



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11) Número de publicación: 2 579 237

51 Int. Cl.:

F01D 9/02 (2006.01) F23R 3/60 (2006.01) F01D 11/04 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: 24.10.2011 E 11186408 (8)
(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: 30.03.2016 EP 2450533

(54) Título: Disposición de cierre estanco

(30) Prioridad:

09.11.2010 CH 18772010

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente: **08.08.2016**

(73) Titular/es:

GENERAL ELECTRIC TECHNOLOGY GMBH (100.0%) Brown Boveri Strasse 7 5400 Baden, CH

(72) Inventor/es:

VASSILIEV, VLADIMIR; MAGNI, FULVIO; CHERNYSHEV, SERGEY ANATOLIEVICH y ODINOKOV, VICTOR VLADIMIROVICH

(74) Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

DESCRIPCIÓN

Disposición de cierre estanco.

Sector tecnológico

La presente invención se refiere a una disposición de cierre estanco para un guemador tipo silo.

5 Técnica anterior

25

30

35

40

45

50

55

Un quemador tipo silo comprende normalmente una cámara de combustión, que es alimentada con un combustible desde arriba y con aire comprimido, y un cuerpo envolvente de los gases calientes a través del cual los productos calientes de combustión son alimentados desde la cámara de combustión a una turbina. Los gases calientes se expanden a través de la turbina.

El aire comprimido es alimentado a la cámara de combustión a través de un canal anular, que rodea el cuerpo envolvente del quemador. Por lo tanto, el flujo de gases calientes y el flujo de aire comprimido tienen sentidos opuestos. El aire comprimido tiene además la función de refrigerar el cuerpo envolvente de la cámara del quemador y el cuerpo envolvente de los gases calientes.

La parte inferior de la cámara de combustión se denomina el revestimiento interior del quemador (CIL, combustor inner liner). El revestimiento interior del quemador y el cuerpo envolvente de los gases calientes tienen un solape, donde el extremo del revestimiento interior del quemador está situado en el interior de la parte superior del cuerpo envolvente de los gases calientes. Para evitar el contacto mecánico y la fricción resultante está dispuesto un intersticio entre el revestimiento interior del quemador y el cuerpo envolvente de los gases calientes. Dado que el aire comprimido está a mayor presión que los gases calientes que fluyen a través del revestimiento interior del quemador y del cuerpo envolvente de los gases calientes, la diferencia de presión provocaría la fuga de aire comprimido desde el canal anular al flujo de gases calientes, reduciendo de ese modo la cantidad de aire disponible para la combustión. Por lo tanto, está dispuesto un cierre estanco en el intersticio, para impedir cualquier fuga.

El cierre estanco consiste en un conjunto de segmentos, que pueden o no solapar. Un diseño particular de cierre estanco conocido se denomina un cierre estanco de correa. En esta disposición de cierre estanco, los segmentos están montados circunferencialmente alrededor del cuerpo envolvente, de manera que los segmentos individuales están montados con solape y apretados mediante un resorte. Su conexión permite cierto movimiento de unos con respecto a otros, y por lo tanto forman una estructura flexible, que admite la posible deformación del revestimiento interior del quemador y del cuerpo envolvente de los gases calientes debido a la expansión térmica. Unos enganches soldados sobre el cuerpo envolvente de los gases calientes retienen los segmentos del cierre estanco de correa. Las interconexiones entre los segmentos de cierre estanco están situadas circunferencialmente en el cuerpo envolvente de los gases calientes en las mismas posiciones que los enganches.

La estructura del cierre estanco de correa admite una deformación del cuerpo envolvente del quemador debida a la expansión térmica, y la variación resultante en el intersticio radial entre el revestimiento interior del quemador y el cuerpo envolvente de los gases calientes. Las secciones de solapamiento del cierre estanco de correa impiden sustancialmente las fugas más allá del cierre estanco en la dirección axial. Sin embargo, sigue habiendo pequeños intersticios entre los segmentos, que conducen a fugas en la dirección radial. La cantidad de aire fugado es pequeña y no tiene un impacto apreciable en la alimentación del aire de combustión. Sin embargo, debido a la formación de vórtices, estas fugas pueden provocar la entrada de gas calientes en el intersticio entre el revestimiento interior del quemador y el cuerpo envolvente de los gases calientes. Esto tiene como resultado un sobrecalentamiento local. Este sobrecalentamiento se puede producir en el revestimiento interior del quemador así como en el cuerpo envolvente de los gases calientes, en la misma posición en la que están situados los enganches de retención y la interconexión entre los segmentos. Estos puntos calientes conducen a una mayor oxidación y a una vida útil reducida del revestimiento interior del quemador y del cuerpo envolvente de los gases calientes.

El documento US 2005/262845 da a conocer un revestimiento de combustión de turbina de gas con refrigeración y cierre estanco mejorados, que tiene como resultado una mayor vida útil de los componentes. En una zona de extremo, el revestimiento de combustión está dotado de un sistema de cierre estanco que se cierra contra un conducto de transición, admitiendo al mismo tiempo que pase un fluido de refrigeración al interior de un paso anular, formado entre el revestimiento de combustión y dicho sistema de cierre estanco. El sistema de cierre estanco consiste en un primer cierre estanco de resorte con una primera longitud, y una serie de ranuras axiales y -junto al primer cierre estanco de resorte- un segundo cierre estanco de resorte con una segunda longitud y una serie de ranuras, de manera que el segundo cierre estanco de resorte está desplazado circunferencialmente respecto del primer cierre estanco. El fluido de refrigeración entra en dicho paso anular a través de las ranuras axiales del primer cierre estanco de resorte. Desde allí, el fluido de refrigeración fluye a través de orificios de refrigeración en la pared de revestimiento al flujo de gases calientes en el interior del revestimiento de combustión, refrigerando de ese modo la pared del revestimiento mediante refrigeración convectiva a lo largo de su grosor y mediante refrigeración por película a lo largo de la superficie de la pared interior.

ES 2 579 237 T3

No se dan a conocer explícitamente medidas para impedir el sobrecalentamiento local por la entrada de gases calientes a la zona de solapamiento entre el revestimiento y el cuerpo envolvente.

Por lo tanto, un objetivo de la presente invención es dar a conocer una disposición de cierre estanco mejorada para un quemador tipo silo con el fin de reducir un sobrecalentamiento local asociado con la entrada de gas caliente a la zona de solapamiento entre el revestimiento interior del quemador y el cuerpo envolvente de los gases calientes.

Resumen de la invención

5

10

15

20

25

30

35

La presente invención trata estos problemas.

De acuerdo con la invención, estos problemas se resuelven disponiendo una disposición de cierre estanco para un quemador tipo silo, con las características de la reivindicación 1. Se pueden encontrar realizaciones preferidas de la invención en las reivindicaciones dependientes.

Según la invención, una disposición de cierre estanco para un quemador tipo silo comprende un primer cuerpo envolvente que forma un conducto para un gas y un segundo cuerpo envolvente que forma un conducto para un gas, de manera que una parte extrema del primer cuerpo envolvente está situada radialmente en el interior de una parte extrema del segundo cuerpo envolvente y solapada mediante la misma, de tal modo que un cierre estanco segmentado está situado para realizar el cierre estanco de un intersticio radial entre los cuerpos envolventes en la parte de solapamiento. El primer cuerpo envolvente está dotado de aberturas en la zona entre dos segmentos adyacentes del cierre estanco segmentado, estando situadas todas las aberturas en dicho cuerpo envolvente, en la zona entre dos segmentos adyacentes del cierre estanco segmentado, estando la totalidad de dichas aberturas enfrentadas directamente a un intersticio entre dos segmentos adyacentes del cierre estanco segmentado y estando la totalidad de dichas aberturas situadas solamente en una zona que se extiende axialmente, correspondiente a la anchura del cierre estanco segmentado en una dirección axial.

El aire de refrigeración, que se fuga a través del intersticio entre los segmentos adyacentes del cierre estanco segmentado, no provocará ningún problema, si puede ser dirigido adecuadamente sin inducir una entrada de gas caliente en la zona de solapamiento del primer y el segundo cuerpos envolventes. Al disponer dichas aberturas en el primer cuerpo envolvente, el aire que se fuga a través del intersticio radial entre dos segmentos adyacentes de cierre estanco puede fluir radialmente a través de la abertura en el primer cuerpo envolvente al conducto para gases calientes. Dado que el aire fugado fluye directamente al trayecto de los gases calientes, se minimiza la formación de vórtices en la zona de solapamiento del primer y el segundo cuerpos envolventes. Por lo tanto, se impide el sobrecalentamiento local del primer y el segundo cuerpos envolventes. Además, la disposición de la abertura permite que el aire fugado fluya hacia el gas caliente que fluye axialmente y se mezcle con el mismo. Esto proporciona una refrigeración adicional de los cuerpos envolventes.

De acuerdo con una realización preferida, el primer cuerpo envolvente es un revestimiento interior del quemador y el segundo cuerpo envolvente es un cuerpo envolvente de los gases calientes.

Las aberturas en la pared del revestimiento interior del quemador en la zona entre dos segmentos adyacentes del cierre estanco segmentado permiten que el aire comprimido, que se fuga a través de intersticios entre los segmentos de cierre estanco, fluya radialmente al flujo de gases calientes en el quemador.

Los anteriores y otros objetivos, características y ventajas de la invención resultarán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de ciertas realizaciones preferidas de la misma, cuando se consideren junto con los dibujos adjuntos.

40 Breve descripción de los dibujos

La invención se describe haciendo referencia a una realización representada esquemáticamente en los dibujos, y se describirá a continuación haciendo referencia en mayor detalle a los dibujos, en los que los elementos similares están numerados de manera similar.

Los dibujos muestran esquemáticamente en:

45 la figura 1, un quemador tipo silo según la invención;

la figura 2, una sección transversal de una disposición de cierre estanco según la invención;

la figura 3, vistas laterales de una disposición de cierre estanco según la invención, y

las figuras 4a, 4b, una sección transversal de una disposición de cierre estanco de la técnica anterior.

Descripción de realizaciones preferidas

Haciendo referencia a la figura 1, se muestra un quemador tipo silo 12. Un quemador tipo silo es alimentado con aire comprimido y con un combustible, de tal modo que los productos de combustión en el quemador 12 se alimentan a continuación a una turbina 2. Los gases calientes se expanden a través de la turbina 2 y la impulsan.

El aire comprimido para combustión es alimentado a través de un canal anular 4, que rodea el cuerpo envolvente 5 del quemador, y la parte superior del cuerpo envolvente 6. Por lo tanto, el flujo de gases calientes 7 y el flujo de aire comprimido 8 tienen sentidos opuestos, tal como se puede observar en la figura 1. Estos flujos son sustancialmente en la dirección axial del quemador 12. El aire comprimido tiene además la función de refrigerar los cuerpos envolventes 5, 6 del quemador.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

Un primer cuerpo envolvente 5 del quemador se denomina el revestimiento interior del quemador, que forma una parte inferior de la cámara de combustión 3. Un segundo cuerpo envolvente 6 del quemador se denomina un cuerpo envolvente de los gases calientes, que forma un conducto para alimentar gases calientes de combustión a la turbina 2. El revestimiento interior del quemador 5 y el cuerpo envolvente de los gases calientes 6 tienen un solape, donde una parte extrema 19 del revestimiento interior del quemador 5 está situada en el interior de la parte superior del cuerpo envolvente de los gases calientes 6. Está dispuesto un intersticio radial 9 entre el revestimiento interior del quemador 5 y el cuerpo envolvente de los gases calientes 6 en la zona de solapamiento 10. Este intersticio 9 está dispuesto para evitar el contacto mecánico y la fricción resultante entre el revestimiento interior del quemador 5 y el cuerpo envolvente de los gases calientes 6. Este contacto mecánico surgiría por medio de una deformación de los cuerpos envolventes 5, 6 debida a la expansión térmica.

El revestimiento interior del quemador 5 y el cuerpo envolvente de los gases calientes 6 están rodeados radialmente por el canal anular 4, que alimenta aire comprimido al quemador 12. Dado que el aire comprimido en el canal 4 está a mayor presión que los gases calientes que fluyen a través del revestimiento interior del quemador 5 y del cuerpo envolvente de los gases calientes 6, la diferencia de presión provoca una fuga de aire comprimido hacia el flujo de gases calientes 7, reduciendo por lo tanto la cantidad de aire disponible para la combustión. Por lo tanto, está dispuesto un cierre estanco segmentado 11 en el intersticio radial 9 formado entre la parte extrema del revestimiento interior del quemador 5 y la parte extrema o superior del cuerpo envolvente de los gases calientes 6, con el fin de minimizar cualesquiera fugas y de admitir la deformación de los cuerpos envolventes 5, 6.

Según una realización de la invención, se muestra esquemáticamente una disposición de cierre estanco 1 para el cierre estanco de este intersticio radial, en las figuras 2 y 3. En esta disposición de cierre estanco 1, los segmentos de cierre estanco están montados circunferencialmente en torno al revestimiento interior del quemador 5, de tal modo que los segmentos individuales están montados con o sin solape y apretados mediante un resorte. Esto se conoce como un cierre estanco de correa. En las figuras 3a, 3b, 3c se muestran solamente dos segmentos 13, 14. La conexión de los segmentos 13, 14 permite cierto movimiento relativo entre los mismos. Por lo tanto, los segmentos 13, 14 forman una estructura flexible, que admite la posible deformación del revestimiento interior del quemador 5 y del cuerpo envolvente de los gases calientes 6 debida a la expansión térmica. Los segmentos de cierre estanco 13, 14 están retenidos mediante enganches 15 soldados sobre el cuerpo envolvente de los gases calientes. Las interconexiones 17 entre los segmentos de cierre estanco están situadas circunferencialmente en el revestimiento interior del quemador 5 en las mismas posiciones que los enganches 15. En las figuras 3a y 3b, la disposición de cierre estanco 1 se ve desde el interior del cuerpo envolvente de los gases calientes 6. Se muestran un primer 13 y un segundo 14 segmentos de cierre estanco, que forman parte del cierre estanco segmentado. En la figura 3c, la disposición de cierre estanco 1 se ve desde el exterior del cuerpo envolvente de los gases calientes 6. Un enganche 15 está situado en la interconexión entre el primer y el segundo segmentos 13, 14 y está unido al cuerpo envolvente de los gases calientes 6.

La disposición de cierre estanco 1 admite una deformación del cuerpo envolvente 5, 6 del quemador, debida a la expansión térmica, y la variación resultante en el intersticio radial entre el revestimiento interior del quemador 5 y el cuerpo envolvente de los gases calientes 6. Las secciones de solapamiento del cierre estanco 11 impiden sustancialmente las fugas más allá del cierre estanco segmentado 11 en la dirección axial. Sin embargo, sigue habiendo pequeños intersticios en la interconexión 17 entre los segmentos adyacentes 13, 14, que conducen a fugas en la dirección radial, tal como se representa mediante la fecha 16 en la figura 2. La cantidad de aire fugado es pequeña y no tiene un impacto apreciable en la alimentación de aire de combustión. Sin embargo, estas fugas pueden provocar la entrada de gas caliente en el intersticio 9 entre el revestimiento interior del quemador 5 y el cuerpo envolvente de los gases calientes 6. Esto tiene como resultado un sobrecalentamiento local. Este sobrecalentamiento se puede producir en el revestimiento interior del quemador 5 así como en el cuerpo envolvente de los gases calientes 6, en la misma posición en la que están situados los enganches de retención 15 y la interconexión 17 entre los segmentos 13, 14. Estos puntos calientes conducen a una mayor oxidación y a una vida útil reducida del revestimiento interior del quemador y del cuerpo envolvente de los gases calientes.

En la figura 4a, se muestra una sección transversal de una disposición de cierre estanco de la técnica anterior, para explicar la invención. Un cierre estanco segmentado 11 cierra sustancialmente el intersticio radial 9 entre el revestimiento interior del quemador 5 y el cuerpo envolvente de los gases calientes 6. La figura 4b muestra una sección transversal similar, en la que el intersticio entre el cierre estanco segmentado 11 y el revestimiento interior del quemador 5 se ha exagerado con fines explicativos. El aire fugado a través del intersticio radial en la interconexión 17 entre los segmentos de cierre estanco adyacentes incide sobre la pared del revestimiento interior del quemador 5 y crea un flujo de vórtices tridimensional 18. Los vórtices absorben los gases calientes hacia la zona de solapamiento 10 teniendo como resultado un sobrecalentamiento local.

Haciendo referencia de nuevo a las figuras 2 y 3, según una realización de la invención, el revestimiento interior del quemador 5 está dotado de aberturas 20 en una zona entre dos segmentos adyacentes 13, 14 del cierre estanco segmentado 11. Las aberturas 20 en el revestimiento interior del quemador 5 están situadas directamente frente al intersticio en la interconexión 17 entre los segmentos 13, 14 a cuyo través se puede fugar el aire comprimido. Las aberturas 20 permiten que el aire comprimido fugado fluya a través de la pared del revestimiento interior del quemador 5 hacia el paso de gases calientes 6. Dado que el aire fugado fluye directamente al trayecto de gases calientes, se minimiza la formación de vórtices en la zona de solapamiento 10 del revestimiento interior del quemador 5 y el cuerpo envolvente de los gases calientes 6. Por lo tanto, se impide el sobrecalentamiento local en esta zona. Además, la disposición de las aberturas 20 permite que el aire fugado fluya al gas caliente que fluye axialmente 7 y se mezcle con el mismo. Esto proporciona una refrigeración adicional de los cuerpos envolventes metálicos 5, 6, reduciendo la oxidación y aumentando la vida útil de los componentes. La distribución térmica de los cuerpos envolventes 5, 6 se homogeneiza debido a la eliminación de los puntos calientes, lo que reduce la deformación y reduce los riesgos de contacto y fricción.

El cierre estanco segmentado 11 está fabricado de una serie de segmentos que rodean el revestimiento interior del quemador 5 en la dirección circunferencial, de tal modo que las aberturas 20 en el revestimiento interior del quemador 5 están preferentemente dispuestas directamente frente a cada interconexión 17 entre segmentos adyacentes de cierre estanco. Las aberturas 20 pueden adoptar la forma de una serie de orificios 21 que se extienden radialmente a través del revestimiento interior del quemador 5. En este caso, el aire comprimido fugado se dirigiría radialmente hacia los gases calientes que fluyen axialmente 7, aumentando por lo tanto la turbulencia y la mezcla, y por tanto la refrigeración, de los gases calientes que fluyen a través del revestimiento interior del quemador 5. Sin embargo, los orificios 21 pueden tener un componente axial y/o circunferencial, que reforzaría la refrigeración por película del revestimiento interior del quemador.

Alternativamente, la abertura adopta la forma de una ranura que se extiende en la dirección axial.

Los orificios 21 o la ranura no se extenderían en la dirección axial más allá de la anchura del cierre estanco segmentado 11 en la dirección axial.

Las áreas en sección transversal de las aberturas 20 están diseñadas preferentemente de tal modo que el flujo másico a través de las aberturas 20 es igual al caudal fugado a través de la interconexión 17 entre dos segmentos adyacentes de cierre estanco situados frente a las aberturas 20.

La invención es aplicable a todas las disposiciones de cierre estanco en las que un conducto esté fabricado de dos 30 secciones con una parte en solapamiento axial, de tal modo que sea necesario un cierre estanco para cerrar el intersticio radial entre las dos secciones en la parte de solapamiento. Particularmente, cuando la descripción hace referencia a un revestimiento interior del quemador y un cuerpo envolvente de los gases calientes no se limita a los mismos, sino a un primer y un segundo cuerpos envolventes que forman en consecuencia un conducto.

La descripción anterior de las realizaciones, según la presente invención, sirve solamente para un propósito ilustrativo y no se deberá considerar que limita el alcance de la invención. Particularmente, en vista de las realizaciones preferidas, se pueden realizar diversos cambios y modificaciones en la forma y los detalles sin apartarse del alcance de la invención. Por consiguiente, la descripción de la presente invención no deberá ser limitativa. La descripción de la presente invención deberá servir por el contrario para aclarar el alcance de la invención, que se define en las reivindicaciones siguientes.

Lista de numerales de referencia

- 1 Disposición de cierre estanco 2 Turbina Cámara de combustión 3
- 45 4 Canal anular

5

10

15

20

25

35

40

- 5 Primer cuerpo envolvente
- 6 Segundo cuerpo envolvente
- 7 Paso del flujo de gases calientes
- Flujo de aire comprimido 8
- 50 9 Intersticio radial
 - 10 Zona de solapamiento
 - 11 Cierre estanco segmentado
 - 12 Quemador tipo silo
 - Primer segmento de cierre estanco 13
- 55 14 Segundo segmento de cierre estanco
 - 15 Enganche
 - Dirección radial 16
 - Interconexiones entre segmentos 17
 - 18 Flujo de vórtice

ES 2 579 237 T3

- 19 20 21 Parte extrema Por lo menos una abertura Orificios

REIVINDICACIONES

- 1. Una disposición de cierre estanco (1) para un quemador tipo silo que comprende una cámara de combustión (3), un primer cuerpo envolvente (5) que forma un conducto (7) para un flujo de gases calientes y un segundo cuerpo envolvente (6) que forma un conducto (7) para el flujo de gases calientes, y un canal anular (4) que forma un conducto para un flujo de aire comprimido (8) y que rodea el primer cuerpo envolvente (5) y el segundo cuerpo envolvente (6), de tal modo que una parte extrema (19) del primer cuerpo envolvente (5) está situada radialmente en el interior de una parte extrema del segundo cuerpo envolvente (6), formando los dos cuerpos envolventes (5, 6) una zona de solapamiento (10), de tal modo que un cierre estanco segmentado (11) está situado para cerrar de manera estanca un intersticio radial (9) formado entre el primer cuerpo envolvente (5) y el segundo cuerpo envolvente (6) en la zona de solapamiento (10), caracterizado por que el primer cuerpo envolvente (5) está dotado de aberturas (20), estando todas las aberturas (20) en dicho cuerpo envolvente (5) situadas en la zona entre dos segmentos adyacentes (13, 14) del cierre estanco segmentado (11), estando la totalidad de dichas aberturas (20) situadas directamente frente a un intersticio entre dos segmentos adyacentes (13, 14) del cierre estanco segmentado (11) y estando la totalidad de dichas aberturas (20) situadas solamente en una zona que se extiende axialmente, correspondiente a la anchura del cierre estanco segmentado (11) en una dirección axial.
- 2. Una disposición de cierre estanco (1) según la reivindicación 1, caracterizada por que cada una de las aberturas (20) está formada por una serie de orificios (21) o por una ranura.
- 3. Una disposición de cierre estanco (1) según la reivindicación 1, caracterizada por que cada una de las aberturas (20) es un orificio o una serie de orificios (21) que se extienden a través del primer cuerpo envolvente (5) en una dirección radial.
- 4. Una disposición de cierre estanco (1) según la reivindicación 1, caracterizada por que cada una de las aberturas (20) es un orificio o una serie de orificios (21) que se extienden a través del primer cuerpo envolvente (5) en direcciones radial y axial.
- 5. Una disposición de cierre estanco (1) según la reivindicación 1, caracterizada por que el primer cuerpo envolvente (5) y/o el segundo cuerpo envolvente (6) están fabricados de metal.
 - 6. Una disposición de cierre estanco (1) según la reivindicación 1, caracterizada por que el cierre estanco segmentado (11) es un cierre estanco de correa, que comprende una serie de segmentos conectados (13, 14) y un resorte para apretar el cierre estanco de correa en la dirección circunferencial.
- 7. Una disposición de cierre estanco (1) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el área en sección transversal de cada una de las aberturas (20) es tal que el flujo másico de gas a través de la abertura (20) es igual al caudal fugado a través del intersticio entre dos segmentos adyacentes (13, 14).
 - 8. Una disposición de cierre estanco (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, conforme a la cual el primer cuerpo envolvente (5) está formado por un revestimiento interior del quemador y el segundo cuerpo envolvente (6) está formado por un cuerpo envolvente de los gases calientes.

35

5

10

15

20

25

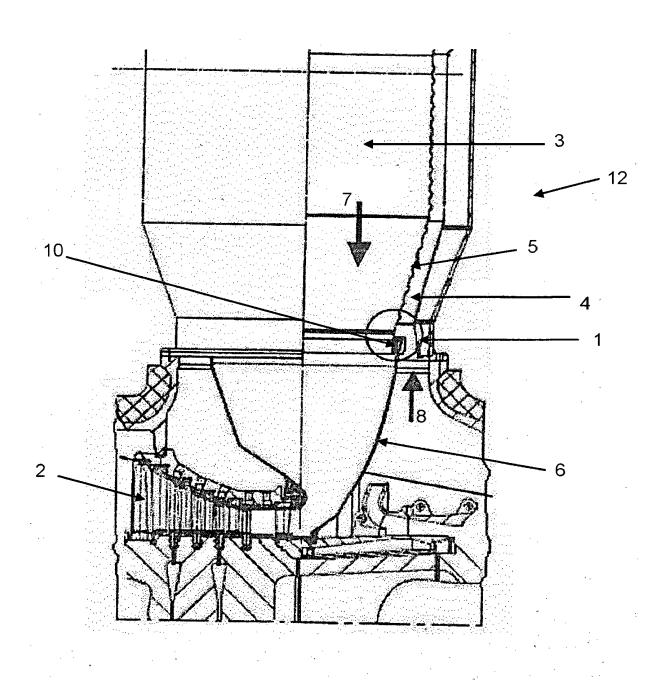


Fig. 1

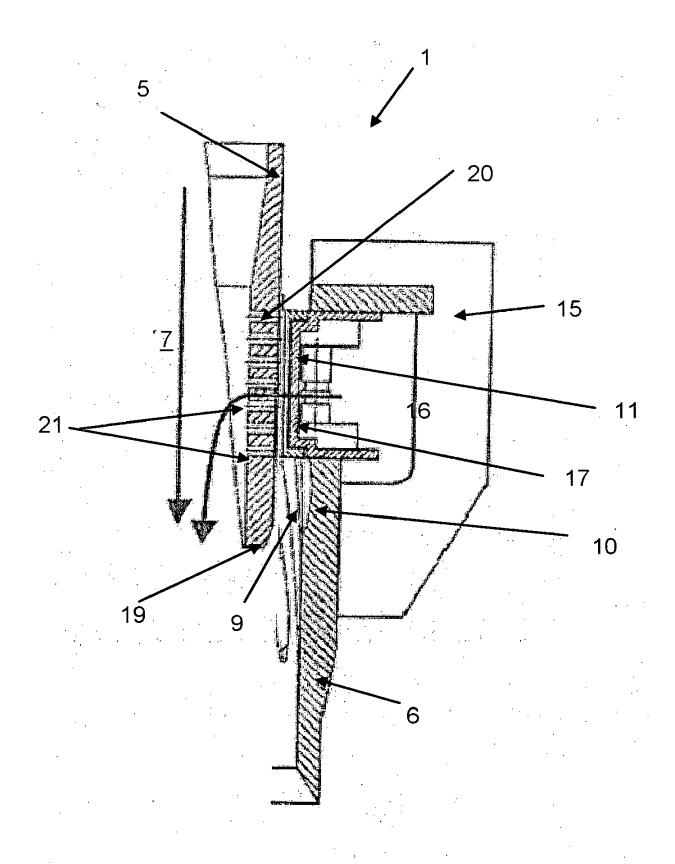
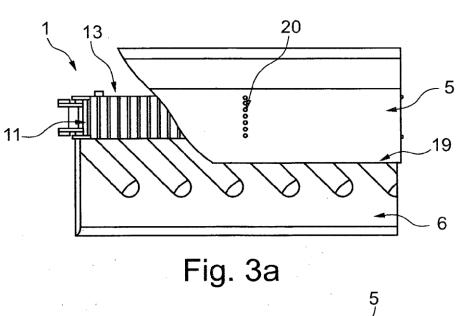


Fig. 2



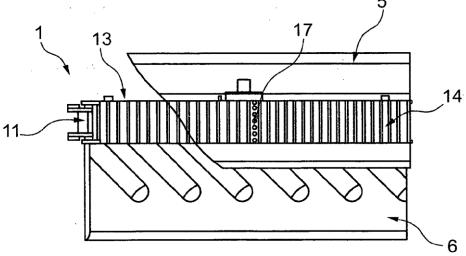


Fig. 3b

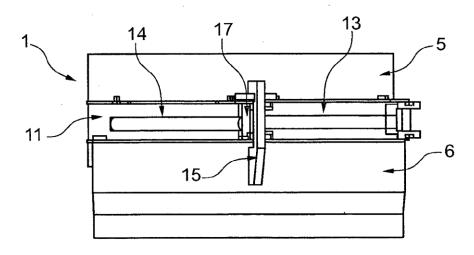


Fig. 3c

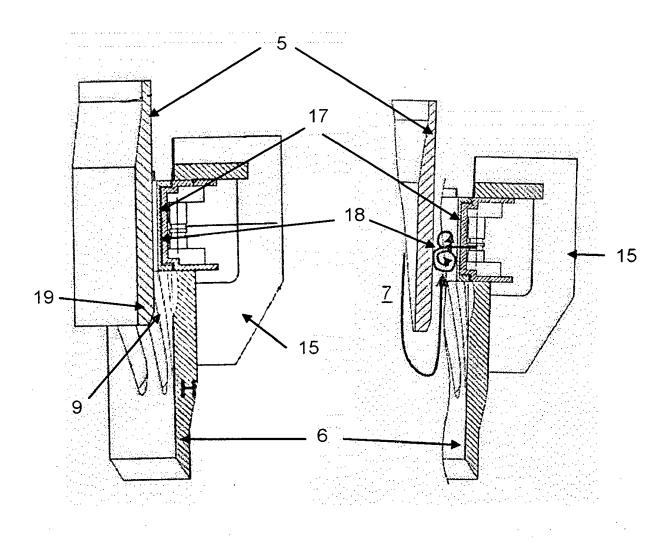


Fig. 4a Fig. 4b