

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 452 301**

51 Int. Cl.:

F23J 15/00 (2006.01)
B01D 53/50 (2006.01)
B01D 53/56 (2006.01)
B01D 53/74 (2006.01)
B01D 53/86 (2006.01)
B01D 53/94 (2006.01)
B01F 3/02 (2006.01)
F15D 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.08.2009 E 09809508 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2014 EP 2320142**

54 Título: **Dispositivo de desnitrificación de gases de combustión**

30 Prioridad:

25.08.2008 JP 2008215992

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

31.03.2014

73 Titular/es:

**BABCOCK-HITACHI KABUSHIKI KAISHA
(100.0%)
14-1 Sotokanda 4- chome
Chiyoda-ku, Tokyo101-0021, JP**

72 Inventor/es:

**WADA, TOSHIMICHI;
YASHIRO, KATSUHIRO y
ISHIZAKI, MASAFUMI**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 452 301 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 desnitrificación de gases de combustión

Campo técnico

- 5 La presente invención se refiere a un desnitricador de gases de escape para un gas de combustión de escape descargado desde un horno de una caldera o similar, y que contiene óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno, y más particularmente, a un desnitricador de gases de escape equipado con un conducto de derivación que se ramifica a partir de un conducto principal para el paso del gas de combustión de escape, se deriva por un intercambiador de calor, y vuelve a unirse al conducto principal.

Antecedentes de la técnica

- 10 El gas de combustión de escape generado como resultado de la combustión, por ejemplo, en un horno de una caldera o similar tiene su calor recuperado por un intercambiador de calor y un economizador de combustible al pasar a través de un conducto principal. Entonces, el gas de combustión de escape se suministra con gas amoníaco para la reducción y eliminación de los óxidos de nitrógeno en el gas de escape y se conduce a un reactor de desnitrificación lleno con un catalizador para la eliminación de óxido de nitrógeno.

- 15 Aquí, si los óxidos de azufre (SO₃ especialmente) existen en el gas de escape y la temperatura los gases de escape es baja (normalmente por debajo en algún lugar entre 250 y 330 °C, aunque esto depende de las concentraciones de amoníaco y de óxidos de azufre en el gas de escape), los óxidos de azufre reaccionan con el gas de amoníaco, lo que resulta en la deposición de sulfato de amonio ácido.

- 20 El sulfato de amonio ácido, que está en un estado líquido, se adhiere a las superficies del catalizador y por lo tanto cubre los sitios activos del catalizador, lo que resulta en una degradación del rendimiento del catalizador. Por lo tanto, el funcionamiento del desnitricador del gas de escape es condicional a mantener la temperatura del gas de escape que fluye hacia el desnitricador del gas de escape por encima de la temperatura a la que el sulfato de amonio ácido comienza a depositarse.

- 25 Para satisfacer esta condición, es una práctica conocida instalar un conducto de derivación que se ramifica a partir de un conducto principal en un lado aguas arriba de un economizador de combustible y vuelve a unirse al conducto principal en un lado aguas abajo del economizador de combustible tal como se describe, por ejemplo, en Literatura de Patente 1. Es decir, el gas de escape de derivación que derivan del economizador de combustible fluyendo a través del conducto de derivación se mantiene a alta temperatura y sin ser enfriado, y, en consecuencia, la temperatura del gas de escape después de la reincorporación al gas de escape principal que fluye a través del conducto principal se puede mantener por encima de la temperatura a la que el sulfato de amonio ácido comienza a depositarse.
- 30

- La Literatura de Patente 2 divulga un aparato de caldera que tiene un horno y una pluralidad de etapas del intercambiador de calor dispuesta en un canal para el gas de combustión descargado desde el horno. El aparato de la caldera está equipado con un desnitricador que utiliza un catalizador y que está dispuesto en la región de temperatura de reacción óptima para el catalizador en el canal. Con el fin de controlar la temperatura del gas de combustión en la región óptima temperatura de reacción, esta región está adaptada para comunicarse con una fuente de gas de alta temperatura o una fuente de gas a baja temperatura a través de una válvula de control. Deseablemente, la parte del canal de gases de combustión que incluye la región de temperatura óptima de reacción se divide en una pluralidad de sistemas y amortiguadores cuya apertura y cierre están controlados que se proporcionan aguas arriba y aguas abajo de la región.
- 35
- 40

- La Literatura de Patente 3 divulga una pluralidad de placas de alisado 5 en una disposición paralela, uno de los fines es que se encuentren en un plano de trazos común (b) y otro de los fines del mismo es que se extiendan hacia el lado cortado unido, con respecto tanto a los flujos independientes 1a y 2b del gas de escape. En la unión (a) de ambos conductos 1 y 2 se proporcionan en la dirección diametral del conducto unido 3 en una relación espaciada adecuada.
- 45

La Literatura de Patente 4 divulga una unión de un conducto principal y un conducto lateral, donde se proporciona una disposición de tres placas paralelas en el conducto principal en la ubicación de la unión.

Lista de citas**Literatura de Patente**

- 50 Literatura de Patente 1: Modelo de Utilidad japonés puesto a disposición del público N° 1-81447
- Literatura de Patente 2: US 4.160.009
- Literatura de Patente 3: JP 59 040004 A

Literatura de Patente 4: JP 61 117989 U

Sumario de la invención

Problema técnico

5 La técnica descrita en la Literatura de patente 1 no tiene en cuenta la forma de igualar rápidamente la temperatura del gas de escape reincorporado.

Es decir, cuando el gas de escape de derivación fluye en el gas de escape principal con alta energía cinética, la mayor parte de el gas de escape de derivación de alta temperatura llegan lejos en una dirección de flujo entrante (en el lado de una pared de conducto principal), y no se propaga ampliamente en el lado cercano en la dirección de entrada. En consecuencia se necesita tiempo para que el gas de escape reincorporado se mezcle, alcanzando de esta manera una temperatura uniforme.

Por lo tanto, con el fin de mantener uniforme la temperatura del gas de escape reincorporado por encima de la temperatura a la que el sulfato de amonio ácido comienza a depositarse, es necesario aumentar la longitud del conducto entre un lugar de encuentro de los gases de escape y un lugar donde se suministra el gas de amoniaco. Sin embargo, esto no es deseable desde el punto de vista de la demanda para el diseño compacto del equipo.

15 Con el fin de igualar rápidamente la temperatura de los gases de escape reincorporados al tiempo que reducir el tamaño del conducto, es concebible, por ejemplo, instalar un mezclador en el conducto para facilitar la mezcla de los gases de escape reincorporados. En este caso, sin embargo, el mezclador producirá proyecto de resistencia, lo que resulta en un aumento de las pérdidas de presión del conducto, lo cual no es deseable.

20 Por lo tanto, un objeto de la presente invención es el de igualar rápidamente la temperatura de los gases de escape reincorporados mientras que frena los incrementos en las pérdidas de presión del conducto.

Solución al Problema

25 En la configuración básica, un desnitrificador de gases de escape según la presente invención incluye un conducto principal adaptado para pasar el gas de combustión de escape descargado desde un horno y que contiene óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno; un intercambiador de calor colocado en el conducto principal y adaptado para enfriar el gas de combustión de escape por intercambio de calor; un conducto de derivación adaptado para ramificarse desde el lado de aguas arriba del conducto principal del intercambiador de calor, derivarse del intercambiador de calor, y reincorporarse en el conducto principal; un sistema de alimentación de amoniaco adaptado para suministrar gas de amoniaco al gas de combustión de escape después de que una derivación de gas de escape que fluye a través del conducto de derivación se reúne con el gas de escape principal que fluye a través del conducto principal, y un reactor de desnitrificación adaptado para eliminar óxidos de nitrógeno del gas de combustión de escape suministrado con el gas de amoniaco.

35 En particular, para resolver los problemas anteriores, el desnitrificador de gases de escape se caracteriza en que: en un lugar de encuentro entre el gas de escape principal y el gas de escape de derivación en el conducto principal, se instala una pluralidad de placas de separación con las superficies de las placas vueltas a un dirección de flujo de entrada del gas de escape de derivación, dividiendo un canal principal de gases de escape en una pluralidad de subcanales a lo largo de una dirección de flujo del gas de escape principal, donde los extremos del lado aguas arriba de la pluralidad de placas de separación a lo largo de una dirección de flujo de entrada del gas de escape principal enfrenta a el gas de escape de derivación entrantes al ser desplazados el uno del otro hacia un lado aguas arriba del gas de escape principal a partir de un lado de entrada del gas de escape de derivación, y una paleta de ajuste giratoria se instala en el lugar de encuentro del conducto de derivación con el conducto principal para ajustar la dirección del flujo del gas de escape de derivación que fluye en el conducto principal.

45 Es decir, las placas de separación instaladas de esta manera hacen que el gas de escape de derivación que fluye en el conducto principal cambie de dirección de flujo al entrar en contacto con las placas de separación individuales y fluya aguas abajo del gas de escape principal mientras se mezcla con el gas de escape principal en los subcanales individuales formados por las respectivas placas de separación. En consecuencia, el gas de escape de derivación se extiende de manera uniforme desde el lado más cercano hacia el lado más alejado en la dirección de entrada del gas de escape de derivación, es decir, en la dirección radial del conducto principal, igualando proporciones de flujo entre el gas de escape principal y el gas de escape de derivación entre los respectivos subcanales. Además, las placas de separación, que se instalan a lo largo de la dirección de flujo del gas de escape principal, no afectan significativamente la resistencia a la corriente. Esto hace que sea posible igualar la temperatura de los gases de escape reincorporados rápidamente mientras que se incrementa el frenado en las pérdidas de presión del conducto.

55 Además, cuando un caudal del gas de escape de derivación se ajusta con un amortiguador o similar instalado en el conducto de derivación basado, por ejemplo, de la temperatura de los gases de escape reincorporados, la relación de flujo entre el gas de escape principal y el gas de escape de derivación variará. Incluso en tal caso, ya que la dirección de flujo del gas de escape de derivación que fluye en el conducto principal se ajusta mediante el ajuste de un ángulo de inclinación de la paleta de ajuste, el gas de escape de derivación se puede transmitir de manera

uniforme en los respectivos subcanales formados por las placas de separación, igualando las relaciones de flujo entre los dos tipos de gases de escape entre los respectivos subcanales.

Además, incluso cuando la relación de flujo entre el gas de escape principal y el gas de escape de derivación se fija en cierta medida, si las corrientes de gas de escape de derivación que fluyen a través de los respectivos subcanales formados por las placas de separación varían unas respecto a otras, al diferir de un valor de diseño, la paleta de ajuste se puede utilizar para hacer ajustes a fin de producir un flujo uniforme.

El ángulo de inclinación de la paleta de ajuste se puede ajustar de acuerdo con la relación de flujo entre el gas de escape principal y el gas de escape de derivación. Por ejemplo, la relación de flujo entre los dos tipos de gases de escape y el ángulo de inclinación correspondiente de la paleta de ajuste que igualará las relaciones de flujo entre los dos tipos de gases de escape entre los respectivos subcanales se puede determinar por experimento o similar por adelantado y se almacena en la memoria como una tabla o como valores numéricos. Entonces, mediante la instalación de medidores de flujo en los dos conductos de salida para el ángulo de inclinación utilizando lecturas del medidor de caudal como valores de entrada, el ángulo de inclinación puede ser ajustado basado en el valor de salida.

15 Efectos ventajosos de la invención

La presente invención puede nivelar la temperatura del gas de escape reincorporados rápidamente mientras que contiene incrementos en las pérdidas de presión del conducto.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en sección longitudinal que muestra esquemáticamente una configuración global de una línea de gas de escape utilizando un desnitrificador de gas de escape según la presente forma de realización.

La figura 2 es un diagrama que muestra un ejemplo de flujo en un lugar de encuentro entre el gas de escape principal y el gas de escape de derivación.

La figura 3 es un diagrama que muestra un primer ejemplo de un lugar de encuentro.

La figura 4 es un diagrama que muestra un segundo ejemplo de un lugar de encuentro.

La figura 5 es un diagrama que muestra un tercer ejemplo de un lugar de encuentro.

La figura 6 es un diagrama que muestra un cuarto ejemplo de un lugar de encuentro.

La figura 7 es un diagrama que muestra un quinto ejemplo de un lugar de encuentro.

Descripción de las realizaciones

Se describirá a continuación una forma de realización de un desnitrificador de gases de escape resultante de la aplicación de la presente invención. Por cierto, en la siguiente descripción, los mismos componentes funcionales se designan con los mismos números de referencia, y se omitirá la descripción redundante de los mismos.

La figura 1 es una vista en sección longitudinal que muestra esquemáticamente una configuración global de una línea de gas de escape utilizando el desnitrificador de gases de escape según la presente forma de realización. Por cierto, de acuerdo con la presente forma de realización, una caldera se toma como un ejemplo de una fuente de gases de escape, y el desnitrificador de gases de escape se utiliza para el gas de combustión de escape descargado de la caldera. Sin embargo, esto no es restrictivo, y el desnitrificador de gases de escape es aplicable al gas de combustión de escape descargado que contiene óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno.

Como se muestra en la figura 1, el desnitrificador de gases de escape 10 según la presente forma de realización incluye un conducto principal 16 adaptado para que pase el gas de combustión de escape descargado desde un horno 14 de una caldera 12 y que contiene óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno, intercambiadores de calor 18 y 20 colocados en el conducto principal 16 y adaptados para enfriar el gas de combustión de escape por intercambio de calor, y un economizador de combustible 22 colocado de manera similar en el conducto principal 16 y adaptado para bajar la temperatura del gas de combustión de escape por intercambio de calor. Los intercambiadores de calor 18 y 20 y el economizador de combustible 22 se instalan en serie en este orden a partir de un lado aguas arriba del gas de combustión de escape.

Asimismo, el desnitrificador de gases de escape 10 incluye un conducto de derivación 24 adaptado para ramificarse desde el conducto principal 16 entre el intercambiador de calor 20 y el economizador de combustible 22, desviarse del economizador de combustible 22, y reunirse con el conducto principal 16, un sistema de alimentación de amoníaco 30 adaptado para suministrar gas de amoníaco al gas de combustión de escape después de que el gas de escape de derivación 28 que fluye a través del conducto de derivación 24 se reúne con el gas de escape principal 26 que fluye a través del conducto principal 16, y un reactor de desnitrificación 32 adaptado para eliminar óxidos de

nitrógeno del gas de combustión de escape suministrado con gas amoníaco.

Un sensor de temperatura 34 adaptado para detectar la temperatura del gas de combustión de escape está instalado en una ubicación aguas arriba de, y adyacente a, la parte del conducto principal 16, donde se suministra gas amoníaco. También, un amortiguador de derivación 36 está instalado en el conducto de derivación 24, donde el amortiguador de derivación 36 es giratorio y está adaptado para controlar el volumen de flujo del gas de escape de derivación 28 que fluye a través del conducto de derivación 24, en base a la temperatura detectada por el sensor de temperatura 34 .

A propósito, el sistema de alimentación de amoníaco 30 está destinado a conducir el gas de amoníaco se utiliza para la reducción y eliminación de los óxidos de nitrógeno en el gas de combustión de escape en el conducto principal a través de un conducto 37 y suministrar el gas de amoníaco al gas de combustión de escape utilizando una boquilla de inyección 38. El reactor de desnitrificación 32 se llena con un catalizador 40 se utiliza para eliminar los óxidos de nitrógeno del gas de combustión de escape.

A continuación, se dará una descripción de un paso en el que el gas de combustión de escape descargado desde el horno 14 de la caldera 12 se procesa en el desnitrificador de gas de escape.

El gas de combustión de escape generado como resultado de la combustión en el horno 14 de la caldera 12 tiene calor recuperado del mismo por los intercambiadores de calor 18 y 20 y el economizador de combustible 22 está instalado más aguas abajo de los tres, y luego tiene gas de amoníaco inyectado a su interior por el sistema de alimentación de amoníaco 30. Entonces, el gas de combustión de escape se introduce en el reactor de desnitrificación 32, donde los óxidos de nitrógeno se eliminan del gas de combustión de escape por la acción del catalizador 40.

Aquí, si los óxidos de azufre (especialmente SO_3) existen en el gas de combustión de escape y la temperatura del gas de escape es baja (normalmente por debajo en algún lugar entre 250 y 330°C, aunque esto depende de las concentraciones de amoníaco y de óxidos de azufre en el gas de escape), los óxidos de azufre reaccionan con el gas de amoníaco, lo que resulta en la deposición de sulfato de amonio ácido.

El sulfato de amonio ácido, que está en un estado líquido, se adhiere a las superficies del catalizador 40 y por lo tanto cubre los sitios activos del catalizador, esto resulta en una degradación del rendimiento del catalizador. Por lo tanto, como una condición para el funcionamiento de los gases de escape desnitrificador 10, la temperatura del gas de escape que fluye hacia la porción donde el gas de amoníaco se suministra debe mantenerse por encima de la temperatura a la que el sulfato de amonio ácido comienza a depositarse.

La temperatura de los gases de escape de salida de la caldera, es decir, la temperatura de los gases de escape de salida del economizador de combustible 22, cambia junto con la carga de la caldera: sigue siendo baja en condiciones de baja carga de la caldera y se eleva a medida que aumenta la carga. Sin embargo, una reciente tendencia de diseño es una carga de trabajo mínima inferior de la caldera. Esto es porque hay una demanda de una planta altamente operativa que pueda responder con mayor flexibilidad a los cambios en las condiciones de suministro de energía mediante la ampliación de un rango de carga de funcionamiento de la caldera.

Sin embargo, en la operación de carga baja requerida, es probable que la temperatura del gas de escape no sea suficientemente alta para satisfacer temperatura de funcionamiento del desnitrificador.

Además, se requiere para comenzar a operar el desnitrificador en el arranque de la planta cuando la temperatura del gas de escape es baja. Esto es debido a las necesidades sociales dictan que puede realizarse una planta de menor contaminación accionando el desnitrificador siempre que sea posible durante el funcionamiento de la planta.

En este caso nuevamente, puede ser necesario operar el desnitrificador en condiciones en las que la temperatura del gas de escape no es suficientemente alta para satisfacer la temperatura de funcionamiento del desnitrificador.

En vista de este punto, se proporciona el conducto de derivación 24 que pasa por el economizador de combustible 22. En consecuencia, el gas de escape de derivación de gas 28 fluye a través del conducto de derivación 24 mantiene una temperatura alta y sin ser enfriado en el economizador de combustible 22 y se reúne con el gas de escape principal 26 enfriado mientras fluye a través del conducto principal 16. Esto hace que sea posible mantener la temperatura de los gases de escape reincorporados a un nivel superior con el fin de satisfacer la temperatura de funcionamiento del desnitrificador.

En esta conexión, un caudal del gas de escape de derivación 28 que pasa por el economizador de combustible 22 puede ser controlada por el amortiguador de derivación del economizador de combustible 36 en base a la temperatura detectada por el sensor de temperatura 34 de manera que la temperatura del gas de escape en la parte en la que se suministra el gas de amoníaco se mantendrá igual o superior a una temperatura operativa del desnitrificador.

Deseablemente, el gas de escape principal de baja temperatura reincorporado y el gas de escape de derivación de alta temperatura se mezclan, lo que resulta en una distribución de temperatura uniforme en una dirección radial del

conducto principal 16 hasta que se inyecta el gas de amoníaco, es decir, hasta que el gas de amoníaco alcanza la boquilla de inyección 38. Esto es porque si la distribución de la temperatura se dispersa, el sulfato de amonio ácido se produce en regiones de baja temperatura, o incluso si el sulfato de amonio ácido no se produce en las regiones de baja temperatura, la temperatura en las regiones de alta temperatura será más alta de lo necesario. En otras palabras, idealmente la distribución de temperatura es uniforme y la temperatura satisface los requisitos mínimos para la prevención de la deposición de sulfato de amonio ácido.

Por lo tanto, para que la distribución de la temperatura del gas de combustión de escape formado por el gas de escape principal reincorporado y el gas de escape de derivación sea uniforme, el tamaño del conducto L1 como se muestra en la figura 1, medida desde el lugar de encuentro a la boquilla de inyección 38 necesita ser suficientemente largo para mezclar de forma suficiente el gas de escape principal y el gas de escape de derivación.

Por cierto, cuando se consideran los flujos del gas de escape principal y el gas de escape de derivación en su lugar de encuentro, los flujos son, por ejemplo, como se muestra en la figura 2. La figura 2, que es una vista ampliada del lugar de encuentro 42 entre el conducto principal 16 y el conducto de derivación 24 que se muestra en la figura 1, muestra los flujos de ejemplo del gas de escape principal y del gas de escape de derivación en el lugar de encuentro. Como se muestra en la figura 2, cuando el gas de escape de derivación fluye en el gas de escape principal con alta energía cinética, la mayor parte del gas de escape de derivación a alta temperatura llega lejos en una dirección de flujo entrante (en el lado de una pared de conducto principal) (que resulta en aumento de d_2), y no se extiende ampliamente en el lado cercano en la dirección de entrada. En consecuencia se necesita tiempo para que la temperatura del gas de escape reincorporado se vuelva uniforme mediante la mezcla.

Por lo tanto, es esencialmente necesario aumentar el tamaño de L1. Sin embargo, esto va en contra de la demanda de diseño compacto del desnitrificador, y no es deseable.

Por otro lado, con el fin de mezclar suficientemente los gases de escape principal y de derivación mientras que disminuye el tamaño de L1, es concebible instalar un mezclador o similar entre el lugar de encuentro de los dos tipos de gas de escape y la boquilla de inyección 38 para facilitar la mezcla de los gases de escape. Sin embargo, esto causará pérdidas de corriente en el conducto principal 16, y no es deseable en términos de pérdidas de presión. Las pérdidas de corriente resultan de la resistencia a la corriente causada por el mezclador, incluso durante el funcionamiento a alta carga, aunque con aumentos en la carga de la caldera, la temperatura del gas de escape se eleva, eliminando la necesidad de operar la derivación del economizador de combustible.

El desnitrificador de gas de escape según la presente forma de realización se ha aplicado para hacer frente a este problema y se caracteriza porque múltiples placas de separación se instalan en el lugar de encuentro entre el gas de escape principal 26 y el gas de escape de derivación 28 en el conducto principal 16. Esta porción característica se describirá a continuación con referencia a varios ejemplos.

Primer ejemplo

La figura 3 es una vista ampliada del lugar de encuentro 42 entre el conducto principal 16 y el conducto de derivación 24 que se muestra en la figura 1. Como se muestra en la figura 3, en el lugar de encuentro entre el gas de escape principal 26 y el gas de escape de derivación 28 en el conducto principal 16, se instalan tres placas de separación 44 con las superficies de las placas vueltas hacia la dirección de flujo de entrada del gas de escape de derivación 28, dividiendo un canal de gas de escape principal en una pluralidad de subcanales a lo largo de la dirección de flujo del gas de escape principal 26. Además, los extremos del lado aguas arriba de las placas de separación 44 a lo largo de la dirección de flujo de entrada del gas de escape principal se enfrentan al gas de escape de derivación entrante al ser desplazados el uno del otro hacia el lado aguas arriba del gas de escape principal a partir del lado de entrada del gas de escape de derivación.

Las placas de separación 44 instaladas de esta manera hacen que la derivación de gas de escape 28 que fluye en el conducto principal 16 entre en contacto con las placas de separación 44 en secuencia desde el lado aguas abajo al lado aguas arriba del gas de escape principal 26 y con ello fluyendo aguas abajo del gas de escape principal mientras que se mezcla con el gas de escape principal 26 en los subcanales individuales formados por las respectivas placas de separación.

En consecuencia, el gas de escape de derivación 28 se extiende de manera uniforme desde el lado cercano hacia el lado más alejado en la dirección de entrada del gas de escape de derivación, que es, en dirección radial del conducto principal, igualando proporciones de flujo entre el gas de escape principal y el gas de escape de derivación entre los respectivos subcanales. Además, las placas de separación 44, que se instalan a lo largo de la dirección de entrada del colector de gas de escape 26, no afectan significativamente la resistencia a la corriente. Por lo tanto, el rendimiento de la planta no se ve afectado.

Esto hace que sea posible igualar rápidamente la temperatura de los gases de escape reincorporados mientras que frena incrementos en las pérdidas de presión del conducto principal 16. También, mientras que disminuye el tamaño del conducto L1 medido desde el lugar de encuentro de los dos tipos de gases de escape a la boquilla de inyección 38, el presente ejemplo proporciona un efecto de mezcla similar al disponible con un tamaño largo del conducto L1, lo que permite un diseño compacto del equipo .

Aunque en el presente ejemplo, tres placas de separación 44 están instaladas en el conducto principal, formando de esta manera cuatro subcanales sustancialmente uniformes, el número de placas de separación se selecciona según sea apropiado dependiendo de la relación de diámetro D del conducto principal respecto al tamaño del conducto $L1$ medido desde el punto de encuentro entre el gas de escape principal 26 y el gas de escape de derivación 28 a la boquilla de inyección 38.

Es decir, cuanto mayor sea el diámetro del conducto D con respecto a la distancia $L1$ en la que se mezclan el gas de escape principal 26 y el gas de escape de derivación 28, más significativa es la dispersión de la distribución de temperatura en la dirección radial del conducto, lo que aumenta el tiempo requerido para igualar la temperatura y por lo que es necesario aumentar el número de placas de separación 44. En otras palabras, ya que las características de mezcla están afectadas por la relación del diámetro equivalente D del conducto dividido por las placas de separación 44 respecto a la distancia de mezcla $L1$, cuando la distancia de mezcla $L1$ es corta, es necesario aumentar el número de placas de separación para facilitar la mezcla.

Por otro lado, los tamaños $S1$ a $S3$ de las placas de separación individuales 44 que se enfrentan al gas de escape de derivación de entrada 28, así como los tamaños $D1$ a $D3$ entre la pared del conducto y las placas de separación 44 se determinan teniendo en cuenta la energía cinética del gas de escape de derivación 28 y la energía cinética del gas de escape principal 26. Es decir, los tamaños $S1$ a $S3$ y los tamaños $d1$ a $d3$ se determinan de tal manera como para igualar las relaciones entre velocidades de flujo del gas de escape principal y las velocidades de flujo del gas de escape de derivación que fluye en los subcanales individuales formado por las placas de separación 44.

Para la discusión concreta, es útil el uso de software de simulación de flujo cuya precisión computacional ha mejorado enormemente con los últimos avances de la informática.

Segundo ejemplo

La figura 4 es una vista ampliada del lugar de encuentro 42 entre el conducto principal 16 y el conducto de derivación 24 que se muestra en la figura 1. En el presente ejemplo, además de la instalación de las placas de separación 44 como en el caso del primer ejemplo, están instalados álabes de ajuste en el conducto de derivación 24. Sólo se describirán las diferencias con el primer ejemplo, y se omitirán la descripción de las otras partes.

Como se muestra en la figura 4, las paletas de ajuste giratorio 48 están instaladas en el lugar de encuentro 42 del conducto de derivación 24 con el conducto principal 16 para ajustar la dirección del flujo del gas de escape de derivación 28 que desemboca en el conducto principal 16.

Cuando la compuerta de derivación 36 está instalada en el conducto de derivación 24 como se describe anteriormente y el caudal del gas de escape de derivación 28 se ajusta cambiando un ángulo de inclinación en base a los valores detectados del sensor de temperatura 34, la relación de flujo entre el gas de escape principal 26 y el gas de escape de derivación 28 cambia.

Por ejemplo, ya que la temperatura del gas de escape de salida del economizador de combustible es baja en una etapa inicial de la puesta en marcha de la caldera, la relación de flujo del gas de escape de derivación 28 al colector de gas de escape 26 es característicamente alta, y, posteriormente, la relación disminuye con aumentos en la carga de la caldera. Es decir, puesto que la relación de flujo entre los dos tipos de gases de escape cambia, también lo hace un patrón de flujo de entrada del gas de escape de derivación 28 que desemboca en el conducto principal 16.

Incluso en tal caso, el presente ejemplo puede ajustar los ángulos de inclinación del ajuste de las paletas 48, ajustando de ese modo la dirección del flujo del gas de escape de derivación 28 que desemboca en el conducto principal 16, y con ello igualar las relaciones entre las velocidades de flujo del gas de escape principal y las velocidades de flujo del gas de escape de derivación que fluye en los subcanales individuales formados por las placas de separación 44.

Por ejemplo, ya que las relaciones de flujo entre el gas de escape principal y el gas de escape de derivación son uniformes entre los diferentes subcanales y están en buenas condiciones, si el caudal del gas de escape principal se disminuye y la velocidad del gas de escape de derivación de flujo se aumenta, se pueden hacer ajustes según sea necesario, en base a los análisis de flujo, tales como cambio de la dirección de entrada del gas de escape de derivación hacia el lado aguas abajo del gas de escape principal girando el ajuste de las paletas 48.

Además, incluso cuando la relación de flujo entre el gas de escape principal 26 y el gas de escape de derivación 28 se fija en cierta medida, los volúmenes del gas de escape de derivación 28 que fluye a través de los respectivos subcanales formados por las placas de separación 44 varían entre sí, difiriendo de un valor de diseño, se puede utilizar el ajuste de las paletas 48 para hacer ajustes a fin de producir un flujo uniforme.

Los ángulos de inclinación de las paletas de ajuste 48 se pueden ajustar en base a la relación de flujo entre el gas de escape principal 26 y el gas de escape de derivación 28. Por ejemplo, la relación de flujo entre los dos tipos de gases de escape y los ángulos de inclinación correspondientes de las paletas de ajuste que igualarán las relaciones de flujo entre los dos tipos de gases de escape entre los respectivos subcanales se puede determinar por experimento o similar anticipadamente y se almacena en la memoria como una tabla o como valores numéricos.

Entonces, mediante la instalación de medidores de flujo en los dos conductos de salida de los ángulos de inclinación utilizando lecturas del medidor de caudal como valores de entrada, los ángulos de inclinación se pueden ajustar basándose en el valor de salida.

Tercer Ejemplo

5 La figura 5 es una vista ampliada del lugar de encuentro 42 entre el conducto principal 16 y el conducto de derivación 24 se muestra en la figura 1. El presente ejemplo es una variación del primer ejemplo y utiliza diferentes formas del conducto principal 16 y de las placas de separación 44. Por lo tanto, sólo se describirán las diferencias del primer ejemplo, y se omitirá la descripción de las otras partes.

10 Como se muestra en la figura 5, de acuerdo con el presente ejemplo, el conducto principal 16 está formado para aumentar gradualmente en diámetro a medida que avanza corriente abajo de cerca el lugar de encuentro de los dos tipos de gases de escape. En este caso, estando instaladas con las superficies de la placa vueltas hacia la dirección de flujo de entrada del gas de escape de derivación 28, las placas de separación 44 se extienden directamente a lo largo de la dirección de flujo del gas de escape principal 26 cerca del punto de encuentro, a continuación, se extienden a lo largo de la dirección de flujo por difusión con aumento en el diámetro del conducto principal, y de ese modo dividir el canal principal de gas de escape en una pluralidad de subcanales. Además, los extremos del lado de aguas arriba de las placas de separación a lo largo de la dirección de flujo de entrada del gas de escape principal se enfrentan al gas de escape de derivación entrante al ser desplazado el uno del otro hacia el lado aguas arriba del gas de escape principal a partir del lado de entrada del gas de escape de derivación.

20 De acuerdo con el presente ejemplo, como en el caso del primer ejemplo, el gas de escape de derivación 28 se extiende de manera uniforme desde el lado más cercano hacia el lado más alejado en la dirección de entrada del gas de escape de derivación, es decir, en la dirección radial del conducto principal, igualando la relación de flujos entre el gas de escape principal y el gas de escape de derivación entre los respectivos subcanales.

Cuarto ejemplo

25 La figura 6 es una vista ampliada del lugar de encuentro 42 entre el conducto principal 16 y el conducto de derivación 24 que se muestran en la figura 1. El presente ejemplo es una variación del primer ejemplo y utiliza diferentes formas del conducto principal 16 y las placas de separación 44. Por lo tanto, sólo se describirán las diferencias respecto al primer ejemplo, y se omitirá la descripción de las otras partes.

30 Como se muestra en la figura 6, de acuerdo con el presente ejemplo, el conducto principal 16 está conformado para disminuir gradualmente en diámetro a medida que va desde el lado de aguas arriba a cerca del lugar de encuentro de los dos tipos de gases de escape. En este caso, cerca del lugar de encuentro, las placas de separación 44 se extienden a lo largo de la dirección de flujo principal del gas de escape 26 acercándose entre sí con una disminución en el diámetro del conducto principal. Entonces, las placas de separación 44 se extienden directamente a lo largo de la dirección de flujo del gas de escape principal 26 mediante adaptación a la forma del conducto.

35 Además, en este caso de nuevo, con las superficies de la placa giradas la dirección de flujo de entrada del gas de escape de derivación 28, las placas de separación 44 separan el canal de gas de escape principal en una pluralidad de subcanales. Además, los extremos del lado de aguas arriba de las placas de separación a lo largo de la dirección de flujo de entrada del gas de escape principal están encaradas con el gas de escape de derivación entrante al desplazarse entre sí hacia el lado aguas arriba del gas de escape principal desde el lado del flujo de entrada del gas de escape de derivación.

40 De acuerdo con el presente ejemplo, como en el caso del primer ejemplo, el gas de escape de derivación 28 se extiende de manera uniforme desde el lado cercano hacia el lado más alejado en la dirección de entrada del gas de escape de derivación, es decir, en la dirección radial del conducto principal, igualando la relación de flujos entre el gas de escape principal y el gas de escape de derivación entre los respectivos subcanales.

Quinto ejemplo

45 La figura 7 es una vista ampliada del lugar de encuentro 42 entre el conducto principal 16 y el conducto de derivación 24 que se muestra en la figura 1. El presente ejemplo es una variación del primer ejemplo y utiliza diferentes formas del conducto principal 16 y las placas de separación 44. Por lo tanto, sólo se describirán las diferencias respecto al primer ejemplo, y se omitirá la descripción de las otras partes.

50 Como se muestra en la figura 7, de acuerdo con el presente ejemplo, el conducto principal 16 está formado en una forma tal como para doblarse en el lado aguas abajo desde cerca del lugar de encuentro. En este caso, cerca del lugar de encuentro, las placas de separación 44 se extienden rectas a lo largo de la dirección de flujo de los principales gases de escape 26 de acuerdo con la forma del conducto principal. Entonces, las placas de separación 44 se extienden curvándose de acuerdo con la forma del conducto.

55 Otra vez, con las superficies de las placas dobladas en la dirección de flujo de entrada del gas de escape de derivación 28, las placas de separación 44 separan el canal de gas de escape principal en una pluralidad de

subcanales. Además, los extremos del lado de aguas arriba de las placas de separación a lo largo de la dirección de flujo de entrada del gas de escape principal están encarados con el gas de escape de derivación entrante al desplazarse entre sí hacia el lado aguas arriba del gas de escape principal desde el lado del flujo de entrada del gases de escape de derivación.

- 5 De acuerdo con el presente ejemplo, como en el caso del primer ejemplo, el gas de escape de derivación 28 se extiende de manera uniforme desde el lado cercano hacia el lado más alejado en la dirección de entrada del gas de escape de derivación, es decir, en la dirección radial del conducto principal, igualando la relación de flujos entre el gas de escape principal y el gas de escape de derivación entre los respectivos subcanales.

- 10 El punto es que la temperatura del gas de escape reincorporado puede uniformarse rápidamente, mientras que contiene incrementos en las pérdidas de presión del conducto principal, si en el lugar de encuentro entre el gas de escape principal y el gas de escape de derivación en el conducto principal, las placas de separación se instalan con las superficies de las placas giradas a la dirección de flujo de entrada del gas de escape de derivación, se provoca la separación del canal del gas de escape principal en una pluralidad de subcanales a lo largo de la dirección de flujo del gas de escape principal y los extremos del lado de aguas arriba de las placas de separación a lo largo de la dirección de flujo de entrada del gas de escape principal para encararse al gas de escape de derivación entrante al desplazarse entre sí hacia el lado aguas arriba del gas de escape principal desde un lado de entrada del gas de escape de derivación, independientemente de si el conducto principal está conformado para ampliarse, contraerse, o doblarse.

- 20 Además, la forma expandida, contraída, o doblada del conducto principal es adecuada porque las placas de separación 44 desempeñan un papel en el enderezamiento del flujo de gas a pesar de que tal forma puede causar perturbaciones en el flujo de gas.

Lista de Signos de Referencia

- 10 Desnitrificador de gas de escape
12 Caldera
25 14 Horno
16 Conducto principal
18, 20 Intercambiador de calor
22 Economizador de combustible
24 Conducto de derivación
30 26 Gas de escape principal
28 Gas de escape de derivación
30 Sistema de alimentación de amoníaco
32 Reactor de desnitrificación
36 Amortiguador de derivación
35 44 Placa de separación
48 Paleta de ajuste

REIVINDICACIONES

1. Desnitrificador de gas de escape (10) que comprende:

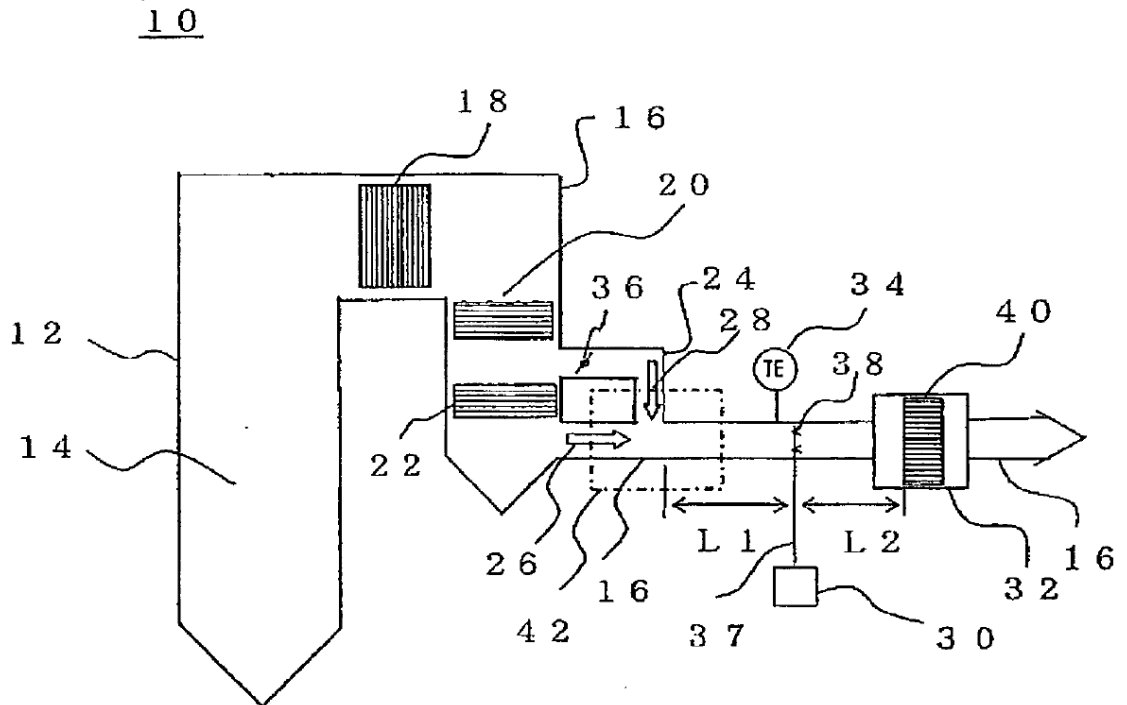
- 5 un conducto principal (16) adaptado para pasar un gas de combustión de escape descargado desde un horno (14) y que contiene óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno;
- un intercambiador de calor (22) colocado en el conducto principal (16) y adaptado para enfriar el gas de combustión de escape por intercambio de calor;
- un conducto de derivación (24) adaptado para ramificarse desde el conducto principal (16) aguas arriba del intercambiador de calor (22), derivar el intercambiador de calor, y volverse a unir con el conducto principal;
- 10 un sistema de alimentación de amoníaco (30) adaptado para suministrar gas de amoníaco al gas de combustión de escape después de que el gas de escape de derivación que fluye a través del conducto de derivación (24) se vuelva a unir al gas de escape principal que fluye a través del conducto principal (16), y un reactor de desnitrificación (32) adaptado para eliminar los óxidos de nitrógeno del gas de combustión de escape suministrados con el gas de amoníaco, **caracterizado porque**
- 15 en un (lugar de encuentro) entre el gas de escape principal y el gas de escape de derivación en el conducto principal, están instaladas una pluralidad de placas de separación (44) con superficies de placa giradas en una dirección de flujo de entrada del gas de escape de derivación, dividiendo un canal de gas de escape principal en una pluralidad de subcanales a lo largo de una dirección de flujo del gas de escape principal, donde los extremos del lado aguas arriba de la pluralidad de placas de separación a lo largo de una
- 20 dirección de flujo de entrada del gas de escape principal están enfrentados con el gas de escape de derivación entrante al desplazarse entre sí hacia un lado aguas arriba del gas de escape principal desde un lado de flujo de entrada del gas de escape de derivación,
- comprendiendo también el desnitrificador de gas de escape una paleta de ajuste giratoria (48) instalada en el (lugar de encuentro) del conducto de derivación con el conducto principal para ajustar la dirección del
- 25 flujo del gas de escape de derivación que fluye en el conducto principal.

2. Desnitrificador de gas de escape de acuerdo con la reivindicación 1, en el que un ángulo de inclinación de la paleta de ajuste (48) se ajusta en base a la relación de flujo entre el gas de escape principal y el gas de escape de derivación.

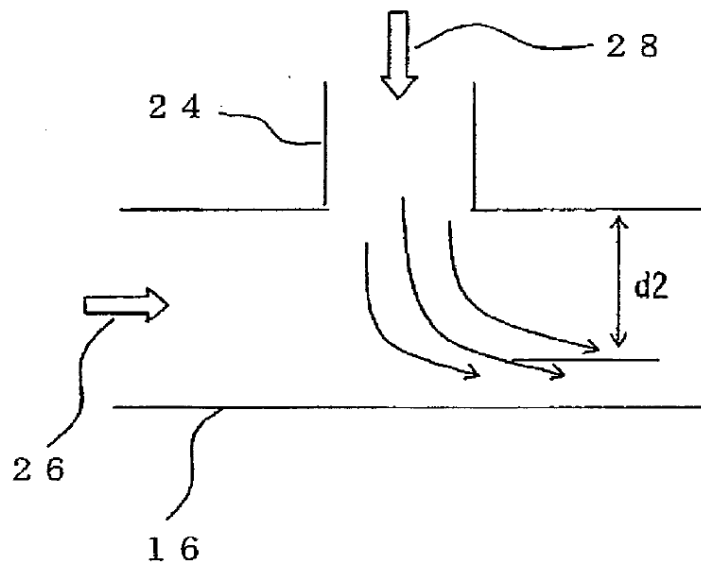
3. Desnitrificador de gas de escape de acuerdo con la reivindicación 1, en el que:

- 30 una pluralidad de los intercambiadores de calor (18, 20, 22) están instalados en serie; y
- el conducto de derivación está instalado para derivar al menos el intercambiador de calor situado más aguas abajo.

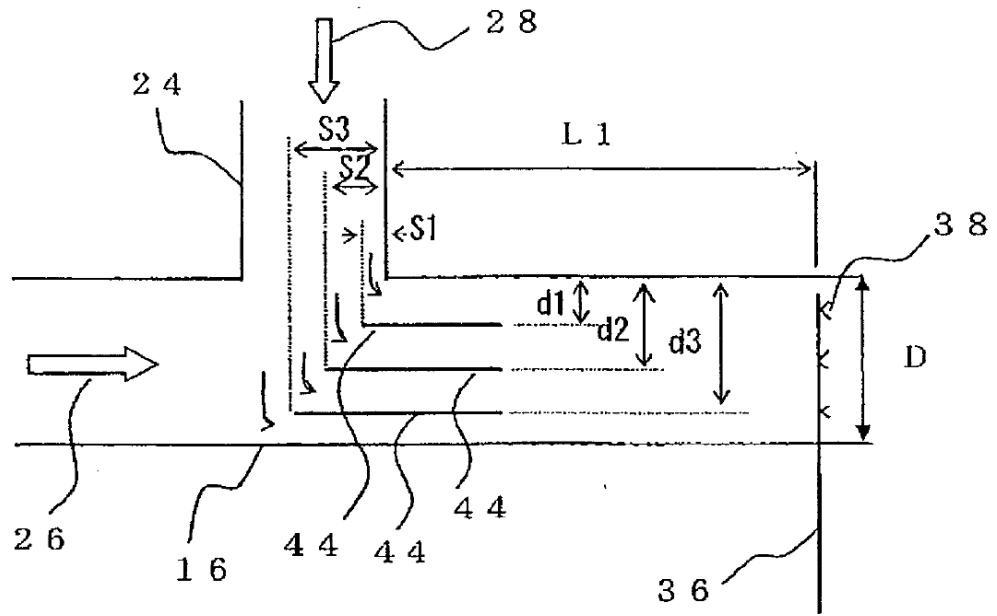
[FIG. 1]



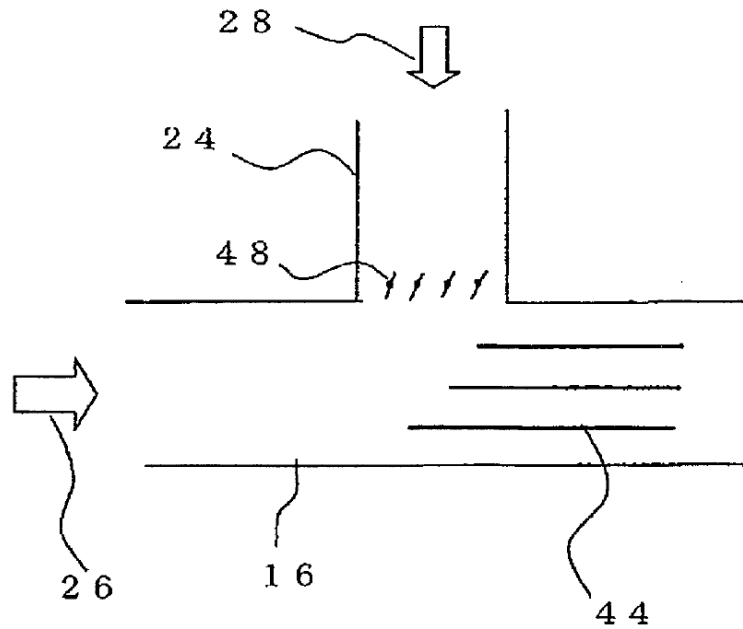
[FIG. 2]



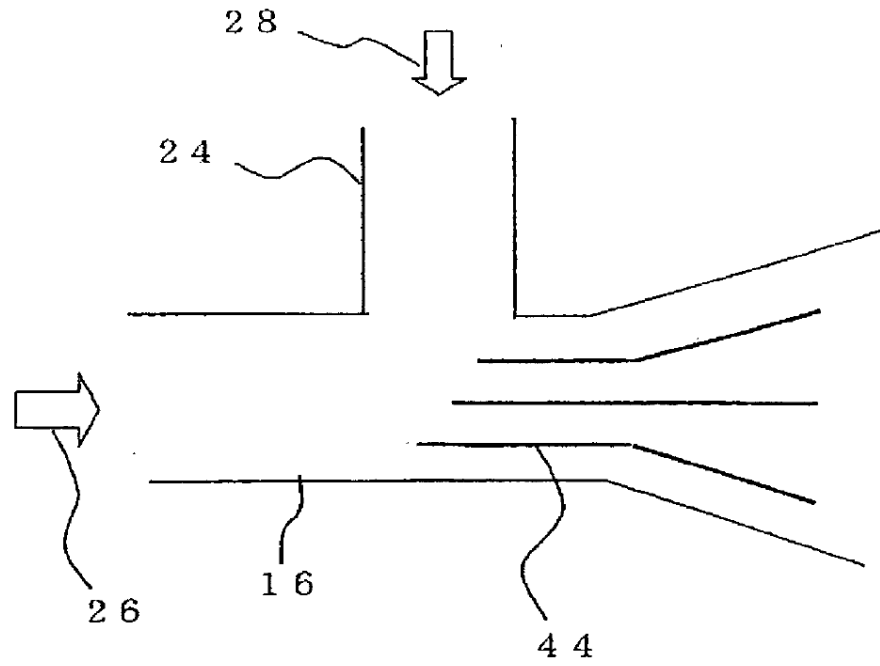
[FIG. 3]



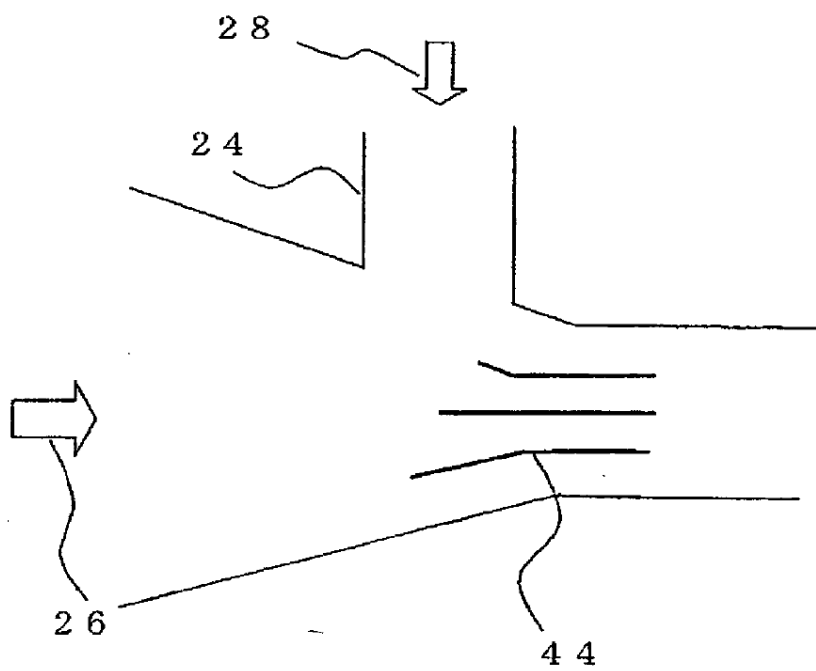
[FIG. 4]



[FIG. 5]



[FIG. 6]



[FIG. 7]

