

# 公告本

申請日期	90-10-03
案號	90124374
類別	H01G 9/45

A4  
C4

504720

(以上各欄由本局填註)

## 發 明 專 利 說 明 書

一、發明 名稱	中 文	獨立式流通型電容器
	英 文	
二、發明 創作人	姓 名	1 薛立人                      2 薛家倩                      3 王世源 4 謝翦珍                      5 李靜惠                      6 羅萬鋌 7 謝玉霞
	國 籍	中華民國
住、居所		1 新竹縣芎林鄉石壇村竹林路 125 巷 5 號 2 桃園縣龍潭鄉民族路 278 巷 88 弄 3 街 11 號 3F 3 台北縣泰山鄉明志路三段 96 巷 5 號 2 樓 4 台中市西區中民里 5 鄰樂群街 154 號 5 新竹縣竹北市東海里 4 鄰東興路 312 巷 89 弄 126 號 6 新竹市北區磐石里 8 鄰西大路 780 巷 6 弄 23 號 7 彰化縣埔心鄉瓦北村員鹿路一段 466 號
三、申請人	姓 名 (名稱)	友昕科技股份有限公司
	國 籍	中華民國
	住、居所 (事務所)	台北市羅斯福路一段 24 號 9 樓
	代 表 人 姓 名	楊勝全

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( / )

### 發明領域

本發明係關於一種含帶電物質之液體的電容去離子方法 (capacitive deionization ; CDI)。更定言之，本發明係關於一種可以從無機及有機水溶液去除帶電物質之可更換流通型電容器(flow-through capacitor FTC)。

### 發明背景

水係為人類最珍貴資源的其中一種。更適切地說，水的重要性可說是”給予我們生命”。地球面積中大約有四分之三是水，其中 98%是海水而其他 2%是淡水。大部分的淡水係在兩極的冰山，然而，可直接使用的確少於 1%。隨著都市化及工業化的人口增加，耗水量及廢水產生量也隨之增加，許多國家因此遭遇到水荒及環境污染的問題。根據 UN 預計，在西元 2025 年將有 48 國家其約佔世界人口的 32%左右的人們面臨缺乏淡水的問題。水對生活品質與經濟繁榮而言極其重要。受污染的水可能會帶來疾病，政府需要花費數百萬元以上之經費來清潔受污染的地方。沒有了淡水，日常生活及人類的活動將受到阻礙。雖然，提供淡水資源給人民是政府的責任，然而地球上的人們也有義務節約水用量，回收可用的資源及降低污染。

海水淡化是產生淡水最具經濟效益的方法。海水可整年免費、無限量取得，不受到氣候的影響。然而，海水也是所有鹽水之中總溶解固體量 (TDS) 最高的一種水。此外，不論是有機或無機廢液，通常含有因為水解、分解、

## 五、發明說明 (✓)

凝聚、溶質的生物或化學反應所產生的帶電物質。海水及液體中帶電物質總量係以 TDS 表示，單位為 ppm（每百萬分之一）。不論是去鹽或廢水處理，其主要目的係為了降低 TDS 或去離子化，其純化的方法包括沈降、吸附、過濾、臭氧化等。上述方法係在去離子化作用之上游或下游處進行，以達預先處理或後處理進液液體之目的。當進料液體的 TDS 降低到某一程度後可以應用於家庭或工業用水。去離子化的方法例如是離子交換、蒸餾、逆滲透（RO）及電透析等一般技術。相較而言，CDI 係為一種相當新而且鮮為人知的技術。在選擇去離子化的方法時，必須考慮材料及操作成本、濾液流量或產率；以及去鹽能力（salt rejection rate）。

用於去離子的離子交換樹脂大都是昂貴的合成樹脂，其運作係以無害離子交換有毒離子。使用時，樹脂逐漸飽和，因而需要再生。離子交換樹脂的再生需要使用強酸或強鹼以及大量的沖洗水。因此，離子交換耗費非常多的水，而再生用的化學物造成二度污染。為了獲得淡水，蒸餾法必須加熱鹽水或原水。蒸餾後，留下之離子形成泥漿。蒸餾是一種耗費能量的方法，並需要很大的空間，例如 Nasser 的第 4,636,283 號美國專利揭露一種高度超過 100m (>300 ft) 的蒸餾塔。不過，蒸餾仍是世界上海水淡化最被廣泛使用的一種方法。就商業普及化而言，RO 是次廣受歡迎的淡化方法。RO 使用薄膜將淡水從鹽水中萃取出來，而離子仍存在於原水中。RO 需要高壓，例如 800-1200 psig，以

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

## 五、發明說明(3)

強迫濾液（純水）通過薄膜的極微孔隙。高操作壓力及低濾液流量是 RO 的二項缺點。RO 的高操作壓力表示需要高操作成本，而低濾液流量則會造成低產率。電透析方法係利用 DC 電場及離子可穿透的薄膜進行去離子作用。每個電透析單元裡至少含有三個部份，亦即陽極室，中間室及陰極室。鹽水在中間室流動，離子因為薄膜的選擇性穿透作用及靜電引力而被吸引到陽極室或陰極室。就減少污染的觀點，RO 及電透析等薄膜技術並不捕捉或集中離子。因此，這些技術僅能作為液體純化之用，無法用以降低污染。相反地，CDI 係為一種可以同時進行純化及降低污染的技術，其進液液體的回收率高。

如同固體粒子容易以過濾介質去除，電場可以有效地留住帶電物質。離子對於靜電引力能即時且可逆地反應，此為自然現象。在含有帶電物質的液體中，以兩平行導電板之間通過電流的方式最容易產生此種靜電引力。當帶電物質流過帶電之兩電極間時，帶電物質將迅速被吸附於電極表面上，藉此可使 TDS 降低。此種去鹽方法稱為電容去離子（CDI），進行 CDI 的裝置已知為一種流過型電容器（FTC）。FTC 的應用已經在三十年前由 J. Newman 等人公開在 J. Electrochem Soc.: Electrochemical Technology, March 1971, P. 510-517, "利用多孔碳電極的去鹽方法"。該案內容在此以參考方式併入本案。另外，在此舉出三個代表性 CDI 習知技術作參考，分別為 Andelman 的美國專利第 5,779,891 號，Hanank 的美國專利第 5,858,199 號及

## 五、發明說明(4)

Farmer 的美國專利第 5,954,937 號。此三件專利案在此也以參考方式併入本發明。'891 專利係使用石墨布作為集電板，及使用活性碳作為離子吸附材料，以藉由物理壓縮形成電極。活性材料與集電板之間沒有使用電氣結合性比物理壓縮好的化學鍵結。黃金壓縮接點被用以結合電極線及導線，導線再連接至 DC 電源。使用貴重金屬，就經濟觀點而言，無法使 FTC 變成消費性產品。此外，891'專利將鉑或其他過渡金屬摻入碳電極，以電解方法分解碳氫化合物 (CHCs)。為了更高的去毒效率，CHC 最好以臭氧處理，而非電解。為了獲得最短及最直接的流徑，'891 專利在電極上開孔，並對準液體進液管的出水孔。如此設計，不僅犧牲電極之吸附表面積，電極也要有特定的排列組裝，使製程變複雜，而增加裝置成本及降低產品利潤。

為了從液體中分離帶電物質，'199 專利結合電場與化合物之離心力成為地球自轉偏向力(Coriolis force)。在設備中加裝機械旋轉器，將造成高操作成本，且使用者操作不易。除了碳材，'199 專利也揭露混合金屬氧化物，例如氧化鋇及氧化鈦，作為離子吸附的活性材料。然而，上述氧化物非常昂貴，並不適用於處理大量液體。'937 專利使用昂貴的合成氣凝膠碳作為離子吸附材料，供進行去鹽之用。此碳材料，係由間苯二酚與甲醛聚合反應形成高分子，接著在如 900 psi 高的壓力下，於液態二氧化碳中進行超臨界點乾燥，最後以 500-1200<sup>0</sup>C 碳化乾燥之膠體。根據 Pekela 美國專利第 4,997,804 號，單批次製備氣膠碳要花

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明(5)

上二週，該案內容在此以參考方式併入本發明。製程時間長及使用高處理壓力與高溫度，會使 FTC 的材料成本變高。此外，'937 專利使用襯墊，螺栓，螺帽，端板及數對電極以組合成一多層 FTC。如此複雜的 FTC 結構，容易漏液且缺乏工業用之便利性。CDI 確實是一種降低液體 TDS 之實用技術。然而，CDI 需要更多研究尋找經濟的材料及 FTC 裝置，以致於可以容易大量製造，並且讓使用者容易操作該技術，成為具有實質經濟效益之回收廢液、降低廢水量及從海水製造淡水的裝置。

### 發明概述

因此，本發明之目的係提供一種流通型電容器，可以用於大量回收廢液，以降低廢水量。

本發明之再一目的係提供一種流通型電容器，可以有效地淡化海水。

本發明之又一目的是提供一種流通型電容器，可以降低其製造之成本，並且降低其損耗之能源。

本發明之另一目的是提供一種流通型電容器，可以方便攜帶，並且簡易操作。

利用 CDI 去除離子的方法係利用一種與超電容器（超電容器可以儲存數千法拉（F）電荷）之儲能相同的機制。CDI 及超電容器均以雙層電容（DLC）為主，如 1879 年 Helmholtz 所述之雙層結構，作為去離子或能量儲存之用。根據本發明，首先合成奈米粒子，包括鐵鹽(ferrite)，例如

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

## 五、發明說明(6)

水合氧化鐵  $Fe_xO_yH_z$ ，其中  $1.0 \leq x \leq 3.0$ ， $0.0 < y \leq 4.0$  及  $0.0 \leq z \leq 1.0$ ，而且粒子的主要成分為黑色磁鐵礦( $Fe_3O_4$ )。接著，藉由滾筒塗佈法，粉末塗佈法或電泳沈積法，將這些微粒固定在適當的集電板上，以形成一體之 FTC 電極，以供廢液處理及去鹽之用。水合氧化鐵粉末係利用便宜的起始材料製得，而且製造程序簡單快速。本發明的離子吸附材料因此具經濟效益。

本發明所提供的 FTC 係以二片電極同心捲繞而得，兩片電極間並用數個狹窄膠條相隔。電極捲筒之中心預留供插入一根多孔進液管的空間。分隔膠條可以隔絕兩個電極，使流體限制於 FTC 之內流動，並且使流體在電容器裡面沿著所捲繞之電極板橫向流動。在蠕動泵浦的驅動下，液體可在 FTC 中自由流動，並在離開電容器前，以水平及向外前進方式流過全部之電極表面。離子因此具有與電極的全部可用之表面積接觸並被吸附之最大機會。本發明之 FTC 不僅使製造電極的活性材料用量達最小，而且電極及電容器之量產容易自動化。因此，本發明使 FTC 成為消費者負擔得起的純化及去鹽消費產品。如同其他設計之 FTC，本發明之電容器亦可藉改變電極之電性而完全再生。而且，當再生無法恢復電容器之原有的去離子能力時，電容器可更換並丟棄或回收。本發明之離子吸附材料及更換型 FTC 的集電板均可回收再用，因此有益於環保。

如同吸附碳材，離子交換樹脂及 RO 薄膜通常皆為卡匣式之包裝，更換型 FTC 也可設計成卡匣型式。此 FTC

## 五、發明說明 ( 7 )

可以放置於一個容器內，容器外殼上設有流體之輸入及輸出口，二個可連接電源的接點及一內有襯墊的頂蓋。前述卡匣及其所有附件可用射出成型製得。將 FTC 置入卡匣筒內，然後將液體進液管插入 FTC 捲筒的中心，利用插入 (snap-on) 連接器連接電極導線與頂蓋上的電氣接頭，然後用手旋緊具有螺紋的頂蓋，使卡匣密封。恢復一具 CDI 之處理單元花費不到一分鐘的時間，而且不需要任何工具。操作 CDI 需要如 0.5 伏特及 100 毫安培之低 DC 電能，如此低的電能可以由電池、太陽能電池及燃料電池提供。與蒸餾法、RO 及電透析法比較，CDI 的耗能低很多。使帶電物質留在電極表面上，只需要很低的 DC 電壓，然而化學反應或電解反應都應該避免，因為它們對 CDI 能量效率及電極壽命有不良影響。由於 CDI 以電能取代化學品再生 FTC 的電極，因此沒有二次污染。另外，貴重金屬離子，例如  $Au^{3+}$  及  $Pd^{2+}$  可以藉由 CDI 技術集中及濃縮，再以電鍍或化學方法轉化成有用的形式。

由於體積小，重量輕而且可以利用電池操作，CDI 成爲一種可攜帶型的液體純化及海水淡化之去鹽技術。除了容易將 CDI 納入任何已有之廢液處理系統，本發明更提供經濟的離子吸附材料及容易使用的 FTC 裝置。本發明之目標在於幫助人們減少廢液，並自鹽水去除帶電物質而獲得淡水。

### 圖式之簡單說明

## 五、發明說明 ( 8 )

第 1 圖係為流通式電容器 ( FTC ) 之 CDI 卡匣容器裡面液體進液口及出液口的剖面視圖；

第 2 圖係為電極與分隔片同心捲繞成捲筒電容器的立體視圖；

第 3 圖係為壓鑄之垂直多孔支架及水平膠條的圖案，其中水平膠條限制液體在 FTC 裡面流動；

第 4 圖係為 CDI 卡匣的上視圖，繪示出液體進液口及出液口，電氣接頭，及 FTC 的組合結構；

第 5A 圖係說明 NaCl 溶液流經含有 1, 2 及 3 個流通型電容器的卡匣後，每 50 ml 流出液的導電度；第 5B 圖顯示含有 1, 2 及 3 個流通型電容器之卡匣的第一個 50ml 收集液中離子之去除率。

### 圖式之標記說明：

102	液體進液管
104	出液口
106	頂蓋
108	容器主體
110, 112	襯墊
114	螺絲洞
201, 202	電極片
203	分隔片
302	水平膠條
304	垂直支架

## 五、發明說明 (9)

- 411, 413            電氣接頭  
415                 FTC 組合結構

### 較佳實施例之詳細說明

水資源危機係為世界上許多區域的當今或即將面臨的議題。就水及其他液體中的污染而言，重金屬及帶電物質乃為主要的污染源。由於這些污染源可溶於液體中，因此以總溶解固體量（TDS）計算並以 ppm 為其單位。在許多情況裡，當液體的 TDS 降低到某個 ppm 值時，被處理的液體就可以使用。舉例而言，每個地方的海水 TDS 實質上皆為 35,000 ppm，然而，當海水的 TDS 降到 500 ppm 時就可用於灌溉。如果相同之海水的 TDS 低於 200 ppm，則可以適於飲用，而無鹹味。TDS 之降低乃由於去鹽或去離子所致，降低 TDS 的實施方法中，最方便者乃藉由電容器結構之靜電電場。簡單離子與複雜之帶電物質在 DC 電壓下，將立即被電極吸引。只要 DC 電壓存在時，帶電物質就會停留在電極表面上。顯然地，吸附表面積越大時，被吸附的離子數量及從進液中去掉的離子數量即越多。然而，電壓一停止施加時，被留住的大部份污染物將會釋出，且只須要迅速將電極之極性來回顛倒數次，即可完成再生。換言之，CDI 可利用電能進行去離子及再生，相較於最廣泛使用之離子交換技術，其再生離子交換樹脂所需要的化學物品會造成二次污染而言，CDI 是一種較為環保的技術。

## 五、發明說明(10)

本發明係應用經證實具有活性之超電容器的電極括性材料，來製備 CDI 的離子吸附電極。為了獲得電極的最大面積，利用溶膠-凝膠 (sol-gel) 技術或電解技術製備鐵鹽 (ferrite) 之奈米粉末，例如黑色磁鐵礦 ( $Fe_3O_4$ ) 及其複合物。根據電容測量及其他測試，將合格的粉末轉化成構成流通型電容器 (FTC) 捲筒的電極。連同進液管，將 FTC 放入一個密封容器以形成 CDI 處理單元。第 1 圖係顯示卡匣筒裡液體輸入及輸出的剖面視圖，其中為了簡化說明，省略繪示 FTC。這個結構與過濾碳材、離子交換樹脂及 RO 薄膜之卡匣筒類似。液體進液管 102 及容器主體 108 可以藉由射出成型方法，以工程塑膠，例如丙烯酸樹脂、聚碳酸酯、聚氯乙烯 (PVC)、聚乙烯 (PE) 或纖維強化塑膠 (FRP) 製得。液體從進液管 102 的噴孔射出後，於經由出液口 104 離開容器前，將流過 FTC 的全部電極表面。液體被引導以水平及向外方式，流過其可接觸之電極的每一吋表面，因此可以增加帶電物質與 FTC 電極之間的接觸時間。因為進液流經 FTC 的最長路徑，因此帶電物質可以最有效地被處理。利用壓縮襯墊 110 及 112 使容器頂蓋 106 緊貼附於容器主體 108，防止液體外漏。容器頂蓋 106 可用與液體進液管 102 和容器主體 108 相同的材料模製而得，而襯墊 110 與 112 則是由氯丁二烯橡膠、丁基橡膠或矽酮橡膠做成。在頂蓋 106 周圍及容器主體 108 邊緣上，設置鑽孔 114，以容納固定螺栓及螺帽。在另一具體實施例裡，頂蓋 106 與容器主體 108 可攻牙能互相啮合之螺紋，以使用手控緊。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 (\\)

FTC 組裝的形成及液體通道的產生，於下列各節中分別說明。

第 2 圖係顯示根據本發明之一較佳具體實施例，一種 FTC 組合結構，其中二個電極片 201 及 202 與二個相同之分隔片 203 互交疊合並同心捲繞成一捲筒，在捲筒中心處有一通孔。在第 2 圖中所示之 FTC 係以電極 201 為捲繞的最內層，以構成中空捲筒的內壁。然而，在實際的應用時，並不以此為限，亦可以以分隔片 203 為捲繞的最內層，以構成中空捲筒的內壁。FTC 組合結構的製造，可藉由一般用於電容器及電池工業之捲繞機械設備，而輕易達到自動化。所需寬度的電極片及相關配件可以連續輸入捲繞設備中，捲繞成預定直徑的捲筒。捲筒經過切割並以膠帶固定後，形成獨立式 FTC 組合結構。實際上，FTC 組合結構係為一種超電容器之素子，只是缺少電解質及外殼。一旦電極經過切割，集電板將外露並且產生毛邊，此可能造成短路及其他對 FTC 組裝之傷害。因此，切割後需要補救程序，例如去毛邊及鈍化絕緣。FTC 組合結構的中央通孔之直徑與進液管 102 之外徑吻合，且 102 之外徑 (OD) 及內徑 (ID) 均可隨需要而設計。另外，如第 2 圖所示，直徑 1/16" 的小孔均勻分佈於進液管 102 的兩側上，孔與孔的間距大約為 1/2"。依所要之 FTC 組裝的處理能力，進液管 102 的大小 (就 OD, ID 而言) 及進液孔洞的直徑與數量皆可隨之調整。CDI 容器主體 108 和進液管 102 與 FTC 須電氣絕緣。電容器與容器 108 之間沒有電氣連通。電極 201 與 202

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ((✓))

係藉由各種沈積方法，將活性材料，如磁鐵礦 ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) 或其複合物塗覆於金屬箔，例如鋁箔、銅箔、鈦箔、不鏽鋼箔或鎳箔上而成。其中活性材料的導電度不小於  $10^{-2}$  Siemen/cm，而磁通量密度不小於 10 Gauss。FTC 電極之製作，也可以輕易地透過任何用以形成電極的沈積方法，例如滾塗法、浸塗法、旋塗法、粉末塗覆法或電泳沈積法。如果使用塗覆方法，例如滾塗法，則將上述粉末與黏結劑在適當的溶劑內混合以形成塗覆漿液，其中黏結劑包括例如聚二氟乙烯 (PVDF) 或聚四氟乙烯 (PTFE)。當使用相同的電極來製造 FTC 組合結構時，電極之極性係由電極與外電源之間的連接決定。電極 201 或 202 可以藉由連接至電源的正極而成爲陽極，而另一電極 202 或 201 則成爲陰極。任一種連接都對 FTC 組合結構的去離子化功效沒有影響。如熟習此項技藝者所知，載有離子吸附材料的基底箔也傳導電子，因此稱爲集電板。集電板不會改善離子吸附材料的導電度，但會影響 FTC 的耗電量及壽命。雖然第 2 圖沒有顯示，但是電極導線可用基底箔的耳片 (tab)，或將其他金屬片以點銲或機械壓合固定於集電板上。集電板或電導線都不能與進液直接接觸，否則可能發生化學反應，並因而影響 CDI 的效率。

第 3 圖係繪示根據本發明之一較佳具體實施例，在 FTC 組合結構裡面形成液體通道。請同時參照第 2 圖與第 3 圖，模製分隔片 203 包括水平膠條 302 及垂直支架 304。膠條 302 係用以隔絕兩個電極 201、202，以使流體限制於 FTC

## 五、發明說明(13)

之內流動，並且用以導引 FTC 裡面的液流，使流體在電容器裡面沿著所捲繞之電極板橫向流動。而支架 304 係用以支撐水平膠條 302。因而，水平膠條 302 的厚度比支架 304 厚，以使流體能在水平膠條 302 之間流動。例如膠條 302 的厚度為 1mm，而支架 304 為 0.1mm 厚。水平膠條 302 係為矩形帶狀，高約 0.5mm 到 1mm，而寬約 1mm。上下膠條位於電極之上下邊緣，中間的膠條間隔約 30mm。頂部膠條與底部膠條各略超出電極的邊緣，例如 0.2mm。垂直支架 304 的寬度沒有限制，只要能支撐膠條 302，並覆蓋最少之電極表面即可。垂直支架 304 的間距至少 30 mm，寬度約 2 mm 而厚度約 0.1 mm。利用分隔片 203 緊置於電極 201 與 202 之間，如第 2 圖所示，分隔片的頂部膠條與底部膠條皆與電極邊緣平行，用以限制液體在 FTC 組合結構裡面。然而，中間膠條形成許多 (0.5 - 1) mm x 30 mm 的水平通道，使液體的流動實際上沒有受到限制。一旦液體從進液管 102 流出（如第 1 圖所示），則液體被限制在上述的通道中呈水平及向外流動。沿著這些通道，液體流過電極所有可接觸的表面。因為支架 304 佔用相當大的電極表面積，因此在支架上形成數個孔洞以補償電極面積之損失。較小的分隔片間隙雖然可產生較大的電容，但是使液體流動的限制則變大，適當之間隙取決於電容及阻力的平衡。用以隔離之膠條的高度可以從 0.3mm 到 1mm，更佳為 0.5mm 到 1mm。本發明之另一製造分隔膠條而不用垂直支架的較佳具體實施例，係使用產生 1mm x 1mm 膠

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 (14)

條的網印，其中膠條可用例如矽酮、橡膠或聚胺基甲酸乙酯等彈性高分子做成，水平橫跨於電極上。分隔膠條與電極的一體化，可以簡化 FTC 組合結構的製程。在本發明裡，經模製或網印的分隔片之作用有三：1) 提供電極電氣絕緣，以避免短路，2) 限制液體於 FTC 組合結構裡面，及 3) 定義流體在 FTC 組合結構裡面之流動路徑。除了彈性，構成 FTC 組合結構之分隔片的高分子材料應能抵抗可能存在於進液中的各種污染物，例如酸、鹼、鹽、有機物質及微生物。

FTC 係為淨水及去鹽之 CDI 技術的核心。若 CDI 可變成如常被用於廢液處理之過濾、離子交換及逆滲透等一樣的普遍技術，則 FTC 之使用應該很方便。一般而言，任何廢液處理技術之可更換元件的使用，應如同更換電燈泡或電池那般容易。前述本發明的 FTC 組合結構可符合該項需求。雖然 FTC 組合結構可以單獨執行廢液處理，但是最好連同第 4 圖所示之容器使用。第 4 圖係為第 1 圖之容器的上視圖，因此以相同圖號標示同一元件。如第 4 圖所示，可更換的 FTC 組合結構 415 係放入容器主體 108 內，利用六個螺帽 417 及容器頂蓋 106 密封。另一密封方法，係將能吻合的公母螺紋設置於頂蓋 106 及容器 108 上，然後用手旋緊。在容器頂蓋 106 頂上有二個電氣接頭 411 及 413 以連接電源，例如乾電池、燃料電池或太陽能電池。以插入式(snap-on)連接器完成 FTC 之電極與接頭 411 和 413 之間的電氣連接（未示出）。廢液係經由進液管 102 進入

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 (15)

容器 108，並在液體經由出液口 104 離開容器前，使液體橫向平流經過 FTC 組合結構 415。進液管 102 與出液口 104 之間沒有直接連通。FTC 組合結構 415 可能須定期更換，其他元件則可無限期使用。因為超電容器可用無機或有機水溶液作為電解液，所以不論廢液是否為無機或有機水溶液，只要離子存在於液體中，FTC 組合結構均能將帶電物質從所有廢液中去除。本發明可根據所需的 CDI 生產量，製造需要的 FTC 組合結構 415 大小（以直徑及高度計）。本發明之一較佳具體實施例係使用黑色磁鐵礦粉末或其複合物，組成大小約 60 mm $\Phi$  x 150 mm 的 FTC 組合結構 415，以發展利用 CDI 降低 TDS 的商業化 FTC 產品。本發明的特色之一，在於使進液流經 FTC 組合結構之最長的路徑，使 FTC 電極的所有有效面積都能用以吸附帶電物質，因此可以達到去離子作用的最高生產率。以下列出數組實驗數據以供參考，然而該些數據僅用以說明，而非限制本發明。本發明可提供一種經濟且容易使用的 CDI 技術作為淨水及去鹽之用。

### 實施例 1

利用滾塗法，將自製之水合氧化鐵均勻漿液塗在大約為 150 mm x 490 mm x 0.1 mm 的鋁箔上，形成 FTC。漿液係以下列配方為主：

1g  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  及 0.03g PVDF(聚二氟乙烯)與 1.5 ml NMP (N-甲基-2-吡咯酮) 混合成均勻相。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明 ( \b )

以 IR 光照射或其他加熱裝置，將溶劑 NMP 蒸發後，電極與分隔片捲成如第 2 圖所示之 FTC 捲筒。以陽極及陰極之基底箔的耳片作為電氣導線，並連接至一 DC 電源。將液體進液管 102 插入捲筒中央，再將 FTC 放入塑膠容器主體 108 內，其中容器主體 108 內徑為 60 mm 而高度為 150 mm。然後，利用螺栓與螺帽將頂蓋 106 固定在容器 108，藉此密封容器 108，同時將二個耳片導線延伸到容器 108 外，然後與 DC 電源連接。FTC 與其容器統稱為一個卡匣。單一卡匣，或多個卡匣可串聯用於各種液體的去離子。

液體：NaCl 水溶液，導電度為 1040  $\mu$  S/cm

電壓：1.0 DC 伏特

液體流速：50 ml/min

卡匣數：1，2 及 3 個

每 50ml 流出液收集一次後，以導電度計測量。測量使用 1 個，2 個及 3 個卡匣所收集之第一個 50 ml 流出液的導電度，各得 842  $\mu$  S/cm，676  $\mu$  S/cm 及 385  $\mu$  S/cm，代表每一組 FTC 組合之去離子率為 19%，35% 及 63%。第 5B 圖係顯示流體僅流經不同卡匣數之去離子率。然而第 5A 圖顯示所收集之後半部流出液的導電度急速增加，表示 FTC 的電極表面很快被覆蓋。然而，所有流出液均不會到達進液的濃度。當 CDI 為可用於液體處理中，去除帶電物質的唯一方法時，則 FTC 的大小及數目可以量身訂作，以符合需求。液體在 CDI 系統流通動的方式，也可以巧妙規劃，以達所要之目的。

## 五、發明說明 (V)

### 實施例 2

使用去離子水沖洗用過的實施例 1 的 FTC，直到流出液顯示低導電度（讀取數位顯示的  $\mu S$  值）。以再生的 FTC 進行下列測試。

液體：CuSO<sub>4</sub> 水溶液，導電度為 1420  $\mu S/cm$

電壓：1.0 DC 伏特

液體流速：50 ml/min

卡匣數：2 個

第一個收集的 50 ml 流出液的導電度測量為 724  $\mu S/cm$ ，表示當流體在非常低電壓下，一流經 FTC 便有 49 % 的離子被移除。

### 實施例 3

使用類似實施例 2 的再生方法製備海水淡化用的 FTC。從台灣西海岸某處取得太平洋的海水。為了符合本發明所用的導電度計的測量範圍，利用去離子水，將樣品稀釋 50 倍。所用之樣品的 TDS（總溶解固體量）估計為 20,000 ppm。沒有經過任何前處理，即以下列條件進行稀釋海水的淡化試驗。

液體：經稀釋之海水，導電度為 793  $\mu S/cm$

電壓：1.0DC 伏特

液體流速：50 ml/min

卡匣數：2 個

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

## 五、發明說明(18)

第一個收集的 50 ml 流出液的導電度測量為  $619 \mu \text{ S/cm}$ ，總計有 21% 的離子被移除。本例與實施例 1 的卡匣數同為 2 個，但是本實施例的去離子能力較差。這可能是因為海水的組成較 NaCl 溶液更為複雜。

### 實施例 4

於氧化鐵之起始材料中，放入一批次合成中所能產出之  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  之 20 重量% 的活性碳，以溶膠-凝膠法進行  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{C}$  複合粉末之合成。如同實施例 1 的方式，配置複合粉末的漿液，以製得 FTC 及其處理單元以純化水樣。

液體：NaCl 水溶液，導電度為  $1082 \mu \text{ S/cm}$

電壓：1.0 DC 伏特

液體流速：50 ml/min

卡匣數：1 個

第一個收集的 50 ml 流出液的導電度測量為  $779 \mu \text{ S/cm}$ ，流體只流經單一電容器卡匣時，即移除 28% 的離子。因為活性碳的表面積比  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  大，所以利用複合物之 FTC 所得的去離子率比利用純金屬氧化物所得者更高。此觀察結果與超電容器的能量儲存理論相符。

從上述的實施例可知，本發明係為液體純化及海水淡化的可行工具。由於材料便宜且容易製造，使用本發明的 CDI 可以加入污染控制及環境保護最常用的技術行列。

雖然本發明已以一較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精

## 五、發明說明(9)

神和範圍內，當可作各種之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 四、中文發明摘要(發明之名稱：獨立式流通型電容器)

一種獨立式流通型電容器(FTC)，此電容器係由同心捲繞的二個電極及二個分隔膠條構成一中空捲筒。捲筒的中心開口可以插入液體進料管以使流體輸送至 FTC。電極的活性材料係以  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  為主之水合氧化鐵的奈米微粒或粉末。當流體由進料管注入時，藉由捲筒之分隔膠條所形成的通道，可以使得流體限制在 FTC 之中並且向外流經 FTC 的整個電極(最長路徑)。當電極施加不大於 1.0 伏特的 DC 電壓時，帶電物質會被吸附並且在其與電極接觸時立刻由所處理的液體中去除。當 NaCl 與  $\text{CuSO}_4$  水溶液及海水以 50 ml/min 的流量流過 FTC 時，其去離子率至少可達 19%。本發明之 FTC 的電容去離子方法可用以降低廢液量，並且可用以純化水及去鹽，其成本低廉而且操作容易。

## 英文發明摘要(發明之名稱：)

## 六、申請專利範圍

1. 一種獨立式流通型電容器，包括：

一第一電極，包括一第一活性材料及一第一導電箔，其中該第一活性材料與該第一導電箔合為一第一可撓性連續長片；

一第二電極，該第二電極包括一第二活性材料及一第二導電箔，其中該第二活性材料與該第二導電箔合為一第二可撓性連續長片；

一第一分隔片；

一第二分隔片，

其中該第一電極、該第一分隔片、該第二電極與該第二分隔片係依序相疊合，且同心捲成一中空捲筒並且該第一分隔片與該第二分隔片在該中空捲筒內的該第一及該第二電極之間具有一間隙。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之流通型電容器，其中該第一分隔片與該第二分隔片，係分別由至少二長膠條所構成。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之流通型電容器，其中該第一分隔片與該第二分隔片，係分別更包括至少一支撐架，該支撐架係配置於該些長膠條之間，用以支撐該些長膠條。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述之流通型電容器，其中該些長膠條的厚度大於該支撐架之厚度。

5. 如申請專利範圍第 3 項所述之流通型電容器，其中該支撐架具有複數個開孔。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 六、申請專利範圍

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之流通型電容器，其中該第一活性材料與該第二活性材料為具有  $Fe_xO_yH_z$  化學式的化學組成，且  $1.0 \leq x \leq 3.0$ ， $0.0 < y \leq 4.0$ ， $0.0 \leq z \leq 1.0$ 。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述之流通型電容器，其中該第一活性材料與該第二活性材料為  $Fe_3O_4$ 。

8. 如申請專利範圍第 1 項所述之流通型電容器，其中該第一活性材料與該第二活性材料為一含有  $Fe_3O_4$  的複合化合物。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述之流通型電容器，其中而該含有  $Fe_3O_4$  的複合化合物的其他組份係選自由活性碳、石墨、氧化錫、氧化鋅及氧化鈦所組成之族群者。

10. 如申請專利範圍第 1 項所述之流通型電容器，其中該第一活性材料與該第二活性材料係由導電度不小於  $10^{-2}$  Siemen/cm 之材質所構成。

11. 如申請專利範圍第 1 項所述之流通型電容器，其中該第一活性材料與該第二活性材料係由磁通量密度不小於 10 Gauss 之材質所構成。

12. 如申請專利範圍第 1 項所述之流通型電容器，其中該第一導電箔與該第二導電箔係選自由鋁、銅、鎳、不銹鋼及鈦所組成者。

13. 如申請專利範圍第 1 項所述之流通型電容器，其中該第一、第二電極係藉由滾塗法、浸塗法、旋塗法、粉末塗覆法或電泳沈積法將該第一、第二活性材料分別塗覆於該第一、該第二導電箔上而得。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝 · 訂 · 線

## 六、申請專利範圍

14.如申請專利範圍第 1 項所述之流通型電容器，其中該第一、第二電極係將離子物質吸附於其表面上，並且利用施加電壓於該第一、第二電極，以進行液體的去離子化作用。

15.如申請專利範圍第 1 項所述之流通型電容器，其中該第一、第二電極係利用靜電吸引力吸附離子。

16.如申請專利範圍第 1 項所述之流通型電容器，其中連接該第一電極於一電源的正極而連接該第二電極於該電源的負極，使該第一電極成爲陽極而該第二電極爲陰極。

17.如申請專利範圍第 1 項所述之流通型電容器，其中連接該第二電極於一電源的正極而連接該第一電極於該電源的負極，使該第二電極成爲陽極而該第一電極爲陰極。

18.一種獨立式流通型電容器，包括：

一容器主體，其包括一開口與一出液口；

一電容器主體，係配置於該容器主體之中，其包括：

一第一電極，包括一第一活性材料及一第一導電箔，其中該第一活性材料與該第一導電箔合爲一第一可撓性連續長片；

一第二電極，該第二電極包括一第二活性材料及一第二導電箔，其中該第二活性材料與該第二導電箔合爲一第二可撓性連續長片；

一第一分隔片；

一第二分隔片，其中該第一電極、該第一分隔片、該第二電極與該第二分隔片係依序相疊合，且同心捲成一

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝  
訂  
線

## 六、申請專利範圍

中空捲筒，且該第一分隔片與該第二分隔片在該中空捲筒內的該第一及該第二電極之間具有一間隙；

一容器頂蓋，配置於該容器主體之該開口上；以及

一進液管，穿過該容器頂蓋，並且配置於該中空捲筒之一中心開口之中。

19.如申請專利範圍第 18 項所述之流通型電容器，其中該第一分隔片與該第二分隔片，係分別由至少二長膠條所構成。

20.如申請專利範圍第 18 項所述之流通型電容器，其中該第一分隔片與該第二分隔片，係分別更包括至少一支撐架，該支撐架係配置於該些長膠條之間，用以支撐該些長膠條。

21.如申請專利範圍第 20 項所述之流通型電容器，其中該些長膠條的厚度大於該支撐架之厚度。

22.如申請專利範圍第 20 項所述之流通型電容器，其中該支撐架具有複數個開孔。

23.如申請專利範圍第 18 項所述之流通型電容器，其中該第一活性材料與該第二活性材料為具有  $Fe_xO_yH_z$  化學式的化學組成，且  $1.0 \leq x \leq 3.0$ ， $0.0 < y \leq 4.0$ ， $0.0 \leq z \leq 1.0$ 。

24.如申請專利範圍第 23 項所述之流通型電容器，其中該第一活性材料與該第二活性材料為  $Fe_3O_4$ 。

25.如申請專利範圍第 18 項所述之流通型電容器，其中該第一活性材料與該第二活性材料為一含有  $Fe_3O_4$  的複合化合物。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝  
訂  
線

## 六、申請專利範圍

26.如申請專利範圍第 25 項所述之流通型電容器，其中而該含有  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  的複合化合物的其他組份係選自由活性碳、石墨、氧化錫、氧化鋅及氧化鈦所組成之族群者。

27.如申請專利範圍第 18 項所述之流通型電容器，其中該第一活性材料與該第二活性材料係由導電度不小於  $10^{-2}$  Siemen/cm 之材質所構成。

28.如申請專利範圍第 18 項所述之流通型電容器，其中該第一活性材料與該第二活性材料係由磁通量密度不小於 10 Gauss 之材質所構成。

29.如申請專利範圍第 18 項所述之流通型電容器，其中該第一導電箔與該第二導電箔係選自由鋁、銅、鎳、不銹鋼及鈦所組成者。

30.如申請專利範圍第 18 項所述之流通型電容器，其中該第一、第二電極係藉由滾塗法、浸塗法、旋塗法、粉末塗覆法或電泳沈積法，將該第一、第二活性材料分別塗覆於該第一、該第二導電箔上而得。

31.如申請專利範圍第 18 項所述之流通型電容器，其中該第一、第二電極係將離子物質吸附於其表面上，並且利用施加電壓於該第一、第二電極，以進行液體的去離子化作用。

32.如申請專利範圍第 18 項所述之流通型電容器，其中該第一、第二電極係利用靜電吸引力吸附離子。

33.如申請專利範圍第 18 項所述之流通型電容器，其中連接該第一電極於一電源的正極而連接該第二電極於該

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 六、申請專利範圍

電源的負極，使該第一電極成爲陽極而該第二電極爲陰極。

34.如申請專利範圍第 18 項所述之流通型電容器，其中連接該第二電極於一電源的正極而連接該第一電極於該電源的負極，使該第二電極成爲陽極而該第一電極爲陰極。

35.如申請專利範圍第 18 項所述之流通型電容器，其中該頂蓋與該容器主體具有能互相契合之螺紋。

36.如申請專利範圍第 18 項所述之流通型電容器，其中該頂蓋與該容器主體係以螺栓與螺帽固定。

37.如申請專利範圍第 18 項所述之流通型電容器，其中該進液管與該容器主體之材質係選自於丙烯酸樹脂、聚碳酸酯、聚氯乙烯(PVC)、聚乙烯(PE)或纖維強化塑膠(FRP)組成之族群。

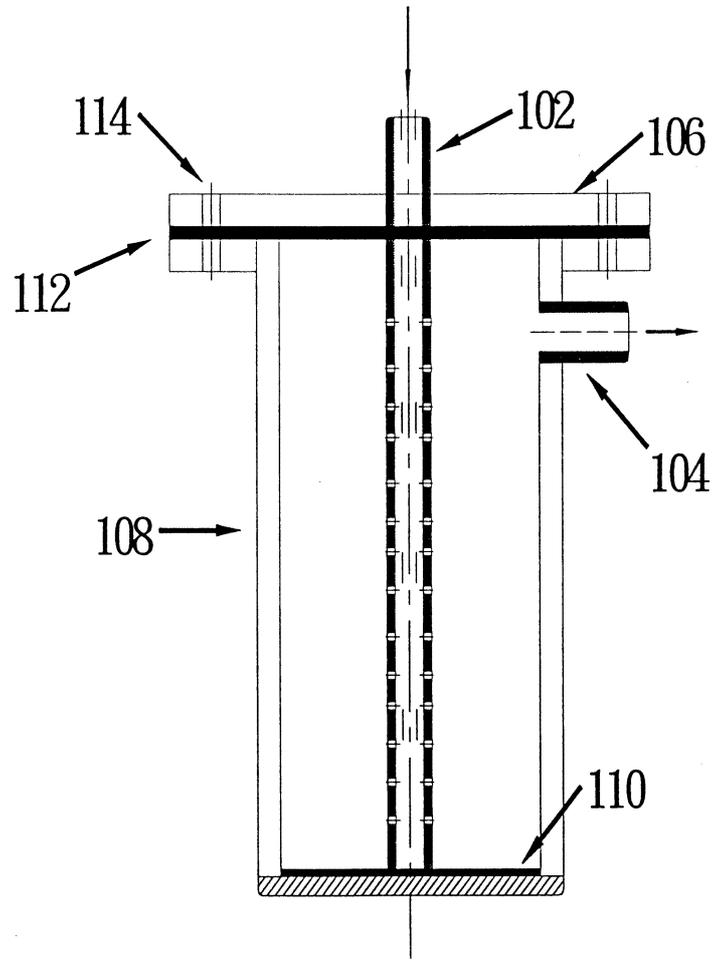
38.如申請專利範圍第 18 項所述之流通型電容器，更包括一襯墊配置於該頂蓋與該容器主體之間，用以防止液體外漏。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

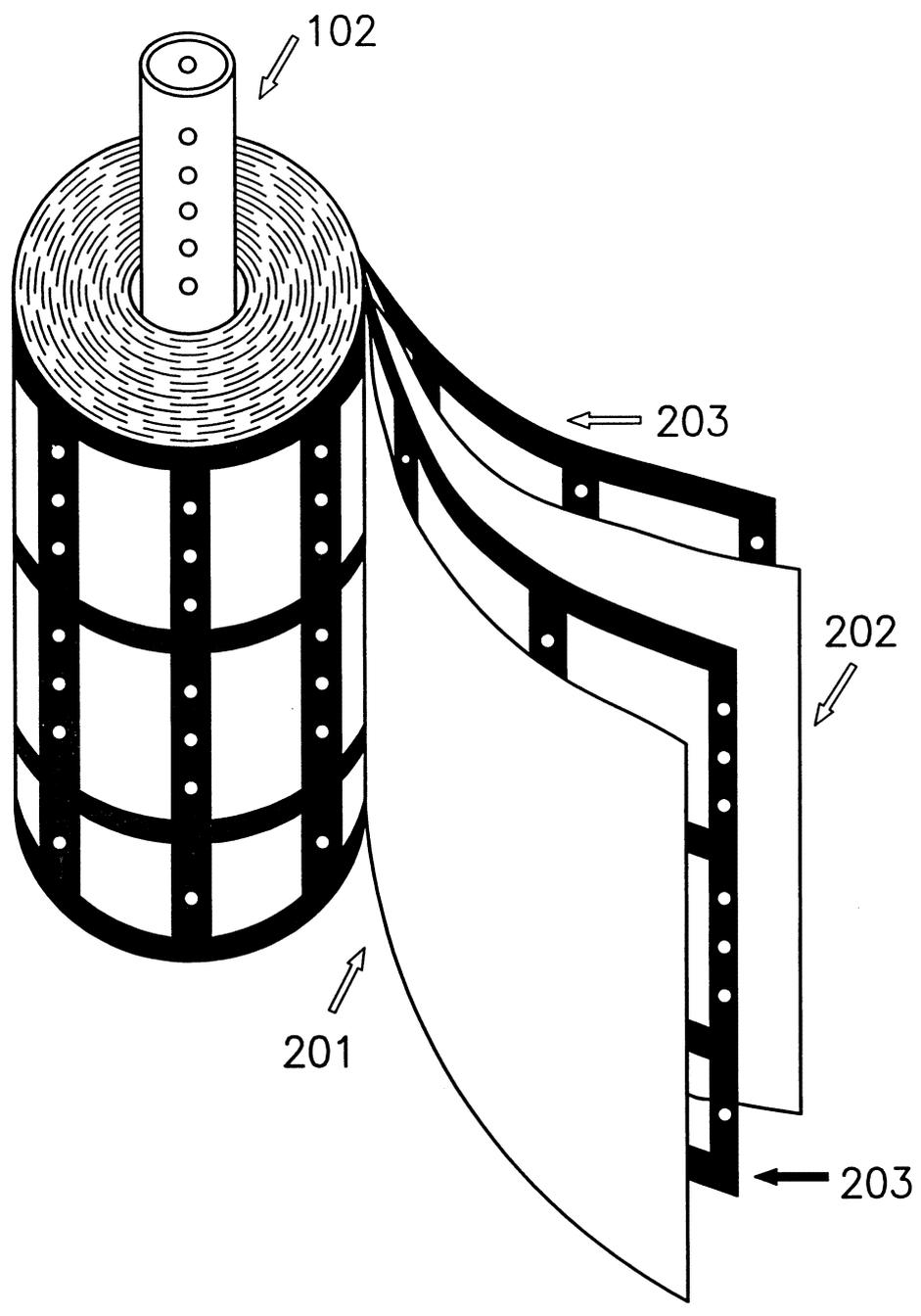
裝

訂

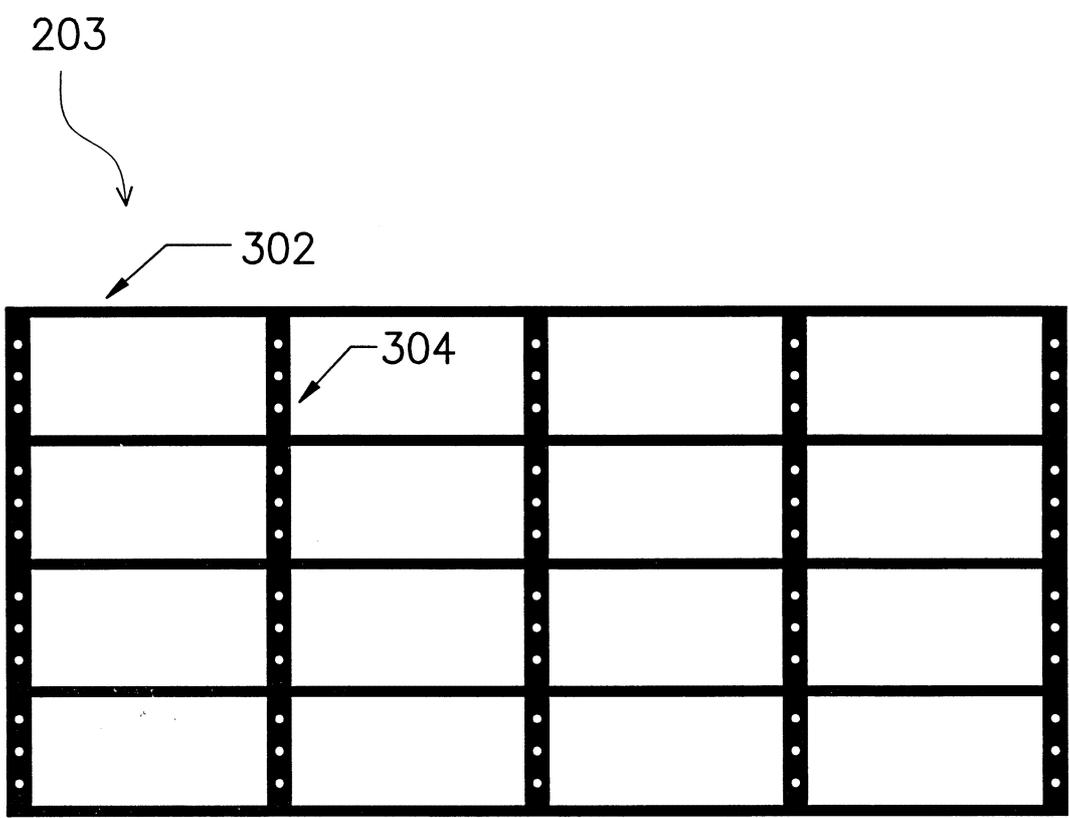
線



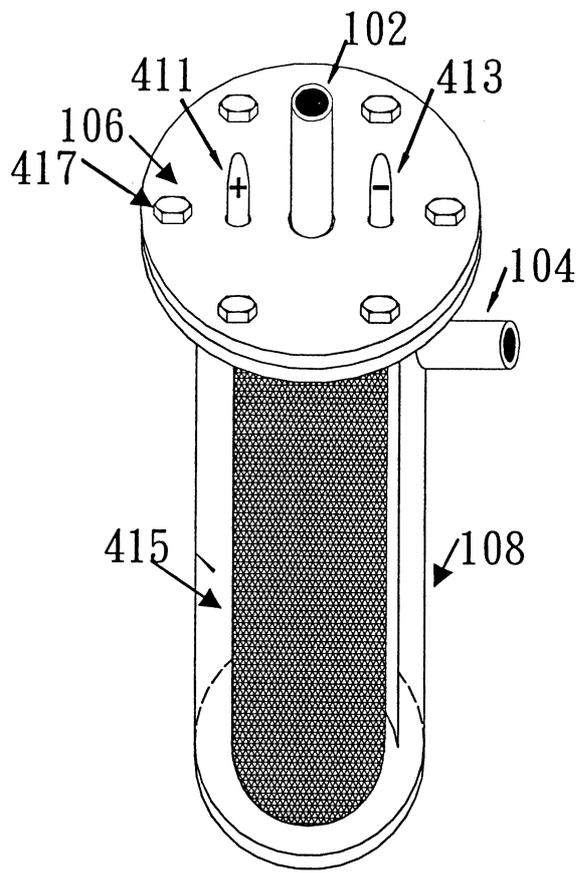
第 1 圖



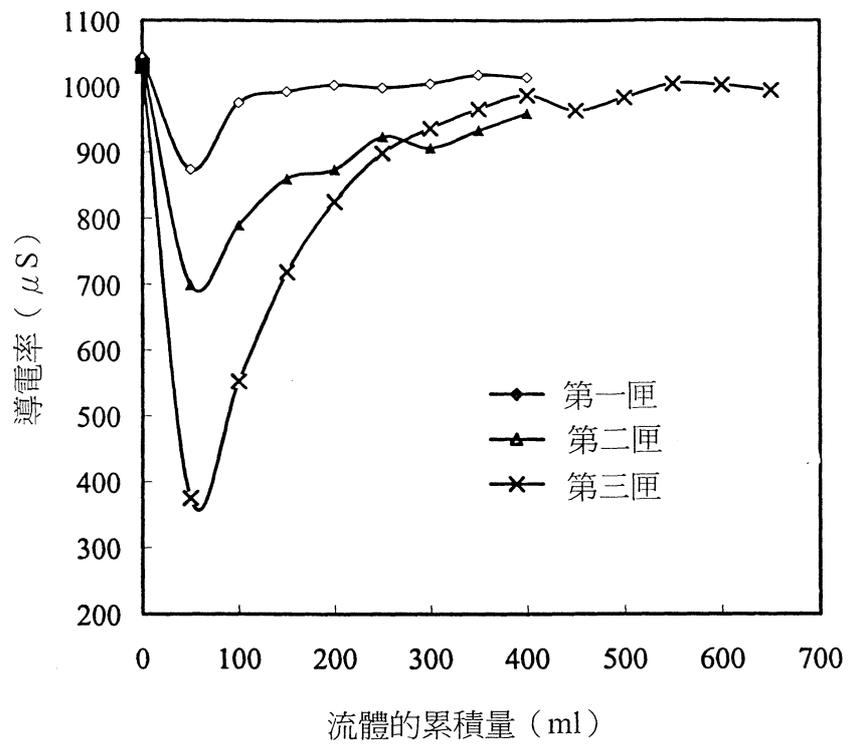
第 2 圖



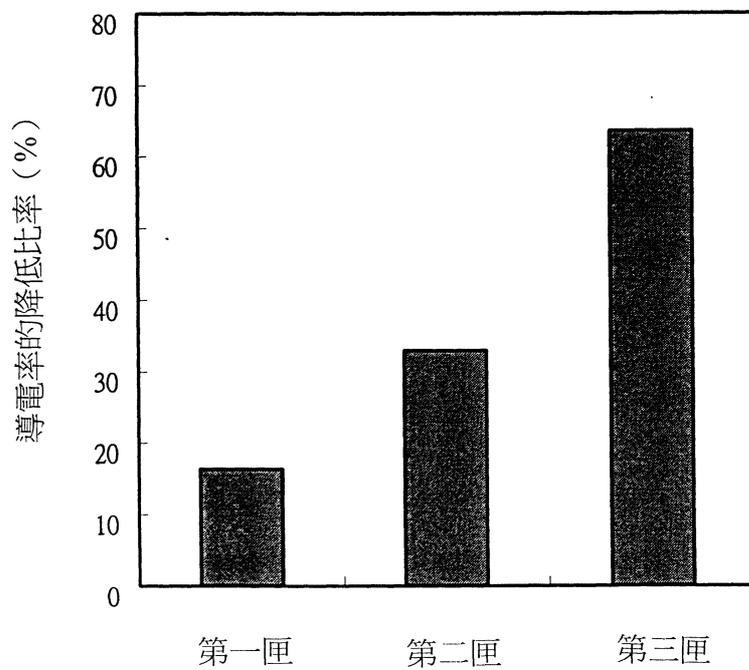
第 3 圖



第 4 圖



第5A圖



第5B圖