

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：94121620

※申請日期：94.6.28

※IPC分類：H01L 21/66

一、發明名稱：(中文/英文)

半導體晶圓之電鍍方法與設備/METHOD AND APPARATUS FOR PLATING
SEMICONDUCTOR WAFERS

二、申請人：(共1人)

姓名或名稱：(中文/英文)

蘭姆研究公司/LAM RESEARCH CORPORATION

代表人：(中文/英文) 傑弗瑞 J 布魯克斯/BROOKS, JEFFREY J.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國加州 94538 弗雷蒙可訊公園道 4650 號/4650 Cushing Parkway,
Fremont, California 94538, U.S.A.

國籍：(中文/英文) 美國/US

三、發明人：(共5人)

姓名：(中文/英文)

(1) 葉斯帝 多迪/DORDI, YEZDI

(2) 鮑伯 馬拉遜/MARASCHIN, BOB

(3) 約翰 柏依/BOYD, JOHN

(4) 佛瑞德 C 瑞德克/REDEKER, FRED C.

(5) 卡爾 伍茲/WOODS, CARL

國籍：(中文/英文)

(1) 美國/US

(2) 美國/US

(3) 加拿大/CA

(4) 美國/US

(5) 美國/US

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：

1. 美國/US 2004/6/28 10/879,263

☐ 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】

本發明係關於半導體元件之製造技術。

【先前技術】

於半導體元件例如積體電路、記憶體單元等的製造中，會實施一系列製造步驟以於半導體晶圓上定義特徵部。該等半導體晶圓包含以定義於矽基板上之多層次結構為形式的積體電路裝置。在基板層次，形成具有擴散區的電晶體裝置。在其後的層次中，係將互連金屬化線加以圖案化並以電力連接至電晶體裝置，以定義所欲的積體電路裝置。並且，圖案化導電層係藉由介電材料而與其他導電層隔離。

用以在半導體晶圓上定義特徵部的一系列製造操作可包括用以對半導體晶圓表面添加物質之電鍍製程。傳統上，電鍍係於完整晶圓電鍍處理器中進行，整片晶圓係浸泡在電解液裡。於習知電鍍製程期間，相對於帶正電的陽極板，晶圓係維持在一負電位，其中陽極板之尺寸與晶圓大致相等，該陽極板亦浸泡於電解液中並維持於接近且平行於該晶圓的位置上。

在電鍍製程期間，晶圓係作為陰極。因此，須將晶圓以電力連接至數個電極。圍繞晶圓圓周之電極數目必須呈均勻分佈，且實質上可與接觸電阻相匹配，以求在整個晶圓上獲得均勻的電流分佈。於該完整晶圓電鍍處理器中，跨越晶圓之電流非均勻分佈可能造成跨越晶圓之電鍍厚度不均勻。

雖然習知完整晶圓處理器能於晶圓表面沉積物質，仍一直有需要持續研發並改良至可在半導體晶圓製造期間應用至物質沉積的電鍍技術。

【發明內容】

於一實施例中，揭示了一種半導體晶圓之電鍍設備。該設備包括一晶圓支座，用以支撐晶圓。該設備亦包括一第一電極，設置於接近晶圓支座周緣之第一位置處，可移動該第一電極以使其

與由晶圓支座所支撐的晶圓電力連接及斷開。該設備亦包括一第二電極，設置於接近晶圓支座周緣之第二位置處，該第二位置相對於晶圓支架，大致上位於第一位置的相反側，可移動該第二電極，以使其與由晶圓支座所支撐的晶圓電力連接及斷開。該設備尚包括一陽極，該陽極係配置成位於由晶圓支座所支撐的晶圓上表面之上方。該陽極包括一矩形表面區域，該區域係定義成實質上平行且接近晶圓之上表面。矩形表面區域具有一長邊，其長度至少與晶圓的直徑相等；該矩形表面區域進一步藉由較晶圓直徑為短的第二邊加以定義。此外，陽極與晶圓支座係配置成可沿在第一電極及第二電極間延伸的方向彼此相對移動，以期在晶圓受到晶圓支座支撐時，陽極可橫越整個晶圓的上表面上方。

在本發明之另一實施例中，揭示了一種半導體晶圓之電鍍設備。該設備包括一晶圓支座，用以支撐晶圓。該設備亦包括一第一電極，置放於接近晶圓支座周緣之第一位置處，俾使第一位置位於沿晶圓支座的第二半周緣上；第一電極亦可移動，以電力連接至由晶圓支座所支撐的晶圓。該設備更包括一第二電極，置放於接近晶圓支座周緣之第二位置，俾使第二位置位於沿晶圓支座的第二半周緣上，晶圓支座的第二半周緣不包括晶圓支座的第一半周緣。第二電極亦可移動，以電力連接至由晶圓支座所支撐的晶圓。此外，該設備包括一陽極，該陽極係設置於由晶圓支座所支撐的晶圓上表面之上方。該陽極包括一矩形表面區域，其係定義成實質上平行且接近晶圓之上表面。矩形表面區域具有一長邊及一第二邊，該長邊之長度至少與晶圓的直徑相等，而該第二邊較晶圓直徑為短。此外，陽極與晶圓支座係配置成可沿在第一電極與第二電極間延伸的方向彼此相對移動，俾使在晶圓受到晶圓支座支撐時，陽極可橫越整個晶圓的上表面上方。

在本發明之另一實施例中，揭示了一種半導體晶圓之電鍍系統。該系統包括一晶圓支座結構，用以支撐晶圓。該系統亦包括一陽極，用以自第一位置橫越該晶圓支座結構上方而至第二位

置，第一位置及第二位置每一均接近並位於晶圓支座結構周緣的外部。當晶圓由晶圓支座結構所支撐時，該陽極更用以接觸位於陽極之水平表面與晶圓上表面間之電鍍液彎液面。該陽極的水平表面具有一矩形區域，該矩形區域沿著橫越由晶圓支座結構支撐之晶圓所定義之第一弦而延伸，該第一弦亦實質上垂直於由第一位置延伸至第二位置之第二弦。該系統更包括一可移動之第一電極，其係用以於晶圓正受到晶圓支座支持時，在實質上接近第一位置之第一接觸位置處與晶圓形成電力接觸。該系統更包括一可移動之第二電極，其係用以於晶圓正受到晶圓支座結構支撐時，在實質上接近第二位置之第二接觸位置處與晶圓形成電力接觸。

於本發明之另一實施例中，揭示了一種半導體晶圓之電鍍方法。該方法包括一操作，用以在第一位置處將一第一電極施加至一晶圓。該方法亦包括在晶圓之上表面上方將一陽極自一第二位置跨越至該第一位置，該第二位置與第一位置位於相對於一延伸跨越晶圓上表面之中心線的相反側。吾人亦施行一操作，以於該陽極與該晶圓上表面間建立一電鍍液彎液面，建立該彎液面可使電流流經位於陽極與第一電極間的彎液面。該方法尚包括一操作，用以於該陽極已橫越該晶圓上表面而與第二位置相距一充分距離時，在一第二位置處將一第二電極施加至晶圓；將該第二電極施加至該晶圓，以使電流流經位於陽極與第二電極間的彎液面。在將該第二電極施加至晶圓後，該方法更包括用以自晶圓移除第一電極之另一操作。該方法繼續操作，以完成使陽極橫越晶圓上表面上方的步驟。

本發明之其他態樣及優點將可由以下本發明實施例及附圖的詳細敘述而更為顯明。

【實施方式】

於下列述述中，提出許多特定細節以提供對本發明的徹底瞭解。然而，對於熟悉此技藝的人士，顯然地本發明可在無部份或全部該特定細節下實施。在其他例子中，眾所週知的處理操作不

再詳述，以避免不必要地混淆本發明。

圖 1A 顯示根據本發明一實施例之半導體晶圓之電鍍設備。該設備包括一晶圓支座 103，用以牢固地支撐晶圓 101。該設備尚包括一第一電極 107A 及一第二電極 107B，該第一電極 107A 及第二電極 107B 每一均位於接近該晶圓支座 103 的周緣處，此外，該第二電極 107B 實質上與第一電極 107A 位於相對於該晶圓支架 103 的相反側。於一實施例中，該第一電極 107A 係設置於接近該晶圓支座 103 周緣的第一位置處，使得該第一位置位於沿晶圓支座的第二半周緣上。又，在同一實施例中，該第二電極 107B 係設置於接近該晶圓支座 103 周緣的第二位置處，使得該第二位置位於沿晶圓支座的第二半周緣上，該晶圓支座 103 的第二半周緣不包括該晶圓支座 103 的第一半周緣。

如箭號 113A 及箭號 113B 分別所示，該第一電極 107A 及第二電極 107B 每一均配置為可移動，以與該晶圓 101 電力連接及斷開；應瞭解該電極 107A 及電極 107B 與該晶圓 101 接觸與切斷的動作基本上可以無限種方式實施。例如在一實施例中，該電極 107A 及電極 107B 可在與該晶圓排成直線之平面上作線性移動。在另一實施例中，具有充分拉長的形狀且與該晶圓 101 共平面排列之該電極 107A 及電極 107B，可以旋轉方式運動以與該晶圓接觸。又，應瞭解有數種不同方式可定義該電極 107A 及電極 107B 的形狀。例如，在一實施例中，該電極 107A 及電極 107B 之形狀實質上為矩形；而在另一實施例中，除了可加以定義成遵循晶圓周緣的曲率之晶圓接觸邊緣外，該電極 107A 及電極 107B 為矩形；在又另一實施例中，該電極 107A 及電極 107B 可為”C”形。應瞭解本發明必需至少有兩個可獨立操縱以與晶圓電力連接及切斷的電極。

圖 1A 中的設備更包括陽極 109，其係用以設置於該晶圓 101 上表面之上方。在一實施例中，該陽極面向該晶圓 101 的一水平表面被定義為具有一實質上矩形的表面區域，該矩形的表面區域相當平行於該晶圓 101。該矩形表面定義為具有至少與該晶圓的直

徑等長之第一邊。參照圖 1A 所示的視圖，該表面之第一邊延伸進入頁面。該矩形表面尚具有一定義成較該晶圓直徑為短之第二邊，於一實施例中，該第二邊實質上較該晶圓之直徑為短。關於圖 1A 所示的視圖，該矩形表面區域的第二邊以向垂直於該第一邊且平行於該晶圓支座 103 的方向延伸。當該陽極 109 設置於該晶圓 101 上方時，該第一邊(即該矩形表面區域之長邊)會沿著跨越該晶圓 101 之第一弦而延伸，使該陽極 109 以該第一弦之方向完全地延伸跨越該晶圓。並且，該第二邊(即該矩形表面區域之短邊)會沿著跨越該晶圓 101 之第二弦延伸，其中，該第二弦係垂直於該第一弦。必需瞭解，無論於該晶圓 101 上方之該陽極 109 的位置為何，該陽極 109 將不會以第二弦的方向而完全地延伸跨越該晶圓。

該陽極 109 係配置成可以延伸於第二電極 107B 及第一電極 107A 間的方向而在晶圓 101 上方移動，如箭頭 115 所示。因此，該陽極 109 被配置成以如前所述第二弦之方向移動。當該陽極 109 在晶圓 101 上方移動時，該陽極 109 係排列成使面向晶圓之該矩形表面區域的第一邊(即長邊)實質上垂直於行進的方向。因此，該陽極 109 可以橫越整個晶圓上表面上方。並且，當該陽極 109 在晶圓 101 上方移動時，該陽極 109 之矩形表面區域係維持於接近晶圓 101 上表面之一距離處。

在該陽極 109 橫越該晶圓 101 上方時，該陽極 109 之矩形表面區域與該晶圓 101 之間的距離，足夠使電鍍溶液彎液面 111 維持於該陽極 109 與該晶圓 101 之上表面間。並且，該彎液面 111 可被包含於該陽極 109 正下方的一體積內。該彎液面之包含方式可藉由多種方式達成，後面將會說明。於一實施例中，該陽極 109 代表一實體的消耗性陽極材料。於該實施例中，可藉由使該電鍍溶液流過該陽極 109 周圍而將該電鍍溶液彎液面 111 施加至該陽極 109 正下方之體積。本實施例將參考圖 4A 及 4B 更進一步說明於下。於另一實施例中，該陽極 109 定義為以一多孔電阻材料表

示之虛擬陽極。於此實施例中，可藉由使充滿陽離子之電鍍溶液流經該多孔虛擬陽極，而將該電鍍溶液彎液面 111 施加至該虛擬陽極正下方之體積。此實施例參考圖 5A 及 5B 更進一步說明於下。

必需瞭解在圖 1A 之設備運作期間，該陽極 109 與該第一及第二電極 107A/107B 至少其中之一係以電性連接至電源，俾使其間產生電壓。因此，當該陽極 109 及該晶圓 101 之間存在有該電鍍溶液彎液面 111、且該第一電極 107A 或該第二電極 107B 係以電性連接至該晶圓 101 時，電流將於該陽極 109 與所連接之電極間流動。於該陽極 109 與所連接之電極(107A 及/或 107B)間流動之電流能使暴露於該電鍍溶液彎液面 111 之該晶圓 101 上表面之部分處發生電鍍反應。

圖 1A 之設備尚包括流體擋板 105A 及 105B，用以分別避免第一電極 107A 及該第二電極 107B 在該陽極 109 及彎液面 111 橫越其上時暴露於該電鍍溶液彎液面 111。於一實施例中，可將該第一及第二電極 107A/107B 控制成在該陽極 109 及彎液面 111 橫越其上時自該晶圓 101 移開並縮回至其個別流體擋板 105A/105B 下方。

圖 1B 顯示依照本發明之另一實施例之半導體晶圓電鍍設備。圖 1B 之設備與圖 1A 相同，除了該晶圓支座 103、電極 107A/107B 及流體擋板 105A/105B 係以直線方向而於維持在一固定位置之該陽極 109 下方一起移動(如箭頭 117 所示)之外。必需瞭解在圖 1B 之設備之運作期間，該陽極 109 係以與前述關於圖 1A 所討論者相似之方式排列。並且，如先前關於圖 1A 所述者，該電極 107A/107B 係依據該陽極 109 之位置而控制成與該晶圓 101 電性連接及斷開。必需瞭解由於圖 1B 之設備不需要在該晶圓 101 上方移動，因此圖 1B 之設備將可較容易防止多餘之外來粒子沈積於該晶圓 101 之上表面。

圖 2A~2D 顯示依本發明一實施例，如前述圖 1A 所示半導體晶圓之電鍍設備之操作順序例示。圖 2A 顯示剛啟動電鍍製程後之設備。於圖 2A 中，該陽極 109 正橫越該晶圓 101 之上表面上方，該

彎液面 111 建立於該陽極 109 下方。如圖 2A 所示，該流體擋板 105B 係用以避免當陽極 109 橫越其上時，該第二電極 107B 接觸該電鍍溶液彎液面 111。並且，當該陽極 109 及彎液面 111 橫越第二電極 107B 上方時，該第二電極 107B 會與該晶圓 101 電性斷開並維持在縮回位置。此外，與該陽極 109 實質上位於該晶圓上表面之相反側之該第一電極 107A 係設置成電性連接至該晶圓 101，因此，會使電流流經該彎液面並跨越位於該陽極 109 及該第一電極 107A 間之該晶圓 101 上表面。於圖 2A 中，該彎液面 111 實質上定義於該陽極 109 正下方的體積內。並且，該第一電極 107A 係設置於與該陽極 109 相距充分距離處，以使該第一電極 107A 不會暴露於電鍍溶液。

圖 2B 顯示當該陽極 109 從圖 2A 所示位置繼續橫越該晶圓 101 上方時之設備。當該陽極 109 從朝向該第一電極 107A 橫越離開該第二電極 107B 時，該第一電極 107A 仍然連接於該晶圓 101。於一實施例中，該第二電極 107B 係維持於縮回位置，直到該陽極 109 與彎液面 111 距離該第二電極 107B 足夠遠為止，以確保該第二電極不會暴露於該電鍍溶液。

此外，將該第一電極 107A 與該第二電極 107B 連接至該晶圓 101，以將存在於與該彎液面 111 接觸之該晶圓 101 上表面之部分的電流分佈最適化。於一實施例中，於陽極 109 橫越該晶圓 101 上方時，最好在該彎液面 111 及該晶圓 101 間之界面處維持實質上均勻之電流分佈。必需瞭解：將該陽極 109 與所連接之電極(即陰極)間維持足夠距離，可使該彎液面 111 與該晶圓 101 間之界面處之電流分佈更為均勻。因此，於一實施例中，當該陽極 109 實質上接近該晶圓 101 上表面之中心線時，即發生自連接該第一電極 107A 轉移至連接該第二電極 107B，其中該中心線與該陽極 109 之橫越方向垂直。

在自連接該第一電極 107A 轉移至連接該第二電極 107B 期間，該第一電極 107A 保持連接至該晶圓 101，一直到該第二電極

107B 連接至晶圓 101 為止。一旦該第二電極 107B 連接上晶圓 101 後，則該第一電極會與該晶圓 101 斷開。維持至少有一電極連接於該晶圓 101，可使在材料沈積中由電鍍製程所產生之間隙或偏差的電位差降至最低。

圖 2C 顯示在陽極 109 繼續朝向第一電極 107A 而橫越晶圓 101 上方時，從連接該第一電極 107A 轉移至連接該第二電極 107B 後之設備。圖中顯示該第二電極 107B 連接於該晶圓 101，而該第一電極切斷 107A 與該晶圓 101 之電性連接並且縮回該流體擋板 105A 下方，以便受到遮蔽而避免接近該電鍍溶液彎液面 111；電流流經該彎液面 111 並跨越該陽極 109 及該第二電極 107B 間的該晶圓 101 上表面。

圖 2D 顯示在該陽極 109 即將完成橫越該晶圓 101 上方而接近該第一電極 107A 時之設備。該流體擋板 105A 係用以在陽極 109 橫越晶圓上方時，防止該電鍍溶液彎液面 111 接觸第一電極 107A。另外，在陽極 109 及彎液面 111 橫越晶圓上方時，該第一電極 107A 與該晶圓 101 電性斷開且保持於縮回位置。

圖 3A 顯示陽極 109 關於先前圖 2B 中所述之第一電極 107A、第二電極 107B 及晶圓 101 之俯視圖。如前所述，該陽極 109 以其長邊方向完全延伸跨越晶圓 101，因此，當該陽極 109 橫越該晶圓 101 上方時，該晶圓 101 之整個上表面會暴露於存在該陽極 109 下方的該電鍍溶液彎液面。並且，於圖 3A 之實施例中，所顯示之該第 1 及第二電極 107A/107B 呈矩形棒狀表示。但是，如前所述，該第 1 及第二電極 107A/107B 可定義為具有任何與該電鍍製程相容之適當形狀。並且，於該設備中可使用超過兩個電極以達成前述功能。

圖 3B 顯示依照本發明一實施例之圖 3A 之設備圖，其中吾人使用一對電極來定義該第一電極 107A 及該第二電極 107B 中每一個。此外，圖 3B 中所示之各電極具有另外形狀。因此，本發明可使用複數個不同形狀之電極來實施，只要複數電極相對於該晶圓

101 中心線，位於實質相反側即可。並且，就接觸晶圓 101 而言，本發明要求於該晶圓 101 中心線之每一相對側上之電極可獨立地加以控制。

圖 4A 顯示依照本發明一實施例之實體陽極 109A，其係以方向 115 橫越晶圓 101 上方。如前所述，該陽極 109 可經定義成由消耗性陽極材料所定義之實體陽極 109A。於此實施例中，可藉由令該電鍍溶液流過該實體陽極 109A 周圍而將電鍍溶液彎液面 111 施加至該實體陽極 109A 正下方之區域。更詳細地說，該電鍍溶液 401 係透過一管子而施加至該實體陽極 109A 頂面之一位置處。然後，令該電鍍溶液 401 流經一溝槽 405 而到達該實體陽極 109A 之前緣。於該實體陽極 109A 前緣處，該電鍍溶液 401 流出該前緣(如標註 403 所示)並至該實體陽極 109A 下方，而形成該彎液面 111。

圖 4B 顯示上述圖 4A 中所示該實體陽極 109A 之俯視圖。該溝槽 405 係配置成可引導電鍍溶液流往實體陽極 109A 之前方，其中該實體陽極 109A 之前方係定義成相對於橫越該晶圓 101 之方向 115 的該實體陽極 109A 之引導緣。該實體陽極 109A 之俯視圖亦顯示出位於該實體陽極 109A 之端部的真空孔 407，該真空孔 407 係用以吸引該彎液面 111 之該電鍍溶液 401 朝向該實體陽極 109A 之端部移動；又，該真空孔 407 容許在維持該彎液面 111 區域內之該電鍍溶液體積時，建立通過該彎液面 111 區域之電鍍溶液 401 流。然而，必需瞭解：除此處所明示者外，本發明設想在使用實體陽極 109A 時、彎液面 111 區域內之電鍍溶液 401 之其他施加及控制方法。不論施加及控制彎液面 111 區域內之電鍍溶液 401 所使用之特殊方法為何，本發明之原理仍為相同。

圖 5A 顯示依照本發明一實施例之虛擬陽極 109B，其係以方向 115 橫越該晶圓 101 上方。該虛擬陽極 109B 包括一多孔性電阻材料 501，充滿陽離子之電鍍溶液 505 可以流過該多孔性電阻材料 501，以於該虛擬陽極 109B 之正下方區域內形成該彎液面 111。吾人可以使用一或多面器壁 503，以將充滿陽離子之電鍍溶液 505

限制於接觸該多孔性電阻材料 501 頂側之體積內。於一實施例中，該多孔性電阻材料 501 可由陶瓷（例如 Al_2O_3 ）來定義；然而，必須瞭解：其他多孔性電阻材料也可以結合虛擬陽極 109B 一起使用。

圖 5B 顯示依照本發明之一實施例之包含彎液面限制表面 507 之圖 5A 的虛擬陽極 109B。就該虛擬陽極 109B 而言，該彎液面限制表面 507 代表在該多孔性電阻材料下方朝向該晶圓 101 延伸之一或多個表面，該彎液面限制表面 507 係用以協助將該彎液面限制於該虛擬陽極 109B 下方的區域。關於該虛擬陽極 109B 之該彎液面限制表面 507 係作為例示用，必須瞭解該彎液面限制表面 507 可與前述實體陽極同時實施。於一實施例中，該彎液面限制表面 507 實際上可被定義為該實體陽極之不可或缺部份。

本發明之電鍍設備及方法之關鍵特徵在於：能夠在物理性連接時，將電極及對應晶圓接觸表面維持於乾燥狀態。當陽極橫越晶圓上方時，可設置晶圓表面調節裝置跟隨於陽極之後，藉此確保電極及對應晶圓接觸表面適當地維持於乾燥狀態。

圖 6 顯示依本發明一實施例之晶圓表面調節裝置的配置圖，其中該晶圓表面調節裝置係用以當陽極橫越晶圓上方時跟隨於陽極之後。圖 6 係顯示將晶圓表面調整裝置結合虛擬陽極構造之配置。但必須瞭解，晶圓表面調節裝置之配置亦可結合前述實體陽極來同時使用。各晶圓表面調節裝置可以由用以自該晶圓表面施加或移除流體之出口（vent）來表示，各出口係配置成沿著該陽極之長度方向延伸且具有足夠寬度，以提供適當之流體流動區域。

如圖 6 所示，第一出口 601 設置了真空裝置，以於陽極橫越晶圓上方後自該晶圓表面移除流體；第二出口 605 與該第一出口 601 係藉由器壁 603 隔開，該第二出口 605 對該晶圓表面提供一沖洗流體。於一實施例中，該沖洗流體為去離子水。然而，於其他實施例中，可使用任何適用於晶圓製程應用之沖洗流體；第三出口 609 與該第二出口 605 間藉由器壁 607 隔開，如同該第一出口 601，該第三出口 609 設置了真空，以便自該晶圓表面移除流體；

第四出口 613 與該第三出口 609 藉由器壁 611 隔開，又該第四出口 613 以一外壁 615 加以定義，該第四出口 613 可用於對該晶圓表面施加異丙醇(IPA)/氮氣混合物。必須瞭解：本發明可以使用具有如圖 6 所示之出口部分之晶圓表面調節裝置來實施，且本發明可使用此處未明示之其他晶圓表面調節裝置來實施。

於電鍍製程中，沉積材料之均勻性取決於在被電鍍晶圓區域（亦即電鍍溶液彎液面與晶圓間之界面）處之電流分佈。有許多因子會影響在被電鍍晶圓區域處之電流分佈。3 個主要影響電流分佈之因子包括：1)接觸晶圓之電極位置及數目；2)晶圓上表面之電阻係數；及 3)陽極相對於被電鍍區域之位置及配置。藉由在緊鄰陰極處（即被電鍍之區域）及真實陽極與陰極間引入均勻分佈電阻路徑（例如多孔性電阻材料），則電流通量即可均勻地分佈於均勻分佈電阻路徑與陰極之間。此外，藉由選擇具有足夠大電阻之多孔性電阻材料，可將因晶圓上表面（尤其在晶圓邊緣處）之電阻係數所致之影響減低並最小化，藉此改善後續電鍍製程之均勻性。

習知之用以提供同時整片晶圓（full-wafer）電鍍之電鍍系統，若無先前施加至晶圓之低電阻中間膜，則無法於晶圓表面上電鍍高電阻阻障層（barrier film）。例如，在高電阻阻障層上電鍍 Cu 之案例中，習知系統需要欲在整片晶圓電鍍製程之前予以施加之 PVD Cu 種晶層；若無此種晶層，跨越晶圓之電阻降

（resistance drop）將會於整片晶圓電鍍期間引發雙極效應（bipolar effect），而此雙極效應會造成在鄰近接觸晶圓之電極之區域內部被去電鍍化並被蝕刻。又，該習知之整片晶圓電鍍系統需要將電極均勻地分佈於晶圓周緣，其中該均勻分佈之電極每一個的電阻均可互相匹配。於該習知之整片晶圓電鍍系統中，若個別電極間存在不對稱接觸電阻，則會造成晶圓各處之電流分佈不均勻，因而導致晶圓各處之材料沉積不均勻。

此處所述本發明之電鍍設備解決了上述關於習知整片晶圓電鍍系統之問題。更詳細地說，本發明之設備能使電極於接觸晶圓

時仍保持乾燥。當本發明之棒狀陽極橫越晶圓時，電極可接觸遠離陽極之晶圓表面之高電阻區。因此，將可使存在於陰極(即位於陽極下方之被電鍍區域)之電流均勻地分佈。並且，該乾燥電極接觸方法實質上消除了發生雙極效應之可能性。

圖 7 顯示依本發明一實施例之半導體晶圓電鍍方法之流程圖。該方法包括操作 701，其中第一電極係在第一位置處置放於晶圓。於操作 703 中，第二電極在第二位置處自晶圓移除；該第二位置與該第一位置係位於跨越該晶圓上表面延伸之中心線相反側。該方法尚包括操作 705，用以使陽極從該第二位置朝向該第一位置橫越該晶圓上表面上方。於一實施例中，該橫越的動作係藉由固定該陽極於固定位置，而移動該晶圓以達成。於另一實施例中，該橫越的動作係藉由在移動陽極時將晶圓支撐於一固定位置而達成。於操作 707 中，在陽極及晶圓上表面間建立一電鍍溶液彎液面，藉此使電流流經陽極與第一電極間的彎液面。當陽極橫越晶圓上表面時，彎液面被限制於陽極及晶圓上表面之間。

該方法更包括另一操作 709，其用以在陽極已橫越晶圓上表面而距第二位置一充分距離時，在第二位置處將第二電極施加至晶圓。一旦第二電極施加至第二位置，電流會流經介於陽極與第二電極間的彎液面。於一實施例中，與第二位置相距之該充分距離係定義成可於彎液面處維持適當之電流密度分佈，與第二位置相距之該充分距離亦定義成可確保第一及第二電極中之每一個關於電鍍溶液彎液面均保持乾燥。該方法繼續進行操作 711，其中在施加第二電極後，第一電極會自晶圓移除。接著，於操作 713 中，完成陽極橫越晶圓上表面之步驟。

於一實施例中，從晶圓移除第一及第二電極中之每一個之操作包括將各該電極設置於流體擋板下方，該流體擋板之功用為避免第一及第二電極接觸電鍍溶液彎液面。而於另一實施例中，該方法可以包括沖洗操作，其用以沖洗已被陽極極接近地橫越之晶圓上表面之部分。接著，可實施乾燥已經過沖洗之晶圓上表面的

操作。

雖然本發明已就數個實施例加以說明，但必須瞭解熟悉此項技術之人士於閱讀上述說明書及附圖時可實現各種改變、添加以及變化及其等效物。故本發明應包括在本發明之真實精神及範圍內之所有此類改變、添加、變更及等效物。

【圖式簡單說明】

本發明以及其優點可由以下本發明實施例及附圖的詳細敘述而更為顯明，其中：

圖 1A 顯示根據本發明一實施例之半導體晶圓之電鍍設備；

圖 1B 顯示根據本發明另一實施例之半導體晶圓之電鍍設備；

圖 2A~圖 2D 顯示根據本發明一實施例之先前關於圖 1A 所述之半導體晶圓之電鍍設備的一系列操作；

圖 3A 顯示陽極相對於如前述圖 2B 中所示之第一電極、第二電極及晶圓的俯視圖；

圖 3B 顯示根據本發明一實施例之圖 3A 中的設備，其中係以一對電極來定義該第一電極與第二電極；

圖 4A 顯示根據本發明一實施例之以一方向橫越晶圓上方之實體陽極；

圖 4B 顯示根據圖 4A 描述之實體陽極的俯視圖；

圖 5A 顯示根據如前所述本發明一實施例之以一方向橫越晶圓上方之虛擬陽極；

圖 5B 顯示依據本發明一實施例之圖 5A 的虛擬陽極，其包含彎液面限制表面；

圖 6 顯示依據本發明一實施例之晶圓表面調節裝置之配置，該晶圓表面調節裝置係用以在陽極橫越晶圓表面上方時跟隨於陽極之後；以及

圖 7 顯示依據本發明一實施例之半導體晶圓之電鍍方法流程圖。

【主要元件符號說明】

101~晶圓
103~晶圓支座
105A~流體擋板
105B~流體擋板
107A~第一電極
107B~第二電極
109~陽極
109A~實體陽極
109B~虛擬陽極
111~彎液面
113A~箭號
113B~箭號
115~方向
401~電鍍溶液
403~標示
405~溝槽
407~真空孔
501~多孔性電阻材料
503~器壁
505~充滿陽離子之電鍍溶液
507~彎液面限制區域
601~第一出口
603~器壁
605~第二出口
607~器壁
609~第三出口
611~器壁
613~第四出口
615~外壁

五、中文發明摘要：

第一及第二電極分別位於接近一晶圓支座周緣的第一及第二位置處，其中第一及第二位置相對於晶圓支座係實質上彼此相對。第一及第二電極每一均可移動，以與由晶圓支座所支撐之晶圓電性連接或斷開。將一陽極設置於晶圓上方並接近晶圓，俾使一電鍍溶液彎液面可維持於陽極與晶圓之間。當陽極在晶圓上方從第一位置移動至第二位置時，電流會流經陽極與晶圓間的彎液面。並且，當陽極於晶圓上方移動時，將第一及第二電極控制成與晶圓相連接，然須確保陽極不致越過所連接之電極。

六、英文發明摘要：

First and second electrodes are disposed at first and second locations, respectively, proximate to a periphery of a wafer support, wherein the first and second location are substantially opposed to each other relative to the wafer support. Each of the first and second electrodes can be moved to electrically connect with and disconnect from a wafer held by the wafer support. An anode is disposed over and proximate to the wafer such that a meniscus of electroplating solution is maintained between the anode and the wafer. As the anode moves over the wafer from the first location to the second location, an electric current is applied through the meniscus between the anode and the wafer. Also, as the anode is moved over the wafer, the first and second electrodes are controlled to connect with the wafer while ensuring that the anode does not pass over an electrode that is connected.

十、申請專利範圍：

1. 一種半導體晶圓之電鍍設備，包括：

一晶圓支座，用以支撐晶圓；

一第一電極，位於接近該晶圓支座周緣之第一位置處，該第一電極可移動，以與由該晶圓支座所支撐之該晶圓電性連接或斷開；

一第二電極，位於接近該晶圓支座周緣之第二位置處，該第二位置相對於該晶圓支座實質上與該第一位置位於相反側，該第二電極可移動，以與待由該晶圓支座支撐之該晶圓電性連接或斷開；及

一陽極，位於待由該晶圓支座支撐之該晶圓之上表面上方，該陽極具有一矩形表面區域，定義成實質上平行且接近於該晶圓之該上表面，該矩形表面區域之長邊至少與該晶圓之直徑等長，該矩形表面區域更由小於該晶圓之該直徑之第二邊來定義；

其中，該陽極及該晶圓支座可朝向延伸於該第一電極及該第二電極間之方向彼此相對移動，俾使在該晶圓由該晶圓支座支撐時，該陽極能夠橫越該晶圓之整個上表面。

2. 如申請專利範圍第 1 項之半導體晶圓之電鍍設備，其中，該陽極之該矩形表面區域對該晶圓上表面充分接近至足以使該陽極之該矩形表面區域接觸欲施加於該晶圓上表面之電鍍溶液的彎液面。

3. 如申請專利範圍第 2 項之半導體晶圓之電鍍設備，其中，該陽極之該矩形表面區域與該彎液面間的接觸，可容許電流經過該彎液面到達已被移動至與該晶圓電性連接之該第一電極或該第二電極。

4. 如申請專利範圍第 2 項之半導體晶圓之電鍍設備，更包括：

一第一流體擋板，用以在該陽極橫越該第一電極上方時，於該第一電極移動至與該晶圓電性斷開之際，避免該第一電極暴露於該電鍍溶液彎液面；及

一第二流體擋板，用以在該陽極橫越該第二電極上方時，於該第二電極移動至與該晶圓電性斷開之際，避免該第二電極暴露於該電鍍溶液彎液面。

5. 如申請專利範圍第 2 項之半導體晶圓之電鍍設備，其中，該陽極之該矩形表面區域係由一多孔性電阻材料形成，該多孔性電阻材料容許充滿陽離子之電鍍溶液流過以於該晶圓表面上形成該電鍍溶液彎液面。

6. 如申請專利範圍第 1 項之半導體晶圓之電鍍設備，其中，該陽極之該矩形表面區域係由消耗性陽極材料形成。

7. 如申請專利範圍第 1 項之半導體晶圓之電鍍設備，其中，該陽極維持於一固定位置，且該晶圓支座係用以相對於陽極而移動。

8. 如申請專利範圍第 1 項半導體晶圓之電鍍設備，其中，該晶圓支座係用以維持於一固定位置，且該陽極可相對於該晶圓支座而移動。

9. 一種半導體晶圓之電鍍設備，包括：

一晶圓支座，用以支撐晶圓；

一第一電極，位於接近該晶圓支座周緣之第一位置處，且該第一電極沿著該晶圓支座之第一半周緣配置，該第一電極可移動以與待由該晶圓支座支撐之該晶圓電性連接；

一第二電極，位於接近該晶圓支座周緣之第二位置，且該第

二位置沿著不包含該晶圓支座之該第一半周緣的該晶圓支座之第二半周緣配置，該第二電極可移動以與待由晶圓支座所支撐之晶圓電性連接；及

一陽極，位於待由該晶圓支座支撐之該晶圓上表面上方，該陽極具有一矩形表面區域，定義成接近並且實質上平行於該晶圓上表面，該矩形表面區域之長邊至少與該晶圓之直徑等長，該矩形表面更由小於該晶圓之該直徑之第二邊來定義；

其中，該陽極及該晶圓支座可以朝向延伸於該第一電極及該第二電極間之方向彼此相對移動，俾該晶圓由該晶圓支座支撐時，使該陽極能夠橫越該晶圓之整個上表面。

10. 如申請專利範圍第 9 項之半導體晶圓之電鍍設備，其中，該陽極之該矩形表面區域對該晶圓上表面之接近程度足以使該陽極之該矩形表面區域接觸欲施加於該晶圓上表面之電鍍溶液彎液面。

11. 如申請專利範圍第 10 項之半導體晶圓之電鍍設備，其中，該陽極之該矩形表面區域與該電鍍溶液彎液面間的接觸可容許電流流經該電鍍溶液彎液面而到達已被移動至與該晶圓電性接觸之該第一電極或該第二電極。

12. 如申請專利範圍第 10 項之半導體晶圓之電鍍設備，更包括：

一第一流體擋板，用以在該陽極橫越該第一電極上方時，於該第一電極移動離開該晶圓之際，避免該第一電極暴露於該電鍍溶液彎液面；及

一第二流體擋板，用以在該陽極橫越該第二電極上方時，於該第二電極移動離開該晶圓之際，避免該第二電極暴露於該電鍍溶液彎液面。

13. 如申請專利範圍第 10 項之半導體晶圓之電鍍設備，其中，該陽極之該矩形表面區域係由一多孔性電阻材料所形成，該多孔性電阻材料容許充滿陽離子之電鍍溶液流過，以於該晶圓表面上形成該電鍍溶液的彎液面。

14. 如申請專利範圍第 9 項之半導體晶圓之電鍍設備，其中，該陽極之該矩形表面區域係由消耗性陽極材料所形成。

15. 如申請專利範圍第 9 項之半導體晶圓之電鍍設備，其中，該陽極維持於一固定位置，且該晶圓支座可相對於該陽極而移動。

16. 如申請專利範圍第 9 項之半導體晶圓之電鍍設備，其中，該晶圓支座維持於一固定位置，且該陽極可相對於該晶圓支座而移動。

17. 一種半導體晶圓電鍍系統，包括：

一晶圓支座結構，用以支撐晶圓；

一陽極，用以自第一位置橫越該晶圓支座結構上方而至第二位置，該第一位置及該第二位置均接近並位於該晶圓支座結構周緣外側，該陽極更可接觸位於該陽極之水平表面與待由該晶圓支座結構支撐之該晶圓上表面之間的電鍍溶液彎液面，該陽極之水平表面具有矩形區域，該矩形區域係沿著跨越待由該晶圓支座結構支撐之該晶圓而定義的第一弦而延伸；其中，該第一弦實質上垂直於自第一位置延伸至第二位置之第二弦；

一第一電極，其可移動，俾於實質上接近該第一位置之第一接觸位置處，和待由該晶圓支座結構支撐之該晶圓電性接觸；及

一第二電極，其可移動，俾於實質上接近該第二位置之第二接觸位置處，和待由該晶圓支座結構支撐之該晶圓電性接觸。

18. 如申請專利範圍第 17 項之半導體晶圓電鍍系統，其中，該電鍍溶液彎液面被限制於具有該矩形區域之該陽極之水平表面以及該晶圓上表面之間的區域。

19. 如申請專利範圍第 17 項之半導體晶圓電鍍系統，其中，該矩形區域係由至少與該晶圓直徑等長之長邊加以定義，該矩形區域更由小於該晶圓直徑之第二邊加以定義。

20. 如申請專利範圍第 17 項之半導體晶圓電鍍系統，其中，陽極與電鍍溶液彎液面之間的接觸可容許電流流經電鍍溶液彎液面而至已被移動至與該晶圓電性接觸之該第一電極或該第二電極。

21. 如申請專利範圍第 17 項之半導體晶圓電鍍系統，更包括：
一第一流體擋板，用以在該陽極橫越該第一電極上方時，於該第一電極移動離開該晶圓之際，避免該第一電極暴露於該電鍍溶液彎液面；及

一第二流體擋板，用以在該陽極橫越該第二電極上方時，於該第二電極移動離開該晶圓之際，避免該第二電極暴露於該電鍍溶液彎液面。

22. 如申請專利範圍第 17 項之半導體晶圓電鍍系統，其中，具有該矩形區域之該陽極之水平表面係由一多孔性電阻材料所形成，該多孔性電阻材料容充滿陽離子之電鍍溶液流過，以形成該電鍍溶液彎液面。

23. 如申請專利範圍第 17 項之半導體晶圓電鍍系統，其中，具有矩形區域之陽極之水平表面係由消耗性陽極性材料所形成。

24. 如申請專利範圍第 17 項之半導體晶圓電鍍系統，其中，該陽極維持於一固定位置，且該晶圓支座可相對於該陽極而移動。

25. 如申請專利範圍第 17 項之半導體晶圓電鍍系統，其中，該晶圓支座維持於一固定位置，且該陽極可相對於該晶圓支座而移動。

26. 一種半導體晶圓之電鍍方法，包括：

在第一位置處將第一電極施加至晶圓；

使陽極自第二位置朝向該第一位置橫越晶圓上表面上方，其中，該第二位置相對於跨越該晶圓上表面而延伸之中心線而言係與該第一位置相對；

於該陽極及該晶圓上表面之間建立電鍍溶液彎液面，藉此使電流流經該陽極與該第一電極間之該彎液面；

當該陽極已橫越該晶圓上表面而與該第二位置相距一充分距離時，在該第二位置處將該第二電極施加至該晶圓，藉此使該電流流經該陽極與該第二電極間之該彎液面；

在施加該第二電極後，自該晶圓移除該第一電極；及

完成使該陽極橫越該晶圓上表面。

27. 如申請專利範圍第 26 項之半導體晶圓之電鍍方法，更包括：

在該陽極橫越該第二位置上方之前，自該晶圓移除該第二電極。

28. 如申請專利範圍第 27 項之半導體晶圓之電鍍方法，其中，自晶圓移除該第一及第二電極中之每一個係包括在流體擋板下方配置各該電極，該流體擋板之作用為避免各該電極接觸該電鍍溶

液彎液面。

29. 如申請專利範圍第 26 項之半導體晶圓電鍍方法，其中，與該第二位置相距之該充分距離係定義成可於該彎液面處維持適當之電流密度分佈，並可確保該第一及第二電極對於該電鍍溶液彎液面而言維持乾燥。

30. 如申請專利範圍第 26 項之半導體晶圓之電鍍方法，其中，該橫越係藉由在移動該晶圓時保持該陽極於一固定位置而達成。

31. 如申請專利範圍第 26 項之半導體晶圓之電鍍方法，其中，該橫越藉由在移動該陽極時保持該晶圓於一固定位置而達成。

32. 如申請專利範圍第 26 項之半導體晶圓之電鍍方法，更包括：

在該陽極橫越該晶圓上表面上方時，將該彎液面限制於該陽極與該晶圓上表面之間。

33. 如申請專利範圍第 26 項之半導體晶圓電鍍方法，更包括：
沖洗剛被該陽極橫越之該晶圓上表面之一部分；及
乾燥該已被沖洗之該晶圓上表面之該一部分。

十一、圖式：

圖式

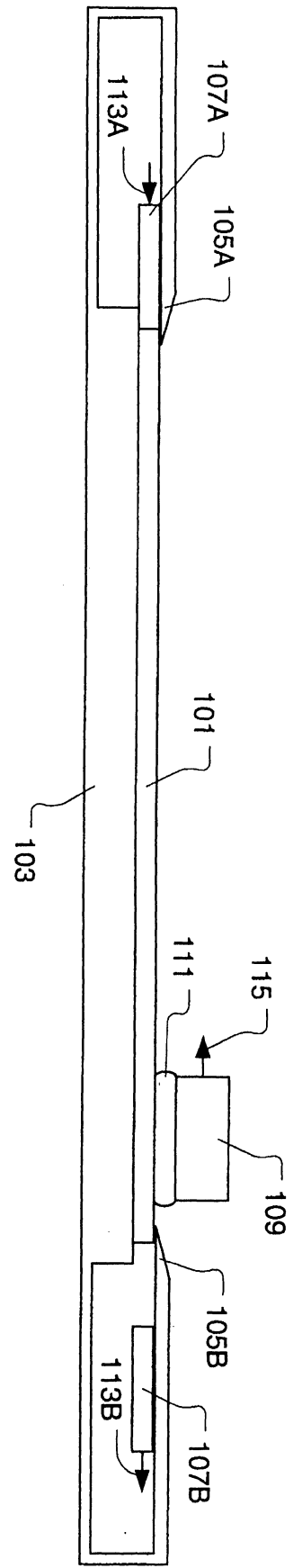


圖 1A

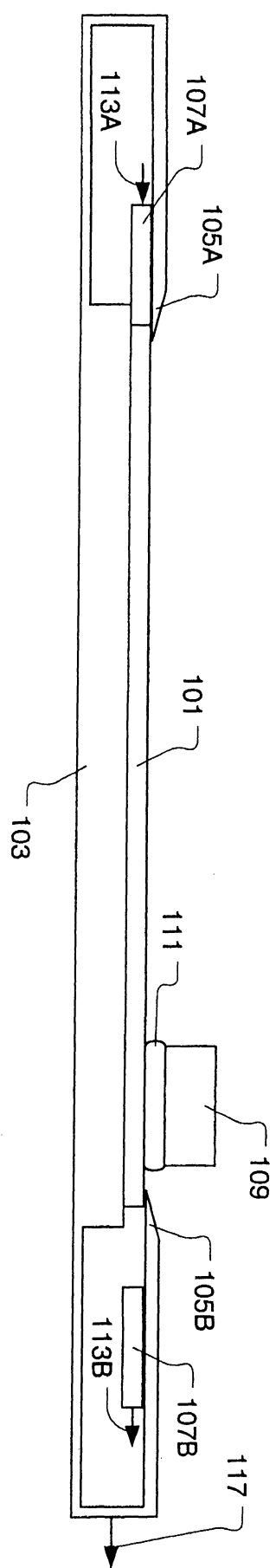
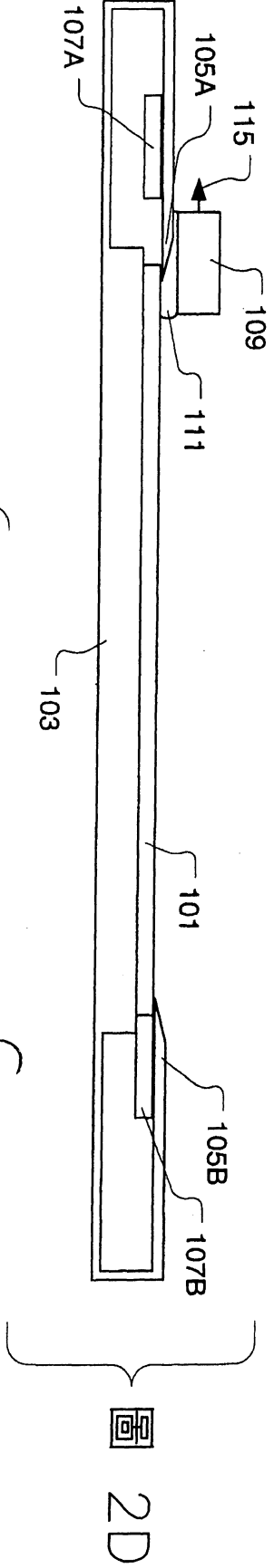
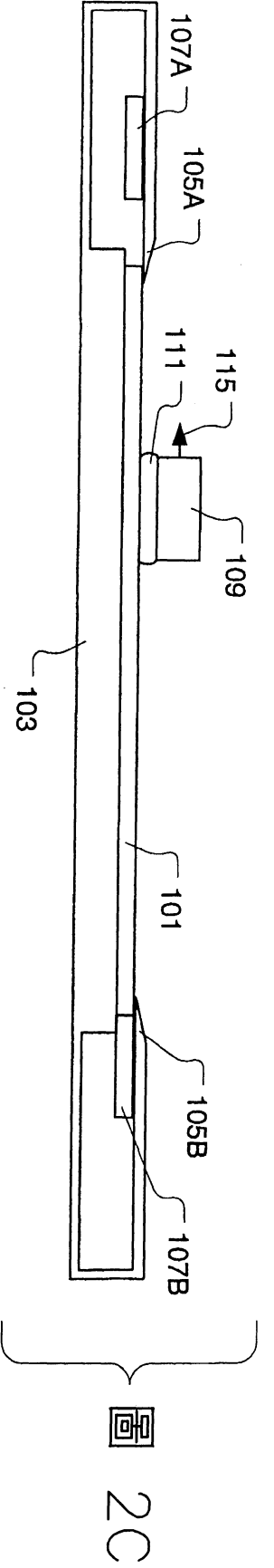
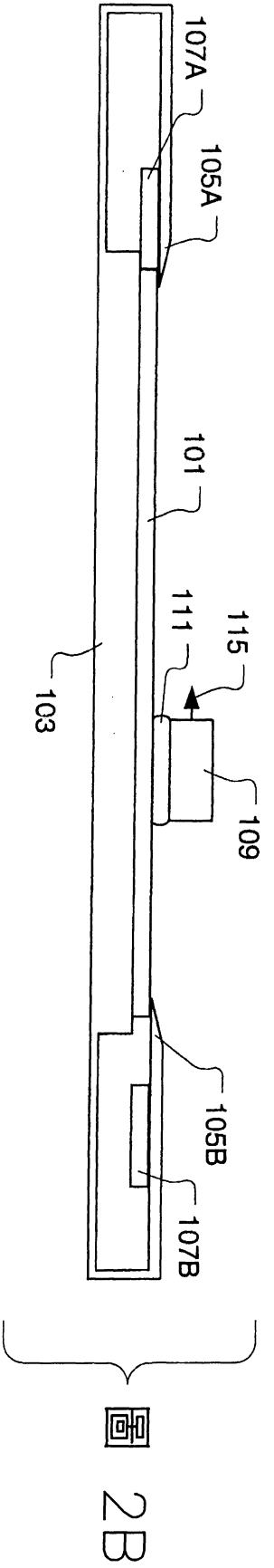
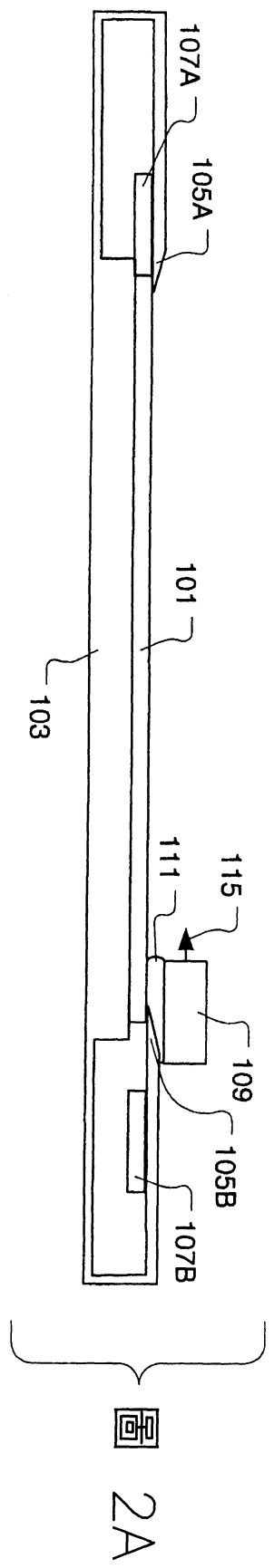


圖 1B

圖式



圖式

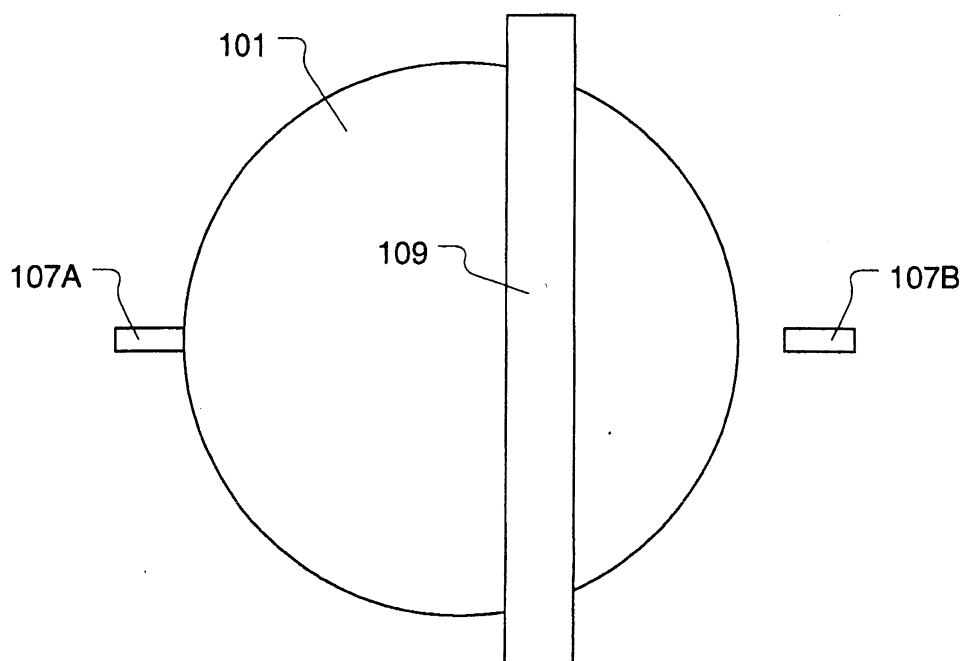


圖 3A

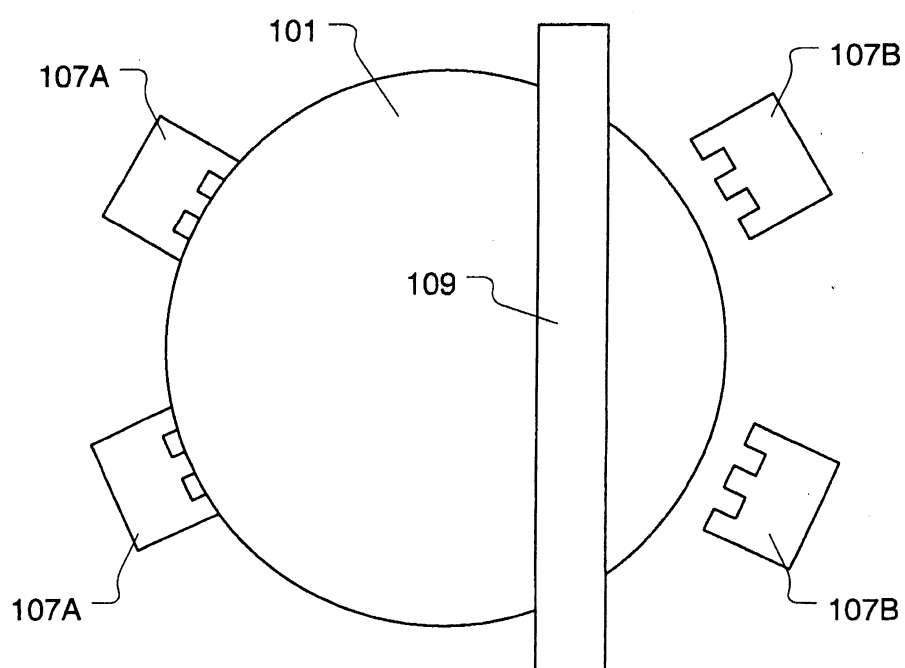


圖 3B

圖式

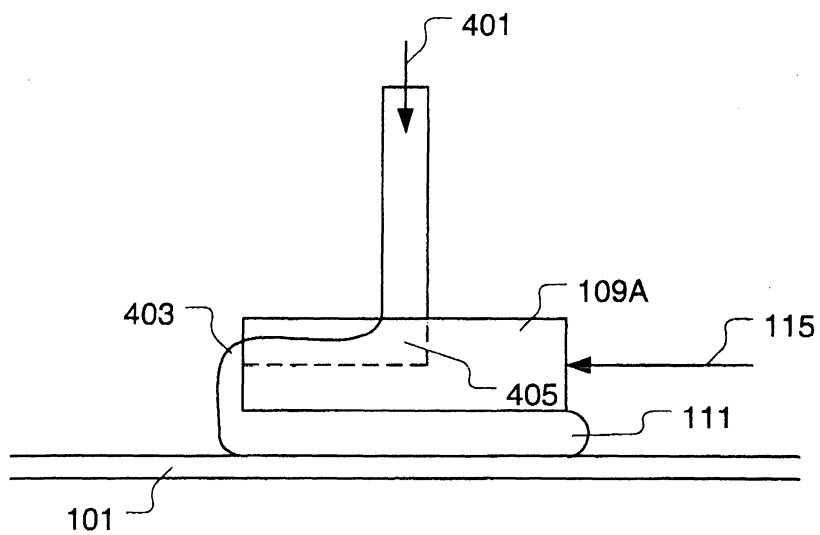


圖 4A

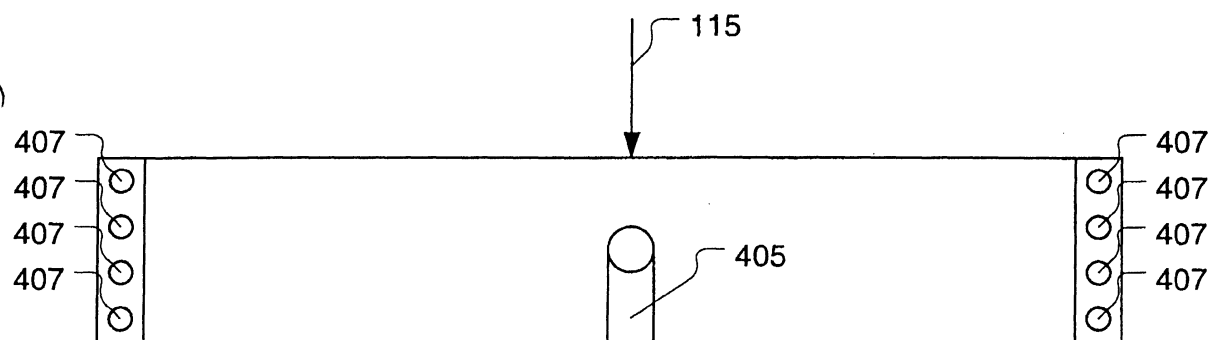


圖 4B

圖式

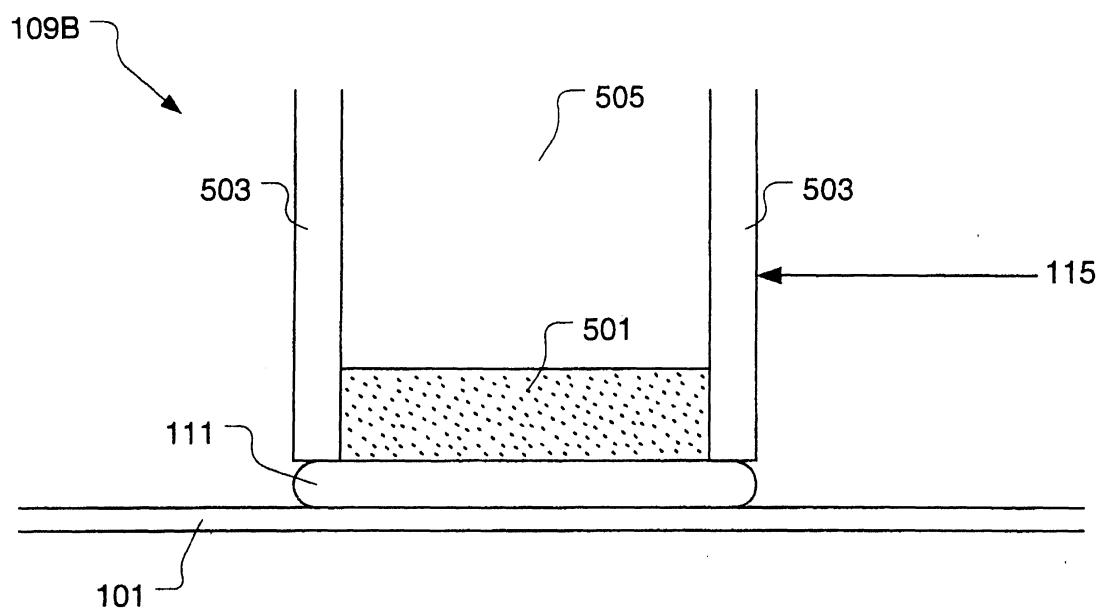


圖 5A

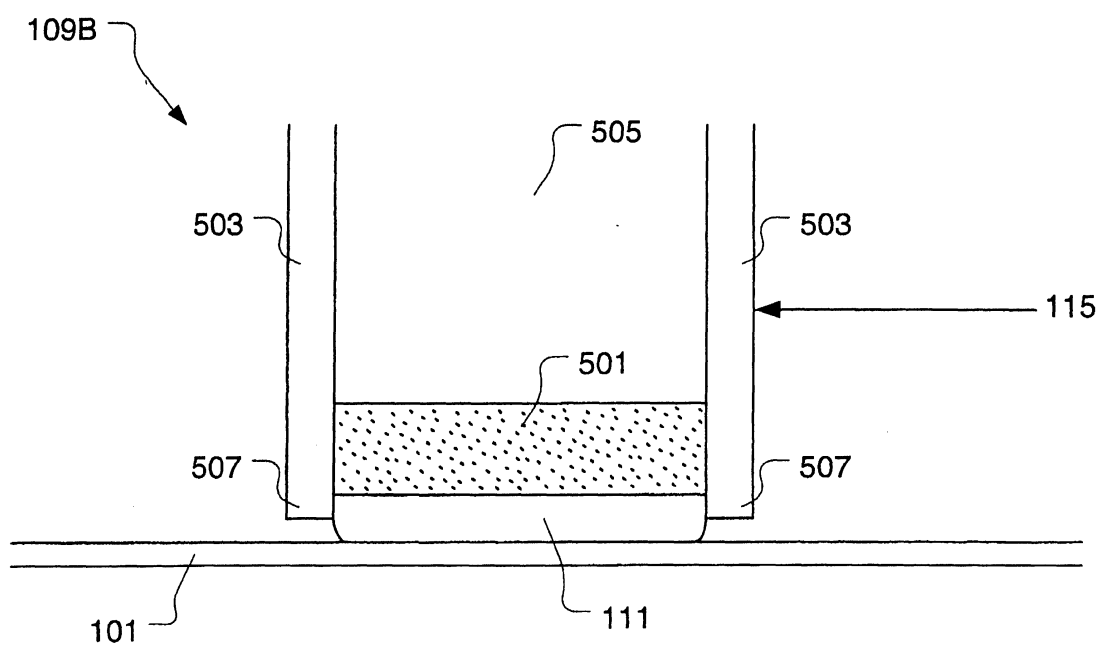


圖 5B

圖式

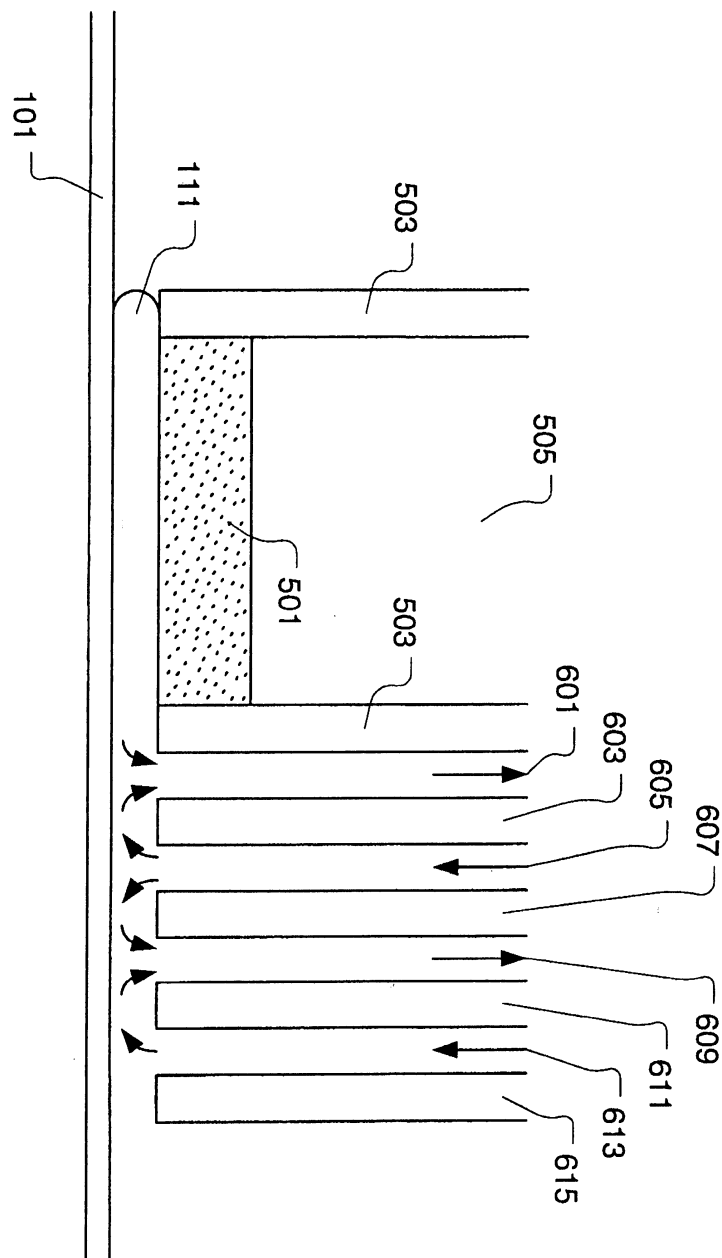


圖 6

圖式

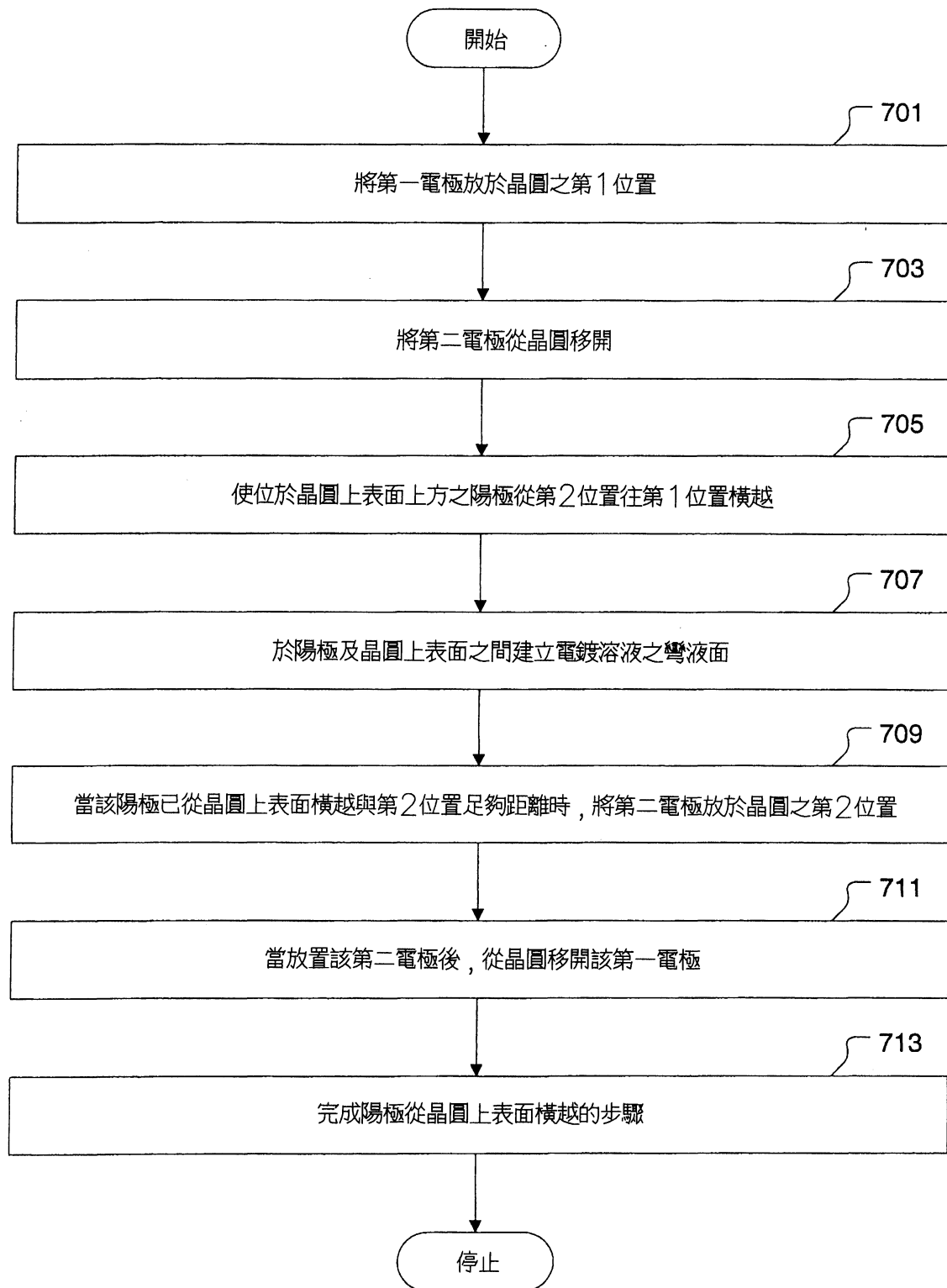


圖 7

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1A)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

101~晶圓

103~晶圓支座

105A~流體擋板

105B~流體擋板

107A~第一電極

107B~第二電極

109~陽極

111~彎液面

113A~箭號

113B~箭號

115~方向

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：
無。