

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 703 995**

51 Int. Cl.:

B64D 37/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.07.2015** **E 15759864 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.09.2018** **EP 3174793**

54 Título: **Procedimiento de gestión de fluidos necesarios para la explotación de un vehículo y dispositivo que permite implementarlo**

30 Prioridad:

31.07.2014 FR 1457426

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.03.2019

73 Titular/es:

**PRODOSE (100.0%)
300 route de Montauban
31660 Bessieres, FR**

72 Inventor/es:

**BOUKARI, MOROU y
AURIOL, MARC**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 703 995 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

Procedimiento de gestión de fluidos necesarios para la explotación de un vehículo y dispositivo que permite implementarlo

Campo de aplicación de la invención

La presente invención se refiere al campo de la gestión de fluidos necesarios para la explotación de un vehículo tal como una aeronave y, concretamente, a las adaptaciones que permiten suministrar, producir, almacenar, consumir y evacuar dichos fluidos en las mejores condiciones.

Descripción de la técnica anterior

En el marco de la explotación de un vehículo tal como una aeronave, el operador debe gestionar una pluralidad de fluidos.

De este modo, por ejemplo, es necesario suministrar oxígeno puro a los pasajeros de un avión, concretamente, en caso de despresurización de la cabina. Esta puesta a disposición de oxígeno se realiza durante un número limitado de minutos, el tiempo necesario para permitir que el avión descienda a una altitud que no requiera presurización. El suministro de este oxígeno requiere su almacenamiento o el almacenamiento de productos que participan en la producción del mismo. Este almacenamiento define una capacidad y una masa que requieren la disponibilidad de un volumen y una alimentación energética para la aeronave.

Otro fluido necesario para la explotación de un avión de transporte de pasajeros es el agua potable. Esta agua normalmente se embarca en tierra lo que requiere un volumen de almacenamiento importante y define una masa igualmente importante. Este almacenamiento define, por tanto, una capacidad y una masa consumidora de energía tanto en el despegue como en vuelo. El aprovisionamiento de agua se topa asimismo con problemas de calidad del agua que no presenta los mismos criterios dependiendo de los países (presentando, por ejemplo, diferentes proporciones de bacterias y/o de cal).

Una calcificación de los dispositivos de cafetería es susceptible de requerir una parada del avión y una operación de mantenimiento onerosa.

La presencia eventual de bacterias requiere el tratamiento del agua consumida. Ahora bien, los sistemas conocidos que utilizan cloro y/o la producción de ultravioletas tan solo presentan una eficacia relativa. El almacenamiento y la distribución de los productos de tratamiento de agua requieren un volumen y energía susceptibles de generar costes. Asimismo, si finalmente se logra obtener un buen tratamiento del agua de consumo, no ocurre lo mismo con las canalizaciones. El tratamiento de la red de agua potable requiere la inmovilización del avión y presenta, por tanto, costes para su operadora.

Otros fluidos susceptibles de tener que gestionarse tanto en el marco de la explotación de una aeronave como en la de un vehículo (concretamente, vehículos de ruedas) son, en general, los necesarios para el funcionamiento de una pila de combustible. Estos dispositivos se usan para producir energía eléctrica sustituyendo al menos parcialmente las baterías. Estos dispositivos tienen la ventaja de presentar un mejor rendimiento que el de las baterías a la vez que no producen óxido de carbono o nitrógeno. Estos dispositivos también tienen la ventaja de permitir la producción de agua.

No obstante, estos dispositivos presentan asimismo diversos inconvenientes, entre los cuales los que se evocan a continuación:

- pueden presentar una emisión de calor muy importante,
- las pilas de combustible que funcionan con hidrógeno requieren el almacenamiento de este último, bien mediante un aprovisionamiento cuando la aeronave está en tierra, o bien que este se produzca en vuelo por electrolisis del agua lo que requiere más energía que la que puede producir una pila de combustible;
- las pilas de combustible que funcionan con oxígeno requieren el almacenamiento de este último;
- el agua que solo se produce en pequeñas cantidades (insuficientes) precisa una remineralización antes de ser consumida lo que requiere un dispositivo adicional;
- la reversibilidad de tales dispositivos consume más energía que la que producen,
- etc...

Con el fin de resolver los problemas de sobretensión y de producción de calor y con el fin de liberarse de la exigencia de la presencia de oxígeno, se conoce la utilización del peróxido de hidrógeno como sustituto realizándose la reducción del peróxido a ion hidróxido OH^- . No obstante, la reducción del peróxido no resuelve el conjunto de los problemas tanto a nivel de la pila de combustible como del de la gestión de los demás fluidos.

El documento US6255009 presenta la utilización del peróxido de hidrógeno como fuente de energía. El documento US2002/168558 presenta una pila de combustible que utiliza el peróxido de hidrógeno.

Descripción de la invención

Se hace constatar que la solicitante ha realizado investigaciones que buscan aportar una solución a los inconvenientes descritos anteriormente. estas investigaciones han desembocado en el diseño y en la realización de un procedimiento de gestión de fluidos necesarios para la explotación de un vehículo, no solamente de tipo aeronave, sino también de cualquier tipo de vehículo que opere con electricidad.

Según la característica principal de la invención, el procedimiento de gestión de fluidos necesarios para la explotación de un vehículo, es notable por que comprende una operación de oxidación anódica de una solución de peróxido de hidrógeno a efectos de producir dióxígeno, agua y cationes de hidrógeno sometiendo dicha solución a una corriente eléctrica producida por una fuente de alimentación de electricidad.

Esta característica es particularmente ventajosa dado que, basándose en un solo fluido sometido a una corriente eléctrica, permite disponer mediante una sola operación de oxidación, de al menos dos fluidos necesarios (o susceptibles de serlo) para el funcionamiento de un vehículo tal como una aeronave.

De este modo, la oxidación anódica de una solución de peróxido de hidrógeno conlleva la obtención de los siguientes elementos:

- oxígeno O_2 procedente de la separación de la molécula de dióxígeno de la de dihidrógeno dividido en dos iones de hidrógeno,
- un remanente de peróxido de hidrógeno H_2O_2 no descompuesto,
- agua H_2O procedente de la solución.

La circulación del agua procedente de la solución permite evacuar el calor de la reacción. Los cationes de hidrógeno no se aprovechan en esta primera fase.

El oxígeno producido va a permitir proponer la puesta a disposición de este gas para la aeronave. Así, resulta que el oxígeno podrá producirse a demanda y en grandes cantidades. Esta producción de oxígeno trae aparejada la disminución de la concentración de peróxido de hidrógeno en la solución de agua, lo que permite disponer de un gran volumen de agua. Esta agua, por lo tanto, una vez remineralizada no solamente es potable, sin que además está tratada debido a las propiedades biocidas del remanente de peróxido.

La producción de un agua tratada resuelve los diferentes problemas vinculados con su calidad y el mantenimiento de la red de agua potable de la aeronave.

Esta característica define así una fase del procedimiento que comprende una operación de llenado con una solución de peróxido de hidrógeno de un depósito a bordo del vehículo. La concentración de peróxido de hidrógeno en la solución, según una característica particularmente ventajosa de la invención, está comprendida entre un diez y un setenta por ciento.

Según una fase particularmente original del procedimiento, este último comprende una operación de llenado del depósito de agua potable con el que está equipado el vehículo con una solución de peróxido de hidrógeno. De este modo, la solución de peróxido de hidrógeno se almacena en un volumen que sustituye el del oxígeno, pero también el del agua potable. Dicho depósito que recibe el peróxido de hidrógeno está entonces equipado con una válvula de seguridad.

Dicho depósito también puede volverse pasivo o estar fabricado de aluminio para evitar la dismutación descrita anteriormente.

Según un modo de realización particularmente ventajoso que evita el tener remplazar los depósitos y canalizaciones de acero inoxidable ya disponibles en una aeronave, la solución de peróxido de hidrógeno se estabiliza mediante la adición de agentes secuestrantes de metales en estado de traza (muy pequeña cantidad).

El ahorro de espacio y de masa es sustancial y responde a los objetivos de la invención.

Según otra característica, el procedimiento consiste en mineralizar la solución de peróxido de hidrógeno, lo que evita la necesidad de una celda de remineralización o permite subdimensionarla.

La energía eléctrica de la fuente de alimentación de electricidad necesaria para la oxidación anódica del peróxido de hidrógeno procede de las baterías o del sobrante de electricidad disponible durante el despegue y durante el vuelo a velocidad de crucero del avión.

De este modo, basándose únicamente en la solución de peróxido de hidrógeno, la invención propone la producción de dos fluidos necesarios para explotación de una aeronave, a saber, el oxígeno y el agua.

Esta oxidación anódica se diferencia de la dismutación conocida del peróxido en que no produce iones de hidrógeno H^+ .

Según otra característica de la invención, el procedimiento comprende una operación de reducción catódica de los cationes de hidrógeno procedentes de dicha operación de oxidación anódica a efectos de la producción de dihidrógeno.

Esta primera fase del procedimiento además comprende una operación de almacenamiento del hidrógeno producido. Este almacenamiento se realiza en el vehículo. Este hidrógeno se podrá aprovechar en el marco de una segunda fase de producción de electricidad siempre utilizando la misma solución de peróxido de hidrógeno almacenada, no como reductor, sino como oxidante con el fin de formar una pila de combustible. De este modo, según otra característica particularmente ventajosa, el procedimiento comprende una operación de oxidación del hidrógeno producido aparejada a una operación de reducción del peróxido de hidrógeno a efectos de producir electricidad y agua. La cantidad de electricidad producida es superior a la necesaria para la oxidación anódica.

Esta pila de combustible puede implementarse mediante una celda independiente o mediante la inversión de la celda que ha producido el hidrógeno. De este modo, el procedimiento de la invención propone además de producir oxígeno y agua, garantizar la producción de electricidad necesaria para el funcionamiento del avión al menos parcialmente. El embarque de la solución de peróxido de hidrógeno en la aeronave se convierte entonces en una solución global al problema de almacenamiento, de masa y de producción de energía para la aeronave.

Como se ha explicado anteriormente, la utilización de peróxido de hidrógeno permite producir en una primera fase el hidrógeno necesario en una segunda fase para la producción de electricidad. Estas dos etapas pueden aplicarse en cualquier vehículo susceptible de tener su depósito de peróxido alimentado regularmente. En efecto, la energía necesaria para la producción de hidrógeno a partir de peróxido de hidrógeno es inferior a la energía producida por una pila de combustible que utiliza el par hidrógeno/peróxido de hidrógeno. Tal vehículo presentaría entonces una gran autonomía sin producción de gases de escape aparte del vapor de agua que a su vez se puede recuperar. Tal procedimiento comprende una operación de neutralización del peróxido siempre presente en el agua. Esta agua recuperada podría retornarse al volumen de almacenamiento inicial compartimentado para tal efecto.

Con el fin de suprimir las impurezas presentes eventualmente en el oxígeno obtenido, el procedimiento comprende una operación de tratamiento del oxígeno producido.

Asimismo, si bien el procedimiento comprende una operación de remineralización del agua producida, esta última es menos importante que si el agua procediera solamente de una celda de tipo pila de combustible, puesto que, en la primera fase del procedimiento, según una característica descrita anteriormente, el agua de la solución de peróxido está mineralizada.

La invención se refiere igualmente al dispositivo que permite implementar la invención.

Por ejemplo, el dispositivo comprende una celda de oxidación que, comprendiendo dicha fuente de alimentación de electricidad, está equipada con un ánodo donde se realiza dicha oxidación y con un cátodo separados por una membrana catiónica que no solo deja pasar los iones H^+ , estando el polo positivo de la fuente de alimentación conectado al ánodo.

Esta característica evita la contaminación del cátodo por la presencia de otros iones procedentes de los minerales contenidos según una característica descrita anteriormente en la solución de peróxido de hidrógeno.

De manera más precisa, esta celda comprende una o varias membranas de tipo catiónico que separan dos electrodos:

- un cátodo conectado al polo -,
- un ánodo conectado al polo + de un generador.

Según otra característica particularmente ventajosa del dispositivo, dicho ánodo comprende varias capas:

- una primera capa porosa que contiene un catalizador de producción de electrones e^- de oxidación anódica,
- una segunda capa porosa que contiene un catalizador de captura de los electrones de oxidación anódica, y
- un conductor eléctrico no poroso aislado eléctricamente sobre la cara en contacto con la primera capa y sobre la cara en contacto con el peróxido de hidrógeno.

De este modo, el ánodo de la celda de oxidación contiene unos catalizadores específicos para la aceleración de la oxidación anódica que permiten una transferencia rápida de los iones y de los electrones. Estos catalizadores pueden estar sobre varias capas.

- 5 Según un modo de realización preferente pero no limitativo, el ánodo puede contener una membrana porosa en o soportada por una membrana porosa de platino.

10 Habiéndose expuesto los conceptos fundamentales de la invención anteriormente en su forma más elemental, otros detalles y características se pondrán de manifiesto más claramente tras la lectura de la siguiente descripción y con referencia a los dibujos adjuntos, que aportan, a modo de ejemplo no limitativo, un modo de realización de un procedimiento conforme a la invención.

Breve descripción de los dibujos

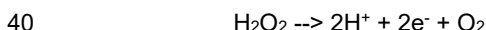
- 15 La figura 1 es un dibujo esquemático de un modo de realización de una implementación a bordo de una aeronave de la primera fase del procedimiento de la invención;
La figura 2 es el dibujo esquemático de la figura 1 que ilustra un modo de realización de una implementación de la segunda fase del procedimiento de la invención;
20 La figura 3 es un dibujo esquemático detallado de un modo de realización de la celda de oxidación anódica utilizada para la primera fase del procedimiento;
La figura 4 es un dibujo esquemático detallado de un modo de realización de la pila de combustible utilizada para la segunda fase del procedimiento;
La figura 5 es un dibujo esquemático que ilustra un modo de realización de un circuito que implementa las dos fases del procedimiento para un vehículo terrestre.

25 Descripción de los modos de realización preferentes

Como se ilustra en el dibujo de la figura 1, la aeronave A está equipada con un dispositivo que permite implementar el procedimiento de la invención.

30 Este dispositivo comprende un depósito 100 en el que está almacenado peróxido de hidrógeno P. Este depósito 100 comprende una válvula de seguridad 110, así como un conducto 120 que permite su llenado desde el exterior. Otro conducto 130 permite por medio de una bomba 140, llevar dicho peróxido a una celda de oxidación anódica 200 que está asociada a una fuente de alimentación de electricidad 210.

35 Como se ha representado en la figura 3, la activación eléctrica permite a partir del peróxido H_2O_2 (solución de peróxido de hidrógeno que contiene H_2O_2 y H_2O simbolizado por la flecha F1) obtener iones de hidrógeno H^+ electrones e^- y oxígeno O_2 según la siguiente reacción:



De esta reacción del oxígeno O_2 resulta, agua H_2O procedente de la solución de peróxido y peróxido de hidrógeno H_2O_2 que no ha sido oxidado y que, por tanto, tiene una menor concentración. Este resultado está simbolizado por la flecha F2.

45 La oxidación anódica se obtiene por medio de un ánodo 220 particular que presenta varias capas, entre las cuales:

- una primera capa porosa 221 que contiene un catalizador de producción de electrones e^- de oxidación anódica,
- una segunda capa porosa 222 que contiene un catalizador de captura de electrones de oxidación anódica.

50 El ánodo comprende, asimismo, un conductor eléctrico no poroso aislado eléctricamente sobre la cara en contacto con la primera capa y sobre la cara en contacto con el peróxido de hidrógeno.

Asimismo, la cara en contacto con el peróxido de hidrógeno se trata para evitar la descomposición parásita de este último.

55 La primera capa y la segunda capa forman un dipolo catalítico. Los materiales de estas capas se seleccionan de manera que en ausencia de conexión de la celda a un generador eléctrico, el potencial eléctrico de la primera capa sea inferior al de la segunda capa. El dipolo catalítico así formado presenta un potencial eléctrico comprendido entre el de la primera capa y el de la segunda capa.

60 La tensión eléctrica necesaria para esta oxidación es ventajosamente inferior a la tensión de electrolisis, lo que evita que esta última reacción intervenga.

65 Según un modo de realización no limitativo, estas dos capas pueden estar constituidas por materiales metálicos de la familia del platino, el oro, el rutenio, el rodio, el paladio, la plata, el níquel y el cobalto.

Una membrana catiónica 230 separa el ánodo 220 del cátodo 240. Según un modo de realización vinculado al modo de realización, que describe una solución de peróxido mineralizado, esta membrana solo deja pasar cationes H^+ .

Los iones de hidrógeno asociados a unos electrones permiten obtener átomos de hidrógeno o dihidrógeno H_2 al nivel del cátodo 240 donde se realiza la reducción de los cationes H^+ en dihidrógeno H_2 . Para hacer esto, el cátodo presenta un conductor eléctrico poroso 241.

Como se ilustra en el dibujo de la figura 1, El hidrógeno producido se almacena en un depósito 300 y el oxígeno, el agua y el remanente de peróxido de hidrógeno se dirigen hacia una celda de recuperación 400.

Esta celda de recuperación 400 dirige el oxígeno hacia una unidad de tratamiento 500 y hacia un depósito 600 de almacenamiento del oxígeno tratado. Este depósito de almacenamiento de oxígeno 600 está conectado con las máscaras de oxígeno 700 de la aeronave.

El agua y el remanente de peróxido de hidrógeno están orientados hacia una celda de remineralización 800 que corrige la mineralización del agua que va a pasar por los filtros 910 asociados y dispuestas aguas arriba de los grifos 900 de la red de agua potable de la aeronave.

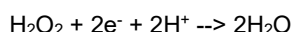
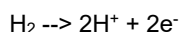
Estos filtros 910 aseguran la destrucción del peróxido de hidrógeno.

Parece que la primera fase del procedimiento permite disponer de oxígeno a voluntad alimentando eléctricamente la celda 200. También parece que ya no es necesario disponer de un depósito de agua potable puesto que la solución de peróxido liberada de su peróxido va a servir de agua potable una vez remineralizada. Asimismo, el remanente de peróxido no oxidado solo se neutraliza en el extremo de la red, lo que permite beneficiarse de las características biocidas del peróxido de hidrógeno lo que va a optimizar el tratamiento de la red evitando la presencia de bacterias.

La segunda fase del procedimiento es una fase de producción de energía por un principio de pila de combustible utilizando el hidrógeno producido como reductor y el peróxido de hidrógeno almacenado en el depósito 100 como oxidante.

De este modo, como se ilustra en el dibujo de la figura 2, la solución de peróxido de hidrógeno P almacenada en el depósito 100 se conduce a la celda 200 que es entonces una celda reversible o una celda independiente y que se comporta como una pila de combustible, tal y como se ilustra en el esquema de la figura 4 donde la flecha F3 simboliza la solución H_2O_2 y H_2O .

La oxidación del dihidrógeno y la reducción del peróxido de hidrógeno permiten la creación de una corriente eléctrica procedente de las siguientes reacciones:



Como se ha descrito antes, la pila de combustible también produce agua. La flecha F4 simboliza, por tanto, esta solución que contiene un remanente de peróxido, es decir, H_2O_2 (con una menor concentración) y H_2O . Esta agua una vez remineralizada asociada con el agua de la solución viene a alimentar los grifos 900. Asimismo, como para la fase de alimentación, el remanente de peróxido que no se ha reducido se neutraliza aguas arriba de los grifos 900. Así parece que la segunda fase del procedimiento permite la producción de electricidad en la aeronave A.

A modo de ejemplo, la tensión de oxidación anódica del peróxido de hidrógeno puede ser de 0,8 voltios y la tensión de la pila de combustible de la invención puede ser de 1,8 voltios.

El dibujo de la figura 5 ilustra un vehículo V que acoge un modo de realización de un dispositivo que implementa el procedimiento de la invención. El depósito 100' está lleno de peróxido de hidrógeno P. Para tal aplicación, la primera fase del procedimiento se utiliza sobre todo para producir el hidrógeno que se almacenará en el depósito 300'. En efecto, el agua procedente de la solución es menos útil, pero podría serlo para un vehículo que transporte muchos pasajeros a larga distancia. Asimismo, el oxígeno puede introducirse parcialmente en el habitáculo por medio de una boca 700'. El hidrógeno producido va a permitir la implementación de la pila de combustible 200' en asociación con el peróxido de hidrógeno. La electricidad producida permite la alimentación del medio de motorización del vehículo V.

El agua producida por la primera y la segunda fase del procedimiento se neutraliza y se reenvía al depósito 100' que está compartimentado para tal efecto. Un grifo de vaciado 130' está asociado a este compartimento.

Se comprende que el procedimiento y el dispositivo, que han descrito y representado anteriormente, se han hecho con vistas a su divulgación y no como limitación. Por supuesto, diversas habilitaciones, modificaciones y mejoras podrán aportarse al ejemplo anterior, sin desviarse por ello del ámbito de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de gestión de fluidos necesarios para la explotación de un vehículo, CARACTERIZADO POR QUE comprende una operación de oxidación anódica de una solución de peróxido de hidrógeno (P) a efectos de producir dióxígeno, agua y cationes de hidrógeno sometiendo dicha solución a una corriente eléctrica producida por una fuente de alimentación de electricidad.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, CARACTERIZADO POR EL HECHO DE QUE comprende una operación de reducción catódica de los cationes de hidrógeno procedentes de dicha operación de oxidación anódica a efectos de producir dihidrógeno.
3. Procedimiento según la reivindicación 1, CARACTERIZADO POR EL HECHO DE QUE comprende una operación de llenado con una solución de peróxido de hidrógeno (P) de un depósito (100) a bordo del vehículo (A).
4. Procedimiento según la reivindicación 2, CARACTERIZADO POR EL HECHO DE QUE comprende una operación de almacenamiento del hidrógeno producido.
5. Procedimiento según la reivindicación 2, CARACTERIZADO POR QUE comprende una operación de oxidación del hidrógeno producido aparejada a una operación de reducción del peróxido de hidrógeno (P) a efectos de producir electricidad y agua.
6. Procedimiento según la reivindicación 1, CARACTERIZADO POR QUE comprende una operación de tratamiento del oxígeno producido.
7. Procedimiento según la reivindicación 1, CARACTERIZADO POR QUE comprende una operación de remineralización del agua producida.
8. Procedimiento según la reivindicación 1, CARACTERIZADO POR QUE comprende una operación de neutralización del peróxido de hidrógeno siempre presente en el agua.
9. Procedimiento según la reivindicación 1 donde el vehículo comprende un depósito de agua potable, CARACTERIZADO POR DE QUE comprende una operación de llenado del depósito de agua potable (100) con una solución de peróxido de hidrógeno (P).
10. Procedimiento según la reivindicación 1, CARACTERIZADO POR QUE la energía eléctrica necesaria para oxidación anódica del peróxido de hidrógeno procede de la electricidad producida durante el despegue del avión o durante el vuelo a velocidad de crucero del avión.
11. Procedimiento según la reivindicación 1, CARACTERIZADO POR QUE el agua de la solución de peróxido de hidrógeno (P) está mineralizada.
12. Procedimiento según la reivindicación 1, CARACTERIZADO POR QUE la concentración de peróxido de hidrógeno (P) en la solución está comprendida entre un diez y un setenta por ciento.
13. Dispositivo que permite implementar el procedimiento según las reivindicaciones 1 y 2, CARACTERIZADO POR EL HECHO DE QUE comprende una celda de oxidación (200) que, comprendiendo dicha fuente de alimentación de electricidad, está equipada con un ánodo (220) donde se realiza dicha oxidación y con un cátodo (240) separados por una membrana catiónica (230) que solo deja pasar los iones (H^+), estando el polo positivo de la fuente de alimentación conectado al ánodo.
14. Dispositivo según la reivindicación 11, CARACTERIZADO POR EL HECHO DE QUE dicho ánodo (220) comprende varias capas:
 - una primera capa (221) porosa que contiene un catalizador de producción de electrones (e^-) de oxidación anódica,
 - una segunda capa (222) porosa que contiene un catalizador de captura de electrones (e^-) de oxidación anódica, y
 - un conductor eléctrico (223) no poroso aislado eléctricamente sobre la cara en contacto con la primera capa y sobre la cara en contacto con el peróxido de hidrógeno (P).

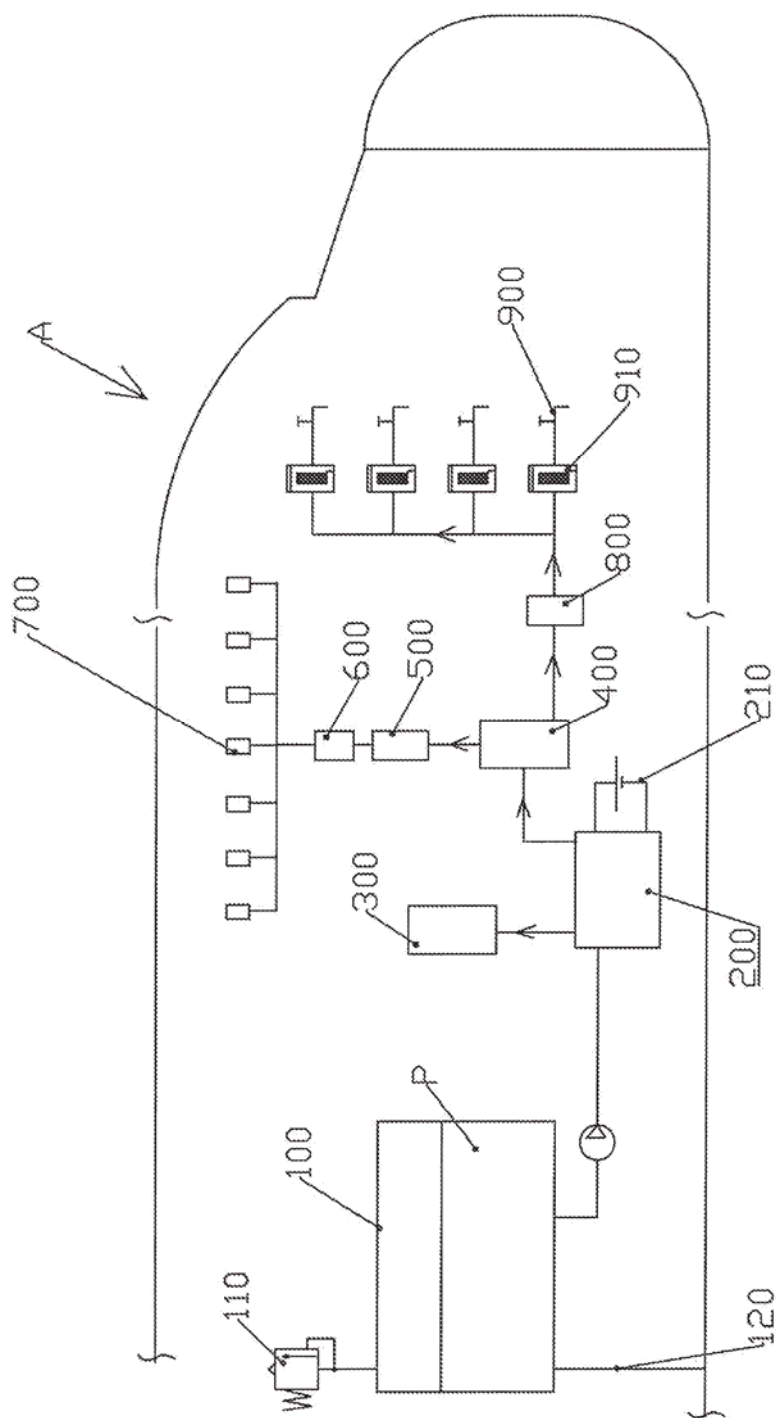


Fig. 1

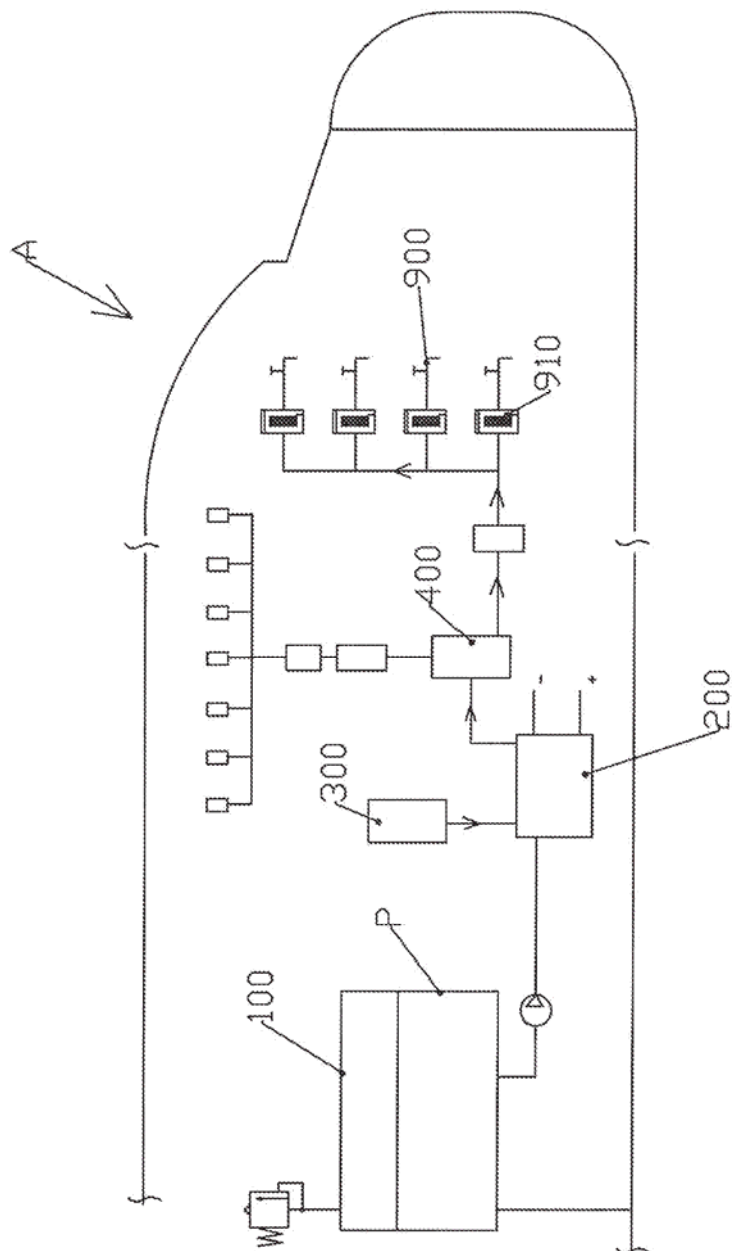


Fig. 2

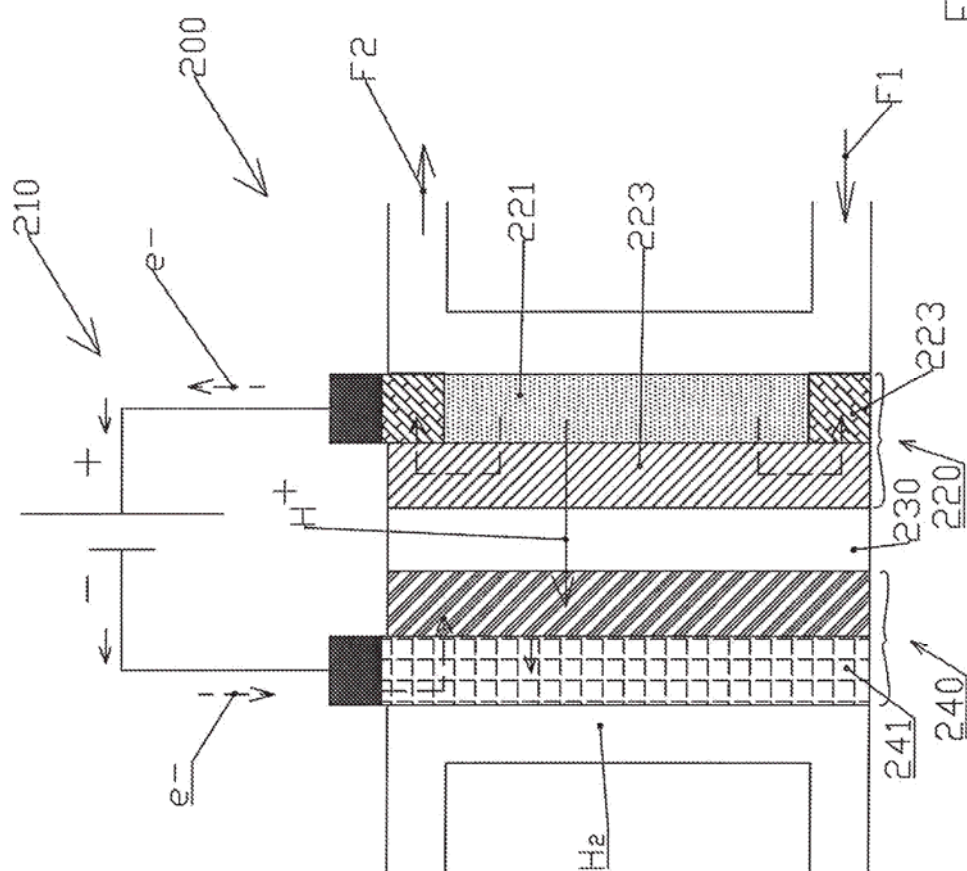


Fig. 3

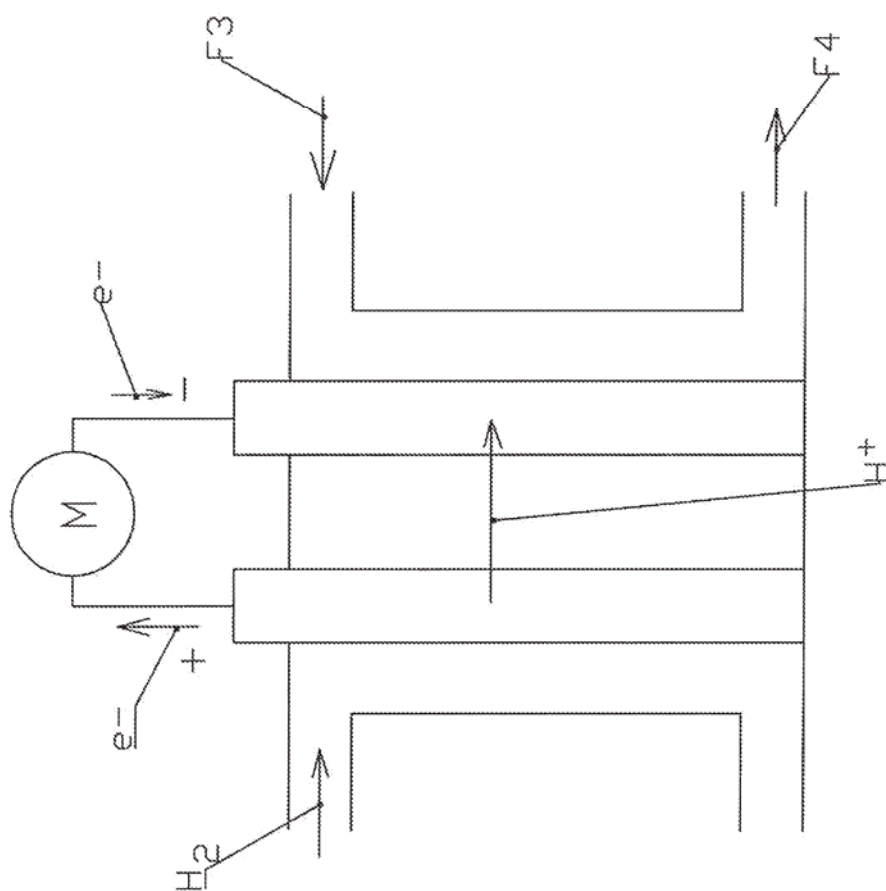


Fig. 4

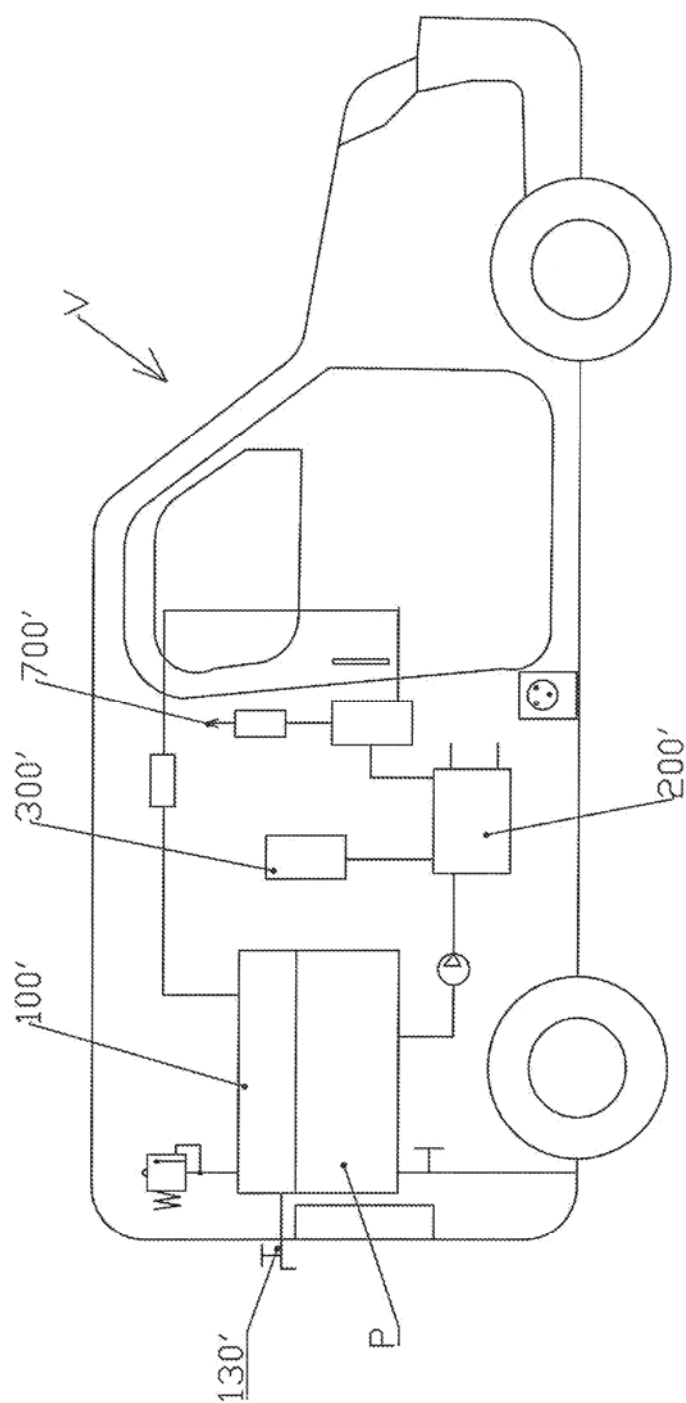


Fig. 5