



(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 I551707 B

(45) 公告日：中華民國 105 (2016) 年 10 月 01 日

(21) 申請案號：102124462

(22) 申請日：中華民國 102 (2013) 年 07 月 09 日

(51) Int. Cl. : C23C14/34 (2006.01)

(30) 優先權：2012/07/27 美國 13/560,664

(71) 申請人：瓦里安半導體設備公司 (美國) VARIAN SEMICONDUCTOR EQUIPMENT ASSOCIATES, INC. (US)

美國

(72) 發明人：葛特 盧多維克 GODET, LUDOVIC (FR) ; 沙拉積歷 阿德金 SARAJLIC, ADJIN (US)

(74) 代理人：詹銘文

(56) 參考文獻：

US 3895602

審查人員：吳國宇

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：10 共 34 頁

(54) 名稱

濺鍍系統與電漿處理設備

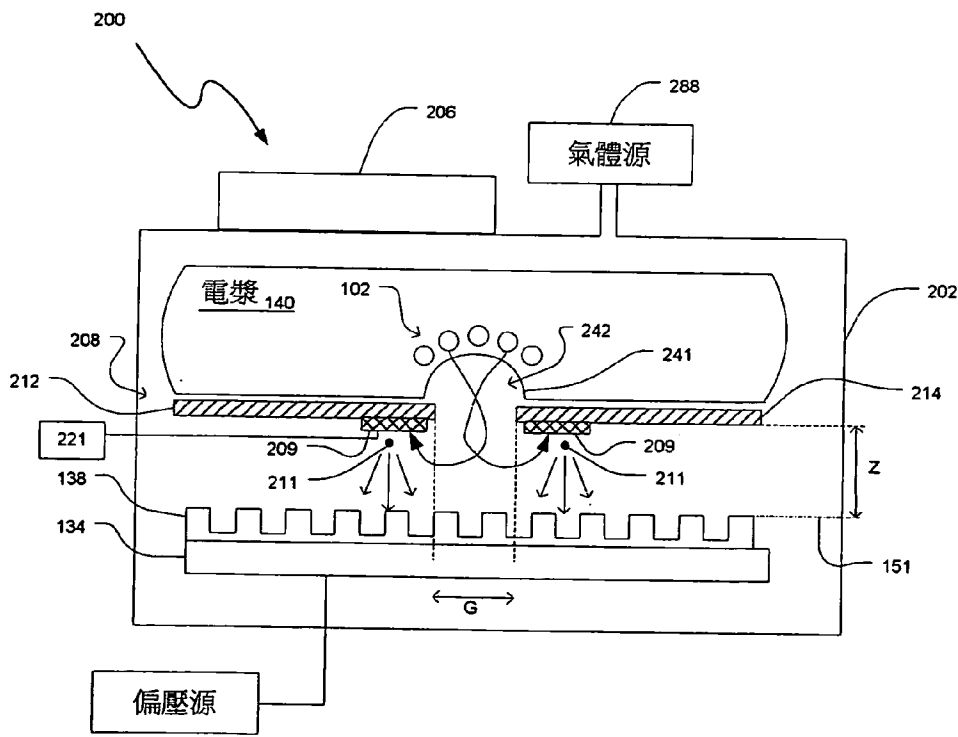
SPUTTERING SYSTEM AND PLASMA PROCESSING APPARATUS

(57) 摘要

濺鍍系統包括：具有側壁及開口端的腔室，腔室經配置以產生具有電漿鞘的電漿；靠近腔室的開口端配置的電漿鞘調節器，電漿鞘調節器經配置以具有萃取孔，且控制電漿與電漿鞘之間的邊界形狀；以及附加在電漿鞘調節器遠離腔室的一側的金屬靶材，金屬靶材與電漿鞘調節器是電性絕緣的。

A sputtering system includes a chamber having sidewalls and an open end, and configured to generate a plasma having a plasma sheath; a plasma sheath modifier disposed near the open end of the chamber, the plasma sheath modifier configured to have an extraction aperture and configured to control a shape of a boundary between the plasma and the plasma sheath; and a metal target affixed a side of said plasma sheath modifier distal from the chamber and electrically insulated from the plasma sheath modifier.

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 102 . . . 離子
- 134 . . . 平臺
- 138 . . . 工件
- 140 . . . 電漿
- 151 . . . 平面
- 200 . . . 電漿處理設備
- 202 . . . 腔室
- 206 . . . 源
- 208 . . . 電漿鞘調節器
- 209 . . . 金屬靶材
- 211 . . . 金屬粒子
- 212、214 . . . 調節器
- 221 . . . 偏壓源
- 241 . . . 邊界
- 242 . . . 電漿鞘
- 288 . . . 氣體源
- G . . . 水平間距
- Z . . . 垂直間距

圖 2

## 發明摘要

※ 申請案號：102124462

※ 申請日：102.07.09 ※IPC 分類：C23C 14/34 (2006.01)

## 【發明名稱】

濺鍍系統與電漿處理設備

SPUTTERING SYSTEM AND PLASMA PROCESSING  
APPARATUS

## 【中文】

濺鍍系統包括：具有側壁及開口端的腔室，腔室經配置以產生具有電漿鞘的電漿；靠近腔室的開口端配置的電漿鞘調節器，電漿鞘調節器經配置以具有萃取孔，且控制電漿與電漿鞘之間的邊界形狀；以及附加在電漿鞘調節器遠離腔室的一側的金屬靶材，金屬靶材與電漿鞘調節器是電性絕緣的。

## 【英文】

A sputtering system includes a chamber having sidewalls and an open end, and configured to generate a plasma having a plasma sheath; a plasma sheath modifier disposed near the open end of the chamber, the plasma sheath modifier configured to have an extraction aperture and configured to control a shape of a boundary between the plasma and the plasma sheath; and a metal target affixed a side of said plasma sheath modifier distal from the chamber and electrically insulated from the plasma sheath modifier.

102. 9. 17  
年 月 日修正替換頁

**【代表圖】**

【本案指定代表圖】：圖 2。

【本代表圖之符號簡單說明】：

102：離子

134：平臺

138：工件

140：電漿

151：平面

200：電漿處理設備

202：腔室

206：源

208：電漿鞘調節器

209：金屬靶材

211：金屬粒子

212、214：調節器

221：偏壓源

241：邊界

242：電漿鞘

288：氣體源

G：水平間距

Z：垂直間距

102. 9. 17  
年 月 日修正替換頁

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

105. 6. 06  
年 月 日修正替換頁

105-06-06

## 發明專利說明書

### 【發明名稱】

濺鍍系統與電漿處理設備

SPUTTERING SYSTEM AND PLASMA PROCESSING

APPARATUS

### 【技術領域】

【0001】 本揭露是有關於一種電漿處理，且特別是有關於一種金屬沈積的電漿處理設備。

### 【先前技術】

【0002】 電漿處理設備在處理工件的製程腔室中產生電漿。在處理腔室中，工件是藉由平臺所支撐的。電漿處理設備可包括(但不受限於)摻雜系統、蝕刻系統、以及沈積系統。電漿通常是離子(通常是具有正電荷)和電子(具有負電荷)的準中性集合(quasi-neutral collection)。在電漿之主體(bulk)中，電漿具有每公分約 0 伏特的電場。在一些電漿處理設備中，來自電漿的離子被朝向工件吸引。在電漿摻雜設備中，以足夠的能量來吸引離子，以將離子植入於工件(例如是一案例中的半導體基板)的物理結構中。

【0003】 電漿由接近工件的通常被稱為電漿鞘(plasma sheath)的區域定界。電漿鞘是與電漿相比具有較少電子的區域。來自此電漿鞘的光發射的強度小於電漿，這是因為存在較少電子，且因此

鮮有激發-弛豫碰撞 (excitation-relaxation collision) 發生。因此，電漿鞘有時被稱為「暗區 (dark space)」。

【0004】轉到圖 1，說明已知電漿處理設備之多個部分的橫截面圖，其中電漿 140 具有電漿鞘 142，其鄰近待處理之工件 138 的前表面。工件 138 之前表面定義平面 151，且工件 138 由平臺 134 支撐。電漿 140 與電漿鞘 142 之間的邊界 141 平行於平面 151。來自電漿 140 之離子 102 可越過電漿鞘 142 被朝工件 138 吸引。因此，朝工件 138 加速之離子 102 通常相對於平面 151 以約  $0^\circ$  的入射角 (angle of incidence) (例如，垂直於平面 151) 撞擊工件 138。入射角可能存在小於約  $3^\circ$  的小的角展 (angular spread)。此外，藉由控制電漿處理參數 (plasma process parameter) (諸如處理腔室內的氣體壓力)，可使所述角展增加至多達約  $5^\circ$ 。

【0005】習知電漿處理的缺點為缺乏對離子 102 的角展控制。隨著工件上之結構變小，且隨著三維結構變得更常見 (例如溝槽式電容器 (trench capacitor)、垂直通道電晶體 (vertical channel transistor) (諸如 FinFET))，具有較大的角度控制將是有益的。舉例而言，在圖 1 中，為清楚說明而展示具有誇大尺寸的溝槽 (trench) 144。在以約  $0^\circ$  的入射角或甚至至多達  $5^\circ$  的角展來導向離子 102，可能難以均勻地處理溝槽 144 的側壁 147。

【0006】此外，此系統可使用於摻質 (例如磷) 的沈積，然而，對金屬沈積來說是無效的。因此，需要一種電漿處理設備，其克服上述不足之處及缺點。

**【發明內容】**

【0007】 濺鍍系統包括：具有側壁及開口端的腔室，腔室經配置以產生具有電漿鞘的電漿；靠近腔室的開口端配置的電漿鞘調節器，電漿鞘調節器經配置以具有萃取孔且控制電漿與電漿鞘之間的邊界形狀；以及附加在電漿鞘調節器遠離腔室的一側的金屬靶材，金屬靶材與電漿鞘調節器是電性絕緣的。

**【圖式簡單說明】**

【0008】 為了使本揭露更易被理解，參照所附的圖式，圖式中相似的元件符號是指相似的元件，且在圖式中：

圖 1 是符合先前技術的習知電漿處理設備的簡化塊圖。

圖 2 是符合本揭露的一實施例的電漿處理設備的塊圖。

圖 3 是符合本揭露的一實施例的電漿處理設備的塊圖。

圖 4 是控制一對調節器與工件之間的垂直間距的系統的塊圖。

圖 5 是一對調節器之間的水平間距的系統的塊圖。

圖 6 表示調節器板材與盤形工件之間的相對移動。

圖 7 表示根據另一實施例的電漿鞘調節器及金屬靶材的塊圖。

圖 8A 至圖 8B 表示根據其他實施例的供選擇的金屬靶材的形狀。

圖 9 表示代表性時序圖。



圖 10 是符合本揭露的一實施例的電漿摻雜設備的塊圖。

### 【實施方式】

【0009】圖 2 是符合本揭露一實施例的電漿處理設備 200 的塊圖，其具有電漿鞘調節器 208 及與電漿鞘調節器電性絕緣的金屬靶材 209。電漿鞘調節器 208 經配置以調節電漿鞘 242 中的電場，以控制電漿 140 與電漿鞘 242 之間的邊界 241 的形狀。電漿鞘調節器 208 可為絕緣體、導體、或半導體材料。若電漿鞘調節器 208 為絕緣材料時，金屬靶材 209 可直接附加於電漿鞘調節器 208，如圖 2 所示。在其他實施例中，電漿鞘調節器 208 可為半導體或導體材料。在這些情況下，金屬靶材 209 可附加於電漿鞘調節器 208 並與電漿鞘調節器 208 電性地隔離，例如是藉由將絕緣材料層 700 插置於金屬靶材 209 與電漿鞘調節器 208 之間，如圖 7 所示。因此，詞彙「附加(affix)」是指金屬靶材 209 與電漿鞘調節器 208 之間直接接觸，或者在電漿鞘調節器 208 與金屬靶材 209 之間配置絕緣材料層 700 而間接接觸。

【0010】回到圖 2，可對金屬靶材 209 電性地施加偏壓。因此，從電漿 140 穿越電漿鞘 242 所吸引的離子 102 可以特定範圍的入射角撞擊金屬靶材 209。這些撞擊金屬靶材 209 的離子造成靶材被濺射(sputter)，從而以寬範圍的入射角沈積金屬粒子 211。

【0011】在本文中，更可將電漿處理設備 200 描述為電漿摻雜設備。然而，電漿處理設備 200 亦可包括(但不受限於)蝕刻系統及沈

積系統。再者，電漿摻雜系統可在經處理的工件上進行許多不同材料的改良處理。一此種處理包括以所需的摻質摻雜工件(例如是半導體基板)。

【0012】電漿處理設備 200 可包括處理腔室 202、平臺 134、源 206、以及電漿鞘調節器 208。將平臺 134 放置在處理腔室 202 中，平臺 134 是用來支撐工件 138。工件 138 可包括(但不受限於)半導體晶圓、平板面板、太陽能面板、以及聚合物基板。在一實施例中，半導體晶圓可為直徑為 300 至 450 毫米(mm)的盤形。如本技術領域已知的一樣，源 206 經配置以在處理腔室 202 中產生電漿 140。在圖 2 的實施例中，電漿鞘調節器 208 可由絕緣材料製成，且電漿鞘調節器 208 包括在其間定義間隙的一對調節器 212 及 214，調節器 212 及 214 之間具有水平間距(G)。在其他實施例中，電漿鞘調節器 208 可僅包括一個調節器，其具有孔洞。如上所述，在其他實施例中，電漿鞘調節器 208 可為半導體材料或導體材料。雖然圖 2 說明電漿鞘調節器 208 是絕緣體，其中金屬靶材 209 是直接附接至調節器 212 及 214，應理解的是本揭露並不僅受限於絕緣的電漿鞘調節器 208。圖 7 繪示金屬靶材 209 可與半導體或導體的電漿鞘調節器 208 使用的機構。

【0013】此對調節器 212 及 214 可為具有薄、平形狀的一對板材。在其他實施例中，此對調節器 212 及 214 可為其他形狀，例如是管形、楔形、及或具有靠近上述間隙的斜角邊緣。

【0014】在一實施例中，藉由此對調節器 212 及 214 定義的間隙

的水平間距可為約 6 毫米(mm)。亦可將此對調節器 212 及 214 放置在平面 151 上方的垂直間距(Z)，平面 151 是由工件 138 的前表面所定義。在一實施例中，垂直間距(Z)可為約 3.0 mm。

【0015】 在調節器 212 及 214 的背表面上附加金屬靶材 209(靠近上述間隙)。若調節器 212 及 214 是絕緣體，則可在調節器 212 及 214 上直接沈積金屬靶材 209。或者，可將金屬靶材 209 黏合、作為塗層塗佈或機械式附接。金屬靶材 209 的厚度可從幾微米變化至數毫米。靶材 209 的厚度可決定自身的壽命。若調節器 212 及 214 是半導體或導體材料，則在調節器 212 及 214 上配置絕緣層 700，如圖 7 所示。接著，使用上述任意方法將金屬靶材 209 塗佈在絕緣材料層 700 上。

【0016】 金屬靶材 209 可為任何適當的金屬或化合物半導體，包括(但不受限於)Cu、Al、W、Ti、Hf、Ta、Co、Pd、Pt、Ru、Zn、ZnTe、以及 CuTe，且可基於所需要的沈積層組份來選擇金屬靶材 209。金屬靶材 209 可具有特定結構以控制濺鍍處理的效率。這些特定的結構包括錐形、多孔、波形或任何適當的形狀。

【0017】 在一些實施例中，約在整個上述間隙或孔洞的周圍配置金屬靶材 209。在一些實施例中，僅約在孔洞的部分周圍配置金屬靶材 209。可使用偏壓源 221 來對金屬靶材 209 電性地施加偏壓，以吸引穿過間隙的離子 102。這些離子 102 撞擊金屬靶材 209 以將其濺射。接著，這些被濺射的金屬粒子 211 被吸引朝向平臺 134，並以寬範圍的入射角沈積在工件 138 上。這些金屬粒子 211 可為

離子或可為中子。

【0018】 雖然圖 2 表示金屬靶材 209 為平的片狀金屬，但本揭露不受限於此形狀。舉例而言，為了改善濺鍍產率，可優化金屬靶材 209 的形狀。舉例而言，金屬靶材 209 可為彎曲的、傾斜的、或曲線形的，其例如是圖 8A 至圖 8B 所表示之。因此，可使用非線性或彎曲的形狀。此外，金屬靶材 209 可為最接近工件 138 的金屬靶材的表面不平行於工件 138 的前表面的形狀。

【0019】 在操作中，氣體源 288 對處理腔室 202 供應可離子化的氣體。可離子化的氣體的實例可包括(但不受限於)BF<sub>3</sub>、BI<sub>3</sub>、N<sub>2</sub>、Ar、PH<sub>3</sub>、AsH<sub>3</sub>、B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、H<sub>2</sub>、Xe、Kr、Ne、He、SiH<sub>4</sub>、SiF<sub>4</sub>、GeH<sub>4</sub>、GeF<sub>4</sub>、CH<sub>4</sub>、CF<sub>4</sub>、AsF<sub>5</sub>、PF<sub>3</sub>、以及 PF<sub>5</sub>。亦可使用與金屬靶材 209 發生除了濺射效應之外的化學反應的 HCl、Cl<sub>2</sub>、氯型分子及其他化合物。此外，亦可使用包括 N<sub>2</sub>、He、H<sub>2</sub> 及 Ar 的氣體混合物。源 206 可藉由激發及離子化提供至處理腔室 202 的氣體來產生電漿 140。可藉由不同的機制從電漿 140 吸引離子 102 穿過電漿鞘 242。在圖 2 的實施例中，偏壓源 221 經配置以對金屬靶材 209 施加負偏壓，以吸引來自電漿 140 穿過電漿鞘 242 的離子 102。偏壓源 221 可為 DC 電源供應器以提供 DC 電壓偏壓訊號(DC voltage bias signal)，或者偏壓源 221 可為 RF 電源供應器以提供 RF 偏壓訊號。此外，偏壓源 221 可為恆壓式輸出(constant voltage output)或者可為脈衝式(pulsed)。可在室溫下或高溫下進行此操作。

【0020】 有利地說，電漿鞘調節器 208 調節電漿鞘 242 中的電場，

以控制電漿 140 與電漿鞘 242 之間的邊界 241 的形狀。在圖 2 的實施例中，電漿鞘調節器 208 包括一對調節器 212 及 214，調節器 212 及 214 為絕緣體且可由石英、氧化鋁、氮化硼、玻璃、氮化矽等來製造。在其他實施例中，如圖 7，可將半導體或導體材料使用於調節器 212 及 214。在這些實施例中，半導體材料可由矽、經摻雜的矽、碳化矽及其他適合的材料來製造。

【0021】 回到圖 2，相對於平面 151，電漿 140 與電漿鞘 242 之間的邊界 241 可為凸狀(convex shape)。當偏壓源 221 對金屬靶材 209 施加偏壓時，吸引離子 102 以預定的入射角範圍越過電漿鞘 242 穿過調節器 212 及 214 之間間隙。視數個因素而定，離子 102 可以預定範圍的入射角撞擊金屬靶材 209。上述因素包括(但不受限於)調節器 212 及 214 之間的水平間距(G)、平面 151 上方的調節器的垂直間距(Z)、調節器 212 及 214 的介電常數、偏壓源 221 的電壓、以及其他的電漿處理參數。

【0022】 撞擊金屬靶材 209 的離子 102 使得金屬粒子 211 從金屬靶材 209 濺射。因此，離子 102 撞擊金屬靶材 209 的角度可決定金屬粒子 211 朝向工件 138 濺鍍的角度。藉由變化離子 102 撞擊金屬靶材 209 的角度，可藉由金屬離子 102 均勻地處理工件 138 上的小的三維結構。此外，藉由變化離子 102 撞擊金屬靶材 209 的角度，亦可控制濺鍍速率。

【0023】 轉到圖 3，說明一例示性電漿摻雜設備 300 的塊圖。符合圖 2 的設備，電漿摻雜設備 300 具有一對調節器 212 及 214，以控

制電漿 140 與電漿鞘 242 之間的邊界 241 的形狀。

【0024】 此對調節器 212 及 214 定義調節器 212 及 214 之間的間隙或孔洞。靠近上述間隙或孔洞配置一個或更多的金屬靶材 209。此一個或更多的金屬靶材 209 可電性耦接至金屬靶材電源供應器 391。根據需要，金屬靶材電源供應器 391 可提供恆壓式或脈衝式電壓。

【0025】 電漿摻雜設備 300 包括定義封閉體積 303 的處理腔室 202。氣體源 304 經由質流控制器 306 對處理腔室 202 的封閉體積 303 提供主要摻質氣體。可將氣體擋板 370 放置在處理腔室 202 中，以使來自氣體源 304 的氣流轉向。壓力計 308 量測處理腔室 202 內側的壓力。真空泵 312 經由排氣口 310 抽出處理腔室 202 的排氣(exhaust)。排氣閥 314 經由控制穿過排氣口 310 排氣傳導(exhaust conductance)。

【0026】 電漿摻雜設備 300 更可包括氣壓控制器 316，氣壓控制器 316 電性連接至質流控制器 306、壓力計 308、以及排氣閥 314。在反應壓力計 308 的反饋電路(feedback loop)中，氣壓控制器 316 可經配置以藉由以排氣閥 314 控制排氣傳導、或藉由與質流控制器 306 控制處理氣流速率的兩者之一來維持處理腔室 202 中所需的壓力。

【0027】 處理腔室 202 可具有腔頂 318，腔頂 318 包括由在大致水平方向上延伸的由介電材料所形成的第一區域 320。腔頂 318 亦包括由介電材料所形成的第二區域 322，其在大致垂直方向上自第一

區域 320 延伸一高度。腔頂 318 更包括由導電性及導熱性材料所形成的蓋 324，蓋 324 在水平方向上穿過第二區域 322 延伸。

【0028】電漿摻雜設備更包括源 301，源 301 經配置以在處理腔室 202 中產生電漿 140。源 301 可包括 RF 源 350，RF 源 350 例如是電源供應器，以對平面天線 326 及螺旋天線 346 兩者之一或兩者供應 RF 電源，以產生電漿 140。爲了最大化從 RF 源 350 傳送至 RF 天線 326、346 的功率，RF 源 350 可藉由阻抗匹配網路 (impedance matching network) 352 耦接至天線 326、346，阻抗匹配網路 352 將 RF 源 350 的輸出阻抗與 RF 天線 326、346 的阻抗匹配。

【0029】電漿摻雜設備亦可包括偏壓電源供應器 390，其電性耦接至平臺 134。電漿摻雜系統更可包括控制器 356 及使用者介面系統 358。控制器 356 可爲或包括通常用途電腦或通常用途電腦的網路，通常用途電腦或通常用途電腦的網路可經程式化以執行所需的輸入/輸出功能。控制器 356 亦可包括通訊裝置、資料儲存裝置、以及軟體。使用者介面系統 358 可包括例如是觸控螢幕、鍵盤、使用者點擊裝置、顯示器、印表機等裝置，以允許使用者得以經由控制器 356 來輸入指令及/或資料，及/或監視電漿摻雜設備。可在平臺 134 周圍配置遮蔽環 394，以改善工件 138 邊緣附近的植入離子分佈的均勻性。亦可將一個或更多的法拉第感應器 (Faraday sensor) 放置於遮蔽環 394 中以感應離子束電流，法拉第感應器例如是法拉第杯 (Faraday cup) 399。

【0030】 在操作中，氣體源 304 供應主要摻質氣體，其包含需要植入工件中的摻質。源 301 經配置以產生處理腔室 302 中的電漿 140。可藉由控制器 356 來控制源 301。為了產生電漿 140，RF 源 350 與 RF 天線 326、346 的至少一者中的 RF 電流共振(resonate)，以產生振動磁場(oscillating magnetic field)。振動磁場誘發 RF 電流至處理腔室 202 中。處理腔室 202 中的 RF 電流激發及離子化主要摻質氣體，以產生電漿 140。

【0031】 在一實施例中，金屬靶材電源供應器 391 是經施加負偏壓的，且偏壓電源供應器 390 被維持在接地電位(ground potential)。來自電漿 140 的離子 102 被加速朝向金屬靶材 209。藉由變化間隙寬度、調節器 212 及 214 的相對垂直位置、調節器 212 及 214 與工件 138 之間的垂直距離、以及金屬靶材電源供應器 391 的電壓，可調整離開電漿 140 的離子 102 的入射角。離子 102 撞擊金屬靶材 209 且造成金屬靶材 209 濺射且產生金屬粒子 211，金屬粒子 211 以寬範圍的角度射向工件 138。接著，將這些金屬粒子 211 沈積或植入工件 138 的三維結構中。可用 - 100 V 與 - 20 kV 之間的電壓對金屬靶材 209 施偏壓。在一些實施例中，在濺鍍處理中，可變化對金屬靶材 209 所施加的偏壓。舉例而言，起始時，偏置電壓可為 - 0.5 kV，此偏壓產生具有一定能量的被濺射金屬粒子 211。隨著對工件 138 進行塗佈，偏置電壓可達到 - 2 kV，使得金屬粒子 211 在隨後的穿越中以增加的能量被射向工件 138。

【0032】 藉由優化離子 102 的角度分佈，可優化金屬粒子 211 的



軌道，以得到足夠的側壁覆蓋率(sidewall coverage)。再者，濺鍍良率(yield)是取決於入射離子角度及金屬靶材溫度。舉例而言，60°入射角的濺鍍良率可能是 10°入射角的三倍。藉由並行地利用多個入射角，例如是從 0°至 60°，可產生具有多個角度的經濺鍍金屬粒子 211 的變化。

【0033】 在另一實施例中，可對工件 138 施加負偏壓。相較於對金屬靶材 209 所施加的電壓而言，上述負偏壓的負值可較小，使得離子 102 更易被吸引至金屬靶材 209。舉例而言，在一實施例中，可對金屬靶材 209 施加 - 2 kV 的偏壓，同時對工件 138 施加 - 1 kV 的偏壓。在此案例中，離開電漿 140 的離子 102 同時被加速朝向工件 138 及金屬靶材 209。因此，除了上面所列出的參數外，離子 102 與由金屬靶材 209 及工件 138 所產生的電場之間的相互作用將影響離子 102 撞擊金屬靶材 209 的角度。

【0034】 在另一實施例中，金屬靶材電源供應器 391 及偏壓電源供應器 390 可提供隨時間變化輸出，例如是脈衝。這些脈衝可為同步的或協調的以產生所需的性質。舉例而言，在一實施例中，金屬靶材電源供應器 391 及偏壓電源供應器 390 可同時產生負電壓脈衝。在其他實施例中，這些電源供應器的一者提供脈衝電壓輸出。在此脈衝電壓輸出開始的之後的一些時間，其他電源供應器提供脈衝電壓輸出。在一些實施例中，第二電源供應器可在第一脈衝輸出的末期輸出脈衝輸出。圖 9 表示代表性時序圖，其表示金屬靶材電源供應器 391 與偏壓電源供應器 390 之間的關係。

在一實施例中，金屬靶材電源供應器 391 產生脈衝頻率約 5 kHz 的脈衝，且各脈衝的期間為 25 微秒(us)至 100 微秒。上述偏壓電源供應器 390 亦產生期間為 25 微秒至 100 微秒的脈衝。在圖 9 中，這些脈衝是協調的，因此偏置電壓脈衝隨著金屬靶材脈衝。因此，離子 102 首先被吸引至金屬靶材 209。隨著金屬粒子 211 被濺射，將偏置電壓脈衝化，將那些金屬粒子 211 牽引朝向工件 138。在另一實施例中，金屬靶材偏壓可為連續的 DC 電壓，同時偏置電壓是脈衝的。

【0035】 可選擇脈衝平臺訊號的頻率及/或脈衝的工作週期(duty cycle)，以提供所需的濺鍍速率。可選擇脈衝平臺訊號的振幅，以提供所需的能量。

【0036】 在一些實施例中，例如圖 4 所示，可調整由工件 138 的前表面所定義的電漿鞘調節器與平面 151 之間的垂直間距(Z)。可機械式地將致動器 402 耦接至此對調節器 212 及 214，以在相對於平面 151 的垂直方向上(如線 420 及 422 所指示)分別驅動調節器 212 及 214。此對調節器 212 及 214 相對於平面 151 以及亦彼此的相對的 Z 位置影響電漿與電漿鞘之間的邊界形狀，且亦影響離子撞擊工件 138 或金屬靶材 209 的軌道。可藉由控制器來控制此致動器 402，上述控制器例如是控制器 356。

【0037】 轉到圖 5，說明符合本揭露的另一實施例的塊圖，其中調節器 212 及 214 之間的水平間距(G)是可調整的。水平間距(G)調整可以代替(或補充)之前圖 4 詳細描述的垂直間距調整。致動器 502

可機械式地耦接至該對調節器 212 及 214 中的至少一者，以在箭頭 506 表示的方向上相對於一調節器驅動另一調節器。可藉由控制器控制致動器 502，控制器例如是控制器 356。

【0038】如圖 6 所示，在一些實施例中，電漿處理設備 200 可具有掃描系統 602，以相對工件 138 而驅動電漿鞘調節器。掃描系統 602 可包括機械式耦接至調節器 212 及 214 的致動器，以驅動調節器 212 及 214。可藉由控制器控制致動器(未繪示)，控制器例如是控制器 356(見於圖 3)。在圖 6 的實施例中，掃描系統 602 可將調節器 212 及 214 從位置 A 驅動至位置 B 及位置 C，因此工件 138 的所有部分暴露於由此對調節器 212 及 214 定義的間隙下。若笛卡兒坐標系統如圖 6 所詳細定義，則在圖 6 的 X 方向上驅動調節器 212 及 214。在其他實施例中，可在 Y 方向或介於 X 方向與 Y 方向之間的任意角度上驅動調節器 212 及 214 或另一組不同的調節器。此外，隨著掃描系統 602 在一方向上驅動調節器 212 及 214，可旋轉工件 138。亦可在掃描系統 602 在一方向上驅動調節器 212 及 214 後，以預定的旋轉角度來旋轉工件 138。在一實施例中，如箭頭 624 所繪示，可在工件的中心軸周圍旋轉。

【0039】圖 10 表示離子植入機的另一實施例，其可根據一實施例來使用。離子源 910 包括腔室 921，腔室 921 具有側壁 920 及開口端 930。電漿 940 產生在腔室 921 中。可使用任何適當的方式來產生電漿，包括間接加熱陰極(IHC)、RF 能量或其他方式。在腔室 921 中，靠近開口端 930 配置一個或更多的電漿鞘調節器 950。電

漿鞘調節器 950 經配置以具有萃取孔 931。當從離子源 910 的腔室 921 萃取離子時，使用電漿鞘調節器 950 以控制靠近萃取孔 931 的電漿 940 與電漿鞘之間的邊界 942 的形狀。電漿鞘調節器 950 可包括一對調節器 951、952，調節器 951 及 952 定義其之間間隙。其他實施例可具有定義多個間隙的多對調節器。

【0040】 調節器 951、952 可由半導體材料所製造，半導體材料包括(但不受限於)矽、鍺、碳化矽、矽鍺、銻化鋁、氮化鋁、以及砷化鎵。調節器 951、952 亦可由經摻雜的半導體材料所製造，包括(例如)經摻雜的矽及經摻雜的碳化矽。為了形成經摻雜的碳化矽，可用例如是氮、硼、以及鋁(僅為數種摻質的幾例)來摻雜碳化矽。

【0041】 此對調節器 951、952 亦可為具有薄、平形狀的一對板材。此對調節器 951、952 在其之間定義間隙，此對調節器 951、952 之間具有間距(G)。亦可將此對調節器 951、952 放置在工件 138 上方一垂直間距(Z)。

【0042】 視數個因素而定，可控制邊界 942 的形狀。上述因素包括(但不受限於)調節器 951 及 952 之間的水平間距(G)、工件 138 上方的調節器的垂直間距(Z)、各調節器 951 及 952 之間在工件 138 上方的垂直間距差、調節器的材料(包括自身的相對導電性)、調節器 951 及 952 的厚度(T)、此對調節器 951 及 952 的溫度、以及其他離子源的處理參數。

【0043】 靠近調節器 951、952 最接近工件 138 的一側配置金屬靶材 209。如上所述，可藉由金屬靶材電源供應器 391 對金屬靶材

209 施加偏壓。

【0044】離子源 910 可為離子植入機的組件，此離子植入機具有放置在離子源 910 的萃取孔 931 下游的終端站 980。可非常接近離子源 910 的萃取孔 931 放置終端站 980(例如在一實施例中，小於 12 英寸)，從而使得粒子歷經相對短的距離。終端站 980 可包括平臺 985 以支撐工件 138。如本技術領域已知的一樣，平臺 985 可為靜電平臺(electrostatic platen)以靜電力穩固工件 138。工件 138 可包括(但不受限於)太陽能電池、平板面板、磁性媒體、半導體晶圓等。

【0045】在一些實施例中，可藉由金屬靶材電源供應器 391 對金屬靶材 209 施加偏壓以產生力，以從萃取孔 931 萃取離子朝向金屬靶材 209。亦可藉由偏壓電源供應器 390 對工件 138 施加偏壓。對工件 138 的偏壓訊號可為具有開啓(ON)及關閉(OFF)時間區間的脈衝偏壓訊號，因此在開啓區間時粒子被吸引，但在關閉區間時則否。相似地，至金屬靶材 209 偏壓訊號可為脈衝偏壓訊號。脈衝偏壓訊號的一個原因為，在離子處理期間，控制堆積在工件 138 上的電荷量至可接受的程度，同時嘗試將電荷控制與相關離子植入機的生產需求平衡。在此實施例中，金屬靶材電源供應器 391 與電源供應器 390 之間的相互作用可如圖 9 中所描述的一樣。

【0046】在另一實施例中，使用電源供應器 990 以對離子源 910 的側壁 920 施加偏壓。亦可對工件 138 施加偏壓(例如是藉由偏壓電源供應器 390)，且可藉由金屬靶材電源供應器 391 對金屬靶材

209 施加偏壓。在此實施例中，可對離子源的側壁 920 施加正偏壓(例如是約 2 Kv)。在此實施例中，金屬靶材 209 可為接地的，從而吸引來自腔室 921 中的正離子朝向金屬靶材 209。相較於金屬靶材 209，可對工件 138 施加較小的負偏壓(例如是 1 kV)，因此離子主要是被吸引至金屬靶材 209。如上所述，電源供應器(例如是電源供應器 990、金屬靶材電源供應器 391 及偏壓電源供應器 390)可為脈衝式或彼此同步，以優化工件 138 上的粒子沈積。

**【0047】** 本揭露並不受限於本文描述的特定實施例的範疇。事實上，從以上描述及所附圖式來說，除了本文所描述的彼等者之外，本揭露的其他各種實施例及改良方法對本揭露所屬技術領域具有通常知識者將是顯而易見的。因此，這些其他實施例及改良方法傾向於落入本揭露的範疇之中。此外，雖然本文已以用於特殊目的的特殊環境的特殊實施方式的上下文描述本揭露，本揭露所屬技術領域具有通常知識者將理解的是本揭露的效用不受限於此，且可用任意數量目的的任意數量環境來有效地實現本揭露。因此，應該從本文描述之本揭露的全廣度及精神的觀點來看以下所闡述的申請專利範圍。

### **【符號說明】**

#### **【0048】**

102：離子

134、985：平臺

102. 9. 17  
年 月 日修正替換
- 138 : 工件
  - 140、940 : 電漿
  - 141、241、942 : 邊界
  - 142、242 : 電漿鞘
  - 144 : 溝槽
  - 147、920 : 側壁
  - 151 : 平面
  - 200 : 電漿處理設備
  - 202、921 : 腔室
  - 206、301 : 源
  - 208、950 : 電漿鞘調節器
  - 209 : 金屬靶材
  - 211 : 金屬粒子
  - 212、214、951、952 : 調節器
  - 221 : 偏壓源
  - 288、304 : 氣體源
  - 300 : 電漿摻雜設備
  - 303 : 封閉體積
  - 306 : 質流控制器
  - 308 : 壓力計
  - 310 : 排氣口
  - 312 : 真空泵

- 314：排氣閥
- 316：氣壓控制器
- 318：腔頂
- 320、322：區域
- 324：蓋
- 326、346：天線
- 350：RF 源
- 352：阻抗匹配網路
- 356：控制器
- 358：使用者介面系統
- 370：氣體擋板
- 390：偏壓電源供應器
- 391：金屬靶材電源供應器
- 394：遮蔽環
- 399：法拉第杯
- 402、502：致動器
- 420、422：線
- 506、624：箭頭
- 602：掃描系統
- 700：絕緣材料層
- 910：離子源
- 930：開口端



102. 9. 17  
年 月 日修正替换頁

931 : 萃取孔

980 : 終端站

990 : 電源供應器

G : 水平間距

T : 厚度

Z : 垂直間距

## 申請專利範圍

1. 一種電漿處理設備，包括：

處理腔室；

平臺，放置在所述處理腔室中以支撐工件；

源，經配置以在所述處理腔室中產生電漿，所述電漿具有鄰近所述工件的前表面的電漿鞘；

絕緣電漿鞘調節器，具有間隙，所述絕緣電漿鞘調節器配置於所述電漿與所述平臺之間，使得所述絕緣電漿鞘調節器的第一表面鄰近所述電漿且第二表面靠近所述平臺，且所述絕緣電漿鞘調節器經配置以控制所述電漿與所述電漿鞘之間的邊界的形狀，使得所述邊界的形狀的一部分不平行於由所述工件的面向所述電漿的前表面定義的平面；以及

金屬靶材，附加在所述絕緣電漿鞘調節器的靠近所述平臺的所述第二表面，

其中所述電漿中的離子被吸引越過所述邊界穿過所述間隙且以多個入射角撞擊所述金屬靶材。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述的電漿處理設備，更包括電源供應器，經配置以對所述金屬靶材施加偏壓，以朝向所述金屬靶材吸引來自所述電漿穿過所述電漿鞘的離子，以從所述金屬靶材濺鍍所述金屬粒子。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述的電漿處理設備，更包括偏壓源，經配置以對所述工件施加偏壓，以所述金屬粒子朝向所述工

件從而在所述工件上沉積金屬，其中所述金屬粒子相對於所述平面的入射角範圍是受所述電漿與所述電漿鞘之間的所述邊界的形狀所影響的。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述的電漿處理設備，其中相較於所述金屬靶材，所述工件受到較小的負偏壓。

5. 如申請專利範圍第 2 項所述的電漿處理設備，其中所述電源供應器對所述金屬靶材供應脈衝偏壓訊號。

6. 如申請專利範圍第 3 項所述的電漿處理設備，其中所述電源供應器對所述工件供應脈衝偏壓訊號。

7. 如申請專利範圍第 3 項所述的電漿處理設備，其中所述電源供應器對所述金屬靶材供應第一脈衝偏壓訊號，且所述電源供應器對所述工件供應第二脈衝偏壓訊號，其中所述第一脈衝偏壓訊號與所述第二脈衝偏壓訊號是協調的，以優化所述工件上的所述金屬粒子的濺鍍。

8. 如申請專利範圍第 1 項所述的電漿處理設備，其中所述金屬靶材經定形以使得所述金屬靶材最接近所述工件的表面不平行於所述工件的前表面。

9. 一種濺鍍系統，包括：

腔室，具有側壁及開口端，且所述腔室經配置以產生具有電漿鞘的電漿；

絕緣電漿鞘調節器，靠近所述腔室的所述開口端配置，使得所述絕緣電漿鞘調節器的第一表面鄰近所述電漿且第二表面遠離

所述腔室，所述絕緣電漿鞘調節器經配置以具有萃取孔，且所述絕緣電漿鞘調節器經配置以控制所述電漿與所述電漿鞘之間的邊界的形狀，使得所述邊界的形狀的一部分不平行於由工件的面向所述電漿的前表面定義的平面；以及

金屬靶材，附加在所述絕緣電漿鞘調節器的遠離所述腔室的所述第二表面，

其中所述電漿中的離子被吸引越過所述邊界穿過所述萃取孔且以多個入射角撞擊所述金屬靶材。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述的濺鍍系統，更包括平臺，所述平臺經配置以固持所述工件，定位所述平臺使得所述金屬靶材配置在所述腔室與所述平臺之間。

11. 如申請專利範圍第 10 項所述的濺鍍系統，包括偏壓供應器，所述偏壓供應器經配置以對所述工件施加偏壓，以從所述金屬靶材朝著所述工件吸引金屬粒子，從而在所述工件上沈積金屬，其中所述金屬粒子相對於所述工件的入射角範圍是受所述電漿與所述電漿鞘之間的所述邊界的形狀所影響的。

12. 如申請專利範圍第 11 項所述的濺鍍系統，更包括電源供應器，相對於所述金屬靶材對所述側壁施加正偏壓。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述的濺鍍系統，其中相較於所述金屬靶材，所述工件受到更大的正偏壓。

14. 如申請專利範圍第 12 項所述的濺鍍系統，其中所述電源供應器對所述側壁供應脈衝偏壓訊號。

15. 如申請專利範圍第 14 項所述的濺鍍系統，其中所述偏壓供應器對所述工件供應第二脈衝偏壓訊號，且所述脈衝偏壓訊號及所述第二脈衝偏壓訊號是協調的，以優化所述工件上的所述金屬粒子的濺鍍。

16. 如申請專利範圍第 11 項所述的濺鍍系統，包括電源供應器，經配置以相對於側壁對所述金屬靶材施加負偏壓，以吸引來自所述電漿的離子穿越所述電漿鞘朝向所述金屬靶材，以從所述金屬靶材濺鍍所述金屬粒子。

17. 如申請專利範圍第 16 項所述的濺鍍系統，其中相較於所述金屬靶材，所述工件受到更大的正偏壓。

18. 如申請專利範圍第 16 項所述的濺鍍系統，其中所述電源供應器對所述金屬靶材供應脈衝偏壓訊號。

19. 如申請專利範圍第 18 項所述的濺鍍系統，其中所述偏壓供應器對所述工件供應第二脈衝偏壓訊號，且所述脈衝偏壓訊號及所述第二脈衝偏壓訊號是協調的，以優化所述工件上的所述金屬粒子的濺鍍。

20. 如申請專利範圍第 9 項所述的濺鍍系統，其中所述金屬靶材經定形以使得所述金屬靶材最接近所述工件的表面不平行於所述工件的前表面。

102. 9. 17  
年月日修正本

圖式

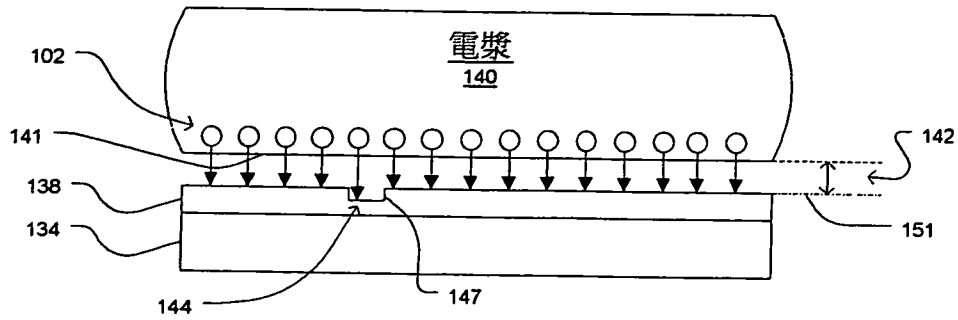


圖 1

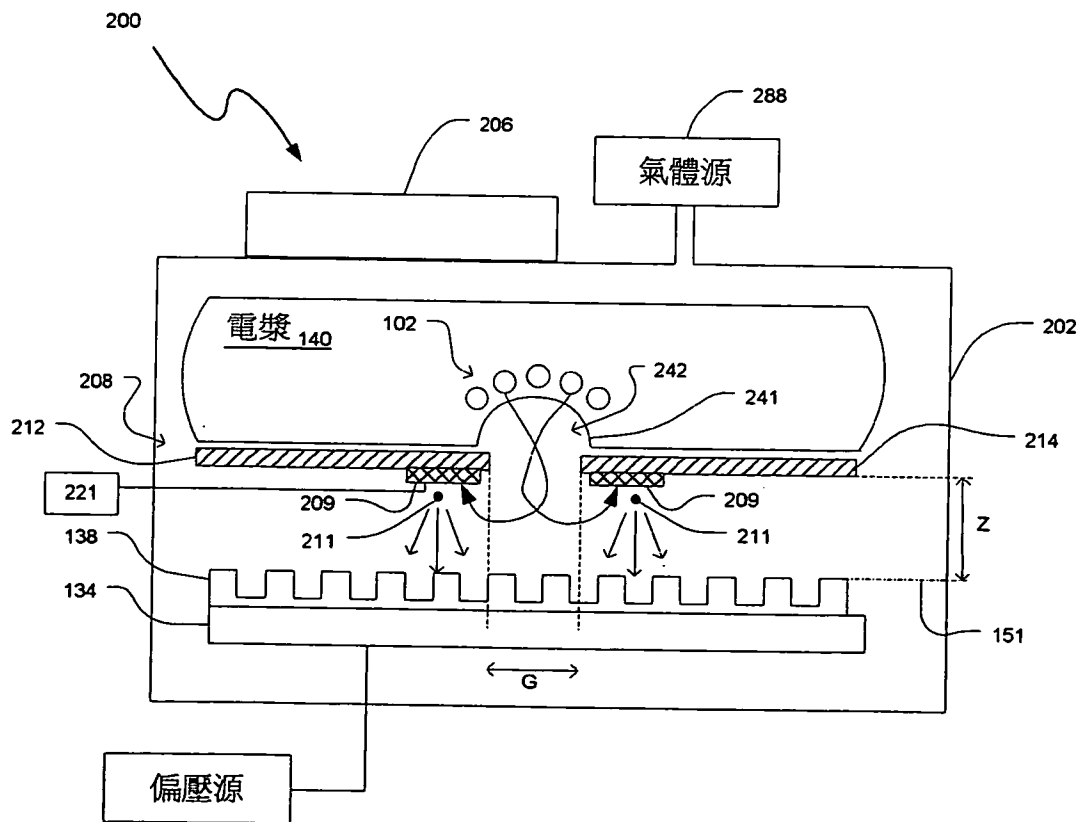


圖 2

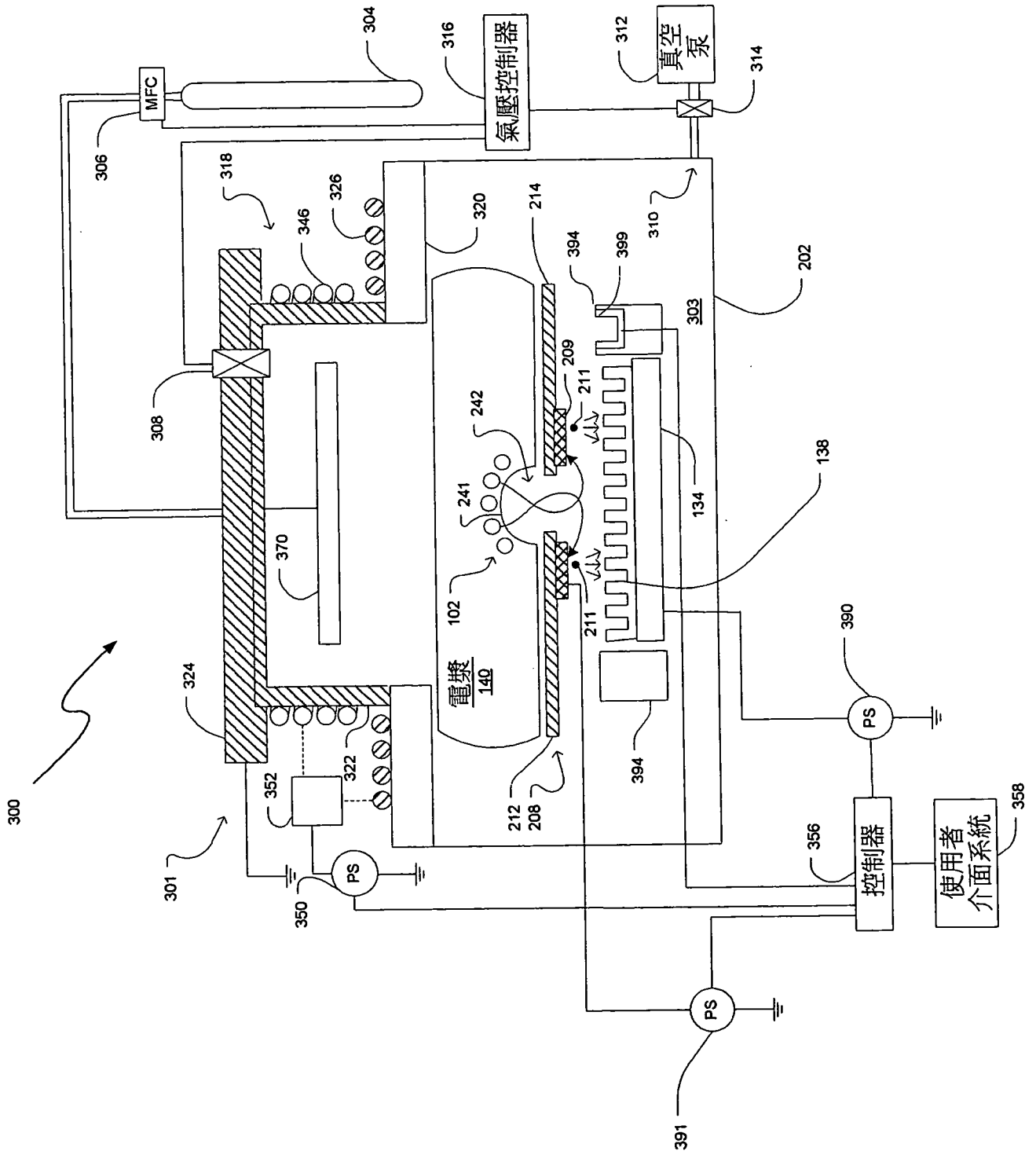


圖 3

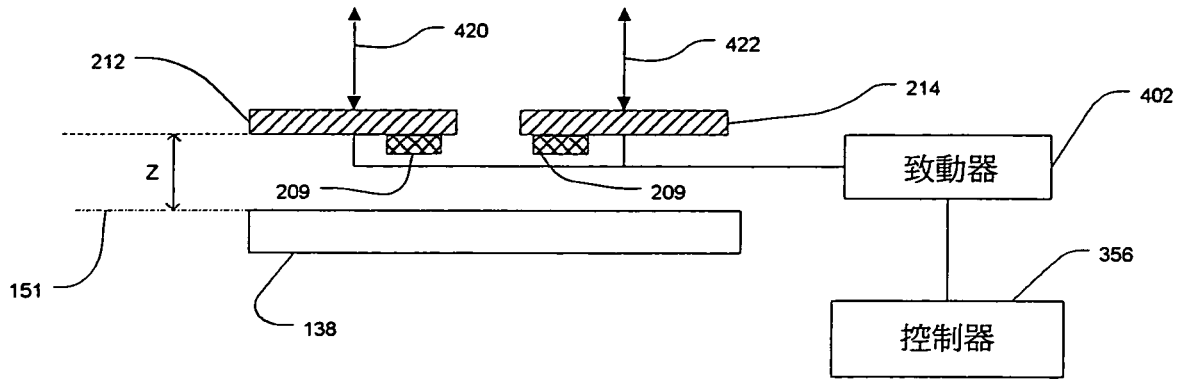


圖 4

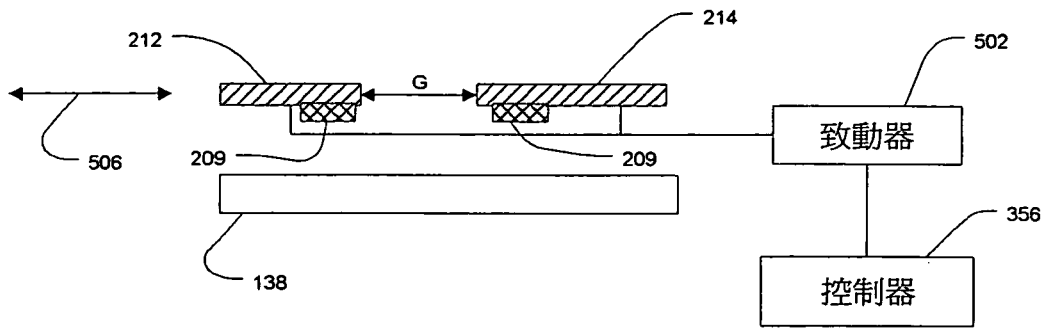


圖 5



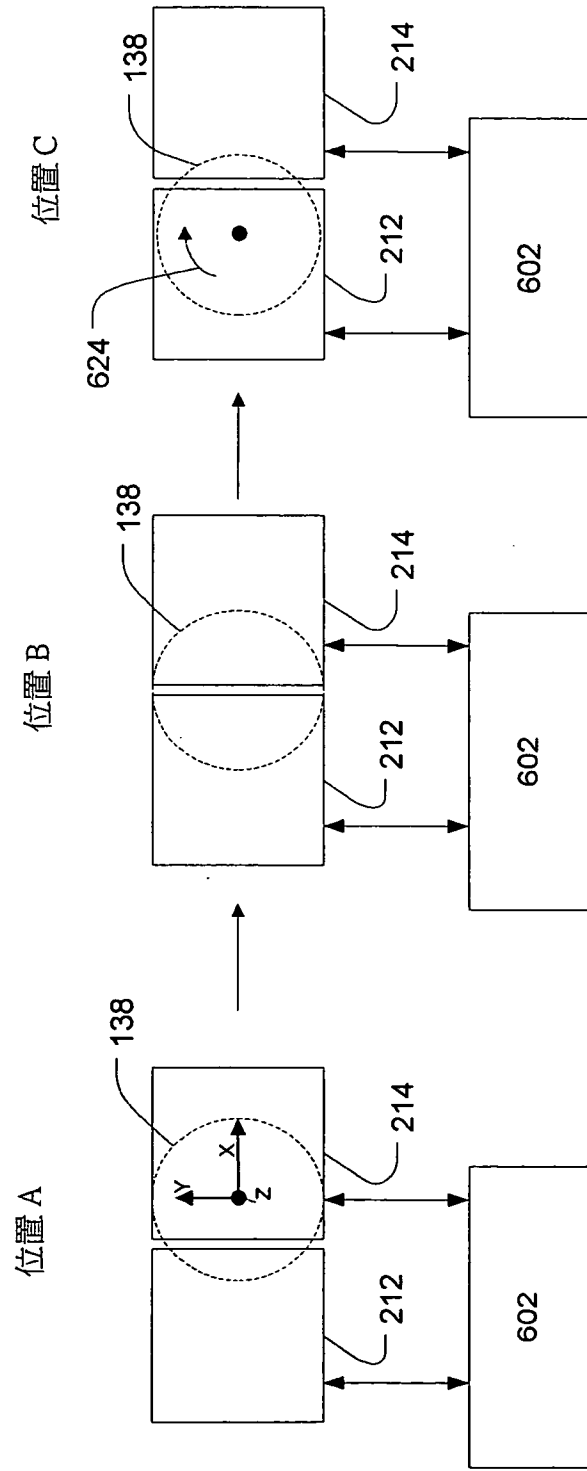


圖 6

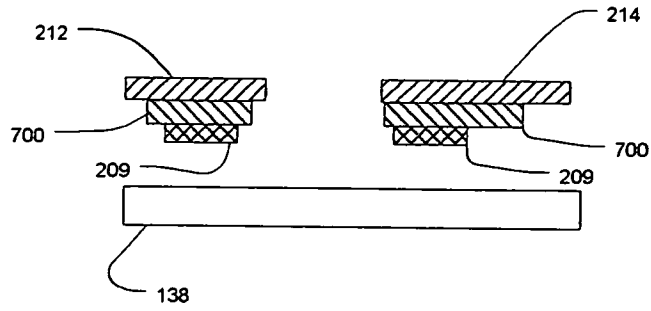


圖 7

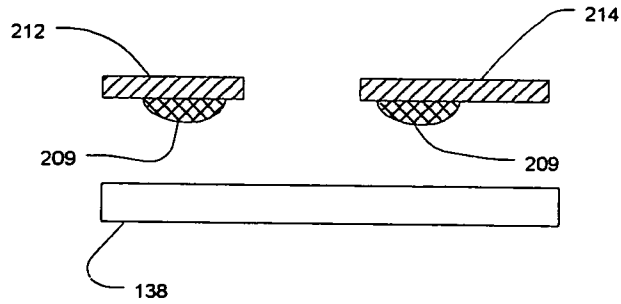


圖 8A

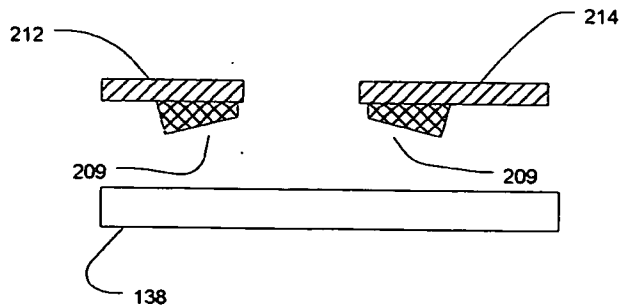


圖 8B

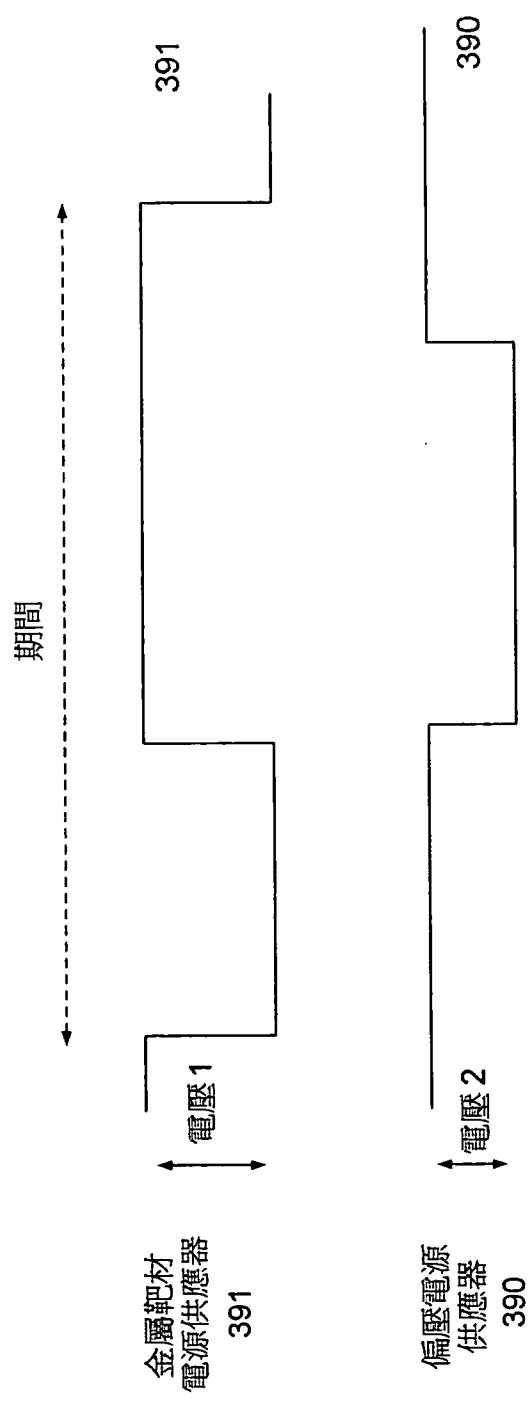


圖 9

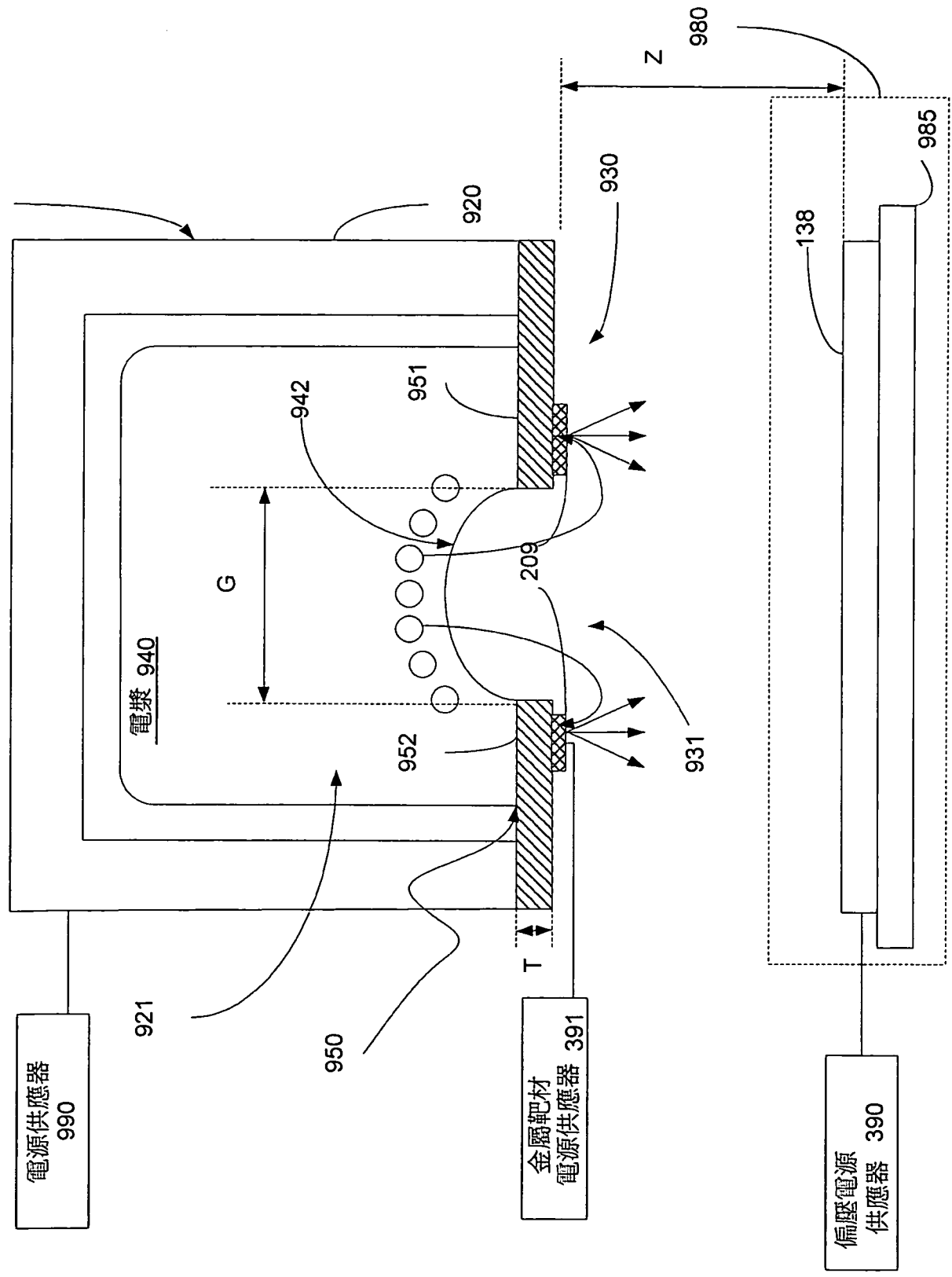


圖 10