(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓNEN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
Oficina internacional

(43) Fecha de publicación internacional
23 de diciembre de 2009 (23.12.2009)

PCT

(10) Número de Publicación Internacional
WO 2009/153382 A1

(51) Clasificación Internacional de Patentes:
B01J 8/24 (2006.01)

(21) Número de la solicitud internacional:
PCT/ES2009/070241

(22) Fecha de presentación internacional:
19 de junio de 2009 (19.06.2009)

(25) Idioma de presentación: español

(26) Idioma de publicación: español

(30) Datos relativos a la prioridad:
P200801839 19 de junio de 2008 (19.06.2008) ES

(71) Solicitante *(para todos los Estados designados salvo US)*: **UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA** [ES/ES]; Campus Plz. San Francisco, C/ Pedro Cerbuna, 12, E-50009 Zaragoza (ES).

(72) Inventores; e

(75) Inventores/Solicitantes *(para US solamente)*: **MENÉNDEZ SASTRE, Miguel** [ES/ES]; Universidad De Zaragoza, Campus Plz. San Francisco, C/ Pedro Cerbuna, 12, E-50009 Zaragoza (ES). **HERGUIDO HUERTA, Javier** [ES/ES]; Universidad De Zaragoza, Campus Plz. San Francisco, C/ Pedro Cerbuna, 12, E-50009 Zaragoza (ES). **TÉLLEZ ARISO, Carlos** [ES/ES]; Universidad De Zaragoza, Campus Plz. San Francisco, C/ Pedro Cerbuna, 12, E-50009 Zaragoza (ES). **SOLER HERRERO, Jaime** [ES/ES]; Universidad De Zaragoza, Campus Plz. San Francisco, C/ Pedro Cerbuna, 12, E-50009 Zaragoza (ES). **GIMENO TOLOSA, María Pilar** [ES/ES]; Universidad De Zaragoza, Campus Plz. San Francisco, C/ Pedro Cerbuna, 12, E-50009 Zaragoza (ES).

(74) Mandatario: **PONS ARIÑO, Ángel**; Glorieta de Rubén Darío, 4, E-28010 Madrid (ES).

(81) Estados designados *(a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS,

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: TWO-ZONE FLUIDISED-BED REACTOR

(54) Título: REACTOR DE LECHO FLUIDO DE DOS ZONAS

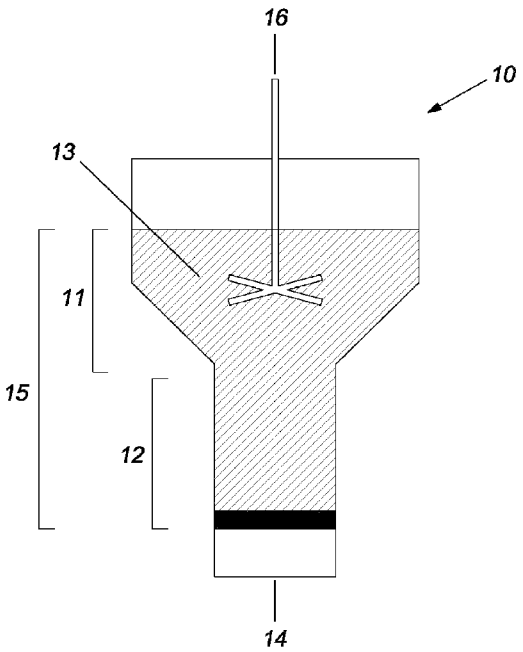


FIG. 1

(57) Abstract: The invention relates to a fluidised-bed reactor (10, 20, 30, 40) comprising two zones (11,12, 21, 22; 31, 32; 41, 42), in which the upper zone (11, 21, 31, 41) has a different cross-section to the lower zone (12, 22, 32, 42). A zone with a reducing atmosphere is obtained in one of the two zones (11,12, 21, 22; 31, 32; 41, 42) and a zone with an oxidising atmosphere is obtained in the other zone. In a preferred embodiment of the invention, the cross-section of the upper zone (11, 21, 31, 41) is greater than that of the lower zone (12, 22, 32, 42), thereby producing a reducing atmosphere in the upper zone (11, 21, 31, 41) and an oxidising atmosphere in the lower zone (12, 22, 32, 42). In addition, rows of flow-distributing pipes are provided in the upper zone (11, 21, 31, 41) in order to prevent the appearance of dead zones.

(57) Resumen: Reactor (10, 20, 30, 40) de lecho fluido de dos zonas (11,12, 21, 22; 31, 32; 41, 42) en el que la zona superior (11, 21, 31, 41) presenta distinta sección que la zona inferior (12, 22, 32, 42). En una de las dos zonas (11,12, 21, 22; 31, 32; 41, 42) se obtiene una zona de atmósfera reductora y en la otra zona una zona de atmósfera oxidante. En una realización preferida, la sección de la zona superior (11, 21, 31, 41) es mayor que la de la zona inferior (12, 22, 32, 42), obteniéndose en la zona superior (11, 21, 31, 41) una atmósfera reductora y en la zona inferior (12, 22, 32, 42) una atmósfera oxidante. Existen hileras de tubos distribuidores del flujo en la zona superior (11, 21, 31, 41) para evitar la aparición de zonas muertas.

WO 2009/153382 A1

RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Estados designados *(a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europea (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicada:

— *con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))*

— *antes de la expiración del plazo para modificar las reivindicaciones y para ser republicada si se reciben modificaciones (Regla 48.2(h))*

REACTOR DE LECHO FLUIDO DE DOS ZONAS

D E S C R I P C I Ó N

OBJETO DE LA INVENCIÓN

El objeto de la presente solicitud se incluye dentro del campo de los reactores empleados para efectuar reacciones químicas en su interior, en particular en los reactores de lecho fluido de dos zonas.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Dentro de los reactores empleados para efectuar reacciones químicas en su interior, existen los denominados reactores de lecho fijo y de lecho fluido, que se caracterizan por la presencia de lo que se denomina un lecho de partículas. Un lecho de partículas consiste en una capa de partículas sólidas de sustancia(s) que interviene(n) en la reacción considerada, bien como reactivo o bien como catalizador, que es atravesada por los reactivos en fase fluida.

Cuando la velocidad de flujo de los reactivos en fase fluida a través del lecho es baja, no se produce desplazamiento sustancial de las partículas sólidas que componen el lecho. Se habla en este caso de reactores de lecho fijo.

Un aumento de la velocidad de flujo de los reactivos en fase fluida a través del lecho y en sentido ascendente provoca a su vez una agitación de las partículas del lecho. A partir de un valor crítico de velocidad, denominado velocidad mínima de fluidización, se produce lo que se denomina fluidización continua o lecho fluido, en la cual todas las partículas son agitadas por el

paso de la fase fluida a través del lecho, de forma que el lecho deja de estar constituido por partículas estáticas y el material que lo constituye adquiere propiedades y comportamiento de fluido.

El fenómeno en que se basan los reactores de lecho fluido es sobradamente conocido dentro del campo de la técnica de los reactores químicos y ha sido descrito en multitud de textos, entre los que se citan, a modo de ejemplo:

- Kunii, D. y Levenspiel, O. "Fluidization Engineering" Elsevier, 2005

-Santamaría, J., Herguido, J., Menéndez, M. y Monzón, A. "Ingeniería de Reactores", Ed. Síntesis, 1999.

Un tipo particular de reactores de lecho fluido es el denominado "de dos zonas", en el cual las corrientes de fluidos que contienen las sustancias que toman parte en la reacción se introducen en el reactor en posiciones diferentes en altura del mismo, de manera que se producen las condiciones para que sucedan reacciones de naturaleza distinta en la parte superior y en la parte inferior del mencionado reactor.

Una aplicación usual de los reactores de lecho fluido de dos zonas son algunas reacciones con regeneración del catalizador, mediante las cuales la reacción que da lugar a los productos deseados se produce en una de las zonas y la reacción de regeneración del catalizador, de características opuestas, se produce simultáneamente en una zona diferente del reactor.

En la publicación "Catalysis Today" nº 100 (2005), pgs. 181-189 de J. Herguido, M. Menéndez y J. Santamaría, se muestra una revisión de algunos trabajos de los inventores en los que se utilizan reactores de lecho fluido como reactores de dos zonas, utilizando un lecho fluido en el que se alimenta un agente oxidante en la zona inferior del lecho y un hidrocarburo en un punto intermedio. De esta manera, se obtienen dos zonas: en la inferior se

obtiene una atmósfera oxidante y en la superior se obtiene una atmósfera reductora. De esta manera se posibilita realizar una reacción de oxidación del hidrocarburo en la zona superior y regenerar el catalizador con el agente oxidante en la zona inferior.

Se ha descrito en solicitudes de patentes algún procedimiento de reactor con dos zonas de reacción en un solo depósito. Por ejemplo en la solicitud de patente US02007/0213573 se describe un reactor de dos zonas para reacciones gas-sólido catalíticas de distinta sección donde el propósito de estas dos zonas es cambiar el tiempo de residencia entre ambas trabajando en la segunda sección en un lecho tipo riser. La patente US 6,197,265 plantea también un lecho fluido de dos zonas que son del mismo tamaño donde en cada zona se puede alimentar distintos gases siendo la utilidad de estas alimentaciones para la reacción del sólido que se alimenta por optimización de la atmósfera de reacción. También en la solicitud de patente EP1242344 (WO0144146) se muestra un reactor de dos zonas para una reacción de deshidrogenación de un alquil-aromático, en una zona ocurre la reacción y en otra ocurre la regeneración del catalizador siendo las dos zonas de igual sección. En la solicitud de patente US4152393 también se presenta una sola cámara donde ocurre la reacción y la regeneración, el catalizador va de una zona a otra pero los gases de la zona de reacción no se mezclan con los de la oxidación. En ninguno de estos casos descritos de patentes se plantea que en una de las dos zonas ocurra la reacción y en otra ocurra la regeneración del catalizador con zonas de distinta sección en el mismo reactor.

La mayor parte de los casos de procesos de operación –regeneración u oxidación – reducción no presentan cinéticas de reacción con la misma velocidad en ambos sentidos. En la publicación del “Journal of Catalysis” nº 185 (1997) pgs. 324 – 332 a cargo de López Nieto y otros, se puede consultar la comprobación experimental de que la oxidación total de un catalizador VMgO totalmente reducido es 3 veces más rápida que la

reducción total del mismo catalizador totalmente oxidado.

Además en muchos casos el caudal de gas requerido en las dos zonas es muy diferente, por ejemplo, cuando se introduce un gas oxidante para regenerar el catalizador en la zona inferior, el caudal necesario es habitualmente muy inferior al caudal de hidrocarburo a tratar.

Esta constatación experimental plantea la necesidad técnica de equilibrar los tiempos de contacto de los gases en el interior del reactor y además adecuar la velocidad del gas en cada zona para mantenerla en el rango de valores adecuado para la fluidización.

Además, es conocido que en reacciones en las cuales existe un número importante de productos intermedios, trabajar en unas determinadas condiciones de velocidad de circulación a través del lecho para obtener mayor cantidad de producto deseado puede traer como consecuencia negativa que la reacción con el catalizador no se produzca de forma suficientemente completa, por lo que se plantea el problema técnico adicional de encontrar un diseño de reactor de lecho fluido de dos zonas que evite o minimice el mencionado inconveniente.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

El objeto de la presente invención resuelve los inconvenientes anteriormente mencionados mediante el uso de un reactor de lecho fluido de dos zonas, en el que se produce una alimentación en la parte inferior del lecho y se produce otra alimentación en una parte intermedia del mencionado lecho, en donde una de las alimentaciones está constituida por reactivos y otra de las alimentaciones está constituida por un agente oxidante de los reactivos o un agente oxidante que gasifica el coque depositado en el catalizador, como consecuencia de lo cual se generan en el interior del reactor de la invención dos zonas diferenciadas, una zona de atmósfera

reductora y otra zona de atmósfera oxidante. El reactor de la invención destaca especialmente porque la zona de atmósfera reductora y la zona de atmósfera oxidante presentan secciones de valor diferente.

Según una realización preferida de la invención, una de las alimentaciones está constituida por reactivos y otra de las alimentaciones por un agente oxidante de los reactivos o por un reactivo de regeneración del catalizador, para su aplicación en procesos de oxidación o procesos con desactivación y regeneración simultánea del catalizador.

La existencia de dos zonas de dimensiones diferentes en el reactor, en donde en una de las cuales se producen reacciones de reducción y en otra de las cuales se producen reacciones de oxidación, provoca que se puede disponer de un mayor control de los caudales y las velocidades de gas en cada zona del reactor, con lo cual se dispone de un grado adicional de libertad a la hora de determinar una velocidad de circulación compatible con la regeneración completa del catalizador.

El uso del reactor de la invención resulta igualmente ventajoso para reacciones cuya velocidad aumenta con una diferente dilución de los reactivos y, en las que por lo tanto es conveniente disponer de diferentes caudales en cada una de las dos zonas del reactor.

Otra de las características ventajosas del reactor de la invención consiste en que resuelve un conocido problema típico de los procedimientos con recuperación de hidrógeno: La combinación de una membrana selectiva al hidrogeno con un reactor de dos zonas permite conjugar en un solo dispositivo dos ventajas complementarias. El reactor de membrana permite aumentar la conversión de equilibrio de la reacción, tal como es bien conocido para los expertos en el tema (cf. Inorganic membranes: synthesis, characterization and applications, R. Mallada y M. Menéndez

(eds.) Elsevier, 2008), y en el caso de reacciones en las que se produce hidrógeno, éste se puede retirar del medio de reacción mediante membranas de Paladio o sus aleaciones, o mediante membranas cerámicas densas, selectivas a hidrógeno, tal como se ha descrito en reactores de lecho fijo, u otros materiales que permiten retirar hidrógeno preferencialmente. Sin embargo un inconveniente habitual de los reactores de membrana en los que se retira hidrógeno del medio de reacción es que aumenta la velocidad de desactivación del catalizador, formándose materiales carbonosos, conocidos como coque. Al combinar el reactor de membrana con el reactor de lecho fluido de dos zonas descrito en esta invención, se evita el problema de la desactivación del catalizador, ya que éste se puede regenerar en continuo, manteniendo la ventaja del reactor de membrana consistente en que se alcanza una mayor conversión que en un reactor convencional de lecho fijo, puesto que al retirar el hidrógeno, que es un producto de la reacción, la misma se desplaza hacia el aumento de la formación de productos.

Una utilidad ventajosa adicional del reactor de dos zonas de la invención radica en su capacidad para llevar a cabo, simultáneamente a las reacciones realizadas en él, la filtración de gases calientes y la combustión de partículas o compuestos poco volátiles presentes en el mismo, como son hollín o alquitrán. Para la consecución de tal fin, se introduce el gas caliente en la zona superior del lecho, con lo que el sólido presente en el mismo actúa como filtro de partículas o compuestos poco volátiles, y en la zona inferior se introduce una corriente de un agente oxidante (que contenga por ejemplo oxígeno o vapor de agua), de forma que se produce la combustión o la gasificación de dichas partículas o compuestos poco volátiles.

En una realización preferida de la invención se considera la introducción de pantallas o hileras de tubos destinados a distribuir el flujo

en la parte superior, con el fin de evitar la aparición de zonas muertas.

En otra realización preferida de la invención, el reactor está constituido por dos elementos de sección uniforme, conectados mediante un elemento intermedio de sección variable. De manera preferente pero no limitativa, los elementos de sección uniforme son cilindros y el elemento de sección variable presenta forma cónica. Sin embargo, se contempla asimismo la posibilidad de que la sección del reactor varíe de manera continua desde el punto de alimentación inferior hasta la zona superior, eliminándose de este modo la necesidad del elemento intermedio.

En el diseño del reactor con dos zonas de diferente sección deberá tenerse en cuenta el ángulo de la zona de transición entre las zonas, de modo que un ángulo más abierto (más próximo a 90º) puede generar la aparición de zonas muertas de catalizador que disminuirían la eficacia del mismo, mientras que un ángulo muy cerrado (próximo a 0º) haría que la zona de transición fuera muy prolongada, disminuyendo las ventajas de este diseño.

Como se ha indicado anteriormente, el reactor de la invención presenta una gran utilidad para llevar a cabo procesos de oxidación catalizados en los que se produce la regeneración simultánea del catalizador y en procesos con desactivación por coque en los que se puede regenerar el catalizador eliminando el coque. A continuación, y a modo de ejemplo ilustrativo, pero no limitativo, se enuncian algunas de las reacciones cuya realización en el reactor de la invención presenta notables ventajas respecto a su realización en otros reactores que no poseen las características del reactor de la invención:

- oxidación de butano, buteno o pentano a anhídrido maleico,
- oxidación de propano a acroleína y/o ácido acrílico,

- acoplamiento oxidativo de metano,
- oxidación de benceno a fenol,
- oxidación de alquilbencenos,
- oxidación de etano ó etileno a ácido acético,
- deshidrogenación oxidativa de hidrocarburos (etano, propano, butano, isobutano, etc.),
- oxidación de metanol a formaldehído,
- oxidación parcial o reformado de hidrocarburos o compuestos carbonosos (p.ej. metano, etano, metanol, etanol a gas de síntesis)
- deshidrogenación de alcanos
-deshidroaromatización de alcanos

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una 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 esquemática en alzado de un reactor de lecho fluido de dos zonas en el que la zona superior presenta una sección mayor que la zona inferior y en la que la alimentación que se produce en la zona inferior del lecho produce una atmósfera de carácter oxidante en la zona inferior del reactor, mientras que la alimentación que se produce en una zona intermedia del lecho produce una atmósfera de carácter reductor en la zona superior del reactor.

Figura 2.- Muestra una vista esquemática en alzado de un reactor de lecho fluido de dos zonas en el que la zona superior presenta una sección

mayor que la zona inferior y en la que la alimentación que se produce en la zona inferior del lecho produce una atmósfera de carácter reductor en la zona inferior del reactor, mientras que la alimentación que se produce en una zona intermedia del lecho produce una atmósfera de carácter oxidante en la zona superior del reactor.

Figura 3.- Muestra una vista esquemática en alzado de un reactor de lecho fluido de dos zonas en el que la zona inferior presenta una sección mayor que la zona superior y en la que la alimentación que se produce en la zona inferior del lecho produce una atmósfera de carácter oxidante en la zona inferior del reactor, mientras que la alimentación que se produce en una zona intermedia del lecho produce una atmósfera de carácter reductor en la zona superior del reactor.

Figura 4.- Muestra una vista esquemática en alzado de un reactor de lecho fluido de dos zonas en el que la zona inferior presenta una sección mayor que la zona superior y en la que la alimentación que se produce en la zona inferior del lecho produce una atmósfera de carácter reductor en la zona inferior del reactor, mientras que la alimentación que se produce en una zona intermedia del lecho produce una atmósfera de carácter oxidante en la zona superior del reactor.

REALIZACIÓN PREFERIDA DE LA INVENCIÓN

Se presentan cuatro realizaciones preferidas de la invención:

PRIMERA REALIZACIÓN PREFERIDA

Tal como se aprecia en la Figura 1, se presenta un reactor (10) de lecho fluido de de dos zonas (11, 12) en el que la zona superior (11) presenta una sección mayor que la zona inferior (12). Se produce una primera

alimentación (14) en la zona inferior (12) del lecho (15), la cual produce una atmósfera de carácter oxidante en dicha zona inferior (12) del lecho (15). Además, se produce una segunda alimentación (16) en una parte intermedia (13) del lecho (15), que produce una atmósfera de carácter reductor en la zona superior (11) del lecho (15).

El reactor (10) puede incluir unas hileras de tubos (no representados) destinados a distribuir el flujo en la zona superior (11), con el fin de evitar la aparición de zonas muertas.

SEGUNDA REALIZACIÓN PREFERIDA

Tal como se aprecia en la Figura 2, se presenta un reactor (20) de lecho fluido de de dos zonas (21, 22) en el que la zona superior (21) presenta una sección mayor que la zona inferior (22). Se produce una primera alimentación (24) en la zona inferior (22) del lecho (25), la cual produce una atmósfera de carácter reductor en dicha zona inferior (22) del lecho (25). Además, se produce una segunda alimentación (26) en una parte intermedia (23) del lecho (25), que produce una atmósfera de carácter oxidante en la zona superior (21) del lecho (25).

El reactor (20) puede incluir unas hileras de tubos (no representados) destinados a distribuir el flujo en la zona superior (21), con el fin de evitar la aparición de zonas muertas.

TERCERA REALIZACIÓN PREFERIDA

Tal como se aprecia en la Figura 3, se presenta un reactor (30) de lecho fluido de de dos zonas (31, 32) en el que la zona superior (31) presenta una sección menor que la zona inferior (32). Se produce una primera alimentación (34) en la zona inferior (32) del lecho (35), la cual produce una

atmósfera de carácter oxidante en dicha zona inferior (32) del lecho (35). Además, se produce una segunda alimentación (36) en una parte intermedia (33) del lecho (35), que produce una atmósfera de carácter reductor en la zona superior (31) del lecho (35).

El reactor (30) puede incluir unas hileras de tubos (no representados) destinados a distribuir el flujo en la zona superior (31), con el fin de evitar la aparición de zonas muertas.

CUARTA REALIZACIÓN PREFERIDA

Tal como se aprecia en la Figura 4, se presenta un reactor (40) de lecho fluido de de dos zonas (41, 42) en el que la zona superior (41) presenta una sección menor que la zona inferior (42). Se produce una primera alimentación (44) en la zona inferior (42) del lecho (45), la cual produce una atmósfera de carácter reductor en dicha zona inferior (42) del lecho (45). Además, se produce una segunda alimentación (46) en una parte intermedia (43) del lecho (45), que produce una atmósfera de carácter oxidante en la zona superior (41) del lecho (45).

El reactor (40) puede incluir unas hileras de tubos (no representados) destinados a distribuir el flujo en la zona superior (41), con el fin de evitar la aparición de zonas muertas.

REIVINDICACIONES

1.- Reactor (10, 20, 30, 40) de lecho fluido de dos zonas (11,12, 21, 22; 31, 32; 41, 42), en el que se produce una primera alimentación (14, 24, 34, 44) en la parte inferior (12, 22, 32, 42) del lecho (15, 25, 35, 45) y se produce una segunda alimentación (16, 26, 36, 46) en una parte intermedia (13, 23, 33, 43) del mencionado lecho (15, 25, 35, 45), como consecuencia de lo cual se generan en el interior del reactor (10, 20, 30, 40) de la invención dos zonas (11,12; 21, 22; 31, 32; 41, 42) superior e inferior diferenciadas, una de dichas zonas es una zona de atmósfera reductora y la otra zona es una zona de atmósfera oxidante, **caracterizado porque** las dimensiones de la sección correspondiente a la zona de atmósfera oxidante son distintas de las dimensiones correspondientes a la sección de la zona de atmósfera reductora.

2.- Reactor (10, 20, 30, 40) según la reivindicación 1, caracterizado porque la zona superior (11, 21, 31, 41) presenta mayor sección y es una zona de atmósfera reductora, mientras que la zona inferior (12, 22, 32, 42) presenta menor sección y es una zona de atmósfera oxidante.

3.- Reactor (10, 20, 30, 40) según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende dos elementos superior e inferior de sección uniforme, siendo dichas secciones uniformes distintas entre sí, y comprende adicionalmente un tercer elemento intermedio de sección variable a modo de conexión.

4.- Reactor (10, 20, 30, 40) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el elemento superior presenta sección variable.

5.- Reactor (10, 20, 30, 40) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la zona superior (11, 21, 31, 41) presenta

menor sección y es una zona de atmósfera reductora, mientras que la zona inferior (12, 22, 32, 42) presenta mayor sección y es una zona de atmósfera oxidante.

6.- Reactor (10, 20, 30, 40) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque incorpora adicionalmente en la zona superior (11, 21, 31, 41) unas hileras de tubos destinados a distribuir el flujo para evitar la aparición de zonas muertas.

7.- Reactor (10, 20, 30, 40) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el lecho (15, 25, 35, 45) comprende unas membranas selectivas al hidrógeno, para retirar el hidrógeno del medio de reacción en reacciones de formación de hidrógeno, desplazando la reacción hacia el lado de los productos.

8.- Reactor (10, 20, 30, 40) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque una de las alimentaciones (14, 16; 24, 26; 34, 36; 44, 46) está constituida por reactivos y otra de las alimentaciones (14, 16; 24, 26; 34, 36; 44, 46) está constituida por un agente oxidante de los reactivos o un reactivo de regeneración del catalizador, de aplicación en procesos de oxidación o procesos con desactivación y regeneración simultánea del catalizador.

9.- Reactor (10, 20, 30, 40) según reivindicación 1, caracterizado porque la zona superior (11, 21, 31, 41) es una zona oxidante y la zona inferior (12, 22, 32, 42) es una zona reductora.

10.- Uso del reactor (10, 20, 30, 40) descrito en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores para la filtración de los gases calientes de la reacción y la filtración de partículas o compuestos poco volátiles presentes en dichos gases, mediante la introducción del gas caliente en la zona superior

del lecho, con lo que el sólido del lecho actúa como filtro absorbiendo las partículas poco volátiles y produciéndose la combustión de las mismas en la zona inferior (12, 22, 32, 44), donde está prevista la alimentación de una corriente de un agente oxidante.

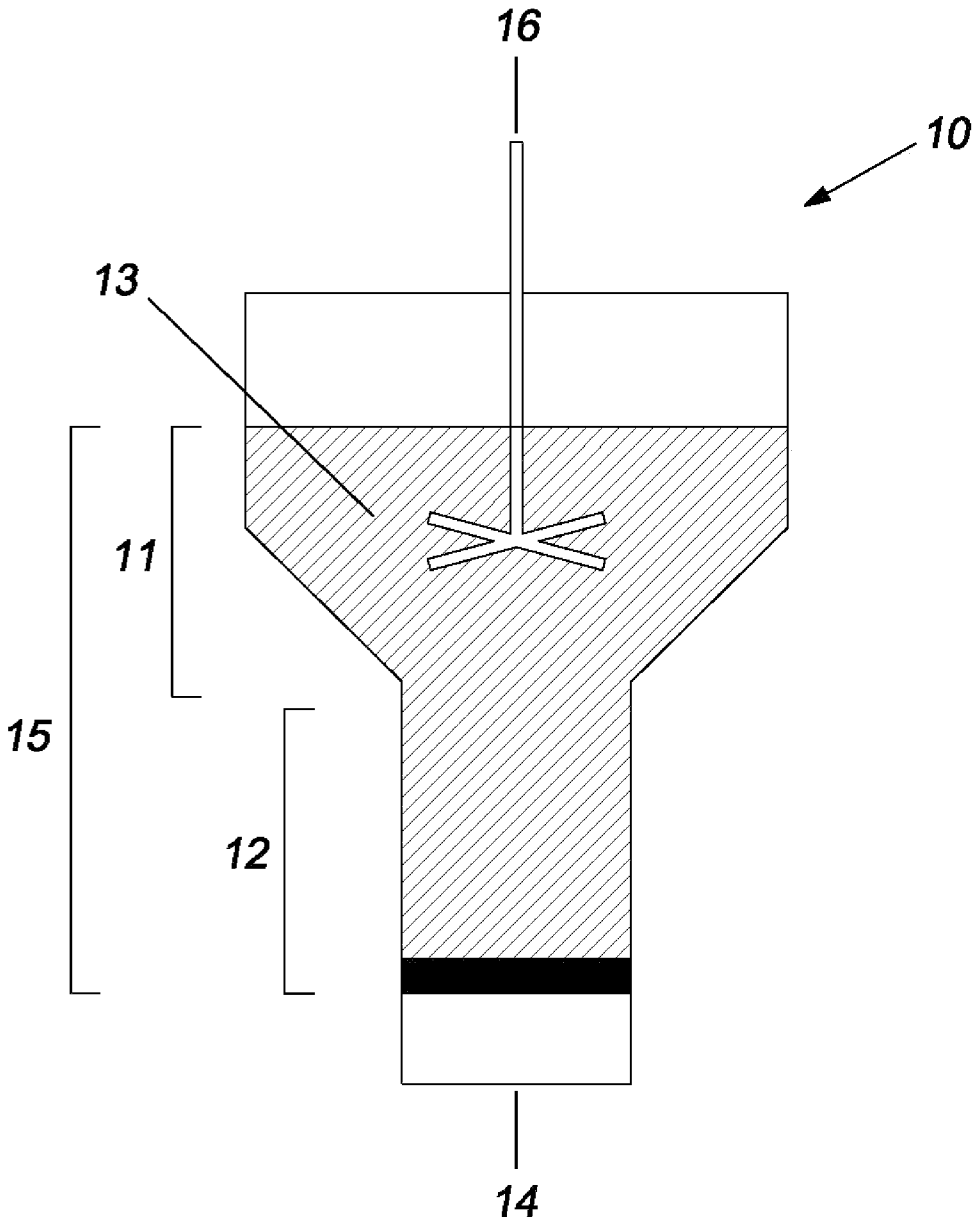


FIG. 1

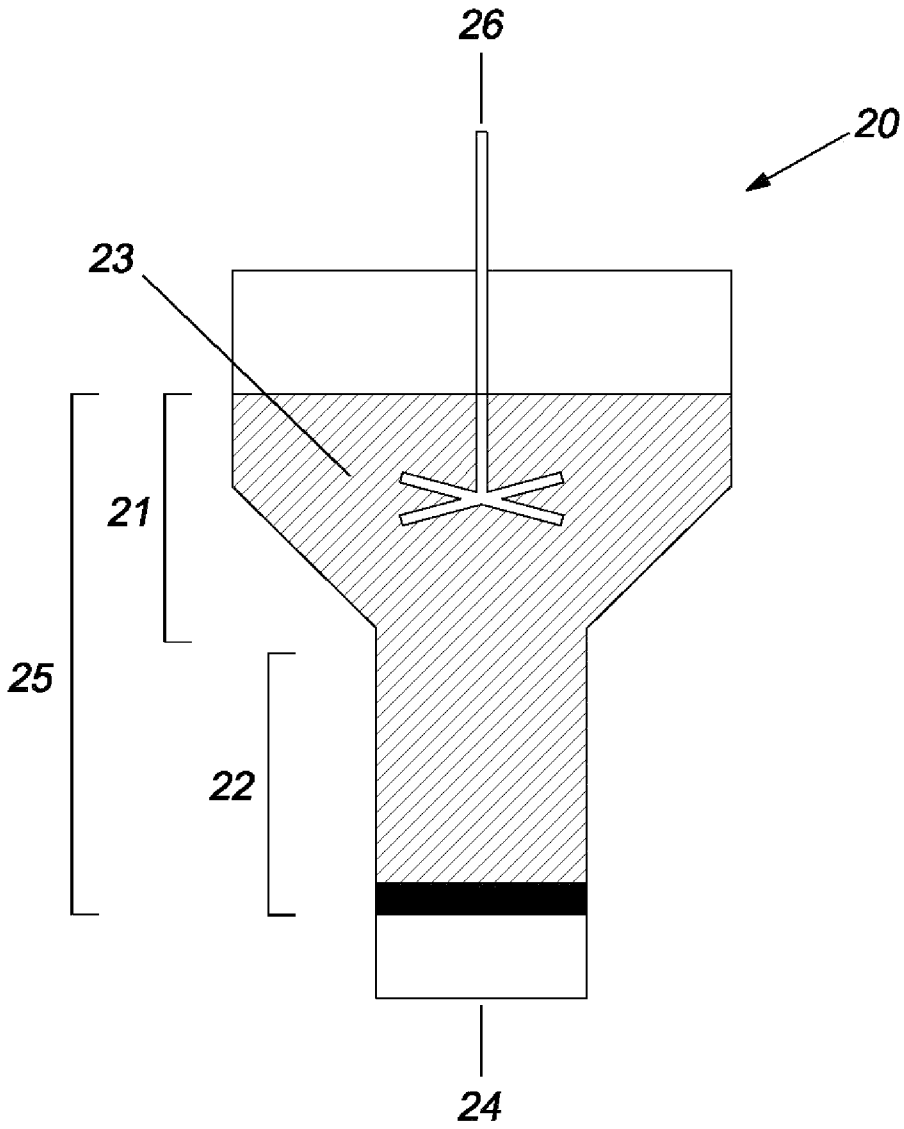


FIG. 2

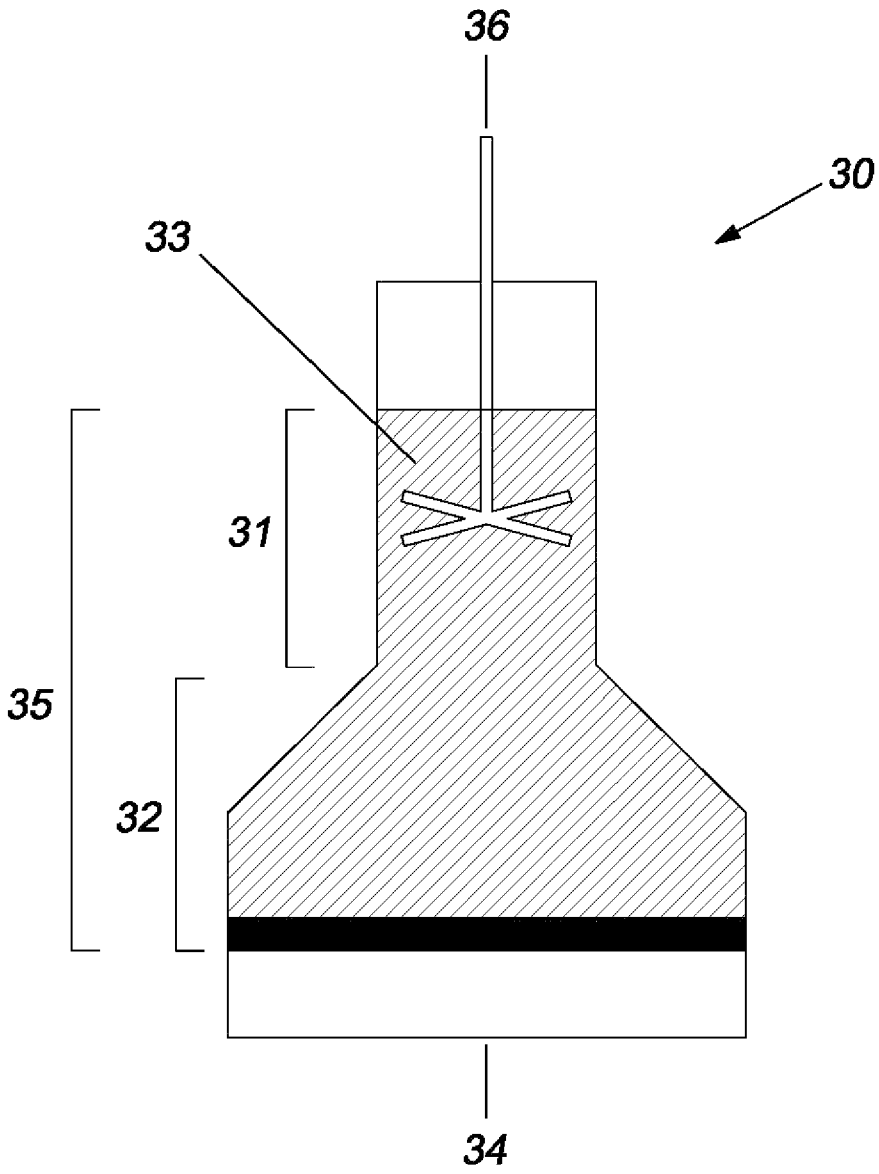


FIG. 3

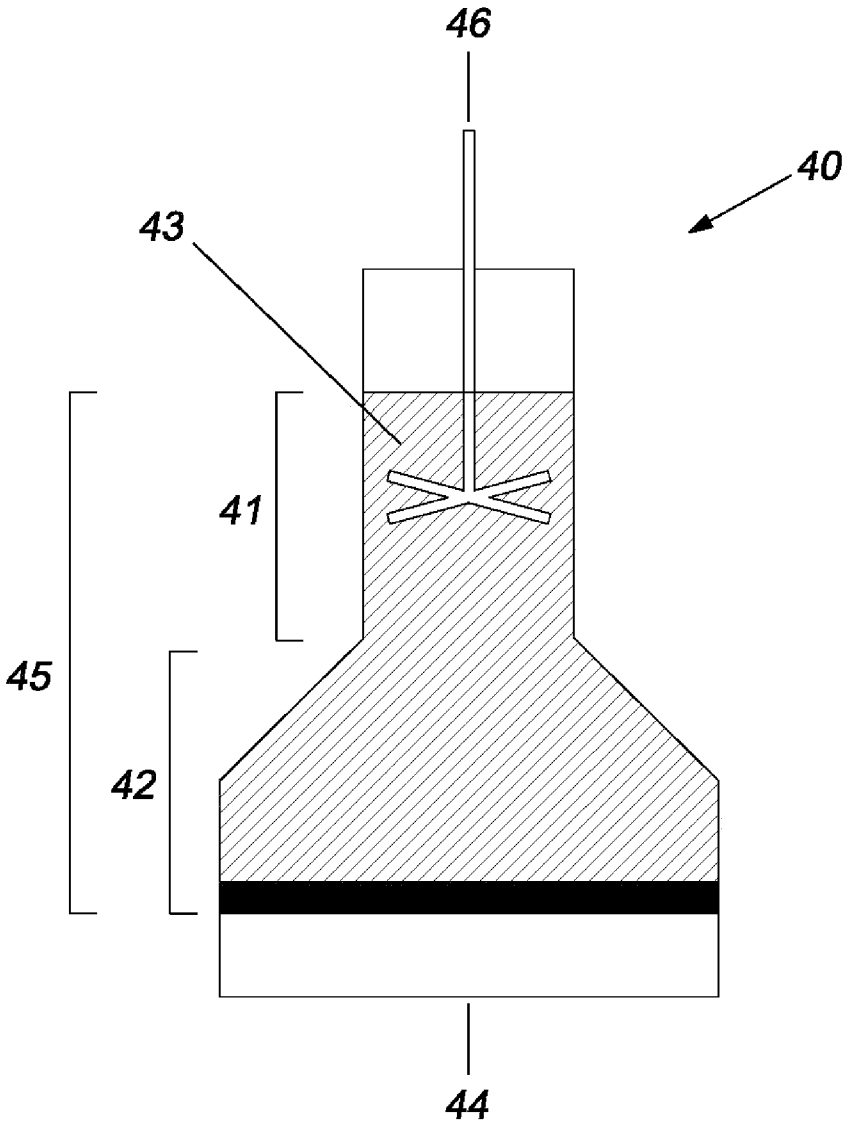


FIG. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/ ES 2009/070241

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01J 8/24 (2006.01)
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

INVENES,EPODOC, XPESP, WPI, TXTUS, HCAPLUS

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2007213573 A1 (ROSS et al.) 13.09.2007, paragraphs [22-24],[40],[46],[60-62]; figure 1; Tab the 1 and 2	1-6, 9
Y		7, 8
X	ES 2237262 A1 (ENVIRONMENTAL INTERNAT ENGINEE) 16.07.2005, column 2, line 47-48; column 3, line 43-47; column 4, line 2-6; figure 1	1-3
X	US 3944592 A (SHEELY et al.) 16.03.1976, figure; column 4, line 56-61	10
Y		1, 8
Y	US 2006013762 A1 (KUIPERS et al.) 19.01.2006, paragraph [57]; figure 1	1, 7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance.
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure use, exhibition, or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other documents , such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
19.October.2009 (19.10.2009)	**(23/10/2009)**
Name and mailing address of the ISA/ O.E.P.M. Paseo de la Castellana, 75 28071 Madrid, España. Facsimile No. 34 91 3495304	Authorized officer I. Gonzalez Balseyro Telephone No. +34 91 349 68 81

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2008)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/ ES 2009/070241

Patent document cited in the search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2007213573 A	13.09.2007	FR 2894849 AB	22.06.2007
		KR 20070065841 A	25.06.2007
		EP 1800742 AB	27.06.2007
		EP 20060291723	03.11.2006
		CN 1990098 A	04.07.2007
		JP 2007167846 A	05.07.2007
			05.07.2007
			05.07.2007
ES 2237262 AB	16.07.2005	EP 1445300 A	11.08.2004
		EP 20040380018	26.01.2004
US 3944592 A	16.03.1976	BE 765858 A	18.10.1971
		NL 7106992 A	24.11.1971
		NL 145846 B	15.05.1975
		DE 2124472 A	02.12.1971
		FR 2093545 A	28.01.1972
		GB 1304665 A	24.01.1973
			24.01.1973
			24.01.1973
US 2006013762 A	19.01.2006	US 7419648 B	02.09.2008
			02.09.2008
			02.09.2008

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional Nº

PCT/ ES 2009/070241

A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

B01J 8/24 (2006.01)

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

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

B01J

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

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

INVENES,EPODOC, XPESP, WPI, TXTUS, HCAPLUS

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones Nº
X	US 2007213573 A1 (ROSS et al.) 13.09.2007, párrafos [22-24],[40],[46],[60-62]; figura 1; Tabla 1 y 2	1-6, 9
Y		7, 8
X	ES 2237262 A1 (ENVIRONMENTAL INTERNAT ENGINEE) 16.07.2005, columna 2, línea 47-48; columna 3, línea 43-47; columna 4, línea 2-6; figura 1	1-3
X	US 3944592 A (SHEELY et al.) 16.03.1976, figura; columna 4, línea 56-61	10
Y		1, 8
Y	US 2006013762 A1 (KUIPERS et al.) 19.01.2006, párrafo [57]; figura 1	1, 7

☐ En la continuación del Recuadro C se relacionan otros documentos ☒ Los documentos de familias de patentes se indican en el Anexo

* Categorías especiales de documentos citados:

"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.

"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.

"L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).

"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.

"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.

"T" documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.

"X" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.

"Y" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.

"&" documento que forma parte de la misma familia de patentes.

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional.	Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional
19.Octubre.2009 (19.10.2009)	**23-OCTUBRE-2009 (23/10/2009)**
Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional O.E.P.M. Paseo de la Castellana, 75 28071 Madrid, España. Nº de fax 34 91 3495304	Funcionario autorizado I. Gonzalez Balseyro Nº de teléfono +34 91 349 68 81

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Información relativa a miembros de familias de patentes

Solicitud internacional Nº

PCT/ES 2009/070241

Documento de patente citado en el informe de búsqueda	Fecha de Publicación	Miembro(s) de la familia de patentes	Fecha de Publicación
US 2007213573 A	13.09.2007	FR 2894849 AB	22.06.2007
		KR 20070065841 A	25.06.2007
		EP 1800742 AB	27.06.2007
		EP 20060291723	03.11.2006
		CN 1990098 A	04.07.2007
		JP 2007167846 A	05.07.2007
			05.07.2007
			05.07.2007
ES 2237262 AB	16.07.2005	EP 1445300 A	11.08.2004
		EP 20040380018	26.01.2004
US 3944592 A	16.03.1976	BE 765858 A	18.10.1971
		NL 7106992 A	24.11.1971
		NL 145846 B	15.05.1975
		DE 2124472 A	02.12.1971
		FR 2093545 A	28.01.1972
		GB 1304665 A	24.01.1973
			24.01.1973
			24.01.1973
US 2006013762 A	19.01.2006	US 7419648 B	02.09.2008
			02.09.2008
			02.09.2008