

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 776 379**

51 Int. Cl.:

F17C 11/00 (2006.01)

F17C 13/02 (2006.01)

G01F 22/00 (2006.01)

G01L 1/16 (2006.01)

G01L 1/18 (2006.01)

G01L 1/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.12.2015 E 15202915 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.02.2020 EP 3045910**

54 Título: **Dispositivo de medición y procedimiento para la determinación de la cantidad de un gas recibido en un acumulador en un material de almacenamiento poroso**

30 Prioridad:

15.01.2015 DE 102015100584

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

30.07.2020

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (50.0%)
Hansastraße 27c
80686 München, DE y
TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN (50.0%)**

72 Inventor/es:

**POHLMANN, CARSTEN;
RÖNTZSCH, LARS;
KIEBACK, BERND y
HEUBNER, FELIX**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 776 379 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 medición y procedimiento para la determinación de la cantidad de un gas recibido en un acumulador en un material de almacenamiento poroso

5

La invención se refiere a un dispositivo de medición y un procedimiento para la determinación de la cantidad de un gas recibido esencialmente debido a la absorción en un contenedor de almacenamiento en un cuerpo sólido poroso, que está formado a base al material de almacenamiento que está contenido en el contenedor de almacenamiento. En particular se puede utilizar para la determinación de la cantidad de gas instantánea, que está constituida dentro de un reactor de sólido, como contenedor de almacenamiento por absorción en un cuerpo sólido poroso, que, en base al respectivo material de almacenamiento, en particular un material de almacenamiento por sorción, como por ejemplo en base de hidruros de metal se usa para la acumulación de hidrógeno.

10

Hasta ahora se realizó una determinación mediante técnicas, en las que se han tenido en cuenta la presión del gas y la temperatura en el interior de un reactor como acumulador. A este respecto, los problemas aparecen debido a la marcada presión de meseta de sorción de los materiales de almacenamiento. Estas mediciones fueran especialmente difíciles y por ello también inexactas durante el funcionamiento dinámico, es decir, en una fase en la que se realiza una absorción o desorción del gas.

15

A través de una medición de la presión de gas no se puede utilizar una correlación lineal respecto a la cantidad de gas absorbido en un material de almacenamiento. Además, los efectos de histéresis repercuten de forma desventajosa. Obligatoriamente se requiere el conocimiento de la temperatura instantánea. Pero la temperatura se modifica durante una absorción y también durante la desorción. Además, de antemano se deben elaborar de forma costosa distintas curvas características para diferentes temperaturas y respectivos materiales de almacenamiento para la evaluación de los resultados de medición.

20

Por otra parte, es difícil un reequipamiento conforme a sistemas de medición apropiados correspondientemente para la determinación de la temperatura.

Una consideración de una capacidad de absorción, que se modifica durante el transcurso del funcionamiento, en particular debido a los ensuciamientos, de un material de acumulación utilizado, no es posible o solo con coste extremadamente elevado.

30

Otra posibilidad usada hasta ahora para la determinación de una cantidad de gas almacenada es la medición del flujo volumétrico correspondiente de gas, que se ha introducido en un contenedor de almacenamiento y absorbido allí por el material de almacenamiento y de forma inversa en el flujo volumétrico por el gas evacuado del acumulador debido a la desorción. Tales sistemas de medición son caros y laboriosos de instalar. Además, una medición de caudal está fuertemente sujeta a errores. Además, no es posible o solo concebible con coste elevado el determinar la capacidad de almacenamiento de segmentos de tanque individuales.

35

Junto a las posibilidades conocidas ya mencionadas, hasta ahora también se realiza una determinación de la cantidad de gas almacenado en base a una dilatación del material de almacenamiento.

40

Por un lado, a este respecto se mide directamente la dilatación y así se determina el grado de llenado. En esta forma se debe prever espacio extra para la dilatación, de modo que un recipiente de medición debe ser claramente mayor que lo que se requiere verdaderamente. La dilatación de la estructura de medición también repercute en el resultado de la medición. Por consiguiente, se debe aportar una orientación determinada, lo que convierte la medición en propensa a errores.

45

Por otro lado, la dilatación del material de almacenamiento se utiliza para la deformación de otro cuerpo (p. ej. carcasa metálica, diafragma), a fin de determinar el grado de llenado a través de esta deformación.

50

También se conoce llevar a cabo la determinación de la cantidad de gas almacenado mediante la medición de la deformación en una carcasa, en la que está contenido el material de almacenamiento apropiado para la absorción. En el caso de carcasas metálicas se puede modificar la deformación debido a la modificación del material metálico, por ejemplo, debido a la solidificación en frío o modificación de la rigidez a lo largo de la vida útil, durante el transcurso del tiempo, lo que haría necesaria al menos una calibración regular. Una carcasa se tiene que haber fabricado de un material apropiado para una deformación con un espesor de pared correspondiente. No se pueden usar formas cualesquiera de una carcasa y se deben evitar las deformaciones que no se provoquen por un volumen de gas absorbido, modificado.

55

60

En las determinaciones de la cantidad del gas absorbido en base a la dilatación del material de almacenamiento

también se debe tener en cuenta de manera muy exacta la influencia de la temperatura en la dilatación del material de almacenamiento. Habitualmente tampoco es lineal una deformación que aparece debido a un volumen de gas absorbido modificado. Estos dos puntos hacen necesario un complicado depósito de las curvas nominales.

Además, es desventajoso que la medición de la deformación de una carcasa o de un diagrama debe tener lugar en el entorno inmediato del material de almacenamiento, de modo que la temperatura superior del dispositivo de medición se deduce a través de la temperatura de uso del diagrama o por galgas extensiométricas colocadas sobre el contenedor.

Otras posibilidades para la determinación de la cantidad de gas se producen mediante la medición de distintas propiedades físicas (inductancia, conductividad eléctrica, propiedades ópticas), que se modificación con la absorción de gas. La desventaja esencial aquí consiste en la dependencia del principio de medición a seleccionar para el respectivo material de almacenamiento. Por consiguiente, aquí se producen una pluralidad de métodos complejos y no un indicador universal de nivel de llenado. También es especialmente desventajosa la propensión a las oscilaciones o vibraciones que aparecen que conducen a un falseo de los resultados de medición.

Entonces por el documento US 2003/0070487 A1 se conocen las posibilidades para la determinación de la cantidad de hidrógeno, que usan una deformación, una modificación de la presión de hidrógeno, un cambio de color o una modificación de la resistencia eléctrica. El documento US 2003/0070487 A1 da a conocer el preámbulo de la reivindicación 1.

En el documento JP 2004 028 756 A se describe como se aprovecha la expansión y la contracción de las partículas de un material de almacenamiento, que están embebidas en una capa de resina, para la determinación de la cantidad de gas almacenada.

Una deformación en conexión con el aprovechamiento de fuerzas magnéticas se usa en la técnica conocida por el documento JP H03 89145 A, para detectar una cantidad de gas almacenada.

Un sensor de hidrógeno, que se usa en conexión con un material de almacenamiento de hidrógeno, se conoce por el documento US 2010/0050734 A1.

El documento US 2012/0198917 A1 se refiere a un indicador de carga para una cantidad de un fluido contenido.

Por el documento US 2003/0159829 A1 se conoce un actuador, que aprovecha un desplazamiento de un elemento.

Por lo tanto, el objetivo de la invención es especificar las posibilidades para la determinación de cantidades de gas absorbidas en materiales de almacenamiento, que se pueden conseguir con constante de tiempo pequeña, elevada exactitud de medición, costes de medición reducido y pequeño esfuerzo.

Según la invención este objetivo se consigue con un dispositivo de medición que presenta las características de la reivindicación 1. La reivindicación 10 especifica un procedimiento para ello. Configuraciones y perfeccionamientos ventajosos de la invención se pueden implementar con las características designadas en las reivindicaciones dependientes.

En un dispositivo de medición según la invención para la determinación de la cantidad de un gas en un material de almacenamiento, recibido en un contenedor de almacenamiento, en una cavidad de una carcasa está recibido el mismo o un material basado en el material de almacenamiento en forma de un cuerpo sólido poroso, como en el contenedor de almacenamiento. A este respecto, al menos un sensor de medición de fuerza está en contacto con el cuerpo sólido poroso recibido en la cavidad. La pared interior de la carcasa constituye un contrafuerte para el cuerpo sólido poroso en un dispositivo de medición de fuerza y en la carcasa está presente una abertura, a través de la que es posible un intercambio de gases entre la cavidad y el interior del contenedor de almacenamiento. El al menos un sensor de medición está conectado con una unidad de evaluación, con la que se puede conseguir la determinación de la cantidad del gas recibido. Es decisivo que se pueda producir una pequeña dilatación lateral del cuerpo sólido poroso en la cavidad del dispositivo de medición.

La cantidad de gas almacenada respectiva se modifica esencialmente debido a la absorción o desorción.

A este respecto, se puede aprovechar que el gas absorbido en el material del cuerpo sólido (material de acumulación) se deposita en la red cristalina del material de cuerpo sólido (material de almacenamiento), de modo que la red cristalina se dilata en función de la cantidad de gas absorbida. La dilatación respectiva conduce a tensiones mecánicas internas en el material del cuerpo sólido poroso, que se expresan en un efecto de fuerza entre una pared de la carcasa y al menos un sensor de medición de fuerza dispuesto opuesto. La señal de medición medida es entonces proporcional a la cantidad de gas almacenada debido a la absorción del material del cuerpo sólido. Este proceso está exento de

histéresis y es independiente de la temperatura, lo que resulta claramente positivo para la capacidad de reproducción de la medición. Dado que no se requiere una deformación de una pared del contenedor o de un diagrama en la medición de fuerza, también se produce una pequeña constante de tiempo.

- 5 La pared de la carcasa debe presentar una rigidez suficiente, que evita sin falta una deformación en la medición de fuerza. Uno o varios sensor(es) de medición de fuerza se puede/pueden apoyar en la pared interior en la cavidad de la carcasa y estar en contacto con ella. La superficie opuesta del/de los sensor(es) de medición de fuerza está entonces en general en contacto directo o indirecto con el cuerpo sólido, sin que haya aparecido una dilatación lateral modificada del cuerpo sólido debido a la absorción o una modificación del volumen del cuerpo sólido debido a la desorción.
- 10 Sensores de medición apropiados son, por ejemplo: sensores de fuerza aprovechando el efecto óhmico, el efecto piezoeléctrico o el efecto piezorresistivo.
- 15 Gracias a la medición de fuerza también se puede detectar las cantidades de gas absorbibles máximas y mínimas. De este modo y debido a la proporcionalidad se pueden registrar curvas características, que se utilizan en la evaluación de las señales de medición de fuerza. Así es posible detectar la cantidad de gas máxima absorbible y el estado en el que no se absorbe ningún gas, es decir, el estado completamente cargado y el estado completamente descargada y poder usar estos dos valores para una curva característica para la determinación de la cantidad de gas absorbida en función de las fuerzas medidas. Este máximo y mínimo es válido a continuación para cada temperatura a voluntad, en
- 20 la que el material de almacenamiento puede absorber el gas. Por consiguiente, el dispositivo de medición está suficientemente caracterizado y se puede utilizar para determinar el nivel de llenado relativo de cada depósito de almacenamiento conectado a voluntad con el mismo material de almacenamiento. Esto significa que es posible detectar segmentos de depósito individuales o sistemas de depósito completos sin calibrar el dispositivo de medición en el sistema de almacenamiento verdadero, en tanto que se utiliza el mismo material de almacenamiento.
- 25 Para la prevención de un ensuciamiento del material de almacenamiento recibido en la carcasa, sobre/en la abertura de la carcasa puede estar dispuesto un dispositivo para un intercambio de gases, en particular un filtro de partículas permeable para el respectivo gas o una membrana permeable.
- 30 El cuerpo sólido recibido en la cavidad, que está formado por un material a base del material de almacenamiento o a partir del mismo material que el material de almacenamiento, debería presentar una porosidad máxima del 75% en volumen. Puede estar presente como carga o en forma prensada, por ejemplo, en forma de pellets o un granulado. Existe la posibilidad de que junto al material de almacenamiento esté contenida al menos otra sustancia en la cavidad. Como otra sustancia puede estar contenido, por ejemplo, grafito o aditivos metálicos, que no participan en la absorción
- 35 (p. ej. aluminio, cobre) o aditivos catalizadores, que influyen en la cinética de la reacción de sorción), junto al material de almacenamiento en la cavidad. La fracción de la segunda u otras varias sustancias debería ser menor del 50% en volumen.
- 40 Dado que bajo el término gas, junto a un gas puro también se debería entender una mezcla de varios gases, en una forma de realización de la invención un segundo u otro material puede ser también especialmente específico para un segundo u otro gas y absorber mejor un gas semejante que el cuerpo sólido, que de nuevo absorbe mejor o exclusivamente otro gas. Con la invención se puede determinar entonces la cantidad total de la mezcla de gases almacenada.
- 45 Para la formación del cuerpo sólido poroso, el material de almacenamiento o el material basado en el material de almacenamiento puede estar realizado como carga agitada, como carga regulada o en forma de partículas individuales que están dispuestas en una capa individual. La disposición del sensor de medición de fuerza se puede seleccionar correspondientemente de modo que debido a tensiones mecánicas en el cuerpo sólido aparece un efecto de fuerza máxima respectivo y con el al menos un sensor de medición de fuerza se puede medir la fuerza resultante de ello.
- 50 El dispositivo de medición puede estar introducido en el interior del contenedor de almacenamiento o una línea de conexión, a través de la que se realiza un intercambio de gases con el contenedor de almacenamiento, o estar dispuesto en él. De este modo se puede observar respectivamente las mismas condiciones de entorno y eventualmente a este respecto también las mismas temperaturas.
- 55 De forma especialmente ventajosa puede estar presente un dispositivo de atemperado en la carcasa o estar integrado en la carcasa. De este modo se puede observar una temperatura determinada, que se corresponde preferentemente con la respectiva temperatura del material de almacenamiento en el acumulador. Para ello se puede regular correspondientemente la temperatura. A este respecto, se puede utilizar al menos un sensor de temperatura.
- 60 En el caso de temperaturas muy elevadas, que sobrepasan el rango de uso del al menos un sensor de fuerza, se debe proyectar una realización ventajosa del dispositivo de medición, de modo que se el desarrollo de la fuerza se transmite

mediante un elemento estable a la temperatura de la zona de reacción caliente a una zona de medición activamente enfriada.

5 Solo se debería prescindir de un sensor de temperatura y un atemperado, cuando la medición de fuerza se pueda llevar a cabo en al menos aproximadamente las mismas temperaturas, que también presenta el material de almacenamiento en el contenedor de almacenamiento. Para ello, por ejemplo, la carcasa con el material de almacenamiento y sensor de medición de fuerza puede estar dispuesta directamente en el contenedor de almacenamiento y a este respecto en o directamente sobre el material de almacenamiento.

10 La determinación de la cantidad de gas absorbida se debería llevar a cabo a una temperatura conocida y/o predeterminada. La respectiva temperatura se debería tener en cuenta en la determinación de la cantidad del gas absorbido por el material de almacenamiento.

15 El al menos un sensor de medición de fuerza puede constituir un cierre para la carcasa. De este modo es posible sustituir el sensor de medición de fuerza y/o el cuerpo sólido en la cavidad en caso de necesidad. El cuerpo sólido se puede sustituir cuando se ha modificado la capacidad de absorción del material del cuerpo sólido a lo largo de la vida útil y se ha vuelto demasiado grande la desviación de la capacidad de absorción del material de almacenamiento en el contenedor de almacenamiento. Una sustitución también se puede realizar cuando se requiere una adaptación a otro material de almacenamiento en el contenedor de almacenamiento. Este puede ser otro material y/u otra porosidad.

20 En el modo de proceder según la invención, mediante una comparación temporal de la fuerza máxima ejercida se puede determinar el estado del material de almacenamiento y/o tenerse en cuenta durante la determinación de la cantidad del gas absorbido por el material de almacenamiento en el contenedor de almacenamiento.

25 Como materiales de almacenamiento se pueden usar, por ejemplo, hidruros metálicos (p. ej. base de MgH_2), aleaciones intermetálicas (p. ej. base de $TiMn_2$, base de $TiCr_2$, base de $LaNi_5$, base de $FeTi$), hidruros complejos (p. ej. base de $NaAlH_4$, base de $LiNH_2$, base de $LiBH_4$) para hidrógeno o sales (p. ej. base de $BaCl_2$, base de $CaCl_2$) para amoníaco u óxidos / hidróxidos (p. ej. base de $CaO/Ca(OH)_2$) para vapor de agua (p. ej. base de PbO , base de CaO) para óxido de carbono.

30 Las señales de medición de fuerza detectadas se pueden transmitir a través de una línea de conexión hacia la unidad de evaluación. Pero también se puede usar una transmisión inalámbrica, por ejemplo, una conexión por Bluetooth.

A continuación, se debe explicar la invención más en detalle a modo de ejemplo.

35 A este respecto muestran:

Figura 1: en forma esquemática la estructura de un ejemplo de un dispositivo de medición según la invención;

40 Figura 2: en forma esquemática la estructura de un ejemplo de un dispositivo de medición según la invención, que está realizado como cierre directo para el depósito;

Figura 3: en forma esquemática la estructura de un ejemplo de un dispositivo de medición según la invención, que se atempera de forma activa;

45 Figura 4: en forma esquemática la estructura de un ejemplo de un dispositivo de medición según la invención, que está presente por separado en una zona de reacción caliente y una zona de medición fría.

50 Figura 5: un diagrama de la dependencia de las tensiones mecánicas que aparecen durante la absorción y desorción de la cantidad de hidrógeno absorbida respectivamente en % en masa;

Figura 6: un diagrama de la dependencia de las tensiones mecánicas que aparecen durante la absorción y desorción de la cantidad de hidrógeno absorbida respectivamente en % en masa, a distintas temperaturas y

55 Figura 7: diagramas de las dependencias de la fuerza medida o de la presión de equilibrio en referencia a la cantidad de hidrógeno absorbida respectivamente.

60 En la figura 1 se muestra esquemáticamente un ejemplo de un dispositivo de medición según la invención. A este respecto, en una carcasa 1 está configurada una cavidad, que está conectada con el entorno para un intercambio de gases (indicado con la flecha doble) a través de una abertura 1.1. De este modo se puede observar las mismas condiciones que en un contenedor de almacenamiento (no mostrado), que está lleno con el cuerpo sólido poroso 2 a base del mismo material de almacenamiento que también está recibido en la cavidad que está configurada en el

interior de la carcasa 1. En este ejemplo, la cavidad está completamente llena con el cuerpo sólido poroso 2 en base al material de almacenamiento, que está previsto en este caso para la absorción y desorción de hidrógeno, a excepción de la zona en la que está dispuesto el sensor de medición de fuerza 3. A este respecto, el cuerpo sólido poroso 2 está en contacto con la superficie útil del sensor de medición de fuerza 3. El cuerpo sólido poroso 2 tuvo una porosidad de 5 aprox. 30% en volumen y se basa en una aleación de TiMn₂ para la acumulación de hidrógeno en el rango de baja temperatura (-20°C a 100°C). El sensor de medición de fuerza 3 está conectado a través de la línea de conexión 5 con la unidad de evaluación electrónica 4, con la que se utilizan las señales de medición de fuerza medidas respectivamente para la determinación de la cantidad de gas almacenada respectivamente. La cantidad de gas almacenada respectivamente se puede mostrar ópticamente en la pantalla 6.

10 El dispositivo de medición puede estar dispuesto directamente en el contenedor de almacenamiento. Así, en la figura 2 se muestra esquemáticamente un ejemplo de un dispositivo de medición según la invención, que está establecido en la brida del contenedor de almacenamiento. A este respecto, en una brida 7 está configurada una cavidad, que está conectada con el depósito de almacenamiento 8 para un intercambio de gases a través de una abertura 7.1. En 15 este ejemplo, la cavidad está completamente llena con el cuerpo sólido poroso 2 a base del material de almacenamiento a excepción de la zona en la que está dispuesto el sensor de medición de fuerza 3. A este respecto, el cuerpo sólido poroso 2 está en contacto con la superficie útil del sensor de medición de fuerza 3.

En la figura 3 en la carcasa está presente un dispositivo de atemperado 9, por ejemplo, una calefacción de resistencia eléctrica, que se puede hacer funcionar con ayuda de una regulación de temperatura 10 a base de una detección de 20 temperatura 11 mediante un sensor de temperatura 12 en el depósito de almacenamiento 8. Pero para un atemperado también pueden estar configurados canales en las paredes de la carcasa 1, a través de los que puede fluir un fluido de atemperado apropiado, por ejemplo agua.

25 El dispositivo de medición puede estar dividido en una zona caliente y fría, donde la sorción tiene lugar a temperaturas por encima de la temperatura de trabajo del dispositivo de medición de fuerza, de modo que la sorción y la medición de fuerza se debe llevar a cabo por separado y a diferentes temperaturas. Así en la figura 4 se muestra esquemáticamente un ejemplo de un dispositivo de medición según la invención, que se destaca por una zona de sorción caliente 13 y una zona de medición fría 14. El desarrollo de fuerza del cuerpo sólido poroso 2 se transmite por 30 un elemento estable a la temperatura 15 de la zona de reacción caliente 13 a una zona de medición activamente enfriada 14 hacia el sensor de medición de fuerza 3.

Con los diagramas mostrados en las figuras 5 y 6 se clarifica que en la absorción y desorción casi se pueden conseguir relaciones proporcionales lineales con la invención. Solo en la zona del principio de la absorción, es decir, en el caso 35 de pequeñas cantidades de gas absorbidas aparece un aumento progresivo y al final de la absorción alcanzable máxima (zona de saturación) se puede registrar un aumento decreciente. La figura 5 clarifica a este respecto que no aparece una histéresis entre absorción y desorción. El dispositivo de medición es por consiguiente independiente del camino de reacción. La figura 6 clarifica que para distintas temperaturas no se detectan señales de medición diferentes. Por lo tanto, el dispositivo de medición solo se debe calibrar para una temperatura y luego ofrece una posibilidad 40 independiente de la temperatura para la determinación de la cantidad de gas absorbida.

Los diagramas mostrados en la figura 7 clarifican la posibilidad de modificaciones (envejecimiento) en el material de almacenamiento, p. ej. debido a contaminación en el gas, que se pueden constatar de forma unívoca con la ayuda del 45 dispositivo de medición aquí propuesto. Así, el desarrollo de fuerza se muestra para un material de almacenamiento totalmente activo y uno envejecido en comparación a las isotermas de presión - concentración. Se clarifica que, en el caso de las isotermas, a las que con frecuencia se recurre para la determinación del grado de llenado, no se pudo constatar una diferencia, mientras que este se expresa claramente en el desarrollo de fuerza. Por consiguiente, el dispositivo de medición aquí propuesto también se puede usar como así denominado *State-of-Health* (estado de salud), es decir, indicación de estado con vistas al envejecimiento.

50

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de medición para la determinación de la cantidad de un gas recibido en un contenedor de
5 almacenamiento, que está lleno con un material de almacenamiento, en el que en una cavidad de una carcasa (1)
está recibido un cuerpo sólido poroso (2), de un material que está basado en el mismo material de almacenamiento
que el material que está recibido en el contenedor de almacenamiento, donde al menos un sensor de medición de
fuerza (3) está en contacto con el cuerpo sólido poroso (2) recibido en la cavidad, y la pared interior de la carcasa (1)
10 forma un contrafuerte para el cuerpo sólido en una dirección de medición de fuerza, y en la carcasa (1) está presente
una abertura (1.1), a través de la que es posible un intercambio de gases entre la cavidad y el interior del contenedor
de almacenamiento, a este respecto el al menos un sensor de medición de fuerza (3) está conectado con una unidad
de evaluación (4), con la que se puede conseguir la determinación de la cantidad del gas recibido, **caracterizado**
porque el cuerpo sólido poroso (2) está recibido en la cavidad, de modo que no se puede realizar una dilatación del
15 material que forma el cuerpo sólido (2) y la pared de la carcasa (1) presenta una resistencia que evita sin falta una
deformación durante la medición de fuerza.
2. Dispositivo de medición según la reivindicación 1, **caracterizado porque** sobre/en la abertura (1.1) está
dispuesto un dispositivo para un intercambio de gases, en particular un filtro de partículas permeable para el gas
20 respectivo o una membrana permeable para el gas respectivo.
3. Dispositivo de medición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el
cuerpo sólido poroso (2) recibido en la cavidad presenta una porosidad máxima del 75%.
4. Dispositivo de medición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el
25 cuerpo sólido poroso (2) recibido en la cavidad está establecido en forma de una carga compactada o en la forma
prensada del material de almacenamiento y/o junto al material de almacenamiento está contenida otra sustancia en la
cavidad.
5. Dispositivo de medición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el
30 material de almacenamiento forma el cuerpo sólido poroso (2) como carga agitada, como carga regulada o en forma
de partículas individuales, que están dispuestas en una capa individual.
6. Dispositivo de medición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el
dispositivo de medición está introducido en el interior del contenedor de almacenamiento o una línea de conexión, a
35 través de la que se realiza un intercambio de gases con el contenedor de almacenamiento, o está dispuesto en él.
7. Dispositivo de medición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el
dispositivo de atemperado está previsto en la carcasa (1) o está integrado en la carcasa (1).
- 40 8. Dispositivo de medición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el
al menos un sensor de medición de fuerza (3) forma un cierre para la carcasa (1).
9. Procedimiento para la determinación de la cantidad de un gas recibido en un acumulador con un cuerpo
sólido poroso basado en el mismo material de almacenamiento con un dispositivo de medición según cualquiera de
45 las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** las tensiones mecánicas interiores que aparecen debido a una
cantidad de gas absorbida en función del cuerpo sólido poroso (2) situado en la cavidad se detectan con al menos un
sensor de medición de fuerza (3) y a través de la fuerza medida se determina la cantidad de gas absorbido con una
unidad de evaluación (4).
- 50 10. Procedimiento según la reivindicación anterior, **caracterizado porque** la medición de fuerza se lleva a
cabo a una temperatura conocida y/o predeterminada y la temperatura se tiene en cuenta en la determinación de la
cantidad del gas absorbido por el material de almacenamiento.
11. Procedimiento según las dos reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** mediante una
55 comparación temporal de la fuerza máxima ejercida se determina el estado del material de almacenamiento, a partir
del que está formado el cuerpo sólido poroso (2) en la cavidad, y/o se tiene en cuenta en la determinación de la
cantidad del gas absorbido en/sobre el material de almacenamiento en el contenedor de almacenamiento.

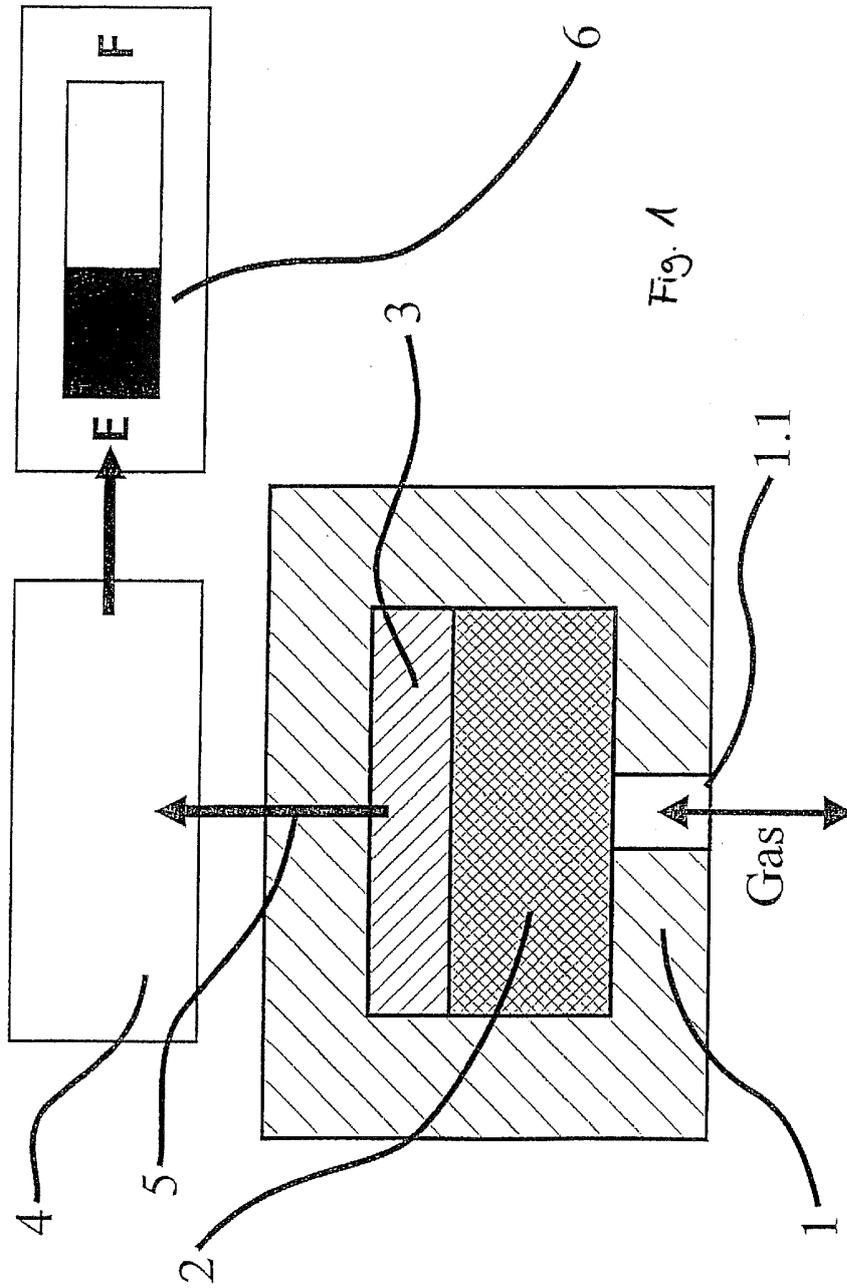
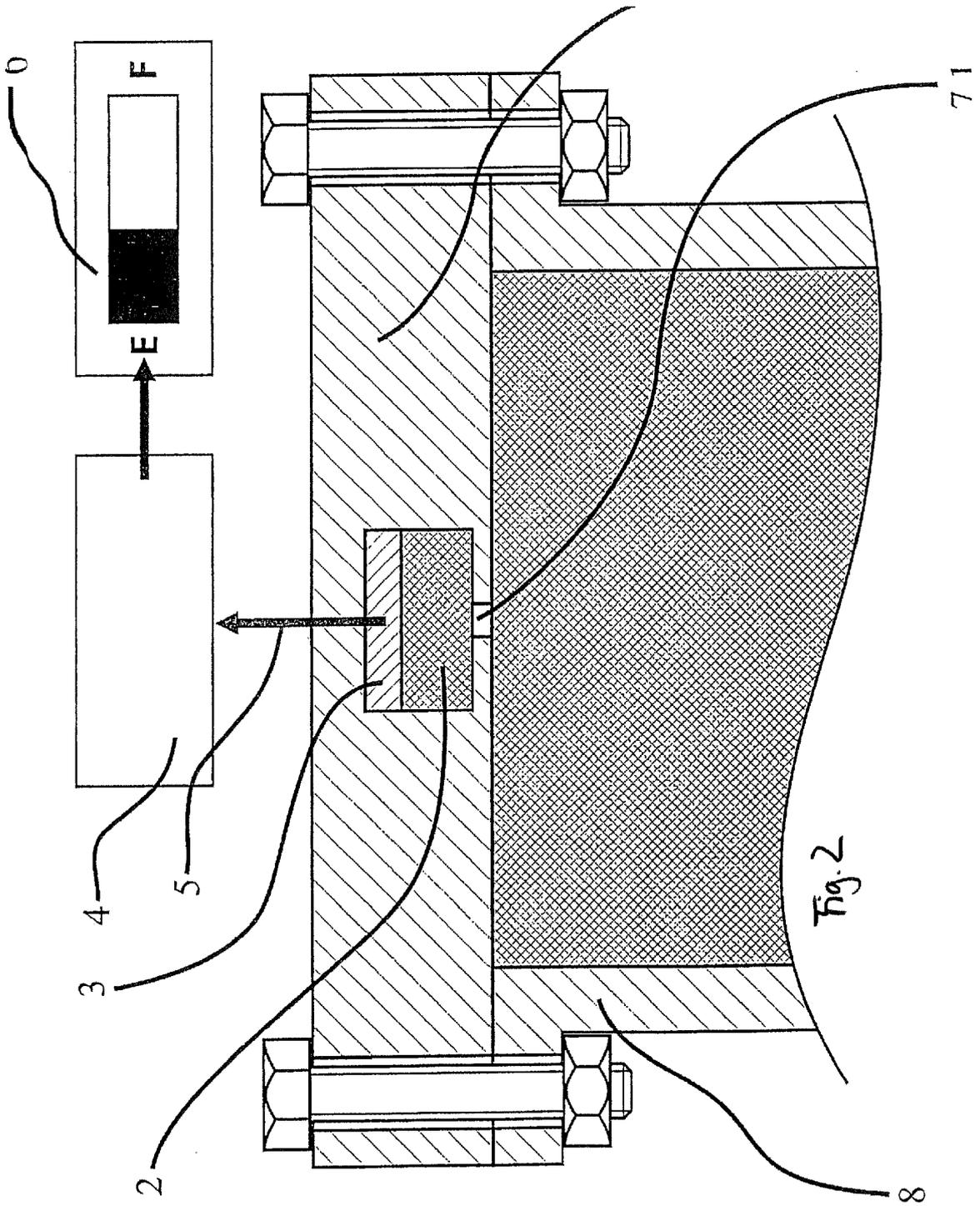


Fig. 1



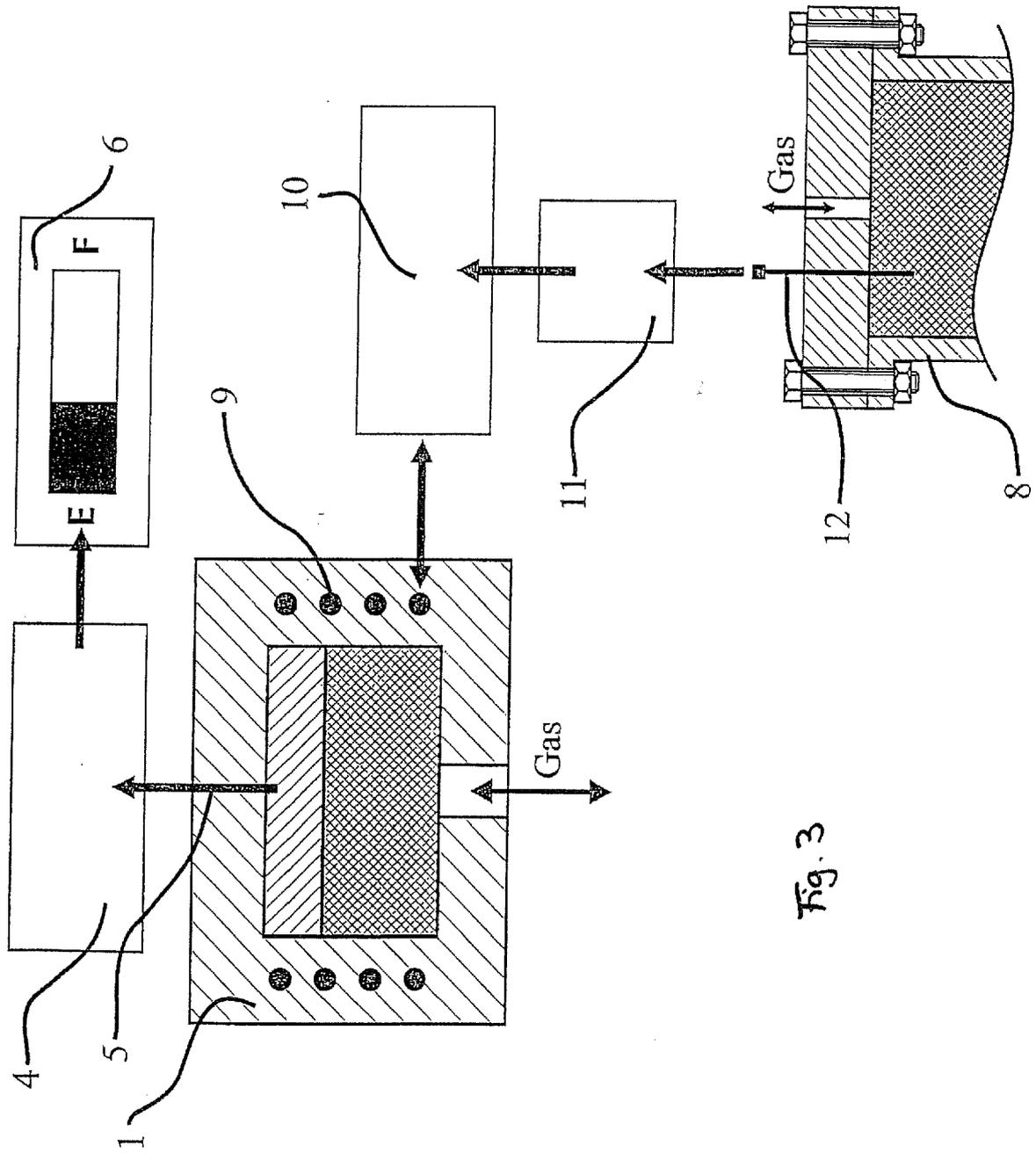
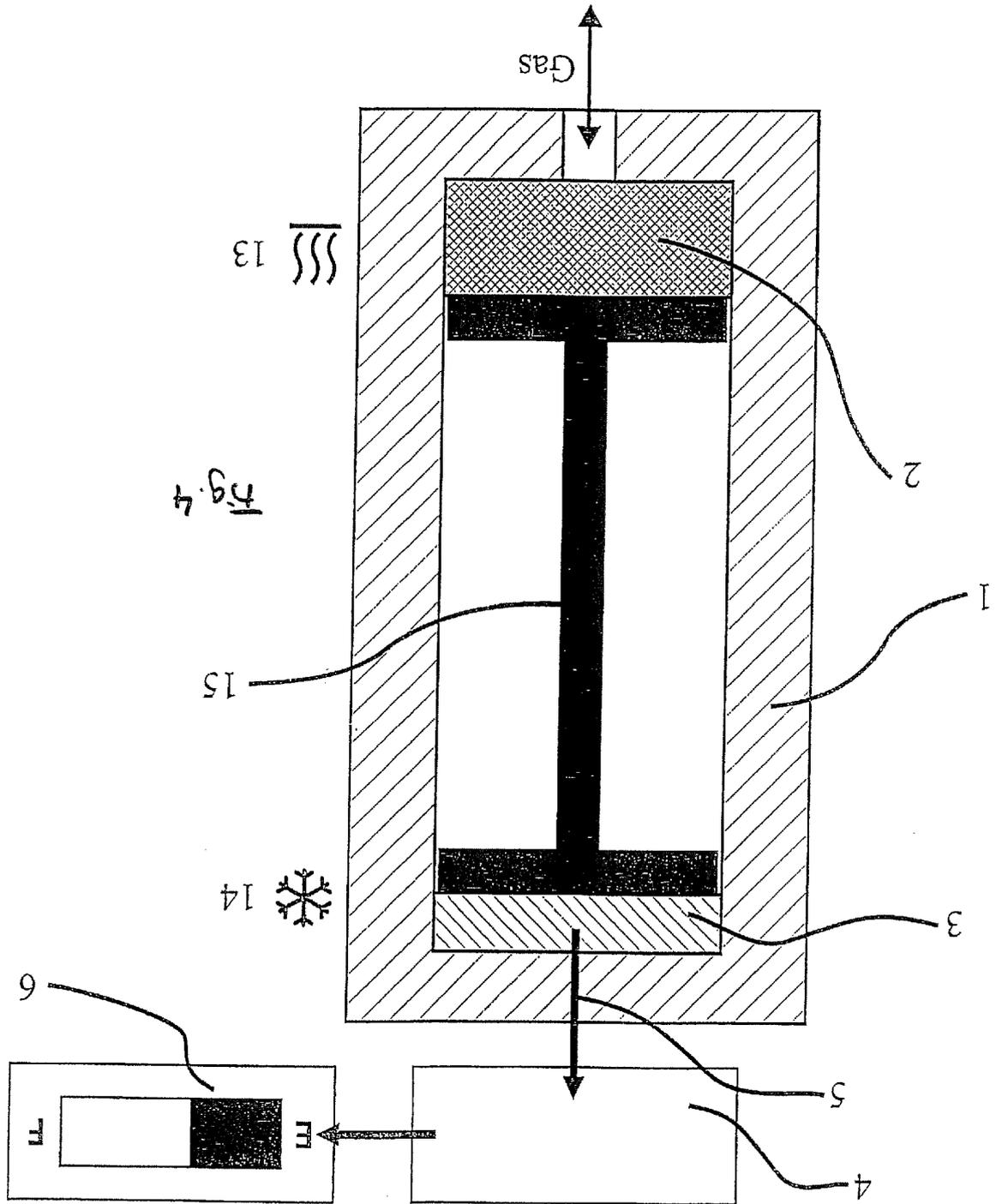


Fig. 3



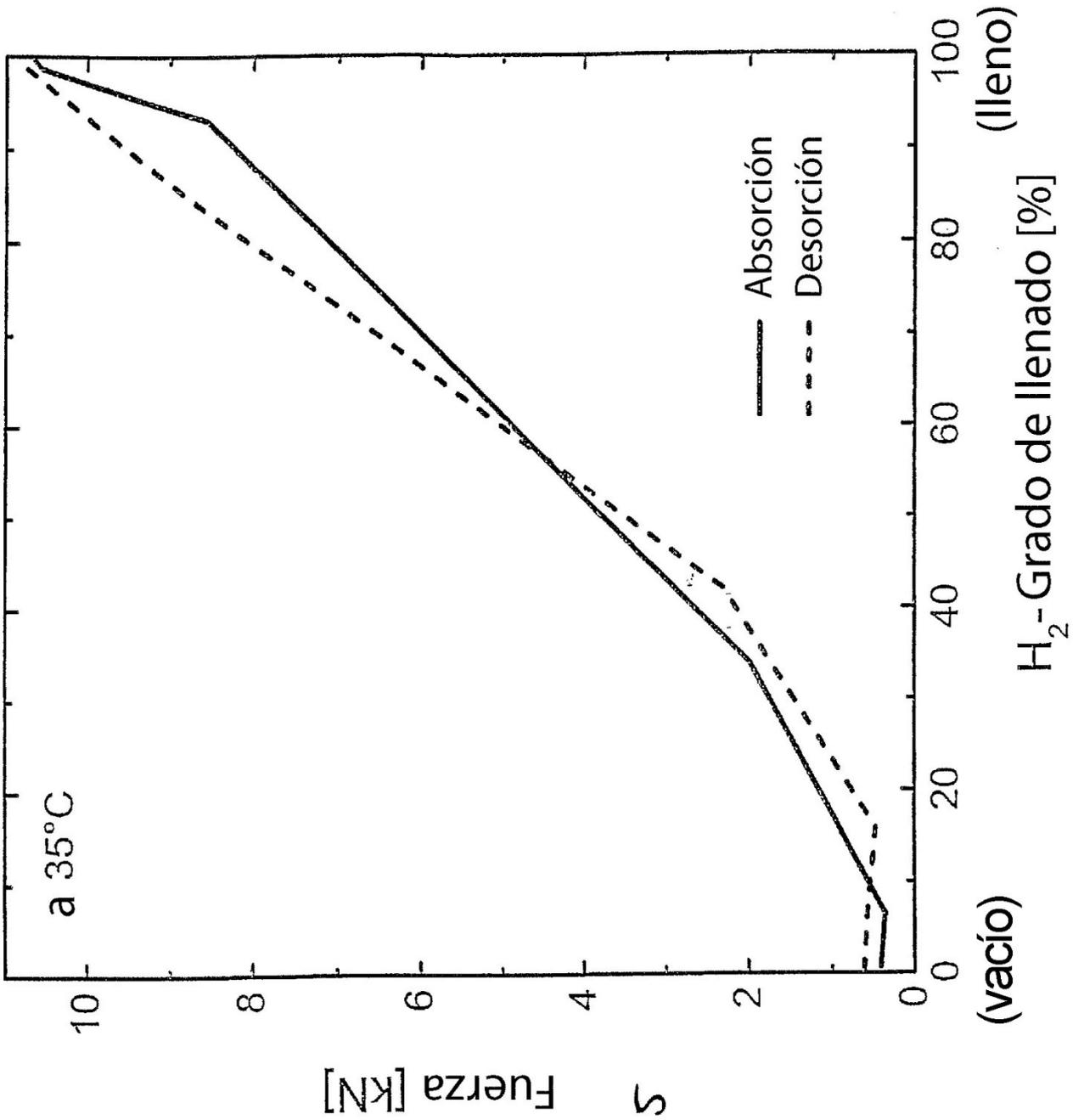


Fig.5

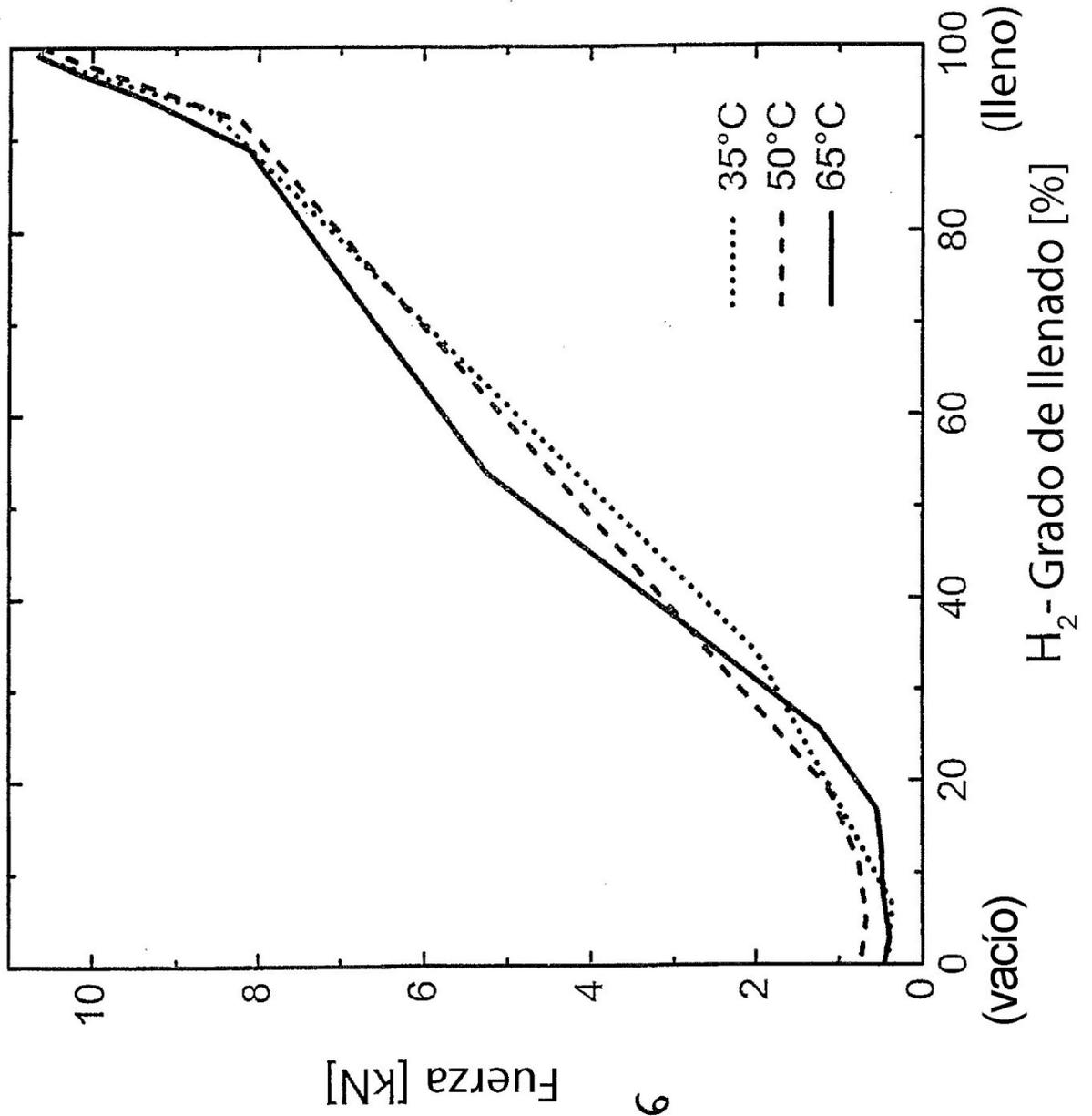


Fig. 6

Fig. 7

