



(21) 申請案號：104130092

(22) 申請日：中華民國 104 (2015) 年 09 月 11 日

(51) Int. Cl. : **H02H9/02 (2006.01)**

(71) 申請人：環旭電子股份有限公司 (中國大陸) UNIVERSAL SCIENTIFIC INDUSTRIAL  
(SHANGHAI) CO., LTD. (CN)  
中國大陸

(72) 發明人：曾富祥 TSENG, FU HSIANG (TW)

(74) 代理人：賴正健；陳家輝

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：6 共 25 頁

(54) 名稱

軟啟動開關電路及電子裝置

SOFT-START SWITCH CIRCUIT AND ELECTRONIC APPARATUS

(57) 摘要

本發明關於一種軟啟動開關電路及電子裝置。所述軟啟動開關電路包括輸入端、輸出端、第一電晶體、第二電晶體、第三電晶體、電荷儲能單元、第一電阻以及第二電阻。當輸入端接收的輸入電壓由低電位變成高電位時，第二電晶體會導通，以提供充電路徑使電荷儲能單元儲存電能，該第一電晶體之控制端上的電壓緩速地下降，而使第一電晶體逐漸地導通，以將輸入端的輸入電壓送到輸出端作為輸出電壓。當輸入端接收的輸入電壓由高電位變成低電位時，第三電晶體會導通，以提供放電路徑使得電荷儲能單元釋放其儲存之電能。

The invention relates a soft-start switch circuit and an electronic apparatus, and the soft-start switch circuit includes an input terminal, an out terminal, and comprises a first transistor, a second transistor, a third transistor, a charge storage unit, a first resistor and a second resistor. When an input voltage received by the input terminal changes to a high level from a low level, the second transistor is conductive to provide a charging path to the charge storage unit for storing energy, and a voltage at the control end of the first transistor decreases smoothly, such that the first transistor becomes conductive gradually to transmit the input voltage from the input end to the output end as an output voltage. When the input voltage received by the input terminal changes to the low level from the high level, the third transistor is conductive to provide a discharging path to the charge storage unit for releasing the energy stored by the charge storage unit.

指定代表圖：

3

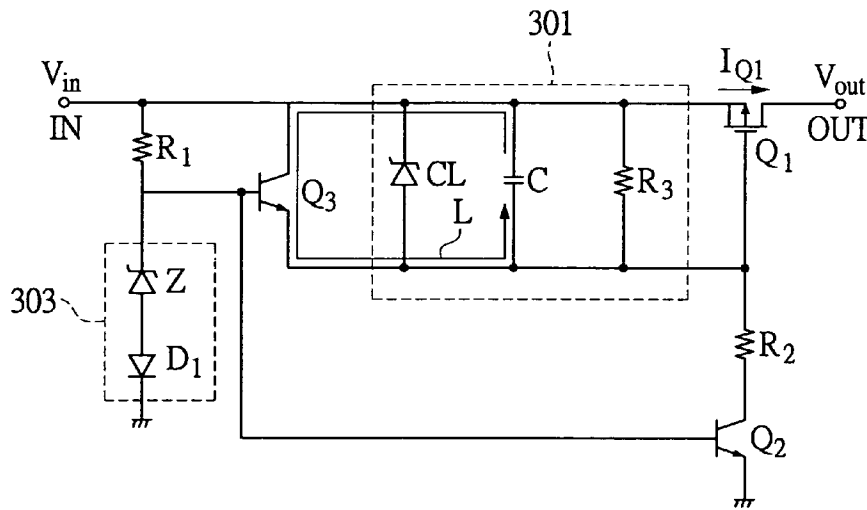


圖3

符號簡單說明：

3 . . . 軟啟動開關電路

301 . . . 電荷儲能單元

303 . . . 電路保護單元

Q<sub>1</sub> . . . 第一電晶體

Q<sub>2</sub> . . . 第二電晶體

Q<sub>3</sub> . . . 第三電晶體

R<sub>1</sub> . . . 第一電阻

R<sub>2</sub> . . . 第二電阻

R<sub>3</sub> . . . 第三電阻

C . . . 電容

CL . . . 電壓箝制元件

D<sub>1</sub> . . . 二極體

Z . . . 齊納二極體

L . . . 放電路徑

IN . . . 輸入端

OUT . . . 輸出端

I<sub>Q1</sub> . . . 輸出電流

V<sub>in</sub> . . . 輸入電壓

V<sub>out</sub> . . . 輸出電壓

## 發明摘要

※申請案號：104130092

※申請日：104.9.11

※IPC 分類：

H01H 9/02 (2006.01)

## 【發明名稱】(中文/英文)

軟啟動開關電路及電子裝置 / SOFT-START SWITCH CIRCUIT  
AND ELECTRONIC APPARATUS

## 【中文】

本發明關於一種軟啟動開關電路及電子裝置。所述軟啟動開關電路包括輸入端、輸出端、第一電晶體、第二電晶體、第三電晶體、電荷儲能單元、第一電阻以及第二電阻。當輸入端接收的輸入電壓由低電位變成高電位時，第二電晶體會導通，以提供充電路徑使電荷儲能單元儲存電能，該第一電晶體之控制端上的電壓緩速地下降，而使第一電晶體逐漸地導通，以將輸入端的輸入電壓送到輸出端作為輸出電壓。當輸入端接收的輸入電壓由高電位變成低電位時，第三電晶體會導通，以提供放電路徑使得電荷儲能單元釋放其儲存之電能。

## 【英文】

The invention relates a soft-start switch circuit and an electronic apparatus, and the soft-start switch circuit includes an input terminal, an out terminal, and comprises a first transistor, a second transistor, a third transistor, a charge storage unit, a first resistor and a second resistor. When an input voltage received by the input terminal changes to a high level from a low level, the second transistor is conductive to provide a charging path to the charge storage unit for storing energy, and a voltage at the control end of the

first transistor decreases smoothly, such that the first transistor becomes conductive gradually to transmit the input voltage from the input end to the output end as an output voltage. When the input voltage received by the input terminal changes to the low level from the high level, the third transistor is conductive to provide a discharging path to the charge storage unit for releasing the energy stored by the charge storage unit.

### 【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 3

【本代表圖之符號簡單說明】

3：軟啟動開關電路

301：電荷儲能單元

303：電路保護單元

$Q_1$ ：第一電晶體

$Q_2$ ：第二電晶體

$Q_3$ ：第三電晶體

$R_1$ ：第一電阻

$R_2$ ：第二電阻

$R_3$ ：第三電阻

C：電容

CL：電壓箝制元件

$D_1$ ：二極體

Z：齊納二極體

L：放電路徑

IN：輸入端

OUT：輸出端

$I_{Q1}$ ：輸出電流

$V_{in}$  : 輸入電壓

$V_{out}$  : 輸出電壓

# 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】(中文/英文)

軟啟動開關電路及電子裝置/ SOFT-START SWITCH CIRCUIT  
AND ELECTRONIC APPARATUS

## 【技術領域】

本發明有關於一種開關電路，且特別是能夠抑制浪湧電流(inrush current)之軟啟動(soft-start)開關電路及具有所述軟啟動開關電路的電子裝置。

## 【先前技術】

由於電器產品在接收電源供應器所提供之電源時，電源供應器會因輸出過大的瞬時電流(又稱為浪湧電流)而造成電器產品中元件的傷害。為了避免在電器產品啟動時，因過大的瞬時電流而造成損壞，電源供應器在啟動之初，可控制輸出的電能由小逐漸上升至正常值，以避免對電路的傷害，上述的啟動方式即稱為軟啟動。舉例來說，可以透過脈寬調變(pulse width modulation, PWM)控制器來控制工作週期的方式逐漸增加輸出至電器產品的電能，來完成軟啟動。

首先，請參照圖 1，圖 1 為傳統軟啟動開關電路的電路圖。傳統軟啟動開關電路 1 具有輸入端 IN、輸出端 OUT，且包括第一電晶體  $Q_1$ 、第二電晶體  $Q_2$ 、第一電阻  $R_1$ 、第二電阻  $R_2$ 、電荷儲能單元 101 與電路保護單元 103。電荷儲能單元 101 的一端電性連接於輸入端 IN 與第一電晶體  $Q_1$  的第一端。第一電阻  $R_1$  的一端電性連接輸入端 IN 與電荷儲能單元 101 的一端，第一電阻  $R_1$  的另一端電性連接電路保護單元 103 的一端與第二電晶體  $Q_2$  的控制端。第一電晶體  $Q_1$  的第二端電性連接輸出端 OUT。第二電阻  $R_2$  的一

端電性連接電荷儲能單元 101 的另一端與第一電晶體  $Q_1$  的控制端。第二電阻  $R_2$  的另一端電性連接第二電晶體  $Q_2$  的第一端。電路保護單元 103 的另一端電性連接至接地端。

第一電晶體  $Q_1$  可以是 P 型金氧半場效電晶體 (P type Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor, P type MOSFET)，其第一端、第二端與控制端分別是 P 型金氧半場效電晶體的源極端、汲極端與閘極端。第二電晶體  $Q_2$  可以是 NPN 雙載子接面電晶體 (NPN Bipolar Junction Transistor, NPN BJT)，其第一端、第二端與控制端分別是 NPN 雙載子接面電晶體的集極端、射極端與基極端。

輸入端 IN 用以接收輸入電壓  $V_{in}$ ，而輸出端 OUT 則用以提供輸出電壓  $V_{out}$  給其連接的負載。第一電阻  $R_1$  用以在第二電晶體  $Q_2$  導通時，形成一個跨壓，以避免第二電晶體  $Q_2$  燒毀或被擊穿。第二電阻  $R_2$  用以在第二電晶體  $Q_2$  導通時形成另一跨壓，以避免第一電晶體  $Q_1$  的控制端上的電壓在第二電晶體  $Q_2$  導通時直接變為低電位(例如 0 伏特)。電荷儲能單元 101 用以在接收到高電位(例如 90 伏特)的輸入電壓  $V_{in}$  時，儲存電荷，以使第一電晶體  $Q_1$  的控制端上之電壓不會快速地下降。

在輸入電壓  $V_{in}$  由低電位(例如 0 伏特)變成高電位時，第二電阻  $R_2$  之一端上的電壓瞬間為輸入電壓  $V_{in}$  的高電位。接著，第二電晶體  $Q_2$  會導通，以提供電荷儲能單元 101 充電路徑儲存電能，而使得第一電晶體  $Q_1$  的控制端上(電阻  $R_2$  之一端上)之電壓緩速地下降。當第一電晶體  $Q_1$  的控制端上之電壓下降到與第一電晶體  $Q_1$  的第一端上的電壓(亦即，輸入電壓  $V_{in}$ )形成一特定壓降時，第一電晶體  $Q_1$  會導通，以使得第一電晶體  $Q_1$  的第二端可將輸入電壓  $V_{in}$  作為輸出電壓  $V_{out}$  輸出給輸出端 OUT 連接的負載。由於電荷儲能單元 101 的存在，故第一電晶體  $Q_1$  並不會快速地導通，而達到軟啟動的功能，避免產生輸出電流  $I_{Q1}$ (亦即，通過第一電晶體

$Q_1$  的電流)為過大的瞬時電流。

電荷儲能單元 101 包括電壓箝制元件 CL、電容 C 與第三電阻  $R_3$ ，其中電壓箝制元件 CL、電容 C 與第三電阻  $R_3$  的一端電性連接輸入端 IN 與第一電晶體  $Q_1$  的第一端，電壓箝制元件 CL、電容 C 與第三電阻  $R_3$  的另一端電性連接第二電阻  $R_2$  的一端。電容 C 用以儲存電荷，而第三電阻  $R_3$  的電阻值與電容 C 的電容值可以決定軟啟動的期間(第一電晶體  $Q_1$  從部份導通到完全導通的時間)。電壓箝制元件 CL 用以限制電容 C 兩端的跨壓，其可以例如是齊納二極體(Zener diode)，且電壓箝制元件 CL 的一端與另一端分別是齊納二極體的陰極端與陽極端。

另外，保護電路單元 103 可以限制第二電晶體  $Q_2$  的控制端上的電壓僅能達到一特定電位，提供保護第二電晶體  $Q_2$  的功能，避免第二電晶體  $Q_2$  被燒毀或擊穿。保護電路單元 103 包括齊納二極體 Z 與二極體  $D_1$ ，齊納二極體 Z 的陰極端與陽極端分別電性連接電阻  $R_1$  的另一端與二極體  $D_1$  的陽極端，而二極體  $D_1$  的陰極端電性連接至接地端。

請同時參照圖 1 與圖 2，圖 2 為傳統軟啟動開關電路之輸入電壓、輸出電壓與輸出電流的波形圖。如圖 2 之橫軸所示，在 30 毫秒的時間區段中，軟啟動開關電路共有 3 次將輸入電壓  $V_{in}$  由低電位(0 伏特)變成高電位(90 伏特)，一般而言，在這麼短的時間內，並不是由使用者以手動開關所造成。進一步來說，本實例之目的在說明由於人為的因素，亦或是電器接口的品質不佳而導致導通訊號的不穩定，影響軟啟動開關電路的效能，若是導通訊號不穩定產生顫抖，輸入端 IN 可能會在瞬間進行多次開關，傳統的軟啟動開關電路會因其中電容飽和而失去軟啟動的功能。

如圖 2 所示，在時間大約 1 毫秒左右，傳統軟啟動開關電路於 1 第一次被啟動時，輸入電壓  $V_{in}$  由低電位(0 伏特)變成高電位(90 伏特)。接著，在時間大約 2.5 毫秒左右，第二電晶體  $Q_2$  被導

通，導致電容  $C$  被充電，並且第一電晶體  $Q_1$  逐漸地導通(從部份導通到完全導通)，因此，輸出電流  $I_{Q1}$  約為 8 安培，而不是一個過大的瞬時電流，換言之，浪湧電流可以在傳統軟啟動開關電路 1 第一次啟動時被抑制。

然後，輸入電壓  $V_{in}$  在時間為 6 毫秒時，開始由高電位變成低電位。接著，在時間約為 11 毫秒時，傳統軟啟動開關電路 1 第二次被啟動，輸入電壓  $V_{in}$  由低電位變成高電位，但因為電容  $C$  已被充滿電荷的緣故，無法繼續再被充電，故第一電晶體  $Q_1$  會立即地完全導通，導致輸出電流  $I_{Q1}$  為一個過大的瞬時電流(90 安培)。換言之，浪湧電流在傳統軟啟動開關電路 1 中，會因為導通訊號不穩定而瞬間進行多次開關的情況下，無法有效地被抑制。

另外，中華民國公告第 TW I378632 號發明專利案揭示一種具有浪湧電流限制器之閘控橋式整流器。於啟動階段，二個輸入之固定電壓源尚未被提供予閘控橋式整流器的四個極性驅動電路，且閘控橋式整流器的四個閘控電晶體之通道尚未被形成，故浪湧電流僅能流經浪湧電流限制器與閘控橋式整流器的兩個有本體二極體的閘控電晶體之本體二極體，且浪湧電流可以因此被浪湧電流限制器限制至安全值。上述四個閘控電晶體可依據光耦合信號之狀態而分別被驅動，以旁通浪湧電流限制器，並對輸入電壓進行橋式整流，其中浪湧電流可以透過浪湧電流限制器中並聯之兩個二極體與串聯於所述兩個二極體的電阻而被限制。然而，此案並非使用電容獲得輸入電壓的電荷來充電，而藉此降低浪湧電流。

除此之外，中國人民共和國公開第 CN104242413 A 號專利申請案揭露了一種電源斷電後延長通電時間的電路結構。當一級電壓輸入電路結構的保持電路，且電路結構之輸出電壓下降後，電路結構的放電控制開關控制電路發送電壓控制信號至電路結構的一個 PNP 開關電晶體，進而使電路結構的另一 PNP 開關電晶體導

通。此時電路結構的電容上的電壓低於電路結構之另一電容上的電壓，以使此另一電容上的電壓可向電源模組供電，相當於將電源模組的輸入電壓升高。然而，此案並沒有探討電路結構啟動時所產生之浪湧電流的問題。

### 【發明內容】

本發明實施例提供一種軟啟動開關電路，所述軟啟動開關電路具有輸入端與輸出端，且包括第一電晶體、第二電晶體、第三電晶體、電荷儲能單元、第一電阻以及第二電阻。第一電晶體、第二電晶體、第三電晶體分別具有第一端、第二端、控制端。第一電晶體的第二端電性連接輸出端。電荷儲能單元的一端電性連接輸入端及第一電晶體的第一端。第一電阻的一端電性連接輸入端。第二電阻的一端電性連接電荷儲能單元的另一端與第一電晶體的控制端。第二電晶體的控制端電性連接第一電阻的另一端，第二電晶體的第一端電性連接第二電阻的另一端，第二電晶體的第二端電性連接至接地端。第三電晶體的第一端與第二端分別電性連接電荷儲能單元的一端與另一端，第三電晶體的控制端電性連接第一電阻的另一端。當輸入端接收的輸入電壓由低電位變成高電位時，第二電晶體會導通，以提供充電路徑使電荷儲能單元儲存電能，讓第一電晶體之控制端上的電壓緩速地下降，而使第一電晶體逐漸地導通，以將輸入端的輸入電壓送到輸出端作為輸出電壓。當輸入端接收的輸入電壓由高電位變成低電位時，第三電晶體會導通，以提供由電容與第三電晶體組成之放電路徑使得電荷儲能單元釋放其儲存之電能。

本發明實施例還提供一種電子裝置，所述電子裝置包括上述軟啟動開關電路與負載。軟啟動開關電路的輸入端可電性連接供應電源以接收輸入電壓，而軟啟動開關電路的輸出端電性連接負載以提供輸出電壓給負載。

綜合以上所述，本發明的軟啟動開關電路可以在輸入端所接收輸入電壓由高電位變為低電位時，提供放電路徑讓其電荷儲能單元將其儲存的電能釋放。如此，在下一次啟動軟啟動開關電路時，電荷儲能單元依然能夠儲存電能，而具有軟啟動功能，以減少浪湧電流的產生。

為使能更進一步瞭解本發明之特徵及技術內容，請參閱以下有關本發明之詳細說明與附圖，但是此等說明與所附圖式僅係用來說明本發明，而非對本發明的權利範圍作任何的限制。

### 【圖式簡單說明】

圖 1 為傳統軟啟動開關電路的電路圖。

圖 2 為傳統軟啟動開關電路之輸入電壓、輸出電壓與輸出電流的波形圖。

圖 3 為本發明實施例之軟啟動開關電路的電路圖。

圖 4 為本發明實施例之軟啟動開關電路之輸入電壓、輸出電壓與輸出電流的波形圖。

圖 5A 為本發明實施例之用以對電荷儲能單元提供放電路徑之電晶體的各端上之電壓的波形圖。

圖 5B 為圖 5A 之波形圖的局部放大圖。

圖 6 為本發明實施例之電子裝置的方塊圖。

### 【實施方式】

為改善如圖 1 所示之傳統軟啟動開關電路 1 在第二次被啟動後，即輸入電壓  $V_{in}$  第二次由低電位變成高電位時，電容 C 無法於前次降壓之瞬間排放電能而不能夠繼續再被充電，故第一電晶體  $Q_1$  會立即地完全導通，導致輸出電流  $I_{Q1}$  為一個過大的瞬時電流。換言之，浪湧電流在傳統軟啟動開關電路 1 第二次啟動之後，無法有效地被抑制。以下將對本發明之實施例提供之有效抑制浪湧

電流所使用的技術方案作進一步說明。

首先，請參照圖 3，圖 3 為本發明實施例之軟啟動開關電路的電路圖。本發明之軟啟動開關電路 3 具有輸入端 IN、輸出端 OUT，且包括第一電晶體  $Q_1$ 、第二電晶體  $Q_2$ 、第三電晶體  $Q_3$ 、第一電阻  $R_1$ 、第二電阻  $R_2$ 、電荷儲能單元 301 與電路保護單元 303。

電荷儲能單元 301 的一端電性連接於輸入端 IN 與第一電晶體  $Q_1$  的第一端。第一電阻  $R_1$  的一端電性連接輸入端 IN 與電荷儲能單元 301 的一端，第一電阻  $R_1$  的另一端電性連接電路保護單元 303 的一端與第二電晶體  $Q_2$  的控制端。第一電晶體  $Q_1$  的第二端電性連接輸出端 OUT。第二電阻  $R_2$  的一端電性連接電荷儲能單元 301 的另一端與第一電晶體  $Q_1$  的控制端，第二電阻  $R_2$  的另一端電性連接第二電晶體  $Q_2$  的第一端。電路保護單元 303 的另一端電性連接至接地端。第三電晶體  $Q_3$  的第一端電性連接輸入端 IN、第一電阻  $R_1$  的一端、電荷儲能單元 301 的一端與第一電晶體  $Q_1$  的第一端，第三電晶體  $Q_3$  的第二端電性連接電荷儲能單元 301 的另一端、第二電阻  $R_2$  的一端與第一電晶體  $Q_1$  的控制端，第三電晶體  $Q_3$  的控制端電性連接第二電晶體  $Q_2$  的控制端、電路保護單元 303 的一端與第一電阻  $R_1$  的另一端。

在本實施例中，第一電晶體  $Q_1$  可以是 P 型金氧半場效電晶體，其第一端、第二端與控制端分別是 P 型金氧半場效電晶體的源極端、汲極端與閘極端。第二電晶體  $Q_2$  與第三電晶體  $Q_3$  可以是 NPN 雙載子接面電晶體，其第一端、第二端與控制端分別是 NPN 雙載子接面電晶體的集極端、射極端與基極端。然而，上述第一電晶體  $Q_1$  亦可以是 PNP 雙載子接面電晶體，且第二電晶體  $Q_2$  與第三電晶體  $Q_3$  可以是 N 型金氧半場效電晶體。總而言之，本發明不限制第一電晶體  $Q_1$ 、第二電晶體  $Q_2$  與第三電晶體  $Q_3$  的類型。

輸入端 IN 用以接收輸入電壓  $V_{in}$ ，在第一次輸入電壓  $V_{in}$  由低電位變成高電位時，電荷儲能單元 301 用以在接收到高電位(例如

90 伏特)的輸入電壓  $V_{in}$  時，儲存電荷，以使第一電晶體  $Q_1$  的控制端上之電壓不會快速地下降。進一步說明，由於電荷儲能單元 301 的存在，故第一電晶體  $Q_1$  並不會快速地導通，而達到軟啟動的功能，避免產生輸出電流  $I_{Q1}$ (亦即，通過第一電晶體  $Q_1$  的電流)為過大的瞬時電流。

電荷儲能單元 301 包括電壓箝制元件 CL、電容 C 與第三電阻  $R_3$ ，其中電壓箝制元件 CL、電容 C 與第三電阻  $R_3$  的一端電性連接輸入端 IN 與第一電晶體  $Q_1$  的第一端，電壓箝制元件 CL、電容 C 與第三電阻  $R_3$  的另一端電性連接第二電阻  $R_2$  的一端。電容 C 用以儲存電荷，而第三電阻  $R_3$  的電阻值與電容 C 的電容值可以決定軟啟動的期間(第一電晶體  $Q_1$  從部份導通到完全導通的時間)。電壓箝制元件 CL 用以限制電容 C 兩端的跨壓，其可以例如是齊納二極體(Zener diode)，且電壓箝制元件 CL 的一端與另一端分別是齊納二極體的陰極端與陽極端。

值得注意的是，在輸入電壓  $V_{in}$  由高電位變成低電位時，電壓箝制元件 CL 用以箝制第三電晶體  $Q_3$  第一端與第二端的跨壓，並導通第三電晶體  $Q_3$ ，以令電容 C 與第三電晶體  $Q_3$  形成放電路徑 L，將電容 C 所儲存之電能迅速排除。舉例來說，電壓箝制元件 CL 所形成的跨壓為 14 伏特，即齊納二極體的陰極端會比陽極端高 14 伏特，當輸入端 IN 的輸入電壓  $V_{in}$  降低至 0 伏特(即第三電晶體  $Q_3$  第一端之電位)時，第三電晶體  $Q_3$  之第二端的電位會降低至 -14 伏特，即導通第三電晶體  $Q_3$ 。換言之，在每次輸入電壓  $V_{in}$  由高電位變成低電位之瞬間，電壓箝制元件 CL 即箝制第三電晶體  $Q_3$  第一端與第二端之電壓差並使第三電晶體  $Q_3$  導通，得以使電容 C 能夠將其所儲存之電能迅速排放。

另外，保護電路單元 303 可以限制第二電晶體  $Q_2$  的控制端上的電壓僅能達到一特定電位，提供保護第二電晶體  $Q_2$  的功能，避免第二電晶體  $Q_2$  被燒毀或擊穿。保護電路單元 303 包括齊納二極

體  $Z$  與二極體  $D_1$ ，齊納二極體  $Z$  的陰極端與陽極端分別電性連接電阻  $R_1$  的另一端與二極體  $D_1$  的陽極端，而二極體  $D_1$  的陰極端電性連接至接地端。

請同時參照圖 3 與圖 4，圖 4 為本發明實施例之軟啟動開關電路之輸入電壓、輸出電壓與輸出電流的波形圖。如圖 4 所示，在時間大約 1 毫秒左右，軟啟動開關電路 3 第一次被啟動，輸入電壓  $V_{in}$  由低電位(0 伏特)變成高電位(90 伏特)。接著，在時間大約 2.5 毫秒左右，第二電晶體  $Q_2$  被導通，導致電容  $C$  被充電，並且第一電晶體  $Q_1$  逐漸地導通(從部份導通到完全導通)，因此，輸出電流  $I_{Q1}$  約為 7.2 安培，而不是一個過大的瞬時電流，換言之，浪湧電流在軟啟動開關電路 3 第一次啟動時被抑制。

然後，輸入電壓  $V_{in}$  在時間為 6 毫秒時，開始由高電位變成低電位。接著，在時間約為 11 毫秒時，軟啟動開關電路 3 第二次被啟動，輸入電壓  $V_{in}$  再次由低電位變成高電位，由於電容  $C$  之電能在第一次輸入電壓  $V_{in}$  由高電位變成低電位已由放電路徑  $L$  所排除，故第一電晶體  $Q_1$  同樣地呈現緩慢導通之狀態，令輸出電流  $I_{Q1}$  為一個較低的瞬時電流(7.5 安培)。換言之，浪湧電流可以在本發明之軟啟動開關電路 3 多次啟動後，皆能有效地被抑制。

請同時參照圖 3、圖 5A 以及圖 5B，圖 5A 為本發明實施例之用以對電荷儲能單元提供放電路徑之電晶體的各端上之電壓的波形圖，而圖 5B 為圖 5A 之波形圖的局部放大圖。圖 5A 為本發明實施例第三電晶體  $Q_3$ (如圖 3)各端上之電壓的波形圖。由圖 5A 可見，在 1~6.2 毫秒的時間區段，輸入端 IN 接收輸入電壓  $V_{in}$  約 90 伏特，由於電壓箝制元件  $CL$  對第三電晶體  $Q_3$  各端電位箝制作用，輸入端 IN 的輸入電壓  $V_{in}$  與第三電晶體  $Q_3$  的射極電壓  $V_e$  的電壓差有逐漸增加之趨勢，在 6.2 毫秒時，輸入端 IN 的輸入電壓  $V_{in}$  與第三電晶體  $Q_3$  的射極電壓  $V_e$  的電壓差達到 14 伏特時即停止輸入電源，意即電壓箝制元件 301 的限壓值為 14 伏特。

值得注意的是，由於電功率守恆定律  $P = IV$ ，在 2.2~2.5 毫秒的時間區段中，由於輸出電流  $I_{Q1}$  出現的瞬時間，會造成輸入端 IN 的輸入電壓  $V_{in}$  與第三電晶體  $Q_3$  的射極電壓  $V_e$  會以相同的壓降程度同時降低。

在 6.2 毫秒時，輸入端 IN 上的輸入電壓  $V_{in}$  由高電位(90 伏特)變為低電位(0 伏特)，亦即第三電晶體  $Q_3$  的集極電壓同樣降為 0 伏特，由於電壓箝制元件 CL 的限壓作用，限定將第三電晶體  $Q_3$  的射極電壓  $V_e$  與集極電壓的電位差為 14 伏特，此時，第三電晶體  $Q_3$  的射極電壓  $V_e$  為 -14 伏特。在 6.2~11 毫秒的時間區段中，電容 C 的電能持續得透過第三電晶體  $Q_3$  導通後所提供的放電路徑 L 來逐漸排放，得以使輸入端 IN 的輸入電壓  $V_{in}$  與第三電晶體  $Q_3$  的射極電壓  $V_e$  的電壓差逐漸縮小。

請參照圖 5B，在 6.2~11 毫秒的時間區段中，電容 C 的電能持續得透過第三電晶體  $Q_3$  來逐漸排放，換句話說，第三電晶體  $Q_3$  的基極電壓  $V_b$  以及射極電壓  $V_e$  間之電位差持續保持為導通電壓。由圖 5B 可見，在 6.2 毫秒時，輸入端 IN 的輸入電壓  $V_{in}$  由高電位(90 伏特)變為低電位(0 伏特)，意即第三電晶體  $Q_3$  的集極電壓同樣降為 0 伏特，第三電晶體  $Q_3$  的射極電壓  $V_e$  為 -14 伏特，第三電晶體  $Q_3$  的基極電壓  $V_b$  同樣降為負電壓，根據半導體元件作動原理，令第三電晶體  $Q_3$  的基極電位  $V_b$  的電位值保持大於射極電位  $V_e$  的電位值約 0.6 伏特，得以使第三電晶體  $Q_3$  維持導通狀態，用以排放關閉輸入電源後電容 C 所儲存之電能，據此來進一步有效降低輸出電流  $I_{Q1}$ ，意即有效降低浪湧電流。

請參閱圖 6，圖 6 為本發明實施例之電子裝置的方塊圖。電子裝置 60 包括軟啟動開關電路 601 以及負載 603。軟啟動開關電路 601 電性連接供應電源 62 與負載 603。

供應電源 62 可提供直流電源(輸入電壓  $V_{in}$ )給軟啟動開關電路 601，例如為電池、電源供應器或直流發電機。負載 603 用以接收

軟啟動開關電路 601 輸出的輸出電壓  $V_{out}$ ，負載 603 可為筆記型電腦、手持裝置(例如平板或手機)等可連接直流電源之電器產品或電路。軟啟動開關電路 601 之電路結構如前述圖 3 實施例之說明，在此不再詳加贅述。在此請注意，本發明並不限制供應電源 62 以及負載 603 的種類。

更詳細地說，軟啟動開關電路 601 的輸入端以及輸出端分別電性連接供應電源 62 以及負載 603，並透過軟啟動開關電路 601 的軟啟動功能，在每次供應電源 62 停止供電時，軟啟動開關電路 601 內的電容 C(如圖 3 所示)透過第三電晶體  $Q_3$ (如圖 3 所示)將電容 C 儲存的電荷排出，以避免軟啟動開關電路 601 於啟動時的輸出電流  $I_{Q1}$ (如圖 3 所示)會有過大的情況，亦即降低浪湧電流。接著，輸出電流  $I_{Q1}$ (如圖 3 所示)經由軟啟動開關電路 601 的輸出端傳送至負載 603。如此一來，軟啟動開關電路 601 可以大幅降低負載 603 因浪湧電流而損壞的可能性。

綜上所述，本發明實施例的軟啟動開關電路具有一個能夠為電荷儲能單元提供放電路徑的電晶體，此電晶體可以在接收之輸入電壓由高電位變為低電位時導通，以提供放電路徑讓電荷儲能單元將其儲存的電能釋放。如此，在下一次啟動軟啟動開關電路時(輸入電壓由低電位變為高電位)，電荷儲能單元依然能夠儲存電能，而具有軟啟動功能，以減少浪湧電流的產生(亦即，輸出電流不會是一個過大的瞬時電流)。另外，透過上述軟啟動開關電路，電子裝置內的負載不會接收到過大的瞬時電流，因此，其電子裝置的使用壽命可以增加(亦即，損壞率會降低)。

以上所述僅為本發明的實施例，其並非用以限定本發明的專利保護範圍。任何熟習相像技藝者，在不脫離本發明的精神與範圍內，所作的更動及潤飾的等效替換，仍為本發明的專利保護範圍內。

## 【符號說明】

- 1、3：軟啟動開關電路
- 101、301：電荷儲能單元
- 103、303：電路保護單元
- $Q_1$ ：第一電晶體
- $Q_2$ ：第二電晶體
- $Q_3$ ：第三電晶體
- $R_1$ ：第一電阻
- $R_2$ ：第二電阻
- $R_3$ ：第三電阻
- C：電容
- CL：電壓箝制元件
- $D_1$ ：二極體
- Z：齊納二極體
- L：放電路徑
- IN：輸入端
- OUT：輸出端
- $I_{Q1}$ ：輸出電流
- 60：電子裝置
- 601：軟啟動開關電路
- 603：負載
- 62：供應電源
- $V_{in}$ ：輸入電壓
- $V_{out}$ ：輸出電壓
- $V_e$ ：射極電壓
- $V_b$ ：基極電壓

## 申請專利範圍

1. 一種軟啟動開關電路，具有一輸入端、一輸出端，包括：
  - 一第一電晶體，具有一第一端、一第二端以及一控制端，該第一電晶體的該第二端電性連接該輸出端；
  - 一電荷儲能單元，該電荷儲能單元的一端電性連接該輸入端與該第一電晶體的該第一端；
  - 一第一電阻，其一端電性連接該輸入端；
  - 一第二電阻，其一端電性連接該電荷儲能單元的另一端與該第一電晶體的該控制端；
  - 一第二電晶體，具有一第一端、一第二端以及一控制端，其該控制端電性連接該第一電阻的另一端，其該第一端電性連接該第二電阻的另一端，其該第二端電性連接至一接地端；以及
  - 一第三電晶體，具有一第一端、一第二端以及一控制端，其該第一端與該第二端分別電性連接該電荷儲能單元的該一端與該另一端，其該控制端電性連接該第一電阻的該另一端；

其中當該輸入端接收的一輸入電壓由一低電位變成一高電位時，該第二電晶體會導通，以提供一充電路徑使該電荷儲能單元儲存電能，讓該第一電晶體之該控制端上的一電壓緩速地下降，而使該第一電晶體逐漸地導通，以將該輸入電壓送至該輸出端作為一輸出電壓；當該輸入端接收的該輸入電壓由該高電位變成該低電位時，該第三電晶體會導通，以提供一放電路徑使得該電荷儲能單元釋放其儲存之該電能。

2. 如請求項 1 所述之軟啟動開關電路，其中該電荷儲能單元包括：
  - 一電壓箝制元件；

一電容；以及

一第三電阻；

其中該電壓箝制元件、該電容與該第三電阻之每一者的一端與另一端分別為該電荷儲能單元的該一端與該另一端。

3. 如請求項 2 所述之軟啟動開關電路，其中該電壓箝制元件為一齊納二極體，該齊納二極體的一陰極端與一陽極端分別為該電壓箝制元件的該一端與該另一端。
4. 如請求項 2 所述之軟啟動開關電路，其中當該輸入端接收的該輸入電壓由該高電位變成該低電位時，該電壓箝制元件即箝制該第三電晶體之該第一端與該第二端之電壓差並使該第三電晶體導通，以使該電容能夠將其所儲存之電能迅速排放。
5. 如請求項 1 所述之軟啟動開關電路，其中該第一電晶體為一 P 型金氧半場效電晶體，該 P 型金氧半場效電晶體的一源極端、一汲極端與一閘極端分別為該第一電晶體的該第一端、該第二端與該控制端；該第二電晶體為一 NPN 型雙載子接面電晶體，該 NPN 型雙載子接面電晶體的一集極端、一射極端與一基極端分別為該第二電晶體的該第一端、該第二端與該控制端；以及該第三電晶體為一 NPN 型雙載子接面電晶體，該 NPN 型雙載子接面電晶體的一集極端、一射極端與一基極端分別為該第二電晶體的該第一端、該第二端與該控制端。
6. 如請求項 1 所述之軟啟動開關電路，更包括一電路保護單元，該電路保護單元包括：
  - 一二極體；以及
  - 一齊納二極體；其中該齊納二極體的一陰極端電性連接該第一電阻的該另一端，該二極體的一陽極端電性連接該齊納二極體的一陽極端，以及該二極體的一陰極端電性連接該接地端。
7. 一種電子裝置，包括：

- 一負載；以及
  - 一種如請求項 1 所述之軟啟動開關電路，具有接收一輸入電壓的一輸入端與輸出一輸出電壓給該負載的一輸出端。
8. 如請求項 7 所述之電子裝置，其中該電荷儲能單元包括：
- 一電壓箝制元件；
  - 一電容；以及
  - 一第三電阻；
- 其中該電壓箝制元件、該電容與該第三電阻之每一者的一端與另一端分別為該電荷儲能單元的該一端與該另一端。
9. 如請求項 8 所述之電子裝置，其中該電壓箝制元件為一齊納二極體，該齊納二極體的一陰極端與一陽極端分別為該電壓箝制元件的該一端與該另一端。
10. 如請求項 7 所述之電子裝置，其中該第一電晶體為一 P 型金氧半場效電晶體，該 P 型金氧半場效電晶體的一源極端、一汲極端與一閘極端分別為該第一電晶體的該第一端、該第二端與該控制端；該第二電晶體為一 NPN 型雙載子接面電晶體，該 NPN 型雙載子接面電晶體的一集極端、一射極端與一基極端分別為該第二電晶體的該第一端、該第二端與該控制端；以及該第三電晶體為一 NPN 型雙載子接面電晶體，該 NPN 型雙載子接面電晶體的一集極端、一射極端與一基極端分別為該第二電晶體的該第一端、該第二端與該控制端。

圖式

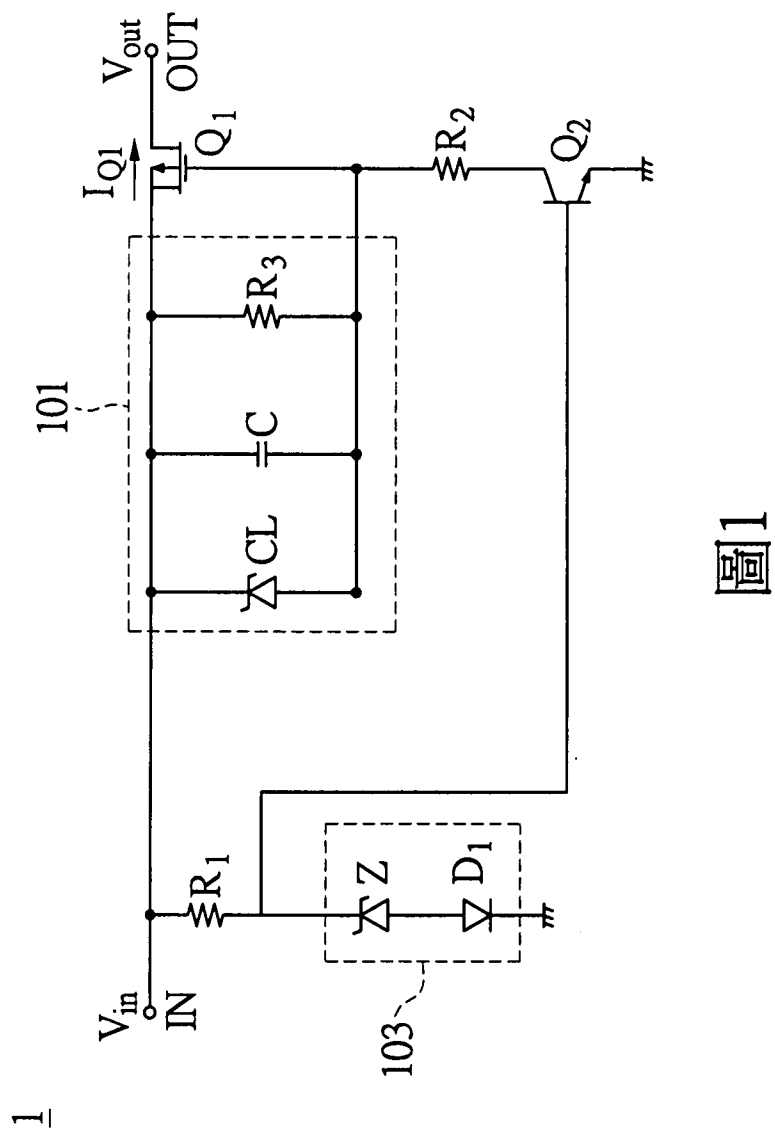


圖1

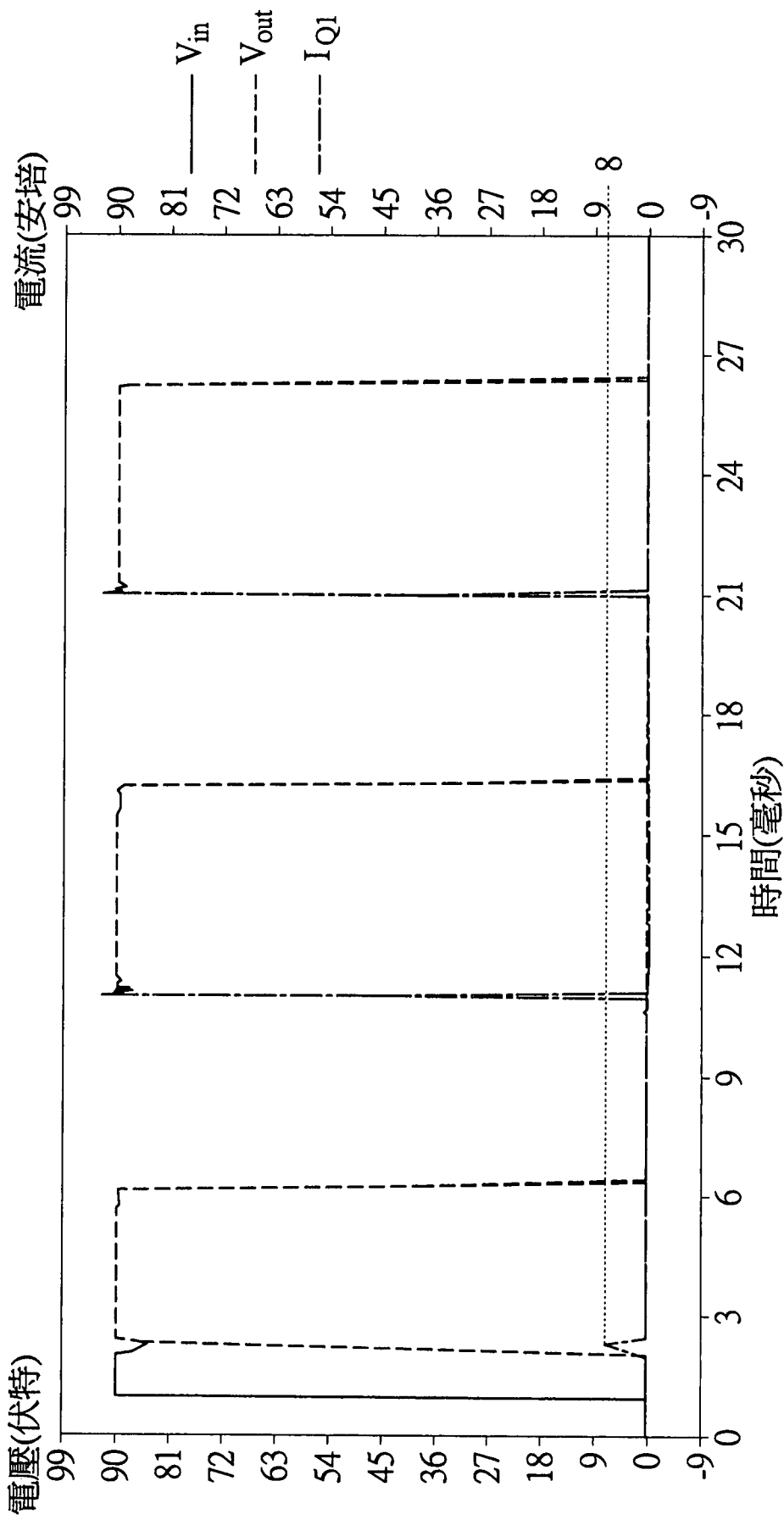


圖2

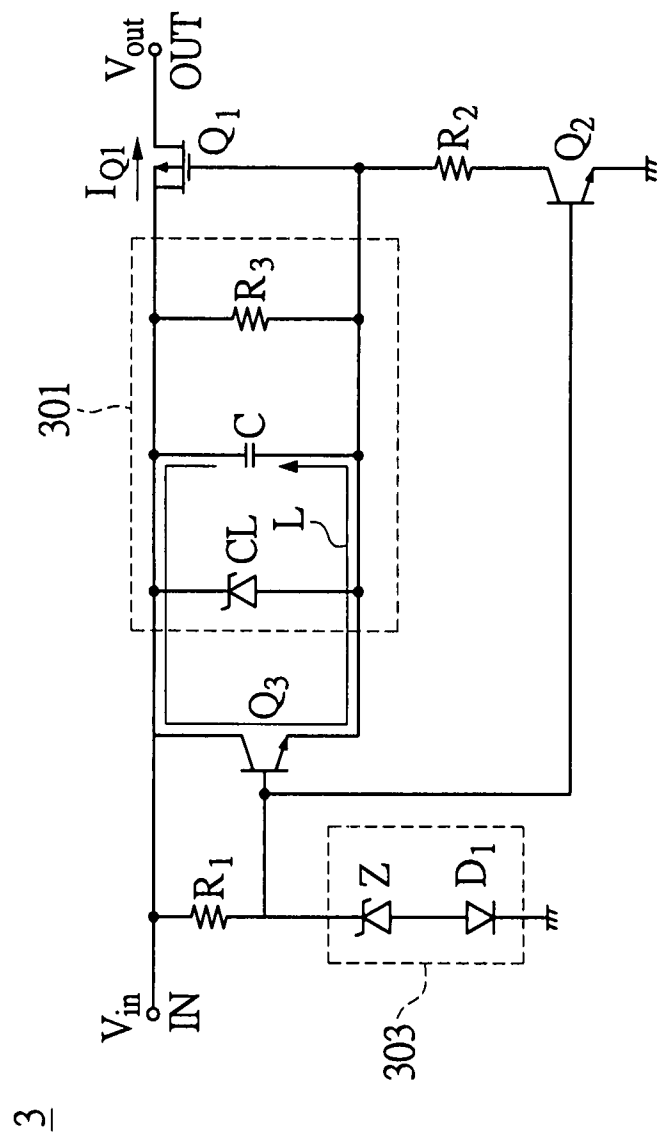


圖3

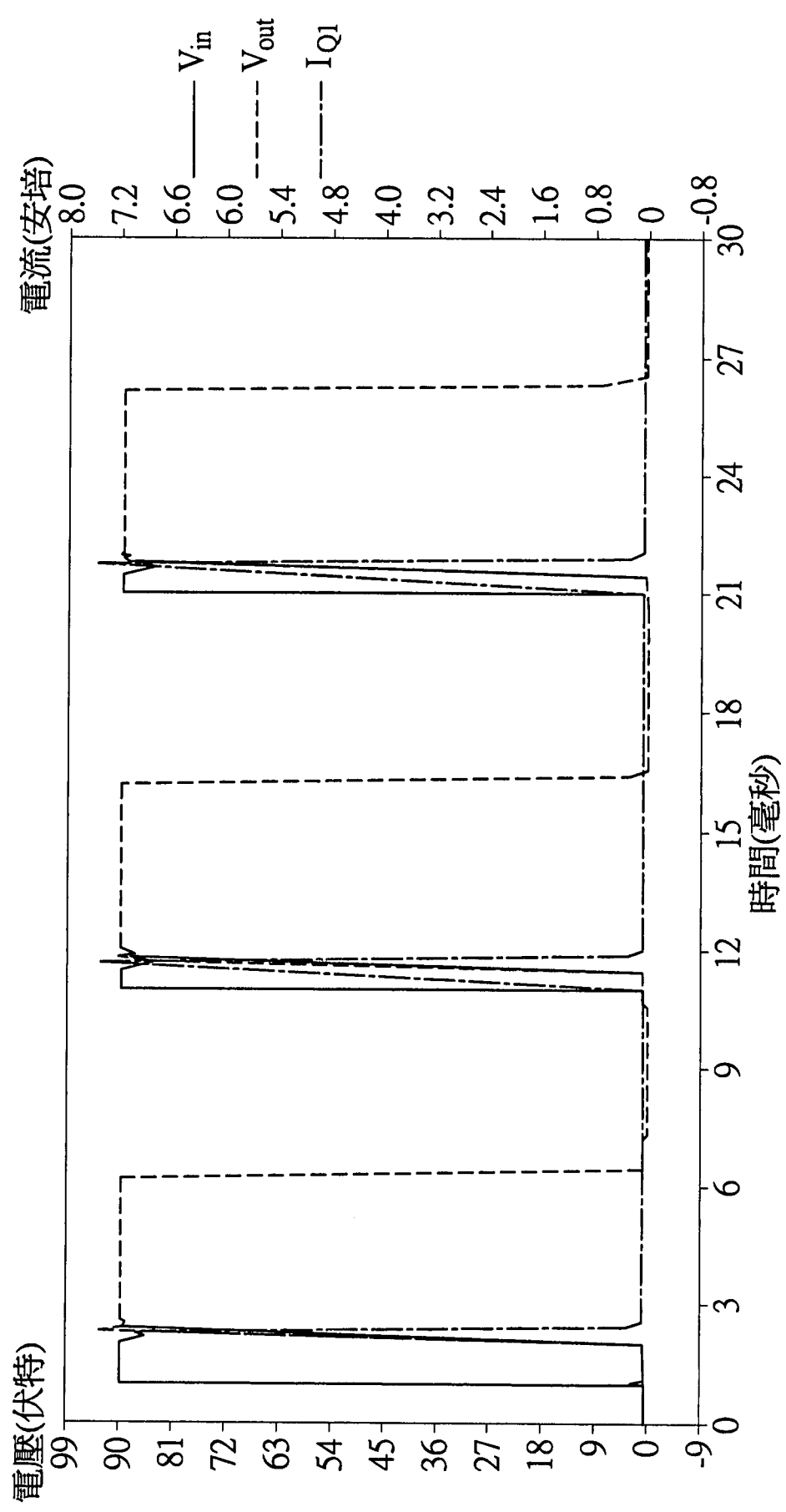


圖4

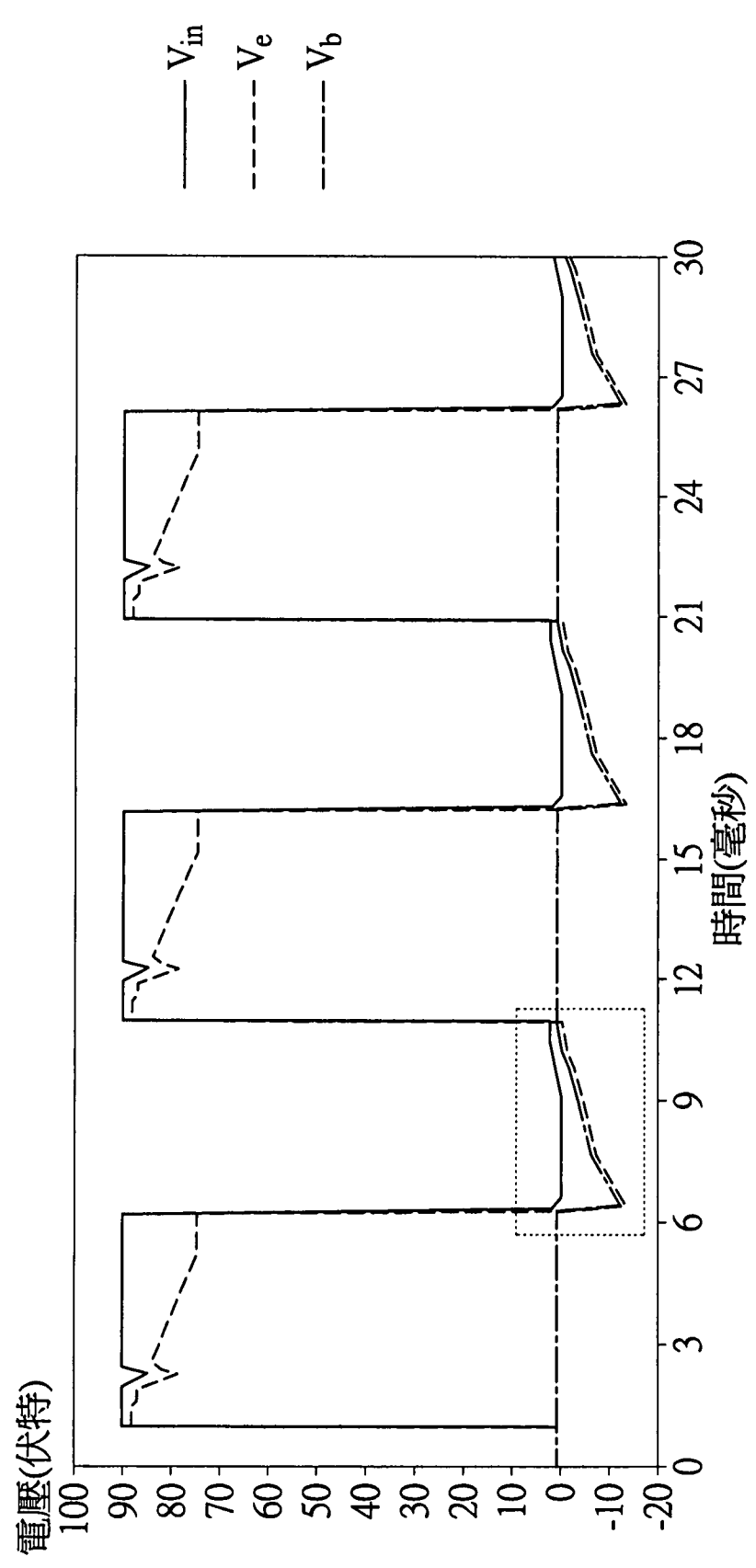


圖5A

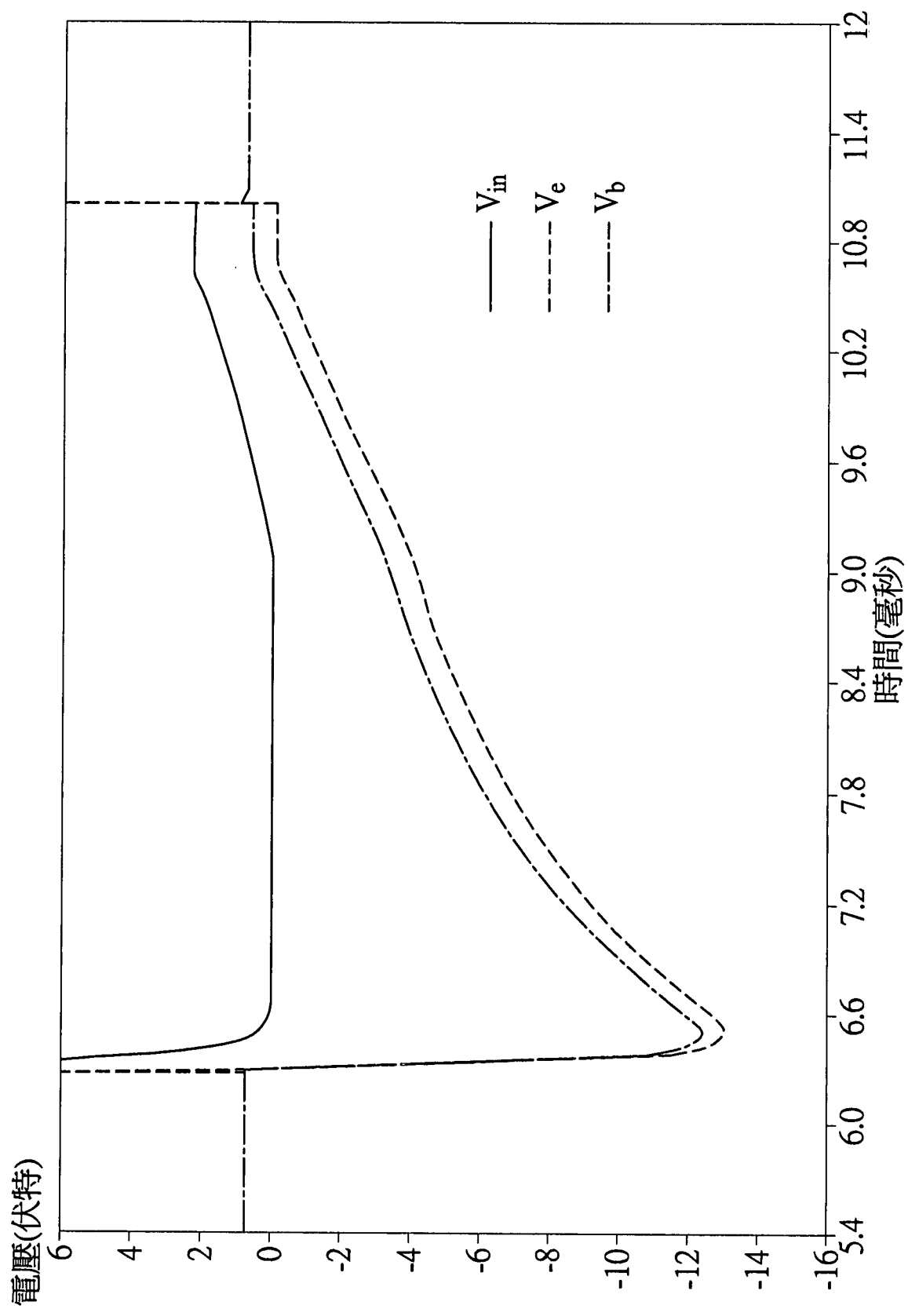


圖5B

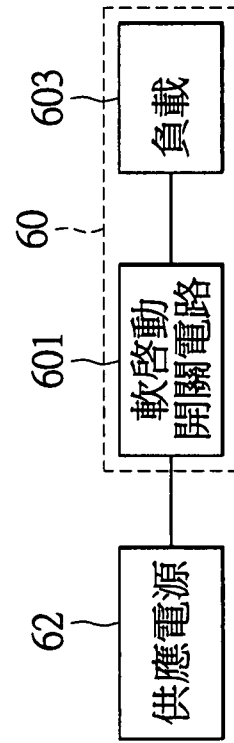


圖6