

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：95137317

※申請日期：95.10.11

※IPC 分類：C02F1/469 (2006.01)

B01D61/44 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

流體之電化學離子交換處理

ELECTROCHEMICAL ION EXCHANGE TREATMENT OF FLUIDS

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

派尼提克斯公司 / PIONETICS CORPORATION

代表人：(中文/英文)

米契德 葛登 / MITCHARD, GORDON

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國加州聖卡洛斯·古郡路 151 號 H 室

151 Old County Road, Suite H, San Carlos, CA 95070, USA

國籍：(中文/英文)

美國 / U.S.A.

三、發明人：(共 4 人)

姓名：(中文/英文)

1. 尼貝格 艾立克 D. / NYBERG, ERIC DAVID
2. 佛帝斯 克里斯提納 E. / VOGDES, CHRISTINE ELLEN
3. 賀梅斯 詹姆斯 C. / HOLMES, JAMES CRAWFORD
4. 詹納 亞旭克 K. / JANAH, ASHOK KUMAR

國籍：(中文/英文)

1.-4. 美國 / U.S.A.

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：。

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、 2005/10/06、 60/724,456
2. 美國、 2006/07/17、 60/831,703
3. 美國、 2006/10/06 11/539,596

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。

五、中文發明摘要：

一種用於處理流體之流體處理裝置，包含一電化電池其具有流體孔口來接納及釋放流體，以及一連接各個孔口之通道，以水分裂用離子交換膜暴露於該通道中的流體。第一電極和第二電極係位在該膜周圍。該裝置也包含一控制器來控制且操作一電源供應器及閥系統。該電源供應器係以夠高電流密度供應電流予第一電極和第二電極，來獲得制菌、去活化、或流體中微生物的減少。該控制器也操作一組電池來將流體去離子與讓電池再生。

六、英文發明摘要：

A fluid treatment apparatus for treating a fluid comprises an electrochemical cell having fluid orifices to receive and release fluid, and a fluid passageway connecting the orifices with a water-splitting ion exchange membrane is exposed to the fluid in the passageway. First and second electrodes are positioned about the membrane. The apparatus also comprises a controller to control and operate a power supply and valve system. The power supply supplies a current to the first and second electrodes at sufficiently high current density to result in bacteriostasis, deactivation, or a reduction in the microorganisms in the fluid. The controller can also operate a set of cells to deionize fluid and regenerate the cells.

七、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：

100...裝置、流體處理裝置、離子交換裝置	126...流體槽
102...電池、電化學電池	128...配送裝置
104...殼體	130...卡匣
106...外電極、第二電極	134...管狀內壁
108...內電極、第一電極	138a-b...端帽
110...膜、離子交換膜、水分裂膜	142...外套筒
113...電壓供應器	144...流體通道
114...電源供應器、電池電源供應器、電極電源供應器	146...流入孔口、入口
118...閥系統	148...去離子孔口、出口
120...流體源	150...陽離子交換層
124...流體流、流入流體流	152...陰離子交換層
125...流出流體流	170...控制器
	174...管線
	177a-b...抗微生物池

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

相關申請案之交互參照

5 本案為美國臨時專利申請案第60/724,456號，申請日
2005年10月6日及美國臨時申請案第60/831703號申請日
2006年6月17日之連續案，二案全文皆以引用方式併入此
處。

發明領域

10 本發明之實施例係有關於電化學電池處理流體來控制
流體中之離子、微粒及微生物含量，以及再生電池。

【先前技術】

發明背景

15 包含電化學離子交換電池之流體處理裝置可用來處理
流體俾例如，選擇性交換存在於流體中之離子；由飲用水
中去除污染物；減少總溶解固體(TDS)；處理工業廢水或有
害廢水；及將鹽水脫鹽等等用途。電化學離子交換電池具
有水分裂作用離子交換膜於一電池中的兩相對電極間。當
藉電池電源供應器施加電流於電極時，於該膜之陽離子交
換層與陰離子交環層間之邊界，水被不可逆地解離成為H⁺
20 離子及OH⁻離子，造成陽離子及陰離子從通過電池的流體流
中交換。電化學電池可未使用危險化學品而被再生，單純
經由逆轉所施加的電位，同時以流體沖洗電池來再生。此
外，為了獲得連續操作，兩個或多個電化學電池可連接來
允許於一電池中進行流體的處理，同時另一個電池則被再

生。當施加反電位時，未使用任何化學品，膜被再生。電池也可具有閥來控制處理程序及再生程序期間之流體流動。

電化學系統可用來選擇性控制所處理的流體中之離子含量，但典型無法從流體流中去除沈澱物及微粒。典型出現於諸如井水或甚至經過處理的自來水等流體中的固體包括微粒及沈澱物，諸如砂石或泥土。自來水也可能含有必需被移除的鉛或其它重金屬離子。工業廢水系統也可使用來減少微粒物質。除了從流體中去除離子之外，也希望從流體流中去除此等微粒。有高固體含量的流體也可能堵塞膜，限制膜的工作週期且阻塞電化學電池的孔口。

另一項問題為，來自於井或自來水源的硬水也含有溶解化合物，諸如鈣、鎂及錳化合物及碳酸氫鹽或硫酸鹽。此等鹽類可能於處理週期期間於電池及管路中沈澱出。舉例言之，溶解的碳酸鈣化合物可能沈澱出而堆積於電池壁、管路及膜上，需要頻繁更換或清潔此等組成元件。磷垢堆積於卡匣、電池或管路，提高流體進入壓力需求，且降低流經電池的流速。於膜再生期間沈澱出的溶解鈣化合物也可能以磷垢或微粒堵塞膜，而降低電池效能。

於流體處理程序中，也期望降低可能存在於處理後之流體流中的微生物諸如細菌、微生物或甚至病毒的含量。未能適當消毒飲用水，可能導致嚴重後果。例如，隱孢蟲(cryptosporidium)乃飲用水之污染物，造成威斯康辛州密瓦基市發病人數超過40萬人。此等微生物可能存在於處理前

的原水流體，及/或實際上於流體處理程序的本身產生及添加至流體流。存在於原水流體中的微生物可於藉離子交換進行流體處理之前，藉習知細菌分解、消毒或滅菌等手段去除。於流體處理裝置內部所產生的微生物生長也可藉由定期清潔流體處理系統來減少。但此種清潔經常效力不彰，原因在於此種清潔只能部分去除形成於流體處理系統內壁的有機生物殘渣，但此種系統的多個組成元件內表面難以接近。此外，刷洗裝置內表面來完全去除強力黏著膜，可能導致刮痕，後來形成的生物膜更為強力黏著於刮痕上，結果皆更難以移除。

習知膜再生程序處理上過度費時，且需使用過量流體或電力來再生。縮短再生膜所耗用的時間，將允許每單位時間電池可用於更大量的處理週期。最小化再生膜耗用的電力，既可降低能量成本，同時也可減少典型因溫度梯度而增加的鱗垢形成。於水過濾用途中，再生過程中的過量廢水經常造成工作成本的升高。於工業應用中，用來再生膜的流體可能昂貴，難以取得或危險，特別於化學過濾系統危險，因而難以根據環保法規來棄置。如此期望最佳化膜再生程序，來縮短再生時間，減少流體與能量的耗用。

處理流體供飲用水用途有另一項問題。於再生週期期間，水通過電池，來去除離子及沖出殘餘固體。但少部分再生水流於再生程序完成後可能變成捕捉於電池內部。當隨後使用者初次啟動電池時，電池將該殘餘物所捕捉的流體放電，可能有沈澱物、可能變色、或有非期望的味道。

當電池不用時關閉孔口，也可能引發相同問題，造成電池中的殘液被由電池所滲透出的離子所游離，且進入停滯的電池水中；如此喪失處理程序的效果。此外，通過電池的流體品質各異，可能影響處理週期及再生週期。自來水源的離子組成、硬度、pH、壓力及其它水源特性經常於不同時間改變或於各城市間改變。較高的周圍水溫可能變更熱水或冷水的處理性質及再生性質。此外，當正常電池電極功率位準施加至熱輸入流體流時，輸出流體溫度可能過高。輸入水中之硬鈣鹽含量的變化也可能造成流體處理與再生的非期望的起伏波動。

期望有一種流體處理裝置，包含一電化學電池，其可有效處理流體來控制流體中的離子含量，去除沈澱物和微粒，以及處理就離子含量或離子類型、硬度、pH、溫度及壓力等方面而言各異的流體。進一步期望可更快速更徹底且耗用較少流體及電力來再生膜。進一步期望去活化或防止流體中之微生物的繁殖、去除微生物或減少微生物含量。

【發明內容】

依據本發明之一實施例，係特地提出一種流體處理裝置，包含：(a)一電化學電池包含(i)多個流體孔口來接納一輸入流體及釋放出一輸出流體，該輸入流體包含活性微生物之一第一含量；(ii)第一電極及第二電極；以及(iii)介於該第一電極與第二電極間之一離子交換膜來處理該輸入流體而形成輸出流體；(b)施加電流至該第一電極及第二電極之一電源供應器；以及(c)一控制器來控制電源供應器施加

電流予第一電極及第二電極，該電流具有電流密度夠高而可去活化流體中的微生物，讓輸出流體包含活性微生物之一第二含量，該第二含量係低於輸入流體中之活性微生物之一第一含量。

- 5 依據本發明之一實施例，係特地提出一種流體處理裝置，包含：(a)一電化學電池包含(i)多個流體孔口來接納一輸入流體及釋放一輸出流體，該輸入流體包含一第一異養型細菌孔板計數值，以及該輸出流體包含一第二異養型細菌孔板計數值；(ii)第一電極及第二電極；以及(iii)介於該
- 10 第一電極與第二電極間之一離子交換膜來處理該輸入流體而形成輸出流體，該離子交換膜係包含陰離子交換表面及陽離子交換表面；(b)一電源供應器來施加電流至該第一電極及第二電極；以及(c)一控制器來控制該電源供應器供給一電流予該第一電極及第二電極，來獲得至少約0.05伏特/
- 15 膜之電位降，該電位降係夠高而可實質上防止於輸出流體中的異養型細菌的孔板計數值的增高，因此於該輸出流體中之異養型細菌之一第二孔板計數值係低於於該輸出流體中之異養型細菌之該第一孔板計數值。

- 依據本發明之一實施例，係特地提出一種流體處理裝置，包含：(a)一電化學電池包含：(i)流體孔口來接納輸入流體及釋放輸出流體，該輸入流體具有微生物之一第一含量；(ii)一水分裂膜；以及(iii)環繞該水分裂膜之第一電極及第二電極；(b)一閥來控制輸入流體之流入該電化學電池之一流體孔口；(c)一電源供應器來供給一電流予該第一電
- 20

極及第二電極；以及(d)一控制器來操作該閥俾讓該輸入流體流入該電化學電池之一流體孔口，而提供流體於電池之駐留時間至少0.05分鐘，同時控制電源供應器來供給一具有約0.01毫安培/平方厘米至約20毫安培/平方厘米之電流密度的電流予該第一電極及第二電極，該電流密度夠高而可去活化於輸入流體中的微生物，來提供一輸出流體，該輸出流體對至少0.05分鐘的流體駐留時間具有至少1對數值的微生物降低。

依據本發明之一實施例，係特地提出一種於包含一水分裂膜於一對電極間之一電化學電池中處理具有活性微生物之一第一含量之流體之方法，該方法包含：(a)將該流體暴露於水分裂膜；以及(b)透過一對電極施加一電流通過該流體，該電流具有夠高的電流密度可去活化於該輸入流體中的微生物來形成一輸出流體，其具有比活性微生物之第一含量更低之活性微生物之一第二含量。

依據本發明之一實施例，係特地提出一種於一電化學電池處理包含活性異養型細菌之一第一孔板計數值之一輸入流體之方法，該電化學電池包含一對電極環繞一包含陰離子交換面及陽離子交換面之水分裂膜，以及該方法包含：(a)讓輸入流體流經該水分裂膜之陰離子交換面及陽離子交換面；以及(b)跨該水分裂膜之陽離子交換面及陰離子交換面維持至少約0.05伏特/膜之電位降，該電位降夠高而可實質上防止於輸出流體中之異養型細菌的孔板計數值升高，因此於該輸出流體中之異養型細菌之一第二孔板計數

值係小於或等於於該輸入流體中之異養型細菌之該第一孔板計數值。

依據本發明之一實施例，係特地提出一種於包含一水分裂膜於一對電極間之一電化學電池中處理包含活性微生物之一流體之方法，該膜具有陰離子交換面及陽離子交換面，以及該方法包含：(a)將一流體流經該水分裂膜之陰離子交換面及陽離子交換面，來提供於該電化學電池中之流體駐留時間至少0.05分鐘；以及(b)維持至少0.01毫安培/平方厘米之電流密度流經該電池，來實質上防止流體中之活性微生物數目的增加。

依據本發明之一實施例，係特地提出一種流體處理裝置，包含：(a)一電化學電池包含一殼體具有流體孔口、一對電極、及於該等電極間之一水分裂膜；(b)連結至該電化學電池之一流體孔口之一過濾器；(c)一電源供應器來供給一電流予該電池之電極；(d)一閥來控制流體之流經該電池之流體孔口；以及(e)一控制器來控制該閥及該電源供應器，其中該控制器：(1)於一流體去離子階段，操作該閥來將流體流入該電池之一流體孔口，同時控制該電源供應器來供給一電流予該等電極來將流體去離子化而形成去離子流體於另一個流體孔口釋放出；以及(2)於一再生階段中，操作該閥來提供流體流入該電池之一孔口，同時控制該電源供應器來供給一電流予該等電極來再生該離子交換膜而形成再生的廢液流體於另一個孔口釋放。

依據本發明之一實施例，係特地提出一種於具有一水

分裂膜於一對電極間之一電化學電池中過濾流體之方法，該方法包含：(a)經由讓流體通過電化學電池，同時供給電流予該電池之電極來將流體去離子化，同時去活化流體中之微生物；(b)將該流體通過一活性碳過濾器；(c)將該流體
5 通過一沉澱過濾器；以及(d)將該流體暴露於紫外光輻射。

依據本發明之一實施例，係特地提出一種於一流體處理裝置處理一流體之方法，該流體處理裝置包含(i)一電化學電池包含流體孔口、於一對電極間之一水分裂膜；(ii)連接至該電化學電池之一流體孔口之一過濾器；(iii)一閥來控
10 制該流體之流經該電池之流體孔口；(iv)一電源供應器來供給一電流予該等電極；以及(v)一控制器來控制該電源供應器及閥，該方法包含：(a)於一流體處理週期中，(i)去離子化該流體，係經由讓該流體流入該電池之流體孔口，同時供給一電流至該電池之電極來將該流體去離子化；以及(ii)
15 讓流體之流經一逆滲過濾器；以及(b)於一再生週期中，讓流體流入該電池之一流體孔口，同時供給一電流予該電池之電極來再生該水分裂膜。

依據本發明之一實施例，係特地提出一種用於處理一流體之流體處理裝置，該裝置包含：(a)一電化學電池包含
20 (i)流體孔口來接納流體，該流體具有活性微生物之一第一含量；(ii)第一電極及第二電極；以及(iii)介於該第一電極與第二電極間之一水分裂膜；(b)一電源供應器來供給一電流予該第一電極及第二電極；(c)一控制器來控制該電源供應器施加一電流予該第一電極及第二電極，該電流具有夠

高的電流密度來去活化於該電化學電池中之該流體中之微生物；以及(d)包含抗微生物劑之一來源來讓流體暴露於一抗微生物劑之一抗微生物池。

依據本發明之一實施例，係特地提出一種於一電化學
5 電池處理一流體來去活化微生物之方法，該電化學電池包含環繞具有陰離子交換面及陽離子交換面之一水分裂膜之電極，該方法包含：(a)將該流體暴露於該水分裂膜，同時施加一電流流經該流體，該電流具有夠高電流密度來去離子於該流體中之微生物；以及(b)暴露該流體於一抗微生物
10 劑。

依據本發明之一實施例，係特地提出一種流體處理裝置，包含：(a)一電化學電池，包含一有多個孔口之殼體，以及於一對電極間之一離子交換膜；(b)一電源供應器來供給一電流予該等電極；(c)一閥來控制流體之流經該電池之
15 孔口；以及(d)一控制器用來：(1)於一去離子週期中，開啟該閥來讓流體流入該電池之一孔口，同時控制該電源供應器來供給具有一電流密度之一電流予該對電極來形成去離子流體，該去離子流體係於另一個孔口釋放；以及(2)於一後去離子週期中，關閉該閥來實質上停止流體之流入電池
20 中，同時持續控制該電源供應器來供給一去離子電流至該等電極經歷一時間週期。

依據本發明之一實施例，係特地提出一種於一電化學電池中進行之流體處理方法，該方法包含：(a)將離子流入電池中，同時維持於該電池中之一電流來將流體去離子

化；(b)停止流體之流入電池中，且允許殘餘流體留在電池中；以及(c)於停止流體流入電池後，繼續供給一去離子電流流經該電池經歷一時間週期。

依據本發明之一實施例，係特地提出一種流體處理裝置，包含：(a)一電化學電池，包含相鄰於一圓柱形外壁之一第一孔口、相鄰於一管形內壁之一第二孔口、相鄰於該圓柱形外壁之一第一電極、環繞該管形內壁之一第二電極，以及介於該等電極間之一螺狀捲繞離子交換膜；(b)一電源供應器來供給一電流予該電池之該等電極；(c)一閥來控制流體之流經該電池之孔口；以及(d)一控制器來控制電源供應器及閥用來(1)於一去離子週期中，將流體流入該第二孔口，故流體從管狀內壁行進至圓柱形外壁來於第一孔口釋放，同時供應電流予該等電極來將流體去離子化；以及(2)於一再生週期中，讓流體流入第一孔口，故流體由該圓柱形外壁行進至該管形內壁來於該第二孔口釋放，同時供給電流予該等電極來再生該螺狀包裹的離子交換膜。

依據本發明之一實施例，係特地提出一種於一電化學電池進行之流體處理方法，該電化學電池包含相鄰於一圓柱形外壁之一第一孔口、相鄰於一管形內壁之一第二孔口、相鄰於該圓柱形外壁之一第一電極、環繞該管形內壁之一第二電極，以及介於該等電極間之一螺狀捲繞離子交換膜，該方法包含：(a)一去離子週期包含流體流入該第二孔口，故流體從管狀內壁行進至圓柱形外壁來於第一孔口釋放，同時供應電流予該等電極來將流體去離子化；以及

(b)一再生週期包含流體流入該第一孔口，故流體由該圓柱形外壁行進至該管形內壁來於該第二孔口釋放，同時供給電流予該等電極來再生該螺狀包裹的離子交換膜。

依據本發明之一實施例，係特地提出一種流體處理裝置，包含：(a)一電化學電池，包含有多個孔口之一殼體，以及於一對電極間之一離子交換膜；(b)一電源供應器來供給電流予該電池之該等電極；(c)一閥來控制該流體之流經該電池之孔口；以及(d)一控制器用來：(1)於一流體去離子週期中，操作該閥來讓流體流入該電池之一孔口，同時控制電源供應器來供給電流予該等電極而形成去離子流體於另一個孔口釋放；以及(2)於一再生週期中，操作該閥來提供一流體定時叢發流入該電池之一孔口，該定時叢發包含開啟該閥經歷一段比該再生週期時間更短的時間週期，以及然後關閉該閥，同時控制電源供應器來供給電流予該等電極，用來再生該離子交換膜而形成再生流體於另一孔口釋放出。

依據本發明之一實施例，係特地提出一種操作一電化學電池之方法，該電化學電池包含環繞一離子交換膜之一對電極，該方法包含：(a)於一流體去離子化週期中，將流體流入該電池內，同時供電予該等電極來將流體去離子化而形成去離子流體；以及(b)於一再生週期中，提供流體之定時叢發流入該電池，同時供電予該等電池來再生該離子交換膜。

依據本發明之一實施例，係特地提出一種流體處理裝

置，包含：(a)一電化學電池，包含有多個孔口之一殼體，以及於一對電極間之一離子交換膜；(b)一電源供應器來供給電流予該電池之該等電極；(c)一閥來控制該流體之流經該電池之孔口；以及(d)一控制器用來：(1)於一去離子週期中，開啟該閥來讓流體流入該電池之一孔口，同時控制該電源供應器來供給電流予該等電極，來將流體去離子化而形成去離子流體於另一個孔口釋放；(2)於一再生週期中，開啟該閥來讓流體流入該電池之一孔口，且控制該電源供應器來：(i)於一主再生步驟中，供給具有一極性之電流予該等電極，來再生該離子交換膜而形成再生流體於另一個孔口釋放；以及(ii)於一後再生步驟中，逆轉該電流之極性，藉此降低於該電池中之流體中之殘餘離子濃度。

依據本發明之一實施例，係特地提出一種於一電化學電池中進行之流體處理方法，該方法包含：(a)於一去離子週期中，讓流體流入電池中，同時將電流通過該流體來形成去離子流體由該電池釋放；(b)於一再生週期中，讓流體流入該電池；以及(i)於一主再生步驟中，將具有一極性之電流通過該流體來再生該離子交換膜而形成再生流體從該電池釋放；以及(ii)於一後再生步驟中，逆轉該電流之極性，藉此降低於該電池中之流體中之殘餘離子濃度。

依據本發明之一實施例，係特地提出一種流體處理裝置，包含：(a)一電化學電池，包含具有入口及去離子化流體孔口之一殼體，以及介於該第一電極與第二電極間之一離子交換膜，該第一電極係相鄰於該入口孔口，以及該第

二電極係相鄰於該去離子流體孔口；(b)一電源供應器來供應電流予該電池之該等電極；(c)一閥來控制該流體之流經該電池之入口及去離子流體孔口；以及(d)一控制器用來：

- (1)於一去離子週期中，開啟該閥來讓流體流入該電池之入口流體孔口，同時控制該電源供應器來供給具有一第一正極性之電流予該第一電極來將該流體去離子化而形成去離子流體，去離子流體係於該去離子流體孔口釋放；(2)於一再生週期中，開啟該閥來讓流體流入該電池之去離子流體孔口，同時控制該電源供應器來供給具有一第一正極性之電流予該第二電極來再生將離子交換膜，而形成再生流體從該入口孔口釋放。

- 依據本發明之一實施例，係特地提出一種流體處理裝置，包含：(a)一電化學電池，包含具有入口及去離子化流體孔口之一殼體，以及介於該第一電極與第二電極間之一離子交換膜，該第一電極係相鄰於該入口孔口，以及該第二電極係相鄰於該去離子流體孔口；(b)一電源供應器來供應電流予該電池之該等電極；(c)一閥來控制該流體之流經該電池之入口及去離子流體孔口；以及(d)一控制器用來：
- (1)於一去離子週期中，開啟該閥來讓流體流入該電池之入口流體孔口，同時控制該電源供應器來供給電流予該第一電極來將該流體去離子化而形成去離子流體，去離子流體係於該去離子流體孔口釋放；(2)於一再生週期中，開啟該閥來讓流體流入該電池之入口流體孔口，同時控制該電源供應器來供給具有一第一正極性之電流予該第二電極來再

生將離子交換膜，而形成再生流體從該去離子流體孔口釋放。

依據本發明之一實施例，係特地提出一種流體處理裝置，包含：(a)一電化學電池，包含具有入口及去離子化流體孔口之一殼體，以及介於該第一電極與第二電極間之一離子交換膜，該第一電極係相鄰於該入口孔口，以及該第二電極係相鄰於該去離子流體孔口；(b)一可變電壓供應器，其提供一時間經調變之直流電壓予該電池之該等電極，該時間經調變之直流電壓具有一單一極性維持為正極性或負極性；(c)一閥來控制該流體之流經該電池之入口及去離子流體孔口；以及(d)一控制器來於一再生週期中，開啟該閥來讓流體流入該電池之去離子流體孔口，同時控制該可變電壓供應器來供給一時間經調變之直流電壓予該電池之電極。

15 依據本發明之一實施例，係特地提出一種流體處理裝置，包含：(a)一電化學電池，包含有多個孔口之一殼體，以及於一對電極間之一離子交換膜；(b)一電源供應器來供給電流予該等電極；(c)一閥來控制該流體之流經該電池之孔口；以及(d)一控制器用來：(1)於一流體去離子週期中，
20 操作該閥來讓流體流入該電池之一孔口，同時控制電源供應器來供給一具有一電流密度之電流予該對電極而形成去離子流體於另一個孔口釋放；以及(2)於一再生週期中，開啟該閥來供給去離子流體至一孔口，同時控制該電源供應器來供給一經調變之再生電流予該等電極。

依據本發明之一實施例，係特地提出一種流體處理裝置，包含：(a)第一電化學電池及第二電化學電池，各個電化學電池包含：(i)包含一對電極之一殼體；(ii)於該等電極間之一水分裂膜；以及(iii)一流體入口及一流體出口；(b) 5 一電源供應器來供給電流予該第一電化學電池及第二電化學電池之該等電極；(c)一閥系統包含多個電磁閥包含：(d)一控制器來(i)控制該電源供應器將該電源供應器切換為開及切換為關，以及調節由該電源供應器施加至該第一電化學電池及第二電化學電池之電極的電流；以及(ii)控制該閥 10 系統之多個電磁閥來調節流經該第一電化學電池及第二電化學電池之流體的流量。

依據本發明之一實施例，係特地提出一種流體處理裝置，包含：(a)一電化學電池包含(i)多個孔口來接納一輸入流體及釋放一輸出流體；(ii)一第一對內電極及外電極其各自係由相同的第二材料所組成；(iii)一第二對內電極及外電極其各自係由相同的第二材料所組成，該第二材料係與該 15 第一材料不同的材料；以及(iv)於該第一對與該第二對內電極和外電極間之一離子交換膜，來處理該輸入流體而形成輸出流體；以及(b)一電源供應器，來供給一電流，該電流 20 操作該第一對內電極及外電極只作為陽極，以及該第二對內電極及外電極只作為陰極。

依據本發明之一實施例，係特地提出一種流體處理裝置，包含：(a)一電化學電池，包含有多個孔口之一殼體，以及於一對電極間之一離子交換膜；(b)一電源供應器來供

給電流予該等電極；(c)一閥來控制該流體之流經該電池之孔口；(d)一鱗垢抑制劑滴注系統用來將一鱗垢抑制劑滴注於該流體內來抑制於該電化學電池中的鱗垢形成；以及(e)一控制器用來：(1)於一流體去離子週期中，操作該閥來讓流體流入該電池之一孔口，同時控制電源供應器來供給一具有一電流密度之電流予該對電極而形成去離子流體於另一個孔口釋放；以及(2)於一再生週期中，開啟該閥來供給去離子流體至一孔口，同時控制該電源供應器來供給一經調變之再生電流予該等電極。

- 10 依據本發明之一實施例，係特地提出一種流體處理裝置，包含：(a)一電化學電池，包含具有多個孔口之一殼體、一對電極、及於該等電極間之一離子交換膜；(b)一電源供應器來供給電流予電池之該等電極；(c)一閥來控制該流體之流經該電池之孔口；(d)一溫度感測器來測量該流體溫度且產生一溫度信號；以及(e)一控制器來控制該電源供應器及閥俾：(1)於一去離子週期中，開啟該閥來讓流體流入該電池之一孔口，同時控制該電源供應器來供給電流至該等電極來將電流去離子化而形成去離子流體於另一個孔口釋放；(2)於一再生週期中，開啟該閥來讓流體流入該電池之一孔口，且控制該電源供應器來供給一電流至該等電極而再生該離子交換膜來形成再生流體於另一個孔口釋放，以及其中於去離子週期及再生週期之任一者或二者，控制器接收該溫度信號，且相關於該溫度信號選擇供給該等電極之電流。

圖式簡單說明

此處所述之系統、裝置及方法之特徵、態樣及優點參照後文說明、附圖及隨附之申請專利範圍將更為明瞭，全部皆提供系統、裝置及方法之說明例。但須了解此處所述之各項特徵本身可就此使用或以任一種選擇性組合使用，並非單純如特定附圖之內文、或任何特別說明之特徵的組合，附圖者：

第1圖為一種包含一電化學電池具有電極設置環繞膜之流體處理裝置之實施例之示意圖；

10 第2A圖為第1圖之電化學電池之示意剖面頂視圖，顯示一卡匣其具有膜且有整合一體的隔件，該隔件係環繞一中心管螺狀捲繞；

第2B圖為一種電化學電池之實施例之示意透視分解圖，該電池具有膜裹於管狀電極周圍，該電極可施加電位於電池，來當流體流通過膜時將流體流中的微生物去活化；

第3A圖為一種包含電極環繞一膜之電化學電池之實施例之示意透視分解圖，顯示垂直於膜施加電場來獲得跨該膜的電位降；

第3B圖為一種包含圓形膜和電極之電化學電池之實施例之示意透視分解圖；

第3C圖為包含兩個內電極及兩個外電極之電化學電池之實施例之示意剖面圖；

第3C1圖為一種維度穩定的陽極電極之示意剖面圖，該電極包含一導電基材具有表面塗層，且有部分絕緣體塗層

於電極之相鄰部上；

第4A圖為一種控制器之示意方塊圖，該控制器包含一控制模組及一電極電源供應器用來操作第1圖之電化學電池；

- 5 第4B圖為適合用於第4A圖之電源供應器之直流電壓供應器之電路圖；

第5圖為包含一電磁感測器及一磁性渦輪總成之一種流量感測器之側視圖；

- 10 第6圖為線圖，顯示異養型細菌平板計數值相對於第2A圖及第2B圖之電化學電池之電池週期數；

第7圖為線圖，顯示對於具有螺狀包裹膜之電化學電池，呈流速之函數，細菌計數值及病毒計數值二者之對數值降低；

- 15 第8A圖及第8B圖為線圖，顯示於通過電池流速為0.25升/分鐘(第7A圖)及通過電池流速為0.50升/分鐘(第7B圖)，呈通過電池施加之直流電流之函數，大腸桿菌(*E. Coli*)細菌之對數值降低；

第9A圖為沈澱過濾器之橫切面示意圖；

第9B圖為逆滲透過濾器之橫切面示意圖；

- 20 第10圖為活性炭過濾器之橫切面示意圖；

第11A圖為包含一紫外光電池之一種抗微生物池之橫切面示意圖；

第11B圖為包含一飽和演繹電池及一控制閥之一種抗微生物池之示意圖；

第12圖為包含多個電化學電池之一種流體處理裝置之實施例之示意方塊圖；

第13圖為用於閥系統用來調節通過流體處理裝置之流體流量之電動閥之剖面側視圖；

5 第14圖為適合用於閥系統之電池閥之剖面側視圖；

第15圖為一種流體處理裝置之實施例之示意圖，該裝置具有雙重電化學電池及雙重電源供應器、一電磁閥系統及多個過濾器；

10 第16圖為一種流體處理裝置之另一個實施例之示意圖，該裝置具有雙重電化學電池及雙重電源供應器、一電磁閥系統及多個過濾器；

第17圖為隨著時間的經過，供給電極之叢發流體量及電流之線圖；

15 第18圖為電化學電池之再生週期之線圖，顯示於該再生週期中之叢發時間及隨著時間的經過供給電極之電流；

第19圖為一種流體處理裝置之示意流量圖，該流體處理裝置具有一流量調節計及一流量感測器於一對電化學電池之流徑上；

20 第20圖為一種具有限流器於電化學電池之流徑上之一種流體處理裝置之示意流量圖；

第21圖為去離子流體從電池流動結束後，對去離子電力供給電池之不同時間週期，從通過電池之流體移除的離子百分比之線圖；

第22圖為於下列各情況下，於電化學電池執行去離子

處理週期之處理水之導電係數之線圖：(a)包含硬水之流體用來再生電池；(b)包含軟水之流體用來再生電池；以及(c)包含去離子水之流體係於逆向流流經去離子流體孔口而流過電池；

- 5 第23圖為當不同再生電流施加於電極時，隨著時間的經過從電池輸出的再生流體或廢流體之導電係數之線圖；

第24圖為對於以第23圖之較低再生電流位準來再生之電池，於輸出之去離子流體中減少的總溶解固體(TDS)之百分比之線圖；以及

- 10 第25圖為呈存在於輸入流體之氯離子及流速之函數，測量得之輸出流體中之總氯含量之線圖。

【實施方式】

較佳實施例之詳細說明

- 本系統、裝置及方法之實施例可處理流體來萃取離子、置換離子或添加離子至流體，去除顆粒及沈澱物，以及去活化或降低流體中的微生物含量。雖然提供流體處理裝置之具體實施例來舉例說明本發明，但不可用來圍限本發明之範圍。舉例言之，流體處理裝置可包含如熟諳技藝人士顯然易知之除了此處所述之電化學電池或電池配置以外之一種裝置。此外，除了處理水(作為此處之具體實施例加以說明)之外，流體處理裝置也可用來處理其它流體，諸如基於溶劑或基於油之流體、化學料漿及廢水。如此，此處所述具體實施例不可用來圍限本發明之範圍。
- 15
- 20

可藉離子交換處理流體之裝置100之具體實施例顯示

於第1圖。裝置100包含一電化學電池102，其包括一殼體104包圍至少兩個電極106、108以及一張或多張離子交換膜，諸如水分裂離子交換膜。設置電池電源供應器114經由供給電流或電壓予電極106、108來供電子電極106、108。閥系統118控制來自流體源120的流體供應，來提供留入流體流124至電池。處理後的流體送出電池102之外，作為經處理之流體流或流出流體流125，其可儲存於處理流體槽126及/或從配送裝置128釋放。電化學離子交換裝置係說明於共同讓與的核發給Nyberg等人之美國專利第5,788,812號、也屬Nyberg等人之美國專利申請案第10/130,256號；以及Holmes等人提出申請之美國專利申請案第11/021,931號，各案全文以引用方式併入此處。

電池102之電極106、108係由導電材料諸如金屬或金屬合金製成，導電材料可對抗電池102操作中，電極106、108之正偏極化及負偏極化期間所形成的低pH或高pH化學環境的腐蝕。適當電極106、108可由防蝕材料如鈦或鈮製造，且具有貴金屬如鉑之外塗層。電極106、108之形狀係依據電化學電池102之設計及流經電池102之流體流124之導電係數決定。電極106、108之適當形狀例如包括線、線網包裹、以及帶有衝孔之薄片。電極106、108係設置來提供當施加電流於電極106、108時，通過膜110的電位降。

於一個實施例中，如第1B圖及第1C圖所示，電池102包含一卡匣130含有一對電極106、108，電極為包裹卡匣130中心升流管109之線、及包裹於卡匣外側相鄰於殼體104內

壁之線。電極位置環繞一螺狀包裹之水分裂膜110堆疊，電極係藉外巢套管(圖中未顯示)而捲起且結合在一起。於電池102c中，流體流124由殼體外側至內側流動於膜層間，且流入升流管109頂部，於電池底部流出；或流體流動可為相反方向。電位差係於兩片電極106、108間跨螺狀捲繞膜110之堆疊施加。較佳卡匣130以較小腳印，提供於二電極106、108間的高密度或高填充效率之堆疊膜110，也允許藉由更換卡匣130而更容易置換膜或清潔膜。

電極106、108也有其它形狀，諸如依據應用用途而定可為同心球形、平行板形、管狀線網形、圓盤形或甚至圓錐形。例如第3A圖顯示平行板電池102a，包含一對電極106、108，其為水分裂膜110的任一側上的平行板。並非使用一張膜110，本電池中也可使用多張堆疊膜110。於平行板電池102a中，流體流124係垂直接經膜110或流經膜110的表面間。至於另一個實例，如第3B圖所示之圓盤形電池102b包含一對電極106、108，包含圓盤於一堆疊水分裂膜110之任一側上。於圓盤形電池102b中，流體流124係藉重力的輔助而流經膜110。電位降施加於兩個圓盤形電極106、108間。膜110也可成形為圓形圓盤，膜間也具有隔件(圖中未顯示)。

電化學電池102之又另一個版本包含兩個內電極108a、b及兩個外電極106a、b，如第3C圖所示。傳統電池102係使用單一內電極108及單一外電極106，依據電池處於去離子模式或再生模式，二電極交替作為陽極與陰極操

作。但於雙重電極電池版本中，第一對內電極108a及外電極106a各自係由相同的第二材料所組成。第二對內電極108b及外電極106b各自係由相同的第二材料所組成，該第二材料係與第一材料不同之材料。電池102之電源供應器114施加電流來操作第一對內電極108a及外電極106a排他地用作為陽極(例如於去離子步驟);由不同材料所製成的第二對內電極108b及外電極106b排他地係用作為陰極(例如於再生步驟期間)。操作中，電源供應器114中斷未使用的電極的連接讓其變浮動。例如若電流供給內電極108a及外電極106a，則內電極108b及外電極106b將中斷連接來減少電極間的雜散電流。

第一對內電極108a及外電極106a係作為陽極，皆係由可減少陽極電極腐蝕的材料所製成，否則受到流體中被吸引至正極性電極的特定離子的化學供給可能造成陽極電極的腐蝕。適當陽極電極108a、106a為維度穩定陽極或稱做DSA。此等陽極電極提供較長的總體壽命、較少維修、或降低電池操作成本。於一個版本中，如第3C1圖所示，各個維度穩定陽極電極108a、106a包含一導電基材107a具有表面塗層107b。表面塗層107b可能為含缺陷之固溶體，含有至少一種貴金屬氧化物及至少一種「閥」金屬氧化物。於此等置換型固溶體中，定向於特徵性金紅石閥金屬氧化物晶體晶格結構之閥金屬的填隙原子以貴金屬原子置換。與兩種氧化物之物理混合物為絕緣體相反，此種結構具有導電性質。除了為導電性之外，也可為催化性或電催化性。

適當閥金屬包括鈦、鉭、鈳及銳；而植入的貴金屬可包括鉑、鈱、鈹、鉍、銻及鐵。閥金屬對貴金屬之莫耳比典型係於約0:2至約5:1間改變，例如2:1。導電基材107a也可由閥金屬製成。此等DSA電極之一個實例包含鈦基材107a具有表面塗層107b，其包含二氧化鈦及二氧化鈱之固溶體。鈦基材107a於氯環境下為防蝕性，不似例如由石墨等所製成的陽極，鈦基材允許結構於使用壽命期間維持其維度耐性。另一個實例為於氧離子環境下可對抗溶蝕之DSA電極，其係由鈦基材107a所組成，其具有一塗層107b包含不同金屬之多層或一電化學活性金屬氧化物層。

內電極108b及外電極106b係作為陰極，也係由耐溶蝕材料所製成，可延長其作為陰極之壽命，於離子性流體中有負極性。用於陰極電極108b、106b之適當耐溶蝕材料包括碳及不銹鋼。

雙內電極及雙外電極108a,b、106a,b，其中一者用作為陰極而另一者用作為陽極，可相鄰定位，讓電極於電池102的概略同一區。於一個版本中，雙內電極106a,b皆有相同形狀、尺寸及組態，雙外電極108a,b也大致相同。於一個版本中，內陰極電極108b和外陰極電極106b係由不銹鋼製成；而內陽極電極108a及外陽極電極106a皆為由鈦及二氧化鈱所製成的DSA電極。

於又另一個版本中，內電極108a,b係併肩設置，有絕緣體塗層於各內電極之相鄰部分；外電極106a,b也係併肩設置，具有絕緣體塗層107c於各外電極之相鄰部分。絕緣體

塗層107c可為陶瓷塗層，例如電漿噴灑氧化鋁或二氧化鈦。塗層107c之厚度薄，例如厚度小於100微米。

回頭參考第2A圖及第2B圖，卡匣130係設置於電化學電池102之殼體104內部。殼體104具有一入口或流入孔口146，用來將於流入流體流124中之輸入流體導入電池內部，以及具有一出口或去離子孔口148來釋放出流出流體流125中之處理後的輸出流體。卡匣130包含一液壓多孔管狀內壁134，諸如剛性網狀管，於其上方捲繞膜110，以及端帽138a,b安裝於管狀內壁134之任一端上。卡匣130也可設計用於多種流樣式，例如端對端流(平行於管狀內壁134)，或內至外流(來去於管狀內壁134之徑向流)。管狀內壁134、含有捲繞膜之外套筒142、及端帽138a,b係設計來提供流體通道144，提供實質跨越整個膜表面之期望的流動樣式。舉例言之，對來去於管狀內壁134流動之流體流124，跨各個結構化膜110之內表面及外表面，端帽138a,b密封螺狀捲繞膜110末端，來防止流體由孔口146至孔口148之路途中繞道膜110表面。膜110也配置於卡匣130，來提供由孔口146至孔口148的流體通道144。流體流124流過流體通道144中各膜110的陽離子交換層150及陰離子交換層152。較佳通道144構成統一連續路徑，以未打斷之順序由孔口146連續延伸至孔口148。

於一個版本中，離子交換膜110為水分裂性，也稱作為兩極性、雙層膜或層狀膜。水分裂作用之離子交換膜110包含陽離子交換層150及陰離子交換層152，其係共同接合於

膜介面156，如第2A圖及第2B圖所示。於所示版本中，陽離子交換層150面對第一電極或外電極106，而陰離子交換層152面對第二電極或內電極108。於此實施例中，三張膜110係螺狀包裹來形成平行流配置，表示流體可於膜110間的三個相當流體通道144由孔口146流至孔口148。對任何流樣式，例如平行流或就管狀內壁134之徑向流，一張或多張膜110可以平行配置包裹，來改變跨卡匣130之電壓降、及改變於選用來提供通過電池102之期望電壓降的平行流配置中包裹的膜110之數目。雖然膜110通常係相對於彼此緊密包裹，但為求圖解清晰，膜110顯示係疏鬆包裹，膜間有間隔。

陽離子交換層150及陰離子交換層152分別含有陽離子交換材料及陰離子交換材料，典型係呈含離子的固體或凝膠形式，離子可藉其它離子所置換，或與特定離子進行化學反應來從流體流124中去除離子。舉例言之，適當陽離子交換材料及陰離子交換材料包括交聯的或未經交聯的有機聚合物或無機結構，諸如沸石。陽離子交換材料可交換陽離子，而對材料結構不會造成永久性改變，陽離子交換材料例如可包括酸性基團。適當陽離子交換材料可包含一個或多個可交換陽離子之酸性官能基，諸如 $-\text{COOM}$ 、 $-\text{SO}_3\text{M}$ 、 $-\text{PO}_3\text{M}_2$ 、及 $-\text{C}_6\text{H}_4\text{OM}$ ，此處M為陽離子(例如氫、鈉、鈣或銅離子)。陽離子交換材料也包括包含中性基團或配體可透過配位而非透過靜電或離子鍵結而結合之基團(例如吡啶基、膦基、及硫陰離子基)以及包含錯合基或螯合基之基團

(例如衍生自胺基磷酸、胺基羧酸及羥肱酸之基團)。陰離子交換材料交換陰離子，對其結構不會造成永久性改變，可為例如鹼性基團。其它適當陰離子交換材料包含一個或多個可交換陰離子之鹼性官能基，諸如 $-NR_3A$ 、 $-NR_2HA$ 、
 5 $-PR_3A$ 、 $-SR_2A$ 、或 C_5H_5NHA (吡啶)，此處R為烷基、芳基、或其他有機基團而A為陰離子(例如氫氧陰離子、碳酸氫根、氯陰離子、或硫酸根陰離子)。

用於離子交換膜110之適當陽離子交換材料及陰離子交換材料之選擇係依據膜110之用途決定。舉例言之，於基
 10 於水之溶液流的去離子中，膜110包含陽離子交換層150包含 $-SO_3M$ 基或羧酸基($-COOH$)；而陰離子交換層152具有 $-NR_3A$ 基團諸如三甲基銨基($-NCH_3$)或三乙基胺基($-N(C_2H_5)_3$)為較佳實施例。此種膜110易於水中溶脹，因而於寬廣之pH範圍提供低電阻及高質量傳送速率。當要求特
 15 別有效之離子交換再生時，以包含弱鹼基團或弱酸基團之陰離子交換材料為佳。例如， $-NR_2HA$ 將與 OH^- 以極為有利之反應反應來形成 $-NR_2$ 、 H_2O ，而驅逐 A^- 。舉另一例，用於由含其它離子例如鈉離子之液體選擇性去除鈣離子或銅離子，以離子交換基團諸如 $-COOM$ 或螯合基團諸如胺基羧酸
 20 為佳。此等弱酸基團由於 $-(COO)_nM$ 與 H^+ 之強力有利反應形成 $-COOH$ 而驅逐 M^{+n} ，此處M為金屬離子，故可提供特別有效再生的額外效果。

水分裂離子交換膜110可具有重複三度空間形狀之圖樣的組織結構，諸如峰和谷陣列，其說明例係顯示於

Hawkins等人之「結構化離子交換膜」，美國專利申請案第10/900,256號，申請日2004年7月26日，該案全文以引用方式併入此處。結構化特徵可為溝與脊陣列，其彼此線性隔開且平行於通過電池的流體流124之流徑。結構化特徵通常

5 具有微米級的尺寸。

膜110可經螺狀包裹，有或無隔件154設置於陽離子交換層150或陰離子交換層152個別之外表面上，將其與相鄰層隔開，如第2A圖及第2B圖所示。隔件154可由含纖維之介電材料諸如聚合物如聚乙烯或聚丙烯所製成，且具有厚

10 度由約0.01毫米至約5毫米，或更典型約為0.1毫米。隔件154將結構化膜110彼此隔開，來允許流體之更佳流經膜110。卡匣130包含數張膜110，有隔件154螺狀捲繞於管狀內壁134(典型為圓柱形)周圍。

控制器170控制裝置100的操作，供給控制信號和電力

15 予裝置100的各個組成元件。於一個版本中，控制器170包含電源供應器114及控制模組140，如第4A圖所示。電源供應器114可產生電壓來輸送電力予離子交換裝置100的各個組成元件。由電源供應器114所產生的電壓位準可依據例如組成元件的需求、離子交換裝置100的工作條件或其它因素

20 而輸送電力予裝置100的各個組成元件。

控制模組140可產生與接收信號和指令，來個別操作與集合操作離子交換裝置100之各個組成元件。控制模組140包含電子電路和程式碼來接收、評估與發送信號。舉例言之，控制模組140可包含(i)可程式積體電路晶片或中央處理

單元CPU(圖中未顯示)，(ii)記憶體(圖中未顯示)諸如隨機記憶體及儲存記憶體，(iii)周邊輸入裝置及輸出裝置(圖中未顯示)諸如鍵盤及顯示器，以及(iv)硬體介面版(圖中未顯示)包含類比、數位輸入版及輸出版，及通訊版。控制模組140

5 也包含儲存於記憶體之程式碼指令，其可控制與監視離子交換裝置100之離子交換電池102、電源供應器114、及其它組成元件。程式碼可以任一種習知電腦程式語言寫成。適當程式碼係使用習知文書編輯器載入單一檔或多檔，且儲存於記憶體或於記憶體具體實施。若載入的密碼文字為高

10 階語言，則密碼經過編譯，然後所得編譯碼與預先編譯之存庫常式之目的碼鏈結。為了執行經過鏈結且經編譯的目的碼，使用者叫出目的碼，造成CPU讀取且執行該碼來從事該程式所識別的工作。

一個版本中，控制模組140包含微控制器152。微控制器152

15 器152典型為單一積體裝置，其包含若干控制模組140之組成元件。舉例言之，微控制器152可包含CPU、記憶體、程式碼、輸入電路及輸出電路，以及其它可特別訂製或調適特殊工作的電路。微控制器152為較佳，原因在於微控制器152將相當高度功能包封於一單一可程式元件中。適當市售

20 微控制器152之一個實例為皮麥可(PICmicro)系列之微控制器152，諸如28/40接腳8位元CMOS快閃PIC16F87X微控制器，得自位在亞利桑納州堪德勒之微晶片公司(Microchip)。市售微控制器之另一個實例為得自亞利桑納州鳳凰城摩托羅拉公司(Motorola Corp.)之68000。

於一個版本中，電源供應器114及部分控制模組140諸如陰離子交換層152可共同形成一經控制之電源供應器。經控制之電源供應器將電壓及電流的產生組合來傳輸電力予離子交換裝置100之具有陰離子交換層152之程式能力及控制功能的元件。經過控制之電源供應器也可為控制器170的一部分，控制器170具有控制模組140及陰離子交換層152以外的組成元件。

電極電源供應器114用來將交流電壓源158轉換成直流電壓輸出而充電電池電極106、108，驅動於電化學處理電池102中的流體處理。於電極106與電極108間施加的直流電壓幅度影響電池102中的離子質量傳送，因此較高電壓係對應於較大離子質量傳送，較低電壓係對應於較少離子質量傳送。為了調整所處理之流體之性質，電極電源供應器114必需可輸送選擇式直流電壓。可接受的直流電壓輸出例如為具有振幅及紋波之脈衝式直流電壓。於一個版本中，紋波具有於一段規定時間週期直流電壓之時間平均值之約10%至約50%；電源供應器114可產生直流電壓，其具有電壓位準典型係於約0伏特至約330伏特或約30伏特至300伏特間之範圍選用施加於電極的電壓極性也影響操作，因此一種極性係與流體處理相對應，而相反極性係與電化學電池再生相對應。

為了具有此等特性，電源供應器114必需包含某些元件，亦即：可整流及倍增交流輸入電壓之直流電壓供應器164、具有計時電路之電壓位準選擇器165、電流檢測器

232、極性選擇器216，必須藉控制器170控制，其可解譯感測器資訊，且輸出適當命令信號至電壓位準選擇器165及極性選擇器216。

適合用於第4A圖之電源供應器114之直流電壓供應感測器160之一個實施例顯示於第4B圖。直流電壓供應感測器160包含一整流器168及一倍增器172。整流器168包含光學耦接至計時信號電路之經閘控的電路元件之順時針正向並聯電路。閘控電路元件為SCR 176a,b。SCR優於標準蕭克利(Schockley)二極體之一項可能優點為其閘鎖性質，允許其
5 10 15 關。直到藉供應電壓予SCR 176之閘極而被切換為開為止。SCR 176a,b響應於扳機脈衝被切換為開，允許電流正向通過於SCR 176被切換為開後所出現的交流波形部分。於閘極電壓被去除後，直到施加的AC電壓降至低於其臨界導通值，SCR 176將持續通過電流，然後再度被切換為

電壓位準選擇器165包含一計時電路，其選擇觸發脈衝，具有足夠允許導通的SCR 176被活化的時間。順時間正向並聯SCR電路有效包含兩個相反方向配置的整流器168，如此輸出電壓信號包含正脈衝及負脈衝。換言之，各
20 個整流器元件亦即各個SCR產生至少部分半波整流電壓，其具有極性係與由另一個整流器元件亦即另一個SCR所產生的半波整流電壓的至少一部分之極性相反極性。於所示實施例中，SCR 176a,b也可用來調節傳輸至電壓倍增器的功率量，如此調整得自電源供應器114的電力和電壓。

來自整流器168的輸出可用作為電壓倍增器172之輸入，電壓倍增器172整流及倍增該輸入。倍增器172包含兩個二極體208a,b，其係連接至整流器168的輸出，一者可通過來自於該輸出的電流，而另一者可將電流通入該輸出
5 內。二極體208a,b之末端係附接至兩個電容器212a,b，電容器212a,b之末端係連接至AC輸入的中性接腳171。輸出電壓傳送至包括其接腳間的兩個電容器212a,b。當輸入信號為正電壓脈衝時，電流流經正向二極體208a，流至電容器212a上，及流出AC輸入的中性接腳171之外，充電電容器212a。
10 當輸入信號為負電壓脈衝時，電流流經反向二極體208b，流出電容器212b之外及離開中心接腳171，藉此充電電容器212b。若電路可利用的電力係高於其電力輸出，則電容器212a,b將充電來獲得經切斷的AC輸入信號之電壓振幅兩倍的組合輸出電壓。若有所需，輸出電壓可進一步藉施加電
15 壓倍增器的輸出至另一對電容器來進一步步進向上，但可用電流係受整流器的電力輸入所限。

於一個版本中，電流檢測器232包含於DC輸出線的電阻器，於電流通過時，具有可任選地耦接至一光-電晶體(圖中未顯示)的電壓。光-電晶體於施加光時通過電壓，輸出與
20 電極106、108之二終端間流過的電流之相關電壓信號。此信號發送至控制器170，其可解譯輸入且發訊通知電壓位準選擇器165之計時電路，來控制供給電池102的電流。

供給整流器168之觸發脈衝的時序影響DC電源供應器的輸出電壓，且係由電壓位準選擇器165所供應。於電源供

應器114的一個版本中，電壓位準選擇器165包含一零交越檢測器(圖中未顯示)、一電容器與切換電阻器網路(圖中未顯示)及一計時器(圖中未顯示)。零交越檢測器係連接至AC電源，每次看到AC電源通過0伏特及輸出一脈衝。電容器及電阻器電路界定RC時間為常數，具有可藉控制器170調整的電阻，讓時間常數變成可調整。時序讀取且組合零交越檢測器之脈衝化輸出與電容器及電阻器電路的時間常數成為有效計時之觸發脈衝輸出。稱作為555之常見晶片為適當計時晶片。

10 如第12圖所示，流體處理系統有兩個電池102a,b，要求控制器170可感測與控制供給兩個電池102a,b的電力。當一個電源供應器114用來控制兩個電池102a,b時，電池102a,b可被供給相同幅度的電壓。但極性選擇器216允許電池以相反極性操作，換言之，一個電池係於處理模式，而另一個電池係於再生模式。於一個實施例中，極性選擇器216包含一雙極雙投中繼交換器。

於一個實施例中，經由對各個電池102a,b設置一分開電源供應器114a,b，可於多電池操作中降低電源供應器114的負載。於具有多於一個電源供應器114的離子交換裝置100之版本中，控制器170係組配來分開控制電源供應器114a,b。

20 於一個實施例中，經由設置兩個不同電源供應器，可延長系統100之壽命，一個電源供應器係於正向驅動電池用於流體處理，一個電源供應器係於再生期間於反向驅動電池。此外，因離開再生電池的流體被拋棄，故再生電源供

應電壓無需精密控制及微調。如此，再生電源供應器的設計參數寬鬆，較廉價較污濁的DC電源供應器可用於再生。

感測器

離子交換裝置100典型包含一個或多個感測器160來感測裝置100之組件之性質，或檢測一事件或測量一性質。感測器160可屬於不同型別，諸如流量感測器、壓力感測器、離子導電性感測器或溫度感測器。控制器170經由連接感測器160之線路174而接收來自於感測器160的信號，且可使用此等信號來產生電源供應器114的控制信號。例如，控制器170的微控制器152也可回應於來自於感測器160的信號而產生極性選擇信號。於另一個版本中，控制器170可使用信號的組合，諸如電源供應器114及感測器160所產生的信號的組合，來產生一系列電源供應器114用之控制信號。舉個實例，控制器170可產生時間常數選擇信號及極性選擇信號，該信號係回應於感測器160所感測得裝置100之狀況、以及藉電源供應器114通訊予控制器170，例如藉電流檢測信號通訊之電源供應器114或裝置100之狀況而即時發出信號。

包含一流體流量感測器204之感測器160可沿流體流125定位。於一個實施例中，適當流體流量感測器204包含渦輪143，其係定向來旋轉或以其它方式隨流體流移動，如第5圖所示。於所示版本中，渦輪143包含一轉子205，其具有螺狀輪葉包裹於一中軸周圍，該中軸係懸吊於二軸承207間。中軸209係藉臂(圖中未顯示)而被夾持於管路中的固定

方向，臂係從管路的內壁延伸出，且係附接至軸承207。螺狀輪葉206可為至少兩片輪葉206，其係沿關節接頭而整合式附接至轉子205，讓輪葉206變不平坦，但裹於轉子205本體周圍且有間距。軸承207之外廓為圓錐形，俾允許流體流

5 藉圓錐的外表面偏轉而被導引朝向渦輪143的螺狀輪葉206。渦輪143也包含一埋設於轉子205的磁鐵208，且係定向成接合磁鐵北極與南極之線係約略垂直轉子轉軸。轉子205及磁鐵208之轉速係與輪葉206之轉速成正比，輪葉206之轉速係依據流經管路的流體流量決定。電磁感測器(圖中

10 未顯示)係定位於相鄰於轉子205的管壁上或埋設於管壁內，且感測渦輪磁鐵之磁場的振盪頻率。電磁感測器(圖中未顯示)輸出包含電壓之流速信號予控制器170。感測器204之輸出電壓為旋轉頻率之函數，因此也是流經輸出管151之流體流速之函數。適當感測器為霍爾效應感測器，其輸出

15 電壓，該電壓係以與渦輪旋轉頻率相對應之頻率振盪。雖然係描述一型流量感測器204，但須注意也可有其它流量感測器組態。

控制器170使用來自於流體流量感測器204之流速信號，來判定通過管路及電池102a,b之流體流速，此流速資訊

20 可用於多個不同目的。舉例言之，控制器170可使用流速信號的位準來控制電源供應器114a,b，來調整施加於電池102a,b之電極的電力。藉此方式，施加於電極之電壓可經調整來達成更高程度的微生物去活化，或調整相關於流經電池102a,b之流體流速而施加於電極的電壓功率。

感測器160為壓力感測器也提供輸出之壓力信號予控制器170，該信號係與裝置100中的流體壓力成正比。使用中，當輸出管路中的壓力降低時，控制器170可啟動流體處理裝置100之操作來提供經處理之流體流125。但當輸出關閉時，壓力累積於輸出，控制器170可將電化學電池102的操作切換為關。

感測器160也可是導電離子感測器，其直接或間接測量藉離子交換裝置100所處理的流體中之離子濃度。導電離子感測器例如可測量所處理流體中之離子濃度、離子物種、或離子濃度比。感測器160可置於流體流的某一點，例如電化學離子交換電池102的入口146或出口148，或於此等位置的組合等。離子導電性感測器也可用來判定及控制於所處理之流體流125中的總溶解固體(TDS)濃度。另外，導電離子感測器160可為特定離子感測器，其係檢測特殊離子物種，例如硝酸根、砷或鉛。特殊離子感測器可為例如ISE(離子選擇電極)。通常較佳係將導電離子感測器設置於儘可能遠離的上游來獲得最早測量值。本實施例中可愈早判定感測器的測量值，則可愈精確控制所處理流體之離子濃度。控制器170之微控制器152可產生時間常數選擇信號，其係與來自於電源供應器114之信號諸如電流檢測信號、及來自於離子感測器之信號諸如離子濃度信號二者有關。控制器170也控制電源供應器114，來回應於接收自感測器之離子濃度而控制供給電池102之電極106、108之電力。

包含溫度感測器之感測器160也可供感測流體溫度，及

產生溫度信號。溫度感測器測量於電池102內側和外側之流體溫度，產生含有有關流體溫度之資訊之溫度信號。於去離子週期及再生週期之任一週期或二者，控制器170接收溫度信號，回應於該溫度信號設定施加於電極106、108之電

5 流幅度。例如控制器170可指示電源供應器114改變電流幅度達例如至少約20%之階級。於較佳版本中，電流幅度每10度改變至少約20%，讓測量得的流體溫度係高於或低於25°C溫度。舉例言之，回應於溫度測量信號，控制器170指示電源供應器114將流經電池102的電流由第一位準降至第

10 二位準，當流體溫度至少高於25°C(室溫)約10°C時，該第二位準比第一位準至少低約20%。例如，當溫度至少約為45°C時，控制器170可經程式規劃來將電流由第一位準降至第二位準。當檢測得流體溫度至少比室溫高約20°C時，電流也可連續降低。例如，電流可以毫安培遞減至達到期望的第二電流位準為止。較佳此種方法可控制電池102中處理的流體溫度，來確保流體不會於去離子期間被加熱至過高溫度。特別可用於飲用水用途，此處不期望熱水輸出。

15

於另一版本中，控制器170設定流經電池102之電流來維持預先規定的流體溫度。例如當期望有電池102輸出較溫

20 熱水或較冷水時，此種版本有用。控制器170經規劃來藉增高電流或降低電流可調整經由電池102施加的電流位準，來控制流體溫度。電流幅度可相關於電池102中測量得之溫度及/或期望的流體溫度而設定。

適當溫度感測器為熱偶或定位於流體流動路徑上或接

觸流體管路。熱偶可為J型熱偶或K型熱偶。溫度感測器也可為熱敏電阻，諸如於陶瓷基體中由經燒結的金屬氧化物所組成的熱敏電阻，其可隨溫度而改變電阻。

微生物去活化

5 於本發明之一個版本中，控制器170發送一控制信號予
電源供應器114，來控制輸出之電極106、108之電力。控制
器170可控制電源供應器114來跨電池102之第一電極106及
第二電極108施加電流，該電流具有夠高電流密度來去活化
於通過電池102的流體通道144之流體流124中的微生物。對
10 一給定流速而言，若去活化電流過低，則存在於電池102及
輸入流體中的微生物於流體通過電池102後仍然保有繁殖
或複製的能力，此點為不期望者。但去活化程序並非只是
通過電極106、108之電流之函數，反而係通過電池102之膜
110之電流密度之函數。已經判定低電流密度將導致微生物
15 去活化的不足或未被去活化。但電流密度過高也不合所
需，原因在於此種電流密度將導致過度耗用電力，也可能
損害膜110的離子交換性質。

當電池102內表面上的微生物諸如細菌被去活化時，可
達成電池102內部的制菌作用，導致電池內部的微生物含量
20 隨著時間的經過維持相等或甚至減少。當輸入流體通過電
池時，可維持制菌，而未減少活性微生物含量。制菌電池
或系統之細菌於通過其中的水中之數目經歷一段時間例如
數週或數月不會增加。非制菌電池之內表面上將生長細菌
隨後由表面腐爛剝落，當流體通過電池時加至流體中。隨

著時間的經過，電池內部的細菌濃度增高，結果導致經一段時間，處理水中的細菌濃度升高。如此，較佳有夠高電流密度可導致電池102的制菌(亦即電池內面的微生物去活化)的電流藉電源供應器114跨第一電極106及第二電極108
5 施加，且係由控制器170控制。通過流體施加的電流之電流密度夠高，將造成制菌，經過一段使用時間，由電池102輸出的流體包含微生物含量維持恆定或減少。

進一步較佳當水通過電池102時去活化輸入水中的微生物，例如細菌或病毒含量。於本實例中，輸入流體中的
10 第一微生物含量降至輸出流體中的第二含量，例如比第一含量至少低約90%，或甚至至少低約99%、99.99%或99.9999%。例如，第一含量及第二含量可為大腸桿菌細菌、MS-2病毒或其它微生物之含量。

活性細菌數目之常用測定方法為可存活孔板計數法。
15 本方法中，欲計數細菌或其它微生物之流體樣本於溶液中稀釋，該溶液不傷害微生物但又不支持微生物生長，故分析期間微生物不會生長。舉例言之，定量流體樣本首先稀釋於緩衝液中10倍，且徹底混合。大部分情況下，一份0.1-1.0毫升第一稀釋液又稀釋10倍，獲得總稀釋度100倍。
20 此處理程序重複至達到估計每毫升流體約1000細菌細胞為止。於展板技術中，有最低細菌密度的最高稀釋液隨後以無菌玻璃板展開於固體培養基諸如異養型細菌用之瓊脂上，該培養基支持此等微生物的生長。展開於孔板上的液體須泡入瓊脂來防止留在表面上的液體造成群落的聚集。

需要乾板典型將可展開量限於0.1毫升或以下。第二種計數存活細菌之方法為傾板技術，傾板技術包含將部分稀釋液與熔融瓊脂混合，且將混合物傾倒於培養板上。任一種情況下，樣本稀釋夠高，個別細胞沈積於瓊脂上，形成群落。

- 5 計數各群落，判定培養板上的群落形成單位(CFU)總數。經由將CFU計數值乘以溶液總稀釋度，可找出流體樣本中的CFU總數，可為輸入流體樣本或輸出流體樣本。

於一個實例中，第一位準和第二位準定義為每100毫升流體的群落形成單位。一個版本中，控制器170設定電流密度來獲得第二位準，第二位準包含每100毫升輸出流體之群落形成單位比每100毫升輸入流體之群落形成單位之輸入位準更低。電流密度夠高，可實質上防止每100毫升輸出流體之群落形成單位的增加。至於另一實例，控制器170控制電源供應器，來施加至第一電極106及第二電極108有夠高電流密度之電流，該電流密度可提供輸出流體具有每100毫升之第二群落形成單位位準，至少比每100毫升輸入流體之第一群落形成單位位準低約90%。

第一及第二活性有機體含量也定義為異養型細菌孔板數目。雖然細菌可為異養型亦即食用碳，但細菌也可為其它型例如食用硫。異養型細菌孔板數目用來計算以碳為食物的活性細菌數目。當輸入流體包含第一位準微生物含量，包含異養型細菌孔板計數值至少約500 Cfu/mL，控制器170將電流密度設定為夠高，來提供輸出流體具有異養型細菌孔板計數值小於約450 Cfu/mL。控制器170也控制電源

供應器114來於第一電極106及第二電極108施加一電流，其具有夠高電流密度可提供輸出流體具有異養型細菌孔板計數值至少比輸入流體之異養型細菌孔板計數值低50 CFU/mL。於一個版本中，控制器170設定電流密度夠高，

5 來提供對流體停駐時間至少0.05分鐘有至少一個細菌孔板計數值之對數值降低，或甚至兩個細菌孔板計數值之對數值降低。

參考第3A圖及第3B圖之電池實例，此等電池102a,b中電極106具有暴露於電池中之流體流124的暴露面積 A_{E1} ，第二電極108具有暴露面積 A_{E2} ，膜110具有暴露面積 A_M 。此等

10 電池中，暴露面積 A_{E1} 、 A_{E2} 及 A_M 實質上彼此相似來提供相當容易算出平均電流密度。對一給定膜包裹層或層的膜平均電流密度為總電池電流除以該包裹層或層的膜面積。控制器170控制電源供應器114來跨第一電極106施加電流，來

15 提供相關於暴露出 A_{E1} 、 A_{E2} 或 A_M 中之任一區或多區選定的平均電流密度。另一種描述細胞制菌或微生物去活化參數之方式係透過使用電位降。施加於電極106、108之電流通過流體，來形成跨流體膜110的電位降。由電位降所產生的電場係垂直膜110的平面，基於電極106、108間的膜110之

20 數目，經規度化的電位降可用來獲得跨一膜110堆疊所施加之電壓。

於第2B圖及第2C圖所示之圓柱體電池102中，對一給定之施加於電極106、108之電位差而言，於內電極108之方向之電流密度及電場遞增，原因在於內電極108之直徑係比

外電極106小。於此電池102中，第一電極106具有暴露於流體流124的暴露面積 A_{E1} ，第二電極108具有暴露面積 A_{E2} ，膜110具有與電流密度之計算相關之暴露面積 A_M 範圍，原因在於典型裝置於電極106、108間係採用多層膜。暴露面積 A_{E1} 、 A_{E2} 及 A_M 彼此不同，原因在於電極106、108及膜110各自有不同形狀。如此，相對於膜，流體中的電流密度及電位降係選擇為由相鄰於二電極106及108之膜層算出之數值中之較小者。控制器170控制電源供應器114來施加跨電極106、108之電流，該電流具有平均電場通量實質上垂直於膜表面。對一螺狀電池如電池102而言，用來計算電流密度之膜面積為最外層的面積。當然對由多層膜全部有相同表面積所組成的板與框電池而言，電流密度的計算為直捷。

基於此等觀察，電池102a及102b之平均電流密度之較佳範圍係由約0.01至約20毫安培/平方厘米或甚至約0.01至約10毫安培/平方厘米。螺狀包裹膜電池之適當電流密度約為10毫安培/平方厘米。每一膜層之適當平均電位降對每一莫耳層係由約0.05伏特至約20伏特。更佳電位降對每一膜層係由約0.5伏特至約10伏特。舉個實例，對第2A圖所示電池102而言，於高15厘米的電池操作期間，通過電極106、108之電流係由約0.1安培至約4安培。於此電池中，最內卡匣膜面積為約200平方厘米，最外膜面積約500平方厘米。由二面積中的較大者或由500平方厘米算出電流密度，電流密度之範圍於低端為0.2毫安培/平方厘米，於高端為8毫安培/平方厘米。

通過第一電極106及第二電極108施加至任何電池102中之流體之選用之電流密度位準可導致制菌、或活性微生物濃度的降低，活性微生物包括流體流124中之微生物諸如細菌或病毒。去活化為微生物無法複製之狀態，因而可有效中和其於活有機體中的有害效應。去活化並非必然表示微生物從溶液中去除，或於電池中被殺死。但去活化足夠消毒流體流124，可阻止微生物複製因而造成發病。

抗微生物池

接受電化學處理的流體也暴露於抗微生物池177a中的抗微生物劑，來進一步提高輸出流體所得的消毒程度。抗微生物池177a可設置於電化學電池102(如圖所示)前方、電池102後方、電池102本身中，或沿小型分歧流體流路徑設置。抗微生物池177a用來將流體暴露於抗微生物劑，或透過抗微生物劑來源添加抗微生物劑至流體，來進一步提高輸出流體所得消毒長度。抗微生物劑可減少微生物含量，防止微生物的生長，或限制微生物的繁殖。微生物為微小有機體和微小生命形式其例如包括細菌、病毒、寄生蟲、囊蟲、真菌酶、黴菌及芽孢。抗微生物劑可為抗菌劑、抗病毒劑、抗真菌劑、抗寄生蟲劑、免疫治療劑、抗生素、化學治療劑及其它藥劑中之一者或多者。抗微生物劑可具有選擇性毒性，亦即抗微生物劑須可抑制微生物的繁殖或殺死微生物，而未釋放有害化合物至所處理的流體。

抗微生物池177a可為滴注系統(圖中未顯示)，抗微生物池177a當流體通過電化學電池102的本身，或通過連接於電

池102的抗微生物池177時，添加抗微生物劑至流體。於一個實例中，滴注系統包含一流體滴注器來於流體通過電池117a時，將含抗微生物劑的抗微生物流體滴注於該流體內。流體滴注器包含一容器，容器含有定量可置換之抗微生物流體，其可藉管路連接至流體管線，接受處理流體或未
5 經處理流體通過該流體管線。設置於管線之流量控制閥(圖中未顯示)，控制由流體滴注器流入管線的流量。於一個實例中，抗微生物流體包含氯化鈉或氯氣。滴注暴露將添加含抗微生物流體之濃度夠高，允許以至少約2升/分鐘流
10 速通過系統的流體接受消毒。

於第11B圖所示實例中，滴注系統227包括一夾角管線246，其輸送小量流體流進入電池233。轉向的流體溶解少部分電池233所含的抗微生物顆粒，諸如氯化鈉顆粒。適當抗微生物池233完全以適當鹵化物鹽如氯化鈉之粒狀顆粒
15 247填補，部分流體流被轉向入電池233來至少部分溶解鹵化物鹽來形成鹵陰離子，例如來自於氯化物鹽的氯陰離子。抗微生物顆粒例如也包含含抗微生物劑之化合物如氯化鈉鹽，來當流體通過電池233時釋放氯離子至流體。抗微生物顆粒也可包封於緩慢釋放或持續釋放材料諸如塗層
20 中，將氯離子緩慢釋放入流體。轉向流體通過控制閥234返回流體流，控制閥234控制流體流經滴注系統227的速率，因而計量抗微生物溶液229及抗微生物顆粒247進入流體流的劑量。

其它滴注系統包括微閥系統，微閥系統採用有細小毛

細管的微閥來連續釋放極小劑量的抗微生物劑進入流體流。又另一種滴注系統包含毛細管或細腰孔口，也可減慢抗微生物劑的釋放入流體流。

抗微生物顆粒可由抗微生物劑來源如含抗微生物劑之化合物如氯化鈉鹽產生，於流體流經電池177時釋放氯離子至流體。抗微生物顆粒也可包囊於緩慢釋放或持續釋放材料如塗層，其可緩慢釋放氯離子進入流體。

於又另一個實例中，抗微生物池177a含有抗微生物劑懸浮於抗微生物膜(圖中未顯示)，諸如半透明膜或多孔過濾膜。抗微生物膜係懸浮於電池177a，故流體跨越膜表面通過電池177。如此，流體捕捉小部分陷於膜內部的抗微生物材料。舉個實例，適當抗微生物材料可於聚合物膜製造期間被捕陷於聚合物膜內。可用作為含有抗微生物劑之膜之媒質的適當聚合物包括聚醯胺類、亞克力類、聚氯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯類、聚胺基甲酸酯、乙基纖維素及硝基纖維素類。抗微生物劑可離子鍵結至交聯的聚合物網絡或被捕陷於交聯的聚合物網絡。抗微生物化合物須與膜聚合物前驅物料均勻且均質混合。混合可經由於剪力混合機中混合聚合物前驅物粉末及抗微生物材料粉末而達成。粉末也可分散於適合溶劑，然後經塗覆或乾燥來形成固體粉末。適當溶劑包括醇/水混合物，也包括界面活性劑、膠溶劑及分散助劑。抗微生物劑必須可耐受膜製造期間施加於膜的溫度及壓力。

於另一版本中，抗微生物劑添加至離子交換膜或水分

裂膜110本身，故流體於通過電化學電池102時暴露於抗微生物劑。此系統可避免有分開的抗微生物劑用之電池177a,b。於一個版本中，膜110於製造且經結構化後，添加抗微生物劑至膜來製造此種膜110。例如抗微生物劑可添加

5 至陽離子交換材料與陰離子交換材料之混合物，該混合物係於被壓製或輥軋進入水分裂膜110之前於槽內混合。陽離子交換材料及陰離子交換材料可為粉末，其與抗微生物劑於剪力混合機內混合而形成均化粉末混合物。抗微生物劑也可分散於適當溶劑，諸如醇、水、界面活性劑、膠溶劑、

10 分散助劑及其混合物；然後塗覆於其它基體顆粒上或乾燥來形成混合粉末。然後混合粉末於滾輪系統中藉加熱處理及加壓而製造成膜。抗微生物劑也可添加至膜110，係將預先製造的水分裂膜110浸泡於含抗微生物劑之溶液；或當膜通過製造滾輪時，將抗微生物劑噴灑於膜上。高度多孔之

15 滲透膜110可將抗微生物劑吸收於其表面及內部孔洞。膜110製造後施用抗微生物劑，也可降低抗微生物劑因暴露於加熱、加壓、或其它膜製造條件而變無效的可能。抗微生物劑係於流體通過含有改性抗微生物水分裂膜的電化學電池期間交換或釋放。結合於膜110的長鏈親水聚合物也可吸

20 附水分子，且輔助離子交換。抗微生物劑須以夠高濃度存在於膜110，來允許以至少約2升/分鐘流速通過電池的流體消毒。含有抗微生物劑之結構化膜比較未經結構化膜預期可提供較佳消毒效果，原因在於前者之表面積較大之故。

抗微生物膜110也包括奈米材料，其具有約奈米尺寸，

可去除或去活化微生物。例如，陶瓷奈米纖維可添加至膜來過濾出污染物。帶正電荷可從流體吸引帶負電荷的菌種且將菌種保持於過濾膜表面上之氧化鋁奈米纖維過濾膜係由阿根奈(Argonide)佛羅里達州山佛製造。塗覆以分子之奈米級聚合物刷可用來捕捉且去除毒性金屬、蛋白質及菌種，此等材料係由e膜(eMembrane)，羅得島普維登製造。也可使用氧化鈦製成的奈米管柱來去除微生物。

前文說明之用來將抗微生物劑摻混於裝置100或電化學電池102本身來處理流入之流體流而去除或去活化微生物之裝置及方法，可使用多種不同抗微生物劑中之一者或多者實作。適當抗微生物劑之實例包括無機化合物、天然或合成有機化合物、及藥學化合物。此等化合物之若干實例列舉於此處，但須瞭解所列舉之化合物僅供舉例說明，本發明並非圍限於此等實例，反而包括熟諳技藝人士顯然易知的全部其它抗微生物劑。

多種含鹵素化合物及強力氧化劑亦屬可摻混於此處所述裝置及方法之有效抗微生物劑。例如諸如次氯酸鈉之鹵素消毒劑可用作為有效抗微生物劑。當於電化學電池中處理時變成有效的抗微生物劑包括含氯陰離子之化合物，諸如氯化鈉，其可由如此處所述添加至容器的粒狀鹽顆粒中溶解於流體諸如水中。於一個版本中，抗微生物池177a包含含鹵素粒子電池，其包括含有含鹵素化合物之容器，諸如顆粒形式之氯化鈉或滴注系統之飽和氯化鈉溶液。也須注意氯陰離子也常以可有效提高於特定電化學電流通量操

作的電化學電池之抗微生物效果之有效量而存在於自來水供應源。流體或膜中之化學離子濃度乘以流體通過抗微生物池或膜所耗駐留時間，可決定消毒率。於一個實例中，鹵陰離子諸如氯陰離子係以至少約15 ppm或甚至至少60 ppm或甚至至少100 ppm之濃度添加至流體。

其它鹵素化合物也可用作為抗微生物劑。例如抗微生物劑也可為鹵素-胺，例如N-鹵胺。N-鹵胺樹脂珠粒市面上可以商品名哈羅純 (HaloPure) 得自哈羅來源公司 (HaloSource)。N-鹵胺包含胺基接合至鹵素諸如氯。若干實例包括醯胺鹵胺類、醯亞胺鹵胺類、及胺鹵胺類。N-鹵胺消毒劑之實例包括1,3-二氯-2,2,5,5-四甲基咪唑啉-4-酮及1-氯-2,2,5,5-四甲基咪唑啉-4-酮。另一型鹵素-胺化合物包含氯胺類，其比較自由態氯產生較少量氯化有機化合物，結果於電池102中更長效且更穩定。於一個版本中，抗生物膜包含氯胺懸浮於精密碳網。當流體諸如水通過膜時，流體暴露於氯胺類來殺死或去活化流體中的微生物。鹵素-胺或N-鹵胺可由基於前述滴注系統的鹵素胺或N-鹵胺所提供。

於另一個實例中，碘化離子交換樹脂可為陽離子樹脂或陰離子樹脂，也可用來形成膜。樹脂大量進給元素碘，當水通過碘化樹脂時，提供經過規劃的釋放碘來於被處理水中形成固定濃度。碘化樹脂為高度有效之殺生物劑，可殺死或去活化大部分水載微生物，包括細菌、寄生蟲及病毒。由於水只需暴露於樹脂一段短時間來有效消毒，故碘

化樹脂允許流體通過電池的駐留時間短。如此，碘化樹脂允許流體流經電池的高流速。由於碘於有機材料具有低電動勢，故碘也是環保友善材料。碘也比其它鹵素更不易形成危險性有機錯合物，主要副產物為碘化物鹽，若有所需碘化物鹽容易從被處理水中被萃取出。碘化樹脂可經製造來提供期望之固定碘釋放入流體之釋放速率。當暴露於載有帶負電荷顆粒包括大部分微生物的水時，若干碘化樹脂將經由置換略為大量碘至污染水中而補償。碘化樹脂也可組合活性碳樹脂，用於電池本身，例如用作為電池壁內襯，或甚至用作為分隔膜的隔件。活性碳樹脂也從輸入水中去除氯，來防止氯與碘反應。碘化樹脂膜特別可用於緊急水純化。

強力氧化劑也可用作為有效抗菌劑。於此版本中，抗微生物池177a包括一容器含有呈化合物形式存在的氧化劑本身，或有催化劑或其它激勵來源的共存。舉例言之，添加小量氧化劑如過氧化氫 H_2O_2 本身至流體，或水流過電池102可用來進一步純化流體。於本實例中，氧化劑電池包括含過氧化氫之容器。氧化劑電池也包括容器含有 H_2O_2 組合膠體銀(用作為抗微生物催化劑)來提供良好消毒。存在於水中之化學品被 H_2O_2 所氧化，微生物被升高的氧濃度所殺滅。

含有具抗微生物性質之金屬離子之無機材料包括銀、銅、鎳、鋅、錫及金等金屬離子。金屬也可以金屬膠體、金屬鹽、金屬酞及抗微生物金屬離子交換材料形式提供於裝置。金屬離子與流體中的抗衡離子進行離子交換，抗衡

離子為流體中之微生物的一部分，藉此去活化或摧毀微生物。當接觸時，金屬離子也可破壞細菌細胞內部的電子移轉和呼吸。

銀離子為特別有效之抗微生物劑。舉個實例，包含銀離子維持於控制釋放基體中的抗微生物劑可於製造程序中添加至膜110。例如，抗微生物膜可包含銀離子摻混於膜110，膜110係用作為載劑。離子交換材料可相容，甚至與電化學電池102中發生的電力加速離子交換程序和離子遷移協力作用。此外，膜110之高表面積將增加銀離子暴露於流體之有效表面積，來提供較佳消毒。因電化學電池102已經操作來提供某種程度的消毒或微生物去活化，故增加銀離子控制釋放或銀離子交換實質上可提高有益消毒效果。

銀離子也可有效對抗引發氣味、變色、生物垢穢及其它美感問題的寬廣範圍之微生物。當銀離子接觸細菌及其它微生物時，其破壞細胞內部的電子移轉和呼吸作用。進一步，銀離子對人體或動物體無毒，可調整來提供控制釋放俾允許連續之抗微生物保護效果。經由與膜材料混合，含銀離子基體可直接摻混於膜。銀離子基體也可用於抗微生物管，諸如剛性聚乙烯管，其係用來連結閥118、電化學電池102及其它組成元件。抗微生物管可抑制於管內面微生物形成群落，來防止管壁上形成膠質、黏液或霉。

抗微生物膜或顆粒包含銀離子摻混於陶瓷基體，陶瓷基體為惰性且如後文說明用作為載劑。一型抗微生物膜包含銀離子吸附於沸石層表面上，係經由銀離子與流體中的

抗衡離子交換而發揮作用。沸石為水合矽酸鋁礦物，有「開放」結構可容納多種陽離子例如銀離子，陽離子被相當疏鬆地固定，而方便與該結構接觸流過的流體中的其它離子交換。常見礦物沸石包括阿沸石(analcime)、查沸石(chabazite)、合沸石(heulandite)、鈉沸石(natrolite)、菲沸石(phillipsite)及芪沸石(stilbite)；鈉沸石之化學式實例為 $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。沸石有獨特結晶結構包含互連內部孔洞，具有奈米級或更小之經控制的直徑。除非存在有陽離子供交換，否則交換需要沸石表面為中性，銀離子釋放出。

10 如此，當此種膜表面為濕潤時，含沸石表面變成活性，可釋放銀離子至抗微生物濃度，然後關閉，無乾燥時保有銀存量。沸石基體中的適當銀離子市面上可以商品名艾吉揚(AgION)購得。艾吉揚抗微生物化合物對寬廣細菌、真菌及其它微生物發揮效果，證實可減少接受處理產物之細菌高

15 達99.999%或5對數值之降低。

另一型抗微生物膜包含銀離子於包含磷酸鋁之陶瓷基體。磷酸鋁有三度空間層狀結構，有銀離子位在各層間。經由與周圍離子進行離子交換，銀離子從層中釋放出；但因離子交換只發生於層邊緣，故可提供經過控制之釋放動力學。適當之含銀之基於磷酸鋁之樹脂為阿發山(AlphaSan)，得自北加州斯巴坦堡之米立肯公司(Milliken & Company)。又另一型抗微生物膜包含銀離子於磷玻璃基體。此種玻璃與銀之混合物經過研磨，然後與塑膠或塗層摻混。當玻璃溶解於微酸性溶液時，銀離子釋放出而提供

20

抗微生物效果。

抗微生物膜也可使用金屬離子交換材料製造，該材料已經交換有抗微生物離子或載有抗微生物離子。適當金屬離子交換材料包括鋇或磷酸化合物諸如磷酸鋇、磷酸氫鈉

5 鋇及金屬磷酸氫鹽。多種礦物也具有抗微生物性質，包括沸石類、黏土類諸如蒙脫土、多孔矽酸鋁鹽及矽酸鎂鹽。抗微生物劑可具有活性抗微生物組成物，其係選自寬廣範圍之已知抗微生物劑，適當材料例如揭示於「食品用途之活性包裝」A.L. Brody, E. R. Strupinsky及L. R. Kline，科技

10 出版公司(Technomic Publishing Company, Inc.)賓州(2001年)，全文以引用方式併入此處。

某些金屬化合物也可為有效抗微生物劑及沉澱物形成劑。舉例言之，諸如鈣及鎂等無機化合物係用作為緩衝劑，輔助沉澱絮凝物或泡沫體的形成，隨後可從流體中去除。

15 高濃度鎂(舉例)於電池中形成一層也可抑制真菌諸如麴菌(*aspergillus*)之生長；二氧化鈦及鈦氧陶瓷也可用於水的純化、抗病毒塗層及殺菌塗層。硫酸銅屬於另一種抗微生物劑，其可以夠小劑量不影響人體健康的劑量以某種膜形式用於由該裝置所得之處理後的飲用水。

20 可為天然物質或合成物質之有機化合物也可用作為抗微生物劑。舉例言之，苯甲酸 C_6H_5COOH 及其鹽當直接添加或由與其鈉鹽、鉀鹽或鈣鹽反應形成時，可抑制霉、酵母及若干細菌的生長。舉另一個實例，山梨酸 $C_6H_8O_2$ 係分離自山梨*Sorbus aucuparia*之未成熟漿果的天然有機化合物

- 及其鹽諸如山梨酸鈉、山梨酸鉀及山梨酸鈣為常用於防止霉、酵母及真菌生長的抗微生物劑。鹽類由於較可溶於水，故比酸形式更佳。抗微生物活性之最佳pH係低於pH 6.5，山梨酸鹽通常之使用濃度為0.025%至0.10%。至於另一個實
- 5 例，大蒜素為大蒜的天然萃取物，是一種強烈抗生素及抗真菌化合物。其它可用作為抗微生物劑之合成有機化合物包括百里香酚及三氯沙(triclosan)。百里香酚是甲基異丙苯之一萜烯酚衍生物 $C_{10}H_{13}OH$ ，與香芹酚為異構形，出現於百里香油，可殺死真菌芽孢及黴菌。三氯沙是一種氯化芳香族化合物，具有可代表醚類及酚類二者的官能基，三氯沙為抗菌化合物。三氯沙微溶於水，但可溶於乙醇、乙醚、
- 10 及較強的鹼性溶液諸如1M氫氧化鈉。三氯沙由於與細菌之烯醯基-醯基載劑蛋白質還原酶(ENR) (由FabI編碼)結合，故顯然主要係經由抑制脂肪酸的合成來殺死細菌。
- 15 可用作為抗微生物劑之藥學化合物包括抗生素及抗病毒劑。於一個版本中，抗微生物劑為藥物，可為抗生素。於一個分開電池中的電化學膜或其它膜，當經由將膜浸泡入溶液槽內然後乾燥而添加至膜時，抗生素可結合於膜結構內，或於膜基體本身的製造期間可摻混於膜基體內。於
- 20 一個版本中，添加至膜110之抗微生物劑包含抗生素，其對某個範圍的微生物具有殺死或殺滅效果或抑制或抑制效果。受抗生素影響之微生物範圍表示為抗生素的有效範圍。廣效性抗生素可有效對抗原核生物，可殺死或抑制寬廣範圍的革蘭氏陽性菌及革蘭氏陰性菌。窄效性抗生素可

有效對抗革蘭氏陽性菌或革蘭氏陰性菌。

適當抗生素為四環素類 (tetracyclines)、氯黴素 (chloramphenicol)、巨環抗生素(例如紅黴素(erythromycin))及胺基糖苷類(例如鏈黴素(streptomycin))。通常四環素類為
5 廣效性抗生素，對革蘭氏陽性菌及革蘭氏陰性菌有寬廣活性範圍，為鏈絲菌(*Streptomyces*)的天然產物。四環素、氯四環素(chlortetracycline)、及朵西環素(doxycycline)為最佳已知之四環素類抗生素且包括奎洛卡丁(chelocardin)。氯黴素為有廣效活性之蛋白質合成抑制劑，對胞內寄生蟲諸如
10 力克次體具有制菌效果。氯黴素可抑制細菌的酵素胜肽基轉移酶，來防止蛋白質合成期間多胜肽鏈的成長。頭孢子菌素類(Cephalosporins)為頭孢子菌(*Cephalosporium*)種屬所製造的 β 內醯胺抗生素，及毒性低，比天然青黴素類(penicillins)更為廣效。單一巴坦類(Monobactams)特別可用
15 於治療過敏個體。卡巴潘尼類(Carbapenems)也可使用。枯草桿菌素(Bacitracin)為桿菌屬(*Bacillus species*)所製造的多胜肽抗生素。環絲胺酸(Cycloserine)可抑制繆瑞(murein)合成的早期階段，D-丙胺醯基-D-丙胺酸加至成長當中的胜肽支鏈。糖肽類諸如抗生素萬古黴素(vancomycin)顯然可抑制
20 於胜肽基聚糖組裝過程中的糖苷轉移反應及胜肽轉移反應。

紅黴素對大部分革蘭氏陽性菌、奈瑟氏菌(*Neisseria*)、軍團菌(*Legionella*)、及嗜血桿菌(*Haemophilus*)具有活性，但對腸細菌科(*Enterobacteriaceae*)不具活性。林可黴素

(Lincomycin)及克林達黴素(clindamycin)屬於蛋白質合成抑制劑的雜項類別，具有類似巨環類抗生素的活性。

胺基糖苷類為鏈絲菌屬的產物，諸如鏈黴素、康黴素(kanamycin)、妥布黴素(tobramycin)、及健它黴素(gentamicin)。此等抗生素經由結合至細菌核糖體來發揮活性，且可防止引發蛋白質合成。胺基糖苷類對革蘭氏陽性菌及革蘭氏陰性菌所引發的寬廣多項細菌性感染有效。康黴素、健它黴素及妥布黴素由於可提供堆積於胞質內，對細胞有致命性作用，因而具有殺菌功效，可用來治療假單胞桿菌(Pseudomonas)的感染。安莫西林(Amoxycillin)及安比西林(Ampicillin)具有對抗革蘭氏陰性菌的加寬的有效範圍且口服有效。梅西西林(Methicillin)對青黴素酶有抗性。克福蘭酸(Clavulanic acid)為偶爾加至半合成青黴素的化學品。

細胞膜抑制劑抗生素係經由破壞組織結構，或抑制細菌胞質外膜的完好來發揮作用。其中一個實例為多黏桿菌素(polymyxin)係由多黏桿菌(Bacillus polymyxis)所製造，可有效對抗革蘭氏陰性菌，通常係限於局部使用。

抗微生物劑也可為抗病毒劑，經由抑制病毒的複製因而抑制病毒的繁殖能力及再生能力來摧毀或去活化病毒。適當抗病毒劑例如係說明於抗病毒劑、疫苗及免疫治療，Stephen K. Tyring, 馬塞戴克(Marcel Dekker), 2004；及抗病毒藥物，John S. Driscoll, 約翰威力父子公司(Wiley, John & Sons, Inc.), 2002；二文皆以引用方式併入此處。適當抗病

毒劑包括蛋白酶抑制劑，其為用來對抗HIV之抗病毒藥物。進一步實例包括阿馬它丁(amantadine)，其為抑制A型流行性感感冒病毒繁殖的合成藥物；瑞曼塔丁(Rimantadine)也是抗A型流感藥物；以及福卡涅(foscarnet)屬於一組治療造成

5 眼部感染的細胞巨病毒(cytomegalovirus (CMV))之症狀的抗生素。

於另一個版本中，抗微生物池177a可為紫外光管242，如第11A圖所示。紫外光輻射211也可用於生物消毒，因紫外光輻射211通過水時可將水滅菌。紫外光也可被微生物

10 213膜中的蛋白質RNA及DNA吸收，吸收高劑量UV最終將導致細胞膜的破壞及細胞的死亡。於較低UV劑量，DNA吸收UV可能破壞微生物213的複製能力，結果由於微生物213無法複製因而無法感染故可導致微生物213的去活化。通常較複雜的微生物213對UV的去活化較為敏感。如此，病毒

15 較不敏感，接著是細菌孢子214，最後是細菌231極為敏感。原蟲(Protozoa)諸如矮小隱孢蟲(cryptosporidium parvum)及蘭氏賈第鞭毛蟲(giardia lamblia)由於其於包囊狀態或卵囊狀態時，UV難以穿透外殼，因此對UV不敏感；但一旦穿透之後，則對紫外光輻射211相當敏感。如此藉紫外光輻射

20 211消毒現在已經擴展至涵蓋全部的病原。

紫外光輻射211是一種波長比400奈米更短的光。此範圍又再分成UVA (320至400奈米)、UVB (280至320奈米)及UVC (200至280奈米)。UVC是所謂的「殺菌」輻射，UVC被DNA吸收，造成基因的損傷與細菌及病毒的去活化。波

長比200奈米更短的紫外光輻射211被水和空氣吸收，只能夠在真空中透射，因此稱作為真空紫外光。紫外光管可得自於多個供應商用於小型和大型流體處理系統中的微生物去活化。紫外光輻射211通常係由低壓和中壓汞蒸氣燈237
5 所產生。低壓汞燈可產生主要波長為253.7奈米的UV輻射。中壓汞燈可發出200奈米至600奈米的較寬廣範圍且有較高功率密度。

紫外光輻射211經歷一時間週期傳輸至流體中來去活化微生物213。唯有當有機體暴露於紫外光時紫外光才有效，紫外光消毒中的E位準、紫外照度位準決定消毒程度。
10 期望的E位準可由各種微生物213例如枯草桿菌(*Bacillus subtilis*)芽孢及MS2-噬菌體病毒等各種微生物的紫外光劑量-反應曲線估計。於準直光束裝置中，微生物的濃縮懸浮液係於紫外光抗微生物濾光鏡的上游播種，而於達成穩態
15 之後，取數個流入流樣本和流出流樣本接受孔板計數。由流入流樣本與流出流樣本間所達成的對數值去活化，經由從UV劑量、反應曲線中讀取與該對數值去活化相對應的UV劑量，可得知UV劑量。

當含有微生物231的流體進入含UV燈238的紫外光管
20 242時，依據流體距離UV燈238的距離而定，流體暴露於來自於一個燈或數個燈的不等照度位準。流體曝光時間或駐留時間係依據流體通過反應器的特定路徑決定。通過此光試管242的每個有機體將曝光於至少若干紫外光輻射211。傳遞給微生物的UV照度乘以曝光時間(秒數)獲得提供給有

機體的UV劑量。然後此劑量再度以微瓦-秒/平方厘米或毫瓦-秒/平方厘米測定。由於1瓦-秒是1焦耳，故一般接受使用的UV劑量單位是毫焦耳/平方厘米，但有些使用相等的單位毫瓦-秒/平方厘米。UV劑量的測定涉及前述影響UV照度的全部因素。為了最大化紫外光輻射211對微生物231的劑量，於一個版本中，內壁239可反射紫外光輻射211。典型地，要求30,000-40,000毫瓦-秒/平方厘米劑量進行消毒。

經由將UV處理與電化學處理組合，由裝置100所提供的微生物去活化顯著優於單獨使用電化學電池102的微生物去活化程度。紫外光管242也可放置於電化學電池102a,b後方，來處理已經被去離子的水。舉例言之，UV燈237容易被鱗垢(例如碳酸鈣)及死微生物243所垢穢。藉沉澱物過濾器181去除粒狀物質，以及藉活性碳過濾器187去除鈣和碳酸鹽，水通過紫外光管242前，將此等光試管內以及電化學電池102內的微生物213實質上去活化，將可降低UV燈237的垢穢速度，因而減慢需要清潔或更換的速率。如此將紫外光管242放置於電池102a,b的後方既可節省成本，又可使用較低效率裝置來進行微生物的去活化；紫外光管242若放置於電池的下游則將延長裝置壽命。

於另一個版本中，抗微生物池177b包含一臭氧處理電池。臭氧經由摧毀例如大腸桿菌(*Escherichia coli* (*E. coli*))、隱孢蟲(*Cryptosporidium*)、小兒麻痺病毒(*Poliovirus*)、穆氏賈第鞭毛蟲(*Giardia muris*)及蘭氏賈第鞭毛蟲等微生物，也可用來消毒流體。臭氧可抑制革蘭氏陰性菌及革蘭氏陽性

菌的生長因而造成該等試驗細菌的死亡。臭氧也可從水中
去除鐵、硫化氫及其它污染物。臭氧(O₃)是由三個氧原子所
組成的低分子量分子，臭氧是氧(O₂)的別構異構物。臭氧是
一種強力氧化劑，臭氧的化學反應性係來自於其電子組態
5 的不穩定因此尋求從其它分子獲得電子。當臭氧與其它分
子反應期間，臭氧被破壞，而宿主被氧化。臭氧造成細菌
細胞膜的裂開，微生物無法再度被活化。於水中，氧化作
用污染物於周圍溫度藉臭氧氧化，而未改變水的pH值。此
點係與其它氧化劑諸如氯氣不同，其它氧化劑需要使用苛
10 性物質或石灰來調整pH值，因此副產物留在水中而改變整
體的水質。

於典型臭氧池中，臭氧或活性氧氣通過池中的流體。
臭氧通過池中流體或水，流體駐留時間最少4分鐘，維持溶
解臭氧殘量濃度0.4 ppm，可用來提供消毒的飲用水。於一
15 個版本中，於稱作為「電暈放電」的程序中，於兩片充電
板間加快電子速度所產生的臭氧，使用該臭氧來操作臭氧
池。於另一個版本中，使用紫外光來產生臭氧，係經紫外
光通過臭氧室中的周圍空氣，於臭氧室中紫外光解離氧分
子，然後復合成為臭氧分子。過濾池177a可結合臭氧池用
20 來去除被摧毀的微生物及物質，來維持穩定與最佳水澄清
度。

下列實例驗證裝置100之電化學電池102之微生物去活
化及抗微生物效果。但本發明之範圍並非限於此處所提供
的實例。

實例1

進行本實例來測定電化學電池102提供消毒及制菌的電流位準，其中於電化學電池102中的流體去離子期間，微生物無法於電池102中繁殖或生長。相信微生物被去活化或甚至被殺死，原因在於於兩個電極106、108以及各個水分裂膜110內部產生酸和鹼，形成微生物的不友善環境。經處理的流體流125中的細菌數目係藉接種於營養物之後計算細菌菌落來測定。異養型細菌係定義為以含碳材料作為食物的細菌。於選定的電流密度位準，測定異養型細菌孔板計數值(HPC)作為六週的工作週期，如第6圖所示。第一次測量係在60水處理週期時，此處各個週期為6升的一個去離子週期接著為一個再生週期。裝置100係以每2小時一個週期的速率操作，結果獲得每毫升的HPC只有10 Cfu(群落形成單位)，此乃期望的低值。隨後的三個測量值具有約略相等的次冪幅度，HPC係在約30至約60 Cfu/mL之範圍。Cfu的測量值不精確，如此，彼此於一個次冪幅度以內的數值(例如1至10或10至100)被視為大致上相同。由於電極故障，電池電流極低(約10毫安培)，因此末次測量於週期550測得330 Cfu/mL之數值。如此證實電池電流密度對電化學電池102的制菌效能的重要性。都市水系統含有殘氯，具有HPC小於500 Cfu/mL，可藉本電化學電池102來滿足。

如此，於一個版本中，控制器170設定電池102中的電流密度，來預防通過電池102的水中的異養型細菌孔板計數值隨著時間的經過而增高，該效果係由於電池內表面的微

生物被去活化的結果。

實例2

當輸入流體124以四種流速流過電池102時大腸桿菌細菌及MS-2病毒的去活化示於第7圖。本資料係於使用如第12圖所示之裝置100於6升去離子週期的中間獲得，裝置100有兩個電化學電池102a,b，各個電池102包含一卡匣130，卡匣130高25厘米，具有外膜面積600平方厘米。裝置100經組配來處理流體諸如自來水，來將水去離子及處理水。所處理的流體為含大腸桿菌及MS-2病毒的750 ppm NaCl溶液，去離子期間電池電流由去離子週期開始時的0.1安培升高至結束時約1.0安培。如此，施加通過電池102的電流密度係由0.15至1.5毫安培/平方厘米。判定微生物去活化程度係隨著流體流速的降低以及電池102中的流體駐留時間的增加而升高。即使於所檢驗的最高流速1.1升/分鐘，仍然可獲得出乎意外的駭人的細菌和病毒的3對數值(99.9%)減低的消毒效果。於所檢驗的最低流速亦即0.060升/分鐘，獲得細菌和病毒6對數值(99.9999%)降低非凡消毒程度。最低流速對於EPA清淨機狀態即足，對多項用途也實用。如此至少約0.15毫安培/平方厘米的電流密度可提供於0.060升/分鐘或以下至少6對數值微生物的降低，使用此處的大小裝置於少於1升/分鐘甚至可提供3對數值降低。

電池102的高度由25厘米加倍成50厘米，雖然可維持如第6圖資料的相同電流密度，但可讓每個電池102的流速加倍。電池102中流體的駐留時間為電池102的流體體積除以

流速，可決定流體流所得的消毒程度。舉例言之，如第12圖所示的電池102a具有餘隙容積約為1升，故流體流速為0.060升/分鐘，電池102中的流體駐留時間約為17分鐘。舉另一例，於流速1.1升/分鐘，駐留時間約為0.9分鐘。如此，

5 期望控制於電化學電池102的駐留時間來提供期望的消毒程度。較佳流體駐留時間至少約為0.05分鐘，更佳至少約0.3分鐘。

控制器170也相關於接受處理流體中的微生物的預定含量來設定電流密度。例如，於使用裝置100適當培養之後

10 例如藉計算群落數目之方法，檢測得微生物含量為6對數值，則於駐留時間約10分鐘，電流密度可設定於至少0.1毫安培/平方厘米。電流密度也可關聯檢測得處理水中的微生物濃度設定，俾便調整電流密度及/或駐留時間(流速)。

實例3

15 一種電化學流體處理裝置100包含一對電化學處理電池102a,b、閥118、一電源供應器114、控制器170及管路系統，不含輔助過濾器或抗微生物池(諸如117a, 117b)，用來消毒具有ATCC 25922大腸桿菌輸入濃度 $3-5 \times 10^7$ CfU/100 mL的進水。進水濃度係以1:20000及1:400000樣本稀釋度稀

20 釋於無菌PBS (哈地(Hardy))接種於mFC瓊脂板100毫米(生物媒體(Bio-Media)BM 3277)測定。孔板係根據迪福可公司(Difco)手冊於升高溫度培養24小時。使用手持式電子式群落計數器(費雪(Fisher) 07-910-15)計算藍色大腸桿菌群落數目。

計算大腸桿菌數目的輸出水樣本對裝置100的兩個電池之6升連續樣本，係於1升樣本點及於5升樣本點對各個回合分開收集樣本。樣本(100毫升)係收集於康寧公司(Corning)品牌桿菌形樣本容器含硫代硫酸鹽(費雪09 5 73091)。樣本係藉膜過濾法，使用米利普(Millipore)微菲爾(Microfil)過濾系統(MIAC 01P01)附有100毫升漏斗，使用MICE膜白色0.45微米(MIHAWG072)及mFC瓊脂孔板100毫米(生物媒體BM 3277)進行檢定分析。孔板係根據迪福可公司手冊於升高之溫度培養24小時。使用手持式電子式群落 10 計數器(費雪07-910-15)計算藍色大腸桿菌群落數目。

由電池所提供的消毒程度係藉大腸桿菌減少之對數值測定，定義為進水中之大腸桿菌濃度(以Cfu/100 mL表示)除以製造水中之大腸桿菌濃度之比之LOG10。舉例言之，若大腸桿菌之初濃度為 10^7 Cfu/100 mL，而最終計數值為10 15 Cfu/100 mL，則對數值降低為6.0。

一項實驗中，產物水由有兩個電池102a,b的裝置100收集，電池各自高約15.6厘米，膜內徑約3厘米，及膜外徑約10厘米。樣本係於0伏特至300伏特之電壓設定值範圍收集，於電壓50伏特，相對應於60層螺狀電池的每一膜乘0.8 20 伏特，消毒程度大於大腸桿菌減少對數值大於2。

於本實驗中，進水含有150 ppm氯陰離子、150 ppm碳酸氫鈉、及150 ppm硫酸鎂。測量得之導電係數為850-890 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，測得之pH為6.5。對各條件之平均對數值降低，結果顯示如下。

電壓	於0.25升/分鐘流速之 對數值降低	於0.50升/分鐘流速之 對數值降低
0	0.5	0.2
50	3.7	2.8
150	4.5	3.3
300	6.2	5.1

實例4

如第8A圖所示6升得自各電池102之樣本的1升點以及如第8B圖所示6升得自各電池102之樣本的5升點，所得全部各點，將實例3之實驗所得資料作圖。對數值降低測得之消毒程度係隨著電池102測得的電流而增高。即使於電池外徑於0.2毫安培/平方厘米電流密度相對應之低於0.1安培直流電流，仍然可獲得大於2 log降低。未供電電池(0伏特)並未提供顯著的消毒程度。本試驗中低於1 log降低之消毒程度係於本程序之實驗誤差範圍以內。

實例5

於另一項使用實例3所述裝置100、電池102及方法進行的實驗中，消毒程度係以進水中存在的氯陰離子濃度之函數測定。進水之大腸桿菌之濃度係於 5×10^6 至 1.3×10^7 Cfu/100 mL之範圍，下表中各個登錄項目的結果係得自相同條件下的4-8個個別樣本的平均值。對全部氯陰離子濃度而言，總導電係數係添加150 ppm碳酸氫鈉或硫酸鎂調整。全部樣本測得之導電係數係於430-890 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 之範圍，pH係於8.0-8.6之範圍。對全部接受測試之氯陰離子濃度以及無氯陰離子存在下可見大於2 log之降低。

電壓	於0.25升/分鐘流速之 對數值降低	於0.50升/分鐘流速之 對數值降低
0	3.8	3.2
15	5.8	3.8
60	6.6	5.8
150	6.5	6.3

實例6

本實驗係使用實例3所述裝置100、電池102及方法進行，測量產物水中之殘留游離氯濃度，呈進水中所存在的
5 氯陰離子之函數。各回合進行4次測量，表中之值為於流速
範圍(0.25-1.0 L/min)及導電係數範圍(430-1680 $\mu\text{S}/\text{cm}$)所
做數回合的平均。使用比色計1000(帕林測試(Palintest)PT
245/M2)及帕林測試DPD1及三種試驗試劑(AP031)測試樣
本的游離氯濃度。

10 全部樣本皆有消毒程度大於2 log降低，平均氯殘量低
於0.1 ppm。平均值中並無任何個別點之值係大於0.2 ppm。
於製造有低味道及氣味成分的飲用水時期望游離氯含量
低。

進水中之氯陰離子濃度， ppm	製造水中之平均游離氯， ppm	樣本數 回合
0	0	7
15	0.02	4
60	0.07	9
150	0.08	5
360	0.06	1

實例7

於另一項使用實例3所述裝置100、電池102及方法進行的實驗中，消毒程度係以進水之pH之函數測定。用於本實驗的單次進水具有 5.2×10^7 Cfu/100 mL及60 ppm氯陰離子濃度，560 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 導電係數及pH 8.6。然後藉加入硫酸將pH調整至6.4。表中之各值為四個樣本的平均(得自各電池的6升樣本中的1升點及5升點)。

	於0.25升/分鐘之 對數值降低	於0.50升/分鐘之 對數值降低
pH 6.4	4.9	4
pH 8.6	3.5	2.9

實例8

10 於另一項使用實例3所述裝置100、電池102及方法進行的實驗中，測定廢液流中之大腸桿菌濃度。此等試驗回合中，發現廢水中之大腸桿菌少於10 Cfu/100 mL。

回 合 號 碼	進水參數							廢水樣本大腸桿菌平均			
	NaCl (ppm)	Cl- (ppm)	Incom.pH	TDS (μ S/cm)	Temp. ($^{\circ}$ C)	(Cfu/100 mL)	(Cfu/100 mL)	(Cfu/100 mL)	降低	降低log	
43	25	15	6.7	410	32	2.40E+06	1.00E+00	2.40E+06	2.40E+06	6.4	
45	25	15	6.3	410	28	1.84E+07	3.00E+00	6.13E+06	6.13E+06	6.8	
47	25	15	8.4	370	28	4.00E+06	1.75E+00	2.29E+06	2.29E+06	6.4	
38	100	60	6.7	470	28	1.52E+07	1.00E+00	1.52E+07	1.52E+07	7.2	
48	250	150	8.3	830	28	1.08E+07	1.00E+00	1.08E+07	1.08E+07	7.0	
44	250	150	6.8	830	32	3.60E+06	1.00E+00	3.60E+06	3.60E+06	6.6	

實例9

本實驗係使用實例3所述裝置100及方法進行，但不存在有水分裂膜，產物水的總氯含量係以進水中存在的氯陰離子及流速之函數測定。

- 5 第25圖顯示於無水分裂膜110存在下，產生顯著量的氯且留在產物水中。不含離子交換膜之電化學電池可用來產生游離氯，進給入含有膜110的電化學電池102用來改良消毒效能。

實例10

- 10 於另一項使用實例3所述裝置100、電池102及方法進行的實驗中，有或無額外抗微生物池加至系統來測量消毒程度。抗微生物池含有48克哈羅純(HaloPure)溴化樹脂珠粒，此乃一種N-鹵胺化合物。由該電池102中連續抽取6升產物水通過裝置，接著於0.5升/分鐘流速通過N-鹵胺電池。表中
- 15 的各數值為4個樣本的平均(得自各個電池的6升樣本的1升點及5升點)。

- 本實驗中，進水含有600 ppm碳酸氫鈉及600 ppm硫酸鎂。加入額外量的鹽為250 ppm氯化鈉或250 ppm硫酸鈉目標達成總導電係數1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。測得之導電係數為
- 20 1480-1530 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 及pH為7.2-7.3。

電池組態	NaCl ppm	於0.5升/分鐘流速之 對數值降低
裝置	0	1.7
裝置+N-鹵胺電池	0	7.6
裝置	250	4.8
裝置+N-鹵胺電池	250	7.6

於進水中有或無氯陰離子的存在下，增加額外消毒電池至裝置100，可提供大於7 log降低的消毒效果。

- 5 雖然舉例說明之實驗係指電化學電池102所能達成的微生物去活化及抗微生物性質，但須瞭解也可使用其它電池組態。

過濾器

- 除了抗微生物池之外或作為替代之道，裝置100也包括
10 過濾器177b，其係設置於電化學電池102下游(如圖所示)、電池102上游、或甚至於電池102本身內部。過濾器177b可有不同類型，包括沉澱物過濾器、碳過濾器、微孔過濾器、細菌學過濾器、及其它過濾器。

- 於一個版本中，如第9圖所示，過濾器177b為沉澱物過
15 濾器181，其係用來從流體流124中過濾出微粒197諸如懸浮固體。微粒197可包括泥土、砂石及黏土微粒。流體進入沉澱物過濾器181，流體通過構成過濾器181之壁的多孔膜198。直徑大於過濾器孔徑的微粒被捕捉於膜198內部。通常沉澱物過濾器係以將被過濾器181所捕捉的顆粒大小的
20 「微米」數來分級。進一步歸類為「標稱值」或「絕對值」。

例如，標稱值5微米的過濾器預期可捕捉85% 5微米及更大的顆粒而絕對值5微米的過濾器預期可捕捉99% 5微米及更大的顆粒。於一個版本中，卡匣型過濾器具有孔洞結構可過濾出直徑至少為5微米的顆粒。於一個版本中，沉澱物過濾器181包含袋型。袋型過濾器將流體流入袋199內，通過袋199的孔洞201流出，將泥土及微粒狀物質197捕捉於內部。另一個版本係使用卡匣型過濾器(圖中未顯示)，其中卡匣包含多孔過濾元件材料之中空圓柱體位在頂端及底端邊界。流體進入過濾元件(袋或卡匣)中心，通過壁的孔口流出，將泥土和微粒狀物質捕捉於壁內及中空中心底部。沉澱物過濾器181元件(袋或卡匣)為多孔，包含捲繞線或繩索、聚丙烯、聚酯、纖維素、陶瓷、玻璃纖維或棉。過濾元件係容納於包含本體202b及蓋202a的殼體202內部。殼體202可包含成形塑膠、聚合物、不鏽鋼、青銅或黃銅。沉澱物過濾器181也包含抗微生物過濾器，換言之沉澱物過濾器的多孔膜包含此處所述之抗微生物劑來源。

過濾器177b的另一個版本包含活性碳過濾器187，如第10圖所示。活性碳過濾器187包含呈粒子、顆粒形式的活性碳或碳塊221，其係從流體流中過濾出污染微粒及微生物。碳過濾器被套在殼體219內部，碳粒子、碳顆粒或碳塊被前置過濾器223及後過濾器225所包圍，前置過濾器223及後過濾器225可包括抗微生物過濾器但非限於此。碳過濾器有個蓋子226來輔助導引流體流125的流動。活性碳具有較大表面積，可從通過的流體中吸附污染物，當進行此種吸附時，

活性炭的表面能降低。活性炭具有名目孔徑例如約1微米。適當活性炭也具有表面積至少約1000平方米/克。活性炭係作為吸收篩來去除包囊、微生物、顯微顆粒、氯及有機化合物，而提供有較佳口味和外觀的處理水。

- 5 活性炭過濾器187可位在電化學電池102及抗微生物過濾器上游，來確保碳過濾器的任何可能生長在更下游被消毒。發現包含電化學電池102及過濾器177b具有名目孔徑1微米的碳塊之裝置100可去除寬廣範圍的污染物。

 於另一個版本中，活性炭過濾器187置於輸出管151來
10 處理去離子水。活性炭過濾器187過濾出可能溶解或懸浮於流體流125的雜質及污染物，諸如大型有機分子。活性炭也可位在電化學電池102本身的殼體219內部呈於電池102底部的一層。活性炭位於電池殼體219中央，環繞升流管，流體必須通過入口217，然後通過活性炭才能到達電池102的
15 出口218。於另一版本中，可含括碳作為活性炭包裹物，或顆粒呈黏附於螺狀包裹膜110的內表面。於此版本中，當離子交換膜卡匣更換時，活性炭包裹成將被更換。

 過濾器177b也可包含陶瓷過濾器，包含尺寸小於約10
 微米的小孔。陶瓷過濾器也包括次微米過濾器，可過濾出
20 尺寸小於0.1微米的顆粒。適當陶瓷過濾器包括微孔過濾器及奈米材料過濾器。奈米材料過濾器含有奈米尺寸的材料，用來去除微生物和去活化微生物。舉例言之，陶瓷過濾器含有陶瓷奈米纖維諸如氧化鋁奈米纖維；塗覆有可捕捉及去除有毒金屬、蛋白質及細菌的奈米級聚合物刷；及

氧化鈦製成的奈米管柱。過濾器也包括奈米材料過濾器，其當受紫外光照射時，可摧毀通過的流體流中的多種污染物諸如寄生蟲、工業溶劑及菌種。陶瓷過濾器可以流體以反向沖洗來清潔。於多種情況下，需要強力反向刷洗來去
5 除孔洞的堵塞物。

過濾器177b也是抗微生物過濾器，其可殺死、去活化、或去除來自於流體流的細菌或其它微生物。經由於裝置100的電化學電池102的前方或後方組合抗微生物過濾器(也稱作為細菌學過濾器)，對於過濾器177b及抗微生物池177a二
10 者的需求放鬆，但仍然讓裝置100可滿足消毒目的。例如可提供3對數值消毒的細菌學過濾器讓只提供3對數值消毒的電池102a,b共獲得6對數值的微生物減少。適當細菌學過濾器包括機械過濾器例如有適當小孔(<1微米)的碳塊狀物，以及超濾膜、奈米濾膜、或逆滲膜，全部皆可以物理方式從
15 產物水中排除各種尺寸的微生物。其它有用的過濾器包含可去活化或殺死微生物的添加劑，例如銀以某種形式與碳介質或其它介質摻混，當水通過過濾器時，滲濾出且殺死接近介質表面的微生物，如金屬離子過濾器章節所述。

於另一版本中，過濾器177b為逆向滲透(逆滲)過濾池
20 249。於逆滲池249中，流體或水藉電動幫浦251或自來水壓加壓通過合成半透膜253。半透膜253包含於流體中安定的化學化合物。水係以高壓泵送通過半透膜253，造成污染物254於膜界面被去除。舉例言之，包含膜科技(Filmtec)膜的逆滲過濾器可用於海水脫鹽中去除鹽份，從井水中去除天

然礦物質，也藉由去除硬水離子而具有軟水效果。逆滲池
249也可組合活性碳電池使用，後者可去除氯來避免逆滲膜
的降級，且於水通過逆滲膜之前可去除揮發性有機化合
物。於脫鹽用途中，從含有35,000 ppm TDS的水去除98%
5 總溶解固體(TDS；或離子)，留下700 ppm TDS於水中。如
此對飲用水而言仍然是高濃度(口味與氣味問題)，較佳係進
一步以本發明之電化學裝置100來降低濃度。

於又另一個版本中，過濾器177b為組合數種技術的優
點之多階段式過濾器或組合過濾器。多階段式過濾器包括
10 沉澱池、活性碳池及其它池的多種組合，來提供有較佳口
味、較低固型物含量、色彩較為澄清、且微生物含量較低
的飲用水。具有電化學去活化過濾器及多階段式過濾器的
裝置100可去除寬廣範圍之污染物包括氯、懸浮粒子、有機
化合物、細菌、病毒、包囊及離子，來提供大於90%寬廣
15 多種生物污染物及化學污染物的去除比率。

於另一個版本中，過濾器177b包括硬水轉換池，將硬
水轉成軟水。硬水會干擾肥皂與清潔劑的清潔作用。水軟
化劑係採用鈉形式的強酸陽離子交換樹脂。當包含二價陽
離子諸如鈣、鎂及錳的水通過此種離子交換樹脂時，二價
離子交換一價鈉。含有一價離子的水稱作為「軟水」。當離
子交換樹脂上的大量鈉離子被二價離子置換後，樹脂必須
以鹽水(濃氯化鈉或濃氯化鉀)再生，來以鈉或鉀置換二價離
子，接著徹底清洗，準備用於另一次工作週期的水軟化劑
來製造軟水。軟化後的產物水的TDS並未下降，陰離子(帶
20

負電荷物種諸如硝酸根、砷或過氯酸根)並未被交換。於水軟化劑之後使用本發明之電化學裝置減少TDS，改進口味，去除可能有害的陰離子污染物。

本消毒流體系統如水也可用作為其它流體處理系統的一部分。例如電化學消毒裝置可用於都會水處理系統包含沉澱處理、軟化處理及其它處理。都會系統包括飲用水處理和廢水處理讓水再度供使用或變成放流水。使用本發明裝置100結合都會水處理系統例如可降低氯或其它化學消毒劑濃度，同時降低TDS或特定污染物濃度。需要添加化學品來提供殘餘消毒作用(當飲用水流過配送系統至終端使用者的持續消毒效果)。使用本發明將允許使用較少化學品來提供此種殘效。游泳池和spa也需要水中有某些化學品殘餘濃度來維持消毒，故當使用本發明於游泳池或spa，同時也採用其它消毒系統例如化學品或電化學品進給系統(手動或自動)時也可獲得相同效果。於游泳池或spa中，本發明之電化學電池102可同時降低TDS或去除特定污染物，同時減少對化學添加劑獲得給定的消毒效果的需求，藉此減少化學品的耗用量或維護保養頻次。

於又另一項用途中，半導體產業需要超純水來製造半導體製品。於半導體用途中，因微生物有損微電路或元件製品的品質，故水必須被消毒。典型係以紫外光裝置作為多階段式處理程序的最末步驟來進行。使用本發明可同時去除水中離子，同時於製程水的製造中進行消毒作為最末步驟。又另一項用途係作為電透析、電去除離子或混合床

離子交換裝置的前處理，用於水的去除離子例如實驗室水的製造，來對此等裝置提供較少TDS、較低硬度及微生物污染的進水。如此可延長其它去離子系統的壽命，降低成本。

5 多重電池裝置

一種包含多個電化學電池102a,b之流體處理裝置100之具體實施例顯示於第12圖。各個電池102a,b有一膜110a,b堆疊暴露於流體流124，且分別由第一電極106a、108a及第二電極106b、108b所包圍。電池102a,b也包含孔口146a,b來接納流體，孔口148a,b來釋放流體及流體通道144a,b連接孔口至孔口，流體流124通過其中。流體流124係源自於流體來源120，例如可為自來水源、井水、或含有非期望的化學品的廢水源。例如流體源120可提供包含自來水的流體流124，將藉處理電池102a,b淨化，所得淨化水通過孔口148送至配送裝置，諸如配送裝置128。流體來源120通常提供加壓流體，諸如得自自來水源、幫浦如脈動幫浦或自來水源與流量控制裝置(圖中未顯示)的組合。

電池102a,b係以兩種模式之一操作，兩種模式包括流體處理模式(或水去離子模式)及電池再生模式。於流體處理或水去離子期間，由施加至兩對電極106a、108a及106b、108b而出現於膜110a,b的電壓降造成水被逆向解離或於各膜110a,b的陽離子交換層150a,b與陰離子交換層152a,b間的界面156a,b被「分裂」成為成分離子 H^+ 及 OH^- 。

於電再生期間，施加相反電場，造成膜界面156a,b形成

H⁺離子和OH⁻離子，因此排斥於先前的去離子週期中所去除的陽離子和陰離子，如此再度形成陽離子交換材料及陰離子交換材料的酸形式和鹼形式。最佳當電化學電池102a用來處理流經電池102a的自來水源120，電化學電池102b被再生。如此，電池102a可以水處理模式操作，同時電池102b係於再生模式操作。於一個版本中，於再生週期中，控制器170開啟閥讓去離子流體流入電池146的流體入口，而控制電源供應器114供應有第一正極性的電流至第二電極106，來再生離子交換膜，來形成再生流體從去離子流體孔口釋放。去離子流體具有導電係數比去離子週期期間處理的流體的導電係數低50%。去離子流體用來再生電化學電池係優於含離子的輸入流體，可於二電池裝置的相鄰池中形成。

操作中，控制器170作動閥門，控制器170發送信號予各個閥門來控制其活動件122的由第一個位置移動至第二個位置或其它位置。閥系統118導引流體流124至102a,b中的任一者；由電池102a,b至排水口190；或由一個電池102a至另一個電池102b，或反之亦然。如熟諳技藝人士顯然易知，閥系統118也可用來將流體送至其它流體處理裝置。

控制器170操控閥門117，送信號給閥門117的馬達188，來控制活動件122的從第一位置移動至第二位置或移動至其它位置。閥門117導引流體流124至電池102a或電池102b。閥門117包含活動件122，其可由第一位置移動至第二位置或移動至其它位置來調節流經閥埠口180a-d的流體

的流動。閘門117也有馬達188來控制活動件122的移動。閘門117也可用來導引流體流124至任一電池102a,b；由電池102a,b至排水口190或由一個處理電池102a至另一個電池102b，或反之亦然。如熟諳技藝人士顯然易知，閘系統118
5 也可用來將流體送至其它流體處理裝置。

可用來調節流體流124流經流體處理裝置100的單一閘門117之具體實施例顯示於第13圖。雖然顯示具有特殊形狀和配置的閘門117之一個具體實施例，但如熟諳技藝人士顯然易知，閘門117也可具有其它形狀及結構，此等閘或其它
10 可控制流體流量之相當結構皆係包括於本發明之範圍。通常閘門117包含可盛裝流體的一個包圍殼體210，且包含耦聯至蓋240之底部230，且典型係藉聚合物例如諾里(NORYL)射出成形所製造，或由不鏽鋼、鋁或銅所製成。殼體210具有一組埠口180a-d，通過埠口180，流體可進入閘門117及
15 離開閘門117。各個埠口180有至少一個包圍埠口的溝槽182，其可接納一緣封183來包圍埠口184。緣封183可為彈性體O形環或鐵氟龍(Teflon)O形環，其尺寸可嵌合入相對應之溝槽182內部來形成流體緊密封。埠口180也有多個同心溝槽182來允許安置多個緣封183環繞各個埠口180。周邊溝
20 槽186環繞底部230的周邊延伸來接納密封墊圈189。向外延伸的周邊脣有孔洞，其允許附接底部230至蓋240。蓋240嵌合於底部230上，至少有一個埠口180來接納來自於流體源120的流體。蓋240形成室245，儲存透過孔口埠口215而接納來自流體源120的流體。蓋240也包括一主軸開口235，活

動件122伸出該開口。當流體源120提供加壓流體例如來自於自來水源的流體時，室245中的水也處於相等外部壓力下。

活動件122維持於壓縮力之下，可於不同位置間移動，
5 包括第一位置和第二位置，來控制流體之流經閥門117且流入埠口180。活動件122係於殼體210內部，從蓋240伸出而將耦聯於馬達188。於一個實施例中，馬達188可旋轉活動件122；但依據閥117的形狀和組態而定，馬達188也可縱向、垂直方向、橫向或於其它方向滑動活動件。於所示實
10 施例中，活動件122有一轉子252、一活動面268及一內通道274。一浮動封284係設置於活動件122(諸如轉子252)與底部230間，來減少當活動件122移動時流體從室245滲入埠口180。彈簧290嵌套於主軸255，來維持活動面268上的初始壓縮力，活動面268又朝向浮動封284壓迫。適當浮動封284
15 可由聚四氟乙烯製成，例如得自德拉威州威明頓杜邦公司(Dupont de Nemours Company)的鐵氟龍。

馬達188係透過齒輪總成(圖中未顯示)而連結活動件122。馬達188可為習知直流馬達，其係以齒輪向下齧合，且經控制來提供活動件122的快速週期移動。適當直流馬達
20 可為旋轉致動器，其旋轉包含轉子252的活動件；或為線性致動器其滑動活動件122。也可使用齒輪總成，包含一組提供適當齧合比的齒輪。

替代單一閥118，包含多個電磁閥119的閥系統也可用來導引流體流經電池102a,b。雖然第14圖顯示電磁閥119之

一具體實施例，但如熟諳技藝人士顯然易知，閥119也可具有其它形狀或結構。大致上，閥119包含一包圍殼體210，其可盛裝流體，且有一組埠口180a,b，流體可通過埠口而流入及流出電磁閥119。殼體210典型係藉聚合物射出成形製造，或由不鏽鋼、鋁或銅製成。各個閥119包含一柱塞123，其可從第一位置移動至第二位置或其它位置來調節流體的流經閥埠口180a,b。電磁閥127用來藉施加電流予電磁閥127內部包圍柱塞123的線圈233，來控制柱塞123的移動。殼體210有埠口可供附接電連接器來連接至電磁閥127的線圈233。柱塞123具有埋設的磁鐵247及底密封面249。磁鐵247係定向成其北極與南極間畫一條線大致上係垂直於一個線圈繞組的平面。電磁閥127係透過連接器234將直流電流過線圈233來作動。電流流經線圈233，來於線圈233內部產生磁場，磁場與埋設於柱塞123內部的磁鐵247交互作用，來依據電流方向升降柱塞123。當電磁閥127係於開啟位置時，柱塞123升高，流體通道允許流體從第一埠口180a流至第二埠口180b。當電磁閥127於關閉位置時，柱塞密封面249向下壓迫孔口來形成封，防止流體通過於閥埠口180a,b間，停止流體的流經閥119。

20 雙電池裝置之實例

第15圖顯示流體處理裝置100之版本，該裝置有兩個電化學處理電池102a,b係由雙電源供應器114a,b所供電，且有一閥系統118係藉控制器170控制。雙電源供應器各自分開包含所需元件，例如第4A圖及第4B圖之實施例所示元件。

但於另一個版本中，雙電極電源供應器有某些共通元件，例如雙電源供應器可有單一零交越檢測器，原因在於由零交越檢測器所產生的零交越信號只取決於交流電壓，因此可由多個電源供應器所共用。

5 也可使用單一電源供應器114，但雙電源供應器114a,b
允許一個電源供應器114a來操作第一電池102a用於去離子
與再生，而另一個電源供應器114b用來操作另一個電池
102b也用於兩項功能。藉此方式兩個電池102a,b可獨立操作
或同時操作。電源供應器114a,b各自有兩個輸出端子157a,b
10 及153a,b。本版本中，各個電源供應器114a,b係分別連接至
單一電池102a,b，例如電源供應器114a係連接至電池102a
而電源供應器114b係連接至電池102b。端子157a,b與153a,b
間的電壓輸出位準係由控制器170控制。各個電源供應器
114a,b分別可提供偏壓予各個電池102a,b來操作連接的電
15 池進行流體的處理或再生。於所示版本中，各個電源供應
器114a,b可輸出約-300伏特至+300伏特間的電壓。舉例言
之，電源供應器114a,b可於輸出端子157a,b與153a,b間輸出
高達約300伏特的正電壓以及低於約-300伏特的負電壓。

於又另一版本中，雙電源供應器114a,b係設定成各個電
20 源供應器114a,b的極性為固定極性，故一個電源供應器經常
係提供有正極性的電壓，而另一個電源供應器經常性提供
有負極性的電壓。如此，第一電源供應器114a包含經常性
有正極性的第一輸出端子157a，而第二電源供應器114b包
含經常性有負極性的第一輸出端子153a。此項版本允許第

一電源供應器114a單獨用於兩個電池102a,b中流體的去離子，而第二電源供應器114b只用於兩個電池102a,b的再生。

於又一版本中，各個電源供應器114a,b分別連接至兩個電池102a及102b，可用來於去離子模式或再生模式驅動任一電池102a,b。此版本提供重複進行的能力，電源供應器114a,b之一故障時，另一個電源供應器可用來操作兩個電池102a,b。於此版本中，控制器170包含程式碼來檢測各個電源供應器114a,b的操作(或故障)，且若有所需以一個電源供應器來替代另一個電源供應器。

於操作中，控制器170控制電源供應器114a,b來切換其開或關，且控制於輸出端子157a,b與153a,b間所提供的電源電壓。此外，控制器170控制閥系統118來調節流體的流經電池102a,b，同時控制連接至各個電源供應器114a,b的端子157a,b及153a,b以及控制於端子所供應的電壓。藉此方式，控制器170可操作電池102a,b用於流體處理，也可於流體處理方向操作一個電池102，而另一個電池102被再生。

裝置100進一步包含一流體管路系統，其有一第一叉163分裂入兩管，來允許輸入的流體流124順著叉的一邊朝向第一電池102a流動，及順著叉的另一邊朝向電池102b流動。於一個版本中，閥系統118包含四個電磁閥119a-d，設置於管路系統來控制流體的流經各個管路。第一對電磁閥119a,b係位在第一叉163與處理電池102a,b各自間的管路內，來控制輸入流體的流入各處理電池102a,b。於第一電磁閥119a,b與電池102a,b間有第二叉165a,b。於第二叉165a，

流經裝置100的流體可流至處理電池102a或流至排水口190。於第二叉165a,b與排水口190間有控制流體流至排水口190的第二電磁閥119c,d。閥系統藉控制器140控制，控制器操作閥結合電源供應器114a,b來處理流體及再生電池

5 102a,b。

於用於流體處理的電池102a的操作期間，閥119b關閉，而閥119a開啟。流體由沉澱過濾器181的出口，流經電磁閥119a，通過第一孔口146a流入電池102a內部。正向電壓施加於電池102a的電極106a、108a，流經電池102a的流

10 體經處理。流體通過第二孔口148a離開電池102a，流經活性碳過濾器187，進一步處理流體。經過雙重處理的流體流經流體流量感測器204。閥119e開啟，處理後的流體從閥119e流出而流至消費者。

電池102a,b、電磁閥119a-e及輸出148a,b係以所示組態

15 配置，允許電池102a,b用來再生彼此，舉例說明如後：電池102a於處理模式操作而電池102b於再生模式操作期間，閥119b關閉而閥119a開啟。閥119c關閉而閥119d開啟。流體從沉澱過濾器181流出，流經閥119a，通過電池102a的第一孔口146。電壓施加於電池102a的電極106、108間，流經電

20 池102a的流體經處理。流體通過第二孔口148a從電池102a流出。閥119e關閉，藉此阻斷經處理的流體流至輸出。反而，該流體係通過第二孔口148b而流入電池102b。施加反電壓於電池102b的電極106、108。流體從電池102b的第二孔口148b流至電池102b的第一孔口146b，且拾取離子。再

度被離子化的流體由電池102b的第一孔口146b送出，流經閥119c且流入排水口190，送出流體處理裝置100之外。藉此方式通過電池102b的流體清洗去除電池102b的雜質而可稱作為將電池102b再充電供未來的流體處理使用。

5 閥系統118的另一個版本也有五個電磁閥119，如圖所示，電磁閥119用來控制流體的流經電池102a,b至排水口190，以及流至流體輸出來輸出處理後的流體給使用者。電磁閥119a及119b分別控制輸入的流體流至電池102a及電池102b。電磁閥119c及119d分別控制流體流至電池102a及
10 102b排放。額外的第五個電磁閥119e控制流體的流至出口。處理電池102a的出口148a及處理電池102b的出口148b係連結至一共通輸出管151。

流體流量感測器204也可沿流體流125設置。適當感測器為霍爾效應感測器，其輸出電壓，以與渦輪的旋轉頻率
15 相對應的頻率振盪。控制器170使用來自於流體流量感測器204的流速信號，來判定流經管路及電池102a,b的流體流速，而此流速資訊可用於多項不同目的。舉例言之，控制器170可使用流速信號位準來控制電源供應器114a,b，來調整施加於電池102a,b之電極106、108的電力。藉此方式，施
20 加於電極的電壓可經調整來達成較高度微生物去活化，或相關於流經電池102a,b的流體流速，調整施加於電極的電壓功率。

壓力感測器159也可設置來輸出與裝置100中的流體壓力成正比的壓力信號予控制器170。當配送裝置128開啟而

輸出管151的壓力降低時，控制器170可啟動流體處理裝置100的操作來提供處理後的流體流125。當配送裝置128關閉，於輸出管151及控制器170中累積的壓力會切斷電化學電池102a,b的操作。適當壓力感測器159包含習知感測器諸
5 如壓力隔膜感測器，有一個可撓性隔膜當施加流體壓力於隔膜時隔膜癘陷。癘陷的隔膜作動可變電阻或微開關，係由隔膜的位移所致動。

裝置100也包括一沉澱過濾器181，如前文說明用來從流體流124中過濾出微粒。於此版本中，沉澱過濾器181係
10 位在裝置100的前端，故輸入流體流124通過沉澱過濾器181處理，隨後才通過電化學電池102。此外，將&設置於電池102前方提供更為制菌的系統，原因在於電化學電池102可去活化於大部分過濾器中生長的細菌。裝置100進一步包括一活性碳過濾器187，其係位在共通輸出管151內，經處理
15 之流體於流至輸出埠口162的途中通過活性碳過濾器187。於所示版本中，前述流體流量感測器204係設置於裝置100的活性碳過濾器187與輸出埠口162間。裝置100也包括於流體流125之紫外光抗微生物過濾器161介於流壓力感測器159與配送裝置128間。於所示裝置中，抗微生物過濾器161
20 係位於流體流125介於壓力感測器159與配送裝置128間，壓力感測器159則係位於紫外光抗微生物過濾器161與流體流量感測器204間。

多池裝置的另一個版本顯示於第16圖。裝置100包含兩個電化學處理電池102a,b及單一電源供應器114，類似第15

圖之版本，裝置100也包含一沉澱過濾器181、包含電磁閥119a-d之閥系統118、排水口190、活性炭過濾器187、流體流量感測器204、紫外光抗微生物過濾器161及輸出配送裝置128。但第16圖之裝置100也具有含壓力感測器159的流體盛裝槽126及具有計量閥119e之計量元件194。

電源供應器114係連接電化學處理電池102a,b且供電子二電池，可分開驅動個別電池或共同驅動兩個電池。控制器170控制電源供應器輸出電壓之幅度，可輸出30伏特至330伏特DC電壓或30伏特至330伏特DC電壓，具有AC紋波占輸出電壓幅度之10%至50%。控制器170也控制電源供應器114的極性選擇器，因而控制於輸出端予供給電池102a及電池102b的電壓極性。如此，電源供應器114可於流體處理方向操作電池102a,b，也於反向再生電池。電源供應器114可分開或共同操作電池102a,b，換言之，電源供應器114可於流體處理方向操作電池102a，而電池102b為關；或電源供應器114可於流體處理方向操作兩個電池102a及102b。電源供應器114也於流體處理方向操作電池102a，而於再生方向操作電池102b。控制器170控制電源供應器114及閥系統118，來調節電壓的供應及流體的流經電池102a,b。

裝置100也包含具有一計量閥119e的計量元件194。計量元件194週期性供應或連續供應一劑抗微生物劑予流體。操作時，輸入流體通過管路至沉澱過濾器181，去除沉澱物後，流體流過計量閥119e，其可為電磁閥。計量閥119e連接流體流124至計量元件194。計量元件194可包含一抗微

生物池177a，其含有含抗微生物劑的抗微生物顆粒，當流體通過計量元件194的電池177a時，抗微生物劑緩慢釋放入流體。舉例言之，計量元件194可將氯陰離子源釋放入流體，如氯化鈉或氯氣。

- 5 流體盛裝槽126座落於流體流量感測器204下游的經處理流體管線中，來接納來自於電化學電池102a,b的經處理流體或輸出流體。壓力感測器159可安裝於流體盛裝槽126，流體盛裝槽126係用來接納來自於裝置100之輸出流體，且儲存定量處理後之輸出流體，隨後將經處理的流體釋放至
- 10 配送裝置128。於一個版本中，壓力感測器159位置接近槽126底部，來測量槽126內部的流體壓力，因而測量流體盛裝槽126的流體深度。壓力感測器159輸出壓力信號予控制器170，其控制閥系統118且調節流經處理裝置100之流體流量。舉例言之，當壓力信號指出槽滿水位時，槽126接近全
- 15 滿時，控制器170可停止經處理的流體流至槽126。如此防止流體因溢流而浪費。當壓力信號指出槽126中的流體水位低時，控制器170也作動裝置100來開始流體的流入處理流體槽126，藉此維持流體盛裝槽126接近全滿容量。當接收到壓力信號指出流體盛裝槽126中有夠高壓力時，控制器
- 20 170也可切斷電化學電池102a,b的操作來省電。

多電池去離子及再生操作

逆轉去離子流方向

參考第1圖，於電化學電池102進行去離子處理程序之一個版本，電化學電池102包含一殼體104，有第一孔口146

毗鄰於圓柱形外壁132，且允許流體從壁132中或接近壁132的孔進入電池102；一第二孔口148毗鄰於一管狀內壁134，其允許流體由電池102底部流出；一第一電極106毗鄰於圓柱形外壁132；一第二電極108環繞圓柱形內壁134(壁134本身可作為電極108或可接近電極108)；及一環狀捲繞離子交換膜110於電極106、108間。控制器170控制電源供應器114及閥117，來於去離子週期中，流體流入電池102的第二孔口148，故由管狀內壁134行進至圓柱形外壁132的流體於第一孔口146釋放出，同時供給電流予電極106、108來將流體去離子。

於本特定去離子程序中，流體係於電池102去離子期間流體流動的正常方向或典型方向的反向流經電池102。電池102的孔口148係於電池102的徑向內容積，如第1圖所示。如此，於此去離子週期期間，有較高導電係數的流體進入電池102的徑向內容積，來提供相對於反流方向較高的總導電係數，由於幾何理由習知係採用反流方向。然後流體流經卡匣130，流至徑向外容積作為有較低導電係數的去離子流體，通過正常為去離子期間的入口146送出電池102之外。將較低導電係數溶液於去離子期間置於較大型的外容積，而非如習知置於內容積，可提供整體而言較小的電池電阻。因內電極108暴露於流體的面積比大型外電極106暴露於流體的面積小之故。於接近第一電極106的內容積，電阻實質上較小。較小電阻皆可導致局部流體區的局部導電係數較高，故從相鄰於內電極106的膜110獲得更有效的離

子移除。此種去離子程序特別為螺狀包裹膜110所期望，膜110於電池102的內容積比同一個電池102的外容積有較小型包裹膜組態。此項處理可降低電池電阻至習知電池電阻的二分之一或三分之一。如此，此項去離子處理程序特別

5 為螺狀包裹膜110所需，其具有包裹膜組態於電池102內容積比同一個電池102的外容積之直徑小。

於再生期間，流體係於新鮮流體由第一孔口146進入電池102的相反方向流經電池102，故輸入的導電性較低的流體首先通過圓柱形電池102的外容積，其由於幾何理由提供

10 整體更高導電係數，於此幾何上較低導電係數容積呈較高導電性溶液而從電池102的中部流出。如此於本循環週期中，流體係進入電池102的第一孔口146，流體由圓柱形外壁132前進至管狀內壁134，將於第二孔口148釋放，同時供給電流予電極106、108來再生螺狀包裹膜110。

15 後去離子電流

於另一版本中，控制器170經規劃來控制電源供應器114於去離子週期完成後，繼續維持電流流經電池102經歷短週期時間。於去離子週期中，控制器170開啟閥117，讓流體流入電池102的孔口146，同時控制電源供應器114來供

20 給電力或電流予電極106、108，來形成去離子流體於孔口148釋放。於另一版本中，控制器170經規劃來控制電源供應器114即使於去離子流體流動停止後，繼續維持電流流經電池102經歷短週期時間。

此項處理係與間歇用途有關，諸如飲用水系統的使用

點來供給處理水水杯或水瓶。於去離子週期中，當開啟水龍頭或閥117而感測到流動，例如藉流速感測器或壓力感測器感測流動時，信號送至控制器170來供給電流予電池102來將流經電池102的流體去離子化。恰在水龍頭或閥117關閉後，流量感測器204發訊通知控制器170，流動實質上停止。此時，即使於流體的流進與流出電池102停止後，於後去離子處理週期中，控制器170經規劃來指令電源供應器114繼續供應去離子電流予電極106、108，來將電池102內部靜態盛裝的殘留流體繼續去離子化一段時間。如此允許電池102中的殘餘流體仍然於電池102內部期間被進一步去離子化。殘餘流體係於電池102去離子，故隨後當新鮮未經處理的流體流入電池102時，於電池102中已經被去離子的流體藉輸入的新鮮流體而被壓出電池102之外。結果，電池102所產生的初次經處理流體批次已經被去離子化，不具有不良口味或殘餘離子，若於流體流動初步停止時關閉電源，則該口味或離子將留在流體中。

典型地，於流體流入電池102後電力施加於電極106、108的時間係依據於此靜態週期期間電池102中的電流密度決定。為了獲得高於約0.5毫安培/平方厘米的電流密度，後去離子時間係少於10分鐘且較佳少於5分鐘。總時間週期典型少於約5分鐘。供給電極的典型電流密度至少約0.05毫安培/平方厘米，也少於約5毫安培/平方厘米。後去離子時間過長，特別於靜態期間去離子電流密度增高，將提升電池102及其流體內容物的溫度。依據用途而定可能有益或有

害。

第21圖驗證於流體流經電池102結束後，施加後去離子電流予電池102的電極106、108的效果。對於流經電池102流體量增加所去除的離子百分比，隨著時間週期由0分鐘延長至3分鐘，增高約10%，電流係持續供給電極106、108。於0電流位準，於無後去離子電流施加於電池102a,b，於7加侖流體被去離子後，去除的離子百分比降至約70%。相反地，當後去離子電流施加1、2或3分鐘時間，於容積量7加侖，去除的離子百分比約為80%或以上。

10 再生中反向流動與電流

回頭參考第1圖，電池102有第一電極106及第二電極108環繞離子交換膜110設置，故第一電極106毗鄰於第一孔口146，而第二電極108毗鄰於第二孔口148。於去離子週期中，控制器170作動閥117讓流體流入電池102的第一孔口146，故流體通過第一孔口146流入，而通過第二孔口148流出。同時，控制器170可作動電源供應器114來維持電流於電池102，造成負離子朝向第一電極106遷移來將流體去離子化，隨後於第二孔口148釋放。於本循環中，控制器170作動電源供應器114，施加電壓至第一電極106，該電壓比施加於第二電極108的電壓更為正極性。如此將第一電極106相對於第二電極108維持於正偏壓。於一個實例中，第一電極106係維持於正極性，而第二電極108係維持於負極性。但第一電極106也可維持於比第二電極108更加正極性，二電極106、108係維持於淨負極性(相對於地電位)或反

之亦然。舉例言之，對一個高約25厘米直徑4吋的電池102而言，於去離子階段，電源供應器114跨第一電極106及第二電極108施加約0.01安培至約10安培電流，以正接腳來施加於第一電極106。因膜110係螺狀捲繞，故膜110的截面積係從螺狀捲繞的外側改變至內側，故各個膜包裹的電流密度也從內側改變至外側。膜110典型具有外徑約為內徑的兩倍至三倍。膜之電流密度係由相鄰於電極106、108的較大面積決定。於螺狀卡匣中，此乃外膜包裹，膜電流密度係由電池電流(毫安培)除以外卡匣表面積(平方厘米)求出。適當電流密度係由約0.02毫安培/平方厘米至約20毫安培/平方厘米。

於電池102的去離子週期中，因具有較高正極性的電壓係施加於相鄰於第一孔口146a,b的第一電極106，第一孔口146a,b係供流體通過其中進入電池102，故可用作為陽極，造成酸形成於電極108，溶解於此電極108或電池102的此一部分之任何碳酸鈣或其它磷垢。酸進一步於流體流動方向掃除進入卡匣，來溶解於膜上或膜周圍沉澱的磷垢諸如碳酸鈣。結果，磷垢沉澱於膜的去離子週期期間自我清潔，來提供電池102更長的操作壽命。

隨後於再生週期中，控制器170操作閥117，來逆轉流經電池102的流體流向。再生期間逆轉流向為較佳，原因在於比其它替代之道提供更高效率(更快速、更省水、更省電)。於去離子期間，於去離子流體入口的離子交換材料比於膜長度終端(經處理流體離子電池102之位置)的離子交換

材料，從進水溶液中萃取出更多量離子。於去離子路徑起點之膜為初處理步驟(去除大量離子)，而於膜長度終端的膜為結束處理步驟(去除較少量離子)。如此經由逆轉再生流體方向，有最低離子濃度之再生進給流體接觸由最低離子濃度之膜長度的結束終點，當離子由膜中排出時，再生流體中的離子濃度升高。因此，於再生期間，沿膜全長跨膜表面之濃度梯度最小化，如此離子可更有效從膜中排放入再生流體中。額外效果為再生結束時，於去離子出口的水具有再生進水的組成，而非於去離子入口離開的廢水濃度。如此減少於隨後去離子期間於再生入口離開電池102的第一水的污染。

第22圖顯示用於增加於電化學電池102中的去離子處理週期，輸出的經處理流體例如去離子水之導電係數的比較。於各個去離子處理週期期間，於電池102中約有2加侖水被去離子化。於各個去離子週期後，電池102經再生：管線(a)-含硬水之流體具有高離子濃度；管線(b)-含軟水之流體；及管線(c)-含去離子水之流體以逆向經由去離子流體孔口通過電池102。可知如於管線(a)，以硬水再生經300週期後相對於管線(b)中以軟水再生的電池102a,b，或相對於管線(c)中以反向去離子水再生的電池102a,b，於電池102中去離子水的離子含量或導電係數升高。

除了於再生期間逆轉流體流向之外，控制器170也逆轉施加於電池102的電流方向。為了達成此項目的，控制器170操作電源供應器114來維持第一電極106為負電極，而維持

第二電極108為相對於第一電極106的正電極。如此進行方式係逆轉第一電極106及第二電極108的極性，或相對於第二電極108以負偏壓來充電第一電極106。一個實例中，第一電極106係維持於負極性，而第二電極108係維持於正極性。但第一電極106也可維持於比第二電極108更負的極性，而兩個電極106、108維持於淨負極性或正極性。電池102中的電流造成正離子朝向第一電極106遷移。於再生期間，電源供應器114施加相同或不同的電流及電流密度絕對值予電極106、108。於電池102的再生週期中，如同於去離子週期，因有較為正極性的電壓係施加於位在相鄰於流體進入電池102的第二孔口148a,b的第二電極108，故可用作為陽極，造成酸形成於電極108，溶解於此電極108或電池102的此一部分之任何碳酸鈣或其它磷垢。酸進一步於流體流動方向掃除進入卡匣，來溶解於膜上或膜周圍沉澱的磷垢諸如碳酸鈣。結果，磷垢沉澱於膜的去離子週期期間自我清潔，來提供電池102更長的操作壽命。例如，藉此方法再生的電池102可提供約500至約1000加侖的電池102壽命，而先前電池102壽命只有100至300加侖。

由控制器170所控制的電源供應器114包含電壓供應器113。電壓供應器113也於去離子週期或再生週期之任一者供給時間調變電壓予第一電極106、第二電極108。例如，於去離子週期期間，電壓供應器113供給第一時間調變電壓予電極106、108；於再生週期期間，電壓供應器113供給第二時間調變電壓予電極106、108，該電壓具有與第一電壓

振幅不同的振幅。舉例言之，控制器170於再生週期可開啟閥117，將流體流入電池102的去離子流體孔口，同時控制可變電壓供應源來供應經時間調變的直流電壓予電池102的電極。

5 叢發再生

控制器170也可經規劃來控制閥117，於再生週期期間將定時叢發流體供給電池102的孔口。對一再生週期時間進行各個再生週期，此乃膜再度被用於去離子週期之前膜的再生總時間。定時叢發流體為比再生週期時間更短的一個時間週期之流體流量。舉例言之，控制器170可操作閥117來提供定時叢發流體經歷再生週期時間之約0.1%至約80%時間週期，或甚至再生週期時間之約0.3%至約30%時間週期。控制器170經規劃藉開啟閥117一段時間，然後關閉閥117，來提供定時叢發流體流入電池102內部。叢發時間為經由移動活動件122由第一位置至第二關閉位置，閥117被開啟然後關閉的時間。同時，控制器170控制電源供應器114來供電予電極106、108，來再生離子交換膜110來形成於另一個孔口釋放的再生流體。

典型地，控制器170操作閥117，來於一次再生週期時間，換言之於單一再生週期提供多個叢發。多個叢發可具有根據電化學電池102中期望的殘餘固體的去離來選定的流速和時間長短，典型地係連續進行，實質上並未插入任何電池102的流體去離子週期。舉例言之，控制器170可操作閥117來提供至少約兩次接續流體叢發至電池102，或甚

至一次再生週期期間提供至少10叢發或甚至20叢發。

一個實例中，控制器170操作閥117來開啟閥117經歷一段定時流體叢發，持續約0.1秒至約40秒，然後關閉閥117，每分鐘作動一次。更典型地，定時流體叢發經歷約0.3秒至
5 約15秒時間週期。於一個版本中，控制器170每一分鐘開啟閥117經歷約0.5秒至約5秒的時間週期，然後關閉閥117，直到次一定時叢發為止。叢發間的時間週期，此等實例為1分鐘，典型為比叢發時間更長的時間週期。

一個版本中，於去離子週期中，控制器170也指令電源
10 供應器114施加具有第一極性的電壓跨電池102的電極106、108；於叢發再生週期中，供給具有第二極性的電力予電池電極106、108，同時將定時叢發流體流入電池102內部。

定時叢發流體再生電池102，可提供若干優點。叢發再生
15 允許電池102的更有效再生，同時使用較少量流體、減少耗電量、及改良再生時間。比較流體係連續流入電池102接受再生的連續流處理法，可獲得此等優點，降低電化學電池102再生週期的總成本。例如於單一叢發時間週期所得之高再生流速，迫使顆粒諸如鱗垢送出電池102之外，來防止
20 顆粒不可逆地沉澱或收集於電池102。流體定時叢發，比較連續流處理法，也允許電池以較少量流體再生。

依據跨電池102及排水管的可用壓力和壓降而定，定時叢發可提供某一範圍的流速。限流器也可用於管路回路來降低叢發期間的流速。但通常為了最大化叢發再生的效

果，系統可得的最高流速於叢發期間為較佳。實際流速係隨電池102的尺寸以及可用壓力而改變，但對於高15厘米直徑10厘米的電池而言，例如頂壓力為60 psi，期望至少每分鐘0.5升的流速，更佳為至少每分鐘1升。此乃於叢發期間的實際流速，而非再生過程中通過電池102的總量算出的平均流速。例如，於長10分鐘的再生週期期間通過總量1.3升算出平均流速為0.13升/分鐘。但使用叢發再生，水係以多次叢發通過，例如10分鐘共10叢發來提供總量1.3升送至排水口。若叢發期間的實際流速為2升/分鐘，則於每分鐘2升的實際叢發流速，叢發時間設定為4秒。若流速較低，則可單純延長叢發時間，來獲得相等平均流速及總再生廢水量。

於單一再生週期期間，循序定時叢發有二階段或更多階段不同時間，構成整個單一再生週期的一部分。於此版本中，於各個再生週期期間，控制器170開關閥117經歷不同時間週期。閥117被開啟然後被關閉的時間週期可於單一再生時間週期期間由一個再生階段改變至另一個再生階段。如此，循序叢發再生可包括多個再生階段，閥117於各階段的開啟時間不等。舉例言之，一個版本中，控制器170操作閥117來提供流體叢發：(i)第一再生階段經歷再生週期時間由約0.1%至約30%；(ii)第二再生階段經歷再生週期時間由約0.3%至約80%；以及(iii)第三再生階段經歷再生週期時間由約0.1%至約30%。

於另一個版本中，控制器170操作閥117來提供流體的定時叢發：(i)於第一再生階段期間經歷約0.1至約10秒的一

個或多個時間週期；(ii)於第二再生階段期間經歷約3至約40秒的一個或多個時間週期；以及(iii)於第三再生階段期間經歷約0.1至約10秒的一個或多個時間週期。第一再生階段可由再生週期開始進行例如少於約2分鐘的時間，第二再生階段又進行至少約3分鐘時間以及第三再生階段又進行至少約3分鐘時間。完整再生時間週期例如持續約10分鐘。

流體流經電化學電池102之叢發序列之一具體實施例顯示於第17圖，顯示再生週期通過的叢發量及電流相對於時間。閥117保持開的時間長度，控制流經電池102的流體量。閥117保持開啟時間愈長，則流體通過電池102的量愈大。例如，於第一再生階段期間，以各次叢發通過電池102的流體量可為第二再生階段期間各次叢發通過電池102的流體量的20%，以及於第三再生階段期間，以各次叢發通過電池102的流體量可為第二再生階段期間各次叢發通過電池102的流體量再度只有20%。如此，於第二再生週期期間的定時流體叢發於本實例中比第一再生階段的時間週期至少長5倍，第三再生階段期間流體的定時叢發至少約為第二再生階段時間的五分之一。舉另一個實例，閥117經作動來於一個再生階段期間提供定時叢發流體，比於另一個再生階段期間的時間週期至少長約2倍。例如閥117可於初次再生階段期間提供定時叢發比隨後的再生階段的時間週期少約1/2，末次再生階段期間流體的定時叢發的時間週期比前次再生階段期間的時間週期短約1/2。

經由控制閥117的開啟時間，可於再生週期的不同階段

讓不同量的水流過此電池102，來更有效再生電池102。於早期叢發或初始叢發，此時再生期間由膜110排出的溶解離子或固體濃度為最高，例如期望有高量流體流過電池102，俾從電池102有效掃除或沖洗出被排除的物料。若允許於電池102中維持濃縮物，或從電池102的排出漸進或緩慢，則離子濃縮物將呈鱗垢沉澱出，沉積於電池102的內面上，或甚至堵塞膜110的表面，或由於濃度偏極化而妨礙更大量離子的有效排除。堵塞膜110提高電池102的壓力，最終導致膜110的破裂或故障，去離子效能降低。舉例言之，從膜110排出的諸如鈣、鎂或錳等離子除非被快速掃除，否則可能呈不溶性碳酸鹽、硫酸鹽或其它化合物而沉澱出。

叢發再生處理程序的具體實施例顯示於第18圖，具有循序流體定時叢發，Y軸表示閥117維持開啟而電流供給電極106、108的時間，X軸表示再生時間週期所經過的時間。於所示具體實施例中，整個再生時間週期持續約10分鐘。於第一再生階段中，閥117開啟經歷循序定時叢發，持續約1秒時間。各次叢發起點間的時間為60秒。各1秒叢發可釋放60 cc流體至電池102。於第二再生階段，當從膜110排出的廢料有最高濃度時，閥117維持開啟經歷4個定時叢發，各6秒時間，每次叢發將300 cc流體流入電池102。本週期將電池102的大量殘餘固體送出卡匣130之外。然後於第三再生階段，提供各1秒時間的5個定時叢發，來從卡匣清除殘餘固體。

整個定時叢發序列包括三個階段，各有特定叢發時間

和關閉時間間隔，也經控制及規劃成控制器170的電腦程式碼，或可由操作員於裝置100的使用期間設定，而於現場使用期間改變。變更閥117維持開啟的時間，經由控制於不同再生週期階段通過電池的流體量，可供更有效再生。如此，

5 當由電池膜110驅逐的離子和固體係於最高程度時，閥117可維持開放一段較長時間週期，來提供較大量流體通過電池102。結果，多次叢發序列可減半膜110再生所需時間，減半廢水，因而比較習知具有單一叢發時間或連續再生水流的習知再生週期，可提高再生效率達2倍因數。雖然使用

10 三個階段來舉例說明處理程序，但依據用途而定，也可使用兩個階段或多於三個階段。

於閥117的開關週期期間，於叢發再生期間，施加於電池102之膜110的電流密度也可獨立控制來進一步最佳化再生效率，如第17圖及第18圖之具體實施例所示。舉例言之，

15 於一個方法中，一或多高電流位準的短時間週期可施加至電極106、108，來藉電池102中的水分裂反應而於膜內部產生高濃度酸和鹼。高濃度酸和鹼耗一段時間擴散且遷移通過膜110。然後電流密度下降至較低位準，來減少熱及電力耗用，同時仍然維持通過電池102的電位降，來繼續提供離

20 子轉運至膜之外至孔口將從電池102沖出的遷移效果。一個版本中，於電池102維持至少約0.5毫安培/平方厘米至約5毫安培/平方厘米之高電流密度約3分鐘時間。本實例之高電流位準接著為低電流位準，低電流位準比第一電流位準低約80%經歷約7分鐘時間。於第18圖所示實例中，於第一

階段電流，部分重疊第一和第二流體流叢發階段，約1.8安培的電流施加於電極106、108。但其餘各階段，約0.5安培的較低電流施加於電極106、108。

5 用來再生電池102的總流體量可相關於由流體源所提供的流體流速或壓力而控制。一個版本中，流體流量感測器204係設置於電池102後方的流徑上，如第19圖所示，或設置於電池102中或電池102前方(圖中未顯示)。流體流量感測器204可為質量流量計或體積流量計，其測量流速，或為流體壓力監視器159來監視提供予電池102的流體壓力。所示版本中，流量感測器204測量流經電池102a,b的流速。流量感測器204可為磁性渦輪，位於流徑上且相鄰於習知霍爾效應感測器。霍爾效應感測器測定磁性渦輪的轉動，來允許測定體積流體流速。適當磁性渦輪可得自珍感測器(Gems Sensors)康乃迪克州潘維爾。

15 流量感測器204與控制器170通訊，於至少部分電池操作週期期間，測量通過電池102的流體流速或流體壓力，來產生流體流速信號或壓力信號送至控制器170。控制器170作動閥117，來設定流體定時叢發時間，來調整再生期間通過電池102的流量。流體壓力例如可隨外部流體源例如自來水
20 水源所提供的壓力而改變。於某些地理情況下，每天壓力可能有重大變化。替代變更叢發時間來補償改變中的進給壓力，流量信號或壓力信號可調整幫浦，用來泵送流體通過電池102，或可控制閥117埠口的開啟大小來控制流體壓力。當流體壓力改變時，流量感測器204發送流體壓力信號

予控制器170，其又控制幫浦壓力或閥開啟時間長度，來控制通過電池102的流體量。

於又另一版本中，裝置100有兩個或更多個電池102a,b，第二電池102b可作動來提供去離子流體予第一電池102a，第一電池102a正在由叢發再生所再生。再生過程中的叢發流體流提供電池102的較佳再生，去除可能妨礙電池102再生的殘餘固體。於此版本中，經由控制流經電池102a的流體，可提供叢發予電池102a。故電池102a接收來自於閥117的流體叢發，然後去離子流體叢發由電池102b流至電池102a來再生電池102a。

第19圖也顯示調節流經電池102a,b之流量的流量調節器193之適當配置。流量調節器193可為一種裝置其相關於通過調節器210的流體壓力，來開關於凹形橡皮墊圈(圖中未顯示)中的孔口大小。例如，流量調節器193可調節流經其中的流體流速，來達成例如約0.5升/分鐘至3升/分鐘的恆定流速。對高15 1/2吋，直徑約6至12吋的電池102而言，適當流速係由約1升/分鐘至約2升/分鐘。具有期望流速的流量調節器193係由凡內公司(Vernay)俄亥俄州黃泉市製造。

裝置100進一步包含導電係數感測器212a,b於電池102a,b之上游、電池102a,b之下游或二者。一個版本中，導電係數感測器212a,b為電路，提供跨沉浸於流體中的兩個電極之恆定電壓來測定流體導電係數。結果通過電極106、108間的電流又變成流體的離子濃度測量值。電流可方便以與電路串聯之跨電阻器之小電壓測量。控制器170當接收到來

自感測器212的導電信號時，可調整通過電池102a,b的電流，例如維持於通過電池102a,b之流體中的一致離子濃度。一個版本中，導電係數感測器212a,b包含電壓供應器，於插入流體流徑的兩根鍍金接腳間於1 KHz提供2伏特電壓。跨

5 測量電阻器之電壓係與電池102的電流成正比，電流又與流體的導電係數及其離子濃度有關。

限流器

於電池再生期間限制流體流經電池102的另一種方式係使用限流器220於通過電池102a,b之流體流徑上，例如示意顯示於第20圖。限流器220限制於電池102再生期間通過

10 電池102a的流體流速，來減少再生中的流體消耗。限流器220結合止回閥222a,b使用，止回閥222a,b防止流體於箭頭(如圖所示)之相反方向流動。若無止回閥222a,b，則通過限流器220的流體流量無法控制。

15 例如，適當限流器220可於再生期間將流速由超過約1升/分鐘降至較小量，例如0.5升/分鐘、0.1升/分鐘、或甚至20 cc/分鐘。結果，若未使用限流器220且若閥117維持開啟經歷整個再生週期期間，則相對於用於再生的流體量，再生期間流經電池102的流體總量可降低3倍至約50倍因數。

20 例如，未使用限流器220之連續流再生於持續23分鐘的再生週期期間以2升/分鐘流速共使用46升流體；15倍限流器則可將每23分鐘再生週期的流體總量降至約3升。限流器220也具有直徑比進給電池102的孔口146、148的正常入口管直徑小約30倍；例如直徑小於約0.05吋或甚至約0.01吋。但限

流器220的直徑小偶爾可能造成限流器或止回閥222a,b的堵塞，此乃非期望者。使用叢發序列，允許去除限流器220及止回閥222a,b，結果免除限流器220的開口尺寸小造成使用此等組成元件時相關的問題。原因在於單純藉調節流經大型孔口的循序定時叢發時間及叢發週期，即可控制再生期間使用的流體總量。

調變再生電流

又另一版本中，供給電池102的電流經調變且於再生期間設定於不同位準，來最佳化再生及/或減少再生週期期間的耗電量。再生流體流可為叢發模式或連續模式。一個版本中，控制器170適合控制電源供應器114來維持再生週期間跨電極106、108之第一電流和第二電流。可變電壓由膜110剔除離子，形成濃縮物而釋放於電池102的入口。一個版本中，於第二電池102b的再生期間，於第一電池102a製造的去離子流體送至第二電池102b的去離子流體孔口。於再生期間，電池102b內部的第二電極係維持於正極性。於一個版本中，時間調變電流包含第一電流及第二電流，其中第一電流係大於第二電流。第一電流之工作週期係大於第二電流之工作週期。第一電流和第二電流經選定來提供電池102的最佳再生。例如第二電流可為比第一電流降低的電流，來降低再生處理期間的耗電量，來降低陰極製造的氫氧化物濃度，以及來降低電池102之溫度。於一個版本中，再生週期包括第一電流位準，其中通過電池102之膜110的第一電流密度至少約為0.5毫安培/平方厘米經歷約1分鐘

- 至5分鐘。如此接著為第二電流位準，比第一電流密度位準至少低約30%，且更佳至少低約50%又經歷約5-20分鐘。於不同用途中，更高或更低的第一和第二電流位準倍數為較佳。於此項較佳操作之另一次測量中，第一電流密度係維持於由約0.5至約5毫安培/平方厘米；第二電流密度係由約0.05至約3毫安培/平方厘米。再生週期期間的第三和更多電流位準也可用來提供省電、降低溫度、或減少電極產物(例如氫氧化物)來改良本發明之操作。此等電流位準可與再生叢發重合或未重合。
- 10 於另一版本中，再生週期的第一電流和第二電流可為脈衝式，或維持不等時間週期來改變再生週期的第一、第二或額外階段，來獲得類似再生期間由改變直流電流位準所得的結果。若對電流加脈衝來控制電力位準，則脈衝期間之工作週期為電流施加於電池102的時間百分比的測量
- 15 值。例如，第一電流可以100%工作週期操作，第二電流至多有70%工作週期來於第二再生階段只提供至多70%功率，如此獲得減低電源耗用、降低電池102溫度及減少電極產物的優點。更佳於本實例中的第二階段之工作週期至多為50%。此外，也可提供交流脈衝來覆蓋直流脈衝。
- 20 第23圖顯示於再生期間，降低再生電流對由電池102輸出的廢物流體或再生流體之導電係數的影響。總再生週期時間約為20分鐘。再生電流降低2分鐘，再生週期由原先的1安培至降至所指示的較低值，隨後於9分鐘時再生電流回到原先的1安培。施加於電池102的不同電流係以指數顯

示，以0.1、0.3、0.5、0.7及1安培的數值由約0.1安培變化至約1安培。可知即使於再生週期施加0.1安培之較低電流位準，再生流體導電係數維持約略相等，指示由膜110排出的離子(曲線下方面積)送至再生流體的總量，即使於施加較低再生電流位準時，離子總量也無顯著變化。如此允許再生期間總能量耗用的實質降低，而未犧牲再生效能。

第24圖顯示前文說明之再生電流經歷2分鐘至9分鐘時間降低進入再生週期；而未顯著降低隨後電池102的去離子效能。以較低電流位準再生而得自電池102a,b之去離子流體中的總溶解固體(TDS)百分比並無顯著變化，指示又另一種出乎意外地於再生期間減少總能量耗用的另一種方法。

於再生中顛倒電極極性

於另一版本中，於電池102經操作來將流體去離子後，進行二步驟式再生處理。於第一一次再生步驟中，控制器170開啟閥117來流入電池102的孔口148，控制電源供應器114來供給具有極性之電流予電池102之電極106、108經歷一段可再生離子交換膜110的時間。供給的電流造成離子從電池102被驅逐入通過電池102的流體而形成再生流體，於另一個孔口146釋放。於此一次再生步驟中，控制器170典型係供給於約0.2至20毫安培/平方厘米電流密度的電流經歷至少約2分鐘時間。

於一次再生步驟完成後，於二次再生步驟或後再生步驟中，電流極性顛倒，但水流如同一次再生步驟繼續(為叢發流或連續流)。例如，第二極性可與第一極性顛倒，有相

反符號。第二極性甚至可為實質與去離子週期期間施加的極性的相同極性。第二極性提供去離子電流至電池102，來減少與引發去離子週期之前於電池102中的殘餘離子濃度。反極性電流維持至少約0.5分鐘時間。

- 5 此種方法允許剛再生電池102所含的流體藉顛倒電極極性去離子，造成電流於反向流經電池102，閥117於再生流向將流體流入電池102中經歷一段時間。恰在週期的第一次再生步驟後顛倒電壓極性，經由至少部分將電池102內部的流體去離子化，輔助準備電池102用於隨後的處理程序，提供於隨後去離子週期中之較少離子化的流體。

 於二次後再生步驟終點或於其位置，控制器170視需要可發訊通知電源供應器114來停止供電予電池102之電極106、108，故無電流流經電池102的電極，同時閥117設定為繼續允許流體於一次再生流動方向流入電池102內部典型至少經歷約1分鐘時間。此步驟可將溫熱流體從電池102
15 掃除，於隨後之去離子週期的起點提供較冷的流體。

以去離子化流體再生

 包含至少第一電化學電池102a(電池A)及第二電化學電池102b(電池B)之裝置100可用來將第一電池102a中的流體去離子化，且使用得自第一電池102a之去離子化流體再生於第二電池102b中之離子交換膜110。包含兩個電化學電池102a(電池A)及102b(電池B)之流體處理裝置100之操作週期實例顯示於第12圖。裝置100之操作係以得自流體源120
20 諸如自來水源的水處理，俾將水去離子化及再生電池102a,b

舉例說明。各個電化學電池102a有連接至閥117來接納流體之一第一孔口或入口146a,b，以及將處理後的流體125送出電池102a之外的第二去離子流體孔口或出口148a,b。於操作中，閥117導引輸入流體124至任一電池102a,b，也從電池5 102a,b接納再生廢水，及通過排水口190排放廢水。如第13圖所示，閥117藉由於至少兩個位置間移動活動件122來從事此一工作。例如，若活動件122為轉子252，則轉子252係於不同位置間旋轉來調節流體流量。控制器170操作閥117的馬達188和電源供應器114來允許進行多個前處理、流體10 處理(去離子)、再生及後再生週期。

參考第12圖及第13圖，為了將電池A(102a)的流體去離子化及處理，閥117的活動件122係設定於第一位置，來自流體源120(自來水源)的水通過入口180a，經由活動件122進入閥117的閥蓋240之室245內，通過活動件122而送出閥15 出口180d之外。然後流體進入電池102a的第一孔口或入口146a。於電池102a去離子化後，經處理的流體125從孔口148a輸出或釋放來供耗用或用於其它用途。然後得自電池A之經處理的流體或去離子流體流入電池B的孔口148b(先前於去離子模式操作)，現在變成於再生週期，來去除從離子20 交換膜110所置換出的離子。來自於電池B的再生廢水由孔口146b排出，通過底部230進入活動件122的內部通道274，且流出至城市排水口190。再生可準備離子交換離子110a用於隨後去離子處理，去離子流體以較佳再生效率再生電池102a，原因在於去離子流體之離子含量較低，提供欲從膜

110a驅逐的離子的更大驅動力。

第22圖顯示以硬水再生，如線(a)所見，相對於以去離子水再生的電池如線(b)所示，或以去離子水逆流再生的電池如線(c)所示，經300週期後，以硬水再生可顯著提高電池

5 102中去離子水的導電係數或離子含量。本實驗使用之硬水具有導電係數 $1000 \mu\text{ S/cm}$ ，含有碳酸氫根離子，以約40毫升/分鐘之流速通過電池102。軟水不含碳酸氫根離子，但有相同導電係數，去離子水係於連接的電池102中去離子化，具有導電係數 $100 \mu\text{ S/cm}$ 。

10 注意，由電池102a輸出的去離子流體由其輸出孔口148a流至例如正常為正在進行再生的第二電池102b的去離子流體輸出孔口148b。逆轉於電池102b中流體再生期間的流體流動的正常方向或典型方向。電池102b之孔口148b係於電池102a的徑向內容積，例如如第1圖所示。如此，於此

15 電池102b的再生期間，流體由電池102b的徑向內容積流至徑向外容積，且通過正常為入口孔口146b送出電池102b之外，然後流至排水口190。如此，於此電池102b的再生期間，流體由電池102b的徑向內容積流至徑向外容積，且通過正常為去離子流體輸入孔口146b送出電池102b之外，然後流

20 至排水口190。流向的反向提供前文引述之改良再生效率的效果，避免於隨後去離子週期期間提供的第一水污染。

控制器170也控制流體流入於去離子模式操作的第一電池102a的流速，例如控制來自於電池102a的去離子水進入正在再生的電池102b的流速，或反之亦然。另外，控制

器170可使用位在於電池A孔口148a與電池B孔口148b間的流體路徑上的閥(圖中未顯示)來控制流體流入第二電池102b之流速。於一個版本中，控制器170維持流體流入電池102a,b之流速夠高來防止於一個或多個去離子週期及再生週期期間，於電池102a,b中的固體例如碳酸鈣的沉澱。流體流量維持含鈣化合物溶解於流體，如此減少含鈣沉澱及「磷垢」的堆積於電化學電池102a,b之內壁上。

於再生期間之磷垢抑制劑進給

當處理硬水時，磷垢緩慢堆積於電池102、過濾器160、管路及其它裝置100的組成元件。硬水除了陰離子如碳酸根、碳酸氫根、及硫酸根之外，包含多價金屬離子諸如鈣、鎂及錳。於再生期間當由水分裂膜所排出的多價離子及碳酸根的濃度最高時，形成磷垢，於較高pH特別形成碳酸鹽(由碳酸氫鹽形成碳酸鹽)。為了降低於卡匣及電池102的磷垢形成速率，例如於再生週期期間，可抑制或去除磷垢形成的磷垢抑制劑可添加至進入電池102的流體中。磷垢抑制劑可為酸諸如強酸如氫氟酸、磷酸或硫酸；弱酸如檸檬酸、胺基磺酸或蘋果酸；或其它反應劑諸如磷酸鹽。於再生期間添加磷垢抑制劑，可為連續步驟或非連續步驟，諸如短時間滴注，且可於整個再生週期期間或只於部分再生週期期間進行。磷垢抑制劑滴注系統也可於去離子週期期間將磷垢抑制劑滴注於流體內。

磷垢抑制劑滴注系統可使用前述滴注系統將磷垢抑制劑添加至流體。特別有用的最小化試劑耗用量，因而減少

電池102的維修之方法，係只於部分再生週期期間，產生最高濃度碳酸鹽，添加酸至再生進水，來降低膜間之pH。將pH維持於低於7或甚至低於6或低於5可大為防止鱗垢於卡匣130及電池102內部形成。

- 5 本發明已經參照某些較佳版本說明；但其它版本亦屬可能。舉例言之，如熟諳技藝人士已知，該裝置及方法可用於其它類型用途，例如用於從流體、溶液及漿液中去除其它材料或物種之處理程序。也可使用其它組態之裝置、電化學電池不同的互連方式、其它閥結構、及不同的膜類
- 10 型。因此隨附之申請專利範圍之精髓及範圍並非限於此處所述之較佳版本。

【圖式簡單說明】

第1圖為一種包含一電化學電池具有電極設置環繞膜之流體處理裝置之實施例之示意圖；

- 15 第2A圖為第1圖之電化學電池之示意剖面頂視圖，顯示一卡匣其具有膜且有整合一體的隔件，該隔件係環繞一中心管螺狀捲繞；

第2B圖為一種電化學電池之實施例之示意透視分解圖，該電池具有膜裹於管狀電極周圍，該電極可施加電位

20 於電池，來當流體流通過膜時將流體流中的微生物去活化；

第3A圖為一種包含電極環繞一膜之電化學電池之實施例之示意透視分解圖，顯示垂直於膜施加電場來獲得跨該膜的電位降；

第3B圖為一種包含圓形膜和電極之電化學電池之實施

例之示意透視分解圖；

第3C圖為包含兩個內電極及兩個外電極之電化學電池之實施例之示意剖面圖；

5 第3C1圖為一種維度穩定的陽極電極之示意剖面圖，該電極包含一導電基材具有表面塗層，且有部分絕緣體塗層於電極之相鄰部上；

第4A圖為一種控制器之示意方塊圖，該控制器包含一控制模組及一電極電源供應器用來操作第1圖之電化學電池；

10 第4B圖為適合用於第4A圖之電源供應器之直流電壓供應器之電路圖；

第5圖為包含一電磁感測器及一磁性渦輪總成之一種流量感測器之側視圖；

15 第6圖為線圖，顯示異養型細菌平板計數值相對於第2A圖及第2B圖之電化學電池之電池週期數；

第7圖為線圖，顯示對於具有螺狀包裹膜之電化學電池，呈流速之函數，細菌計數值及病毒計數值二者之對數值降低；

20 第8A圖及第8B圖為線圖，顯示於通過電池流速為0.25升/分鐘(第7A圖)及通過電池流速為0.50升/分鐘(第7B圖)，呈通過電池施加之直流電流之函數，大腸桿菌(E. Coli)細菌之對數值降低；

第9A圖為沈澱過濾器之橫切面示意圖；

第9B圖為逆滲透過濾器之橫切面示意圖；

第10圖為活性碳過濾器之橫切面示意圖；

第11A圖為包含一紫外光電池之一種抗微生物池之橫切面示意圖；

第11B圖為包含一飽和演繹電池及一控制閥之一種抗微生物池之示意圖；

第12圖為包含多個電化學電池之一種流體處理裝置之實施例之示意方塊圖；

第13圖為用於閥系統用來調節通過流體處理裝置之流體流量之電動閥之剖面側視圖；

10 第14圖為適合用於閥系統之電池閥之剖面側視圖；

第15圖為一種流體處理裝置之實施例之示意圖，該裝置具有雙重電化學電池及雙重電源供應器、一電磁閥系統及多個過濾器；

15 第16圖為一種流體處理裝置之另一個實施例之示意圖，該裝置具有雙重電化學電池及雙重電源供應器、一電磁閥系統及多個過濾器；

第17圖為隨著時間的經過，供給電極之叢發流體量及電流之線圖；

20 第18圖為電化學電池之再生週期之線圖，顯示於該再生週期中之叢發時間及隨著時間的經過供給電極之電流；

第19圖為一種流體處理裝置之示意流量圖，該流體處理裝置具有一流量調節計及一流量感測器於一對電化學電池之流徑上；

第20圖為一種具有限流器於電化學電池之流徑上之一

種流體處理裝置之示意流量圖；

第21圖為去離子流體從電池流動結束後，對去離子電力供給電池之不同時間週期，從通過電池之流體移除的離子百分比之線圖；

- 5 第22圖為於下列各情況下，於電化學電池執行去離子處理週期之處理水之導電係數之線圖：(a)包含硬水之流體用來再生電池；(b)包含軟水之流體用來再生電池；以及(c)包含去離子水之流體係於逆向流流經去離子流體孔口而流過電池；
- 10 第23圖為當不同再生電流施加於電極時，隨著時間的經過從電池輸出的再生流體或廢流體之導電係數之線圖；
- 第24圖為對於以第23圖之較低再生電流位準來再生之電池，於輸出之去離子流體中減少的總溶解固體(TDS)之百分比之線圖；以及
- 15 第25圖為呈存在於輸入流體之氯離子及流速之函數，測量得之輸出流體中之總氯含量之線圖。

【主要元件符號說明】

100...裝置、流體處理裝置、離子交換裝置	107b...表面準層
102、102a-b...電池、電化學電池	107c...絕緣體塗層
102a...平行板電池	108、108a-b...內電極、第一電極
102b...圓盤狀電池	109...中心升流管
104...殼體	110...膜、離子交換膜、水分裂膜
106、106a-b...外電極、第二電極	113...電壓供應器
107a...導電基材	114、114a-b...電源供應器、電池 電源供應器、電極電源供應器

- | | |
|-------------------------|--------------------|
| 117...閥、閥門 | 152...陰離子交換層、微控制器 |
| 118...閥系統、閥、閥門 | 152a-b...端子 |
| 119、119a-d...電磁閥、閥 | 153a-b...輸出端子 |
| 119e...給藥閥 | 154...隔件 |
| 120...流體源 | 156a-b...界面 |
| 122...活動件 | 157a-b...輸出端子 |
| 123...柱塞 | 158...交流電壓源 |
| 124...流體流、流入流體流 | 159...壓力感測器 |
| 125...流出流體流 | 160...感測器、直流電壓供應器 |
| 126...流體槽 | 感測器 |
| 127...電磁閥 | 160...過濾器 |
| 128...配送裝置 | 161...抗微生物過濾器 |
| 130...卡匣 | 162...輸出、出口 |
| 132...圓柱形外壁 | 163...第一叉 |
| 134...管狀內壁 | 164...直流電壓供應器 |
| 138a-b...端帽 | 165...電壓位準選擇器 |
| 140...控制模組 | 165a-b...第二叉 |
| 142...外套筒 | 168...整流器 |
| 143...渦輪 | 170...控制器 |
| 144...流體通道 | 171...中性接腳 |
| 146...流入孔口、入口、孔口 | 172...電壓乘法器 |
| 148...去離子孔口、出口、第二
孔口 | 174...管線 |
| 150...陽離子交換層 | 176...SCR |
| 151...輸出管 | 177、177a-b...抗微生物池 |
| | 180...閥埠口 |

- 181...沈澱過濾器
- 182...埠口溝槽
- 183...緣封
- 184...埠口
- 186...周邊溝槽
- 187...活性碳過濾器
- 188...馬達
- 189...封墊圈
- 193...流量調節器
- 194...給藥元件
- 197...微粒狀物
- 198...多孔膜
- 199...袋
- 200...限流器
- 201...孔洞
- 202...殼體
- 202a...蓋
- 202b...本體
- 204...流體流量感測器
- 205...轉子
- 206...螺狀輪葉
- 207...軸承
- 208...磁鐵
- 208a-b...二極體
- 209...主軸
- 210...包圍的殼體
- 210...調節器
- 211...紫外光輻射、UV輻射
- 212a-b...電容器
- 212a-b...導電係數感測器
- 212...感測器
- 213...微生物、細菌
- 214...細菌孢子
- 215...孔口
- 216...極性選擇器
- 217...入口
- 218...出口
- 219...殼體
- 220...限流器
- 221...破塊
- 222、222a-b...止回閥
- 223...前置過濾器
- 225...後過濾器
- 226...帽
- 227...滴注系統
- 229...抗微生物溶液
- 230...底
- 231...細菌、微生物
- 232...電流檢測器
- 233...抗微生物池

- 234...控制閥
- 233...線圈
- 234...連接器
- 235...主軸開口
- 237...汞蒸氣燈、汞燈
- 238...紫外光燈、UV燈
- 239...內壁
- 240...蓋
- 242...紫外光管、UV管、光試管
- 243...死亡微生物
- 245...室
- 246...夾角管線
- 247...粒狀顆粒
- 249...逆滲過濾池、逆滲池
- 247...磁鐵
- 249...底密封面
- 251...電動幫浦
- 252...轉子
- 253...半透膜
- 254...污染物
- 255...主軸
- 268...活動表面
- 274...內通道
- 284...浮動封
- 290...彈簧

十、申請專利範圍：

1. 一種流體處理裝置，包含：

(a) 一電化學電池包含

5 (i) 多個流體孔口來接納一輸入流體及釋放
出一輸出流體，該輸入流體包含活性微生物之一第一含
量；

(ii) 第一電極及第二電極；以及

(iii) 介於該第一電極與第二電極間之一離子
交換膜來處理該輸入流體而形成輸出流體；

10 (b) 施加電流至該第一電極及第二電極之一電源
供應器；以及

(c) 一控制器來控制電源供應器施加電流予第一
電極及第二電極，該電流具有電流密度夠高而可去活化
流體中的微生物，讓輸出流體包含活性微生物之一第二
15 含量，該第二含量係低於輸入流體中之活性微生物之一
第一含量。

2. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該控制器控制電源
供應器施加具有約0.01毫安培/平方厘米至約20毫安培/
平方厘米之電流密度之一電流至該第一電極及第二電
20 極。

3. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該第一含量及第二
含量包含每100毫升流體之群落形成單位，以及其中該
第二含量包含比每100毫升輸入流體之群落形成單位之
第一含量更少的每100毫升輸出流體之群落形成單位。

4. 如申請專利範圍第3項之裝置，其中該電流密度係夠高而可實質上防止每100毫升輸出流體之群落形成單位的增加。
5. 如申請專利範圍第4項之裝置，其中該控制器控制該電源供應器施加一電流予該第一電極及第二電極，該電流具有電流密度夠高而可提供每100毫升之群落形成單位之第二含量比每100毫升輸入流體之群落形成單位之第一含量至少低約90%之輸出流體。
- 10 6. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該活性微生物之第一含量及第二含量包含異養型細菌孔板計數值。
7. 如申請專利範圍第4項之裝置，其中該輸入流體包含微生物之第一含量包含至少約500 Cfu/mL之異養型細菌孔板計數值；以及該控制器將電流密度設定夠高來提供一輸出流體具有異養型細菌孔板計數值少於約450
15 Cfu/mL。
8. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該控制器設定一電流密度更高，而可提供一輸出流體對至少0.05分鐘之流體駐留時間具有至少1對數值降低之細菌孔板計數值。
9. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該控制器係設定電
20 流密度夠高，來提供一輸出流體具有至少2對數值降低之細菌孔板計數值。
10. 一種流體處理裝置，包含：
 - (a) 一電化學電池包含
 - (i) 多個流體孔口來接納一輸入流體及釋放

一輸出流體，該輸入流體包含一第一異養型細菌孔板計數值，以及該輸出流體包含一第二異養型細菌孔板計數值；

(ii) 第一電極及第二電極；以及

5 (iii) 介於該第一電極與第二電極間之一離子交換膜來處理該輸入流體而形成輸出流體，該離子交換膜係包含陰離子交換表面及陽離子交換表面；

(b) 一電源供應器來施加電流至該第一電極及第二電極；以及

10 (c) 一控制器來控制該電源供應器供給一電流予該第一電極及第二電極，來獲得至少約0.05伏特/膜之電位降，該電位降係夠高而可實質上防止於輸出流體中的異養型細菌的孔板計數值的增高，因此於該輸出流體中之異養型細菌之一第二孔板計數值係低於於該輸出流體中之異養型細菌之該第一孔板計數值。

11. 如申請專利範圍第10項之裝置，包含施加一電流來獲得小於約20伏特/膜之電位降。

12. 如申請專利範圍第12項之裝置，其中該輸入流體包含微生物之第一含量包含至少約500 Cfu/mL之異養型細菌孔板計數值；以及該控制器將電流密度設定夠高來提供
20 一輸出流體具有異養型細菌孔板計數值少於約450 Cfu/mL。

13. 一種流體處理裝置，包含：

(a) 一電化學電池包含：

(i) 流體孔口來接納輸入流體及釋放輸出流體，該輸入流體具有微生物之一第一含量；

(ii) 一水分裂膜；以及

(iii) 環繞該水分裂膜之第一電極及第二電極；

5 (b) 一閥來控制輸入流體之流入該電化學電池之一流體孔口；

(c) 一電源供應器來供給一電流予該第一電極及第二電極；以及

(d) 一控制器來操作該閥俾讓該輸入流體流入該
10 電化學電池之一流體孔口，而提供流體於電池之駐留時間至少0.05分鐘，同時控制電源供應器來供給一具有約0.01毫安培/平方厘米至約20毫安培/平方厘米之電流密度的電流予該第一電極及第二電極，該電流密度夠高而可去活化於輸入流體中的微生物，來提供一輸出流體，
15 該輸出流體對至少0.05分鐘的流體駐留時間具有至少1對數值的微生物降低。

14. 一種於包含一水分裂膜於一對電極間之一電化學電池中處理具有活性微生物之一第一含量之流體之方法，該方法包含：

20 (a) 將該流體暴露於水分裂膜；以及

(b) 透過一對電極施加一電流通過該流體，該電流具有夠高的電流密度可去活化於該輸入流體中的微生物來形成一輸出流體，其具有比活性微生物之第一含量更低之活性微生物之一第二含量。

15. 一種於一電化學電池處理包含活性異養型細菌之一第一孔板計數值之一輸入流體之方法，該電化學電池包含一對電極環繞一包含陰離子交換面及陽離子交換面之水分裂膜，以及該方法包含：

5 (a) 讓輸入流體流經該水分裂膜之陰離子交換面及陽離子交換面；以及

(b) 跨該水分裂膜之陽離子交換面及陰離子交換面維持至少約0.05伏特/膜之電位降，該電位降夠高而可實質上防止於輸出流體中之異養型細菌的孔板計數值
10 升高，因此於該輸出流體中之異養型細菌之一第二孔板計數值係小於或等於於該輸入流體中之異養型細菌之該第一孔板計數值。

16. 如申請專利範圍第15項之方法，包含將一電位降維持於至少約20伏特/膜。

15 17. 一種於包含一水分裂膜於一對電極間之一電化學電池中處理包含活性微生物之一流體之方法，該膜具有陰離子交換面及陽離子交換面，以及該方法包含：

(a) 將一流體流經該水分裂膜之陰離子交換面及陽離子交換面，來提供於該電化學電池中之流體駐留時間至少0.05分鐘；以及
20

(b) 維持至少0.01毫安培/平方厘米之電流密度流經該電池，來實質上防止流體中之活性微生物數目的增加。

18. 一種流體處理裝置，包含：

(a) 一電化學電池包含一殼體具有流體孔口、一對電極、及於該等電極間之一水分裂膜；

(b) 連結至該電化學電池之一流體孔口之一過濾器；

5 (c) 一電源供應器來供給一電流予該電池之電極；

(d) 一閥來控制流體之流經該電池之流體孔口；以及

(e) 一控制器來控制該閥及該電源供應器，其中該控制器：

10 (1) 於一流體去離子階段，操作該閥來將流體流入該電池之一流體孔口，同時控制該電源供應器來供給一電流予該等電極來將流體去離子化而形成去離子流體於另一個流體孔口釋放出；以及

15 (2) 於一再生階段中，操作該閥來提供流體流入該電池之一孔口，同時控制該電源供應器來供給一電流予該等電極來再生該離子交換膜而形成再生的廢液流體於另一個孔口釋放。

19. 如申請專利範圍第18項之裝置，其中該過濾器包含一沉澱過濾器。

20 20. 如申請專利範圍第19項之裝置，其中該沉澱過濾器包含卡匣型過濾器或袋型過濾器。

21. 如申請專利範圍第20項之裝置，其中該卡匣型過濾器具孔洞結構將可過濾出維度至少5微米之粒子。

22. 如申請專利範圍第20項之裝置，其中該沉澱過濾器也是

抗微生物過濾器。

23. 如申請專利範圍第18項之裝置，其中該過濾器包含活性炭過濾器。

5 24. 如申請專利範圍第18項之裝置，其中該過濾器包含離子選擇性介質過濾器。

25. 如申請專利範圍第18項之裝置，其中該過濾器包含逆滲過濾池。

26. 如申請專利範圍第18項之裝置，進一步包含一抗微生物池。

10 27. 一種於具有一水分裂膜於一對電極間之一電化學電池中過濾流體之方法，該方法包含：

(a) 經由讓流體通過電化學電池，同時供給電流予該電池之電極來將流體去離子化，同時去活化流體中之微生物；

15 (b) 將該流體通過一活性炭過濾器；

(c) 將該流體通過一沉澱過濾器；以及

(d) 將該流體暴露於紫外光輻射。

20 28. 一種於一流體處理裝置處理一流體之方法，該流體處理裝置包含(i)一電化學電池包含流體孔口、於一對電極間之一水分裂膜；(ii)連接至該電化學電池之一流體孔口之一過濾器；(iii)一閥來控制該流體之流經該電池之流體孔口；(iv)一電源供應器來供給一電流予該等電極；以及(v)一控制器來控制該電源供應器及閥，該方法包含：

(a) 於一流體處理週期中，

(i) 去離子化該流體，係經由讓該流體流入該電池之流體孔口，同時供給一電流至該電池之電極來將該流體去離子化；以及

5 (ii) 讓流體之流經一逆滲過濾器；以及

(b) 於一再生週期中，讓流體流入該電池之一流體孔口，同時供給一電流予該電池之電極來再生該水分裂膜。

29. 一種用於處理一流體之流體處理裝置，該裝置包含：

10 (a) 一電化學電池包含

(i) 流體孔口來接納流體，該流體具有活性微生物之一第一含量；

(ii) 第一電極及第二電極；以及

15 (iii) 介於該第一電極與第二電極間之一水分裂膜；

(b) 一電源供應器來供給一電流予該第一電極及第二電極；

20 (c) 一控制器來控制該電源供應器施加一電流予該第一電極及第二電極，該電流具有夠高的電流密度來去活化於該電化學電池中之該流體中之微生物；以及

(d) 包含抗微生物劑之一來源來讓流體暴露於一抗微生物劑之一抗微生物池。

30. 如申請專利範圍第29項之裝置，其中該抗微生物劑包含下列中之至少一者：

- (1) 鹵陰離子；
- (2) 氯化鈉；
- (3) N-鹵胺；
- (4) 氧化劑；以及
- (5) 銀離子。

5

31. 如申請專利範圍第29項之裝置，其中該抗微生物池為該電化學電池，以及其中該電化學電池包含一抗微生物劑來源。

10

32. 如申請專利範圍第29項之裝置，其中該抗微生物劑包含抗菌劑、抗病毒劑、抗真菌劑、抗寄生蟲劑、免疫治療劑、抗生素及化學治療劑中之至少一者。

33. 如申請專利範圍第29項之裝置，其中該抗微生物劑之添加濃度夠高而可以至少約2升/分鐘之流速來消毒流體。

15

34. 如申請專利範圍第29項之裝置，其中該抗微生物池包含一滴注系統來添加抗微生物劑至通過該池的流體。

35. 如申請專利範圍第29項之裝置，其中該抗微生物劑係摻混於該電化學電池之水分裂膜。

20

36. 一種於一電化學電池處理一流體來去活化微生物之方法，該電化學電池包含環繞具有陰離子交換面及陽離子交換面之一水分裂膜之電極，該方法包含：

(a) 將該流體暴露於該水分裂膜，同時施加一電流流經該流體，該電流具有夠高電流密度來去離子於該流體中之微生物；以及

(b) 暴露該流體於一抗微生物劑。

37. 如申請專利範圍第36項之方法，其中(b)包含添加抗微生物劑至該流體。
38. 如申請專利範圍第36項之方法，其中(b)包含暴露該流體於包含該抗微生物劑之一膜。
- 5 39. 一種流體處理裝置，包含：
- (a) 一電化學電池，包含一有多個孔口之殼體，以及於一對電極間之一離子交換膜；
 - (b) 一電源供應器來供給一電流予該等電極；
 - (c) 一閥來控制流體之流經該電池之孔口；以及
 - 10 (d) 一控制器用來：
- (1) 於一去離子週期中，開啟該閥來讓流體流入該電池之一孔口，同時控制該電源供應器來供給具有一電流密度之一電流予該對電極來形成去離子流體，該去離子流體係於另一個孔口釋放；以及
 - 15 (2) 於一後去離子週期中，關閉該閥來實質上停止流體之流入電池中，同時持續控制該電源供應器來供給一去離子電流至該等電極經歷一時間週期。
40. 如申請專利範圍第39項之裝置，其中於該後去離子週期中，該去離子電流係以至少約0.5毫安培/平方厘米之電
- 20 流密度施加且經歷短於約10分鐘之一時間週期。
41. 如申請專利範圍第39項之裝置，其中該時間週期係少於約5分鐘。
42. 如申請專利範圍第39項之裝置，其中於該去離子週期中，供給該等電極之電流密度至少約為0.05毫安培/平方

厘米。

43. 如申請專利範圍第39項之裝置，其中於該後去離子週期中，供給該等電極之電流密度係低於約5毫安培/平方厘米。

5 44. 一種於一電化學電池中進行之流體處理方法，該方法包含：

(a) 將離子流入電池中，同時維持於該電池中之一電流來將流體去離子化；

10 (b) 停止流體之流入電池中，且允許殘餘流體留在電池中；以及

(c) 於停止流體流入電池後，繼續供給一去離子電流流經該電池經歷一時間週期。

45. 一種流體處理裝置，包含：

15 (a) 一電化學電池，包含相鄰於一圓柱形外壁之一第一孔口、相鄰於一管形內壁之一第二孔口、相鄰於該圓柱形外壁之一第一電極、環繞該管形內壁之一第二電極，以及介於該等電極間之一螺狀捲繞離子交換膜；

(b) 一電源供應器來供給一電流予該電池之該等電極；

20 (c) 一閥來控制流體之流經該電池之孔口；以及

(d) 一控制器來控制電源供應器及閥用來

(1) 於一去離子週期中，將流體流入該第二孔口，故流體從管狀內壁行進至圓柱形外壁來於第一孔口釋放，同時供應電流予該等電極來將流體去離子化；以

及

(2) 於一再生週期中，讓流體流入第一孔口，故流體由該圓柱形外壁行進至該管形內壁來於該第二孔口釋放，同時供給電流予該等電極來再生該螺狀包裹的離子交換膜。

5

46. 一種於一電化學電池進行之流體處理方法，該電化學電池包含相鄰於一圓柱形外壁之一第一孔口、相鄰於一管形內壁之一第二孔口、相鄰於該圓柱形外壁之一第一電極、環繞該管形內壁之一第二電極，以及介於該等電極間之一螺狀捲繞離子交換膜，該方法包含：

10

(a) 一去離子週期包含流體流入該第二孔口，故流體從管狀內壁行進至圓柱形外壁來於第一孔口釋放，同時供應電流予該等電極來將流體去離子化；以及

(b) 一再生週期包含流體流入該第一孔口，故流體由該圓柱形外壁行進至該管形內壁來於該第二孔口釋放，同時供給電流予該等電極來再生該螺狀包裹的離子交換膜。

15

47. 一種流體處理裝置，包含：

(a) 一電化學電池，包含有多個孔口之一殼體，以及於一對電極間之一離子交換膜；

20

(b) 一電源供應器來供給電流予該電池之該等電極；

(c) 一閥來控制該流體之流經該電池之孔口；以及

(d) 一控制器用來：

(1) 於一流體去離子週期中，操作該閥來讓流體流入該電池之一孔口，同時控制電源供應器來供給電流予該等電極而形成去離子流體於另一個孔口釋放；以及

5 (2) 於一再生週期中，操作該閥來提供一流體定時叢發流入該電池之一孔口，該定時叢發包含開啟該閥經歷一段比該再生週期時間更短的時間週期，以及然後關閉該閥，同時控制電源供應器來供給電流予該等電極，用來再生該離子交換膜而形成再生流體於另一孔口
10 釋放出。

48. 如申請專利範圍第47項之裝置，其中於(d) (2)中，控制器操作該閥來提供於該再生週期時間之多個流體之定時叢發。

15 49. 如申請專利範圍第47項之裝置，其中於(d) (2)中，該控制器操作該閥來提供流體之定時叢發經歷該再生週期時間由約0.1%至約80%之時間週期。

50. 如申請專利範圍第47項之裝置，其中於(d) (2)中，該控制器操作該閥來提供流體之定時叢發經歷約0.1秒至約40秒之時間週期。

20 51. 如申請專利範圍第47項之裝置，其中於(d) (2)中，該控制器操作該閥來提供流體的定時叢發經歷該再生週期時間中的不等時間週期。

52. 如申請專利範圍第51項之裝置，其中於(d) (2)中，該控制器操作該閥來提供流體之定時叢發(i)經歷占該再生

週期時間由約0.1%至約30%時間週期之一第一再生階段；(ii)經歷占該再生週期時間由約0.3%至約80%時間週期之一第二再生階段；以及(iii)經歷占該再生週期時間由約0.1%至約30%時間週期之一第三再生階段。

- 5 53. 如申請專利範圍第51項之裝置，其中於(d) (2)中，該控制器操作該閥來提供流體之定時叢發(i)經歷約0.1秒至約10秒之一第一再生階段；(ii)經歷約3秒至約40秒之一第二再生階段；以及(iii)經歷約0.1秒至約10秒之一第三再生階段。
- 10 54. 如申請專利範圍第47項之裝置，其中該控制器操作該閥來於比另一再生階段之時間週期長至少約兩倍的一個再生階段期間提供流體之定時叢發。
- 15 55. 如申請專利範圍第47項之裝置，其中該控制器操作該閥來於一最末再生階段提供流體之定時叢發，該最末再生階段具有一時間週期係比前一再生階段或後一再生階段之時間週期短約1/2。
- 20 56. 如申請專利範圍第47項之裝置，其中於(d) (2)中，該控制器操作該閥來於(i)第一再生階段係由再生週期的起點進行至少於約2分鐘後的時間，(ii)第二再生階段係又進行至少約3分鐘時間，以及(iii)第三再生階段又進行至少約3分鐘時間來提供流體的定時叢發。
57. 如申請專利範圍第47項之裝置，進一步包含一流量感測器，其測量流經該第一電池之一流速，且發送一流量信號予該控制器來操作該閥而設定該流體定時叢發之時

間長度。

58. 如申請專利範圍第47項之裝置，進一步包含一第二電化學電池，其包含具有多個孔口之一殼體、一對電極、以及介於該等電極間之一離子交換膜，以及

5 其中該控制器控制電源供應器及閥來於一去離子週期中將第二電池中的流體去離子化，且將該去離子流體送至處於一再生週期之第一電池之孔口。

59. 一種操作一電化學電池之方法，該電化學電池包含環繞一離子交換膜之一對電極，該方法包含：

10 (a) 於一流體去離子化週期中，將流體流入該電池內，同時供電予該等電極來將流體去離子化而形成去離子流體；以及

(b) 於一再生週期中，提供流體之定時叢發流入該電池，同時供電予該等電池來再生該離子交換膜。

15 60. 一種流體處理裝置，包含：

(a) 一電化學電池，包含有多個孔口之一殼體，以及於一對電極間之一離子交換膜；

(b) 一電源供應器來供給電流予該電池之該等電極；

20 (c) 一閥來控制該流體之流經該電池之孔口；以及

(d) 一控制器用來：

(1) 於一去離子週期中，開啟該閥來讓流體流入該電池之一孔口，同時控制該電源供應器來供給電流予該等電極，來將流體去離子化而形成去離子流體於另

一個孔口釋放；

(2) 於一再生週期中，開啟該閥來讓流體流入該電池之一孔口，且控制該電源供應器來：

5 (i) 於一主再生步驟中，供給具有一極性之電流予該等電極，來再生該離子交換膜而形成再生流體於另一個孔口釋放；以及

(ii) 於一後再生步驟中，逆轉該電流之極性，藉此降低於該電池中之流體中之殘餘離子濃度。

10 61. 如申請專利範圍第60項之裝置，其中於該後再生步驟中，控制器供給電流經歷至少約0.5分鐘之一時間週期。

62. 如申請專利範圍第60項之裝置，其中於該後再生步驟結束時，控制器結束供給該等電極之相反極性電流，同時維持閥的開啟來允許定量流體的繼續流入電池之孔口，該流體量為該電池餘隙容積之至少20%。

15 63. 一種於一電化學電池中進行之流體處理方法，該方法包含：

(a) 於一去離子週期中，讓流體流入電池中，同時將電流通過該流體來形成去離子流體由該電池釋放；

(b) 於一再生週期中，讓流體流入該電池；以及

20 (i) 於一主再生步驟中，將具有一極性之電流通過該流體來再生該離子交換膜而形成再生流體從該電池釋放；以及

(ii) 於一後再生步驟中，逆轉該電流之極性，藉此降低於該電池中之流體中之殘餘離子濃度。

64. 一種流體處理裝置，包含：

(a) 一電化學電池，包含具有入口及去離子化流體孔口之一殼體，以及介於該第一電極與第二電極間之一離子交換膜，該第一電極係相鄰於該入口孔口，以及該第二電極係相鄰於該去離子流體孔口；

(b) 一電源供應器來供應電流予該電池之該等電極；

(c) 一閥來控制該流體之流經該電池之入口及去離子流體孔口；以及

(d) 一控制器用來：

(1) 於一去離子週期中，開啟該閥來讓流體流入該電池之入口流體孔口，同時控制該電源供應器來供給具有一第一正極性之電流予該第一電極來將該流體去離子化而形成去離子流體，去離子流體係於該去離子流體孔口釋放；

(2) 於一再生週期中，開啟該閥來讓流體流入該電池之去離子流體孔口，同時控制該電源供應器來供給具有一第一正極性之電流予該第二電極來再生將離子交換膜，而形成再生流體從該入口孔口釋放。

65. 一種流體處理裝置，包含：

(a) 一電化學電池，包含具有入口及去離子化流體孔口之一殼體，以及介於該第一電極與第二電極間之一離子交換膜，該第一電極係相鄰於該入口孔口，以及該第二電極係相鄰於該去離子流體孔口；

(b) 一電源供應器來供應電流予該電池之該等電極；

(c) 一閥來控制該流體之流經該電池之入口及去離子流體孔口；以及

5 (d) 一控制器用來：

(1) 於一去離子週期中，開啟該閥來讓流體流入該電池之入口流體孔口，同時控制該電源供應器來供給電流予該第一電極來將該流體去離子化而形成去離子流體，去離子流體係於該去離子流體孔口釋放；

10 (2) 於一再生週期中，開啟該閥來讓流體流入該電池之入口流體孔口，同時控制該電源供應器來供給具有一第一正極性之電流予該第二電極來再生將離子交換膜，而形成再生流體從該去離子流體孔口釋放。

66. 如申請專利範圍第65項之裝置，其中該去離子流體具有
15 導電係數低於於去離子週期期間處理後之流體之導電係數的50%。

67. 一種流體處理裝置，包含：

(a) 一電化學電池，包含具有入口及去離子化流體孔口之一殼體，以及介於該第一電極與第二電極間之一
20 離子交換膜，該第一電極係相鄰於該入口孔口，以及該第二電極係相鄰於該去離子流體孔口；

(b) 一可變電壓供應器，其提供一時間經調變之直流電壓予該電池之該等電極，該時間經調變之直流電壓具有一單一極性維持為正極性或負極性；

(c) 一閥來控制該流體之流經該電池之入口及去離子流體孔口；以及

(d) 一控制器來於一再生週期中，開啟該閥來讓流體流入該電池之去離子流體孔口，同時控制該可變電壓供應器來供給一時間經調變之直流電壓予該電池之電極。

5

68. 如申請專利範圍第65項之裝置，其中該控制器開啟該閥來讓去離子流體流入該去離子流體孔口。

69. 如申請專利範圍第65項之裝置，其中該第二電極係維持於一正極性。

10

70. 如申請專利範圍第65項之裝置，其中該時間經調變的電流包含一第一電流及一第二電流；以及其中該第一電流係大於該第二電流。

71. 如申請專利範圍第65項之裝置，其中該第一電流之工作週期係大於該第二電流之工作週期。

15

72. 一種流體處理裝置，包含：

(a) 一電化學電池，包含有多個孔口之一殼體，以及於一對電極間之一離子交換膜；

(b) 一電源供應器來供給電流予該等電極；

20

(c) 一閥來控制該流體之流經該電池之孔口；以及

(d) 一控制器用來：

(1) 於一流體去離子週期中，操作該閥來讓流體流入該電池之一孔口，同時控制電源供應器來供給一具有一電流密度之電流予該對電極而形成去離子流體

於另一個孔口釋放；以及

(2) 於一再生週期中，開啟該閥來供給去離子流體至一孔口，同時控制該電源供應器來供給一經調變之再生電流予該等電極。

5 73. 一種流體處理裝置，包含：

(a) 第一電化學電池及第二電化學電池，各個電化學電池包含：

(i) 包含一對電極之一殼體；

(ii) 於該等電極間之一水分裂膜；以及

10 (iii) 一流體入口及一流體出口；

(b) 一電源供應器來供給電流予該第一電化學電池及第二電化學電池之該等電極；

(c) 一閥系統包含多個電磁閥包含：

(d) 一控制器來(i)控制該電源供應器將該電源供應器切換為開及切換為關，以及調節由該電源供應器施加至該第一電化學電池及第二電化學電池之電極的電流；以及(ii)控制該閥系統之多個電磁閥來調節流經該第一電化學電池及第二電化學電池之流體的流量。

15 74. 如申請專利範圍第73項之裝置，包含至少四個電磁閥。

20 75. 如申請專利範圍第73項之裝置，包含一管路，其具有一第一叉將流經其中的流體分裂來讓流體流至第一電化學電池及第二電化學電池；以及其中第一電磁閥係位於該第一叉與各個電化學電池間之管路中。

76. 如申請專利範圍第73項之裝置，包含一管路其具有於該

第一電磁閥與電化學電池間之一第二叉，來允許流經其中的流體流至電化學電池或流至一排水口，以及進一步包含於該第二叉與該排水口間之第二電磁閥來控制流體之流至該排水口。

- 5 77. 如申請專利範圍第73項之裝置，進一步包含位在該管路中於處理後之流體出口前方的管路中。
78. 如申請專利範圍第73項之裝置，進一步包含一流體流量感測器來測定通過該等電化學電池之流體流速。
- 10 79. 如申請專利範圍第73項之裝置，其中該流體流量感測器包含一霍爾效應感測器。
80. 如申請專利範圍第73項之裝置，進一步包含一壓力感測器來測量流體的壓力。
- 15 81. 如申請專利範圍第73項之裝置，其中該壓力感測器可提供一壓力信號予該控制器；以及其中該控制器當接收一壓力信號指示壓力夠高時，將該等電化學電池之操作關閉。
82. 如申請專利範圍第73項之裝置，進一步包含一流體盛裝槽；以及其中該壓力感測器係安裝於該槽中來測量該槽中之流體之壓力。
- 20 83. 如申請專利範圍第73項之裝置，進一步包含下列中之至少一者：
- (1) 將流體之微粒過濾出之一沉澱物過濾器；
 - (2) 一活性碳過濾器；
 - (3) 一紫外光抗微生物過濾器；以及

(4) 一N-鹵胺池。

84. 如申請專利範圍第73項之裝置，進一步包含具有一計量電磁閥之一計量元件來定期或連續供給一劑抗微生物劑予該流體。
- 5 85. 如申請專利範圍第73項之裝置，包含一對電源供應器。
86. 如申請專利範圍第85項之裝置，包含只連接至該第一電化學電池之一第一電源供應器，以及只連接至該第二電化學電池之一第二電源供應器。
87. 如申請專利範圍第85項之裝置，其中各個電源供應器係
10 可輸出由約-300伏特至+300伏特之電壓。
88. 如申請專利範圍第85項之裝置，其中該第一電源供應器包含具有經常性為正極性之一第一輸出端子，以及該第二電源供應器包含具有經常性為負極性之一第一輸出端子。
- 15 89. 如申請專利範圍第85項之裝置，其中各個電源供應器係各自獨立連接至第一電極及第二電極二者，且可於去離子模式中或於再生模式中供電予任一個電池。
90. 一種流體處理裝置，包含：
- (a) 一電化學電池包含
- 20 (i) 多個孔口來接納一輸入流體及釋放一輸出流體；
- (ii) 一第一對內電極及外電極其各自係由相同的第二材料所組成；
- (iii) 一第二對內電極及外電極其各自係由相

同的第二材料所組成，該第二材料係與該第一材料不同的材料；以及

(iv) 於該第一對與該第二對內電極和外電極間之一離子交換膜，來處理該輸入流體而形成輸出流體；以及

(b) 一電源供應器，來供給一電流，該電流操作該第一對內電極及外電極只作為陽極，以及該第二對內電極及外電極只作為陰極。

- 5
- 10
- 15
- 20
91. 如申請專利範圍第90項之裝置，其中該第一對內電極及外電極係由一第一材料製成，該第一材料可減少一正極性電極受流體中之離子腐蝕。
 92. 如申請專利範圍第90項之裝置，其中該第一對內電極及外電極包含尺寸穩定之陽極。
 93. 如申請專利範圍第90項之裝置，其中該等尺寸穩定之陽極包含具有一表面塗層之一導電基材。
 94. 如申請專利範圍第90項之裝置，其中該導電基材包含鈦、鈮、鈳或鈾。
 95. 如申請專利範圍第90項之裝置，其中該表面塗層包含鉑、鈱、鈹、銻、銻、或鐵。
 96. 如申請專利範圍第90項之裝置，其中該尺寸穩定之陽極包含鈦且具有包含二氧化鈱之一表面塗層。
 97. 如申請專利範圍第90項之裝置，其中該第二對內電極及外電極各自係由碳或不鏽鋼所製成。
 98. 如申請專利範圍第90項之裝置，其中該等內電極係肩並

肩設置，且具有一絕緣體塗層於各內電極之相鄰部分上；以及該等外電極係肩並肩設置且具有一絕緣體塗層於各外電極之相鄰部分上。

99. 一種流體處理裝置，包含：

5 (a) 一電化學電池，包含有多個孔口之一殼體，以及於一對電極間之一離子交換膜；

(b) 一電源供應器來供給電流予該等電極；

(c) 一閥來控制該流體之流經該電池之孔口；

10 (d) 一磷垢抑制劑滴注系統用來將一磷垢抑制劑滴注於該流體內來抑制於該電化學電池中的磷垢形成；以及

(e) 一控制器用來：

15 (1) 於一流體去離子週期中，操作該閥來讓流體流入該電池之一孔口，同時控制電源供應器來供給一具有一電流密度之電流予該對電極而形成去離子流體於另一個孔口釋放；以及

(2) 於一再生週期中，開啟該閥來供給去離子流體至一孔口，同時控制該電源供應器來供給一經調變之再生電流予該等電極。

20 100. 如申請專利範圍第99項之裝置，其中該磷垢抑制劑滴注系統係於該再生週期期間將一磷垢抑制劑滴注於該流體內。

101. 如申請專利範圍第99項之裝置，其中該磷垢抑制劑滴注系統係將一磷垢抑制劑滴注於該流體來維持該流體於

低於7之pH。

102.如申請專利範圍第101項之裝置，其中該磷垢抑制劑包含磷酸鹽、氫氟酸、磷酸、硫酸、檸檬酸、胺基磺酸或蘋果酸。

5 103.一種流體處理裝置，包含：

(a) 一電化學電池，包含具有多個孔口之一殼體、一對電極、及於該等電極間之一離子交換膜；

(b) 一電源供應器來供給電流予電池之該等電極；

(c) 一閥來控制該流體之流經該電池之孔口；

10 (d) 一溫度感測器來測量該流體溫度且產生一溫度信號；以及

(e) 一控制器來控制該電源供應器及閥俾：

15 (1) 於一去離子週期中，開啟該閥來讓流體流入該電池之一孔口，同時控制該電源供應器來供給電流至該等電極來將電流去離子化而形成去離子流體於另一個孔口釋放；

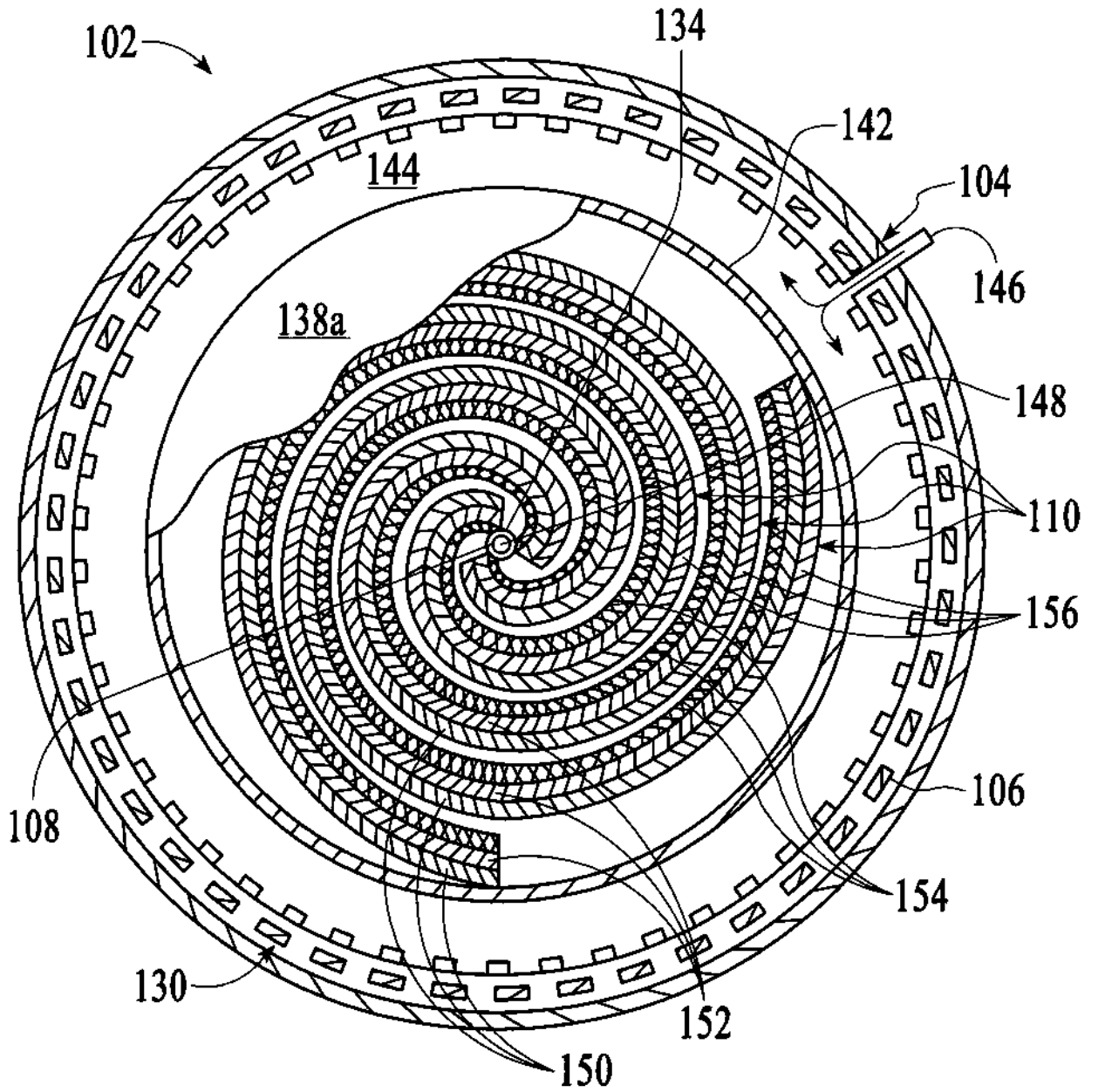
20 (2) 於一再生週期中，開啟該閥來讓流體流入該電池之一孔口，且控制該電源供應器來供給一電流至該等電極而再生該離子交換膜來形成再生流體於另一個孔口釋放，以及

其中於去離子週期及再生週期之任一者或二者，控制器接收該溫度信號，且相關於該溫度信號選擇供給該等電極之電流。

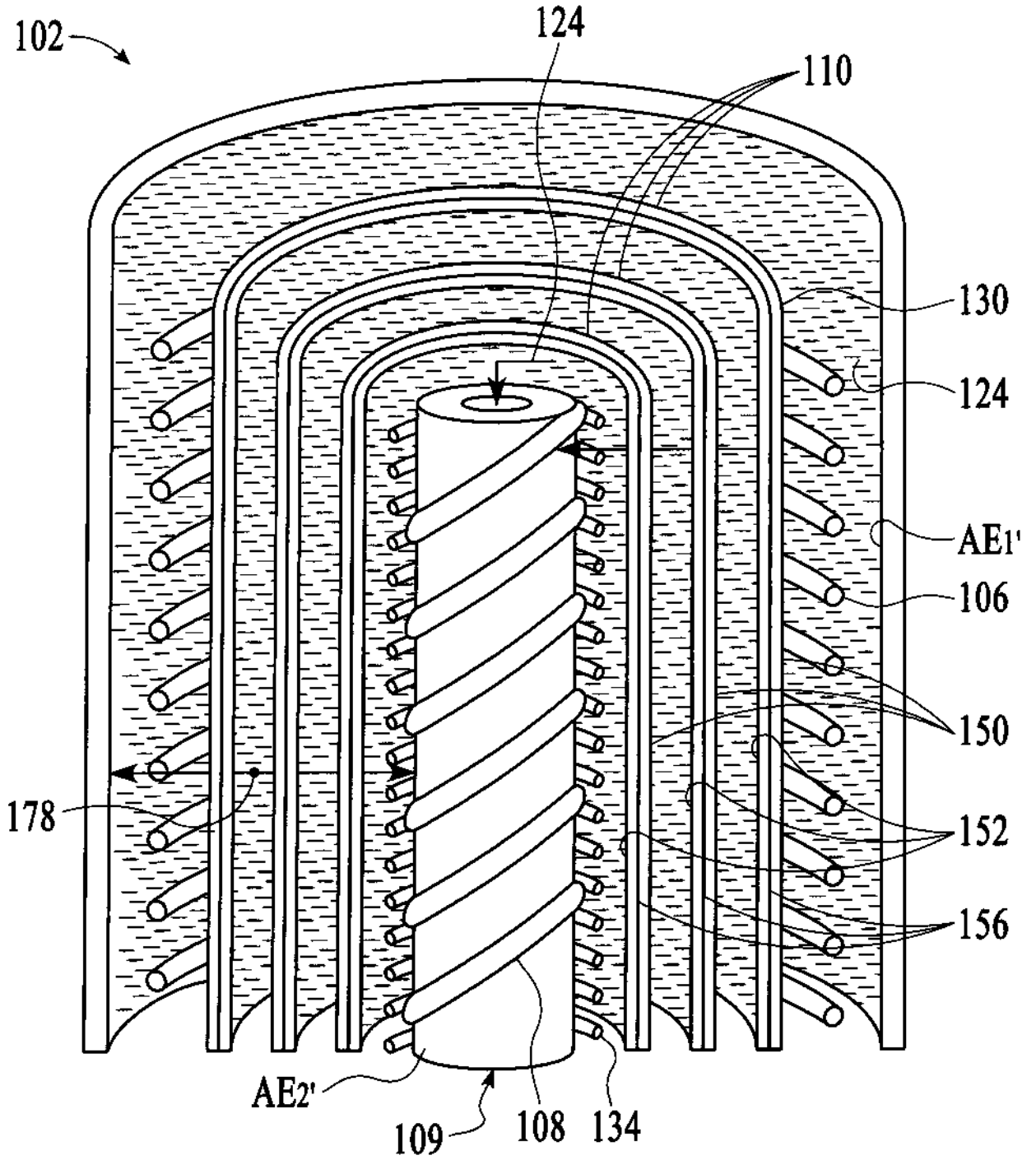
104.如申請專利範圍第37項之裝置，其中該控制器係響應於

該溫度信號而設定該電流幅度。

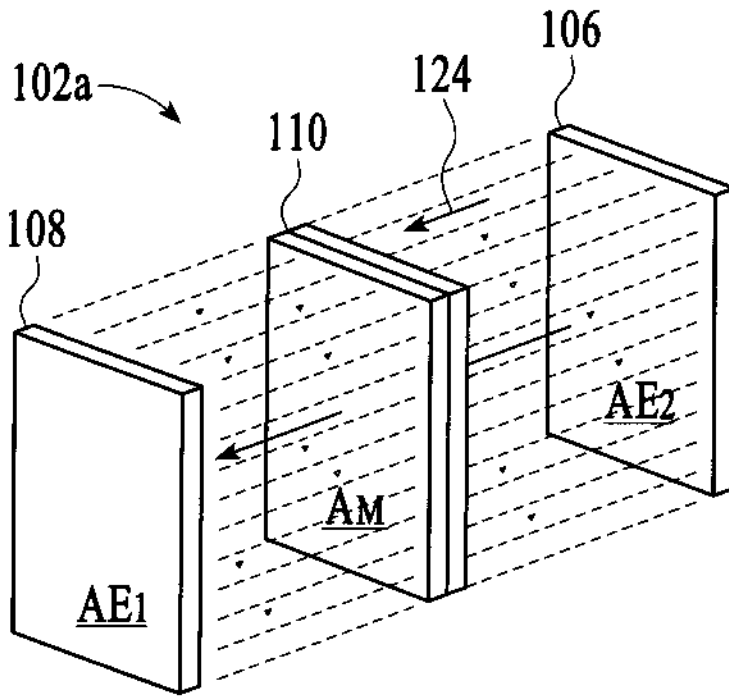
105.如申請專利範圍第38項之裝置，其中該控制器係以至少約20%之階段來改變該電流幅度。



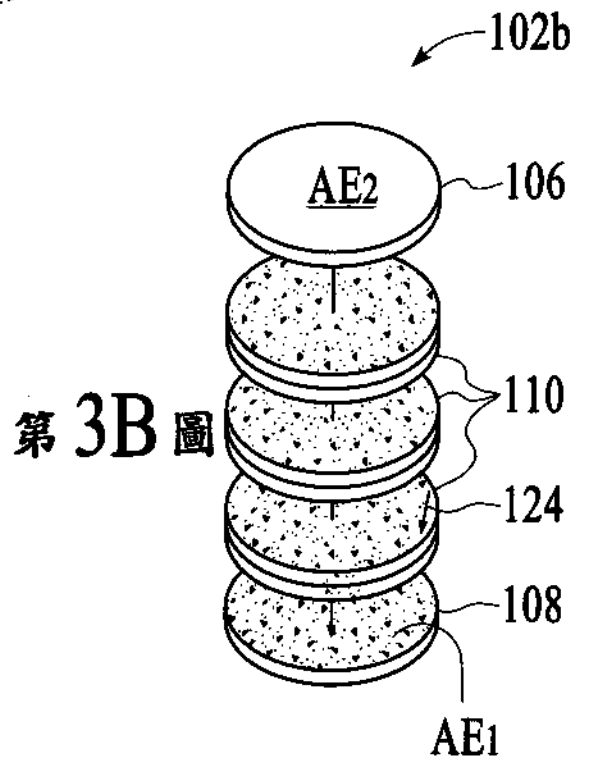
第2A圖



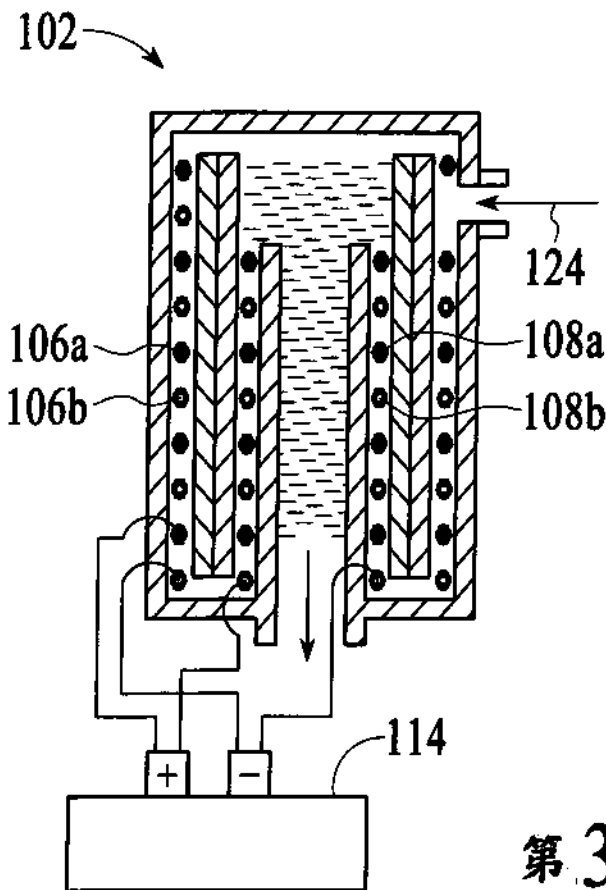
第 2B 圖



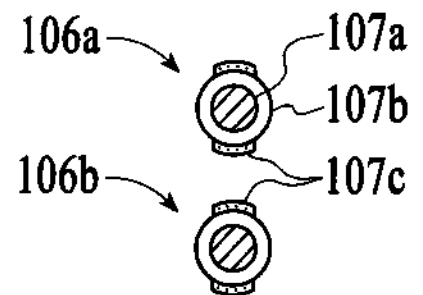
第3A圖



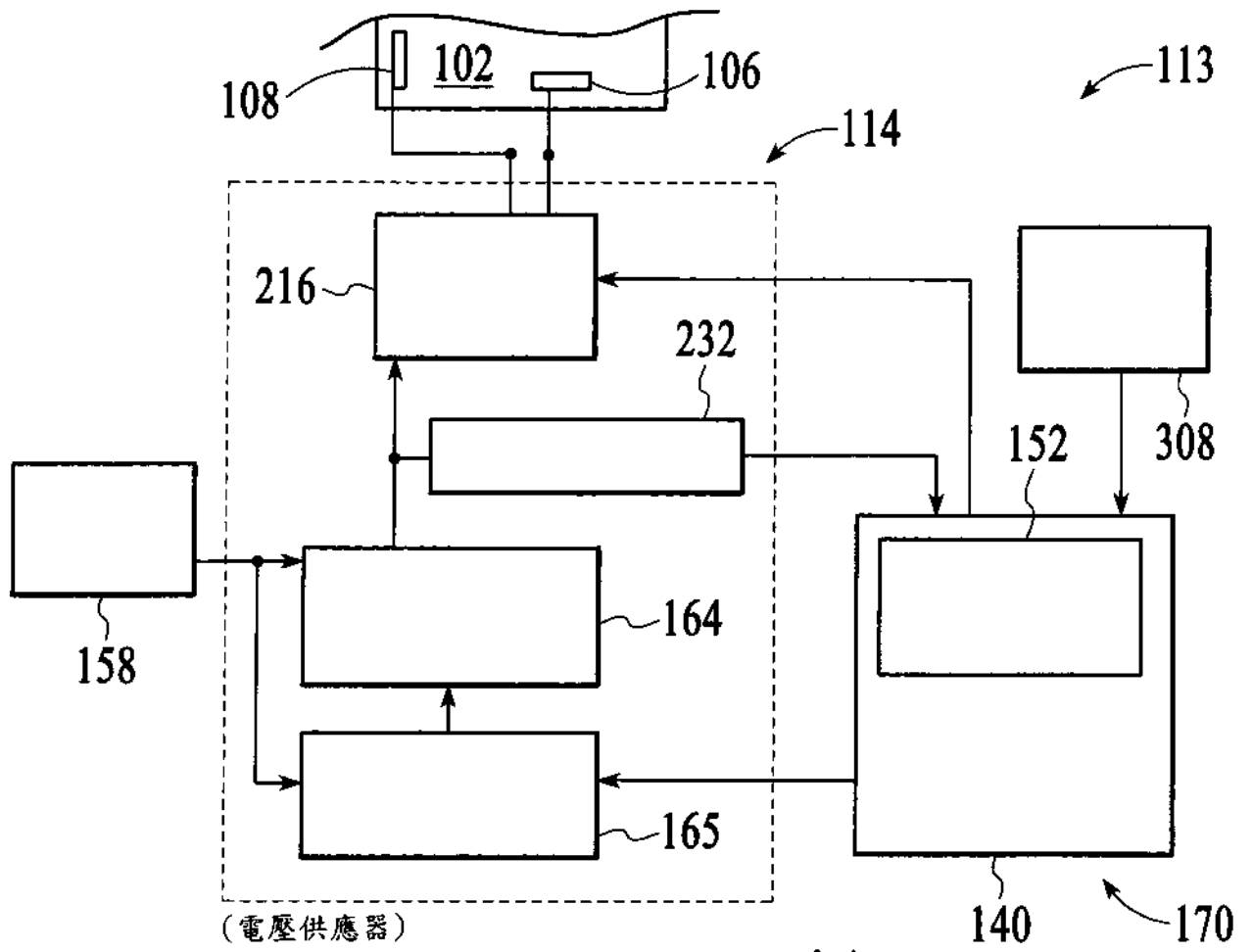
第3B圖



第3C圖

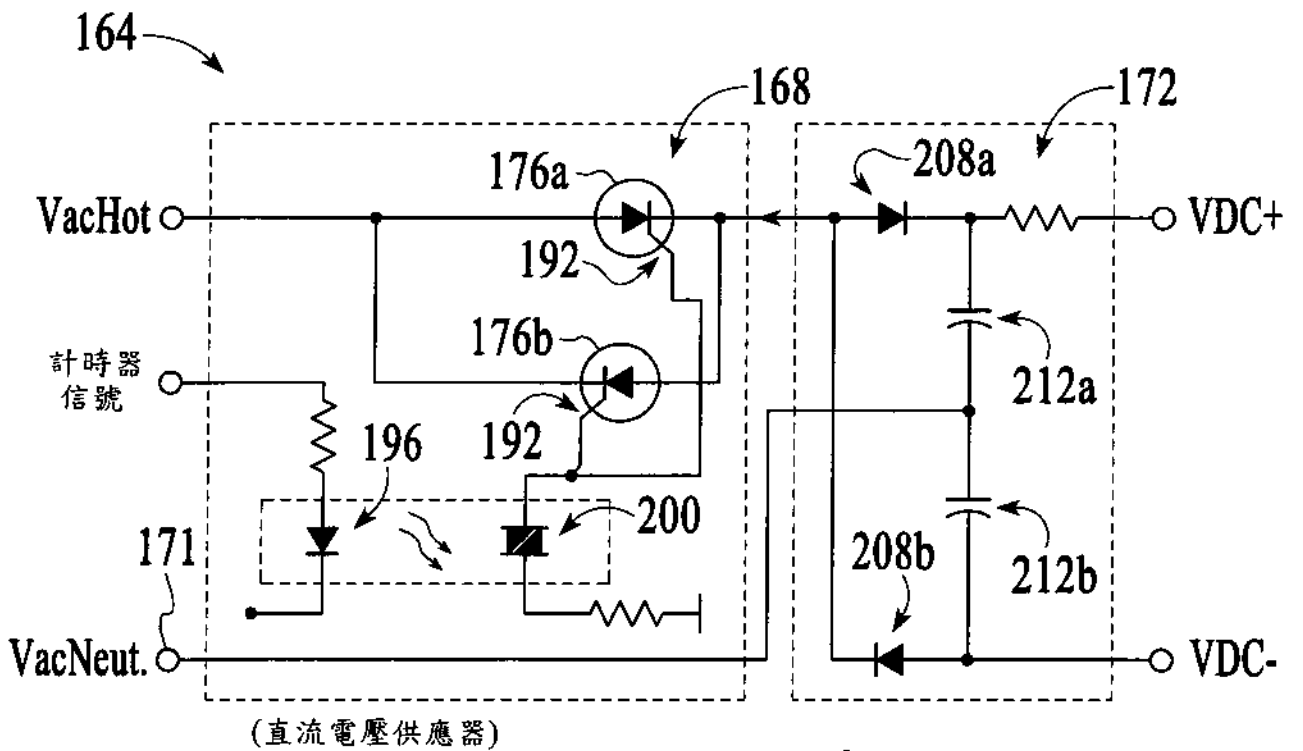


第3C1圖



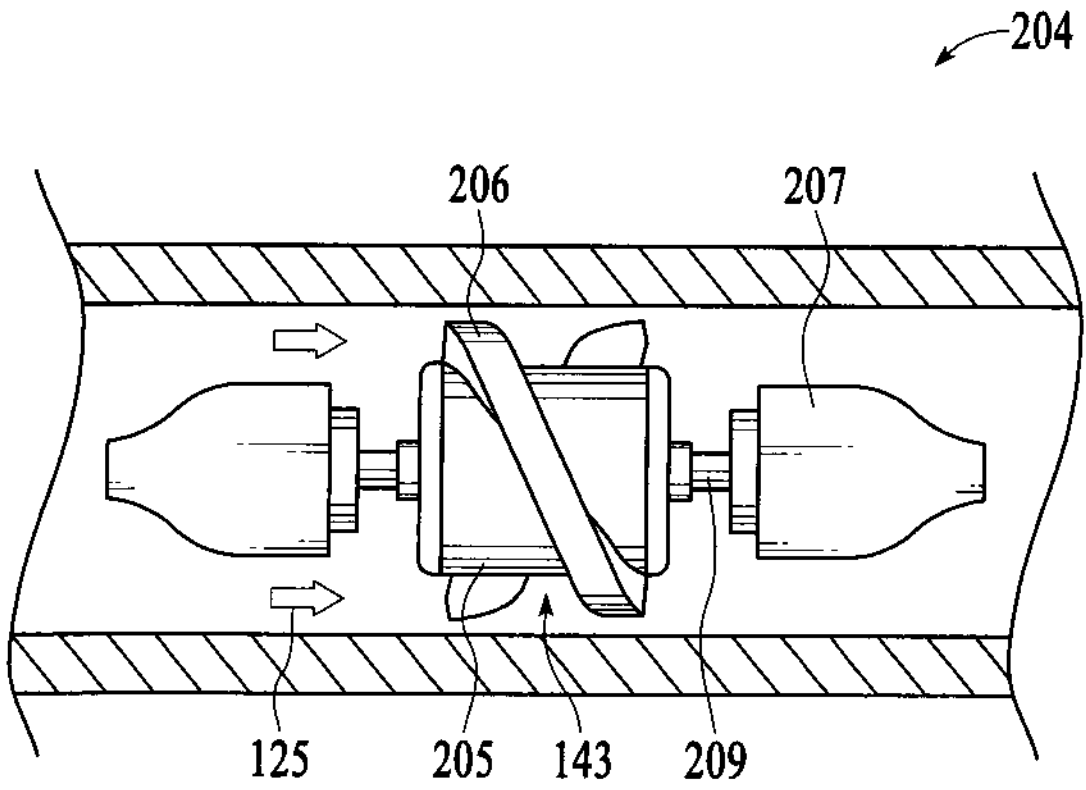
(電壓供應器)

第4A圖



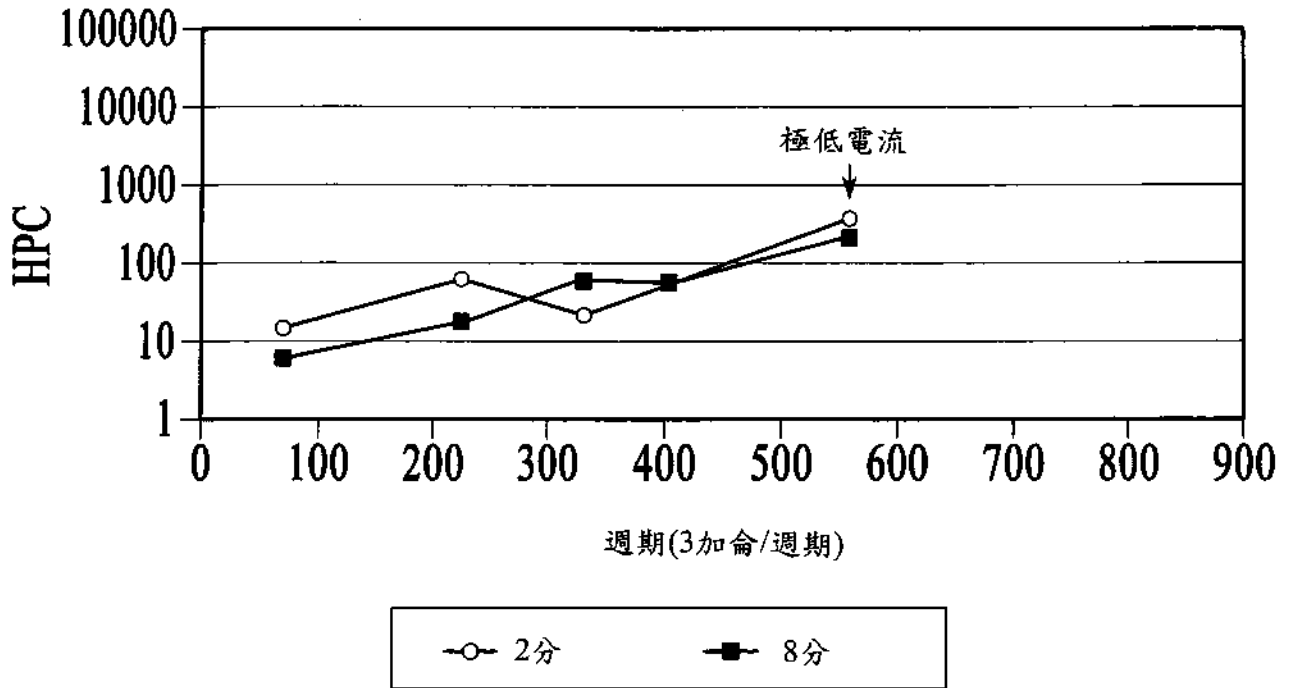
(直流電壓供應器)

第4B圖

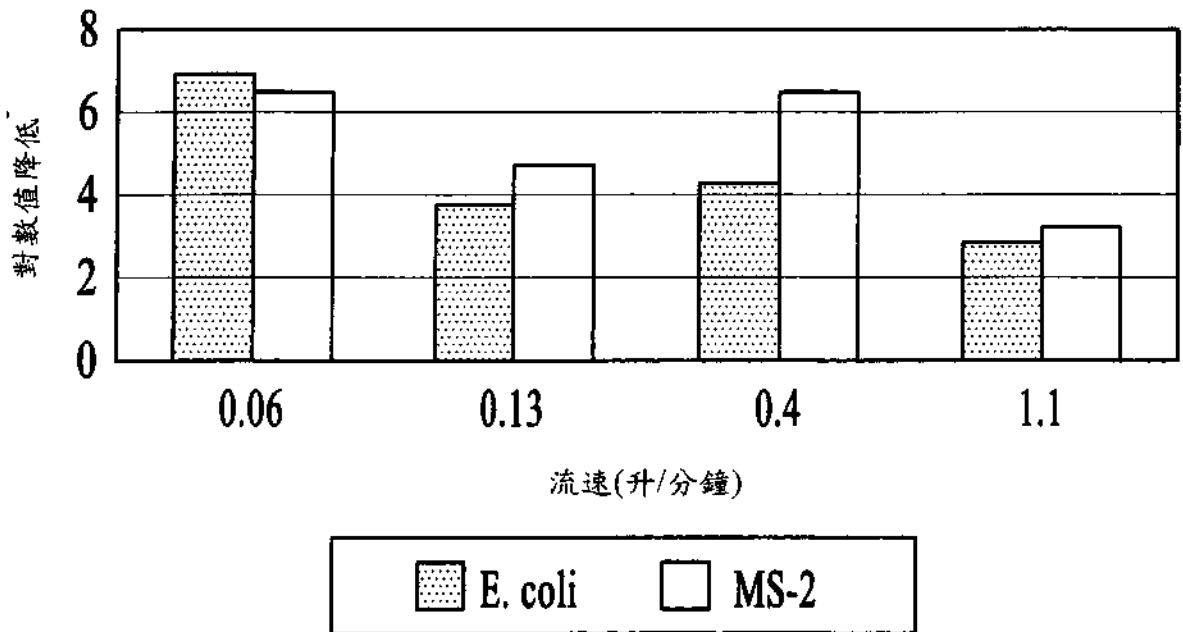


第 5 圖

7/21

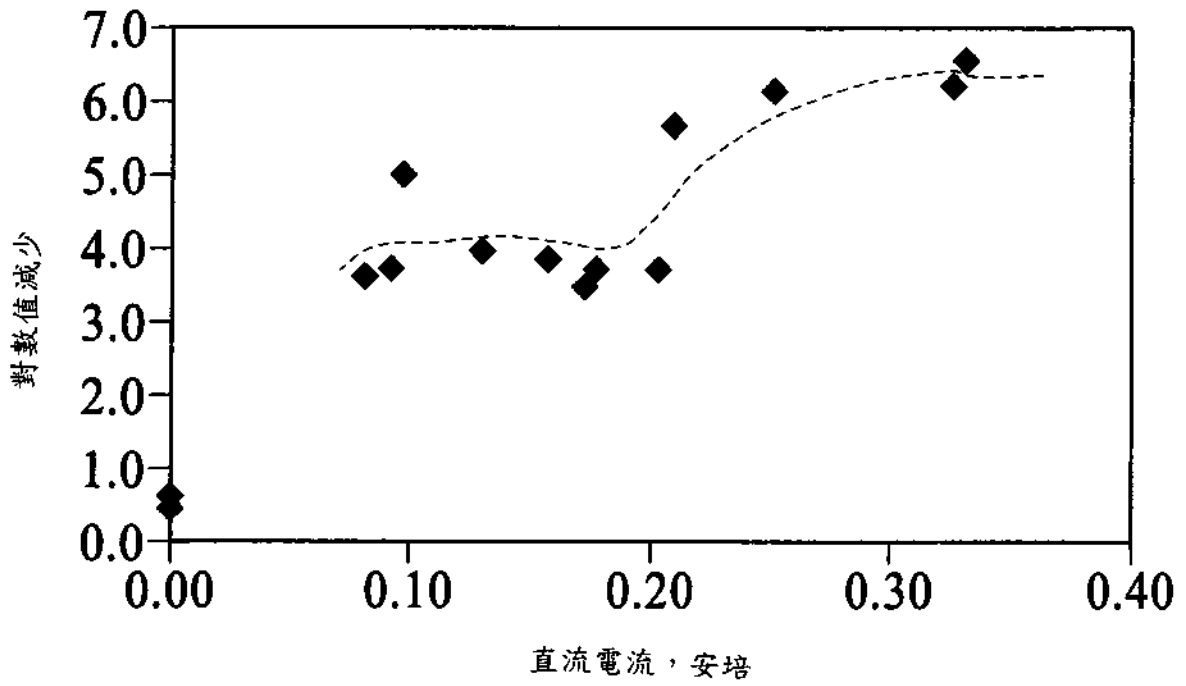


第 6 圖



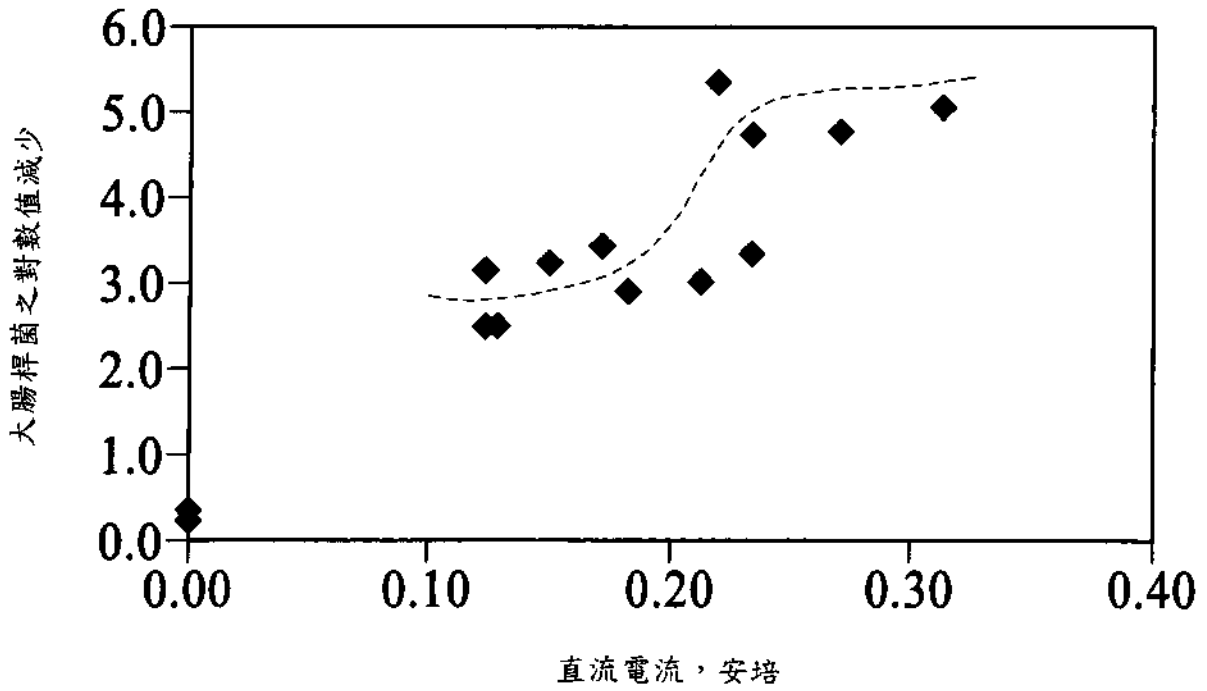
第 7 圖

8/21



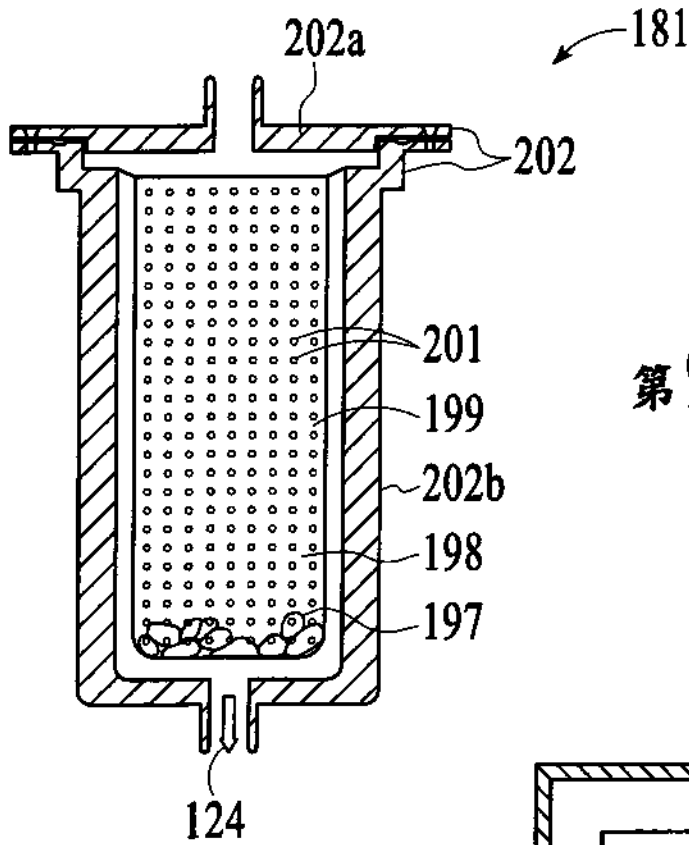
◆ 於0.25升/分鐘之對數值減少

第8A圖



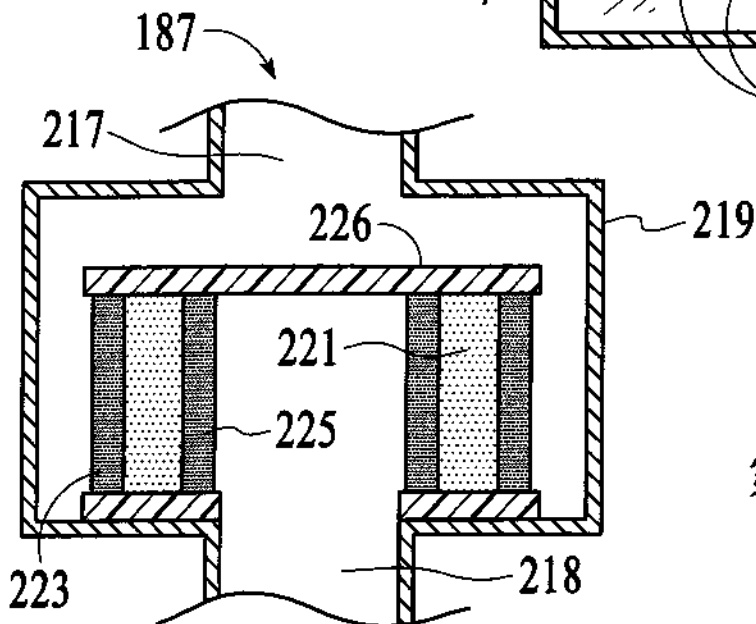
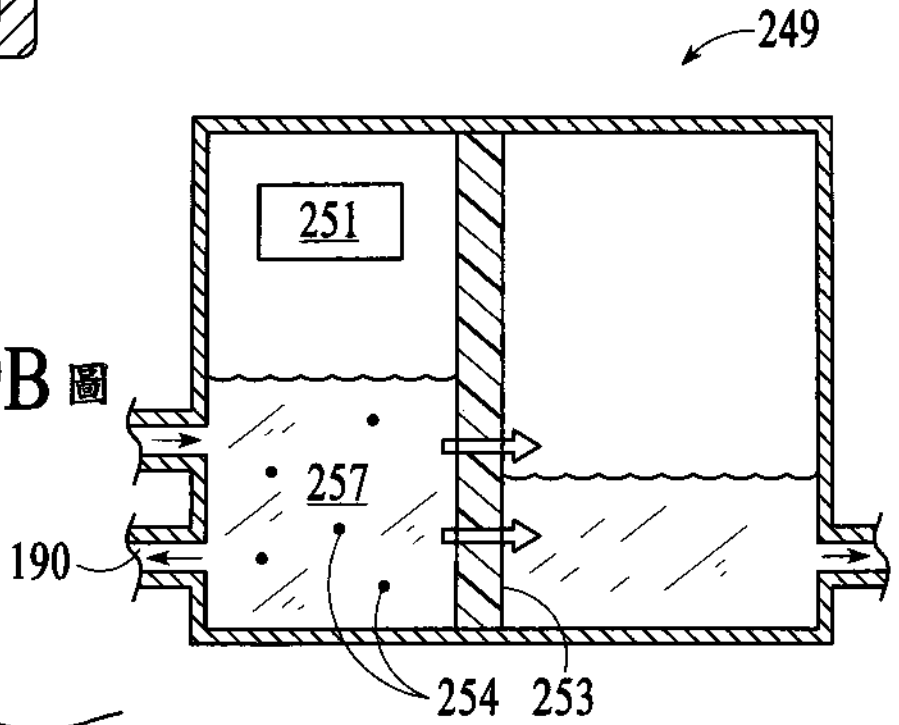
◆ 於0.50升/分鐘之對數值減少

第8B圖

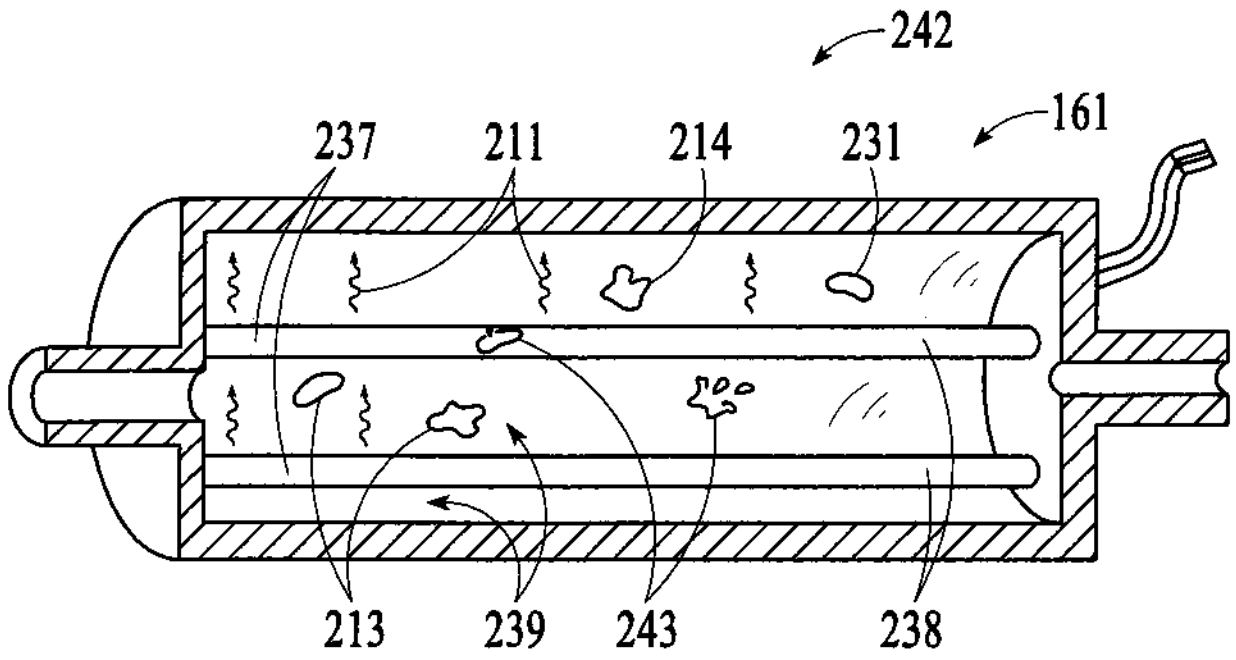


第9A圖

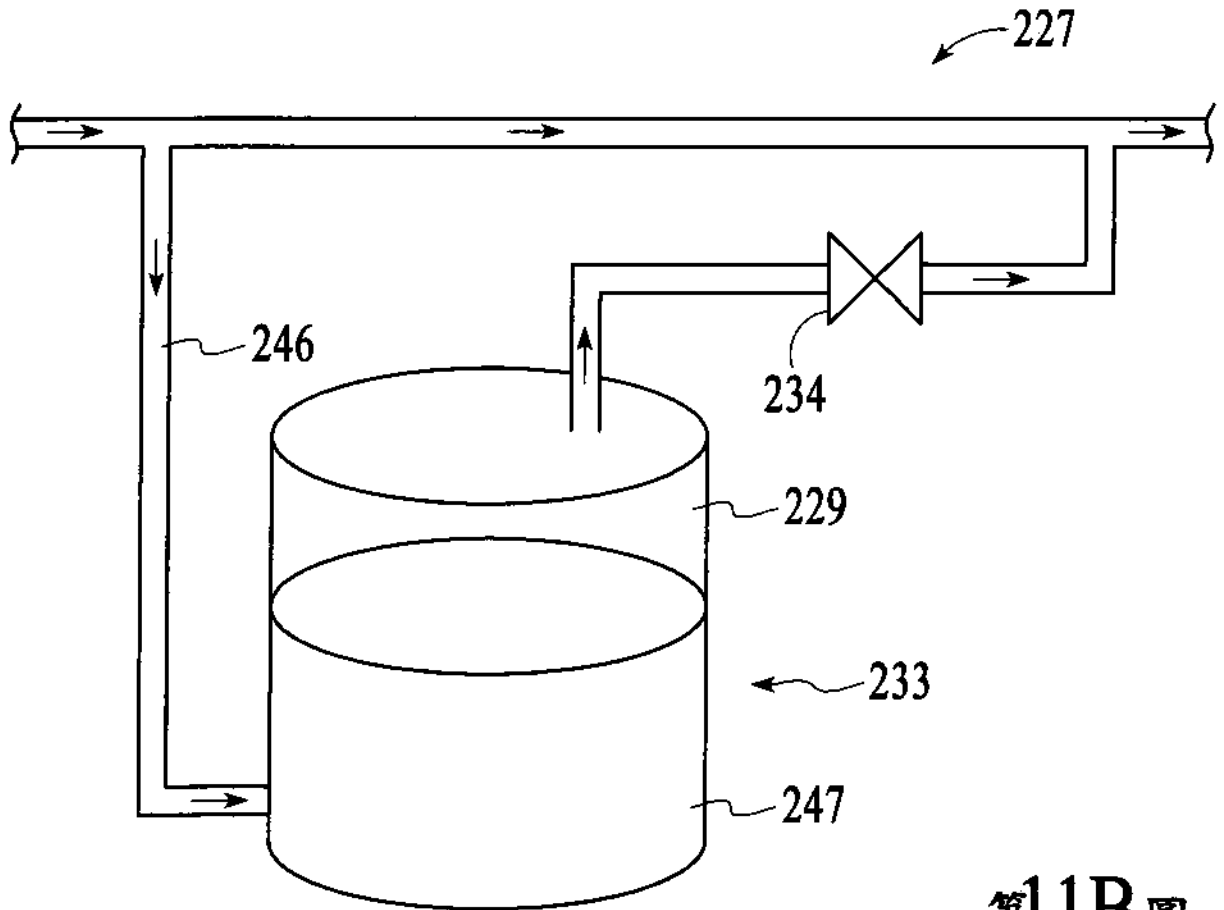
第9B圖



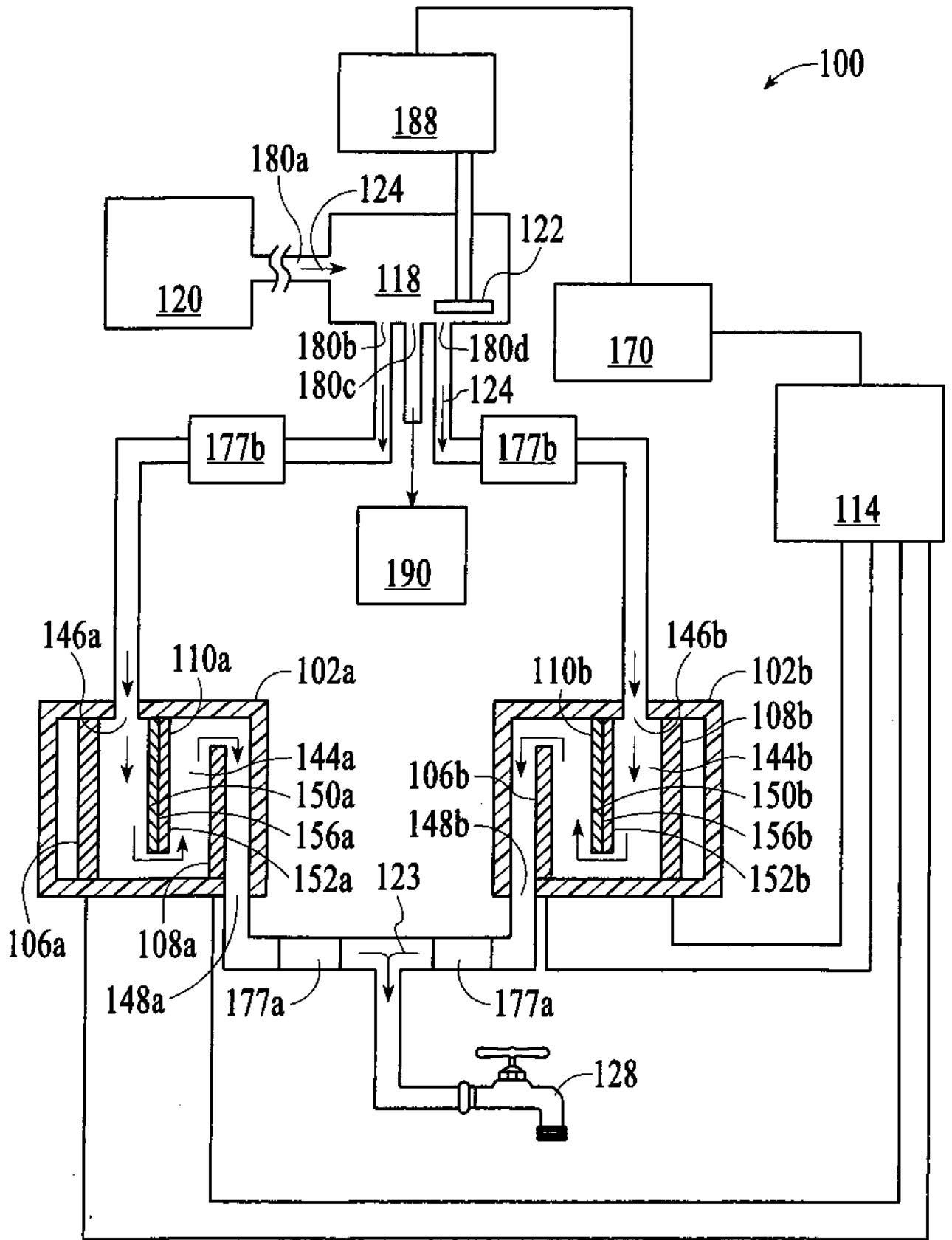
第10圖



第11A圖

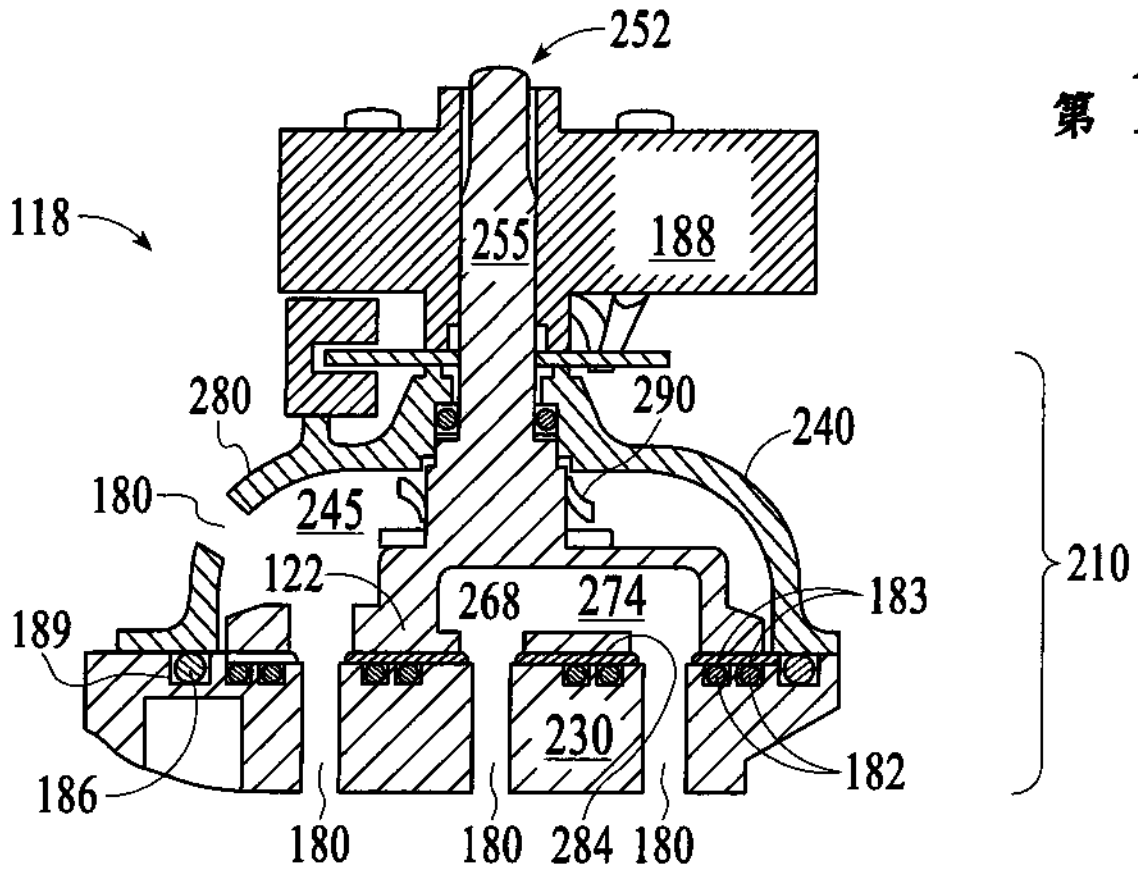


第11B圖

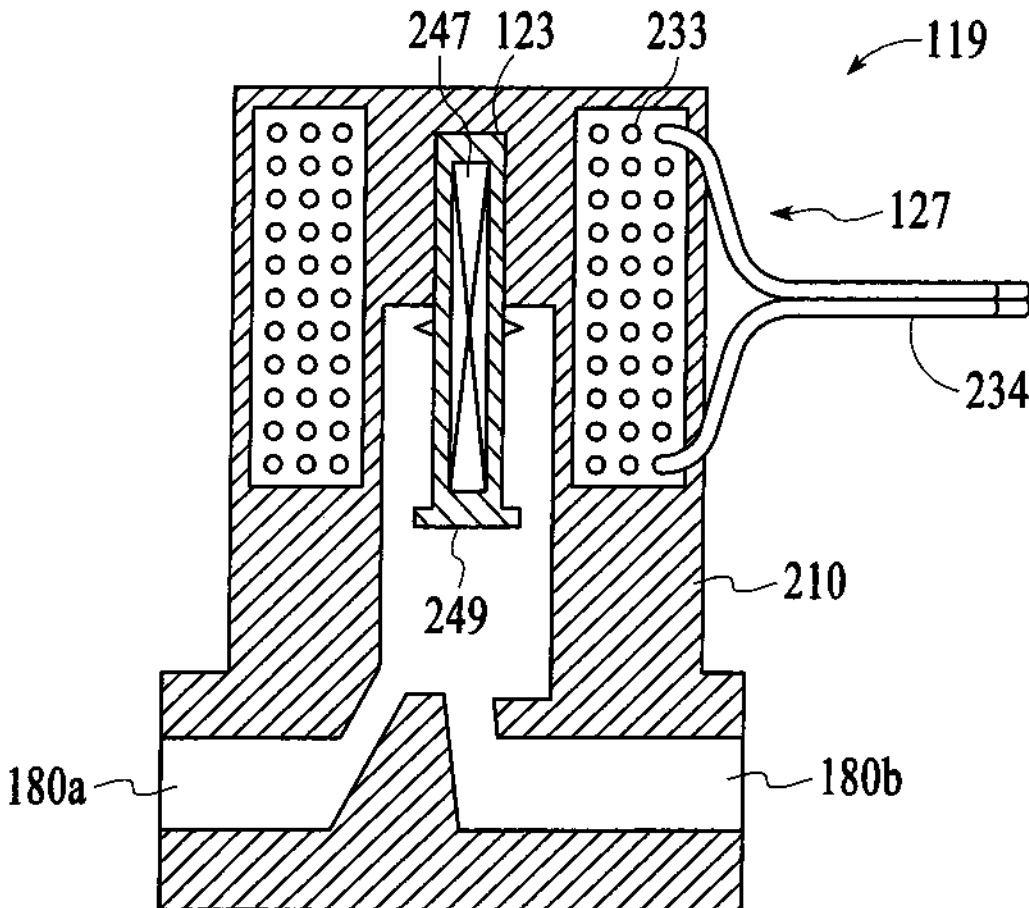


第 12 圖

12/21

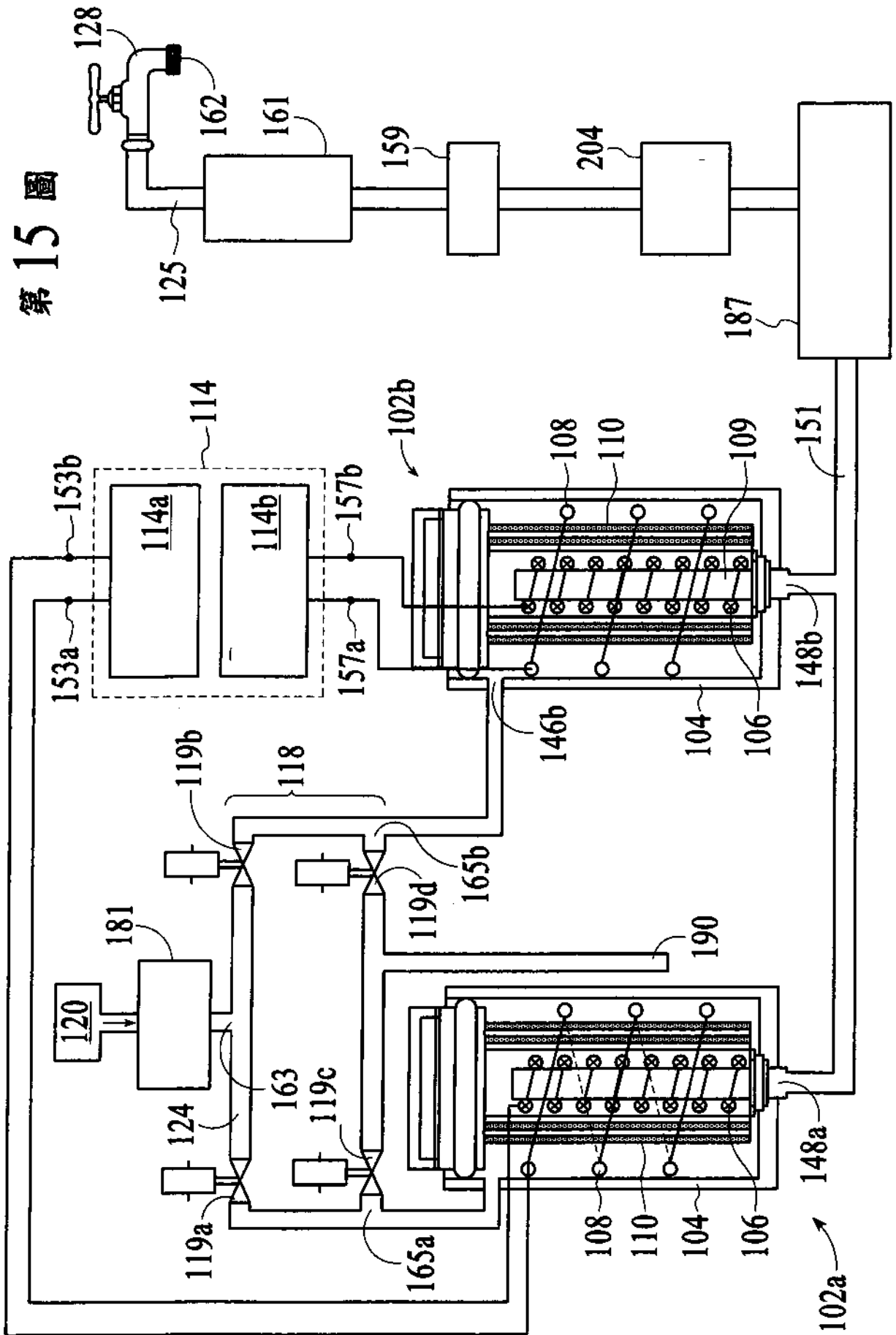


第 13 圖

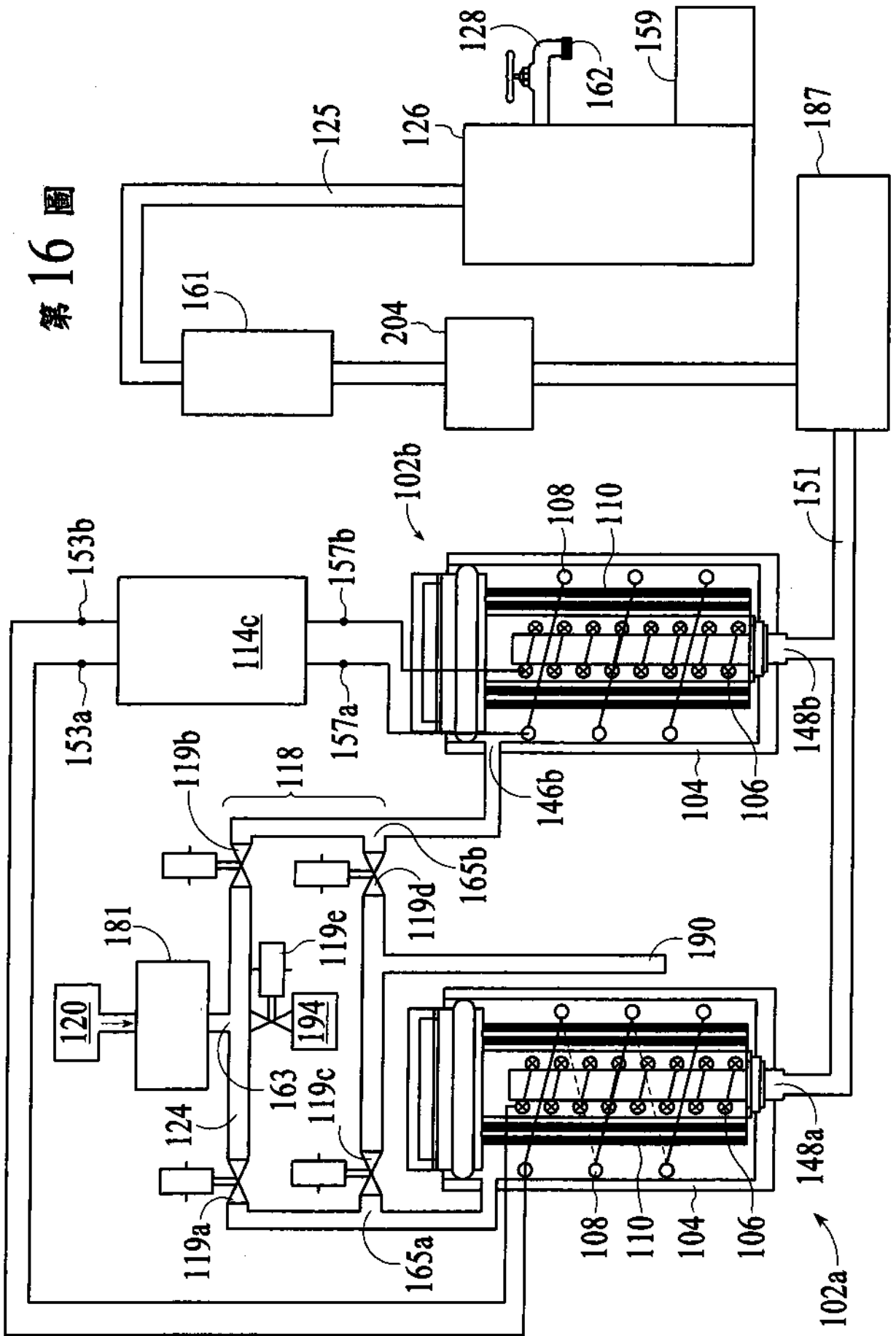


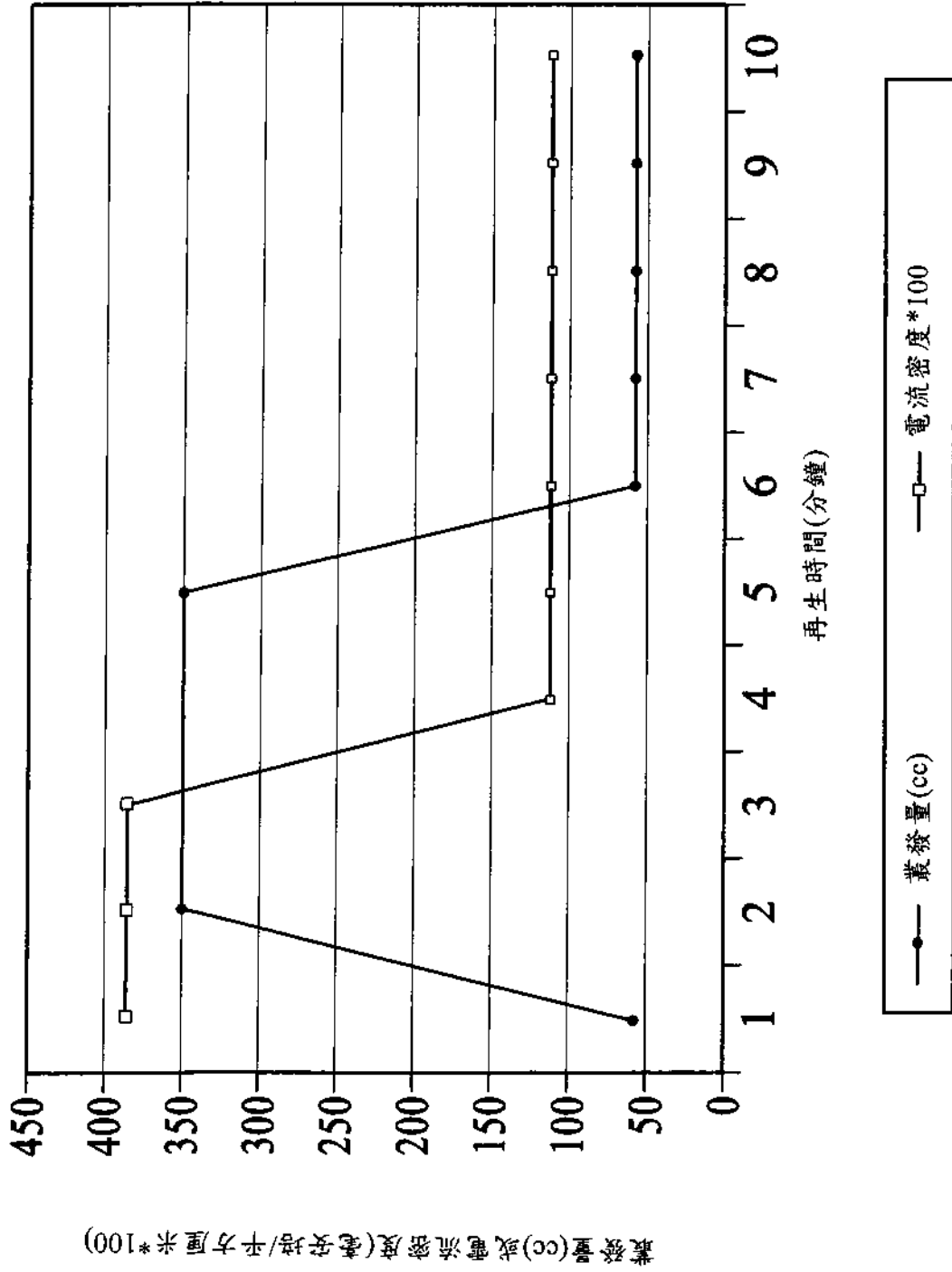
第 14 圖

第 15 圖

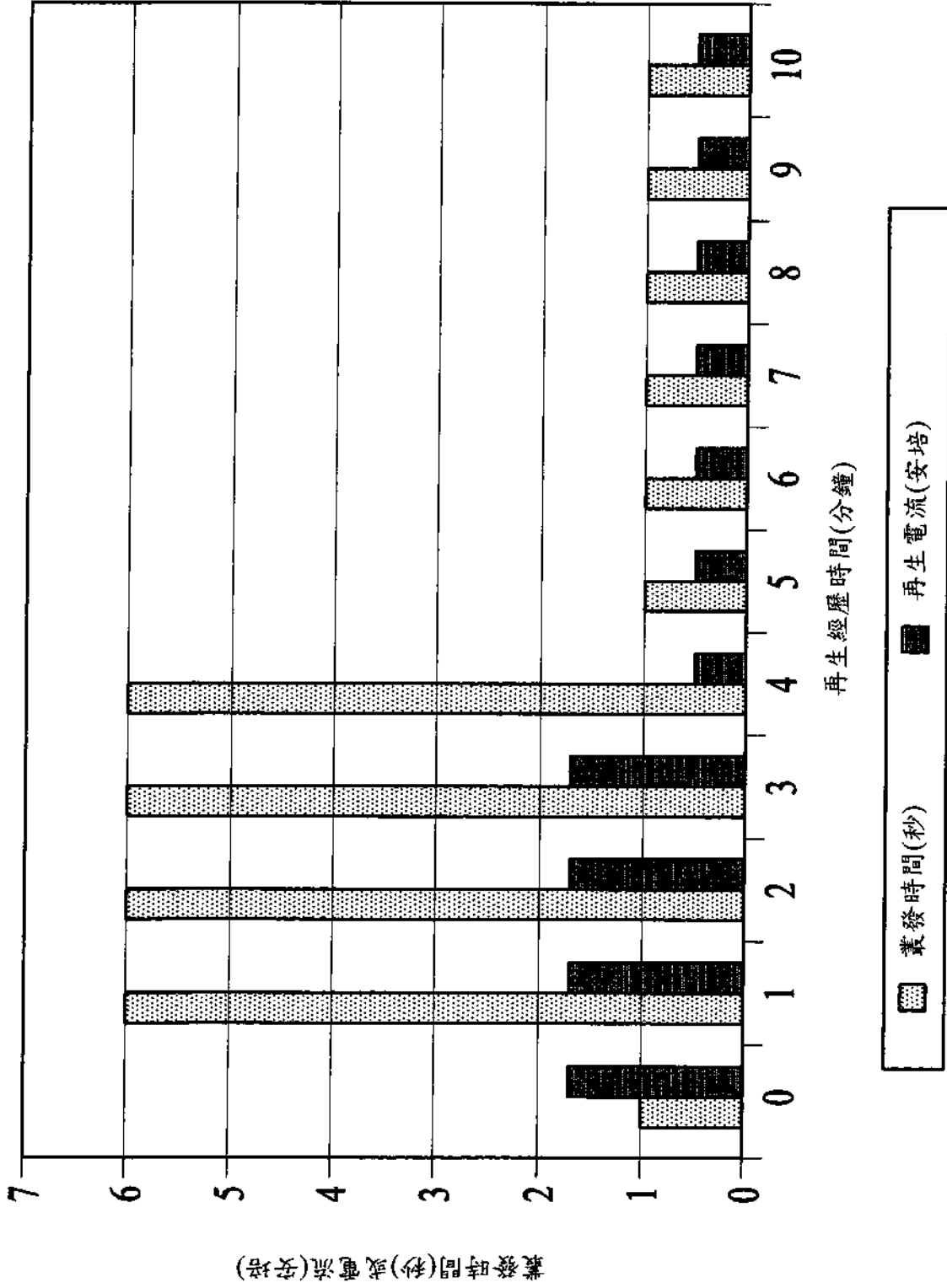


第 16 圖

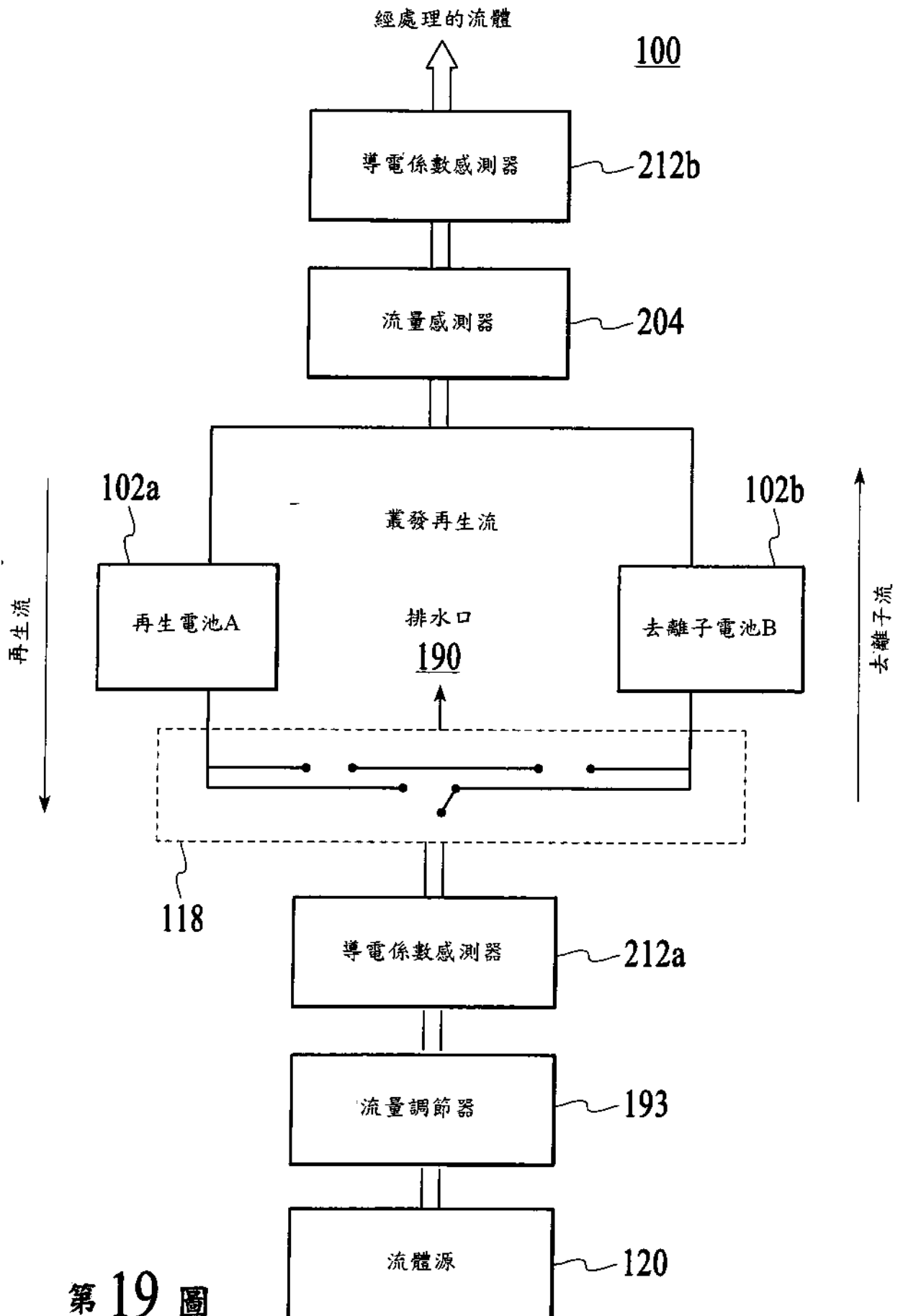




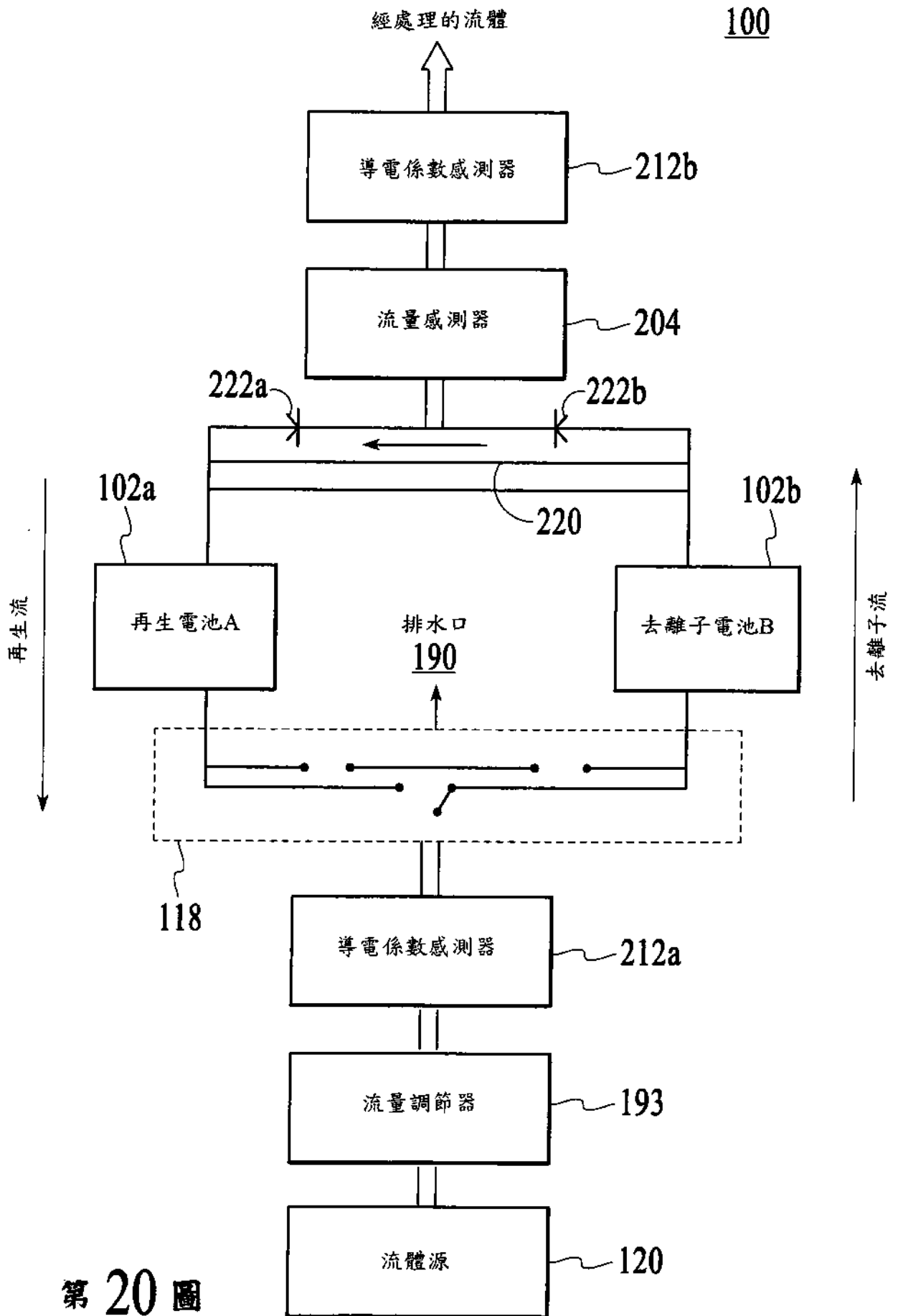
第17圖



第 18 圖

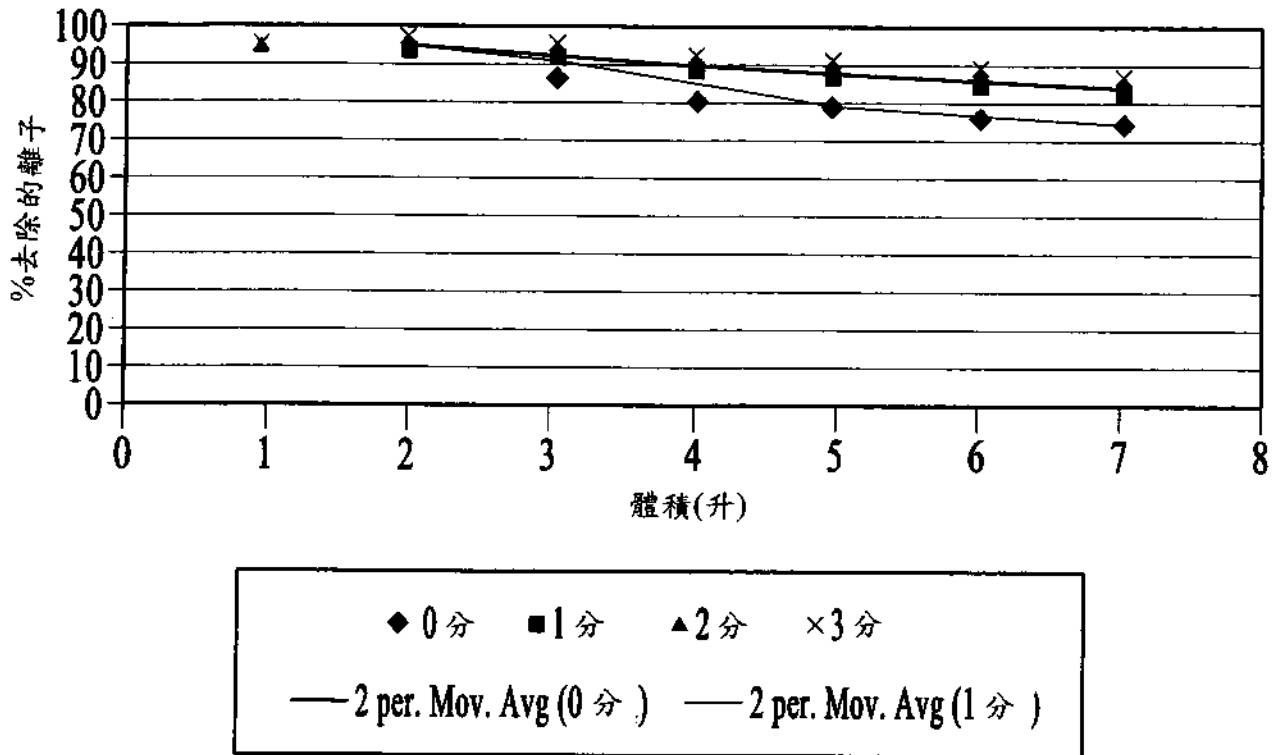


第 19 圖

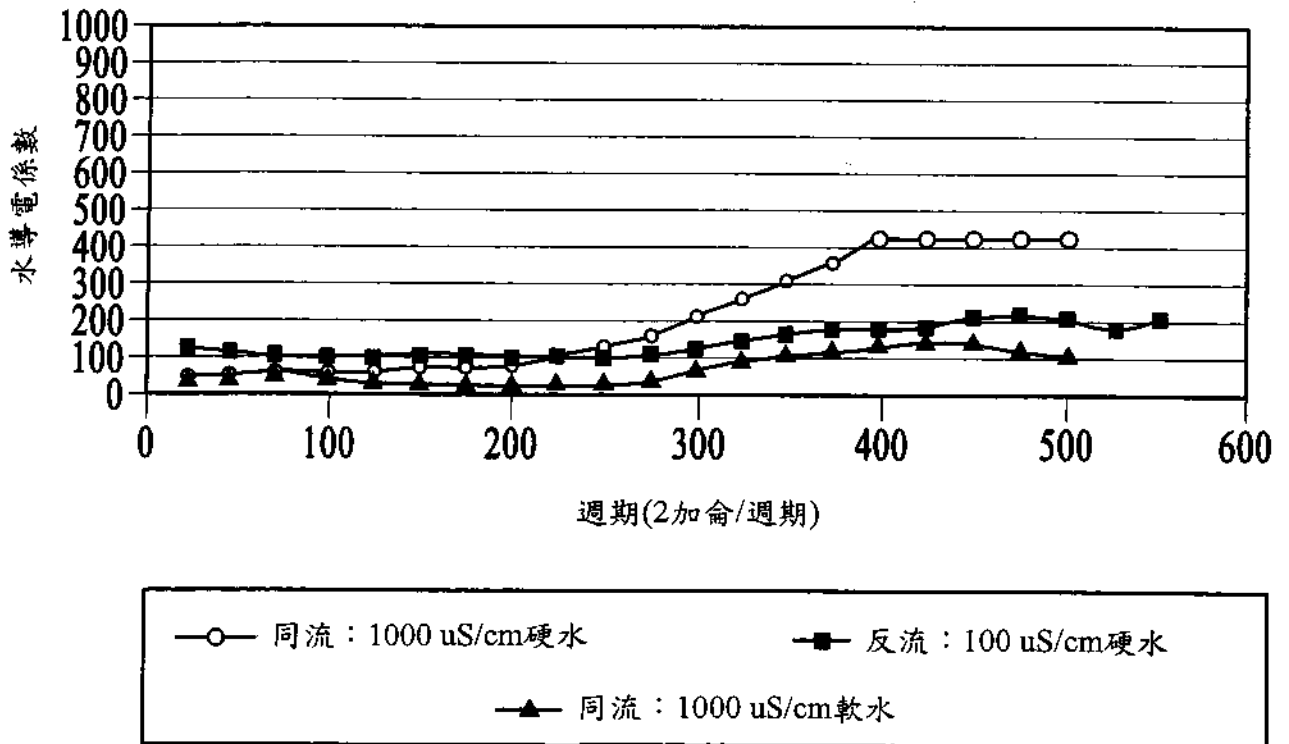


第 20 圖

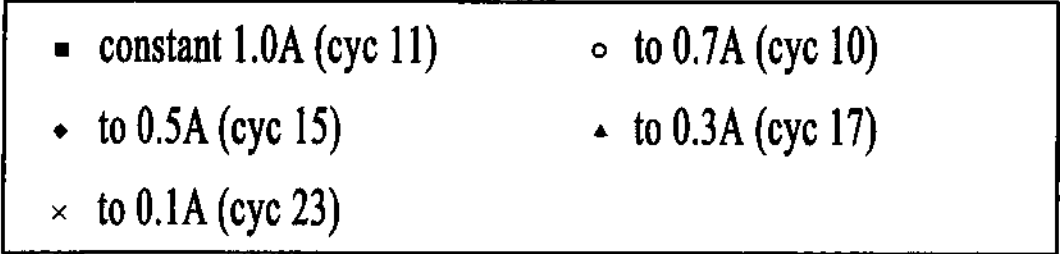
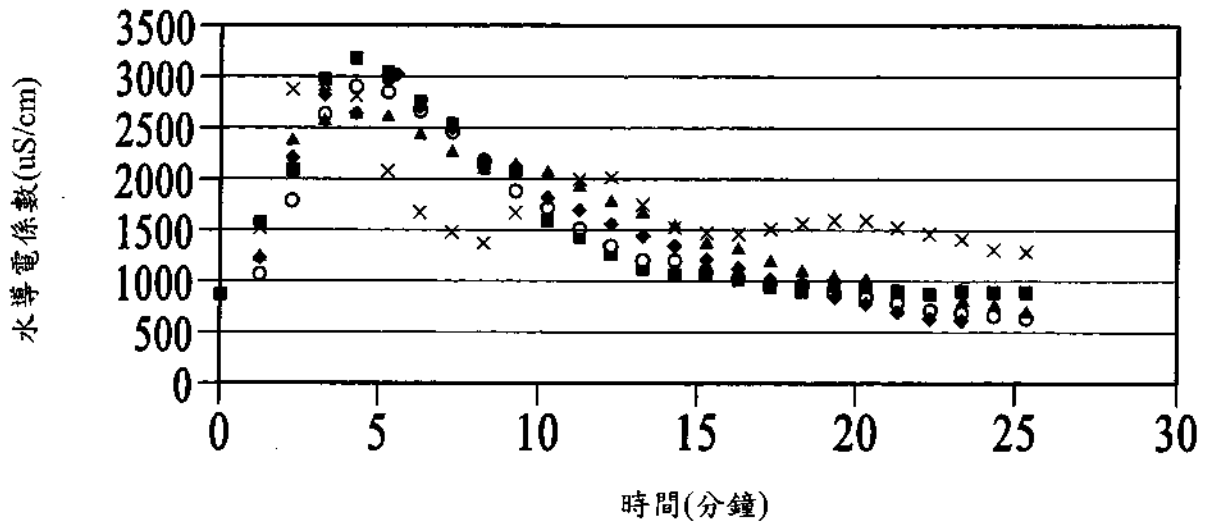
19/21



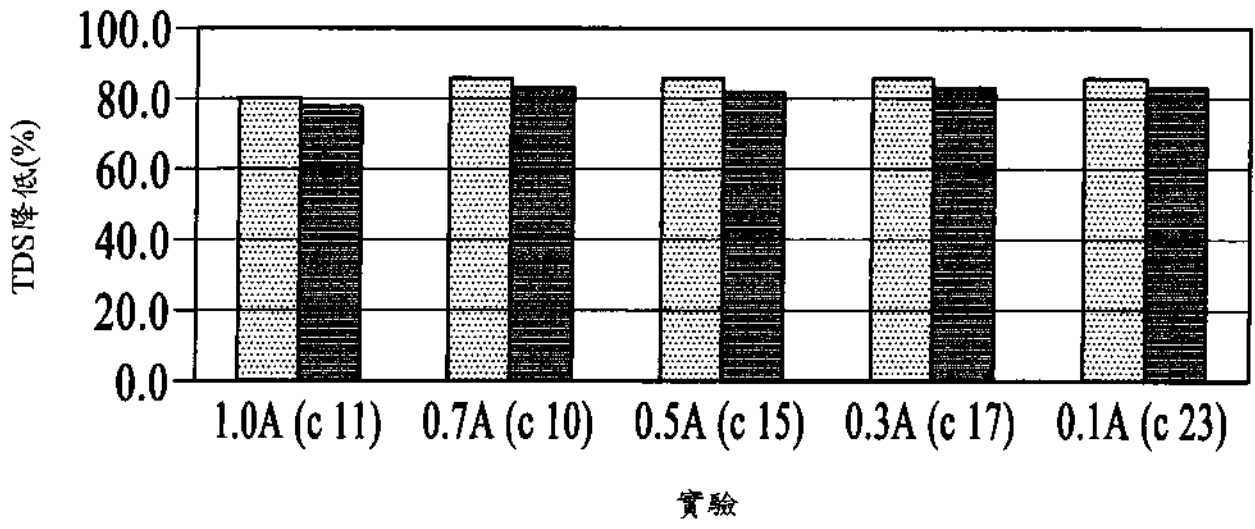
第 21 圖



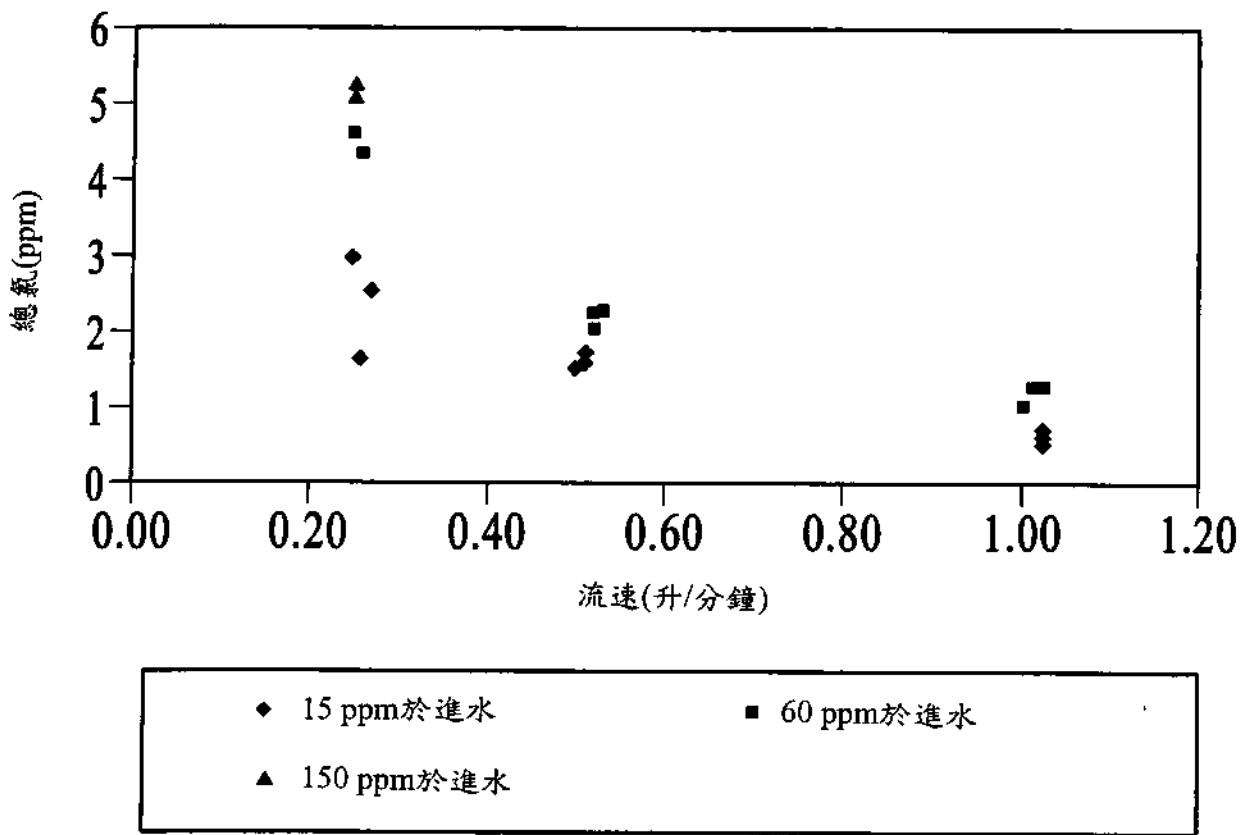
第 22 圖



第 23 圖



第 24 圖



第 25 圖