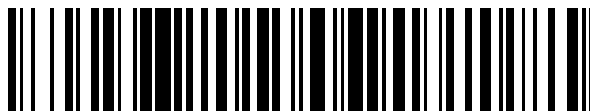


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 558 851**

21 Número de solicitud: 201531678

51 Int. Cl.:

G01N 13/00 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

22 Fecha de presentación:

19.11.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

09.02.2016

Fecha de la concesión:

18.07.2016

45 Fecha de publicación de la concesión:

26.07.2016

73 Titular/es:

**UNIVERSITAT D'ALACANT / UNIVERSIDAD DE
ALICANTE (100.0%)**

**Ctra S. Vicente del Raspeig s/n
03690 San Vicente del Raspeig (Alicante) ES**

72 Inventor/es:

**BENAVENTE GARCÍA, David;
GADEA RAMOS, Enrique y
PLA BRU, Concepción**

74 Agente/Representante:

TEMIÑO CENICEROS, Ignacio

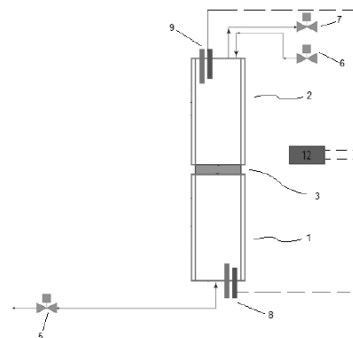
54 Título: **Equipo para la medición del coeficiente de difusión de gases a través de un material poroso en condiciones reales**

57 Resumen:

Equipo para la medición del coeficiente de difusión de gases a través de un material poroso en condiciones reales.

La presente invención se refiere a un dispositivo y a un método para determinar el coeficiente de difusión de al menos un gas presente en una mezcla de gases con diferentes humedades relativas en un rango amplio de temperaturas, a través de una muestra de material permeable que comprende una primera cámara de mezcla de gases (1) y una segunda cámara de mezcla de gases (2) dispuestas de forma continua y separadas entre sí por una tercera cámara (3) configurada para albergar una muestra.

FIG.1



ES 2 558 851 B2

Equipo para la medición del coeficiente de difusión de gases a través de un material poroso en condiciones reales

DESCRIPCIÓN

5

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se encuadra en el campo general de la ciencia de los materiales y en particular se refiere a un dispositivo y a un método para determinar el coeficiente de difusión de al menos un gas presente en una mezcla de gases, a través de un material poroso, en condiciones variables de humedad, temperatura y composición.

10

ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR

La difusión gaseosa provoca el movimiento de las moléculas de los componentes de una mezcla de gases a consecuencia del gradiente de concentraciones existente en un sistema. Se trata del principal mecanismo de transporte de gases a través de materiales porosos (suelos, rocas, hormigones, etc.). Los procesos de difusión de gases quedan definidos por el coeficiente de difusión del gas objeto de estudio, que varía en función del tipo de material a través del cual se produce la difusión y que relaciona el flujo de materia con este gradiente de concentración existente.

15

20

La aplicación de este coeficiente de difusión gaseoso al campo de la ciencia de materiales, principalmente el estudio de materiales naturales como suelos y rocas, tiene su interés si se considera que los materiales de los cuales se pretende determinar el coeficiente de difusión, suelen estar sometidos a condiciones higrométricas variables y que son determinantes en la variación del coeficiente calculado.

25

Actualmente, la determinación y cuantificación del coeficiente de difusión en ambientes sometidos a cambios en sus condiciones higrométricas se consigue mediante aproximaciones metodológicas-experimentales, estudiando los factores que controlan este transporte de gases a través del sistema poroso del material en cuestión. Este cálculo del coeficiente de difusión ha sido abordado por distintos grupos de investigación para objetivos distintos, dado el interés científico y técnico asociado al cálculo de este parámetro.

30

35

En lo que se refiere al estudio de la difusión gaseosa asociada a materiales porosos no existe un protocolo estrictamente definido. Como ejemplo se podrían consultar trabajos como el *Turcu, et al, 2005. Continuous soil carbon dioxide and oxygen measurements and estimation of gradient-based gaseous flux. Vadose Zone Journal 4(4): 1161-1169*), donde se
5 aborda el estudio de la difusión gaseosa en una columna de suelo a través de la cual se crea un gradiente de concentraciones. Sin embargo, el sistema experimental empleado en laboratorio no permite la variación de las condiciones de ensayo, es decir, que se calcula un coeficiente de difusión sin considerar valores de temperatura o contenido volumétrico de agua en el suelo. Además, la inyección del gas necesario empleado para realizar el
10 experimento se realiza directamente sobre la muestra sin la existencia de una cámara de homogeneización. Este diseño experimental, por tanto, habría que descartarlo si el material ensayado fuese un sólido compacto, ya que no se conseguiría la adecuación de la muestra al dispositivo.

15 Por su parte, *Ganot et al., 2014. Impact of thermal convection on CO₂ flux across the earth-atmosphere boundary in high-permeability soils. Agricultural and Forest Meteorology 184(0): 12-24*) reproducen un diseño experimental relacionado al anterior en el que sí que estudian las variaciones térmicas provocadas en el sistema y su repercusión en los gases estudiados, aunque centrándose en el proceso convectivo del movimiento de una masa de gas y no
20 profundizando en el proceso difusivo.

De la misma forma, *O'Brien et al., 2014. Using field analogue soil column experiments to quantify radon-222 gas migration and transport through soils and bedrock of Halifax, Nova Scotia, Canada. Environmental Earth Sciences 72(7): 2607-2620*), proponen un
25 experimental interesante en el que estudian la difusión del radón en una columna de suelo, pero, de nuevo, considerando constantes las condiciones de ensayo. *Sanci et al; 2009. Assessment of soil moisture influence on CO₂ flux: a laboratory experiment. Environmental Geology 58(3): 491-497*) desarrollan un experimental en el que concluyen que la variación del contenido de agua en el suelo es determinante a la hora de calcular el valor del
30 coeficiente de difusión de un gas, sin embargo su investigación queda destinada a desarrollar un sistema de calibración para cámaras dinámicas de medición de flujos gaseosos y no para determinar un resultado final del coeficiente de difusión gaseosa. El dispositivo que emplean es bastante más complejo que el que se presenta en esta
propuesta.

35

Albanito et al., 2009. *Automated diffusion chambers to monitor diurnal and seasonal dynamics of the soil CO₂ concentration profile. European Journal of Soil Science 60(4): 507-514* o Risk et al., (2012) (*Risk, D, Nickerson, N, Creelman, C, McArthur, G, Owens, J, 2011. Forced Diffusion soil flux: A new technique for continuous monitoring of soil gas efflux. Agricultural and Forest Meteorology 151(12): 1622-1631*) proponen también distintos métodos para el cálculo del coeficiente de difusión y estimación de flujo gaseoso. Mientras que el primero presenta un experimental para desarrollar en laboratorio (válido únicamente para materiales tipo membrana plástica) el segundo propone la determinación de un valor de flujo de gas mediante una cámara de difusión forzada, que en todo caso tampoco sería válida para determinar coeficientes de difusión en materiales sólidos robustos.

Jabro, 2009. *Water Vapor Diffusion Through Soil as Affected by Temperature and Aggregate Size. Transport in Porous Media 77(3): 417-428*) propone un método para calcular el coeficiente de difusión del vapor de agua en el suelo. Considera que la temperatura es un factor determinante en el proceso. No obstante la metodología que emplea es menos rigurosa que la que se presenta con este nuevo equipo, ya que las condiciones de ensayo se consiguen con soluciones salinas. Este mismo autor presenta también un trabajo (Jabro et al. 2012. *Estimation of CO₂ diffusion coefficient at 0-10 cm depth in undisturbed and tilled soils. Archives of Agronomy and Soil Science 58(1): 1-9*) en el que hace una recopilación de las distintas fórmulas teóricas existentes en la bibliografía para obtener, en este caso, un valor del coeficiente de difusión del CO₂ en las que se identifica la influencia de las condiciones de temperatura y contenido de agua en el material objeto de estudio a la hora de determinar el valor del coeficiente de difusión.

La extrapolación de los sistemas experimentales de laboratorio a condiciones reales también se lleva a cabo. Como ejemplo se pueden consultar los trabajos Pingintha et al., 2010. *Assessment of the soil CO₂ gradient method for soil CO₂ efflux measurements: comparison of six models in the calculation of the relative gas diffusion coefficient. Tellus Series B-Chemical and Physical Meteorology 62(1): 47-58*) donde reproducen un procedimiento operativo similar al que se plantea en esta nueva propuesta pero ensayando los materiales (suelos en este caso) en su ambiente real. Como consecuencia, estos trabajos valoran los cambios de humedad y temperatura existentes en la naturaleza, relacionándolos con la variación del coeficiente de difusión del gas estudiado. Dichos cambios son los que, en el equipo que se presenta, se reproducen en forma de ensayo de laboratorio. Esta

extrapolación al laboratorio permite ensayar muestras que, de otra forma, sería imposible ensayar dado su difícil acceso.

5 Existe pues la necesidad de proporcionar un dispositivo y un método para determinar la implicación de cada uno de los factores (temperatura, humedad, etc.) en los procesos de difusión gaseosa, en función de las características microestructurales del sistema poroso, que sea capaz de mejorar los resultados obtenidos con los sistemas experimentales actuales, y con el que se puedan determinar las variaciones del coeficiente de difusión de un gas a través de un determinado material, cuando hay varios compuestos en la mezcla
10 gaseosa (presencia de más de un gas o incluso presencia de vapor de agua). Y, que además, permita estudiar el proceso junto con las variaciones de las condiciones termohigrométricas de ensayo, así como la posibilidad de estudiar distintos tipos de gases y ensayar una amplia variedad de materiales porosos, de tal forma que se desarrolle un cálculo riguroso del coeficiente de difusión y una visión detallada de cuáles son los factores
15 determinantes en el proceso de difusión gaseosa.

EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

La presente invención soluciona los problemas descritos en el estado de la técnica puesto que proporciona un dispositivo y un método que permite determinar el coeficiente de difusión
20 de al menos un gas presente en una mezcla de gases homogénea o heterogénea, con diferentes grados de humedad sobre un material permeable determinado (suelos y/o rocas, materiales sintéticos, etc.), siendo capaz de reproducir a escala de laboratorio situaciones existentes en la realidad, donde resulta interesante calcular el coeficiente de difusión gaseoso.

25 Así pues en un primer aspecto, la presente invención se refiere a un dispositivo para determinar el coeficiente de difusión (de aquí en adelante, dispositivo de la presente invención) de al menos un gas presente en una mezcla de gases, a través de una muestra de material poroso, que comprende una primera cámara de mezcla de gases y una segunda
30 cámara de mezcla de gases, dispuestas de forma continua y separadas entre sí por una tercera cámara, configurada para albergar una muestra, donde la primera cámara comprende un sistema de sensores de monitorización de las condiciones del gas, para medir las condiciones de humedad y de concentración de los compuestos presentes en la mezcla de gases de dicha cámara, que está conectado a un sistema control, que mantiene
35 dichas condiciones constantes, y de la que parte un conducto de entrada y salida de gases

conectado a un sistema de válvulas de entrada y de salida; y donde la segunda cámara es estanca por todas sus paredes menos por la parte de la misma que está en contacto con la tercera cámara y comprende un sensor de monitorización que mide las condiciones del gas de la cámara y un sistema de control que registra la diferencia de concentración de gas de la cámara durante el proceso de medida; de la cámara parte un conducto de entrada conectado a un sistema de válvulas de entrada y un conducto de salida conectado a un sistema de válvulas de salida.

En un aspecto particular de la presente invención, la primera cámara y/o la segunda cámara, comprenden una cámara de control de temperatura, más en particular, las cámaras de control de la temperatura están conectadas a un sistema de control de la temperatura.

En un aspecto particular de la presente invención los sensores de la primera cámara y de la segunda cámara son sensores de temperatura, concentración de gas y de humedad.

En un aspecto particular de la presente invención, el sistema de válvulas de la primera cámara está constituido por una válvula para la entrada del gas a estudiar, una válvula de entrada para el vapor de agua y una válvula de salida.

En un aspecto particular de la presente invención, la primera cámara y la segunda cámara, operan con diferentes condiciones termohigrométricas.

En otro aspecto particular de la presente invención, la primera cámara y la segunda cámara operan con la misma presión (presión atmosférica).

En un segundo aspecto, la presente invención se refiere a un procedimiento para determinar el coeficiente de difusión de al menos un gas presente en una mezcla de gases, a través de una muestra de material poroso caracterizado. La determinación se lleva a cabo en el dispositivo de la presente invención y comprende las siguientes etapas:

- a) Introducir la muestra en la tercera cámara,
- b) Introducir en la primera cámara, la mezcla de gases a estudiar y mantener constante la humedad y concentración de cada uno de los gases que componen dicha mezcla,
- c) Mantener la primera cámara y la segunda cámara con la misma presión (presión atmosférica) durante todo el ensayo,

- d) Determinar la diferencia de concentración y humedad en los compuestos de la mezcla de gases en la segunda cámara entre el inicio del proceso y después del mismo,
- e) Determinar el coeficiente de difusión del gas mediante el tratamiento numérico a partir de los datos obtenidos en la etapa d).

5

En un aspecto particular de la presente invención, en la primera cámara se mantiene constante la concentración de cada uno de los gases que componen la mezcla, así como el grado de humedad, ya sea mediante la circulación continua de una mezcla de gases con una composición determinada o mediante el sistema de válvulas que permite reponer independientemente cada uno de los componentes de la mezcla en función de su difusión a la otra cámara.

10

El dispositivo y método de la presente invención proporciona las siguientes ventajas:

15

- Permite el cálculo del coeficiente de difusión de uno o varios compuestos a través de una determinada muestra bajo condiciones higrométricas variables, simulando las condiciones reales en que se producen los procesos de difusión en la naturaleza. Dado que el coeficiente de difusión está estrechamente relacionado con parámetros como la temperatura o grado de humedad, esta flexibilidad en el cambio de las condiciones, permite determinar el efecto que tienen estos parámetros en el cálculo del valor final. Existen dos atmósferas distintas, separadas por una membrana constituida por el material objeto de estudio en sí. Esto permite reproducir condiciones diferenciadas en cada cámara de manera independiente.
- Se pueden estudiar muestras de distinto tamaño y composición, mediante diferentes portamuestras y en función del objetivo del estudio.
- El equipo puede operar en diferentes modos en función de las necesidades y objetivos del análisis, realizando ciclos cortos y repetitivos o bien ciclos largos de ensayo.
- La muestra no se altera durante el ensayo, ya que va alojada en una cámara independiente.
- Se puede trabajar con varios gases a la vez: por una parte el vapor de agua, que además de garantizar las condiciones de humedad requeridas para cada experimento permite el cálculo de su coeficiente de difusión gaseoso y de otro gas o gases no condensables en las condiciones del experimento (CO₂, O₃, CH₄, etc.)

20

25

30

35

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La figura 1 muestra el dispositivo de la presente invención

- 5 La figura 2 muestra el dispositivo de la invención que incorpora el sistema de control de la temperatura y una realización particular referente al sistema de válvulas.

Referencias:

- (1) primera cámara
(2) segunda cámara
10 (3) tercera cámara
(5) sistema de válvulas de entrada y salida de la primera cámara
(6) sistema de válvulas de entrada de la segunda cámara
(7) sistema de válvulas de salida de la segunda cámara
(8) sensores de monitorización de las condiciones del gas de la primera cámara
15 (9) sensores de monitorización de las condiciones del gas de la segunda cámara.
(10) cámara de control de la temperatura de la primera cámara
(11) cámara de control de la temperatura de la segunda cámara
(12) sistema de control
(13) sistema de control de la temperatura
20 (15) válvula de entrada de gas en la primera cámara
(16) válvula de entrada de vapor de agua en la primera cámara
(17) válvula de salida de la primera cámara.

EXPOSICIÓN DETALLADA DE MODOS DE REALIZACIÓN

25

El dispositivo y método de la presente invención permitió el cálculo del coeficiente de difusión de uno o varios compuestos presentes en una mezcla de gases con diferentes humedades relativas en un rango amplio de temperaturas.

30

El dispositivo comprende un sistema de válvulas que controlan la entrada de la mezcla de gases, húmedos o no, a estudiar (5) a la primera cámara (1), un sistema de válvulas (6) que controlan la entrada de gases a la segunda cámara (2) para establecer las condiciones iniciales de la misma, una válvula de salida de gases de la segunda cámara (7) que permite la purga de los gases y que se cierra para asegurar la estanqueidad de la segunda cámara

35

durante la medida, de una primera cámara (1) donde se mantienen constantes la concentración de los diferentes compuestos que forman la mezcla de gases y la humedad y

que está en contacto con la tercera cámara (3) que contiene la muestra a estudiar que, a su vez, está en contacto con una segunda cámara (2) que se acondiciona con unas determinadas condiciones iniciales de concentración de gases y humedad y se mantiene estanca durante la medida, registrándose, mediante uno o más sensores (9) la evolución de las concentraciones de los compuestos gaseosos a estudiar y/o de la temperatura y/o humedad. El equipo está controlado automáticamente por un sistema de control (12).

Ambas cámaras de gases se encuentran a la misma presión (presión atmosférica), por lo que el paso de gases a través de la muestra se produce, únicamente, por el fenómeno de difusión.

En una realización particular, tal y como se muestra en la figura 1, el dispositivo de la presente invención presenta un sistema de válvulas (5) de entrada y salida de gases de la primera cámara (1) que consta únicamente de una conexión de entrada y otra de salida por donde se hace circular a través de la primera cámara (1) una mezcla de gases con la composición y humedad requeridas para el estudio.

En otra realización particular, (figura 2) el dispositivo de la presente invención comprende un sistema de válvulas de entrada y salida de gases (5) de la primera cámara (1) que consta de al menos, una válvula de entrada del gas a estudiar (15), al menos una válvula de entrada de vapor de agua (16) y una válvula de salida (17), mediante las que se introducen los diferentes compuestos que forman la mezcla de gas, manteniendo constantes las concentraciones del gas a estudiar y de la humedad en función de la disminución de los mismos debido a la difusión a través de la muestra y, de un sistema de sensores (8) de concentración de gas y/o de temperatura y/o de humedad que permiten la medición de dichos valores para que puedan ser mantenidos constantes mediante el sistema de válvulas (5).

En otra realización particular, mostrada en la figura 2, la primera cámara (1) y/o la segunda cámara (2), comprenden una cámara de control de temperatura (10) y (11) respectivamente, que pueden estar conectados a un sistema de control de la temperatura (13).

Este sistema de cámaras de temperatura puede operar indistintamente tanto con el sistema de válvulas de la figura 1 como el de la figura 2.

35

A continuación se describe un ejemplo de realización de la invención.

El procedimiento comenzó introduciendo una muestra de roca porosa en la cámara (3) y a continuación se procedió introduciendo la mezcla de gases (CO₂ y vapor de agua) en la primera cámara (1) con unas condiciones de humedad (65%) y unas concentraciones (4000 ppm de concentración de CO₂ y vapor de agua, hasta alcanzar 65% de humedad relativa, equivalente a una presión de vapor 624·10³ micromol/m³ a 20°C de temperatura) de los componentes de la mezcla.

En la segunda cámara (2) se partió de unas condiciones iniciales de concentración y humedad (40 ppm de CO₂ y vapor de agua equivalente a 35% de humedad relativa y presión de vapor de 329·10³ micromol/m³ a 20°C de temperatura) y, manteniendo esta cámara estanca salvo por la parte de la misma en contacto con la tercera cámara (3) donde se aloja la muestra.

Se registró la evolución de la concentración del gas o gases de estudio (CO₂ y vapor de agua), presentes en la primera cámara de gases (1). La evolución de la concentración de los compuestos a estudiar (CO₂ y vapor de agua), en la segunda cámara (2) son fruto de la difusión de los mismos a través de la muestra, pudiéndose obtener el coeficiente de difusión mediante el tratamiento numérico de los datos recogidos de cada experimento, según metodologías existentes publicadas en la bibliografía.

El ensayo finalizó cuando en la cámara superior (2) se alcanzaron 4000 ppm de concentración de CO₂. En este ejemplo concreto tras 5 h de ensayo. A partir de los datos registrados por el sistema de control (12) se obtuvieron los datos de evolución de concentración con respecto al tiempo, a partir de los que se calculó el coeficiente de difusión según la siguiente metodología:

Obtenida de: Zhang et al. 2005 (*Zhang, ZH, Ouriadov, AV, Willson, C, Balcom, BJ, 2005. Membrane gas diffusion measurements with MRI." Journal of Magnetic Resonance 176(2): 215-222*) y Albanito et al., (2009) (*Albanito, F, Saunders, M, Jones, MB, 2009. Automated diffusion chambers to monitor diurnal and seasonal dynamics of the soil CO₂ concentration profile. European Journal of Soil Science 60(4): 507-514*).

Se consideran dos cámaras unidas por una membrana de la que se quiere calcular el coeficiente de difusión del CO₂. En una de las cámaras existe una concentración inicial (C1) y constante para todo el experimento. En la otra cámara se comienza con concentración 0

(C2) ppm y se finaliza el ensayo cuando la concentración aquí ha alcanzado la concentración inicial establecida para la cámara 1 (C1).

Por un balance de masas:

$$C_1 - C_2 = C_1 - C_2$$

$$\int_{C_1^0 - C_2^0}^{C_1 - C_2} \frac{d(C_1 - C_2)}{(C_1 - C_2)} = \int_t^{t_0} B D dt$$

5

Donde B=parámetro de forma de la cámara= $\frac{AH}{L} (\frac{1}{V_0} + \frac{1}{V_1})$; donde A= superficie de paso de la cámara; L=espesor de la membrana (en este caso, espesor de la probeta; V0= volumen de la cámara que se va llenando de gas; V1=infinito, ya que la concentración en la cámara 1 siempre se mantiene constante). H= coeficiente de partición. Para el CO₂ se considera 1, ya que el CO₂ es insoluble.

10

Integrando:

$$-\ln(C_1 - C_2) \Big|_{C_1^0 - C_2^0}^{C_1 - C_2} = BDt \Big|_t^{t_0}$$

$$\ln(C_1 - C_2) - \ln(C_1^0 - C_2^0) = -BDt$$

$$\ln\left(\frac{C_1 - C_2}{C_1^0 - 0}\right) = e^{-BDt}$$

$$\frac{C_1}{C_1^0} - \frac{C_2}{C_1^0} = e^{-BDt}$$

$$-\frac{C_2}{C_1^0} = -1 + e^{-BDt}; \frac{C_2}{C_1^0} = 1 - e^{-BDt}$$

$$\frac{C(t)}{C_0} = 1 - e^{-BDt}; \ln\left(1 - \frac{C(t)}{C_0}\right) = -BDt; \text{ y de aquí se obtiene D.}$$

15 Para el caso de estudio, el coeficiente de difusión de CO₂ calculado fue de $4.18 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$.

En cualquier momento, cuando se considere necesario, la segunda cámara (2) puede purgarse y volver a otras condiciones iniciales, pudiendo repetir el estudio de difusión y pudiendo comprobar si los coeficientes de difusión de los compuestos de interés cambian, y en qué modo, en función del tiempo, con lo que se puede conocer si el comportamiento de la muestra cambia a lo largo del tiempo.

20

El hecho de que el dispositivo esté dotado de dos cámaras de mezcla de gases es fundamental para poder establecer, de forma separada, diferentes condiciones termo-higrométricas en cada una de las cámaras de manera independiente ya que, además, cada una de las cámaras puede controlarse a una determinada temperatura.

25

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para determinar el coeficiente de difusión de al menos un gas presente en una
5 mezcla de gases, a través de una muestra de material permeable caracterizado porque
comprende una primera cámara de mezcla de gases (1) y una segunda cámara de mezcla
de gases (2) dispuestas de forma continua y separadas entre sí por una tercera cámara (3)
configurada para albergar una muestra,
donde la primera cámara (1) comprende un sistema de sensores de monitorización de las
10 condiciones del gas (8) que mide las condiciones de humedad y la concentración de los
compuestos presentes en la mezcla de gases presente en la primera cámara (1), que está
conectado a un sistema control (12) que mantiene dichas condiciones constantes, y de la
que parte un conducto de entrada y salida de gases conectado a un sistema de válvulas de
entrada y de salida (5);
15 donde la segunda cámara (2) es estanca por todas sus paredes menos por la parte de la
misma que está en contacto con la tercera cámara (3) y comprende un sensor de
monitorización que mide las condiciones del gas de la segunda cámara (2) y un sistema de
control (12) que registra la diferencia de concentración de gas de la segunda cámara (2)
durante el proceso de medida, de la cámara (2) parte un conducto de entrada conectado a
20 un sistema de válvulas de entrada (6) y un conducto de salida conectado a un sistema de
válvulas de salida (7).
2. Dispositivo según la reivindicación 1, donde la primera cámara (1) y/o la segunda cámara
(2), comprenden una cámara de control de temperatura (10), (11) respectivamente.
25
3. Dispositivo según la reivindicación 2, donde las cámaras de control de la temperatura
están conectadas a un sistema de control de la temperatura (13).
4. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la primera cámara
30 (1) comprende un sistema de válvulas (5), constituido por una válvula de entrada del gas a
estudiar (15), una válvula de entrada de vapor de agua (16) y una válvula de salida (17).
5. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la primera cámara
(1) y la segunda cámara (2) operan con diferentes condiciones termo-higrométricas.
35

6. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la primera cámara (1) y la segunda cámara (2) operan con la misma presión (presión atmosférica).

5 7. Procedimiento para determinar el coeficiente de difusión de al menos un gas presente en una mezcla de gases, a través de una muestra de material permeable caracterizado porque se lleva a cabo en un dispositivo según la reivindicación 1-4, y por que comprende las siguientes etapas:

- 10 a) Introducir la muestra en la cámara (3),
- b) Introducir en la primera cámara (1), la mezcla de gases a estudiar y mantener constante la humedad y concentración de cada uno de los gases que componen dicha mezcla,
- c) Mantener la primera cámara (1) y la segunda cámara (2) con la misma presión (presión atmosférica) durante todo el ensayo,
- 15 d) Determinar la diferencia de concentración y humedad en los compuestos de la mezcla de gases en la segunda cámara (2) durante el inicio del proceso y después del mismo,
- e) Determinar el coeficiente de difusión del gas mediante el tratamiento numérico a partir de los datos obtenidos en la etapa d).

20

8. Procedimiento según la reivindicación 1, donde la mezcla de gases en la primera cámara (1) se mantiene constante mediante la recirculación continua de dicha mezcla o mediante reposición de cada componente de la mezcla.

FIG.1

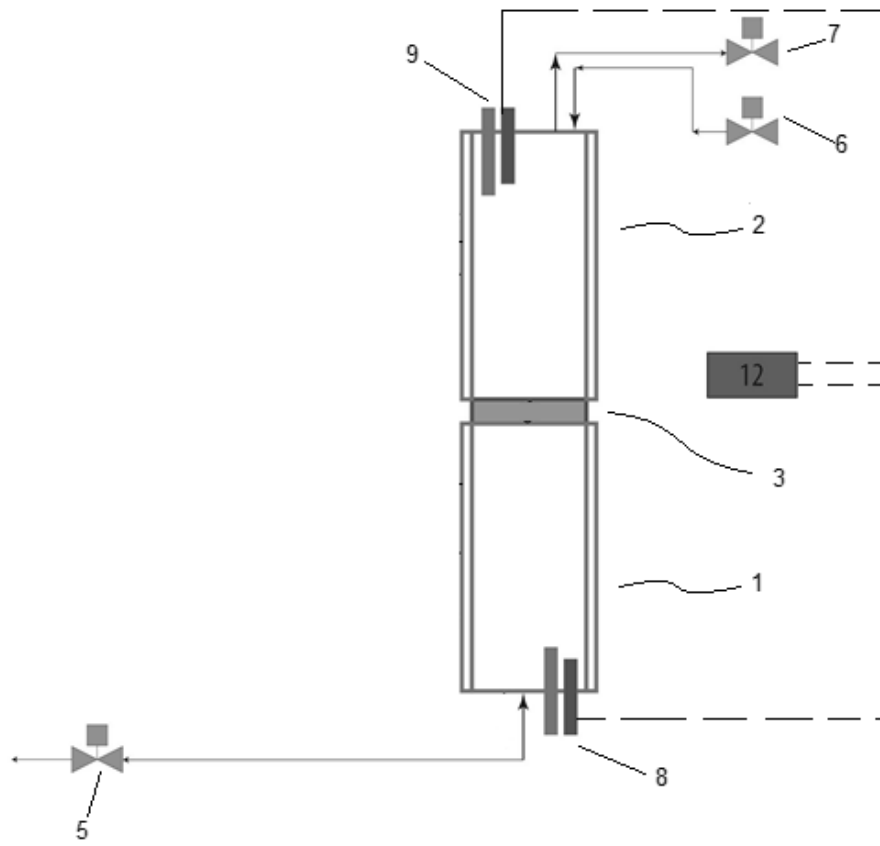
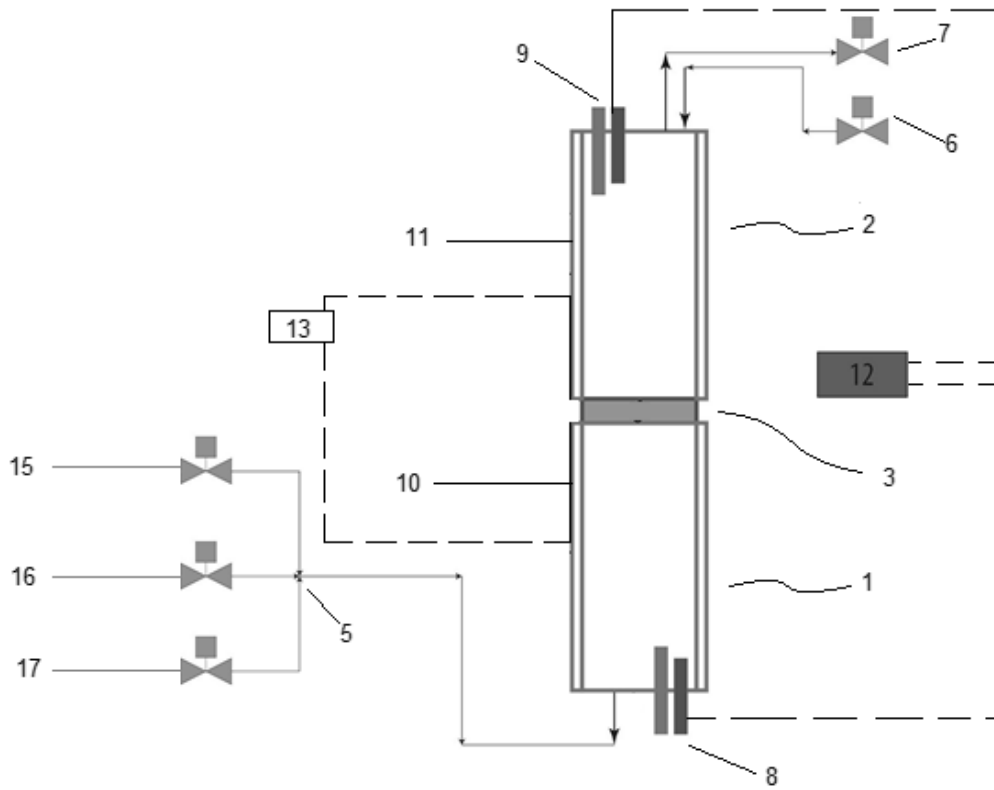


FIG.2





- ②① N.º solicitud: 201531678
②② Fecha de presentación de la solicitud: 19.11.2015
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **G01N13/00** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 7229593 B1 (HO CLIFFORD K) 12.06.2007, columnas 8-9; figura 2.	1-8
A	DAVARZANI, H., MARCOUX, M., COSTESEQUE, P. et al. Experimental measurement of the effective diffusion and thermodiffusion coefficients for binary gas mixture in porous media. Chemical Engineering Science (2010), Vol 65, páginas 5092-5104.	1-8
A	JUNG, S.H., LEE, M.K., LEE, S.L. et al. Experimental Investigation on Diffusion Coefficient of Carbon Dioxide for Sustainable Construction Materials. 2nd International Conference on Sustainable Construction Materials and Technologies (2010), ISBN 978-1-4507-1490-7-361, páginas 361-370.	1-8
A	US 5157960 A (BREHM TIMOTHY R et al.) 27.10.1992, resumen; figura 3.	1-8
A	ES 2397469 A1 (UNIV VALLADOLID) 07.03.2013, figura 1; reivindicaciones.	1-8

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:

<p>Fecha de realización del informe 29.01.2016</p>	<p>Examinador A. Barrios de la Fuente</p>	<p>Página 1/4</p>
---	--	------------------------------

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, WPIAP,TCM, TXPEA-C,TXPEE,TXPEF,TXPEH,TXPEI,TXPEP,TXPEPEA,TXTPES,TXPUS,TXPWOE , XPESP, XPESP2, NPL,XPOAC, COMPDX

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 30.01.2016

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-8	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-8	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	US 7229593 B1 (HO CLIFFORD K)	12.06.2007
D02	DAVARZANI, H., MARCOUX, M., COSTESEQUE, P. et al. Experimental measurement of the effective diffusion and thermodiffusion coefficients for binary gas mixture in porous media. Chemical Engineering Science (2010), Vol 65, páginas 5092-5104.	2010
D03	JUNG, S.H., LEE, M.K., LEE, S.L. et al. Experimental Investigation on Diffusion Coefficient of Carbon Dioxide for Sustainable Construction Materials. 2nd International Conference on Sustainable Construction Materials and Technologies (2010), ISBN 978-1-4507-1490-7-361, páginas 361-370.	2010
D04	US 5157960 A (BREHM TIMOTHY R et al.)	27.10.1992
D05	ES 2397469 A1 (UNIV VALLADOLID)	07.03.2013

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 tiene por objeto un dispositivo y un método para la determinación del coeficiente de difusión de al menos un gas presente en una mezcla de gases (Reivindicaciones 1-8).

D01 divulga un dispositivo y un método para la determinación de coeficiente de difusión de un gas a través de un material poroso. El dispositivo comprende 3 cámaras (Figura 2). Una primera cámara (12) donde se encuentra la fuente de gas (material impregnado por una sustancia volátil), una segunda cámara (26) que comprende un sistema control que mide la variación de la concentración del gas respecto al tiempo (28) y una tercera cámara (20) ubicada entre las dos anteriores que comprende la muestra de material poroso (22). Se indica que el dispositivo en cuestión puede incluir sensores de humedad relativa, temperatura y presión en las tres cámaras. Se señala también que el dispositivo puede encontrarse térmicamente aislado y presentar un sistema de control de la temperatura (Véase figura 2 y columnas 8-9).

D02 tiene por objeto un estudio en el que se mide experimentalmente el coeficiente de difusión de una mezcla binaria de dos gases a través de un medio poroso. El equipo utilizado (figuras 1 y 10) consta de dos cámaras esféricas (cada una con gases de composición diferente) conectadas por un conducto que se rellena de material poroso. Cada cámara esférica contiene en su interior una esfera de cristal que comprende el gas a estudiar. El espacio delimitado por la esfera exterior e interior contiene agua para mantener la temperatura del gas constante. Existen sensores que miden la concentración en cada cámara (véase apartado 2, 2.1 y 3.3).

D03 divulga un estudio relativo al coeficiente de difusión del dióxido de carbono a través de materiales porosos (cemento) y se analiza el efecto de la humedad relativa sobre el coeficiente de difusión. Para ello se diseña un equipo que consta de una celda o cámara de difusión que comprende el material poroso ubicado en el centro. Dicha celda comprende en el lado izquierdo una entrada de CO₂ y en el lado derecho una entrada de N₂. Cuando la concentración de CO₂ en gas nitrógeno en el lado derecho es constante se considera que se ha alcanzado el equilibrio, se mide la concentración y se calcula el coeficiente de difusión. Se prefija y controla la humedad relativa del gas que se introduce en la cámara.

D04 divulga un equipo para medir la permeabilidad y coeficiente de difusión de un gas. Comprende un depósito o reservorio que contiene el gas a estudiar y que se alimenta a través de un conducto a la cámara que contiene el material poroso (ver figura 3 y resumen).

D05 divulga un dispositivo para determinar la difusividad de gases en materiales porosos. El dispositivo comprende 2 cámaras. Una cámara que contiene el gas a estudiar (oxígeno) que es adyacente a una de las caras del material poroso (madera), y otra cámara rellena de líquido (solución hidro- alcohólica) adyacente a la otra cara del material poroso. Se mide la presencia de gas en ambas cámaras mediante sensores ópticos (ver figura 1 y reivindicaciones).

NOVEDAD y ACTIVIDAD INVENTIVA (Art. 6.1 y 8.1 ley de patentes 11/86)

El objeto de las reivindicaciones 1-8 es nuevo en el sentido del artículo 6.1 de la Ley de patentes 11/86.

Ninguno de los documentos citados, tomados solos o en combinación evidencia un equipo y procedimiento para la medición del coeficiente de difusión en una mezcla de gases como los reivindicados. Por lo tanto, se considera que el objeto de las reivindicaciones 1-8 implica actividad inventiva para el experto en la materia en el sentido del artículo 8.1 de la ley de patentes 11/86.