

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 594 367**

51 Int. Cl.:

C02F 103/08 (2006.01)

C02F 1/48 (2006.01)

C02F 1/469 (2006.01)

C02F 1/46 (2006.01)

B01D 61/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.10.2006** **PCT/GB2006/003794**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.04.2007** **WO07045824**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.10.2006** **E 06794742 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.09.2016** **EP 1943192**

54 Título: **Método y aparato para purificación de agua que implica la generación de una capa bipolar**

30 Prioridad:

15.10.2005 GB 0520977

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

19.12.2016

73 Titular/es:

HYDROPATH TECHNOLOGY LIMITED (100.0%)
6th Floor, 77 Gracechurch Street
London, EC3V 0AS, GB

72 Inventor/es:

STEFANINI, DANIEL

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 594 367 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método y aparato para purificación de agua que implica la generación de una capa bipolar

5 La invención se relaciona con un método de, y un aparato para, tratamiento de purificación de agua. La invención se ha ideado con el objetivo de reducir el consumo de energía en dicho tratamiento para el propósito de la desalinización de agua de mar, para proporcionar agua potable.

10 En muchas partes del mundo la única manera en la que puede satisfacerse la demanda de agua potable es mediante la desalinización de agua de mar, ya que no hay otra fuente de agua posible. Desafortunadamente, las técnicas de desalinización conocidas consumen grandes cantidades de energía, lo que agrava los problemas de consumo de energía del mundo. Existen dos técnicas principales de desalinización conocidas. La primera es la destilación, en la que se calienta el agua de alimentación salina para producir vapor que luego se condensa para proporcionar agua con la calidad requerida. Típicamente, por cada 100 galones de agua de mar usados, se producirían de 15 a 50 galones de agua fresca, el remanente es una solución de salmuera residual que contiene una mayor cantidad de sólidos disueltos que el agua de mar inicial. Dicha salmuera residual se descarga de vuelta al mar.

20 La otra técnica principal usada en la desalinización es la ósmosis inversa, en la cual el agua de mar de entrada se suministra a un lado de una membrana semipermeable y se somete a alta presión. Las moléculas de sal no pasan a través de la membrana, pero el agua sí, de modo que el agua en el otro lado de la membrana del agua de mar, es un producto utilizable.

25 El documento US 4.319.979 describe un aparato para la extracción de sustancias polares, tales como agua pura, a partir de una solución que contiene dichas sustancias llevada a cabo en un proceso eléctrico que se parece mucho a la evaporación natural. Al exponer la solución a una superficie estrechamente espaciada y cargada eléctricamente, las moléculas de líquido de la sustancia se vuelven suficientemente excitadas y atraídas para romper la tensión superficial y migrar a la superficie cargada donde se acumulan. Las modalidades alternativas describen medios modificados para transportar la sustancia extraída de la zona de tratamiento.

30 El documento JPH 10 323545A describe un arreglo de membrana para el tratamiento de agua. Se aplica un campo eléctrico de alta tensión con el fin de impedir la contaminación biológica de la membrana permeable. Las Figuras 1 y 2 describen arreglos, ya sea con una membrana enrollada en espiral, o un número de membranas de forma tubular, en ambos casos se aplica el campo eléctrico entre un electrodo del núcleo central y otro electrodo dentro de la carcasa del dispositivo.

35 El documento US 3.197.394 se relaciona con un aparato y un método para separar partículas polarizables de partículas no polarizables.

40 El documento US 3.637.482 se relaciona con un método de prevención y eliminación de sarro y corrosión y medios para sistemas de agua, en donde se aplican campos de corriente alterna al agua a predeterminados números primos de frecuencias para acondicionar el agua eléctricamente lo que resulta en la ruptura de los componentes iónicos en el agua, usualmente sensibles a la corrosión y la formación de sarro, lo que de esta manera impide el desarrollo de sarro o de corrosión en las tuberías del sistema de agua y, en efecto, disuelve el sarro y la corrosión que ya puede estar presente.

45 Es evidente que el consumo de energía asociado con la destilación como técnica de desalinización es alto, pero las presiones requeridas para que la técnica de ósmosis inversa funcione son tan altas que esta técnica también tiene un alto consumo de energía. En consecuencia, es un objeto de la presente invención proporcionar para la purificación del agua, por ejemplo, la desalinización, de una manera en la que el consumo de energía es más bajo.

50 De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un método de tratamiento de purificación de agua de un suministro de agua que contiene materia disuelta, que comprende entregar el agua de suministro a al menos una superficie de tratamiento que comprende una membrana semipermeable, y someter el agua de suministro a presión para provocar un flujo osmótico del agua purificada a través de la membrana, caracterizado por crear un campo eléctrico en la membrana semipermeable al aplicar una carga eléctrica a una capa electroconductora o un electrodo muy próximo a la membrana para establecer una capa de hidratación de agua en la capa conductora o electrodo, y extraer el agua de la capa de hidratación mediante el flujo a través de la membrana bajo la presión aplicada al agua de suministro.

60 La invención proporciona además un aparato para el tratamiento de purificación de agua de un suministro de agua que contiene materia disuelta, que comprende al menos una superficie de tratamiento en forma de una membrana semipermeable a la que se entrega el agua de suministro, caracterizado por medios para crear un campo eléctrico en el agua de suministro en la proximidad de la membrana, dichos medios comprenden una capa electroconductora o un electrodo muy próximo a la membrana a la que se aplica una carga eléctrica, estableciendo de esta manera, en la capa conductora o electrodo, una capa de hidratación de agua y medios para la extracción del agua de la capa de hidratación al someter el agua de suministro a presión para provocar un flujo osmótico a través de la membrana bajo la presión aplicada.

La invención hace uso del principio de que cuando las moléculas de agua se someten a un campo eléctrico, por ejemplo adyacente a una superficie que tiene una carga eléctrica, se orientan de acuerdo con el campo y al ser moléculas polares, la estructura de la red de enlaces de hidrógeno en las moléculas de agua se cambia. Alrededor de una partícula cargada se establece una cubierta de hidratación que comprende una fina capa de moléculas de agua orientadas. El grosor de la capa, en términos de moléculas, depende de la magnitud de la carga. En la capa de hidratación las moléculas de agua excluyen otras moléculas e iones. Por lo tanto, aunque la capa de hidratación es delgada y de sólo unas pocas moléculas de grosor (el grosor depende de la intensidad del campo eléctrico en la superficie) el agua en la capa de hidratación es agua sustancialmente pura, que puede extraerse para el uso con mucho menos consumo de energía en dicha extracción que si la capa de hidratación no estuviera presente. Aunque establecer el campo eléctrico implica cierto consumo de energía, el resultado global es una reducción en el consumo de energía.

La superficie o las superficies de tratamiento, en o dentro de la proximidad de la cual se crea un campo eléctrico, comprende una membrana semipermeable, y de esta manera el agua de la capa de hidratación en la proximidad se extrae al someter el agua de suministro a presión para provocar el flujo osmótico del agua de la capa de hidratación a través de la membrana.

Después, el agua que está al otro lado de la membrana del agua de suministro, que ha pasado a través de la membrana, se purifica sustancialmente, por ejemplo, desalinizada.

La extracción del agua de la cubierta de hidratación se efectúa por ósmosis, y la presión requerida para provocar dicha ósmosis es sustancialmente menor que la requerida para la desalinización convencional por ósmosis inversa. Por lo tanto, el consumo de energía en el proceso de desalinización puede reducirse en gran medida.

El campo eléctrico en la superficie de tratamiento se crea al aplicar una carga eléctrica a la misma, o a un electrodo adyacente a la superficie. La carga puede aplicarse como una señal de onda cuadrada que incluye pulsos cuadrados separados por espacios (de señal cero).

La ventaja de usar dicha forma de onda para crear el campo eléctrico en la proximidad de la superficie es que durante los pulsos se aplica rápidamente el campo eléctrico, y la capa de hidratación establecida (que toma un tiempo finito aunque pequeño). Durante los espacios entre los pulsos, la capa de hidratación se libera y puede pasar a través de la membrana bajo presión.

La invención se describirá ahora a manera de ejemplo, con referencia a las figuras acompañantes en las cuales:

La Figura 1 es una vista en perspectiva de una modalidad del aparato para llevar a cabo el método de la invención.

La Figura 2 ilustra esquemáticamente un segundo aparato el cual no forma parte de la invención.

La Figura 3 ilustra esquemáticamente un tercer aparato el cual no forma parte de la invención.

La Figura 4 es una sección transversal a través de un elemento para su uso en el aparato de la Figura 3.

Con referencia en primer lugar a la Figura 1 de los dibujos, esta muestra una modalidad del aparato de acuerdo con la invención. Esta comprende una carcasa cilíndrica hueca 10 que tiene tapas extremas 11, 12 respectivamente unidas a la carcasa 10 en las juntas apretadas a presión con pestañas atornilladas 13, 14. Las tapas extremas 11, 12 tienen los respectivos tubos 15, 16 uno de los cuales es para la entrada del agua de suministro al aparato de tratamiento y el otro para la salida de la misma. En los extremos de la carcasa 10, se proporcionan las placas de tubos 17, 18 y entre estas dos placas se extienden una serie de elementos tubulares de tratamiento 20 que incorporan membranas semipermeables que permiten la ósmosis inversa entre su superficie interior y exterior. Generalmente, en su región media, la carcasa 10 tiene un tubo de salida 21 que se comunica con el espacio que rodea los tubos 20, entre las placas de tubos 17, 18.

Dentro de cada uno de los tubos 20 se dispone un electrodo de alambre helicoidal que descansa muy próximo a su superficie interior, como se indica en 22.

En uso, el agua de suministro, por ejemplo, agua de mar, se introduce a través de uno de los tubos 15, 16 y pasa a través de los elementos tubulares 20 para descargarse a través de otro de los tubos 15, 16. Se aplica una tensión de onda cuadrada a los electrodos 22, que comprende pulsos cuadrados con espacios entre los mismos. Durante dichos pulsos, se forman capas de hidratación en los electrodos en la proximidad de las superficies internas de los elementos 20. En los espacios entre los pulsos de onda cuadrada, el agua pura de la capa de hidratación se libera y es capaz de pasar a través de las membranas de los elementos 20. Se mantiene una presión suficiente en el agua de suministro para que dicho transporte osmótico del agua de la capa de hidratación tenga lugar de manera efectiva. Después de pasar a través de las membranas de los elementos 20, el agua purificada de la capa de hidratación se descarga a través de la tubería 21. El agua de suministro descargada desde el aparato es, por supuesto, de mayor concentración salina que la introducida en el aparato.

- En una posible alternativa, los electrodos 22 pueden sustituirse al proporcionar la superficie interior de los elementos tubulares 20 con una capa conductora porosa de modo que se establece la capa de hidratación en la superficie interna de los elementos 20 en lugar de muy cerca en la proximidad de la misma tal como es el caso de los electrodos helicoidales 22. Una capa conductora porosa, que tiene una superficie tan grande como sea posible en la que puede establecerse la capa de hidratación, puede proporcionarse mediante un material de espuma conductor de celdas abiertas.
- Con referencia ahora a la Figura 2 de los dibujos, un aparato ilustra un elemento de tratamiento cilíndrico hueco 30 en un receptáculo 31 que contiene agua de suministro que se tratará por ejemplo agua de mar. El elemento 30 es giratorio alrededor de su eje longitudinal central indicado en 32, en la dirección de la flecha 33, y se observará que la parte indicada en 34 de la superficie del elemento 30 se extiende por encima del nivel normal 35 del agua de suministro dentro del receptáculo 31.
- Dentro del elemento 30 se dispone un electrodo de carga 36 y un electrodo de descarga 37, el elemento 30 que es de un material tal que puede cargarse eléctricamente por el electrodo 36 y mantener el campo eléctrico generado por dicha carga en su superficie exterior hasta que se descargue por el electrodo 37. Los electrodos 36, 37 se acoplan capacitivamente, en efecto, a la superficie del elemento 30 sobre el que se establece el campo eléctrico. Adyacente al electrodo de descarga 37, un conducto de salida de agua fresca 38 contacta con la superficie externa del elemento 30.
- En uso, con el elemento 30 que gira en la dirección de la flecha 33, la carga establecida sobre el mismo por el electrodo de carga 36 hace que se establezca una capa de hidratación 40 de agua pura en su superficie externa y la rotación del elemento 30 hace que dicha capa de agua se lleve encima de la superficie 35 del agua de suministro a la proximidad del electrodo de descarga 37. Cuando el campo eléctrico sobre el elemento se reduce a cero por la descarga del electrodo 37, el agua de la capa de hidratación es libre de fluir dentro del conducto de agua fresca 38 para entregarla a donde se requiera.
- Con referencia ahora a las Figuras 3 y 4 de los dibujos, estas muestran un receptáculo, por ejemplo, un conducto 50, que contiene el agua de suministro, por ejemplo, agua de mar. El aparato hace uso de un gran número de elementos de tratamiento como se muestra en la Figura 4, que comprende cada uno un núcleo de ferrita 51 capaz de magnetizarse y también cargarse eléctricamente para mantener un campo eléctrico. El núcleo 51 se recubre con un material conductor 52 lo que da al elemento flotabilidad suficiente para flotar en el agua de suministro. Dicho elemento, si se carga con una carga eléctrica negativa, se rodeará por una capa de hidratación 53 de agua.
- La Figura 3 muestra un tornillo de alimentación 55 proporcionado en la parte inferior del receptáculo 15, que suministra elementos continuamente, como se muestra en la Figura 4, a un electrodo de carga giratorio 56 que se magnetiza en tres cuartas partes de su circunferencia. Los elementos son recogidos por el electrodo y cargados eléctricamente, y mientras el electrodo 56 gira, su campo magnético se apaga y los elementos cargados se liberan en el agua salada. Los elementos fluyen hacia la parte superior del receptáculo 50, y se recogen por un rodillo de recogida 57 que es similar en construcción al electrodo de carga. Un electrodo de descarga 58 descarga el campo eléctrico de los elementos, liberando el agua pura para que fluya en un conducto de salida de agua 59, mientras que los elementos de tratamiento se suministran en 60 al tornillo de alimentación 55.
- Cuando se usan en esta descripción y reivindicaciones, los términos "comprende" y "que comprende" y variaciones de los mismos significan que se incluyen las características especificadas, etapas o enteros. Los términos no deben interpretarse para excluir la presencia de otras características, etapas o componentes.

Reivindicaciones

- 5 1. Un método de tratamiento de purificación de agua de un suministro de agua que contiene materia disuelta, que comprende entregar el agua de suministro a al menos una superficie de tratamiento que comprende una membrana semipermeable, y someter el agua de suministro a presión para provocar un flujo osmótico del agua purificada a través de la membrana, caracterizado por crear un campo eléctrico en la membrana semipermeable al aplicar una carga eléctrica a una capa electroconductora o un electrodo muy próximo a la membrana para establecer una capa de hidratación de agua en la capa conductora o el electrodo, y extraer el agua de la capa de hidratación por el flujo a través de la membrana bajo la presión aplicada al agua de suministro.
- 10 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado porque la carga eléctrica se aplica como una señal de onda cuadrada que incluye pulsos cuadrados separados por espacios.
- 15 3. Aparato para tratamiento de purificación de agua de un suministro de agua que contiene materia disuelta, que comprende al menos una superficie de tratamiento (20) en forma de una membrana semipermeable a la que se entrega el agua de suministro, caracterizado por medios para crear un campo eléctrico en el agua de suministro en las proximidades de la membrana, dichos medios comprenden una capa electroconductora o un electrodo (22) muy próximo a la membrana a la que se aplica una carga eléctrica, estableciendo de ese modo, en la capa conductora o el electrodo (22) una capa de hidratación de agua y medios (21) para la extracción del agua de la capa de hidratación sometiendo el agua de suministro a presión para provocar un flujo osmótico a través de la membrana bajo la presión aplicada.
- 20

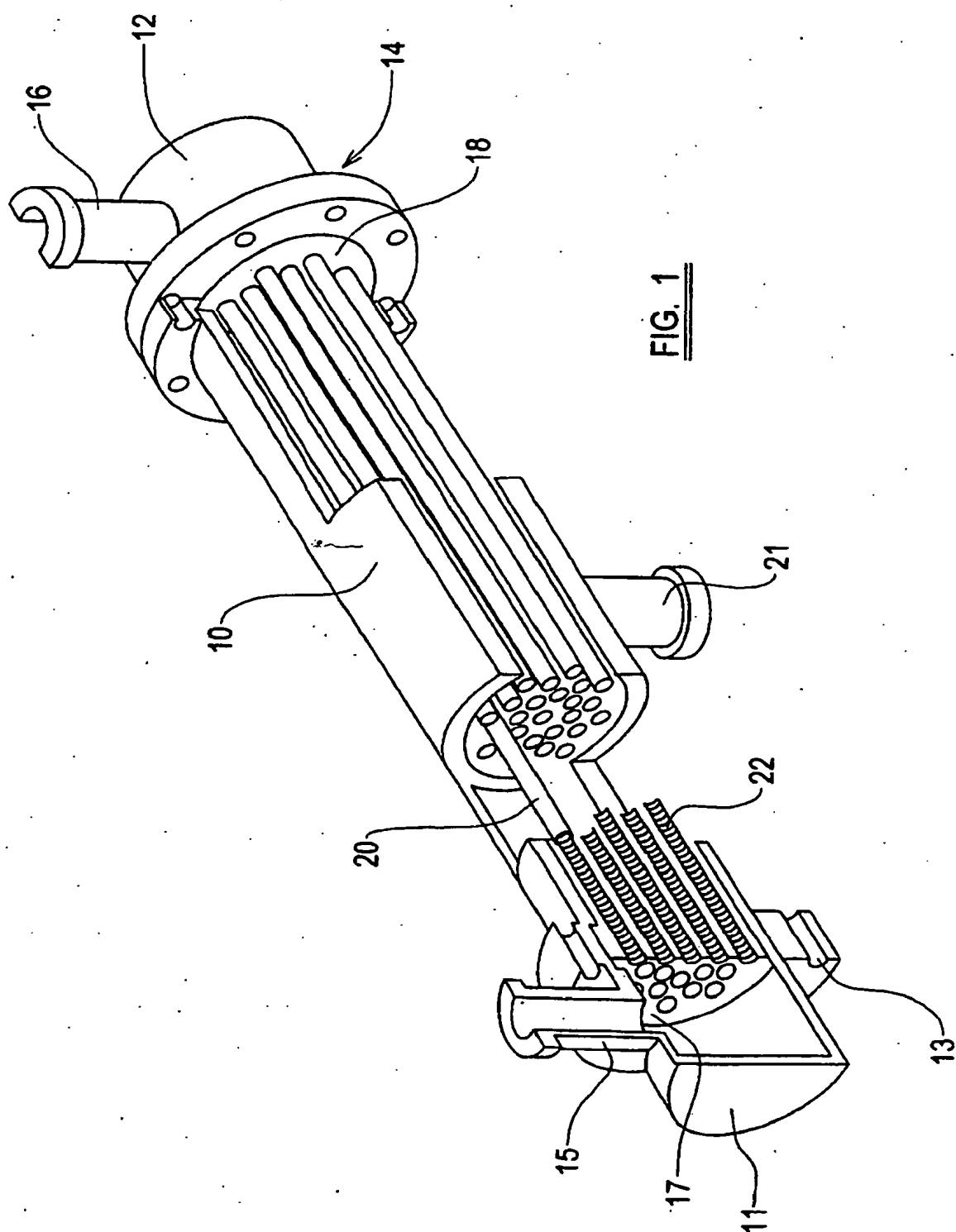


FIG. 1

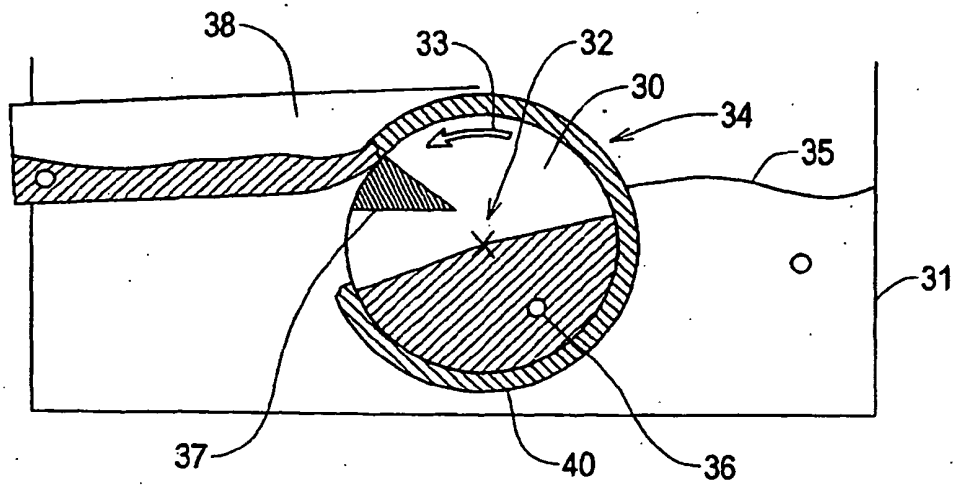


FIG. 2

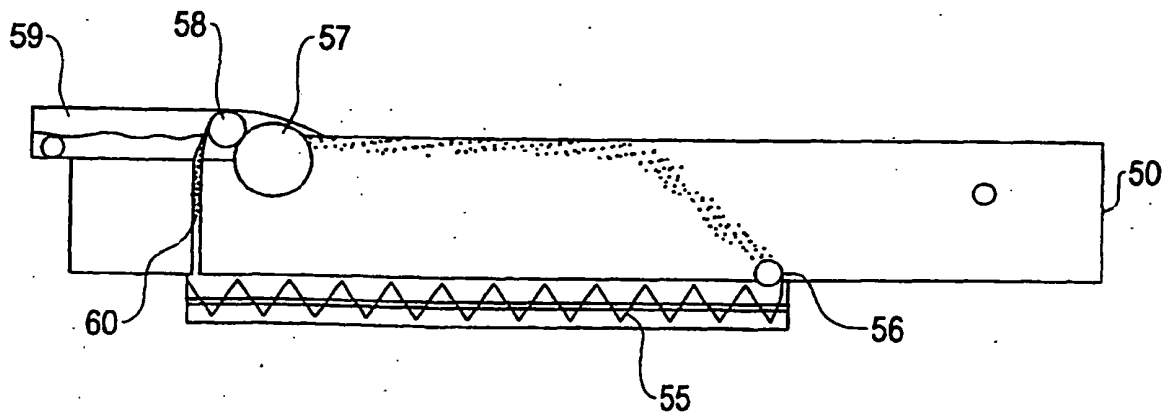


FIG. 3

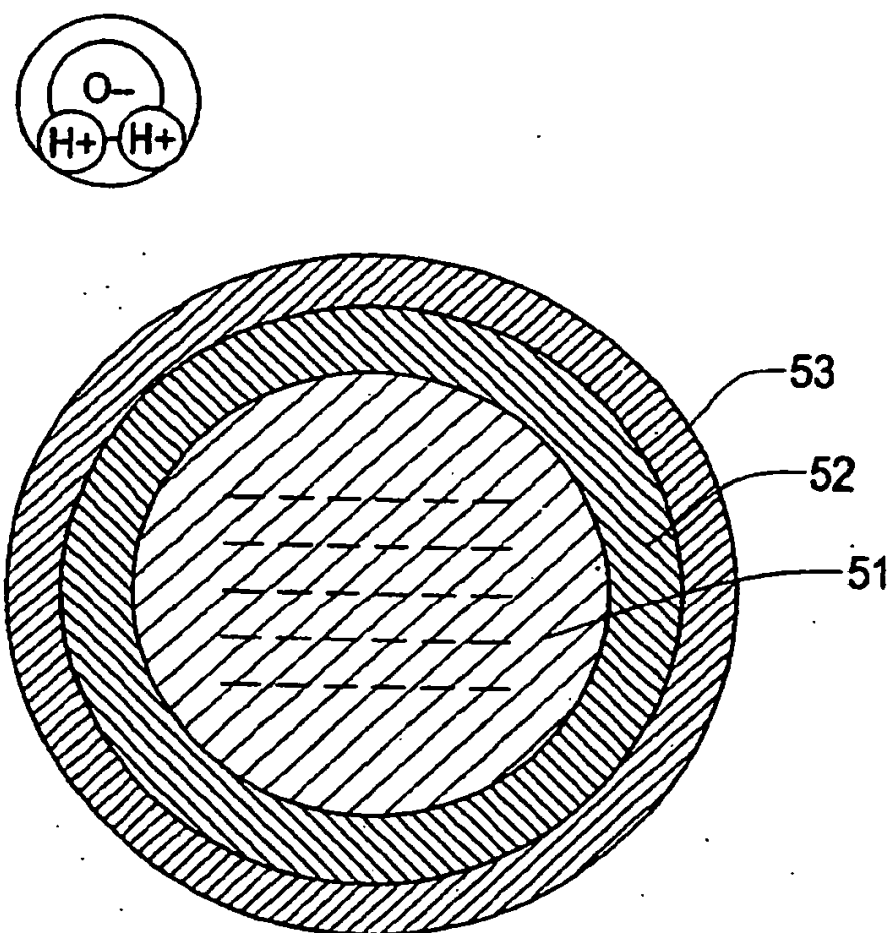


FIG. 4