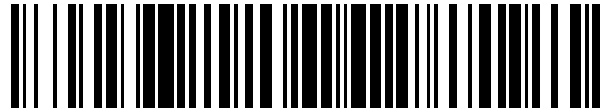


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 456 775**

21 Número de solicitud: 201200904

51 Int. Cl.:

G01N 15/08 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

19.09.2012

43 Fecha de publicación de la solicitud:

23.04.2014

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE ALICANTE (100.0%)
Carretera San Vicente del Raspeig s/n
03690 San Vicente del Raspeig (Alicante) ES**

72 Inventor/es:

**GADEA RAMOS , Enrique ;
CAZORLA AMORÓS, Diego y
MARCO LOZAR , Juan Pablo**

54 Título: **Equipo de sorción de gases y/o vapores multi-componente**

57 Resumen:

Equipo de análisis de sorción de gases y/o vapores multi-componente donde el equipo permite la medida de isothermas de sorción de gases y/o vapores multi-componente, obteniendo simultáneamente la isoterma de adsorción total y cada una de las isothermas de los diferentes compuestos que forman el gas y/o vapor a analizar. El equipo comprende un sistema de extracción (19) que permite la extracción de una parte del gas a analizar para su análisis y obtención de dichas isothermas de sorción.

ES 2 456 775 A1

DESCRIPCIÓN**EQUIPO DE SORCIÓN DE GASES Y/O VAPORES MULTI-COMPONENTE**

La presente invención se refiere a un equipo para la medida de isotermas de sorción (adsorción-desorción) de gases y/o vapores multi-componente, obteniendo simultáneamente la isoterma de adsorción total y cada una de las isotermas de los diferentes compuestos que forman el gas y/o vapor a analizar.

ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR

El interés de realizar isotermas de sorción de gases y/o vapores multi-componente surge, no sólo desde un punto de vista fundamental del estudio de la adsorción competitiva entre diferentes gases, sino también, desde un punto de vista aplicado a la utilización de sólidos porosos como sistema de captura, almacenamiento y separación de mezclas de gases y vapores. El interés en la obtención de resultados de adsorción multi-componente puede observarse en el alto número de publicaciones científicas que tratan sobre adsorción, almacenamiento de gases, separación de gases, etc. Los equipos de caracterización de materiales mediante adsorción utilizando gases puros son ampliamente conocidos y objeto de numerosas patentes como se describe, por ejemplo, en los documentos US3850040, US4566326, US4972730 o GB2161607. Sin embargo, actualmente no se conocen equipos que trabajen con gases y vapores formados por mezclas multi-componente que sean capaces de obtener, de forma precisa, la isoterma de adsorción total y las isotermas de adsorción individuales de cada uno de los componentes que forman el gas o el vapor compuesto de forma simultánea. Del estado de la técnica solo se conoce un equipo que es capaz de realizar las isotermas de una mezcla pero solo permite trabajar con mezclas con dos componentes con pesos moleculares bien diferenciados.

Para obtener los resultados mencionados, actualmente deben realizarse las isotermas de adsorción mediante el uso de gases puros, para cada uno de los componentes que forman la mezcla real a estudiar y, posteriormente, mediante el uso de diferentes teorías de adsorción de mezclas, calcular cómo se comporta el adsorbente sobre una determinada mezcla de dichos componentes. Con los equipos actuales puede realizarse un estudio de adsorción con una mezcla de gases pero solo se puede obtener la isoterma de adsorción total, sin poder discernir qué componentes se han adsorbido, cuales no y en qué proporción.

Además de requerir un gran esfuerzo para realizar cada uno de los análisis para cada uno de los componentes que forman la mezcla de gases, esfuerzo que crece con el número de componentes que forman la mezcla, los resultados calculados a partir de los resultados obtenidos para cada componente individual raramente son acertados, puesto que los sólidos porosos prácticamente nunca retienen los diferentes compuestos de forma equitativa, sino que suele producirse una adsorción competitiva entre los diferentes compuestos que forman la mezcla de gases. Por este mismo motivo, también resulta muy interesante poder realizar análisis de adsorción utilizando mezclas de gases y obtener tanto la isoterma total como la isoterma individual de cada uno de los componentes utilizando una determinada mezcla de gases y/o vapores, ya que de esta manera se puede conocer la competencia de una determinada mezcla real en el proceso de adsorción.

EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un equipo para la medida de isotermas de sorción (adsorción-desorción) de gases y/o vapores multi-componente, obteniendo simultáneamente la isoterma de adsorción total y cada una de las isotermas de los diferentes compuestos que forman el gas y/o vapor a analizar. Este equipo puede aplicarse a cualquier mezcla de gases y/o vapores, con ilimitado número de componentes y en cualquier intervalo de presiones y temperaturas.

Para poder obtener simultáneamente las isotermas de adsorción total de una mezcla multi-componente de gases y/o vapores y las isotermas de adsorción individuales de cada uno de los componentes que forman la mezcla, en las condiciones de composición en la que se encuentra, se realiza una modificación de los equipos de adsorción convencionales para gases puros, añadiendo al conjunto un sistema de extracción de una parte del gas/vapor multi-componente en equilibrio con la muestra objeto de análisis. La cantidad total de gas extraído así como la cantidad de cada uno de los componentes en la mezcla extraída se puede determinar con gran precisión conectando dicho gas a un sistema de análisis de la composición.

Así pues, el equipo de la presente invención comprende un distribuidor, al menos un sensor de presión en el distribuidor, al menos una celda de análisis en el interior de la que se aloja la muestra objeto de análisis, que incorpora al menos un sensor de presión de la celda de análisis. El distribuidor y la celda de análisis están unidos mediante unas conducciones a través de una válvula de celda de análisis. El distribuidor puede tener una entrada de gas de análisis que tiene una válvula de entrada del gas y/o vapor a analizar, tiene una entrada de gas de calibrado unida a través de una válvula de gas de calibrado y tiene una línea de vacío unida al distribuidor a través de una válvula de purga. El sistema de extracción está conectado a la celda de análisis. La celda de análisis en la que está la muestra objeto de análisis se conecta mediante una válvula de expansión al sistema de

extracción. Este sistema de extracción permite extraer una parte del gas/vapor multi-componente en equilibrio con la muestra objeto de análisis.

5 En una primera realización de la invención, el sistema de extracción comprende al menos una celda de expansión de volumen conocido que se une mediante la válvula de expansión a la celda de análisis. Dicha celda de expansión puede comprender un sensor de presión de la celda expansión y está conectada a una línea de vacío mediante una válvula de vacío y está conectada también a una válvula de análisis de composición para conectarla con un sistema de análisis de composición

10 En una segunda realización de la invención, el sistema de extracción comprende al menos una segunda celda de expansión que se une a la celda de análisis mediante una válvula de expansión, y comprende al menos un medidor de caudal unido a la segunda celda de expansión para conectarla con un sistema de análisis de la composición.

15 Dos configuraciones básicas del equipo, resultado de conectar un sistema de extracción del gas/vapor multi-componente en equilibrio con la muestra a analizar, a la celda de análisis de forma que se conozca perfectamente la cantidad total del gas/vapor y de cada uno de los componentes de esta mezcla extraídos de forma precisa. En la configuración de una sola celda de análisis y sin presencia de sensor de presión en la celda de análisis, el conjunto distribuidor-celda de análisis cuando la válvula que los conecta está abierta también se denomina celda de análisis.

20 En cualquiera de las configuraciones, el proceso de trabajo y cálculo es análogo al descrito a continuación, si bien, atendiendo a las características concretas de cada configuración, el orden de los pasos puede ser modificado, variando, por consiguiente, el orden de los cálculos a realizar, si bien siempre se basarán en el balance de masas obtenido a partir del análisis de la porción de gas extraída del sistema en equilibrio con la muestra.

25 En el ejemplo de realización en el que el equipo comprende un sistema de extracción con una celda de expansión de volumen conocido con un sensor de presión conectado a dicha celda de expansión con volumen conocido y con un sistema de control de la temperatura de la celda de expansión de volumen conocido se obtienen las isotermas de adsorción simultáneas de los diferentes compuestos que forman la mezcla de gases de análisis, así como la isoterma total. En este caso, en la celda de expansión de volumen conocido se conocen también la presión y la temperatura gracias a los sensores que incluye el equipo. Así pues, aplicando la ecuación de los gases reales se obtiene la cantidad de gas:

35

$$P \cdot V = n \cdot Z \cdot R \cdot T$$

Donde: P es la presión; V es el volumen; n son los moles de gas; Z es el factor de compresibilidad del gas; R es la constante universal de los gases y T es la temperatura.

40 Cuando se trabaja con un sistema de n componentes, con una fracción molar de X_i de cada uno de ellos se tiene:

$$\chi_1 + \chi_2 + \dots + \chi_n = 1$$

45 El factor de compresibilidad de un gas con varios componentes depende de la composición, de la presión y la temperatura de la siguiente forma:

$$Z = f(P, T, \chi_1, \chi_2, \dots, \chi_n)$$

50 Siguiendo el esquema clásico de funcionamiento de un equipo de adsorción volumétrico para la determinación de la isoterma de adsorción de un componente puro, se inicia el análisis teniendo los volúmenes del distribuidor y del volumen de la celda de análisis en vacío, donde V_M es el volumen del distribuidor y V_S es el volumen de la celda de análisis. Ambos volúmenes han sido obtenidos previamente de la misma manera que se realiza en un equipo volumétrico de un componente puro.

55 Sea X_i^f , la fracción molar del i-componente del gas de análisis. La fracción molar de cada uno de los componentes de la mezcla que forman el gas de análisis es conocida. Este gas de análisis puede provenir de una fuente ya mezclada, con cantidades conocidas de cada uno de los componentes o puede ser preparada en el propio equipo mediante cualquier sistema de preparación de mezclas.

Estando todas las válvulas cerradas inicialmente, se añade una determinada cantidad de gas de análisis al

distribuidor. Cuando la presión y temperatura del gas de análisis se estabiliza, la cantidad total de gas de análisis en el distribuidor se obtiene aplicando:

$$n_M^{1,1} = \frac{P_M^{1,1} \cdot V_M}{Z_M^{1,1} \cdot R \cdot T_M^{1,1}}$$

5 Donde: $n_M^{x,y}$ son los moles del gas de análisis en el distribuidor.

El superíndice x , obtiene los valores:

1: para denotar los moles presentes en el distribuidor antes de expandirlo a la celda de análisis.

2: para denotar los moles presentes en el distribuidor después de expandirlo a la celda de análisis.

10

El superíndice y denomina la etapa en la que se obtiene este valor.

$P_M^{x,y}$ es la presión del gas de análisis en el distribuidor.

15

El superíndice x , obtiene los valores:

1: para denotar la presión leída en el distribuidor antes de expandirlo a la celda de análisis.

2: para denotar la presión leída en el distribuidor después de expandirlo a la celda de análisis.

20

El superíndice y denomina la etapa en la que se obtiene este valor.

$Z_M^{x,y}$ es el factor de compresibilidad del gas de análisis en el distribuidor.

El superíndice x , obtiene los valores:

1: para denotar el factor de compresibilidad del gas en el distribuidor antes de expandirlo a la celda de análisis.

2: para denotar el factor de compresibilidad del gas en el distribuidor después de expandirlo a la celda de análisis.

25

El superíndice y denomina la etapa en la que se obtiene este valor

30

$T_M^{x,y}$ es la temperatura del gas de análisis en el distribuidor.

El superíndice x , obtiene los valores:

1: para denotar la temperatura del gas en el distribuidor antes de expandirlo a la celda de análisis.

2: para denotar la temperatura del gas en el distribuidor después de expandirlo a la celda de análisis.

35

El superíndice y denomina la etapa en la que se obtiene este valor

A continuación se abre la válvula que conecta el distribuidor con la celda de análisis, durante un breve periodo de tiempo, y se vuelve a cerrar. Esta apertura y cierre debe realizarse en un tiempo corto para evitar que la composición del gas de análisis en el distribuidor cambie como consecuencia de la adsorción que ocurre en la muestra. De este modo, la composición del gas en el distribuidor tras cerrar la válvula es idéntica a la composición del gas de análisis que se suministra.

40

Cuando la presión y temperatura del gas de análisis se estabiliza (el término "estable" aquí referido a la medida de un sensor se refiere a que la variación de la señal de éste cumple unos determinados requisitos preestablecidos sobre su variación), la cantidad total de gas de análisis presente ahora en el distribuidor es:

45

$$n_M^{2,1} = \frac{P_M^{2,1} \cdot V_M}{Z_M^{2,1} \cdot R \cdot T_M^{2,1}}$$

50 Se determina la cantidad de gas que se ha añadido a la celda de análisis mediante:

$$\Delta n_M^y = n_M^{1,1} - n_M^{2,1}$$

Donde Δn_M^y es la cantidad de gas de análisis añadida a la celda de análisis en la etapa y .

Cuando se alcanza el equilibrio en la celda de análisis se registra una presión menor que la esperada si no hubiese habido adsorción. La cantidad de gas de análisis que no ha sido adsorbida se obtiene de la siguiente ecuación:

$$n_S^1 = \frac{P_S^1 \cdot V_S}{Z_S^1 \cdot R \cdot T_S^1}$$

5 Donde: n_S^y denomina la cantidad de gas no adsorbido en la celda de análisis después de y equilibrios; y P_S^y , T_S^y y Z_S^y denominan la presión, temperatura y factor de compresibilidad, respectivamente, del gas de análisis después de alcanzado el y equilibrio.

10 La cantidad de gas de análisis adsorbida por la muestra después de esta etapa se obtiene de:

$$n_{ads}^1 = \Delta n_M^1 - n_S^1$$

Donde: n_{ads}^y denomina la cantidad de gas adsorbido en la celda de análisis después de y equilibrios.

15 Todos los valores, excepto Z_S^y son leídos o pueden ser calculados. Z_S^y no puede ser calculado ya que, después de la adsorción, debido a que ésta puede ser selectiva a los diferentes compuestos, la composición del gas no adsorbido en equilibrio con la muestra puede haber variado y, debido a que el factor de compresibilidad depende de la composición del gas y ésta no se conoce, en este momento no se conoce este valor.

20 Realizando un balance de masas para cada uno de los i-componentes del gas de análisis se obtiene:

$$n_{M,i}^{1,1} = \chi_i^f \cdot n_M^{1,1}$$

$$n_{M,i}^{2,1} = \chi_i^f \cdot n_M^{2,1}$$

$$\Delta n_{M,i}^1 = \chi_i^f \cdot \Delta n_M^1$$

25 Donde: $n_{M,i}^{x,y}$ son los moles del i-componente del gas de análisis en el distribuidor.

El superíndice x, obtiene los valores:

30 1: para denotar los moles del i-componente presentes en el distribuidor antes de expandirlo a la celda de análisis.
2: para denotar los moles del i-componente presentes en el distribuidor después de expandirlo a la celda de análisis.

El superíndice y denomina la etapa en la que se obtiene este valor.

35 $\Delta n_{M,i}^y$ es la cantidad del i-componente del gas de análisis añadida a la celda de análisis en la etapa y.

La cantidad de i-componente en la celda de análisis se puede expresar mediante:

$$n_{S,i}^1 = \chi_i^1 \cdot n_S^1$$

40 Donde: $n_{S,i}^y$ denomina la cantidad de i-componente del gas no adsorbido en la celda de análisis después de y equilibrios; y χ_i^y denomina la fracción molar de i-componente del gas no adsorbido en la celda de análisis después de y equilibrios. En esta ecuación no se conoce χ_i^y .

45 La cantidad adsorbida en la celda de análisis del i-componente puede expresarse:

$$n_{ads,i}^1 = \Delta n_{M,i}^1 - n_{S,i}^1$$

Donde, $n_{ads,i}^y$ denomina la cantidad de i-componente del gas adsorbida en la celda de análisis después de y equilibrios.

5 Como se ha visto, χ_i^y no es conocido, por lo que no puede realizarse el cálculo de esta ecuación y, por lo tanto, todavía no puede conocerse la isoterma individual de cada i-componente.

10 Para ello, partiendo de la celda de expansión de volumen conocido en vacío, donde V_E es el volumen de la celda de expansión, el cual ha sido calculado previamente, se realiza a continuación la apertura de la válvula que conecta la celda de expansión de volumen conocido con la celda de análisis durante un breve periodo de tiempo, volviéndola a cerrar. Cuando la presión y temperatura del gas en la celda de expansión se estabiliza, la cantidad total de gas en este volumen es:

$$n_E^1 = \frac{P_E^1 \cdot V_E}{Z_E^1 \cdot R \cdot T_E^1}$$

15 Donde: n_E^y denomina la cantidad de gas en la celda de expansión de volumen conocido después de la y expansión; y P_E^y , T_E^y , Z_E^y denominan la presión, temperatura y factor de compresibilidad, respectivamente, del gas en la celda de expansión después de la y expansión.

La cantidad de cada uno de los i-componentes en la celda de expansión se puede expresar por:

$$n_{E,i}^1 = \chi_{E,i}^1 \cdot n_E^1$$

20 Donde $n_{E,i}^y$ denomina la cantidad de i-componente del gas en la celda de expansión después de la y expansión; y $\chi_{E,i}^y$ denomina la fracción molar de i-componente del gas en la celda de expansión después de la y expansión.

25 Si la apertura y posterior cierre de la válvula que conecta la celda de expansión con la celda de análisis es lo suficientemente rápida en relación a la cinética de adsorción, la composición del gas en la celda de expansión es idéntica a la composición del gas en equilibrio con la muestra, y por lo tanto:

$$\chi_{E,i}^y = \chi_i^y$$

30 El gas presente en la celda de expansión puede llevarse a cualquier sistema de análisis de composición, obteniéndose los valores de χ_i^y para cada uno de los i-componentes.

35 Dependiendo de la mezcla que constituya el gas de análisis se emplea un sistema de análisis de composición diferente. Así pues, pueden emplearse sistemas que, haciendo uso de propiedades particulares de la mezcla obtengan su composición como por ejemplo medidas de densidad, de propiedades ópticas, de absorción de diferentes longitudes de onda, de conductividad, de emisión por llama... Asimismo pueden emplearse sistemas más complejos que evalúen una gama más amplia de componentes como por ejemplo espectroscopia de masas, cromatografía de gases....

40 En otras realizaciones, el gas presente en la celda de expansión puede ser llevado a un sistema externo de análisis de composición, el sistema de análisis de composición puede ser acoplado a la celda de expansión e, incluso, puede instalarse un propio sistema de análisis de composición dentro del equipo.

45 Obteniéndose la composición del gas de la celda de expansión, se puede conocer la fracción molar de cada uno de los i-componentes en el gas presente en la celda de análisis después del y equilibrio y, por lo tanto, se conoce la cantidad adsorbida de cada uno de los i-componentes.

También, al conocerse la composición del gas en equilibrio con la muestra se puede calcular Z_s^y , por lo que también se conoce la cantidad adsorbida total de la mezcla y también Z_E^y , conociendo la cantidad de gas total extraído del sistema distribuidor-celda de análisis, así como la cantidad de cada uno de los i-componentes extraídos.

50 El análisis de adsorción puede continuar, a pesar de haber extraído parte del gas a analizar, pues se conocen las cantidades totales y de cada uno de los i-componentes en el sistema.

De esta manera, se podría repetir el procedimiento anterior. En el caso de la segunda dosis se obtendría, de forma análoga a la ya explicada:

$$n_M^{1,2} = \frac{P_M^{1,2} \cdot V_M}{Z_M^{1,2} \cdot R \cdot T_M^{1,2}}$$

5

$$n_M^{2,2} = \frac{P_M^{2,2} \cdot V_M}{Z_M^{2,2} \cdot R \cdot T_M^{2,2}}$$

$$\Delta n_M^2 = n_M^{1,2} - n_M^{2,2}$$

$$n_S^2 = \frac{P_S^2 \cdot V_S}{Z_S^2 \cdot R \cdot T_S^2}$$

10 La cantidad total adsorbida por la muestra después de alcanzarse el equilibrio en la celda de análisis se obtiene aplicando:

$$n_{ads}^2 = \Delta n_M^1 + \Delta n_M^2 - n_S^2 - n_E^1$$

Para cada uno de los i-componentes tendríamos:

15

$$n_{M,i}^{1,2} = \chi_i^f \cdot n_M^{1,2}$$

$$n_{M,i}^{2,2} = \chi_i^f \cdot n_M^{2,2}$$

$$\Delta n_{M,i}^2 = \chi_i^f \cdot \Delta n_M^2$$

20

$$n_{S,i}^2 = \chi_i^2 \cdot n_S^2$$

La cantidad de i-componente adsorbida por la muestra después de alcanzar el equilibrio en la celda de análisis se obtiene a partir de:

25

$$n_{ads,i}^2 = \Delta n_{M,i}^1 + \Delta n_{M,i}^2 - n_{S,i}^2 - n_{E,i}^1$$

De nuevo, para conocer n_S^2 y χ_i^2 se procede a realizar una nueva expansión a la celda de expansión de volumen conocido. Para simplificar los cálculos, previamente a la expansión a este volumen, se procederá a realizar vacío en el mismo. De esta manera se obtiene:

30

$$n_E^2 = \frac{P_E^2 \cdot V_E}{Z_E^2 \cdot R \cdot T_E^2}$$

$$n_{E,i}^2 = \chi_{E,i}^2 \cdot n_E^2$$

$$\chi_{E,i}^2 = \chi_i^2$$

Volviendo a analizar la composición del gas en la celda de expansión, se pueden conocer las cantidades adsorbidas totales y de cada uno de los i-componentes después del equilibrio.

35

Generalizando, y debido a que puede ser conveniente, en algunos casos, realizar más de una expansión desde el distribuidor a la celda de análisis para un mismo equilibrio, la cantidad total adsorbida por la muestra después de realizar k dosis desde el distribuidor a la celda de análisis y w extracciones desde la celda de análisis a la celda de expansión, se obtiene a partir de:

5

$$n_{\text{ads}}^w = \sum_{k=1}^k \Delta n_M^k - n_S^w - \sum_{w=1}^{w-1} n_E^w$$

Donde: n_{ads}^w es la cantidad total de gas adsorbida antes de la extracción w , $\sum_{k=1}^k \Delta n_M^k$ es la cantidad total de gas añadida desde el distribuidor a la celda de análisis después de k dosis, n_S^w es la cantidad total de gas en la celda de análisis antes de la extracción w y $\sum_{w=1}^{w-1} n_E^w$ es la cantidad total de gas extraída del sistema para realizar la medición de la composición hasta antes de la extracción w .

10

Para cada uno de los i -componentes, la cantidad adsorbida por la muestra después de realizar k dosis desde el distribuidor a la celda de análisis, y w extracciones desde la celda de análisis a la celda de expansión, se obtiene de:

15

$$n_{\text{ads},i}^w = \sum_{k=1}^k \Delta n_{M,i}^k - n_{S,i}^w - \sum_{w=1}^{w-1} n_{E,i}^w$$

Donde: $n_{\text{ads},i}^w$ es la cantidad de i -componente del gas adsorbida antes de la extracción w ; $\sum_{k=1}^k \Delta n_{M,i}^k$ es la cantidad de i -componente del gas añadida desde el distribuidor a la celda de análisis después de k dosis; $n_{S,i}^w$ es la cantidad de i -componente del gas en la celda de análisis antes de la extracción w y $\sum_{w=1}^{w-1} n_{E,i}^w$ es la cantidad de i -componente del gas extraída del sistema para realizar la medición de la composición hasta antes de la extracción w .

20

Con la extracción w se conoce la composición del gas en equilibrio en la celda de análisis en el equilibrio w y, por lo tanto, se conoce $n_{S,i}^w$.

25

El método descrito es válido para cualquier mezcla de gases y/o vapores en cualquier intervalo de temperatura y presión. En el caso de que las condiciones del análisis de adsorción y la composición del gas de análisis permitiesen que su estado se pudiera describir mediante la ecuación de los gases ideales, el factor de compresibilidad involucrado en cualquiera de los cálculos sería la unidad, por lo que los cálculos quedarían simplificados.

30

Es práctica común que la temperatura, tanto del distribuidor como de la celda de análisis, se mantenga constante durante todo el análisis de adsorción. En este caso, los cálculos también se simplificarían siendo:

35

$$T_M^{x,y} = \text{cte}$$

$$T_S^y = \text{cte}$$

En este caso, también sería buena práctica mantener constante la temperatura de la celda de expansión, obteniendo:

40

$$T_E^y = \text{cte}$$

De una forma análoga a la descrita, se puede realizar el análisis de desorción, obteniéndose las curvas adsorción-desorción para cada uno de los i -componentes y para el total.

45

Para que las extracciones de gas desde la celda de análisis a la celda de expansión no afecten considerablemente a la duración del análisis completo, es buena práctica que el volumen de la celda de expansión sea considerablemente menor que el volumen de la celda de análisis.

Este procedimiento puede realizarse en un equipo de análisis de adsorción con una o más celdas de análisis. En este caso, es práctica común en los equipos de análisis de adsorción de gases puros, instalar medidores de presión en cada una de las celdas de análisis para reducir el tiempo total de análisis en todas las celdas, aprovechando el tiempo de espera para llegar al equilibrio en una de las celdas de análisis y utilizándolo para realizar dosis a otras. En el caso de equipos con más de una celda de análisis, la celda de expansión puede ser única y compartida por las diferentes celdas de análisis. Cada celda de análisis puede estar conectada a una celda de expansión diferente, o puede darse cualquier combinación entre estas opciones.

En el caso de que el equipo tenga una sola celda de análisis, es práctica común en los equipos de análisis de adsorción de gases puros, no instalar un medidor de presión en la celda de análisis, de manera que tras la dosis de gas de análisis al distribuidor y tras la expansión de éste a la celda de análisis, la válvula que conecta ambos permanezca abierta, utilizando el medidor de presión instalado en el distribuidor para registrar la presión de equilibrio. En este caso, la celda de expansión puede conectarse tanto al distribuidor como a la celda de análisis, puesto que ambos volúmenes se convierten en uno solo durante la espera del equilibrio de adsorción. Extrayendo una parte del gas de análisis, después de haber alcanzado el equilibrio en la celda de expansión, se puede especificar, de un modo análogo al descrito, un procedimiento de cálculo, obteniéndose los mismos resultados.

Es práctica común en los equipos de análisis de adsorción de gases puros que trabajan en amplios rangos de presiones, instalar más de un sensor de presión tanto en el distribuidor como en la celda de análisis, ya sea directamente, o aislados a través de válvulas para evitar daños en intervalos de presiones no admisibles.

La válvula de expansión, en lugar de estar cerrada mientras se alcanza el equilibrio en la celda de análisis y, posteriormente, ser abierta durante un corto periodo de tiempo para obtener una alícuota del gas de la celda de análisis para ser analizado, puede mantenerse abierta mientras se alcanza el equilibrio en la celda de análisis y, cuando éste se alcance, ser cerrada para analizar el gas en la celda de expansión.

Hacer o no vacío en la celda de expansión previamente a la toma de la alícuota del gas de la celda de análisis no es crítico (podría no vaciarse por completo antes de volver a tomar una alícuota). Sin embargo, esto resulta en una mayor complejidad a la hora de realizar los balances de masa y, aunque es posible trabajar de esta manera, no resulta muy recomendable.

En cualquiera de las diferentes combinaciones descritas de los equipos de análisis de adsorción de gases puros, se puede aplicar el método descrito para que sea capaz de determinar la isoterma de adsorción de gases multi-componente.

A lo largo de la descripción y las reivindicaciones la palabra "comprende" y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o pasos. Para los expertos en la materia, otros objetos, ventajas y características de la invención se desprenderán en parte de la descripción y en parte de la práctica de la invención. Los siguientes ejemplos y dibujos se proporcionan a modo de ilustración, y no se pretende que sean limitativos de la presente invención. Además, la presente invención cubre todas las posibles combinaciones de realizaciones particulares y preferidas aquí indicadas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

FIG. 1 muestra una realización de la invención en la que el sistema de extracción comprende una celda de expansión de volumen conocido.

FIG. 2 muestra una realización de la invención en la que el sistema de extracción comprende una segunda celda de expansión y un medidor de caudal de precisión.

Referencias:

1:Distribuidor; 2:Celda de análisis; 3:Celda de expansión de volumen conocido; 4:Sensor de presión en el distribuidor; 5:Sensor de presión de la celda de análisis; 6:Sensor de presión de la celda de expansión; 7:Válvula de entrada de gas y/o vapor a analizar; 8:Válvula de gas de calibrado; 9:Válvula de purga; 10:Válvula de celda de análisis; 11:Válvula de expansión; 12:Válvula de vacío; 13:Válvula de análisis de composición; 14:Sensor de temperatura del distribuidor; 15:Sensor de temperatura en la celda de análisis, 16:Sensor de temperatura en una celda de expansión, 17:Medidor de caudal, 18:Segunda celda de expansión; 19:Sistema de extracción

EXPOSICION DETALLADA DE MODOS DE REALIZACIÓN

El equipo de la presente invención permite la medida de isotermas de sorción de gases y/o vapores multi-componente, obteniendo simultáneamente la isoterma de adsorción total y cada una de las isotermas de los diferentes compuestos que forman el gas y/o vapor a analizar.

5 El equipo comprende un distribuidor (1), al menos un sensor de presión en el distribuidor (4), al menos una celda de análisis (2) en el interior de la que se aloja la muestra objeto de análisis, que incorpora al menos un sensor de presión de la celda de análisis (5), estando el distribuidor (1) y la celda de análisis (2) unidos mediante unas conducciones a través de una válvula de celda de análisis (10). La celda de análisis (2) en la que está la muestra objeto de análisis se conecta a un sistema de extracción (19) mediante una válvula de expansión (11) que forma parte de dicho sistema de extracción (19). Este sistema de extracción (19) permite extraer una parte del gas/vapor multi-componente en equilibrio con la muestra objeto de análisis, y está conectado a un sistema de análisis de la composición. El distribuidor (1) tiene una entrada de gas de análisis que tiene una válvula de entrada gas y/o vapor a analizar (7), tiene una entrada de gas de calibrado unida a través de una válvula de gas de calibrado (8) y tiene una línea de vacío unida al distribuidor (1) a través de una válvula de purga (9).

10 En una realización de la invención, el equipo puede comprender un sistema de preparación de mezclas para generar el gas y/o vapor multi-componente a analizar, estando dicho sistema de preparación de mezclas unido a la válvula de entrada (7).

15 En un primer ejemplo de realización de la presente invención, que se observa en la figura 1, el sistema de extracción (19) comprende al menos una celda de expansión de volumen conocido (3) que se une mediante la válvula de expansión (11) a la celda de análisis. Dicha celda de expansión (3) puede comprender un sensor de presión de la celda expansión (6) y está conectada también a una válvula de análisis de composición (13) para conectarla con un sistema de análisis de composición.

20 En una realización preferente de la invención, la celda de expansión de volumen conocido (3) está conectada a una línea de vacío mediante una válvula de vacío (12).

25 El equipo puede comprender también un sensor de temperatura en el distribuidor (14), un sensor de temperatura en la celda de análisis (15) y en el caso de que el sistema de extracción (19) tenga una celda de expansión (3), un sensor de temperatura en la celda de expansión (16).

30 En un segundo ejemplo de realización de la presente invención, que se observa en la figura 2, el sistema de extracción (19) comprende al menos una segunda celda de expansión (18) que se une a la celda de análisis (2) mediante una válvula de expansión (11), y comprende al menos un medidor de caudal (17) unido a la segunda celda de expansión (18) para conectarla con un sistema de análisis de la composición.

35 La celda de análisis (2) aloja la muestra objeto de análisis. El volumen interno de dicha celda de análisis (2), descontando el volumen que ocupa la muestra a analizar es conocido o puede ser calculado utilizando métodos conocidos por cualquier experto en la materia. La temperatura de la celda de análisis se mantiene a la temperatura a la que se quiere realizar el análisis.

40 Para realizar el análisis para obtener las isotermas de sorción total e individuales de cada componente con el equipo descrito en el primer ejemplo de realización, se extrae de la celda de análisis (2) una determinada cantidad de gas que está en equilibrio en dicha celda de análisis (2). Este gas extraído pasa a la celda de expansión de volumen conocido (3) donde se expande. Esta expansión puede realizarse partiendo de una configuración en la que durante la espera del equilibrio, a válvula de expansión (11) está cerrada, se abre durante un breve período de tiempo y se vuelve a cerrar, obteniendo una porción del gas que está en equilibrio para analizar su composición.

45 Otra posibilidad es tener abierta la válvula de expansión (11) mientras se espera a tener en equilibrio el gas en la celda de análisis (2) y en el momento en que se alcanza dicho equilibrio, se cierra la válvula de expansión (11) y se puede analizar el gas que ha quedado en la celda de expansión de volumen conocido (3).

50 En los dos casos descritos, el gas encerrado en la celda de expansión de volumen conocido (3) tiene la misma composición que el gas en equilibrio de la muestra.

55 Una vez que el gas está contenido en la celda de expansión de volumen conocido (3) y la presión es estable, se miden la presión y la temperatura de dicha celda (3), se analiza la composición del gas encerrado en esta celda con un sistema de análisis de la composición y mediante una ecuación de gas real, la que sea más oportuna en cada caso, se calcula la cantidad total del gas y de cada uno de los componentes que forman la mezcla extraída. En caso de que las condiciones de presión y temperatura lo permitan, se podrían utilizar las ecuaciones de gas

60

ideal. Así se conoce la composición del gas que hay la celda de expansión (3), se utiliza en los cálculos de adsorción y se corrige la cantidad de gas total y de cada uno de los componentes del gas.

5 El equipo según la primera realización, puede no llevar un sensor de presión en la celda de expansión de volumen conocido (6) en cuyo caso se utiliza la medida del sensor de presión de la celda de análisis (5) o del sensor de presión en el distribuidor (4) para medir la presión final alcanzada cuando se expande el gas a la celda de expansión de volumen conocido (3). Otra realización posible es una que incluya más de un sensor de presión en la celda de expansión del volumen conocido (6) en caso de que se considere que pueden alcanzarse presiones dentro de un intervalo muy amplio, o incluso se pueden colocar válvulas que permitan aislar dichos sensores de presión (6) en caso de que las presiones alcancen valores que puedan dañar los propios sensores. La celda de expansión de volumen conocido (3) puede comprender una válvula de aislamiento por cada sensor de presión de la celda de expansión (6) que permite dicho aislamiento de los sensores de presión (6) si la presión alcanza valores que los puedan dañar. También es posible añadir en el equipo un control de temperatura en la celda de expansión de volumen conocido (3) para aumentar la precisión de medida. También se puede instalar más de una celda de expansión de volumen conocido (3) dependiendo de las características concretas del gas a analizar, de su presión, de su temperatura y del sistema de análisis de composición utilizado, para poder extraer mayor o menor cantidad de gas de la celda de análisis (2). En el caso de que el equipo tenga más de una celda de análisis (2), puede resultar interesante instalar uno o más volúmenes de expansión de volumen conocido (3) conectados a cada una de las celdas de análisis (2). Otra opción posible es conectar un mayor número de válvulas a la celda de expansión del volumen conocido (3), esto permite desmontar la celda de expansión de volumen conocido (3) y llevarla a otro lugar para analizar la composición del gas contenido, extraer el gas contenido en la celda de expansión de volumen conocido (3) mediante una fuente de vacío, extraer el gas contenido en la celda de expansión de volumen conocido (3) mediante la entrada de un gas de dilución o de arrastre, conectar la celda de expansión de volumen conocido (3) con otros elementos del equipo, conectar la celda de expansión de volumen conocido (3) a otras celdas de análisis (2) en el caso de que el equipo dispusiera de más de una y se utilizara la celda de expansión de volumen conocido (3) de forma compartida. Cualquier combinación de las anteriores también queda enmarcada dentro de la presente invención.

30 En el segundo ejemplo de realización del equipo el sistema de extracción (19) tiene al menos una segunda celda de expansión (18). La extracción del gas que hay en la celda de análisis (2) se realiza igual que en el primer ejemplo de realización. En este caso sin embargo no es necesario conocer el volumen de la segunda celda de expansión (18) ni tampoco la presión del gas en dicha celda ya que el equipo tiene un medidor de caudal de precisión (17) conectado a la segunda celda de expansión (18). En este caso, la segunda celda de expansión (18) se puede limitar al volumen interno contenido entre la válvula de expansión (11) y el medidor de caudal de precisión (17).

40 Asimismo, el equipo del segundo ejemplo de realización puede ser modificado para dar mayor o menor flexibilidad. En la segunda celda de expansión (18) se puede conectar más de un medidor de caudal de precisión (17) que puede resultar interesante cuando, a lo largo de un análisis, las cantidades extraídas tengan un amplio intervalo, por lo que puede ser conveniente tener diferentes medidores de caudal de precisión (17), utilizando en cada momento aquel que se ajuste mejor en sus características de medida a la naturaleza del gas a analizar, a la cantidad de gas a medir y/o a su presión y temperatura. También se puede instalar un número variable de válvulas conectadas a la segunda celda de expansión (18) y/o al medidor de caudal de precisión (17). Dependiendo del tipo de análisis de composición que se vaya a realizar al gas contenido en la segunda celda de expansión (18), puede ser interesante conectar más válvulas a la celda de expansión (18) y/o al medidor de caudal de precisión (17) para poder desmontar la segunda celda de expansión (18) y llevarlo a otro lugar para analizar la composición del gas contenido, extraer el gas contenido en la segunda celda de expansión (18) mediante una fuente de vacío, extraer el gas contenido en la segunda celda de expansión (18) mediante la entrada de un gas de dilución o de arrastre, conectar la segunda celda de expansión (18) con otras partes del equipo, conectar la segunda celda de expansión (18) a otras celdas de análisis (2) en el caso de que el equipo dispusiera de más de una y se utilizara la segunda celda de expansión (18) de forma compartida, instalación de un controlador de caudal. Otra opción posible es la instalación de un controlador de caudal en vez de un medidor de caudal de precisión (17) o junto a éste. De esta manera, puede controlarse con mayor precisión la salida del gas contenido en la celda de expansión (18), pudiendo fijar el caudal a un determinado valor constante y, por lo tanto, conocer con mayor precisión la cantidad total de gas extraída del sistema.

60 El sistema de extracción (19) se puede separar del resto del equipo de forma que se puede transportar. Esto es especialmente útil por ejemplo cuando el sistema de análisis de la composición del equipo está situado fuera de éste tal que se puede trasladar el sistema de extracción (19) hasta donde está el sistema de análisis y conectarlo a él. En las realizaciones del equipo en las que el sistema de extracción (19) se puede separar del resto del equipo, dicho sistema de extracción (19) comprende unas válvulas que permiten cerrar el paso de la muestra desde la celda de análisis (2) hasta el sistema de extracción (19) y que permiten el aislamiento de dicha celda de expansión (19) para poder transportarla y unirla al sistema de análisis de la composición. Es decir, el sistema de

extracción (19) comprende unas válvulas entre la celda de análisis (2) y el sistema de extracción (19) que permiten el aislamiento de dicha celda de expansión (19) para poder transportarla.

REIVINDICACIONES

- 5 1- Equipo de análisis de sorción de gases y/o vapores multi-componente que comprende un distribuidor (1), al menos un sensor de presión en el distribuidor (4), al menos una celda de análisis (2) en el interior de la que se aloja la muestra objeto del análisis, estando el distribuidor (1) y la celda de análisis (2) unidos mediante unas conducciones a través de una válvula de celda de análisis (10), el distribuidor (1) tiene una entrada de análisis que tiene una válvula de entrada de gas y/o vapor a analizar (7), tiene una entrada de gas de calibrado unida a través de una válvula de gas de calibrado (8) y tiene una línea de vacío unida al distribuidor (1) a través de una válvula de purga (9) y el equipo se caracteriza porque comprende un sistema de extracción (19) que comprende una válvula de expansión (11) mediante la que se conecta a la celda de análisis (2) que permite extraer una parte del gas/vapor multi-componente en equilibrio con la muestra objeto de análisis, y dicho sistema de extracción (19) se conecta a un sistema de análisis de composición.
- 10 2-Equipo según la reivindicación 1 que incluye al menos un sensor de presión de la celda de análisis (5).
- 15 3-Equipo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2 que comprende un sensor de temperatura en el distribuidor (14).
- 20 4-Equipo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 que comprende un sensor de temperatura en la celda de análisis (15).
- 25 5-Equipo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 en el que el sistema de extracción (19) comprende al menos una celda de expansión de volumen conocido (3) que se une mediante la válvula de expansión (11) a la celda de análisis (2), y está conectada también a una válvula de análisis de composición (13).
- 30 6-Equipo según la reivindicación 5 en el que la celda de expansión de volumen conocido (3) comprende al menos un sensor de presión de la celda de expansión (6).
- 35 7-Equipo según la reivindicación 6 en el que la celda de expansión de volumen conocido (3) comprende al menos una válvula de aislamiento en al menos uno de los sensores de presión de la celda de expansión (6).
- 40 8-Equipo según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7 en el que la celda de expansión de volumen conocido (3) está conectada a una línea de vacío mediante una válvula de vacío (12).
- 45 9-Equipo según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8 en el que se conecta un sistema de control de temperatura de una celda de expansión (16) a la celda de expansión de volumen conocido (3).
- 50 10- Equipo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 en el que el sistema de extracción (19) comprende al menos una segunda celda de expansión (18) que se une a la celda de análisis (2) mediante una válvula de expansión (11), y comprende al menos un medidor de caudal (17) unido a la segunda celda de expansión (18).
- 55 11-Equipo según la reivindicación 10 en el que se conecta un sistema de control de temperatura de una celda de expansión (16) a la segunda celda de expansión (18).
- 12-Equipo según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 11 que comprende un controlador de caudal en la segunda celda de expansión (18).
- 13-Equipo según una de las reivindicaciones anteriores que incorpora un sistema de preparación de mezclas para generar el gas y/o vapor multi-componente a analizar, estando dicho sistema de preparación de mezclas unido a la válvula de entrada (7).
- 14-Equipo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el sistema de extracción (19) comprende unas válvulas entre la celda de análisis (2) y el sistema de extracción (19) que permiten el aislamiento de dicha celda de expansión (19) para poder transportarla.

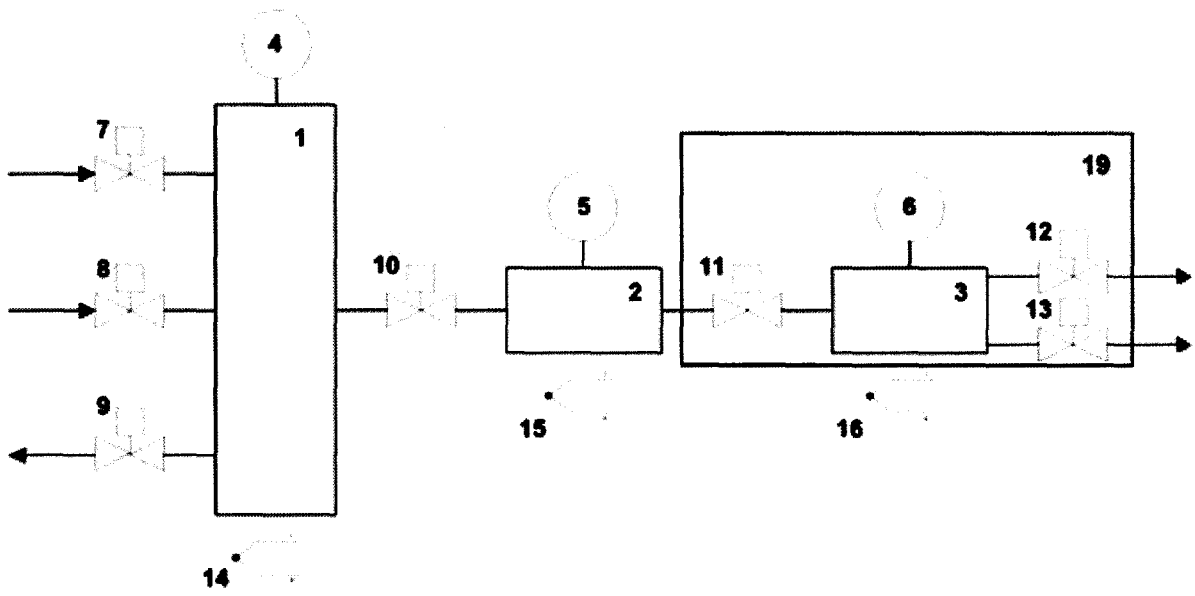


FIGURA 1

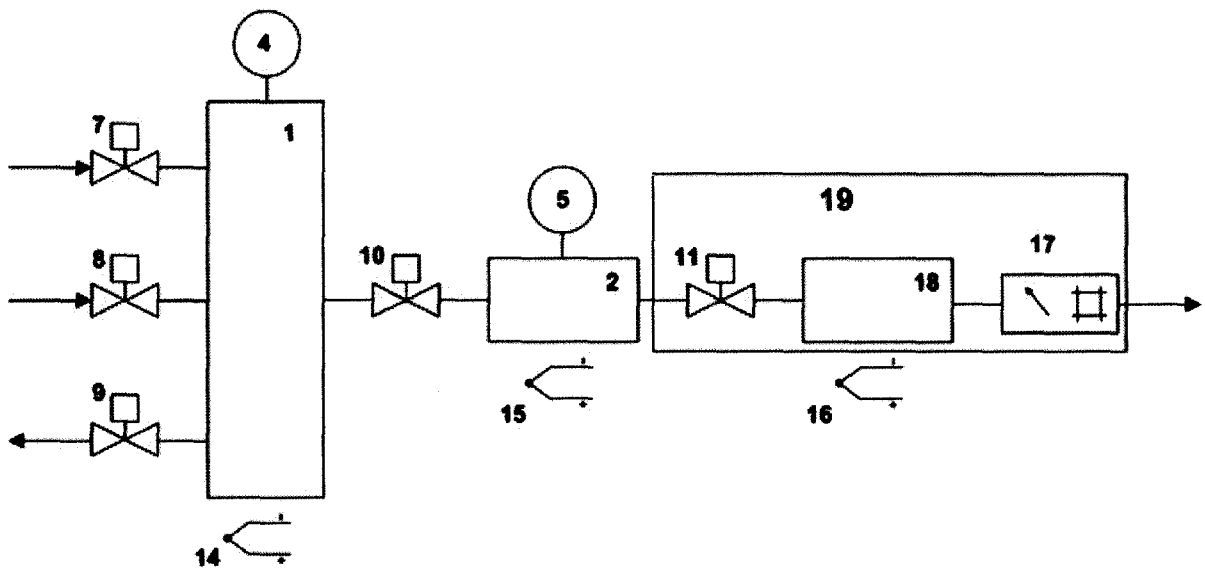


FIGURA 2



- ②① N.º solicitud: 201200904
②② Fecha de presentación de la solicitud: 19.09.2012
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **G01N15/08** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

| Categoría | ⑤⑥ Documentos citados | Reivindicaciones afectadas |
|-----------|---|----------------------------|
| A | GB 2161607 A (QUANTACHROME CORP) 15.01.1986, página 1, líneas 5-10,71-80; página 2, líneas 66-81. | 1-14 |
| A | ES 2356418 A1 (UNIV ALICANTE) 08.04.2011, página 12, líneas 19-20; página 16, líneas 25-26; reivindicación 1; resumen. | 1-14 |
| A | US 4972730 A (CAMP RONNIE W et al.) 27.11.1990, columna 5, líneas 57-65. | 1-14 |
| A | PATRICK S. BARCIA. Single and multicomponent sorption of CO ₂ , CH ₄ y N ₂ in a microporous metal-organic framework. SEPARATION SCIENCE AND TECHNOLOGY. Vol. 43, 2008, páginas 3494-3521. Resumen y páginas 3501-3508. | 1-14 |

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
27.05.2013

Examinador
S. González Peñalba

Página
1/5

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G01N

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, BIOSIS, EMBASE, NPL, MEDLINE, XPESP

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 27.05.2013

Declaración

| | | |
|---|-----------------------|-----------|
| Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986) | Reivindicaciones 1-14 | SI |
| | Reivindicaciones | NO |
| Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986) | Reivindicaciones 1-14 | SI |
| | Reivindicaciones | NO |

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

| Documento | Número Publicación o Identificación | Fecha Publicación |
|-----------|---|-------------------|
| D01 | GB 2161607 A (QUANTACHROME CORP) | 15.01.1986 |
| D02 | ES 2356418 A1 (UNIV ALICANTE) | 08.04.2011 |
| D03 | US 4972730 A (CAMP RONNIE W et al.) | 27.11.1990 |
| D04 | PATRICK S. BARCIA. Single and multicomponent sorption of CO ₂ , CH ₄ y N ₂ in a microporous metal-organic framework. SEPARATION SCIENCE AND TECHNOLOGY. Vol. 43, 2008, páginas 3494-3521. Resumen y páginas 3501-3508. | |

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

La presente solicitud de patente, tal y como ha sido presentada, hace referencia a un equipo de análisis de sorción de gases y/o vapores multi-componente que comprende un distribuidor y una celda de análisis. Dicho equipo de análisis se caracteriza por comprender un sistema de extracción que tiene una válvula de expansión mediante la que se conecta a la celda de análisis que permite extraer una parte del gas/vapor multi-componente en equilibrio con la muestra objeto de análisis y dicho sistema de extracción se conecta a un sistema de análisis de composición (reivindicación 1). El equipo de análisis incluye un sensor de presión de la celda de análisis (reivindicación 2), un sensor de temperatura en el distribuidor (reivindicación 3) y en la celda de análisis (reivindicación 4). El sistema de extracción comprende una celda de expansión de volumen conocido que se une mediante la válvula de expansión a la célula de análisis y está conectada también a una válvula de análisis de composición (reivindicación 5). Dicha celda de expansión de volumen conocido comprende un sensor de presión de la celda de expansión (reivindicación 6), una válvula de aislamiento en uno de los sensores de presión de la celda de expansión (reivindicación 7) y está conectada a una línea de vacío mediante una válvula de vacío (reivindicación 8). En dicho equipo de análisis se conecta un sistema de control de temperatura de una celda de expansión a la celda de expansión de volumen conocido (reivindicación 9). El sistema de extracción puede comprender una segunda celda de expansión que se une a la celda de análisis mediante una válvula de expansión y comprende un medidor de caudal unido a la segunda celda de expansión (reivindicación 10). Se conecta un sistema de control de temperatura de una celda de expansión a la segunda celda de expansión (reivindicación 11) y comprende un controlador de caudal en la segunda celda de expansión (reivindicación 12). Además, el equipo de análisis incorpora un sistema de preparación de mezclas para generar el gas y/o vapor multi-componente a analizar, estando dicho sistema de preparación de mezclas unido a la válvula de entrada (reivindicación 13). Y por último, el sistema de extracción comprende unas válvulas entre la celda de análisis y el sistema de extracción que permiten el aislamiento de dicha celda de expansión para poder transportarla (reivindicación 14).

NOVEDAD Y ACTIVIDAD INVENTIVA ARTS. 6 Y 8 DE LA LP

El documento D01 se refiere a un analizador de adsorción y desorción automático para analizar simultánea e independientemente medidas de adsorción y de desorción de una pluralidad de muestras (véase página 1, líneas 5-10). Dicho analizador tiene un colector conectado, a través de una pluralidad de válvulas independientes, a una pluralidad de celdas de muestras o cubetas. Un traductor de presión mide la presión del colector y una pluralidad de traductores de presión acoplados a las distintas cubetas miden independientemente la presión de cada una de estas (página 1, líneas 71-80). Dicho analizador funciona bajo el control de un microprocesador para medir el volumen de gas adsorbido sobre la superficie del material de muestra contenido en las celdas de muestras o cubetas a una presión de equilibrio preseleccionada (véase página 2, líneas 66-81). Se obtienen así, datos sobre la presión y el volumen que se utilizan para calcular isothermas de adsorción o desorción.

El documento D02 hace referencia a un equipo y método para la medida de isothermas a presiones elevadas y fluidos supercríticos. El equipo consta de un distribuidor, al menos una celda de muestra, una fuente de gas, una fuente de vacío, un sensor de presión para medir la presión del distribuidor y de la celda de muestra y un conjunto de conductores y válvulas de corte que unen entre sí dichas partes del equipo (véase resumen y reivindicación 1). El proceso se realiza en todas las celdas de muestra (4) de las que disponga el sistema y que contengan muestra a analizar (véase página 12, líneas 19-20 y página 16, líneas 25-26).

El documento D03 trata sobre un sistema para llevar a cabo un análisis de sorción volumétrico de materiales porosos. Dicho sistema puede ser utilizado en conexión con un único analizador de muestras o con un analizador de muestras múltiples (véase columna 5, líneas 57-65).

El documento D04 describe el estudio llevado a cabo sobre la adsorción multi-componente e individual de CO₂, CH₄ y N₂. El equilibrio de adsorción se midió para temperaturas y presiones parciales dadas. El modelo de isoterma de Langmuir proporcionó una buena representación para los datos del equilibrio. Y por último, se obtuvieron las isotermas de adsorción individuales, binarias y terciarias y se estudiaron las cinéticas de adsorción de dichos componentes separados y en combinación (véase resumen y páginas 3501-3508).

Por lo tanto, a la vista de los documentos citados anteriormente, se puede decir que la presente solicitud de patente, tal y como ha sido presentada, posee novedad y actividad inventiva, ya que no se ha encontrado ningún documento sobre equipos de análisis de sorción de gases multi-componente que comprenda un sistema de extracción que permita extraer una parte del gas multi-componente en equilibrio con la muestra objeto de análisis y dicho sistema de extracción se conecte a un sistema de análisis de composición. Ni tampoco existe ninguna evidencia en dichos documentos, solos o en combinación, que dirija al experto en la materia hacia la invención definida en las reivindicaciones 1-14. Por todo ello, las reivindicaciones 1-14 cumplen los requisitos de novedad y actividad inventiva según los artículos 6 y 8 de la LP.