發明專利說明書

200409826

（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：92126173

※ 申請日期：92.9.23　　※IPC 分類：C23C14/54

壹、發明名稱：（中文/英文）

具電弧處理之高尖峰功率電漿脈衝供應器

HIGH PEAK POWER PLASMA PULSED SUPPLY WITH ARC HANDLING

貳、申 請 人：（共 1 人）

姓名或名稱：（中文/英文）

先驅能源工業公司/Advanced Energy Industries, Inc.

代表人：（中文/英文）

理查　A　史谷爾/SCHOLL, RICHARD A.

住居所或營業所地址：（中文/英文）

美國科羅拉多州 80525 科林斯堡尖端路 1625 號

1625 Sharp Point Drive, Fort Collins, CO 80525, U.S.A.

國　籍：（中文/英文）

美國/U.S.A.

參、發明人：（共 1 人）

姓　名：（中文/英文）

大衛　J　克利斯提/CHRISTIE, DAVID J.

住居所地址：（中文/英文）

美國科羅拉多州 80525 科林斯堡雙子橡樹街 1300 號

1300 Twin Oak Court Fort Collins, CO 80525, U.S.A.

國　籍：（中文/英文）

美國/U.S.A.

肆、聲明事項：

☐ 本案係符合專利法第二十條第一項☐第一款但書或☐第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 V 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 美國；2002.09.25；10/254,158
2.
3.
4.
5.

☐ 主張國內優先權(專利法第二十五條之一)：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

1.
2.

☐ 主張專利法第二十六條微生物：

☐ 國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明一般係關於用以進行高度離子化、高密度金屬電漿的磁控濺鍍的設備與方法，更明確地說，本發明係關於可傳輸尖峰功率 0.1 百萬瓦至數百萬瓦的磁控濺鍍設備，其可傳送 $1kW/cm^2$ 的尖峰功率密度和更高的密度給具備電弧處理能力的濺鍍磁控電漿負載。

【先前技術】

吾人希望藉由產生金屬離子並且利用一可吸引該等離子的電偏壓，將該等離子吸引至該工件以披覆若干個基板。此方法的效用包括將披覆物施加至具有不平整部的表面上(該等不平整部無法以基本上需要運用視線的正常濺鍍法來進行均勻的沉積)。更確切地說，如 Monteiro 於 1999 年發表在 JVST B 17(3)中的第 1094 頁和 Lu 及 Kushner 於 2001 年發表在 JVST A 19(5)中的第 2652 頁所記載，藉由提供偏壓給晶圓以吸引該等離子，便可於半導體裝置中進行披覆並且均勻填補大深寬比的溝渠。

Kouznetzov 等人已經於「表面與披覆技術(Surface and Coatings Technology)122」(1999 年)中的第 290 頁記載，藉由具有高尖峰功率及低責任係數的電脈衝，來驅動慣用的濺鍍磁控以產生高度離子化、高密度金屬電漿的技術。於下面的文獻中還可發現額外的技術：Macak 等人於 2000 年發表在 JVST A 18(4)中的第 1533 頁；Gudmundsson

等人於 2001 年 5 月 28 日發表在 APL，第 78 冊，第 22 號中的第 3427 頁；以及 Ehiasarian 等人發表在 Vacuum 65(2002 年)中的第 147 頁以及於 2001 年 10 月 2 日的美國專利第 6,296,742 B1 號。

本技術的訴求在於能夠產生大量的離子化物種，並且可接著藉由施加一偏壓電壓將該等物種吸引至工件。上面關於高尖峰功率技術的參考文獻似乎都透過一電感器來使用一簡易的電容器放電。不過，該些參考文獻所教授的技術並未揭示任何的電弧處理能力，而且實際上建議有一塊毫無電弧的區域存在。即使理論上建議其應該存在，不過硬體中無法避免的瑕疵基本上便無法實現完全無電弧作業的區域。使用不具有電弧處理能力的技術便無法應用於商業用途中。因此，吾人希望提供一種能夠運用高尖峰功率脈衝於磁控中的商用設備，以便能藉由最小化電弧能量以產生高密度、高度離子化的金屬電漿，從而讓因電弧作用所導致的產品損壞或靶損壞程度保持在可接受的限制範圍內。

一般來說，電弧控制與電弧轉向設備係由可偵測該電弧並且讓電源供應器與負載解除連接的電路所構成；或是由一可有效地讓該電源供應器電路產生短路以消滅電弧的切換電路所組成。不過，該類電弧處理方法都非常地昂貴，因為其可能導致製程完全關閉，從而浪費昂貴的庫存材料；或是需要消散積存於該等電源供應器電路中的能量。在高功率應用中，將電源供應器進行短路時可能會造成極

高電流，可對該電源供應器本身造成破壞；而且重複地消散儲存的能量需要能夠具有高尖峰功率及高平均功率的昂貴電阻元件，以及能夠冷卻該等電阻元件的機構。

吾人還會希望提供一種具備電弧處理能力、可以傳輸尖峰功率 1 百萬瓦以上的磁控濺鍍設備與方法，用以作為高產能的商業應用。本發明的目的係提供一種磁控濺鍍電漿系統，其具有偵測電弧的能力，而且能夠採取措施以限制傳輸至該電弧的能量。

【發明內容】

本發明提供一種用以產生高電壓脈衝而具備有效電弧處理能力的設備與方法，其適用於傳輸高尖峰功率給高密度磁控電漿。由一能量儲存電容器所組成的脈衝電路被反覆地充電，而後便透過與該電漿產生串聯的電感器來進行放電。電感器與電容器的組合調整該脈衝的波形，用以提供一與該電漿匹配的阻抗，並且在發生電弧時可用以限制電流的上升速率及尖峰大小。當放電電壓於脈衝期間降低至一預設的電壓臨界值以下，或是放電電流升高至一預設的電流臨界值以上，便偵測到一電弧。當偵測到電弧之後，便會讓該能量儲存電容器與該串聯的電感器解除連接，以阻止電流上升。而後便讓該脈衝電路與該電漿負載解除連接，並且讓電感器能量回流至該能量儲存電容器。

【實施方式】

現在參考圖 1，圖中所示的係一磁控電漿處理系統 10

的示意圖。直流電源供應器 12 係透過一脈衝電路 16 連接至一磁控電漿處理反應室 14。該磁控電漿處理反應室可為熟於本技藝的人士所熟知慣用的磁控反應室，其具有一磁控陰極 18 及陽極 20。該脈衝供應器 16 可係由 Advanced Energy Industries, Inc.所製造的型號 MegaPulser™，其可跨接於陰極 18 及陽極 20 之上供應高電壓脈衝，以利用熟於本技藝的人士所熟知的方式於該等電極之間激起電漿 22。如所有慣用的電漿處理反應室一樣，該電漿會作用於陰極 18 的材料上，於位於該反應室內之基板 26 上產生披覆。通常吾人熟知且瞭解的係於該反應室內的高電壓及處理環境的變動下，可從電漿 22 或陰極 18 中產生電弧放電至陽極 20。而且，會有一小型的直流電源供應器 28 連接至該磁控電漿處理反應室，用以維持該磁控的最小電壓，避免該等高電壓脈衝之間所激起的電漿影響該脈衝電路 16。此電源供應器還可用以於開始進行高脈衝作業之前，於初始階段來激起該電漿。

為能夠將高電壓脈衝施加至該磁控處理反應室之中，該脈衝電路 16 係由能量儲存電容器 C1 透過切換器 S1 與一電感器 L1 串聯所組成的。該電感器 L1 係透過切換器 S2 連接至該磁控的陰極。

圖 2 所示的係該電路的正常作業波形。於整個作業順序中，S2 係關閉的，而 S3 則係打開的。直流電源供應器 12 會將電容器 C1 充電至其初始電壓。S1 會啟動該放電作業，而電容器 C1 則會透過電感器 L1 放電至該電漿負載。

一控制電路啟動該等切換器的時序，用以控制電容器 C1 的充電時間以及其放電至該負載的脈衝。V_C、$i_{電感器}$、$V_{負載}$及$i_{負載}$的波形係由 V_C 的初始值、C1 與 L1 的數值、以及該電漿負載與該輸出纜線的特徵來單獨決定。

圖 3 所示的係於來自脈衝電路 16 的脈衝作用期間所發生的電弧的代表波形。該等順序如圖 2 所示般地開始，而且如上所述，不過當發生電弧時，電流便會上升而且電壓會下降，直到該電弧被偵測到為止。可以利用下面兩種方法中其中一者來偵測電弧。熟於本技藝的人士皆已熟知用以實現該等電弧偵測方法所需要的特定電路技術。第一種，當負載電流超過預設臨界值時，便偵測到電弧。根據電漿負載特徵、V_C 的初始值、C1 與 L1 的數值並且加上邊界值來避免錯誤偵測以預測輸出電流，便可以脈衝為基礎來實際更新脈衝上的臨界值。熟於本技藝的人士皆熟知以該些參數為基礎來預測輸出電流。或者，可以平均尖峰電流為基礎來設定電流臨界值，並且加上特定的邊界值來避免錯誤的電弧偵測。此時，吾人可能希望將具有高電弧電流的脈衝排除在該平均計算之外。第二種，當負載電流在第二電流臨界值以上時，而負載電壓低於預設臨界值的話，便偵測到電弧，其僅適用於此第二種方法。當偵測到電弧時，S1 會立即打開，而 S3 則會於短暫的延遲之後便關閉，接著再經過另一短暫的延遲之後 S2 便會打開。如此作法便會讓該負載與該脈衝電路 16 解除連接，並且開始從電感器 L1 至電容器 C1 進行能量共振傳輸。該結果為當電弧發

生時，位於電感器 L1 中的能量便會回流至電容器 C1。當電弧發生時，此電弧處理順序便可將傳輸至該負載的能量降至最小程度。如果沒有電弧處理的話，儲存於 C1 中的能量以及儲存於 L1 中的能量便會傳輸至該電弧，其幾乎確定會對靶及工件造成損壞。電弧處理可將該程序應用於商業用途中。

輕易地便可看出，本發明提供一種具有電弧處理能力以供脈衝磁控使用的新穎高尖峰功率電漿脈衝供應器，其可藉由偵測到電弧情況時，讓該脈衝電路與該電漿負載解除連接，並且讓針對高尖峰功率脈衝所儲存的電感器能量回流至該能量儲存電容器之中，用以將因電弧所引起的損壞降低至最小程度。

雖然已經圖解且說明本發明的特定結構及作業細節，不過可清楚地瞭解，其僅係作為解釋的目的，而且熟習本技藝的人士很輕易地便可對其進行改變與修正，而不會脫離本發明的精神與範疇。

【圖式簡單說明】

（一）圖式部分

圖 1 所示的係採用本發明原理的磁控電漿處理系統的概略示意圖；

圖 2 所示的係圖 1 之磁控電漿處理系統的正常作業波形；以及

圖 3 所示的係電弧處理作業的波形。

（二）元件代表符號

10　磁控電漿處理系統

12　直流電源供應器

14　磁控電漿處理反應室

16　脈衝電路

18　磁控陰極

20　磁控陽極

22　電漿

26　基板

28　直流電源供應器

S1　切換器

S2　切換器

S3　切換器

L1　電感器

D1　二極體

D2　二極體

C1　電容器

伍、中文發明摘要：

本發明提供一種新穎的磁控濺鍍設備，其一般係由能夠傳輸 0.1 百萬瓦至數百萬瓦尖峰功率、尖峰功率密度大於 1kW/cm^2 的脈衝直流電源供應器所構成的。該電源供應器具有一由一能量儲存電容器及與一切換機構產生串聯的電感器所組成的脈衝電路，用以在偵測到電弧情況時讓該脈衝電路與該電漿解除連接，並且讓電感器能量回流至該能量儲存電容器之中。該能量儲存電容器及該串聯的電感器提供與該電漿匹配的阻抗、在發生電弧時用以限制電流的上升速率及尖峰大小、並且調整送至該電漿的該等電壓脈衝的波形。

陸、英文發明摘要：

There is provided by this invention novel magnetron sputtering apparatus that is generally comprised of a pulsed dc power supply capable of delivering peak powers of 0.1 megaWatts to several megaWatts with a peak power density greater than 1kW/cm^2. The power supply has a pulsing circuit comprised of an energy storage capacitor and serially connected inductor with a switching means for disconnecting the pulsing circuit from the plasma and recycling the inductor energy back to the energy storage capacitor at the detection of an arc condition. The energy storage capacitor and the serially connected inductor provide an impedance match to the plasma, limits the current rate of rise and peak magnitude in the event of an arc, and shapes the voltage pulses to the plasma.

拾、申請專利範圍：

1.一種於連續作業模式中進行陰極材料濺鍍沉積以於一基板上形成披覆的設備，其包括：

a)一電漿反應室，於其中產生含有離子與電子的電漿；

b)至少一靶，其係位於該電漿反應室之中，其含有可響應於來自該電漿的離子撞擊而被濺射的原子，用以於靠近該電漿處之至少一基板的表面上沉積一薄膜；

c)一直流脈衝電源供應器，其具有一連接至位於該電漿反應室之中的靶的脈衝電路，用以對反應室輸出電壓脈衝；以及

d)該脈衝電路進一步包括一能量儲存電容器，用以傳輸該等脈衝給與一切換機構產生串聯的電感器，用以在偵測到電弧情況時讓該脈衝電路與該電漿解除連接，並且讓電感器能量回流至該能量儲存電容器之中。

2.如申請專利範圍第 1 項之於連續作業模式中進行陰極材料濺鍍沉積以於一基板上形成披覆的設備，其中該能量儲存電容器及該串聯的電感器提供與該電漿匹配的阻抗。

3.如申請專利範圍第 2 項之於連續作業模式中進行陰極材料濺鍍沉積以於一基板上形成披覆的設備，其中該能量儲存電容器及該串聯的電感器在發生電弧時用以限制電流的上升速率及尖峰大小。

4.如申請專利範圍第 3 項之於連續作業模式中進行陰

極材料濺鍍沉積以於一基板上形成披覆的設備，其中該能量儲存電容器及該串聯的電感器調整該等電壓脈衝的波形。

5.如申請專利範圍第 4 項之於連續作業模式中進行陰極材料濺鍍沉積以於一基板上形成披覆的設備，其中該直流脈衝電源供應器傳輸 0.1 百萬瓦至數百萬瓦的功率，其尖峰功率密度大於 $1kW/cm^2$。

6.如申請專利範圍第 1 項之於連續作業模式中進行陰極材料濺鍍沉積以於一基板上形成披覆的設備，其中該脈衝電路根據該能量儲存電容器開始放電時的初始充電電壓、該電感器與該電容器的數值、以及電漿負載特徵來更新電弧電流臨界值。

7.如申請專利範圍第 1 項之於連續作業模式中進行陰極材料濺鍍沉積以於一基板上形成披覆的設備，其中該脈衝電路根據平均尖峰電流來更新電弧電流臨界值，其中具有高電弧電流的脈衝已經被排除於該平均計算之外。

拾壹、圖式：

如次頁

9204173

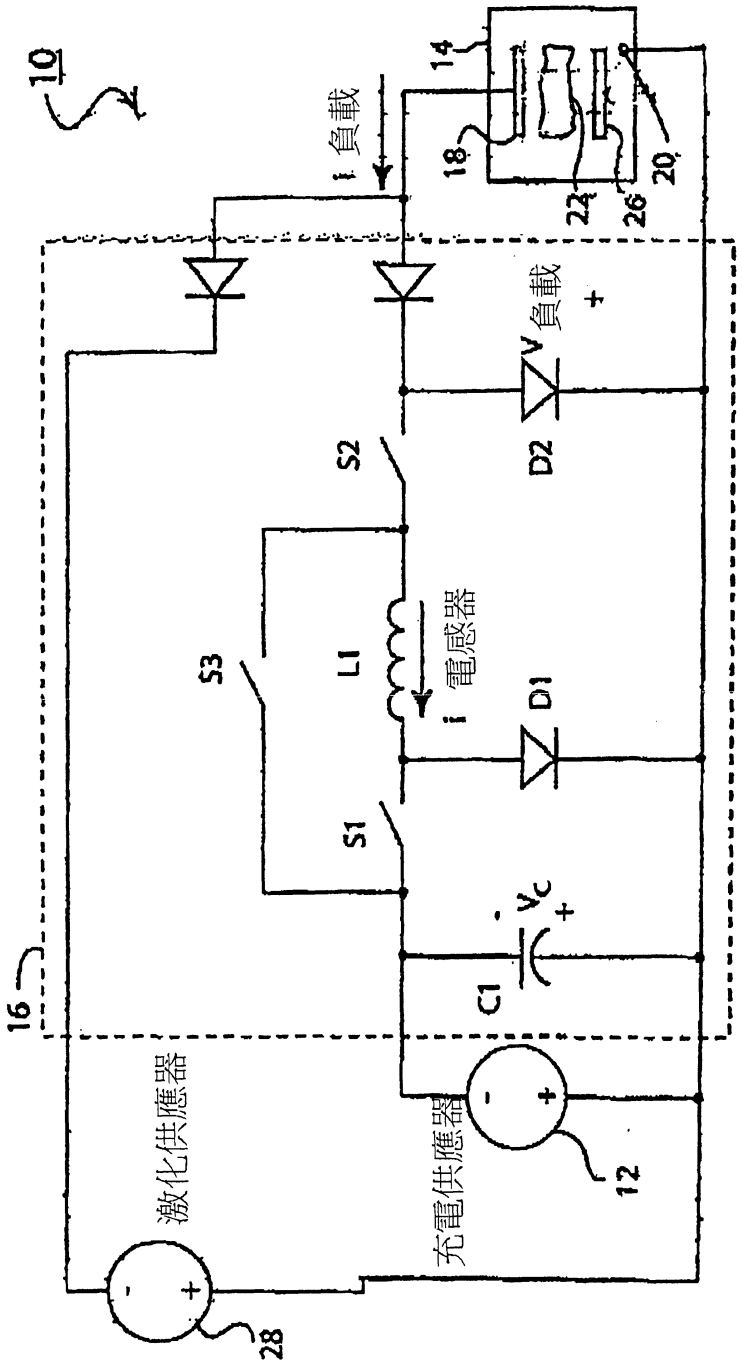

10
i 負載
14
18
22
26
20
V 負載
+
D2
S2
S3
L1
i 電感器
D1
S1
Vc
C1
16
激化供應器
充電供應器
12
28

圖 1

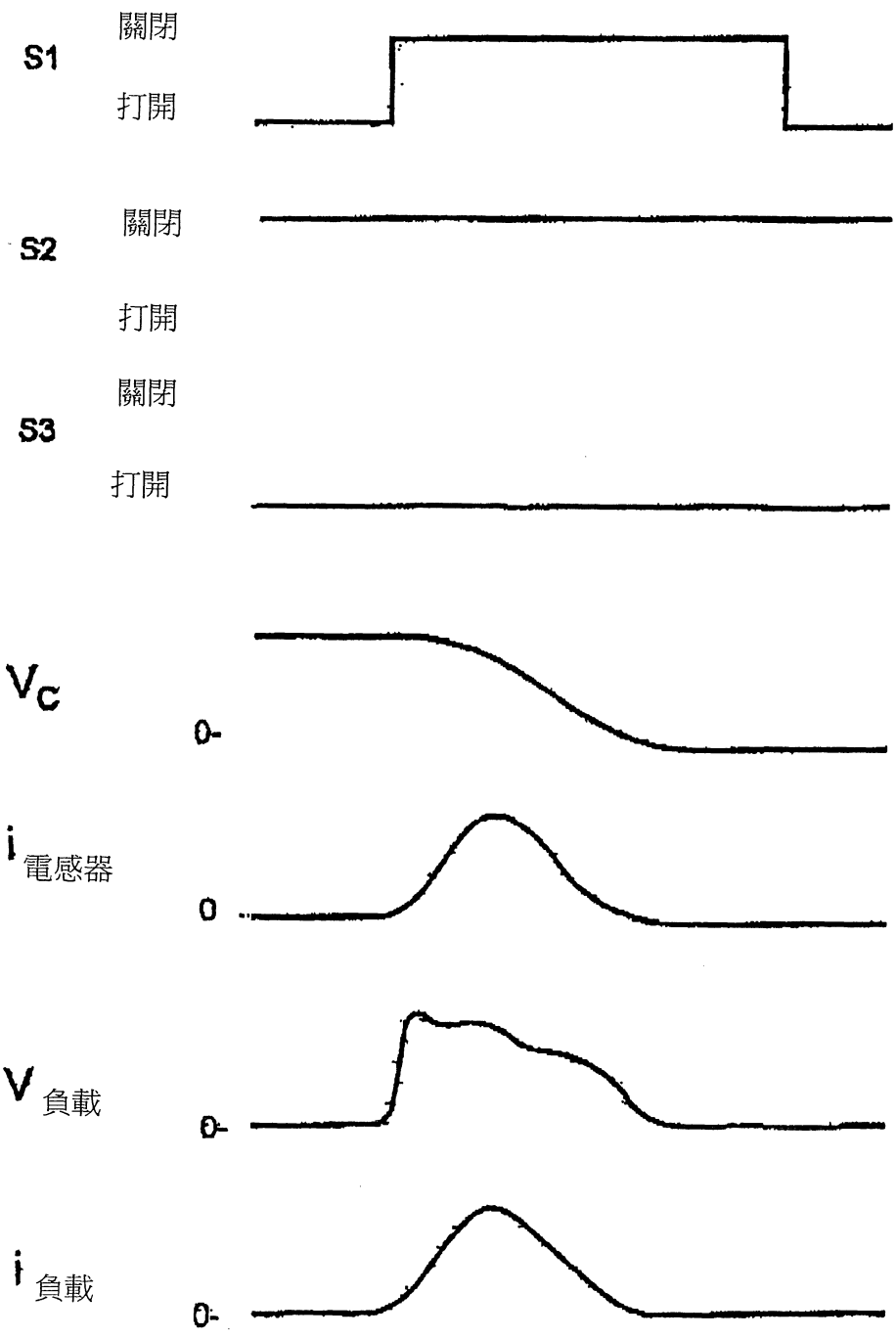


圖 2

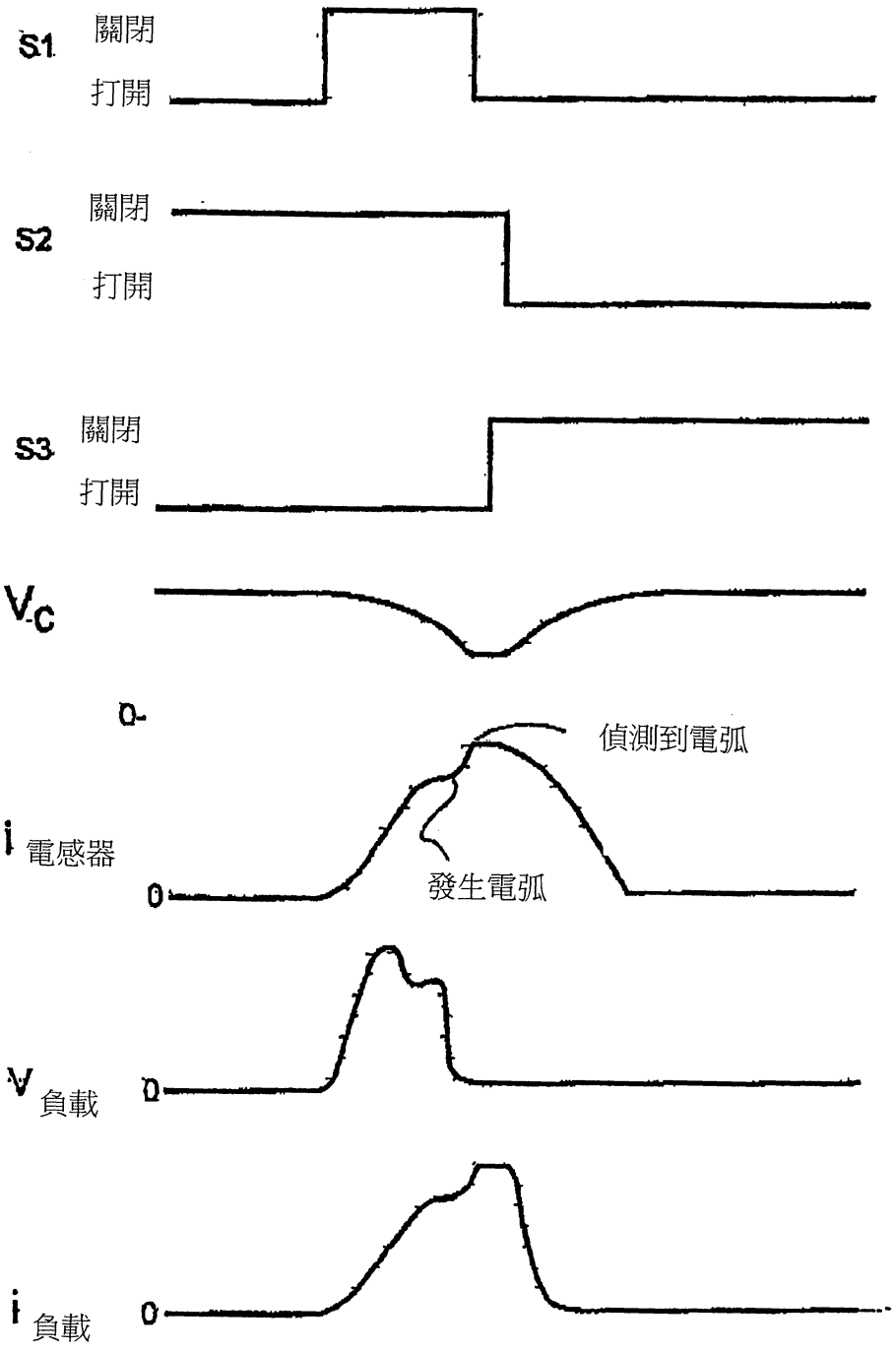


圖 3

柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 1 ）圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明:

10　磁控電漿處理系統

12　直流電源供應器

14　磁控電漿處理反應室

16　脈衝電路

18　磁控陰極

20　磁控陽極

22　電漿

26　基板

28　直流電源供應器

S1　切換器

S2　切換器

S3　切換器

L1　電感器

D1　二極體

D2　二極體

C1　電容器

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

（無）