



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 273 825**

51 Int. Cl.:
F27D 17/00 (2006.01)
F23G 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Número de solicitud europea: **01925052 .1**
86 Fecha de presentación : **16.04.2001**
87 Número de publicación de la solicitud: **1290392**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **12.03.2003**

54 Título: **Válvula de conmutación y oxidador térmico regenerativo que incluye dicha válvula de conmutación.**

30 Prioridad: **17.05.2000 US 572129**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.05.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.05.2007

73 Titular/es: **MEGTEC SYSTEMS, Inc.**
830 Prosper Road
Depere, Wisconsin 54115, US

72 Inventor/es: **Cash, James, T.**

74 Agente: **Isern Jara, Jorge**

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

Válvula de conmutación y oxidador térmico regenerativo que incluye dicha válvula de conmutación.

Antecedentes del invento

Los oxidadores térmicos regenerativos se utilizan de forma convencional para destruir compuestos orgánicos volátiles (COV) de emisiones con una reducida concentración y un elevado caudal generados por instalaciones industriales y plantas productoras de energía. Este tipo de oxidadores requiere altas temperaturas de oxidación para conseguir una elevada destrucción de los COV. Asimismo, para conseguir una alta eficiencia en lo que a recuperación térmica se refiere, el gas de proceso "sucio" que es objeto del tratamiento se precalienta antes de la oxidación. Por lo general, se incluye una columna de intercambio térmico para precalentar estos gases. Normalmente, la columna está revestida por un material de intercambio térmico con una buena estabilidad mecánica y térmica así como una masa térmica suficiente.

Durante el funcionamiento de este equipo, el gas de proceso se suministra a través de una columna de intercambio térmico previamente calentada que, a su vez, calienta el gas de proceso a la temperatura de oxidación de los COV o a una temperatura cercana. Entonces, este gas de proceso precalentado se traslada a una zona de combustión en la que se suele completar cualquier oxidación de COV incompleta.

El gas tratado, ahora "limpio", abandona esta zona de combustión y pasa de nuevo por la columna de intercambio térmico o por una segunda columna de este tipo. A medida que el gas caliente oxidado pasa por esta columna, el gas transfiere su calor a los medios de intercambio térmico de dicha columna, con lo que se refrigera el gas y se precalientan los medios de intercambio térmico, de modo que se puede precalentar otro lote de gas de proceso antes del tratamiento de oxidación. Por lo general, un oxidador térmico regenerativo dispone, como mínimo, de dos columnas de intercambio térmico que, de forma alterna, reciben los gases de proceso y los gases tratados. Este proceso se lleva a cabo de forma ininterrumpida, hecho que permite un tratamiento eficiente de un gran volumen de gases de proceso.

El rendimiento de un oxidador regenerativo se puede optimizar mediante el incremento de la eficiencia de la destrucción de COV y la reducción de los costes operativos y de la inversión. La técnica para incrementar la eficiencia de la destrucción de COV se ha abordado en la literatura existente mediante la utilización, por ejemplo, de medios como sistemas de oxidación y sistemas de purga mejorados (por ejemplo, cámaras de retención de gases) y tres o más intercambiadores térmicos para manipular el volumen de gas sin tratar en el oxidador durante la conmutación. Los costes operativos se pueden reducir si se incrementa la eficiencia de la recuperación térmica y se reduce la caída de presión en el oxidador. Por otro lado, los costes operativos y de inversión también se pueden reducir mediante un diseño adecuado del oxidador y una selección apropiada de los materiales de revestimiento para la transferencia térmica.

Un elemento importante de un oxidador eficiente es la valvulería utilizada para conmutar el caudal de gas de proceso de una columna de intercambio térmico a otra. Cualquier fuga de gas de proceso sin tratar en el sistema de válvulas reducirá la eficiencia del

equipo. Además, durante la conmutación de las válvulas se pueden producir fluctuaciones y perturbaciones no deseadas en la presión o en el caudal del sistema. Por otra parte, el desgaste de las válvulas también resulta problemático, en especial si se tiene en cuenta la elevada frecuencia de conmutación de la válvula en aplicaciones de oxidadores térmicos regenerativos.

Un diseño convencional con dos columnas utiliza un par de válvulas de disco con movimiento vertical, una asociada a la primera columna de intercambio térmico y otra a la segunda columna. Aunque estas válvulas ofrecen un rápido accionamiento, es inevitable que se produzcan fugas de gas de proceso sin tratar en las mismas cuando estas válvulas se activan durante un ciclo. Por ejemplo, durante un ciclo en un oxidador con dos cámaras, en un determinado momento ambas válvulas, tanto la(s) de entrada como la(s) de salida, están parcialmente abiertas. En este momento, no se aplica ninguna resistencia al caudal de gas de proceso, y dicho caudal pasa directamente de la entrada a la salida sin que se procese. Puesto que también hay conductos asociados al sistema de valvulería, el volumen de gas sin tratar en el cuerpo de la válvula de disco con movimiento vertical y en los conductos asociados representa un volumen de fuga potencial. Puesto que las fugas de gas de proceso sin tratar en las salidas de las válvulas permiten que el gas escape del dispositivo sin tratamiento alguno, tales fugas reducen notablemente la eficiencia de destrucción del equipo. Además, los diseños convencionales de válvulas dan como resultado un aumento brusco de la presión durante la conmutación, hecho que agrava este potencial de fugas.

Existe un potencial de fugas similar en los sistemas de válvulas rotativas. Además, dichos sistemas suelen incluir muchos divisores internos que, con el tiempo, pueden experimentar fugas, sin olvidar que su fabricación y mantenimiento es costoso. Por ejemplo, en la figura 1 de la patente estadounidense nº 5.871.349 se muestra un oxidador con doce cámaras con doce paredes metálicas. Cada una de ellas representa un punto débil en lo que a fugas se refiere.

La patente estadounidense nº 4.200.416 presenta una válvula que incorpora una placa que gira de forma continua y que, de forma alterna, conduce el gas hasta y desde un lecho de los varios lechos de intercambio térmico.

En consecuencia, sería preferible proporcionar un oxidador térmico regenerativo que integre la simplicidad y la rentabilidad de un dispositivo con dos cámaras y el control sin problemas y la elevada eliminación de COV de un sistema de válvulas rotativas, pero sin los inconvenientes de cada uno de estos sistemas.

Resumen del invento

El invento se define en las reivindicaciones.

En el presente invento se superan los problemas de la técnica anterior, puesto que se proporciona una válvula de conmutación única y un oxidador térmico regenerativo que incluye dicha válvula. Preferiblemente, la válvula del presente invento muestra unas excelentes características de estanqueidad y minimiza el desgaste. En una forma de realización preferente, la válvula incluye una placa de unión hermética que define dos cámaras, siendo cada una de ellas una lumbrera de paso que conduce a uno de los dos lechos regenerativos del oxidador. La válvula también incluye un distribuidor de caudal de conmutación que proporciona una transmisión canalizada alterna del gas

de proceso de salida o de entrada a cada punto medio de la placa de unión hermética.

La válvula dispone de dos modos de funcionamiento: un modo estacionario y un modo de movimiento de las válvulas. En el modo estacionario se utiliza una junta estanca al gas para evitar o minimizar las fugas de gas de proceso. Esta junta también es estanca durante el movimiento de las válvulas. Por otro lado, el diseño de la válvula es compacto y, por lo tanto, se eliminan los conductos que normalmente requieren los diseños convencionales. De este modo, el gas de proceso ocupa un volumen menor durante el ciclo, con lo que menos gas de proceso sucio queda sin tratar. Las pantallas de separación asociadas minimizan o eliminan las fugas de gas de proceso sin tratar en la válvula durante la conmutación.

La utilización de una única válvula, en lugar de las dos o cuatro que se suelen utilizar, reduce notablemente el área que requiere estanqueidad. La geometría del distribuidor de caudal de conmutación reduce la distancia y el número de recorridos por los que pasa el gas de proceso, puesto que el distribuidor de caudal se puede situar cerca de los lechos de intercambio térmico. De este modo se reduce el volumen de gas sin tratar retenido durante la conmutación de la válvula. Puesto que el gas de proceso pasa por las mismas lumbreras de la válvula en el ciclo de entrada que en el ciclo de salida, se mejora la distribución del gas hasta los lechos de intercambio térmico.

Se consigue una conmutación de la válvula con mínimas fluctuaciones en la presión, una excelente estanqueidad y una derivación mínima o nula durante la conmutación. Con la finalidad de eliminar la derivación durante la conmutación, las cámaras de retención convencionales que se utilizan para almacenar el volumen de gas sin procesar en el sistema durante la conmutación se pueden eliminar, hecho que supone un ahorro notable en los costes.

El invento se describirá con mayor detalle sólo mediante un ejemplo con referencias a los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

En la figura 1 se muestra una vista en perspectiva de un oxidador térmico regenerativo de conformidad con una forma de realización del presente invento;

En la figura 2 se muestra un diagrama de composición en perspectiva de una parte de un oxidador térmico regenerativo de conformidad con una forma de realización del presente invento;

En la figura 3 se muestra una vista en perspectiva de la cámara de sobrepresión del lado frío de conformidad con el presente invento;

En la figura 4 se muestra una perspectiva inferior de las lumbreras de la válvula de conformidad con el presente invento;

En la figura 5 se muestra una vista en perspectiva de la válvula de conmutación del distribuidor de caudal de conformidad con el presente invento;

En la figura 5A se muestra una vista transversal de la válvula de conmutación del distribuidor de caudal de conformidad con el presente invento;

En la figura 6 se muestra una vista en perspectiva del mecanismo de accionamiento de la válvula de conmutación de conformidad con el presente invento;

En las figuras 7A, 7B, 7C y 7D se muestran esquemas de principio del caudal a través de la válvula de conmutación de conformidad con el presente invento;

En la figura 8 se muestra una vista en perspectiva

de una parte del distribuidor de caudal de conformidad con el presente invento;

En la figura 9 se muestra una vista en planta de la placa de unión hermética de conformidad con el presente invento;

En la figura 9A se muestra una vista transversal de una parte de la placa de unión hermética de la figura 9;

En la figura 10 se muestra una vista en perspectiva del eje del distribuidor de caudal de conformidad con el presente invento;

En la figura 11 se muestra una vista transversal de la lumbrera giratoria de conformidad con el presente invento; y

En la figura 12 se muestra una vista transversal de la parte inferior del eje motor de conformidad con el presente invento.

Descripción detallada del invento

En primer lugar, en las figuras 1 y 2 se muestra un armazón 12 que sostiene un oxidador 10 térmico regenerativo de dos cámaras (catalítico o no catalítico). El oxidador 10 incluye una carcasa 15 en la que se encuentran la primera y la segunda cámara de intercambio térmico en comunicación con una zona de combustión situada en la parte central. Existe la posibilidad de asociar un quemador (que no se muestra en la figura) a la zona de combustión, y en el armazón 12 se puede incluir un fuelle de combustión para proporcionar aire de combustión al quemador. La zona de combustión incluye una salida de derivación 14 en comunicación con el conducto de escape 16 que, por lo general, conduce a la atmósfera, para la expulsión del fluido. Un armario de mandos 11 alberga los controles del equipo y, preferentemente, se encuentra ubicado en el armazón 12. En el lado opuesto al armario de mandos 11, el armazón 12 sostiene un ventilador (que no se muestra en la figura) para impulsar el gas de proceso hasta el oxidador 10. La carcasa 15 incluye una cámara superior o tejado 17 que incorpora una o varias puertas de acceso 18 que proporcionan a los operarios una vía de entrada a la carcasa 15. Los expertos en la técnica reconocerán que la descripción anterior del oxidador es meramente ilustrativa; existen otros diseños que se enmarcan en el alcance del presente invento, incluyendo los oxidadores con más o menos de dos cámaras, los oxidadores con cámara o cámaras orientadas horizontalmente o los oxidadores catalíticos.

Una cámara de sobrepresión del lado frío 20 conforma la base de la carcasa 15, como se puede apreciar mejor en la figura 2. Sobre la cámara de sobrepresión del lado frío 20 se encuentra una rejilla de soporte 19 adecuada que sostiene la matriz de intercambio térmico de cada columna de intercambio térmico, tal y como se aborda más adelante con un mayor nivel de detalle. En la forma de realización que se muestra, las cámaras de intercambio térmico están separadas por paredes de separación 21 que, preferiblemente, están aisladas. Asimismo, en la forma de realización que se muestra, la orientación del caudal que atraviesa los lechos de intercambio térmico es vertical; el gas de proceso entra en los lechos procedente de las lumbreras de la válvula situadas en la cámara de sobrepresión del lado frío 20, asciende (hacia el tejado 17) hasta llegar a un primer lecho, entra en la zona de combustión en comunicación con el primer lecho, sale de dicha zona y entra en una segunda cámara, en la que desciende a través de un segundo lecho hacia la cá-

mara de sobrepresión del lado frío 20. Sin embargo, los expertos en la técnica reconocerán la posibilidad de aplicar otras orientaciones, como por ejemplo una disposición horizontal en la que las columnas de intercambio térmico están situadas una delante de la otra y las separa una zona de combustión situada en la parte central.

Los detalles de la cámara de sobrepresión del lado frío 20 se abordarán haciendo referencia a la figura 3. La cámara de sobrepresión 20 incluye un suelo 23 que, preferentemente, presenta una inclinación descendiente desde las paredes exteriores 20A y 20B hacia las lumbreras de la válvula 25 para que constituya una ayuda para la distribución del caudal de gas. Sobre el suelo 23 se encuentran múltiples pantallas de separación 24 así como tabiques de separación de las cámaras 124. Las pantallas de separación 24 separan las lumbreras de la válvula 25 y contribuyen a reducir las fluctuaciones de presión durante la conmutación de la válvula. Por su parte, los tabiques de separación de las cámaras 124 separan las cámaras de intercambio térmico. Los tabiques de separación de las cámaras 124A y 124D, y 124E y 124H, se pueden conectar respectivamente entre sí o bien pueden estar separados. La lumbrera de la válvula 25A se define entre el tabique de separación de cámaras 124A y la pantalla de separación 24B; la lumbrera de la válvula 25B se define entre las pantallas de separación 24B y 24C; la lumbrera de la válvula 25C se define entre la pantalla de separación 24C y el tabique de separación de cámaras 124D; la lumbrera de la válvula 25D se define entre el tabique de separación de cámaras 124E y la pantalla de separación 24F; la lumbrera de la válvula 25E se define entre las pantallas de separación 24F y 24G; finalmente, la lumbrera de la válvula 25F se define entre la pantalla de separación 24G y el tabique de separación de cámaras 124H. El número de pantallas de separación 24 depende del número de lumbreras de la válvula 25. En la forma de realización preferente que se muestra, hay seis lumbreras de la válvula 25, aunque se podría utilizar un número mayor o menor. Por ejemplo, en una forma de realización en la que sólo se utilizan cuatro lumbreras de la válvula, sólo sería necesaria una pantalla de separación. Con independencia del número de lumbreras de la válvula y pantallas de separación correspondientes, las lumbreras de la válvula presentan preferiblemente la misma forma con fines de simetría.

En una forma de realización preferente, la altura de las pantallas de separación debe ser tal que la superficie superior del conjunto de las pantallas de separación defina un plano de nivel horizontal. En la forma de realización que se muestra, la parte de las pantallas de separación más alejada respecto a las lumbreras de la válvula es la más corta, para así albergar el suelo 23 de la cámara de sobrepresión del lado frío, inclinado como ya se ha comentado con anterioridad. El plano de nivel horizontal formado de este modo es adecuado para alojar los medios de intercambio térmico de cada columna de intercambio térmico tal y como se tratará más adelante con mayor detalle. En la forma de realización con seis lumbreras de la válvula que se muestra, las pantallas de separación 24B, 24C, 24F y 24G forman preferentemente un ángulo de aproximadamente 45° respecto a la línea central longitudinal L-L de la cámara de sobrepresión del lado frío 20 a medida que se extienden desde las lumbreras de la válvula 25 y, luego, siguen notablemente paralelas a la

línea central longitudinal L-L a medida que se extienden hacia las paredes exteriores 20A y 20B, respectivamente. Las pantallas de separación 24A, 24D, 24E y 24H forman preferiblemente un ángulo de aproximadamente 22,5° respecto a la línea central transversal H-H de la cámara de sobrepresión del lado frío 20 a medida que se extienden desde las lumbreras de la válvula 25 y, luego, siguen notablemente paralelas a la línea central transversal H-H a medida que se extienden hacia las paredes exteriores 20C y 20D, respectivamente.

En una forma de realización preferente, las pantallas de separación 24B, 24C, 24F y 24G, así como las paredes 20A, 20B, 20C y 20D de la cámara de sobrepresión del lado frío 20, incluyen un reborde 26 que se extiende ligeramente por debajo del plano horizontal que define la superficie superior de las pantallas de separación 25. Dicho reborde 26 aloja y sostiene una rejilla de soporte del lado frío 19 opcional (figura 2) que, a su vez, sostiene los medios de intercambio térmico de cada columna. En el supuesto de que los medios de intercambio térmico incluyan medios revestidos aleatoriamente, como collares, esferas u otras formas cerámicas, las pantallas de separación 24 se pueden extender hasta una posición más elevada para separar los medios. Sin embargo, no es necesaria una estanqueidad perfecta entre las pantallas de separación como sí lo es en los diseños de válvulas rotativas convencionales.

En la figura 4 se muestra una vista inferior de las lumbreras de la válvula 25. La placa 28 presenta dos orificios simétricos opuestos 29A y 29B que, junto con las pantallas de separación 26, definen las lumbreras de la válvula 25. En cada lumbrera de la válvula 25 se encuentra un deflector 27 opcional. Cada deflector 27 presenta un primer extremo fijado a la placa 28 y un segundo extremo separado del primero y fijado a la pantalla de separación 24 en cada lado (se puede apreciar mejor en la figura 3). Cada deflector 27 se ensancha desde su primer extremo hacia su segundo extremo, y se oblicúa en sentido ascendente en un ángulo y, luego, se aplanan hasta convertirse en horizontal en 27A, tal y como se muestra en las figuras 3 y 4. Los deflectores 27 actúan para dirigir el caudal de gas de proceso que emana de las lumbreras de la válvula de las mismas y así contribuir en la distribución en la cámara de sobrepresión del lado frío durante el funcionamiento del equipo. Una distribución uniforme en la cámara de sobrepresión del lado frío 20 ayuda a garantizar una distribución uniforme en los medios de intercambio térmico para lograr una eficiencia de intercambio térmico óptima.

En las figuras 5 y 5A se muestra el distribuidor de caudal 50 que contiene un colector 51 que presenta una entrada de gas de proceso 48 y una salida de gas de proceso 49 (aunque el elemento 48 podría ser la salida y el 49 la entrada; con fines ilustrativos, aquí se utilizará la forma de realización anterior). El distribuidor de caudal 50 incluye un eje motor cilíndrico 52, preferiblemente hueco, (figuras 5A y 10) unido a un mecanismo de accionamiento que se aborda con mayor detalle más adelante. Unido al eje motor 52 se encuentra un elemento en forma de pirámide truncada parcial 53. Dicho elemento 53 incluye una placa de acoplamiento formada por dos superficies de estanqueidad en forma de abanico, 55 y 56, situadas una delante de la otra, ambas conectadas por un borde exterior circular 54 y que se extienden hacia el exterior

partiendo del eje motor 52 según un ángulo de 45°, de tal modo que el vacío que conforman las dos superficies de estanqueidad, 55 y 56, y el borde exterior 54 define una primera ruta o vía de paso 60 para el gas. De forma similar, las superficies de estanqueidad, 55 y 56, opuestas a la primera vía de paso y tres placas laterales oblicuas, a saber, las placas laterales oblicuas opuestas 57A y 57B y la placa lateral oblicua central 57C definen una segunda ruta o vía de paso 61 para el gas. Las placas laterales oblicuas 57 separan la vía de paso 60 de la vía de paso 61. La parte superior de estas dos vías de paso, 60 y 61, está diseñada para que coincida con la configuración de los orificios simétricos 29A y 29B de la placa 28, y cuando el equipo está montado, cada vía de paso, 60 y 61, está alineada con los orificios respectivos 29A y 29B. La vía de paso 61 está únicamente en comunicación con la entrada 48 para el paso del fluido, mientras que la vía de paso 60 únicamente está en comunicación con la salida 49 para el paso del fluido a través de la cámara de sobrepresión 47, con independencia de la orientación del distribuidor de caudal 50 en cualquier momento. Por lo tanto, el gas de proceso que entra en el colector 51 a través de la entrada 48 sólo pasa por la vía de paso 61, mientras que el gas de proceso que entra en la vía de paso 60 procedente de las lumbreras de la válvula 25 sólo pasa por la salida 49 a través de la cámara de sobrepresión 47.

Una placa de unión hermética 100 (figura 9) está unida a la placa 28 que define las lumbreras de la válvula 25 (figura 4). En una forma de realización preferente, se utiliza un obturador de aire entre la superficie superior del distribuidor de caudal 50 y la placa de unión hermética 100, tal y como se trata con mayor detalle más adelante. El distribuidor de caudal gira mediante el eje motor 52 alrededor de un eje vertical respecto a la placa estacionaria 28. Dicha rotación desplaza las superficies de estanqueidad, 55 y 56, hasta la alineación de bloqueo con las partes de los orificios 29A y 29B y también las aleja de dicha posición, tal y como se trata más adelante.

En la figura 6 se muestra un mecanismo de accionamiento adecuado para accionar el distribuidor de caudal 50. El mecanismo de accionamiento 70 incluye una base 71 y está sustentado por el armazón 12 (figura 1). Un par de soportes de cremallera, 73A y 73B, y un soporte de cilindro 74 están unidos a la base 71. El soporte de cilindro 74 sustenta los cilindros 75A y 75B, y cada uno de ellos acciona la respectiva cremallera, 76A y 76B. Cada cremallera presenta múltiples muescas cuya forma corresponde a la de los dientes 77A de un engranaje cilíndrico recto 77. El eje motor 52 del distribuidor de caudal 50 está unido al engranaje cilíndrico recto 77. El accionamiento de los cilindros 75A y 75B provoca el movimiento de la cremallera 76 respectiva conectada que, a su vez, causa el movimiento giratorio del engranaje cilíndrico recto 77, que causa la rotación del eje motor 52 y del distribuidor de caudal 50 unido a él alrededor de un eje vertical. La cremallera y el piñón se han diseñado de tal modo que causan una rotación de 180° en vaivén del eje motor 52. Entre los otros mecanismos de accionamiento adecuados se encuentran los accionadores hidráulicos y los indexadores.

En las figuras de la 7A a la 7D se muestra de forma esquemática la dirección del caudal durante un ciclo de conmutación estándar en el caso de una válvula que presenta dos lumbreras de entrada y dos lumbre-

ras de salida. En estos diagramas, la cámara A es la cámara de entrada y la cámara B es la cámara de salida de un oxidador con dos columnas. En la figura 7A se muestra la válvula en la posición estacionaria de máxima apertura. En consecuencia, las lumbreras de la válvula 25A y 25B se encuentran en el modo de entrada con apertura máxima, mientras que las lumbreras de la válvula 25C y 25D se encuentran en el modo de salida con su apertura máxima. El gas de proceso entra en la cámara A por las lumbreras de la válvula 25A y 25B, fluye a través de los medios de intercambio térmico de la cámara A en la que se calienta, pasa por una zona de combustión en comunicación con la cámara A en la que se oxidan los componentes volátiles todavía no oxidados, se refrigera a medida que fluye por la cámara B en comunicación con la zona de combustión y, finalmente, pasa por las lumbreras de la válvula 25C y 25D hasta salir, por ejemplo, a la atmósfera a través de la abertura del conducto de escape. La duración habitual de este modo de operación oscila entre 1 y 4 minutos, siendo el periodo preferente de 3 minutos.

En la figura 7B se muestra el inicio de un cambio de modo, en el que se produce una rotación de la válvula de 60°, proceso que suele tardar entre 0,5 y 2 segundos. En la posición que se muestra, la lumbrera de la válvula 25B está cerrada y, en consecuencia, el caudal procedente de la cámara A o con destino a ella a través de esta lumbrera está bloqueado, y la lumbrera de la válvula 25C está cerrada, con lo que el caudal procedente de la cámara B o con destino a ella a través de esta lumbrera también está bloqueado. Las lumbreras de la válvula 25A y 25D permanecen abiertas.

A medida que la rotación del distribuidor de caudal prosigue otros 60°, en la figura 7C se muestra que las lumbreras de la válvula 25A y 25D no están bloqueadas. Sin embargo, la lumbrera de la válvula 25B ahora está abierta, pero está en modo de salida, con lo que sólo permite que el gas de proceso procedente de la cámara A fluya por la lumbrera 25B para salir por el conducto de escape o dispositivo similar. De una forma parecida, la lumbrera de la válvula 25C ahora está abierta, pero en modo de entrada, con lo que sólo permite que el gas de proceso fluya hasta la cámara B, y no que salga de dicha cámara como sucedía cuando el equipo se encontraba en el modo de salida que se recoge en la figura 7A).

En la figura 7D se muestra la rotación de 60° final del distribuidor de caudal. Ahora, la cámara A se encuentra en el modo de salida de apertura completa, y la cámara B en el modo de entrada de apertura completa. En consecuencia, las lumbreras de la válvula 25A, 25B, 25C y 25D están completamente abiertas y el distribuidor de caudal se encuentra en reposo. Cuando el flujo se debe invertir de nuevo, el distribuidor de caudal regresa a la posición recogida en la figura 7A mediante una rotación de 180° en la dirección inversa a la inicial.

El sistema de seis lumbreras de la válvula de la figura 3 funciona de forma similar. Por lo tanto, cada lumbrera de la válvula se encontraría a 45° y no a 60°. Suponiendo que las lumbreras de la válvula 25A, 25B y 25C de la figura 3 se encuentran en el modo de entrada y están completamente abiertas, y las lumbreras de la válvula 25D, 25E y 25F se encuentran en el modo de salida y también están completamente abiertas, el primer paso del ciclo es un giro de la vál-

vula de 45° (en el sentido de la agujas del reloj) que bloquea el caudal destinado a la lumbrera de la válvula 25C y procedente de la lumbrera de la válvula 25F. Las lumbreras de la válvula 25A y 25B permanecen en la posición de entrada abierta, mientras que las lumbreras de la válvula 25D y 25E permanecen en la posición de salida cerrada. A medida que el distribuidor de caudal gira 45° adicionales en el sentido de las agujas del reloj, la lumbrera de la válvula 25C se encuentra entonces en la posición de salida abierta, la lumbrera de la válvula 25B está bloqueada y la lumbrera de la válvula 25A permanece en la posición de entrada abierta. De forma similar, la lumbrera de la válvula 25F está entonces en la posición de entrada abierta, la lumbrera de la válvula 25E está bloqueada y la lumbrera de la válvula 25D permanece en la posición de salida abierta. A medida que el distribuidor de caudal prosigue otros 45°, las lumbreras de la válvula 25C y 25B se sitúan en la posición de salida abierta y la lumbrera de la válvula 25A pasa a estar bloqueada. De forma parecida, las lumbreras de la válvula 25F y 25E se encuentran ahora en la posición de entrada abierta y la lumbrera de la válvula 25F está bloqueada. En la posición final, el distribuidor de caudal ha girado 45° adicionales y se ha detenido, estando todas las lumbreras de la válvula, 25A, 25B y 25C, en la posición de salida abierta y todas las lumbreras de la válvula, 25D, 25E y 25F, en la posición de entrada abierta.

Tras la explicación anterior, se puede afirmar que una ventaja destacada del presente invento respecto a las válvulas rotativas convencionales consiste en que el distribuidor de caudal instantáneo se encuentra en posición estacionaria la mayoría del tiempo. Sólo se mueve durante un cambio de ciclo de entrada a salida, y dicho movimiento se efectúa en cuestión de segundos (por lo general, un periodo total de entre medio segundo y cuatro segundos) en comparación con el minuto durante el cual está inmóvil mientras la cámara A o la cámara B está en modo de entrada y la otra en modo de salida. En cambio, muchas de las válvulas rotativas convencionales están sujetas a un movimiento constante, que acelera el desgaste de los diversos componentes del equipo y pueden conllevar la aparición de fugas.

Otra ventaja del presente invento radica en el gran espacio físico que separa el gas limpiado del gas de proceso todavía sucio, tanto en la propia válvula como en la cámara (el espacio 80 (figura 3) entre los tabiques de separación de las cámaras 124E y 124D y los tabiques 124H y 124A) y la doble pared formada por los tabiques de separación de las cámaras 124E y 124H, por un lado, y 124A y 124D, por otro. Asimismo, puesto que la válvula sólo presenta un sistema de accionamiento, la válvula funcionará correctamente si se mueve rápido o despacio, cosa que no sucedía con la técnica anterior, dado que diversos sistemas de accionamiento debían trabajar de forma conjunta. De forma más específica, si con la técnica anterior una válvula de disco con movimiento vertical es lenta respecto a otra, se podrían producir fugas, pérdida de caudal de proceso o se podría crear una elevada pulsación de presión.

Otra ventaja del presente invento consiste en la resistencia presente durante una operación de conmutación. En la valvulería convencional, como la válvula de disco con movimiento vertical antes citada, la resistencia aplicada al caudal es cercana a cero cuando

ambas válvulas están parcialmente abiertas (esto es, cuando una se está abriendo y la otra cerrando). Como resultado, el caudal de gas por unidad de tiempo se puede llegar a incrementar, con el consiguiente agravamiento de las fugas de dicho gas en las válvulas parcialmente abiertas durante la conmutación. En cambio, puesto que el elemento director del caudal del presente invento cierra gradualmente una entrada (o una salida) cerrando sólo partes en un momento dado, la resistencia no se reduce hasta cero durante una conmutación, sino que se incrementa y, por lo tanto, se restringe el caudal de gas de proceso en las lumbreras de la válvula durante la conmutación y se minimizan las fugas.

En una forma de realización preferente, el método para sellar la válvula se tratará primero con referencia a las figuras 5, 8 y 9. El distribuidor de caudal 50 está montado sobre un cojín de aire para así minimizar o eliminar el desgaste a medida que el distribuidor de caudal se mueve. Los expertos en la técnica apreciarán que se pueden utilizar otros gases distintos al aire, aunque su utilización es preferente y, con fines ilustrativos, será el gas que se utilizará en la presente explicación. Un cojín de aire no sólo sella la válvula, sino que también supone un movimiento del distribuidor de caudal con una cantidad de fricción notablemente inferior. Un sistema de abastecimiento presurizado, como un ventilador o similar, que puede ser el mismo ventilador utilizado para proporcionar el aire de combustión al quemador de la zona de combustión o bien otro distinto, suministra aire al eje motor 52 del distribuidor de caudal 50 a través de un conducto adecuado (que no se muestra) y la cámara de sobrepresión 64. Como se puede apreciar mejor en la figura 8, el aire pasa por el conducto hasta el eje motor 52 a través de una o varias aberturas 81 formadas en el cuerpo de dicho eje motor 52, sobre la base 82 del citado eje 52 unida al mecanismo de accionamiento 70. La ubicación exacta de la abertura o aberturas 81 no presenta limitaciones estrictas, aunque es preferible que dichas aberturas 81 presenten una disposición simétrica en el eje 52 y que su tamaño sea igual con fines de uniformidad. El aire comprimido asciende por el eje, tal y como indican las flechas de la figura 8, y una parte entra en uno o varios conductos radiales 83 que comunican con las juntas de los anillos del pistón situadas en la lumbrera giratoria anular 90 y les suministran aire, tal y como se trata con mayor detalle más adelante. Una parte del aire que no entra en los conductos radiales 83 sigue su camino ascendente por el eje motor 52 hasta que alcanza las vías de paso 94, que distribuyen el aire en un canal con una parte semianular 95 y una parte definida por las cuñas en forma de abanico 55 y 56.

La superficie de acoplamiento del distribuidor de caudal 50, y en particular, las superficies de acoplamiento de las cuñas en forma de abanico, 55 y 56, y el borde anular exterior 54, se forman con una pluralidad de aberturas 96, tal y como se muestra en la figura 5. El aire comprimido del canal 95 escapa de dicho canal 95 a través de estas aberturas 96, tal y como indican las flechas de la figura 8, y se crea un cojín de aire entre la superficie superior del distribuidor de caudal 50 y una placa de unión hermética fija 100 que se muestra en la figura 9. Dicha placa de unión hermética 100 incluye un borde anular exterior 102, cuya anchura corresponde a la anchura de la superficie superior 54 del distribuidor de caudal 50, y un par de elementos

en forma de abanico, 105 y 106, cuya forma corresponde a la de las cuñas en forma de abanico, 55 y 56, del distribuidor de caudal 50. Coincide, y está unida, con la placa 28 (figura 4) de la lumbrera de la válvula. El orificio (104) aloja un pasador del eje 59 (figura 8) unido al distribuidor de caudal 50. La parte inferior del borde exterior anular 102 que está orientado hacia el distribuidor de caudal incluye una o más hendiduras anulares 99 (figura 9A) que están alineadas con las aberturas 96 de la superficie de acoplamiento del distribuidor de caudal 50. En una forma de realización preferente, hay dos filas concéntricas de hendiduras 99 y dos filas de aberturas correspondientes 96.

Por lo tanto, las hendiduras 99 contribuyen a la salida del aire de las aberturas 96 de la superficie superior 54 para así formar un cojín de aire entre la superficie de acoplamiento 54 y el borde exterior anular 102 de la placa de unión hermética 100. Además, el aire que escapa por las aberturas 96 de las partes en forma de abanico, 55 y 56, forma un cojín de aire entre estas últimas partes en forma de abanico, 55 y 56, y las partes en forma de abanico, 105 y 106, de la placa de unión hermética 100. Estos cojines de aire minimizan o evitan las fugas de gas de proceso sin limpiar que entran en el caudal de gas de proceso limpio. Las cuñas en forma de abanico relativamente grandes tanto del distribuidor de caudal 50 como de la placa de unión hermética 100 proporciona una ruta larga a lo largo de la parte superior del distribuidor de caudal 50 que el gas sin limpiar debería atravesar para que se produjeran fugas. Puesto que el distribuidor de caudal permanece en posición estacionaria la mayor parte del tiempo de funcionamiento, se crea un cojín de aire impenetrable entre todas las superficies de acoplamiento de la válvula. Cuando el distribuidor de caudal se debe mover, el cojín de aire empleado para sellar la válvula también se utiliza para eliminar todo desgaste entre el distribuidor de caudal 50 y la placa de unión hermética 100 provocado por cualquier presión de contacto elevada.

Preferiblemente, el aire comprimido se suministra desde un ventilador distinto al que proporciona el gas de proceso al equipo en el que se utiliza la válvula, de modo que la presión del aire de obturación es superior a la presión del gas de proceso de entrada o salida, hecho que proporciona una obturación eficaz.

El distribuidor de caudal 50 incluye una lumbrera giratoria, como se puede apreciar con mayor claridad en las figuras 10 y 11. La sección en forma de pirámide truncada 53 del distribuidor de caudal 50 gira alrededor de una pared cilíndrica anular 110 que funciona como junta anular exterior. Dicha pared 110 incluye una brida anular exterior 111 que se utiliza para centrar la pared 110 y fijarla al colector 51 (véase también la figura 5). Un elemento de obturación 116, un anillo interior en forma de E preferentemente fabricado en metal, está unido al distribuidor de caudal 50 y presenta en él un par de hendiduras paralelas espaciadas, 115A y 115B. El anillo del pistón 112A se asienta sobre la hendidura 115A y el anillo del pistón 112B se asienta sobre la hendidura 115B. Cada anillo del pistón 112 se orienta contra la pared de la junta anular exterior 110 y permanece inmóvil incluso durante el giro del distribuidor de caudal 50. Tal y como indican las flechas de la figura 11, el aire (o gas) comprimido fluye por los conductos radiales 83, pasa por las aberturas 84 que comunican con cada conducto radial 83 y entra en el canal 119 entre los anillos del pistón 112A

y 112B así como en el espacio intermedio entre cada anillo del pistón 112 y la junta anular interior 116. A medida que el distribuidor de caudal gira respecto a la pared cilíndrica estacionaria 110 (y los anillos del pistón 112A y 112B), el aire del canal 119 presuriza el espacio entre los dos anillos del pistón 112A y 112B, con lo que se consigue una obturación continua y sin fricción. El espacio intermedio entre los anillos del pistón 112 y la junta interior del pistón 116, y el espacio intermedio 85 entre la junta interior del pistón 116 y la pared 110, dan cabida a todo movimiento (axial o de otro tipo) que se produzca en el eje motor 52 a causa del incremento térmico u otros factores. Los expertos en la técnica reconocerán que, aunque se muestra una junta anular de pistón doble, también se pueden emplear tres o más anillos de pistón para lograr una mayor obturación. Para dicha obturación, se puede utilizar tanto presión positiva como negativa.

En la figura 12 se muestra cómo la cámara de sobrepresión 64 que suministra aire comprimido al eje 52 es estanca respecto al eje motor 52. Esta estanqueidad es en cierto modo similar a la de la lumbrera giratoria antes citada, excepto que las juntas no están presurizadas, y sólo es necesario utilizar un anillo del pistón para cada junta situada por encima y por debajo de la cámara de sobrepresión 64. Tomando como ejemplo la junta situada por encima de la cámara de sobrepresión 64, una junta anular interior en forma de C 216 se forma al horadar una hendidura central en ese punto. Una pared cilíndrica anular estacionaria 210 que funciona como junta anular exterior incluye una brida anular exterior 211 que se utiliza para centrar la pared 210 y fijarla a la cámara de sobrepresión 64. Un anillo de pistón estacionario 212 se asienta en la hendidura formada en la junta anular interior en forma de C 216 y se orienta contra la pared 210. El espacio intermedio entre el anillo del pistón 212 y la superficie interior de la junta interior en forma de C 216, así como el espacio intermedio entre la junta interior en forma de C 216 y la pared cilíndrica exterior 210, dan cabida a cualquier movimiento del eje motor 52 como consecuencia de la dilatación térmica u otro factor de naturaleza parecida. Una pared cilíndrica 310, una junta interior en forma de C 316 y un anillo del pistón 312 similares se utilizan en el lado opuesto de la cámara de sobrepresión 64, tal y como se muestra en la figura 12.

Durante el funcionamiento del equipo, en un primer modo, el gas de proceso sin tratar ("sucio") fluye hasta la entrada 48 a través de la vía de paso 61 del distribuidor de caudal 50 y hasta las lumbreras de la válvula respectivas 25 que están abiertas para la comunicación con la vía de paso 61 en este modo. Entonces, el gas de proceso sin tratar asciende para pasar por los medios de intercambio térmico calientes que sostiene la cámara de sobrepresión del lado frío 20 y atravesar la zona de combustión en la que se trata, y el gas, ahora limpio, se refrigera a medida que desciende por los medios de intercambio térmico fríos de la segunda columna, a través de las lumbreras de la válvula 25 en comunicación con la vía de paso 60, hasta salir por la cámara de sobrepresión 47 y, finalmente, la salida 49. Una vez que los medios de intercambio térmico fríos se han calentado relativamente y los medios de intercambio térmico calientes se han enfriado relativamente, el ciclo se invierte mediante la activación del mecanismo de accionamiento

to 70 para girar el eje motor 52 y el distribuidor de caudal 50.

En este segundo modo, el gas de proceso sin tratar fluye de nuevo hasta la entrada 48 a través de la vía de paso 61 del distribuidor de caudal 50; dicha vía de paso está ahora en comunicación con lumbreras de la válvula 25 distintas que antes sólo estaban en comunicación con la vía de paso 60 para el paso del fluido y, de este modo, el gas de proceso sin tratar se dirige a la columna de intercambio térmico ahora caliente y,

a continuación, pasa por la zona de combustión en la que dicho gas de proceso se trata. El gas limpiado se refrigera a medida que desciende por los medios de intercambio térmico de la otra columna que ahora están fríos, a través de las lumbreras de la válvula 25 que, ahora, están en comunicación con la vía de paso 60 para, finalmente, salir por la cámara de sobrepresión 47 y la salida 49. Este ciclo se repite siempre que sea necesario, normalmente cada periodo de uno a cuatro minutos.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Una válvula que está formada por: una primera lumbrera de la válvula (25A y 25B) y una segunda lumbrera de la válvula (25C y 25D) separada de la primera (25A y 25B), estando ambas lumbreras de la válvula divididas cada una en, como mínimo, dos partes; un distribuidor de caudal (50) que presenta una vía de paso de entrada (61) y una vía de paso de salida (60), y dicho distribuidor de caudal (50) se puede mover en una primera y una segunda dirección, ambas opuestas, respecto a la primera y a la segunda lumbrera de la válvula antes citadas entre una primera posición estacionaria en la que la primera lumbrera de la válvula (25A y 25B) está en comunicación con la vía de paso de entrada (61) para el paso del fluido y una segunda lumbrera de la válvula (25C y 25D) que está en comunicación con la citada vía de paso de salida (60) para el paso del fluido, y una segunda posición estacionaria en la que dicha primera lumbrera de la válvula (25A y 25B) está en comunicación con la citada vía de paso de salida (60) para el paso del fluido y dicha segunda lumbrera de la válvula (25C y 25D) está en comunicación con la citada vía de paso de entrada (60) para el paso del fluido; el citado distribuidor de caudal está formado por una superficie de bloqueo (55 y 56) que bloquea el caudal a través de una primera parte (25A) de dicha primera lumbrera de la válvula y a través de una segunda parte (25D) de dicha segunda lumbrera de la válvula cuando el distribuidor de caudal (50) se mueve entre la primera y la segunda posición; la citada válvula está dispuesta de tal modo que todas las lumbreras de la válvula están abiertas cuando el citado distribuidor de caudal se encuentra en las posiciones estacionarias primera y segunda.

2. La primera y la segunda lumbrera de la válvula de la reivindicación 1 están divididas, como mínimo, en tres partes.

3. El distribuidor de caudal (50) de la válvula de la reivindicación 1 o 2 puede girar 180° entre la primera y la segunda posición.

4. La primera y la segunda parte de las lumbreras de la válvula de cualquiera de las reivindicaciones anteriores son congruentes.

5. La válvula de cualquiera de las reivindicaciones anteriores está formada por un eje motor (52) unido al citado distribuidor de caudal (50); por un lado, incluye, como mínimo, un conducto radial (83) que está en comunicación con dicho eje motor para el paso del fluido y se extiende radialmente a partir del citado eje motor (52); por otro lado, incluye además una lumbrera giratoria (90) formada por: una junta anular exterior (110), una junta anular interior (116) separada de la citada junta anular exterior (110) y que presenta múltiples superficies interiores (115A y 115B) y como mínimo un anillo del pistón (112A), estando dicho anillo del pistón (112A) situado en una de las diversas superficies interiores (115A) de la citada junta anular interior (116) y orientado contra la citada junta anular exterior (110).

6. La válvula de la reivindicación 5, que incluye medios para dirigir el gas a través de dicho eje motor (52), a través de, como mínimo, uno de los conductos radiales (83) antes citados y entre, como mínimo,

uno de los anillos del pistón (112A) y la junta anular interior (116).

7. La válvula de la reivindicación 5 o 6, en la que se encuentran múltiples anillos del pistón (112A y 112B), también incorpora medios para dirigir el gas a través de dicho eje motor (52), a través de, como mínimo, uno de los conductos radiales (83) antes citados y entre los diversos anillos del pistón (112A y 112B).

8. La válvula de cualquiera de las reivindicaciones anteriores incluye una placa de unión hermética (100), y el citado distribuidor de caudal (50) incorpora una superficie de acoplamiento (54) que presenta múltiples aberturas (96) a través de las que fluye el gas y se crea un cojín de gas entre las citadas superficies de acoplamiento (54) y dicha placa de unión hermética (100).

9. La placa de unión hermética de la válvula de la reivindicación 8 incluye, como mínimo, una hendidura anular (99) alineada con por lo menos una de las múltiples aberturas antes citadas (96).

10. La válvula de cualquiera de las reivindicaciones anteriores incluye además medios de accionamiento (75A, 75B, 76A, 76B y 77) para desplazar el citado distribuidor de caudal (50) entre la primera y la segunda posición.

11. Los medios de accionamiento de la válvula de la reivindicación 10 incluyen un engranaje cilíndrico recto (77) unida al citado distribuidor de caudal (50) que presenta múltiples dientes (77A) y, como mínimo, una cremallera (76A) con múltiples muescas en las que engranan los citados dientes (77A) cuyo movimiento provoca un movimiento correspondiente del citado engranaje cilíndrico recto (77), que hace girar el distribuidor de caudal (50).

12. Un oxidador térmico regenerativo (10) para procesar el gas que está formado por: una zona de combustión; un primer lecho de intercambio térmico que contiene medios de intercambio térmico y que está en comunicación con la citada zona de combustión; un segundo lecho de intercambio térmico que contiene medios de intercambio térmico y que está en comunicación con la citada zona de combustión; una válvula de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores para alternar el caudal del citado gas entre el primer y el segundo lecho de intercambio térmico.

13. El oxidador térmico regenerativo de la reivindicación 12 también incluye una cámara de sobrepresión del lado frío (20) formada, como mínimo, por una pantalla de separación (24B) para dividir la primera y la segunda lumbrera de la válvula en múltiples partes.

14. Cada una de las partes del oxidador térmico regenerativo de la reivindicación 13 es congruente.

15. El distribuidor de caudal (50) del oxidador térmico regenerativo de las reivindicaciones 12, 13 o 14 se aloja en un colector (51) que presenta una entrada al colector (48) y una salida del colector (49); la entrada al colector (48) está en comunicación con la primera vía de paso (61) del citado distribuidor de caudal para el paso del fluido y la salida del colector (49) está en comunicación con la segunda vía de paso (60) del citado distribuidor de caudal para el paso del fluido.

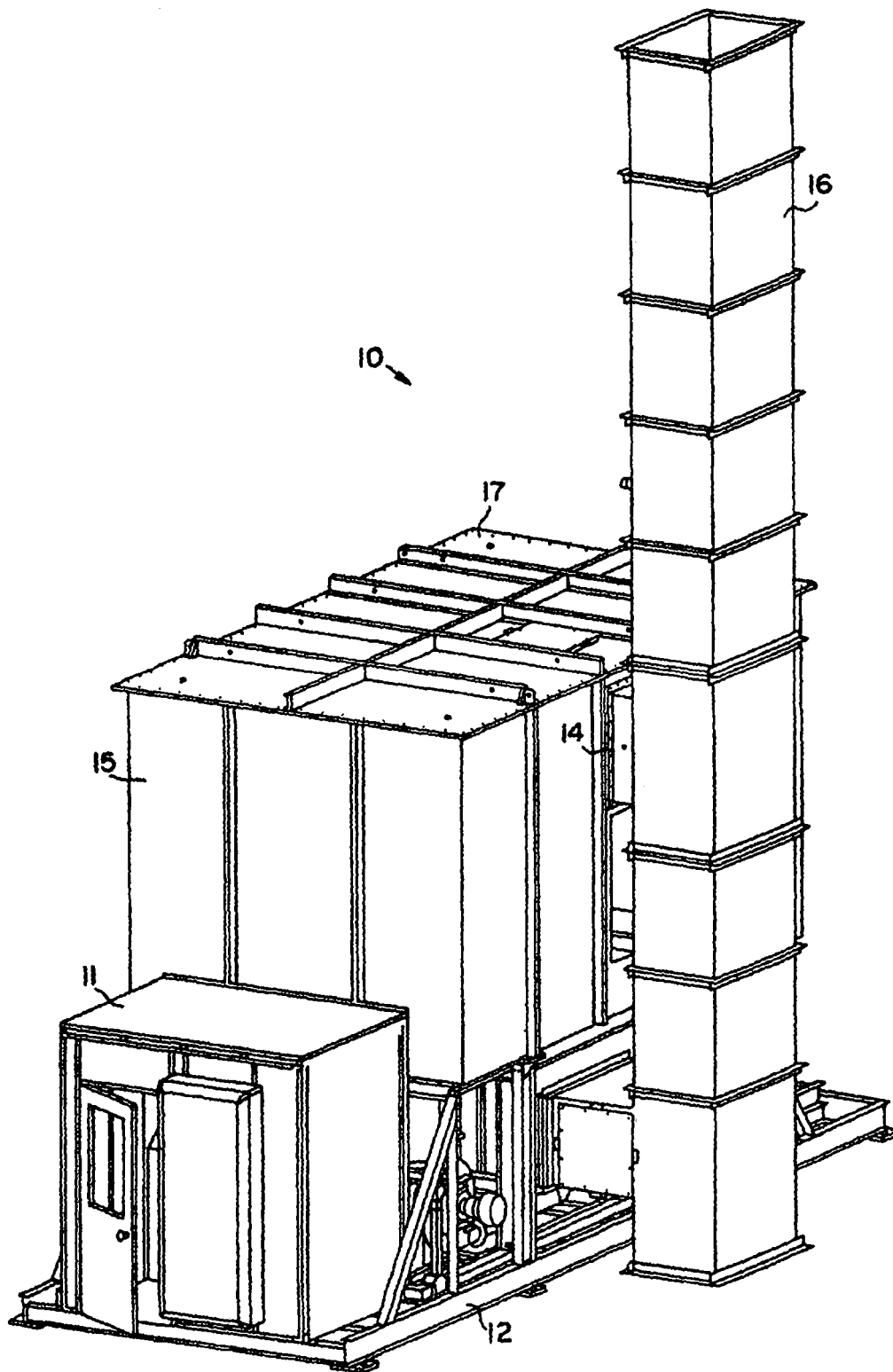


FIG. 1

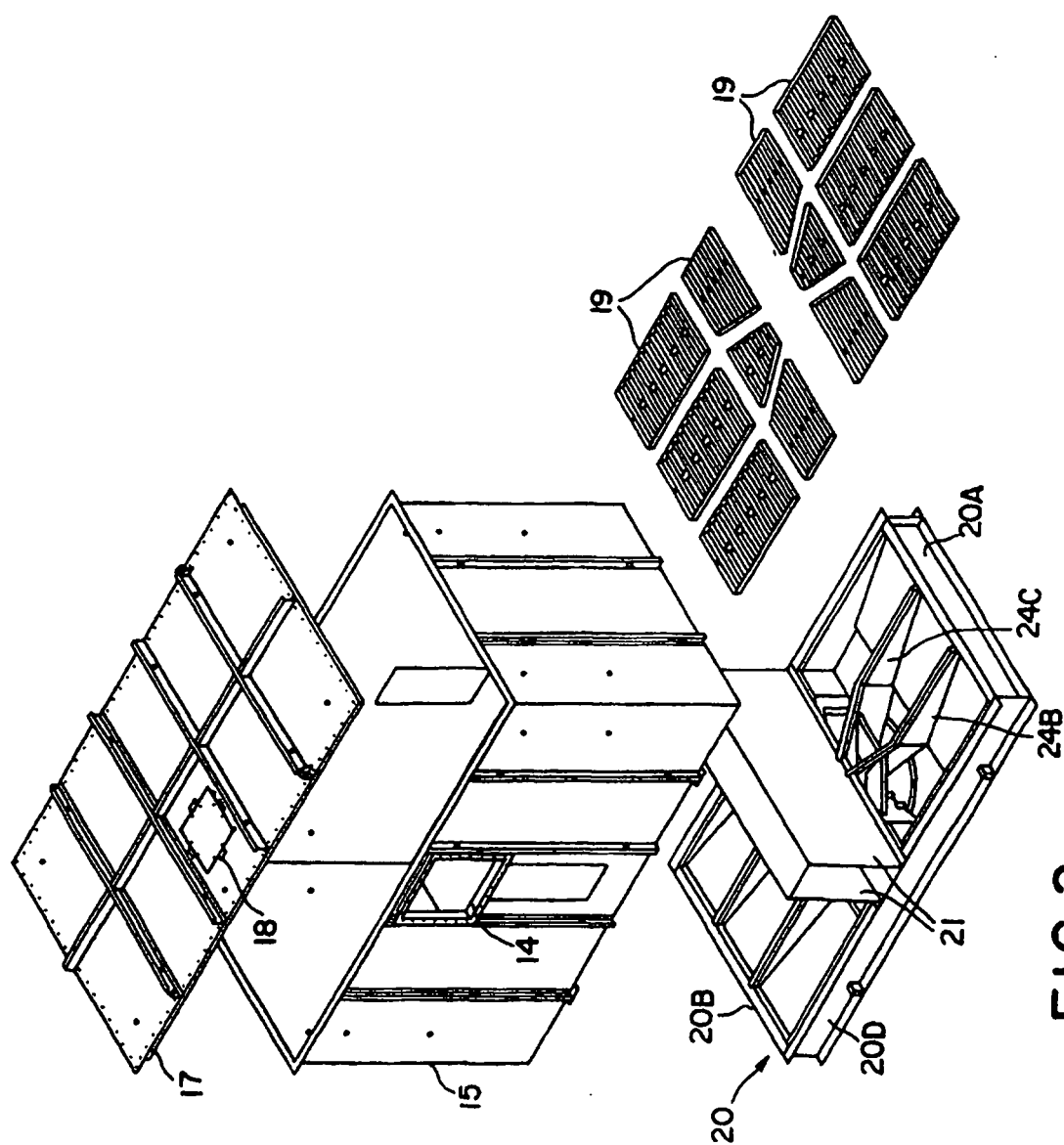


FIG. 2

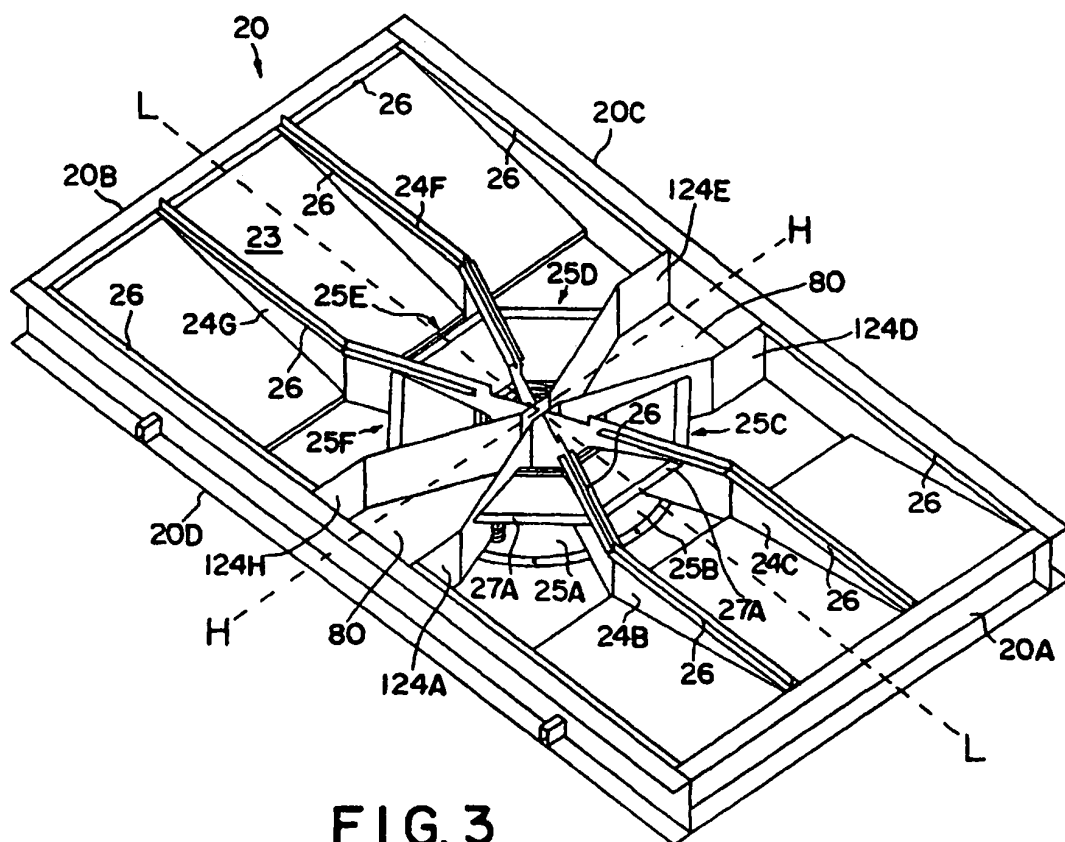


FIG. 3

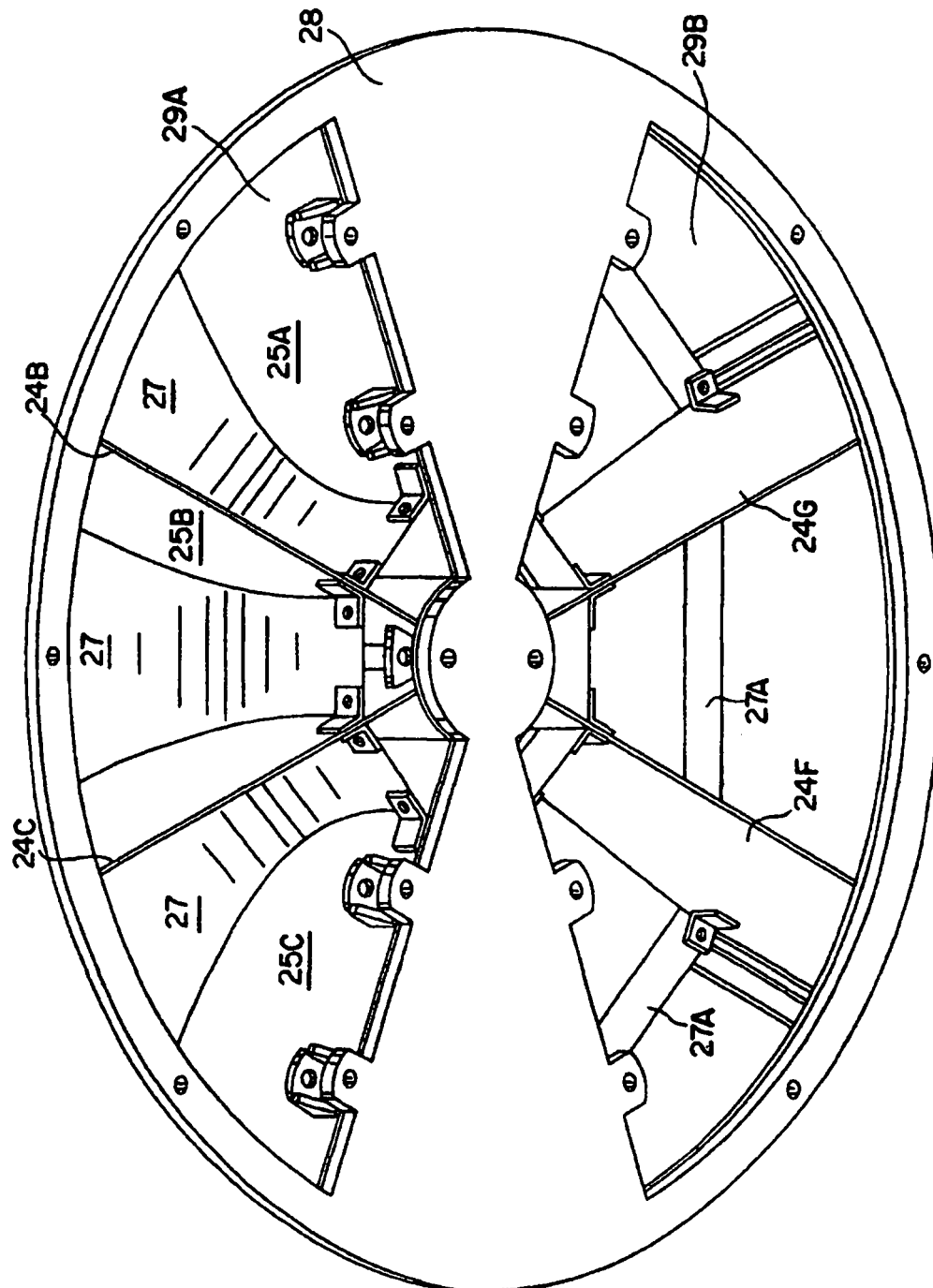


FIG. 4

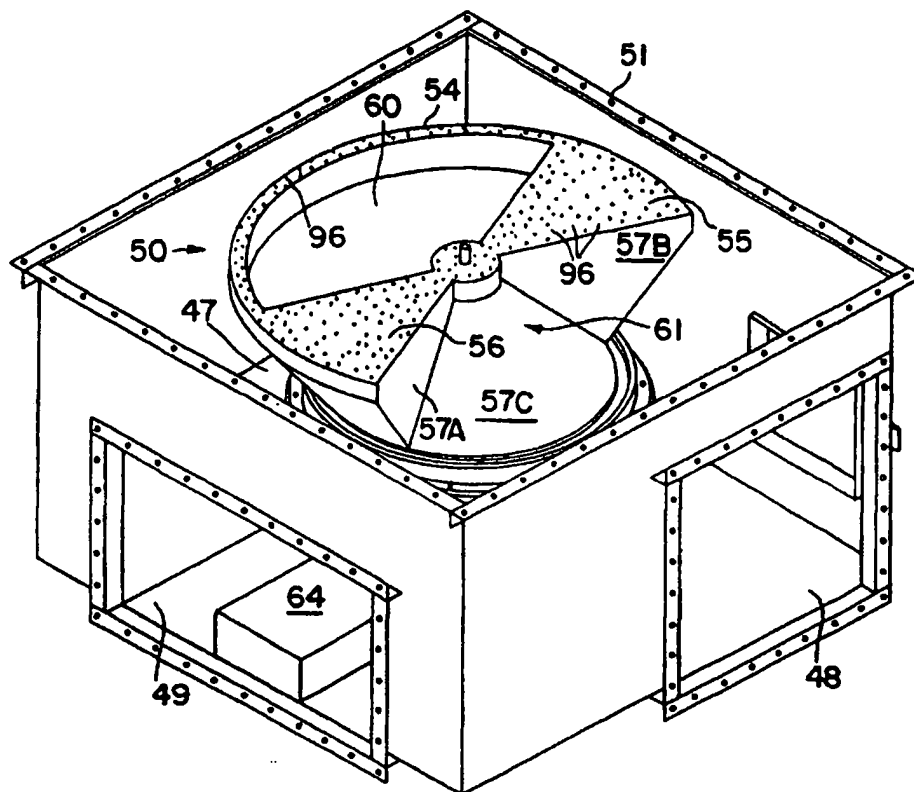


FIG. 5

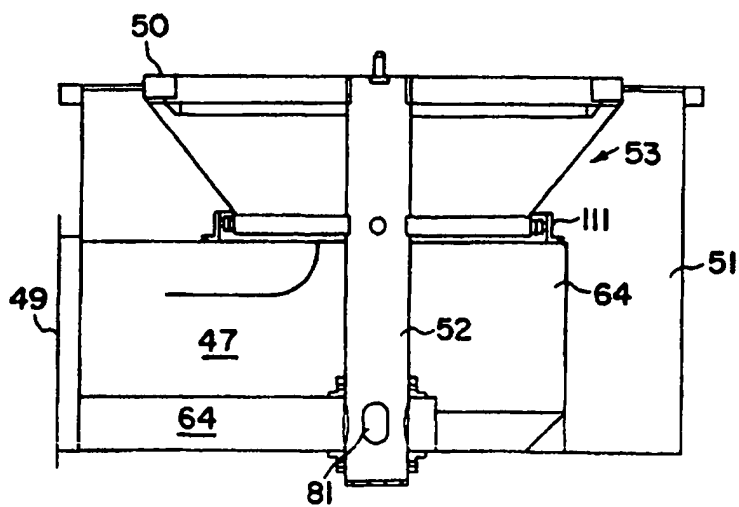
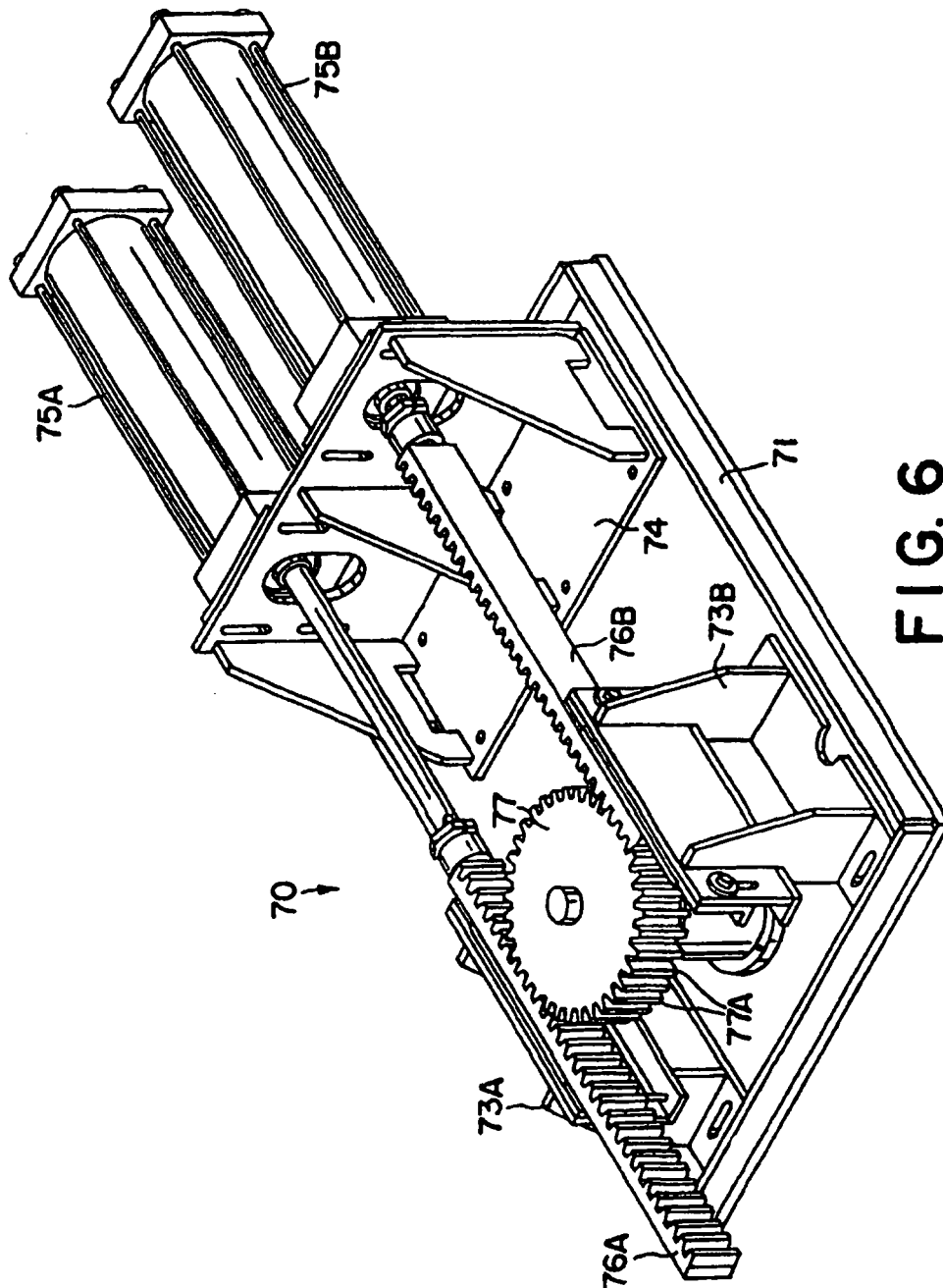


FIG. 5A



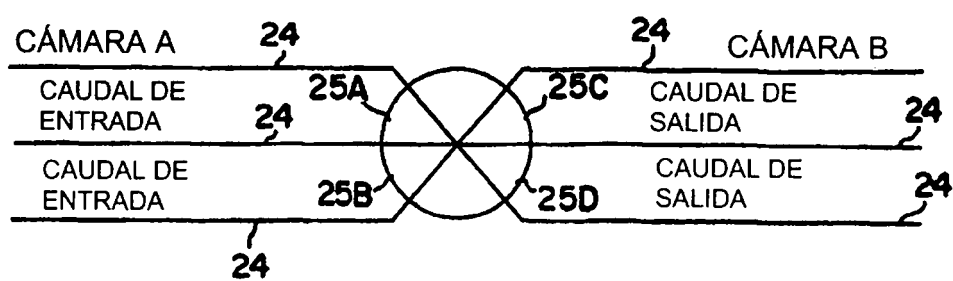


FIG. 7A

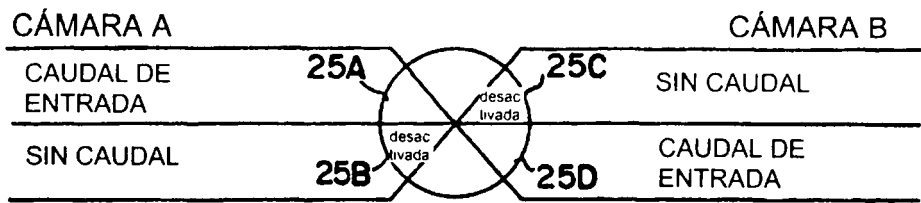


FIG. 7B

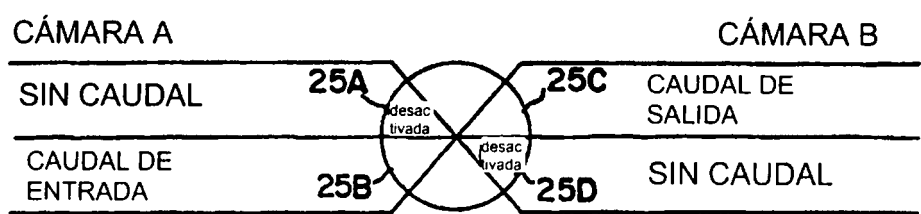


FIG. 7C

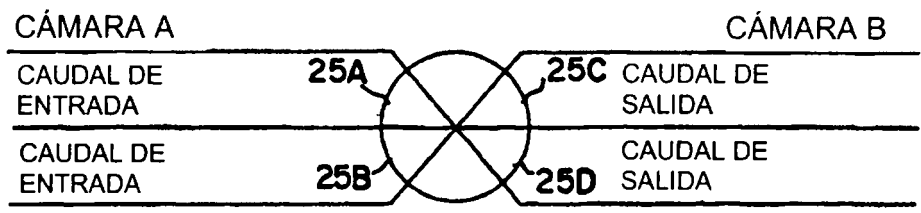


FIG. 7D

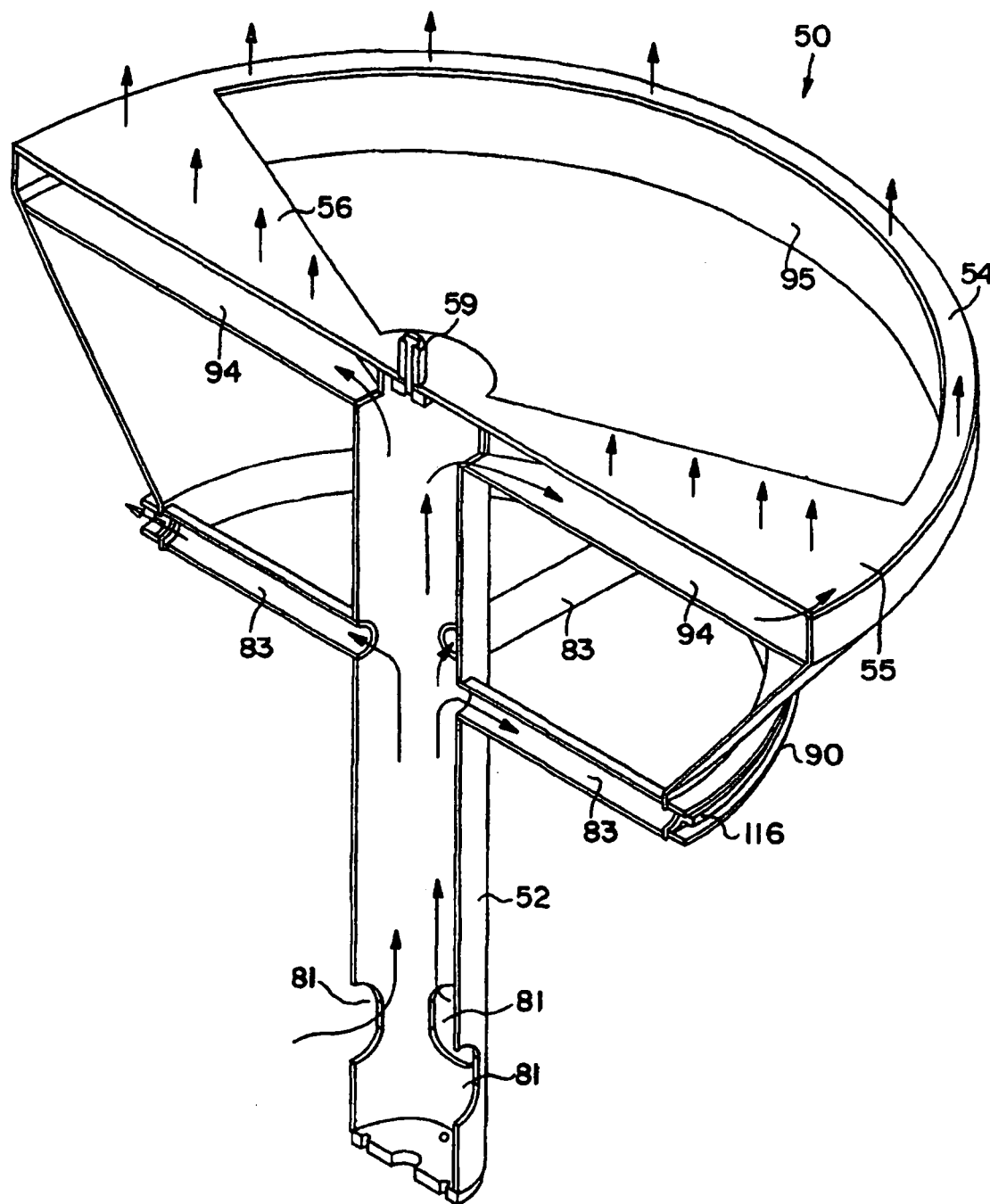


FIG. 8

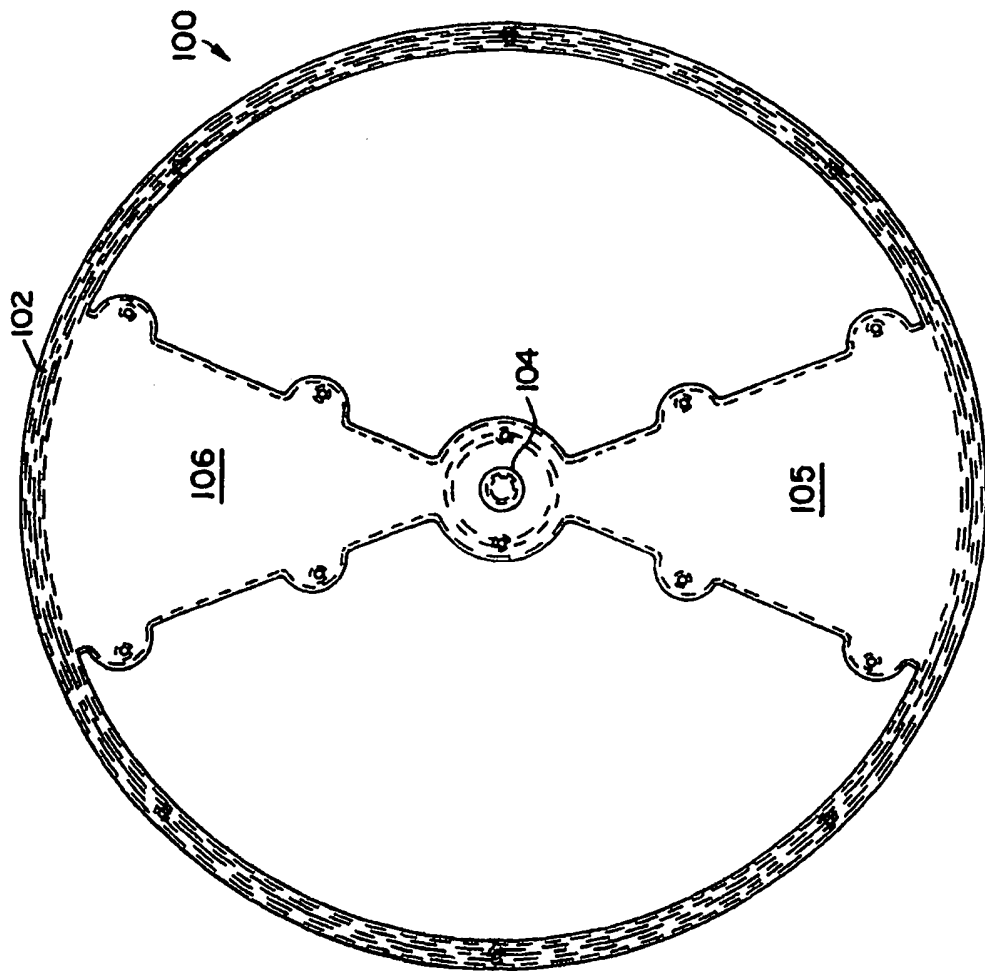


FIG. 9

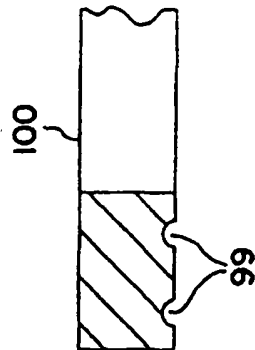


FIG. 9A

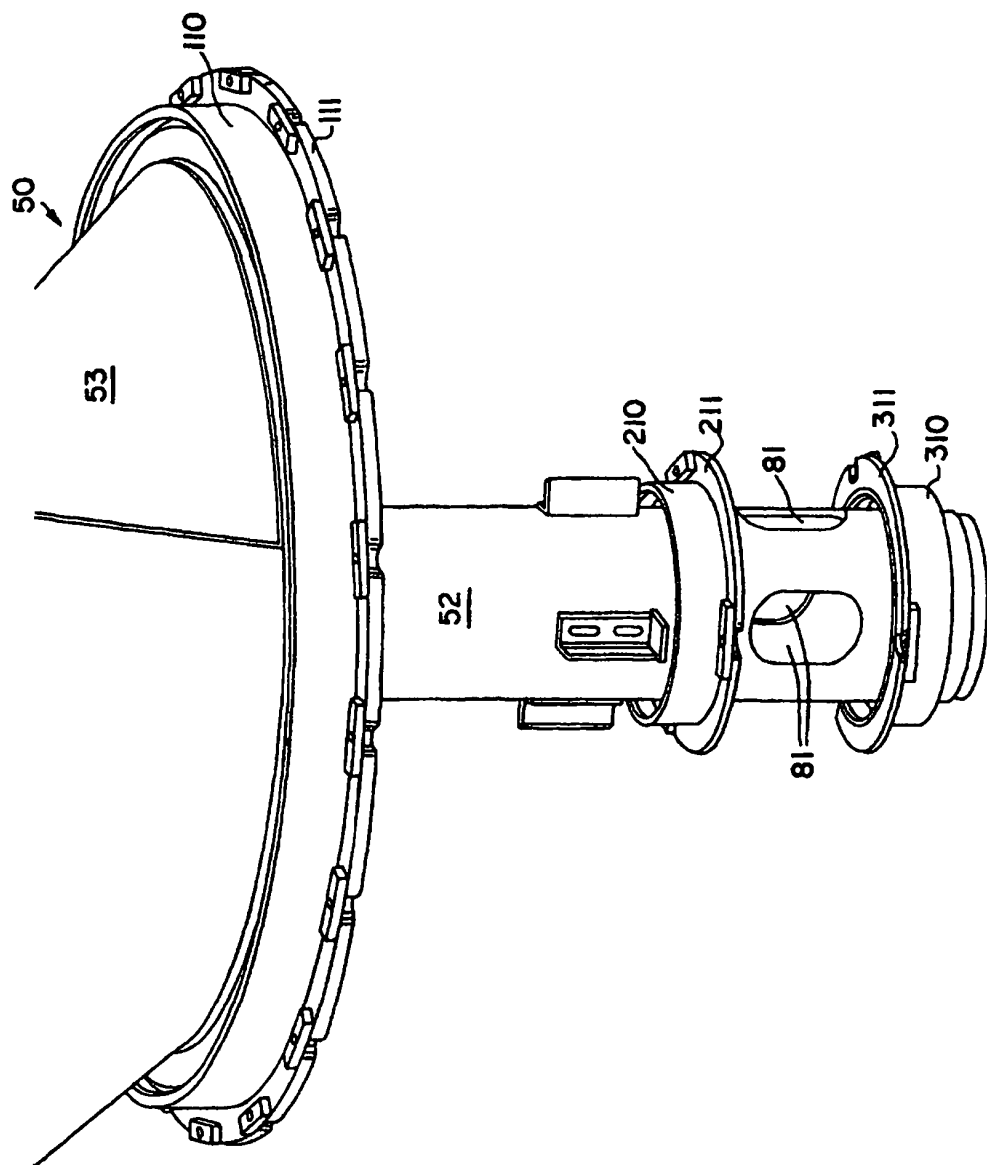


FIG. 10

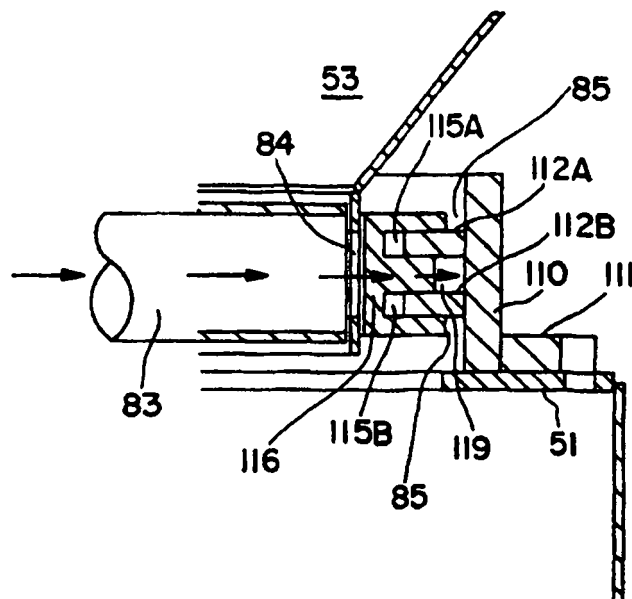


FIG. 11

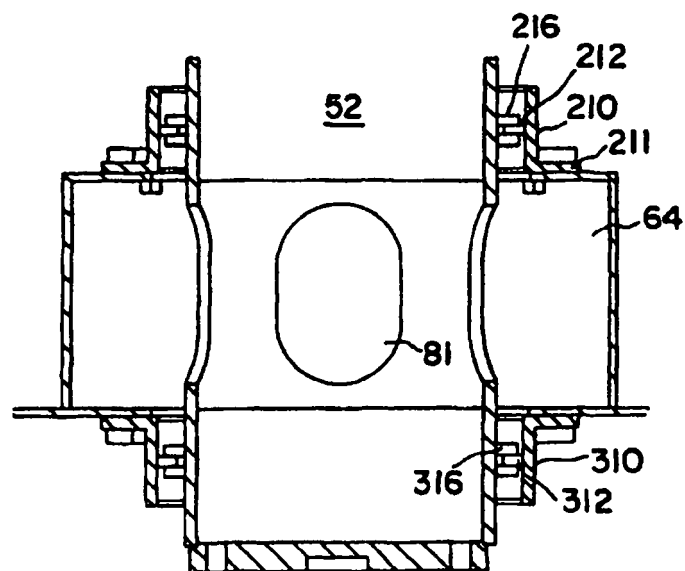


FIG. 12