

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 592 933**

51 Int. Cl.:

**H01M 4/86** (2006.01)

**H01M 12/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.09.2010 PCT/GB2010/051479**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.03.2011 WO11030137**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.09.2010 E 10752384 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.08.2016 EP 2476161**

54 Título: **Generador de productos gaseosos**

30 Prioridad:

**09.09.2009 GB 0915752**  
**09.09.2009 EP 09275072**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**02.12.2016**

73 Titular/es:

**BAE SYSTEMS PLC (100.0%)**  
**6 Carlton Gardens**  
**London SW1Y 5AD, GB**

72 Inventor/es:

**HUCKER, MARTYN JOHN**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 592 933 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

## Generador de productos gaseosos

Esta invención se refiere a un generador de productos gaseosos y a un procedimiento asociado de generación de un producto gaseoso, haciendo referencia de manera particular, pero en modo alguno exclusiva, a aplicaciones a bordo de aeronaves.

Es bien conocido que una aeronave requiere fuentes de oxígeno para ser utilizadas por los pasajeros y la tripulación en caso de pérdida de presión de la cabina, y asimismo de nitrógeno gaseoso (o, por lo menos, de un suministro de aire empobrecido en oxígeno) para la inertización de los depósitos de combustible con el fin de reducir el riesgo de explosiones. Hay una serie de sistemas que se han utilizado para uno o ambos propósitos mencionados. Se ha utilizado la tecnología de membranas de fibra hueca (HFM, hollow fibre membrana) para producir aire enriquecido en nitrógeno con propósitos de inertización de depósitos de combustible. El proceso HFM implica la separación del oxígeno desde una fuente de aire de alta presión a través de fibras poliméricas. Las ventajas son que el proceso de separación no requiere partes móviles. Sin embargo, la técnica no tiene una capacidad inherente de almacenamiento de gas, y no genera un suministro de oxígeno. A la inversa, se utiliza la tecnología de membranas cerámicas (CM, ceramic membrana) para la producción de oxígeno, pero no para la producción de aire enriquecido en nitrógeno. De nuevo, no hay partes móviles asociadas con la etapa de separación del gas. La técnica de licuefacción de aire total de oxígeno y nitrógeno (TALON, total air liquefaction of oxygen and nitrogen) utiliza columnas de licuefacción y destilación de aire para proporcionar oxígeno y aire enriquecido en nitrógeno licuado. En el sistema para inertización de depósitos de combustible de aeronaves (SAFTI, system for aircraft fuel tank inerting) relacionado, se produce solamente aire enriquecido en nitrógeno licuado. Estos sistemas son complejos, y requieren partes móviles. La absorción por modulación de presión (PSA, pressure swing adsorption) utiliza tamices moleculares de zeolita para la producción de oxígeno o nitrógeno. No hay capacidad inherente de almacenamiento, y el sistema es inflexible porque, una vez configurado, un sistema producirá solamente la cantidad máxima de oxígeno. En general, los sistemas son pesados y consumen cantidades de energía relativamente grandes.

La memoria US5208526 da a conocer una celda metal-aire que tiene el efecto inherente de ser un generador de productos gaseosos.

La presente invención, por lo menos en algunas de sus realizaciones, proporciona generación de oxígeno y/o generación de aire empobrecido en oxígeno en un sistema relativamente simple. Adicionalmente, la presente invención tiene una capacidad inherente de almacenamiento de oxígeno, y no hay partes móviles asociadas con la etapa de separación de gas.

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se da a conocer un generador de productos gaseosos que incluye:

por lo menos una celda metal-aire recargable que puede funcionar para proporcionar el producto gaseoso; y

una disposición de colector, teniendo la disposición de colector una estructura de entrada, una estructura de salida y una o varias válvulas, teniendo la estructura de entrada una atmósfera de alimentación que se debe introducir en la celda metal-aire, transportando la estructura de salida el producto gaseoso a un punto previsto de utilización para proporcionar de ese modo una función de mejora medioambiental, y dichas una o varias válvulas controlando el suministro de gas a la celda metal-aire y/o el transporte de producto gaseoso desde la celda metal-aire.

Preferentemente, la celda metal-aire recargable es una celda recargable de litio-aire. Se pueden utilizar otras formas de celda metal-aire, tal como una celda de aluminio-aire o una celda zinc-aire.

Habitualmente, una celda metal-aire recargable incluye un ánodo formado de un metal electro positivo, un cátodo de aire y un electrolito en comunicación con el ánodo y en comunicación asimismo con el cátodo de aire. El cátodo de aire tiene una superficie que está en comunicación con la atmósfera de alimentación, posiblemente a través de una superficie de interfaz permeable al oxígeno, tal como una membrana permeable al oxígeno. La celda puede incluir uno o varios separadores, tal como un separador situado entre el ánodo y el electrolito y/o un separador situado entre el cátodo de aire y el electrolito. Generalmente, el ánodo está en comunicación conductiva con un colector de corriente del ánodo.

Las celdas metal-aire de este tipo son bien conocidas como celdas electroquímicas recargables que se utilizan para proporcionar un suministro de energía eléctrica. El proceso físico fundamental que subyace al almacenamiento y la subsiguiente producción de energía eléctrica es la reacción química reversible siguiente, en la que es absorbido oxígeno gaseoso por la celda metal-aire cuando ésta se descarga, y es liberado oxígeno por la celda metal-aire cuando ésta se carga. El presente inventor se ha dado cuenta de que la producción de oxígeno y/o la absorción de oxígeno asociadas con la utilización de celdas metal-aire se pueden explotar con propósitos útiles. En particular, el oxígeno producido mientras una celda metal-aire se está cargando y/o la atmósfera de alimentación empobrecida en oxígeno producida mientras una celda metal-aire se está descargando, pueden ser utilizados en funciones de mejora medioambiental

Preferentemente, la disposición de colector incluye un sistema de suministro de oxígeno para suministrar a un punto de uso previsto oxígeno generado cargando la celda metal-aire. El sistema de suministro de oxígeno puede incluir por lo menos una parte de la estructura de salida en forma de una salida de oxígeno, y puede incluir además una estructura de entrada de oxígeno para introducir una corriente gaseosa que contiene oxígeno a la celda metal-aire, mientras se genera oxígeno cargando la celda metal-aire. El oxígeno se puede suministrar para usos de respiración en una serie de posibles áreas de aplicación, tal como en aeronaves, en edificios o en aplicaciones médicas. En aeronaves, el oxígeno se puede suministrar continuamente, o como una fuente adicional de oxígeno a petición, por ejemplo durante una emergencia.

Además, o alternativamente, por lo menos una parte de la estructura de salida del colector puede estar en forma de una salida de atmósfera de alimentación empobrecida en oxígeno para transportar una atmósfera de alimentación empobrecida en oxígeno generada descargando la celda metal-aire a un punto previsto de uso. La atmósfera de alimentación empobrecida en oxígeno puede ser utilizada con diversos propósitos en los que es deseable proporcionar una atmósfera esencialmente inerte, tal como en la inertización de depósitos de combustible y en otras aplicaciones de prevención de incendios o explosiones, o de lucha contra incendios. Otras aplicaciones son como generador de nitrógeno gaseoso, como fuente de gas para utilizar en dispositivos de inflado, tales como dispositivos de seguridad y dispositivos de flotación, y como un agente propulsor para otros medios.

Habitualmente, la atmósfera de alimentación es aire.

Ventajosamente, el generador incluye además un sistema de control de válvulas para controlar el funcionamiento de las válvulas.

El generador puede utilizar una única celda metal-aire. Sin embargo, el generador incluye preferentemente una serie de celdas metal-aire y un sistema de control de las celdas metal-aire que está configurado para controlar el funcionamiento de las celdas metal-aire de tal modo que, cuando se está cargando una celda metal-aire, se está descargando por lo menos otra celda metal-aire.

El sistema de control de válvulas y el sistema de control de las celdas metal-aire se pueden proporcionar como sistemas independientes, pero preferentemente forman parte de un solo sistema de control que controla las celdas metal-aire, de tal modo que se proporciona un escenario deseado de descarga/carga de las celdas y éste controla las válvulas para asegurar que se consigue un flujo correcto de gas. Se puede utilizar un sistema de control basado en microprocesador.

Ventajosamente, la celda metal-aire recargable incluye un cátodo de aire alargado que, bien exclusivamente o en combinación con la disposición de colector, define un paso alargado a lo largo del cual pueden fluir gases durante la carga y descarga de la celda metal-aire. De este modo, es posible proporcionar un área superficial grande del cátodo de aire minimizando al mismo tiempo cualquier restricción del flujo de gases. Preferentemente, la celda metal-aire está en forma de una estructura tubular que tiene una pared interior formada por el cátodo de aire alargado, donde el paso alargado es un orificio interior de la estructura tubular definida por el cátodo de aire alargado. Para evitar dudas, se considera que una característica tal como una membrana permeable al oxígeno, que está situada sobre la superficie del lado del cátodo de aire de la celda metal-aire, forma parte del cátodo de aire.

El cátodo de aire alargado puede ser corrugado o acanalado.

Aunque el objetivo principal de la presente invención es la generación de un producto gaseoso, es ventajoso que sea posible la recuperación de energía durante la descarga de la celda metal-aire. La propia energía recuperada durante la descarga de la celda metal-aire puede ser almacenada, o utilizada para un propósito deseado, tal como cargar otra celda, hacer funcionar equipos tales como válvulas, bombas, etc., o para otros propósitos.

Aunque se considera ventajoso que la presente invención pueda ser utilizada como un sistema de encendido-apagado por demanda, es posible almacenar el producto gaseoso por cualquier medio adecuado, tal como por licuefacción.

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se da a conocer una aeronave que tiene un generador de productos gaseosos acorde con el primer aspecto de la invención.

La estructura de entrada de la disposición de colector se puede configurar para admitir aire desde el exterior de la aeronave a la celda metal-aire como atmósfera de alimentación.

El producto gaseoso puede ser oxígeno producido al cargar la celda metal-aire, y la disposición de colector puede transportar el oxígeno a una posición predeterminada a bordo de la aeronave para usos de respiración.

El producto gaseoso puede ser una atmósfera empobrecida en oxígeno producida descargando la celda metal-aire, y la disposición de colector puede transportar la atmósfera empobrecida en oxígeno a una posición predeterminada a bordo de la aeronave con propósitos de inertización de la atmósfera. La disposición de colector puede transportar la atmósfera empobrecida en oxígeno a un depósito de combustible con propósitos de inertización.

De acuerdo con un tercer aspecto de la invención, se da a conocer un procedimiento de generación de un producto gaseoso que incluye las etapas de:

proporcionar una o varias celdas metal-aire recargables;

hacer funcionar las celdas metal-aire para generar un producto gaseoso;

- 5 transportar el producto gaseoso a un punto previsto de utilización y proporcionar con el producto gaseoso una función de mejora medioambiental.

La celda metal-aire puede estar dispuesta en una aeronave, y la función de mejora medioambiental puede ser proporcionada a bordo de la aeronave.

- 10 El producto gaseoso puede ser oxígeno, cargándose la celda metal-aire para proporcionar el oxígeno, y la función de mejora medioambiental puede ser la provisión de oxígeno en una posición predeterminada para usos de respiración.

El producto gaseoso puede ser una atmósfera empobrecida en oxígeno, siendo descargada la celda metal-aire para proporcionar la atmósfera empobrecida en oxígeno, y la función de mejora medioambiental puede ser la inertización de una atmósfera en una posición predeterminada.

- 15 De acuerdo con un cuarto aspecto de la invención, se da a conocer la utilización de por lo menos una celda metal-aire recargable para generar un producto gaseoso que se transporta a un punto previsto de utilización para proporcionar de ese modo una función de mejora medioambiental.

Aunque la invención se ha descrito en lo anterior, ésta se extiende a cualquier combinación inventiva de las características expuestas anteriormente, o en la descripción, los dibujos y las reivindicaciones siguientes.

- 20 Se describirán a continuación realizaciones de generadores de productos gaseosos de acuerdo con la invención, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

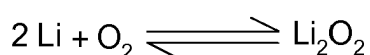
la figura 1 es un diagrama esquemático de una realización de la invención;

la figura 2 es una vista en sección transversal de una celda metal-aire que tiene un área superficial del cátodo incrementada;

- 25 la figura 3 muestra vistas en sección transversal de celdas metal-aire alternativas que tienen áreas superficiales del cátodo incrementadas; y

la figura 4 es un diagrama semi-esquemático de una aeronave equipada con un generador de gas de la invención.

Las celdas litio-aire reversibles son celdas electroquímicas secundarias que utilizan la siguiente reacción electroquímica reversible:



- 30 La celda Li-aire absorbe oxígeno en descarga, y acumula oxígeno en carga por medio de la formación de peróxido de litio. El presente inventor se ha dado cuenta de que las celdas Li-aire y otras celdas metal-aire pueden ser utilizadas como generadores de oxígeno y/o como un medio de generación de aire empobrecido en oxígeno con diversos propósitos.

- 35 Para funcionar como generador de gas, la celda Li-aire está dotada de una disposición de colector adecuada que permite que se suministre gas a las celdas Li-aire requeridas y se extraiga de las mismas. La figura 1 es un diagrama esquemático de un generador de gas, mostrado en general como 10, que comprende una celda Li-aire 12, una entrada de aire 14, una salida para aire empobrecido en oxígeno 16, una entrada para un sistema de suministro de oxígeno 18 y una salida para el sistema 20 de suministro de oxígeno. Cada una de éstas líneas de conducción de gas tiene una válvula asociada 14a, 16a, 18a, 20a. El funcionamiento de las válvulas se puede controlar mediante un sistema de control adecuado 22. La secuencia de las válvulas para una sola celda que funciona como un generador de gas es la mostrada en la tabla 1.
- 40

TABLA 1 secuencia de válvulas para una sola celda metal-aire

Situación de la celda	ENTRADA de aire	ENTRADA de O <sub>2</sub>	SALIDA inerte	SALIDA de O <sub>2</sub>
Carga	ABIERTA	CERRADA	ABIERTA	CERRADA
Descarga	CERRADA	ABIERTA	CERRADA	ABIERTA

Aunque depende de la aplicación precisa contemplada, en muchas situaciones es ventajoso utilizar dos o más celdas Li-aire en un generador. De este modo, por lo menos una celda se puede estar cargando mientras la otra se está descargando. Se puede utilizar un sistema de control adecuado para hacer funcionar la celda de manera coordinada. Se prevé que incluso sistemas que utilicen una serie de celdas metal-aire pueden ser relativamente ligeros.

Se puede obtener una eficiencia incrementada si la celda Li-aire se dispone en alguna clase de estructura tubular con el fin de maximizar el área superficial del cátodo de aire proporcionando al mismo tiempo la mínima restricción al flujo de gas. La figura 2 muestra una disposición de este tipo, en la que una celda metal-aire, mostrada en general como 24, está en la forma de un tubo en el que el cátodo de aire 26 forma la pared interior del tubo, y define por lo tanto una cámara de gas interior a lo largo de la cual puede fluir gas. La celda metal-aire está dispuesta de manera concéntrica con el ánodo 28 que actúa como la pared exterior de la estructura tubular, estando dispuesta concéntricamente la estructura electrolito/separador 30 entre el cátodo de aire 26 y el ánodo 28. La celda metal-aire mostrada en la figura 2 tiene forma alargada para proporcionar un área superficial interior del cátodo.

La figura 3a muestra una realización relacionada de una celda metal-aire, representada en general en 32, en la que la celda metal-aire está de nuevo en forma de estructura tubular. El cátodo de aire 34 forma una pared interior de la estructura tubular y define un paso interior a lo largo del cual pueden fluir los gases. El ánodo 36 actúa como una pared exterior de la estructura, y está dispuesto un electrolito/separador 38 entre el ánodo 36 y el cátodo de aire 34. En la realización mostrada en la figura 3a, los componentes de la celda metal-aire, en particular el cátodo de aire 34, son corrugados, para proporcionar un área superficial del cátodo incrementada.

La figura 3b muestra otra realización relacionada de una celda metal-aire, representada en general en 40, en la que la celda metal-aire está de nuevo en forma de estructura tubular. En esta realización, el cátodo de aire 42 forma una pared exterior de la estructura tubular, y el ánodo 44 actúa como una pared interior de la estructura. Un electrolito/separador 46 está dispuesto entre el ánodo 44 y el cátodo de aire 42. En la realización mostrada en la figura 3b, el ánodo 44 define un paso interior. Sin embargo, puede ser posible proporcionar realizaciones en las que no haya paso interior. La celda metal-aire 40 está dispuesta en un conducto 48 que forma parte del dispositivo generador que comprende la celda metal-aire 40. Por lo tanto, en las realizaciones mostradas en la figura 3b, son la pared exterior de la estructura tubular formada por el cátodo de aire 42 y las paredes del conducto 48 las que definen un paso a lo largo del cual pueden fluir los gases para interactuar con el cátodo de aire 42. Una serie de celdas metal-aire pueden estar dispuestas en un conducto de este modo. La figura 3c muestra otra realización de una celda metal-aire, representada en general en 50, en la que la celda metal-aire 50 está dispuesta contra una pared 52 de la disposición de colector, actuando juntas estas dos estructuras para formar y definir un paso interior a lo largo del cual pueden fluir los gases. En las realizaciones mostradas en la figura 3c, la celda metal-aire 50 tiene una forma en sección transversal abovedada o sustancialmente hemisférica, donde el cátodo de aire 54 forma una pared interior de la estructura abovedada y está por lo tanto en comunicación con los gases que fluyen a lo largo del paso interior. El ánodo 56 actúa como una pared exterior de la estructura, y está dispuesto un electrolito/separador 58 entre el ánodo 56 y el cátodo de aire 54. Se apreciará que la disposición del colector y de la celda metal-aire puede adoptar muchas formas diferentes en sección transversal para proporcionar una combinación que defina un paso interior a lo largo del cual puedan fluir los gases.

La figura 4 es un diagrama esquemático de una aeronave 60 que tiene una serie de motores a reacción 62 y una serie de depósitos de combustible 64. Un sangrado de aire 66 se extrae de un compresor del motor de uno de los motores a reacción y se utiliza como un suministro de gas de sangrado para un generador de gas 68 de la invención. El aire de sangrado puede ser enfriado y comprimido según se requiera antes de su introducción en el generador de gas 68. El oxígeno producido por la generación de gas 68 se pone en circulación alrededor de la aeronave 60 por medio de un sistema 70 de suministro de oxígeno. El aire empobrecido en oxígeno se introduce en el depósito de combustible 64 utilizando un sistema 72 de suministro de aire empobrecido en oxígeno. Se pueden disponer a conveniencia generadores de gas y/o sangrados de aire adicionales.

## REIVINDICACIONES

1. Un producto gaseoso (10), que incluye:  
 por lo menos una celda metal-aire recargable (12) que puede funcionar para proporcionar el producto gaseoso; y  
 una disposición de colector, teniendo la disposición de colector una estructura de entrada (14, 18), una estructura de salida (16, 20) y una o varias válvulas (14a, 16a, 18a, 20a), permitiendo la estructura de entrada (14, 18) que se introduzca una atmósfera de alimentación en la celda metal-aire (12), transportando la estructura de salida (16, 20) el producto gaseoso a un punto previsto de utilización (70, 64) para proporcionar de ese modo una función de mejora medioambiental, y controlando dichas una o varias válvulas (14a, 16a, 18a, 20a) el suministro de gas a la celda metal-aire (12) y/o el transporte del producto gaseoso desde la celda metal-aire.
2. Un generador según la reivindicación 1, en el que la celda metal-aire recargable es una celda litio-aire recargable (12).
3. Un generador según la reivindicación 1 ó 2, en el que la disposición de colector incluye un sistema (70) de suministro de oxígeno para suministrar a un punto previsto de utilización oxígeno generado al cargar la celda metal-aire.
4. Un generador según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que por lo menos una parte de la estructura de salida del colector está en la forma de una salida (72) de atmósfera de alimentación empobrecida en oxígeno, para transportar a un punto previsto de utilización (64) una atmósfera de alimentación empobrecida en oxígeno generada al descargar la celda metal-aire.
5. Un generador según cualquier reivindicación anterior, que incluye además un sistema (22) de control de las válvulas para controlar el funcionamiento de las válvulas (14a, 16a, 18a, 20a).
6. Un generador según cualquier reivindicación anterior, que incluye una serie de celdas metal-aire (12) y un sistema de control de las celdas metal-aire que está configurado para controlar el funcionamiento de las celdas metal-aire de tal modo que, cuando se está cargando una celda metal-aire, se está descargando por lo menos otra celda metal-aire.
7. Un generador según cualquier reivindicación anterior, en el que la celda metal-aire recargable (12) incluye un cátodo de aire alargado (26) que, bien exclusivamente o en combinación con la disposición de colector (14, 18, 16, 20), define un paso alargado a lo largo del cual pueden fluir los gases durante la carga y descarga de la celda metal-aire.
8. Una aeronave (60) que incluye un generador (10) de productos gaseosos, según cualquier reivindicación anterior.
9. Una aeronave (60) según la reivindicación 8, en la que el producto gaseoso es oxígeno producido cargando la celda metal-aire (12) y la disposición de colector (70) transporta el oxígeno a una posición predeterminada a bordo de la aeronave para usos de respiración.
10. Una aeronave (60) según la reivindicación 8, en la que el producto gaseoso es una atmósfera empobrecida en oxígeno producida al descargar la celda metal-aire (12) y la disposición de colector (72) transporta la atmósfera empobrecida en oxígeno a una posición predeterminada (64) a bordo de la aeronave con propósitos de inertización de la atmósfera.
11. Un procedimiento para generar un producto gaseoso, que incluye las etapas de  
 disponer por lo menos una celda metal-aire recargable (12);  
 hacer funcionar la celda metal-aire para generar un producto gaseoso;  
 transportar el producto gaseoso a un punto previsto de utilización y proporcionar con el producto gaseoso una función de mejora medioambiental.
12. Un procedimiento según la reivindicación 11, en el que la celda metal-aire (12) está dispuesta en una aeronave (60), y la función de mejora medioambiental está dispuesta a bordo de la aeronave.
13. Un procedimiento según la reivindicación 11 ó 12, en el que el producto gaseoso es oxígeno, la celda metal-aire (12) se carga para proporcionar el oxígeno, y la función de mejora medioambiental es la provisión de oxígeno en una posición predeterminada para usos de respiración.
14. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en el que el producto gaseoso es una atmósfera empobrecida en oxígeno, la celda metal-aire (12) se descarga para proporcionar la atmósfera empobrecida en oxígeno, y la función de mejora medioambiental es la inertización de la atmósfera en una posición predeterminada.

15. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, que incluye la etapa de almacenar el producto gaseoso antes de la provisión de la función de mejora medioambiental del mismo.

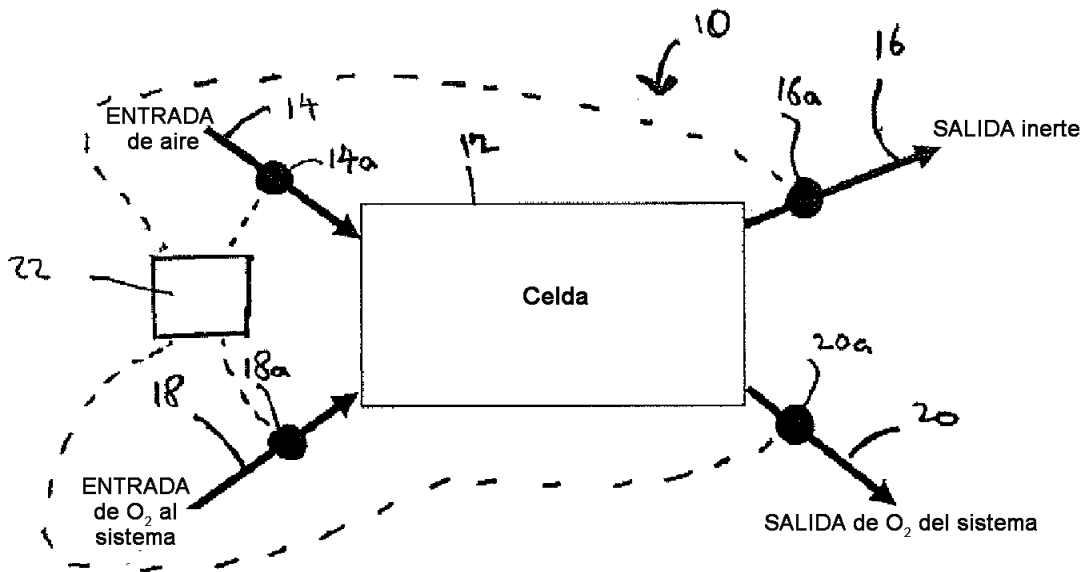


Fig. 1

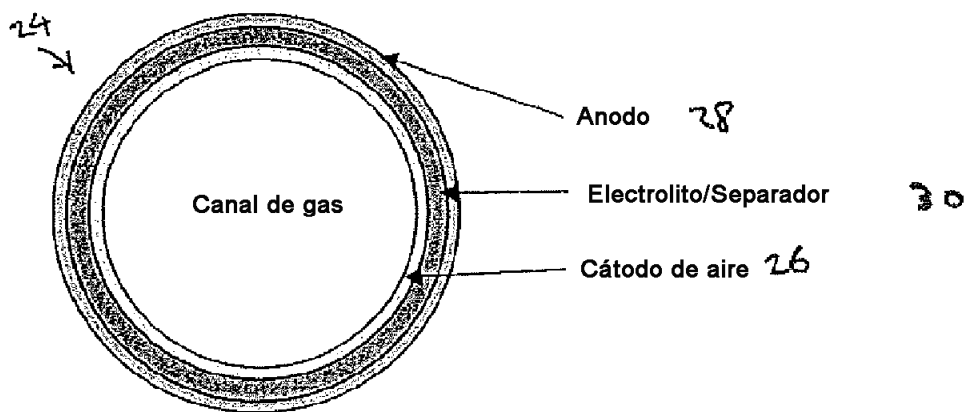


Fig. 2



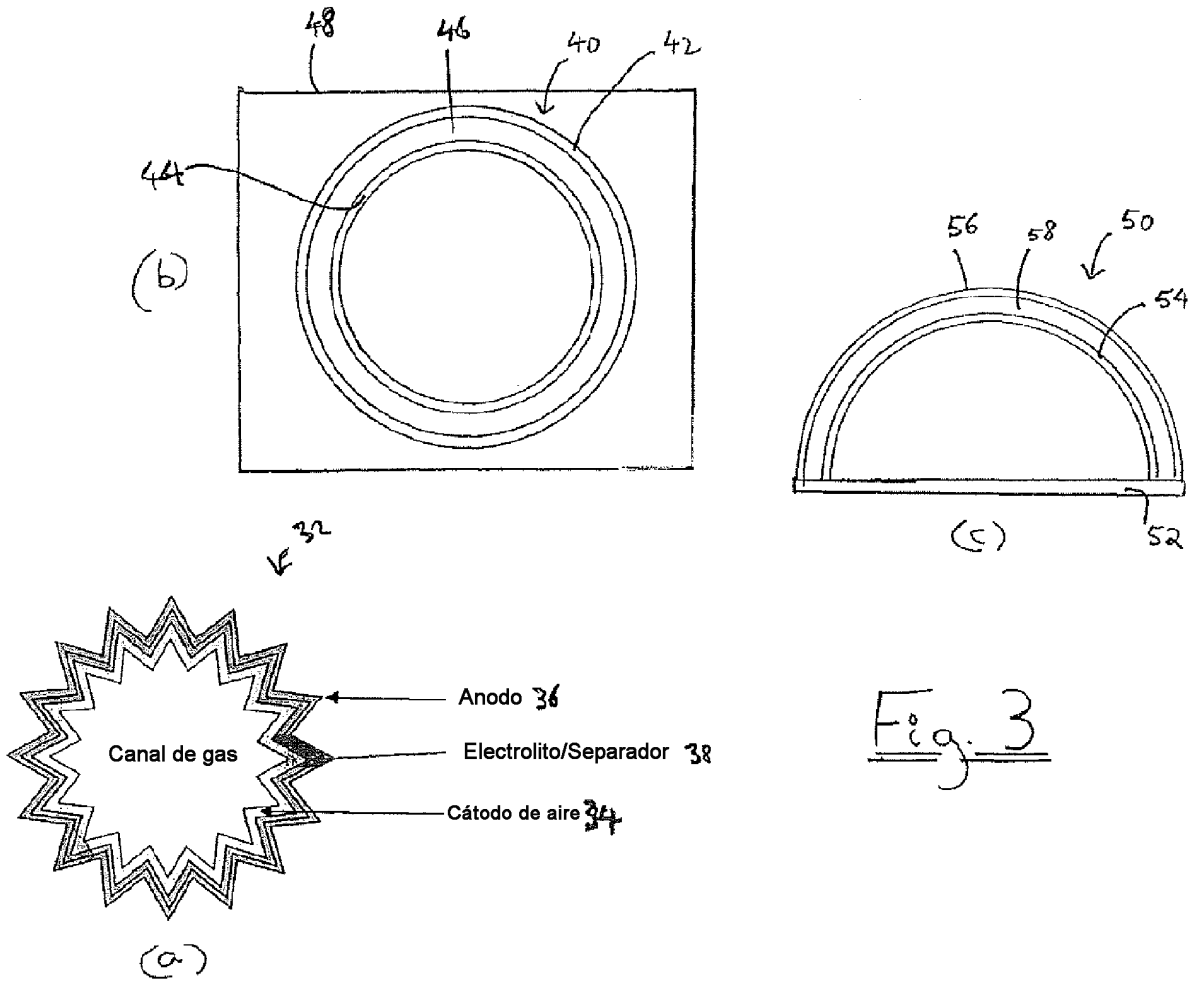


Fig. 3

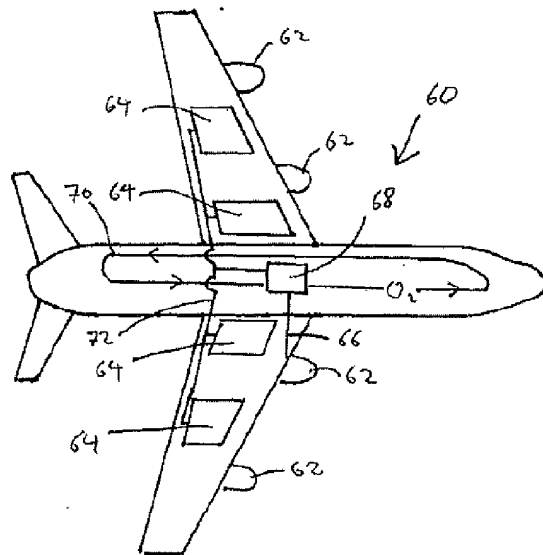


Fig. 4