第一比較信號停止該第二計數器；
 - 一第二比較器，比較該第一計數值及工作時間長度，在該第一計數值等於該工作時間長度時，產生一第二比較信號重置該第二計數器；
 - 一第三比較器，比較該第二計數值及非工作時間長度，在該第二計數值等於該非工作時間長度時，產生一第三比較信號重置該第一計數器；
 - 一第四比較器，比較該第二計數值及非工作時間長度，在該第二計數值不大於該非工作時間長度時，產生一第四比較信號停止該第一計數器；以及
 - 一正反器，根據該第二及第三比較信號產生該脈寬調變信號。
10. 如請求項 8 之轉換器，其中該數位脈寬調變器包括：
- 一計數器，提供一計數值；
 - 一加法器，結合該工作時間長度及非工作時間長度產生一週期長度；
 - 一第一比較器，比較該計數值及該週期長度，在該計數值大於該週期長度時，產生一第一比較信號重置該計數器；
 - 一第二比較器，比較該計數值及該工作時間長度，在該計數值大於該工作時間長度時，產生一第二比較信號；以及

一正反器，根據該第一及第二比較信號產生該脈寬調變信號。

11. 一種數位式升降壓式電壓轉換器的控制方法，該轉換器包含一輸出級用以將一輸入電壓轉換為一輸出電壓，該方法包括下列步驟：

根據該輸出電壓產生一工作時間長度；

提供一固定的非工作時間長度；以及

根據該工作時間長度及非工作時間長度產生一脈寬調變信號驅動該輸出級；

10 其中，該工作時間長度決定該脈寬調變信號的工作時間，該非工作時間長度決定該脈寬調變信號的非工作時間。

12. 如請求項 11 之方法，其中該根據該輸出電壓產生一工作時間長度的步驟包括：

15 根據該輸出電壓及一參考電壓產生一誤差信號；

轉換該誤差信號為一數位信號；以及

根據該數位信號產生該工作時間長度。

13. 如請求項 11 之方法，其中該產生一脈寬調變信號的步驟包括：

20 產生一第一計數值及一第二計數值；

比較該第一計數值及工作時間長度，在該第一計數值不大於該工作時間長度時，維持該第二計數值不變；

比較該第一計數值及工作時間長度，在該第一計數值等於該工作時間長度時，產生一第二比較信號重置該

第二計數值；

比較該第二計數值及非工作時間長度，在該第二計數值
等於該非工作時間長度時，產生一第三比較信號重
置該第一計數值；

- 5 比較該第二計數值及非工作時間長度，在該第二計數值
不大於該非工作時間長度時，維持該第一計數值不
變；以及

根據該第二及第三比較信號產生該脈寬調變信號。

14. 如請求項 11 之方法，其中該產生一脈寬調變信號的步
驟包括：

產生一計數值；

結合該工作時間長度及非工作時間長度產生一週期長
度；

- 15 在該計數值大於該週期長度時，產生一第一比較信號重
置該計數器；

在該計數值大於該工作時間長度時，產生一第二比較信
號；以及

根據該第一及第二比較信號產生該脈寬調變信號。

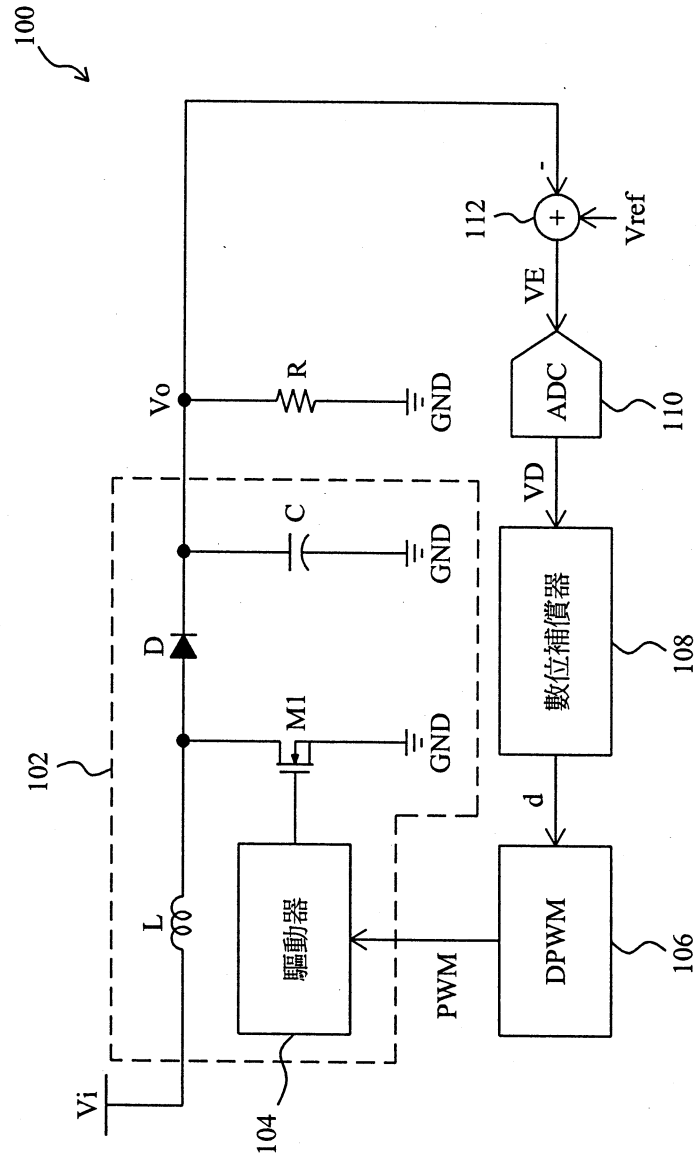


圖 1

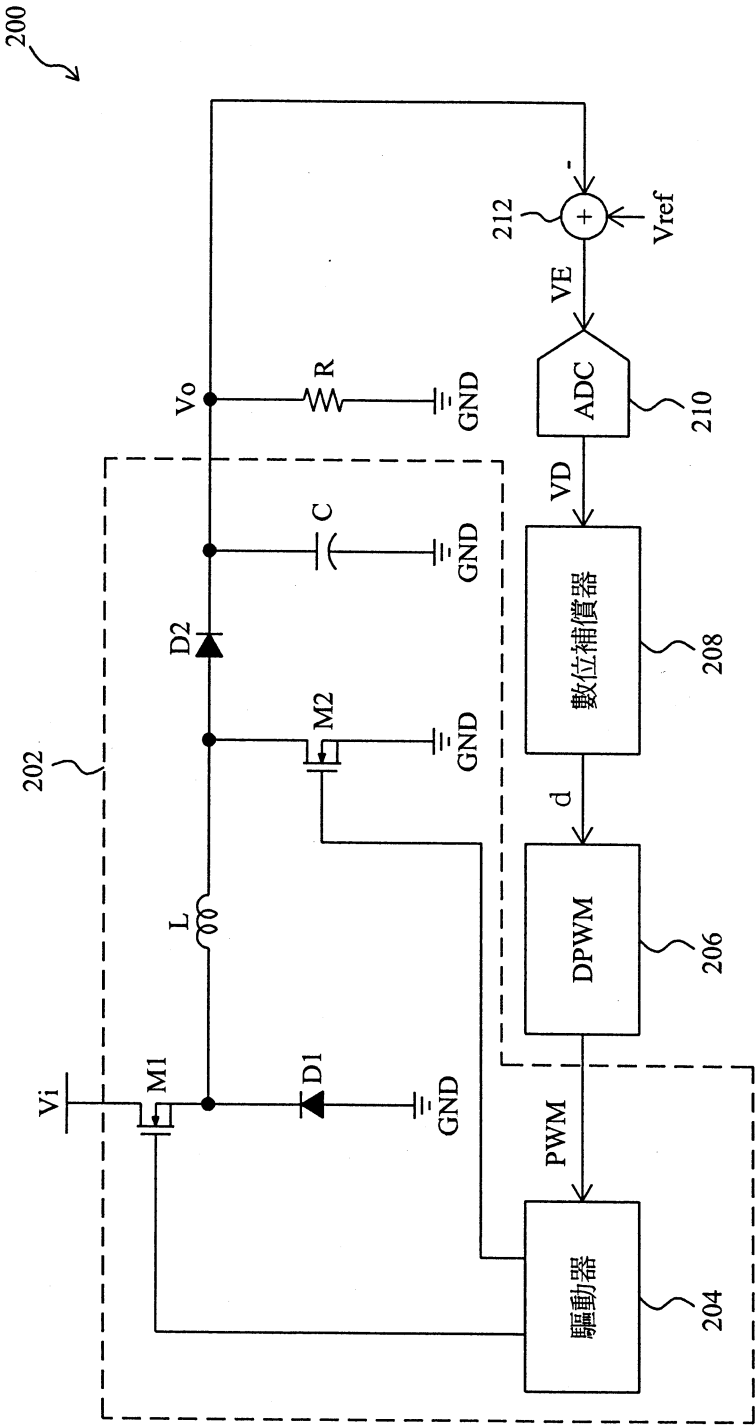


圖2

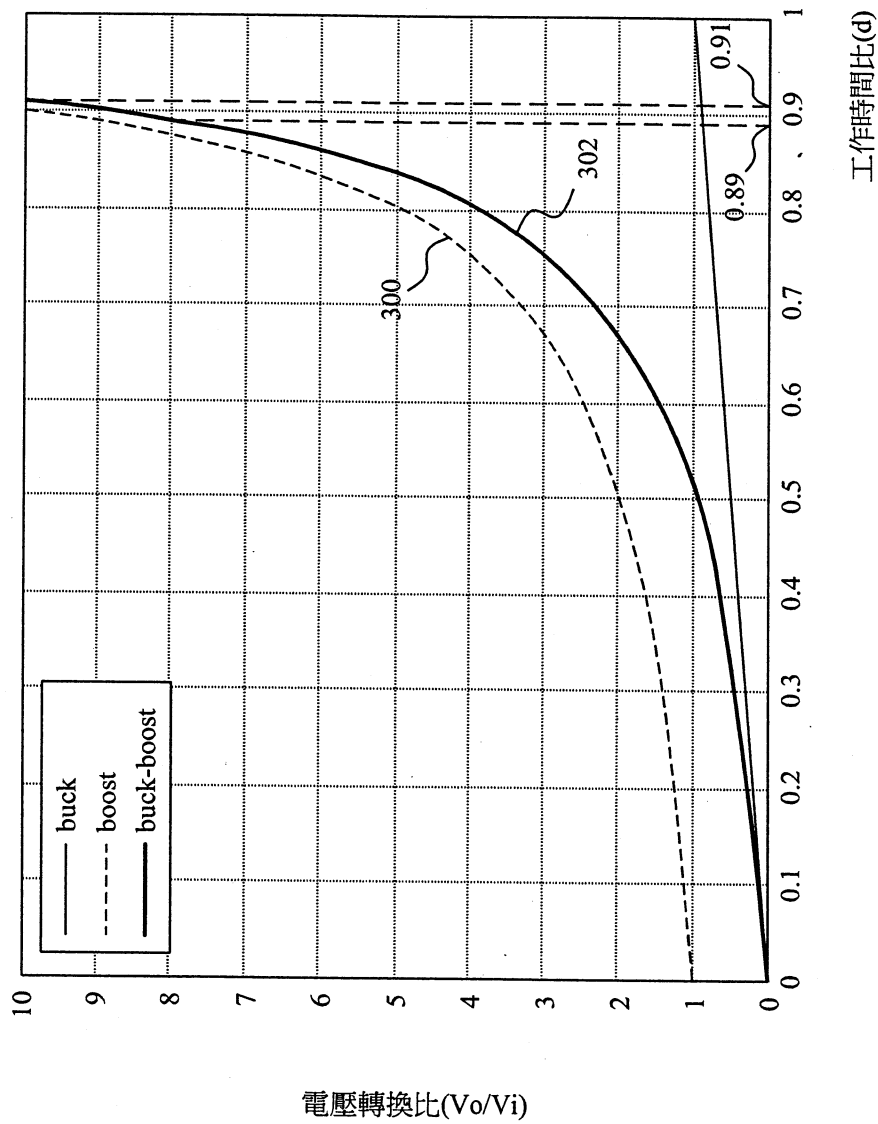
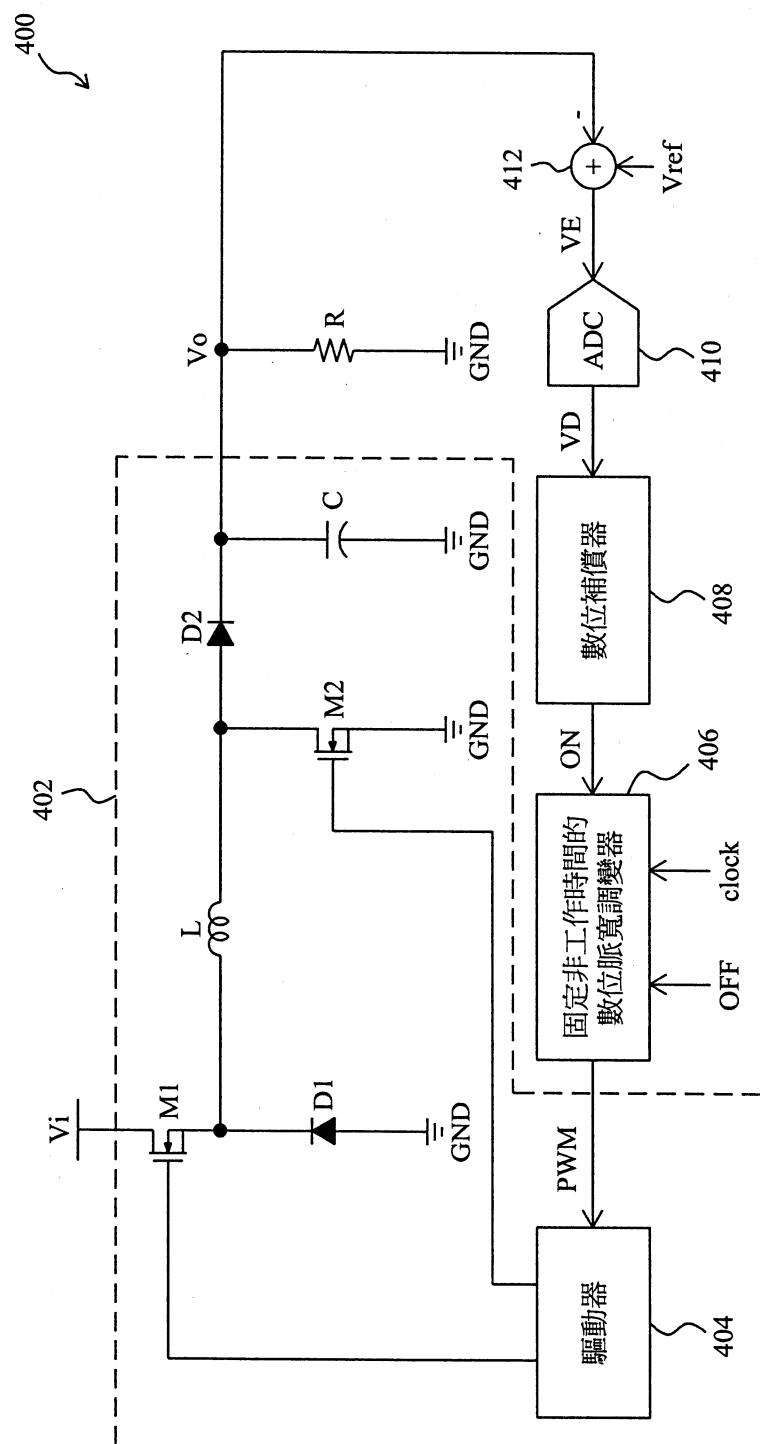


圖3



四

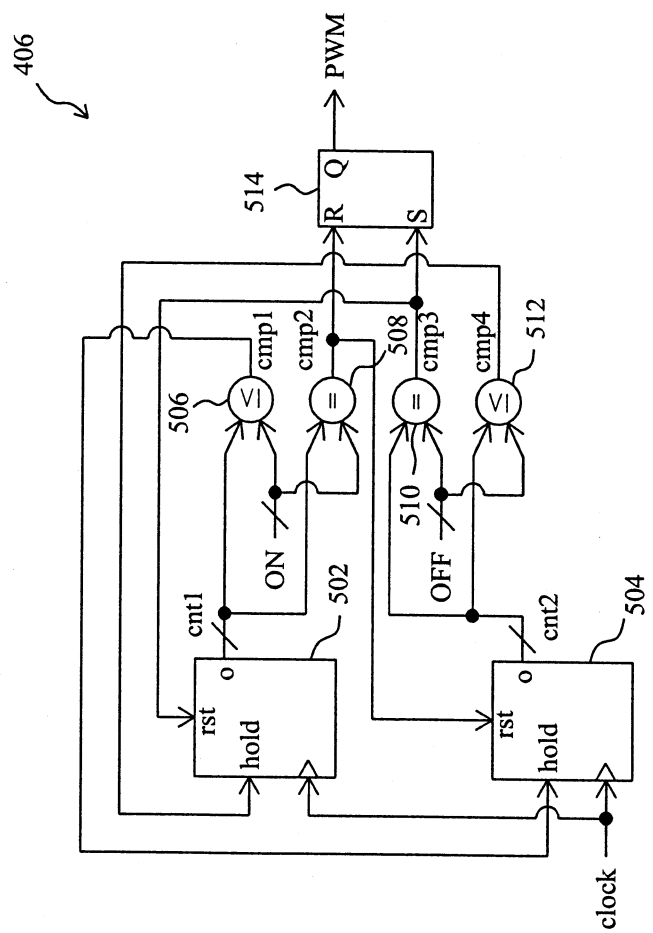


圖5

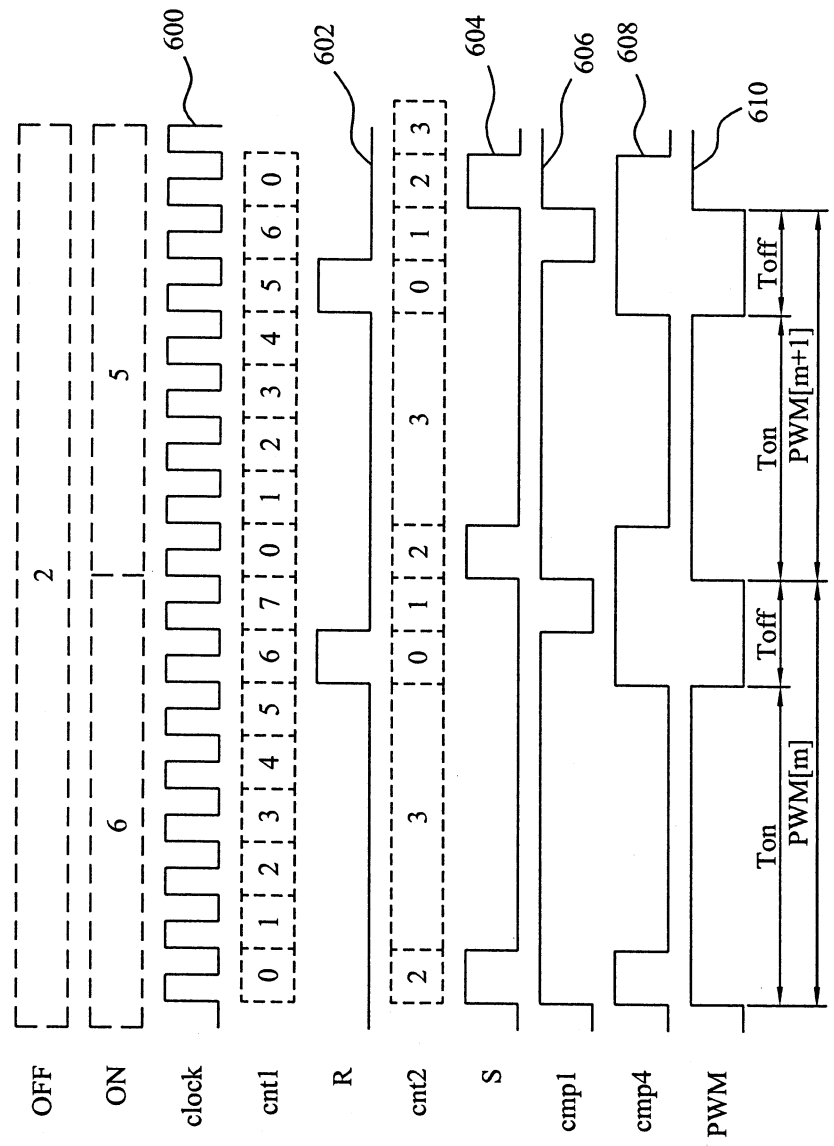


圖6

OFF	ON	脈寬調變信號PWM的頻率 $\left[\frac{1}{(\text{ON}+\text{OFF}) \cdot T_{\text{clk}}} \right]$	脈寬調變信號PWM的工作 時間比 $[\text{Ton}/(\text{Ton}+\text{Toff})]$	$\text{Vo}/\text{Vi} (\text{Ton}/\text{Toff})$	Vo/Vi 的解析度
1024	0-1023	293 ~ 147KHz	0 ~ 0.5	0 ~ 1	1/1024
512	512-1023	293 ~ 195KHz	0.5 ~ 0.667	1 ~ 2	1/512
256	512-1023	391 ~ 234KHz	0.667 ~ 0.75	2 ~ 4	1/256
128	512-1023	469 ~ 260KHz	0.75 ~ 0.8	4 ~ 8	1/128
64	512-1023	521 ~ 726KHz	0.8 ~ 0.83	8 ~ 16	1/64
32	512-1023	551 ~ 284KHz	0.83 ~ 0.85	16 ~ 32	1/32
16	512-1023	568 ~ 288KHz	0.85 ~ 0.875	32 ~ 64	1/16
8	512-1023	577 ~ 291KHz	0.875 ~ 0.889	64 ~ 128	1/8

圖7

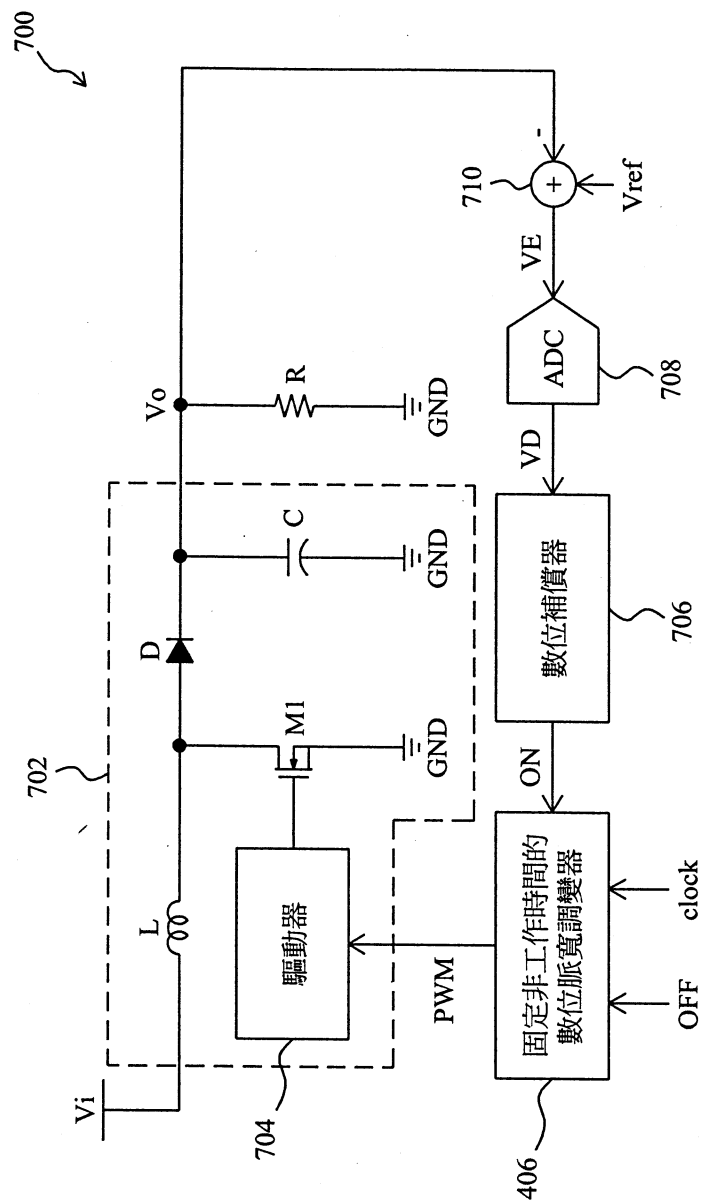


圖8

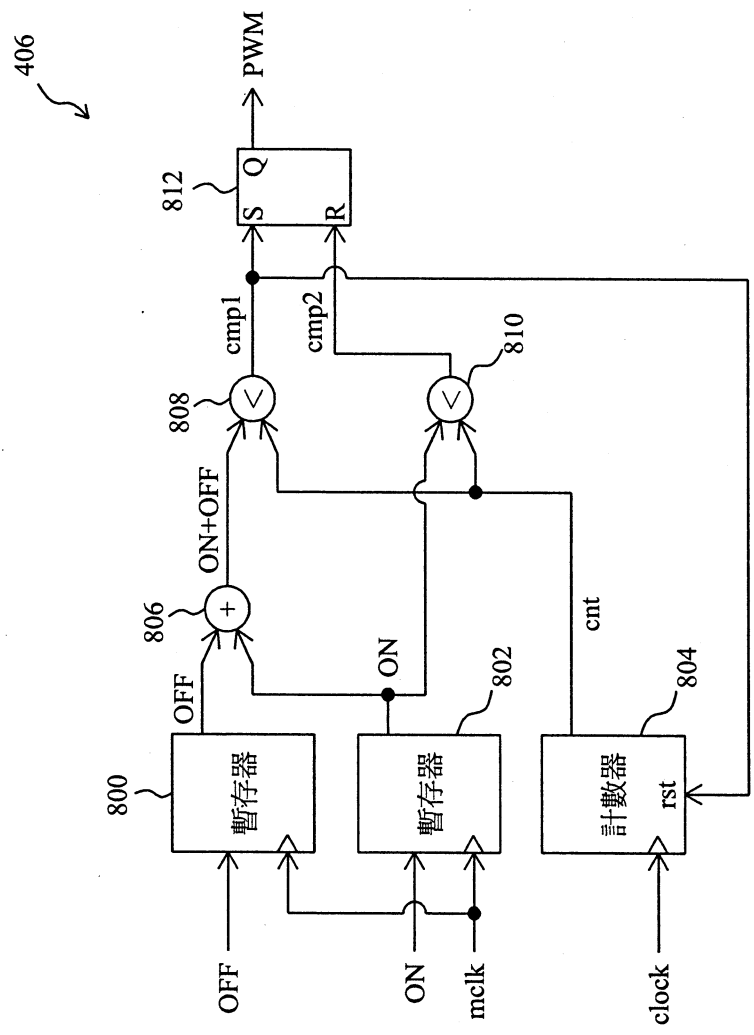


圖9

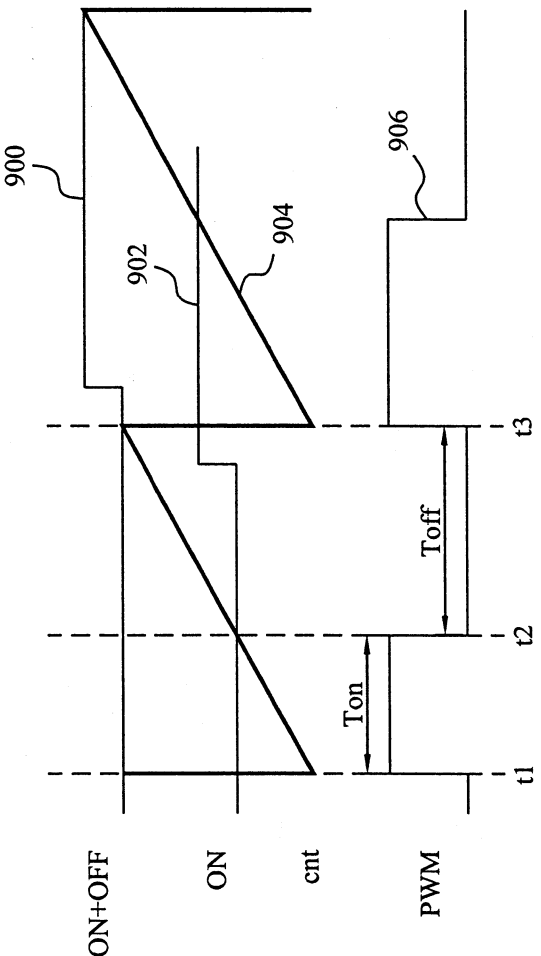


圖10

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 4。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

	400	升降壓式電壓轉換器
5	402	輸出級
	404	驅動器
	406	數位脈寬調變器
	408	數位補償器
	410	類比數位轉換器
10	412	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：