

公告本

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：97112950

※ 申請日期：97.4.10

※IPC 分類：C02F 1/46 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

混合式電極之電容去離子裝置/ Capacitive Deionization Using Hybrid Polar Electrodes

二、申請人：(共2人)

姓名或名稱：(中文/英文)

- 1 冠亞智財股份有限公司/Gainia Intellectual Asset Services, Inc
- 2 薛立人/ Lih-Ren Shiue

代表人：(中文/英文)

- 1 蕭春泉/ Shao, Chun-Chien

住居所或營業所地址：(中文/英文)

- 1 31040 新竹縣竹東鎮中興路四段 195 號 53 館 219 室/Room 219, Bldg. 53, No. 195, Sec. 4, Chung Hsing Road, Chutung, Hsinchu, Taiwan 31040
- 2 新竹縣芎林鄉石潭村竹林路 125 巷 5 號/No.5, Lane 125, Jhulin Rd., Cyonglin Township, Hsinchu County 307, Taiwan (R.O.C.)

國 籍：(中文/英文)

- 1 中華民國 /R.O.C
- 2 中華民國 /R.O.C

三、發明人：(共2人)

姓 名：(中文/英文)

- 1 薛立人 Shiue, Lih-Ren
- 2 李皞白 Lee, Hou-Bai

國 籍：(中文/英文)

- 1 中華民國 /R.O.C
- 2 中華民國 /R.O.C

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項第一款或第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

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：

電容去離子裝置 (CDI) 係一種不需使用膜片及化學物質即可發揮淨水、廢水循環處理及海水淡化等功能之技術。電容去離子裝置之關鍵組件為流通電容器 (FTC)，因為流通電容器內所形成之靜電場可留滯水體中之離子污染物。本發明之流通電容器係由複數個單極性電極與複數個雙極性電極組成且在每一電極上設有複數個通孔，其排列圖案可使水流產生一定之流速及滯留時間，以達電極最佳使用效率。

六、英文發明摘要：

Capacitive deionization (CDI) is a non-membrane and chemical-free technique for water purification, use-water recycle, and seawater desalination. Ionic contaminants in the waters are retained by a static electric field built within the critical component of CDI, which is known as flow through capacitor (FTC). Apparently, parameters aiding the field strength of FTC and electrode efficiency are the keys to the performance of CDI. Using a stack of monopolar and bipolar electrodes for forming FTC modules of hybrid polarity, an optimized balance between the operating voltage and current may be attained cost-effectively. On the other hand, a plural number of though holes are arranged on the FTC electrodes in such pattern that the water flow rate and residence time may yield the best efficiency of electrode utilization. Pretreated only by coarse filtration, raw seawaters with salinity of 35,000 ppm or higher can be desalted down to 1,000 ppm or lower in one path through the charged FTC modules without using any chemical.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (3) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

200	流通電容器模組
201	正電極
202	負電極
205	螺紋
207	螺帽
209	頂部金屬環
211	頂端厚聚丙烯板
213	底端厚聚丙烯板
215	FTC 內之所有電極
215A	頂端電極
215B	底端電極
215C	中間電極
220	入水口
240	出水口
260	鋼製支腳

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種可透過表面吸附離子之方式進行水處理之流通電容器 (Flow Through Capacitor; FTC) 之單體結構。詳言之，本發明係利用一種電容器架構減少水中總溶解固體量 (Total Dissolved Solids; TDS)，其中該電容器架構係由多個單極性電極與多個雙極性電極組成，且透過此一架構，帶電電極內所形成之靜電場可在水流通過時吸附水中所含離子。

【先前技術】

海水係地球上最豐沛之地表水，但由於內含極高濃度之鹽份及來自陸地或水面航行船隻之多種污染物，因此亦為最難淨化至飲用水標準之水源。就商業規模而言，逆滲透法 (RO) 及蒸餾法 (尤其是多級閃蒸法 (MSF)) 係兩種最廣為使用之海水淡化技術。逆滲透法之優點在於技術成熟、普及性高、以及價格平價化，缺點則為水回收率偏低、對表面活性劑等等化學物之抵抗力偏低、以及工作溫度之範圍偏低。至於多級閃蒸法及其他蒸餾法之優點則為不論進給水之組成為何，其產出一定體積之潔淨水及高淨度水產品所需之能源消耗量均相同。但所有熱處理法均有設備成本偏高及高耗能等等缺點，例如僅MSF循環泵本身之用電量便超過海水逆滲透法 (SWRO) 之整體運轉耗能。然而，逆滲透法與多級閃蒸法均須以化學物進行關鍵構件之再生，故均會產生二次污染；上述關鍵構件係指逆滲透法之多孔膜、及多級閃蒸法之冷凝器 (及鍋爐)。

就耗能與二次污染而言，電容去離子技術 (CDI) 係一種優於逆滲透法及多級閃蒸法之去鹽技術。電容去離子技術與多級閃蒸法相似之處在於「不論進給水之組成為何，均可處理」；意即電容去離子技術與多級閃蒸法均不需對進給水進行繁複之前置處理；但若使用逆滲透法則有此必要，否則逆滲透膜將因而毀壞。逆滲透法之前置處理既需使用化學物又增加耗能，因而產生二次污染。電容去離子技術則係利用一直流低電壓，從穿過其關鍵構件亦即一流通電容器之水流中吸附離子。電容去離子技術吸附離子之過程即為電容器之充電過程，其速度快且耗能極少。在生產相同體積、相同水質之水產品時，電容去離子技術之耗能僅海水逆滲透法之三分之一。因此，在以上三種去鹽技術中，電容去離子技術之耗能最少。此外，流通

電容器模組飽和後之再生作業係一簡易之電容器放電過程，其不但釋出可供直接取用之電力，亦釋出處於原始狀態且可供回收之寶貴離子。因此，電容去離子技術不僅可用於生產淡水，實為一含有附加價值之水處理技術。

電容去離子技術已問世逾三十年，例如在美國專利第 3,515,664 號及第 3,658,674 號中便已揭示此項技術。而在過去二十年中所積極推廣之電容去離子技術，係以碳氣凝膠作為一板框總成單體內之離子吸附媒介，並以此作為流通電容器之基本設計。舉例而言，先前技藝可見諸美國專利第 5,192,432 號、第 5,425,858 號、第 6,096,179 號、第 6,309,532 號及第 6,569,298 號等，都是以碳氣凝膠作為一板框總成單體內之離子吸附媒介。此外，流通電容器亦可使用其他吸附劑，例如美國專利第 4,072,596 號所使用之金屬氧化物觸媒、美國專利第 6,410,128 號所使用之石墨、及美國專利第 6,462,935 號所使用之活性炭。在各種離子吸附媒介中，以活性炭最適合流通電容器，此係因活性炭可以低成本提供較大之表面積。

另外，流通電容器內之液體流路 (liquid flow path) 及流型 (flow pattern) 係另外兩項決定流通電容器運轉效能之重要因素，其重要性與吸附材質不相上下。先前技藝之板框單體係使用一蛇形流型，並搭配 0.05 公分之電極間隙。然而其流路偏長，間隙偏小，不利於液體通過流通電容器；且不僅在電容去離子作業之去鹽階段會產生壓力降，在流通電容器重設時亦難免發生交互污染。除上述缺點外，如美國專利第 5,192,432 號及第 6,462,935 號所述，以同心捲繞法製備之蛋糕卷形流通電容器尚有水流以均勻分布之方式流入該流通電容器圓柱形流道之問題。綜言之，流速低、電極使用效率低以及流通電容器再生作業耗時費水，均導致電容去離子技術無法成為一可行之商用水處理技術。

前述之所有流通電容器均僅以單極性電極構成其單體。換言之，一流通電容器總成中之每一電極均連接至一直流電源，致使每一電極均僅具有單一極性 (正極或負極)，此亦吾人將其稱為單極性電極之原因。在一個流通電容器之板框結構中，此流通電容器模組係由超過 100 對正、負板電極，亦即超過 100 個單體串聯而成。若一單體所需之工作電壓為 2V，則整疊單體所需之工作電壓超過 200V，其不但具有危險性，亦將電連接複雜化。另一方面，蛋糕卷形流通電容器不論其模組尺寸大小，由於僅由一對正、負電極組成，故僅具有單一單體。因此，蛋糕卷形流通電容器之整體操作電壓可低至 2V，然其總操作電流係與有效電極面積成線性比

例關係。

先前技藝係根據傳統之電容器理論，著重縮小電極間隙，期使因而形成之靜電場強度愈大愈好，俾在單一循環中移除最多離子。然而，若欲產生一強靜電場，不僅需要狹小之電極間隙，亦需施加足夠之電力。為產生一有效且強大之靜電場，本發明提供一種同時設有單極性電極與雙極性電極之混合組態流通電容器模組，期達到工作電壓與工作電流之最佳平衡狀態。在去鹽過程中，雖然係由一電源供應一恆定電壓至流通電容器，但實際之工作電流取決於進給水之組成及離子吸附之動力學。若將該電源設定在一恆定電流值，不僅充電速率受到限制，電場強度亦將減弱。因此，本發明係利用超級電容器提供「不受限」之電流，藉以強化由所施電壓及流通電容器架構所共同形成之電場。此外，本發明亦為流通電容器提供一獨特之流型，其可提高電容去離子技術之產出，並將電容去離子技術進一步推向商業應用。

【發明內容】

如前所述，本發明之一主要目的係揭露一種流通電容器，其包含複數個堆疊電極所組成，以形成一可透過離子吸附作用製造淡水之流通電容器模組。

本發明之再一主要目的係揭露一種流通電容器模組，其可藉由提供一適當之電源，即可使流通電容器模組可在單次處理過程中去除最多離子。

本發明之再一主要目的係揭露一種流通電容器模組，可藉由每一堆疊電極上不同的穿孔位置，將流通電容器內水流之流體動力學最佳化。

本發明還有一主要目的係在流通電容器模組內配置至少一超級電容器，以降低能源成本並縮短電容去離子作業之循環時間。

基於上述之諸多目的，本發明提供一種流通電容器模組 (FTC)，包括：一電極板堆疊結構，此電極板堆疊結構係由複數個第一電極板及複數個第二電極板間隔穿插配置而成，其中每一第一電極板上配置有複數個穿孔所形成之一第一圖案且每一第一電極板之邊緣配置一○形環，而每一第二電極板上配置有複數個穿孔所形成之一第二圖案且每一第二電極板之邊緣配置一○形環；一鎖固裝置，係配置於電極板堆疊結構之頂端及底端，用以鎖固電極板堆疊結構；其中電極板堆疊結構之一最上層電極板及一最下層電極板與一第一極性之電極連接，

且堆疊結構之一中間電極板與一第二極性之電極連接，而第一極性及該第二極性為相反之極性。

本發明接著提供一種水處理裝置，係由一流通電容器模組與一直流電位源所組成，此流通電容器模組之頂端與一進水裝置連接而流通電容器模組之底端則與一出水裝置連接，其中流通電容器模組之特徵包括：一電極板堆疊結構，此電極板堆疊結構係由複數個第一電極板及複數個第二電極板間隔穿插配置而成，其中每一第一電極板上配置有複數個穿孔所形成之一第一圖案且每一第一電極板之邊緣配置一〇形環，而每一該第二電極板上配置有複數個穿孔所形成之一第二圖案且每一第二電極板之邊緣配置一〇形環；一鎖固裝置，係配置於電極板堆疊結構之頂端及底端，用以鎖固電極板堆疊結構；其中電極板堆疊結構之一最上層電極板及一最下層電極板與一第一極性之電極連接，且堆疊結構之一中間電極板與一第二極性之電極連接，而第一極性及該第二極性為相反之極性。

本發明接著再提供一種水處理裝置，係由一流通電容器模組、複數個超電容裝置、一直流電位源以及一控制裝置所組成，其中流通電容器模組與些超電容裝置形成並聯連接，而該流通電容器模組之頂端與一進水裝置連接且流通電容器模組之底端與一出水裝置連接，以及控制裝置與多個超電容裝置連接用以控制至少兩個超電容裝置進行交替充電及放電，其中水處理裝置之特徵在於該流通電容器模組包括：一電極板堆疊結構，此電極板堆疊結構係由複數個第一電極板及複數個第二電極板間隔穿插配置而成，其中每一第一電極板上配置有複數個穿孔所形成之一第一圖案且每一第一電極板之邊緣配置一〇形環，而每一該第二電極板上配置有複數個穿孔所形成之一第二圖案且每一第二電極板之邊緣配置一〇形環；一鎖固裝置，係配置於電極板堆疊結構之頂端及底端，用以鎖固電極板堆疊結構；其中電極板堆疊結構之一最上層電極板及一最下層電極板與一第一極性之電極連接，且堆疊結構之一中間電極板與一第二極性之電極連接，而第一極性及該第二極性為相反之極性。

【實施方式】

以下將說明本發明流通電容器之較佳實施例，其中流通電容器係使用兼具單極性電極與雙極性電極之混合組態。

參見第 1A 圖，圖中顯示一個具有活性碳塗層作為離子吸附媒介之鈦 (Ti) 基板所形成之電極板 100A，電極板 100A 上之孔洞 110A 係以幾何形狀排列，特別是使用同心環方式排列。在本發明之實施例中，無論此電極板 100A 之尺寸為何，電極板 100A 上之孔洞 110A 總面積應在電極板 100A 總幾何面積之 5% 至 20% 範圍內，最好在 7% 至 15% 之範圍內。在此先決條件下，孔洞 110A 可採用任何形式，並以任何方式排列，而第 1A 圖所示之電極板 100A 則為本發明之一較佳實施例。同時，每一電極板 100A 上的孔洞之直徑、孔洞之數量以及圓環之數量與間距，均需視產出及產品淨度之目標值而定。在實際形成各項應用所需之孔洞前，可先利用數學模式決定一電極上之開口所應排成之圖案。此外，第 1B 圖係顯示另一片具有活性碳塗層之鈦基板所形成之電極板 100B 及位於其上之複數個孔洞 110B 所形成之環形排列圖案之另一較佳實施例。

在此要先強調，第 1A 圖與第 1B 圖所示電極板 100A/100B 之兩種孔洞排列圖案係構成本發明流通電容器模組之兩種基本特徵。在本發明之流通電容器模組中，係將第 1A 圖與第 1B 圖所示電極板 100A/100B 以交互堆疊方式來形成。雖然第 1A 圖與第 1B 圖所示電極板 100A/100B 之開口位置各不相同，但在由此兩電極板 100A/100B 面對面設置所形成之堆疊結構中，無法作為電容使用之面積將是各電極孔洞面積之兩倍，這是因為只有在兩平行電極實心表面間之空間可提供電容，並以此作為電容去離子作業中吸附或去除離子之基礎，因此，當電極板 100A/100B 上之開口 110A/110B 愈多時，流通電容器處理水之能力便愈小。故在本發明之實施例中，單一電極板之開口面積佔該電極面積之 7% 至 15% 乃較佳之設定。

接著，請參考第 1C 圖，其係將複數個如第 1A 圖與第 1B 圖所示之電極板 100A/100B 疊合成一個流通電容器模組，故可型態一群由孔洞排列而成且間距相等之同心環，如第 1C 圖所示。在此要說明，第 1C 圖實際上係將電極板 100A/100B 堆疊後之孔洞排列總成之俯視示意圖，其主要目的在顯示出相鄰電極上交錯排列之孔洞環。由於每一孔洞係錯開一個預定距離，因此，欲接受電容去離子處理之液體必須以連續 S 形蜿蜒穿過交錯排列之孔洞方可從流通電容器堆疊總成中流出。待處理之液體可經由此一蜿蜒流動方式，在流通電容器中均勻混合及分布。此外，由於液體可沿任一方向流動，此一設計亦可有效潤濕電極。任何相鄰兩列開口均應保持適當間距，因為此一間距將決定液體流動距離，進而影響流速、滯留時間、及

流通電容器再生作業中之沖洗難易度。

此外，在每片如第 1A 圖與第 1B 圖所示之電極板 100A/100B 之周緣均設有一 O 形環 130，如第 1D 圖所示，其作用係在電極板堆疊合成流通電容器模組時，用以密封電極板之邊緣。此 O 形環 130 可選自諸如三元乙丙橡膠(EPDM)之橡膠、聚矽氧、胺基甲酸酯或聚丙烯(PP)，而其厚度則為 0.6 至 1 公厘，且環之外徑大於第 1A 圖與第 1B 圖所示電極板 100A/100B 之直徑，內徑則小於第 1A 圖與第 1B 圖所示電極板 100A/100B 之直徑，而內、外徑之差即為該 O 形環 130 之寬度。當本發明之流通電容器模組要處理具有任何化學性質之液體，可選用厚度 0.3 公厘或以上之鈦基板作為流通電容器之電極板（亦即電流收集器）。然而，當流通電容器模組用於處理低氯含量之液體時，亦可選用 316、314 或 304 等級之不銹鋼作為流通電容器之電極板，以降低電容去離子系統之設備成本。

接著，如第 2 圖所示，係顯示將複數個如第 1A 圖與第 1B 圖所示之電極板 100A/100B 垂直堆疊成一個電極板堆疊結構 215。如第 2 圖所示，電極板堆疊結構 215 係由 21 片如第 1A 圖與第 1B 圖所示之電極板 100A/100B 堆疊而成，並將此電極板堆疊結構 215 中之第 1 片之頂端電極 215A 與第 21 片之底端電極 215B 定為正電極，而第 11 片之中央電極 215C 則定為負電極；抑或將第 1 片與第 21 片電極定為負電極，而第 11 片電極則定為正電極。上述經選定之各電極均設有一實體裝置 150，例如一位於電極邊緣之凸片，以便將各個電極連接至外部電位源之兩極。

接著，請繼續參考第 3 圖所示，係本發明之流通電容器之示意圖。如第 3 圖所示，流通電容器模組 200 之電極板堆疊結構 215 中的頂端電極 215A 與底端電極 215B 係連接至直流電位源之正極，而中央電極 215C 則連接至直流電位源之負極，如此一來，此三片電極便成為單極性電極（在圖中分別以正號 201 及負號 202 標示），而流通電容器模組 200 也因而具有兩個疊有相同數量電極之子群。各子群之兩端均各設有一單極性電極，形成一對正、負電極，其間則為另外九片交替設有如第 1A 圖與第 1B 圖所示孔洞圖案之電極板 100A/100B（亦可稱為居間電極板）。居間電極板 100A/100B 並未設有可連接至直流電位源之實體裝置 150，但施加於頂端電極 215A 與底端電極 215B 之電位以及一穿過這些電極之傳導液體（因液體內含離子），將使各居間電極板 100A/100B 之一面變為正電極，另一面變為負電極。很明顯地，本

發明之居間電極板 100A/100B 其實具有雙極連接器之作用，其可串聯共 11 片電極（其中兩片單極性電極及九片雙極性電極）。

就電連接而言，流通電容器模組 200 係由兩個各含 11 片串聯電極之子群組成，而此兩子群則因共用中央單極性電極 215C，故形成並聯組態。因此，本發明所揭露之流通電容器模組 200 中，實際上含有串聯的兩個子群且此兩子群間又可再形成並聯，故成為一個含有串聯與並聯之混合式流通電容器模組 200 (Hybrid Polar FTC)。此外，流通電容器模組 200 亦可由不同於上述數量之電極構成。同樣的，亦可使流通電容器模組 200 中之單極性電極數多於上述之三片，而可以選擇地使流通電容器子群具有更長或更短之串聯與並聯共存之電極陣列。

根據物理學，串聯之電極愈多，所需之工作電壓便愈高，但操作電流則愈低。相反的，並聯之電極愈多，所需之操作電流便愈高，但工作電壓則愈低。故在並聯情況下，電極均為單極性電極，且各電極均需連接至電位源。如此一來，連接點之數量亦將變多，耗費更多材料，因而提高電容去離子系統之整體成本及複雜度。流通電容器模組若採用兼具單極性電極與雙極性電極之混合組態，將有助於在電容去離子系統之設計中，於工作電壓、操作電流、設備成本與佔用面積之間取得平衡。

請繼續參考第 3 圖，流通電容器模組 200 不需使用外殼，製造時係利用螺紋 205 與螺帽 207 擠壓頂部金屬環 209 及底部金屬環 217，藉以將 21 片如第 1A 圖與第 1B 圖所示之電極、21 個 O 形環或是 21 片間隔件穩固壓合在一個頂端厚聚丙烯板 211 與一個底端厚聚丙烯板 213 之間，其中每一電極上均設有一 O 形環及一間隔件（圖 2 中並未顯示間隔件）。此外，一入水口 220、一出水口 240 及其各別之管線則係分別附著於流通電容器模組 200 之一頂端及一底端。流通電容器模組 200 製成後，須檢查有無漏水或短路。此外，三支鋼製支腳 260 係附著於流通電容器模組 200 底端，以流通電容器模組 200 運轉。特別要強調的是，本實施例可以選擇性地在各電極上且鄰近 O 形環處，配置一間隔件，此間隔件可以是採用細網、網、篩網、篩、或網狀物之形式，其材質為塑膠，例如尼龍、聚丙烯或胺基甲酸酯，厚度則為 0.5 至 0.8 公厘，其作用係防止短路並構成可供接受處理之液體穿過流通電容器模組 200 之渠道。

本發明之另一較佳實施例係將複數個流通電容器模組單元（即不包括第 3 圖中之進水口 220、出水口 240 以及鋼製支腳 260）整合在一個由聚丙烯或其他塑膠管材之外殼中，以形成

一個體積小但功能俱全之流通電容器管（未於圖中顯示）。很明顯地，當流通電容器管中配置三個流通電容器模組單元時，則流通電容器管之處理能力／容量將為單一流通電容器之三倍。因此，可以在合理之尺寸及重量下，以不同數量之流通電容器構成一流通電容器管。此外，尚可根據流通電容器管之容量及總產出目標，將所需數量之流通電容器管排列成複數群相互串聯及並聯之陣列，一如傳統逆滲透膜管之排列方式，以構成一符合要求且即可使用之電容去離子系統。

在上述具有三個流通電容器模組單元所組成之流通電容器管中，各流通電容器模組單元之間係以聚丙烯或其他塑膠材料製成之插入管子加以連接，且每一個流通電容器模組單元各自具有如第 3 圖所示之電極連接，因此，待處理之液體係可依序直接穿過此三個流通電容器模組單元。很明顯地，液體係連續穿過流通電容器管內之流通電容器模單元，然而但傳送至此三個流通電容器模組單元供去鹽作業使用之工作電壓卻為並聯。因此，在一用於去除離子之流通電容器管中，僅需供應單一數值之工作電壓至三個或其多數量個之流通電容器模組單元即可。當進行海水去鹽作業時，類似之工作電壓供應方式亦適用於包含由複數個流通電容器管串聯而成之大型或小型電容去離子系統。要再次強調的是，無論電容去離子系統係靠單一流通電容器模組 200 或複數支流個流通電容器模組單元所形成之流通電容器管運作，在去鹽階段均僅需施用單一數值之工作電壓即可運作。此外，若以並聯方式為流通電容器模組 200 或流通電容器管充電，將可降低一電容去離子系統所需之整體工作電壓。

流通電容器模組 200 或流通電容器管在電容去離子處理作業之去鹽階段終將因吸附離子而飽和，因此必須進行流通電容器模組 200 之再生作業。而再生流通電容器模組 200 最經濟之方式，係令飽和之流通電容器模組 200 放電至電能儲存裝置，例如一種超級電容器（Super-capacitor）之電能儲存裝置，如美國專利第 6,580,598 號、第 6,661,643 號及第 6,795,298 號所述。很明顯地，電容去離子作業係流通電容器模組 200 之一連串充電及放電循環，而此等循環實為流通電容器模組 200 之直流充、放電之間之一消長過程。換言之，在去鹽階段中，吾人係以直流電位源為流通電容器模組 200 充電，之後，再由控制裝置役使流通電容器模組 200 放電以完成流通電容器模組 200 之再生（Regeneration）；很明顯地，在放電過程中，直流電源係處於關閉狀態，並未施加電源至流通電容器模組 200。

依據上述，根據本發明，用於去鹽作業之電能至少有三成可從再生作業中回收。例如，利用本發明電容去離子技術系統將 1 立方公尺、鹽度為 350,000 ppm 之海水淡化成 1 立方公尺、鹽度為 250 ppm 之淡水時，其約需消耗約 1 千瓦小時(kWh)之電能。因此，若一個電容去離子去鹽系統之處理容量為每日 10,000 立方公尺或以上，可回收之電能將相當可觀。欲從電容去離子裝置系統之再生作業中回收電能，超級電容器可能係最有效率之電能儲存裝置。這是因為超級電容器之電阻又稱為等效串聯電阻 (ESR)，其值遠小於流通電容器模組 200 之電阻。換言之，若將一低電位或零電位之超級電容器與一飽和之流通電容器模組 200 並聯，後者可立刻為前者充電，且充電速度甚快，數秒內即可將飽和流通電容器模組 200 內逾九成之殘餘電能傳送至超級電容器。之後，殘留在流通電容器模組 200 內之電能便已甚小，此點可從流通電容器模組 200 之微小電壓看出。由於流通電容器模組 200 之電壓係電極吸附離子量之一良好指標，故當流通電容器模組 200 之電壓變小時，即代表流通電容器模組 200 大部分之電極面積已在放電至超級電容器之過程中清理乾淨。因此，流通電容器模組 200 之再生作業可在數秒內完成，反觀先前技藝則需耗費數小時。在使飽和流通電容器模組 200 放電至超級電容器之同時，可將一淋洗液通過流通電容器模組 200 一次，藉以快速重設流通電容器模組，以便進行下一輪之電容去離子處理作業。此外，若所有飽和流通電容器模組 200 係以串聯方式放電至超級電容器，則流通電容器模組 200 之再生速度將更快。

另外，超級電容器係從飽和流通電容器模組 200 回收電能之最佳裝置之另一原因在於，電能係直接汲取並儲存在超級電容器中，而不需使用其他配件或透過能量轉換。換言之，在以超級電容器回收電能之過程中，並不涉及機械運動或化學反應，如此一來便可延長超級電容器之使用壽命，而回收系統也較為簡單且更具成本效益。至於其他方法則必須透過某種形式之能量轉換，例如包含電感 (L) 與電容器 (C) 之電感電容電路 (LC) 係透過雜訊電磁振盪儲存電能，一飛輪係利用馬達與發電機汲取電能，而逆滲透泵則需藉由壓力差回收電能，但每一種能量轉換方式均會產生能量損失。

此外，本實施例亦可直接並快速取出超級電容器所儲存之電能另作他用。而在 PCT/US2001/016406 申請案則揭示另一種可從飽和流通電容器模組 200 回收殘餘電能之方法，其係透過一電氣裝置將飽和流通電容器模組之殘餘電能傳送至其他正需要電能進行去鹽

作業之流通電容器模組。但由於流通電容器模組 200 之殘餘電能往往缺乏一致性且無法滿足去鹽作業之電力需求，方法將受制於此一不可靠之電能供應。事實上，超級電容器可為電容去離子系統提供兩項重要功能，首先，可在電容去離子進行再生階段以回收電能外，其次，超級電容器亦可滿足大型、工業用去鹽作業之高電能需求，尤其是極高之操作電流。因此，超級電容器為滿足此項需求之最佳裝置。

舉例來說，業界每日用於各種生產作業之用水量達數百至數千立方公尺，所需之流通電容器模組電極面積必須以平方公尺計。若去鹽作業所需之電流密度為每平方公分 20 mA，則 1 平方公尺之電極面積需使用 200A 之操作電流。一額定電壓及電容為 15V×40F 且內電阻 (ESR) 為 10 mΩ 或以下之超級電容器可連續提供 2 秒鐘之 200A 尖峰電流。若搭配一電源所提供之 20A 恆定充電電流，則兩個 15V×40F 超級電容器模組便可連續穩定供應上述之 200A 尖峰電流。在此電能供應系統中，各超級電容器模組之放電量僅限於其有效電能，意即各超級電容器模組僅淺度放電。在某一超級電容器模組釋出其放電配額後，另一超級電容器模組將立刻發揮其放電功能，而在此同時，已淺度放電之超級電容器模組則將進行充電。由於超級電容器之放電深度 (DOD) 淺而電源之充電速率高，超級電容器模組可快速完成充電。在下一循環中，兩超級電容器模組將交換其充、放電之角色，而此過程將不斷進行，直到電力需求被滿足為止。此種為連續提供一穩定之尖峰電力而使兩組超級電容器反復交換其充電 (C) 與放電 (D) 角色之技術稱為「交替充放電」(CD swing)。此外，由於超級電容器模組經調節後僅能釋出其有效電能，「交替充放電」之電能使用效率甚高。

儘管流通電容器在海水去鹽階段可能無法充分利用電源所提供之電流容量，但為提高電容去離子處理作業之離子去除率，電流設定值過大仍比電流設定值不足為佳。此外，電化學電容器之充電速度在充電初期較快，但愈接近充電完成階段則愈慢；流通電容器模組單元與此類似，在充電初期之離子吸附速度較快，但充電電流將逐漸衰減，顯示離子吸附已接近飽和。因此，在流通電容器充電時所測得之電流量可作為離子吸附程度之指標。雖然電容去離子作業係在恆定電壓模式下進行，但操作電流其實係隨流通電容器電極捕捉離子之進程而改變。電容去離子處理作業之實際耗電量係取決於實際測得之操作電流，而非電源之電流設定值。為提高離子去除作業之初期速度，應為流通電容器模組提供較高之電流。然而，若為進

行大規模之水處理作業而採用一可提供數百安培之超大型電源實為一極不經濟之作法。因此，本發明揭露一種自動化電容去離子式之水處理系統，可使用小型電力系統並透過超級電容器及其施用方式（亦即「交替充放電」）管理電容去離子處理作業之電力需求，以符合成本及能源效益。

請參考第 6 圖，係顯示本發明之一個內含混合式電極之流通電容器（Hybrid polar FTC）之自動化電容去離子式水處理系統之示意圖。為便於說明，本實施例將以處理海水淡化過程來說明。如第 5 圖所示，係由一泵 520 將一貯水槽 510 中的海水吸起，並經由輸送管 512 將海水抽送至具有混合電極之流通電容器管 530 中。在此要強調，本實施例中的流通電容器管 530 是由複數個流通電容器模組 200 組成。當海水通過每一個流通電容器管 530 時，即接受一次又一次的去鹽（即去離子）處理。處理後之水則經由輸送管 512 收集在另一儲水槽 560 中。此外，尚可安裝一線上感測器（圖 6 中未顯示）以判定所收集之水是否達到總溶解固體量之目標值，或者需接受進一步之去離子處理。

請繼續參考第 6 圖，流通電容器管 530 之電極堆疊體均係密封在一外殼中，而每一個流通電容器管 530 均各自配置至少兩條電源導線 542/544 連接至一電源管理模組 540 以進行充、放電。此外，電源供應裝置 550 可將一電壓（例如：40 V）供應至電源管理模組 540，以便提供流通電容器管 530 進行並聯充電。各流通電容器管 530 經由電源管理模組 540 接收到電源供應裝置 550 所供應之充電電壓後，便可藉由流通電容器管 530 中的各流通電容器模組 200 將海水中所含之離子去除。因此，當海水向下穿過各流通電容器模組 200 之堆疊電極時，海水中之總溶解固體量亦將逐漸減少。此外，要強調的是，要使用多少個流通電容器管 530 或是多少個流通電容器模組 200，完全端視使用者需要多少時間來完成。

當流通電容器模組 200 中之電極因吸附離子而飽和時，便需進行電極再生作業，使電極表面再生。此電極表面再生之作法係先停止泵 520 的動作，使輸送管 512 停止將海水送入流通電容器管 530 中；同時，中斷由電源供應裝置 550 供應至

流通電容器管 530 之充電電壓。然後，將流通電容器管 530 中的電極之殘餘電能放電至一尚未儲存電能之超級電容器組 570，例如：15 V 之額定工作電壓及一 40 F 之超級電容器組，並藉以為超級電容器組 570 充電，其中超級電容器組 570 係透過電纜連接至電源管理模組 540。此外，為加速釋出殘餘電能，流通電容器管 530 可以採用串聯放電，而殘餘電能亦可作為流通電容器管 530 電極上殘留離子量之一指標。此外，為因應流通電容器管 530 之充、放電所需之高壓、高電容，超級電容器組 570 可為串聯、並聯、或同時採用串/並聯方式形成，對此本發明並不加以限制。此外，在進行「去除水中離子」與「再生流通電容器模組」在內之所有電容去離子作業，均係透過可程式邏輯控制 (PLC) 執行。

再次說明，電容去離子處理作業係利用流通電容器模組內所形成之靜電場淡化鹹水或海水。除離子吸附材料、流通電容器之架構及施用之電壓大小外，電流供應方式亦為強化靜電場強度之一關鍵參數。在以下兩實例中係以本發明之流通電容器模組執行去離子作業，但電流設定值與表列設定值不同時即無法產出相同品質之產品。

實例 1

一流通電容器係由 21 片具有活性碳塗層之鈦基板堆疊而成，且堆疊總成係置於一塑膠外殼內以形成一獨立之流通電容器模組 200，其中各板之直徑均為 10 公分，且板上之孔洞係列排成第 1A 圖或第 1B 圖之圖案，致使電極單面之有效面積約為 66.7 平方公分。由於流通電容器模組 200 共有 20 個電極板，因此其總有效電極面積為 1,344 平方公分。現將五個上述流通電容器模組 200 串聯，使水流可連續通過此串聯陣列，但各流通電容器模組 200 仍各自透過分別熔接於各堆疊總成頂端電極與底端電極之兩導線接收一充電電流。因此，各流通電容器均包括一對正、負電極、及一夾合其間且由 19 片雙極性電極所組成之串聯陣列。為求以並聯方式對五個流通電容器充電，必須先將 10 條導線分為兩組，使各組均包含五條導線，之後再將兩組導線分別連接至一電源之正、負極。

在以濾紙簡易濾除較大顆粒後，2 公升原本總溶解固體量為 36,600 ppm 之海水係以每分鐘 600 毫升之流速通過五個串聯之流通電容器。此等流通電容器係由一電力系統以 40V×40A 之電力充電，其中電力系統包括一直流電源及兩個 15V×40F 超級電容器模組。第 4 圖係以兩

條曲線顯示海水通過一次後之處理結果，其中一曲線係七段放流水之總溶解固體量量測值，其中前五段放流水係每 200 毫升收集一次，後兩段放流水則為每 500 毫升收集一次。另一曲線則為各段放流水之離子去除率計算值。上述七段放流水之總溶解固體量及離子去除率如表 1 所示。

表 1 總溶解固體量為 36,600 ppm 之海水經由五個直徑 10 公分之流通電容器處理一次後之去鹽效果，其中五個流通電容器係以 40V×40A 之電力設定值並聯充電：

放流水編號	放流水體積 (毫升)	總溶解固體量 (ppm)	離子去除率 (%)
1	200	785	97.86
2	200	8,890	75.71
3	200	18,600	49.18
4	200	25,200	31.15
5	200	27,900	23.77
6	500	33,200	9.29
7	500	35,200	3.83

表 1 第三欄係七段放流水之總溶解固體量量測值，第四欄則為各段放流水之離子去除率，其計算方式係將各段放流水之原海水總溶解固體量減去各該段放流水處理後之總溶解固體量量測值，再除以原海水之總溶解固體量。如表 1 與第 4 圖所示，在第一段 200 毫升之放流水中，原海水之總溶解固體量已快速降至 785 ppm，其離子去除率達 97.86%。但隨著離子在流通電容器上累積，第二段放流水之總溶解固體量躍增至第一段之十倍以上，而離子去除率亦大幅下降。此一現象顯示流通電容器之充電速度快，而離子吸附速率亦高。此外，流通電容器電極快速飽和亦顯示可供去鹽作業使用之有效面積偏小。若依單位面積計算，此五個流通電容器可用於離子吸附之總有效面積為 6,670 平方公分。在去鹽過程中，供應至流通電容器模組之直流電壓係維持在 40V，因此各單體係以 2V 之直流電壓運作；而電流雖設定在

40A，但實際測得之操作電流僅 8.5A。因此，表 1 所示去鹽作業之耗電率為 340 瓦。採用其他電流設定值（例如 20A 與 30A）時，去除離子之速度及水產品之淨度（在此未提供數據）均不如表 1。在淡化本實例之海水時，該五個流通電容器模組於初始充電（去鹽）階段之瞬時尖峰電流可能高於 30A，因此，電流設定值應高於 30A 方可使去鹽作業持續進行。然而吾人亦可從表 1 中清楚得知，本發明確實可在不經稀釋、化學前置處理或微過濾之情況下淡化海水。另一方面，若欲提高本發明所揭示技術之去鹽能力，僅需令海水再通過流通電容器單體一次、或令海水通過更多流通電容器或更大型之流通電容器即可。

實例 2

一獨立式流通電容器模組係由 21 片電極依第 2 圖所示方式垂直堆疊而成，其中三片電極，亦即第一片、第 11 片及第 21 片則選定為單極性電極，作法係將頂端（第一片）電極及底端（第 21 片）電極上之兩條導線連接至一電源之正極，並將中央（第 11 片）電極之導線連接至電源之負極。在各對正、負電極之間，均設有九片與正、負電極串聯之雙極性電極。所有電極均係由直徑 20 公分且具有活性碳塗層之不銹鋼板製成，板上之孔洞則排成第 1A 圖或第 1B 圖之圖案。由於各電極單面之有效面積為 267 平方公分，且流通電容器模組共形成 20 個雙極性電極，因此總有效面積為 5,340 平方公分。電力系統係以 30V×10A 之電力設定供電至流通電容器模組，其中電力系統包括一直流電源及兩組 15V×40F 超級電容器。10 公升原本總溶解固體量為 114 ppm 之自來水係以每分鐘 2.4 公升之低速在該流通電容器模組內循環以去除硬離子，俾成為軟水。處理後之水則依多個預定之時間間距量測其總溶解固體量，量測結果如表 2 所示並繪製於第 5 圖。

表 2 總溶解固體量為 114 ppm 之自來水在直徑 20 公分之流通電容器模組內循環後之軟化效果，其中流通電容器模組係使用混合式電極陣列並以 30V×10A 之電力設定值進行充電

量測時間 (分鐘)	總溶解固體量 (ppm)	離子去除率 (%)
2	100.1	12.19
5	71.6	37.19
7	59.2	48.07
9	47.2	58.60

11	39.1	65.70
13	32.2	71.75
15	22.1	80.61
25	21.3	81.32

若與實例 1 之海水相比，自來水所含之離子量甚低。在為低離子含量之水去鹽時，其特徵在於吸附（或去除）離子之初始速度較低、執行去離子作業時之操作電流較低（2.6A）、以及流通電容器模組在實驗過程中並未出現明顯之飽和現象。事實上，表 2 之總溶解固體量測量測值係一動態模式測定值，亦即水在流通電容器模組內循環後之總溶解固體量測量測值係隨時間改變。水所接受之處理次數愈多，亦即循環時間愈長，則水愈乾淨，其對應之離子去除率也愈高。表 2 第三欄離子去除率之計算方式係以各時間點之總溶解固體量測量值除以初始總溶解固體量。若飲用軟水之淨度標準為 80 ppm，則本實例中 10 公升自來水僅需處理 5 分鐘即可達此標準，而 5 分鐘約等於所有 10 公升自來水通過帶電流通電容器模組一次之時間。

綜合上述之實施例之說明，本發明之電容去離子系統可應用於大型水處理作業之經濟可行性取決於五項主要參數，包括離子吸附材料、流通電容器單體之架構、所施加之電壓、電流供應、及電容去離子作業程序（特別是電能管理）。雖然各參數之重要性難分高下，但在執行電容去離子作業之去離子（去鹽）及再生階段時，應儘量減少時間、電能及乾淨淋洗水等其他資源之耗費。此外，電容去離子系統基本上即為電容器之充、放電過程，因此，離子之吸附及脫附可以由電源來控制。透過此充、放電之操作，當在停止對流通電容器模組 200 施加電位後，離子便不再吸附於流通電容器之電極上。而幾乎任何等級之淋洗水均可用於沖洗脫附之離子，使流通電容器模組 200 八成以上之電極面積再生。

雖然本發明上述之較佳實施例已揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習相像技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之專利保護範圍須視本說明書所附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

第 1A 圖 係本發明之流通電容器中的電極板上孔洞配置方式之示意圖。

第 1B 圖 係本發明之流通電容器中的另一電極板上孔洞配置方式之示意圖。

第 1C 圖 係本發明之第 1A 圖與第 1B 圖所示電極板上孔洞所排成之圖案疊加後之示意圖。

第 1D 圖 係本發明之第 1A 圖與第 1B 圖所示電極板之周緣均設有一 O 形環之示意圖。

第 2 圖 係本發明之流通電容器之電極堆疊結構示意圖。

第 3 圖 係本發明之流通電容器模組之示意圖。

第 4 圖 顯示海水經由流通電容器模組進行去鹽作業時之總溶解固體量變化曲線及全部溶解固體去除率。

第 5 圖 顯示自來水經由流通電容器模組進行軟化作業時之總溶解固體量變化曲線及全部溶解固體去除率。

第 6 圖 係顯示一自動化電容去離子式水處理系統。

【主要元件符號說明】

電極板	100A/100B
孔洞	110A/110B
O 形環	130
實體裝置	150
流通電容器模組	200
正電極	201
負電極	202
螺紋	205
螺帽	207
頂部金屬環	209
頂端厚聚丙烯板	211
底端厚聚丙烯板	213

FTC 內之所有電極	215
頂端電極	215A
底端電極	215B
中間電極	215C
入水口	220
出水口	240
鋼製支腳	260
貯水槽	510
輸送管	512
泵	520
流通電容器管	530
電源管理模組	540
電源導線	542/544
電源供應裝置	550
儲水槽	560
超級電容器組	570

十、申請專利範圍：

1. 一種流通電容器模組 (FTC)，包括：

一電極板堆疊結構，該電極板堆疊結構係由複數個第一電極板及複數個第二電極板間隔穿插配置而成，其中每一該第一電極板上配置有複數個穿孔所形成之一第一圖案且每一該第一電極板之邊緣配置一O形環，而每一該第二電極板上配置有複數個穿孔所形成之一第二圖案且每一該第二電極板之邊緣配置一O形環，並於該電極板堆疊結構之每一該O形環之邊緣再配置一間隔件；及

一鎖固裝置，係配置於該電極板堆疊結構之頂端及底端，用以鎖固該電極板堆疊結構；

其中該電極板堆疊結構之一最上層電極板及一最下層電極板與一第一極性之電極連接，而該堆疊結構之一中間電極板與一第二極性之電極連接，而該第一極性及該第二極性為相反之極性。

2. 如申請專利範圍第1項所述之流通電容器模組，其中該第一圖案及該第二圖案相同且該第一圖案及該第二圖案間具有一位移。

3. 如申請專利範圍第1項所述之流通電容器模組，其中每一該電極板之材質為具有活性碳塗層之鈦基板。

4. 如申請專利範圍第1項所述之流通電容器模組，其中每一該電極板之材質為具有活性碳塗層之不銹鋼板。

5. 如申請專利範圍第1項所述之流通電容器模組，其中每一該電極板上之開口係佔各該單極性電極總面積之7%至15%。

6. 如申請專利範圍第1項所述之流通電容器模組，其中各該O形環係由下列組合中選出：三元乙丙橡膠 (EPDM)、聚丙烯 (PP)、聚矽氧及胺基甲酸酯。

7. 如申請專利範圍第1項所述之流通電容器模組，其中各該間隔件之形式係為細網、網、篩網、篩或網狀物。

8. 如申請專利範圍第2項所述之流通電容器模組，其中該第一圖案及該第二圖案形成一同心圓。

9. 如申請專利範圍第1項所述之流通電容器模組，其進一步包括一與該鎖固裝置接合之支撐

機構。

10. 如申請專利範圍第1項所述之流通電容器模組，其中該第一極性為正電性。

11. 一種水處理裝置，係由一流通電容器模組與一電源供應器所組成，該流通電容器模組之頂端與一進水裝置連接而該流通電容器模組之底端則與一出水裝置連接，其中該流通電容器模組之特徵包括：

一電極板堆疊結構，該電極板堆疊結構係由複數個第一電極板及複數個第二電極板間隔穿插配置而成，其中每一該第一電極板上配置有複數個穿孔所形成之一第一圖案且每一該第一電極板之邊緣配置一O形環，而每一該第二電極板上配置有複數個穿孔所形成之一第二圖案且每一該第二電極板之邊緣配置一O形環，並於每一該O形環之邊緣再配置一間隔件；及

一鎖固裝置，係配置於該電極板堆疊結構之頂端及底端，用以鎖固該電極板堆疊結構；

其中該電極板堆疊結構之一最上層電極板及一最下層電極板與一第一極性之電極連接，而該堆疊結構之一中間電極板與一第二極性之電極連接，而該第一極性及該第二極性為相反之極性。

12. 如申請專利範圍第11項所述之水處理裝置，其中該第一圖案及該第二圖案相同且該第一圖案及該第二圖案間具有一位移。

13. 如申請專利範圍第11項所述之水處理裝置，其中每一該電極板之材質為具有活性碳塗層之鈦基板。

14. 如申請專利範圍第11項所述之水處理裝置，其中每一該電極板之材質為具有活性碳塗層之不銹鋼板。

15. 如申請專利範圍第11項所述之水處理裝置，其中每一該電極板上之開口係佔各該單極性電極總面積之7%至15%。

16. 如申請專利範圍第11項所述之水處理裝置，其中各該O形環係由下列組合中選出：三元乙丙橡膠（EPDM）、聚丙烯（PP）、聚矽氧及胺基甲酸酯。

17. 如申請專利範圍第11項所述之水處理裝置，其中各該間隔件之形式係為細網、網、篩網、篩或網狀物。

18. 如申請專利範圍第 12 項所述之水處理裝置，其中該第一圖案及該第二圖案形成一同心圓。
19. 如申請專利範圍第 11 項所述之水處理裝置，其進一步包括一與該鎖固裝置接合之支撐機構。
20. 如申請專利範圍第 11 項所述之水處理裝置，其中該直流電位源係從下列群組中選出：一次電池、二次電池、燃料電池及太陽能電池。
21. 如申請專利範圍第 11 項所述之水處理裝置，其中該第一極性為正電性。
22. 如申請專利範圍第 11 項所述之水處理裝置，其中該水處理裝置所處理之水包括：工業廢水及海水。
23. 一種水處理裝置，係由一流通電容器模組、複數個超電容裝置、一電源供應器以及一電源管理模組所組成，其中該流通電容器模組與該些超電容裝置形成並聯連接，而該流通電容器模組之頂端與一進水裝置連接且該流通電容器模組之底端與一出水裝置連接，以及該電源管理模組與該些超電容裝置連接用以控制至少兩個超電容裝置進行交替充電及放電，其中該水處理裝置之特徵在於該流通電容器模組包括：
 - 一電極板堆疊結構，該電極板堆疊結構係由複數個第一電極板及複數個第二電極板間隔穿插配置而成，其中每一該第一電極板上配置有複數個穿孔所形成之一第一圖案且每一該第一電極板之邊緣配置一 O 形環，而每一該第二電極板上配置有複數個穿孔所形成之一第二圖案且每一該第二電極板之邊緣配置一 O 形環，並於每一該 O 形環之邊緣再配置一間隔件；及
 - 一鎖固裝置，係配置於該電極板堆疊結構之頂端及底端，用以鎖固該電極板堆疊結構；
 - 其中該電極板堆疊結構之一最上層電極板及一最下層電極板與該直流電位源之一電極連接，而該堆疊結構之一中間電極板則與該直流電位源之另一電極連接。
24. 如申請專利範圍第 23 項所述之水處理裝置，其中該第一圖案及該第二圖案相同且該第一圖案及該第二圖案間具有一位移。
25. 如申請專利範圍第 23 項所述之水處理裝置，其中每一該電極板之材質為具有活性碳塗層之鈦基板。
26. 如申請專利範圍第 23 項所述之水處理裝置，其中每一該電極板之材質為具有活性碳塗層

之不銹鋼板。

27. 如申請專利範圍第23項所述之水處理裝置，其中每一該電極板上之開口係佔各該單極性電極總面積之7%至15%。

28. 如申請專利範圍第23項所述之水處理裝置，其中各該O形環係由下列組合中選出：三元乙丙橡膠 (EPDM)、聚丙烯 (PP)、聚矽氧及胺基甲酸酯。

29. 如申請專利範圍第23項所述之水處理裝置，其中各該間隔件之形式係為細網、網、篩網、篩或網狀物。

30. 如申請專利範圍第24項所述之水處理裝置，其中該第一圖案及該第二圖案形成一同心圓。

31. 如申請專利範圍第23項所述之水處理裝置，其進一步包括一與該鎖固裝置接合之支撐機構。

32. 如申請專利範圍第23項所述之水處理裝置，其中該直流電位源係從下列群組中選出：一次電池、二次電池、燃料電池及太陽能電池。

33. 如申請專利範圍第23項所述之水處理裝置，其中該些超電容裝置之等效串聯電阻小於該流通電容器模組之電阻。

34. 如申請專利範圍第23項所述之水處理裝置，其中該水處理裝置所處理之水包括：工業廢水及海水。

35. 一種水處理裝置，係由複數個流通電容器模組、複數個超電容裝置、一電源供應器以及一電源管理模組所組成，該複數個流通電容器模組係固定於一絕緣外罩中且與該複數個超電容裝置形成並聯連接，而該外罩之頂端與一進水裝置連接且該外罩之底端與一出水裝置連接，以及該電源管理模組與該些超電容裝置連接用以控制至少兩個超電容裝置進行交替充電及放電 (CD swing)，其中該水處理裝置之特徵在於每一該流通電容器模組包括：

一電極板堆疊結構，該電極板堆疊結構係由複數個第一電極板及複數個第二電極板間隔穿插配置而成，其中每一該第一電極板上配置有複數個穿孔所形成之一第一圖案且每一該第一電極板之邊緣配置一O形環，而每一該第二電極板上配置有複數個穿孔所形成之一第二圖案且每一該第二電極板之邊緣配置一O形環，並於每一該O形環之邊緣再配置一間隔件；及

一鎖固裝置，係配置於該電極板堆疊結構之頂端及底端，用以鎖固該電極板堆疊結構；

其中該電極板堆疊結構之一最上層電極板及一最下層電極板與該直流電位源之一電極連接，而該堆疊結構之一中間電極板則與該直流電位源之另一電極連接。

36. 如申請專利範圍第 35 項所述之水處理裝置，其中該第一圖案及該第二圖案相同且該第一圖案及該第二圖案間具有一位移。

37. 如申請專利範圍第 35 項所述之水處理裝置，其中每一該電極板之材質為具有活性碳塗層之鈦基板。

38. 如申請專利範圍第 35 項所述之水處理裝置，其中每一該電極板之材質為具有活性碳塗層之不銹鋼板。

39. 如申請專利範圍第 35 項所述之水處理裝置，其中每一該電極板上之開口係佔各該單極性電極總面積之 7% 至 15%。

40. 如申請專利範圍第 35 項所述之水處理裝置，其中各該 O 形環係由下列組合中選出：三元乙丙橡膠 (EPDM)、聚丙烯 (PP)、聚矽氧及胺基甲酸酯。

41. 如申請專利範圍第 35 項所述之水處理裝置，其中各該間隔件之形式係為細網、網、篩網、篩或網狀物。

42. 如申請專利範圍第 36 項所述之水處理裝置，其中該第一圖案及該第二圖案形成一同心圓。

43. 如申請專利範圍第 35 項所述之水處理裝置，其進一步包括一與該外罩接合之支撐機構。

44. 如申請專利範圍第 35 項所述之水處理裝置，其中該直流電位源係從下列群組中選出：一次電池、二次電池、燃料電池及太陽能電池。

45. 如申請專利範圍第 35 項所述之水處理裝置，其中該些超電容裝置之等效串聯電阻小於該流通電容器模組之電阻。

46. 如申請專利範圍第 35 項所述之水處理裝置，其中該複數個流通電容器模組與該直流電位源係以串聯方式連接。

47. 如申請專利範圍第 35 項所述之水處理裝置，其中該水處理裝置所處理之水包括：工業廢水及海水。

48. 如申請專利範圍第35項所述之水處理裝置，其中該複數個流通電容器模組與該直流電位源係以並聯方式連接。

49. 一種流通電容器模組 (FTC)，包括：

一電極板堆疊結構，該電極板堆疊結構係由複數個第一電極板及複數個第二電極板間隔穿插配置而成，其中每一該第一電極板上配置有複數個穿孔所形成之一第一圖案且每一該第一電極板之邊緣配置一○形環，而每一該第二電極板上配置有複數個穿孔所形成之一第二圖案且每一該第二電極板之邊緣配置一○形環，並於該電極板堆疊結構之每一該○形環之邊緣再配置一間隔件；及

一鎖固裝置，係配置於該電極板堆疊結構之頂端及底端，用以鎖固該電極板堆疊結構；

其中該電極板堆疊結構可區分為複數個子電極板堆疊結構，而每一該子電極板堆疊結構之一最上層電極板及一最下層電極板與一第一極性之電極連接，而每一該子電極板堆疊結構之一中間電極板與一第二極性之電極連接，而該第一極性及該第二極性為相反之極性。

50. 如申請專利範圍第49項所述之流通電容器模組，其中該第一極性為正電性。

51. 一種水處理裝置，係由至少一流通電容器管、複數個超電容裝置、一電源供應器及一電源管理模組所組成，該複數個流通電容器管係固定於一絕緣外罩中且與該複數個超電容裝置形成並聯連接，而該外罩之頂端與一進水裝置連接且該外罩之底端與一出水裝置連接，以及該電源管理模組與該些超電容裝置連接用以控制至少兩個超電容裝置進行交替充電及放電 (CD swing)，其中每一該流通電容管係由複數個流通電容器模組所組成，而每一該流通電容器模組該之特徵在於：

一電極板堆疊結構，該電極板堆疊結構係由複數個第一電極板及複數個第二電極板間隔穿插配置而成，其中每一該第一電極板上配置有複數個穿孔所形成之一第一圖案且每一該第一電極板之邊緣配置一○形環，而每一該第二電極板上配置有複數個穿孔所形成之一第二圖案且每一該第二電極板之邊緣配置一○形環，並於每一該○形環之邊緣再配置一間隔件；及

一鎖固裝置，係配置於該電極板堆疊結構之頂端及底端，用以鎖固該電極板堆疊結構；

其中該電極板堆疊結構之一最上層電極板及一最下層電極板與該直流電位源之一電極

連接，而該堆疊結構之一中間電極板則與該直流電位源之另一電極連接。

52. 如申請專利範圍第 51 項所述之水處理裝置，其中該第一圖案及該第二圖案相同且該第一圖案及該第二圖案間具有一位移。

53. 如申請專利範圍第 51 項所述之水處理裝置，其中每一該電極板之材質為具有活性碳塗層之鈦基板。

54. 如申請專利範圍第 51 項所述之水處理裝置，其中每一該電極板之材質為具有活性碳塗層之不銹鋼板。

55. 如申請專利範圍第 51 項所述之水處理裝置，其中每一該電極板上之開口係佔各該單極性電極總面積之 7% 至 15%。

56. 如申請專利範圍第 51 項所述之水處理裝置，其中各該 O 形環係由下列組合中選出：三元乙丙橡膠 (EPDM)、聚丙烯 (PP)、聚矽氧及胺基甲酸酯。

57. 如申請專利範圍第 51 項所述之水處理裝置，其中各該間隔件之形式係為細網、網、篩網、篩或網狀物。

58. 如申請專利範圍第 52 項所述之水處理裝置，其中該第一圖案及該第二圖案形成一同心圓。

59. 如申請專利範圍第 51 項所述之水處理裝置，其進一步包括一與該外罩接合之支撐機構。

60. 如申請專利範圍第 51 項所述之水處理裝置，其中該直流電位源係從下列群組中選出：一次電池、二次電池、燃料電池及太陽能電池。

61. 如申請專利範圍第 51 項所述之水處理裝置，其中該些超電容裝置之等效串聯電阻小於該流通電容器模組之電阻。

62. 如申請專利範圍第 51 項所述之水處理裝置，其中該複數個流通電容器管與該直流電位源係以串聯方式連接。

63. 如申請專利範圍第 51 項所述之水處理裝置，其中該水處理裝置所處理之水包括：工業廢水及海水。

64. 如申請專利範圍第 51 項所述之水處理裝置，其中該複數個流通電容器管與該直流電位源係以並聯方式連接。

65. 一種去除水中離子之水處理系統，包括：

至少一流通電容管，該流通電容管係由複數個流通電容器模組所組成，而每一該流通電容器模組包括：

一電極板堆疊結構，該電極板堆疊結構係由複數個第一電極板及複數個第二電極板間隔穿插配置而成，其中每一該第一電極板上配置有複數個穿孔所形成之一第一圖案且每一該第一電極板之邊緣配置一〇形環，而每一該第二電極板上配置有複數個穿孔所形成之一第二圖案且每一該第二電極板之邊緣配置一〇形環，並於每一該〇形環之邊緣再配置一間隔件；

一鎖固裝置，係配置於該電極板堆疊結構之頂端及底端，用以鎖固該電極板堆疊結構；

其中該電極板堆疊結構之一最上層電極板及一最下層電極板與該直流電位源之一電極連接，而該堆疊結構之一中間電極板則與該直流電位源之另一電極連接；

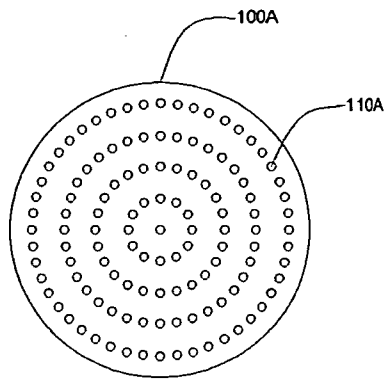
一電位源，用於供應一直流電壓至每一該流通電容器模組中的每一該單體上的該末端電極對；

少一個第一超級電容器，其係連接於該電位來與該流通電容器模組之間，用於放大該電位來源所供應之電能；

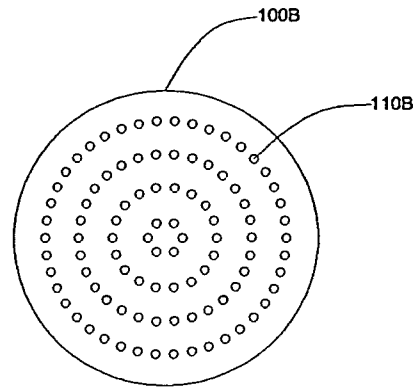
至少一個第二超級電容器，其係連接至該流通電容器模組，用於接收一來自該流通電容器模組之放電電能；及

一電源管理模組，用於調節該水之離子去除率及該流通電容器模組中電極之電能回收與再生。

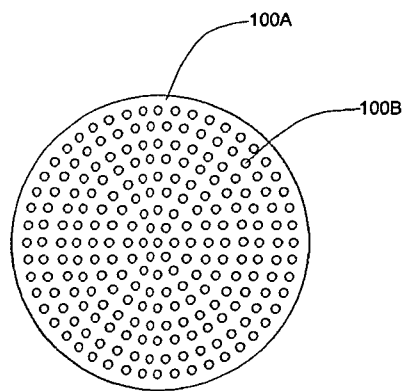
十一、圖式：



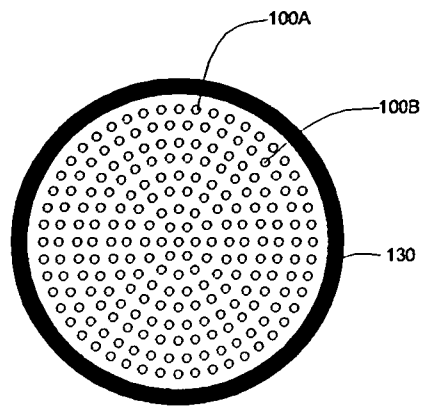
第 1A 圖



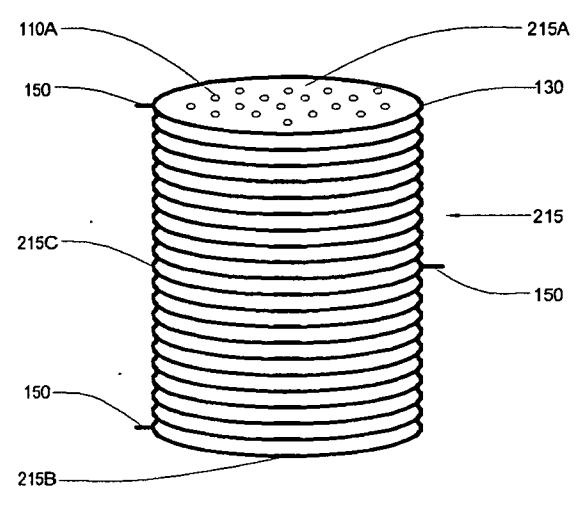
第 1B 圖



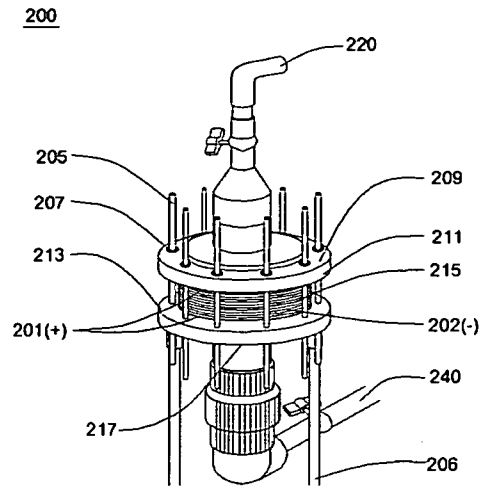
第 1C 圖



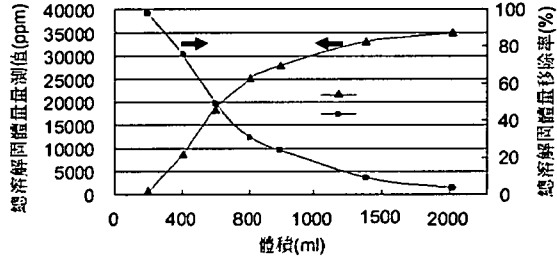
第 1D 圖



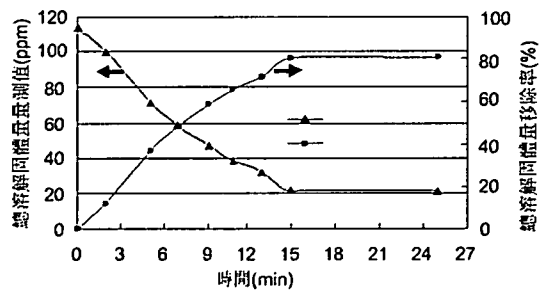
第 2 圖



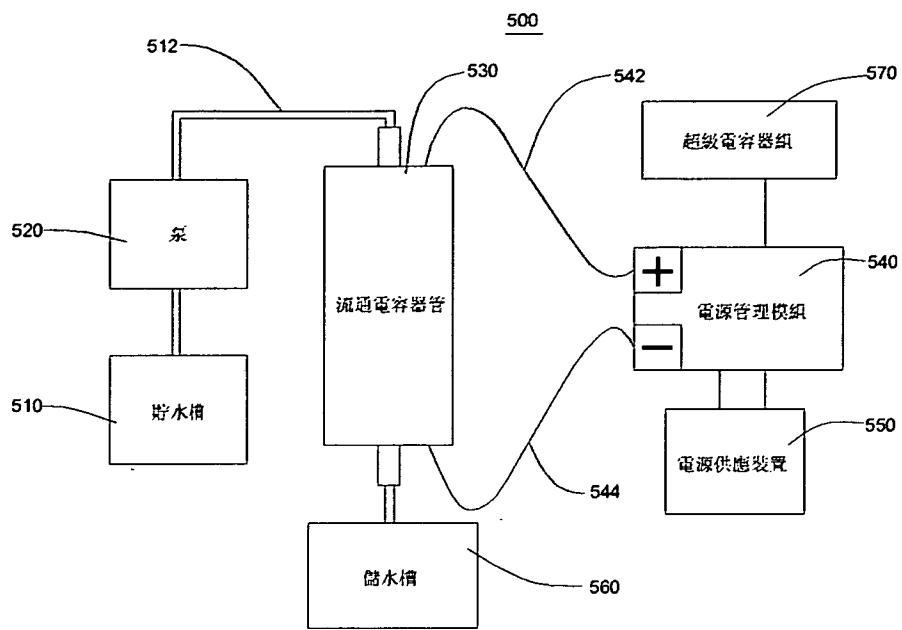
第 3 圖



第 4 圖



第 5 圖



第 6 圖