

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5932789号
(P5932789)

(45) 発行日 平成28年6月8日(2016.6.8)

(24) 登録日 平成28年5月13日(2016.5.13)

(51) Int.Cl. F I
C O 2 F 1/48 (2006.01) C O 2 F 1/48 B

請求項の数 15 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2013-524500 (P2013-524500)	(73) 特許権者	590000248
(86) (22) 出願日	平成23年8月2日(2011.8.2)		コーニンクレッカ フィリップス エヌ ヴェ
(65) 公表番号	特表2013-534184 (P2013-534184A)		KONINKLIJKE PHILIPS N. V.
(43) 公表日	平成25年9月2日(2013.9.2)		オランダ国 5656 アーエー アイン ドーフエン ハイテック キャンパス 5
(86) 国際出願番号	PCT/IB2011/053295		High Tech Campus 5, NL-5656 AE Eindhoven
(87) 国際公開番号	W02012/023068	(74) 代理人	100087789
(87) 国際公開日	平成24年2月23日(2012.2.23)		弁理士 津軽 進
審査請求日	平成26年7月31日(2014.7.31)	(74) 代理人	100122769
(31) 優先権主張番号	10172988.7		弁理士 笛田 秀仙
(32) 優先日	平成22年8月17日(2010.8.17)		
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水を浄化する方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

液体中のイオンの濃度を制御する方法であって、

- 前記液体の主流を発生するステップと、
 - 前記液体に電氣的に直接接触する電極により、前記主流に横方向電界を印加するステップと、
 - 前記主流の中心領域から前記液体の生成物流を取り出すと共に、前記主流における前記電極の近くの領域から前記液体の廃棄物流を取り出すステップと、
- を有する方法。

【請求項 2】

前記主流が前記電極により画定された側壁を持つ流路内で発生され、前記電極は 200 μm 未満の相互間距離を有し、前記電極に印加される電圧は 5 V 未満である請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の方法であって、

【数 5】

$$L \cdot \mu \cdot V > v \cdot d^2$$

なる式が満足され、ここで：

L は前記主流の長さを示し；

10

20

μ は前記イオンの最低移動度を示し；
 V は前記電極の間の電位差を示し；
 v は前記液体の流速を示し；
 d は前記電極の間の距離、即ちチャンネル幅を示す、
 方法。

【請求項 4】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の方法であって、

【数 6】

$$1000 \cdot \eta > v \cdot \rho \cdot d$$

10

なる式が満足され、ここで：

η は前記液体の粘度 [kg/ms] を示し；

v は前記液体の流速を示し；

ρ は前記液体の密度 [kg/m³] を示し；

d は前記電極の間の距離、即ちチャンネル幅を示す、
 方法。

【請求項 5】

液体内のイオンの濃度を制御する液体浄化装置であって、請求項 1 ないし 4 の何れか一項に記載の方法を実行する装置。

20

【請求項 6】

請求項 5 に記載の液体浄化装置であって、

液体入力部から入る前記液体を分岐部まで案内する少なくとも 1 つの主流路であって、前記分岐部が浄化された液体を出力するための少なくとも 1 つの生成物出力部とイオンに富んだ廃棄物液を出力するための少なくとも 1 つの廃棄物出力部とにつながる主流路と、

前記主流路に沿い該主流路の長さの少なくとも一部にわたって配置された少なくとも 2 つのイオン分離電極であって、前記液体の流れに横方向電界を発生するように互いに対向して前記主流路内に流れる前記液体と直接接触して配置される電極と、
 を有し、

前記電極の間の電位差が、5 V 未満である液体浄化装置。

30

【請求項 7】

前記分岐部が二叉部を有し、該二叉部が、浄化された液体を出力するための 1 つの中央生成物出力部と、イオンに富んだ廃棄物液を排出するための 1 つの廃棄物出力枝路とを有する請求項 6 に記載の液体浄化装置。

【請求項 8】

前記中央生成物出力部が前記流路の局部的に拡幅された領域の中心に配置される請求項 6 に記載の液体浄化装置。

【請求項 9】

前記分岐部が三叉部を有し、該三叉部が、浄化された液体を出力するための生成物出力部に通じる 1 つの中央生成物出力枝路と、イオンに富んだ廃棄物液を排出するための少なくとも 1 つの廃棄物出力部に通じる 2 つの互いに反対側の外側廃棄物出力枝路とを有する請求項 6 に記載の液体浄化装置。

40

【請求項 10】

請求項 9 に記載の液体浄化装置であって、少なくとも 2 つの他の電極を更に有し、これら他の電極のうち的一方のものは前記廃棄物出力枝路の一方における前記廃棄物液に直接接触すると共に前記イオン分離電極の一方のものの電圧と同一の極性を有し、前記他の電極のうち他方のものは前記廃棄物出力枝路の他方における前記廃棄物液に直接接触すると共に前記イオン分離電極の他方のものの電圧と同一の極性を有する装置。

【請求項 11】

前記主流路の側壁が導電性であり、且つ、前記 2 つのイオン分離電極の役割を果たす請

50

求項 6 に記載の液体浄化装置。

【請求項 1 2】

請求項 6 に記載の液体浄化装置であって、ステンレス鋼の導電性材料からなり且つ 2 つの非導電性部材の間に挟まれた少なくとも 1 つのパターン化されたプレートを有し、該プレートは主面を有し、流路が前記プレートに前記主面の一方から他方まで該主面の全高にわたり延びるように形成された狭い切断部として形成され、前記流路は好ましくは実質的に長方形の輪郭を有し、これら流路の幅が 200 μm 未満であり、

当該装置が電源電圧を入力するために前記主流路の両側における各プレート部分に接続された電気端子を更に有する装置。

【請求項 1 3】

前記三叉部における前記中央生成物出力枝路が第 2 の三叉部につながる請求項 9 に記載の液体浄化装置。

【請求項 1 4】

並列に接続された 2 以上の主流路を有する請求項 6 に記載の液体浄化装置。

【請求項 1 5】

請求項 6 に記載の液体浄化装置であって、絶縁プレートにより分離されると共に、これら絶縁プレートにより挟まれた複数のパターン化されたプレートの積層体を有し、該積層体を介して垂直に延びる入力及び出力孔及び該積層体を介して垂直に延びる電気接続ピンを備える装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、広くは水を浄化する方法及び装置に係り、特に水道水中のイオン濃度を制御する方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0002】

水道水は、化学的に純粋な H₂O ではない。主たる付加的な成分は、石灰石（方解石）及び含塩岩石層（岩塩）を介しての地下水の浸透の結果として各々生じる重炭酸カルシウム及び塩化ナトリウムである。これらの成分は健康に対する危険性をもたらすものではないが（少なくとも通常の濃度では：例えばオランダ国においては、重炭酸カルシウムの濃度は 160 ppm のオーダーであり、塩化ナトリウムの濃度は 80 ppm のオーダーであろう）、斯かる成分の存在に関連する欠点が存在するので、これらの濃度レベルを制御する（特に、低下させる）ことができることが望ましい。

【0003】

汚れ（ファウリング）が問題となる。重炭酸カルシウムは、例えばコーヒーメーカー、湯沸かし器、スチームアイロン及び空気加湿器等を汚損する水垢堆積の主たる原因である。重炭酸カルシウムの濃度を最小限にすることは、これら装置を掃除しなければならないという定期的な負担を回避することになるので顧客を喜ばせるであろう。

【0004】

味も問題となる。少量のミネラルさえも、味の知覚に大きな影響を与える。例えば、塩化ナトリウムのレベルは水道水の塩味を決定する。水の味は、顧客がその水を飲むか否かを決定する重要な要因である。たとえ水道水の品質が極めて良好であっても、依然として人々はボトル詰めの水を飲みがちである。その上、ボトル詰めされた水は水道水と比較して相対的に高価であり、その製造には水道水と比較して大幅に高いエネルギー消費（なかでも、ボトルの製造、輸送及び冷却により、1000 倍のオーダーの）が伴う。消費者は個々の味の好みを有しており、水道水の含有物及び味に大きな地域差があることに注意すべきである。従って、消費者がボトル詰めの水から水道水に切り換え得るように水道水の味に影響を与えることを視野に入れて、水道水中のミネラルのレベルを制御すると共に、好ましくは個々の消費者が自身の個人的好みに水道水の味を調整することができるようなツールを個々の消費者に付与することができるようにすることが重要である。斯かる制御処理

10

20

30

40

50

は非常に効果的であることが更に望ましい。例えば、或る固有のブランドのボトル詰めの水は約 3 ppm の Na^+ イオンの濃度を有するが、 Na^+ イオンの検出閾値は約 2 ppm であり、このことは、約 95% 又はそれ以上の除去効果が望ましいことを意味する。

【0005】

水のミネラル濃度を減少させる技術は、異なる原理に基づいて動作するものが既に提案されている。一般的に、これらの従来の浄水技術は、大きな電力消費及び廃棄物の発生という欠点を有している。

【0006】

ここで言及されるべき第 1 の従来の浄水技術は、蒸留であり、該蒸留技術は、先ず水を沸騰させて蒸気を生成し（殆どのミネラルを排除する）、次いで冷却面が接触されて、上述した蒸気が再び液体として凝集する過程を含む。この処理の効果は良好（100% に近い）であるが、この処理は多くのエネルギーを必要とする。エネルギー回収が可能でない小型のユニットの場合、エネルギー消費は約 600 Wh/L であることを示すことができる。

10

【0007】

ここで言及すべき第 2 の従来の浄水技術は逆浸透であり、該逆浸透はミネラルを排除するための小孔を備えた薄膜フィルタを介して水を透過させるための高い圧力（ $> 10 \text{ bar}$ ）の使用を伴う。エネルギー消費は、蒸留と比較して著しく低い（リットル出力当たり $> 4 \text{ Wh}$ ）、効果は典型的には約 90% である。重大な欠点は、当該膜の目詰まりを防止するために相当量の廃棄流（典型的には、入力 50%）が必要とされるということである。加えて、膜は定期的に交換されねばならない。水垢除去用途に対しては、上記 90% のミネラル除去効果は十分であるが、強力な味の制御のためには、更なる効率の低下（ 12 Wh/L なるエネルギー消費及び 75% の廃棄物）を犠牲にして、二重通過が必要とされる。

20

【0008】

概念的に、上述した両浄水技術は、エネルギーを H_2O という主要部に絞っている。対照的に、電界によれば、水の中ではミネラル類はイオン化されるという事実を用いて、ミネラルという少数部に効率的に目標を絞ることが可能である。このような技術の例は、連続的電気脱イオン化（電気再生式イオン交換）及び容量性脱イオン化（電気吸着脱イオン）である。

【0009】

連続的電気脱イオン化においては、イオン選択性膜により分離され、部分的にイオン交換樹脂で満たされた平行な流れの束が、電氣的に浄化された流れと濃縮された廃棄物流とに変換される。この浄水技術（通常は、逆浸透に続く最終浄化ステップとしての）は最高の規格までの超純水を優れた効率（ 0.4 Wh/L なるエネルギー消費及び僅か 5% の廃棄物）で生成することができるが、上記膜及び樹脂の高い価格のために消費者向け用途にとっては手が届かない。

30

【0010】

容量性脱イオン化においては、入力ストリームは該ストリームのイオンを 2 つの平行なプレート電極（多孔性炭素から構成される）上に電氣的に捕捉することにより浄化される。この技術は、脱イオン化フェーズと再生フェーズとの間で交互に行って、バッチ処理で動作される。吸収されたイオンにより電極が飽和された後、再生フェーズでは電界が取り除かれ、上記イオンは電極から廃棄物流へと徐々に拡散する。この技術の欠点は、該再生フェーズが遅く、不完全である点である。結果として、廃棄物流は多く（ $> 20\%$ ）、電極の寿命は限られる（生物付着により）。この技術の一例は、米国特許出願公開第 2008/0198531 号で議論されている。

40

【0011】

国際特許出願公開第 WO2008/082696 号公報は、"微小規模容量性脱イオン化"として示された電氣的浄水技術を開示している。この技術においては、水の流れが、水路（チャンネル）に沿って配置された電極により付与される横方向電界を受ける。イオンは荷電された電極に吸引されるので、上記流れの中心におけるイオン濃度は減少され、該流れの当該電

50

極に近い外側領域におけるイオン濃度は増加される。或る長さのチャンネルを経た後、中心の流れの部分は外側の流れ領域から分離され、上記中心の流れはイオン濃度が低減された出力を供給する一方、上記外側の流れの領域は濃度が増加された廃棄物流を供給する。この技術は非常に魅力がないように思われる。即ち、当該公報における情報によれば、非常に高い電圧が必要とされ（2.5 ~ 10 kVのオーダ）、電力消費が非常に高く（50 mL / hr に対して750 Wで、15 kWh / Lに相当する）、且つ、イオン浄化性能が非常に劣る（約3%）。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

本発明の目的は、上述した欠点が除去され又は少なくとも低減されるような浄水方法及び装置を提供することにある。特に、本発明は、低エネルギー消費及び高い浄水性能で、並びに相対的に少ない廃棄物及び低コストで動作することができ、且つ、私的消費者家庭で設置及び使用するのに、特に流し（シンク）の下への適用に適した浄水方法及び装置を目指すものである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

国際特許出願公開第W02008/082696号公報は、"微小規模容量性脱イオン化"として示された電氣的浄水技術においては、流体を電極から分離するために非導電性で不透過性の障壁が使用されることが必須であることを教示している。驚くべきことに、本発明者は、20 様な障壁が削除され、電極が流体と直接的に接触するように配置されると劇的な改善が得られることを見出した。実験は、2 Vまでもの低い電極電圧及び0.25 Wh / Lまでもの低いエネルギー消費で非常に効率的なイオン分離が可能であることを示した。電極電圧の正確な値は重要ではないが、好ましくは、該値は顕著なガス形成（電気分解により生じる）を防止するために5 Vより低く選定されるべきである。

【0014】

更に有利な入念例は、従属請求項に示される。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1A】図1Aは、本発明の動作原理を概略説明する図である。

【図1B】図1Bは、流路の可能性のある断面を示す。

【図1C】図1Cも、流路の可能性のある断面を示す。

【図1D】図1Dは、本発明の他の代替実施例を概略図示した図である。

【図2A】図2Aは、より小規模なイオン浄水装置の好ましい態様を概略図示した図である。

【図2B】図2Bは、本発明の他の好ましいフィーチャを概略図示した図である。

【図3A】図3Aは、浄水装置を製造する工程における或る段階を示す。

【図3B】図3Bは、浄水装置を製造する工程における他の段階を示す。

【図3C】図3Cは、浄水装置を製造する工程における他の段階を示す。

【図3D】図3Dは、浄水装置を製造する工程における他の段階を示す。

【図3E】図3Eは、浄水装置を製造する工程における他の段階を示す。

【図3F】図3Fは、浄水装置を製造する工程における他の段階を示す。

【図4A】図4Aは、パターン化されたプレートの一実施例を示す。

【図4B】図4Bも、パターン化されたプレートの一実施例を示す。

【図5】図5も、パターン化されたプレートの一実施例を示す。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明の上述した及び他の態様、フィーチャ及び利点を、1以上の好ましい実施例の下記の記載により図面を参照して説明する。尚、図面及び記載において同一の符号は同一の又は同様の部分を示し、"下/上"、"高い/低い"、"左/右"等の表示は図面に示さ

10

20

30

40

50

れた向きのみに関するものである。

【 0 0 1 7 】

図 1 A は、本発明の一態様による動作原理を概略説明する図である。水の流れ（ストリーム）1 は主チャンネル（主水路）2 内を図における左から右へ流れている。チャンネル（水路）2 の少なくとも或る長さにはわたり、電極 3 及び 4 が互いに対向して、且つ、水 1 と接触するように配置されている。電極 3 及び 4 は、チャンネル 2 の側壁を画定することができる。図において、電極 3 は電極 4 に対して正電圧を有するように示され、電極 4 は電極 3 に対して負電圧を有するように示されているが、これは上記電極の互いに対する相対電圧に関するものであり、必ずしも大地に対する絶対電圧に関するものではないことに注意されたい。

10

【 0 0 1 8 】

水 1 は、該水中に実質的に均一に分散された、5 に示すような正及び負のイオンを含んでいる。電極 3 及び 4 は、当業者にとり明らかなように、水 1 の流れの方向に垂直な、横方向電界を発生する。従って、これも当業者にとり明らかなように、正イオンは負の電極 4 に向かって移動しようとし、負イオンは正の電極 3 に向かって移動しようとする。結果として、当該チャンネルの或る長さの後には、正電極 3 に近い境界層における水は、符号 7 により示されるように、負のイオンに富むようになる一方、負の電極 4 に近い境界層における水は、符号 8 により示されるように、正のイオンに富むようになる。チャンネル 2 の中心領域においては、イオン濃度は、符号 6 により示されるように、低減される。尚、上記イオン濃度の正確な値又は上記中心領域における減少効率、とりわけ、上記電極間の電圧差、上記チャンネルの幅（即ち、これら電極間の距離）、当該水の流速、及び上記チャンネルの長さに依存することに注意すべきである。いずれにしても、かくして、当該水の流れを、互いに異なるイオン含有量を持つ別個の流れ（副流と称する）に分離することができる。この目的のために、チャンネル 2 は、浄化された液体と廃棄物液とを分離するために、少なくとも 2 つの出力枝路を含む分岐部を有する。当業者であれば、この分岐部は三叉若しくは二又とすることができ、又は 2 以上の三叉及び / 又は 2 以上の二又を有することが理解できるであろう。図 1 A は、チャンネル 2 が 3 つの出力枝路又は副チャンネル 2 1, 2 2 及び 2 3 を持つ三叉 2 0 を有し、前記水の流れ 1 が、これら副チャンネル 2 1, 2 2 及び 2 3 に各々流れ込む 3 つの副流 1 1, 1 2 及び 1 3 に分離されることを示している。中央チャンネル 2 1 は、源流 1 の中心部分に対応し、従って殆ど又は全くイオンを有さない第 1 副流 1 1 を搬送する。第 1 の外側チャンネル 2 2 は、源流 1 における負のイオンで富化された外側部分に対応する第 2 副流 1 2 を搬送する。特に流れが層状であるような条件である場合、主流における境界層全体が該外側チャンネル 2 2 となるので、中央チャンネル 2 1 には実質的に負のイオンは残存することはない。同様に、第 2 の外側チャンネル 2 3 は、源流 1 における正のイオンで富化された外側部分に対応する第 3 副流 1 3 を搬送する。中央チャンネル 2 1 は、出力チャンネルであり（該チャンネルの流れ 1 1 は出力流となる）、図の面に垂直な導管として示された生成物出力部 2 4 につながっている。主チャンネル 2 の入力端は、図の面に垂直な導管として示された入力部 2 8 に接続されるように図示されている。上記外側チャンネル 2 2 及び 2 3 は廃棄物チャンネルであり（これらチャンネルの流れ 1 2 及び 1 3 は廃棄物流となる）、個々の廃棄物出力部又は共通の単一廃棄物出力部 2 5（本例の場合）につながっている。この廃棄物出力部 2 5 を離れるイオンで富化された廃棄物流は、全体的にゼロの電荷を有する。

20

30

40

【 0 0 1 9 】

上記のイオンに富んだ水は導電体と良好な接触状態にあることが好ましい。チャンネル 2 において、このような導電体は、好ましくは金属から形成される電極 3 及び 4 により具現化される。前記第 1 及び第 2 の外側チャンネル 2 2 及び 2 3 においては、イオンに富んだ廃棄水も、前記電極 3 及び 4 と同一の電位を各々有する導電体 2 6 及び 2 7 と接触状態にある。廃棄物チャンネル 2 2, 2 3 に沿う導体 2 6, 2 7 は、イオン分離電極 3, 4 から分離することができ、イオン分離電極 3, 4 に電気的に接続することができ、又は図示されたようにイオン分離電極 3, 4 と一体的に形成することさえできる。各導体 3, 4、

50

26、27においては、各チャンネルにおけるイオンの正味の電荷を平衡化させるために、典型的には斯かる導体内の電子又は正孔の形態で、イメージ電荷が生成される。このような平衡化なしでは、蓄積するイオン電荷が大きな反対に作用する電界を発生し、イオンの移送を阻止すると共に分離効率を低下させる。

【0020】

三叉部20において、出力チャンネル21は、好ましくは、図示されたように入力主チャンネル2と整列される。これら枝路は、上記三叉部20の配置が該三叉部の入力と一緒に十字に類似するように、互いに垂直とすることができる。しかしながら、廃棄物チャンネル22、23が、上記入力主チャンネル2の長さ方向に対して90°未満の角度をなすような長さ方向を有することが好ましく、この角度は、好ましくは、約30°~60°程度とする。入力主チャンネル2から廃棄物チャンネル22、23への接続部は、好ましくは、角度の付いた遷移部のない徐々に湾曲した側壁を有するものとする。

10

【0021】

図1Aにおいて、廃棄物チャンネル22及び23は互いから離れる方向に向けられ、次いで共通の廃棄物出力部25に向かって戻るように湾曲されている。廃棄物チャンネル22、23が角度の付いた角部を形成することは可能であるが、これら廃棄物チャンネル22、23は緩やかな湾曲をなすことが好ましい。

【0022】

図1Aの実施例では、第1及び第2の廃棄物チャンネル22、23は共通の出力部25へと結合するので、これら廃棄物チャンネル22、23により及び出力チャンネル21により囲まれる材料片29が存在する。この材料片は中立電圧のままとすることができる。この材料片29は2つの片(図示略)に分離され、一方の片が負のイオンを伴う"負側"廃棄物チャンネル22に接触し、他方の片が正イオンを伴う"正側"廃棄物チャンネルに接触するようにすることもできる。この場合、これらの片は、前記電極26、27と丁度同じように、正及び負の極に各々接続することができる。

20

【0023】

図1Dは、本発明の他の代替実施例の概略図を示す。図1Dの実施例において、チャンネル2における分岐部は、二叉20'を有し、該二叉20'は浄化された液11'を出力するための1つの中央生成物出力部24'と、イオンに富んだ廃棄物液14'を出力するための1つの廃棄物出力枝路22'とを有している。図1Aに示した実施例と同様に、上記二叉に入る前に、主チャンネル2内の水の流れに含まれるイオンは、電極3、4により発生される横方向電界により実質的に分離される。元の流れ1の中心部分に対応する副流11'は、殆ど又は全くイオンを有さない。該副流11'は、上記二叉20'における中央生成物出力部24'に流れ込むが、該中央生成物出力部は、図の面に垂直な導管として示される浄化された液の出力チャンネルである。当該主流の残りの液は、二叉20'の他方の枝路である廃棄物出力枝路22'に廃棄液14'として流入する。この廃棄物出力枝路を廃棄物出力部25'により離れる上記残りの液体は、全体としてゼロの電荷を有する。好ましくは、上記生成物出力部24'は、局部的に拡張されたチャンネル領域の中心に配置される。当業者であれば、上記廃棄物出力部25'は、廃棄液を排出させるために上記廃棄物出力枝路22'の他の位置に配置することもできることを理解するであろう。図1Aに示された実施例において、既知の欠点は、静電電位が副チャンネル22、23において蓄積し得、該静電電位が廃棄物出口への流れを最終的に阻止し得るということである。図1Dの実施例は、この問題を、負のイオンで富化された流れと正のイオンで富化された流れとを同一の枝路内に一緒に維持し、これが静電電位の発生を防止することにより解決する。

30

40

【0024】

更に、図1Aの実施例は各チャンネルの断面形状を示していない。図1Bは、各チャンネルが実質的に円形の断面を有し得ることを示しているが、これは製造するのが困難である。図1Cは、金属Mの薄いプレートが基材として使用され、チャンネル2、21、22、23が、例えばレーザ切断により、細い一筋の材料を除去することにより形成されるような好ましい実施例を示している。図1Aは、このようなプレートの上平面図であり、図

50

1 C は、該プレート M を経る、チャンネル（例えば 2）に垂直な断面図であり、従って該チャンネルの長さ方向は図の面に対して垂直となる。このように、金属 M は当該チャンネルの側壁を形成する。上記プレートを、非導電性材料の板材 P 及び Q の間に挟むことにより、当該チャンネルの上壁及び底壁が形成される。チャンネルの高さのチャンネルの幅に対する正確な比は重要ではないが、図 1 C は、この比が好ましくは 1 より大幅に大きいことを示している。

【 0 0 2 5 】

このような実施例では、チャンネル壁自身が電極の役割も果たし、以下の説明では、このデザインが仮定されるが、少なくとも原理的には、当該チャンネルが一層幅広であり、該チャンネル内にチャンネル壁に沿って別個の電極が取り付けられるようにすることも可能であることに注意すべきである。

10

【 0 0 2 6 】

図 2 A は、より小規模でのチャンネル 2 の一実施例を概念的に示す図である。符号 2 8 はチャンネル 2 の入力部を示す。大きなチャンネル長を小さな全体寸法と組み合わせるために、該チャンネル 2 は、180°の湾曲部 2 a と、隣り合うものに対して逆並列に延びる順次のチャンネル区画 2 b とを備えた蛇行チャンネルとして実施化されている。

【 0 0 2 7 】

図 2 B は、本発明の他の有利なフィーチャを概念的に示す図である。該図は、1つの共通入力部 2 8 に結合された、追加の文字 A 又は B により互いに区別された複数のチャンネル 2 を有することができることを示している。該図は、更に、複数の副チャンネルを有することが可能であることを示している。即ち、三叉部 2 0 より下流において、中央枝路 2 1 は、図 1 の三叉部 2 0 と基本的に同一のデザインを持つ第 2 の三叉部 3 0 に出会う。この第 2 の三叉部 3 0 は、該三叉部の入力部 2 1 に整列され、生成物出力部 2 4 につながる中央出力枝路 3 1 を有している。該第 2 の三叉部 3 0 は、更に、第 1 及び第 2 の廃棄物枝路 3 2, 3 3 を有し、これら枝路は、この場合、同一の共通廃棄物出力部 2 5 に繋がっている。この構成は、チャンネル 2 A 及び 2 B の各々に対して当てはまるので、この例では、2つの生成物出力部 2 4 A、2 4 B と 2つの廃棄物出力部 2 5 A、2 5 B とが存在する。生成物出力部 2 4 A、2 4 B は、後に互いに結合することができるが、これは図示されていない。同様のことが、廃棄物出力部 2 5 A、2 5 B にも当てはまる。

20

【 0 0 2 8 】

図 2 B の実施例において、第 1 の材料島部 3 4 が第 1 三叉 2 0 の第 1 廃棄物枝路 2 2 と第 2 三叉 3 0 の第 1 廃棄物枝路 3 2 との間に形成されることが分かる。同様に、第 2 の材料島部 3 5 が第 1 三叉 2 0 の第 2 廃棄物枝路 2 3 と第 2 三叉 3 0 の第 2 廃棄物枝路 3 3 との間に形成される。原理的に、これらの材料島部における電位は如何なる所望の値にも自由に設定することができる。これらの材料島部は電氣的に浮遊状態のままにすることができるが、第 1 の材料島部 3 4 には第 1 三叉 2 0 の第 1 廃棄物枝路 2 2 の反対側の材料と同一の電位が付与され、第 2 の材料島部 3 5 には第 1 三叉 2 0 の第 2 廃棄物枝路 2 3 の反対側の材料と同一の電位が付与され、これにより、これら廃棄物枝路 2 2、2 3 の各々の両側壁が常に互いに同一の電位を有するようにすることが好ましい。結果として、これらの廃棄物枝路 2 2、2 3 には、最早、如何なる横方向電界も存在しなくなるので、これら廃棄物枝路におけるイオンは、最早、壁に"くっつく"ことはなく、一層容易に排出することができる。

30

40

【 0 0 2 9 】

浄水装置の実用的な実施例を設計する場合、下記のものを含む幾つかの設計上の配慮が役割を果たす。

【 0 0 3 0 】

外側副チャンネル 2 2、2 3 の長さ（即ち、三叉 2 0 の位置における当該副チャンネルの入口から共通出力部 2 5 における該副チャンネルの出口端まで）は、流出廃棄物流を阻止し得る大きな電位の蓄積を可能な限り防止する等のために、可能な限り短いことが好ましい。

50

【 0 0 3 1 】

両イオン分離電極 3、4 の間に印加される電位差は、好ましくは、これら電極における電気化学反応を最小限にするために 2.0 V より低く、より好ましくは、水の電気分解を防止するために 1.2 V より低くすべきである。

【 0 0 3 2 】

完全なイオン分離を得るために、

【 数 1 】

$$L \cdot \mu \cdot V > v \cdot d^2$$

なる式が満足されることが好ましい。この式において：

L は三叉 20 までの主チャンネル 2 の長さ、又は該チャンネルにおける少なくとも前記イオン分離電極 3、4 が沿う部分の長さを示し；

μ はイオンの最低移動度を示し；

V は上記イオン分離電極間の電位差を示し；

v は水 1 の流速を示し；

d は上記イオン分離電極間の距離、即ちチャンネル幅を示す。

【 0 0 3 3 】

また、チャンネル 2 において（特に、前記三叉における該チャンネルの終端部において）層流を有するために、

【 数 2 】

$$1000 \cdot \eta > v \cdot \rho \cdot d$$

なる式が満たされることが好ましい。この式において

η は水 1 の粘度 [kg/ms] を示し；

v は水 1 の流速を示し；

ρ は水 1 の密度 [kg/m³] を示し；

d は上記イオン分離電極間の距離、即ちチャンネル幅を示す。

【 0 0 3 4 】

また、追加のポンプの必要性を回避するために、

【 数 3 】

$$\Delta P < P_0$$

なる式が満足されることが好ましい。この式において：

P は前記入力部と出力部との間の圧力低下を示し；

P₀ は入力圧を示し、該入力圧は、水道で使用する装置の場合、水道水圧となる。典型的には、この圧力は大気圧より約 2.5 bar 高い。チャンネル高がチャンネル幅より大幅に大きいと仮定すると、P は、

【 数 4 】

$$\Delta P = \frac{12 \cdot L \cdot v \cdot \eta}{d^2}$$

と表すことができる。

【 0 0 3 5 】

可能性のある実施例においては、全チャンネルが同一の幅を有する。図 1 A はチャンネル幅を誇張して大きく図示していることに注意されたい。実際の実施例では、チャンネル幅は恐らく 1 μ m から 200 μ m までの範囲内であろう。もっとも、他の大きさも可能である。当該チャンネルの製造方法に応じて、全チャンネルが同一の幅を有することが有利であり得る。一方、生成物副チャンネル及び廃棄物副チャンネルの幅及び長さは、対応する副チャンネルの流体抵抗を定め、これら流体抵抗が、これら各副チャンネルにおける流量の比を定めることになる。このように、一層良好に浄化された出力流を一層低い出水率

10

20

30

40

50

で得るために、より多くの廃棄物流を容認するか、又はその逆にするために設計は種々であり得る。特に、主チャンネルの幅と異なる幅の出力チャンネルを有することが可能であり、生成物出力チャンネルの幅と異なる幅の廃棄物出力チャンネルを有することも可能である。

【 0 0 3 6 】

本発明は、浄水装置を製造するために相対的に低いコストで実施化することが可能な相対的に容易な方法も提供する。この方法を、図 3 A 以降を参照して説明する。

【 0 0 3 7 】

第 1 段階（ステップ）において、導電材料の適切な厚さを持つ板材（プレート）5 0 が準備される。適切な厚さとは、例えば 1 mm である。適切な材料は、例えば、炭素、グラファイト、ステンレス鋼、導電性ポリマ、アルミニウム及び銅等である。水道水又は人により飲むための如何なる他の液体と共に使用するためには、ステンレス鋼が好ましい。

【 0 0 3 8 】

図 3 A は、プレート 5 0 の概略断面図を示す。該プレートの上側主面は符号 5 1 により示され、該プレートの下側主面は符号 5 2 により示されている。第 2 ステップにおいて、プレート 5 0 には、該プレートの上側主面 5 1 から下側主面 5 2 までの全厚さにわたり延びる切断部 5 3 が形成される。該切断部は、基本的に、1 0 0 μ m 以下のオーダと、非常に狭いものである。該切断部は、材料の対応する部分を加工除去することにより形成される。好適な加工方法は、例えば、エンボス加工、レーザー加工、放電加工、エッチング等である。

【 0 0 3 9 】

図 3 B は、プレート 5 0 の概略上面図であり、切断部 5 3 が蛇行パターン 5 4 で線を描くように形成されることを示している。同様に、線状の切断部 5 5 が生成物及び廃棄物出力副チャンネル 2 1、2 2、2 3 のために形成され、開口 5 6 が入力部 2 8 及び出力部 2 4、2 5 のために形成される。以下では、斯様な切断部及び開口を備える該プレートを、パターン化されたプレート 5 7 として示す。他の例として、パターン化プレート 5 7 は鋳型内でのモールド形成により構造的に形成することもできることに注意されたい。

【 0 0 4 0 】

このような切断部 5 3 により該プレート 5 0 は基本的に 2 以上の部分 6 1、6 2 に分割されることが分かる。更に詳細に説明するように、これらの部分 6 1、6 2 は異なる電位を帯びる電極として働くので、これら部分 6 1、6 2 は互いに完全に分離されることが必要とされる。このようにするために、上記入力部 2 8 から当該プレートの縁部まで及び廃棄物出力部 2 5 から該プレートの縁部まで各々延びる追加の切断部 5 8、5 9 が必要である。しかしながら、このような切断部は当該プレートの縁部への漏れ経路を形成し得るので、漏れを防止するための追加の対策を要するであろう。従って、図 2 B に概略図示したような少なくとも 2 つのチャンネル 2 A 及び 2 B を備えた設計が好ましい。図 3 C は、第 2 の三叉部を除いて図 2 B のものと同等の設計のプレート 5 0 の、図 3 B に相当する上面図である。当該プレートの縁部までの切断部 5 8、5 9 の代わりに、切断部 6 3、6 4 が、チャンネル 2 A、2 B の両側において廃棄物出力部 2 5 A と 2 5 B との間に延びている。ここでは、切断部 5 3 及び 6 3 並びに開口 2 8、2 5 A、2 5 B により完全に囲まれた第 1 の材料島部 6 1 を認識することができ、切断部 5 3 及び 6 4 並びに開口 2 8、2 5 A、2 5 B により完全に囲まれた第 2 の材料島部 6 2 を認識することができる。このように、これらの材料島部 6 1、6 2 はチャンネル 2 A、2 B により電氣的に接触しない状態で分離されており、異なる電圧に置くことができる。

【 0 0 4 1 】

一方、図 3 C に示すような切断部が、この段階で形成されると、上記別個の部分 6 1、6 2 がばらばらとなり、これらプレート部分 6 1、6 2 を互いに十分な精度で再配置することが非常に困難となる。ところで、同様のことが廃棄物出力チャンネルの切断部により囲まれる島部 6 5 A、6 5 B に関しても当てはまる。従って、この段階では、入力部 2 8 及び廃棄物出力部 2 5 A、2 5 B のための開口は未だ形成されない。そして、図 3 D に示

すように、対応するチャンネル端部は互いに出会うことはなく、材料島部 6 1、6 2 を互いに及び当該プレート 5 0 の周縁部 6 9 に接続する小さなブリッジ部 6 6、6 7、6 8 を残し、これら材料島部 6 1、6 2 を定位置に保持する。

【 0 0 4 2 】

図 3 E は、図 3 A に相当する断面図であり、パターン化プレート 5 7 が、次いで、絶縁密閉層 7 0 の間に挟まれることを示している。これらの層 7 0 は、例えば接着剤等によりプレート 5 7 に貼り付けられ、液密的密閉を行うと共に、構造的完全さをもたらす、即ち上記チャンネルの両側におけるプレート部分 6 1、6 2 の相対的配置を維持する。このことは、プレート 5 0 の材料及び絶縁密閉層 7 0 の材料がチャンネル 2、2 1、2 2、2 3 の側壁、上壁及び底壁を定めることにより、主チャンネル 2 及び副チャンネル 2 1、2 2、2 3 を画定することになる。

10

【 0 0 4 3 】

一つの斯様なパターン化され且つ密閉されたプレート 5 7 が既に本発明を具現化しているが、浄化装置 1 0 0 は、好ましくは、図 3 F に示されるような絶縁密閉層 7 0 により全て分離された斯様なパターン化されたプレート 5 7 の積層体を有する。異なるプレートにおけるチャンネルパターンは互いに相違してもよいが、好ましくは、これら異なるプレートは互いに同一のデザインを有しているものとする。何れの場合においても、これらプレートは、整列された対応する入力部 2 8 及び出力部 2 4、2 5 を有する。この場合、当該積層体には、各入力部 2 8 及び出力部 2 4、2 5 に一致させて、貫通孔（スルーホール）7 1、7 2、7 3 が例えばドリル加工され又はパンチ加工される等して加工形成され、かくして、全てのプレートの対応する入力部 2 8 は互いに相互接続される。同じことが、生成物出力部 2 4 及び廃棄物出力部 2 5 に対しても当てはまる。尚、便宜上、1 つのみの斯様な貫通孔しか図示されていない。また、斯かる貫通孔を加工形成することは前記ブリッジ部分 6 6、6 7、6 8 を除去することになるので、前記プレート部分 6 1、6 2 は互いから絶縁される。当業者にとり明らかなように、外部の配管又はチューブを接続するために、上記孔 7 1、7 2、7 3 と各々連通する端子が当該積層体に取り付けられる。

20

【 0 0 4 4 】

同様にして、当該積層体には前記プレート島部 6 1、6 2 に一致させて貫通孔 7 4、7 5 がドリル加工又はパンチ加工により形成されて、導電性ピン 7 6 等が各貫通孔内に配置され、例えば導電性接着剤を用いることにより該積層体における上記複数のプレートを電氣的に接触させる。これらピンは、適切な電源（図示略）を接続するための電気端子を形成する。

30

【 0 0 4 5 】

図 4 A は、パターン化されたプレート 5 7 の一実施例の上面図であり、チャンネルパターンの好適なデザインの可能性のある実施例を示している。この実施例において、該プレート 5 7 は、並列に接続され、且つ、共通入力端 2 8 に結合された入力部を有する 4 つの主チャンネル 2 を含んでいる。チャンネル 2、2 2、2 3 は白で示され、導電性プレート材料は陰影で示されている。全てが三叉部 2 0 の直ぐ下流に配置された 4 つの生成物出力部 2 4 が存在するので、4 つの第 1 副チャンネル 2 1 の長さは実質的にゼロである。また、4 対の廃棄物出力部 2 5 が存在する。この場合、1 つの主チャンネル 2 に属する外側チャンネル 2 2、2 3 は共通の廃棄物出力部に集まることはない。貫通孔を穿孔するための位置は、点線により示されている。組み立ての前では、各外側チャンネルは個々の出力部で終端するが、積層体としての組み立て後及び対応する貫通孔の形成後では、2 つの隣接する主チャンネル 2 の外側チャンネル 2 2 が 1 つの共通の出力部に集まり、同じことが 2 つの隣接する主チャンネル 2 の外側チャンネル 2 3 に対しても当てはまることが分かる。該装置 1 0 0 を接続する場合、全ての廃棄物出力部は該プレート積層体の外部で一緒に接続されるが、これは簡略化のために図示されていない。

40

【 0 0 4 6 】

図 4 B は、図 4 A に相当する上面図であり、上記貫通孔を示している。電源の第 1 電位と一緒に接続するための 2 つの電気端子及び該電源の他の電位と一緒に接続するための 2

50

つの電気端子が存在し、これら電気端子は互いに対角的に反対側に配置されている。明瞭化のために、反対の極性の材料部分は、互いに異なる陰影で示されている。蛇行する主チャンネル2の全長にわたり、流路の一方の側（例えば、左側）は常に第1極性を持つ材料と接触する一方、該流路の反対側（例えば、右側）は常に第2極性を持つ材料と接触することが分かる。更に、副チャンネルは全長にわたり、常に、当該副チャンネルが由来するチャンネル側と同一の極性を持つ材料に接触することも分かる。

【0047】

図5は、パターン化されたプレート57の他の実施例の上面図であり、チャンネルパターンの特に家庭機器と一緒に使用するために設計された好適なデザインの可能性のある実施例を示している。この実施例において、プレート57は並列に接続され、各入力端が共通の入力部28に結合された20本の主チャンネル2を含んでいる。チャンネル2、22、23は白で示され、導電性プレート材料は陰影を付けて示されている。

10

【0048】

4つの生成物出力部24が存在し、各出力部は5つの生成物副チャンネル21を受け入れている。また、22個の廃棄物出力部25が存在し、これらのうちの18個は各々2つの廃棄物副チャンネルを受け入れている。穿孔する貫通孔の位置は点線により示されている。組み立ての前では、各外側チャンネルは個々の出力部で終端するが、積層体としての組み立て後及び対応する貫通孔の形成後では、2つの隣接する主チャンネル2の外側チャンネル22が1つの共通の出力部に集まり、同じことが2つの隣接する主チャンネル2の外側チャンネル23に対しても当てはまること分かる。該装置100を接続する場合、全ての廃棄物出力部は該プレート積層体の外部で一緒に接続されるが、これは簡略化のために図示されていない。

20

【0049】

上記プレートの寸法は、5 cm × 5 cmである。浄化装置は、このようなプレートの4枚の積層体を有するので、該装置は80本のチャンネルを並列に有することになる。プレート厚が1 mmであり、絶縁分離層の厚さが1 mmである場合、該装置の総厚は約1 cmとなる。上記チャンネルの幅は50 μ mであり、主チャンネル2は25 cmの長さ（入力端から三叉点までの）を有する。2.5 barの入力圧の場合、流速は約25 cm/sとなるであろう。従って、当該装置内での水の保持時間は約1 sとなる。また、チャンネル2の全容積は約1 Mrである。このように、該装置の容量は、約3.6 L/hrとなる。

30

【0050】

要約すると、本発明は液体内のイオンの濃度を制御する方法であって、

- 液体の主流1を発生するステップと、
- 前記液体と電氣的に直接接触する電極により前記主流に横方向電界を付与するステップと、
- 前記主流の中心領域から前記液体の生成物流11を取り出すと共に、前記主流における前記電極に近い領域から前記液体の廃棄物流12、13を取り出すステップと、

を有する方法を提供する。

【0051】

以上、本発明を図面及び上記記載で詳細に図示及び説明したが、当業者によれば、斯かる図示及び説明が解說的及び例示的なものであり限定するものではないと見なされるべきことは明らかである。本発明は、開示された実施例に限定されるものではなく、むしろ、添付請求項で定められる本発明の保護範囲内で幾つかの変形及び変更が可能である。

40

【0052】

例えば、本発明は水以外の液体中のイオンの濃度を制御するために使用することもできる。

【0053】

更に、浄化効果が前記電極の電圧に依存することも言及された。このように、当該浄化装置に電極電圧を調整するためのユーザ制御可能な制御部を設け、浄化効果を、従って出力水の味をユーザの好みに適合させることも可能である。

50

【 0 0 5 4 】

開示された実施例に対する他の変形は、当業者によれば、請求項に記載された本発明を実施するに際して図面、当該開示及び添付請求項の精査から理解し、実施することができる。尚、請求項において、“有する”なる文言は他の構成要素及びステップを排除するものではなく、単数形は複数を排除するものではない。また、単一のプロセッサ又は他のユニットは、請求項に記載された幾つかの項目の機能を満たすことができる。また、特定の手段が相互に異なる従属請求項に記載されているという単なる事実は、これら手段の組み合わせを有利に使用することができないということを示すものではない。また、コンピュータプログラムは、光記憶媒体又は他のハードウェアと一緒に又は斯かるハードウェアの一部として供給される固体媒体等の適切な媒体により記憶/分配することができるのみならず、インターネット又は他の有線若しくは無線通信システムを介して等の他の形態で分配することもできる。また、請求項における如何なる符号も、当該範囲を限定するものと見なしてはならない。

10

【 図 1 A 】

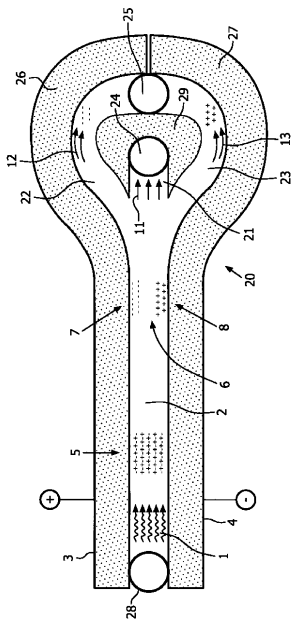


FIG. 1A

【 図 1 B 】

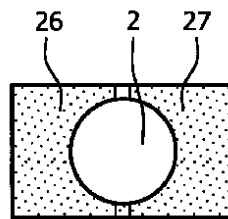


FIG. 1B

【 図 1 C 】

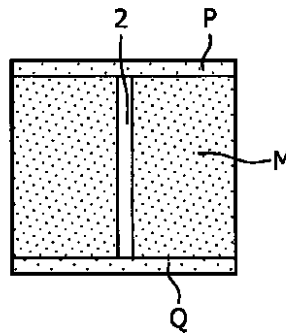


FIG. 1C

【図 1 D】

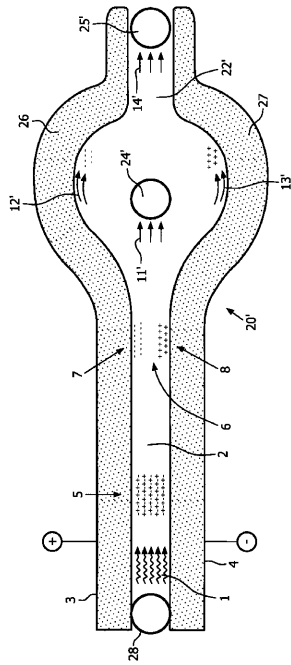
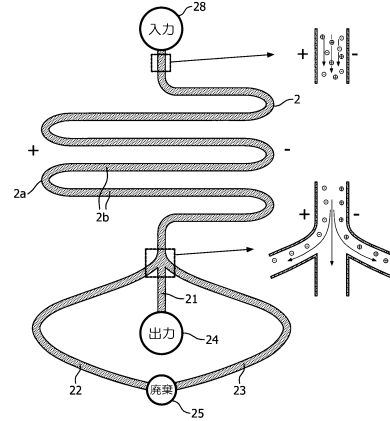
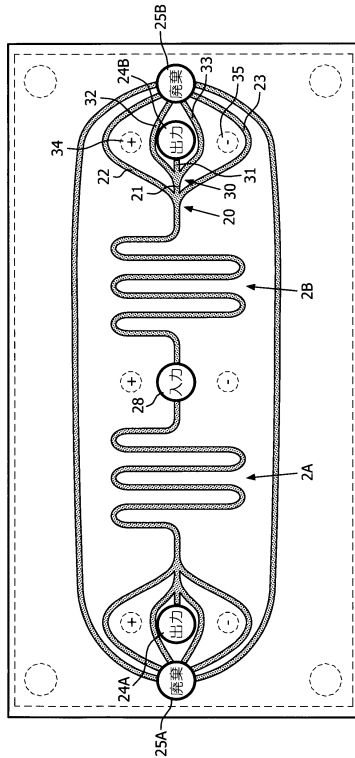


FIG. 1D

【図 2 A】



【図 2 B】



【図 3 A】

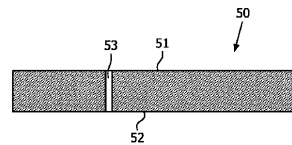


FIG. 3A

【図 3 B】

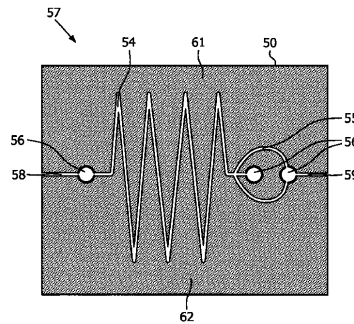


FIG. 3B

【 3 C 】

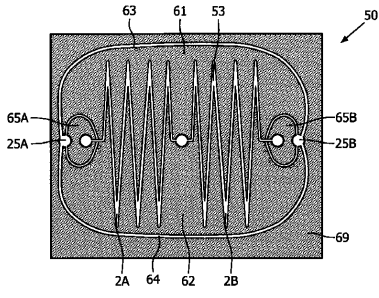


FIG. 3C

【 3 D 】

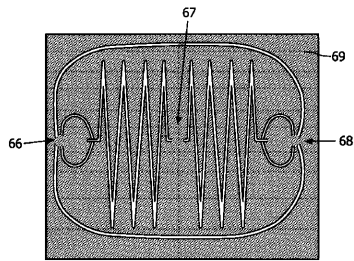


FIG. 3D

【 3 E 】

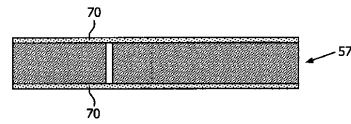


FIG. 3E

【 3 F 】

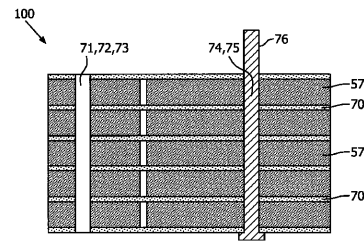


FIG. 3F

【 4 A 】

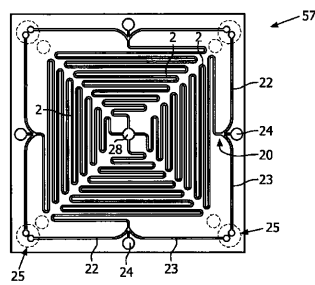


FIG. 4A

【 4 B 】

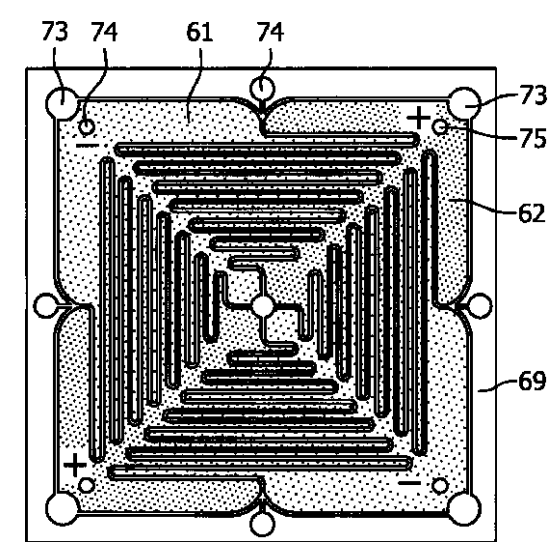


FIG. 4B

【 図 5 】

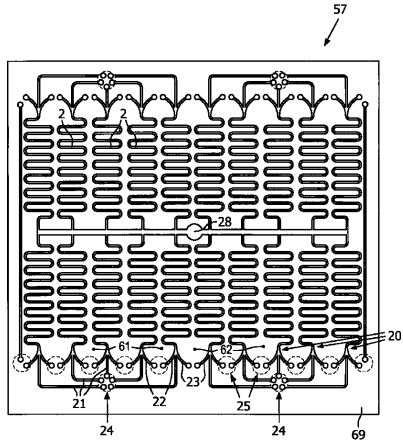


FIG. 5

フロントページの続き

(72)発明者 フェルシュエレン アルヴィン
オランダ国 5656 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス 44 フィリ
ップス アイピーアンドエス エヌエル

審査官 井上 能宏

(56)参考文献 特開昭52-036843(JP,A)
特開2006-205092(JP,A)
特表2009-543695(JP,A)
国際公開第2010/011760(WO,A1)
米国特許出願公開第2003/0159999(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C02F 1/00 ~ 1/78