

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 620 783**

51 Int. Cl.:

G21F 9/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.09.2013 PCT/EP2013/068400**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.03.2014 WO2014037461**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.09.2013 E 13760009 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.01.2017 EP 2893539**

54 Título: **Dispositivo de extracción pasiva de tritio**

30 Prioridad:

05.09.2012 FR 1258303

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

29.06.2017

73 Titular/es:

**INSTITUT DE RADIOPROTECTION ET DE
SÛRETÉ NUCLÉAIRE (100.0%)
31 Avenue de la Division Leclerc
92260 Fontenay aux Roses, FR**

72 Inventor/es:

CALDEIRA IDEIAS, PÉDRO

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 620 783 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

Dispositivo de extracción pasiva de tritio.

5 **Campo de la invención**

La invención se refiere al estudio y al seguimiento de los radionucleidos en el medioambiente, y en particular a los dispositivos de captación y de medición de una cantidad de tritio contenida en el aire.

10 **Estado de la técnica**

El tritio es el isótopo radioactivo del hidrógeno que comprende tres nucleones (un protón y dos neutrones). Está representado por el símbolo químico T, y se presenta en el medioambiente en tres formas químicas:

- 15 - agua tritiada, HTO, forma la más abundante,
- el tritio gaseoso, HT,
- 20 - el tritio orgánico, anotado OBT, que puede aparecer tras unos intercambios medioambientales o unas reacciones metabólicas de seres vivos.

Como la cantidad de tritio en el medioambiente ha aumentado con el desarrollo de la utilización de la energía nuclear, existe una necesidad creciente de analizar su concentración y su comportamiento, en particular en la atmósfera.

25 Se conocen ya unos dispositivos de captación de tritio contenido en el aire, véase el documento EP 0 383 049 A1. Se conocen en particular unos dispositivos, denominados mezcladores, de los cuales un ejemplo 10 está ilustrado esquemáticamente en la figura 1, que comprenden unos depósitos rellenos de agua 11 en los que se inyecta un flujo de aire F a muy bajo caudal -del orden de 30 litros por hora de promedio- en un periodo largo de varios días. El tritio contenido en el aire es captado por intercambio en el agua contenida en los diferentes depósitos 11. Se analiza después para obtener una indicación de la actividad media del tritio en el aire durante el periodo de extracción.

30

Este dispositivo adolece no obstante de inconvenientes. En primer lugar, se trata de un dispositivo "activo", es decir que necesita una aportación de energía permanente, lo cual representa una obligación material. Este dispositivo es también costoso y necesita unas intervenciones de mantenimiento.

35

Además, la cantidad de tritio contenida en el vapor de agua inicialmente presente en el aire está muy diluida ya que está mezclada con el volumen de agua contenida en los depósitos, limitando esta dilución la sensibilidad de la medición.

40

Se ha desarrollado otro tipo de dispositivo de captación de tritio, ilustrado esquemáticamente en la figura 2, que consiste en condensar vapor de agua contenido en el aire, para recuperar el tritio presente en el aire en forma de agua tritiada. Este dispositivo 20 es un sistema abierto que comprende una canalización 21 que se sumerge en el aire ambiente representado en forma de flujo de aire F, en la que circula un gas g licuado a una temperatura negativa, y en la que se condensa el vapor de agua presente en el aire en contacto con la canalización. El dispositivo comprende además una ventilación 22 para asegurar la renovación del aire ambiente cerca de la canalización. Se puede recuperar, al final de la extracción, el agua condensada Ec para analizar la cantidad de tritio que contiene.

45

Este dispositivo permite realizar unas extracciones de aire en periodos más cortos (menos de una hora), y por lo tanto no permite obtener un valor de promedio de la cantidad de tritio presente en el aire sobre periodos del orden de una semana o más.

50

Este dispositivo adolece de los inconvenientes de ser un sistema activo, costoso de utilizar y difícil de colocar.

55

Se conoce también, en referencia a la figura 3, otro dispositivo de extracción de tritio. Este dispositivo es pasivo, es decir que no requiere ninguna fuente de energía. Comprende un depósito 31 en cuyo interior se coloca un cilindro de material adsorbente 32, adaptado para extraer tritio contenido en el aire por adsorción.

60 Sin embargo, este dispositivo no presenta la misma eficacia de extracción del tritio durante todo el tiempo de la extracción. En efecto, el material adsorbente consigue rápidamente, después de un periodo de tres a cuatro días, un estado de saturación en las capas superficiales del material adsorbente, en contacto con el medioambiente. Esto impide utilizar los resultados para deducir una actividad media de tritio en el medioambiente durante un periodo de extracción que supera el tiempo límite de saturación, típicamente de 15 días.

65

Por lo tanto, existe una necesidad para un dispositivo de extracción de tritio que permita un muestreo del tritio

representativo de su concentración atmosférica en el medioambiente vigilado, durante un periodo de extracción que puede variar de 1 a 20 días mínimo, y que permita también recuperar suficientemente agua tritiada al final de la extracción para un análisis radiológico por centelleo.

5 Presentación de la invención

La invención tiene como objetivo paliar por lo menos uno de los inconvenientes citados anteriormente.

10 Un objetivo de la invención es así proponer un dispositivo pasivo de extracción de tritio en un entorno gaseoso, que permite obtener un valor de la actividad media del tritio durante toda la extracción.

Otro objetivo de la invención es proponer un dispositivo de extracción de tritio económico, fácil y rápido de instalar en un entorno.

15 A este respecto, la invención propone un dispositivo de extracción de tritio presente en un entorno gaseoso según la reivindicación 1.

Otros modos de realización se describen en las reivindicaciones dependientes.

20 La invención propone también un procedimiento de extracción de tritio en un entorno gaseoso según la reivindicación 9.

Breve descripción de las figuras

25 Otras características, objetivos y ventajas de la presente invención aparecerán con la lectura de la descripción detallada siguiente, en referencia a las figuras adjuntas, dadas a título de ejemplos no limitativos y en las que:

- 30 - la figura 1, ya descrita, representa esquemáticamente, un dispositivo de captación de tritio de la técnica anterior, denominado mezclador,
- la figura 2, ya descrita, representa esquemáticamente, un dispositivo de captación de tritio de la técnica anterior por condensación,
- 35 - la figura 3, ya descrita, representa esquemáticamente, un dispositivo pasivo de captación de tritio de la técnica anterior,
- las figuras 4a, 4b y 4c representan unas vistas en sección transversal de tres modos de realización de un dispositivo de extracción de tritio según la invención,
- 40 - las figuras 5a a 5e representan varios modos de realización de tapas de un dispositivo de extracción según la invención,
- la figura 6 representa la masa de agua adsorbida por un dispositivo según la invención durante el tiempo de extracción,
- 45 - las figuras 7a y 7b representan, respectivamente, la disposición y los resultados obtenidos para un modo de realización particular del dispositivo de extracción.

Descripción detallada de un modo de realización de la invención

50 En las figuras 4a a 4b, se han representado unos modos de realización de un dispositivo pasivo 100 de extracción de tritio en un entorno gaseoso E.

55 Un dispositivo de este tipo comprende un depósito 110, en comunicación fluidica con el entorno E, de manera que una vez el dispositivo dispuesto en el entorno E, una parte E' de éste se encuentre en el interior del depósito.

En el depósito 110 se coloca una cantidad de material adsorbente 120. El material adsorbente comprende preferentemente zeolita (tamiz molecular) en bolas, pero puede comprender, alternativamente, gel de sílice o carbón activo.

60 Este material, cuando está en contacto con el entorno gaseoso E' en el interior del dispositivo 100, permite adsorber el tritio contenido en éste.

65 El dispositivo 100 comprende muy ventajosamente una membrana o una tapa 130 aplicada sobre el depósito 110, en la que están dispuestas una o varias aberturas de comunicación 131, que permiten la comunicación fluidica entre el entorno E y el depósito 110.

Esta comunicación fluidica puede también ser realizada mediante la utilización de una membrana porosa (no representada) dispuesta sobre el depósito, que permite unos intercambios gaseosos entre el depósito y el entorno E.

5 La solicitante ha constatado, de manera sorprendente, que un fenómeno de saturación del material adsorbente durante la extracción se puede evitar adaptando la geometría de la o de las aberturas de comunicación 131, al mismo tiempo en superficie total acumulada, en posición o disposición de las aberturas.

10 En efecto, cuanto más importante sea la superficie de intercambio con la atmósfera, más elevado es el porcentaje de captación para una masa de media de captación dada.

15 Así, para un tiempo de extracción de aproximadamente 10 días, la superficie total de la abertura de comunicación 131 entre el dispositivo y el entorno es preferentemente inferior a 600 mm^2 , y muy ventajosamente inferior a 200 mm^2 , para poder asegurar una extracción lineal en toda su duración.

En referencia a la figura 5, se han representado unos modos de realización preferidos de disposiciones de una pluralidad de aberturas de comunicación 131 sobre una tapa 130 aplicada sobre el depósito 110.

20 La tapa 130 es preferentemente circular, y el depósito 110 presenta ventajosamente unas paredes laterales 111 simétricas alrededor de un eje X-X del depósito, estando la tapa centrada sobre dicho eje. El depósito 110 puede ser un sólido de revolución alrededor de dicho eje.

25 En el caso de una única abertura de comunicación 131 sobre la tapa 130, esta abertura es preferentemente circular y está centrada en el eje X-X, como se representa en la figura 5a.

Si se prevén varias aberturas de comunicación 131, dicha aberturas son ventajosamente circulares y están posicionadas en el vértice de un polígono regular centrado en el eje X-X, como el pentágono representado en la figura 5b.

30 Una abertura suplementaria puede estar situada también en el centro de la tapa 130 como en la figura 5c.

Unas aberturas suplementarias pueden estar situadas también en los centros de uno o varios lados del polígono. En la figura 5d, el polígono es un cuadrado, del cual todos los lados presentan una abertura en su centro.

35 Unas aberturas suplementarias pueden estar previstas también sobre una o varias diagonales del polígono, de manera que las aberturas de dicha diagonal estén regularmente repartidas, como es el caso en la figura 5e.

Las aberturas pueden estar repartidas también de manera aleatoria o en espiral sobre la tapa.

40 Ventajosamente, todas las aberturas dispuestas en una tapa 130 son circulares y de igual diámetro. El número de las aberturas y su diámetro están adaptados para obtener una superficie acumulada inferior a 400 mm^2 , por ejemplo, en el caso de una extracción de una duración comprendida entre 2 y 10 días.

45 En el caso de una extracción de 20 días, la superficie acumulada de las aberturas es ventajosamente inferior a 200 mm^2 , preferentemente inferior a 190 mm^2 .

50 En el caso en el que el dispositivo de extracción deba ser utilizado para una duración más corta, por ejemplo inferior a 2 días, la superficie acumulada de las aberturas podrá ser superior a 400 mm^2 , ventajosamente superior a 1000 mm^2 .

Además, y volviendo a las figuras 4a y 4b, la solicitante ha constatado también, de manera sorprendente, que el hecho de que el material adsorbente sea conformado en el depósito de manera que presente una superficie de intercambio de revolución con el entorno gaseoso E' presente en el depósito, contribuye a evitar un estado de saturación del adsorbente.

55 El material presenta una superficie de intercambio de revolución alrededor del eje X-X del depósito, pudiendo esta superficie de intercambio ser cilíndrica, como en la figura 4a, o cónica, como en la figura 4b. La superficie de intercambio puede también presentar una forma de tronco de cono, como en la figura 4c.

60 Para obtener el aguante en forma del material adsorbente, se utiliza una pared permeable 140, pegada contra el material adsorbente de manera que éste se encuentre mantenido entre las paredes del depósito y la pared. La forma de la superficie de intercambio del material adsorbente con el entorno E' está así definida por la pared permeable 140.

65 En el caso en el que el material adsorbente seleccionado es granular, como por ejemplo el tamiz molecular de bolas, la pared 140 es ventajosamente una rejilla cuyo tamaño característico de los orificios es inferior al tamaño

característico de los granos del material adsorbente.

Se prefiere la geometría en tronco de cono de acuerdo con la figura 4c, ya que permite asegurar la linealidad de la extracción, incluso en condiciones de humedad importante, hasta 90%.

5 A título de ejemplo, el experimento se ha llevado a cabo con la geometría en tronco de cono de la figura 7a, en la que el diámetro de la sección de cono en la base es de 4 cm, en su extremo superior, a nivel de la abertura 131, es de 7,5 cm, y la altura del cono es de 10 cm.

10 Se ha medido, en referencia a la figura 7b, que la extracción es lineal en una duración de 20 días, ya sea para un material adsorbente de tipo gel de sílice (D-1) o de tipo tamiz molecular (D-2).

15 Los dos dispositivos presentan respectivamente un porcentaje de extracción de $2,0 \pm 0,1$ g H₂O·día⁻¹ y de $0,3 \pm 0,1$ g H₂O·día⁻¹. Esto permite también asegurar una extracción suficiente de agua tritiada, incluso para una duración corta, por ejemplo de 24h, en particular en caso de crisis.

20 Según un modo de realización preferido del dispositivo de extracción de tritio, se utiliza un material adsorbente de tipo tamiz molecular (por ejemplo zeolita) dispuesto según una geometría troncocónica como la de la figura 4c. La superficie acumulada de las aberturas 131 de la tapa es igual a 250 mm².

25 Los resultados obtenidos gracias a este modo de realización están ilustrados en la figura 6. Se constata que permiten obtener unas mediciones lineales durante un periodo de extracción de 20 días (siendo la linealidad deducida de la masa del material adsorbente durante toda la extracción), a una temperatura de 22°C y con un porcentaje de humedad relativa de 50%.

30 Para realizar la extracción, se determina en primer lugar una duración de extracción deseada, por ejemplo 2, 10 o 15 días. Para esta duración de extracción, se selecciona la geometría de las aberturas de comunicación 131 (en disposición y en superficie acumulada) como se ha indicado anteriormente, y se selecciona una forma para el material adsorbente (cono, tronco de cono o cilindro).

35 Después, se coloca el dispositivo en el entorno para toda la duración de la extracción. Al final de la extracción, el material adsorbente no llegó a saturación, sino que por el contrario ha adsorbido de manera lineal el tritio presente en el entorno. Se puede por lo tanto deducir de la cantidad total de tritio adsorbida durante la extracción una cantidad media de tritio presente en el entorno durante esta extracción.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (100) de extracción de tritio presente en un entorno gaseoso, que comprende:

- 5
- un depósito (110) en comunicación fluídica con el entorno gaseoso que comprende unas paredes laterales simétricas alrededor de un eje del depósito, y
 - una cantidad de material adsorbente (120), dispuesta en el interior de dicho depósito, adaptada para adsorber el tritio contenido en el entorno gaseoso,

10

comprendiendo el dispositivo (100) por lo menos una abertura de comunicación (131) fluídica entre el depósito y el entorno gaseoso,

15

estando el dispositivo caracterizado por que comprende además una pared permeable (140) dispuesta en el interior del depósito (110), y por que:

- la geometría de la abertura de comunicación (131) fluídica está adaptada, en función de la duración de la extracción, para que la cantidad de material adsorbente no esté saturada al final de la extracción, y
- el material adsorbente (120) está conformado de manera que presente una superficie de intercambio de revolución con el entorno gaseoso, estando dispuesto entre las paredes laterales del depósito (110) y la pared permeable, definiendo dicha pared permeable (140) la superficie de intercambio entre el material adsorbente y el entorno gaseoso.

25

2. Dispositivo (100) de extracción de tritio según la reivindicación 1, en el que la superficie total acumulada, la posición y la disposición de las aberturas (131) de comunicación están adaptadas para evitar un fenómeno de saturación del material adsorbente durante una extracción.

30

3. Dispositivo (100) de extracción de tritio según una de las reivindicaciones anteriores, estando la o las aberturas de comunicación (131) dispuestas en una tapa (130) o una membrana aplicada sobre dicho depósito (110).

4. Dispositivo (100) de extracción según la reivindicación anterior, en el que la membrana es una membrana hidrófila.

35

5. Dispositivo (100) de extracción según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende una tapa circular aplicada sobre el depósito (110), siendo las aberturas de comunicación fluídica (131) circulares y estando dispuestas según una disposición seleccionada de entre el grupo siguiente:

- 40
- aberturas dispuestas en los vértices de un polígono regular centrado en el centro de la tapa,
 - aberturas dispuestas en los vértices de un polígono regular centrado en el centro de la tapa, y una abertura en el centro de la tapa,
 - aberturas dispuestas en los vértices de un polígono regular centrado en el centro de la tapa, y en medio de los lados del polígono,
 - aberturas dispuestas en los vértices de un polígono regular centrado en el centro de la tapa, en medio de los lados del polígono y en el centro de la tapa,
 - aberturas dispuestas en los vértices de un polígono regular centrado en el centro de la tapa, y en por lo menos una diagonal del polígono de manera que las aberturas de dicha diagonal estén regularmente repartidas,
 - aberturas dispuestas en los vértices de un polígono regular centrado en el centro de la tapa, en medio de los lados del polígono, y en por lo menos una diagonal del polígono de manera que las aberturas de dicha diagonal estén regularmente repartidas,
 - aberturas dispuestas en los vértices de un polígono regular centrado en el centro de la tapa, en medio de los lados del polígono, en el centro de la tapa, y en por lo menos una diagonal del polígono de manera que las aberturas de dicha diagonal estén regularmente repartidas,
 - aberturas dispuestas en espiral,
 - aberturas aleatoriamente repartidas sobre la tapa (130).

65

6. Dispositivo (100) de extracción de tritio según la reivindicación 1, en el que la superficie de intercambio del

material adsorbente (120) es cilíndrica, troncocónica o cónica.

7. Dispositivo (100) de extracción de tritio según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la pared permeable (140) es una rejilla.

5

8. Dispositivo (100) de extracción de tritio según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el material adsorbente (120) se selecciona de entre el grupo siguiente: gel de sílice, tamiz molecular, zeolita, carbón activo.

9. Procedimiento de extracción de tritio en un entorno gaseoso, que comprende las etapas que consisten en:

10

- determinar una duración de extracción deseada,

- seleccionar una geometría de aberturas de comunicación (131) de un dispositivo (100) de extracción según una de las reivindicaciones anteriores en función de la duración de extracción deseada, y disponer el dispositivo en el entorno gaseoso, y

15

- mantener el dispositivo en el entorno gaseoso durante toda la duración de la extracción.

FIG. 1

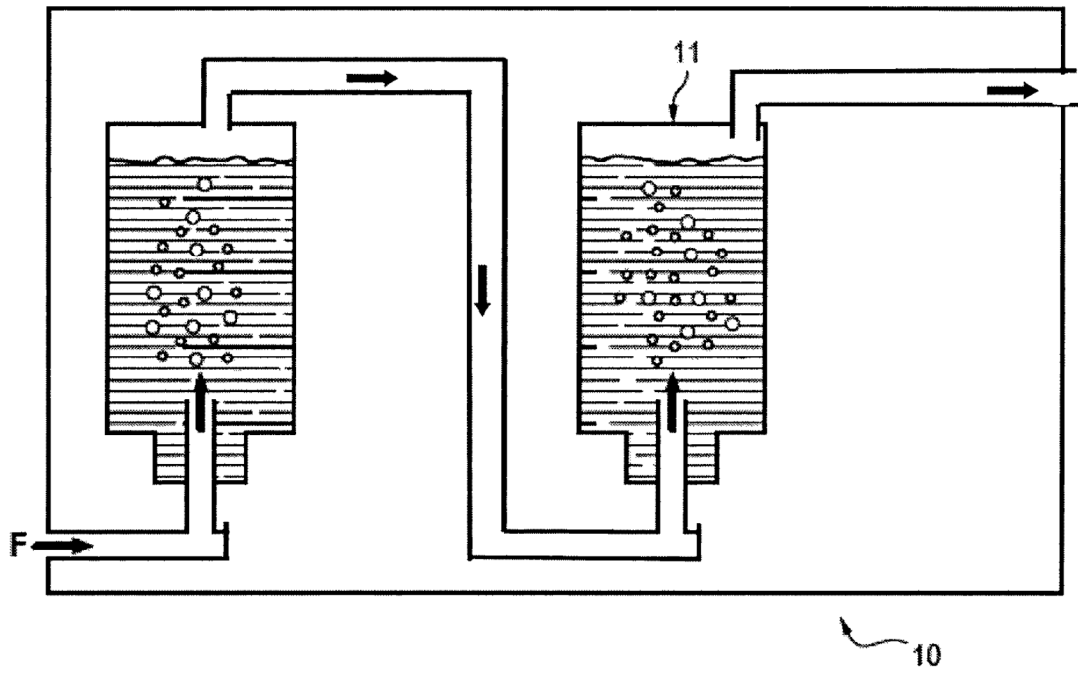


FIG. 2

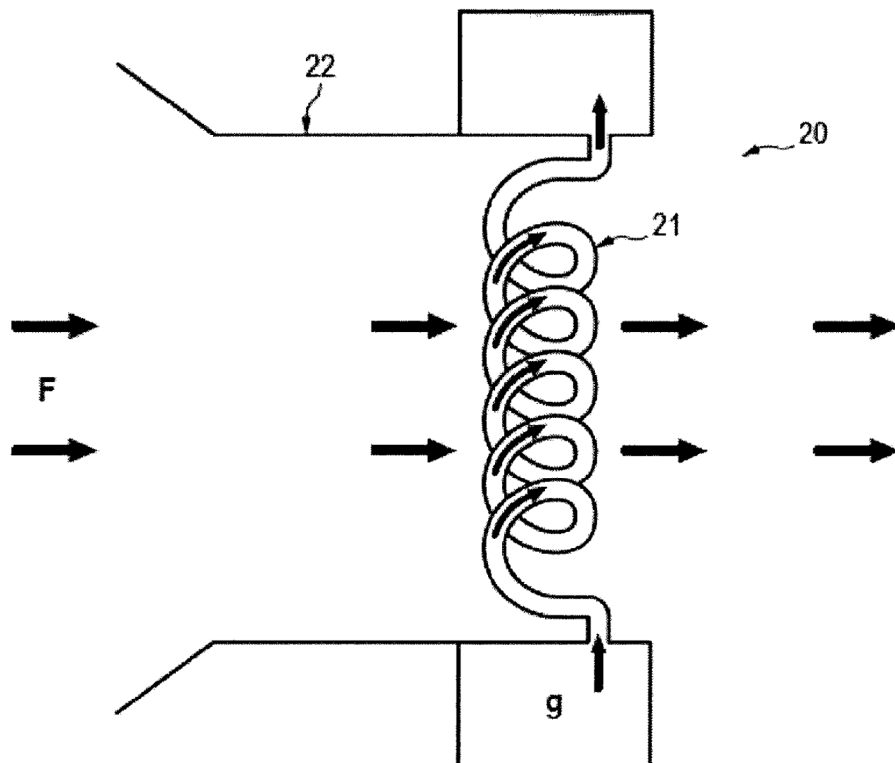


FIG. 3

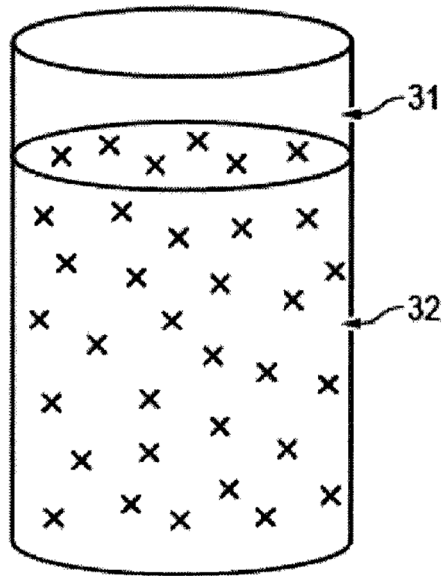


FIG. 4a

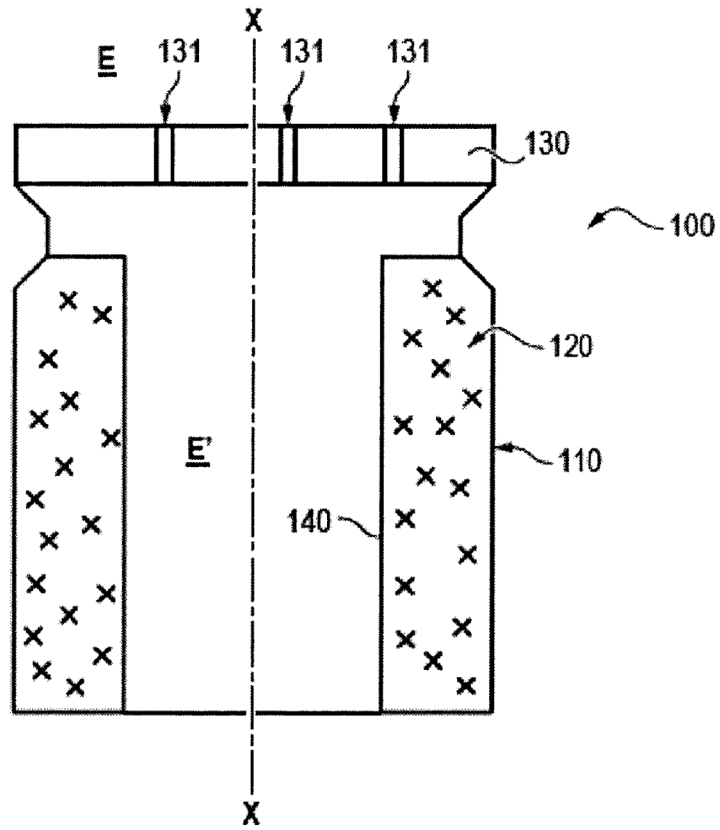


FIG. 4b

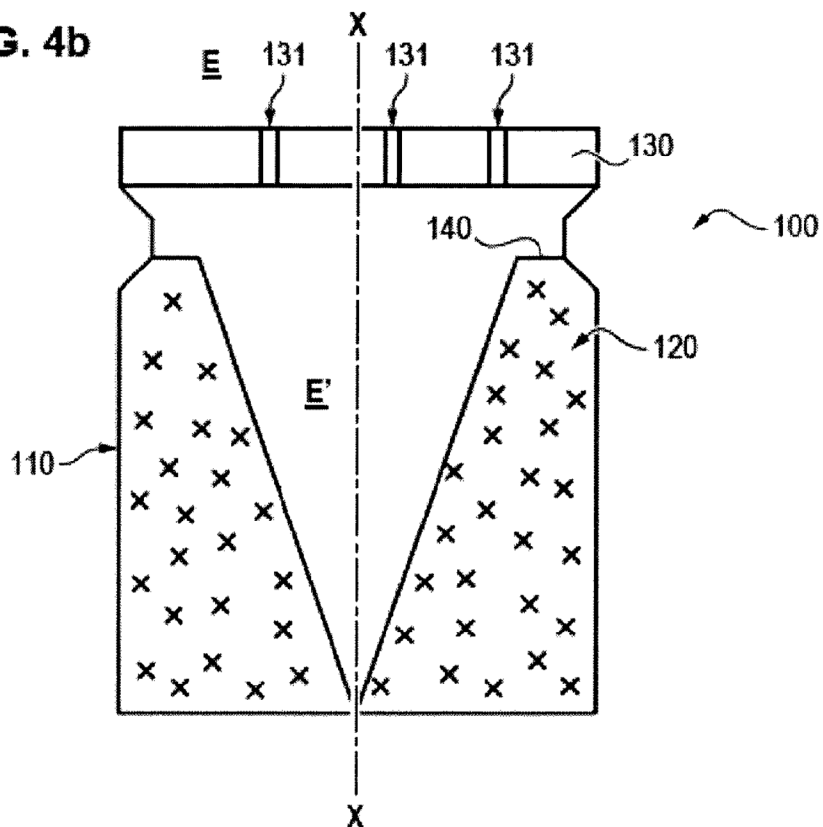


FIG. 4c

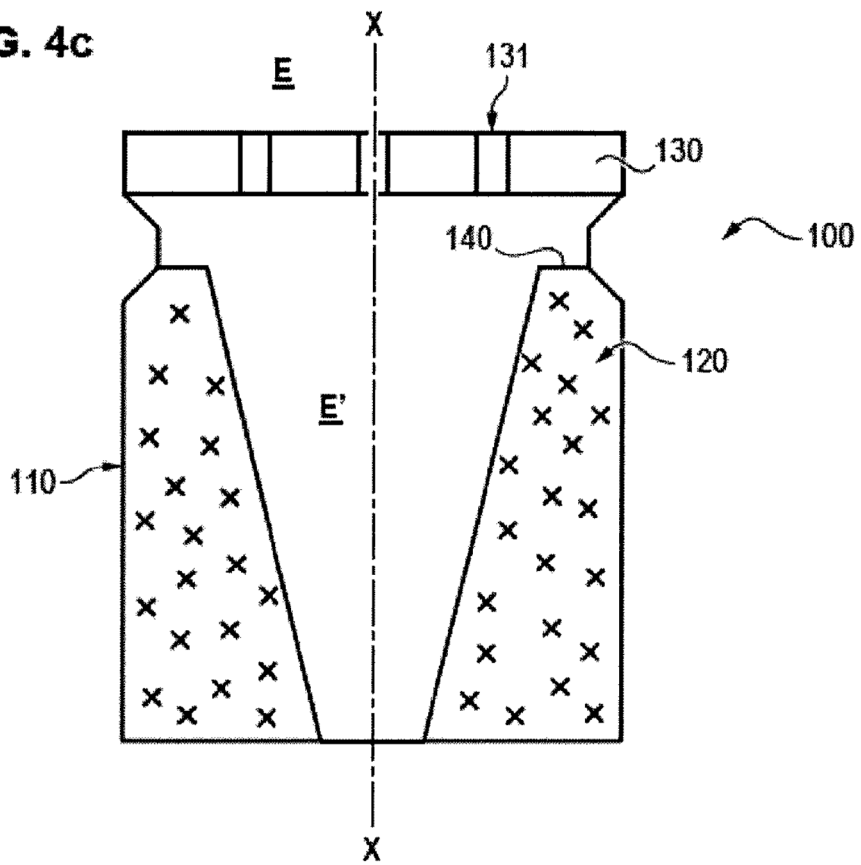


FIG. 5a

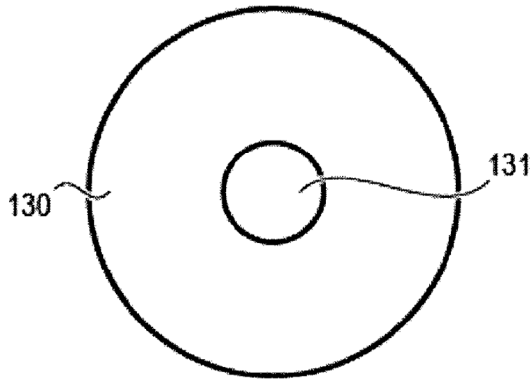


FIG. 5b

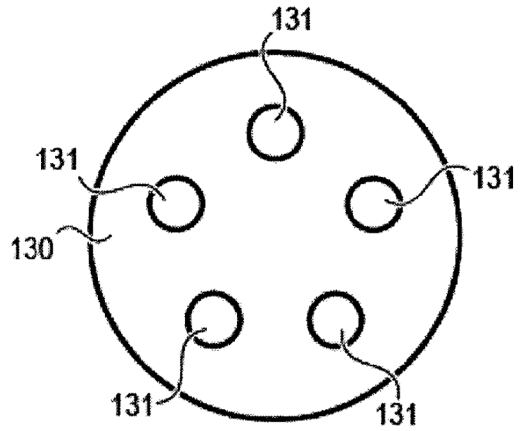


FIG. 5c

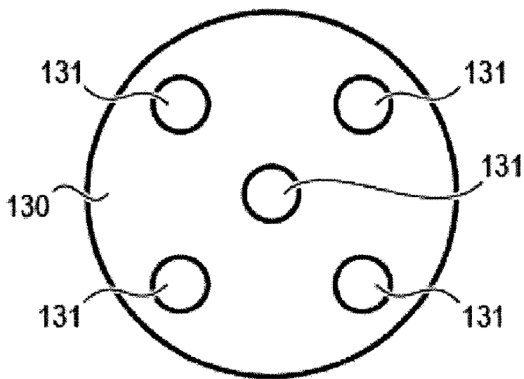


FIG. 5d

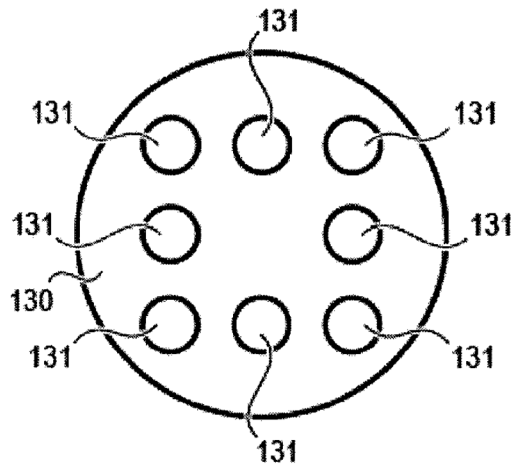


FIG. 5e

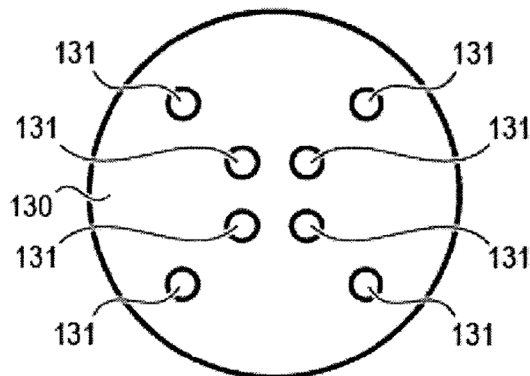


FIG. 6

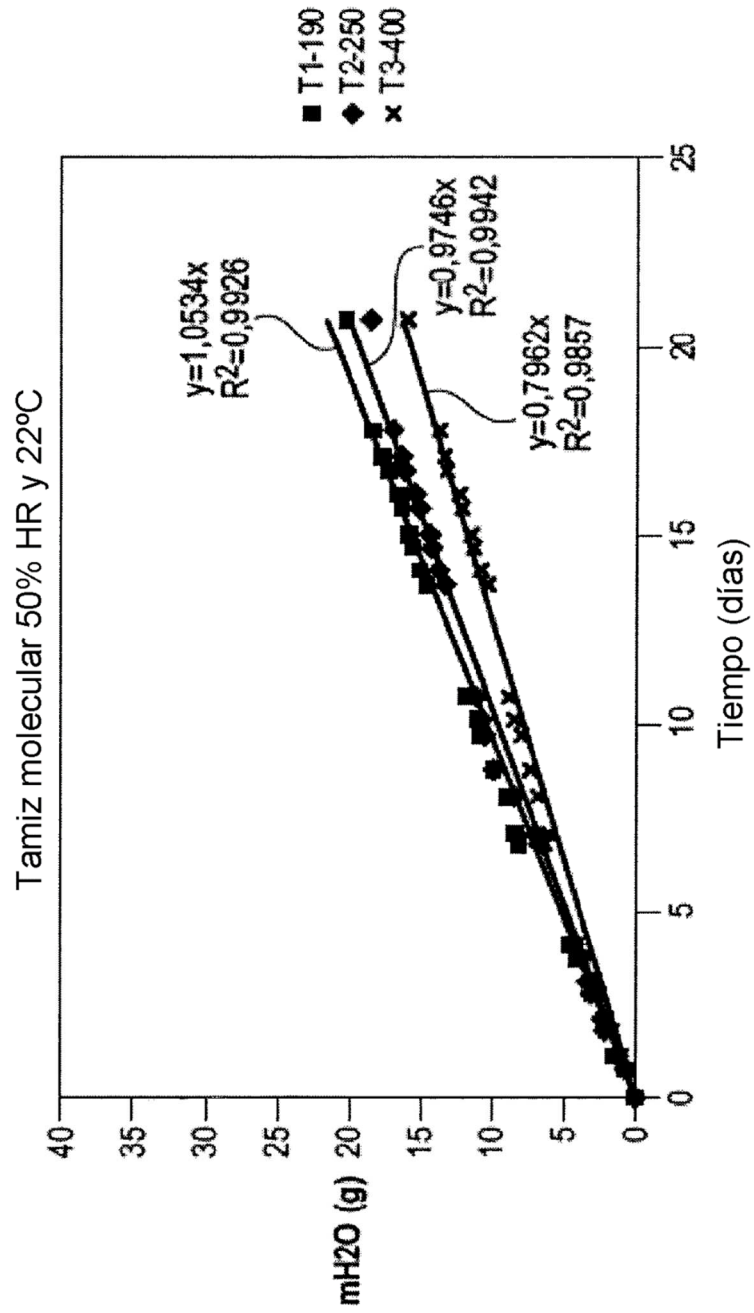


FIG. 7a

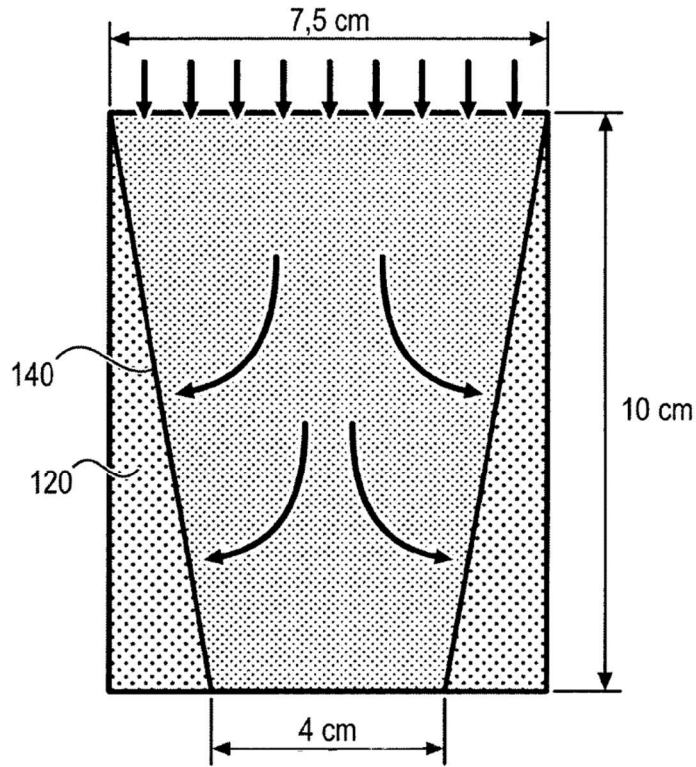


FIG. 7b

