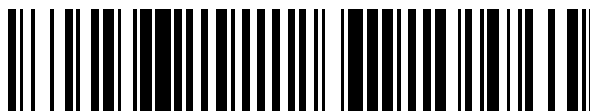


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 402 768**

51 Int. Cl.:

C25B 9/08 (2006.01)

C25B 1/13 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.06.2004** **E 04774010 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2013** **EP 1649080**

54 Título: **Un aparato para producir ozono por electrolisis**

30 Prioridad:

25.06.2003 KR 2003041566

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.05.2013

73 Titular/es:

**RTOR, INC. (100.0%)
3RD FL. HYEONYOUNG BLDG. 447-11,
SEONGNAE-DONG
GANGDONG-GU SEOUL 134-847, KR**

72 Inventor/es:

**NAM, SANG SEON y
CHOI, HYEOK**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 402 768 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

Un aparato para producir ozono por electrolisis.

Campo técnico.

5 El presente invento se refiere en general a un ozonizador, en particular a un aparato para producir agua con ozono por electrolisis del agua.

Técnica anterior.

En general, un ozonizador por electrolisis incluye un par de electrodos opuestos y un electrolito de polímero sólido entre ellos. Una corriente eléctrica deseada es aplicada a los electrodos en el agua, y una elevada concentración de ozono disuelto en agua puede ser producida por electrolisis del agua.

10 Convencionalmente, el agua con ozono puede ser producida por dos tipos de métodos.

De acuerdo con uno de los métodos convencionales, el ozono es desprendido o emitido por medio de descargas eléctricas de tipo corona, y el ozono desprendido es alimentado y disuelto en agua para producir agua con ozono. Este método necesita una soplante para alimentar aire y un micro-borboteador o burbujeador para facilitar la disolución de ozono en agua. Sin embargo, conduce a aumentar el coste de fabricación y disminuir la eficiencia de producción, junto con ruido asociado con él. Además, se producen óxidos de nitrógeno indeseados durante la descarga eléctrica en corona por oxidación de nitrógeno en el aire.

15

En el otro tipo de método, puede producirse ozono de estado molecular directamente en el agua, y así puede resolver los problemas de la técnica antes descrita. Este método es clasificado en un tipo de membrana y un tipo sin membrana, dependiendo de la presencia de electrolito de polímero sólido en la construcción de electrodos opuestos en el agua.

20 En el proceso de tipo de membrana que está ejemplificado por la Patente Norteamericana Nº 4.836.929, un electrodo de plomo y un electrodo negro de platino sirven como ánodo y cátodo respectivamente, y una membrana hecha de electrolito de polímero sólido es insertada entre ellos. Sin embargo, es técnicamente muy difícil instalar de manera uniforme los electrodos y el electrolito de polímero sólido. Además, debido a la falta de uniformidad tal como por una sobrepresión localizada durante la operación, el electrolito de polímero sólido puede ser localmente deteriorado durante la electrolisis, y da como resultado una reducción significativa en la duración de vida.

25

La Patente Norteamericana Nº 4.416.747 describe un conjunto de electrodo en el que la superficie de electrolito de polímero sólido está revestida con un metal precioso, tal como platino. Sin embargo, este conjunto de electrodo no puede ser fácilmente fabricado en la práctica, y el coste de producción del mismo es muy elevado. Además, es técnicamente inestable, lo cual conduce a falta de fiabilidad.

30 Por otro lado, durante la generación de ozono por electrolisis, la formación de una cascarilla o costra está asociada de manera inevitable. Con el fin de evitar la formación de cascarilla, la técnica convencional en la técnica anterior ha utilizado agua purificada en la que constituyentes de catión 2+ tales como calcio y magnesio, que causan cascarilla, han sido retirados. Hay por ello, una limitación en sus aplicaciones.

35 Es decir, cuando la electrolisis tiene lugar sin retirar el catión 2+ tal como calcio y magnesio del agua alimentada, por ejemplo, utilizando una resina de intercambio de cationes ácida dura o un proceso de ósmosis inversa, el ión OH generado en la ecuación (5) es utilizado para precipitar hidróxidos como en las ecuaciones (6) y (7) de modo que se forme una cascarilla sobre la superficie del cátodo y así la eficiencia de la electrolisis es reducida.



En el caso de un tipo sin membrana, que está ejemplificado por la Patente Coreana Nº 36389 titulada "Un método y aparato para producir ozono en agua", un par múltiple de electrodos opuestos formados de metales del grupo del platino son colocados en el agua, y se aplica corriente eléctrica a los electrodos opuestos de tal modo que puede concentrarse un campo eléctrico fuerte a su alrededor. Por ello, el ozono puede ser directamente desprendido en el agua.

45 En la técnica anterior antes descrita, sin embargo, cuando el agua del grifo o agua de tipo similar es empleada como agua alimentada, debido a la falta de electrolito para el flujo corriente en el agua, se requiere una mayor tensión eléctrica para la electrolisis de agua, aumentando por ello el consumo de energía eléctrica y reduciendo así la vida de los electrodos.

Alternativamente, en el caso en el que se suministra agua destilada o agua purificada mediante una resina de intercambio de cationes, el flujo corriente a través del agua mediante los electrodos es suprimido de manera significativa. Por ello, hay una limitación en aplicaciones prácticas.

- 5 Como otra solución al problema de la técnica anterior, la solicitud de Patente Coreana Nº 10-200-0011202 titulada "Un Aparato para Producir Ozono en Concentración Elevada en Agua" propone una técnica, en la que un vibrador es montado dentro del baño electrolítico del ozonizador con el fin de eliminar las microburbujas que se forman y crecen sobre la superficie de los electrodos. La simple supresión de las burbujas no resulta una solución definitiva para los problemas generales en la técnica anterior.

Descripción del invento.

- 10 Es un objeto del invento proporcionar un aparato para producir ozono por electrolisis de agua, en el que puede paliarse una formación de cascarilla en el cátodo, produciendo por ello ozono en concentración elevada independientemente del tipo de agua utilizada como materia prima.

Para conseguir el objeto, de acuerdo con un aspecto del invento, se ha proporcionado un aparato para producir ozono por electrolisis de agua de acuerdo con la reivindicación 1 actual.

- 15 El aparato comprende además un separador para proporcionar un espacio o intersticio entre la membrana de electrolito de polímero sólido y el ánodo. El separador puede estar hecho de teflón.

- 20 De acuerdo con el ozonizador del invento, puede conseguirse una uniformidad de presión mecánica entre los electrodos y la membrana de electrolito de polímero sólido de modo que pueda impedirse un deterioro localizado y pueda conseguirse una operación estable. Además, el aumento en la tensión electrolítica debido a un espacio no uniforme con la membrana puede ser impedido, y la formación de cascarilla en el cátodo puede ser paliada de manera efectiva, permitiendo con ello el uso de agua del grifo, en lugar de agua pura. Por ello, un sistema generador de ozono fiable que tiene bajo coste y elevada eficiencia puede ser conseguido, junto con una variedad de posibles aplicaciones del mismo.

Breve descripción de los dibujos.

- 25 Otros objetos y ventajas del invento pueden ser comprendidos de manera más completa a partir de la siguiente descripción detallada tomada en unión con los dibujos adjuntos en los que:

La fig. 1 es una vista en perspectiva despiezada ordenadamente de un aparato para producir ozono por electrolisis de acuerdo con una realización del invento;

La fig. 2 ilustra una construcción ensamblada del aparato mostrado en la fig. 1;

La fig. 3 muestra una planta superior de un electrodo auxiliar de acuerdo con una realización del invento;

- 30 La fig. 4 es un diagrama que muestra la resistencia electrolítica en términos de valor de tensión, dependiendo de la presencia del electrodo auxiliar del invento; y

La fig. 5 es un diagrama que muestra la concentración de ozono producido de acuerdo con el invento, en casos del proceso de corriente constante y del proceso de corriente variable.

Mejor modo de realizar el invento.

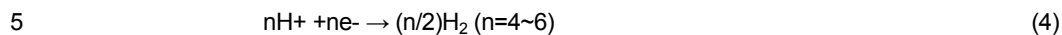
- 35 Con referencia a los dibujos adjuntos, las realizaciones preferidas de acuerdo con el presente invento están descritas en detalle a continuación.

- 40 La fig. 1 ilustra una vista en perspectiva despiezada ordenadamente de un aparato para producir ozono por electrolisis de acuerdo con una realización del invento, que también será denominado como un "ozonizador". La fig. 2 es una vista ensamblada del ozonizador de la fig. 1. Con referencia a las figs. 1 y 2, el ozonizador del invento incluye un par de bastidores 10 enfrentados, y un ánodo 20 y un cátodo 30 que están instalados en oposición entre el par de bastidores 10. Entre el ánodo 20 y el cátodo 30 hay prevista una membrana 40 de electrolito de polímero sólido para transferir iones de hidrógeno formados durante la electrolisis. Además, un electrodo auxiliar 50 está previsto entre el cátodo 30 y la membrana 40 de electrolito de polímero sólido de tal modo que puede formarse una cascarilla o costra sobre la superficie del electrodo auxiliar 50. Un separador 60 está insertado entre el ánodo 20 y el cátodo 30. Otros detalles del ozonizador del invento serán descritos a continuación.

En el ánodo 20, el oxígeno y el hidrógeno son desprendidos como se ha visto en la ecuación (1), y se produce ozono por reacción como en la ecuación (2) y (3).



En el cátodo 30, se forma el hidrógeno como se ha visto en las ecuaciones (4) y (5).



De acuerdo con el invento, el electrodo auxiliar 50 es insertado entre el cátodo 30 y la membrana 40 de electrolito de polímero sólido con el fin de reducir la cascarilla que se forma sobre la superficie del cátodo 30. Es decir, la cascarilla formada es retirada por lavado con agua. Por ello, el aparato del invento puede generar ozono de manera continua, utilizando agua del grifo o agua de tipo similar sin necesidad de tratar previamente el agua como materia prima por medio de una resina de intercambio de cationes ácida dura o un proceso de ósmosis inversa.

El electrodo auxiliar 50 como se ha descrito antes puede transferir uniformemente ión de hidrógeno producido en el ánodo 20 al cátodo 30. Como han mostrado las siguientes ecuaciones (6) y (7), el ión OH generado en el cátodo es hecho reaccionar con cationes 2+ para formar la cascarilla. En el presente invento, la cascarilla es hecha que se forme sobre la superficie del electrodo auxiliar 50, minimizando por ello la cantidad de la cascarilla que se forma sobre la superficie del cátodo 30.



Además, el electrodo auxiliar 50 está hecho en forma de una red, que puede estar hecha de un fino alambre, de tal modo que la cascarilla formada es unida al electrodo auxiliar 50 y a continuación liberada fácilmente del mismo. La fig. 3 muestra un plano superior del electrodo auxiliar de acuerdo con la realización del invento. De acuerdo con el invento, por ello, el electrodo auxiliar 50 y sus características estructurales proporcionan una solución a los problemas en la técnica anterior, en que la resistencia electrolítica es incrementada por la deposición y acumulación de la cascarilla. El electrodo auxiliar 50 tiene deseablemente la forma de un fino alambre tejido con el propósito de proporcionar un estrecho contacto entre el cátodo 20 y la membrana 40 de electrolito de polímero sólido.

La fig. 4 es un diagrama que muestra la resistencia electrolítica en términos de valor de tensión, dependiendo de la presencia del electrodo auxiliar del invento. Como se ha mostrado en la fig. 4, con el fin de examinar la resistencia electrolítica, dependiendo de la presencia del electrodo auxiliar, el ozonizador del invento ha sido probado haciéndole funcionar continuamente por medio del proceso de corriente constante, con y sin el electrodo 50 auxiliar instalado.

Como se ha comprendido a partir de la fig. 4, bajo el estado de corriente constante, la tensión aplicada al aparato varía proporcionalmente con la resistencia electrolítica. Por ello, la resistencia electrolítica puede ser investigada por la variación en el valor de la tensión.

En la fig. 4, el carácter de referencia A indica el caso en el que se emplean el electrodo auxiliar 50 y agua del grifo (dureza 65 ppm), y B indica el caso en el que se ha utilizado agua del grifo (65 ppm) sin el electrodo auxiliar 50. El carácter de referencia C indica el caso en el que se ha utilizado agua previamente tratada hasta la dureza de 5 ppm por medio de una resina de intercambio de cationes ácida dura. El cambio en la tensión electrolítica durante la operación de 1000 horas está mostrado con respecto a cada caso.

El caso C en el que se han eliminado cationes 2+ del agua del grifo por la resina de intercambio de cationes muestra una tensión electrónica más constante. Sin eliminar los cationes 2+ (en el caso A y B), se ha encontrado que la tensión es más alta que en el caso C.

Como se ha ilustrado en la fig. 4, el caso A en el que el electrodo auxiliar 50 ha sido insertado se ha encontrado que tiene una resistencia electrolítica reducida de modo efectivo, en comparación con el caso B sin el electrodo auxiliar.

El material para el uso como el electrodo auxiliar 50 debe tener una fuerte resistencia contra materiales ácidos, alcalinos, y oxidantes, y una buena conductividad eléctrica. Materiales preferidos son acero inoxidable, titanio, carbono y similares. El electrodo 50 se prefiere que tenga la forma de una red con una malla de 10 - 100. Un grosor de 0,1 - 2,0 mm es adecuado para el electrodo auxiliar 50.

Como se ha descrito antes, en un conjunto de electrodo que incluye el electrodo auxiliar 50, la tendencia de que la resistencia electrolítica sea incrementada por la formación de cascarilla en el cátodo 30 puede ser suprimida de manera

efectiva, simultáneamente al tiempo que se consigue una uniformidad de presión que es ejercida sobre la membrana de electrolito de polímero sólido. Como resultado, la eficiencia de generación de ozono puede ser mejorada considerablemente.

5 El platino es adecuado para el ánodo 20 y el cátodo 30. Alternativamente, puede aplicarse un revestimiento de platino a un electrodo formado de otros materiales adecuados. El ánodo y el cátodo se prefiere que tengan la forma de una placa y tengan un cierto índice de área de apertura para liberar de manera efectiva las burbujas desde los electrodos formadas en la superficie de los mismos. Aunque se prefiere la forma de malla de los electrodos, debe prestarse una atención cuidadosa con el fin de mantener su uniformidad cuando es ensamblada con la membrana de electrolito de polímero sólido, considerando la inherente flexibilidad de la forma de malla. Una placa perforada tiene la desventaja de que puede limitarse el índice de apertura. De acuerdo con el invento, el índice de apertura más adecuado para los electrodos 20 y 30 es del 30 - 80% del área completa de los mismos.

10 Dependiendo de las aplicaciones, pueden utilizarse distintos materiales para la membrana 40 de electrolito de polímero sólido. Por ejemplo, Nafion (marca registrada, fabricado por Dupont) es un material preferido. Las características físicas requeridas para la membrana 40 son una conductividad de $0,083 \pm 0,004$ S/cm, un peso unitario de $0,01085 - 0,03565 \pm 0,0031$ g/cm² y un grosor de 0,05 - 0,18 mm. La forma de la membrana 40 es preferiblemente de un electrodo muy aumentado o magnificado.

Como se ha ilustrado en la fig. 1, los dos electrodos 20, 30 y la membrana 40 de electrolito de polímero sólido son ensamblados por medio del par de bastidores 10, que están hechos de un material que tiene buenas características físicas y químicas resistentes al deterioro.

20 Las dos piezas de bastidores 10 están ensambladas en relación opuesta entre sí. El bastidor 10 está provisto con una ranura 11 dentro del mismo para acomodar los electrodos y mantenerlos en su sitio, y una abertura 12 para recibir el agua como materia prima (por ejemplo, agua del grifo) a su través. Los bastidores son ensamblados y fijados juntos por medio de un saliente 13 formado en uno de los bastidores y un agujero 14 formado en el otro de ellos.

25 El ánodo y el cátodo 20 y 30 están provistos con una pluralidad de hendiduras paralelas 21, que están separadas a intervalos predeterminados. Los terminales 22 y 32 son proporcionados al ánodo y cátodo, respectivamente, para suministrar corriente eléctrica a los mismos.

30 El separador 60 funciona para mantener un cierto espacio entre la membrana 40 de electrolito de polímero sólido y el ánodo 20. El separador 60 está hecho para contactar con la parte de borde y central del ánodo 20, y se prefiere que esté hecho de una cinta, lámina, o película de material que tenga una buena propiedad física y química resistente al deterioro. Alternativamente, puede emplearse una estructura de plástico. Preferiblemente, el espacio entre el separador 60 y el ánodo 20 es mantenido a 0,01 - 0,5 mm.

35 El ánodo 20, el cátodo 30 y el separador 60 están provistos con agujeros de ensamblaje 23, 33 y 61 respectivamente en su área central. Cada bastidor 10 está provisto con un saliente de ensamblaje 15 en la posición correspondiente a la de los agujeros de ensamblaje 23, 33 y 61. Cuando los electrodos 20, 30 y el separador 60 son ensamblados con los bastidores 10, por ello, se hace que los salientes de ensamblaje 15 se inserten en los agujeros de ensamblaje de tal modo que todos los componentes pueden ser fijados y mantenidos en sus lugares correctos.

La membrana 40 de electrolito de polímero sólido es colocada junto al ánodo 20, y electrodo auxiliar 50 junto al cátodo 30. La membrana 40 de electrolito de polímero sólido y el electrodo auxiliar 50 son colocados adyacentes entre sí de tal manera que estén enfrentados uno con otro.

40 El separador 60 y el electrodo auxiliar 50 son colocados respectivamente a ambos lados de la membrana 40 de electrolito de polímero sólido de tal modo que pueda conseguirse una presión uniforme entre la membrana 40 de electrolito de polímero sólido y cada electrodo 20 y 30, proporcionando por ello una operación estable del aparato.

45 El conjunto de electrodo con la construcción antes descrita es colocado en el agua, y se aplica una corriente continua positiva al ánodo 20 y se aplica una corriente continua negativa al cátodo 30. Como resultado, las reacciones electroquímica como han sido expresadas por las ecuaciones (2) y (3) tienen lugar para producir una elevada concentración de ozono disuelto en agua.

50 La corriente puede ser suministrada a través de dos tipos de procesos. En el primer proceso, una corriente constante, que es predeterminada dependiendo de las características del sistema, es suministrada durante todo el período de funcionamiento. En el segundo, se mide la resistencia electrolítica, que varía con la propiedad del agua, y la corriente suministrada es variada según la resistencia medida. La fig. 5 es un diagrama que muestra la concentración de ozono producido de acuerdo con el invento, en casos del proceso de corriente constante y del proceso de corriente variable. En la fig. 5, el gráfico A indica el proceso de corriente constante y el gráfico B indica el proceso de corriente variable.

Aplicabilidad industrial.

5 Como se ha descrito antes, de acuerdo con el ozonizador del invento, puede conseguirse una uniformidad de presión mecánica entre los electrodos y la membrana de electrolito de polímero sólido de modo que pueda impedirse un deterioro localizado y pueda conseguirse una operación estable. Además, el aumento en la tensión electrolítica debido a un espacio no uniforme con la membrana puede ser impedido, y la formación de cascarilla sobre el cátodo puede ser paliada de manera efectiva, siendo capaz por ello de utilizar agua del grifo en lugar de agua pura. Por ello, puede realizarse un sistema de generación de ozono fiable que tiene bajo costo y elevada eficiencia, junto con una variedad de posibles aplicaciones del mismo.

10 Aunque el presente invento ha sido descrito con referencia a las realizaciones ilustrativas particulares, no ha de ser restringido por las realizaciones sino solamente por las reivindicaciones adjuntas. Ha de apreciarse que los expertos en la técnica pueden cambiar o modificar las realizaciones sin salir del marco del presente invento.

REIVINDICACIONES

1.- Un aparato para producir ozono por electrolisis de agua, que comprende:

a) un ánodo para producir oxígeno, ozono por electrolisis en el agua;

b) un cátodo para producir hidrógeno por electrolisis en el agua;

5 c) una membrana de electrolito de polímero sólido dispuesta entre el ánodo y el cátodo para transferir ión de hidrógeno producido por la electrolisis; y

10 d) un electrodo auxiliar dispuesto entre el cátodo y la membrana de electrolito de polímero sólido, en el que el electrodo auxiliar deja pasar ión hidrógeno producido en el ánodo a través del cátodo, y en el que se forma una cascarilla o costra sobre la superficie del electrodo auxiliar por una reacción del catión $2+$ y del ión OH^- producido en el cátodo, paliando por

15 2.- El aparato según la reivindicación 1, caracterizado además por un separador para proporcionar un espacio entre la membrana de electrolito de polímero sólido y el ánodo, en el que un espacio entre el separador y el ánodo es mantenido a 0,01 - 0,5 mm.

3.- El aparato según la reivindicación 4, en el que el separador está formado de Teflón.

FIG. 1

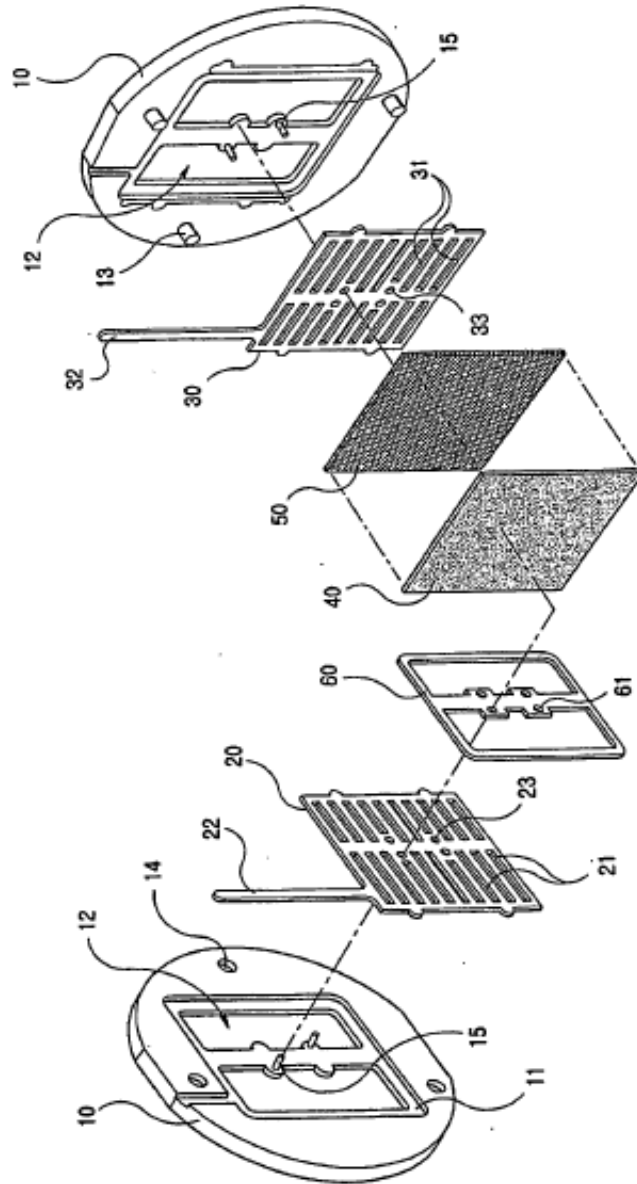


FIG. 2

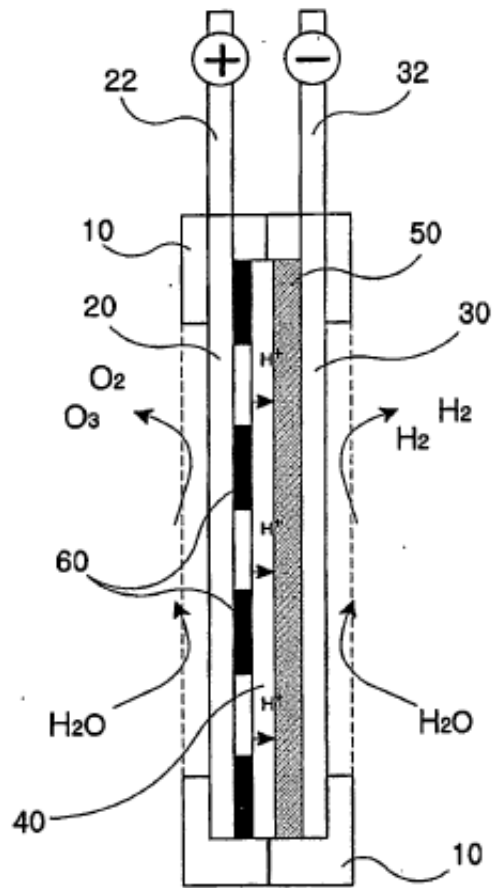


FIG. 3

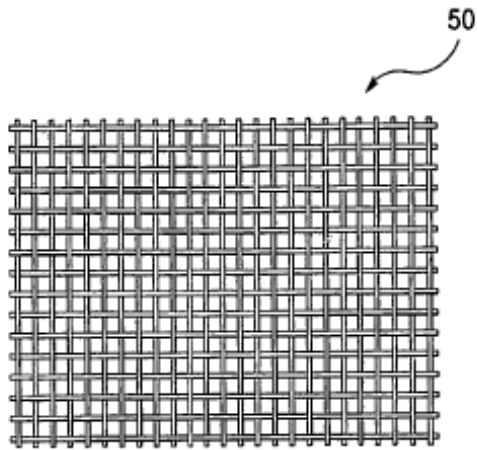


FIG. 4

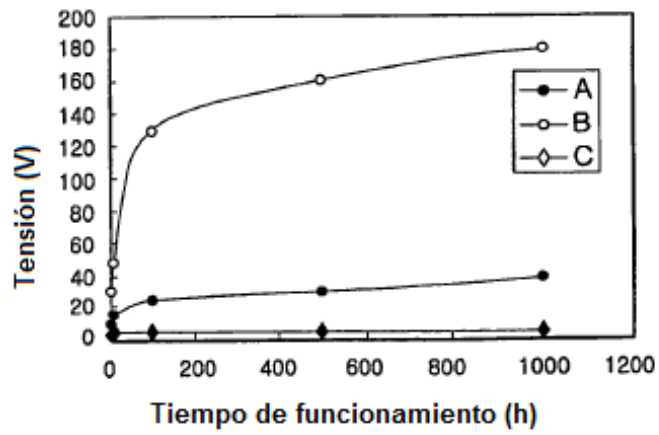


FIG. 5

