



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 278 806**

51 Int. Cl.:
B01D 53/86 (2006.01)
B01D 53/94 (2006.01)
F01N 3/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **01989907 .9**
86 Fecha de presentación : **03.12.2001**
87 Número de publicación de la solicitud: **1339479**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **03.09.2003**

54 Título: **Reducción catalítica selectiva de NO_x, llevada a cabo por una corriente lateral de descomposición de urea.**

30 Prioridad: **01.12.2000 US 250618 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.08.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.08.2007

73 Titular/es: **Fuel Tech, Inc.**
512 Kingsland Drive
Batavia, Illinois 60510-2299, US

72 Inventor/es: **Sun, William, H.;**
Cummings, William, E., Jr.;
De Havilland, Piers;
Carmignani, Paul, G. y
Boyle, John, M.

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 278 806 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).

ES 2 278 806 T3

DESCRIPCIÓN

Reducción catalítica selectiva de NO_x, llevada a cabo por una corriente lateral de descomposición de urea.

5 La invención se refiere a una nueva reducción catalítica selectiva de NO_x que se puede llevar a cabo mediante una corriente de gases lateral que se puede separar de la corriente principal, o mediante una corriente lateral de aire caliente que se proporciona para proporcionar la descomposición de la urea en sus componentes activos que incluye al amoníaco.

10 Se ha realizado esfuerzos en muchas jurisdicciones para reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x). Las tecnologías incluyen aquellas que modifican las condiciones de combustión y los combustibles, conocidas como medidas primarias, y aquellas que tratan los gases de escape después de la combustión, conocidas como medidas secundarias. Cuando se emplean las medidas primarias eficaces, también se pueden emplear las medidas secundarias para lograr reducciones adicionales. Para proporcionar la mejor reducción de NO_x, es evidente que serán necesarias amabas medidas primarias y secundarias.

15 Entre las medidas secundarias conocidas están la reducción catalítica selectiva (RCS) y la reducción no-catalítica selectiva (RNCS). Ambas se llevan a cabo con amoníaco y urea. Véase por ejemplo el Documento de Patente de los EE.UU. de Número 3.900.554, en el que Lyon describe la RNCS del monóxido de nitrógeno (NO) en un efluente de combustión mediante la inyección de amoníaco, precursores de amoníaco específicos o de sus disoluciones acuosas en el efluente por mezcla con el monóxido de nitrógeno a una temperatura dentro del intervalo de 871,1°C a 1093,3°C (1600°F a 2000°F). Lyon también siguiere el uso de agentes reductores, tales como hidrógeno o diversos hidrocarburos, para permitir el uso eficaz del amoníaco a temperaturas del efluente tan bajas como 704,4°C (1300°F). Sin embargo, a menudo estas temperaturas son muy elevadas para un tratamiento eficaz, el amoníaco es difícil de manejar con seguridad, y la RNCS no es tan eficaz como la RCS. Se ha pensado en procesos similares para la urea por Arand, Muzio, y Sotter, en el Documento de Patente de los EE.UU. de Número 4.208.386, y por Arand, Muzio, y Teixeira, en el Documento de Patente de los EE.UU. de Número 4.325.924. De nuevo, las temperaturas son elevadas, y no es posible el uso de temperaturas reducidas.

20 La RCS puede operar con amoníaco a bajas temperaturas, generalmente dentro del intervalo de 37,7 a 482,2°C (100°F a 900°F). En este aspecto, véanse los documentos de patente de los EE.UU. de Números 3.032.387 y 3.599.427. La RCS (Reducción Catalítica Selectiva) ha estado disponible durante años en algunos contextos para reducir los NO_x. Sin embargo, hasta la fecha, la RCS depende del uso del amoníaco, que tiene problemas de seguridad asociados con su almacenamiento, manipulación y transporte. La urea es más segura, pero no ha sido puesta en la práctica para muchas de las aplicaciones de la RCS debido a la dificultad de convertirla desde una forma sólida o desde una forma acuosa a sus especies gaseosas activas que son las reactivas sobre un lecho catalítico para la reducción de NO_x. También, normalmente, el coste del reactivo está a favor del amoníaco anhidro en relación al de la urea. En "A Selective Catalytic Reduction Of NO_x From Diesel Engines Using Injection Of Urea" (Ph. D. thesis, Septiembre 1995), Hultermans describe un número de opciones técnicas en el contexto de los motores Diesel mientras aporta una amplia revisión de la tecnología.

25 El uso de catalizadores para la reducción de NO_x que utilizan urea es eficaz pero es sensible a las partículas y a la urea no descompuesta, que pueden hacer fallar a un catalizador. En este aspecto, se debe recordar que las temperaturas en el extremo inferior del intervalo de temperaturas del tratamiento de la RCS no serían lo suficientemente elevadas para gasificar a la urea en su totalidad. Además, la RCS requiere una mezcla muy uniforme de las especies gaseosas activas previo a ponerse en contacto con el catalizador, y resulta difícil mezclar de manera uniforme la urea o sus productos de descomposición en grandes cantidades de efluente en el caso de necesidad de tratamiento. Se han descrito intentos limitados para el uso de la urea en la RCS para focos móviles y estacionarios, tales como motores Diesel, en varias patentes recientes, que incluyen el Documento de Patente de los EE.UU. de Número 5.431.893, adjudicada a Hug, *et al.* Para proteger al catalizador de su fallo, Hug, *et al.*, propone un voluminoso equipo capaz de tratar la totalidad del efluente con urea. Con relación a la forma física, la urea requiere tiempo para descomponerse en los gases de escape calientes y puede causar la obturación de las boquillas a las temperaturas a las que se lleva a cabo la gasificación. Este descubrimiento pone de relieve los problemas que hacen necesario que la disolución de la disolución de urea se mantenga a una temperatura por debajo de los 100°C para prevenir la hidrólisis en el equipo de inyección. Así, se propone el uso de unas presiones de urea moderadas cuando se alimenta la urea y se descubre que es necesario disponer de medios alternativos para introducir aire a elevada presión a la línea de alimentación cuando ésta se obstruya. Las boquillas utilizadas por Hug, *et al.*, usan aire auxiliar para ayudar a la dispersión. También se emplean disoluciones diluidas que requieren un calentamiento significativo únicamente para evaporar el agua. Véase también el Documento de Patente de Número WO 97/01387 y la Memoria Descriptiva de la Patente Europea de Número 487.886 A1.

30 En la Memoria Descriptiva de la Patente Europea de Número 615.777 A1, se describe un aparato que alimenta urea sólida a un conducto que contiene gases de combustión, en el que dicho gas se hidroliza en presencia de un catalizador. Para una operación exitosa, la descripción indica que es necesario emplear un catalizador de hidrólisis, aire comprimido para la dispersión de los sólidos finos, medios para la molienda de la urea en sólidos finos y un revestimiento para prevenir que las partículas de urea se peguen las unas a las otras. La descripción indica que si el interior del equipo catalítico y el extremo de las boquillas únicamente estuvieran recubiertos de catalizador, podría tener lugar la corrosión y la deposición de material. A pesar de alcanzar el objetivo de eliminar el agua del proceso, la

ES 2 278 806 T3

memoria descriptiva introduce urea sólida en la corriente de gases - con lo que posiblemente se deposite urea sobre el catalizador de la RCS.

5 En el Documento de Patente de los EE.UU. de Número 6.146.605 adjudicado a Spokoyny, se describe un proceso RCS/RNCS combinado en un proceso por etapas que implica una etapa separada de hidrolizar la urea previa a una etapa de RCS. Un proceso similar se describe en los Documentos de Patente de los EE.UU. de Números 5.985.224 y 6.093.380 adjudicados a Lagana *et al.*, que describen un método y un aparato que implica la hidrólisis de la urea seguido de una separación de una fase gaseosa de una fase hidrosilada líquida. También Copper, *et al.*, describe un proceso de hidrólisis de urea para generar amoniaco en el Documento de Patente de los EE.UU. de Número 6.077.491.
10 En todos estos procesos existe un requisito de manipular una cantidad significativa de fases líquidas y gaseosas a elevada presión y elevada temperatura que contienen amoniaco, durante y después de la hidrólisis. Este procesado adicional requiere la compra y el mantenimiento de equipamiento adicional, un plan de emergencia y el equipamiento para manipular la liberación de amoniaco en el caso de fallos en el proceso, y sería deseable tener un sistema que operase de manera más segura, simple y eficaz.

15 La técnica está a la espera del desarrollo de un proceso y de un aparato que permita el uso de urea en un proceso de RCS de forma sencilla, viable, económica, y segura.

20 La presente invención se refiere a un proceso para reducir la concentración de óxidos de nitrógeno en una corriente de gases de combustión, que comprende: proporcionar una corriente lateral de gases que comprende menos del 3% del volumen del total de los gases de combustión a una temperatura suficiente para la gasificación en un tiempo de residencia de 1 a 10 segundos de al menos 140°C; introducir una disolución acuosa de urea en dicha corriente lateral bajo condiciones eficaces para gasificar dicha urea acuosa; introducir dicha corriente lateral de gases que contiene los gases resultantes de la gasificación de la urea en una corriente principal de gases que contiene NO_x de mayor volumen
25 que la corriente lateral para crear una corriente de gases combinada; y hacer pasar la corriente de gases combinada a través de un catalizador reductor de NO_x bajo condiciones eficaces para reducir la concentración de NO_x en la corriente de gases combinada, en la que se introduce la disolución de urea a dicha corriente lateral a una velocidad relativa a la concentración de NO_x en dicha corriente combinada previo a hacer pasar a través de dicho catalizador reductor de NO_x eficaz para proporcionar un NSR de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 2 y la urea se pulveriza
30 en la corriente lateral a tamaños de gotitas de menos de 500 micrómetros, en el que NSR se refiere a los equivalentes relativos de nitrógeno en la urea a los equivalentes de nitrógeno en los NO_x en los gases de combustión que se tratan.

35 La presente invención también se refiere a un aparato para reducir la concentración de óxidos de nitrógeno en una corriente de gases de combustión, que comprende: medios de conductos para transportar una corriente lateral de gases que comprende menos del 3% del volumen del total de los gases de combustión a una temperatura suficiente para la gasificación en un tiempo de residencia de 1 a 10 segundos de al menos 140°C; medios para introducir una disolución acuosa de un agente reductor de NO_x en dicha corriente lateral bajo condiciones eficaces para gasificar dicho agente reductor de NO_x acuoso; medios para introducir dicha corriente lateral de gases que contiene los gases resultantes de la gasificación del agente reductor de NO_x en una corriente principal de gases que contiene NO_x de
40 un mayor volumen que la corriente lateral para crear una corriente de gases combinada; y medios para hacer pasar a la corriente de gases combinada a través de un catalizador reductor de NO_x bajo condiciones eficaces para reducir la concentración de NO_x en la corriente de gases combinada, en el que se proporcionan los medios para introducir la disolución de urea en dicha corriente lateral a una velocidad relativa a la concentración de NO_x en dicha corriente combinada previo a hacerla pasar a través de dicho catalizador reductor de NO_x eficaz para proporcionar una NSR de
45 aproximadamente 0,1 a aproximadamente 2 y pulverizar la urea en dicha corriente lateral a tamaños de gotita de menos de 500 micrómetros, en el que NSR se refiere a los equivalentes relativos de nitrógeno en la urea a los equivalentes de nitrógeno en los NO_x en los gases de combustión que se tratan.

50 La invención proporciona una manera práctica de obtener la mezcla uniforme de los reactivos gaseosos activos para la reducción de NO_x mediante la RCS usando urea como el reactivo y disposiciones de procesos novedosas que aseguren que los gases estén a la temperatura apropiada para la reducción eficaz de los NO_x.

55 El nuevo diseño de la invención hace posible la gasificación de la urea y una mezcla completa con los gases de combustión que contienen NO_x y puede utilizar de forma ventajosa la entalpía de los gases de chimenea, que se pueden añadir si es necesario, para convertir la urea a reactivos de RCS tales como amoniaco. La urea, que se descompone a temperaturas por encima de 140°C, se inyecta a una corriente lateral en donde se gasifica y se mezcla con otros gases. En una disposición altamente eficaz, la corriente lateral es una corriente de gases de chimenea extraída después de un supercalentador principal o un economizador. Idealmente, la corriente lateral descompondría la urea sin necesidad de un calentamiento adicional; pero cuando se requiera calor, éste será bastante inferior a que sería necesario para
60 calentar a la totalidad del efluente. Dependiendo de la temperatura, esta corriente lateral, normalmente menos del 3% de los gases de chimenea, proporciona la entalpía y el momento requeridos para la completa gasificación de la urea y la mezcla completa del reactivo contenido en la corriente lateral en la corriente principal.

65 Un dispositivo de mezcla, tal como un separador ciclónico, mezclador estático o soplante, puede mezclar de una forma más completa al reactivo y a los gases de chimenea antes de la reinyección en la corriente principal. Un separador ciclónico tiene la ventaja de que también puede eliminar las partículas que pudieran estar presentes. A continuación, la corriente lateral que contiene la urea gasificada se puede dirigir hacia una parrilla de inyección delante de un catalizador de RCS usando una soplante de alta temperatura. Se pueden instalar mezcladores de vórtice u otro tipo

ES 2 278 806 T3

de mezcladores estáticos aguas abajo de la parrilla de inyección para mezclar completamente la corriente lateral y la corriente principal. La mezcla con los gases de chimenea se facilita debido a un orden de magnitud de masa mayor de la corriente lateral en comparación con la inyectada a través de la parrilla de inyección de amoníaco (PIA) en un proceso RCS tradicional con amoníaco.

5 Este nuevo proceso y el aparato para desarrollarlo hacen uso de la característica de la fácil manipulación del reactivo de la urea sin requerir aire portador de reactivo o bien de una fuente adicional de calor únicamente dirigida a calentar e hidrolizar a la urea, y hace uso de la masa de gas de la corriente lateral que proporciona la mezcla completa requerida para los elevados niveles de reducción de NO_x .

10 Según una realización de la invención, se separa una corriente lateral de la corriente efluente principal de un incinerador y se inyecta urea a la misma a una temperatura suficiente para descomponerla completamente o si no, para gasificar la urea en especies gaseosas activas.

15 Según otra realización de la invención, se separa una corriente lateral de la corriente efluente principal de un incinerador seguido a un tratamiento final y se inyecta urea a la misma a una temperatura suficiente para gasificar completamente la urea en especies gaseosas activas.

20 Según una realización adicional de la invención, se trae una corriente lateral desde una fuente externa al incinerador y se inyecta urea a la misma a una temperatura suficiente para gasificar completamente la urea en especies gaseosas activas.

25 Según otra realización de la invención, se separa una corriente lateral de la corriente efluente principal de un incinerador, se proporciona un calentador para aumentar suficientemente la temperatura de la corriente extraída para gasificar completamente la urea a especies gaseosas activas y se inyecta urea en la misma en donde se descompone o si no se gasifica.

30 Según otra realización de la invención, se separa una corriente lateral de la corriente efluente principal de un incinerador y se inyecta urea a la misma, combinando las dos corrientes y a continuación haciéndolas pasar a través de un ciclón para efectuar la mezcla completa y la separación de partículas.

En otra realización de la invención, se separa una corriente lateral de la corriente efluente principal de un incinerador y se hace pasar a través de un ciclo previo a calentarla y a inyectar urea a la misma.

35 En otra realización adicional de la invención, se separa una corriente lateral de la corriente efluente principal de un incinerador, y se calienta la corriente y se inyecta urea en la misma previo a pasarla a través de un ciclón.

40 Una realización alternativa de la invención, utiliza una corriente de aire, aire precalentado por un intercambiador de calor aire-gases de chimenea, o aire de combustión precalentado, que se calienta de forma adicional y se combina con urea, haciendo pasar a continuación a la corriente resultante a través de un mezclador, si se desea, y a través una parrilla de inyección, combinada con la corriente de efluente de un incinerador y se hace pasar a través de un reactor de RCS.

45 En cualquiera de estas realizaciones, se puede emplear vapor para asegurar la máxima producción de amoníaco y como fuente suplementaria de calor para la gasificación o para mantener la temperatura del catalizador. También, la corriente lateral que contiene el reactivo activo de la RCS se puede reintroducir en la corriente de los gases de chimenea principal a través de una parrilla de inyección de amoníaco (PIA) diseñada expresamente para un proceso de RCS tradicional con amoníaco en cualquiera de estas realizaciones. Además, se puede localizar una soplante apropiada para suministrar aire o gases de chimenea a las temperaturas deseadas antes o después de la inyección de urea, cualquiera
50 que sea la mejor situación para una aplicación, para proporcionar suficiente presión para reintroducir la corriente lateral a la corriente de gases de chimenea principal.

Muchos de los aspectos preferentes de la invención se describen a continuación. Se consideran las composiciones equivalentes.

55 La invención se entiende mejor y sus ventajas son más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, especialmente cuando se consideren en conjunto con los dibujos que se acompañan, en los que:

60 La Figura 1 es una representación esquemática de una realización de la invención en la que se separa una corriente lateral de la corriente efluente principal de un incinerador y se inyecta urea en la misma a una temperatura suficiente para descomponer completamente la urea en especies gaseosas activas. Una soplante que puede estar localizada antes o después de la inyección de urea proporciona suficiente presión para introducir la corriente lateral en la corriente principal. Se utiliza una parrilla de inyección o una parrilla de inyección de amoníaco tradicional para distribuir completamente el reactivo en la corriente principal delante del reactor de la RCS.

65 La Figura 2 es una representación esquemática de otra realización de la invención en la que se separa una corriente lateral de la corriente efluente principal de un incinerador y se proporciona un quemador u otros medios de calentamiento de los gases de chimenea para aumentar suficientemente la temperatura de la corriente extraída para descom-

ES 2 278 806 T3

poner completamente la urea en especies gaseosas activas y se inyecta urea en la misma en donde se descompone o si no se gasifica.

5 La Figura 3 es una representación esquemática de otra realización de la invención en la que se separa una corriente lateral de la corriente efluente principal de un incinerador y se inyecta urea en la misma, y opcionalmente se calienta, combinándose las dos corrientes y a continuación pasándolas a través de un ciclón para efectuar la mezcla completa y la separación de partículas.

10 La Figura 4 es una representación esquemática de otra realización de la invención en la que se separa una corriente lateral de la corriente efluente principal de un incinerador y se hace pasar a través de un ciclón previo a calentar e inyectar urea en la misma, haciendo avanzar a la corriente lateral a través de una parrilla de inyección con la ayuda de una soplante.

15 La Figura 5 es una representación esquemática de otra realización de la invención en la que se separa una corriente lateral de la corriente efluente de un incinerador y la corriente se calienta y se inyecta con urea previo a hacerla pasar a través de un ciclón.

20 La Figura 6 es una representación esquemática de otra realización de la invención, en la que se calienta una corriente de aire y se inyecta urea en la misma, siendo obligada a continuación a la corriente resultante a pasar a través de un mezclador, si se desea, y a través de una parrilla de inyección y a combinarse con la corriente efluente de un incinerador y a pasar a través de un reactor de RCS.

25 La Figura 7 es una representación esquemática de otra realización de la invención similar a la Figura 6, en la que se emplea vapor como la fuente de calor

La Figura 8 es una representación esquemática de otra realización de la invención similar a la Figura 7, en la que se introduce el vapor seguido de la introducción de urea.

30 La Figura 9 es una representación esquemática de otra realización de la invención, en la que se forma la corriente lateral a partir de los gases de combustión seguido del tratamiento en el reactor de RCS, siendo la corriente resultante calentada e inyectada con urea.

35 La Figura 10 es una representación esquemática de otra realización de la invención en la que se forma la corriente lateral a partir de los gases de combustión seguido del tratamiento en el reactor de RCS y un dispositivo para la recolección de partículas tal como un ESP, filtro de mangas, o separadores ciclónicos, siendo la corriente resultante calentada e inyectada con urea.

40 La Figura 11 es una modificación de la inyección de urea de la Figura 6, en la que en vez de la inyección de urea acuosa, se inyecta urea sólida finamente molida, pulverizada o micronizada, usando aire portador neumático.

45 La invención proporciona un proceso de RCS en base a urea que puede utilizar de forma ventajosa la entalpía de los gases de chimenea, que se puede complementar si se necesita, para convertir urea a amoniaco. Existen varias realizaciones que se describen en formas preferentes. Sin embargo, se entiende que se pueden utilizar de forma combinada las diferentes características de realizaciones con las características que se detallan de forma específica en otras realizaciones. Los elementos y las características comunes de los dibujos tienen números de referencia comunes en todos los dibujos.

50 Este nuevo proceso hace uso de la característica de la fácil manipulación del reactivo de urea y proporciona una completa gasificación y una buena mezcla empleando una masa de gases de corriente lateral para proporcionar la mezcla completa requerida para elevados niveles de reducción de NO_x . En realizaciones particularmente ventajosas, el calor necesario para la gasificación se obtiene de la entalpía de los gases de combustión.

55 El proceso es eficaz con urea, pero se pueden utilizar otros agentes reductores de NO_x capaces de generar por calentamiento un gas reactivo que contenga amoniaco. Como se podrá de manifiesto a continuación, cuando ciertos de estos reactivos se gasifican, el gas reactivo también contendrá HNCO que reacciona con el agua para convertirse a amoniaco y dióxido de carbono. Es una ventaja de la invención que esto se pueda obtener fácilmente sin la prehidrólisis del agente reductor de NO_x que tiene el riesgo asociado de la obturación de las boquillas y de otros equipos. Mediante el término "gasificación" se indica que substancialmente la totalidad de la urea se convierte a gas, sin dejar líquido o sólidos libres o disueltos significativos que puedan entrar en contacto y hacer fallar al catalizador de la RCS.

60 El término "urea" se entiende que incluye los reactivos que son equivalentes a la urea en el sentido de que estos forman amoniaco y HNCO cuando se calientan, tanto si contienen o no contienen grandes cantidades de urea químicamente pura en la forma que se introduce en los gases de combustión; sin embargo, los reactivos que son equivalentes a la urea normalmente contienen cantidades que se pueden medir de urea en sus formas comerciales y de ese modo comprenden urea. Entre los reactivos reductores de NO_x que se pueden gasificar están aquellos que comprenden una especie elegida del grupo que consiste en: amelida, amelina: carbonato de amonio, bicarbonato de amonio, carbamato de amonio; cianato de amonio, sales de amonio de ácidos inorgánicos, incluyendo al ácido sulfúrico y al ácido fosfórico; sales de amonio de ácidos orgánicos, incluyendo al ácido fórmico y al ácido acético; biuret; triuret, ácido cianúrico;

ácido isocianico: urea-formaldehído; melamina: tricianourea y mezclas de cualquier número de éstas. También están disponibles otros reactivos reductores de NO_x que no forman HNCO, pero que se descomponen en una mezcla de gases que incluyen hidrocarburos. Entre este grupo se encuentran diferentes aminas y sus sales (especialmente sus carbonatos), incluyendo guanidina, carbonato de guanidina, carbonato de metilamina, carbonato de etilamina, carbonato de dimetilamina, hexametilamina; carbonato de hexaetilamina; y residuos de subproductos que contienen urea procedentes de un proceso químico. Se pueden utilizar aminas con alquilo superiores en el sentido que los componentes hidrocabonados liberados no interfieran con la reacción de reducción de NO_x .

Así, el término “urea” se entiende que abarca urea en todas sus formas comerciales y equivalentes. Normalmente, las formas comerciales consisten esencialmente de urea, que contienen 95% o más de urea en peso. Esta forma relativamente pura de urea es preferente y tiene varias ventajas en el proceso de la invención.

Es una ventaja adicional de la invención, que mientras el amoníaco no necesita ser utilizado en su totalidad, el aparato descrito en la presente invención mejora la producción de los reactivos de la RCS que incluyen al amoníaco y así, hace que su uso sea más práctico incluso aunque los problemas con su almacenamiento no estén completamente resueltos.

La disolución de urea se introduce a una velocidad relativa a la concentración de NO_x en dicha corriente combinada previo a hacerla pasar a través de dicho catalizador reductor de NO_x eficaz para proporcionar una NSR de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 2, dependiendo de un número de factores, pero lo más normal es dentro del intervalo de 0,5 a 1,1. El término “NSR” se refiere a los equivalentes relativos de nitrógeno en la urea u otro agente reductor de NO_x a los equivalentes de nitrógeno en los NO_x en los gases de combustión que se tratan.

El término “incinerador” se entiende en el sentido amplio para incluir todos los incineradores que queman combustibles carbonosos para proporcionar calor, *por ejemplo*, para la conversión directa o indirecta a energía mecánica o eléctrica. Estos combustibles carbonosos pueden incluir los hidrocarburos normalmente usados como combustibles además de materiales residuales combustibles tales como residuos sólidos urbanos, residuos de procesos industriales y semejantes. Los quemadores y los hornos, además de las máquinas de combustión interna del tipo turbinas, Diesel y Otto, están incluidas dentro de la definición del término incinerador y se pueden beneficiar de la invención. Sin embargo, ya que los problemas y las ventajas de la realización exitosa de la reducción de NO_x fiable en los incineradores que utilizan amoníaco como un agente reductor son tan pronunciadas, en la presente descripción se usa el incinerador a gran escala a modo de ejemplo. Sin embargo, se contemplan los incineradores estacionarios y móviles de todo tipo. Sin embargo, la presente invención no está limitada a los gases de chimenea de incineradores. Más bien, cualquier gas de chimenea caliente que se pueda beneficiar de hacerlo pasar a través de un reactor de RCS para la reducción de NO_x puede beneficiarse de esta invención.

La Figura 1 es una representación esquemática de una realización de la invención en la que se separa una corriente lateral de la corriente efluente principal de un incinerador y se inyecta urea a la misma a una temperatura suficiente para descomponerla completamente o si no gasificar la urea a especies gaseosas activas. Un incinerador a gran escala quema combustible con la resultante producción de óxidos de nitrógeno (NO_x) que deben ser al menos parcialmente eliminados. Los gases de combustión se usan para calentar agua en el intercambiador de calor 22 dispuesto antes de que los gases de combustión sean liberados a la atmósfera a través del conducto 23 y los aparatos de aguas abajo. Un dispositivo de mezcla 24 seguido de añadir el reactivo de urea a una corriente lateral y de combinar de la corriente lateral con una corriente de gases de combustión principal es opcional tal como se explicará a continuación. El término “corriente lateral” se usa en la presente invención para referirse a una corriente de relativamente pequeño volumen en relación al volumen total de los gases de combustión que se tratan por la urea gasificada y los catalizadores de reducción de NO_x , 26, 26' y 26". La corriente lateral se puede obtener mediante la extracción de una porción de corriente lateral 28 de la totalidad de la corriente de los gases de combustión en el conducto 23 dejando una corriente principal 29 de gases de combustión. En diferentes realizaciones, la separación se realiza antes o después del tratamiento. Además, la corriente lateral se puede formar mediante el trazado de una corriente de aire procedente de fuentes externas al incinerador.

Los catalizadores 26, 26' y 26" se utilizan en una disposición que forma un reactor y son catalizadores de RCS conocidos en la técnica para reducir los NO_x utilizando amoníaco o urea en diferentes formas hidrolizadas, gasificadas, pirolizadas y semejantes. Entre los catalizadores de RCS aptos están aquellos capaces de reducir la concentración de óxidos de nitrógeno del efluente en presencia de amoníaco. Estos incluyen, por ejemplo, carbón activo, carbón vegetal o coque, zeolitas, óxido de vanadio, óxido de wolframio, óxido de titanio, óxido de hierro, óxido de cobre, óxido de manganeso, óxido de cromo, metales nobles tales como los metales del grupo del platino tales como platino, paladio, rodio, e iridio, o mezclas de éstos. También se pueden utilizar otros materiales de catalizador de RCS convencionales en la técnica y conocidos por los técnicos expertos. Estos materiales de catalizador de RCS se encuentran normalmente montados sobre un soporte tal como un metal, cerámica, zeolita, o monolito homogéneo, aunque también se pueden usar otros soportes conocidos en la técnica.

Entre los catalizadores de RCS aptos se encuentran los representativos de los procesos de la técnica anterior descritos a continuación. Los procesos de reducción catalítica selectiva para reducir NO_x son bien conocidos y utilizan una variedad de agentes catalíticos. Por ejemplo, en la Solicitud de Documento de Patente Europea de Número WO 210.392, Eichholtz y Weiler discuten la eliminación catalítica de óxidos de nitrógeno usando carbón vegetal activado o coque activado, con la adición de amoníaco, como catalizador. Kato, *et al.*, en el Documento de Patente de los EE.UU.

ES 2 278 806 T3

de Número 4.138.469 y Henke en el Documento de Patente de los EE.UU. de Número 4.393.031 describe la reducción catalítica de NO_x usando metales del grupo del platino y/u otros metales tales como titanio, cobre, molibdeno, vanadio, wolframio, o sus óxido con la adición de amoníaco para obtener la reducción catalítica deseada. Véase también el Documento de Número EP 487.886, que especifica un catalizador de $\text{V}_2\text{O}_5/\text{WO}_3/\text{TiO}_2$ con un intervalo de trabajo de 220° a 280°C. Otros catalizadores basados en platino pueden tener temperaturas de operación aún menores, por ejemplo, por debajo de aproximadamente 180°C.

Otro proceso de reducción catalítica se describe en el Documento de Patente de Canadá de Número 1.100.292 adscrito a Knight, que se refiere al uso de un catalizador de metal del grupo del platino, oro y/o plata depositado sobre un óxido refractario. Mori, *et al.*, en el Documento de Patente de los EE.UU. de Número 4.107.272, discute la reducción catalítica de NO_x usando compuestos de oxisulfuro, sulfato o sulfito de vanadio, cromo, manganeso, hierro, cobre, y níquel con la adición de gas de amoníaco.

En un sistema catalítico multifase, Ginger, en el Documento de Patente de los EE.UU. de Número 4.268.488 describe exponer un efluente que contiene óxidos de nitrógeno a un primer catalizador que comprende un compuesto de cobre tal como sulfato de cobre y a un segundo catalizador que comprende combinaciones de metales tales como sulfatos de vanadio y hierro o de wolframio y hierro sobre un soporte en presencia de amoníaco.

Lo más preferente es que el efluente que contiene el gas reactivo se haga pasar sobre el catalizador de RCS mientras que los gases de combustión que incluyen la urea gasificada u otro reactivo están a una temperatura de al menos aproximadamente 100°C y normalmente entre aproximadamente 180° y aproximadamente 650°C, preferentemente por encima de al menos aproximadamente 250°C. De esta manera, las especies activas presentes en el efluente debido a la gasificación de la disolución del reactivo facilitan de la manera más eficaz la reducción catalítica de los óxidos de nitrógeno y se controla la condensación del agua. El efluente normalmente contiene un exceso de oxígeno, por ejemplo, hasta aproximadamente 15% del requerido para oxidar completamente al combustible carbonado. El uso de la presente invención con cualquiera de los catalizadores de RCS anteriores (la descripción de los mismos se incluye en la presente memoria a modo de referencia) reduce o elimina el requisito para el transporte, almacenamiento y manipulación de grandes cantidades de amoníaco o agua amoniacal.

En la Figura 1, la totalidad de la corriente principal de los gases de combustión en el conducto 23 se separa para proporcionar una corriente lateral 28 y una corriente principal 29 de volumen mayor que la corriente lateral. La urea, que se descompone a temperaturas por encima de 140°C, se inyecta desde el depósito 30 vía un boquilla 32 con válvulas 34 y controladores (no mostrados) adecuados en una corriente de gases de chimenea 28 separada después de un supercalentador primario o un economizador (mostrado generalmente como intercambiador de calor 22). Para alcanzar el objetivo de la gasificación para la urea o un para reactivo reductor de NO_x relacionado con la urea, normalmente se emplean temperaturas por encima de aproximadamente 300°C para la gasificación.

La disolución de urea se mantiene en una situación ideal a una concentración apta para su almacenamiento y manipulación sin precipitación u otro problema. Las concentraciones de aproximadamente 5 a 70% se pueden emplear con cierto grado de viabilidad, pero concentraciones de aproximadamente 15 a aproximadamente 50% son las más típicas. Es una gran ventaja de la invención que la cantidad de agua en la disolución de urea se pueda variar independientemente o con vapor añadido para controlar de forma adecuada la temperatura de los gases en la corriente lateral.

La temperatura de los gases producida por la gasificación de los reactivos en este grupo se debería mantener a un nivel que previniera su condensación. Normalmente, la temperatura se debería mantener a una temperatura de al menos aproximadamente 150°C, y preferentemente a al menos a 200°C. Un intervalo de temperatura preferente para la gasificación y la para transferir los gases producidos mediante el grupo indicado de reactivos, es de aproximadamente 300°C a aproximadamente 650°C. Idealmente, la corriente lateral 28 descompondría la urea en especies activas sin necesidad de un calentamiento adicional. Esta corriente lateral (por ejemplo, de 0,1 a 25% de los gases de chimenea), normalmente menos del 10% y generalmente menos del 3%, por ejemplo 0,1 a 2%, del volumen del total de los gases de combustión (gases de chimenea), proporciona la entalpía requerida para la completa descomposición de la urea y el suficiente momento para mezclar la corriente lateral 28 con la corriente principal 29 mientras la corriente principal 29 se puede utilizar para un intercambio de calor adicional.

El depósito que contiene la corriente lateral 28 proporciona el tiempo y la velocidad de gas requeridos para la descomposición de la urea. Después de la inyección, normalmente se dispone de un tiempo de residencia de 1 a 10 segundos para descomponer completamente la urea y provocar la reacción entre HNCO y el vapor de agua para formar amoníaco. Se mantiene una velocidad del gas de la corriente lateral de 0,3048 a 6,096 m/s (1 a 20 pies/s) a través del depósito para optimizar las dimensiones del depósito, obtener un flujo pistón, y aumentar la dispersión, la evaporación, y la descomposición de las gotitas de urea en la corriente lateral, y minimizar la adherencia de las gotitas sobre las paredes del depósito. Pueden ser preferentes canales internos y paredes múltiples para obtener la óptima velocidad del gas y minimizar la pérdida de calor al ambiente exterior. El diseño óptimo del depósito se puede derivar del uso, entre otros, de herramientas de diseño bien establecidas tales como modelos fluido-dinámicos de cálculo.

La boquilla de inyección de urea 32 introduce gotitas bien definidas. Se pueden utilizar un atomizador mecánico o un atomizador asistido por aire. Para evaporar y descomponer rápidamente las gotitas de urea se desean tamaños de gotitas de menos de 500 micrómetros, pero normalmente de menos de 100 y preferentemente por debajo de 50

ES 2 278 806 T3

micrómetros. También en consideración al tamaño del depósito, las gotitas pequeñas y lentas generadas en, por ejemplo boquillas ultrasónicas pueden ser más deseables que gotitas grandes y rápidas. Si se desea, se puede introducir vapor tanto como sea necesario o se desee. (En este aspecto, véanse las Figuras 7-9). Esta corriente lateral 28 se puede dirigir a continuación a una parrilla de inyección 37 (o a otro aparato o dispositivo de introducción apto tal como una parrilla de inyección tradicional de amoniaco) antes del reactor de RCS que contiene los catalizadores, por ejemplo 26, 26' y 26". En esta realización, se utiliza una soplante de alta temperatura para proporcionar una presión de inyección apta, por ejemplo aproximadamente 0,069 bares (1 psig) o menos, para la parrilla de inyección de amoniaco 37 y de forma adicional proporcionar la mezcla. Si no, se puede situar aguas arriba de la boquilla de urea 32 una soplante de alta temperatura 36 en vez de la localización señalada.

Una parrilla de inyección tradicional de amoniaco 37 con las boquillas localizadas densamente requiere como mínimo un 0,1% del total de los gases de chimenea como corriente lateral. Si se desea, se puede usar un mezclador estático 24. Si no, la parrilla de inyección 37 puede comprender menos boquillas y colocadas en forma dispersa o espacios abiertos con un mezclador estático 24 localizado aguas abajo para obtener una distribución uniforme. Este diseño alternativo puede reducir el coste y el mantenimiento asociado con la parrilla de inyección. La mezcla con el gas de chimenea se facilita debido a un orden de magnitud de masa mayor de la corriente lateral, por ejemplo 1 a 2% de los gases de chimenea, en comparación al inyectado a través de la parrilla de inyección de amoniaco (PIA) en un proceso de RCS tradicional con amoniaco. Así, la presente realización proporciona la flexibilidad del tipo de parrilla de inyección dependiendo de los requisitos de aplicación.

Es una ventaja de esta y de otras realizaciones de la invención que debido a los relativamente grandes volúmenes de la corriente lateral, los gases se mezclen con la disolución de urea previamente a introducir los gases en el catalizador de RCS, por lo que no es esencial un procedimiento de mezcla manifiesto. En muchos casos, es ventajoso especialmente cuando existe un elevado grado de fluctuación en los volúmenes de gases, proporcionar medios para mezclar los gases en una o en más etapas. Entre los medios de mezcla aptos están los mezcladores estáticos, ciclones, soplantes y otros equipos de proceso que mediante diseño o efecto mezclan los gases.

Es otra ventaja de esta realización de la invención que mediante la utilización de la corriente lateral comprendida de los gases de combustión previa a intercambiar completamente su calor, se utilice la entalpía de los gases para la gasificación mediante el intercambio directo de calor con la disolución acuosa de urea. Sorprendentemente, los cálculos muestran que el intercambio de calor directo en esta forma, usando el calor suplementario sólo cuando se necesita bajo condiciones de baja carga, - es decir cuando la necesidad de reducción de NO_x también es baja, es mucho más eficaz que usar calor suplementario en una corriente fría para gasificar la urea. De manera ventajosa, también, la adición de calor suplementario a la corriente lateral puede ser un medio eficaz para controlar la temperatura en la corriente lateral en la descomposición uniforme de la urea y para controlar la temperatura del catalizador de RCS y mantener las temperaturas de ambos dentro de su intervalo de temperaturas eficaces.

La Figura 2 ilustra una realización similar a la de la Figura 1, pero proporciona un calentador 38 que permite aumentar la temperatura de la corriente lateral 28 de forma suficiente para asegurar la descomposición de la urea si se necesita. Esto es especialmente útil cuando la producción para una caldera es baja. Es una ventaja de esta disposición que cuando se requiere calor, la cantidad requerida es bastante menos que la que sería necesaria para calentar la totalidad del efluente o únicamente a la urea. Una soplante de alta temperatura 36, localizada aguas debajo de la boquilla de urea 32, se puede localizar aguas arriba del calentador 38 en vez de la localización señalada. Un calentador 38 mostrado como un quemador se puede sustituir por un calentador con serpentín por vapor, un intercambiador de calor u otros medios para transferir calor a la corriente lateral 28.

La Figura 3 es una representación esquemática de otra realización de la invención en la que la corriente lateral 28 se separa de la corriente efluente principal de un incinerador y se calienta si se necesita previo a inyectar urea en la misma. Las dos corrientes (23 y 28) se combinan y se hacen pasar a través de un ciclón 40 para llevar a cabo la separación de partículas y la mezcla completa. Una soplante de alta temperatura 36, localizada aguas debajo de la boquilla de urea 32, se puede localizar aguas arriba del calentador 38. Un calentador 38 se puede sustituir por un calentador con serpentín por vapor, un intercambiador de calor u otros medios para transferir calor a la corriente lateral 28.

La Figura 4 es una representación esquemática de otra realización de la invención en la que la corriente lateral 28 se separa de la corriente efluente principal 23 de un incinerador 20 y se hace pasar a través de un ciclón 40 (u otro dispositivo o aparato separador de partículas) previo a calentarla si se necesita mediante un calentador 38 e inyectar urea a la misma vía el inyector 32. Una soplante de alta temperatura 36, localizada aguas debajo de la boquilla de urea 32, se puede localizar aguas arriba del calentador 38 o de un separador de tipo ciclón 40. Un calentador 38 se puede sustituir por un calentador con serpentín por vapor, un intercambiador de calor u otros medios para transferir calor a la corriente lateral 28.

La Figura 5 es una representación esquemática de una realización de la invención a la de la Figura 4, en la que la corriente lateral 28 que se separa de la corriente efluente principal 23 de un incinerador 20 se calienta y a la misma se inyecta urea justo antes de o en el ciclón 40 (u otro dispositivo o aparato separador de partículas). La corriente tratada resultante se hace pasar vía la soplante 36 a través de una parrilla de inyección 37 (u otro dispositivo o aparato de introducción apto) antes del reactor de RCS. También se representa un mezclador estático opcional 39. Una soplante de alta temperatura 36, localizada aguas debajo del ciclón 40, se puede localizar aguas arriba del calentador 38. Un

ES 2 278 806 T3

calentador 38 se puede sustituir por un calentador con serpentín por vapor, un intercambiador de calor u otros medios para transferir calor a la corriente lateral 28.

5 La Figura 6 es una representación esquemática de otra realización de la invención en la que una corriente de aire se fuerza a pasar a través del conducto 128 y se calienta, y a la misma se inyecta urea vía el inyector 32. A continuación, a la corriente resultante se la hace pasar a través de un mezclador y una parrilla de inyección mientras se combina con la corriente efluente de un incinerador y pasa a través de un reactor de RCS. Esta realización muestra el intercambiador de calor 45 y el quemador 38, pero se pueden emplear uno o ambos si se necesitan. Otros medios para la transferencia de calor a la corriente lateral 28 pueden sustituir al intercambiador de calor 45 o al quemador 38.

10 Esta realización es apta en situaciones en las que la configuración del incinerador 20 no permite fácilmente la construcción de una corriente lateral de los gases de combustión y, por lo tanto, se requiere calor adicional. Este calor adicional se puede rebajar mediante el uso del aire de combustión precalentado que comúnmente está disponible en los generadores de vapor de servicio.

15 La Figura 7 es una representación esquemática de otra realización de la invención similar a la Figura 6, en la que se introduce el vapor como fuente de calor por los medios 50.

20 La Figura 8 es una representación esquemática de otra realización de la invención similar a la Figura, en la que la fuente de vapor 50 se localiza seguida de la introducción de urea.

25 La Figura 9 es una representación esquemática de otra realización de la invención similar a la Figura 6, en la que una corriente lateral 228 se forma a partir de los gases de combustión seguido del tratamiento en el reactor catalítico de RCS. Esta realización tiene la ventaja de que los gases tienen un considerable valor térmico, específicamente si la extracción es previa al uso de los mismos para precalentar el aire de combustión.

30 La Figura 10 es una representación esquemática de otra realización de la invención similar a la Figura 9, en la que una corriente lateral 328 se forma a partir de los gases de combustión seguido del tratamiento en el reactor catalítico de RCS y de un dispositivo de recolección de partículas 60 aguas abajo tal como un precipitador electrostático, un filtro de mangas, o un separador ciclónico. Aunque los gases tienen menor valor térmico que en la representación anterior, este esquema ofrece la ventaja de estar substancialmente libres de partículas cuando se aplica sobre incineradores alimentados por combustibles líquidos o sólidos. Un bajo contenido en partículas minimiza los requisitos de mantenimiento.

35 En la Figura 11, se representa una modificación de la inyección de urea de la Figura 6. En vez de la inyección de urea acuosa, se inyecta urea sólida finamente molida, pulverizada o micronizada usando aire como vehículo neumático vía la línea 31 y la boquilla 232 de la línea 234. Esta inyección de urea sólida se puede adaptar a todas la representaciones anteriores. Sin agua, la urea sólida tiene la ventaja de menores requisitos térmicos.

40 La descripción anterior tiene como objetivo posibilitar a la persona habituada con la técnica poner en práctica la invención. No tiene como intención detallar todas las posibles modificaciones y variaciones que se pudieran poner de manifiesto por una persona experta tras la lectura de la descripción. Sin embargo, se tiene la intención de que todas esas modificaciones y variaciones estén incluidas dentro del perfil de la invención visto en la descripción anterior y definido por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

5 1. Un proceso para reducir la concentración de óxidos de nitrógeno en una corriente de gases de combustión, que comprende: proporcionar una corriente lateral de gases que comprende menos del 3% del volumen de total los gases de combustión a una temperatura suficiente para la gasificación en un tiempo de residencia de 1 a 10 segundos de al menos 140°C; introducir una disolución acuosa de urea en dicha corriente lateral bajo condiciones eficaces para gasificar dicha urea acuosa; introducir dicha corriente lateral de gases que contiene los gases resultantes de la gasificación de la urea a una corriente principal de gases que contiene NO_x de mayor volumen que la corriente lateral para crear una corriente de gases combinada; y hacer pasar la corriente de gases combinada a través de un catalizador reductor de NO_x bajo condiciones eficaces para reducir la concentración de NO_x en la corriente de gases combinada, en el que se introduce la disolución de urea en dicha corriente lateral a una velocidad relativa a la concentración de NO_x en dicha corriente combinada previo a hacerla pasar a través de dicho catalizador reductor de NO_x eficaz para proporcionar una NSR de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 2 y se pulveriza la urea en la corriente lateral a tamaños de gotitas de menos de 500 micrómetros, en el que NSR se refiere a los equivalentes relativos de nitrógeno en la urea a los equivalentes de nitrógeno en los NO_x en los gases de combustión que se tratan.

2. Un proceso según la reivindicación 1, en el que la corriente lateral comprende gases de combustión separados de una corriente de gases de combustión para producir dicha corriente lateral y dicha corriente principal.

20 3. Un proceso según la reivindicación 1, en el que la corriente lateral comprende aire del exterior.

4. Un proceso según la reivindicación 1, en el que la corriente lateral comprende gases extraídos de dicha corriente de gases combinada seguido de su paso a través de dicho catalizador reductor de NO_x.

25 5. Un proceso según una cualquiera de la reivindicaciones 1-4, en el que dicha corriente lateral se calienta a una temperatura de al menos 200°C previo a introducir la disolución acuosa de urea.

30 6. Un proceso según una cualquiera de la reivindicaciones 1-4, en el que la urea acuosa tiene una concentración de 5 a 70%.

7. Un proceso según una cualquiera de la reivindicaciones 1-4, en el que la corriente lateral se calienta mediante el uso de vapor para facilitar la gasificación de la urea.

35 8. Un proceso según una cualquiera de la reivindicaciones 1-4, en el que la corriente lateral se hace pasar a través de un dispositivo de mezcla previo a introducir dicha corriente lateral de gases que contiene los gases resultantes de la gasificación de la urea en dicha corriente principal de gases que contiene NO_x para crear dicha corriente de gases combinada.

40 9. Un proceso según una cualquiera de la reivindicaciones 1-4, en el que la urea se introduce en la corriente lateral seguido del paso de los gases que la contiene a través de medios de reducción de partículas.

45 10. Un proceso según una cualquiera de la reivindicaciones 1-4, en el que dicha corriente lateral de gases se calienta a una temperatura de al menos 200°C previo a introducir la disolución acuosa de urea que tiene una concentración de 5 a 70% a una velocidad relativa a la concentración de NO_x en dicha corriente combinada previo a hacerla pasar a través de dicho catalizador reductor de NO_x, y hacer pasar a la corriente la lateral a través de un dispositivo de mezcla previo a introducir dicha corriente lateral de gases que contiene los gases resultantes de la gasificación de la urea en dicha corriente principal de gases que contiene NO_x para crear dicha corriente de gases combinada.

50 11. Un proceso según una cualquiera de la reivindicaciones 1-4, en el que dicha corriente lateral de gases comprende 2% o menos del volumen de la corriente de gases combinada bajo condiciones estándar.

55 12. Un aparato para reducir la concentración de óxidos de nitrógeno en una corriente de gases de combustión, que comprende: medios de conductos para transportar una corriente lateral de gases que comprende menos del 3% del volumen del total de los gases de combustión a una temperatura suficiente para la gasificación en un tiempo de residencia de 1 a 10 segundos de al menos 140°C; medios para introducir una disolución acuosa de urea en dicha corriente lateral bajo condiciones eficaces para gasificar dicha urea acuosa; medios para introducir dicha corriente lateral de gases que contiene los gases resultantes de la gasificación de la urea a una corriente principal de gases que contiene NO_x de mayor volumen que la corriente lateral para crear una corriente de gases combinada; y medios para hacer pasar la corriente de gases combinada a través de un catalizador reductor de NO_x bajo condiciones eficaces para reducir la concentración de NO_x en la corriente de gases combinada, en el que se proporcionan medios para introducir la disolución de urea en dicha corriente lateral a una velocidad relativa a la concentración de NO_x en dicha corriente combinada previo a hacerla pasar a través de dicho catalizador reductor de NO_x eficaz para proporcionar una NSR de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 2 y pulverizar la urea en dicha corriente lateral a tamaños de gotitas de menos de 500 micrómetros, en el que NSR se refiere a los equivalentes relativos de nitrógeno en la urea a los equivalentes de nitrógeno en los NO_x en los gases de combustión que se tratan.

65

ES 2 278 806 T3

13. Un aparato según la reivindicación 12, en el que se proporcionan medios para separar la corriente lateral de una corriente de gases de combustión para producir dicha corriente lateral y dicha corriente principal.

5 14. Un aparato según la reivindicación 12, en el que se proporcionan medios para introducir aire del exterior como corriente lateral.

10 15. Un aparato según la reivindicación 12, en el que se proporcionan medios para extraer gases de dicha corriente de gases combinada seguido de su paso a través de dicho catalizador reductor de NO_x para formar dicha corriente lateral.

16. Un aparato según una cualquiera de la reivindicaciones 12-15, en el que se proporcionan medios para calentar dicha corriente lateral de gases a una temperatura de al menos 200°C previo a introducir la disolución acuosa de urea.

15 17. Un aparato según una cualquiera de la reivindicaciones 12-15, en el que se proporcionan medios para introducir una disolución de urea a una concentración de 5 a 70%.

18. Un aparato según una cualquiera de la reivindicaciones 12-15, en el que se proporcionan medios para calentar la corriente lateral mediante vapor para facilitar la gasificación del agente reductor de NO_x .

20 19. Un aparato según una cualquiera de la reivindicaciones 12-15, en el que se proporcionan medios de mezcla en dicha corriente lateral de gases.

25 20. Un aparato según una cualquiera de la reivindicaciones 12-15, que además comprende medios de eliminación de partículas y la corriente lateral se extrae del efluente aguas debajo de dichos medios de eliminación de partículas.

30

35

40

45

50

55

60

65

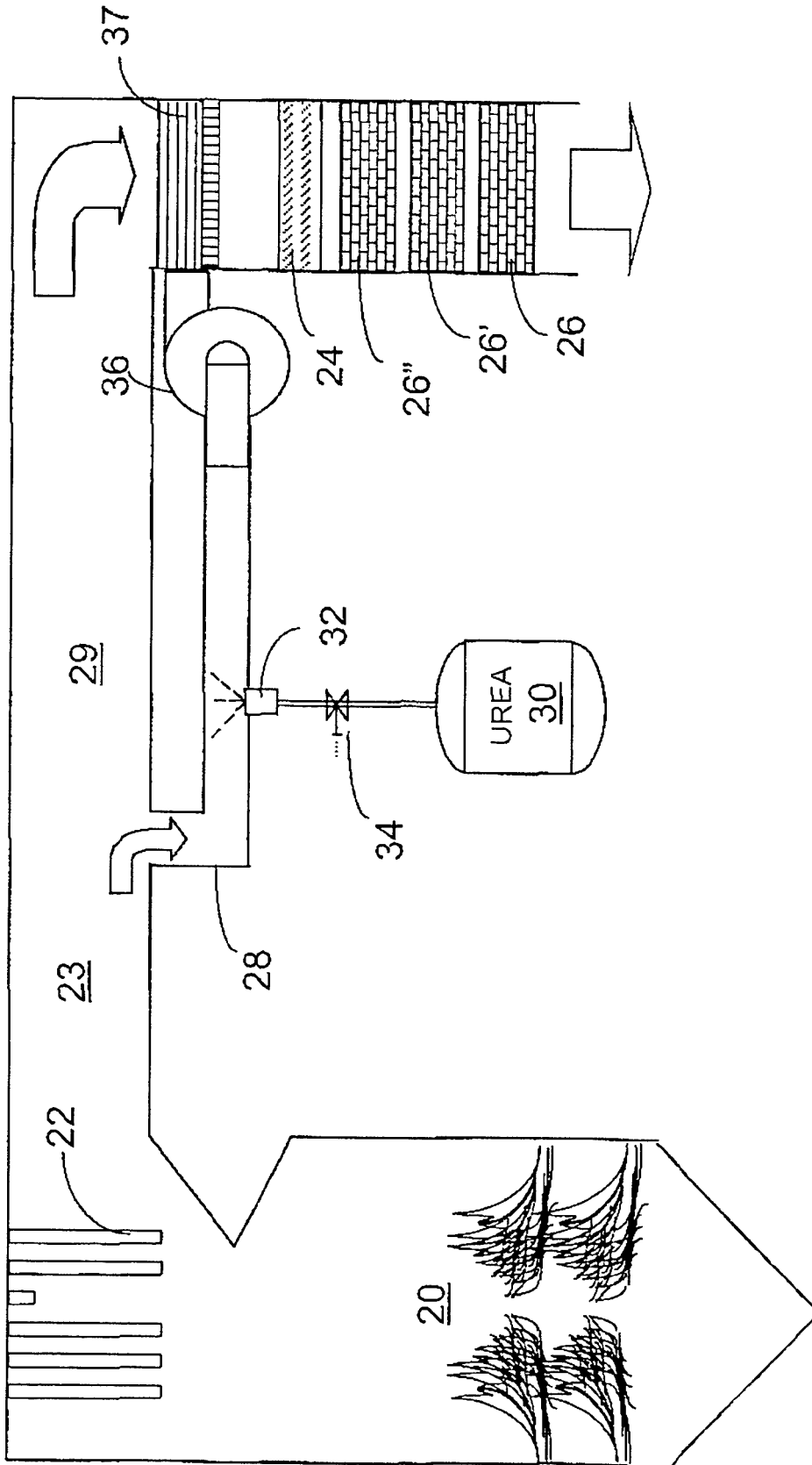


Figura 1

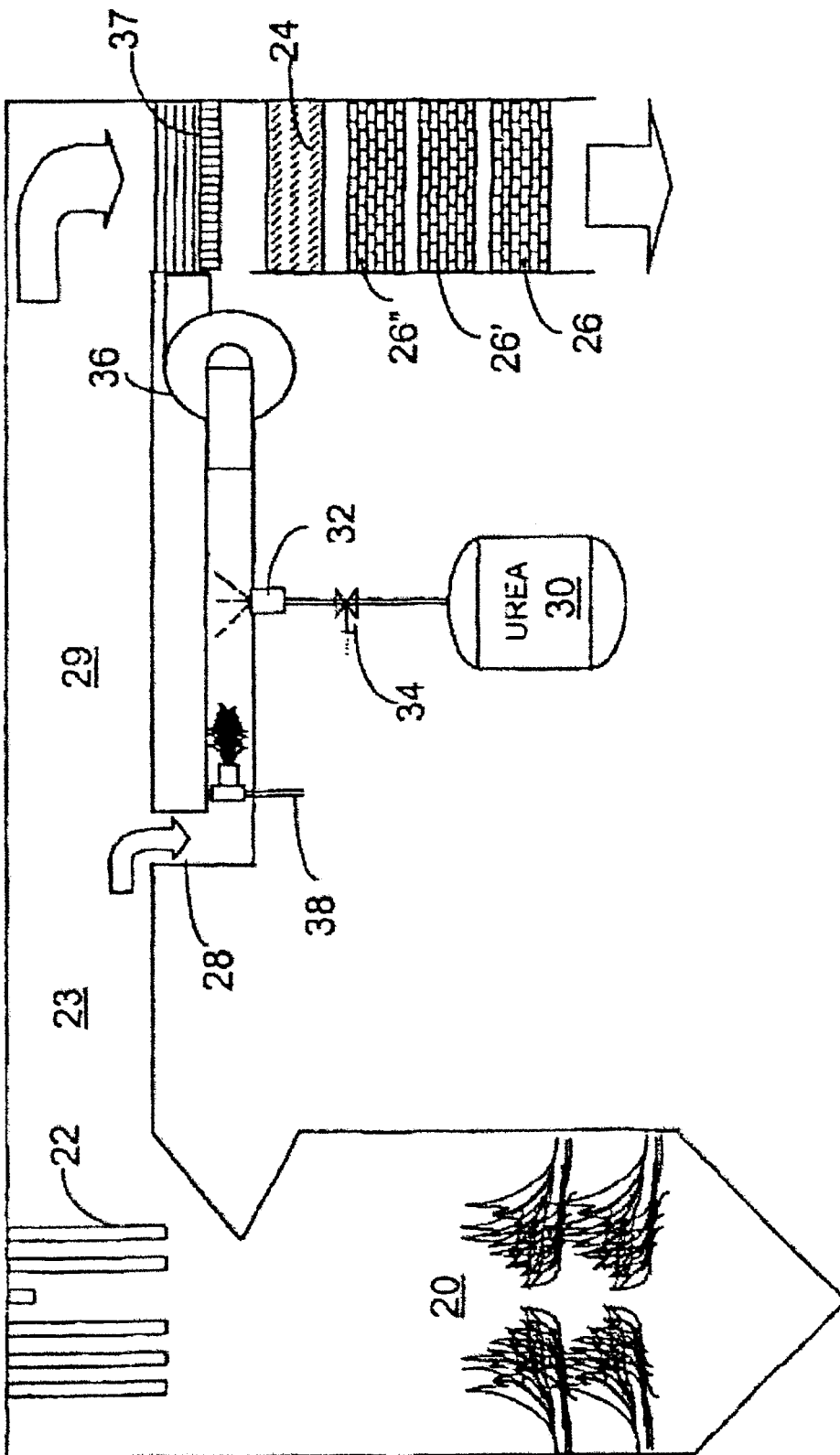


Figura 2

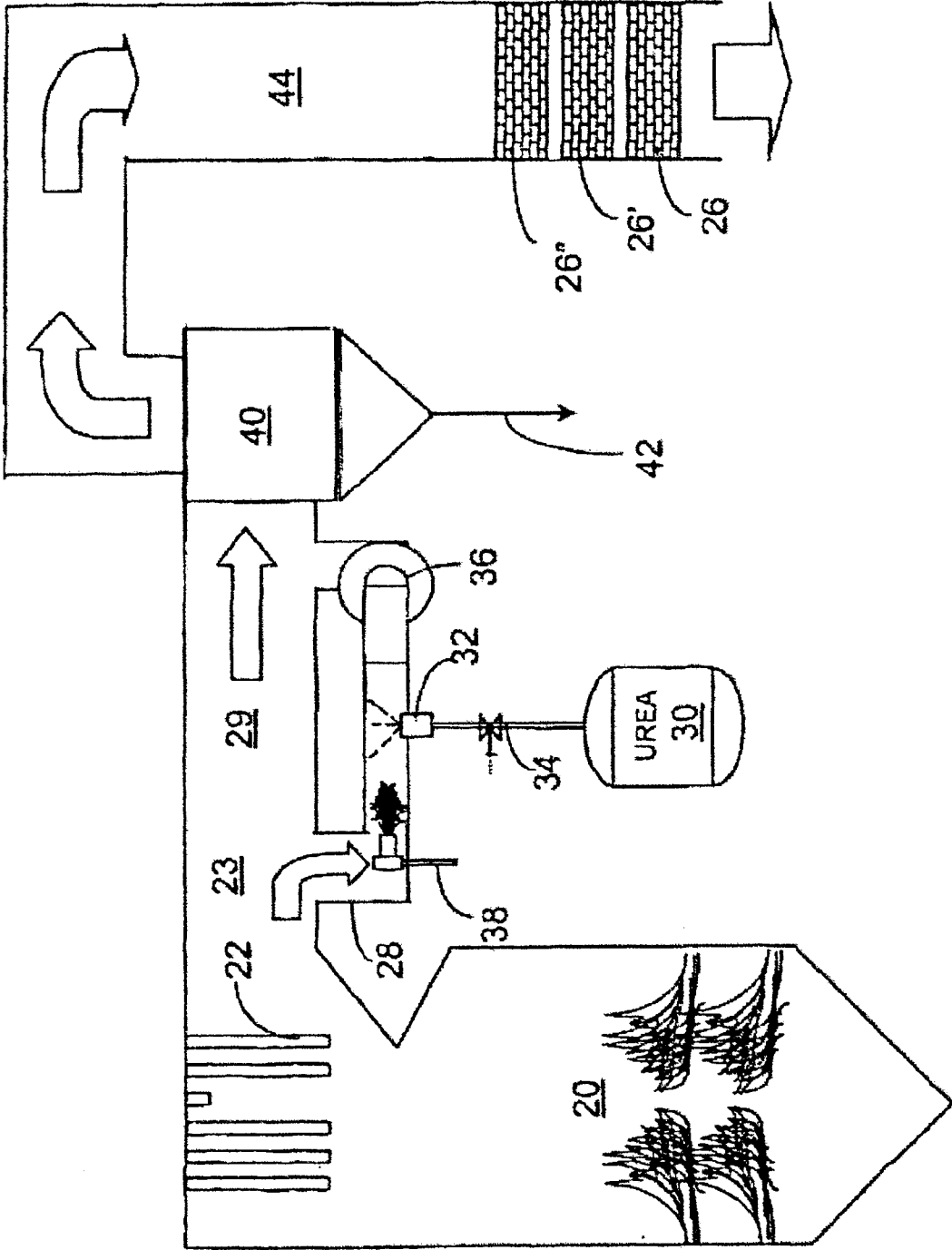


Figura 3

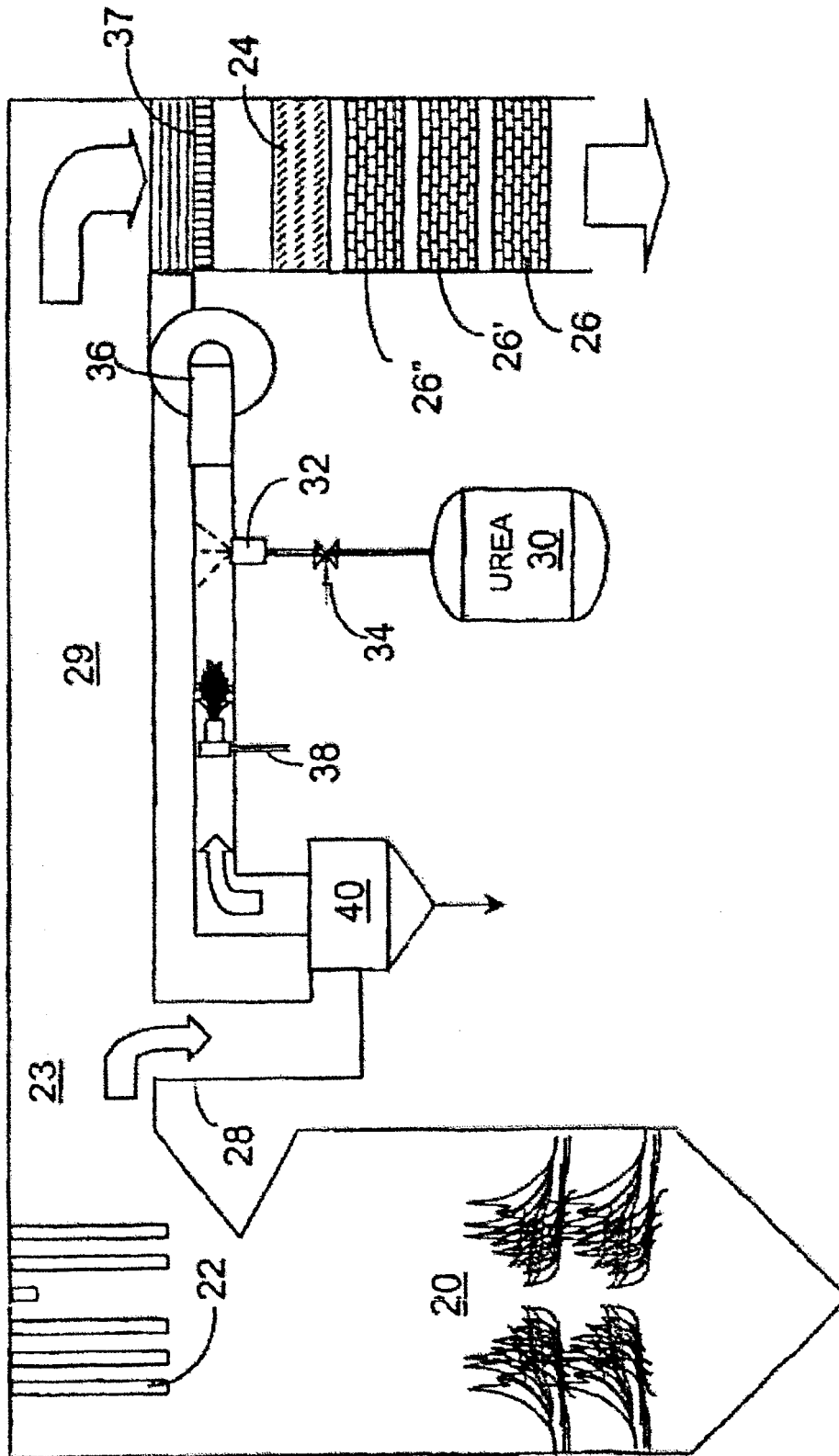


Figura 4

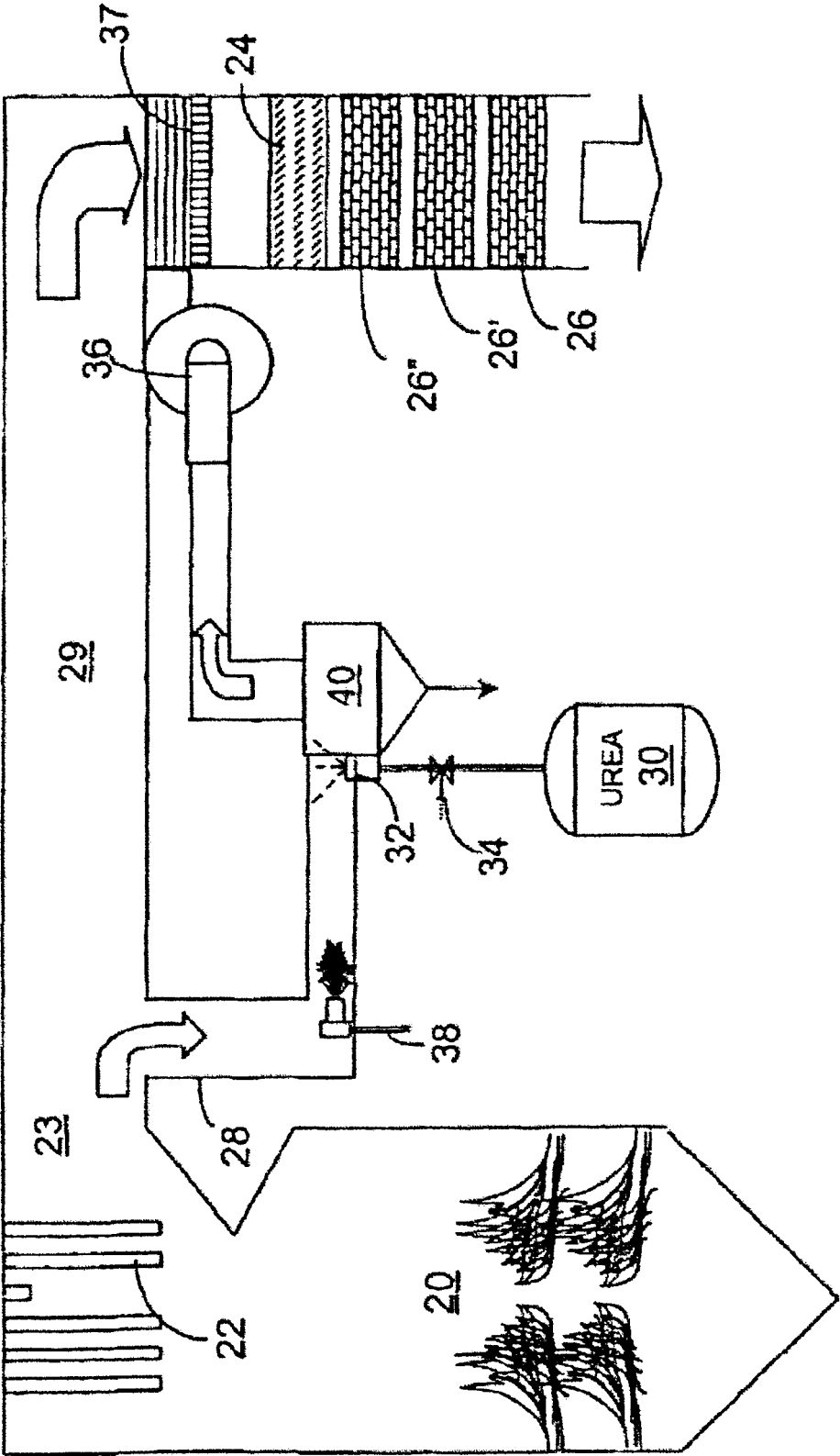


Figura 5

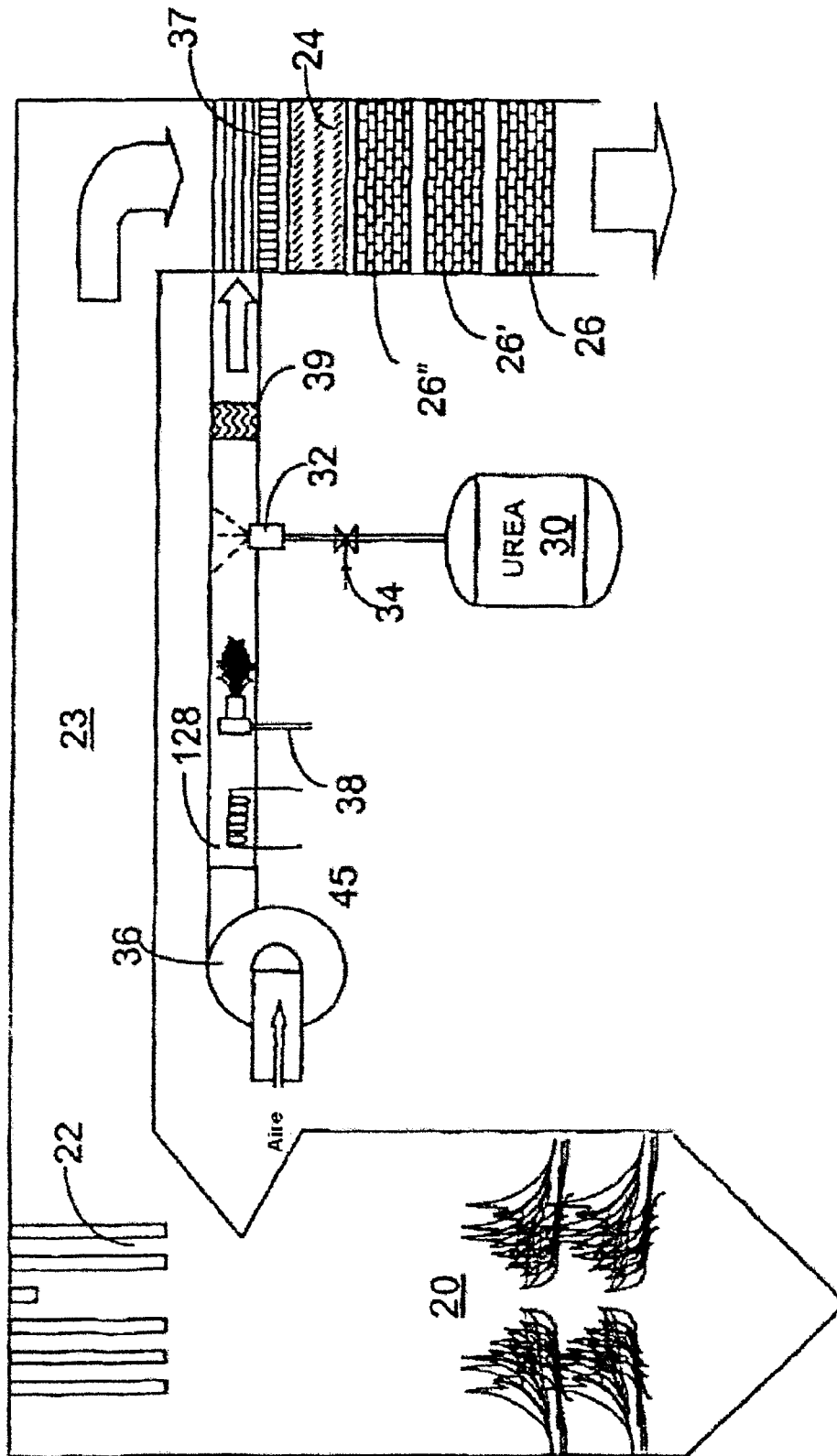


Figura 6

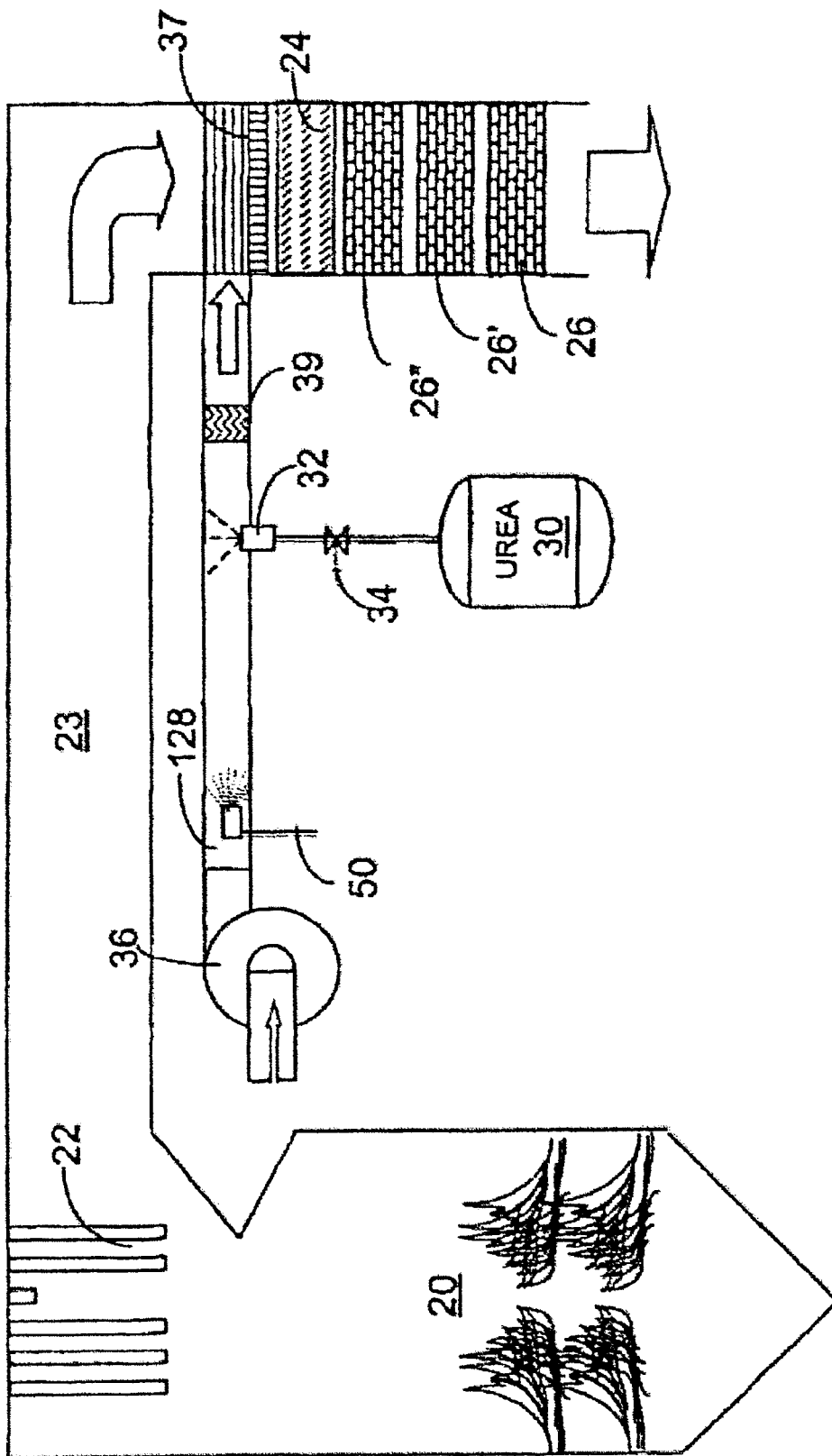


Figura 7

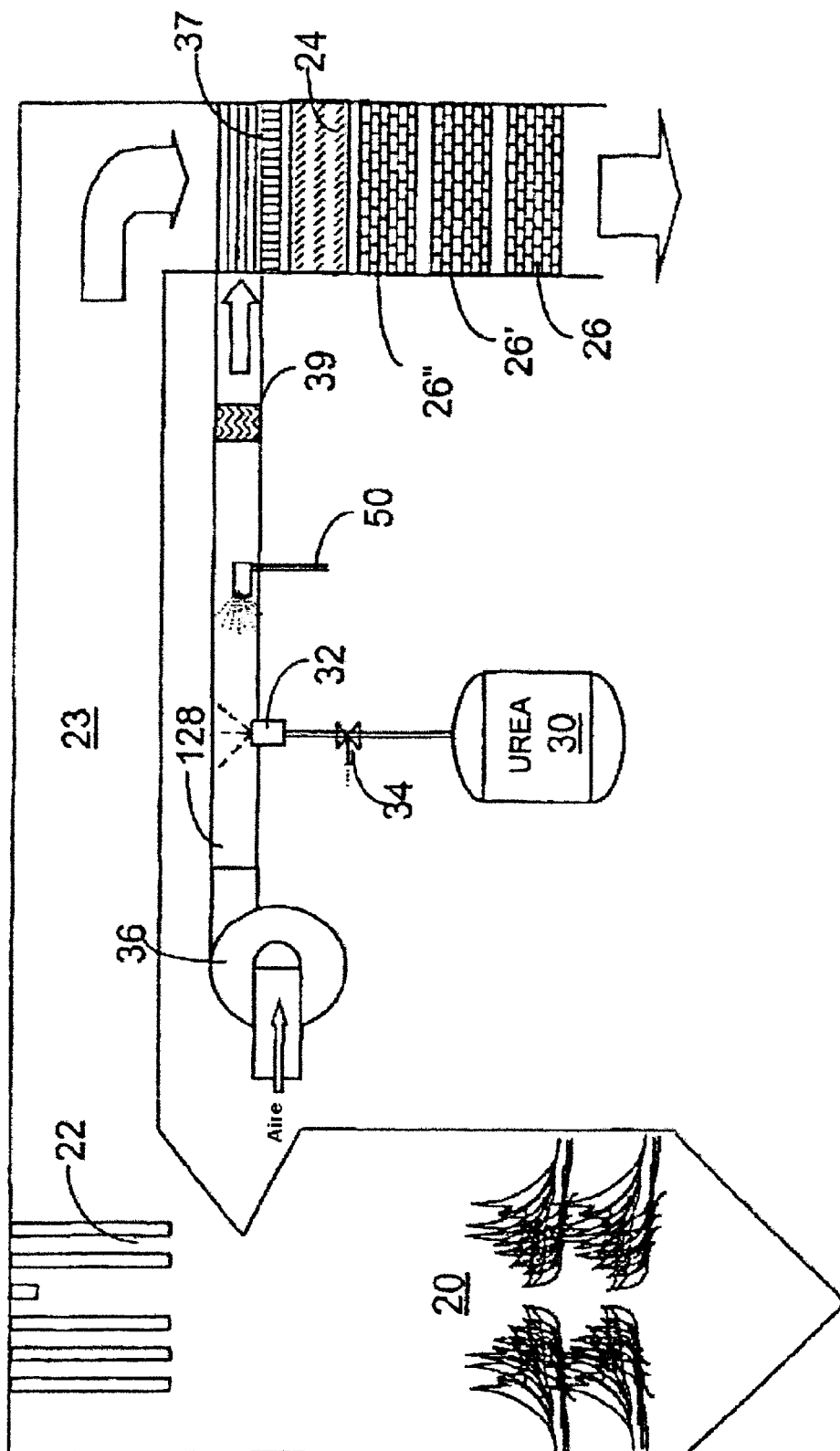


Figura 8

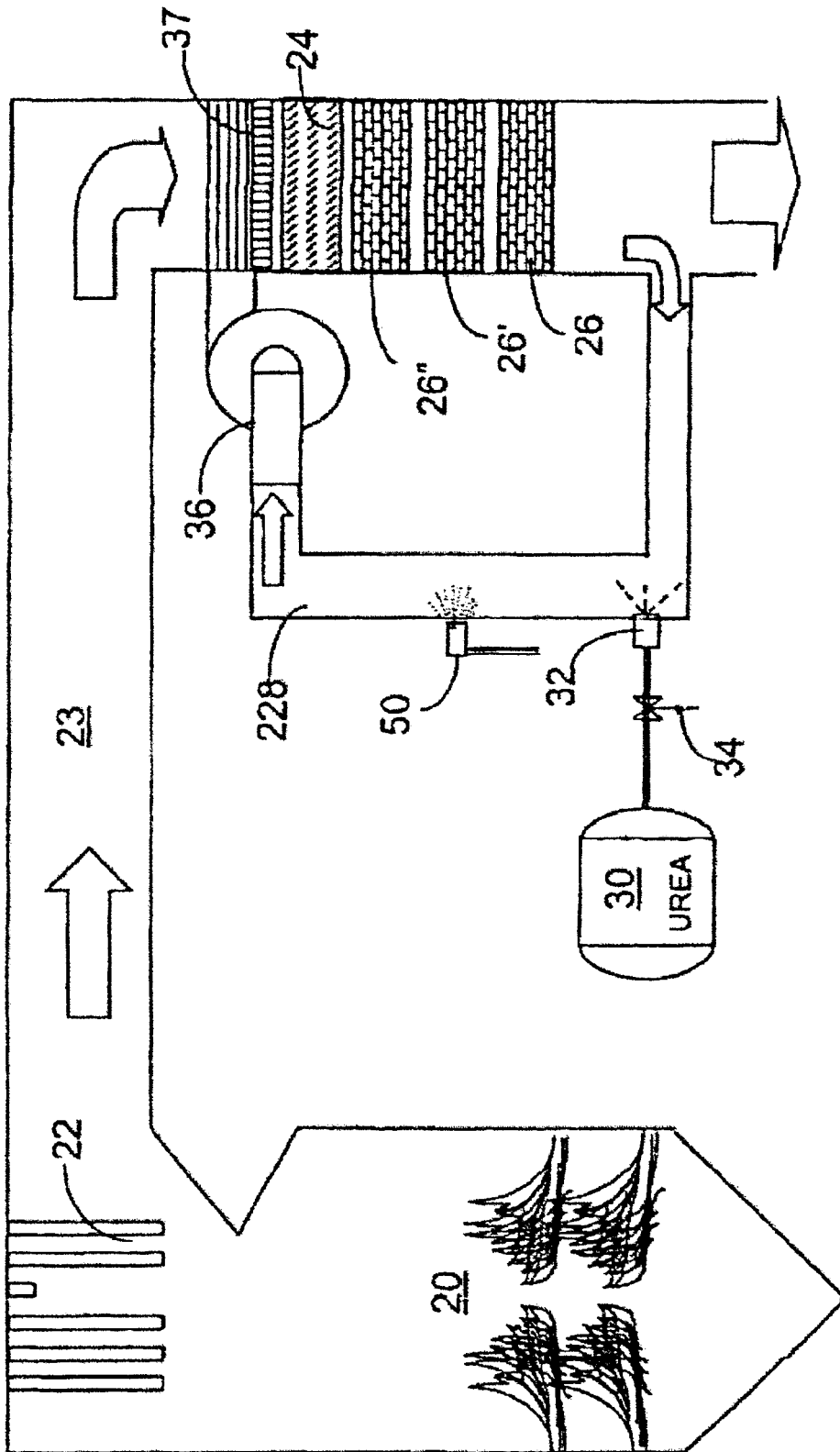


Figura 9

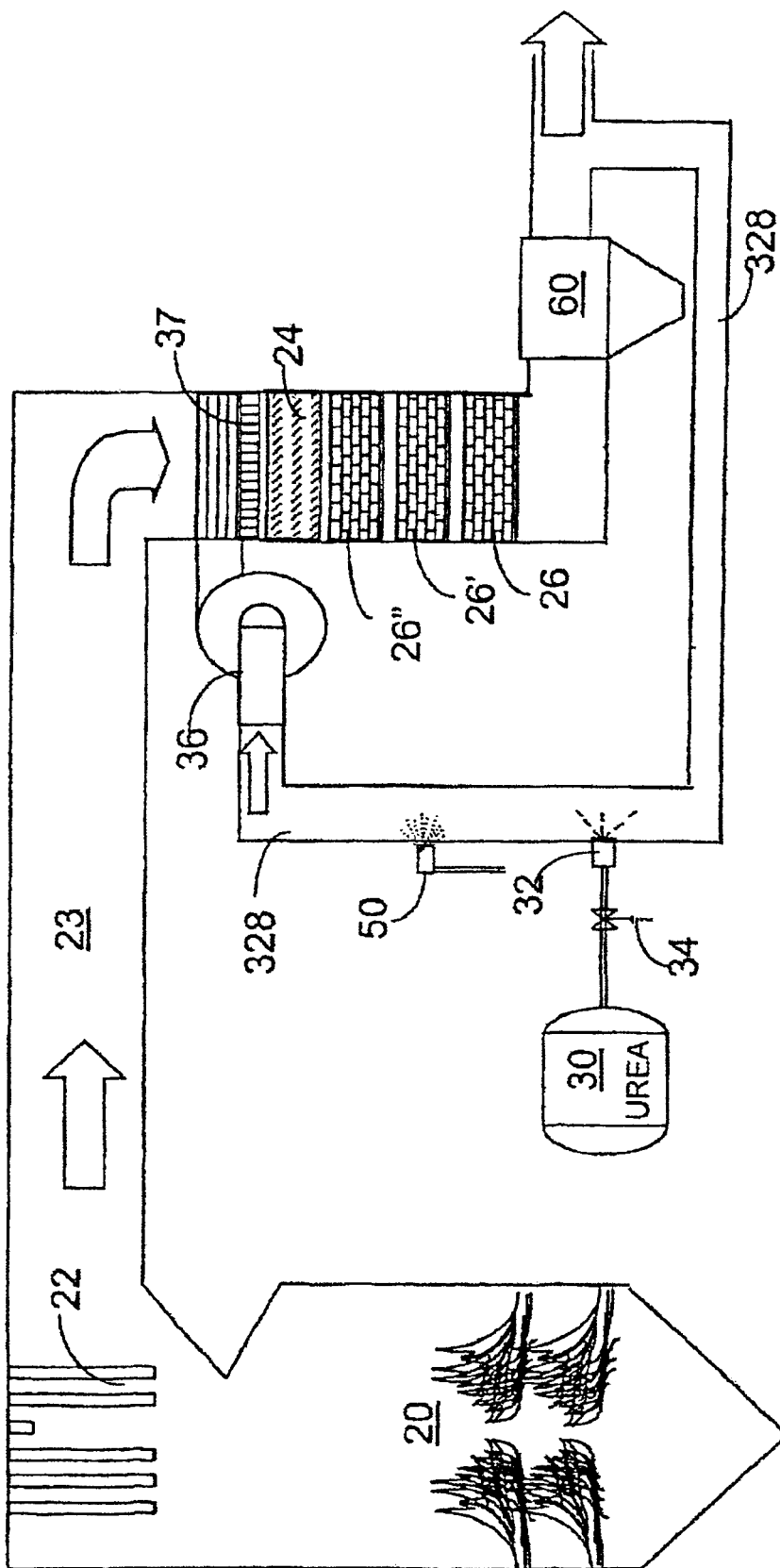


Figure 10

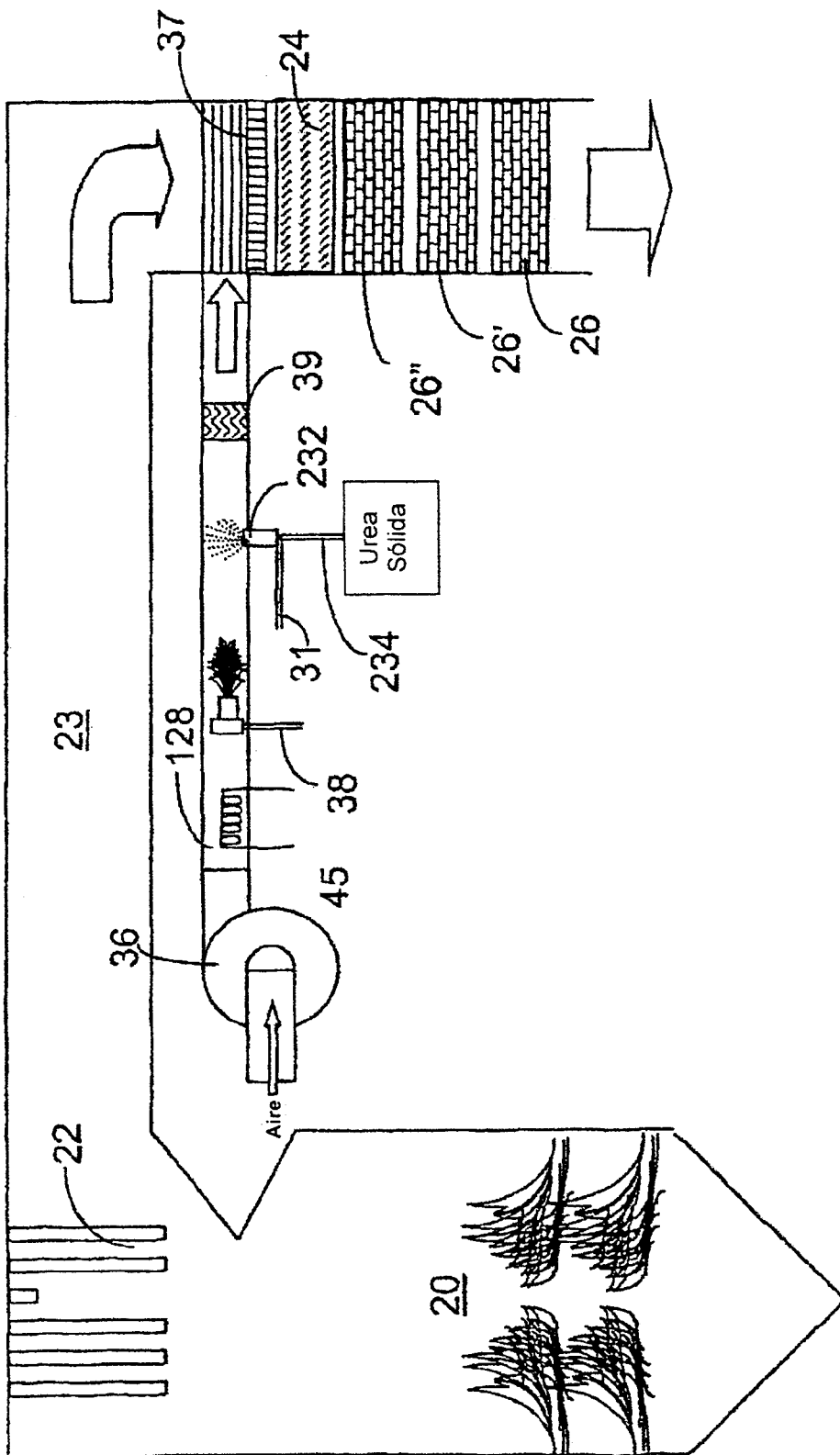


Figura 11