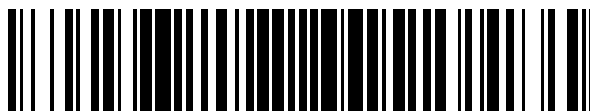


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 648 890**

51 Int. Cl.:

B01D 53/94 (2006.01)

F01N 3/20 (2006.01)

F01N 13/00 (2010.01)

F01N 3/05 (2006.01)

F01N 3/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.04.2016 E 16167199 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.10.2017 EP 3088067**

54 Título: **Instalación y procedimiento de desnitrificación catalítica de humos**

30 Prioridad:

28.04.2015 FR 1553781

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

08.01.2018

73 Titular/es:

**LAB SA (100.0%)
259 avenue Jean Jaurès
69007 Lyon, FR**

72 Inventor/es:

**SIRET, BERNARD y
TABARIES, FRANK**

74 Agente/Representante:

SALVA FERRER, Joan

ES 2 648 890 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

Instalación y procedimiento de desnitrificación catalítica de humos

5 **[0001]** La presente invención se refiere a una instalación de desnitrificación catalítica de humos, destinada preferencialmente pero no exclusivamente a ser implantada en un navío. Se refiere igualmente a un procedimiento de desnitrificación catalítica correspondiente.

10 **[0002]** Los navíos, por ejemplo los ferries, los paquebotes o los navíos mercantes, utilizan usualmente unos motores diésel destinados a asegurar su propulsión. El combustible utilizado por estos motores contiene azufre de modo que la combustión realizada en los motores produce unos óxidos de azufre y unos óxidos de nitrógeno. Los humos de escape correspondientes deben ser tratados ya que las emisiones naturales de óxido de nitrógeno, es decir antes del tratamiento, están comprendidas usualmente entre 8 y 18 gramos de óxido de nitrógeno por kilovatio-hora del motor, mientras que la reglamentación solicita, de una manera simplificada, menos de 2,5 gramos de óxido de nitrógeno por kilovatio-hora. La desnitrificación catalítica, habitualmente llamada desnitrificación SCR (acrónimo de la expresión inglesa «Selectiv Catalytic Reduction»), es un medio reconocido para lograr las emisiones deseadas.

15 **[0003]** No obstante, en un navío, el lugar disponible es extremadamente reducido. Es difícil alojar, a la vez, un reactor de desnitrificación, que contiene un catalizador estructurado, y sus equipos anexos tales como el sistema de inyección de un agente reductor en los humos que se van a tratar y el conducto de by-pass del reactor, siendo este conducto de by-pass necesario por ejemplo en caso de obstrucción demasiado importante del catalizador. Una tensión suplementaria es aportada por las pérdidas de carga máximas soportables que son dictadas por el motor, salvo a recurrir a un ventilador de tiro que también requiere espacio y consume energía.

25 **[0004]** Además, los humos que se van a tratar contienen unas partículas de polvo que, a medida que se acumulan sobre el catalizador, obstruyen progresivamente este último. Se conoce por tanto el deber de limpiar el catalizador regularmente. En las instalaciones de la técnica anterior, esta limpieza se realiza por unos boquillas de soplado o por unas cornetas acústicas: bajo la acción de estas boquillas o de estas cornetas, las partículas de polvo acumuladas sobre la superficie libre anterior del catalizador estructurado, es decir su superficie por la que los humos entran en el catalizador, se separan del catalizador y se vuelven a suspender así más arriba del catalizador. No obstante, estas partículas de polvo puestas en suspensión se vuelven a llevar por el flujo de humos que atraviesa de forma permanente el catalizador: una parte de estas partículas de polvo puede redepositarse por tanto en superficie del catalizador y el resto de las partículas de polvo pasa a través del catalizador, en el interior del que estas partículas de polvo pueden depositarse aún, peor, fijarse por adhesión al núcleo del catalizador.

30 **[0005]** Así, el documento WO 2014/057864 A1, que se puede considerar como el estado de la técnica más próximo de la invención, divulga una instalación de desnitrificación catalítica embarcada en un navío, cuyo reactor de desnitrificación y el conducto de by-pass asociados están unidos uno a otro, presentando cada uno una apertura de entrada apropiada que está provista de un registro: cuando el registro de la apertura de entrada del reactor está abierto, el registro de la apertura de entrada del conducto de by-pass está cerrado, de modo que unos humos que se van a tratar pasan en su totalidad a través del reactor para desnitrificarlos; mientras que cuando el registro de la apertura de entrada del reactor está cerrado, el registro de apertura de entrada del conducto de by-pass está abierto, de modo que los humos pasan en su totalidad por el conducto de by-pass, rodeando así el reactor. Para limpiar regularmente el catalizador contenido en el reactor, un gas bajo presión se proyecta sobre este catalizador de manera que separe del catalizador las partículas de polvo que se habían acumulado, siendo estas partículas de polvo puestas así en suspensión llevadas por los humos que pasan a través del reactor.

45 **[0006]** El objeto de la presente invención es proponer una instalación de desnitrificación catalítica, que asegura una limpieza eficaz de su catalizador, a la vez que presenta un volumen mínimo.

50 **[0007]** A tal efecto, la invención tiene como objeto una instalación de desnitrificación catalítica de humos, tal como se define en la reivindicación 1.

[0008] La invención tiene igualmente como objeto un procedimiento de desnitrificación catalítica de humos, tal como se define en la reivindicación 7.

[0009] Así, la invención utiliza en el mejor de los casos el espacio disponible para desnitrificar unos humos, en el sentido en que, como el conducto de by-pass está unido al reactor de desnitrificación, incluso presenta ventajosamente una sección rectangular unida a la sección, también rectangular, del reactor de desnitrificación, la

instalación conforme a la invención es particularmente compacta, maximizando por tanto la sección útil del catalizador para un volumen dado. De ello resulta una pérdida de carga mínima a través de esta instalación, lo que es un criterio esencial de funcionamiento. Además, al evacuar en el conducto de by-pass las partículas de polvo que resultan de la limpieza del catalizador, se evita que estas partículas de polvo se vuelvan a introducir en el catalizador y, por tanto, que se depositen en el núcleo y/o de fijen por adhesión. La eficacia de esta limpieza es por tanto muy buena, lo que es particularmente apreciable en el caso en que los canales del catalizador se estrechen, es decir con reducida dimensión transversal.

[0010] La invención se aplica ventajosamente a la desnitrificación catalítica de los humos de escape de motores diésel de un navío. No obstante, esta aplicación no es limitativa de la invención en el sentido en que esta última se puede aplicar a cualquier reactor de desnitrificación catalítica.

[0011] Unas características adicionales ventajosas de la instalación y del procedimiento conformes a la invención, se especifican en las reivindicaciones dependientes.

[0012] La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción que aparece a continuación, dada únicamente a título de ejemplo y realizada en referencia a los dibujos en los que las figuras 1 y 2 son unas secciones esquemáticas de una instalación conforme a la invención, que muestran respectivamente dos configuraciones de funcionamiento diferentes con fines de aplicación de un procedimiento conforme a la invención.

[0013] En las figuras 1 y 2 se representa una instalación 10 de desnitrificación catalítica de humos que se van a tratar 1, tales como unos humos de escape o, más generalmente, unos humos que contienen unos óxidos de nitrógeno.

[0014] La instalación 10 comprende un reactor de desnitrificación catalítica 12 que contiene un catalizador estructurado 14, de forma típica con canales en el interior de los que un flujo gaseoso que se va a tratar puede fluir, a saber hacia arriba en las figuras. En la práctica, el catalizador 14 está dispuesto en el reactor 12 en una sola planta o en varias plantas sucesivamente atravesadas por el flujo gaseoso que se va a tratar, por ejemplo en dos plantas 14.1 y 14.2 como en las figuras.

[0015] La instalación 10 consta igualmente de un conducto de by-pass 16 que rodea el catalizador 14.

[0016] Cuando la instalación 10 está en una configuración denominada de desnitrificación, mostrada en la figura 1, los humos que se van a tratar 1 no pasan por el conducto de by-pass 16 pero son enviados en su totalidad a través del catalizador 14 para ser desnitrificados. Con este fin, de manera conocida en sí y no representada en las figuras, un agente reductor, por ejemplo de la urea o del amoníaco, se introduce en los humos que se van a tratar 1 más arriba del reactor 12 para reaccionar, en el catalizador 14, con los óxidos de nitrógeno contenidos en los humos.

[0017] Cuando la instalación 10 está en una configuración denominada de limpieza de su catalizador 14, mostrada en la figura 2, al menos una parte, incluso lo esencial de los humos que se van a tratar 1 ya no pasa por el catalizador 14, pero toma el conducto de by-pass 16 para rodear el reactor de desnitrificación 12.

[0018] Como se representa esquemáticamente en las figuras 1 y 2, el conducto de by-pass 16 está unido al reactor 12. Al disponer así de manera ensamblada el reactor 12 y el conducto de by-pass 16, el volumen global de la parte correspondiente de la instalación 10 se minimiza. Dicho de otro modo, para un volumen de disposición o un volumen dado, este aspecto de la instalación 10 asegura una pérdida de carga mínima. Para favorecer más este aspecto, el conducto de by-pass 16 está realizado ventajosamente en forma de una funda 18, que presenta, perpendicularmente a la dirección de paso de los humos en esta funda, una sección rectangular y que está unida a uno de los lados rectilíneos de la parte del reactor 12 en la que están dispuestas la o las plantas 14.1 y 14.2 del catalizador 14, presentando esta o estas plantas, perpendicularmente a la dirección de paso de los humos en el catalizador, una sección igualmente rectangular.

[0019] El conducto de by-pass 16 está conectado al reactor 12, por una parte, más arriba del catalizador 14 por una apertura de entrada 20 y, por otra parte, más abajo del catalizador por una apertura de salida 22. El conducto de by-pass 16, en particular su funda 18, se extiende así íntegramente de la apertura de entrada 20 a la apertura de salida 22. A fin de autorizar selectivamente o impedir que los humos 1 pasen por el conducto de by-pass 16, este último está equipado con al menos un registro concebido para pasar de una posición cerrada, que ocupa cuando la instalación 10 está en la configuración de desnitrificación de la figura 1 y en la que el registro obtura totalmente, en unas fugas cerca, el conducto de by-pass 16 y una posición abierta, que el registro ocupa cuando la

instalación 10 está en la configuración de limpieza de la figura 2 y en la que el registro deja los humos 1 fluir libremente en el conducto de by-pass 16, de la apertura de la entrada 20 hasta la apertura de salida 22. En la forma de realización preferencial mostrada en las figuras, se prevén dos tales registros, que se mencionan respectivamente con la referencia 24 y 26 y que están dispuestos respectivamente en la apertura de entrada 20 y en la apertura de salida 22: en la configuración de desnitrificación de la instalación 10, los registros 24 y 26, entonces en posición cerrada, canalizan así los humos 1 en la parte del reactor 12 donde están dispuestas las plantas 14.1 y 14.2, dicho de otro modo canalizan los humos directamente con respecto al catalizador 14. A título de variante no representada, se prevé un solo registro.

10 **[0020]** En la medida en que los humos que se van a tratar 1 contienen sistemáticamente unas partículas de polvo P en el sentido amplio del término, tales como por ejemplo hollín o cenizas, estos humos tienden a ensuciar progresivamente el catalizador a medida que se envían a través de este último, especialmente acumulándose en la superficie libre anterior 14A de este catalizador, es decir su superficie libre por la que los humos 1 entran en el interior del catalizador. En la figura 1, esta acumulación de las partículas de polvo P se esquematiza por una capa, 15 de espesor voluntariamente exagerado, que recubre la superficie libre 14A de la planta de catalizador anterior 14.1.

[0021] Para neutralizar la pérdida de carga a través del catalizador 14, que resulta de esta acumulación de las partículas de polvo P, es necesario proceder regularmente a una limpieza del catalizador, que tiene como objetivo extraer todo o parte de las partículas de polvo P de su superficie libre anterior 14A. Para ello, la instalación 20 10 comprende una o, en la práctica, varias boquillas de soplado 30 que, como se representa esquemáticamente en las figuras 1 y 2, desembocan en el reactor 12 más arriba del catalizador 14, más precisamente casi al nivel de la superficie libre anterior 14A de este catalizador. Las boquillas 30 están alimentadas, por unos medios ad hoc, no representados, que incluyen por ejemplo unas electroválvulas, con un fluido 2 bajo presión, tal como el aire o el vapor de agua y están concebidas para proyectar este fluido en el reactor 12, tangencialmente a la superficie libre 25 anterior 14A del catalizador 14, estando los chorros de fluido correspondientes esquematizados por unas flechas 3 en la figura 2.

[0022] Los chorros de fluido 3 que salen de las boquillas 30 están previstos para barrer la superficie libre 14A del catalizador 14 de manera que se retiren de esta superficie las partículas de polvo P, llevándolas a la vez 30 tangencialmente a esta superficie 14A y de forma opuesta a unas boquillas 30. En la práctica, las boquillas 30 competen, como tales, a una tecnología conocida. Según una forma de realización preferencial, las boquillas 30 se aplastan de manera que cada boquilla sople el fluido 2 en forma de una lámina en abanico.

[0023] Como se muestra en las figuras 1 y 2, las boquillas 20 no están alimentadas de fluido 2 de manera 35 permanente durante el funcionamiento de la instalación 10. Así, cuando la instalación 10 está en configuración de desnitrificación de la figura 1, las boquillas 30 están inactivas de manera que dejan las partículas de polvo P acumularse principalmente sobre la superficie libre anterior 14A del catalizador 14, sin volver a ponerlas en suspensión más arriba del catalizador, lo que haría correr el riesgo de que estas partículas de polvo, siendo redirigidas por los humos 1 enviados de forma permanente en el reactor 12, se introducen en profundidad en el catalizador y se depositan incluso se fijan por adhesión en el núcleo del catalizador. A fin de limpiar eficazmente el catalizador 14, se aplica una fase específica de limpieza, durante toda la duración de la que la instalación 10 está en la configuración de limpieza de la figura 2 y las boquillas de soplado 30 producen los chorros de fluido 3: las partículas de polvo P, barridas por estos chorros de fluido, son evacuadas entonces, conjuntamente con al menos una parte de los humos que se van a tratar 1, por el conducto de by-pass 16, evitando así, para al menos la casi 40 totalidad de estas partículas de polvo, entrar en profundidad en el catalizador. Para que esta evacuación de las partículas de polvo P en el conducto de by-pass 16 por los chorros de fluido 3 sea eficaz, se comprende que el fluido proyectado por las boquillas 30 está dirigido hacia la apertura de entrada 20 de este conducto de by-pass. También, según una disposición preferencial, mostrada en las figuras, la superficie libre anterior 14A del catalizador 14 y la apertura de entrada 20 del conducto de by-pass 16 están enfrente una de otra según una dirección tangencial a esta 50 superficie 14A, es decir que la salida de las boquillas de soplado 30, la superficie 14A del catalizador 14 y la apertura de entrada 20 del conducto de by-pass 16 están casi alineadas. En este contexto, un ligero desplazamiento entre ellos, por ejemplo de unos centímetros incluso de unas decenas de centímetros, es aceptable desde el momento en que los chorros de fluido 3 que salen de las boquillas de soplado 30 son, a la vez tangenciales a la superficie libre 14A del catalizador y orientados hacia la apertura de entrada 20 del conducto de by-pass.

55 **[0024]** Como se muestra en las figuras 1 y 2, el envío de los humos que se van a tratar 1 hacia el reactor de desnitrificación 12 se mantiene tanto durante la fase de limpieza como durante una fase distinta de la fase de limpieza, correspondiente a una fase de desnitrificación de estos humos, durante toda la duración de la que la instalación 10 está en la configuración de desnitrificación de la figura 1. Así, durante la fase de limpieza, una parte,

incluso la casi totalidad de los humos que se van a tratar 1 dirige las partículas de polvo P, retiradas de la superficie libre anterior 14A del catalizador 14 por los chorros de fluido 3, a la vez a lo largo del conducto de by-pass 16, es decir de su apertura de entrada 20 hasta su apertura de salida 22, después más abajo del catalizador 14, sin que esta parte de humos 1 sea pasada a través del catalizador. Más abajo del catalizador 14, los humos que son 5 pasados por el conducto de by-pass 16, transportando las partículas de polvo P, se mezclan, en su caso, con el resto de los humos que se van a tratar 1, que hayan atravesado el catalizador 14. Se comprende que, durante la fase de limpieza, los humos 1 que pasan por el conducto de by-pass 16 no son desnitrificados y son evacuados del reactor 12 con las partículas de polvo P que llevan. Al final de la fase de limpieza, la alimentación de las boquillas de soplado 30 por el fluido 2 se interrumpe y la instalación 10 pasa de su configuración de limpieza a su configuración 10 de desnitrificación, por cierre del o de los registros 24 y 26: la fase de desnitrificación se aplica entonces. Después, al cabo de un tiempo predeterminado, la fase de desnitrificación se interrumpe en beneficio de una repetición de la fase de limpieza y así sucesivamente. A título de ejemplo, la frecuencia de repetición de la fase de limpieza está comprendida entre una vez por hora y una vez por día. En la práctica, la duración de la fase de limpieza, preferencialmente comprendida entre 20 segundos y 2 minutos, hace que, en relación con la frecuencia a la que 15 esta fase de limpieza se alterna con la fase de desnitrificación, la no desnitrificación de los humos que pasan por el conducto de by-pass 16 durante la fase de limpieza es sin incidencia significativa sobre las emisiones medias finales de óxido de nitrógeno.

REIVINDICACIONES

1. Instalación (10) de desnitrificación catalítica de humos, que comprende:
 - 5 - un reactor de desnitrificación (12) que contiene un catalizador estructurado (14) a través del que unos humos que se van a tratar (1) pasan para ser desnitrificados,
 - un conducto de by-pass (16):
 - que está provisto de al menos un registro (24, 26),
 - que está unido al reactor de desnitrificación, estando conectado, más arriba del catalizador (14), por una apertura
 - 10 de entrada (20),
 - por el que los humos que se van a tratar rodean el reactor de desnitrificación si pasar por el catalizador cuando el o los registros están abiertos, y
 - unos medios (30) de limpieza del catalizador, adaptados para proyectar un fluido (2) en el reactor de manera que retiren unas partículas de polvo (P) de la superficie libre anterior (14A) del catalizador,
 - 15 **caracterizado porque** los medios de limpieza (30) están adaptados para proyectar el fluido (2), a la vez tangencialmente a la superficie libre anterior (14A) del catalizador, para retirar las partículas de polvo (P) y hacia la apertura de entrada (20) del conducto de by-pass (16) para evacuar las partículas de polvo por este conducto de by-pass conjuntamente con al menos una parte de los humos que se van a tratar (1).
- 20 2. Instalación según la reivindicación 1, **caracterizada porque** la superficie libre anterior (14A) del catalizador y la apertura de entrada (20) del conducto de by-pass (16) están enfrente una de otra según una dirección tangencial a esta superficie.
3. Instalación según una de las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizada porque** los medios de limpieza
 25 comprenden al menos una boquilla (30) de soplado del fluido (2), alimentada con el fluido bajo presión.
4. Instalación según la reivindicación 3, **caracterizada porque** la o cada boquilla (30) está aplastada de manera que sople el fluido (2) en forma de una lámina en abanico.
- 30 5. Instalación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el o uno de los registros (24) está dispuesto en la apertura de entrada (20) del conducto de by-pass (16) de manera que canalice los humos que se van a tratar (1) en el catalizador (14) cuando este registro está cerrado.
6. Instalación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el catalizador
 35 (14) está dispuesto, en el reactor de desnitrificación (12), en una o varias plantas (14.1, 14.2) que presenta, perpendicularmente a la dirección de paso de los humos que se van a tratar (1) en el catalizador, una sección casi rectangular, y **porque** el conducto de by-pass (16) está realizado en forma de una funda (18), que presenta, perpendicularmente a la dirección de paso de los humos que se van a tratar en el conducto de by-pass, una sección casi rectangular y que está unida a uno de los lados del reactor de desnitrificación.
- 40 7. Procedimiento de desnitrificación catalítica de humos, cuyo procedimiento incluye una fase de desnitrificación, en la que unos humos que se van a tratar (1) pasan en su totalidad a través de un catalizador estructurado (14) de un reactor de desnitrificación (12),
 caracterizado porque el procedimiento incluye además, en alternancia con la fase de desnitrificación, una fase de
 45 limpieza del catalizador (14), en la que:
 - al menos una parte de los humos que se van a tratar (1) rodea el reactor de desnitrificación (12) sin pasar por el catalizador (14), a través de un conducto de by-pass (16) unido al reactor de desnitrificación estando conectado, más arriba del catalizador, por una apertura de entrada (20), y
 - 50 - un fluido (2) está proyectado, a la vez, tangencialmente a la superficie libre anterior (14A) del catalizador (14), para retirar unas partículas de polvo (P) y hacia la apertura de entrada (20) del conducto de by-pass (16) para evacuar las partículas de polvo por este conducto de by-pass conjuntamente con dicha al menos una parte de los humos.
8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado porque** la fase de limpieza dura entre 20
 55 segundos y 2 minutos.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 u 8, **caracterizado porque** la fase de limpieza se repite con una frecuencia comprendida entre una vez por hora y una vez por día.

10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizado porque** el procedimiento es aplicado por una instalación (10) conforme a cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 6.

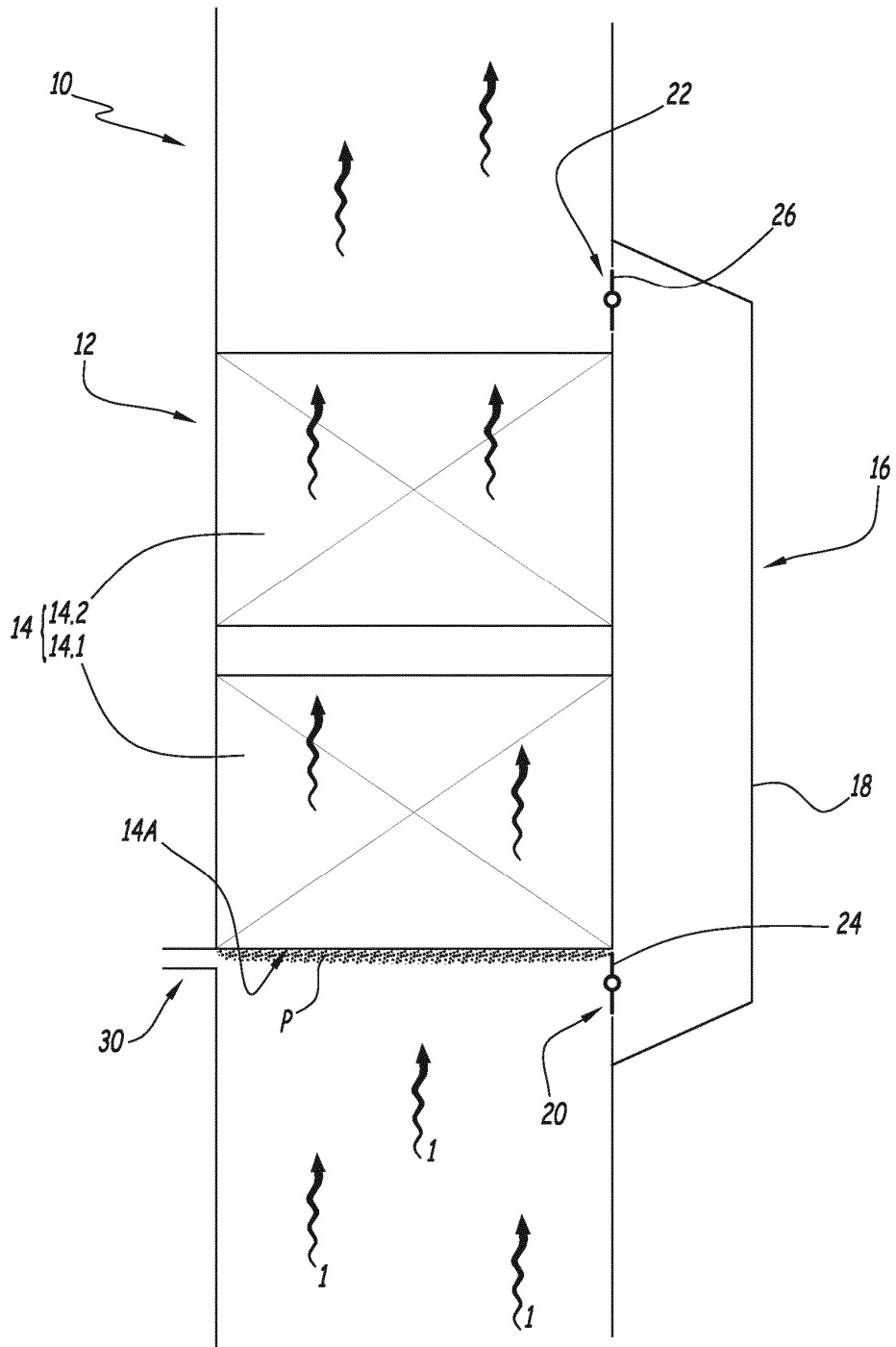


Fig.1

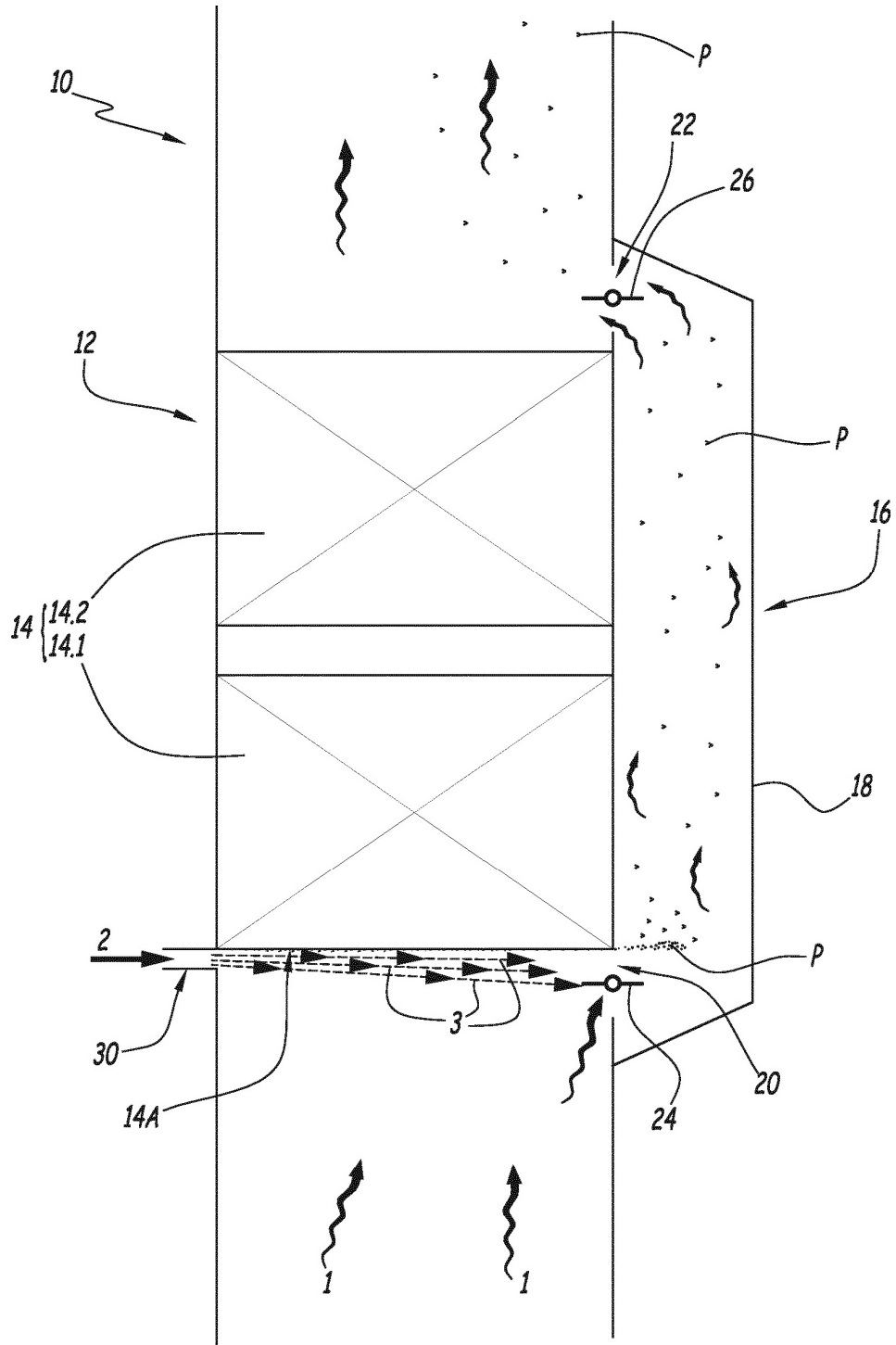


Fig.2