

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 369 095**

51 Int. Cl.:

F03G 7/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06709473 .0**

96 Fecha de presentación: **02.02.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1844232**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **17.10.2007**

54 Título: **ACTIVACIÓN QUÍMICA DE UN ACCIONADOR O DE UN MOTOR OSMÓTICO.**

30 Prioridad:
03.02.2005 FR 0550314

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
25.11.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
25.11.2011

73 Titular/es:
**UNIVERSITE JOSEPH FOURIER
621, AVENUE CENTRALE, BOITE POSTALE 53
38041 GRENOBLE CEDEX 9, FR y
INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE
GRENOBLE**

72 Inventor/es:
**LENOUVEL, François;
DURRIEU, Vanessa;
BELGACEM, Naceur y
CINQUIN, Philippe**

74 Agente: **Curell Aguila, Marcelino**

ES 2 369 095 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

Activación química de un accionador o de un motor osmótico.

5 La presente invención se refiere a unos dispositivos que pueden servir de accionadores o de motores que son simples de realizar, que utilizan un carburante de bajo coste y que emiten poco o ningún desecho.

Además, la presente invención se refiere a unos dispositivos que pueden servir de accionadores o de motores adaptados para funcionar en el interior de un medio biológico tal como el cuerpo humano o un cuerpo animal.

10 Dichos accionadores y dichos motores encuentran unas aplicaciones en el campo médico, por ejemplo para paliar la deficiencia de un músculo natural. Los músculos que pueden ser sustituidos o asistidos, de manera temporal o definitiva son, por ejemplo, el músculo cardiaco, los músculos respiratorios, los esfínteres y los músculos lisos o estriados, en particular esqueléticos.

15 Dichos accionadores y dichos motores encuentran asimismo unas aplicaciones en unos campos diferentes del campo médico. En particular, dicho motor se puede utilizar en todos los campos en los que una baja producción de desechos es un factor importante en la elección del motor. Puede tratarse, por ejemplo, del campo automovilístico en el que se busca reducir lo máximo posible los desechos contaminantes por el motor utilizado para el arrastre de las ruedas del vehículo.

20 La solicitud de la patente US 2004/248269, a nombre del solicitante, describe un accionador osmótico destinado a ser sumergido en un medio biológico y que comprende un recinto deformable que tiene una membrana semi-permeable, conteniendo este recinto un soluto susceptible de ser osmóticamente activo.

25 La solicitud de patente EP-A-1 481 165, a nombre del solicitante, describe un accionador y un motor osmótico cuyo funcionamiento puede ser controlado con más precisión. A este respecto, la solicitud de patente EP-A-1 481 165 prevé la utilización de microorganismos que están contenidos en un recinto permeable a un disolvente y no permeable a un primer soluto. Los microorganismos están adaptados para transformar un segundo soluto en el primer soluto. Una cámara deformable está unida al recinto y puede aumentar de volumen bajo la acción del disolvente que penetra en el recinto mediante osmosis a medida que los microorganismos suministran el primer soluto.

35 Un inconveniente de dicho accionador y de dicho motor osmótico es que el mantenimiento en vida de los microorganismos impone unas condiciones de utilización exigentes. Más precisamente, es necesario disolver en el disolvente en el que están dispuestos los microorganismos unas sustancias esenciales para el metabolismo de los microorganismos, por ejemplo la glucosa y el oxígeno. Es necesario además prever la evacuación de los desechos producidos por el metabolismo celular, en particular el gas carbónico. Por otra parte, es necesario mantener numerosos parámetros tales como la temperatura o el pH del disolvente en el que están dispuestos los microorganismos en unos intervalos generalmente muy reducidos fuera de los cuales los microorganismos no pueden sobrevivir.

La presente invención se refiere a un accionador y a un motor osmótico cuya utilización está simplificada.

45 La presente invención se refiere asimismo a un accionador y a un motor osmótico que pueden funcionar durante mucho tiempo sin ninguna operación de mantenimiento exigente.

50 La presente invención se refiere a la utilización, en lugar de los microorganismos previstos en la solicitud de patente europea EP-A-1 481 165, uno o varios catalizadores adaptados para favorecer una reacción de transformación de un compuesto en otro compuesto. Dichos catalizadores pueden corresponder por ejemplo a unas enzimas que son unas proteínas provistas de un poder catalítico muy elevado. Con respecto a la solicitud de patente EP-A-1 481 165, la presente invención se caracteriza porque presenta un mayor margen de maniobra en cuanto a las condiciones de utilización del accionador y del motor osmótico. En efecto, siendo los catalizadores unos compuestos no vivos, las exigencias que tienen como objetivo asegurar su integridad son menos importantes que las que tienen como objetivo la supervivencia de los microorganismos.

55 Más particularmente, la presente invención prevé un accionador que comprende un recinto que presenta una pared no permeable a un primer soluto y permeable a un disolvente y que contiene, por lo menos temporalmente, un catalizador adaptado para favorecer la transformación de por lo menos un segundo soluto en el primer soluto para hacer variar la presión osmótica en el recinto; y una cámara deformable unida al recinto, estando dicha cámara adaptada para aumentar de volumen bajo la acción del disolvente que se desplaza del recinto a la cámara mediante ósmosis o estando dicho recinto destinado a ser dispuesto en contacto con el disolvente, estando dicha cámara adaptada para aumentar de volumen bajo la acción del disolvente que penetra en el recinto mediante ósmosis.

65 Según un modo de realización de la invención, dicha pared del recinto es permeable al segundo soluto.

Según un modo de realización de la invención, dicha pared del recinto es no permeable al segundo soluto, estando el catalizador adaptado para favorecer la transformación de un número de partículas del segundo soluto en un número más elevado o menos elevado de partículas del primer soluto.

5 La presente invención prevé asimismo un motor que comprende un accionador tal como se ha descrito anteriormente, en el que la cámara comprende un medio de retorno que se opone al aumento del volumen de la cámara y un medio controlable para disminuir la presión osmótica en la cámara.

10 Según un modo de realización de la invención, la pared del recinto es no permeable al segundo soluto, estando el catalizador adaptado para favorecer la transformación de un número de partículas del segundo soluto en un número más elevado de partículas del primer soluto. El motor comprende además un recinto suplementario que tiene una pared permeable al disolvente y no permeable al primer y segundo solutos y que contiene un catalizador suplementario adaptado para favorecer la transformación de un número de partículas del primer soluto en un número más pequeño de partículas del segundo soluto, estando dicho recinto suplementario unido a la cámara mediante una válvula.

15 Según un modo de realización de la invención, la pared del recinto es no permeable al segundo soluto, estando el catalizador adaptado para favorecer la transformación de un número de partículas del segundo soluto en un número más elevado de partículas del primer soluto. El recinto está dispuesto en una envoltente deformable que contiene el disolvente y el primer soluto, conteniendo el recinto un catalizador suplementario adaptado para favorecer la transformación de un número de partículas del primer soluto en un número más pequeño de partículas del segundo soluto, siendo el medio para disminuir la presión osmótica en la cámara una válvula adaptada para poner en comunicación la cámara y la envoltente.

20 La presente invención prevé asimismo un motor que comprende un accionador tal como se ha descrito anteriormente, en el que el recinto es por lo menos en parte deformable y está unido a la cámara a nivel de la pared. El motor comprende un primer medio de suministro en el recinto del catalizador, y un segundo medio de suministro en el recinto de un catalizador suplementario adaptado para favorecer la transformación del primer soluto en el segundo soluto.

25 Según un modo de realización de la invención, la pared es permeable al segundo soluto. El catalizador está adaptado para favorecer la transformación de un número de partículas del segundo soluto en un número más pequeño de partículas del primer soluto y el catalizador suplementario está adaptado para favorecer la transformación de un número de partículas del primer soluto en un número más elevado de partículas del segundo soluto.

30 Según un modo de realización de la invención, el segundo soluto es un compuesto que comprende una función amina, siendo el primer soluto un complejo del segundo soluto y de un soluto suplementario que comprende una función aldehído, siendo la pared no permeable al soluto suplementario. Además, el catalizador es el ión hidrógeno, siendo el catalizador suplementario el ión hidroxilo.

35 Según un modo de realización de la invención, el primer medio de suministro comprende un recinto suplementario destinado a recibir un disolvente que contiene glucosa, conteniendo el recinto suplementario unas enzimas glucosa oxidasa adaptadas para favorecer la oxidación de la glucosa para proporcionar unos iones gluconato y unos iones hidrógeno.

40 Según un modo de realización de la invención, el segundo medio de suministro comprende un recinto suplementario destinado a recibir un disolvente que contiene urea, conteniendo el recinto suplementario unas enzimas ureasa adaptadas para favorecer la oxidación de la urea para proporcionar unos iones amonio y dióxido de carbono.

45 La presente invención prevé asimismo una disolución de osmolaridad variable en función del pH que comprende una primera sustancia que tiene una función amina y una segunda sustancia que tiene una función aldehído.

50 Según un modo de realización de la invención, la primera sustancia es la urea y la segunda sustancia es la vanilina.

55 Según un modo de realización de la invención, la segunda sustancia es un derivado de la vanilina.

60 Estos objetos, características y ventajas, así como otros de la presente invención, se pondrán más claramente de manifiesto a partir de la descripción siguiente de modos de realización particulares realizada a título no limitativo haciendo referencia a las figuras adjuntas, en las que:

las figuras 1A y 1B representan dos etapas de funcionamiento de un primer modo de realización de un motor según la invención;

65 las figuras 2A y 2B representan dos etapas de funcionamiento de una variante del primer modo de realización del motor según la invención;

las figuras 3A a 3C representan tres etapas de funcionamiento de un segundo modo de realización del motor según la invención;

5 las figuras 4A a 4C representan tres etapas de funcionamiento de un tercer modo de realización del motor según la invención;

las figuras 5A a 5D representan cuatro etapas de funcionamiento de un cuarto modo de realización del motor según la invención;

10 la figura 6 representa una variante del cuarto modo de realización; y

la figura 7 representa una variante del cuarto modo de realización.

15 En las figuras 1A y 1B, un motor osmótico 10 según la invención comprende un recinto 12 constituido por un haz de fibras huecas de pared semi-permeable 14, por ejemplo del tipo utilizado para las operaciones de diálisis. La pared de las fibras 14 tiene un umbral de corte determinado, por ejemplo del orden de 200 Daltons, es decir, que deja pasar unas partículas que tiene una masa molar sustancialmente inferior a 200 Daltons, es decir a 200 g/mol. Cada fibra tiene, por ejemplo, un diámetro del orden de 200 μm . El haz de fibras 14 está mantenido en un primer extremo por un primer anillo de unión 16, por ejemplo por medio de una zona de pegado 18. El anillo 16 comprende una abertura 20 cerrada por un tapón 21. El segundo extremo del haz de fibras 14 está mantenido por un segundo anillo de unión 22, por ejemplo por medio de una zona de pegado 24. Una membrana 25, que tiene un umbral de corte del orden de 1.000 Daltons, cierra el segundo anillo 22.

25 El recinto 12 está fijado a nivel del segundo anillo de unión 22, en un extremo de un cuerpo cilíndrico 28 en el que puede deslizarse un pistón móvil 30. El pistón móvil 30 y el cuerpo cilíndrico definen una cámara de dilatación 31. Un medio de retorno 32, por ejemplo un resorte, ejerce sobre el pistón 30 un esfuerzo de tracción que tiende a devolverlo a una posición de reposo. El cuerpo cilíndrico 28 comprende una válvula de evacuación 34 que comunica con el exterior del motor 10.

30 Se dispone en el interior de las fibras 14 un catalizador adaptado para favorecer una reacción de síntesis de una sustancia X osmóticamente activa a partir de una sustancia Y, teniendo la sustancia Y una masa molar más baja que la masa molar de la sustancia X. El umbral de corte de las fibras 14 se fija para impedir el paso de la sustancia X y del catalizador pero para permitir el paso de la sustancia Y, mientras que el umbral de corte de la membrana 25 se fija para permitir el paso de la sustancia X pero para bloquear el catalizador. En funcionamiento normal, el motor 10 está dispuesto en un medio ambiente que comprende un disolvente en el que se disuelve la sustancia Y.

Un ciclo de funcionamiento del motor 10 se desarrolla entonces de la manera siguiente.

40 La figura 1A representa el motor 10 al principio de un ciclo. El pistón 30 está en posición de reposo, siendo el volumen de la cámara de dilatación 31 mínimo, y la válvula de evacuación 34 está cerrada. El catalizador favorece la fabricación de la sustancia X a partir de la sustancia Y, lo cual tiende a hacer aumentar la presión osmótica en el interior del haz de fibras 14. El disolvente del medio ambiente penetra en las fibras 14 y en la cámara de dilatación 31, desplazando así el pistón 30. El desplazamiento del pistón tensa el resorte 32, lo cual permite almacenar energía mecánica.

50 En la figura 1B, la cámara de dilatación 31 está representada en expansión máxima. La válvula de evacuación 34 se abre entonces. La presión en el interior de la cámara de dilatación 31 se iguala con la presión del medio ambiente. El resorte 32 devuelve al pistón 30 a la posición de reposo evacuando, mediante la válvula de evacuación 34, el disolvente de la cámara de dilatación 31 en el medio ambiente. La energía mecánica almacenada en el resorte 32 es así recuperada. La válvula 34 se cierra finalmente, terminando así el ciclo motor.

El pistón 32 puede estar unido a un elemento exterior al que se desea transmitir una energía mecánica.

55 A título de ejemplo, la sustancia X es un polímero de glucosa que comprende un número elevado de moléculas de glucosa, por ejemplo el dextrano, y la sustancia Y es un oligómero (que, por definición, comprende un pequeño número de monómeros) de glucosa de peso molecular mínimo igual a 342 g/mol. El catalizador puede entonces ser una enzima dextranosucrasa, es decir, una enzima que favorece la síntesis de dextrano a partir de un oligómero de glucosa.

60 Según un primer modo de realización, la cámara de dilatación 31 está realizada por un cuerpo cilíndrico en el que se desliza un pistón. En función de la utilización deseada del motor 10 según la invención, la cámara de dilatación 31 puede ser realizada de manera diferente.

65 Las figuras 2A y 2B representan una variante de estructura de la cámara de dilatación 31 del motor 10 del primer modo de realización. Según esta variante, la cámara de dilatación 31 corresponde al espacio definido entre una

envolvente interior 36 y una envolvente exterior 37 a la manera de una cámara de aire. La envolvente interior 36 es deformable y extensible y rodea un cuerpo deformable 38. La envolvente exterior 37 es flexible e inextensible. Se cierra sobre la envolvente interior 36 y está unida al anillo de unión 22 del recinto 12. La válvula de evacuación 34 está dispuesta en el anillo de unión 22. A título de ejemplo, en una aplicación médica del motor osmótico 10 según la invención, el cuerpo deformable 38 puede ser el corazón humano y las envolventes pueden definir unas cámaras de dilatación 31 en forma de tubos que rodean el corazón.

Un ciclo del motor 10 según la variante del primer modo de realización es el siguiente.

La figura 2A representa el motor al inicio del ciclo. El volumen de la cámara de dilatación 31 es mínimo, estando el cuerpo deformable 38 en dilatación máxima, lo cual puede corresponder a un corazón en diástole. La válvula de evacuación 34 está entonces cerrada. El catalizador favorece la formación de la sustancia X, lo cual provoca, mediante ósmosis, la introducción de disolvente en la cámara de dilatación 31. La envolvente interior 36 se deforma y comprime el cuerpo deformable 38.

En la figura 2B, el cuerpo deformable 38 está comprimido al máximo, lo cual puede corresponder a un corazón en sístole. Con la apertura de la válvula de evacuación 34, el disolvente evacua la cámara de dilatación 31 permitiendo la dilatación del cuerpo deformable 38, lo cual termina el ciclo.

Según otra variante de la invención, la cámara de dilatación está constituida por una envolvente elástica que encierra las fibras que están dispuestas, por ejemplo, en espiral, siendo los dos anillos de unión estancos. Durante la síntesis de la sustancia osmóticamente activa, las fibras tienden a enderezarse y a deformar la envolvente elástica. Está prevista una válvula de evacuación a nivel de un anillo de unión. Con la apertura de la válvula, la presión en el interior de las fibras disminuye y la envolvente tiende a recuperar su forma inicial.

Según otra variante de la invención, el recinto puede estar unido a la cámara de dilatación por un conducto flexible. Esto permite disponer de manera ventajosa el recinto en un medio ambiente propicio para la aportación de disolvente en el que se disuelve la sustancia Y, y disponer la cámara de dilatación en un sitio en el que se desea disponer de la energía mecánica. En el caso de una aplicación médica, se podrá disponer el recinto en un tejido graso, o en la red vascular. En este último caso, las fibras pueden estar dispuestas para formar un tubo hueco, dejando en su centro un espacio cilíndrico que permite la circulación de un fluido tal como la sangre. Los anillos de unión pueden ser de forma tórica y estar dispuestos contra la pared de un vaso sanguíneo. Uno de los anillos de unión tóricos comunica con la cámara de dilatación mediante el conducto flexible que perfora el vaso sanguíneo.

Las figuras 3A a 3C representan un segundo modo de realización de un motor osmótico según la invención. El motor 40 incluye los componentes del motor del primer modo de realización y se conservan las referencias asociadas a éste.

El motor 40 comprende un primer recinto 12 del tipo descrito anteriormente y un segundo recinto 42. El segundo recinto 42 comprende un segundo haz de fibras 44 mantenido en los extremos mediante unos anillos de unión 45, 46, por medio de zonas de pegado 47, 48. El segundo recinto 42 está fijado en el cuerpo cilíndrico 28 a nivel de la válvula 34, mediante el anillo de unión 45 que comprende una membrana 49 que separa la cámara de dilatación 31 de las segundas fibras 44. El segundo recinto 42 comunica, a nivel del anillo 46, por medio de una membrana 52, con un depósito 54 deformable y estanco.

Se dispone, en el primer haz de fibras 14, un primer catalizador C_1 que favorece la formación de una sustancia Y a partir de una sustancia X, de manera que a partir de una partícula elemental de la sustancia X, se produce más de una partícula elemental de la sustancia Y. Se dispone, en el segundo haz de fibras 44, un segundo catalizador C_2 que favorece la formación de la sustancia X a partir de la sustancia Y, de manera que para producir una partícula elemental de la sustancia X, se utiliza más de una partícula elemental de la sustancia Y.

Según un ejemplo, la sustancia X es un polímero de glucosa que comprende un número elevado de moléculas de glucosa, por ejemplo el dextrano, y la sustancia Y es un oligómero de glucosa. El segundo catalizador C_2 puede entonces ser una enzima dextranosucrasa, es decir, una enzima que favorece la síntesis de dextrano a partir de un oligómero de glucosa, y el primer catalizador C_1 puede entonces ser una enzima dextranasa, es decir una enzima que favorece la degradación del dextrano en glucosa o en oligómeros de glucosa.

Las paredes de los haces de fibras 14, 44, tienen un umbral de corte inferior a la masa molar de las sustancias X e Y. A título de ejemplo, el umbral de corte es del orden de 100 Daltons cuando la sustancia Y es glucosa o un oligómero de glucosa y la sustancia X es dextrano. Las membranas 25, 49 y 52 tienen unos umbrales de corte superiores a 1.000 Daltons, de manera que dejan pasar las sustancias X e Y y mantienen los catalizadores en los haces de fibras respectivos 14, 44.

En funcionamiento normal, el motor 40 está dispuesto en un disolvente. El ciclo de funcionamiento del motor osmótico 40 según la invención es el siguiente.

- La figura 3A representa el motor 40 al inicio del ciclo. La válvula 34 está cerrada. Las concentraciones de la sustancia Y son idénticas en el depósito 54 y en la cámara de dilatación 31, así como las concentraciones de la sustancia X. en el primer haz de fibras 14, el catalizador C_1 favorece la formación de la sustancia Y, lo cual aumenta la presión osmótica en la cámara de dilatación 31. El disolvente penetra en el primer haz de fibras 14 y después en la cámara de dilatación 31, desplazando así el pistón 30 y almacenando energía mecánica mediante la puesta en tensión del resorte 32. Durante este tiempo, en el segundo haz de fibras 44, el catalizador C_2 favorece la formación de la sustancia X, lo cual disminuye la presión osmótica en el depósito 54. El depósito 54 disminuye de volumen, sin producir trabajo útil puesto que nada se opone a esta disminución.
- La figura 3B representa el motor 10 al final de la etapa descrita anteriormente, teniendo la cámara de dilatación 31 un volumen máximo.
- La válvula 34 se abre entonces. Las concentraciones en sustancia X y en sustancia Y se equilibran en los haces de fibras 14, 44, la cámara de dilatación 31 y el depósito 54. Asimismo, las presiones osmóticas se equilibran en los diferentes compartimentos. El pistón 30 desciende entonces bajo la acción del resorte 32 hasta la posición representada en la figura 3C. Además, el depósito 54 se dilata llenándose de líquido, siendo el trabajo necesario para dilatar el depósito 54 despreciable frente al procurado por el resorte 32, siendo las presiones en el medio ambiente bajas frente a las presentes en la cámara de dilatación 31. La válvula 34 se cierra entonces, lo cual termina el ciclo.
- El segundo modo de realización es particularmente ventajoso en la medida en la que los intercambios entre el motor 40 y el medio ambiente son reducidos con respecto al primer modo de realización. En efecto, en el primer modo de realización, la sustancia X osmóticamente activa, por ejemplo el dextrano, está producida a partir de la sustancia Y, por ejemplo un oligómero de glucosa, presente en el disolvente. Además, al final de un ciclo motor, la válvula de evacuación 34 se abre y la mayor parte de la sustancia X formada se libera en el medio ambiente. En el caso de una aplicación médica, la sustancia X producida, por ejemplo el dextrano, se libera en el cuerpo humano, lo cual puede ser problemático. En el segundo modo de realización, sólo existe transferencia de disolvente entre el motor 40 y el medio ambiente.
- Las figuras 4A y 4C representan un tercer modo de realización del motor osmótico 60 según la invención. El motor 60 incluye los componentes del motor 10 del primer modo de realización y se conservan las referencias asociadas a éste.
- El recinto 12 está dispuesto en una envolvente 61 deformable y estanca que se cierra sobre el anillo de unión 22 y la válvula de evacuación 34. La envolvente 61 está llena de un disolvente. La envolvente 61 puede estar dispuesta en un cárter rígido 64 perforado para no impedir las deformaciones de la envolvente 61.
- Se dispone, en el haz de fibras 14 del recinto 12, un primer catalizador C_1 que favorece la formación de una sustancia Y (por ejemplo un oligómero de glucosa) a partir de una sustancia X (por ejemplo dextrano), de manera que a partir de una partícula elemental de X, se produce más de una partícula elemental de Y. Se dispone, en la envolvente 61, un segundo catalizador C_2 que favorece la formación de la sustancia X a partir de la sustancia Y, de manera que para producir una partícula elemental de la sustancia X se utiliza más de una partícula elemental de la sustancia Y.
- Las membranas del haz de fibras 14 tienen un umbral de corte inferior a la masa molar de las sustancias X e Y. A título de ejemplo, el umbral de corte es del orden de 100 Daltons cuando la sustancia Y es glucosa o un oligómero de glucosa, y la sustancia X dextrano.
- Un ciclo de funcionamiento del motor 60 según el tercer modo de realización es el siguiente.
- La figura 4A representa el motor 60 al principio de un ciclo. La válvula 34 está cerrada. La envolvente 61 está al máximo de su volumen. Todos los compartimentos contienen un disolvente en el que están en disolución las sustancias X e Y. Las concentraciones en X están sustancialmente equilibradas entre la envolvente 61 y la cámara de dilatación 31. El primer catalizador C_1 favorece la formación de la sustancia Y, lo cual aumenta la presión osmótica en el haz 14 y la cámara de dilatación 31. El segundo catalizador C_2 favorece la formación de la sustancia X, reduciendo la presión osmótica en el interior de la envolvente 61. Se producen unos intercambios de disolvente, pasando el disolvente hacia el haz de fibras 14 y, de allí, hacia la cámara de dilatación 31, provocando el desplazamiento del pistón 30. El pistón está en fase ascendente.
- La figura 4B representa el motor 60 al final de la etapa descrita anteriormente. La concentración en sustancia X es mínima en el haz de fibras 14 y máxima en el interior de la envolvente 61. A la inversa, la concentración en sustancia Y es máxima en el haz de fibras 14 y mínima en la envolvente 61.
- Se abre después la válvula de evacuación 34 que pone en comunicación directa la cámara de dilatación 31 y la envolvente 61. La presión en la cámara de dilatación 31 cae y el resorte de retorno 32 devuelve el pistón 30 a la posición inicial evacuando el disolvente de la cámara de dilatación 31 hacia la envolvente 61. El pistón está en fase

descendente. El haz de fibras 14 está así puesto en comunicación con el interior de la envolvente 61. Las concentraciones en sustancias X e Y se igualan entre estos dos compartimentos.

5 La figura 4C representa el motor 60 al final de la fase descendente del pistón 30. La válvula 34 se cierra después, lo cual termina el ciclo.

10 Una variante del tercer modo de realización del motor osmótico puede ser utilizada como motor para el arrastre de las ruedas de un vehículo automóvil. Según esta variante, el resorte se suprime y el pistón está unido, por ejemplo, mediante una biela a un árbol motor de arrastre de las ruedas de manera análoga a la unión entre un pistón de un motor térmico y el cigüeñal. La fuerza motriz corresponde a la fase ascendente del pistón, es decir, a la fase de expansión de la cámara de dilatación. En fase descendente, cuando el volumen de la cámara de dilatación disminuye, el pistón encuentra sólo una débil resistencia, que corresponde al paso del disolvente a través de la válvula de evacuación de la cámara de dilatación. De manera ventajosa, por lo menos dos motores osmóticos pueden ser puestos en paralelo para arrastrar el árbol motor de manera que las cámaras de dilatación de los motores trabajen en oposición, estando una en fase de expansión cuando la otra está en fase de contracción.

15 Dicho motor puede, además, ser utilizado para recuperar energía durante el frenado del vehículo. En este caso, comprende una válvula suplementaria, denominada válvula de alimentación, dispuesta entre el primer haz de fibras y la cámara de dilatación. Durante el funcionamiento del motor para el arrastre de las ruedas, la válvula de alimentación está abierta de manera que el motor funciona tal como se ha descrito anteriormente.

20 En el caso de un frenado, cuando el pistón está en fase ascendente, la válvula de alimentación está cerrada y la válvula de evacuación está abierta, de manera que la cámara de dilatación se llena de líquido sin esfuerzo significativo. Una gran parte del líquido contenido en la envolvente deformable pasa a la cámara de dilatación sin que varíen las concentraciones en los diversos compartimentos. La válvula de alimentación se abre después y la válvula de evacuación se cierra. Cuando el pistón desciende bajo la acción del eje motor arrastrado por las ruedas, el líquido contenido en la cámara de dilatación es expulsado a través del haz de fibras y llega a la envolvente. El trabajo así producido permite al mismo tiempo ralentizar el vehículo, pero también hacer variar las concentraciones de las sustancias X e Y. En efecto, la osmolaridad del haz de fibras aumenta, mientras que la osmolaridad en la envolvente deformable disminuye.

25 Así, cuando el motor funciona de nuevo como motor de arrastre de las ruedas, estando la válvula de alimentación abierta, el ciclo motor se reinicia con una eficacia superior. En efecto, las diferencias de concentraciones entre los compartimentos crearán una diferencia de presión gracias a la cual el ciclo se realizará más rápidamente.

30 Además, los recintos 12 y 42 pueden ser realizados de diferente manera que mediante un haz de fibras. Pueden tener cualquier forma que permita un buen intercambio de los solutos y del disolvente por ambos lados de la pared del recinto.

35 Además, la válvula 34 puede presentar cualquier tipo de estructura conocida. Las aperturas y cierres de la válvula pueden, por ejemplo, ser controladas por un dispositivo externo al motor, de manera síncrona o no, o bien ser iniciadas automáticamente por la propia estructura de la válvula cuando la presión en un compartimento del motor excede un valor determinado.

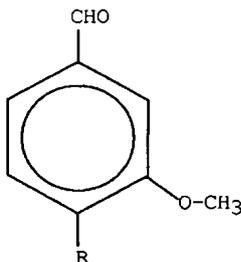
40 Las figuras 5A a 5D representan un cuarto modo de realización del motor osmótico 80 según la invención. El motor 80 incluye algunos componentes del motor 60 del tercer modo de realización y se conservan las referencias asociadas a éste.

45 Con respecto al motor 60, se suprime el recinto 12. Una válvula 82 está dispuesta a nivel del cárter rígido 64 y está adaptada para hacer comunicar, cuando está abierta, el contenido de la envolvente 61 con el contenido de un recinto 84. Una válvula 86 está dispuesta a nivel del cárter rígido 64 y está adaptada para hacer comunicar, cuando está abierta, el contenido de la envolvente 61 con el contenido de un recinto 88.

50 La envolvente 61 contiene unas sustancias U y V, disueltas en un disolvente y que son susceptibles de reaccionar en presencia de iones H^+ , es decir, a un pH suficientemente ácido, para formar una sustancia Z. El ión H^+ desempeña un papel similar al de un catalizador de la reacción de síntesis de la sustancia Z. La reacción inversa, según la cual la sustancia Z está degradada para volver a dar las sustancias U y V, es susceptible de producirse en presencia de iones OH^- , es decir, a un pH suficientemente básico. El ión OH^- desempeña un papel similar al de un catalizador de la reacción de degradación de la sustancia Z. La membrana 25 tiene un umbral de corte suficientemente bajo para bloquear las sustancias U y V que son por lo tanto osmóticamente activas. Las válvulas 82, 86 están asociadas a unas membranas, no representadas, que tienen un umbral de corte tal que bloquean las sustancias U y V. Según el cuarto modo de realización, el recinto 84 contiene una disolución ácida y el recinto 88 contiene una disolución básica.

65 Las sustancias U, V y Z deben ser solubles en el disolvente y, si es posible, compatibles en el caso de una aplicación médica. A título de ejemplo, la sustancia U es una molécula que comprende una función amina primaria

(función $-NH_2$) y la sustancia V es una molécula que comprende una función aldehído (función $-CHO$). Unas reacciones de formación de complejos a partir de una sustancia U con función amina y de una sustancia V con función aldehído se describen en las obras "Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms and Structure", tercera edición, J. March, John Wiley and Sons, Nueva York (1985), pp. 796-798 y "Advanced Organic Chemistry, Part B: Reactions and Synthesis", tercera edición, F.A. Carey y R.J. Sundberg, Plenum Press, Nueva York (1990), pp. 30-31. A título de ejemplo, la sustancia U puede ser la urea de masa molar 60 g/mol, y la sustancia V puede ser la vanilina de masa molar 152 g/mol. La membrana 25 tiene entonces un umbral de corte de 50 Daltons. La sustancia Z corresponde a un complejo urea-vanilina. En este caso, la reacción de formación del complejo urea-vanilina está favorecida por un pH inferior a 6, mientras que la reacción de degradación del complejo urea-vanilina (que vuelve a dar urea y vanilina) está favorecida por un pH del orden de 8. Según otro ejemplo, el compuesto V es un derivado de la vanilina que tiene la fórmula siguiente:



15 en la que R es un grupo carbonado (correspondiendo R al grupo hidroxilo $-OH$ en el caso de la vanilina).

La cámara de dilatación 31 contiene una sustancia A, disuelta en el disolvente, osmóticamente activa. La membrana 25 tiene un umbral de corte suficientemente bajo para bloquear la sustancia A. A título de ejemplo, la sustancia A es el dextrano.

20 Un ciclo de funcionamiento del motor 80 según el cuarto modo de realización es el siguiente.

La figura 5A representa el motor 80 al principio de un ciclo. La envolvente 61 está al máximo de su volumen. Las concentraciones de las sustancias U y V y la concentración de la sustancia A se seleccionan inicialmente de manera que las presiones osmóticas en la cámara de dilatación 31 y en la envolvente 61 se equilibren, permaneciendo el pistón 30 fijo.

La válvula 86 está cerrada y la válvula 82 está entonces abierta. Los iones H^+ se esparcen en la envolvente 61 provocando una disminución del pH. Cuando el pH en la envolvente 61 ha disminuido hasta el valor deseado, la válvula 82 se cierra. La reacción de formación de la sustancia Z a partir de las sustancias U y V está entonces favorecida. La presión osmótica en la envolvente 61 disminuye con respecto a la presión osmótica en la cámara de dilatación 31 que no varía. Se produce entonces una transferencia de disolvente, pasando disolvente de la envolvente 61 a la cámara de dilatación 31 atravesando la membrana 25, provocando el desplazamiento del pistón 30. El pistón 30 está en fase ascendente.

35 La figura 5B representa el motor 80 al final de la fase ascendente del pistón 30.

En la figura 5C, se ha abierto la válvula 86 de manera que se pone en comunicación el contenido de la envolvente 61 con el contenido del recinto 88. Unos iones OH^- se esparcen en la envolvente 61 provocando un aumento del pH. Cuando el pH es suficientemente básico, se cierra la válvula 86. La reacción de degradación de la sustancia Z está entonces favorecida, provocando el aumento del número de partículas osmóticamente activas en la envolvente 61. Como la presión osmótica aumenta en la envolvente 61, se produce una nueva transferencia de producto, pasando disolvente de la cámara de dilatación 31 hacia la envolvente 61 por medio de la membrana 25. La acción del resorte 32 favorece la evacuación del disolvente de la cámara de dilatación. Sin embargo, el resorte 32 podría no estar presente, desplazándose el pistón por succión. El pistón 30 está en fase descendente.

La figura 5D representa el motor 80 al final de la fase descendente del pistón 30, lo cual termina el ciclo. Las concentraciones de las sustancias U y V en la envolvente 61 son entonces sustancialmente idénticas a las concentraciones al principio del ciclo.

Según una variante del cuarto modo de realización, la membrana 25 es sólo impermeable a la sustancia V pero permeable a la sustancia U. En este caso, sólo las sustancias A, Z y V son osmóticamente activas. La sustancia U es libre de difundirse a través de la membrana 25 y por lo tanto no es osmóticamente activa. En el caso en el que la sustancia U es la urea y la sustancia V es la vanilina, la membrana 25 tiene, por ejemplo, un umbral de corte del orden de 100 Daltons.

Las sustancias U y V tienen entonces la característica suplementaria de que la formación de una partícula de la

sustancia Z utiliza, por lo menos como media, más de una partícula de la sustancia V. Esto se verifica cuando la sustancia U es la urea y la sustancia V es la vanilina. En efecto, una molécula del complejo urea-vanilina se obtiene como media a partir de una molécula de urea y más de una molécula de vanilina (injetándose una o dos moléculas de vanilina sobre la urea según el volumen estérico). Dicha reacción de sustitución se describe en la referencia citada anteriormente "Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms and Structure", tercera edición, J. March, John Wiley and Sons, Nueva York (1985), p. 798.

En este caso, un ciclo de funcionamiento del motor 80 es el siguiente.

Al principio de un ciclo (figura 5A), la envoltente 61 está al máximo de su volumen. La concentración de la sustancia V y la concentración de la sustancia A se seleccionan inicialmente de manera que las presiones osmóticas en la cámara de dilatación 31 y en la envoltente 61 se equilibren, permaneciendo el pistón 30 fijo.

La válvula 86 está cerrada y la válvula 82 está entonces abierta. Los iones H^+ se esparcen en la envoltente 61 provocando una disminución del pH en la envoltente 61. La reacción de formación de la sustancia Z a partir de las sustancias U y V está entonces favorecida, pasando la sustancia U presente en la cámara de dilatación 31 a la envoltente 61 para participar en la reacción. Como la formación de una partícula de la sustancia Z necesita más de una partícula de la sustancia V, el número de partículas osmóticamente activas disminuye en la envoltente 61 con respecto a la cámara de dilatación 31. La presión osmótica en la envoltente 61 disminuye por lo tanto con respecto a la presión osmótica en la cámara de dilatación 31. Se produce por lo tanto una transferencia de disolvente, pasando disolvente de la envoltente 61 a la cámara de dilatación 31, atravesando la membrana 25, provocando el desplazamiento del pistón 30. El pistón 30 está en fase ascendente.

Cuando la válvula 86 está abierta, estando la válvula 82 cerrada (figura 5C), y el pH en la envoltente 61 se vuelve suficientemente básico para favorecer la reacción de degradación de la sustancia Z, el número de partículas osmóticamente activas en la envoltente 61 aumenta (incluso si una parte de la sustancia U procedente de la degradación se difunde en su cámara de dilatación 31). Como la presión osmótica aumenta en la envoltente 61, se produce una nueva transferencia de disolvente, pasando disolvente de la cámara de dilatación 31 a la envoltente 61 atravesando la membrana 25.

En los ejemplos descritos anteriormente, es necesario recargar regularmente los recintos 84, 88, respectivamente con disolución ácida y básica.

La figura 6 representa una variante de obtención de la disolución ácida contenida en el recinto 84 adaptado en el caso en el que el recinto 84 baña en un medio ambiente líquido en el que se disuelve glucosa, por ejemplo un disolvente biológico. El recinto 84 comprende una válvula 90 adaptada para poner en comunicación el contenido del recinto 84 con el medio ambiente. Según dicha variante, se favorece en el recinto 84 la reacción de oxidación de la glucosa (anotada R-COH) en gluconato (anotada R-COO⁻) según la reacción siguiente:

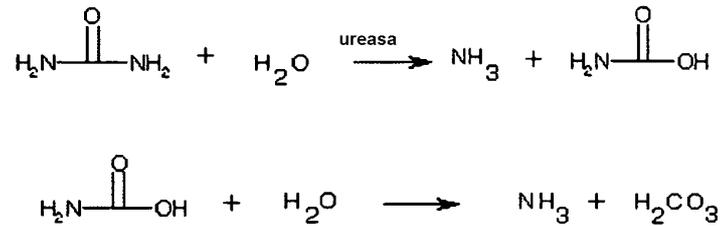


Dicha reacción resulta posible previendo en el recinto 84 una enzima glucosa oxidasa. Se prevé entonces una membrana 92 entre la válvula 90 y el recinto 84 y una membrana 94 entre la válvula 82 y el recinto 64, permitiendo las membranas 92, 94 retener la enzima glucosa oxidasa, dejando pasar la membrana 92 la glucosa.

Para obtener una disolución ácida en el recinto 84, se cierra la válvula 82 y se abre la válvula 90 de manera que penetra glucosa en el recinto 84. La válvula 90 se cierra entonces. La glucosa se descompone entonces produciendo unos iones H^+ y gluconato. La disolución contenida en el recinto 84 se vuelve ácida y puede entonces ser utilizada durante un ciclo de funcionamiento del motor 80. Con la siguiente apertura de la válvula 90, el gluconato se difunde entonces fuera del recinto 84. En el caso de una aplicación médica, el rechazo de gluconato en el cuerpo humano no presenta ningún peligro puesto que es naturalmente evacuado por los riñones.

La figura 6 representa una variante de obtención de la disolución ácida contenida en el recinto 84 adaptado en el caso en el que el recinto 84 baña en un medio ambiente líquido en el que se disuelve glucosa, por ejemplo un disolvente biológico.

La figura 7 representa una variante de obtención de la disolución básica contenida en el recinto 88 adaptado en el caso en el que el recinto 88 baña en un medio ambiente líquido en el que se disuelve urea, por ejemplo un disolvente biológico. El recinto 88 comprende una válvula 100 adaptada para poner en comunicación el contenido del recinto 88 con el medio ambiente. Según dicha variante, se favorece en el recinto 88 la reacción de degradación de la urea en amoníaco y ácido carbónico según la reacción siguiente:



5 A pH fisiológico, el ácido carbónico se disocia en agua y dióxido de carbono. El amoniaco se equilibrará con el agua para convertirse en el ión amonio (NH_4^+) lo cual resulta así en un claro aumento del pH. El dióxido de carbono será naturalmente evacuado por la respiración.

10 Dicha reacción resulta posible previendo en el recinto 88 una enzima ureasa. Se prevé entonces una membrana 102 entre la válvula 100 y el recinto 88, y una membrana 104 entre la válvula 86 y el recinto 64, permitiendo las membranas 102 y 104 retener la enzima ureasa, dejando pasar la membrana 102 el amoniaco y el dióxido de carbono.

15 Según otra variante de realización, en el caso de una aplicación médica, las sustancias U, V y Z son tales que la degradación de la sustancia Z que vuelve a dar las sustancias U y V se favorece desde el momento en que el pH es poco básico, por ejemplo del orden de 7,4. El recinto 88 que contiene la disolución básica y la válvula 86 se utilizan para poner directamente en comunicación el contenido de la envoltente 61 con el medio biológico ambiente. En efecto, el líquido biológico humano está naturalmente a un pH ligeramente básico, del orden de 7,4.

20 Evidentemente, la presente invención es susceptible de diversas variantes y modificaciones que resultarán evidentes para el experto en la materia. En particular, para el segundo y tercer modo de realización del motor, la cámara de dilatación puede ser realizada según las variantes descritas del primer modo de realización.

REIVINDICACIONES

1. Accionador que comprende:

5 un recinto (12; 61) que presenta una pared (14; 25) no permeable a un primer soluto y permeable a un disolvente, y que contiene, por lo menos temporalmente, un catalizador adaptado para favorecer la transformación de por lo menos un segundo soluto en el primer soluto para hacer variar la presión osmótica en el recinto; y

10 una cámara deformable (31) unida al recinto, estando dicha cámara adaptada para aumentar de volumen bajo la acción del disolvente que se desplaza del recinto a la cámara por osmosis, o estando dicho recinto destinado a ser dispuesto en contacto con el disolvente, estando dicha cámara adaptada para aumentar de volumen bajo la acción del disolvente que penetra en el recinto por osmosis.

15 2. Accionador según la reivindicación 1, en el que dicha pared (14; 25) del recinto (12; 61) es permeable al segundo soluto.

20 3. Accionador según la reivindicación 1, en el que dicha pared (14; 25) del recinto (12; 61) es no permeable al segundo soluto, estando el catalizador adaptado para favorecer la transformación de un número de partículas del segundo soluto en un número más elevado o menos elevado de partículas del primer soluto.

4. Motor (10, 40, 60) que comprende un accionador según la reivindicación 1, en el que la cámara (31) comprende un medio de retorno (32) que se opone al aumento del volumen de la cámara y un medio controlable (34) para hacer bajar la presión osmótica en la cámara.

25 5. Motor (40) según la reivindicación 4, en el que dicha pared (14) del recinto (12) es no permeable al segundo soluto, estando el catalizador adaptado para favorecer la transformación de un número de partículas del segundo soluto en un número más elevado de partículas del primer soluto, comprendiendo dicho motor además un recinto suplementario (42) que tiene una pared (44) permeable al disolvente y no permeable al primer y segundo solutos y que contiene un catalizador suplementario adaptado para favorecer la transformación de un número de partículas del primer soluto en un número más pequeño de partículas del segundo soluto, estando dicho recinto suplementario unido a la cámara (61) mediante una válvula (34).

35 6. Motor (60) según la reivindicación 4, en el que dicha pared (14) del recinto (12) es no permeable al segundo soluto, estando el catalizador adaptado para favorecer la transformación de un número de partículas del segundo soluto en un número más elevado de partículas del primer soluto, y en el que el recinto (12) está dispuesto en una envolvente deformable (61) que contiene el disolvente y el primer soluto, conteniendo el recinto (61) un catalizador suplementario adaptado para favorecer la transformación de un número de partículas del primer soluto en un número más pequeño de partículas del segundo soluto, siendo el medio (34) para hacer disminuir la presión osmótica en la cámara una válvula (34) adaptada para poner en comunicación la cámara (31) y la envolvente.

40 7. Motor (80) que comprende un accionador según la reivindicación 1, en el que el recinto (61) es por lo menos parcialmente deformable y está unido a la cámara (31) a nivel de la pared (25), comprendiendo el motor un primer medio (82, 84) de suministro en el recinto del catalizador, y un segundo medio (86, 88) de suministro en el recinto de un catalizador suplementario adaptado para favorecer la transformación del primer soluto en el segundo soluto.

45 8. Motor según la reivindicación 7, en el que la pared (25) es permeable al segundo soluto, estando el catalizador adaptado para favorecer la transformación de un número de partículas del segundo soluto en un número más pequeño de partículas del primer soluto y estando el catalizador suplementario adaptado para favorecer la transformación de un número de partículas del primer soluto en un número más elevado de partículas del segundo soluto.

50 9. Motor según la reivindicación 7, en el que el segundo soluto es un compuesto que comprende una función amina, siendo el primer soluto un complejo del segundo soluto y de un soluto suplementario que comprende una función aldehído, siendo la pared (25) no permeable al soluto suplementario, y en el que el catalizador es el ión hidrógeno, siendo el catalizador suplementario el ión hidroxilo.

55 10. Motor según la reivindicación 9, en el que el primer medio de suministro (82, 84) comprende un recinto suplementario (84) destinado a recibir un disolvente que contiene glucosa, conteniendo el recinto suplementario unas enzimas glucosa oxidasa adaptadas para favorecer la oxidación de la glucosa para proporcionar unos iones gluconato y unos iones hidrógeno.

60 11. Motor según la reivindicación 9, en el que el segundo medio de suministro (86, 88) comprende un recinto suplementario (88) destinado a recibir un disolvente que contiene urea, conteniendo el recinto suplementario unas enzimas ureasa adaptadas para favorecer la oxidación de la urea para proporcionar unos iones amonio y dióxido de carbono.

65

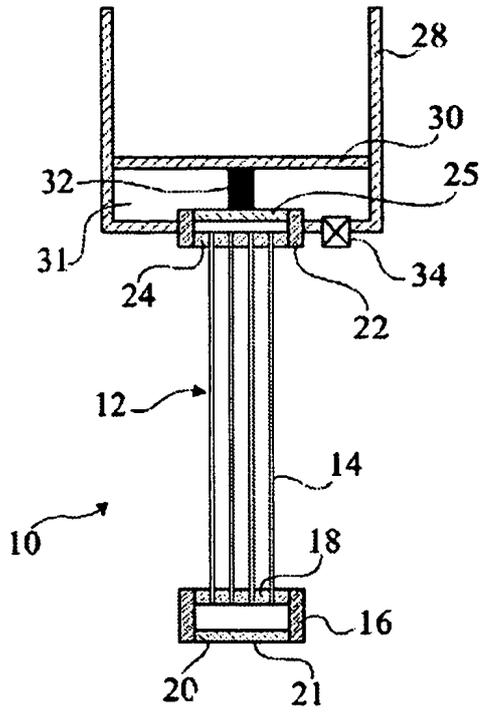


Fig 1A

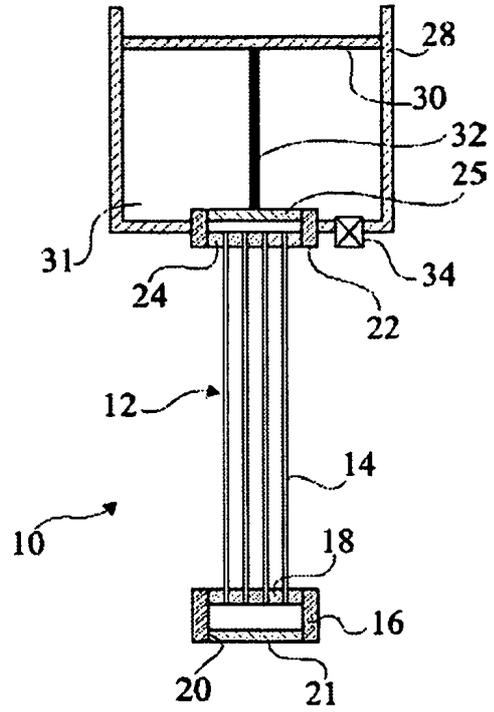


Fig 1B

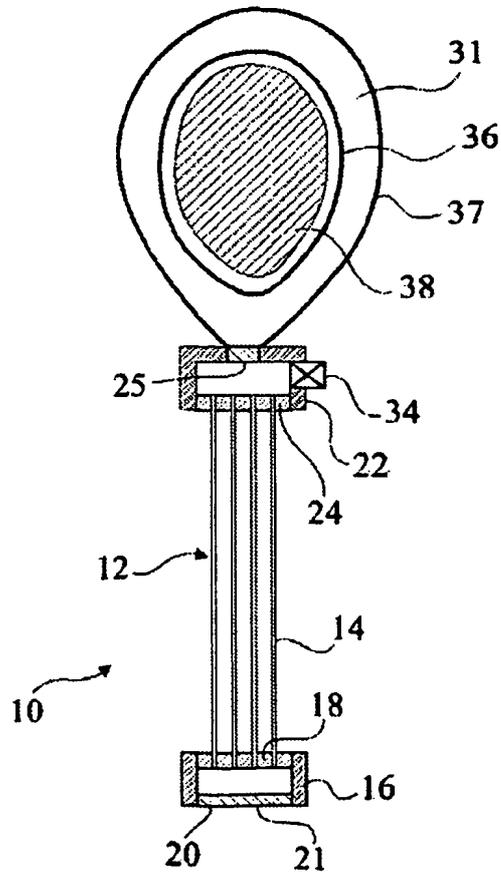


Fig 2A

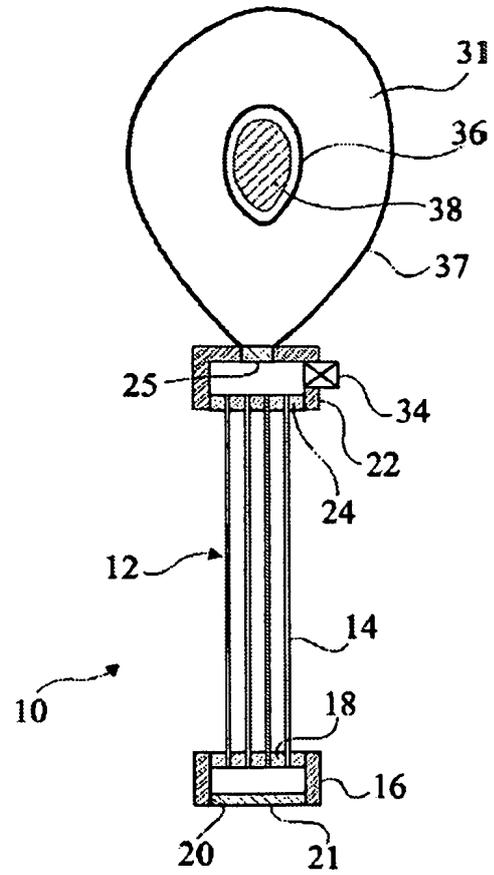
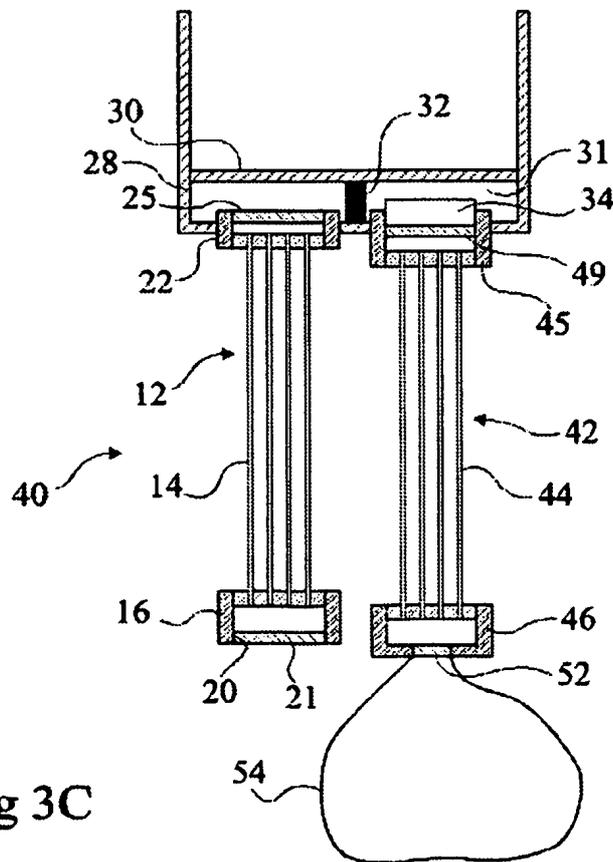
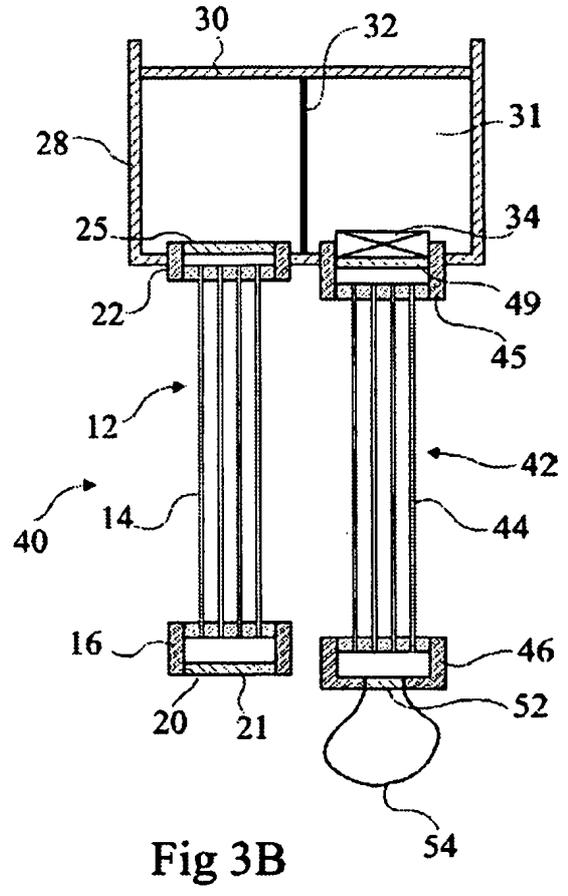
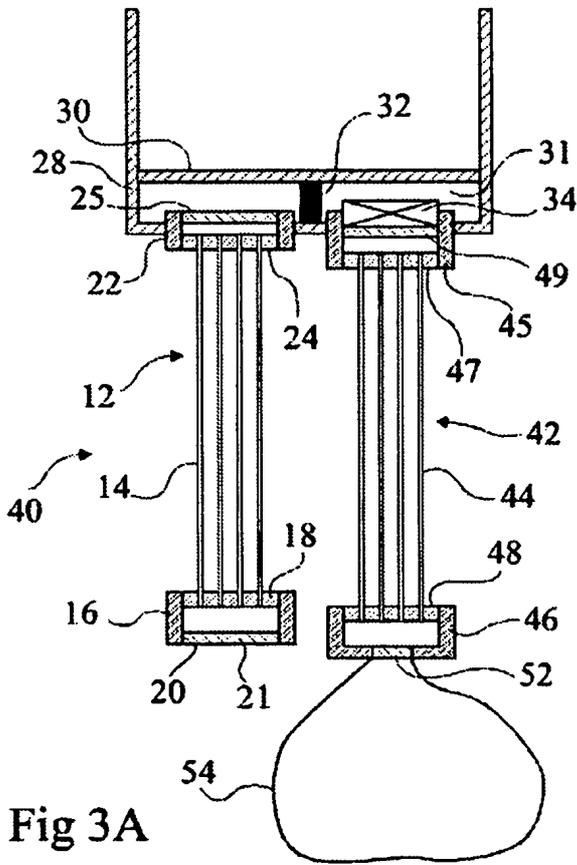


Fig 2B



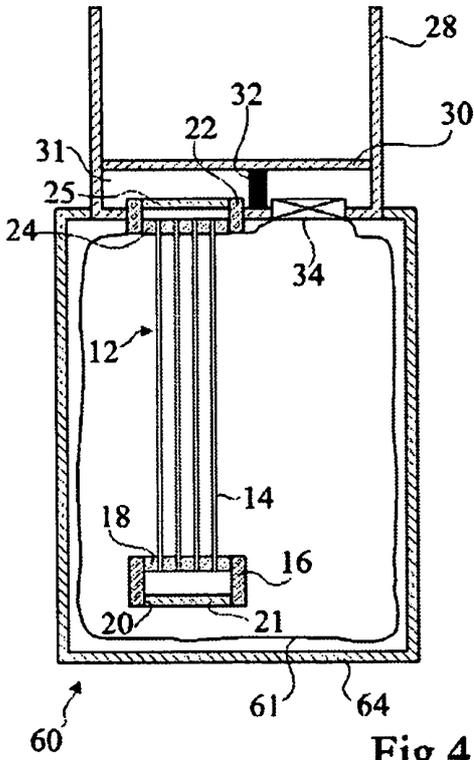


Fig 4A

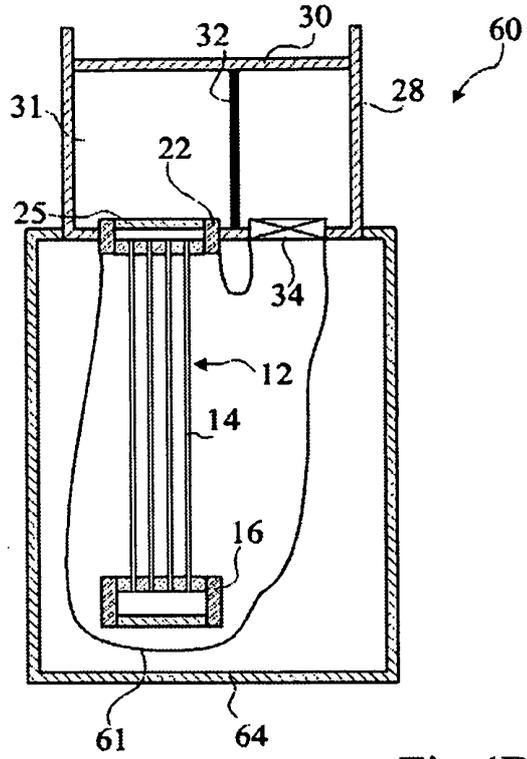


Fig 4B

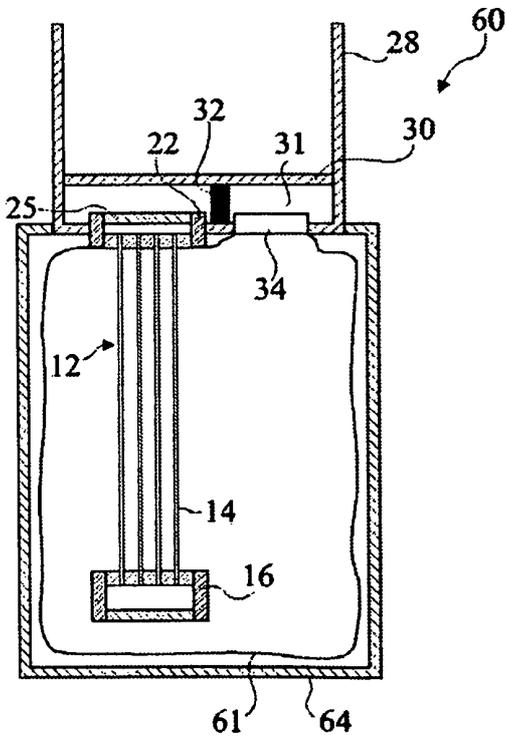


Fig 4C

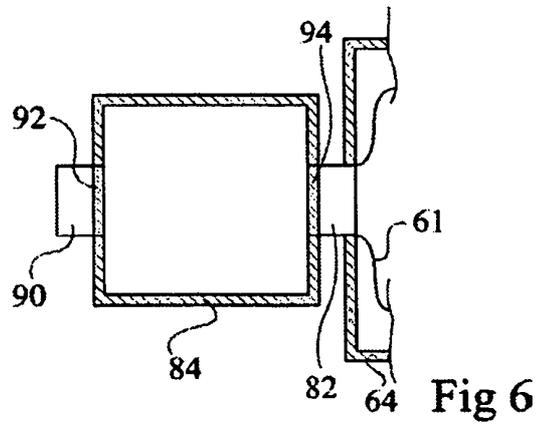


Fig 6

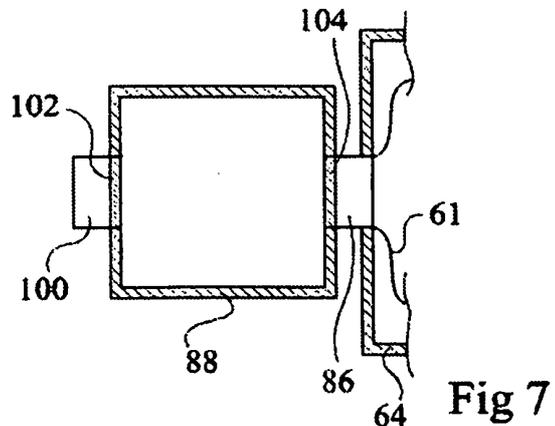


Fig 7

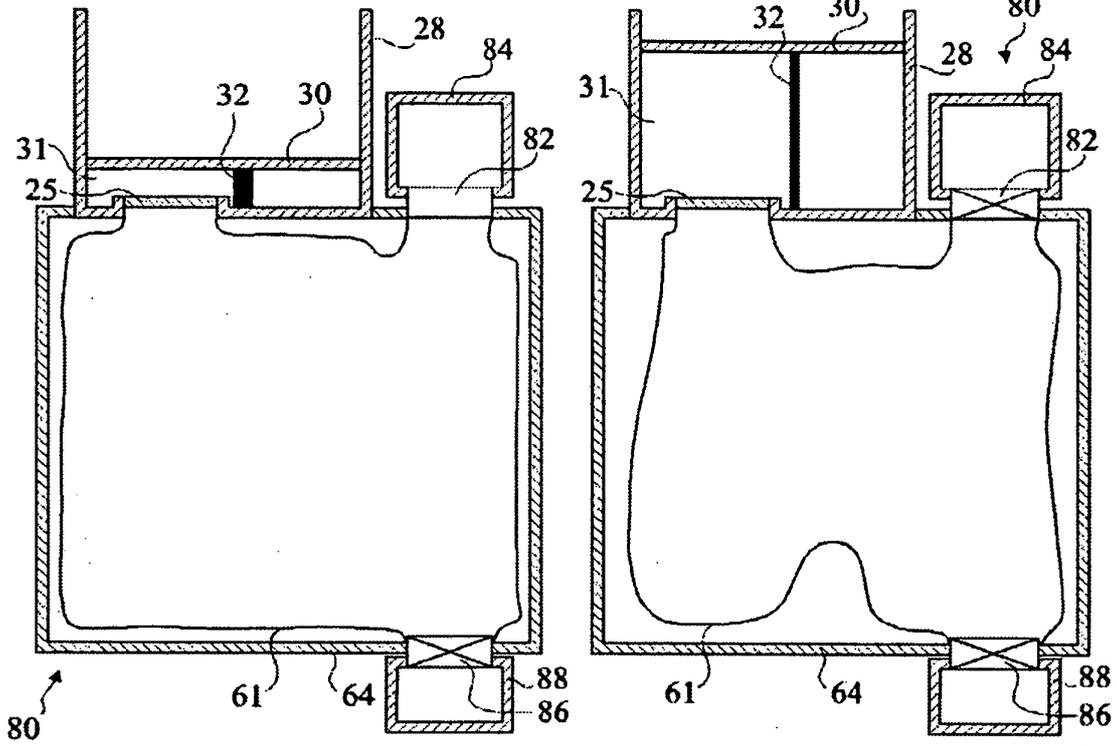


Fig 5A

Fig 5B

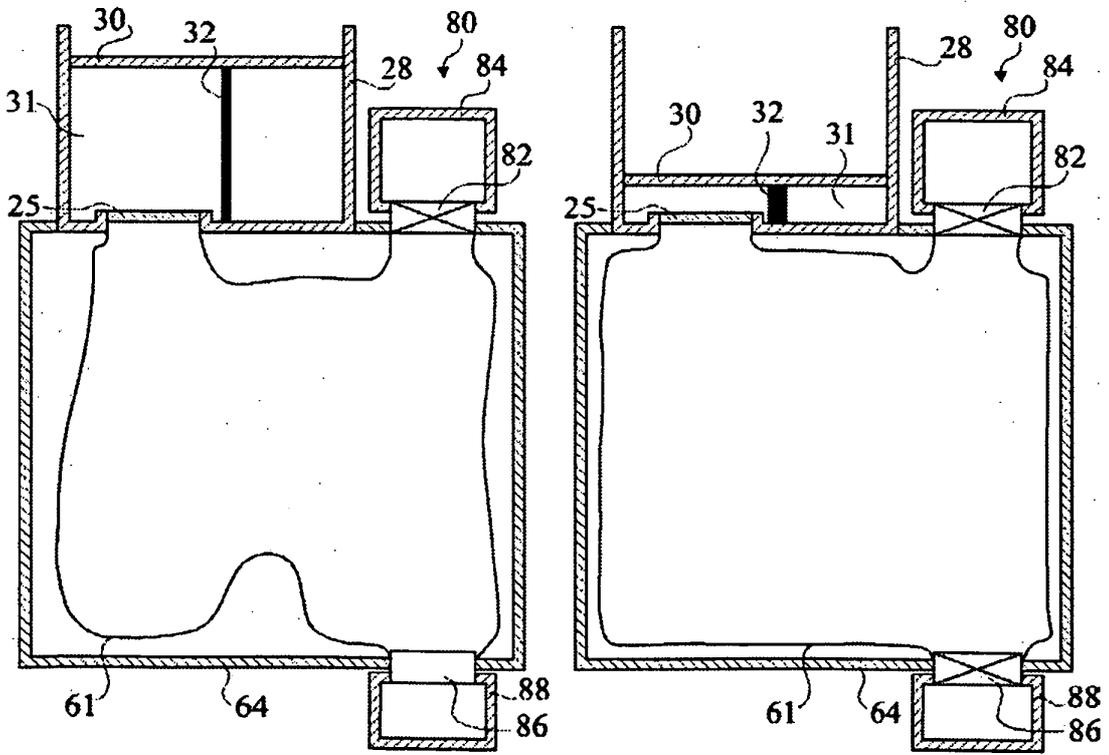


Fig 5C

Fig 5D