

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：96148652

※ 申請日期：96.12.19

※IPC 分類：H02M 3/156

(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

升降壓轉換器

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

國立台北科技大學/National Taipei University of Technology

代表人：(中文/英文)

李祖添/LEE Tsu-Tian

住居所或營業所地址：(中文/英文)

(10608)台北市忠孝東路三段 1 號

國 籍：(中文/英文)

中華民國

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 胡國英
2. 姚宇桐

國 籍：(中文/英文)

1. 中華民國
2. 中華民國

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：

【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：

☐ 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】

☐ 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】

☐ 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】

本發明是有關於一種升降壓轉換器，特別是指一種直流電壓轉直流電壓的升降壓轉換器。

【先前技術】

現今的電子設備，例如 PDA、MP3 player 等可攜式設備或汽車的電子設備，它們所需的電源電壓各自不同，因此都需要電壓轉換器來將電池電壓轉換成所需的電源電壓。

隔離式的升降壓轉換器有相當多種類，例如 buck-boost 轉換器、Cuk 轉換器、SEPIC 轉換器、Zeta 轉換器等，以 buck-boost 轉換器來說，它工作於連續導通模式(CCM，Continuous Current Mode)時有右半平面零點(One right-half plane zero)，致使它的控制器參數較難設計，穩定性也較差，而且負載暫態響應較慢。

另外如 Cuk 轉換器、SEPIC 轉換器、Zeta 轉換器，它們不只有上述 buck-boost 轉換器的缺點，而且還需要兩個電感來實現電路，如此多增加了轉換器的體積。

【發明內容】

因此，本發明之目的，即在提供一種暫態響應快且輸出漣波小的升降壓轉換器。

於是，本發明升降壓轉換器是電連接於一電源及一負載之間，包含一順向導通元件、一第一開關元件、一電感、一第二開關元件、一第三開關元件、一第一電容、一第

四開關元件及一第二電容。

順向導通元件具有一與該電源電連接的第一端，及一第二端。

第一開關元件具有一與該順向導通元件的第二端電連接的第一端、一第二端，及一與該順向導通元件的第一端電連接的第三端。

電感具有一與該第一開關元件的第二端電連接的第一端，及一與該負載電連接的第二端。

第二開關元件，具有一與該順向導通元件的第一端電連接的第一端，及一第二端。

第三開關元件具有一與該第二開關元件的第二端電連接的第一端，及一接地的第二端。

第一電容是電連接於該順向導通元件的第二端與該第二開關元件的第二端之間。

第四開關元件具有一與該第一開關元件的第二端電連接的第一端，及一接地的第二端。

第二電容具有與該負載的兩端電連接的一第一端及一第二端。

當第二開關元件導通且該第三、第四開關元件不導通時，該順向導通元件不導通，而該第一開關元件導通，使得電流由該電源依序流經該第二開關元件、該第一電容及該第一開關元件而對該電感及該第二電容充電；當第二開關元件不導通且該第三、第四開關元件同時導通時，該順向導通元件被導通，而該第一開關元件不導通，使得電流

由該電源依序流經該順向導通元件、該第一電容及該第三開關元件而對該第一電容充電，並使該電感產生一反電動勢向該第二電容充電。

【實施方式】

有關本發明之前述及其他技術內容、特點與功效，在以下配合參考圖式之一個較佳實施例的詳細說明中，將可清楚的呈現。

參閱圖 1，本發明升降壓轉換器 100 的較佳實施例是電連接於一電源 91 及一負載 92 之間，其功用是將電源 91 供給的直流電壓 V_{in} 轉換成另一個直流輸出電壓 V_{out} 而施加於負載 92 上。本實施例升降壓轉換器 100 包含一順向導通元件 1、一第一開關元件 2、一電感 3、一第二開關元件 4、一第三開關元件 5、一第一電容 6、一第四開關元件 7 及一第二電容 8。上述的元件皆具有一第一端 11、21、31、41、51、71、81 及一第二端 12、22、32、42、52、72、82。(但第一電容 6 之兩端未編號)

順向導通元件 1 的第一端 11 是與電源 91 電連接，其第二端 12 是與第一開關元件 2 的第一端 21 電連接。在本實施例中，順向導通元件 1 為二極體，如飛輪二極體，且其第一端 11 為 p 極，第二端 12 為 n 極。

第一開關元件 2 的第二端 22 是與電感 3 的第一端 31 相連，其還具有一與順向導通元件 1 的第一端 11 電連接的第三端 23。在本實施例中，第一開關元件 2 為 P 型金氧半場效電晶體(P-MOS)，其第三端 23 為閘極，第一端 21 為源

極，第二端 22 為汲極，第一端 21 與第二端 22 之間更反向連接一個二極體 9，以利未導通時放電之用。

電感 3 的第二端 32 是與負載 92 電連接，且與第二電容 8 的第一端 81 相連，而第二電容 8 的第二端 82 為接地且與負載 92 電連接。

第二開關元件 4 與第三開關元件 5 為串接，其中，第二開關元件 4 的第一端 41 與順向導通元件 1 的第一端 11 電連接，其第二端 42 與第三開關元件 5 的第一端 51 電連接，而第三開關元件 5 的第二端 52 則是接地。在本實施例中，第二、第三開關元件 4、5 皆為 N 型金氧半場效電晶體 (N-MOS)，其第一端 41、51 皆為源極，第二端 42、52 皆為汲極，且皆具有一為閘極的第三端 43、53，其閘極皆受一個控制電路 99 控制，以決定第二、第三開關元件 4、5 的導通與否。另外，它們的第一端 41、51 與第二端 42、52 之間皆分別反向連接一個二極體 9，以利未導通時放電之用。而在第二開關元件 4 與第三開關元件 5 的串接處電連接有一個第一電容 6，第一電容 6 的另一端則電連接於順向導通元件 1 的第二端 12。

第四開關元件 7 的第一端 71 是與第一開關元件 2 的第二端 22 電連接，其第二端 72 接地，如同第二、第三開關元件 4、5，第四開關元件 7 也是 N 型金氧半場效電晶體，其第一端 71 為源極，第二端 72 為汲極，另具有一為閘極的第三端 73，此閘極也受控制電路 99 控制，以決定第四開關元件 7 的導通與否。另外，它的第一端 71 與第二端 72

之間也反向連接一個二極體 9，以利未導通時放電之用。

參閱圖 2，圖中的箭頭方向為電流的流動方向，假設第一電容 6 上已具有一等於輸入電壓 V_{in} 的跨壓，此時由控制電路 99 輸出脈寬調變(PWM)訊號導通第二開關元件 4 且使第三、第四開關元件 5、7 不導通時，由於第一電容 6 的跨壓為電源 91 的輸入電壓 V_{in} 且第二開關元件 4 的兩端 41、42 間無壓差，所以第一開關元件 2 的第一端 21(源極)與第三端 23(閘極)間的壓差等於第一電容 6 的跨壓 V_{in} ，第一開關元件 2 因此被導通。電流由電源 91 依序流經第二開關元件 4、第一電容 6 及第一開關元件 2 而對電感 3 及第二電容 8 充電，以提供輸出電壓 V_{out} 給負載 92。下面以交流小訊號分析電感 3 的跨壓及流經第二電容 8 的電流：電感 3 的第一端 31 的電壓為第一電容 6 的跨壓 v_{in} 加上電源 91 輸入電壓 v_{in} (即 $2v_{in}$)，其第二端 32 的電壓為輸出電壓 v_{out} ，所以得到電感 3 的跨壓為 $L \frac{di}{dt} = 2v_{in} - v_{out}$. . . (1)，其中， L 為電感 3 的值；而流經第二電容 8 的電流為流經電感 3 的電流減去流經負載 92 的電流，即 $C \frac{dv_{out}}{dt} = i - \frac{v_{out}}{R}$. . . (2)，其中， C 為第二電容 8 的值， R 為負載 92 的值， i 為流經電感 3 的電流。

參閱圖 3，圖中的箭頭方向為電流的流動方向，此時由

控制電路 99 輸出脈寬調變(PWM)訊號導通第三、第四開關 5、7 元件且使第二開關元件 4 不導通，此時順向導通元件 1 被導通，所以第一開關元件 2 的第一端 21(源極)與第三端 23(閘極)間的壓差為零，第一開關元件 2 因此不導通。電流由電源 91 依序流經順向導通元件 1、第一電容 6 及第三開關元件 5 而對該第一電容 6 充電，同時電感 3 因為第一開關元件 2 被關閉而產生一反電動勢向第二電容 8 持續充電。下面同樣以交流小訊號分析電感 3 的跨壓及流經第二電容 8 的電流：由於第四開關元件 7 導通，所以電感 3 兩端的跨壓就等於負的第二電容 8 的跨壓(即負的輸出電壓)，即 $-V_{out}$ ，所以得到電感 3 的跨壓為 $L \frac{di}{dt} = -V_{out} \cdots (3)$ ；而流經第二電容 8 的電流與前述計算方式相同，即 $C \frac{dv_{out}}{dt} = i - \frac{V_{out}}{R} \cdots (4)$ 。

假設第二開關元件 4 的導通週期為 D ，則第三、第四開關元件 5、7 的導通週期就是 $1-D$ ，由於第一開關元件 2 與第二開關元件 4 同步，所以其導通週期也是 D 。根據伏秒平衡(即電感 3 的充電量等於其放電量)及(1)(2)(3)(4)式可以得到直流輸入電壓 V_{in} 與直流輸出電壓 V_{out} 間的關係： $V_{out}/V_{in}=2D$ 。由於導通週期 D 的大小是介於 0 跟 1 之間，所以可以得知輸出電壓與輸入電壓的比是介於 0 到 2 之間，另外，當導通週期 D 大於 0.5 時，此時 $2D$ 大於 1，所以

是升壓，相反地，當導通週期 D 小於 0.5 時， $2D$ 小於 1，此時為降壓。

圖 4 為四個開關元件 2、4、5、7 的第三端 23、43、53、73 (閘極)的驅動訊號，其中(a)為第二開關元件 4 的閘極驅動訊號，(b)為第三開關元件 5 的閘極驅動訊號，(c)為第一開關元件 2 的閘極驅動訊號，(d)為第四開關元件 7 的閘極驅動訊號。由圖中可看出，(b)(d)的訊號是同步的，表示第三、第四開關元件 5、7 是同時導通同時關閉；另外，(a)(c)的訊號是同步的，因為第一開關元件 2 是 P-MOS，第二開關元件 4 是 N-MOS，所以兩者的閘極驅動訊號的高低電位恰好相反，當(a)圖是高電位時，(b)圖則是低電位，如此也表示第一、第二開關元件 2、4 是同時導通同時關閉的。

參閱圖 5，圖中(a)為電感 3 的跨壓圖形，(b)為流經電感 3 的電流圖形，(c)為第一電容 6 的跨壓圖形，(d)為流經第一電容 6 的電流圖形。由(b)可以觀察到，流經電感 3 的電流是連續導通模式(Continuous Current Mode, CCM)，所以證實本升降壓轉換器 100 係工作於連續導通模式。

參閱圖 6 與圖 7，在輸入電壓為 10V 的情況下，圖 6(a)所示為加載致能訊號，(b)所示為空載至滿載的輸出電壓暫態波形，圖 7(a)所示為卸載致能訊號，(b)所示為滿載至空載的輸出電壓暫態波形；由圖中可以觀察到，輸出電壓暫態回復時間相當的短。再參閱圖 8 與圖 9，此兩圖是在輸入電壓為 16V 的情況下所量測，其(a)(b)圖形的意義是與圖 6

、圖 7 的相同，故不贅述，由圖中同樣可以觀察到，輸出電壓暫態回復時間相當的短。

綜上所述，本發明結構簡單，相當易於實現，且由於是工作在連續導通模式，所以輸出電壓的漣波可以大大減小，即使輸入電壓的變動較大也能壓制住輸出電壓的漣波大小，再者，由圖 6~圖 9 也可證實其輸出電壓暫態回復時間相當的短，故確實能達成本發明之目的。

惟以上所述者，僅為本發明之較佳實施例而已，當不能以此限定本發明實施之範圍，即大凡依本發明申請專利範圍及發明說明內容所作之簡單的等效變化與修飾，皆仍屬本發明專利涵蓋之範圍內。

【圖式簡單說明】

圖 1 是一電路示意圖，說明本發明的一較佳實施例電連接於一電源及一負載之間；

圖 2 是一電路示意圖，說明該較佳實施例的電流流向；

圖 3 是一電路示意圖，說明該較佳實施例的電流流向；

圖 4 是一示意圖，說明第一、第二、第三、第四開關元件的第三端(閘極)的驅動訊號；

圖 5 是一示意圖，說明電感及第一電容的電壓、電流圖形；

圖 6 是一示意圖，說明輸入電壓為 10V 時，輸出電壓的暫態波形(加載時)；

圖 7 是一示意圖，說明輸入電壓為 10V 時，輸出電壓的暫態波形(卸載時)；

圖 8 是一示意圖，說明輸入電壓為 16V 時，輸出電壓的暫態波形(加載時)；及

圖 9 是一示意圖，說明輸入電壓為 16V 時，輸出電壓的暫態波形(卸載時)。

【主要元件符號說明】

1	順向導通元件	51	第一端
11	第一端	52	第二端
12	第二端	53	第三端
100	升降壓轉換器	6	第一電容
2	第一開關元件	7	第四開關元件
21	第一端	71	第一端
22	第二端	72	第二端
23	第三端	73	第三端
3	電感	8	第二電容
31	第一端	81	第一端
32	第二端	82	第二端
4	第二開關元件	9	二極體
41	第一端	91	電源
42	第二端	92	負載
43	第三端	99	控制電路
5	第三開關元件		

五、中文發明摘要：

一種升降壓轉換器，電連接於一電源及一負載之間，包含一順向導通元件、一第一開關元件、一電感、一第二開關元件、一第三開關元件、一第一電容、一第四開關元件及一第二電容。第一、第二開關元件的導通週期相同，第三、第四開關元件的導通週期相同，藉由兩組開關元件的切換，以達到升降壓的功能。本發明的結構簡單，相當易於實現，且由於是工作在連續導通模式，所以輸出電壓的漣波可以大大減小，即使輸入電壓的變動較大也能壓制住輸出電壓的漣波大小，另外，其輸出電壓暫態回復時間相當的短。

六、英文發明摘要：

十、申請專利範圍：

1. 一種升降壓轉換器，電連接於一電源及一負載之間，該升降壓轉換器包含：

一順向導通元件，具有一與該電源電連接的第一端，及一第二端；

一第一開關元件，具有一與該順向導通元件的第二端電連接的第一端、一第二端，及一與該順向導通元件的第一端電連接的第三端；

一電感，具有一與該第一開關元件的第二端電連接的第一端，及一與該負載電連接的第二端；

一第二開關元件，具有一與該順向導通元件的第一端電連接的第一端，及一第二端；

一第三開關元件，具有一與該第二開關元件的第二端電連接的第一端，及一接地的第二端；

一第一電容，電連接於該順向導通元件的第二端與該第二開關元件的第二端之間；

一第四開關元件，具有一與該第一開關元件的第二端電連接的第一端，及一接地的第二端；及

一第二電容，具有與該負載的兩端電連接的一第一端及一第二端；

當第二開關元件導通且該第三、第四開關元件不導通時，該順向導通元件不導通，而該第一開關元件導通，使得電流由該電源依序流經該第二開關元件、該第一電容及該第一開關元件而對該電感及該第二電容充電；

當第二開關元件不導通且該第三、第四開關元件同時導通時，該順向導通元件被導通，而該第一開關元件不導通，使得電流由該電源依序流經該順向導通元件、該第一電容及該第三開關元件而對該第一電容充電，並使該電感產生一反電動勢向該第二電容充電。

2. 依據申請專利範圍第 1 項所述之升降壓轉換器，其中，該順向導通元件為二極體，且其第一端為 p 極，第二端為 n 極。
3. 依據申請專利範圍第 2 項所述之升降壓轉換器，其中，該第二、第三及第四開關元件的第一端與第二端之間更分別反向連接一二極體。
4. 依據申請專利範圍第 3 項所述之升降壓轉換器，其中，該第二、第三及第四開關元件皆為 N 型金氧半場效電晶體，而其閘極則受控制以決定該第二、第三及第四開關元件導通與否。
5. 依據申請專利範圍第 1-4 項其中任一項所述之升降壓轉換器，其中，該第一開關元件為 P 型金氧半場效電晶體，其第三端為閘極，第一端為源極，第二端為汲極。
6. 依據申請專利範圍第 5 項所述之升降壓轉換器，其中，該第一開關元件的第一端與第二端之間更反向連接一二極體。
7. 依據申請專利範圍第 6 項所述之升降壓轉換器，其輸出電壓與輸入電壓的比介於 0 到 2 之間。
8. 依據申請專利範圍第 7 項所述之升降壓轉換器，其係工

作於連續導通模式(CCM)。

9. 依據申請專利範圍第 1 項所述之升降壓轉換器，其中，
當該第一開關元件和第二開關元件的導通週期大於 0.5 時，該升降壓轉換器的輸出電壓大於輸入電壓，當該第一開關元件和第二開關元件的導通週期小於 0.5 時，該升降壓轉換器的輸出電壓小於輸入電壓。

十一、圖式：

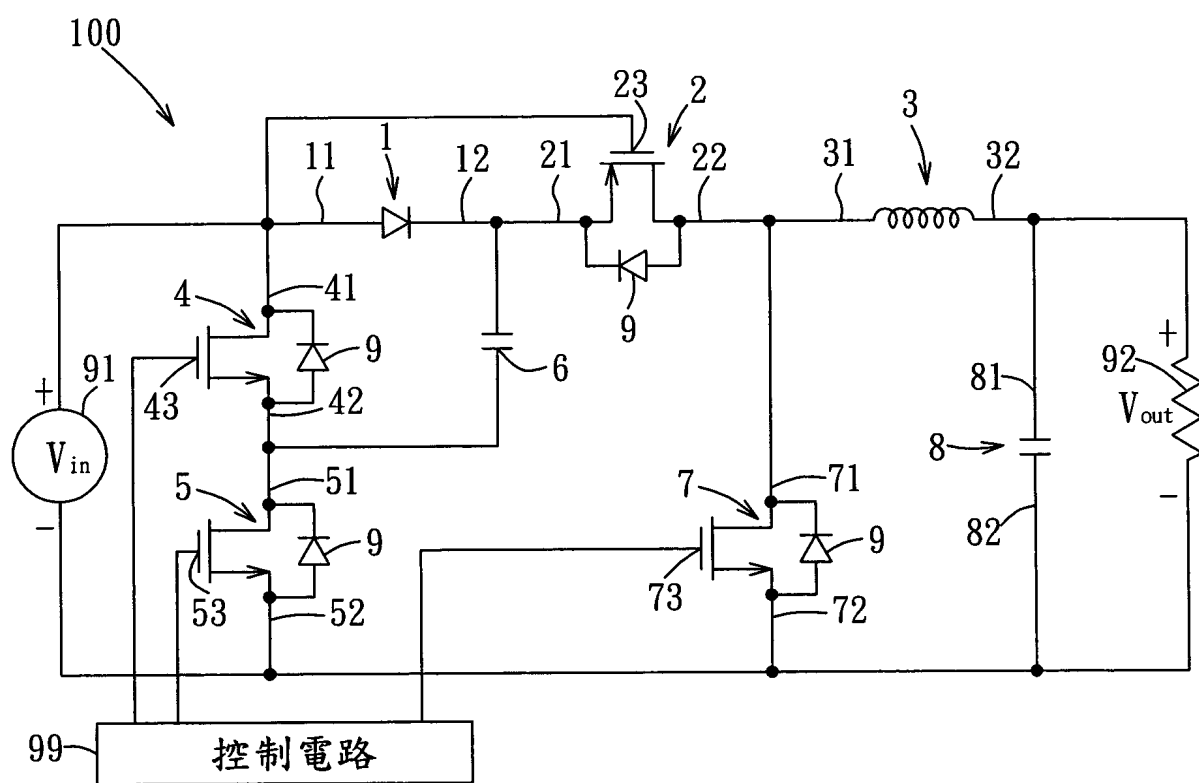


圖 1

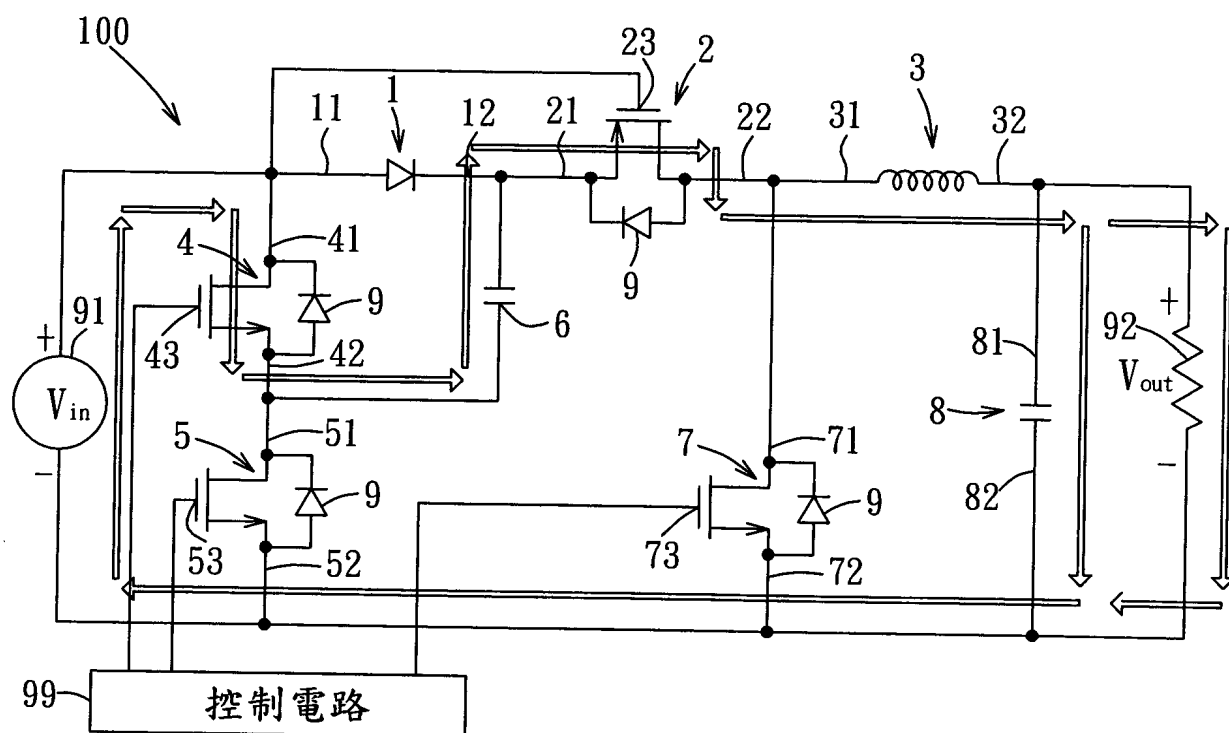


圖 2

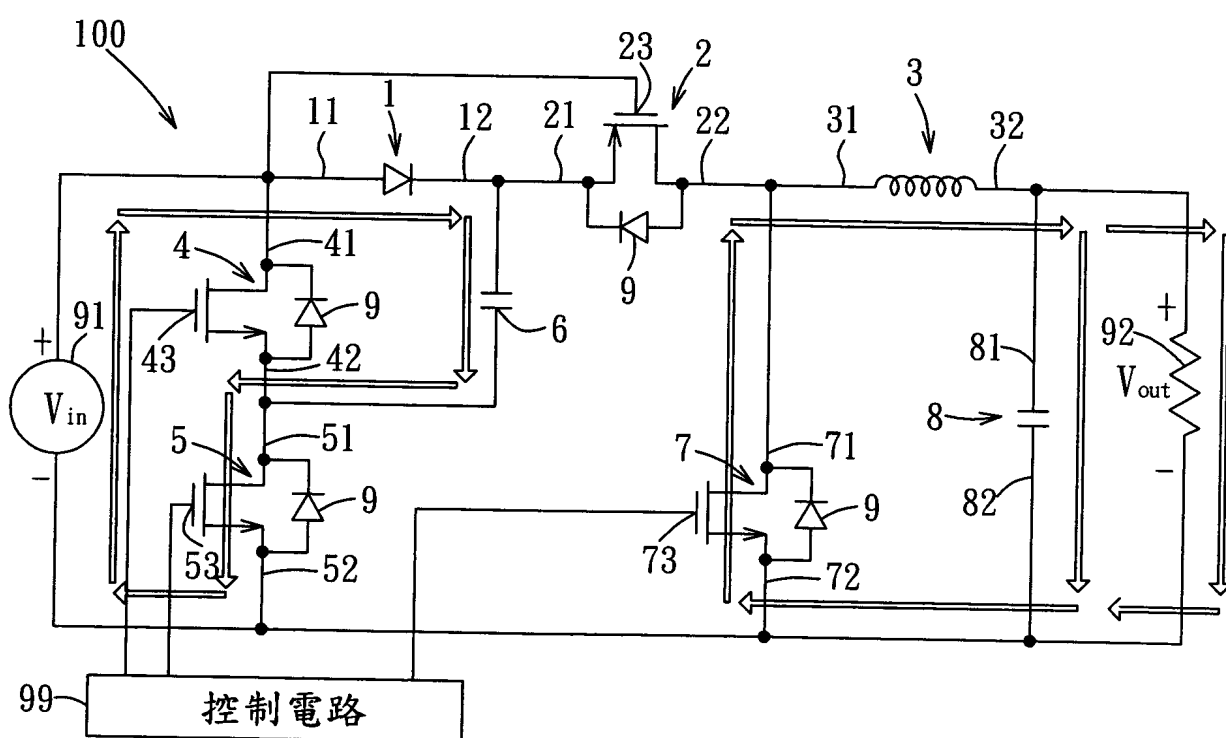


圖 3

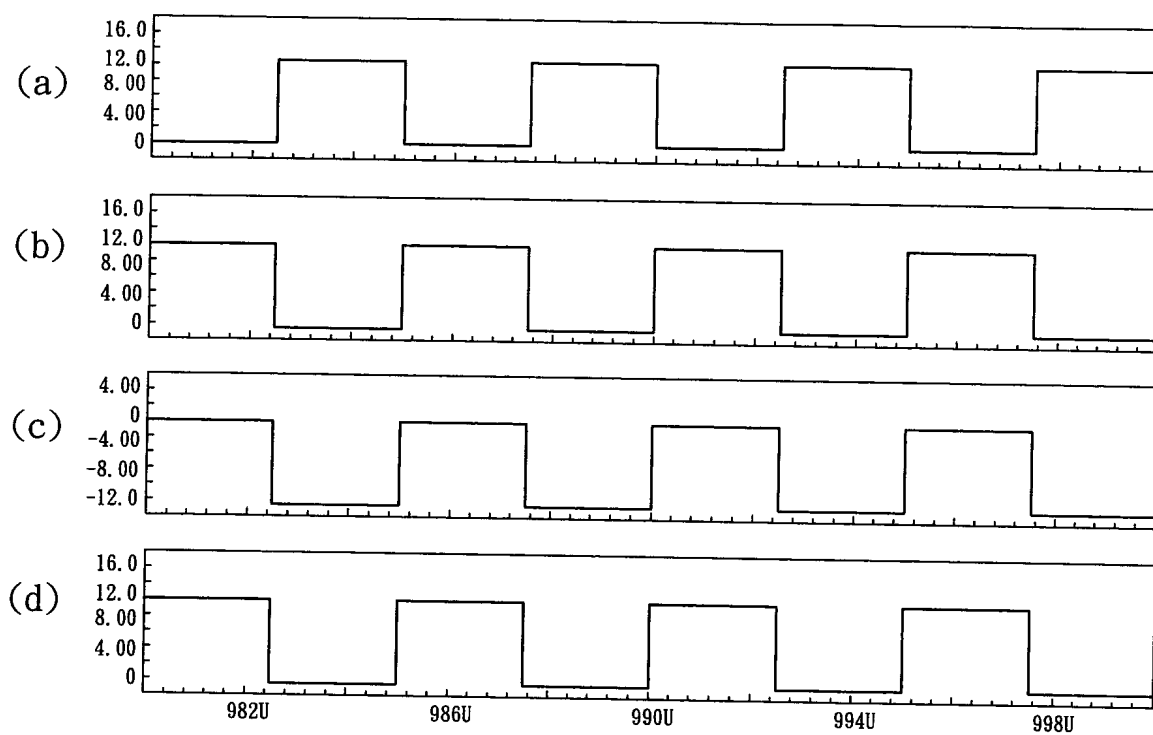


圖 4

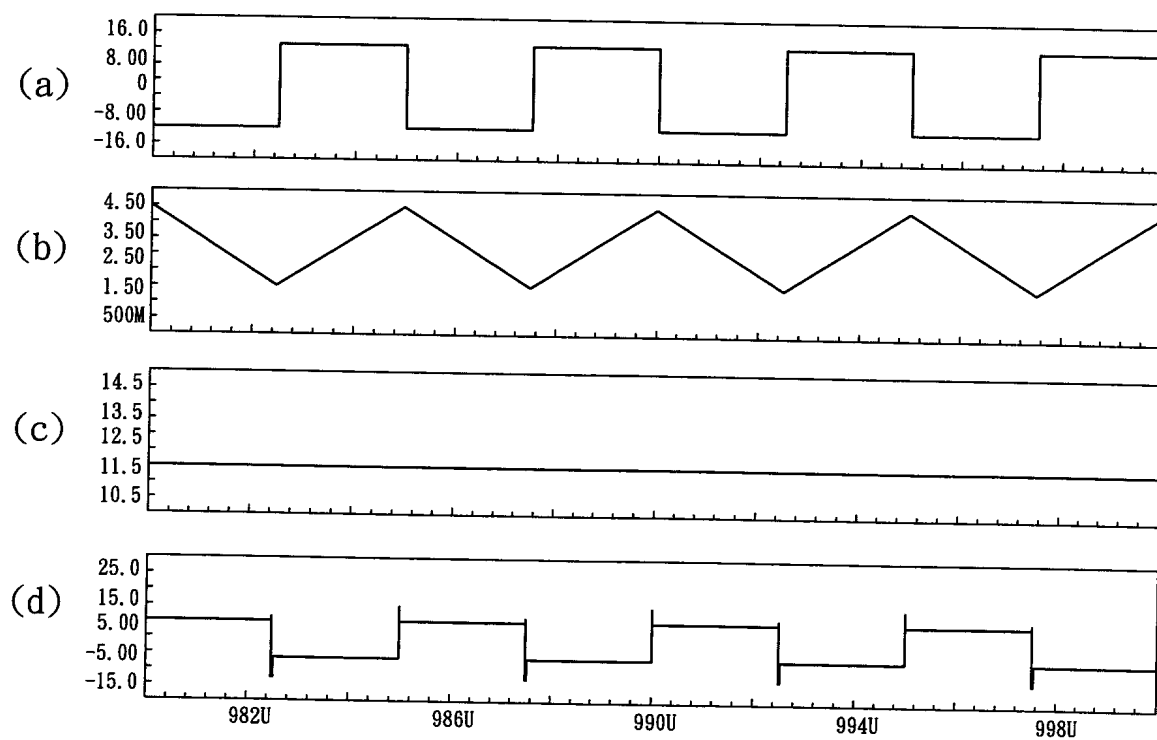


圖 5

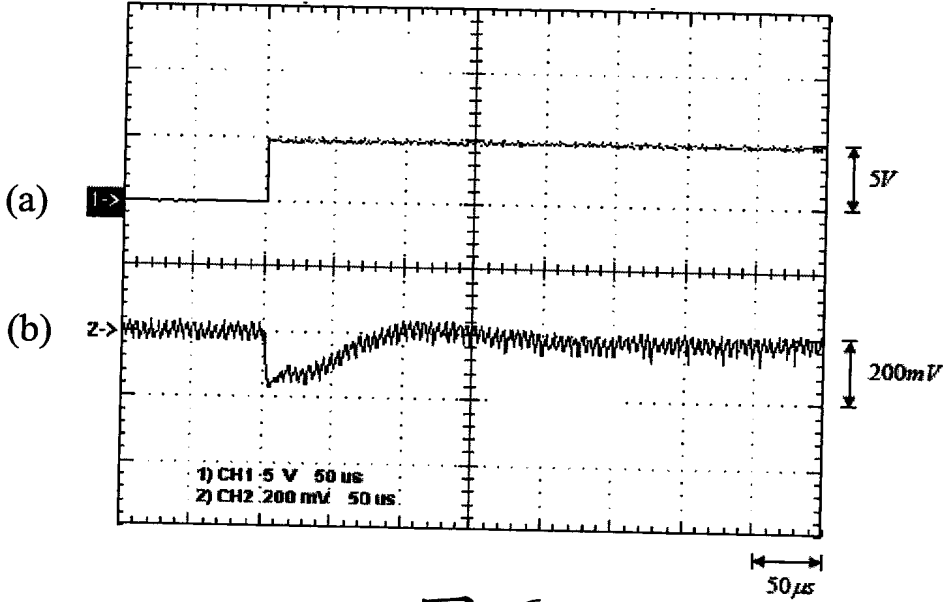


圖 6

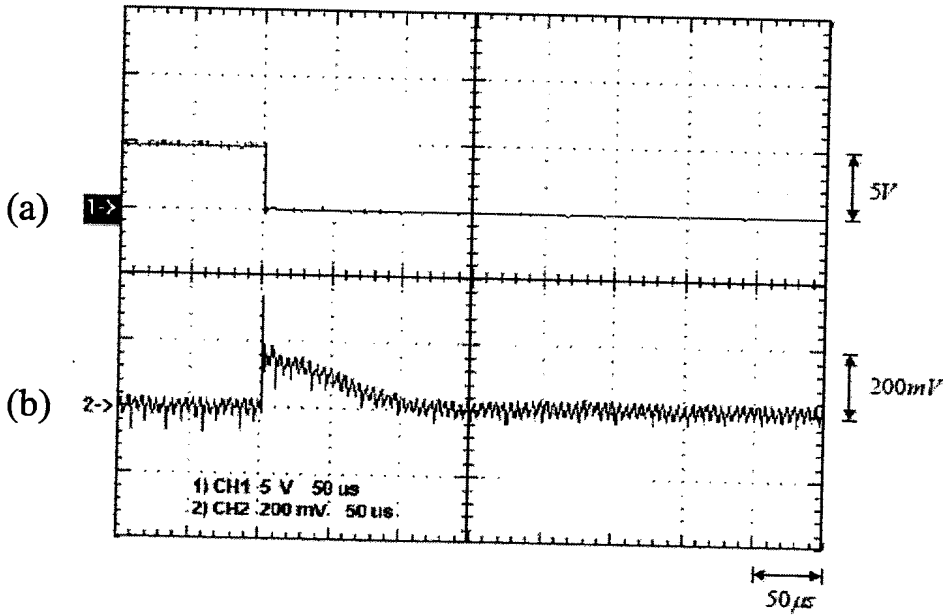


圖 7

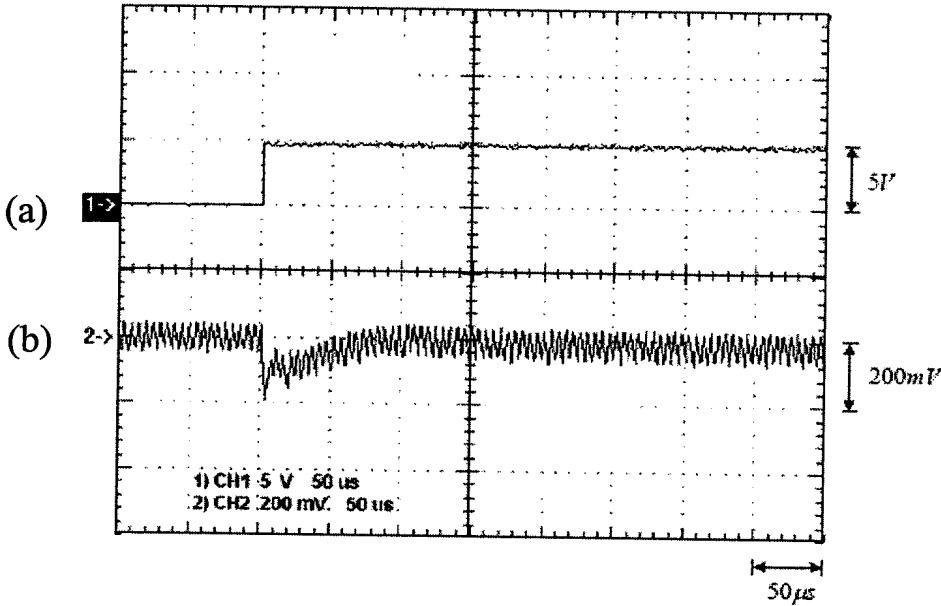


圖 8

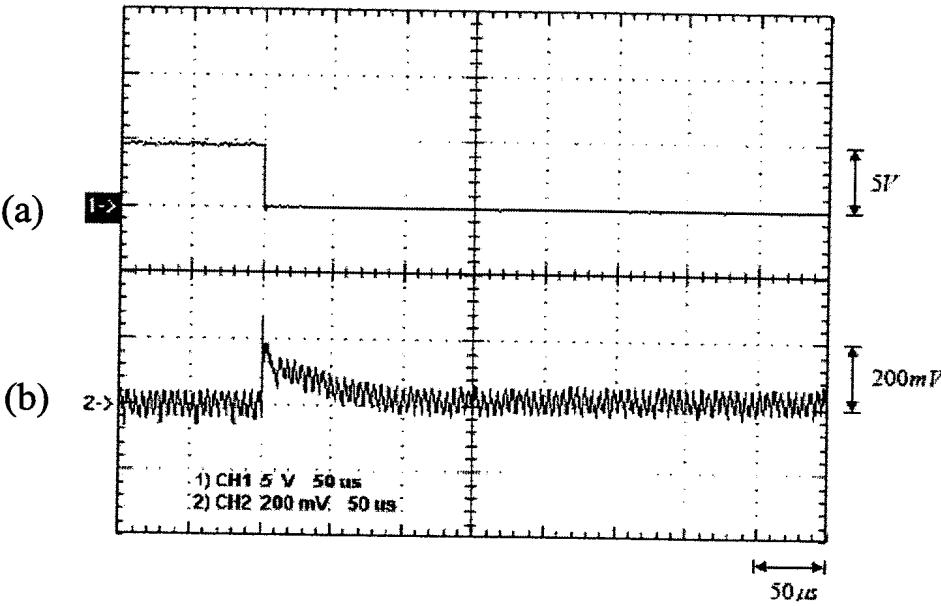


圖 9

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1	順向導通元件	51	第一端
11	第一端	52	第二端
12	第二端	53	第三端
100	升降壓轉換器	6	第一電容
2	第一開關元件	7	第四開關元件
21	第一端	71	第一端
22	第二端	72	第二端
23	第三端	73	第三端
3	電感	8	第二電容
31	第一端	81	第一端
32	第二端	82	第二端
4	第二開關元件	9	二極體
41	第一端	91	電源
42	第二端	92	負載
43	第三端	99	控制電路
5	第三開關元件		

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：