



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本 (11)證書號數：TW I472354 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 02 月 11 日

(21)申請案號：100149927

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 12 月 30 日

(51)Int. Cl. : A61N1/36 (2006.01)

(71)申請人：國立交通大學(中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)

新竹市大學路 1001 號

(72)發明人：林群祐 LIN, CHUN YU (TW)；李易儒 LI, YI JU (TW)；柯明道 KER, MING DOU (TW)

(74)代理人：林火泉

(56)參考文獻：

US 5372605

US 2005/0259454A1

審查人員：蔡宇婷

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：3 共 16 頁

(54)名稱

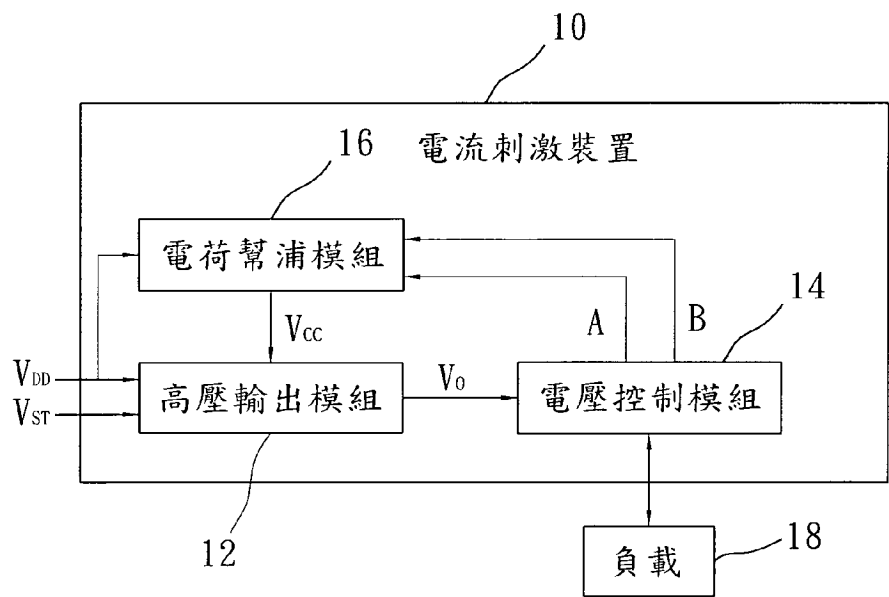
電流刺激裝置

CURRENT STIMULATOR

(57)摘要

本發明提供一種電流刺激裝置，包括高壓輸出模組、電壓控制模組及電荷幫浦模組，高壓輸出模組係包含複數個電晶體且相疊接而成，用以接收控制電流刺激裝置之啟/閉之一輸入控制訊號及一第一電壓，第一電壓經疊加每一電晶體之輸出電壓後，據以轉換為一第二電壓並輸出予電壓控制模組，其根據第二電壓及一負載阻抗變化以輸出一電壓控制訊號，據以提供穩定之一刺激電流予負載，電荷幫浦模組根據電壓控制訊號以調整第一電壓之電壓值大小予高壓輸出模組，以適應性穩定刺激電流的輸出狀態。

The disclosure relates to a current stimulator. The current stimulator includes a high-voltage output module, a voltage control module and a charge pump module. The high-voltage output module includes a plurality of stacked transistors, which are used to receive an input control signal and a first voltage applicable to controlling an on/off state of the current stimulator. A second voltage is provided by summing up the first voltage with an output voltage of each transistor and output to the voltage control module. Therefore, according to the second voltage and how the loading resistance changes, the voltage control module outputs a voltage control signal thus a stimulating current is stabilized. The charge pump module modulates a voltage value of the first voltage output to the high-voltage output module so as to adaptively stabilize an output state of the stimulating current.



- 10 . . . 電流刺激裝置
- 12 . . . 高壓輸出模組
- 14 . . . 電壓控制模組
- 16 . . . 電荷幫浦模組
- 18 . . . 負載

第 1 圖

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：(10149927)

※申請日：100.12.30 ※IPC 分類：A61N 1/36 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

電流刺激裝置 / current stimulator

二、中文發明摘要：

本發明提供一種電流刺激裝置，包括高壓輸出模組、電壓控制模組及電荷幫浦模組，高壓輸出模組係包含複數個電晶體且相疊接而成，用以接收控制電流刺激裝置之啟/閉之一輸入控制訊號及一第一電壓，第一電壓經疊加每一電晶體之輸出電壓後，據以轉換為一第二電壓並輸出予電壓控制模組，其根據第二電壓及一負載阻抗變化以輸出一電壓控制訊號，據以提供穩定之一刺激電流予負載，電荷幫浦模組根據電壓控制訊號以調整第一電壓之電壓值大小予高壓輸出模組，以適應性穩定刺激電流的輸出狀態。

三、英文發明摘要：

The disclosure relates to a current stimulator. The current stimulator includes a high-voltage output module, a voltage control module and a charge pump module. The high-voltage output module includes a plurality of stacked transistors, which are used to receive an input control signal and a first voltage applicable to controlling an on/off state of the current stimulator. A second voltage is provided by summing up the first voltage with an output voltage of each transistor and output to the voltage control module. Therefore, according to the second voltage and how the loading resistance changes, the voltage control module outputs a voltage control signal thus a stimulating current is stabilized. The charge pump module modulates a voltage value of the first voltage output to the high-voltage output module so as to adaptively stabilize an output state of the stimulating current.

四、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：

10 電流刺激裝置

12 高壓輸出模組

14 電壓控制模組

16 電荷幫浦模組

18 負載

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關一種電流刺激裝置，特別是指一種可相容高工作電壓且具有負載適應性之電流刺激裝置。

【先前技術】

隨著積體電路產業在國內的蓬勃發展，以及世界級晶圓代工業務的就近供應，目前已擁有高成長性與高爆發力，各式各樣的積體電路產品陸續研發成功，除了在積體電路產品上取得成就以外，更進一步研發將積體電路的技術與生物、醫學等更貼近人民生活的方面做結合，以期能夠更直接的應用在人民生活上，造就人民的幸福。

以生物電流刺激器舉例說明，電刺激技術已被視為嶄新的醫療技術，透過電流訊號流過患者的待刺激部位，可使患者恢復部分身體的機能，提供了以往大眾認為無法治癒的疾患另一個可能的治療途徑。隨著積體電路製程的微縮化，整合智慧型仿生系統於單晶片的目標已變得可行，而為了系統單晶片整合的需求，單一晶片裡將包含不同類型的電路，但電流刺激器仍然必須操作在高電壓的環境裡。如果利用低電壓製程所設計的積體電路操作在高電壓的環境下時，往往內部所產生之高壓會大於元件可承受的電壓，故容易發生電性過壓(electrical overstress)、閘極氧化層可靠度(gate-oxide reliability)、熱載子衰退效應(hot-carrier degradation)、漏電流(leakage current)等現象。

再者，電流刺激器接到動物或人體上的等效負載會依接點位置不同，負載阻抗隨之變化，甚至在同一種位置上的刺激，依接觸時間和電極材質

不同，負載阻抗也會隨時有變化，當負載阻抗不匹配時，刺激電流即無法有效地輸出。

有鑑於此，本發明遂針對上述先前技術之缺失，提出一種電流刺激裝置，以有效克服上述之該等問題。

【發明內容】

本發明之主要目的在提供一種電流刺激裝置，其利用低壓製程元件來承受高壓，以解決電性過壓之問題。

本發明之另一目的在提供一種電流刺激裝置，其可根據負載阻抗變化隨之調整刺激電流的大小，據以提供穩定之刺激電流，進而提高安全性及可靠度。

為達上述之目的，本發明提供一種電流刺激裝置，包括一高壓輸出模組、一電壓控制模組及一電荷幫浦模組。高壓輸出模組電性連接電壓控制模組，高壓輸出模組包含複數個電晶體且相疊接而成，高壓輸出模組接收自外部啟/閉電流刺激裝置之一輸入控制訊號及一第一電壓，處於低壓狀態之第一電壓經疊加每一電晶體之輸出電壓後，據以轉換為高壓之一第二電壓，並將其輸出予電壓控制模組；因此，能實現利用低壓製程之輸入電壓，經由此些電晶體來承受高壓之功效。電壓控制模組電性連接高壓輸出模組，由於負載阻抗變化大，因此電壓控制模組可根據第二電壓及一負載阻抗變化以輸出能穩定一刺激電流予負載之一電壓控制訊號。電荷幫浦模組電性連接電壓控制模組及高壓輸出模組，電荷幫浦模組係接收電壓控制訊號以調整第一電壓之電壓值予高壓輸出模組，以適應性穩定刺激電流的輸出狀態。

底下藉由具體實施例詳加說明，當更容易瞭解本發明之目的、技術內容、特點及其所達成之功效。

【實施方式】

本發明為了電流刺激裝置能與其他電路整合為單晶片，其能植入動物體內以對患部進行電刺激治療，同時考量安全性、可靠度及功率消耗等問題，本發明利用低壓製程來製作電流刺激裝置，以期能克服先前技術電路操作在高電壓的環境，所容易發生電性過壓、閘極氧化層可靠度、熱載子衰退效應、漏電流等現象。

如第 1 圖所示，為本發明之功能方塊圖，電流刺激裝置 10 包括一高壓輸出模組 12、一電壓控制模組 14 及一電荷幫浦模組 16。其中，高壓輸出模組 12 電性連接電壓控制模組及電荷幫浦模組 16。高壓輸出模組 12 包含複數個電晶體且相疊接而成，值得注意的是，本發明是利用此些電晶體疊接的設計技巧來提高承受 N 倍的高壓（容後詳述）。電流刺激裝置 10 之啟/閉係根據一輸入控制訊號（ V_{ST} ）以控制運作；舉例來說，當高壓輸出模組 12 接收啟動電流刺激裝置 10 之輸入控制訊號時，且一電源供應模組會提供一供應電壓（ V_{DD} ）予高壓輸出模組 12 開始運作。一開始高壓輸出模組 12 會接收來自電荷幫浦模組 16 輸出之第一電壓（ V_{CC} ），處於低壓狀態之第一電壓經疊加每一電晶體之輸出電壓後，據以轉換為高壓之一第二電壓（ V_O ），並將其輸出予電壓控制模組 14。由於負載 18 阻抗變化大（待刺激患部），因此需利用電壓控制模組 14 先偵測負載 18 之阻抗變化來決定提供一刺激電流的大小，再根據第二電壓及負載阻抗變化以輸出能穩定刺激電流予負載 18 之一電壓控制訊號（A/B 控制訊號）。電荷幫浦模組 16 係接收

電壓控制訊號以執行升壓動作，據以調整提供多少第一電壓之電壓值予高壓輸出模組 12，以適應性穩定刺激電流的輸出狀態。

為進一步瞭解本發明之電路設計能達到以低壓製程元件來承受高壓，以及於負載阻抗於一預定範圍內變化，電流刺激裝置 10 亦能提供穩定刺激電流之功效，請參閱第 2 圖之詳細電路架構圖。高壓輸出模組 12 包含電性連接之一驅動單元 122 及一高壓輸出單元 124，其中高壓輸出單元 124 包含複數個串聯之第一分壓電阻 (R_1)、第二分壓電阻 (R_2)，及其連接之此些電晶體。驅動單元 122 接收輸入控制訊號 (V_{ST}) 及電源供應模組 20 所提供之供應電壓 (V_{DD}) 以驅動高壓輸出單元 124 作動。其中，串聯之此些第二分壓電阻 (R_2) 係接收供應電壓，由於電源供應模組 20 為低壓製程元件，因此，可將低壓輸入之供應電壓，如 1.8V-3.3V 經由串聯的此些第二分壓電阻轉換為高壓後，再將高壓傳送至此些電晶體並作為其驅動電壓；而高壓輸入之第一電壓 (V_{CC}) 係利用串聯之此些第一分壓電阻 (R_1) 分壓後，分別提供予後端之此些電晶體並作為其驅動電壓。由於電晶體各端點之間的跨壓皆小於 3.3V (0.18 μ s 電晶體可承受之電壓)，因此不會有電性過壓、閘極氧化層可靠度、熱載子衰退效應、漏電流等可靠度的疑慮。當第一電壓經疊加每一電晶體之輸出電壓後，據以轉換為高壓之一第二電壓 (V_O)，並將其輸出予電壓控制模組 14。

其中，電壓控制模組 14 包含電性連接之一輸出阻抗單元 142、一第一分壓電路單元 144 及至少一電壓比較器 146。輸出阻抗單元 142 係為一輸出電阻 (R_O)，連接於高壓輸出模組 12 之電壓輸出端及負載 (R_L) 18 之間，輸出阻抗單元 142 係接收第二電壓，將其轉換為一刺激電流，再將刺激電

流輸出至負載 18，並根據負載 18 之阻抗變化以使輸出阻抗單元 142 之端電壓（跨壓）改變，因此電壓比較器 146 可根據端電壓來判斷刺激電流大小。在此，值得注意的是，電壓比較器 146 是使用低壓製程元件，由於輸出阻抗單元 142 係接收高壓的第二電壓，因此為了能提供後端電壓比較器 146 能穩定運作，故利用第一分壓電路單元 144 將高壓進行分壓後傳送至電壓比較器 146。

其中，第一分壓電路單元 144 係包含一第一分壓子電路 (R_x) 1442 及一第二分壓子電路 (R_x) 1444，其電壓輸出端連接至電壓比較器 146。第一分壓子電路 1442，如串聯之電阻 $5R_x$ 及 R_x ，係連接於高壓輸出模組 12 之電壓輸出端與輸出阻抗單元 142 之間，並根據兩者間之電壓分壓出一第三電壓(V_A)。第二分壓子電路 1444，如串聯之電阻 $5R_x$ 及 R_x ，係連接於輸出阻抗單元 142 與負載 18 之間，並根據兩者間之電壓分壓出一第四電壓(V_B)。最後，由電壓比較器 146 來比較第三電壓及第四電壓，如此可判斷出刺激電流大小，據以輸出電壓控制訊號(A/B 控制訊號)予電荷幫浦模組 16。

接續，為了讓負載 18 阻抗變化時，亦能提供穩定的刺激電流予負載 18，在此實施例中，可將預設四種不同之負載 18 阻抗範圍，例如 100k Ω ~133 k Ω ，133k Ω ~168 k Ω ，168k Ω ~213 k Ω 及 213k Ω ~250k Ω 。電壓比較器 146 係設計為複數個，以三個為例說明，此些電壓比較器 146 分別為 C_1 、 C_2 、 C_3 ，其可根據第三電壓及第四電壓之電壓準位予以分配對應之電壓比較器，經比較後輸出電壓控制訊號，例如 00，01，11，10。當然，負載 18 阻抗範圍細分的越多，相對地電壓比較器可對應增加，使輸出之電壓控制訊號能更精確。

其中，電荷幫浦模組 16 包含電性連接之一第二分壓電路單元 161、一開關 162、一充電單元 163、一電壓回授單元 164、一電壓輸出比較器 165 及一時脈控制單元 166。其中，第二分壓電路單元 161 連接一電壓供應模組（圖中未示），並接收其所提供之供應電壓（ V_{DD} ）。第二分壓電路單元包含複數個分壓電阻（ R_D ），分別輸出不同分壓位準，且連接於開關 162，由電壓控制訊號來選擇對應之分壓位準，換言之，開關 162 根據電壓控制訊號以自第二分壓電路單元 161 上之複數個不同分壓位準中選擇其一並輸出分壓位準，例如，電壓控制訊號為 00，則選擇分壓位準 a，電壓控制訊號為 01，則選擇分壓位準 b，電壓控制訊號為 11，則選擇分壓位準 c，電壓控制訊號為 10，則選擇分壓位準 d。舉例來說，若電壓控制訊號為 00，則經開關 162 將分壓位準 a 輸入至電壓輸出比較器（ C_0 ）165 之正極（ V^+ ）。第一電壓（ V_{CC} ）可經由電壓回授單元 164 之回授電壓輸入至電壓輸出比較器 165 之負端（ V^- ）。電壓輸出比較器 165 係比較回授電壓及分壓位準 a，當回授電壓之電壓值大於所需之分壓位準 a 時，電壓輸出比較器 165 輸出一比較控制訊號至時脈控制單元 166，其根據比較控制訊號及一脈波訊號（Clock）以控制充電單元 163 停止充電。反之，若回授電壓之電壓值小於所需之分壓位準 a 時，則由時脈控制單元 166 控制充電單元 163 開始充電。其中，充電單元 163 與時脈控制單元 166 之間更可連接一電壓緩衝單元 167，以調整充電單元 163 之充電狀態。此外，充電單元 163 與電壓回授單元 164 之間連接一電容（ C_{out} ）168，係用以儲存充電單元 163 之充電電壓，讓充電單元 163 之充電電壓不會瞬間傳送至高壓輸出模組 12，如此可讓整體電路運作更加地穩定。再者，透過電荷幫浦模組 16 來調整第一電壓（ V_{CC} ）之

電壓值予高壓輸出模組 12，進而使電壓控制模組 14 能輸出穩定之刺激電流，以因應負載 18 的阻抗變化。

舉例來說，本發明應用於抑制癲癇症發作之電流刺激裝置，負載 18（待刺激部位）會因患部內組織變異而產生不同之阻抗變化，請同時參閱第 3A 及 3B 圖，為本發明模擬應用於生物體上之波形圖。由於本發明將負載 18 之阻抗變化範圍細分為四種，以及利用三個電壓比較器去判斷分別對應四種阻抗範圍內之電壓控制訊號，如第 3A 圖所示，負載之阻抗變化從 $100\text{k}\Omega$ 至 $250\text{k}\Omega$ 間不等的變化，而所需刺激電流係介於 $35\mu\text{A}$ 至 $50\mu\text{A}$ 之間；再如第 3B 圖所示，電壓控制訊號可根據負載之阻抗變化以輸出所需之刺激電流大小。

綜上所述，本發明確實可達到於負載阻抗於一預定範圍內變化，電流刺激裝置亦能提供穩定刺激電流之功效；且可利用低壓製程元件來承受高壓，以解決先前技術之電性過壓之問題，進而提高安全性及可靠度。

唯以上所述者，僅為本發明之較佳實施例而已，並非用來限定本發明實施之範圍。故即凡依本發明申請範圍所述之特徵及精神所為之均等變化或修飾，均應包括於本發明之申請專利範圍內。

【圖式簡單說明】

第 1 圖為本發明之功能方塊圖。

第 2 圖為本發明之詳細電路架構圖。

第 3A 及 3B 圖為本發明模擬應用於生物體上之波形圖。

【主要元件符號說明】

10 電流刺激裝置

12	高壓輸出模組
122	驅動單元
124	高壓輸出單元
14	電壓控制模組
142	輸出阻抗單元
144	第一分壓電路單元
1442	第一分壓子電路
1444	第二分壓子電路
146	電壓比較器
16	電荷幫浦模組
161	第二分壓電路單元
162	開關
163	充電單元
164	電壓回授單元
165	電壓輸出比較器
166	時脈控制單元
167	電壓緩衝單元
168	電容
18	負載
20	電源供應模組

七、申請專利範圍：

1. 一種電流刺激裝置，包括：

一高壓輸出模組，係包含複數個電晶體且相疊接而成，該高壓輸出模組接收一輸入控制訊號及一第一電壓，該第一電壓經疊加每一該電晶體之輸出電壓後，據以轉換為一第二電壓並輸出之；

一電壓控制模組，電性連接該高壓輸出模組，該電壓控制模組係根據該第二電壓及一負載阻抗變化以輸出能穩定一刺激電流予該負載之一電壓控制訊號；及

一電荷幫浦模組，電性連接該電壓控制模組及該高壓輸出模組，該電荷幫浦模組係接收該電壓控制訊號以調整該第一電壓之電壓值予該高壓輸出模組。

2. 如請求項 1 所述之電流刺激裝置，其中該高壓輸出模組包含電性連接之一驅動單元及一高壓輸出單元，該高壓輸出單元包含複數個分壓電阻及其連接之該些電晶體，該驅動單元係接收該輸入控制訊號以驅動該高壓輸出單元將該第一電壓轉換為該第二電壓輸出。

3. 如請求項 2 所述之電流刺激裝置，其中該驅動單元係接收一電源供應模組所提供之一供應電壓。

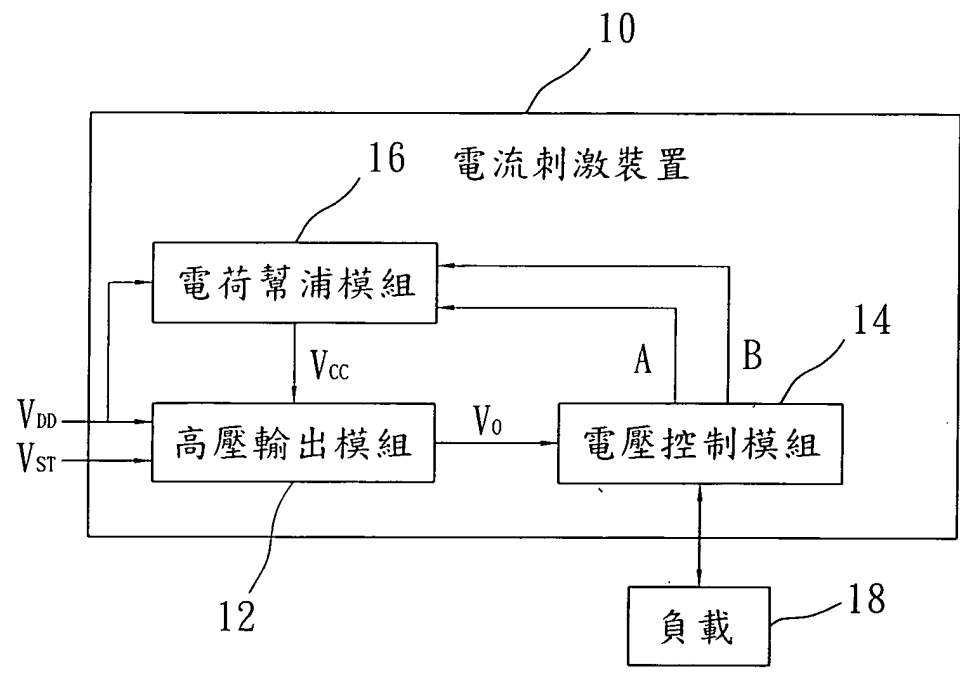
4. 如請求項 1 所述之電流刺激裝置，其中該電壓控制模組係包含電性連接之一輸出阻抗單元、一第一分壓電路單元及至少一電壓比較器，該輸出阻抗單元係接收該第二電壓，並根據該負載阻抗以使該輸出阻抗單元之端電壓改變，該第一分壓電路單元根據該端電壓以分壓出一第三電壓及一第四電壓，該電壓比較器係比較該第三電壓及該第四電壓以輸出該電

壓控制訊號。

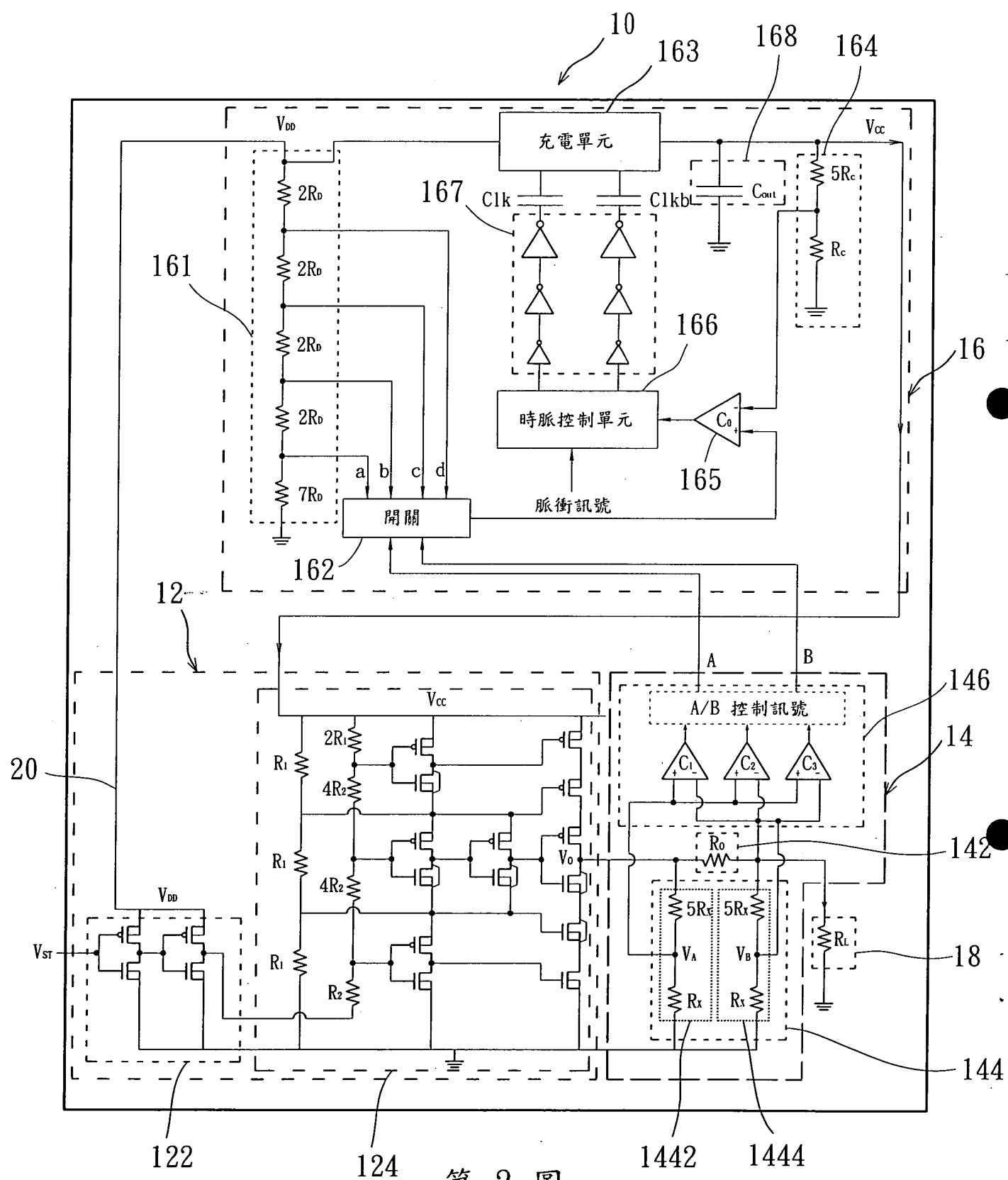
5. 如請求項 4 所述之電流刺激裝置，其中該輸出阻抗單元係為一輸出電阻，連接於該高壓輸出模組及該負載，該輸出阻抗單元係將該第二電壓轉換為一刺激電流，並將其輸出至該負載。
6. 如請求項 4 所述之電流刺激裝置，其中該電壓比較器為複數個時，可根據該第三電壓及該第四電壓之電壓準位予以分配對應之該電壓比較器，經比較後輸出該電壓控制訊號。
7. 如請求項 4 所述之電流刺激裝置，其中該第一分壓電路單元係包含一第一分壓子電路及一第二分壓子電路，其電壓輸出端連接至該電壓比較器。
8. 如請求項 1 所述之電流刺激裝置，其中該電荷幫浦模組包含電性連接之一第二分壓電路單元、一開關、一充電單元、一電壓回授單元、一電壓輸出比較器及一時脈控制單元，該第二分壓電路單元連接一電壓供應模組，並接收電壓供應模組之一供應電壓，該開關根據該電壓控制訊號以自該第二分壓電路單元上之複數個不同分壓位準中選擇其一並輸出該分壓位準，再將已選擇之該分壓位準及該第一電壓經由該電壓回授單元之回授電壓輸入至該電壓輸出比較器，該電壓輸出比較器係比較該回授電壓及該分壓位準，以輸出一比較控制訊號至該時脈控制單元，該時脈控制單元根據該比較控制訊號及一脈波訊號以控制該充電單元作動。
9. 如請求項 8 所述之電流刺激裝置，其中該第二分壓電路單元包含複數個分壓電阻，分別輸出不同分壓位準，且連接於該開關，由該電壓控制訊號選擇對應之該分壓位準，經該開關將該分壓位準輸入至該電壓輸出比較器。

- 10.如請求項 8 所述之電流刺激裝置，其中該回授電壓之電壓值大於及該分壓位準時，則由該時脈控制單元控制該充電單元停止充電，該回授電壓之電壓值小於該分壓位準時，則由該時脈控制單元控制該充電單元開始充電。

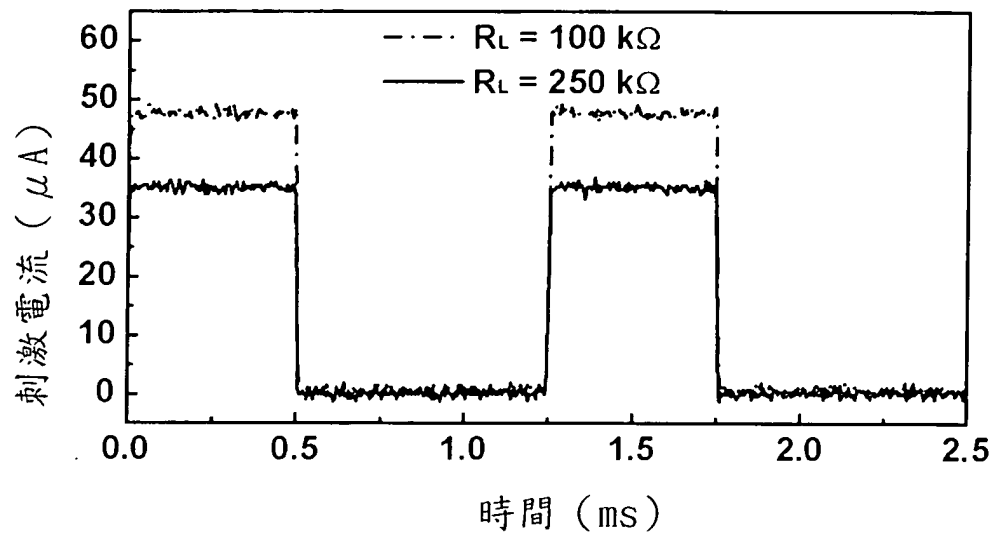
八、圖式：



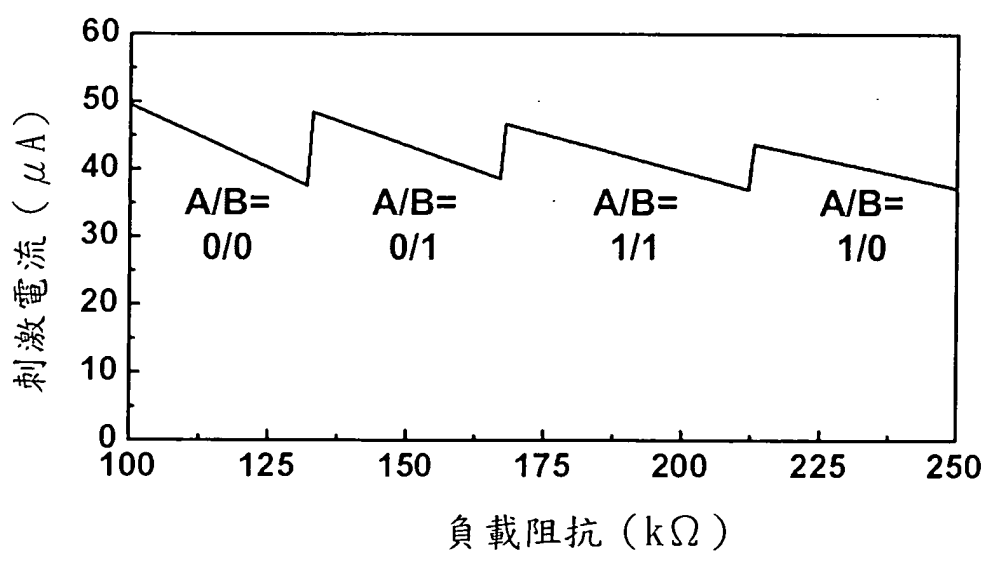
第 1 圖



第 2 圖



第 3A 圖



第 3B 圖