

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 643 066**

51 Int. Cl.:

B01D 53/32 (2006.01)

B01D 53/78 (2006.01)

B01J 19/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.06.2014 PCT/FR2014/051352**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.12.2014 WO14199053**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.06.2014 E 14733274 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.07.2017 EP 3007805**

54 Título: **Dispositivo de tratamiento de al menos un flujo de efluentes gaseosos**

30 Prioridad:

10.06.2013 FR 1301321

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

21.11.2017

73 Titular/es:

**VIVIRAD (SOCIÉTÉ ANONYME) (100.0%)
23 rue Principale
67117 Handschuheim, FR**

72 Inventor/es:

LETOURNEL, ERIC

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 643 066 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de tratamiento de al menos un flujo de efluentes gaseosos

La presente invención se refiere a un dispositivo de tratamiento de al menos un flujo gaseoso, más particularmente un flujo de efluentes gaseosos contaminados con objeto de su descontaminación.

- 5 Se sabe que muchos efluentes gaseosos están contaminados. Con el fin de descontaminarlos, existen soluciones de la técnica anterior que consisten en tratar estos efluentes en una serie que comprende varios reactores que tienen cada uno una función.

Un tratamiento conocido consiste en someter el flujo gaseoso a un bombardeo de electrones de alta energía, en uno de los reactores de la serie.

- 10 Si los gases están asociados a reactivos adecuados, el bombardeo de electrones asegura una ionización y una excitación de las moléculas contenidas en el efluente gaseoso, en particular de las moléculas contaminantes. Los reactivos presentes y los radicales libres generados por el bombardeo de electrones van a reaccionar con los compuestos contaminantes del efluente gaseoso para proporcionar productos no contaminantes por una parte en forma de precipitados y por otra parte productos gaseosos desprovistos de los productos contaminantes.

- 15 Se obtienen de este modo a partir de gas que contiene óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno, sulfatos de amonio y nitratos de amonio. Dichos gases proceden de refinerías, de la industria del petróleo pesado, de incineradoras o de acerías.

Las series de tratamiento conocidas comprenden así varios reactores para introducir los reactivos, para someter a un bombardeo electrónico y para recuperar los productos.

- 20 Se puede hacer referencia a la solicitud de patente WO 2010/141306 que describe disposiciones de este tipo.

En estas disposiciones, se trata de una serie de varios reactores. Se observa también que el bombardeo es perpendicular al sentido de circulación del flujo gaseoso. Ahora bien, se sabe que los electrones pierden rápidamente energía durante las colisiones con las moléculas gaseosas del flujo gaseoso.

- 25 Los electrones tienen por consiguiente una energía muy fuerte en la capa superior y una energía más débil en la capa inferior del flujo.

Por tal razón, el bombardeo no es homogéneo.

La única solución es difundir estos electrones en cantidad y energía suficientes para que traten la capa inferior de modo adecuado, pero entonces habrá una sobrepotencia inútil en la parte superior y una pérdida de energía en el fondo del reactor, lo que siempre tiene un coste.

- 30 Existen también necesidades del mismo tipo para diferentes aplicaciones, en particular en la fabricación de polímeros. Durante estos procedimientos, un bombardeo de electrones puede provocar la generación de radicales libres y/o activar los monómeros para hacerlos más reactivos y garantizar una polimerización más completa, más rápida o hacer posible injertos en presencia de catalizadores.

- 35 El documento US 4752450 describe un procedimiento de tratamiento de un flujo gaseoso contaminado que contiene SO_x y NO_x . Se añade amoníaco gaseoso y el flujo gaseoso se somete a un haz de electrones.

El objeto de la presente invención es permitir un tratamiento eficaz de gases en un reactor único, sometiéndolos a un bombardeo por un haz de electrones.

Con este objeto, se propone un procedimiento de tratamiento de al menos un flujo gaseoso según la reivindicación 1.

- 40 El dispositivo que se puede utilizar en el procedimiento según la invención y el procedimiento se describen ahora con detalle según un modo de realización particular, con referencia al dibujo adjunto, en el que la única figura representa una vista esquemática (principalmente un corte según una vista en alzado lateral) del dispositivo que permite la realización del procedimiento según la presente invención.

- 45 El dispositivo que se describe ahora se refiere a un reactor adaptado más particularmente al tratamiento de un flujo de efluentes gaseosos contaminados, pero que encontraría utilización para otras aplicaciones en las que sea necesario activar radicales libres de compuestos químicos gaseosos, como en la química de polímeros, por ejemplo en presencia de catalizadores.

El dispositivo comprende un reactor 10 único, medios 12 de entrada de al menos un flujo 14 gaseoso en el reactor único, medios 16 de emisión de un haz 18 de electrones en dicho reactor y medios 20 de salida del reactor único de los productos 22 gaseosos que han sido sometidos al tratamiento por el haz de electrones.

El reactor único comprende también medios 24 de recuperación de subproductos 26 líquidos, dispuestos en la parte inferior de dicho reactor único.

5 Se observa que, en la disposición tal como la representada esquemáticamente en la figura única, los medios 12 de entrada de al menos un flujo gaseoso están dispuestos en la parte superior del reactor 10 único y que los medios 20 de salida de los productos gaseosos están dispuestos en la parte inferior de dicho reactor 10 único.

El reactor único es un recinto 28 que tiene ventajosamente forma troncocónica, incluso cilindro-cónica.

10 Esta geometría tiene la ventaja de generar un gradiente de temperatura desde la parte superior hasta la inferior del reactor con el fin de optimizar la eficacia de tratamiento de los contaminantes contenidos en el efluente gaseoso. Por ejemplo, los rendimientos de eliminación de óxidos de nitrógeno por haz de electrones son favorecidos por temperaturas del efluente gaseoso elevadas (por ejemplo, para temperaturas superiores a 100°C), mientras que los mejores rendimientos de eliminación de óxidos de azufre se obtienen a temperaturas más bajas (por ejemplo, para temperaturas inferiores a 60°C).

15 En el modo preferido de realización, el al menos un flujo 14 gaseoso es introducido por los medios 12 de entrada y la circulación se efectúa hacia los medios 20 de salida, definiendo así una dirección D de circulación, simbolizada por una flecha. En este caso, esta dirección está, incluso más ventajosamente, orientada verticalmente.

Los medios 12 de entrada consisten en al menos una derivación en la parte superior, lateralmente, pero inclinada hacia el reactor 10 único de manera que los eventuales líquidos que se formen en estos medios 12 de entrada fluyan por gravedad en dicho reactor 10 único.

20 Los medios 16 de emisión de un haz 18 de electrones en dicho reactor 10 están dispuestos en la parte superior de este reactor. El haz 18 de electrones emitidos está orientado de forma particular y sensible para la presente invención, ya que el haz 18 debe estar orientado en el sentido de circulación de al menos un flujo gaseoso, es decir siguiendo la dirección D de circulación, con una tolerancia de $\pm 30^\circ$, para obtener un alto rendimiento.

La potencia del haz 18 se adapta por una parte según la naturaleza del flujo gaseoso a tratar y por otra parte según la reactividad de las moléculas introducidas en el reactor 10 único.

25 La geometría del haz 18 de electrones se adapta a la geometría de la parte superior del reactor de forma que cubra la sección de la parte superior del reactor, de forma uniforme y homogénea.

En la parte inferior, los medios 24 de recuperación de los subproductos 26 líquidos constituyen la parte inferior del reactor 10 único por sí solos, y tienen forma troncocónica. Ventajosamente, el pie 30 del reactor es por tanto de forma cilíndrica, en prolongación de la forma cónica superior.

30 El reactor 10 único puede constar también de un pozo 32 de recogida, construido en su base, con el fin de crear un punto bajo de recogida en el seno mismo del baño líquido formado en el pie del reactor.

35 Los medios 20 de salida de los productos gaseosos, dispuestos en la parte inferior de dicho reactor 10 único, comprenden una derivación 34 dirigida generalmente hacia un sistema de reciclado, es decir hacia una chimenea 36 con salida al aire, para aplicación en el tratamiento de efluentes gaseosos contaminados. Los medios 38 de circulación, por ejemplo en forma de ventiladores, están interpuestos de forma que hagan circular los productos 22 gaseosos.

Se observa que la derivación 34 está orientada hacia arriba de modo que los eventuales líquidos arrastrados por los productos gaseosos o formados, por ejemplo por condensación, fluyan por gravedad hacia el interior del reactor 10 único.

40 El reactor 10 único está también equipado con medios 40 de introducción de reactivos que permiten la introducción de estos reactivos en dicho reactor 10. Estos medios 40 de introducción pueden adoptar la forma de al menos una derivación 42.

En el modo de realización presentado, aplicado al tratamiento de un flujo de efluentes gaseosos contaminados, están previstas al menos las derivaciones siguientes:

- una derivación 42-1 de inyección de agua,
- 45 una primera derivación 42-2 de inyección de amoníaco,
- una segunda derivación 42-3 de amoníaco, y
- una derivación 42-4 de reciclado de los efluentes líquidos.

En el caso de las derivaciones, dependiendo de las necesidades, dichas derivaciones pueden estar presentes en el interior del reactor 10 único en forma de coronas de difusión de tubos, por ejemplo para repartir los fluidos y even-

tualmente micronizarlos con el fin de permitir una mayor eficiencia de bombardeo de electrones como se describe a continuación.

El dispositivo se completa con medios 44 de lavado de los productos gaseosos.

5 Estos medios 44 pueden estar constituidos por tubos 46 de pulverización de agua, dispuestos a la salida del flujo gaseoso.

Se pueden disponer ventajosamente "cortinas" de lavado del efluente gaseoso por pulverización/espray de líquido a la salida del reactor.

Ventajosamente, también están asociados al reactor 10 único, y más particularmente al pozo 32 de recogida, medios 48 de bombeo de una primera fracción de subproductos 26 líquidos, fuertemente concentrada en sales.

10 Para el reciclaje de la segunda fracción de subproductos 26 líquidos, a través de la derivación 42-4 dedicada a este fin, están previstos medios 50 de bombeo con una derivación 42-5 de extracción situada en la parte superior del baño de subproductos 26 en el fondo del reactor.

15 En general, el dispositivo comprende un mecanismo 52 de control, simbolizado por el cárter que incluye bombas, sensores del caudal, de la presión, de la temperatura y medios informáticos asociados a todos los elementos necesarios para pilotar y controlar las reacciones en el seno del reactor, las temperaturas de reacción, los tiempos de permanencia de los flujos gaseosos antes y durante el tratamiento. Esta instrumentación es conocida y no se representa con detalle, ya que está perfectamente al alcance de los expertos en la técnica y los componentes están comercialmente disponibles o son accesibles.

20 El dispositivo comprende también un depósito 54 de almacenamiento de los productos líquidos fuertemente concentrados en sales.

A continuación se describe el procedimiento para implementar el dispositivo.

Este procedimiento consiste en al menos la sucesión de las siguientes etapas:

- introducir al menos un flujo 14 gaseoso,
- introducir al menos un reactivo, en particular amoníaco NH_4OH , en el caso de un procedimiento destinado
- 25 al tratamiento de al menos un flujo 14 gaseoso del tipo de efluentes gaseosos contaminados,
- someter el al menos flujo gaseoso y el al menos un reactivo a un haz de electrones,
- separar el o los productos líquidos resultantes del tratamiento de un flujo gaseoso por haces de electrones y, por otra parte, los productos gaseosos tratados,
- todo esto en el seno de un reactor 10 único.

30 Según el ejemplo detallado de aplicación en la presente invención, el procedimiento prevé en el caso del tratamiento de al menos un flujo 14 gaseoso constituido por efluentes gaseosos contaminados, un tratamiento por inyección de agua y amoníaco. El amoníaco también podría ser inyectado en forma gaseosa.

35 De este modo, el flujo gaseoso 14, si sólo se introduce uno, pasa por los medios 12 de introducción. Estos medios 12 de introducción están dispuestos lateralmente para no perturbar el haz 18 de electrones emitido por los medios 16 de emisión de este haz, pero dependiendo de la arquitectura, estos medios podrían estar dirigidos de manera central, siguiendo la dirección D de circulación del flujo gaseoso en el seno del reactor 10 único.

El procedimiento prevé una emisión de este haz 18 de electrones en una dirección D, que es la de la circulación del flujo en el reactor 10 único, y esto con un intervalo de incidencias entre la dirección de emisión del haz 18 de electrones y la dirección D de circulación del flujo en el reactor único comprendido entre $\pm 30^\circ$.

40 El objetivo es dirigir el haz 18 de electrones sustancialmente paralelo a la dirección D de circulación del flujo gaseoso en el reactor 10 único.

De hecho, cuanto más paralelo sea el haz 18 a la dirección D del flujo 14 gaseoso en el reactor 10 mayor será la eficacia de dicho haz 18. Los electrones emitidos tienen una potencia máxima en contacto con el flujo 14 gaseoso entrante, de manera homogénea.

45 Además, los electrones que prosiguen su curso en la dirección del flujo tienen por tanto tendencia a golpear las moléculas del flujo 14 gaseoso y los reactivos en toda la altura del flujo 14 gaseoso contenido en el reactor 10, antes de haber golpeado una pared del reactor y por tanto antes de haber experimentado la amortiguación correspondiente.

Se observa también que, en la disposición representada, los electrones que no habrían sido absorbidos por las moléculas gaseosas, actuarán sobre la superficie del baño de los productos 26 líquidos en el fondo del reactor 10 único, continuando las eventuales reacciones sobre las diferentes moléculas.

5 De este modo, siguiendo un perfeccionamiento del procedimiento de acuerdo con la presente invención, los productos 26 líquidos recogidos son reinyectados una parte en la cabeza del flujo 14 gaseoso en la proximidad de los medios de introducción con el fin de someterlos a un nuevo bombardeo de electrones.

El pH del baño se controla, al igual que el conjunto de parámetros de gradiente de temperaturas en el reactor.

En el caso del tratamiento de gases de combustión, se eliminan el hollín, las cenizas volantes y otras materias en suspensión.

10 El sometimiento de la mezcla de efluentes gaseosos SO_x y NO_x y de reactivos al haz 18 de electrones, induce la formación de radicales que descomponen los compuestos orgánicos volátiles y las dioxinas y convierten los óxidos de azufre y nitrógeno en una mezcla de sales de sulfato y nitrato de amonio.

15 Para los productos 26 líquidos recogidos, se produce una decantación y los productos concentrados en sales se encuentran en la parte inferior del baño y son retirados del reactor 10 único de forma que se conserve una altura dada del baño y se eliminen los productos reunidos y no contaminantes.

Estos productos se almacenan para otro uso o para cualquier otro tratamiento de separación.

En el caso expuesto, el flujo de productos gaseosos que han sido sometidos al bombardeo de electrones y siempre en forma gaseosa es evacuado a la atmósfera.

20 Con el fin de asegurar una descontaminación muy satisfactoria, el flujo gaseoso se somete a un lavado, por ejemplo, por aspersión de agua, siendo redirigidos los efluentes de lavado hacia el reactor gracias a la pendiente de la derivación.

Estos efluentes líquidos son a su vez tratados también en el reactor 10 único hasta la forma de efluentes líquidos finales.

25 De una manera perfeccionada, es posible prever también un lavado de las paredes del reactor 10 único para limitar la corrosión de las paredes de dicho reactor. Simultáneamente, este lavado limita en gran medida el ensuciamiento de las paredes por depósitos.

Dicho procedimiento se puede realizar a gran escala para tratar volúmenes de varios cientos de miles de m^3 normales/h.

30 La disposición es particularmente ventajosa en términos industriales con una fuerte mejora del rendimiento energético y un fuerte aumento de la eficacia de los tratamientos.

Además, se observa que las moléculas entrantes del flujo 14 gaseoso son tratadas con electrones de la misma potencia, de manera homogénea.

35 Esta disposición del reactor 10 único puede ser también adecuada para mejorar la eficacia y el rendimiento de conversión en el campo de la química y de los polímeros, en particular cuando es necesario activar compuestos o generar radicales libres.

En particular, permite la síntesis de uno o varios productos resultantes del tratamiento por haz 18 de electrones en el reactor de uno o varios compuestos en estado gaseoso con o sin adición de uno o varios reactivos líquidos, sólidos o pulverulentos.

40 Ventajosamente, la inyección de los reactivos en el seno del reactor 10 único se realiza en forma de pulverización con el fin de crear una "niebla" que favorezca la superficie de contacto entre el gas y el líquido.

El reactor 10 único de tratamiento de efluentes o flujo gaseoso 14 en fase húmeda según la invención permite por consiguiente:

- la captura de los compuestos contenidos en el efluente o flujo gaseoso 14 y su gestión en fase líquida,
 - la inyección de todos los tipos de reactivos en forma líquida o pulverulenta (por ejemplo, solución amoniacal, cal pulverulenta o agua) en el reactor 10,
 - la recuperación del conjunto de subproductos de tratamiento acuosos y/o sólidos en un depósito situado en la posición baja del reactor 10,
- 45

- la reinyección de la solución recuperada en el depósito en la posición baja del reactor 10 hacia la parte alta del reactor 10. La recirculación de la solución del depósito permite aumentar las concentraciones de los subproductos de tratamiento de esta solución y optimizar/limitar así los aportes de reactivos,

5 - la formación significativa de entidades activas (radicales oxidantes y reductores) procedentes de la reacción de radiólisis del agua provocada por la interacción de electrones acelerados con las moléculas de agua. Estas entidades activas son el origen de la eficacia de tratamiento de gases por el procedimiento VGS, porque van a inducir la degradación de las moléculas orgánicas (dioxinas, policlorobifenilos, compuestos orgánicos volátiles ...), la oxidación de óxidos de azufre o de nitrógeno y la reducción de los metales contenidos en el efluente gaseoso. Esta optimización de la producción de entidades activas por sobresaturación del índice de humedad en el reactor 10 único
10 es particularmente ventajosa y permite obtener mejores rendimientos de tratamiento que los obtenidos con los procedimientos denominados "secos" o "semi-húmedos",

- el lavado permanente de paredes y tubos en el reactor 10 con el fin de evitar su ensuciamiento y su corrosión. Este lavado permite también recuperar las cenizas, hollín y otras partículas finas contenidas en el efluente o flujo gaseoso 14.

15 Según otra característica, el procedimiento según la invención se caracteriza igualmente porque la producción de entidades activas, procedentes de la radiólisis del agua utilizada como al menos un reactivo líquido, se realiza con una sobresaturación del índice de humedad en el reactor 10 único.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de tratamiento de al menos un flujo (14) gaseoso contaminado en un reactor (10) único que tiene una forma troncocónica o cilindro-cónica, que comprende al menos medios (12) de entrada de al menos un flujo (14) gaseoso contaminado en el reactor (10) único, dispuestos en la parte superior del reactor (10) único, medios (40) de alimentación de al menos un reactivo, medios (16) de emisión de un haz (18) de electrones en dicho reactor, estando orientado sensiblemente dicho haz en el sentido de circulación del flujo (14) gaseoso contaminado en el reactor (10) único, medios (20) de salida del reactor (10) único de los productos (22) gaseosos que han sido sometidos al tratamiento por haz de electrones, de al menos un efluente (14) gaseoso contaminado, dispuestos en la parte inferior del reactor y medios (24) de recuperación de los subproductos (26) líquidos, dispuestos en la parte inferior de dicho reactor (10) único, caracterizado porque comprende al menos las siguientes etapas:
- introducir al menos un flujo (14) gaseoso contaminado,
 - introducir en el efluente gaseoso contaminado al menos un reactivo líquido en forma de amoníaco y agua,
 - someter la mezcla del efluente gaseoso contaminado, amoníaco y agua líquidos a la acción de un haz (18) de electrones, para inducir la formación de radicales que descomponen los compuestos orgánicos volátiles y las dioxinas, y convierten los óxidos de azufre y nitrógeno en una mezcla de sales sulfato y nitrato de amonio,
 - separar por una parte el o los productos líquidos (26) resultantes del tratamiento de al menos un flujo (14) gaseoso contaminado y por otra parte los productos gaseosos tratados,
 - evacuar dichos productos gaseosos,
 - recoger y recuperar, gracias a dicha forma troncocónica o cilindro-cónica y por gravedad, los productos (26) líquidos obtenidos por el tratamiento con haces de electrones de al menos un flujo (14) gaseoso contaminado.
2. Procedimiento de tratamiento de al menos un flujo gaseoso según la reivindicación 1, caracterizado porque el haz (18) de electrones es emitido en la dirección D de circulación del flujo gaseoso en el reactor (10) único.
3. Procedimiento de tratamiento de al menos un flujo gaseoso según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque la producción de entidades activas resultante de la radiólisis del agua utilizada como al menos un reactivo líquido se realiza con una sobresaturación del índice de humedad en el reactor (10) único.
4. Procedimiento de tratamiento de al menos un flujo gaseoso según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la inyección de los reactivos en el seno del reactor (10) único se realiza en forma de pulverización con el fin de crear una "niebla" que favorezca la superficie de contacto entre el gas y el líquido.
5. Procedimiento de tratamiento de al menos un flujo gaseoso según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque se disponen medios (12) de entrada de al menos un flujo (14) gaseoso contaminado, medios (20) de salida de los productos (22) gaseosos, de forma que definan una dirección D de circulación vertical, $\pm 30^\circ$, en el reactor (10) único.
6. Procedimiento de tratamiento de al menos un flujo gaseoso según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque se lavan, con medios de lavado (44), los productos (22) gaseosos que han sido sometidos al tratamiento con un haz (18) de electrones.
7. Procedimiento de tratamiento de al menos un flujo gaseoso según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque se recuperan los productos (26) líquidos obtenidos por el tratamiento con haces (18) de electrones del flujo (14) gaseoso contaminado en un baño líquido previsto en el reactor único (10).
8. Procedimiento de tratamiento de al menos un flujo gaseoso según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque se recuperan los productos (26) líquidos obtenidos por el tratamiento con un haz (18) de electrones del flujo (14) gaseoso contaminado por medios (32) de recuperación de productos (26) líquidos y/o porque se reinyectan dichos productos líquidos por medios (42-4, 42-5) de reinyección previstos en el reactor (10) único.
9. Procedimiento de tratamiento de al menos un flujo gaseoso según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque se controla el reactor (10) único con medios (52) de control incluidos en este último.

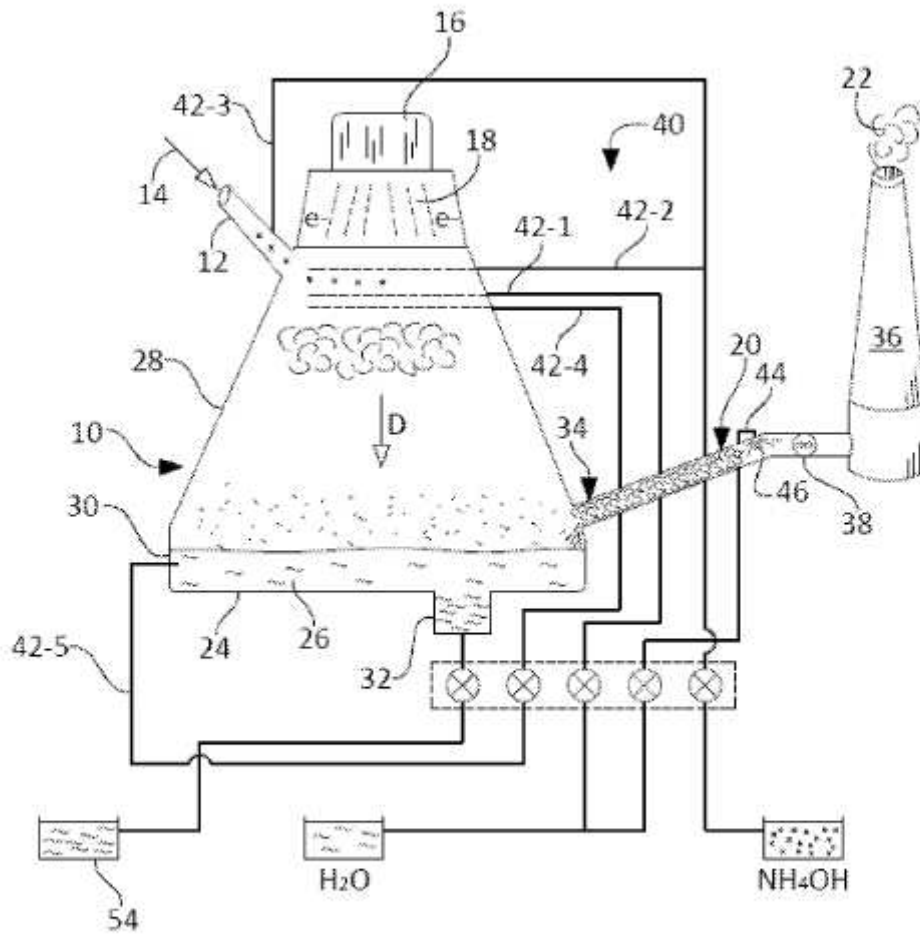


Fig.