



(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 I537428 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 06 月 11 日

(21)申請案號：101113198

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 04 月 13 日

(51)Int. Cl. : C25D17/00 (2006.01)

H01L21/288 (2006.01)

(30)優先權：2011/04/14 美國

61/475,417

(71)申請人：T E L N E X X 公司 (美國) TEL NEXX, INC. (US)

美國

(72)發明人：帕帕 戴米崔 PAPAPANAYIOTOU, DEMETRIUS (US)；凱格勒 亞瑟 KEIGLER, ARTHUR (US)；瓜納西亞 達維 GUARNACCIA, DAVID (US)；韓德 強納森 HANDER, JONATHAN (US)；邱 約翰妮斯 CHIU, JOHANNES (US)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

US 6261433B1

US 2003/0201184A1

審查人員：李南漳

申請專利範圍項數：26 項 圖式數：19 共 112 頁

(54)名稱

電化學沉積及補充設備

ELECTRO CHEMICAL DEPOSITION AND REPLENISHMENT APPARATUS

(57)摘要

一種處理電解液補充模組，適用來補充具有第一陽極及第一陰極之基板電化學沉積設備中之處理電解液中的離子，該補充模組具有第二陽極。處理電解液補充模組具有偏離化學沉積設備的框架。處理電解液再循環室設在框架中，該框架被配置來於補充模組與沉積設備間有再循環之處理電解液。框架中的陽極室被耦接至該處理電解液再循環室，該陽極室具有第二陽極，其為可溶陽極，配置於其中供浸入副陽極電解液，並具有分離副陽極電解液與處理電解液之第一離子交換膜，該第一離子交換膜係陽離子膜。陰極室設在被耦接至該處理電解液再循環室之該框架中，該陰極室具有第二陰極，配置於其中供浸入副陰極電解液，並具有分離副陰極電解液與處理電解液之第二離子交換膜，該第二離子交換膜係單價選擇膜。

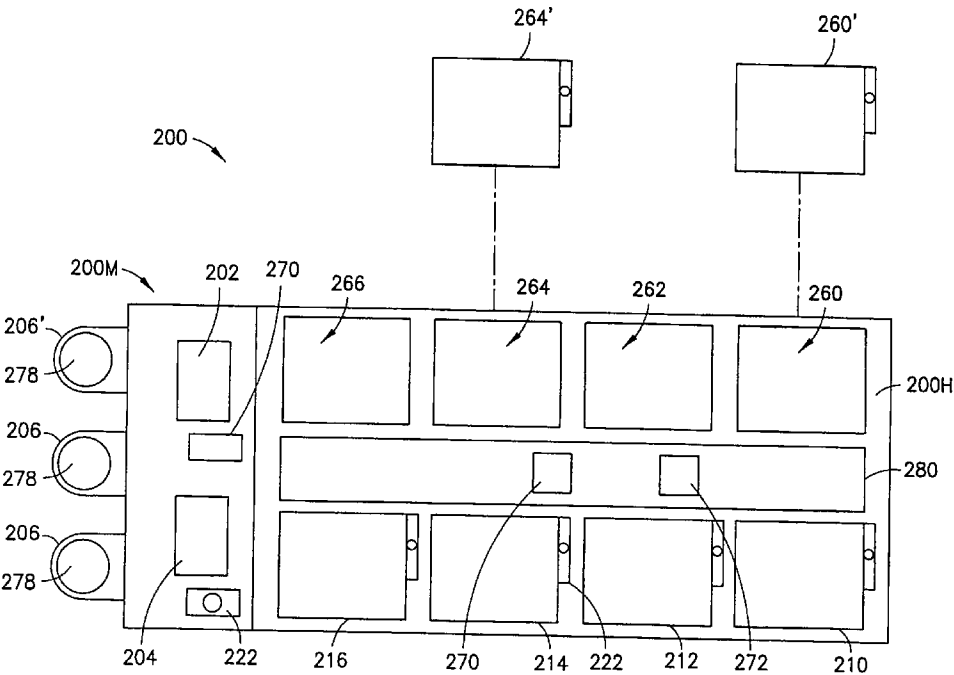
A process electrolyte replenishment module adapted to replenish ions in a process electrolyte in a substrate electro chemical deposition apparatus having a first anode and a first cathode, the replenishment module having a second anode. The process electrolyte replenishment module has a frame offset from the chemical deposition apparatus. A process electrolyte recirculation compartment is disposed in the frame configured for having the process electrolyte recirculating between the replenishment module and the deposition apparatus. An anode compartment in the frame is coupled to the process electrolyte recirculation compartment, the anode compartment having the second anode, that is a soluble anode, disposed therein for immersion in a secondary anolyte, and having a first ion exchange membrane separating the secondary anolyte from the process electrolyte, the first ion exchange membrane being a cationic membrane. A cathode compartment is provided in the frame coupled to the process electrolyte recirculation compartment, the cathode compartment having a second cathode disposed therein for immersion in a secondary catholyte, and

having a second ion exchange membrane separating the secondary catholyte from the process electrolyte, the second ion exchange membrane being a monovalent selective membrane.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 200 . . . 處理系統
(處理工具)(電化學沉積設備)
- 200H . . . 外殼
- 200M . . . 設備
- 202 . . . 基板清潔模組
- 204 . . . 裝載站
- 206 . . . 裝載埠
- 210、212、214、
216 . . . 電沉積模組
- 222 . . . 控制器
- 260、264 . . . 補充
模組
- 260'、264' . . .
化學補充或生產力模
組
- 262、266 . . . 清潔
模組
- 270、272 . . . 基板
(工件)挾持具
- 278 . . . 基板
- 280 . . . 處理器



第1圖

發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：101113198

※申請日：101 年 04 月 13 日

※IPC 分類： C25D 17/00 (2006.1)
H01L 21/288 (2006.1)

一、發明名稱：(中文／英文)

電化學沉積及補充設備

Electro chemical deposition and replenishment apparatus

二、中文發明摘要：

一種處理電解液補充模組，適用於補充具有第一陽極及第一陰極之基板電化學沉積設備中之處理電解液中的離子，該補充模組具有第二陽極。處理電解液補充模組具有偏離化學沉積設備的框架。處理電解液再循環室設在框架中，該框架被配置來於補充模組與沉積設備間有再循環之處理電解液。框架中的陽極室被耦接至該處理電解液再循環室，該陽極室具有第二陽極，其為可溶陽極，配置於其中供浸入副陽極電解液，並具有分離副陽極電解液與處理電解液之第一離子交換膜，該第一離子交換膜係陽離子膜。陰極室設在被耦接至該處理電解液再循環室之該框架中，該陰極室具有第二陰極，配置於其中供浸入副陰極電解液，並具有分離副陰極電解液與處理電解液之第二離子交換膜，該第二離子交換膜係單價選擇膜。

三、英文發明摘要：

A process electrolyte replenishment module adapted to replenish ions in a process electrolyte in a substrate electro chemical deposition apparatus having a first anode and a first cathode, the replenishment module having a second anode. The process electrolyte replenishment module has a frame offset from the chemical deposition apparatus. A process electrolyte recirculation compartment is disposed in the frame configured for having the process electrolyte recirculating between the replenishment module and the deposition apparatus. An anode compartment in the frame is coupled to the process electrolyte recirculation compartment, the anode compartment having the second anode, that is a soluble anode, disposed therein for immersion in a secondary anolyte, and having a first ion exchange membrane separating the secondary anolyte from the process electrolyte, the first ion exchange membrane being a cationic membrane. A cathode compartment is provided in the frame coupled to the process electrolyte recirculation compartment, the cathode compartment having a second cathode disposed therein for immersion in a secondary catholyte, and having a second ion exchange membrane separating the secondary catholyte from the process electrolyte, the second ion exchange membrane being a monovalent selective membrane.

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：

200：處理系統（處理工具）（電化學沉積設備）

200H：外殼

200M：設備

202：基板清潔模組

204：裝載站

206：裝載埠

210、212、214、216：電沉積模組

222：控制器

260、264：補充模組

260'、264'：化學補充或生產力模組

262、266：清潔模組

270、272：基板（工件）挾持具

278：基板

280：處理器

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

六、發明說明：

本申請案請求 2011 年 4 月 14 日所提出，名稱爲「電滲透化學生產設備及電沉積」之美國暫時專利申請案第 61/475,417 號之權益及優先權，在此以參考方式併提其全文。

【發明所屬之技術領域】

所揭示實施例一般係有關電化學沉積方法及設備，特別是有關電化學沉積及補充方法及設備。

【先前技術】

（相關發展之簡單說明）

電沉積，特別是方法，被用來作爲塗覆例如錫、錫銀、鎳、銅等膜於諸如半導體晶圓、矽工件或基板之各種構造及表面之製造技術。用於此等方法之系統之重要特點係其生產具有均勻及可重複特徵，像是膜厚、構成及相對於底層工件輪廓之輪廓的能力。電沉積系統可使用主電解液，其在耗盡時需要補充。舉例來說，在錫銀塗覆中，於耗盡時，需要錫鹽溶液補充。此種補充依塗覆而定，可能不便宜，且可能需要電沉積工具或用於保養及處理再鑑定之極大停機時間，這會負面影響沉積工具之所有權的成本。因此，在電沉積工具中有助於耗盡處理電解液之補充之新且改良方法及設備的需要。

在以下配合附圖所作之說明書中解釋所揭示實施例之

上述態樣及其他特點。

【發明內容及實施方式】

現在參考第 1 圖，其顯示適用於根據所揭示實施例之製程的商業晶圓電沉積機器。雖然將參考圖示說明所揭示實施例之諸態樣，惟須知，所揭示實施例之諸態樣可以許多形式實施。此外，可使用任何適當尺寸、形狀或類型之元件或材料。所揭示實施例可以市售電沉積機器實施，像是來自 Billerica MA 中 NEXX 系統之 Stratus。系統 200 加入根據專利合作協定公告並具有 2005 年 5 月 12 日之公告日之國際申請案 WO 2005/042804 A2 中所揭示，以及 2005 年 8 月 14 日所公告及名稱爲「用以流體處理工件之方法及設備」之美國公告第 2005/0167275 號所揭示之特點，在此，以參考方式併提其全文。系統 200 以方塊圖形式顯示，作爲例示性系統。根據所揭示實施例之另一態樣，可設置具有不同配置及位置之或多或少的模組。系統 200 可包工業電沉積機器 200M，其可包含裝載埠 206，藉此，例如如上所述前面描繪光阻圖案之基板被插入系統，以及自其撤出。裝載站 204 可具有將基板 278 轉送入基板挾持具 270、272 及 274 之機械臂，此等基板挾持具 270、272 及 274 接著藉運輸機構 280 轉送至模組 210、212、214、216（以下更詳細說明，且亦示意顯示於第 2A 及 5 圖中），且並行、連續或以並行與連續組合之方式處理。舉例來說，連續或其他方式之方法可包含銅（Cu）電沉積

模組 216、鎳 (Ni) 電沉積模組 214、錫 (Sn) 電沉積模組 212、錫銀 (SnAg) 電沉積模組 210。又，所揭示實施例之諸態樣同樣可適用於銅 (Cu) 電沉積模組 216、鎳 (Ni) 電沉積模組 214、錫 (Sn) 電沉積模組 212、錫銀 (SnAg) 電沉積模組 210 或任何適當金屬沉積模組。基板可接著退至裝載站 204，此站卸下基板，並使它們通過基板清潔模組 202，自此，它們被退至裝載埠 206。使用例如去離子水之清潔步驟可安排在電沉積步驟之前或之後，例如，可設置清潔模組 262、266。替代地，模組 262 及 266 可為沖洗或熱處理模組及清潔模組。補充模組 260、264（一般標示於第 1 圖中）可設置，例如位於系統 200 用於模組 210、212、214、216 之化學生產及補充之共同外殼內。例如，外殼 200 H 可形成用於系統 200 之組件及模組，內有適當環境及清潔控制。如可瞭解，在例示性實施例中，化學補充模組可不在共同殼體或區域（類似於外殼 200 H）內，惟可在板外或遠離板，像是補充模組 260'、264'（參見第 1 圖）可設在或不在板模組 260、264 上以用於模組 210、212、214、216 之補充。在此，遠距補充模組可鄰接系統 200 安置在系統 200 下方或遠離系統 200 之凹槽中，例如隔某些距離或在個別室中。根據所揭示實施例之另一態樣，可不設置補充模組。根據所揭示實施例之另一態樣，或多或少的適當組合中以及用於或多或少不同或類似材料之適當組合可設成任何適當組合。

可設置一個或更多個控制器 222，且其可互通地耦接

至各站或模組，以定出站或模組內處理及/或輸送之順序。系統控制器 222 可設在系統 200 內，以定出站或處理模組間之基板順序，並協調系統動作，像是主機通信、分裝裝載及卸載或控制系統 200 所需動作。控制器 222 可程式化來以適當的金屬、金屬合金及/或其他電鍍材料，例如一個或更多個錫（Sn）、錫銀（SnAg）、銅（Cu）、鎳（Ni）於配設來接受陽極及支撐電鍍浴之處理模組。因此，用於處理模組 212 之控制器 222 可程式化來鍍錫於工件。控制器 222 又可程式化來於沖洗槽中沖洗工件，該沖洗槽被配置來支持從工件沖洗實質上所有電鍍化學物。控制器 222 又可程式化來例如於處理模組 210 中，以錫及銀電鍍工件，該處理模組 210 被配置來接受陽極及支撐電鍍浴。控制器 222 又可程式化來例如於熱處理模組中熱處理工件，該熱處理模組被配置來熱處理工件，使錫與錫銀相互混合，並形成實質上均勻錫銀合金特點。控制器 222 又可程式化來例如以銅電解沉積模組 216 沉積銅於工件上。控制器 222 又可程式化來例如以鎳電解沉積模組 214 沉積鎳於工件上。控制器 222 又可程式化來以清潔模組 262 清潔工件。於所揭示之實施例中，如前述，圖示四個電沉積模組 210、212、214、216 以及圖式中以概略方式例如僅為例示而標示之清潔模組 262、266 及化學補充模組 260、264。根據所揭示實施例之另一態樣，一個系統可具有以任何適當組構配置之更多或更少模組。舉例來說，系統 200 可具有錫（Sn）電沉積模組及錫銀（SnAg）電沉積模

組，化學物從設備 200M 之一個或更多個遠距或分離機構補充（例如，於第 1 圖中僅為例示而顯示之一個或更多個化學補充或生產模組 260'、264'，雖則可提供更多或更少。）如前述，設備亦可包含一個或更多個機載裝置，其例如載有設備、化學補充或生產模組。作為又一例子，可提供具有不同電沉積模組之個別工具機（未圖示）。作為又一例子，可提供多個重複之電沉積模組，以容許多個工件被並行處理，以增加系統之通量。因此，涵蓋系統配置之所有此等變化、替代及修改。

現在亦參考第 2A 圖，其顯示例示性電沉積處理模組 210 之方塊圖。電沉積模組 210 例如可加入類似於 Billerica MA 中 NEXX 系統之 Stratus 工具中之模組之特點，並可加入根據專利合作協定公告並具有 2005 年 5 月 12 日之公告日之國際申請案 WO 2005/042804 A2 中所揭示，以及 2005 年 8 月 14 日所公告及名稱為「用以流體處理工件之方法及設備」之美國公告第 2005/0167275 號所揭示之特點，在此，以參考方式併提其全文。例示性電沉積模組 210 具有收容流體 302 之殼體 300，其中，流體 302 可流經殼體 300，且流體 302 可為藉諸如補充模組 260 等之模組再供應或再補充之循環電解液。工件挾持具 272 可藉處理器 280 自殼體 300 卸下，並可挾持基板 278。雖然圖示兩片基板，挾持具 272 卻可挾持更多或更少的基板。陽極 310、312 設有屏蔽板 314、316 以及槳葉或流體攪動總成 318 及 320。根據所揭示實施例之另一態樣，可

設置更多或更少總成。例如，可設置單一陽極。舉又一例子，陽極可為殼體 300 或屏蔽板 314、316 之一部分，或可不設置槳葉或流體攪動總成 318 及 320。

現在參考第 2B-2D 圖，其分別顯示剪力板攪動構件 318'、剪力板攪動構件 318'之示意剖視圖及剪力板攪動構件 318''之示意剖視圖。亦參考第 2E 圖，其顯示鄰近目標表面 30 配置之代表性剪力板攪動構件 318x 之另一示意正視圖，如以下將進一步說明，該目標表面 30 接受來自攪動構件之流體攪動。亦參考第 2F 圖，其顯示攪動構件相對於所欲參考框架之振盪動作之圖式。亦參考第 2G 圖，其顯示構件之例示性不均勻振盪動作之圖表。亦參考第 2H 圖，其顯示構件之例示性不均勻振盪動作之圖表。剪力板攪動構件及振盪動作加入 Billerica MA 中 NEXX 系統之 Stratus 工具中之模組之特點，並可加入根據專利合作協定公告並具有 2005 年 5 月 12 日之公告日之國際申請案 WO 2005/042804 A2 中所揭示，以及 2005 年 8 月 14 日所公告及名稱為「用以流體處理工件之方法及設備」之美國公告第 2005/0167275 號所揭示之特點，在此，以參考方式併提其全文。剪力板攪動構件可用在任何例示性模組，像是例示性電鍍模組 210（亦參見第 2A 圖），或者如以下所揭示以及根據所揭示實施例之另一態樣，或有關電滲透補充模組，例如模組 260、260'（亦參見第 1 圖）等中之陽極、陰極或離子交換膜。例如，一個或更多個剪力板攪動構件可結合用於攪動等之電滲透補充模組中

之陽極、陰極或離子交換膜，以例如減少此種膜之阻塞或堵住或者有助於此種膜之性能。

於所揭示實施例之各個態樣中，爲了說明，構件 318 可稱爲槳葉或流體攪動槳葉。於所揭示實施例之一個態樣中，構件 318 爲剪力板攪動槳葉。構件 318 可實質上平行於例如工件挾持具 272 所保持之工件的表面 30 移動。構件 318 可藉由不均勻振盪動作移動，以攪動流體（例如具有如第 2F-2G 圖所示輪廓之動作）。於所揭示實施例之各個態樣中，構件 318 之振盪頻率可在約 0Hz 與約 20Hz 之間，雖則頻率可依用途而更高。根據所揭示實施例之另一態樣，構件 318 的振盪頻率是在約 4Hz 與約 10Hz 之間。根據所揭示實施例之另一態樣，振盪頻率可爲約 6Hz。根據所揭示實施例之另一態樣，攪動槳葉能以均勻振盪動作移動。在此，構件 318 可藉一個或更多個馬達 216 移動。構件 204 可使用連接桿 220 連接至馬達 219。在此，馬達 219 可爲線性驅動馬達或線性馬達總成。適當線性馬達包含可自 Delavan WI 之 LinMot 公司購得之線性驅動馬達。於所揭示實施例之各個態樣中，馬達 219 能可固定地或可卸地附裝於殼體。馬達 219 可定位於殼體之中心平面上。於所揭示實施例之一個態樣中，構件 318 之重量及構件 318 之往復動作期間發生之惰性力量可經由馬達滑件與馬達線圈間之磁場力量而非機械軸承，爲線性馬達所支撐。一個或更多個馬達 219 可電腦控制。

現在再度參考第 2B 圖，其顯示用以在工件之流體處

理期間攪動流體之構件 318'之例示性實施例之立體圖。構件 318'可包含第一板 232 及第二板 234。根據所揭示實施例之另一態樣，構件可僅具有單一板。於圖示之例示性實施例中，各板 232 及 234 界定一系列分隔開口 236。分隔開口 236 之形狀可例如為卵形或矩形。各板 232 及 234 亦可包含一系列用以攪動流體之分隔葉片 240。分隔葉片 240 之輪廓可筆直、角形、杯形或方形。此系列分隔開口 236 或此系列分隔葉片 240 之中心點可位於實質上等距周期陣列中。例如，中心可定位成其間約 10 至約 30 mm。於一個詳細實施例中，中心定位成分開約 20 mm。於所揭示實施例之一個態樣中，當構件 318'移動時，系列分隔開口 236 攪動流體。於所揭示實施例的一態樣中，當構件 318'移動時，系列分隔葉片 240 攪動流體。於所揭示實施例之一個態樣中，開口 236 及葉片 240 攪動流體。於所揭示實施例中，分隔葉片 240 之邊緣表面攪動流體。板 232 及 234 可由適當金屬、塑膠或聚合物形成。適當金屬包含鈦、不鏽鋼或鋁。適當塑膠包含聚氯乙烯 (PVC)、氯化 PVC (CPVC)、HDPE 及 PVDF。於所揭示實施例之各個態樣中，板 232 及 234 之任一者可緊鄰一表面，其例如距工件之表面或相鄰構件 318'之表面介於約 2 mm 與約 10 mm 之間，雖則依用途而定，更小或更大之距離可用在緊鄰表面。如於所揭示實施例之其他態樣中將說明，攪動構件同樣可緊鄰鄰接其他表面。於所揭示實施例之一個態樣中，板 232 及 234 之至少一者之厚度介於約 3 mm 與約 6

mm 之間，雖則依用途及 / 或材料之構成而定，可使用更小或更大之距離。可使用較薄件，使得板 318 可定位成如所欲接近相鄰表面或工件，以抵住及越過表面 30 適當混合電流。第一及第二板 232 及 234 可藉一個或更多個隔件特點 244 結合並形成構件 319'。於第 2B 圖中顯示第一及第二板 232 及 234 藉螺絲 248 附接至隔件特點 244，雖則可使用其他機構，包含惟不限於鉚釘、黏膠、環氧樹脂、黏著劑或適當外部附著機構。板 232 及 234 以及隔件特點 244 可界定一空腔，工件挾持具 272 之一實施例可在處理期間插入其內。隔件特點 244 可有助於構件 318' 對準工件挾持具 272。於所揭示實施例之各個態樣中，構件 318 或 318' 能以提供高精密度惟無需構件 318 或 318' 之機械支撐之方式，藉殼體對準工件挾持具 272 或相鄰表面。如以上所述，馬達 219 可支撐構件 318 或 318'，且於動作期間，在無軸承協助下，反應力量及惰性力量自流體傳至構件。構件 318 或 318' 與工件挾持具 272（或表面 30）間之精密及一致之分離可如所欲使用安裝在殼體上之導輪（未圖示）或其他適當導件來實現。導輪可在軸上自由轉動，該軸緊固安裝在殼體之側壁上。對準輪亦可安裝在殼體上供定位工件挾持具 272。導輪與對準輪間之關係可為構件 318 或 318' 對工件表面一致在小於約 0.2 mm 內。這提昇在構件 318 或 318' 實質上平行於工件表面時，發生在工件表面上之實質上均勻流體交界層。現在再度參考第 2C 圖，其顯示用以在工件之流體處理期間攪動流體之構件

318”之所揭示實施例之另一態樣之剖視圖。為舉例，圖示分隔葉片 240’具有一般杯形。於第 2C 圖中圖示分隔葉片 240’鄰近表面 30（例如使用保持器 42 保持於工件挾持具 272 上之工件）。於所揭示實施例之各個態樣中，當構件 318”移動時，系列分隔開口 236 及系列分隔葉片 240’攪動流體。於所揭示實施例之一個態樣中，分隔葉片 240’之邊緣表面攪動流體。在此，邊緣表面可為側表面、尖銳表面或修圓表面。現在參考第 2D 圖，其顯示構件 318”之所揭示實施例之另一態樣之剖視圖。分隔葉片 240”可具有成角度之輪廓，且圖示鄰近表面 30（例如使用保持器 42 保持於工件挾持具 272 上之工件）。於所揭示實施例之各個態樣中，當構件 318”移動時，系列分隔開口 236 及/或系列分隔葉片 240”攪動流體。如以上所示，攪動或槳葉構件 318、318’、318”或 318”（在此統稱為 318x）可被用來攪動流體。於所揭示實施例之某些態樣中，構件 318x 可使用不均勻振盪輪廓來移動。於一個例示性實施例中，不均勻振盪動作包含每一不均勻振盪動作行程之後改變之反轉位置。而且，動作之特徵可在於一系列實質上連續一貫之幾何不對稱振盪，其中，此系列之每一一貫振盪在幾何上不對稱，其具有至少兩個實質上連續之相對行程，其中，實質上連續不對稱振盪之每一實質上連續行程之反轉位置相對於每一緊接之前一實質上連續振盪行程之中心點不對稱配置。

現在參考第 2E 圖，鄰近工件 30 之表面上之工件點

256 或特定表面之葉片 240、240'或 240''或分隔開口 236 之中心點（在此統稱為中心點 252）無須於一個完整振盪行程之後，返回相同工件點 256。中心點 252 可於構件 318x 振盪時及在一個完整振盪行程之後，沿工件 30 之表面移動，中心點 252'可在附近的工件點 261。於所揭示實施例之一個態樣中，不均勻振盪動作包含主振盪行程及至少一個副振盪行程。主振盪行程之長度可實質上與構件 318x 所界定之分隔開口 236 之隔距相同。於一個詳細實施例中，主振盪行程之長度可實質上與相鄰分隔開口 236 之隔距相同。

現在參考第 2F 圖，有一例示性主振盪行程 265 可改變構件 318x 之振盪行程之反轉位置。於一個詳細實施例中，主振盪行程 265 可改變構件 318x 之中心點 252 之反轉位置 268。例示性第一副振盪行程 273 可改變構件 318x 之振盪行程之反轉位置。於一個詳細實施例中，第一副振盪行程 273 改變中心點 252 之反轉位置 276。於所揭示實施例之各個態樣中，這亦可理解為改變主振盪行程 265 之反轉位置。例示性第二副振盪行程 281 可改變構件 318x 之振盪動作之反轉位置。於所揭示實施例之一個態樣中，第二副振盪行程 281 改變中心點 252 之反轉位置 284。於所揭示實施例之各個態樣中，這亦可理解為改變第一副振盪行程 273 之反轉位置。如圖所示，中心點 252 被用來顯示構件 318x 之相對動作。雖然如此，沿構件 318x 之表面之任一點 X 可被用來顯示當構件 318x 移動時，點 X 之反

轉位置中的改變。於所揭示實施例之某些態樣中，構件可由複數個元件形成。各元件包含一個或更多個分隔開口或一個或更多個分隔葉片。於所揭示實施例之一個態樣中，每一元件可連接至個別馬達，使其動作獨立於緊鄰元件外。於所揭示實施例之一個態樣中，每一元件可連接至相同馬達，使此等元件協同移動。於所揭示實施例之某些態樣中，複數個元件位於工件之相同側，使得兩個或更多個構件 204x 攪動流體。現在參考第 2G 圖，其顯示用以在工件之流體處理期間攪動流體之例示性不均勻振盪輪廓 288 之圖表。茲為說明而提及第 2E 及 2F 圖中的例示性工件 272 及中心點 252。中心點 252 及構件 318x 相對於工件 272 表面上之工件點 256 之位置相對於時間描繪。於構件 318x 之所揭示實施例中，中心點 252 間之隔距約為 20 mm。主振盪行程實質上與中心點 252 和構件 318x 之相鄰中心點間之隔距相同。副振盪行程約為 40 mm。線 292 顯示主振盪行程下中心點之相對移動。線 296 顯示副振盪行程下中心點之相對移動。藉由使用主與副振盪行程之組合，工件 272 前面之振盪圖型之反轉位置可相對於時間充份改變。這可排除工件表面上不均勻的平均時間電場或流體場。這可將工件表面上之構件之電場影像或流體場影像抑低至最少，從而改進沉積之均勻度。

現在參考第 2H 圖，其顯示用以在工件之流體處理期間攪動流體之另一例示性不均勻振盪輪廓 301 之圖表。藉構件 318x，中心點 252 之隔距約為 20 mm。主振盪行程實

質上與中心點 252 和構件 318x 之相鄰中心點間之隔距相同。第一副振盪行程約為 30 mm。第二副振盪行程約為 40 mm。振盪動作可包含額外的副振盪行程。線 304 顯示主振盪行程下中心點之相對移動。線 308 顯示第一副振盪行程下中心點之相對移動。線 313 顯示第二副振盪行程下中心點之相對移動。第一副振盪行程之週期約 2 秒，第二副振盪行程之週期約 10 秒。這可移動振盪反轉發生之位置，其可擴張每一分隔葉片之反轉點或每一分隔開口之中心點約 0.1 mm。這可減少或實質上消除反轉位置於表面 30 上之任何成像。構件 318x 之振盪亦可形成在工件 272 之表面形成非周期性流體交界層。根據所揭示實施例之另一態樣，槳葉之攪動動作可為均勻攪動動作。於所揭示實施例之一個態樣中，構件 318x 減少於工件 272、278 之表面之流體交界層厚度。於一個詳細實施例中，流體交界層厚度減少至小於 $10\mu\text{m}$ 。而且，構件之動作可從表面 30（例如，工件 272、278 之表面）減少或實質上消除空氣或氣體於流體中之截留。於所揭示實施例之一個態樣中，為電鍍或沉積，流體流攜載殼體中成長膜表面附近之空氣或氣體氣泡。如以下將更詳細說明於另一實施例中，流體流攪動電滲透補充模組之殼體中緊鄰離子交換膜之流體。

現在參考第 3 圖，其顯示電滲透補充處理模組 260。於第 3 圖中顯示 Sn 型剪力板電滲透模組中之主輸送路徑。根據所揭示實施例之另一態樣，可提供任何適當金屬或材料（例如 Cu、Ni、Sn、SnAg 等）。如圖所示，補充

模組可包含二個別膜 410、428，可分別獨立地將槽陰極 416 與陽極 412 相互隔離，以及使其與處理流體隔離。例如，於 SnAg 用途中，第一膜 410 禁止 Ag^+ - 配位絡合輸送至可溶 Sn 陽極 412，藉此，避免無用 Ag 浸漬沉積於 Sn 陽極 412 上。於陰極之水電解液供應 OH^- 離子 418 以中和在處理模組不可溶陽極 310 產生之 H^+ 離子 420。陽極膜 410 之陽極側上之剪力板攪動構件 318x 可提供流體混合以更佳地經由膜 410 輸送 Sn 離子 424。又，攪動槳葉或剪力板 318x 所促成之膜上之流體攪動亦可避免或大幅減少膜阻塞（具有攸關膜效用及壽命之益處）。在此，處理電解液可為沉積模組 210 之工作處理電解液 300。

電滲透被用來作為供應金屬離子（例如補充金屬離子至處理流體）以作晶圓電沉積之方法及設備。如前述，電化學沉積設備 200 可具有基板沉積模組 210-216（亦參照第 2A、5 圖），其具有基板挾持具 272、陽極 310 及工作處理電解液 300。基板沉積模組經由適當管線及控制，耦接至界定具有第一（例如陽離子）膜 410 及副可溶陽極 412 於副陽極電解液 422 中之室之電滲透模組 260。模組 260 亦可在副陰極電解液 430 中具有第二（例如陽極或雙極）膜 428 及副不可溶陰極 416。如由第 3 圖可知，於圖示之實施例中，第一膜 410 在補充模組中之隔離室內隔離可消耗之陽極及陽極電解液。同樣地，第二膜 428 於模組 260 中界定一隔離室，將陰極 416 及副陰極電解液 430 與模組 260 中的流體（例如副陽極電解液、工作處理電解

液) 隔離。有關陽極電解液及陰極電解液之主及副用詞在此用於說明目的，以區別基板沉積模組 200 中的工作處理電解液(主)與模組 260 中的化學生產電解液(副)。工作處理電解液(主) 424、300 經由第一膜 410 及第二膜 428 間所範圍之模組 260 之隔離區 432 (例如第三隔離室或區) 再循環。區域 432 藉膜 410 及膜 428 來與副可溶陽極 412 及副陰極 416 分離及隔離。在此，來自副可溶陽極 412 之離子 424、434 通過膜 410 進入工作處理電解液 300，且以此方式，電滲透模組 260 以再供應離子 424 及再平衡離子 434 補充工作處理電解液 300。因此，於例示性實施例中，模組 260 可在電滲透模組 260 中具有三個實質上隔離之流體室 440、432 及 442，此等室藉特定種類的膜 410、428 分離，且此等室可例如為狹室以抑制槽電壓至最低。於圖示之實施例中，模組 210 之陽極 310 可為惰性、不可溶等。在材料沉積於基板挾持具 272 上之基板上期間，工作處理電解液 300 可經由電滲透模組 260 實質上連續再循環。根據所揭示實施例之另一態樣，再循環可依許多因素，例如像是耗盡、超出之位準或如可決定之其它參數之因素而定，在固定基礎或所需要基礎上連續、間歇。電滲透模組可例如在緊鄰陽離子膜 410 之陽極電解液 422 中具有一片或更多片剪力板 318x，其中，剪力板 318x 攪動緊鄰陽離子膜 410 之陽極電解液 422。根據所揭示實施例之另一態樣，一片或更多片剪力板可作成緊鄰例如在陽極電解液 422、工作流體區 432 或陰極電解液 430 等內

之離子交換膜之任何適當表面。在此，剪力板攪動可設在一片或更多片膜上以改進離子轉送及避免阻塞。電滲透模組 260 可設成遠離基板沉積模組 210 或緊鄰模組 210（例如參考第 1 圖）。基板電滲透模組 260 可設有任何適當副可溶陽極，例如錫丸、銅、鎳或任何適當材料。電滲透模組 260 可依必要進一步設來補充單一或多重基板沉積模組，並可並聯、串聯或依需要或以任何適當組合補充。副可溶陽極 412 包括丸狀陽極室 436，其中，可藉丸狀陽極室 436 補充可溶陽極丸 438 而不中斷電化學沉積設備 200 之操作。用於電沉積模組之任何適當化學物同樣可藉由金屬更換及化學配劑，轉移至本地或離機模組 260，像是化學生產系統（CPS）單元中之處理槽中的不可溶陽極。藉由消除改變例如模組 210 處之沉積工具 200 之處理部中的需要，減少用於陽極改變及系統再評定兩者之 PM 時間。就某些金屬，像 SnAg 而言，成本可藉由從液態金屬鹽換至固態金屬陽極材料大幅減少。又，模組 210 中之垂直槽配置可較例如噴泉槽配置提供更大的對氣體產生（在不可溶陽極之氧及在晶圓/陰極之氫）之不敏感性。一個實施可用於可溶 Sn 陽極 CPS 系統。於所揭示實施例之其他態樣中，可提供銅、鎳或其他適當材料。又，次系統，像是模組 210、260、260' 等可被提供來作為對處理工具之公升升級，以節省成本。

在第 3 圖所示實施例中顯示具有剪力板攪動之雙膜電滲透。在此，化學生產系統（CPS）260 被顯示為剪力板

電滲透 (SPEO) 模組，其在處理化學物 424、300、工作電解液 422 與陰極電解液 430 間提供膜分離。特定離子交換膜可用於控制相關反應，並使用例如剪力板型攪動於陽極膜之陽極側，或無剪力板攪動。例如於錫 (Sn) 或錫銀 (SnAg) 沉積情況下，設備 260 由固態可消耗 (例如丸或一件) 錫陽極 412 提供錫離子 (Sn^{2+}) 源，以補充在工件 278 消耗之錫。於工件 278 上錫銀 (SnAg) 之電沉積期間，在剪力板電滲透 (SPEO) 模組 260 提供錫離子 (Sn^{2+}) 之補充，不會以來自 SnAg 溶液之銀污染固態錫陽極。在此顯示從遠離工件處理模組 210 定位之固態 (例如丸或一件) 陽極源 412 供應金屬離子源之設備及方法。如前述，處理模組 210 含有不可溶陽極 310，以產生電沉積所需電場於工件 278 上，惟不分解及提供金屬離子進入工作陰極電解液溶液。在用於複雜電沉積處理溶液之化學控制之所揭示實施例之一態樣中，遙控處理模組 260 可設有相關泵送、儲存及過濾，其中，遙控處理模組可包含離子交換膜，其使工作處理陰極電解液 300 與副陽極電解液 422 及陰極電解液 430 連同副陰極及陽極對分離。響應適當施加之電壓，金屬離子 424 自副陽極溶解，且通過陽極膜進入主處理溶液，同時，氫氧化物離子藉由水於副陰極 416 之解離而產生，其接著通過陰極膜進入主處理溶液。在此，遙控處理模組 260 可為電滲透系統型。例如，適於產生用於錫銀浴處理模組 260 之錫離子，可包含三個流體室 440、432、442，其每一者可藉適當泵連接至本地流體

貯槽。錫丸陽極室 440 可藉諸如 Snowpure Excellion (I-100) 或杜邦 Nafion 之陽離子膜 410 分離，其中，陽極電解電流體 422 可為具有高於陰極電解液之 pH 之酸溶液。主錫銀浴室 432 可藉陽極及陰極膜 410、428，其中，流經此室 432 之流體 424、300 係再循環於遙控 CPS 單元 260 與晶圓電鍍工具 200、210 間之主 SnAg 浴。陰極部 442 可藉含酸溶液之離子膜 428，例如 CMX-S 單價選擇膜 (Astom CMX-S) 分離。Sn 陽極與主 SnAg 浴之離子膜分離可大幅最低化 Ag 浸漬沉積於 Sn 陽極表面上的可能性。強流體攪動構件 318x 可緊鄰膜 410 之陽極側上之陽極膜表面。電滲透模組 260 (在此亦稱為化學生產系統、補充模組或化學補充模組) 可由任何適當材料，以任何所欲方式，界定以第一及第二膜 410、428 形成之三個隔離室。

現在參考第 4 圖，其顯示對應 CPS 模組 260 之電合成電流槽佈局。於圖示之實施例中，模組 260 之三個隔離室配置容許待控制之四個個別化學溶液作為化學製程的一部分。現在亦參考第 5 圖，其顯示系統 (CPS) 200 (亦參見第 1 圖) 之處理部之示意圖，其具有例示性數目之電化學沉積處理模組 210-216，以及化學生產系統 (CPS) 部，具有電滲透 (或剪力板電滲透，SPEO) 模組 260。第 6 圖中的模組 260 圖示為具有對置對 (複式) 配置，其具有一對類似次模組部 260R、260L (類似於第 3-4 圖中所示模組 260 配置，部 260R 實質上與部 260L 相對)。第 5A 圖顯示 SPEO 模組 260，或對應第 5 圖中所示模組之右手部

260R 者之放大示意圖。第一流體包含主浴或工作陰極電解液 252（例如 SnAg 浴），其電鍍晶圓、基板等。此化學物之約一半（或其他所欲量）可在處理工具 200 貯槽中，主流體之另一部分可在 CPS 單元 260 之內的貯槽中，該 CPS 單元 260 係封閉回路，泵經 CPS 內之 SPEO 模組 200。舉例來說，處理工具可在工具中有 500 公升，在 CPS 單元中有 100 公升，其中，工作陰極電解液可分成若干貯槽對（例如模組部 260R、260L）以容許若離線仍繼續生產。所有 SnAg 成份可在 CPS 中受到監視，並藉由分配級分供出去來控制。第二流體包含在小貯槽中（例如在電鍍工具本身內）的主陽極電解液 254 或工作陽極電解液，且藉 ECD 模組 210 內的離子交換膜 311（若提供），與工作陰極電解液分離。於所揭示實施例之某些態樣中，小貯槽可不用於所有系統，於此情況下，主浴與 ECD 模組 210 中的晶圓/陰極及陽極流體接觸。第三流體包含 SPEO 模組中之副陽極電解液 256，其在 CPS 中有本地貯槽/泵。在此，pH 及 [Sn²⁺] 或其他金屬離子及 MSA 濃縮可監視並依所需調整。第四流體包含 SPEO 模組中之副陰極電解液 258，其在 CPS 中有本地貯槽/泵。在此，進一步之變數可監視並依所需調整。系統變化之例示性原因包含：

可在已知為「拉入」之處理中沉積雜質入主浴或造成進入主浴之化學添加物之濾出之晶圓係變化之可能原因，像是：

總沉積活性（安培-小時）：金屬自主浴之陰極沉積及有機種類之陰極反應（分解產生）亦為變化之可能原因。

時間：主浴內之反應、蒸發、主貯槽中的氧化係變化之可能原因。

膜上之材料積聚或陽極金屬之電溶解係處理變化之可能原因。

例如因手動添加金屬丸至陽極室而發生之處理中斷係另一處理變化之可能原因。

現在參考第 6 圖，其顯示組合之電鍍基板處理工具與第 5 圖所示化學生產系統之示意圖。第 6 圖顯示系統佈局，其顯示處理系統 200 中貯槽內的四個 ECD 處理模組以及 CPS 中的單一電滲透（EO）單元 260，具有處理工具 200 至 CPS 260、流體供應 602、604 及回流管線 606、608，以及貯槽佈局，具有泵 610、612。

現在參考第 7 圖，其顯示電滲透補充模組 260'。模組 260' 在操作上類似於模組 260，其中，第 7 圖顯示 Sn 電滲透單元 260' 之示意圖。在此，三個流體室 652、654、656 藉二片離子膜 658、660（膜 658 亦可為雙極），且其中，中央室 654 收容處理（主）電解液 662，陰極室收容（副）陰極電解液 664、陰極 670，且陽極室 656 收容（副）陽極電解液 666 及可溶陽極 668。亦參考第 8 圖，其顯示電滲透補充模組 260'。在此，顯示 Sn 電滲透模組之主輸送路徑。膜 660（例如陽離子膜）禁止 Ag 配位絡

合物輸送至可溶 Sn 陽極 668，藉此避免無用 Ag 浸漬沉積於 Sn 陽極 668 上。在陰極 670 的水電解液供應 OH^- 離子 672 以中和在處理模組 210 之不可溶陽極 310 產生之 H^+ 離子 674。

再度參考第 5-5A 圖，根據所揭示實施例之一態樣，可提供例如遠在晶圓廠底層地下室之副（相對於主電鍍處理模組）電滲透系統 CPS。如前述，可設置一片或二片離子交換（雖然一膜可為雙極）膜於可溶 Sn（或其他可溶金屬）陽極與虛設陰極之間。因此，去解析之 Sn 或溶解之其他金屬（自金屬陽極）可被阻止沉積在虛設陰極上，使得 Sn 離子可被泵回入主貯槽，以補償晶圓上析出之 Sn。參考第 5 圖，處理系統 200 內的多 SnAg 貯槽及處理槽 210-216 可被單一電滲透單元 260 用於 CPS 中。根據所揭示實施例之另一態樣，亦可將其他化學管理功能加入 CPS，像是浴補充以及根據電流或根據分析之補充。電滲透之潛在特點：1）當工具運轉時錫陽極被更換；2）容易與丸狀錫相容；3）陽極材料及膜僅在一個地方，不對每一晶圓重覆，容易維修以及低資金成本；4）無關於陽極之不均勻。

現在參考第 9 圖，其顯示電化學沉積模組 800、ECD 陽極電解液貯槽 826 及 ECD 陰極電解液貯槽 830 之圖式。沉積模組 800 可如將說明，結合補充模組使用，或如圖示無補充模組，取而代之，如圖示使用補充源 844、846。於圖示之實施例中，電鍍槽 800 具有可溶陽極 810、

獨立 ECD 陽極電解液 812、離子交換膜 814 及交叉分供 816。於圖示之實施例中，可溶陽極 810 可為可溶陽極，例如固態 Sn 陽極等。可溶陽極 810 可為離子源，其中，金屬藉陽極電位溶解成電解液。在具有可溶陽極之系統中，陽極反應藉由金屬溶解以於溶液中形成對應金屬離子來維持。可溶陽極可為任何幾何形狀，不管金屬塊、丸、金屬網等均可。例如，可溶陽極可為可溶板，像是 Sn 或其他金屬板。舉又一例子來說，可溶陽極可為惰性室中的可溶板，像是 Sn 或其他金屬板。替代地，可提供任何適當可溶源。根據所揭示實施例之另一態樣，可使用任何適當可溶陽極。電鍍槽 800 又具有 ECD 陰極電解液 818 及陰極基板或晶圓 820。在此，可設置泵 822 以再循環 ECD 陽極電解液 812 於 ECD 陽極電解液貯槽 826 與陽極室 828 之間。又，可設置泵 824 以再循環 ECD 陰極電解液 818 於 ECD 陰極電解液貯槽 830 與陰極室 832 之間。在此，陽極室 828 藉陽離子交換膜 814，與陰極室 832 分離。泵 834 可設置來用於陽極室 828 與陰極室 832 間之交叉分供 816。水擷取單元 834 可設成具有循環泵 836 及超濾、離子或其他類似膜 838，其中，橫越水選擇膜 838 之壓力容許水 840 之選擇性擷取，其中，橫越尺寸排除膜 838 驅動擷取。電源 842 在電化學沉積（ECD）期間，選擇性提供偏壓於陽極 810 與陰極或基板 820 之間。此種偏壓可藉直流、脈衝電流等提供。陽極電解液補充 844 可包含 Sn 鹽、抗氧化劑、MSA（甲烷磺酸）、H₂O 或以其他方式添

加。陽極電解液交叉分供可包含 Sn^{2+} 、 MSA^- 等。陰極電解液補充 846 可包含銀鹽及諸如抗氧化劑之添加劑、整平器等。可能需分供 848，依需要平衡補充 844、846 及分供 816 等。於 Sn 陽極情況下，膜 814 可自陽極電解液室 828 至陰極電解液室 832 選擇性通過 Sn^{2+} 、 H^+ 、 H_2O ，同時， MSA^- 沿相反方向通過。於所揭示之實施例中顯示有離子交換膜 814，且其分離陽極電解液 812 與陰極電解液 814。由於膜無法理想地選擇來用於所欲種類，因此，於某些情況下，需要某些量的交叉分供 816 或電鍍槽陽極電解液 812 轉送入電鍍槽陰極電解液 818，以及陽極電解液的補充進給，以平衡陽極電解液 812 與陰極電解液 818 間之種類。交叉分供 816 的量及陽極電解液進給溶液的量及辨識可由使用者例如以模擬方式等配置。例如，於控制模式中，此等量及排程可由控制器 850 可能結合更高階的系統控制器來決定。如前述，剪力板 852 可進一步設在沉積模組中供於基板 820 之表面攪動。根據所揭示實施例之另一態樣，可提供任何適當特點，例如，可提供有關膜 814 之額外剪力板或其他特點。

於圖示之所揭示實施例之態樣中，電鍍槽之目的在於從溶液沉積金屬至基板或所裝載晶圓。一般而言，對此之半反應可表示為 $\text{M}^{z+} + z\text{e}^- \rightarrow \text{M}^0$ (式 1)。在此，電子 e^- 藉流經槽之電流供應。在此，可有至少一個伴隨反應，其提供電子，且發生在基板或晶圓可為陰極之陽極處。陽極亦可提供金屬離子以替代式 1 中所消耗者。此外，可藉由

調配液體溶液至槽，提供此等離子之另一源。此等離子種類之潛在源包含 VMS（純補充溶液（Virgin Makeup Solution）），其包含以特定濃度出現之許多種類，以及個別金屬離子濃縮。此等濃縮包含金屬本身，惟亦可包含平衡離子（硫酸鹽或甲磺酸），且亦可包含適當的酸。在此，使用者可提供適當的濃度來實現所欲結果。SnAg 電鍍可就所揭示實施例之揭示態樣加以說明，惟根據所揭示實施例之另一態樣，可提供任何適當種類。例如，依可組構及可擴大之系統之用途而定，問題中的金屬可為 Cu、Sn 或其他適當種類。於所揭示實施例之揭示態樣中，電鍍槽可包含一個或兩個溶液。於有兩個溶液情況下，它們可藉膜分離。膜容許某些種類穿過而轉送，卻阻止其他通過。膜的選擇性或其偏惠特定種類之程度因膜型及實際使用之化學物而異。除了金屬離子外，電鍍溶液可含酸、可能其他較小金屬種類以及通常是有機性質之添加物（惟其可為無機，例如氯化物）；其每一者可追縱及控制。於電鍍槽中，一些種類產生或消耗。如以上所提，消耗例係電鍍半反應。在此，亦可消耗其他種類。在此，某些種類具有空轉及電解液模式的消耗。此等消耗模式的每一者具有與其相關的速率。例如，空轉消耗可與槽就位卻不主動處理晶圓的時間成正比。替代地，電解液消耗發生在電流通過槽時（亦即，當處理晶圓時），並可被視為與通過槽之電荷（安培/小時）成正比。為補償槽中種類的消耗，可藉由調配合那些種類之溶液，進行補充。此外，可提供無

機種類之調配。當無機種類被電鍍消耗且未藉由對應陽極之溶解補充時，可能需要此種調配。亦可提供調配來補充因稀釋而喪失之種類，或者作為進給及分供方案中的進給。添加劑之消耗以及在某些情況下，來自基板或晶圓之污染可能導致浴中無用副產品之歷時積聚。在此，副產品可能有害於電鍍品質，並因此，必須保持於可接受位準。為達成此項要求，可使用多種形式之分供及進給，其重要方案係稀釋，其中，浴的許多部分被丟棄並在經控制之方式下以新溶液更換。實施可變化。一個實施例可涉及「進給及分供」，其中，可添加新 VMS（純補充溶液（Virgin Makeup Solution））及其他成份，直至達到預定浴容積，隨後排出過多的浴容積為止。另一實施例可涉及「分供及進給」，其中，可分供出預定部分之浴，例如每天一次，在剩下的時間期間進給。另一實施例可涉及「連續分供及進給」，其中，可根據既定速率，同時進行分供及進給。另一實施例可涉及「偶而傾卸」，其中，浴可依需要傾卸—可藉一組基準，例如 TOC（總有機碳）位準等觸發。另一實施例可涉及「無分供及進給」，其中，於此情況下，可有運轉要件直至達到某些條件為止，例如特定種類之濃度達到臨界值為止。於每一情況下，均有對分供、進給或兩者之限制，像是強加限制，使得當處理晶圓或需要時，不干擾浴。於所揭示實施例之揭示態樣中，陽極可為可溶或不可溶。可溶陽極如其名稱暗示，以和電流成正比之速率溶解於溶液中。

於圖示之所揭示實施例之態樣中，晶圓或基板可在進入電鍍浴之前，例如以水弄溼。這對電鍍浴提供額外的水源。用來標明此源之名詞可為「拉入」。電鍍溶液之對應喪失可發生在晶圓或基板自鍍浴移除時。用來標明此源之名詞可為「拉出」。每一晶圓或基板可在方法所明定之電流標置電鍍。於實際使用中，方法可包含多數步驟。於控制現場，每一晶圓或基板之電流及電鍍時間史可自資料庫取得。有許多現場可模擬或加入控制運算，包含各種化學物及硬體配置（以各個槽間連接之方式及有無模分離器），其中，控制器之實施可適應此等各個現場。例如界接稿本（或常式）以重新界定膜的行爲為模式等。

於圖示之所揭示實施例之態樣中，可藉控制器提供補充模組及電鍍浴控制。例如，根據使用所作抽樣測量及控制、濃縮及適當分供及進給、分供/交叉分供可藉由以標準方法、離機化學分析系統監視濃度，其例如由自第一原理發展之模式增大之 ECI 或 Ancosys 供應，或適當地積聚實驗資料來進行。可供應一個或所有貯槽之預測控制，其說明諸如工具裝載之因素，可提供組件消耗模式、膜轉送模式等。在此，模式可自第一原理發展，或適當地積聚實驗資料。控制器有用於若干不同目的之控制軟體。例如，一個使用模式可為模擬，其中，可模式化及比較不同現場。第二個模式可為控制，其中，模式之大多數參數固定，且軟體被用來作為預測調配方案之一部分，其容許嚴密控制電鍍浴，以及維持干涉之記錄。最後，於模擬模式

之一態樣中，軟體可進一步用來使實驗資料互有關係，以容許決定例如轉送參數或分解速率。

於圖示之所揭示實施例之態樣中，可減少及管理膜阻塞。膜阻塞可界定為在「孔」或在一或二膜表面內之膜遮斷。阻塞之結果增加膜之阻力至膜無法使用的程度。阻塞係用在電鍍方法（不管陽極電解液或陰極電解液）中之類型之含 Sn 溶液特別關心的問題，因為，溶液常易於形成懸浮固體（透過不太可溶之 Sn（IV）種類之產生）。可例如在補充模組中提供特點來管理阻塞，例如，可採取一些防備措施將 Sn（IV）之形成抑制到最低。此 Sn（II）損失途徑的最低化的潛在益處包含：1.減少溶液中懸浮固體量（此種固體可能附著於表面及形成阻抗膜，或者 Sn（IV）種類可能沉澱於膜孔內—或者阻塞）。且附屬於阻塞，2.減少補充所需 Sn 量（藉由濃度之調配或透過固體源之分解），以及 3.電鍍缺點之減少。在此，Sn（IV）可能經由二可能途徑之一，由 Sn（II）之氧化形成：（1）Sn（II）與溶解之 O₂ 氣體的反應，或（2）在陽極之直接氧化。可溶 Sn 陽極之使用經由在陽極之氧化，最低化 Sn（IV）之形成。其原因可由用於發生在可溶及不可溶陽極之主要反應之標準電位及用於 Sn（II）氧化之標準電位的考量得知。在不可溶陽極中朝向 Sn 氧化的淨驅動力量遠高於在 Sn 陽極者。而且，在所揭示實施例之態樣中，陽極可藉一片膜（或數片膜），與總電鍍溶液隔離，大幅消除 Sn（II）之陽極氧化。

陽極型	反應	標準電位 (V)
惰性	水分解 $O_2 + 4H^+ + 4e^- \leftrightarrow 2H_2O$	1.229
可溶	Sn 溶解 $Sn^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Sn^0$	-0.138
N/A	Sn ⁴⁺ 形成 (Sn ²⁺ 氧化) $Sn^{4+} + 2e^- \leftrightarrow Sn^{2+}$	0.15
N/A	氫醌 氧化/還原 $p\text{-苯醌} + 2H^+ + 2e^- \leftrightarrow \text{氫醌}$	0.699

表 1-標準電位

惰性陽極之消除亦可看得出減少溶解 O_2 在電鍍溶液中的產生。所揭示實施例之態樣包含使用惰性陽極於實質上無 Sn (II) 且藉膜來與電鍍溶液隔離之陽極電解液中，從而限制效用極小之溶液的溶解氧形成。經由溶解氧發生之 Sn (IV) 形成可藉由允許從大氣主動排除氧之機構進一步減少。這可包含 N_2 或惰性氣體、噴霧或氣體氮封；或溶液脫氣以移除溶解氧。此外，抗氧化劑化合物可包含在 Sn 或 SnAg 浴的配方中。例如，典型抗氧化劑係氫醌。此種抗氧化劑可藉由其本身氧化而從電鍍浴中排出氧。惰性陽極之使用提供抗氧化劑氧化、可用於浴中之抗氧化劑量之途徑。可溶 Sn 陽極之使用可消除或減少在陽極之抗氧化劑氧化量，其例如參見表 1 中的標準電位。為進一步減少於陽極阻塞之機會，既定電鍍配方之抗氧化劑或含抗氧化劑成份可添加至陽極電解液，從而保護陽極電解液及

陰極電解液。這可在 Sn 或 SnAg 化學作用中而不像在 Cu 應用中進行，因為，導致獨特陽極電解液之促成因素異於目的不在減少於陽極之有機添加物消耗之 Cu 情形。藉含 Sn 電鍍配方，有機成份甚至在陽極仍通常不會劣化；可溶陽極之典型低陽極電位理應與添加物穩定性的關聯極少或無關聯。陽極電解液中有機成份的包含有助於更有效率的交叉分供，因為交叉分供在構成中更接近接受（電鍍）溶液。此外，由於 Sn（II）在低 pH 下穩定，因此，陽極電解液之酸性須維持。例如，較佳酸性可為小於或等於 1 之 pH。根據所揭示實施例之另一態樣，可使用任何適當的阻塞形成減少，例如進一步減輕 Sn（IV）形成，其有對膜阻塞及處理效率的相關益處。

於圖示之所揭示實施例之態樣中，亦可管理陽極電解液之構成。陽極電解液之調整及選擇可選來用於例如配置用於可溶 Sn 之諸槽之最佳性能。在選擇陽極電解液構成上有一些自由範圍，不過，有指定該選擇的考量。例如，如前述之一考量係減輕 Sn（IV）形成，其有對膜阻塞及處理效率的相關益處。額外考量可為最大化遍及膜之 Sn 輸送效率。

於圖示之所揭示實施例之態樣中，亦可管理電鍍溶液容積減少。於所揭示實施例之某些態樣中，越過膜輸送 Sn 離子的不完美效率可能要求進行定期調整來保持個別溶液於必要控制限度內。一個方案可定期交叉分供小量的陽極電解液至電鍍溶液，電鍍溶液接著例如反饋適當材

料，此材料可包含水、酸、添加物、抗氧化劑或 Sn 濃縮等。在此，陽極電解液用於電鍍溶液交叉分供同時提供控制所選鍍浴成份之濃度可能造成歷時電鍍溶液浴容積增加。雖然此額外電鍍溶液浴容積可藉由調適分供及進給策略來控制，此種方案在某些情況下卻可能不佳，特別是在丟棄之化學物之成本重要情況下。減輕浴容積之替代方案係藉由透過適當選擇膜超濾水擷取。減少電鍍溶液容積累積之替代方案係藉由透過補充助力模組之使用，大幅消除用於電鍍溶液交叉分供之陽極電解液之需要。在此，助力模組電流可調整以補償越過陽極電解液送至電鍍溶液膜之 Sn 輸送之效率不彰。此外，由於補充模組陽離子反應實質上係酸消耗，因此，補充模組亦可用來減少電鍍溶液中之酸累積。

雖然所揭示實施例之態樣可就 SnAg 電鍍加以說明，卻可使用任何適當材料。例如，可提供 Cu 或其他適當金屬來替代 SnAg。在此，變化可包含各槽中的化學物、膜材料、分供及進給或其他鍍浴維修方法等。在此，對 Cu，化學物可為硫酸或甲磺酸（MSA）系。Cu 鍍之目的可在於避免添加物接觸陽極，以減少添加物消耗及有害副產品形成。對 Cu，金屬氧化物之氧化及形成不像對 SnAg 構成問題，因此，陽極電解液可某種程度簡化，雖則可在陽極電解液中維持高 Cu／酸比例，俾對 Cu 輸送有利及將交叉分供抑至最低。在此，配置可保持實質上相同，主要修改在於化學物及可溶陽極的性質。在前述配置內，有空

間來實施許多化學物管理概要，例如，交叉分供之程度及頻率、陽極電解液及陰極電解液分供及進給。其他調配要件等，凡此均可由特定用途及化學包裝指定。又，就 Sn 而言，操作本質極像 SnAg。在此，於無 Ag 情況下，所揭示實施例之上述態樣之益處可主要在於 Sn 氧化物之減少，其中，需要可能不像對 SnAg 那麼迫切，因為，可溶 Sn 陽極業已用於 Sn。就 SnAg 而言，Sn 化學物可為市售化學包裝之任一者，例如 MSA 系等。又，就 Cu 而言，可能有前述機外移動陽極維修之益處，其中，益處主要在於添加物消耗。副產品最少化、分供及進給減少、維修容易、可消除工具上陽極變化及增加可供用性。

所揭示實施例之態樣可使用可溶 Sn 陽極於 SnAg 電鍍。根據所揭示實施例之另一態樣，可提供可溶陽極用於任何適當電鍍材料。在此，可溶 Sn 陽極用於 SnAg 電鍍帶來潛在的益處，其中，實施要求 Sn 陽極與電鍍分離，因為 Ag 可能鍍在 Sn 上，從而，經由膜分離將電鍍化學物與陽極分離。又，個別剪力板可設在補充膜組中。又，電鍍模組及/或補充膜組可為 N₂ 吹掃模組或以其他方式隔離。可溶陽極之特點可包含減少 Sn(IV) 形成，這造成較低的粒子、減少阻塞及可用於電鍍之額外可用 Sn。在此，相較於不可溶/惰性陽極之使用，低陽極電位減少水氧化，並造成 O₂ 的消除。可溶陽極之額外特點可包含減少抗氧化劑「消耗」。在此，HQ（氫醌係抗氧化劑例）之標準電位可較 Sn(0) → Sn(II) 更多「陽極」，惟較膜

減少電鍍浴對陽極之暴露之水氧化更少「陽極」。可溶陽極之額外特點可包含 Sn 補充成本之節省，其中，Sn 補充可為在 Sn 濃縮中高的 Sn 液體溶液。可溶陽極之額外特點可包含分供要件之減少。例如，使用可溶 Sn 源極，電鍍浴容積不會像液態 Sn 源快速增加。舉又一例子，保存較好的鍍浴可呈現較長的壽命。又，在某些用途中，可提供無用陽極反應的減少發生。

陽極電解液中 Sn 之積聚可能需要陽極電解液交叉分供至陰極電解液，其中，陽極電解液可反饋水、酸及可能微少成份，例如添加物、抗氧化劑等。依膜型而定，可能發生水越過膜的某些電滲透水輸送。在此，依狀況而定，可例如以 $1-2 \text{ ml/A} \cdot \text{hr}$ 之速率，自陽極電解液輸送水至電鍍溶液。在此，容積累積可藉由水擷取、補充等減輕。在此，雖然特別說明錫銀，惟所揭示實施例之態樣可用於其他金屬，其中，Sn 係例示。

於所揭示實施例之一態樣中，電化學沉積設備 800 沉積金屬於基板 820 之表面上。電化學沉積設備 800 具有框架 811，其配置來保持處理電解液 818、838。基板挾持具（參見例如前述之挾持具 272 或以下之挾持具 1320）可卸地耦接至框架 811，基板挾持具支撐基板 820 於處理電解液中。陽極流體室 828 可卸地耦接至框架 811，並容納陽極電解液 812，具有面對基板 820 之表面之陽極 810，如將對第 12-19 圖說明，該陽極流體室 828 可自框架 811 移除成為例如具有離子交換膜 814 及陽極 810 之單元。挾持

具、陽極 810 及膜 814 被配置在框架 811 中，使來自陽極 810 之離子通過離子交換膜 814 而進入，且主要補充處理電解液 818、938 中基板 820 表面上之離子沉積所耗盡之離子。於另一態樣中，基板 820 之表面處於垂直位向。於另一態樣中，處理電解液 818、938 包括 SnAg 或其他適當浴。於另一態樣中，陽極包括 Sn 或 Cu 或其他適當陽極。於另一態樣中，離子交換膜 814 使陽極電解液 812 與處理電解液 818、938 分離。

現在參考第 10 圖，其顯示電化學沉積系統 900 之圖式，該電化學沉積系統 900 具有電化學沉積模組 800 或 800' 並具有補充模組 912。於所揭示實施例之態樣中，補充模組 912 可具有如前述對補充模組 260 或 260' 等所述特點。於圖示之實施例中，補充模組 912 可具有副陰極室 914、電鍍溶液補充通道或室 916 以及副陽極室 918。副陰極室 914 可收容惰性陰極 920。副陽極室 918 可收容可溶陽極 922。副陰極室 914 可藉膜 924，與電鍍溶液補充通道或室 916 隔開。在此，陰極電解液側之膜 924 或補充模組陰極電解液膜 924 可為日本 Asahi 公司所製 CMXS，並例如對陽離子有選擇性，其中，膜 924 能在 +1、+2 離子間有所區別，舉例來說，其為「單價/單價選擇膜」。同樣地，副陽極室 918 可藉陽離子膜 926，與電鍍溶液補充通道 916 隔開。電源 928 可選擇性提供偏壓於陽極 922 與陰極 920 之間。泵 930 可循環補充模組陽極電解液 932 例如於副陽極室 918 與陽極電解液貯槽 934 之間，其中，副

陽極室 918 不連接至及旁通 933，且不連接至例如沉積模組 800 及處理陽極電解液室 828，其中，陽極室入口及出口 960、962 被堵住。泵 936 可再循環電鍍溶液 938 於電鍍溶液補充通道或室 916、處理電鍍槽 800 與貯槽 954 之間。在此，泵 936 可經由電鍍室入口及出口 964、966 再循環電鍍溶液 938 於電鍍溶液補充通道或室 916 與處理電鍍槽 800 之間。泵 940 可循環補充模組陰極電解液 942 於副陰極室 914 與陰極電解液貯槽 944 之間。水擷取單元 946 可設成具有循環泵 948 及超濾或其他類似膜 950，其中，橫越水選擇膜 950 之壓力容許水 952 的選擇性擷取，在此，擷取被驅動橫越膜 950，其可以是尺寸排除或陽離子類型。雖然相對於貯槽 954 顯示水擷取單元作為例子，系統之任何適當部分卻可依所需使用水擷取單元或其他適當擷取單元。可對膜 926、924 等設置一片或更多片剪力板 956。如前述，剪力板或攪動構件 956 圖示位於陽極室 932，供緊鄰膜 926 流體攪動，以防膜堵住。攪動構件 956 可具有如前面所述特點，並可額外設在任何適當陽極、陰極或膜表面。例如，攪動構件可鄰近可溶陽極 922 設置，以增加離子自陽極 922 之輸送，藉此，增加反應速率。替代地，可不設置攪動構件。圖示剪力板或攪動構件 957 在陰極室 942 中，緊鄰陰極 920，流體攪動。攪動構件 957 可具有前述特點，並可額外設在任何適當陽極、陰極或膜表面。替代地，可不設置攪動構件。陰極 920 附近之攪動構件 957 掃掉 H_2 ，且確保會經由膜 924 洩漏之 Sn 沉積附

著良好且緊密。在此，若任何 Sn 經由陽離子膜 924 擴散，其即可沉積於陰極 920，在此，攪動構件 957 增加反應速率，且可確保此一沉積緊實而有良好附著。電鍍槽 800' 可設來作為槽 800 之替代例，其中，例如如針對電鍍槽 210 所說明，槽 800' 可如前述，亦具有惰性不可溶陽極、可溶陽極、陰極晶圓、剪力或攪動板以及電源，惟無離子交換膜。在此，槽 800'、陽極室入口及出口埠 960、962 會於 970 被堵塞，在此，沉積模組 800 無離子交換膜。電鍍溶液 938 如前述例如使用泵 936 等，例如在處理電解液室與補充室間交換流體，經 986 補充，其中，替代地，可提供單一雙向流供應埠來取代埠 964、966。在所揭示實施例之另一態樣中，電鍍槽 800 具有惰性陽極或可溶陽極 810、個別陽極電解液 812、膜 814、交叉分供 816、晶圓陰極 820 以及剪力板 852。電鍍溶液 938 (818) 可如前述補充，且其中，補充模組 800 之陰極電解液可額外地經 982 與 ECD 模組 800 之陽極電解液共享。線 982 顯示補充模組 912 之陰極室與沉積模組 800 之陽極室間之流體共享。此種共享減少自流體槽經由二個別室串聯泵出流體所需之泵及貯槽的數目。替代地，液體可並聯而非串聯泵出，這例如需要額外的線，例如接至及接自沉積模組及補充單元的並聯源及返回線，其中，例如線 982 可移除，惟仍保有二室間共享流體之效果。在各實施例中，補充模組 912 可用來作為主 Sn 源或可用來作為副或助力源。在此，補充模組槽 912 容許經由與二副溶液、陽極電解液及

陰極電解液之交換，電鍍溶液之補充或再平衡。補充模組陰極電解液亦可稱為（CXC），補充模組陽極電解液亦可稱為（CXA），電鍍槽陽極電解液可稱為（PCA），且電鍍溶液或電鍍槽陰極電解液可稱為（PCC）。在此，所揭示實施例之一態樣可涉及將 PCA 與 CXA 組合成一種溶液。補充模組 912 可包含三室。室可藉適當的膜 924、926 分離。PCC 可流經中間室 916，在此，電流自陽極電解液（CXA）經中間室 916 至陰極電解液（CXC）。金屬離子所載電流與 H^+ 離子所載電流之比例依膜型及其他條件（濃度、流速、膜歷史）而定。藉由 CXA-PCC 及 PCC-CXC 膜之適當選擇，可選擇性豐富金屬離子中之 PCC。如即將圖示，補充模組槽 912 與使用可溶或不可溶陽極於電鍍槽 800、800' 中或補充任何適當模組時之彈性一致。補充模組 912 可因電鍍槽而有許多類似性，例如，二槽可有至少某些類似反應。在某些配置下，可添加於補充模組槽 912 之反應係形成氫氣之 H^+ 離子之還原。

如前面說明，系統 900 提供具有補充模組 912 之修改槽 800，該補充模組 912 可用來例如作為助力模組，其中，金屬離子可由電鍍模組 800 及補充模組 912 兩者提供。在此，補充模組 912 可具有可溶陽極、個別陽極電解液、膜及交叉分供。在此，補充模組 912 可用來作為有關電鍍槽 800 之副源或助力模組，其中，模組 912 陽極電解液可選擇性與電鍍槽陽極電解液共享。如將說明，電化學沉積系統 900 具有模組 912，其操作來補充例如為沉積模

組 800 所提供之電鍍離子，其中，沉積模組 800 及補充模組 912 兩者可使用例如可溶 Sn，其每一者具有可溶 Sn 陽極及/或陽極丸等。以此方式，補充模組 912 用來作為有關沉積模組 800 之 Sn 副源或 Sn 之助力源。於所揭示實施例之替代態樣中，可提供任何適當的沉積金屬或材料，例如，Sn、SnAg、Cu 等。共享可連續或間歇或依所需。根據所揭示實施例之另一態樣，如圖所示，電鍍槽為二室槽，仍可維持不可溶或可溶陽極。例如，電鍍槽 800 陽極及補充模組 912 陽極兩者可溶。此外，圖示之所揭示實施例之態樣不排除某些陽極電解液亦經 816 分供入電鍍溶液（PCC）中。於圖示之所揭示實施例之諸態樣中，補充模組 912 可具有前面就補充模組 260、260' 等所說明之特點。於圖示之所揭示實施例之其他態樣中，如將說明，補充模組 912 具有對模組 1500 所說明之特點。又，於圖示之所揭示實施例之態樣中，沉積模組 800 可具有以上已述及將說明之特點，例如具有離子交換膜或無離子交換膜。根據所揭示實施例之一態樣，補充模組 912 可具有副陰極室 914、電鍍溶液補充通道 916 以及副陽極室 918。副陰極室 914 可收容惰性陰極 920。副陽極室 918 可收容可溶或不可溶陽極 922。副陰極室 914 可藉例如單價選擇膜之膜 924，與電鍍溶液補充通道 916 分離。同樣地，副陽極室 918 可藉陽離子膜 926，與電鍍溶液補充通道 916 分離。電源 928 可選擇性地提供偏壓於陽極 922 與陰極 920 之間。泵 930 可循環分享陽極電解液 932 於副陽極室

918、沉積陽極室 828 與陽極電解液貯槽 834 之間。泵 836 可再循環電鍍溶液 838 於電鍍溶液補充通道 916、沉積陰極室 832 與貯槽 954 之間。泵 940 可循環補充模組陰極電解液 942 於副陰極室 914 與陰極電解液貯槽 944 之間。水擷取單元 946 可設成具有循環泵 948 及超濾或其他類似膜 950，其中，橫越水選擇膜 950 之壓力容許水 952 的選擇性擷取，在此，擷取橫越尺寸排除膜 950 來驅動。雖然相對於貯槽 954 顯示水擷取單元作為例子，系統之任何適當部分卻可依所需使用水擷取單元或其他適當擷取單元。可對膜 926、924 等提供一個或更多個剪力或攪動板 956。電鍍槽 910 具有可溶陽極 810、室 828 中之共享陽極電解液 812、膜 814、交叉分供 816、晶圓陰極 820 以及剪力或攪動板 852。電鍍溶液 938 可如前述經由 986 補充，且其中，補充模組 912 之陽極電解液可額外地與 ECD 模組 800 之陽極電解液共享。線 983 顯示補充模組 912 之陽極室與沉積模組 800 之陽極室間之陽極電解液共享。此種共享減少自陽極電解液槽經由二個別陽極電解液室串聯泵出流體所需之泵及貯槽的數目。替代地，液體可並聯而非串聯泵出，這例如需要額外的線，例如接至及接自沉積模組及補充單元的並聯源及返回線，其中，例如線 983 可移除，惟仍保有二室間共享流體之效果。於圖示之實施例中，補充模組 912 用來作為副或助力 S_n 源，其選擇性地連續或間歇或依所需補充。又，溶液 938 可以是經由 967 補充所需 Ag 鹽、MAS 或其他適當添加物。又，可例如以抗氧化

劑、水等自室 914 等經由 982 補充溶液。線 982 顯示補充模組 912 之陰極室與沉積模組 800 之陽極室間之流體共享。此種共享減少自流體槽經由二個別室串聯泵出流體所需之泵及貯槽的數目。替代地，液體可並聯而非串聯泵出，這例如需要額外的線，例如接至及接自沉積模組及補充單元的並聯源及返回線，其中，例如線 982 可移除，惟仍保有二室間共享流體之效果。在此，補充模組 912 容許經由與二副溶液，陽極電解液及陰極電解液交流，副補充或再平衡電鍍溶液。於例示性實施例中，電化學沉積系統 900 可適用來以可組構方式沉積 Sn 或 Sn 合金至基板 820 之表面。在此，電化學沉積系統 900 具有沉積模組 800，其具有配置來挾持處理電解液 938 之沉積模組架 811。如前述，基板挾持具可卸地耦接至沉積模組架 811，基板挾持具支撐基板 820，處理電解液 938 接觸基板 820 之表面，基板用來作為第一陰極。第一可溶陽極 8100 耦接至沉積模組架 811。沉積模組 800 具有可組構處理電解液補充模組界面埠 985，其於第一配置中，如於第 10 圖中所示，例如界接處理電解液補充模組 912，且於第二配置中，如於第 9 圖中所示，例如不界接處理電解液補充模組 912，使處理電解液補充模組 912 不是電化學沉積系統 900 之一部分。處理電解液補充模組 912 補充離子入處理電解液 938 中，處理電解液補充模組 912 具有偏離沉積模組 800 之補充模組架 915。處理電解液再循環室 916 設在補充模組架 915 中，該補充模組架 915 配置成具有再循環於

補充模組 912 與沉積模組 800 間之處理電解液 938。補充模組架 915 中之陽極室 918 耦接至處理電解液再循環室 916，陽極室 918 具有第二可溶陽極 922，配置於其中供浸入副陽極電解液 932，並具有分離副陽極電解液 932 與處理電解液之第一離子交換膜 926。補充模組架中的陰極室 914 耦接至處理電解液再循環室 916，陰極室 914 具有第二陰極 920，配置於其中供浸入副陰極電解液 942，並具有分離副陰極電解液 942 與處理電解液 938 之第二離子交換膜 924。於第一配置中，第一可溶陽極 810 及第二可溶陽極 922 兩者將離子補充入表面上之離子沉積所耗盡之處理電解液 938 中。於第二配置中，第一可溶陽極 810 將離子補充入表面上之離子沉積所耗盡之處理電解液 938 中。於所揭示實施例之另一態樣中，提供一種電化學沉積設備 900，其中，可組構處理電解液補充模組界面埠 985 包括處理電解液入口埠 964 以及和沉積模組架 811 液通之處理電解液出口埠 966，於第一配置中，處理電解液入口埠 964 與處理電解液出口埠 965 耦接成與補充模組 912 液通，且於第二配置中，處理電解液入口埠 964 與處理電解液出口埠 965 阻塞或不與補充模組 912 液通。在此，例如於第二配置中，補充模組界面埠 985 可如於第 9 圖中所示耦接。於所揭示實施例之另一態樣中，可提供更多或更少特點。例如，可組構處理電解液補充模組界面埠 985 可具有單一或多數專用埠，用以可組構地耦接或不耦接至補充模組 912，或者替代地，可組構地耦接至補充模組及/或循

環槽等。

於所揭示實施例之一態樣中，處理電解液補充模組 912 將離子補充入具有第一陽極 810 及第一陰極 820 之基板電化學沉積設備 800、具有第二陽極 922 之補充模組中之處理電解液 938。處理電解液補充模組 912 具有偏離電化學沉積設備 800 之框架 915。處理電解液再循環室 916 配置於框架 915 中，該框架 915 配置成有處理電解液 938 再循環於補充模組 912 與沉積設備 800 之間。框架 915 中之陽極室 918 耦接至處理電解液再循環室 916，陽極室 918 具有屬於可溶陽極之第二陽極 922，配置於其中供浸入副陽極電解液 932，並具有分離副陽極電解液 932 與處理電解液 938 之第一離子交換膜 926，第一離子交換膜 926 係陽離子膜。陰極室 914 設在框架 915 中，該框架 915 耦接至處理電解液再循環室 916，陰極室 914 具有第二陰極 920，配置於其中供浸入副陰極電解液 942，並具有分離副陰極電解液 942 與處理電解液 938 之第二離子交換膜 924，第二離子交換膜 924 係單價選擇膜。於另一態樣中，攪動構件 957 緊鄰第二陰極 920，可動地耦接至副陰極室 914 中之框架 915，攪動接近第二陰極 920 之副陰極電解液 942。於另一態樣中，可溶第二陽極 922 與第一離子交換膜 926 配置成來自可溶第二陽極 922 之離子通過第一離子交換膜 926 進入處理電解液 938。於另一態樣中，處理電解液 938 包括 SnAg 浴，且其中，離子被補充入處理電解液 938 中而無第二陽極 922 之 Ag 污染。

現在參考第 11 圖，其顯示電化學沉積設備 1500。電化學沉積設備 1500 可適用來沉積 Sn 或 Sn 合金至基板之表面上。替代地，可沉積任何適當金屬。電化學沉積設備 1500 具有沉積模組 1512，其具有如前面所述特點。例如，沉積模組 1512 可具有沉積模組架或槽 1512，其配置來挾持處理電解液 1510。又，沉積模組 1512 可具有基板挾持具，其如前述，可卸地耦接至沉積模組架，基板挾持具支撐基板，處理電解液 1510 與基板之表面接觸，且基板用來作為第一陰極。又，如前述，沉積模組 1512 可具有耦接至沉積模組架之第一可溶陽極。系統 1500 又具有處理電解液補充模組 1511，其適用來將離子補充入處理電解液 1510。在此，處理電解液補充模組 1511 如圖示具有偏離沉積模組 1512 之補充模組架 1513。處理電解液再循環室 1515 如圖示設在補充模組架 1513 中，並配置成具有例如經由泵 1514 等再循環於補充模組 1511 與沉積模組 1512 間之處理電解液 1510。陽極室 1522 如圖示位於補充模組架 1513 中，該補充模組架 1513 耦接至處理電解液再循環室 1515。在此，陽極室 1522 具有第二可溶陽極 1520，配置於其中供浸入副陽極電解液 1518。例如為陽離子膜之第一離子交換膜 1524 如圖示分離副陽極電解液 1518 與處理電解液 1510。如圖示，剪力板或攪動構件 1526 圖示位於陽極室 1522，供緊鄰膜 1524 流體攪動。攪動構件 1526 可具有如前面所述特點，並可額外設在任何適當陽極、陰極或膜表面。替代地，可不設置攪動構件。

槽 1516 及泵 1543 如圖示用來循環副陽極電解液 1518。緩衝室 1540 如圖示位於補充模組架 1513 中，該補充模組架 1513 耦接至處理電解液再循環室 1515。在此，緩衝室 1540 內有緩衝溶液 1541，以及例如為單價選擇膜之第二離子交換膜 1538，其分離緩衝溶液與處理電解液 1510。槽 1542 及泵 1544 如圖示用來循環緩衝溶液 1541。陰極室 1528 如圖示位於補充模組架 1513 中，該補充模組架 1513 耦接至緩衝室 1540。在此，陰極室 1528 具有第二陰極 1532，配置於其中供浸入副陰極電解液 1529。陰極室 1528 具有單價選擇膜之第三離子交換膜 1536，其分離副陰極電解液 1529 與緩衝溶液 1541。槽 1530 及泵 1534 如圖示用來循環副陰極電解液 1529。緩衝溶液 1541 可 MSA 控制，使 S_n 位準保持在臨限以下。又，緩衝溶液 1541 與副陰極電解液 1529 可初始類似或相同，且後續類似或相同，除了 S_n 之低位準。正終端 1546 及負終端 1548 可分別連接至副陽極 1520 及副陰極 1532，以提供離子，自副可溶陽極 1520 經由陽離子膜 1524 進入處理電解液 1510。在實際用語中，膜選擇性可能不完美，因為通過膜 1538 之電流之 4-5% 可能為 S_n 離子，殘留物為 H^+ 離子。於例示性實施例中，轉送至副陰極電解液 1529 之 S_n 量可藉額外緩衝室 1540 維持於低位準，以大幅消除對副陰極 1532 之 S_n 沉積而延長壽命。藉由添加緩衝室 1540，經由膜 1538 進入緩衝室 1540 之微量 S_n 可仍為 4-5% 等，惟此等離子可藉由使用個別槽 1542 來保持緩衝溶液 1541，避免

送至陰極室 1528，此緩衝溶液 1541 可隨時分供以維持低 Sn 濃度。於例示性實施例中，沉積模組 1512 中的第一可溶陽極及第二可溶陽極 1520 將離子補充入基板表面上之離子沉積所耗盡之處理電解液中。於替代實施例中，補充模組 1511 可被用來作為主離子源。於所揭示實施例之替代態樣中，可提供任何適當之沉積金屬。於所揭示實施例之另一態樣中，可不設置槽 1542 及泵，其中，作為補充或替代地，離子移除槽 1592 如圖示耦接至緩衝室 1540，其中，緩衝溶液 1541 透過泵 1545，自緩衝室 1540 經由離子移除槽 1592 再循環，離子移除槽 1592 自緩衝溶液 1591 移除不要的離子。在此，設置擦洗槽 1592 以自緩衝槽 1590 移除 Sn 離子。「擦洗」槽 1592 之適當例子係可自紐約，蘭卡斯特之雷諾瓦公司購得之 RenoCell。於所揭示實施例之一態樣中，例如，擦洗槽 1592、緩衝室 1540、陰極室 1528 與緩衝槽 1590 在回到共用陰極電解液貯槽 1530 之前，分享擦洗槽 1592 中擦洗之緩衝室溶液 1541，其中，共用陰極電解液自緩衝槽 1590 經由泵 1534 回到室 1540、1528。於所揭示實施例之替代態樣中，可提供任何適當之沉積金屬。

現在參考第 12 圖，其顯示電鍍槽 1300 之沉積模組之等角視圖。沉積模組 1300 可具有可用在前述沉積模組或電鍍槽 210、212、214、216、800、800' 或其他適當模組內之特點。例如，沉積模組 1300 可結合或無補充模組來使用。茲圖示沉積模組 1300，且將對雙側晶圓或基板挾持

具加以說明，其挾持二基板 1321、1321' 基板陰極。替代地，沉積模組 1300 之特點可結合單一或其他適當晶圓挾持具來使用。又，沉積模組或電鍍槽 210、212、214、216、800、910、910'、1010、1300 之特點可用在單晶圓、雙晶圓或其他適當電鍍槽。電鍍槽 1300 具有可為可溶或惰性或不可溶之陽極。例如，陽極可為可溶 Sn 陽極，或可使用任何適當可溶或不可溶陽極。沉積或電鍍模組或槽 1300 圖示為小型槽，用於垂直電鍍，具有獨立陽極電解液及陰極電解液，並用來電鍍二基板。沉積或電鍍模組或槽 1300 圖示具有第一及第二陽極插件 1310、1312，其各具有陽極電解液供應及返回埠 1314、1316。晶圓挾持具 1320 圖示配置在處理電解液 1327 中的第一與第二陽極插件 1310、1312 之間。線性馬達 1322、1324 圖示配置在挾持具 1320 之相對側上，並設置來驅動鄰近挾持具 1320 所挾持之晶圓之表面的剪力板。如將更詳細說明，第一及第二陽極插件 1310、1312 各含有陽極及被支撐的膜。如將更詳細說明，第一及第二陽極插件 1310、1312 可卸地保持在陽極插件導件 1326、1328 之間，此等陽極插件導件 1326、1328 有助於例如用在陽極、膜等之保養之第一及第二陽極插件 1310、1312 的移除。亦參考第 13 圖，其顯示電鍍槽 1300 之等角視圖。如圖所示，第一陽極插件 1310 顯示可自陽極插件導件 1326 垂直卸下。在此，錐狀支撐邊 1340、1342 接受插件 1310 之匹配錐狀邊 1344、1346。如將說明，錐狀支撐邊亦提供密封表面，

容易移除陽極插件 1310。如圖所示，槽 1300 具備容易移除之陽極挾持具，其具有模支撐，有助於容易以自槽架 1326、1328 昇舉之可分離陽極插件 1310、1312 來維修。在此，陽極插件 1312 與槽架 1328 可具有類似於對陽極插件 1310 與槽架 1326 所示者之特點。亦參考第 14 圖，其顯示電鍍槽 1300 之俯視圖。在此，電鍍模組或槽 1300 圖示具有第一及第二陽極插件 1310、1312。晶圓挾持具 1320 圖示配置在第一與第二陽極插件 1310、1312 之間。線性馬達 1322、1324 圖示配置在挾持具 1320 之相對側上，並設置來驅動鄰近挾持具 1320 所挾持之晶圓之表面的剪力板 1350、1352。亦圖示流體、氣動及電連接 1314、1316。在此，插件 1310 之凸緣 1354 與架 1326 中的匹配凹穴 1356 嚙合達插件 1310 與架 1326 間之匹配界面之全長。密封 1358 亦配置在插件 1310 之凸緣 1354 與架 1326 中的匹配凹穴 1356 間達插件 1310 與架 1326 間之匹配界面之全長。在此，陽極插件 1312 與槽架 1328 亦可具有類似於對陽極插件 1310 與槽架 1326 所示者之特點。自槽架 1326 拆卸陽極插件 1310 涉及如第 13 圖所示，排出陽極電解電流、移除界接緊固件以及將陽極插件 1310 向上滑動。在此，錐狀邊 1344、1346 允許容易移除，並避免須抵抗 O 形環密封之拘束摩擦，因為當插件之下部朝向架 1326 之底部，其與凹穴 1356 嚙合時，與 O 形環密封 1358 及匹配凹穴 1356 之接觸可能僅在插件 1310 之總高度之例如 15% 等。在此，陽極插件 1310 在凸緣 1358 與匹配

凹穴 1356 間有周邊密封 1356，其為用於容易拆卸之錐狀密封嚙合。於所揭示實施例之另一態樣中，可提供任何適當匹配特點。

現在參考第 15 圖，其顯示陽極插件模組 1310 之爆炸分解圖。如圖所示，左陽極插件模組 1310 之爆炸分解圖顯示七個主組件。陽極插件本體或模組架 1380 收容分段柱總成或支撐環 1382、陽極 1384、背側膜支撐 1386、膜 1390、前側膜支撐 1392 及電成形屏蔽 1394。電成形屏蔽 1394 可具有如 2004 年 10 月 22 日所提出及名稱為「用以流體處理工件之方法及設備」之美國專利申請案第 10/971,726 號所揭示之特點，在此，以參考方式併提其全文，以及如本案之前之 1146P013798-US (I01) add s/n & file 所揭示之特點，在此，以參考方式併提。將更詳細顯示之膜支撐 1386、1392 可為單件 Ti 水噴注切割圓板，其具有對膜 1390 之最小接觸，對最大活性膜區之支撐。在此，垂直棒亦防止可能導致不均勻沉積之氣泡截留。亦參考第 16 圖，其顯示陽極插件模組 1312 之爆炸分解圖，該模組具有類似於插件 1310 之特點。如圖所示，右陽極插件模組 1312 之爆炸分解圖顯示七個主組件。陽極插件本體或模組架 1400 收容分段柱總成或支撐環 1402、陽極 1404、背側膜支撐 1406、膜 1408、前側膜支撐 1410 及電成形屏蔽 1412。亦參考第 18 圖，其顯示陽極插件 1310 之側視圖。在此，陽極插件 1310 形成室保持陽極電解液 1311，其中，離子交換膜 1390 分離陽極電解液 1311。插

件 1310 如圖示進一步具有經由陽極電連接 1422 連接至陽極匯流排 1420 之陽極。背側膜支撐 1386 可具有抗旋轉特點 1424、1426、1428、1430，例如與插件本體 1380 中之匹配凹穴匹配之指部。替代地，可提供任何適當的抗旋轉特點。同樣地，前側膜支撐 1392 亦可具有抗旋轉特點，使得垂直棒 1396、1398 精密地對齊，以提供最大膜面積、防止氣泡截留以及均勻沉積，例如無圖案。在此，垂直棒對齊及膜支撐本身如圖示，無需保持螺栓。插件本體 1380 中的 O 形環液封 1432 抵住膜 1390 而密封，以防止收容陽極 1384 之陽極電解液室與收容晶圓之陰極電解液室間的流體移動。亦參考第 18 圖，其顯示陽極插件 1310 之部分剖視圖。亦參考第 19 圖，其顯示陽極插件 1310 之部分剖視圖。橡膠周邊密封 1434 可配置在陽極 1384 與膜支撐 1396 之間。又，額外密封可設在本體 1380 與分段柱環 1382 之間。密封環 1438 可設有密封 1440 於環 1438 與本體 1380 之間，可與周邊密封 1434 界接，並可用來作為用於陽極 1384 之定中心裝置。分段柱環 1382 可具有繫留螺柱 1436，其實穿本體 1380 突出，並用來作為多用途分段環，以支撐膜 1390、陽極環 1384、前及背膜支撐 1386、1392 及電場形成屏蔽 1394。一旦自電鍍槽 1300 移除陽極插件總成 1310，即可如以下，在工作檯等上進行可保養組件之接近：1. 放置陽極總成於工作檯上供接近膜 1390 及陽極 1384。2. 藉由從繫留螺柱 1436 卸下螺帽，移除電場形成屏蔽 1394。3. 移除前側膜支撐 1392。4. 依需要

移除膜 1390 並取代。在此，膜 1390 可為水噴注切割總成，其在對應於分段環 1382 中柱 1436 上之螺栓圖案之位置具有孔 1444。5.若須接近陽極，即移除背側膜支撐 1386。6.藉由弄鬆及移除橡膠周邊密封 1438，並接著移除陽極終端螺絲 1446，移除陽極 1384。7.依需要清潔或更換膜和陽極。8.按相反順序重組。替代地，可提供更多或更少步驟。

於所揭示實施例之一態樣中，電化學沉積設備 1300 沉積金屬至基板 1321 之表面。電化學沉積設備 1300 具有框架 1326，其配置來保持處理電解液 1327。基板挾持具 1320 耦接至框架 1326，基板挾持具 1320 支撐基板 1321，使得處理電解液 1327 與基板 1321 之表面接觸。陽極 1384 耦接至陽極電解液 1311 中的框架 1326，且離子交換膜 1390 耦接至框架 1326，使得離子交換膜 1390 令陽極電解液 1311 與處理電解液 1327 分離。離子交換膜 1390 藉耦接至框架 1326 並具有複數個第一陣列支撐 1396 之第一膜支撐 1386 支撐於第一側。離子交換膜 1390 藉耦接至框架 1326 並具有對齊複數個第一陣列支撐 1396 之複數個第二陣列支撐 1398 之第二膜支撐 1392 支撐於第二側。於另一態樣中，複數個第一陣列支撐 1396 包括第一垂直棒陣列，且複數個第二陣列支撐 1398 包括第二垂直棒陣列，且其中，第一垂直棒陣列與第二垂直棒陣列對齊。於另一態樣中，基板挾持具 1320、陽極 1384 及離子交換膜 1390 配置於框架 1326 中，使得金屬離子通過離子交換膜 1390

而進入處理電解液 1327，補充基板 1321 上之沉積所耗盡之離子，且其中第一及第二陣列支撐 1396、1398 具有防止泡沫截留之配置。於另一態樣中，基板 1321 之表面處於實質上垂直位向。

於所揭示實施例之一態樣中，提供電化學沉積設備 1300，其適用來沉積金屬於基板 1321 之表面。電化學沉積設備 1300 具有框架 1326，其配置來保持處理電解液 1327。基板挾持具 1320 可卸地耦接至框架 1326 及基板 1321，使處理電解液 1327 接觸基板 1321 之表面。陽極模組 1310 耦接至框架 1326 並配置來收容陽極電解液 1311，陽極模組 1310 具有模組架 1380、陽極 1384 以及耦接至模組架 1380 之離子交換膜 1390 以從框架 1326 卸除及插入其中而與陽極 1384 及離子交換膜 1390 成爲一單元。離子交換膜 1390 耦接至配置於陽極 1384 與基板 1321 之表面間之模組架 1380。

於所揭示實施例之一態樣中，提供電化學沉積設備，其適用來沉積金屬於基板之表面。電化學沉積設備具有框架，其配置來挾持處理電解液。基板挾持具可卸地耦接至框架，基板挾持具支撐基板於處理電解液中。陽極流體室可卸地耦接至框架，收容陽極電解液，並具有面對基板之表面的陽極，陽極流體室進一步具有配置於陽極與基板之表面間之離子交換膜，陽極流體室可自框架卸下作爲具有離子交換膜及陽極之單元。挾持具、陽極及膜配置於框架中，使來自陽極之離子通過離子交換膜而進入，且主要補

充處理電解液中基板之表面上之離子沉積所耗盡之離子。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，基板表面處於實質上垂直位向。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，離子交換膜包括陽離子膜。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，陽極包括可溶陽極。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，陽極包括惰性陽極。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，處理電解液包括 SnAg 浴。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，陽極包括 Sn 陽極。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，陽極包括 Cu 陽極。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，離子交換膜使陽極電解液與處理電解液分離。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其適用來沉積金屬於基板之表面。電化學沉積設備具有框架，其配置來挾持處理電解液。基板挾持具耦接至框架，基板挾持具支撐基板，使處理電解液接觸表面。陽極耦接至陽極電解液中的框架，且離子交換膜耦接至框架，使得離子交換膜將陽極電解液與處理電解液分開。離子交換膜藉耦接至框架並具有複數個第一陣列支撐之第一膜支

撐支撐於第一側。離子交換膜藉耦接至框架並具有實質上對齊複數個第一陣列支撐之複數個第二陣列支撐之第二膜支撐支撐於第二側。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，複數個第一陣列支撐包括第一垂直棒陣列，且複數個第二陣列支撐包括第二垂直棒陣列，且其中，第一垂直棒陣列與第二垂直棒陣列實質上對齊。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，基板挾持具、陽極及離子交換膜配置於框架中，使得金屬離子通過離子交換膜而進入處理電解液，補充基板上之沉積所耗盡之離子，且其中第一及第二陣列支撐具有防止泡沫截留之配置。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，基板表面處於實質上垂直位向。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，離子交換膜包括陽離子膜。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，陽極包括可溶 Sn 陽極。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，處理電解液包括 SnAg 浴。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其適用來沉積金屬於基板之表面。電化學沉積設備具有框架，其配置來挾持處理電解液。基板挾持具可卸地耦接至框架，且基板挾持具支撐基板，使處理電解液接觸表

面。陽極模組耦接至框架，且配置來收容陽極電解液，陽極模組具有模組架、陽極以及耦接至模組架之離子交換膜以從框架卸除及插入其中而與陽極及離子交換膜成爲一單元。離子交換膜耦接至配置於陽極與基板之表面間之模組架。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，基板挾持具、陽極及離子交換膜配置於框架中，使得金屬離子通過離子交換膜而進入處理電解液，補充基板上之沉積所耗盡之離子。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，基板表面處於實質上垂直位向。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，離子交換膜包括陽離子膜。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，陽極包括可溶陽極。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，陽極包括惰性陽極。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，處理電解液包括 SnAg 浴。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，陽極包括 Sn 陽極。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，陽極包括 Cu 陽極。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設

備，其中，離子交換膜使陽極電解液與處理電解液分離。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供一種處理電解液補充模組，適用來將離子補充入具有第一陽極及第一陰極之基板電化學沉積設備中之處理電解液中，該補充模組具有第二陽極。處理電解液補充模組具有偏離該化學沉積設備之框架。處理電解液再循環室配置在框架中，該框架被配置來於補充模組與沉積設備間有處理電解液再循環。陽極室設在被耦接至該處理電解液再循環室之框架中，該陽極室具有第二陽極，其為可溶陽極，配置於其中供浸入副陽極電解液，並具有分離副陽極電解液與處理電解液之第一離子交換膜，該第一離子交換膜係陽離子膜。陰極室設在被耦接至處理電解液再循環室之框架中，該陰極室具有第二陰極，配置於其中供浸入副陰極電解液，並具有分離副陰極電解液與處理電解液之第二離子交換膜，該第二離子交換膜係單價選擇膜。

於所揭示實施例之另一態樣中，處理電解液補充模組設有攪動構件，其緊鄰第二陰極，可動地被耦接至陰極室中之框架，以攪動緊鄰第二陰極之副陰極電解液。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供處理電解液補充模組，其中，可溶第二陽極及第一離子交換膜被配置成，來自可溶第二陽極之離子通過第一離子交換膜進入處理電解液。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供處理電解液補充模組，其中，陽極包括可溶 Sn 板。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供處理電解液補充模組，其中，陽極包括 Sn 丸。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供處理電解液補充模組，其中，處理電解液包括 SnAg 浴

於所揭示實施例之另一態樣中，提供處理電解液補充模組，其中，處理電解液包括 SnAg 浴，且其中，離子被補充入處理電解液中而無第二陽極之 Ag 污染。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供一種處理電解液補充模組，適用來將離子補充入具有第一陽極及第一陰極之基板電化學沉積設備中之處理電解液中，該補充模組具有第二陽極。處理電解液補充模組具有偏離化學沉積設備之框架。處理電解液再循環室配置在框架中，該框架被配置來於補充模組與沉積設備間有處理電解液再循環。框架中的陽極室被耦接至處理電解液再循環室之框架中，該陽極室具有第二陽極，其為可溶陽極，配置於其中供浸入副陽極電解液，並具有分離副陽極電解液與處理電解液之第一離子交換膜。框架中的緩衝室被耦接至處理電解液再循環室，該緩衝室內有緩衝溶液，並具有分離緩衝溶液與處理電解液之第二離子交換膜。框架中的陰極室被耦接至緩衝室，該陰極室具有第二陰極，配置於其中供浸入副陰極電解液，並具有分離副陰極電解液與緩衝溶液之第三離子交換膜。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供處理電解液補充模組，其中，可溶第二陽極及第一離子交換膜被配置成，

來自可溶第二陽極之離子通過第一離子交換膜進入處理電解液。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供處理電解液補充模組，其中，第一離子交換膜包括陽離子膜。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供處理電解液補充模組，其中，第二及第三離子交換膜包括第二及第三單價選擇膜。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供處理電解液補充模組，其中，第一離子交換膜包括陽離子膜，且其中，第二及第三離子交換膜包括第二及第三單價選擇膜。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供處理電解液補充模組，其中，陽極包括不可溶陽極及可溶 Sn 丸。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供處理電解液補充模組，其中，處理電解液包括 SnAg 浴。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供處理電解液補充模組，其中，第一離子交換膜選擇性通過離子，使之自陽極至處理電解液。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供處理電解液補充模組，其中，處理電解液包括 SnAg 浴，且其中，離子被補充入處理電解液中而無第二陽極之 Ag 污染。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供一種處理電解液補充模組，適用來將離子補充入具有第一陽極及第一陰極之基板電化學沉積設備中之處理電解液，該補充模組具有第二陽極。處理電解液補充模組具有偏離化學沉積設備之

框架。處理電解液再循環室配置在框架中，該框架被配置來於補充模組與沉積設備間有處理電解液再循環。框架中之陽極室被耦接至處理電解液再循環室，該陽極室具有第二陽極，其為可溶陽極，配置於其中供浸入副陽極電解液，並具有分離副陽極電解液與處理電解液之第一離子交換膜。框架中之緩衝室被耦接至處理電解液再循環室，該緩衝室內有緩衝溶液，並具有分離緩衝溶液與處理電解液之第二離子交換膜。框架中之陰極室耦接至緩衝室，該陰極室具有第二陰極，配置於其中供浸入副陰極電解液，並具有分離副陰極電解液與緩衝溶液之第三離子交換膜。離子移除槽耦接至緩衝室。來自緩衝室之緩衝溶液經由離子移除槽再循環，該離子移除槽自緩衝溶液移除不要的離子。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供處理電解液補充模組，其中，可溶第二陽極和第一離子交換膜配置成，來自可溶第二陽極之離子通過第一離子交換膜進入處理電解液。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供處理電解液補充模組，其中，第一離子交換膜包括陽離子膜。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供處理電解液補充模組，其中，第二及第三離子交換膜包括第二及第三單價選擇膜。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供處理電解液補充模組，其中，第一離子交換膜包括陽離子膜，且其中，第

二及第三離子交換膜包括第二及第三單價選擇膜。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供處理電解液補充模組，其中，陽極包括不可溶陽極及可溶 Sn 丸。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供處理電解液補充模組，其中，處理電解液包括 SnAg 浴。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供處理電解液補充模組，其中，第一離子交換膜選擇性通過 Sn^{2+} 離子，使之自陽極至處理電解液。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供處理電解液補充模組，其中，處理電解液包括 SnAg 浴，且其中，離子被補充入處理電解液中而無第二陽極之 Ag 污染。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供一種電化學沉積設備，適用來沉積金屬至基板表面。該電化學沉積設備具有沉積模組，其具有配置來保持處理電解液之沉積模組架。基板挾持具可卸地被耦接至沉積模組架，該基板挾持具支撐基板，該處理電解液接觸基板之表面，該基板用來作為第一陰極。第一可溶陽極被耦接至沉積模組架。提供一種處理電解液補充模組，適用來將離子補充入處理電解液中，該補充模組具有偏離沉積模組之補充模組架。處理電解液再循環室配置在補充模組架中，其被配置來於補充模組與沉積模組間有處理電解液再循環。補充模組架中之陽極室被耦接至處理電解液再循環室，該陽極室具有第二可溶陽極，配置於其中供浸入副陽極電解液，並具有分離副陽極電解液與處理電解液之第一離子交換膜，該第一離

子交換膜係陽離子膜。補充模組架中之陰極室被耦接至處理電解液再循環室，該陰極室具有第二陰極，配置於其中供浸入副陰極電解液，並具有分離副陰極電解液與處理電解液之第二離子交換膜，該第二離子交換膜係單價選擇膜。第一可溶陽極及第二可溶陽極兩者補充該處理電解液中為表面上沉積所耗盡的離子。

於所揭示實施例之另一態樣中，電化學沉積設備設有可動處理攪動構件，其可動地被耦接至緊鄰第二陰極之陰極室中之框架，以攪動接近第二陰極之副陰極電解液。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，沉積模組又具有可動處理攪動構件，其可動地被耦接至緊鄰基板之表面之沉積模組架，以在該基板之表面上方作流體攪動。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，沉積模組又具有配置在第一陽極與基板之表面間之處理離子交換膜。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，基板之表面處於實質上垂直位向。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，處理電解液包括 SnAg 浴。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，第一可溶陽極包括第一可溶 Sn 陽極，且其中，第二可溶陽極包括第二可溶 Sn 陽極。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設

備，其中，處理電解液包括 SnAg 浴，且其中，離子被補充入處理電解液中而無第二陽極之 Ag 污染。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供一種電化學沉積設備，適用來沉積金屬至基板表面。電化學沉積設備具有沉積模組，其具有配置來保持處理電解液之沉積模組架。基板挾持具可卸地被耦接至沉積模組架，該基板挾持具支撐基板，該處理電解液接觸基板之表面，該基板用來作為第一陰極。第一可溶陽極被耦接至該沉積模組架。處理電解液補充模組適用來補充離子於處理電解液中，該處理電解液補充模組具有偏離沉積模組之補充模組架。處理電解液再循環室配置在補充模組架中，其被配置來於補充模組與沉積模組間有處理電解液再循環。補充模組架中之陽極室被耦接至處理電解液再循環室，該陽極室具有第二可溶陽極，配置於其中供浸入副陽極電解液，並具有分離副陽極電解液與處理電解液之第一離子交換膜。補充模組架中之緩衝室被耦接至處理電解液再循環室，該緩衝室內有緩衝溶液，並具有分離緩衝溶液與處理電解液之第二離子交換膜。補充模組架中之陰極室耦接至緩衝室，該陰極室具有第二陰極，配置於其中供浸入副陰極電解液，並具有分離副陰極電解液與緩衝溶液之第三離子交換膜。第一可溶陽極及第二可溶陽極兩者補充處理電解液中為表面上之離子沉積所耗盡的離子。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，具有離子移除槽，其被耦接至緩衝室。來自緩衝室之

緩衝溶液被再循環經離子移除槽，該離子移除槽自該緩衝溶液移除不要的離子。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，沉積模組又包括可動處理攪動構件，其可動地被耦接至緊鄰基板之表面之沉積模組架，以在基板之表面上方作流體攪動。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，沉積模組又包括被配置在第一陽極與基板之表面間之處理離子交換膜。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，基板表面處於實質上垂直位向。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，處理電解液包括 SnAg 浴。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，第一可溶陽極包括第一可溶 Sn 陽極，且其中，第二可溶陽極包括第二可溶 Sn 陽極。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，第一離子交換膜包括第一陽離子膜，且其中，第二及第三離子交換膜分別包括第二及第三單價選擇膜。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，處理電解液包括 SnAg 浴，且其中，離子被補充於處理電解液中，而無第二陽極之 Ag 污染。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供一種電化學沉積設備，適用來沉積金屬至基板表面。電化學沉積設備具有

沉積模組，其具有配置來保持處理電解液之沉積模組架。基板挾持具可卸地被耦接至沉積模組架，該基板挾持具支撐基板，該處理電解液接觸基板之表面，該基板用來作為第一陰極。第一可溶陽極被耦接至該沉積模組架。沉積模組具有可組構之處理電解液補充模組界面端口，其在第一組構中被配置來與處理電解液補充模組界接，且在第二組構中不與處理電解液補充模組界接，其中，該處理電解液補充模組並非該電化學沉積設備之一部分。處理電解液補充模組適用來補充離子於處理電解液中，該處理電解液補充模組具有偏離沉積模組之補充模組架。處理電解液再循環室配置在補充模組架中，其被配置來於補充模組與沉積模組間有處理電解液再循環。補充模組架中之陽極室被耦接至處理電解液再循環室，該陽極室具有第二可溶陽極，配置於其中供浸入副陽極電解液，並具有分離副陽極電解液與處理電解液之第一離子交換膜。補充模組架中之陰極室耦接至處理電解液再循環室，該陰極室具有第二陰極，配置於其中供浸入副陰極電解液，並具有分離副陰極電解液與處理電解液之第二離子交換膜。在第一組構中，第一可溶陽極及第二可溶陽極兩者補充處理電解液中為表面上沉積所耗盡的離子。在第二組構中，第一可溶陽極補充處理電解液中為表面上沉積所耗盡的離子。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，可組構之處理電解液補充模組界面端口包括處理電解液入口端口以及與沉積模組架流體連通之處理電解

液出口端口，在第一組構中，處理電解液入口端口與處理電解液出口端口被耦接成與補充模組流體連通，而在第二組構中，處理電解液入口端口與處理電解液出口端口被解耦接成不與補充模組流體連通。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，沉積模組又包括可動處理攪動構件，其可動地被耦接至緊鄰基板之表面之沉積模組架，以在基板之表面上方作流體攪動。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，沉積模組又包括被配置在第一陽極與基板之表面間之處理離子交換膜。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，基板表面處於實質上垂直位向。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，處理電解液包括 SnAg 浴。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，第一可溶陽極包括第一可溶 Sn 陽極，且其中，第二可溶陽極包括第二可溶 Sn 陽極。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，第一離子交換膜包括陽離子膜，且其中，第二離子交換膜包括單價選擇膜。

於所揭示實施例之另一態樣中，提供電化學沉積設備，其中，處理電解液包括 SnAg 浴，且其中，離子被補充於處理電解液中，而無第二陽極之 Ag 污染。

須知，以上說明只是解說所揭示實施例之態樣。在不悖離所揭示實施例之態樣下，熟於本技藝人士可想出各種替代及修改。因此，所揭示實施例之態樣意圖涵蓋落在所附申請專利範圍之範疇內的所有此種替代、修改及變更。又，不同特點載於彼此不同之附屬或獨立申請專利範圍之僅存事實並非意指此等特點之組合無法被有利地使用，此一組合仍在本發明態樣之範疇內。

【圖式簡單說明】

- 第 1 圖顯示例示性電沉積系統；
- 第 2A 圖顯示電沉積模組；
- 第 2B 圖顯示剪力板攪動構件；
- 第 2C 圖顯示剪力板攪動構件；
- 第 2D 圖顯示剪力板攪動構件；
- 第 2E 圖顯示剪力板攪動構件；
- 第 2F 圖顯示構件之振盪動作之圖式；
- 第 2G 圖顯示構件之不均勻振盪動作之圖表；
- 第 2H 圖顯示構件之不均勻振盪動作之圖表；
- 第 3 圖顯示電滲透補充模組；
- 第 4 圖顯示電合成液流槽佈局；
- 第 5 圖顯示電沉積部分及化學生產系統（CPS）；
- 第 5A 圖顯示 CPS 系統之化學生產模組；
- 第 6 圖顯示化學管理及轉送系統；
- 第 7 圖顯示電滲透補充模組；

第 8 圖顯示電滲透補充模組；

第 9 圖顯示電化學沉積系統之圖式；

第 10 圖顯示電化學沉積系統之圖式；

第 11 圖顯示電化學沉積系統之圖式；

第 12 圖顯示電鍍槽之等角視圖；

第 13 圖顯示電鍍槽之等角視圖；

第 14 圖顯示電鍍槽之俯視圖；

第 15 圖顯示陽極插件之爆炸分解圖；

第 16 圖顯示陽極插件之爆炸分解圖；

第 17 圖顯示陽極插件之側視圖；

第 18 圖顯示陽極插件之剖視圖；以及

第 19 圖顯示陽極插件之剖視圖。

【主要元件符號說明】

30：表面

42：保持器

200：處理系統（處理工具）（電化學沉積設備）

200M：設備

202：基板清潔模組

204：裝載站

204x：構件

210、212、214、216：電沉積模組

219：馬達

220：連接桿

222：控制器

232：第一板

234：第二板

236：開口

240、240'、240''：葉片

244：隔件特點

248：螺絲

250：中心點

252、252'：中心點

256：工件點

260：電滲透補充處理模組（CPS）

260、264：補充模組

260'、264'：化學補充或生產力模組

260R、260L：次模組部

261：工件點

262、266：清潔模組

265：主振盪行程

268：反轉位置

270、272、274：基板（工件）挾持具

273：第一副振盪行程

276：反轉位置

278：基板

280：處理器

281：第二副振盪行程

284：反轉位置
 292、296：線
 300：工作處理電解液
 302：流體
 304、308、313：線
 310、312：陽極
 311：離子交換膜
 314、316：屏蔽板
 318、320：槳葉總成或流體攪動槳葉（剪力板攪動槳葉）
 318'、318''、318'''：構件
 318x：構件
 319'：構件
 410：第一膜
 428：膜
 412：陽極
 416：副不可溶陰極
 418：H－離子
 420：H＋離子
 424：Sn離子
 428：第二膜
 430：副陰極電解液
 432、440、442：流體室
 602、604：流體供應

- 606、608：回流管線
- 610、612：泵
- 652、654、656：流體室
- 658、660：離子膜
- 662：處理（主）電解液
- 664：陰極電解液
- 666：陽極電解液
- 668：可溶陽極
- 670：陰極
- 672：OH⁻離子
- 674：H⁺離子
- 800、800'：電化學沉積模組（電鍍槽）
- 810：陽極
- 8100：第一可溶陽極
- 811：沉積模組架
- 812：獨特陰極（共享陽極電解液）
- 814：離子交換膜
- 816：交叉分供
- 818、838：電鍍溶液（ECD陰極電解液）（處理電解液）
- 820：晶圓陰極（基板）
- 822：泵
- 826：ECD陽極電解液貯槽
- 828：沉積陽極室

- 830：ECD 陰極電解液貯槽
- 832：沉積陰極室
- 834：泵（水擷取單元）
- 836：循環泵
- 840：水
- 842：電源
- 844、846：補充源
- 848：分供
- 850：控制器
- 852：剪力板
- 900：電化學沉積系統
- 910：電鍍槽
- 912：補充模組
- 914：副陰極室
- 915：補充模組架
- 916：電鍍溶液補充通道或室
- 918：副陽極室
- 920：陰極
- 922：陽極
- 924：陽離子膜（第二離子交換膜）
- 926：膜
- 928：電源
- 930：泵
- 932：補充模組陽極電解液

- 933：旁通
- 934：陽極電解液貯槽
- 936：泵
- 938：電鍍溶液
- 940：泵
- 942：補充模組陰極電解液
- 944：陰極電解液貯槽
- 946：水萃取單元
- 948：循環泵
- 950：膜
- 952：水
- 954：貯槽
- 956、957：攪動構件
- 960：陽極室入口
- 962：陽極室出口
- 964：電鍍室入口
- 965：處理電解液入口埠
- 965、966：處理電解液出口埠
- 982、983：線
- 985：可組構處理電解液補充模組界面埠
- 1300：電化學沉積設備（電鍍槽）
- 1310：陽極模組
- 1311：陽極電解液
- 1314、1316：陽極電解液供應及返回埠

- 1320：基板挾持具
- 1321、1321'：基板
- 1322、1324：線性馬達
- 1326、1328：陽極插件導件
- 1327：處理電解液
- 1340、1342：錐狀支撐邊
- 1344、1346：錐狀邊
- 1354：凸緣
- 1356：凹穴
- 1358：密封
- 1380：模組架（插件本體）
- 1382：支撐環（分段柱環）
- 1384：陽極
- 1386：第一薄膜支撐（背側膜支撐）
- 1390：離子交換膜
- 1392：第二薄膜支撐（前側膜支撐）
- 1394：電成形屏蔽
- 1396：第一陣列支撐（背側膜支撐；垂直棒）
- 1398：第二陣列支撐（垂直棒）
- 1400：陽極插件本體或模組架
- 1402：分段柱總成或支撐環
- 1404：陽極
- 1406：背側膜支撐
- 1408：膜

- 1410：前側膜支撐
- 1412：電成形屏蔽
- 1420：陽極匯流排
- 1422：陽極電連接
- 1424、1426、1428、1430：抗旋轉特點
- 1432：O形環液封
- 1434：橡膠周邊密封
- 1436：繫留螺柱
- 1438：密封環
- 1440：密封
- 1444：孔
- 1446：陽極終端
- 1500：電化學沉積設備
- 1510：處理電解液
- 1511：處理電解液補充模組
- 1512：沉積模組
- 1513：沉積模組架
- 1514：泵
- 1515：處理電解液再循環室
- 1516：槽
- 1518：副陽極電解液
- 1520：副陽極
- 1522：陽極室
- 1524：膜

1526：剪力板或攪動構件

1528：陰極室

1529：副陰極電解液

1530：陰極電解液貯槽

1532：副陰極

1538：第二離子交換膜

1540：緩衝室

1541：緩衝溶液

1542：槽

1543：泵

1544：泵

1545：泵

1546：正終端

1548：負終端

1590：緩衝槽

1591：緩衝溶液

1592：離子移除槽

七、申請專利範圍：

1. 一種電化學沉積設備，適用來沉積金屬至基板之表面，該電化學沉積設備包括：

框架，係配置來保持處理電解液；

基板挾持具，係可卸地耦接至該框架，該基板挾持具支撐該基板於該處理電解液中；及

陽極流體室，係可卸地耦接至該框架，並界定流體邊界封包，其容納陽極電解液於該框架中，並使該陽極電解液與該處理電解液分離，在該邊界封包內有陽極，面對該基板之該表面，且離子交換膜配置在該陽極與該基板之該表面之間，該陽極流體室流體邊界封包可自該框架移除成為具有該離子交換膜及該陽極之單元；

其中，該挾持具、該陽極及該膜被配置在該框架中，使來自該陽極之離子通過該離子交換膜而進入，且主要補充該處理電解液中由該基板之該表面上之離子沉積所耗盡之離子。

2. 如申請專利範圍第 1 項之電化學沉積設備，其中，該基板之該表面處於實質上垂直位向。

3. 如申請專利範圍第 1 項之電化學沉積設備，其中，該離子交換膜包括陽離子膜。

4. 如申請專利範圍第 1 項之電化學沉積設備，其中，該陽極包括可溶陽極。

5. 如申請專利範圍第 1 項之電化學沉積設備，其中，該陽極包括惰性陽極。

6. 如申請專利範圍第 1 項之電化學沉積設備，其中，該處理電解液包括 SnAg 浴。

7. 如申請專利範圍第 1 之電化學沉積設備，其中，該陽極包括 Sn 陽極。

8. 如申請專利範圍第 1 項之電化學沉積設備，其中，該陽極包括 Cu 陽極。

9. 如申請專利範圍第 1 項之電化學沉積設備，其中，該離子交換膜將該陽極電解液與該處理電解液分離。

10. 一種電化學沉積設備，適用來沉積金屬至基板之表面，該電化學沉積設備包括：

框架，係配置來保持處理電解液；

基板挾持具，係耦接至該框架，該基板挾持具支撐該基板，使該處理電解液接觸該表面；

陽極，係耦接至陽極電解液中之該框架；及

離子交換膜，係耦接至該框架，使得該離子交換膜將該陽極電解液與該處理電解液分離，

其中，該離子交換膜藉由第一膜支撐被支撐在第一側上，該第一膜支撐耦接至該框架並具有複數個第一陣列支撐，

其中，該離子交換膜藉由第二膜支撐被支撐在第二側上，該第二膜支撐耦接至該框架並具有複數個第二陣列支撐，並且

其中，該複數個第二陣列支撐係實質上對齊該複數個第一陣列支撐。

11. 如申請專利範圍第 10 項之電化學沉積設備，其中，該複數個第一陣列支撐包括第一陣列垂直桿，且其中，該複數個第二陣列支撐包括第二陣列垂直桿，且其中，該等第一陣列垂直桿實質上與該等第二陣列垂直桿對齊。

12. 如申請專利範圍第 10 項之電化學沉積設備，其中，該基板挾持具、該陽極及該離子交換膜被配置在該框架中，使金屬離子通過該離子交換膜而進入由沉積於該基板所耗盡之該處理電解液補充金屬離子，且其中，該等第一及第二陣列支撐具有防止泡沫截留之結構。

13. 如申請專利範圍第 10 項之電化學沉積設備，其中，該基板之該表面處於實質上垂直位向。

14. 如申請專利範圍第 10 項之電化學沉積設備，其中，該離子交換膜包括陽離子膜。

15. 如申請專利範圍第 10 項之電化學沉積設備，其中，該陽極包括可溶 Sn 陽極。

16. 如申請專利範圍第 10 項之電化學沉積設備，其中，該處理電解液包括 SnAg 浴。

17. 一種電化學沉積設備，適用來沉積金屬至基板之表面，該電化學沉積設備包括：

框架，係配置來保持處理電解液；

基板挾持具，係可卸地耦接至該框架，並支撐該基板，使該處理電解液接觸該表面；

陽極模組，係耦接至該框架，並被配置來容納陽極電

解液，該陽極模組具有模組架、陽極以及離子交換膜，該離子交換膜耦接至該模組架，供卸離及插入該框架，作為具有該陽極及該離子交換膜之單元；以及

該離子交換膜，耦接至該模組架，該模組架被配置在該陽極與該基板之該表面之間。

18. 如申請專利範圍第 17 項之電化學沉積設備，其中，該基板挾持具、該陽極及該離子交換膜被配置於該框架中，使得金屬離子通過該離子交換膜，進入由沉積於該基板所耗盡之該處理電解液補充金屬離子。

19. 如申請專利範圍第 17 項之電化學沉積設備，其中，該基板之該表面處於實質上垂直位向。

20. 如申請專利範圍第 17 項之電化學沉積設備，其中，該離子交換膜包括陽離子膜。

21. 如申請專利範圍第 17 項之電化學沉積設備，其中，該陽極包括可溶陽極。

22. 如申請專利範圍第 17 項之電化學沉積設備，其中，該陽極包括惰性陽極。

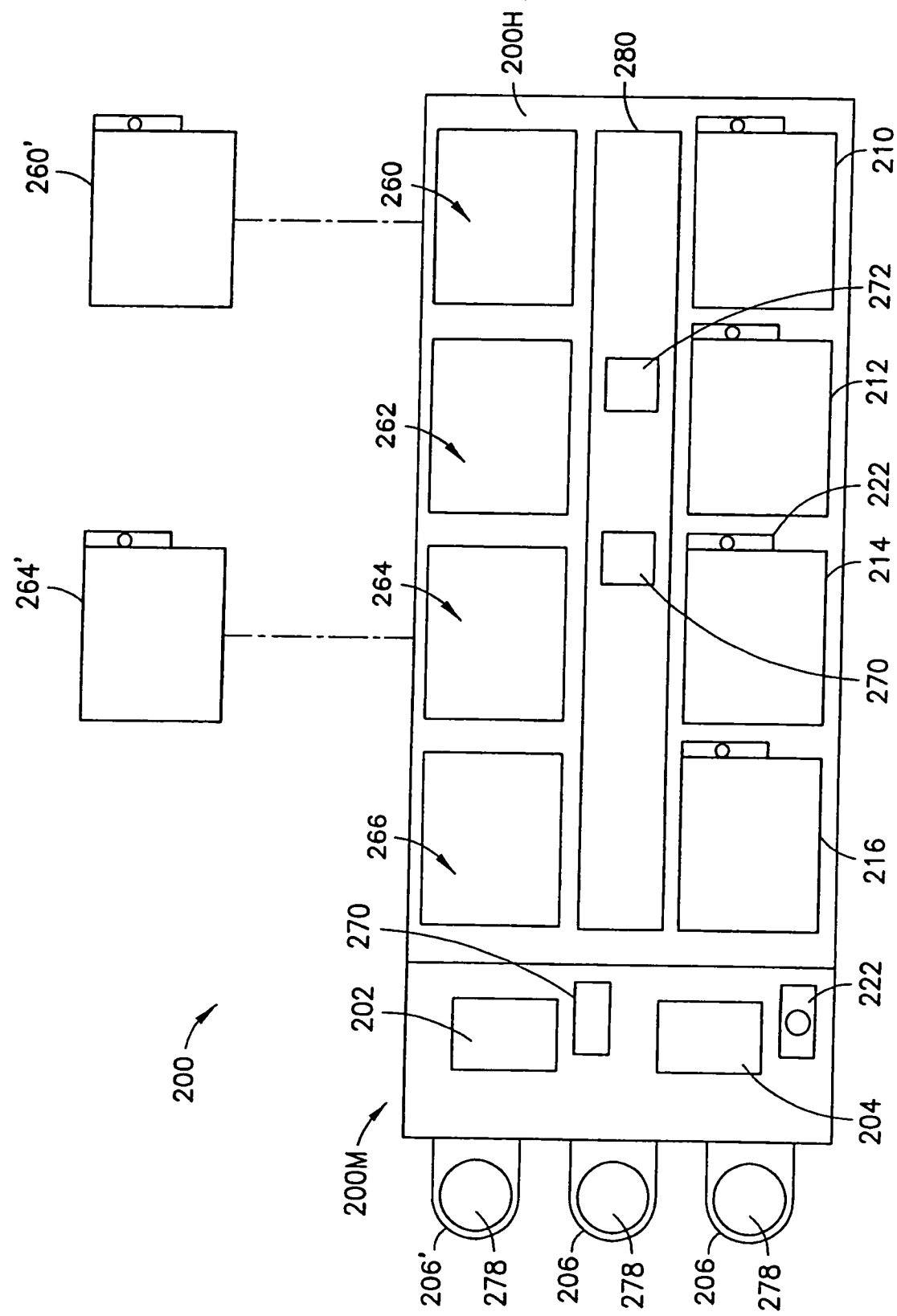
23. 如申請專利範圍第 17 項之電化學沉積設備，其中，該處理電解液包括 SnAg 浴。

24. 如申請專利範圍第 17 之電化學沉積設備，其中，該陽極包括 Sn 陽極。

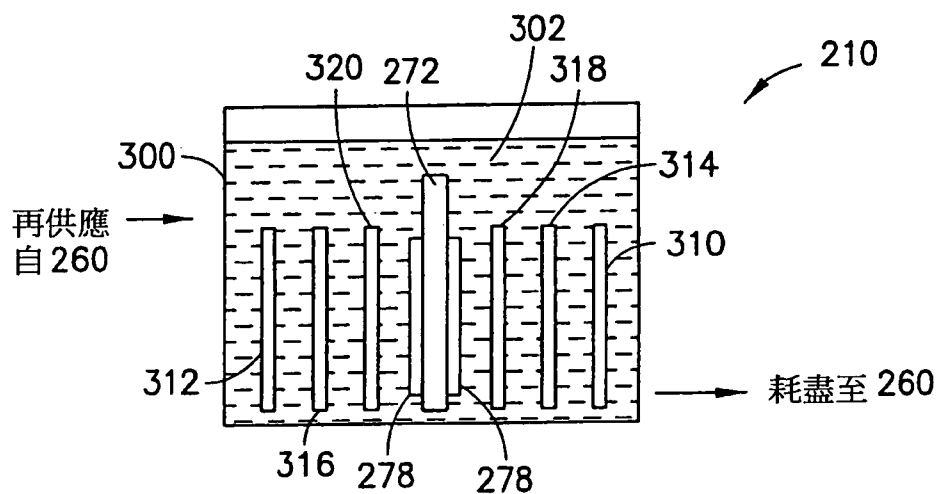
25. 如申請專利範圍第 17 項之電化學沉積設備，其中，該陽極包括 Cu 陽極。

26. 如申請專利範圍第 17 項之電化學沉積設備，其

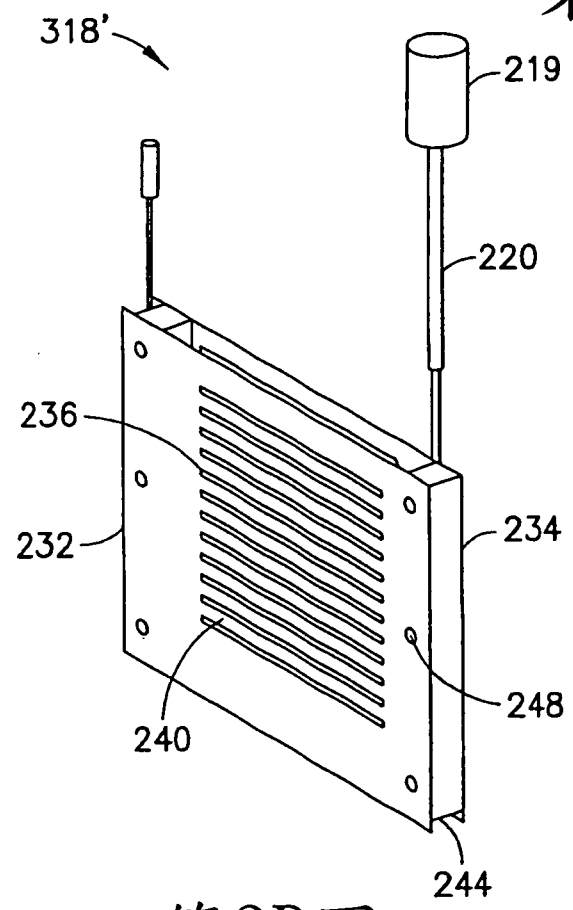
中，該離子交換膜將該陽極電解液與該處理電解液分離。



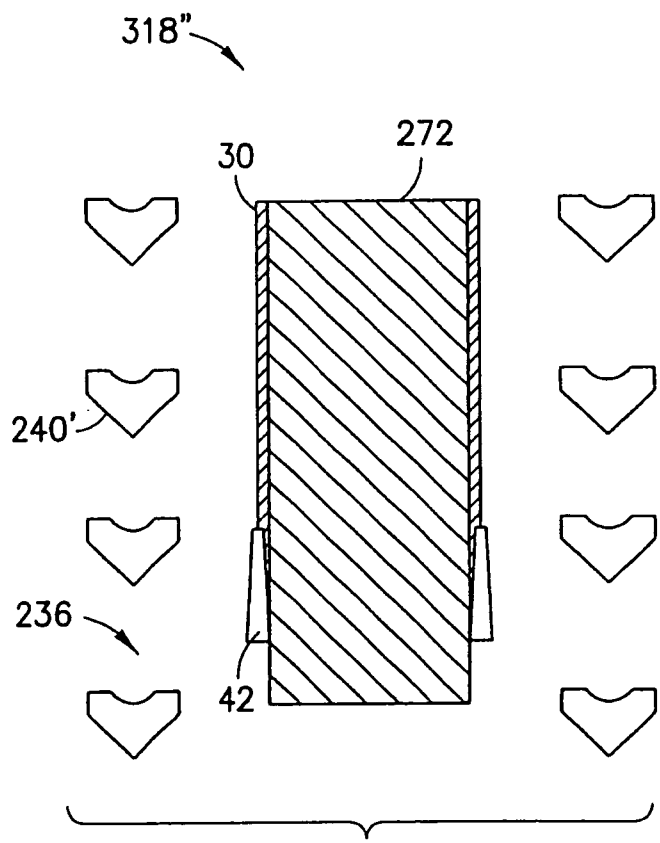
第1圖



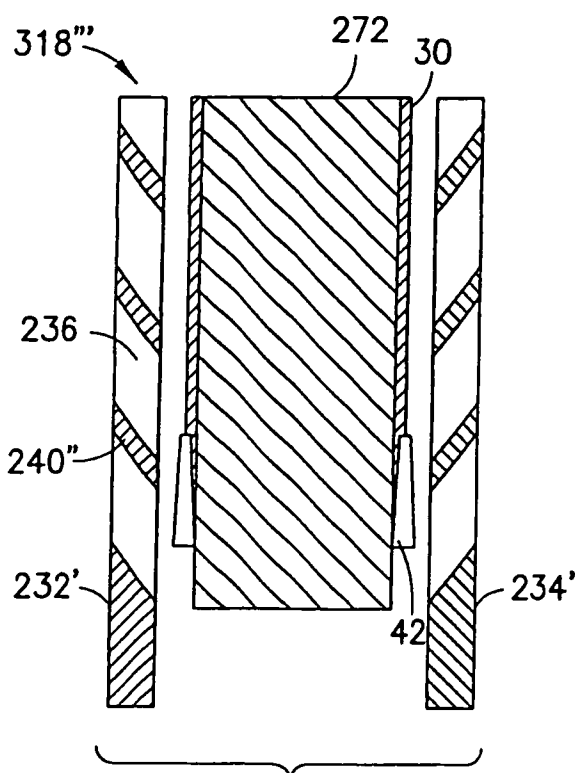
第2A圖



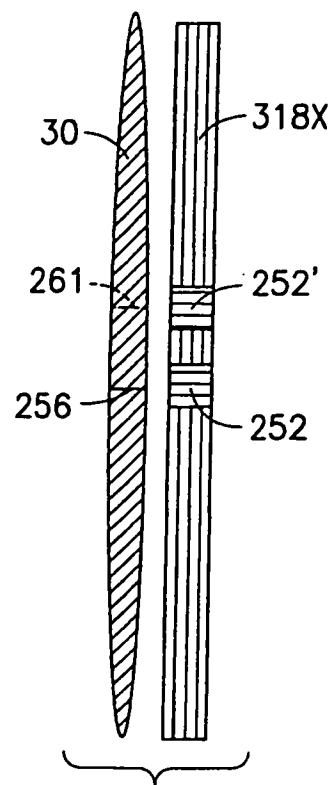
第2B圖



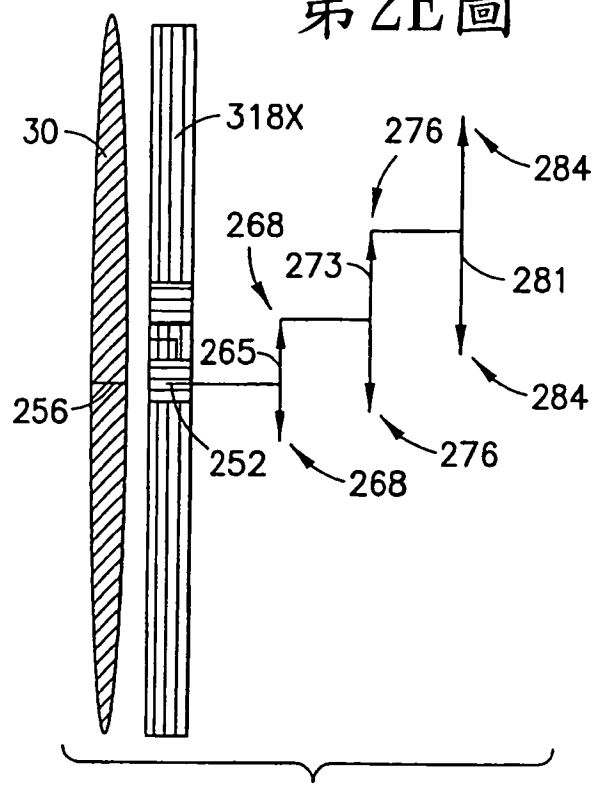
第2C圖



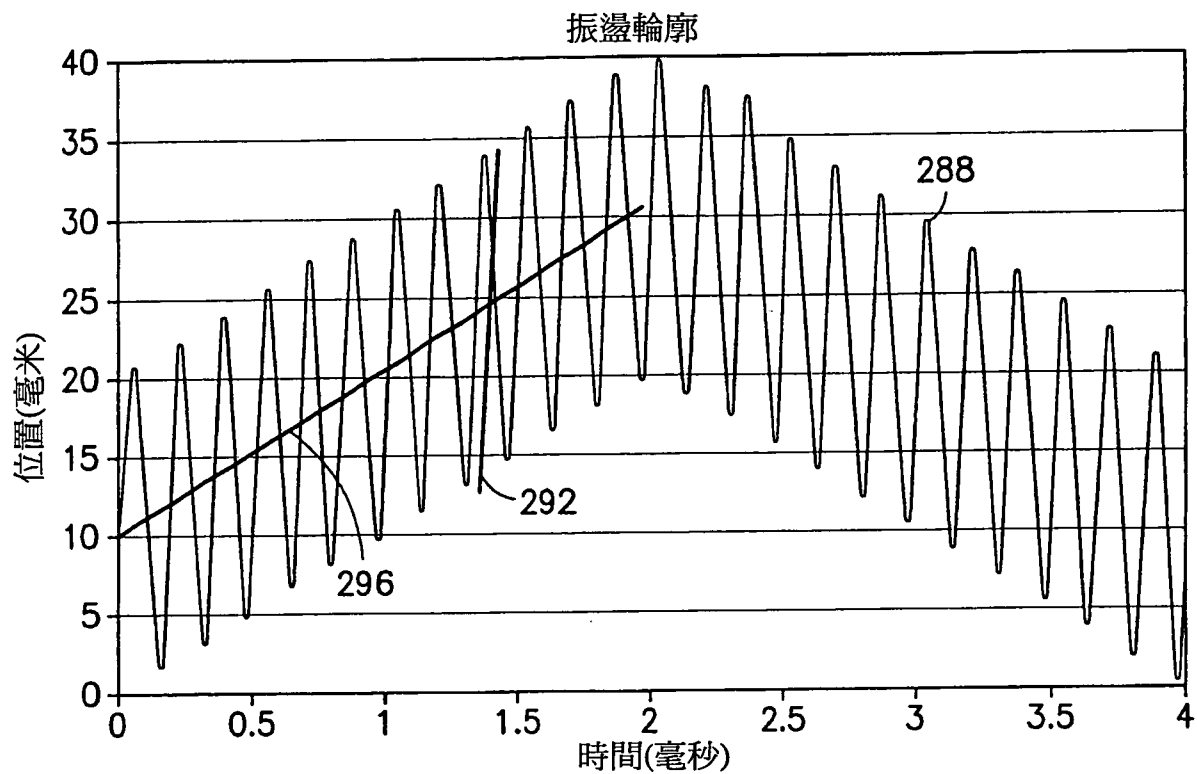
第2D圖



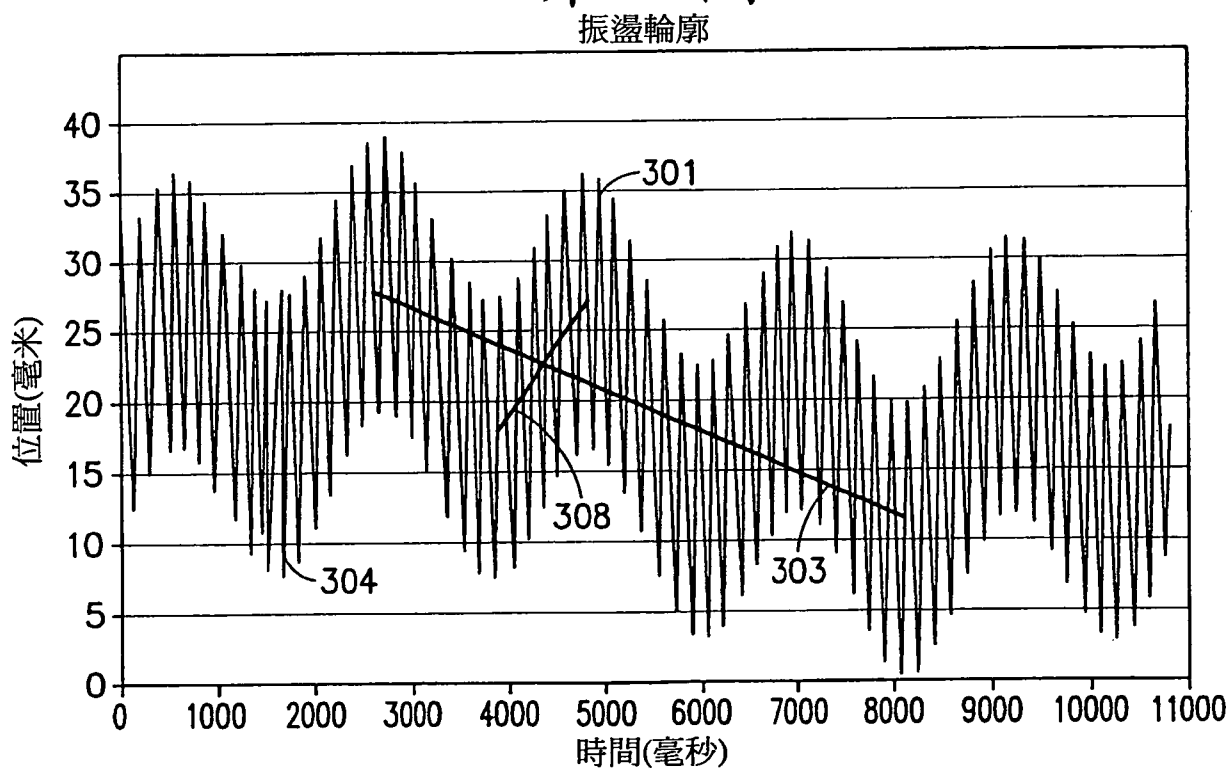
第2E圖



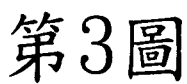
第2F圖

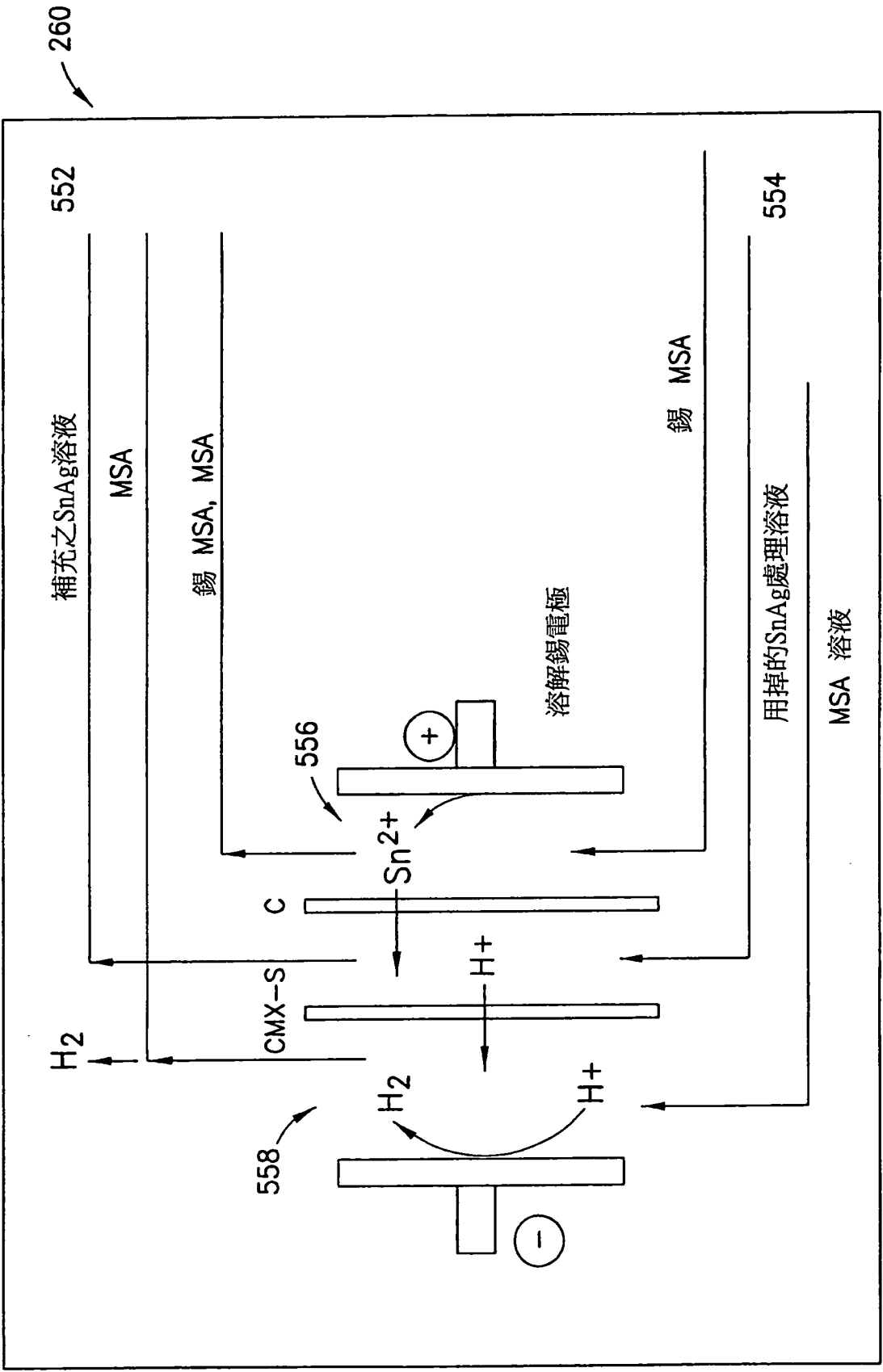


第2G圖

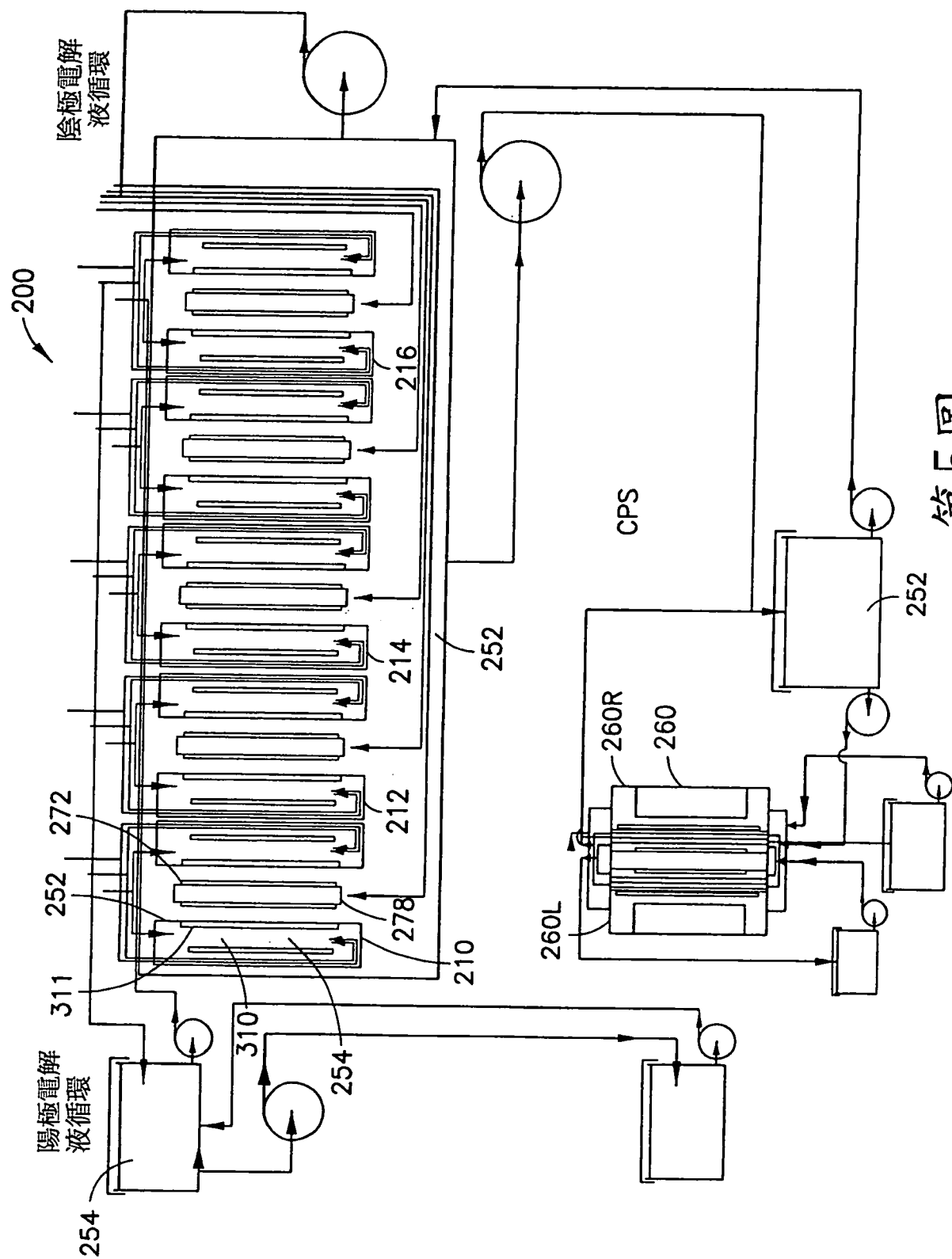


第2H圖

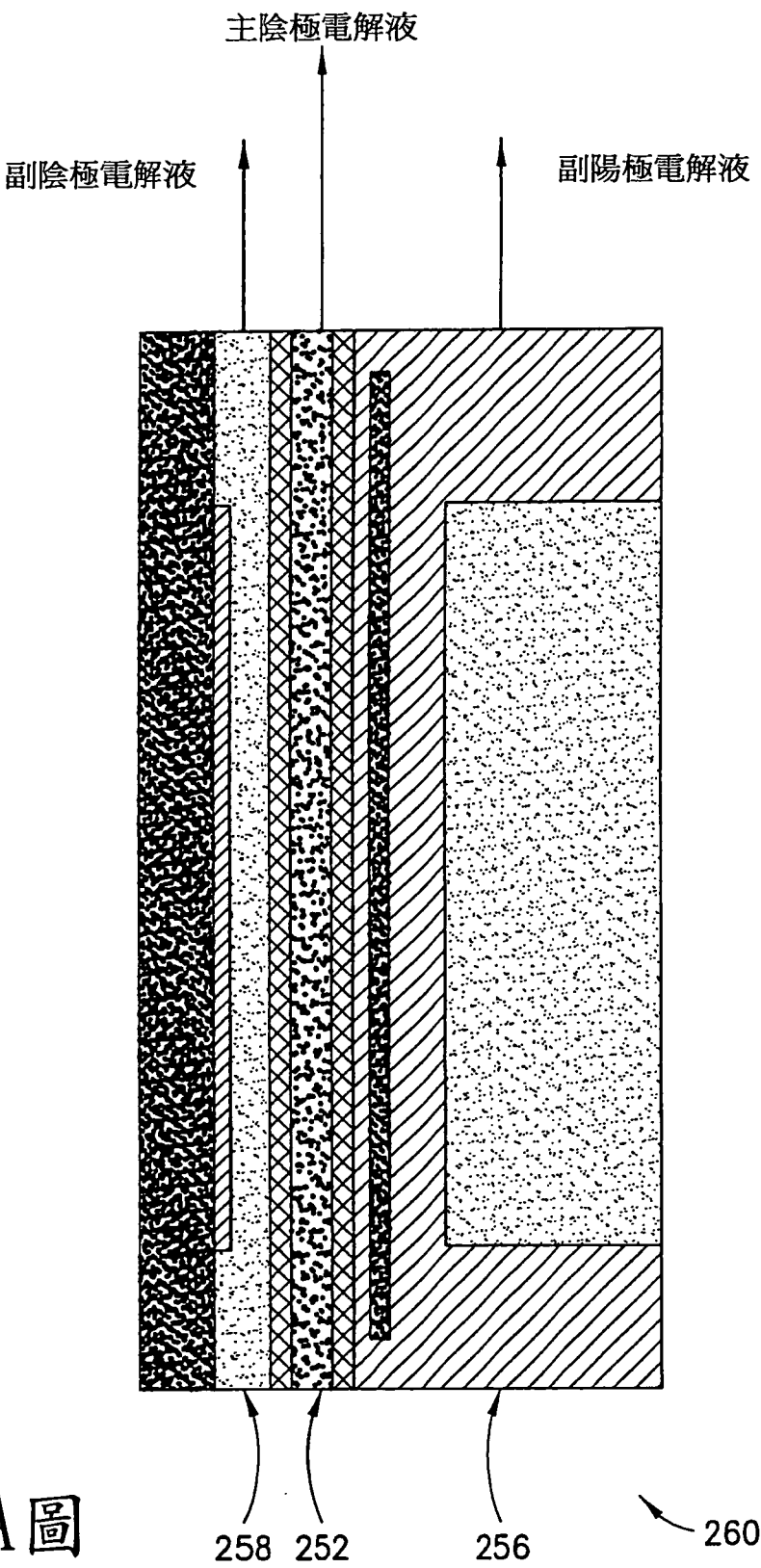




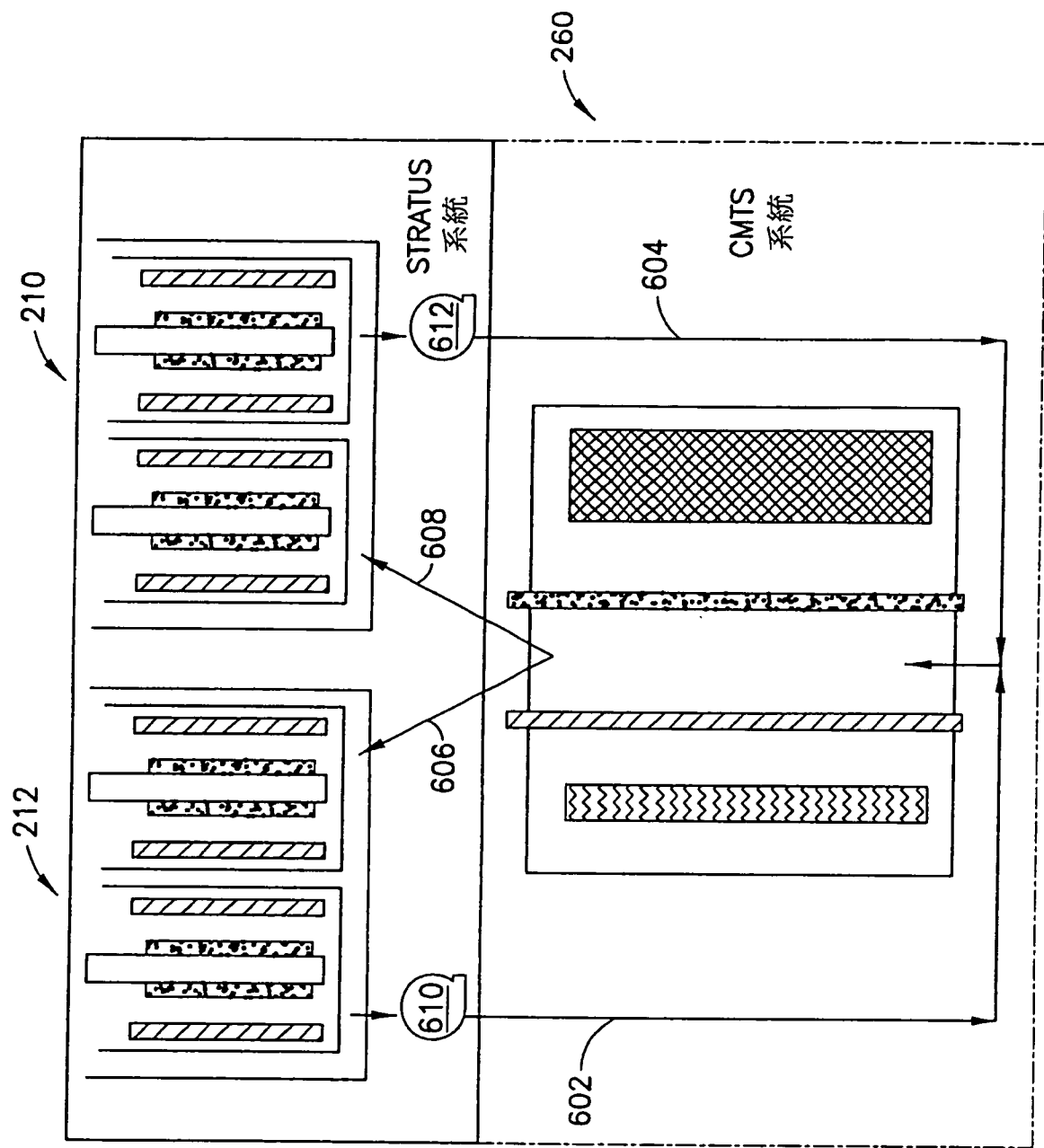
第4圖



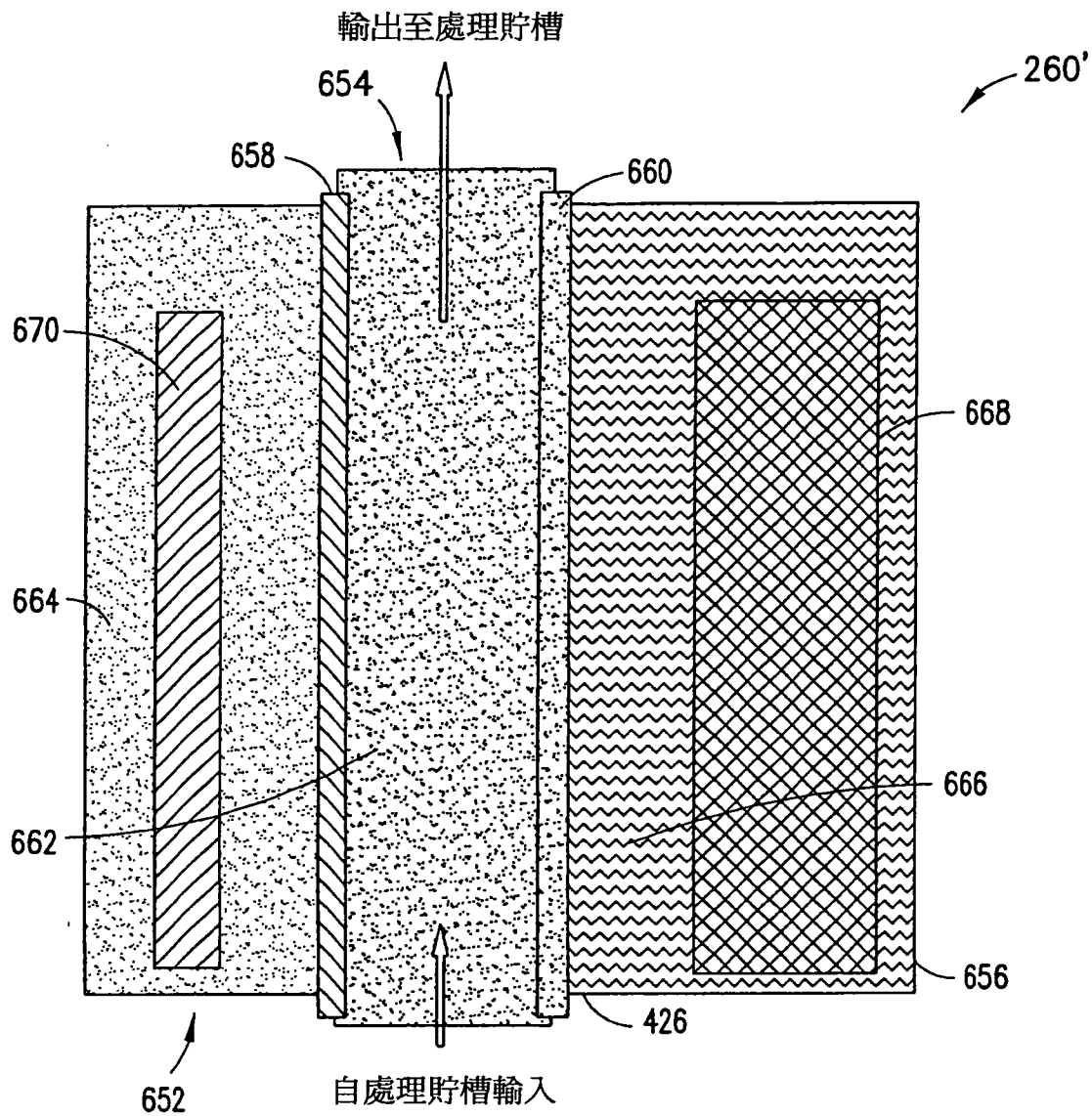
第5圖



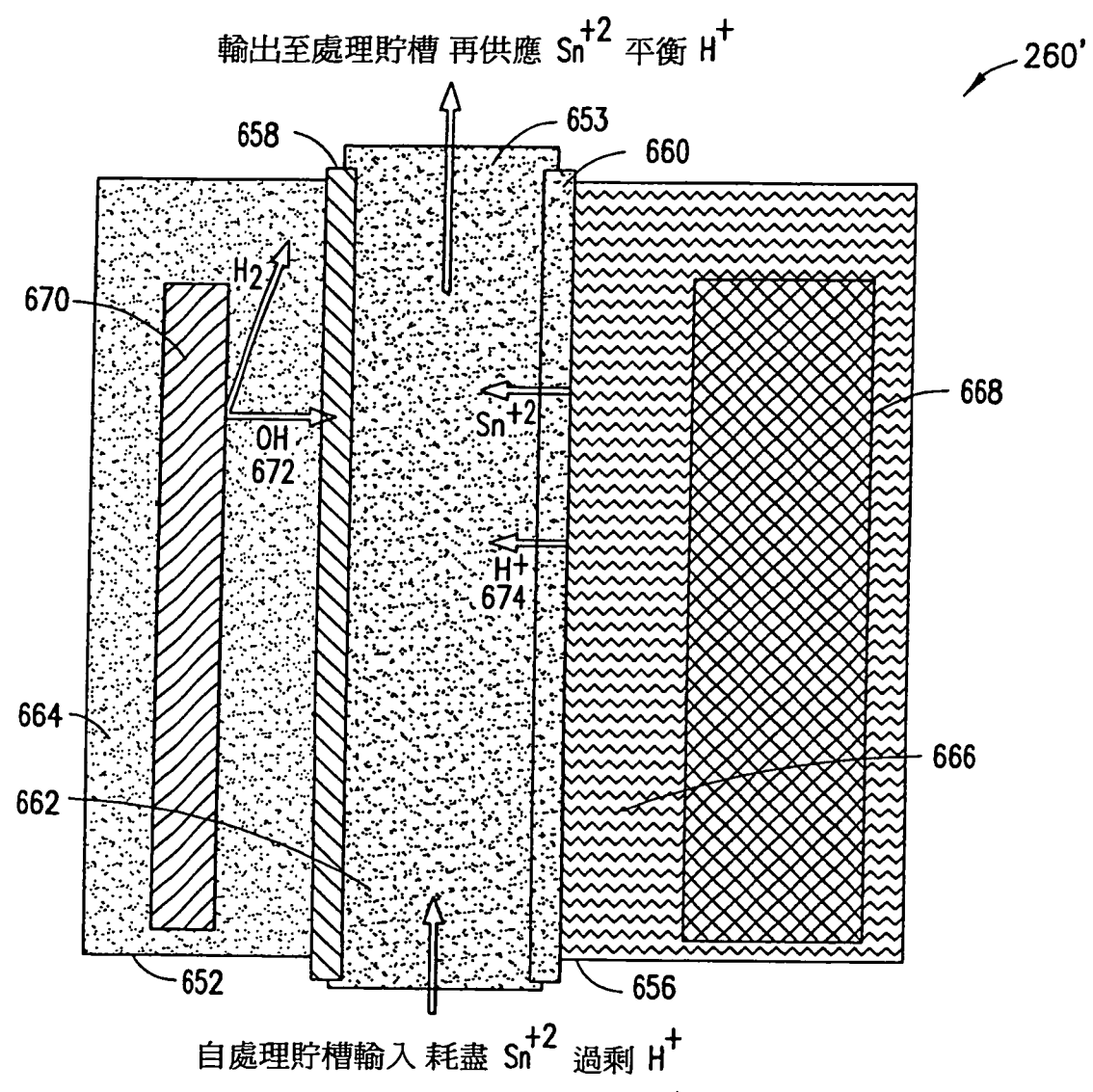
第5A圖



第6圖



第7圖



第8圖

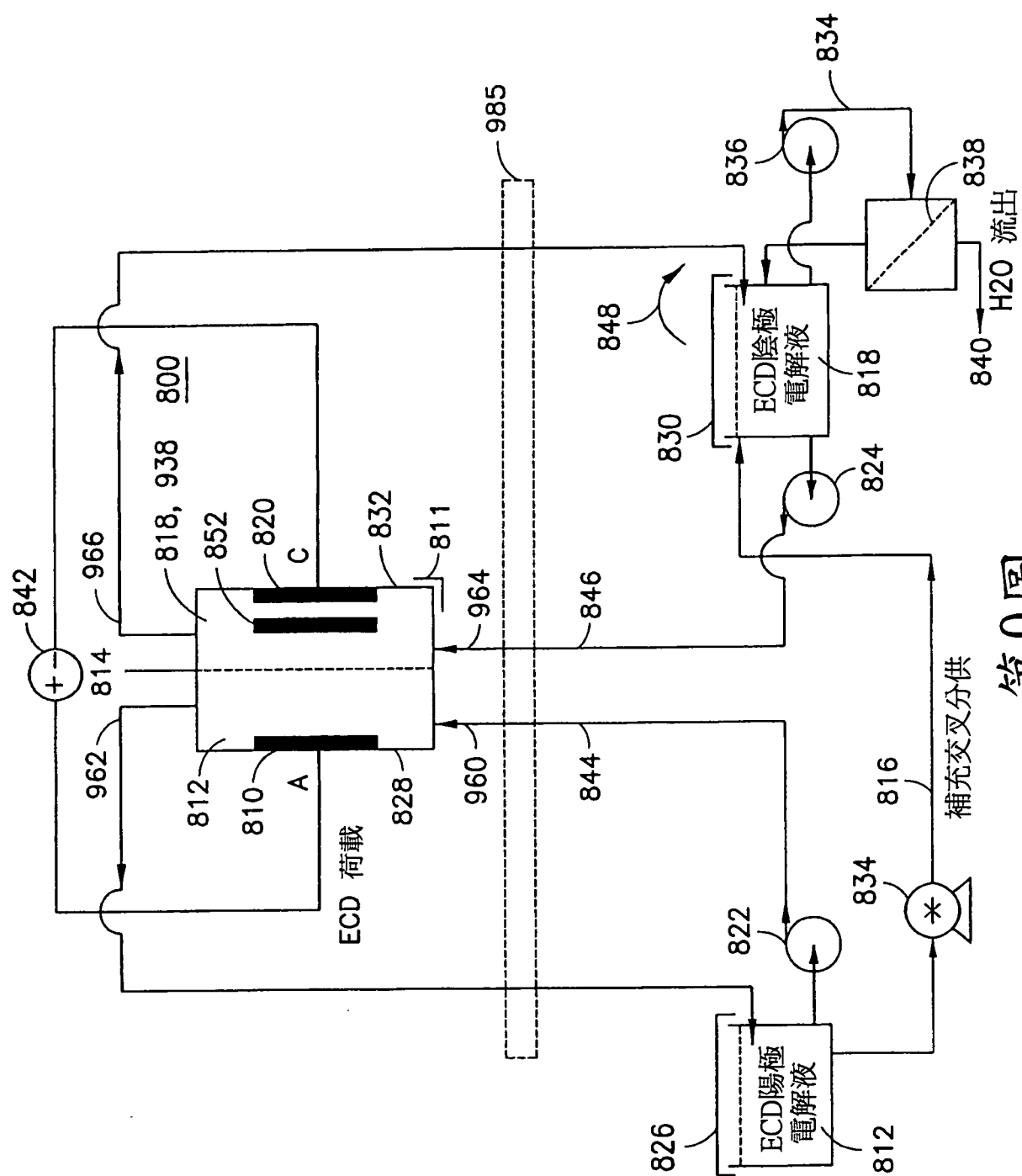
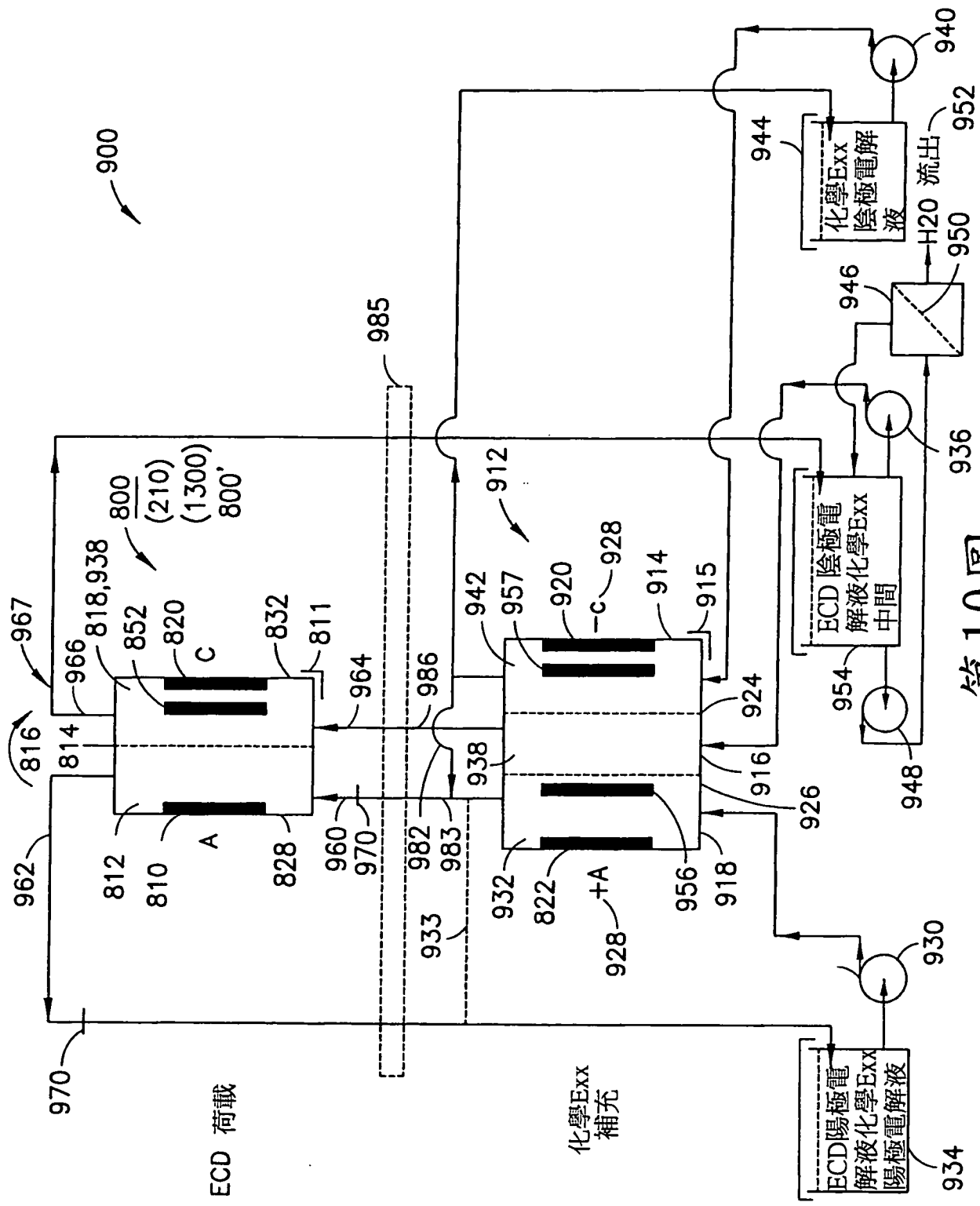
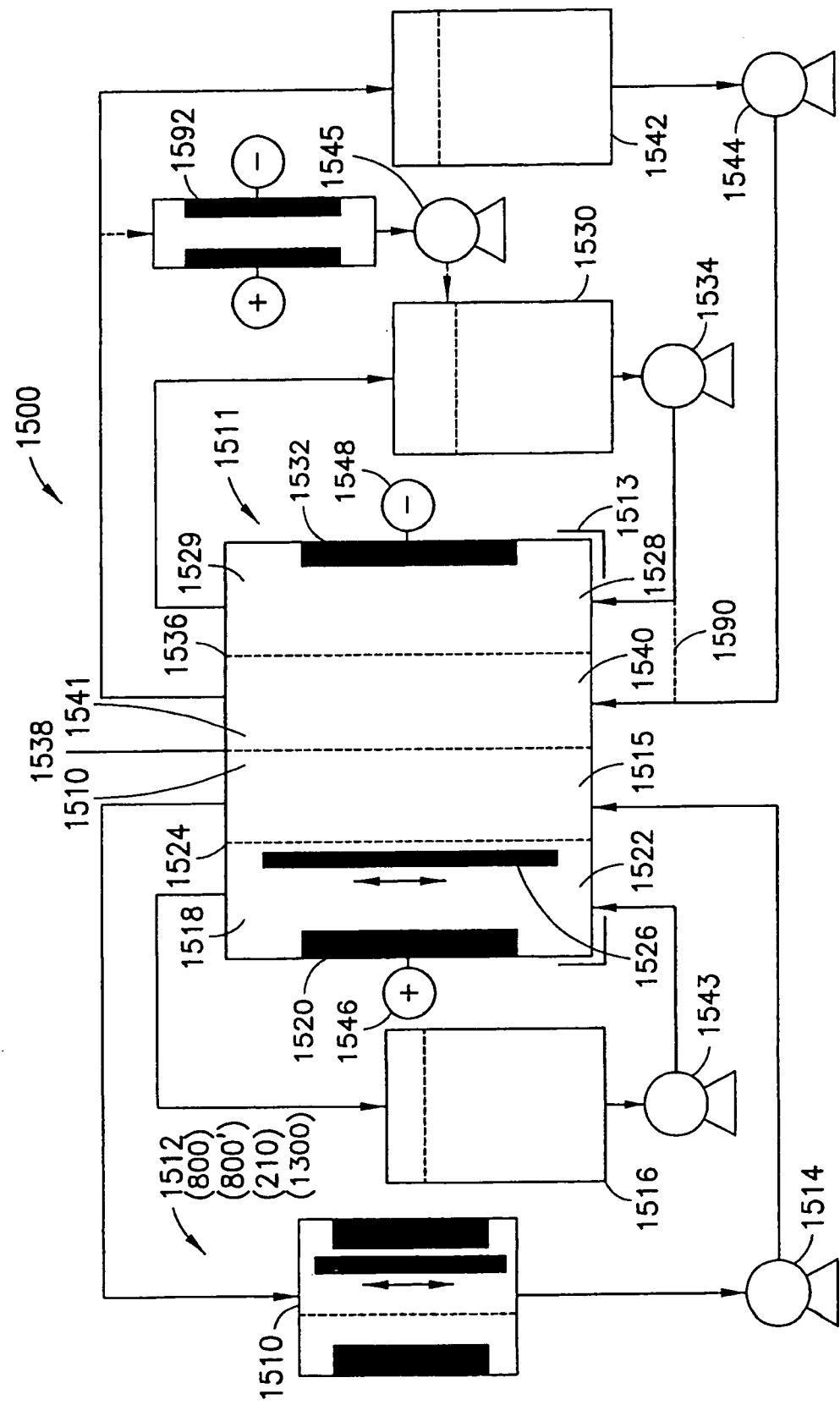


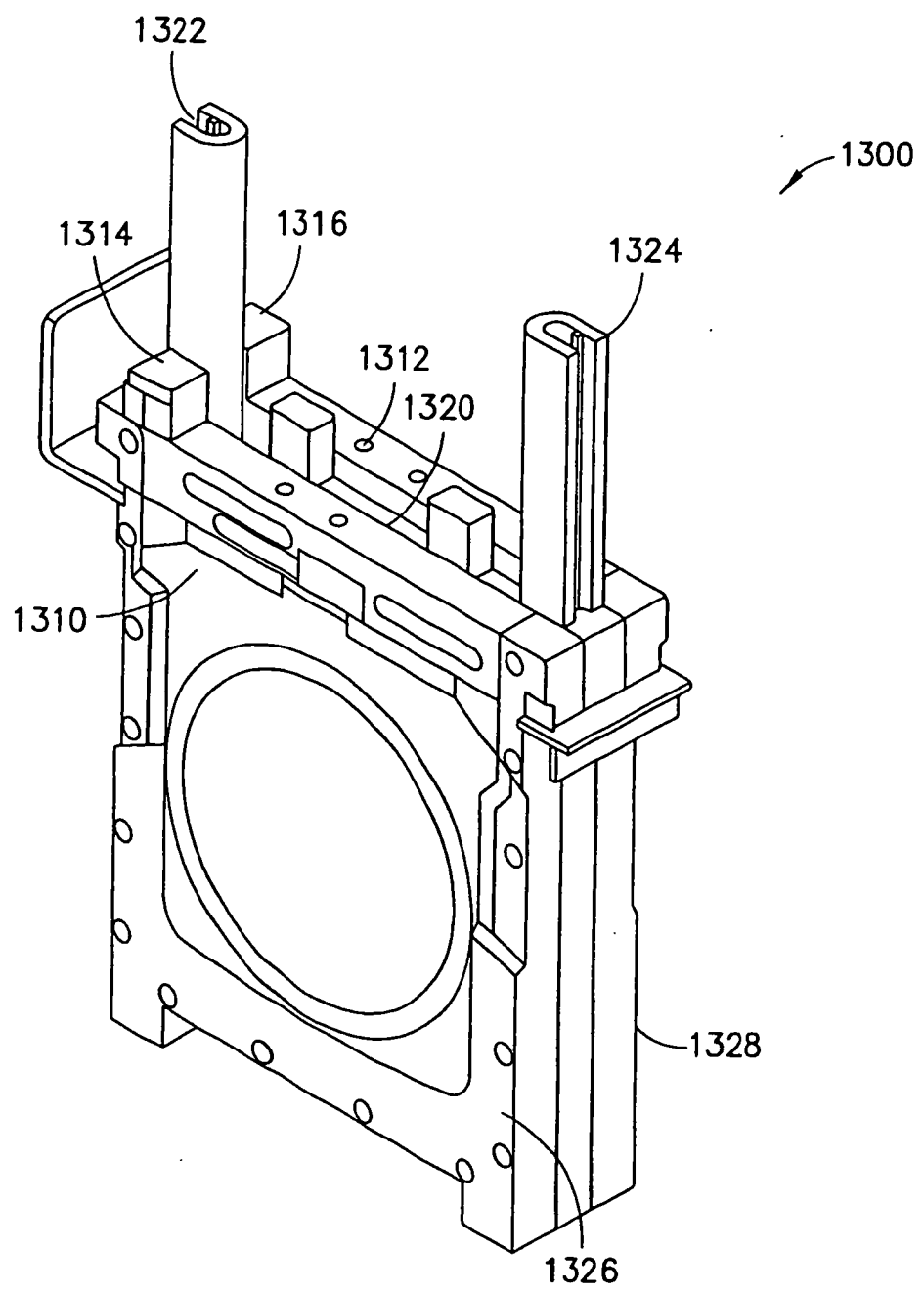
圖
第9



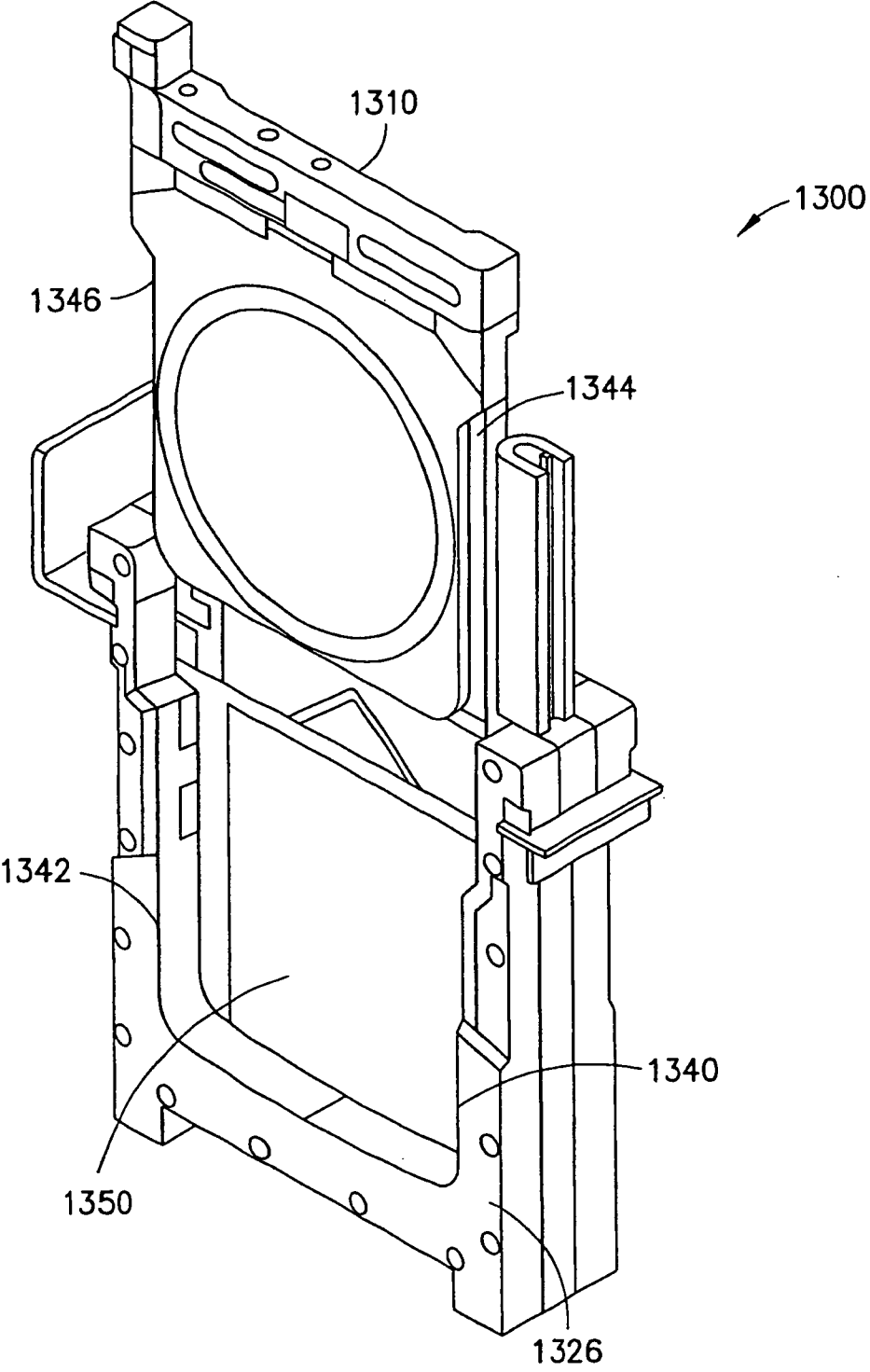
第10圖



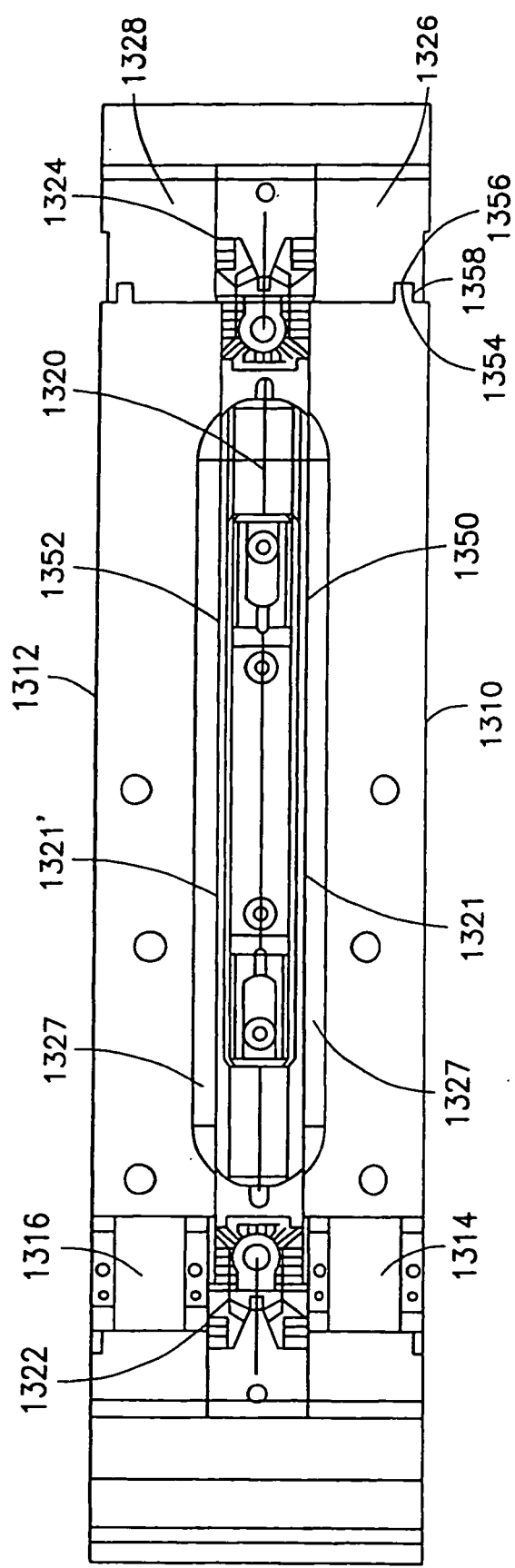
第11圖



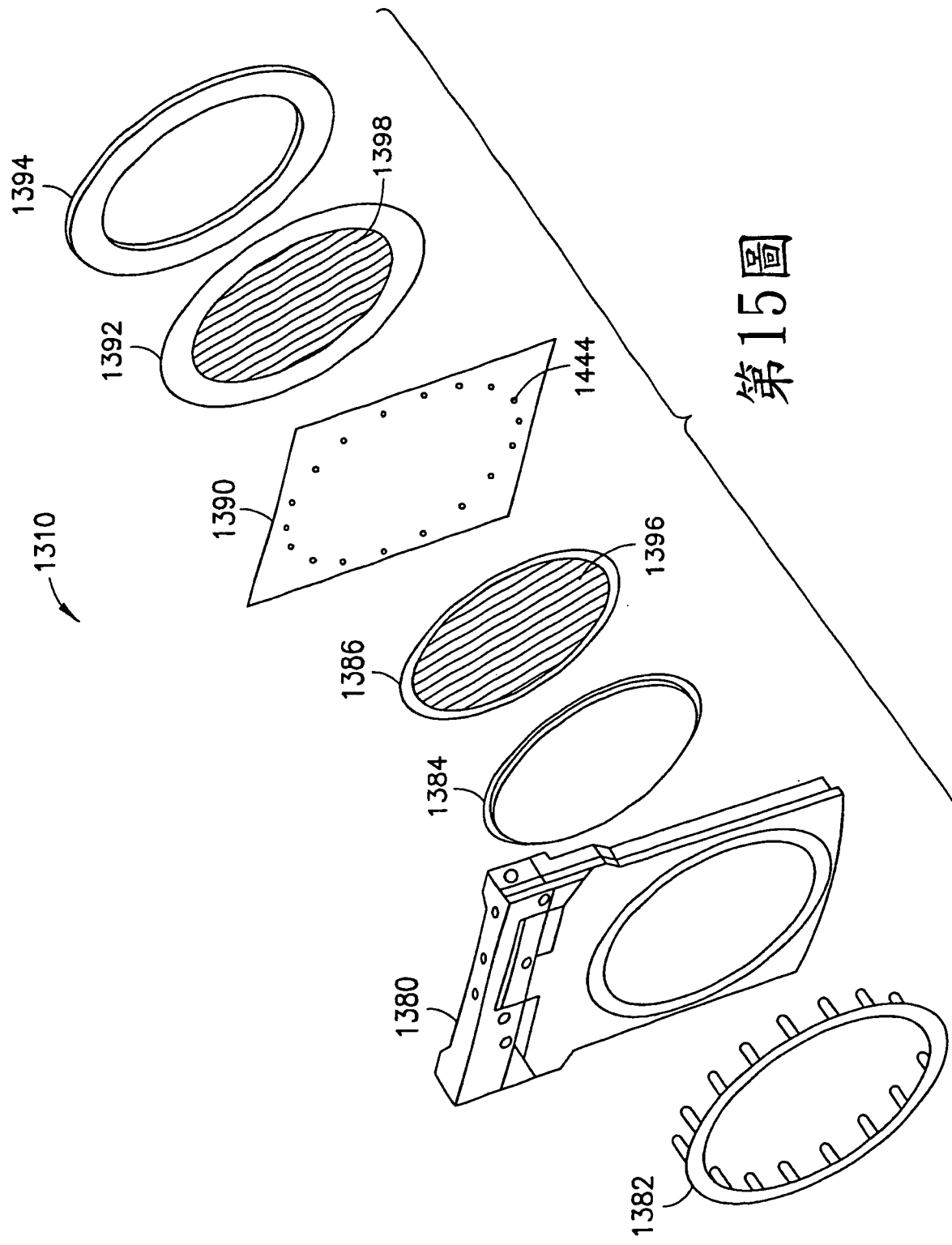
第12圖



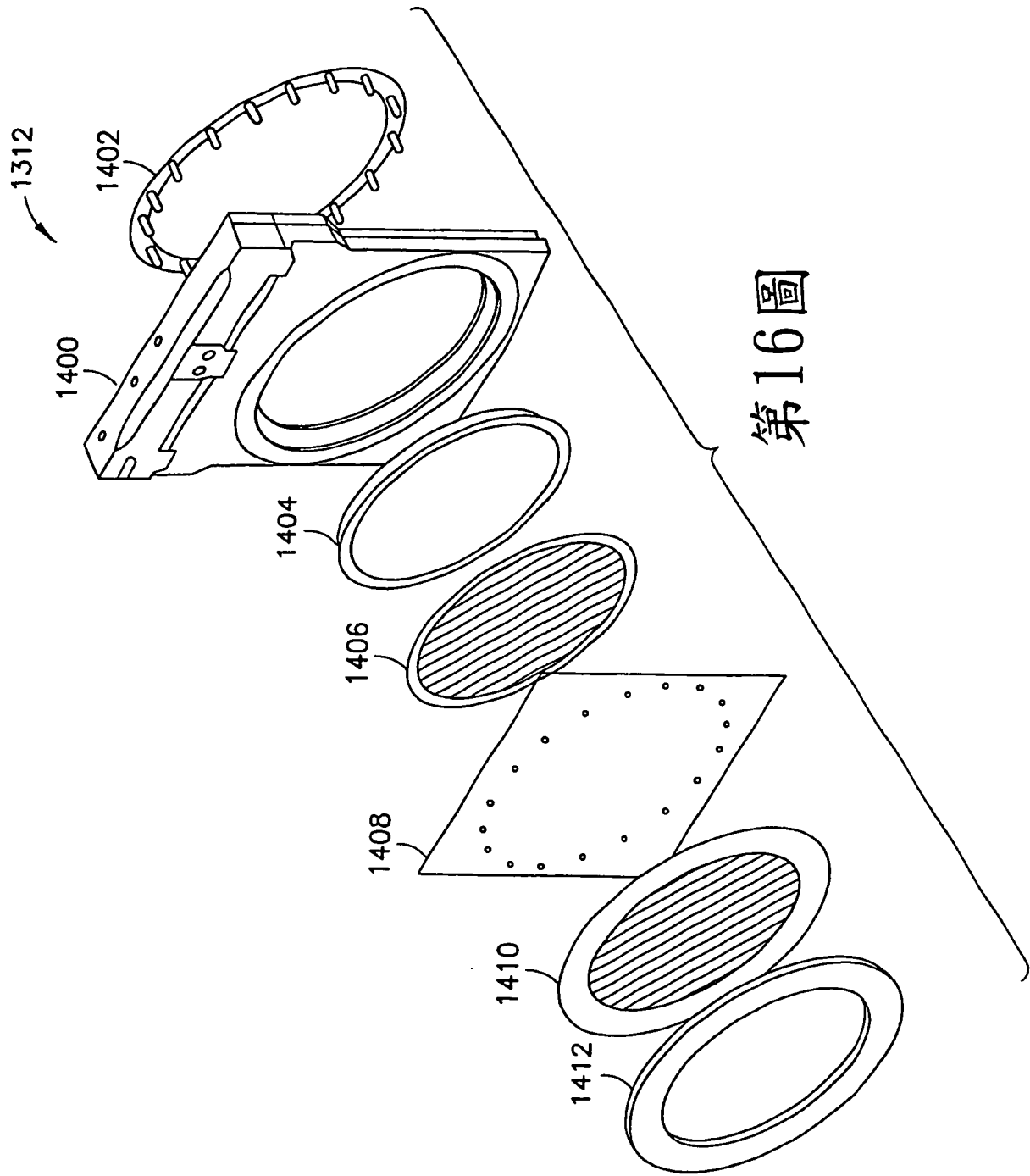
第13圖



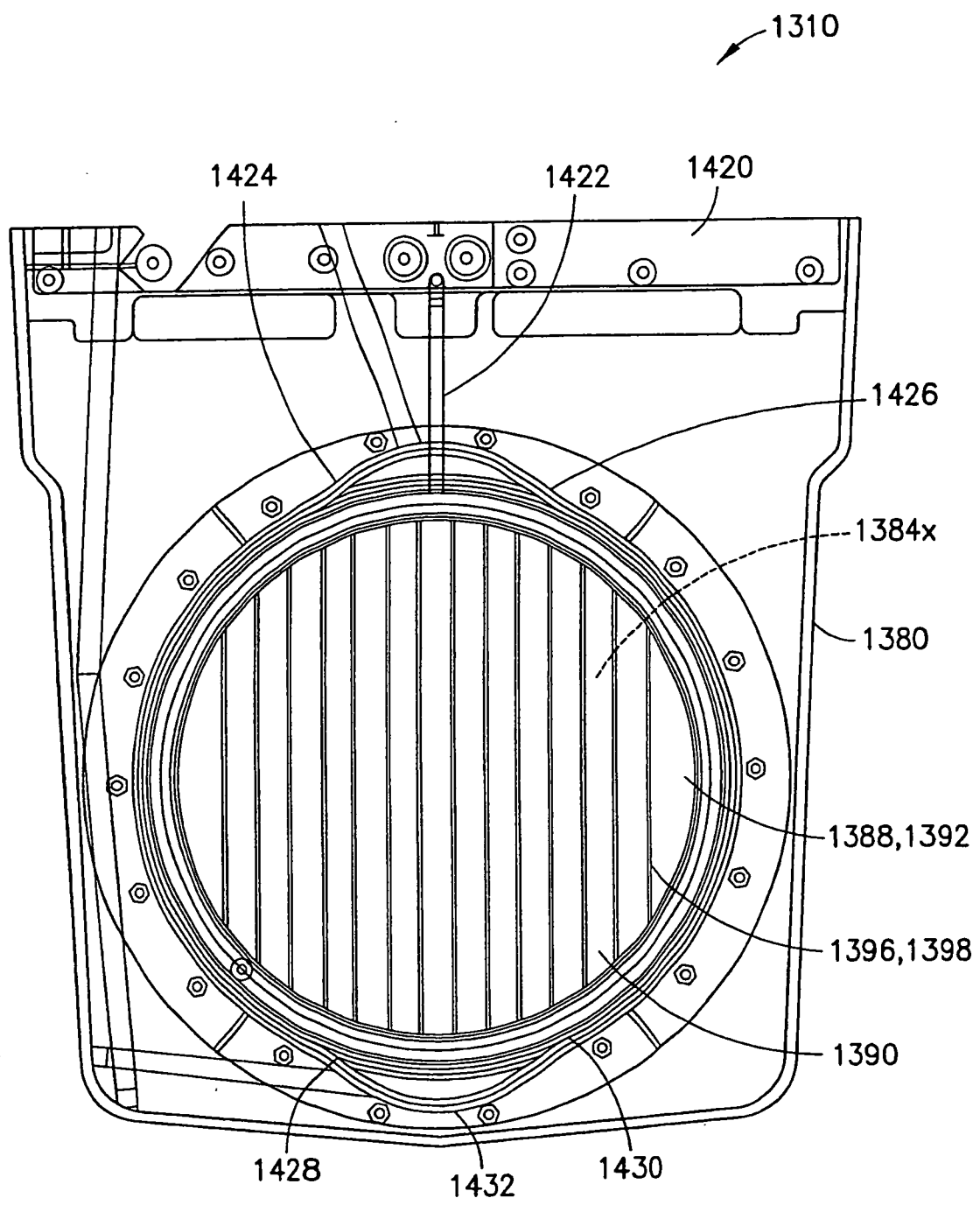
第14圖



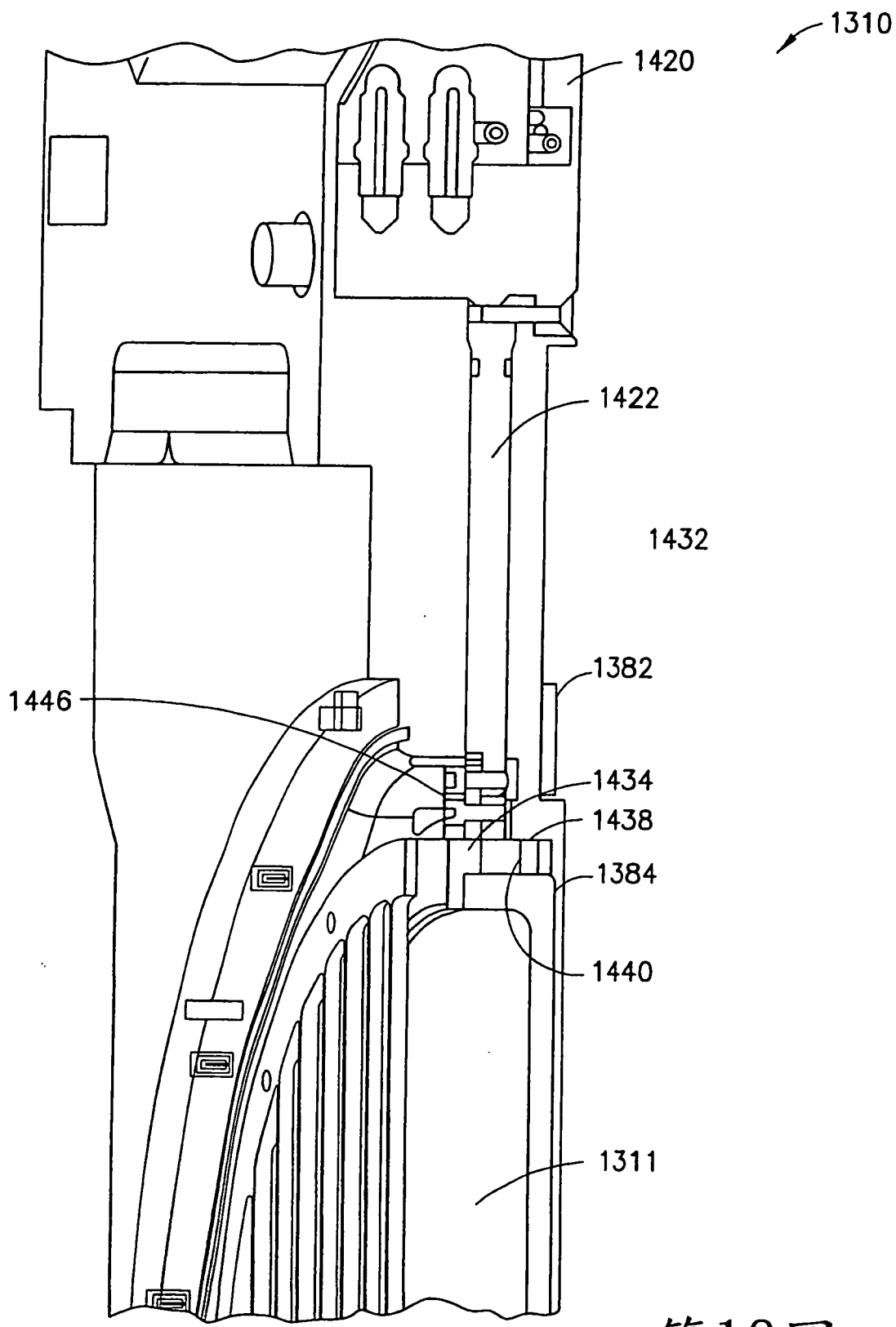
第15圖



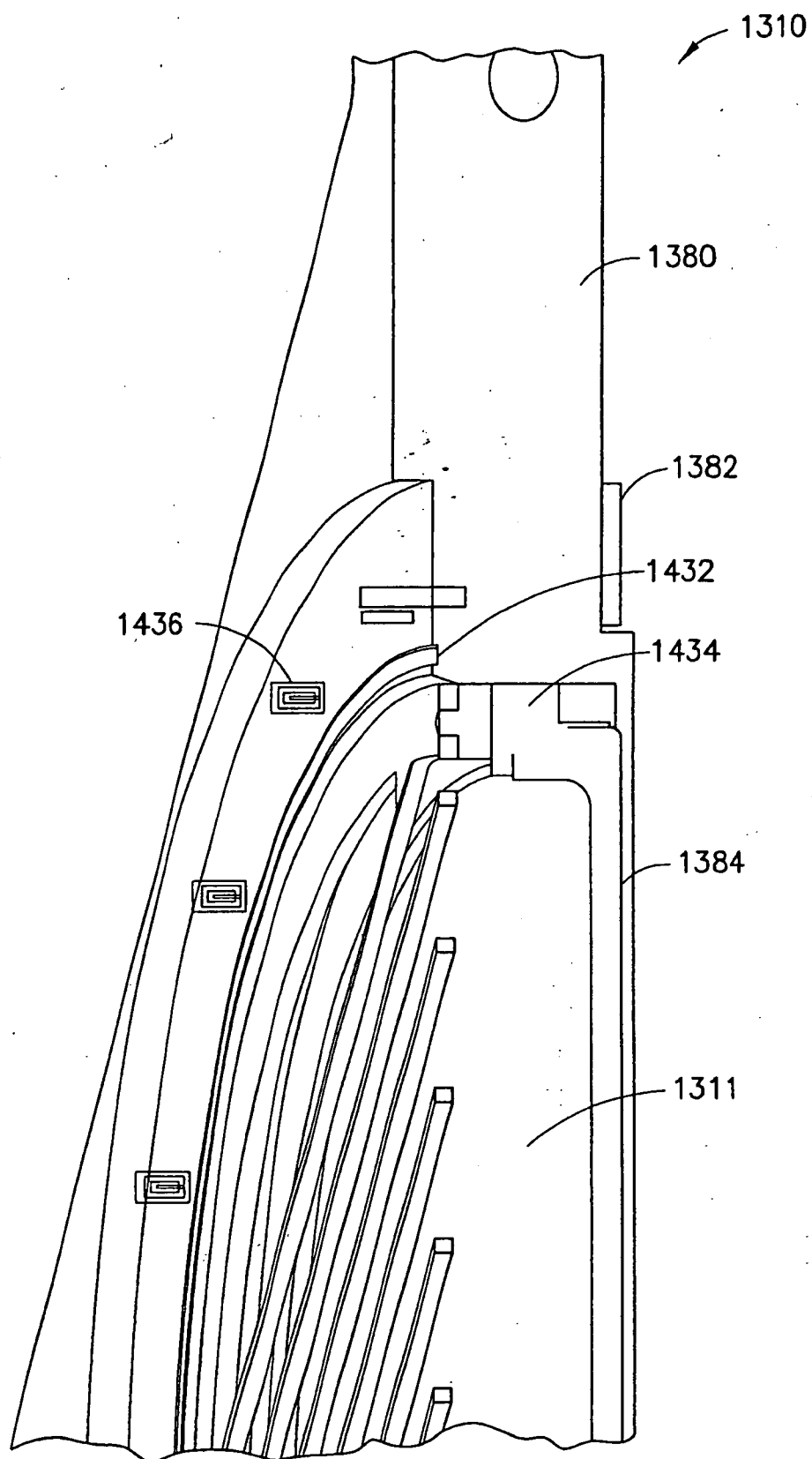
第16圖



第17圖



第18圖



第19圖