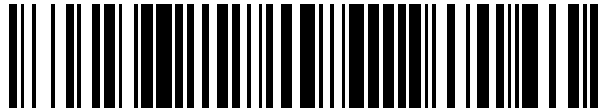


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 712 867**

21 Número de solicitud: 201731328

51 Int. Cl.:

<b>F02M 27/04</b>	(2006.01)
<b>F02M 27/06</b>	(2006.01)
<b>B01D 53/04</b>	(2006.01)
<b>C10K 3/00</b>	(2006.01)

12

### SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**15.11.2017**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**16.05.2019**

71 Solicitantes:

**WEIL, Phillip (100.0%)**  
**105 Paseo Concepción de Gracia**  
**00901 San Juan PR**

72 Inventor/es:

**WEIL, Phillip**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

54 Título: **REACTOR MODULAR PARA TRATAMIENTO DE GAS COMBUSTIBLE**

57 Resumen:

Reactor modular para tratamiento de gas combustible, destinado a interponerse en un conducto (1) de un dispositivo de combustión por el que fluye un gas combustible, en cuyo interior se realizan una serie de tratamientos sobre el gas para aumentar su poder calorífico, disminuir su temperatura de ignición y facilitar la interacción entre las moléculas del gas y el oxígeno del aire, reduciendo así la barrera de activación de la reacción de combustión. El reactor comprende un primer módulo (2), un segundo módulo (3) y elementos de unión (4) para vinculación temporal del primer módulo (2) y el segundo módulo (3). El primer módulo (2) comprende materiales absorbentes (10) para retención de las impurezas del gas, y el segundo módulo (3) comprende medios magnéticos (16) para creación de un campo magnético, y materiales emisores de radiación infrarroja (18) carcasa (15) para irradiación del gas.

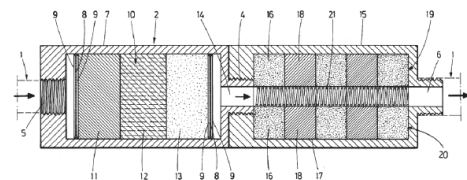


FIG. 2

ES 2 712 867 A1

**REACTOR MODULAR PARA TRATAMIENTO DE GAS COMBUSTIBLE**

**DESCRIPCIÓN**

5 **OBJETO DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere en particular a un reactor modular para tratamiento en línea de gases combustibles, especialmente concebido para gas natural y gases licuados de petróleo.

10

**ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

15

Los sistemas actualmente existentes para la combustión de gases combustibles, en especial gas natural (GN) y gases licuados de petróleo (GLP) no logran alcanzar las eficiencias operacionales óptimas establecidas en la fase de diseño debido, entre otros factores, al contenido de compuestos de bajo valor energético que presentan los combustibles empleados.

20

Elementos como el azufre, el hierro, el nitrógeno, los sólidos residuales, el agua, el dióxido de carbono y otros compuestos, incorporados al gas combustible durante su procesado y transporte, tienen un pobre valor energético. Dichos elementos contribuyen asimismo a la creación de aglomerados moleculares de elevado tamaño, los cuales aumentan las temperaturas de ignición del combustible y dificultan su mezclado con el oxígeno en el aire. Todo esto contribuye a ocasionar una combustión incompleta en los sistemas, lo cual da como resultado altas concentraciones de inquemados, elevadas emisiones al medio ambiente de productos tóxicos, excesivos consumos de combustible.

25

30

Se conocen en el actual estado de la técnica dispositivos destinados a aumentar la eficiencia térmica de los combustibles mediante tratamientos previos a la combustión. Por ejemplo, existen mecanismos de tratamiento mediante la acción combinada de irradiación con infrarrojo visible y creación de campos magnéticos que dan como resultado una mayor eficiencia en la quema y una reducción de las emisiones contaminantes. Se conocen asimismo dispositivos para filtrado previo del combustible destinados a eliminar las impurezas mediante su retención física en mallas con un

tamaño de poro inferior al de dichas impurezas.

## DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

5 El objeto de la invención consiste en un reactor modular para tratamiento físico-químico de gas combustible, destinado a ser instalado en sistemas de combustión abiertos tales como hornos o calderas, para eliminar los compuestos de bajo valor energético contenidos en el gas empleado como combustible para de esa forma aumentar su poder calorífico, disminuir su temperatura de ignición y promover la mezcla entre el gas y el aire saturada de oxígeno.  
10

Para ello, el reactor modular combina una primera fase en la que se pone en contacto al gas combustible con materiales absorbentes, preferentemente zeolitas y óxido de hierro, y una segunda fase posterior en la que se expone al gas combustible a materiales emisores de radiaciones en la franja del infrarrojo lejano, preferentemente tierras raras, y a medios magnéticos, preferentemente imanes de neodimio, capaces de crear un campo magnético. Se contempla asimismo la adición de carbón activado al gas para mejorar los resultados obtenidos. La exposición del gas a las dos fases del reactor produce cambios físico-químicos que duran hasta el inicio de la combustión, permitiendo que los sistemas de combustión trabajen a la máxima eficiencia de su diseño.  
15  
20

En su realización preferente, el reactor presenta una geometría esencialmente cilíndrica que le permite disponerse coaxialmente al exterior de un conducto del sistema de combustión por cuyo interior fluye el gas. Dicho reactor presenta dos cuerpos cilíndricos vinculados entre sí, preferentemente mediante machihembrado, los cuales se corresponden con las fases del tratamiento al cual se va a someter al gas. El reactor modular así descrito está destinado a ser instalado en el conducto, preferentemente antes del último regulador de presión.  
25

30 En la primera fase del reactor, un primer módulo contiene los materiales absorbentes, Zeolita y óxido de hierro, con un tamaño de micro-poros inferior a un nanómetro. En esta primera fase, el combustible aumenta su poder calorífico y disminuye su temperatura de ignición de la combustión. La duración efectiva aproximada de este primer módulo se estima en hasta dos años. En el análisis de la combustión de los gases tratados con la

primera fase del reactor, la detección de incrementos superiores al 2% en el consumo del combustible indica la posibilidad de que los materiales absorbentes se hayan agotado o colmatado, lo que determina la necesidad de reemplazarlo.

5 En la segunda fase del reactor, un segundo módulo contiene los medios magnéticos y el material emisor de radiaciones en la franja del infrarrojo, para exponer el combustible a campos magnéticos y radiaciones IR-Lejano para cambiar su carácter físico. Los materiales de la realización preferente tipo "Tierras Raras" son capaces de generar una radiación infrarroja de una longitud de onda entre 3.3 y 3.6 micrómetros. La radiación  
10 generada por los fotones de los materiales usados incrementa la energía cinética de las moléculas, las cuales vibran. Estas vibraciones reducen las fuerzas de Van Der Waals entre las moléculas, lo que facilita la reacción de reducción oxidación de combustión.

En cuanto a los imanes, estos se disponen preferentemente por pares, enfrentados entre  
15 sí y perpendiculares al flujo de combustible. Los campos magnéticos que generan cada par de imanes pueden ser tanto de repulsión como de atracción. Los imanes cambian el momento dipolar de las moléculas de hidrocarburo y reducen el tamaño de los agregados moleculares, lo cual facilita posteriormente la mezcla del gas con el oxígeno y disminuye la barrera de activación de los enlaces moleculares, catalizando así la reacción de  
20 combustión.

La combinación de la tecnología magnética con la radiación infrarroja asegura que los cambios físico-químicos logrados en el combustible duren varias horas, haciendo así que su reacción de oxidación de combustión sea lo más completa posible. La duración  
25 efectiva de este segundo módulo se estima aproximadamente en 10 años.

## **DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una  
30 mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1.- Muestra una vista en perspectiva del reactor modular.

Figura 2.- Muestra una vista frontal de un corte longitudinal realizado en el reactor modular.

5

Figura 3.- Muestra una vista en perspectiva del difusor.

### **REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION**

10 Seguidamente se proporciona, con ayuda de las figuras anteriormente referidas, una explicación detallada de un ejemplo de realización preferente del objeto de la presente invención.

15 El reactor modular para tratamiento de gas combustible que se describe está destinado a interponerse en un conducto (1) de un dispositivo de combustión abierto como un horno, conducto (1) por cuyo interior fluye un gas combustible. En el interior de dicho reactor se realizan una serie de tratamientos sobre el gas para aumentar su poder calorífico, disminuir su temperatura de ignición y facilitar la interacción entre las moléculas del gas y el oxígeno del aire, reduciendo así la barrera de activación de la reacción de  
20 combustión.

Para ello, el reactor comprende un primer módulo (2) y un segundo módulo (3) vinculados temporalmente entre sí mediante unos elementos de unión (4) que en esta realización preferente son de tipo machihembrado. Como se observa en la figura 1,  
25 ambos módulos (2,3) presentan una geometría esencialmente cilíndrica y se disponen coaxialmente interpuestos al conducto (1).

El reactor comprende una entrada (5) para paso del flujo de combustible desde el conducto (1) hacia el interior del reactor, y una salida (6) para paso del combustible  
30 tratado desde el interior del reactor hacia el conducto (1), desde el cual continúa fluyendo hacia un regulador de presión del dispositivo de combustión. En la realización preferente aquí descrita y mostrada en las figuras adjuntas, la entrada (5) es de tipo macho, y la salida (6) es de tipo hembra para facilitar la vinculación con el conducto (1).

La figura 2 muestra un corte transversal realizado en el reactor, en la que se aprecian los elementos del interior y su disposición. Como se observa en dicha figura 2, el primer módulo (1) comprende una primera carcasa (7) cilíndrica y hueca, en cuyo interior hueco se dispone en primer lugar, en la dirección del flujo de gas procedente del conducto (1), un difusor (8), para para reducción de la velocidad y aumento de la presión estática de dicho gas.

Dicho difusor (8), mostrado en la figura 3, presenta una geometría circular, e incorpora unas respectivas juntas (9) tóricas para asegurar su vinculación a las paredes internas de la carcasa (7) y mantener la estanqueidad. En esta realización preferente, el difusor (8) tiene una pluralidad de orificios uniformemente repartidos por su superficie con un diámetro de 100 micrones.

Posteriormente al difusor (8) se disponen en el interior hueco de la primera carcasa (7) una pluralidad de materiales absorbentes (10), a través de los cuales fluye el gas a alta presión. Dichos materiales absorbentes (10), que en esta realización preferente son respectivamente zeolita (11), óxido de hierro (12) granulado y carbón activado (13) con un tamaño de micro-poros inferior a un nanómetro, retienen parte de las impurezas del gas para aumentar su poder calorífico y disminuir su temperatura de ignición de la combustión.

Tras los materiales absorbentes (10) se dispone otro difusor (8) previo al paso del flujo de gas parcialmente tratado hacia el interior del segundo módulo (2) a través de un canal (14) definido en los elementos de unión (4) que vinculan a ambos módulos (2,3) entre sí.

El segundo módulo (3) comprende una segunda carcasa (15) cilíndrica y hueca, en cuyo interior hueco se disponen, fijados a las paredes internas, una pluralidad de medios magnéticos (16), que en esta realización preferente son unos imanes de neodimio, alternados con una correspondiente pluralidad de recipientes (17) con paredes de material metálico poroso no inductivo, en cuyo interior se alojan materiales emisores de radiación infrarroja (18), que en esta realización preferente son Tierras Raras capaces de generar una radiación infrarroja de una longitud de onda entre 3.3 y 3.6 micrómetros.

Como se ilustra en dicha figura 2, en el interior de la segunda carcasa (15) se dispone una agrupación superior (19), paralela a un eje longitudinal de la segunda carcasa (15), que comprende medios magnéticos (16) y recipientes (17) dispuestos alternativamente, y una agrupación inferior (20), paralela a la agrupación superior (19) y que comprende  
5 unos correspondientes medios magnéticos (16) y recipientes (17) dispuestos alternativamente. Los medios magnéticos (16) de cada agrupación (19,20) se disponen enfrentados entre sí para crear un campo magnético perpendicular al flujo del gas. Asimismo, entre ambas agrupaciones (19,20) se dispone un serpentín (21) longitudinal a través del cual fluye el gas a tratar.

10

Los medios magnéticos (16) cambian el momento dipolar de las moléculas del gas y reducen el tamaño de posibles agregados moleculares de impurezas, lo cual facilita posteriormente la mezcla del gas con el oxígeno y disminuye la barrera de activación de los enlaces moleculares, catalizando así la reacción de combustión. Adicionalmente, la  
15 radiación generada por los fotones de los materiales emisores de radiación infrarroja (18) incrementa la energía cinética de las moléculas del gas, las cuales vibran. Estas vibraciones reducen las fuerzas de Van Der Waals entre moléculas, lo que facilita la reacción de reducción oxidación de combustión.

20

El reactor reduce el consumo del combustible (gas) entre un 5 y 15% y disminuyen la contaminación ambiental hasta un 40%.

**REIVINDICACIONES**

1. Reactor modular para tratamiento de gas combustible, destinado a interponerse en un conducto (1) de un dispositivo de combustión por cuyo interior fluye un gas combustible, para optimización de la combustión, estando el reactor modular caracterizado porque comprende:

- un primer módulo (2) a través del cual fluye el gas para una primera etapa del tratamiento de optimización, primer módulo (2) que comprende a su vez:

- una primera carcasa (7) cilíndrica y hueca, que presenta una entrada (5) para entrada del gas a tratar,

- al menos un difusor (8), alojado en el interior de la primera carcasa (7) para reducción de la velocidad y aumento de la presión estática del gas, y

- materiales absorbentes (10) para retención de las impurezas del gas,

- un segundo módulo (3) a través del cual fluye el gas para una segunda etapa del tratamiento de optimización, segundo módulo (3) que comprende a su vez:

- una segunda carcasa (15) cilíndrica y hueca, que presenta una salida (6) para salida del gas tratado,

- medios magnéticos (16) alojados en el interior de la segunda carcasa (15) para creación de un campo magnético, y

- materiales emisores de radiación infrarroja (18) alojados en la segunda carcasa (15) para irradiación del gas, y

- elementos de unión (4) para vinculación temporal del primer módulo (2) y el segundo módulo (3), en el que los elementos de unión (4) presentan al menos un canal (14) para paso del gas del primer módulo (2) hacia el segundo módulo (3).

25

2. Reactor modular para tratamiento de gas combustible de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado porque el segundo módulo (3) incorpora un serpentín (21) alojado en el interior de la segunda carcasa (15) para canalización del flujo de gas circulante.

30

3. Reactor modular para tratamiento de gas combustible de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque el segundo módulo (3) incorpora unos recipientes (17) de materiales permeables y vinculados al interior de la segunda carcasa (15) para alojamiento de los materiales emisores de radiación infrarroja (18).



4. Reactor modular para tratamiento de gas combustible de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque los materiales absorbentes (10) comprenden zeolita (11), óxido de hierro (12) granulado y carbón activado (13).
- 5 5. Reactor modular para tratamiento de gas combustible de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque los medios magnéticos (16) son imanes de neodimio.
- 10 6. Reactor modular para tratamiento de gas combustible de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque los materiales emisores de radiación infrarroja (18) son Tierras Raras.
- 15 7. Reactor modular para tratamiento de gas combustible de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque los elementos de unión (4) son uniones machihembradas.

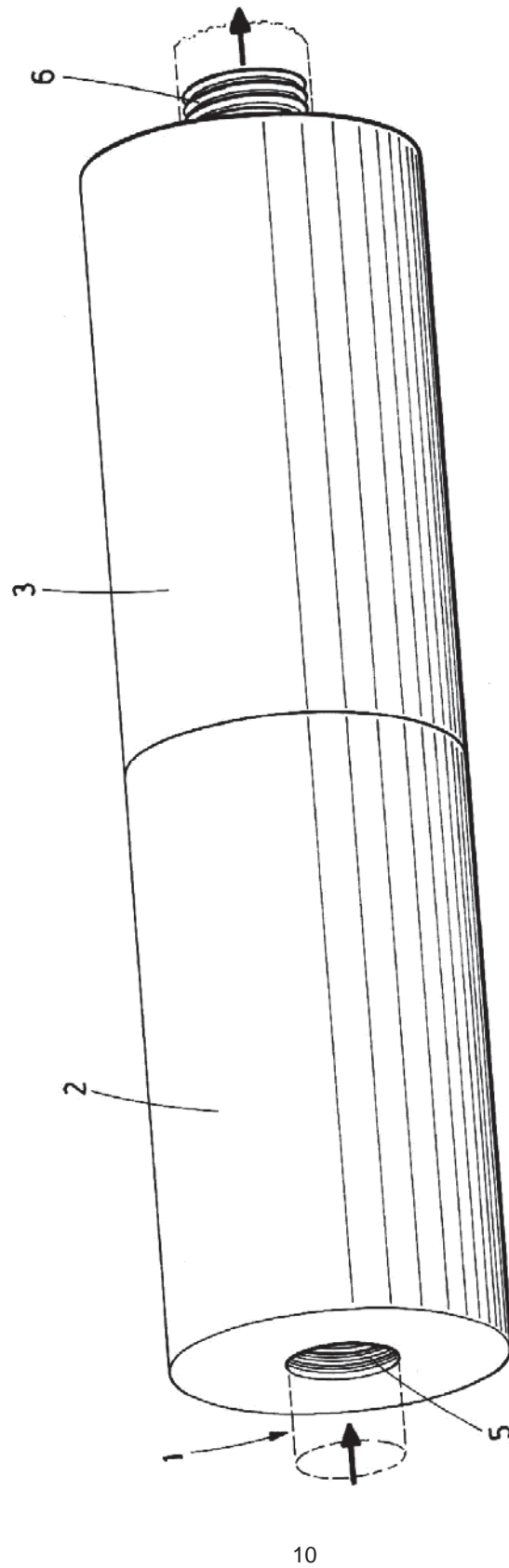


FIG.1

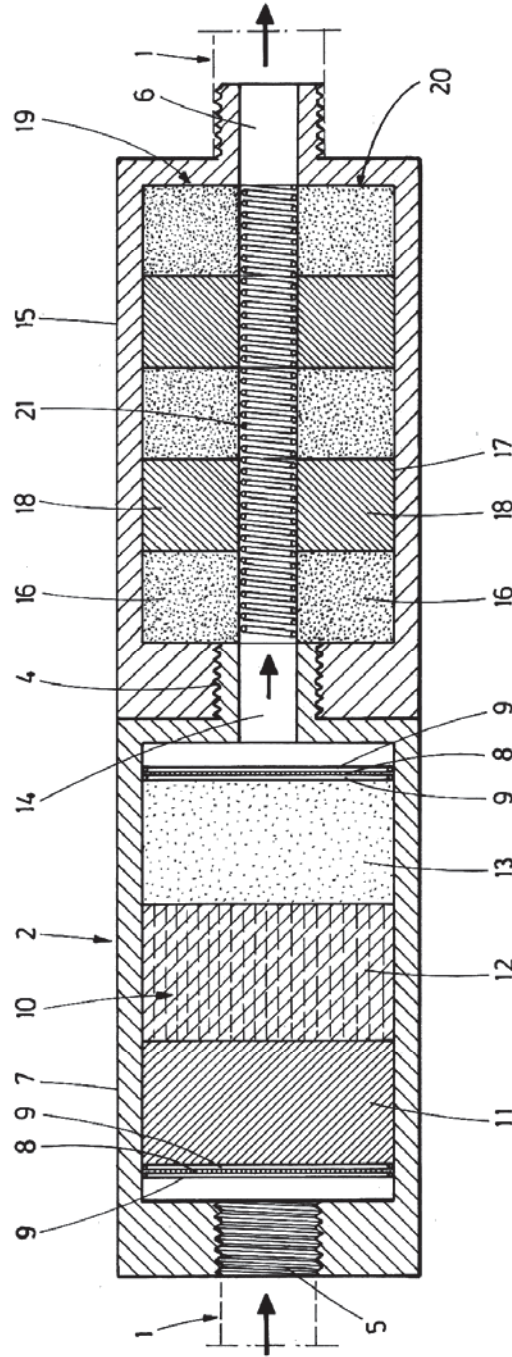
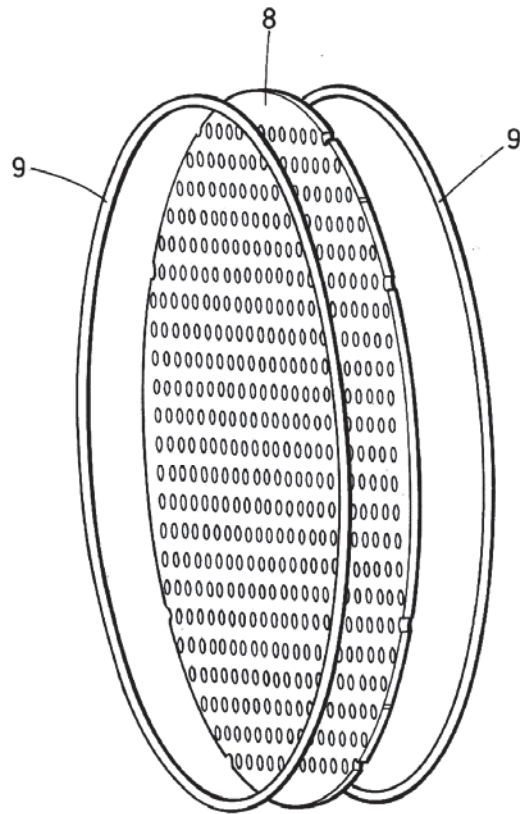


FIG.2



**FIG.3**



②① N.º solicitud: 201731328

②② Fecha de presentación de la solicitud: 15.11.2017

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	CN 2280862Y Y (MA HEZHONG) 06/05/1998, Resumen [en línea] recuperado de EPODOC/EPO, modo de realización, Reivindicaciones 1 y 4, figura 1.	1-7
Y	CN 204003168U U (ZHENG TIE et al.) 10/12/2014, Resumen [en línea] recuperado de EPODOC/EPO y WPI/DERWENT, Modo de realización, reivindicación 1, figura 1.	1-7
Y	CN 201553636U U (JIANHUI WANG) 18/08/2010, Resumen [en línea] recuperado de EPODOC/EPO y WPI/DERWENT, Modo de realización, figuras 1 y 3.	1-7
A	CN 204253238U U (KANG JIAXIANG) 08/04/2015, Resumen [en línea] recuperado de EPODOC/EPO y WPI/DERWENT, Reivindicación 1, figuras 1 y 5.	1-7
A	CN 102399081 A (XUEHONG HUANG) 04/04/2012, Resumen [en línea] recuperado de EPODOC/EPO y WPI/DERWENT.	1-7

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  
18.09.2018

Examinador  
M. González Rodríguez

Página  
1/3



- ②① N.º solicitud: 201731328  
②② Fecha de presentación de la solicitud: 15.11.2017  
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	CN 1587185 A (LIANFEIXIANG SCIENCE AND TECHN BEIJING UNIFY SCIENCE & TECHNO) 02/03/2005, resumen [en línea] recuperado de EPODOC/EPO y WPI/DERWENT, reivindicaciones 1, 4 y 5.	1-7
A	CN 200955457Y Y (WANGYUE DU) 03/10/2007, Resumen [en línea] recuperado de EPODOC/EPO y WPI/DERWENT, reivindicación 1.	1-7
A	KR 20140001614 A (BAEK WAN BOK) 07/01/2014, Resumen [en línea] recuperado de EPODOC/EPO y WPI/DERWENT, figura 1.	1-7

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  
18.09.2018

Examinador  
M. González Rodríguez

Página  
2/3

## CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**F02M27/04** (2006.01)

**F02M27/06** (2006.01)

**B01D53/04** (2006.01)

**C10K3/00** (2006.01)

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

F02M, B01D, C10K

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, TXPEP, TXPUS, TXPWO, TXPCN, TXPK, GOOGLE PATENTS.