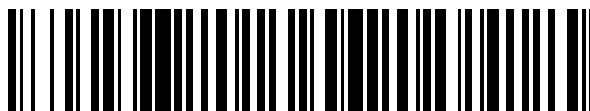


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 531 492**

51 Int. Cl.:

**F01D 5/14** (2006.01)

**F01D 25/30** (2006.01)

**F15D 1/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.03.2009 E 13183735 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.12.2014 EP 2674575**

54 Título: **Aparato difusor en una turbomáquina**

30 Prioridad:

**28.07.2008 US 84079 P**

**26.02.2009 US 393555**

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

**16.03.2015**

73 Titular/es:

**SIEMENS ENERGY, INC. (100.0%)**

**4400 Alafaya Trail**

**Orlando, Florida 32826-2399, US**

72 Inventor/es:

**BEECK, ALEXANDER R**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 531 492 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

Aparato difusor en una turbomáquina

5 Esta solicitud reivindica el beneficio de la solicitud provisional estadounidense con número de serie 61/084.079, titulada "Carnot diffuser with devices which reduce sensibility to inlet and outlet flow conditions", presentada el 28 de julio de 2008, por Alexander Ralph Beeck.

Campo de la invención

10 La presente invención se refiere a un aparato difusor en una turbomáquina y, más particularmente, a un aparato difusor tal que comprende una estructura difusora que tiene una sección escalonada y una estructura de estabilización colocada aguas abajo de la sección escalonada para estabilizar una zona de recirculación de gas independiente.

Antecedentes de la invención

15 Un motor de turbina de gas combustible convencional incluye un compresor, una cámara de combustión y una turbina. El compresor comprime el aire ambiente. La cámara de combustión combina el aire comprimido con un combustible y enciende la mezcla creando productos de combustión que definen un gas de trabajo. Los gases de trabajo se desplazan hacia a la turbina. Dentro de la turbina hay una serie de filas de álabes estacionarias y palas giratorias. Cada par de filas de álabes y palas se denomina etapa. Normalmente, hay múltiples etapas en una turbina. Las palas giratorias se acoplan a un conjunto de árbol y disco. A medida que los gases de trabajo se expanden a través de la turbina, los gases de trabajo hacen que las palas, y por tanto el conjunto de árbol y disco, giren.

20 Un difusor puede estar colocado aguas abajo de la turbina. El difusor comprende un conducto cuya área de sección transversal aumenta con la distancia. Debido a su área de sección transversal en aumento, el difusor funciona para desacelerar los gases de escape. Por tanto, la energía cinética de los gases de escape disminuye mientras que aumenta la presión de los gases de escape. Cuanto mayor es la recuperación de presión antes de que los gases de escape salgan del difusor, menor es la presión del gas de escape en la última etapa de turbina. Cuanto menor es la presión en la última etapa de turbina, mayor es la relación de presión por la turbina y mayor es el trabajo desde la turbina. El documento EP 1 559 874 A da a conocer un difusor de turbina típico.

25 Es deseable producir un gran aumento de presión y una gran disminución de la velocidad de flujo de gas de escape de la entrada a la salida del difusor. La difusión dentro de un difusor puede reducirse cuando el flujo de gas se separa de las paredes de difusor. Por tanto, es deseable minimizar la separación de flujo de gas de las paredes de un difusor.

30 Sumario de la invención

35 Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato difusor en una turbomáquina que comprende una estructura difusora y una estructura de estabilización. La estructura difusora puede tener paredes interna y externa que definen un paso de flujo a través del que fluyen y difunden gases de modo que se reduce la energía cinética y se aumenta la presión en los gases a medida que se mueven a través del paso. La pared interna puede tener una primera sección axial y una sección escalonada ubicada aguas abajo de dicha primera sección axial, estando asociada la estructura de estabilización con dicha sección escalonada para estabilizar una zona de recirculación de gas independiente ubicada aguas abajo de dicha sección escalonada, comprendiendo dicha estructura de estabilización al menos un amortiguador de Helmholtz asociado con dicha sección escalonada para estabilizar la zona de recirculación de gas independiente ubicada aguas abajo de dicha sección escalonada.

40 Según un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato difusor en una turbomáquina que comprende una estructura difusora y una estructura de estabilización. La estructura difusora incluye paredes interna y externa que definen un paso de flujo a través del que fluyen y difunden gases de modo que se reduce la energía cinética y se aumenta la presión en los gases a medida que se mueven a través del paso. La pared externa puede tener secciones axiales primera y segunda y una sección escalonada que une las secciones axiales primera y segunda. La estructura de estabilización está colocada aguas abajo de la sección escalonada de la pared externa para estabilizar una zona de recirculación de gas independiente ubicada aguas abajo de dicha sección escalonada de pared externa, comprendiendo dicha estructura de estabilización al menos un amortiguador de Helmholtz asociado con dicha sección escalonada para estabilizar la zona de recirculación de gas independiente ubicada aguas abajo de dicha sección escalonada.

50

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en sección transversal esquemática de un motor de turbina de gas que incluye un aparato difusor construido según una primera realización de la presente invención;

la figura 2 es una vista en sección transversal esquemática de un motor de turbina de gas que incluye un aparato difusor construido según una segunda realización de la presente invención;

5 la figura 3 es una vista en sección transversal esquemática de un motor de turbina de gas que incluye un aparato difusor construido según una tercera realización de la presente invención; y

la figura 4 es una vista en sección transversal esquemática de un motor de turbina de gas que incluye un aparato difusor construido según una cuarta realización de la presente invención.

#### Descripción detallada de la invención

10 A continuación se describirán realizaciones de un aparato difusor, construido según la presente invención, para su uso en una turbomáquina. Con referencia a la figura 1, la turbomáquina 10 puede comprender un motor de turbina de gas combustible que incluye una carcasa 11 externa, un compresor (no mostrado), una cámara de combustión (no mostrada) y una turbina 12. El compresor comprime aire ambiente. La cámara de combustión combina el aire comprimido con un combustible y enciende la mezcla creando productos de combustión que definen un gas de trabajo. Los gases de trabajo se desplazan a la turbina 12. Dentro de la turbina 12 hay una serie de filas de álabes 15 14 estacionarias y palas 16 giratorias. Cada par de filas de álabes y palas se denomina etapa. En la figura 1 se ilustra una última etapa 12A en la turbina 12. Las palas 16 giratorias están acopladas a un conjunto 18 de árbol y disco. A medida que los gases de trabajo se expanden a través de la turbina, los gases de trabajo hacen que las palas 16, y por tanto el conjunto 18 de árbol y disco, giren. Un árbol o rotor 18A del conjunto 18 de árbol y disco está montado para girar con un cojinete 19, por ejemplo, un cojinete liso. El cojinete 19 está montado en un alojamiento 19A de cojinete estacionario, que, a su vez, está montado en la carcasa externa a través de una pluralidad de puntales 60 de soporte.

Según una primera realización de la presente invención, ilustrada en la figura 1, un aparato 20 difusor está colocado aguas abajo de la última etapa 12A de turbina. El aparato 20 difusor comprende una estructura 30 difusora y estructuras 40 y 50 de estabilización primera y segunda. La estructura 30 difusora incluye paredes 32 y 34 interna y externa que definen un paso 36 de flujo a través del que fluyen y difunden gases de escape G procedentes de la turbina 12. A medida que los gases G difunden en la estructura 30 difusora, se reduce su energía cinética mientras que aumenta la presión de los gases G.

La pared 34 externa comprende secciones 34A y 34B axiales primera y segunda y una sección 34C escalonada que une las secciones 34A y 34B axiales primera y segunda. La primera sección 34A axial puede expandirse hacia fuera y la segunda sección 34B axial tiene un diámetro interno sustancialmente mayor que un diámetro interno de la primera sección 34A. La pared 32 interna puede comprender una primera sección 32A axial y una sección 32B escalonada ubicada aguas abajo de la primera sección 32A. La estructura 30 difusora tiene una forma similar a un "difusor de descarga" conocido. Sólo una parte superior de la estructura 30 difusora se muestra esquemáticamente en la figura 1.

Como la segunda sección 34B axial de pared externa tiene un diámetro interno que es sustancialmente mayor que un diámetro interno de la primera sección 34A de pared externa y el aumento en el diámetro entre las secciones 34A y 34B primera y segunda se produce por una distancia axial muy pequeña en la sección 34C escalonada, se cree que los gases de escape que fluyen a través del paso 36 forman una primera zona de recirculación de gas  $Z_1$  o remolinos justo aguas abajo de la sección 34C escalonada de la pared 34 externa. La primera zona de recirculación de gas  $Z_1$  o los remolinos pueden extenderse de manera sustancialmente circunferencial cerca de una superficie 134B interna de la segunda sección 34B. También se cree que el flujo de gas de escape puede separarse de la superficie 134B interna de la segunda sección 34B de pared externa en ubicaciones adyacentes o cerca de la zona de recirculación de gas  $Z_1$ . Puede producirse una difusión limitada o nula de los gases de escape en regiones de la estructura 30 difusora en las que el flujo de gas de escape se ha separado de la superficie 134B interna de la segunda sección 34B de pared externa, dando como resultado una reducción de la eficacia de la estructura 30 difusora y la turbina 12. En ausencia de la primera estructura 40 de estabilización, se cree que la zona de recirculación de gas  $Z_1$  puede ser inestable, es decir, puede aumentar y disminuir (es decir, oscilar) su tamaño axialmente, circunferencialmente y/o radialmente con el tiempo durante el funcionamiento de la turbina 12. Cualquier aumento en el tamaño de la zona de recirculación de gas  $Z_1$  puede dar como resultado un aumento correspondiente en la cantidad de separación de flujo de gas en la superficie 134B interna de la segunda sección 34B de pared externa. Además, la oscilación en el tamaño de la zona de recirculación de gas  $Z_1$  consume energía de los gases que fluyen a través de la estructura 30 difusora, lo que es desventajoso.

La primera estructura 40 de estabilización comprende una o una pluralidad de tuberías 40A separadas circunferencialmente, teniendo cada una un primer extremo 40B que se extiende a través de la segunda sección 34B

de pared externa y colocado cerca de la primera zona de recirculación de gas  $Z_1$  y un segundo extremo 40C que se extiende a través de la primera sección 34A de pared externa y que está en comunicación con el paso 36. A medida que los gases de escape a alta velocidad fluyen adyacentes a y a través del segundo extremo 40C de cada tubería 40A, se crea succión o un vacío parcial dentro de la tubería 40A por los gases a alta velocidad haciendo que una parte de los gases de escape que definen la zona de recirculación de gas  $Z_1$  se retire mediante succión a través del primer extremo 40B de tubería para reducir el campo de flujo, estabilizando así, es decir, reduciendo el tamaño y/o limitando los cambios en el tamaño de la zona de recirculación de gas  $Z_1$  axialmente, circunferencialmente y/o radialmente durante el funcionamiento de la turbina 12. El segundo extremo 40C de una o más de las tuberías 40A puede estar colocado cerca de un lado 60A aguas abajo de un correspondiente puntal 60 de soporte de modo que los gases de escape retirados de la primera zona de recirculación  $Z_1$  pueden depositarse en una zona de estela del puntal 60 de soporte.

Se cree que los gases de escape que fluyen a través del paso 36 generarán una segunda zona de recirculación de gas  $Z_2$  o remolinos aguas abajo de la sección 32B escalonada de la pared 32 interna. En ausencia de la segunda estructura 50 de estabilización, se cree que la segunda zona de recirculación de gas  $Z_2$  puede ser inestable, es decir, puede aumentar y disminuir su tamaño axialmente, circunferencialmente y/o radialmente con el tiempo durante el funcionamiento de la turbina 12. Cualquier oscilación y/o aumento en el tamaño de la segunda zona de recirculación de gas  $Z_2$  puede dar como resultado pérdidas de energía dentro de los gases de escape G que fluyen a través del paso 36, reduciendo así el rendimiento de la estructura 30 difusora, es decir, se reduce o limita el aumento de presión máximo dentro de la estructura 30 difusora. A medida que disminuye el rendimiento de la estructura difusora, también disminuye la eficacia de la turbina 12.

La segunda estructura 50 de estabilización comprende una o más tuberías 50A, teniendo cada una un primer extremo 50B que se extiende a través de la sección 32B escalonada de pared interna y colocado cerca de la segunda zona de recirculación de gas  $Z_2$  y un segundo extremo 50C que se extiende a través de la primera sección 32A axial de pared interna y que está en comunicación con el paso 36. A medida que los gases de escape a alta velocidad fluyen adyacentes a y a través del segundo extremo 50C de cada tubería 50A, se crea succión o un vacío parcial dentro de la tubería 50A por los gases a alta velocidad haciendo que una parte de los gases de escape que definen la segunda zona de recirculación de gas  $Z_2$  se retire mediante succión a través del primer extremo 50B de tubería para reducir el campo de flujo, estabilizando así, es decir, reduciendo el tamaño y/o limitando los cambios en el tamaño de la segunda zona de recirculación de gas  $Z_2$  axialmente, circunferencialmente y/o radialmente durante el funcionamiento de la turbina 12. El segundo extremo 50C de una o más de las tuberías 50A puede estar colocado cerca del lado 60A aguas abajo de un correspondiente puntal 60 de soporte de modo que los gases de escape retirados de la segunda zona de recirculación  $Z_2$  pueden depositarse en una zona de estela del puntal 60 de soporte.

Según una segunda realización de la presente invención, ilustrada en la figura 2, un aparato 200 difusor está colocado aguas abajo de la última etapa 12A de turbina. El aparato 200 difusor comprende una estructura 220 difusora y estructuras 230 y 240 y 250 de estabilización primera, segunda y tercera. La estructura 220 difusora incluye paredes 222 y 224 interna y externa que definen un paso 236 de flujo a través del que fluyen y difunden gases de escape procedentes de la turbina 12. A medida que los gases difunden en la estructura 220 difusora, se reduce su energía cinética mientras aumenta la presión de los gases. La pared 224 externa comprende secciones 224A y 224B axiales primera y segunda y una tercera sección 224C escalonada que une las secciones 224A y 224B axiales primera y segunda. La segunda sección 224B axial tiene un diámetro interno sustancialmente mayor que un diámetro interno de la primera sección 224A.

Se indica que hay una sección 212A escalonada definida entre un extremo 12A de una pared 12B externa de turbina y la primera sección 224A axial de la pared 224 externa.

La pared 222 interna puede comprender una primera sección 222A axial y una sección 222B escalonada ubicada aguas abajo de la primera sección 222A. En la figura 2 se muestra esquemáticamente sólo una parte superior de la estructura 220 difusora.

Como se proporciona una sección 212A escalonada entre el extremo 12A de la pared 12B externa de turbina y la primera sección 224A axial de la pared 224 externa, se cree que los gases de escape que fluyen a través del paso 236 forman una primera zona de recirculación de gas  $Z_1$  o remolinos justo aguas abajo de la sección 212A escalonada. Además, como la segunda sección 224B axial de pared externa tiene un diámetro interno que es sustancialmente mayor que un diámetro interno de la primera sección 224A de pared externa y el aumento en el diámetro entre las secciones 224A y 224B primera y segunda se produce por una distancia axial muy pequeña en la sección 224C escalonada, se cree que los gases de escape que fluyen a través del paso 236 forman una segunda zona de recirculación de gas  $Z_2$  o remolinos justo aguas abajo de la sección 224C escalonada de la pared 224 externa. La primera zona de recirculación de gas  $Z_1$  o remolinos puede extenderse de manera sustancialmente circunferencial cerca de una superficie 324A interna de la primera sección 224A mientras que la segunda zona de recirculación de gas  $Z_2$  o remolinos pueden extenderse de manera sustancialmente circunferencial cerca de una superficie 324B interna de la segunda sección 224B.

El flujo de gas de escape puede separarse de las superficies 324A y 324B internas de las secciones 224A y 224B primera y segunda de pared externa en ubicaciones adyacentes a o cerca de las zonas de recirculación de gas  $Z_1$  y  $Z_2$ . Puede producirse una difusión limitada o nula de los gases de escape en regiones de la estructura 220 difusora en las que el flujo de gas de escape se ha separado de las superficies 324A y 324B internas de las secciones 224A y 224B primera y segunda de pared externa, dando como resultado una reducción de la eficacia de la estructura 220 difusora y también de la turbina 12. Además, pueden producirse pérdidas de energía dentro del flujo de gas de escape como resultado del flujo en circulación de los gases dentro de las zonas de recirculación de gas primera y segunda  $Z_1$  y  $Z_2$ , que pueden reducir adicionalmente el rendimiento de la estructura 220 difusora. En ausencia de las estructuras 230 y 240 de estabilización primera y segunda, se cree que las zonas de recirculación de gas  $Z_1$  y  $Z_2$  pueden ser inestables, es decir, pueden aumentar y disminuir su tamaño axialmente, circunferencialmente y/o radialmente con el tiempo durante el funcionamiento de la turbina 12. Cualquier oscilación y/o aumento en el tamaño de las zonas de recirculación de gas  $Z_1$  y  $Z_2$  puede dar como resultado un aumento correspondiente en la cantidad de separación de flujo de gas en las superficies 324A y 324B internas de las secciones 224A y 224B primera y segunda de pared externa acompañado por una pérdida de energía en el flujo de gas de escape.

La primera estructura 230 de estabilización comprende una rejilla o placa 232 perforada que se extiende radialmente desde y circunferencialmente alrededor de la superficie 324A interna de la primera sección 224A de pared externa. Las aberturas o perforaciones en la placa 232 pueden tener un tamaño radial de desde aproximadamente el 5% hasta aproximadamente el 30% de una altura radial  $H_1$  de la sección 212A escalonada. Los gases de escape que definen la primera zona de recirculación  $Z_1$  pasan a través de la placa 232 perforada, que se cree que funciona como un regulador de flujo para amortiguar las estructuras de flujo que definen la primera zona de recirculación  $Z_1$  o campo de flujo. Es decir, las primeras estructuras de flujo a alta velocidad de la primera zona  $Z_1$  presentan una reducción de sus velocidades mediante la placa o rejilla 232 mientras que las segundas estructuras de flujo de menor velocidad de la primera zona  $Z_1$  presentan una reducción de sus velocidades mucho menor. Por tanto, las estructuras de flujo primera y segunda que anteriormente constituían la primera zona de recirculación  $Z_1$  definen un campo de flujo combinado más uniforme.

La placa 232 está ubicada de manera preferible axialmente aguas abajo una distancia  $L_1$  con respecto a la sección 212A escalonada, donde la distancia  $L_1$  puede ser igual, de manera aproximada, a desde aproximadamente 2 hasta aproximadamente 4 veces la altura radial  $H_1$  de la sección 212A escalonada. Alternativamente, se contempla que puede proporcionarse un software de simulación de dinámica de fluidos por ordenador apropiado para ubicar la placa perforada en una ubicación preferida a lo largo de la superficie 324A interna de la primera sección 224A de pared externa para maximizar la estabilización de la primera zona de recirculación  $Z_1$ . También puede determinarse una longitud radial preferida de la placa 232 mediante un software de simulación de dinámica de fluidos por ordenador.

La segunda estructura 240 de estabilización comprende una rejilla o placa 242 perforada que se extiende radialmente desde y circunferencialmente alrededor de la superficie 324B interna de la segunda sección 224B de pared externa. Las aberturas o perforaciones en la placa 242 pueden tener un tamaño radial de desde aproximadamente el 5% hasta aproximadamente el 30% de una altura radial  $H_2$  de la sección 224C escalonada. Se cree que los gases de escape que circulan cerca de la superficie 324B interna y que definen la segunda zona de recirculación  $Z_2$  pasan a través de la placa 242 perforada, que se cree que funciona como un regulador de flujo para amortiguar las estructuras de flujo que definen la segunda zona de recirculación  $Z_2$  o campo de flujo. Es decir, las primeras estructuras de flujo a alta velocidad de la segunda zona  $Z_2$  presentan una reducción de sus velocidades mediante la placa o rejilla 242 mientras que las segundas estructuras de flujo de menor velocidad de la segunda zona  $Z_2$  presentan una reducción de sus velocidades mucho menor. Por tanto, las estructuras de flujo primera y segunda que anteriormente constituían la segunda zona de recirculación  $Z_2$  definen un campo de flujo combinado más uniforme.

La placa 242 está ubicada de manera preferible axialmente aguas abajo una distancia  $L_2$  con respecto a la sección 224C escalonada, donde la distancia  $L_2$  puede ser igual a más o menos desde aproximadamente 2 hasta aproximadamente 4 veces la altura radial  $H_2$  de la sección 224C escalonada. Alternativamente, se contempla que puede proporcionarse un software de simulación de dinámica de fluidos por ordenador apropiado para ubicar la placa perforada en una ubicación preferida a lo largo de la superficie 324B interna de la segunda sección 224B de pared externa para maximizar la estabilización de la segunda zona de recirculación  $Z_2$ . También puede determinarse una longitud radial preferida de la placa 242 mediante un software de simulación de dinámica de fluidos por ordenador.

Se cree que los gases de escape que fluyen a través del paso 236 generarán una tercera zona de recirculación de gas  $Z_3$  o remolinos aguas abajo de la sección 222B escalonada de la pared 222 interna. En ausencia de la tercera estructura 250 de estabilización, se cree que la tercera zona de recirculación de gas  $Z_3$  puede ser inestable, es decir, puede aumentar y disminuir su tamaño axialmente, circunferencialmente y/o radialmente con el tiempo durante el funcionamiento de la turbina 12. Cualquier oscilación y/o aumento en el tamaño de la tercera zona de recirculación de gas  $Z_3$  puede dar como resultado pérdidas de energía dentro de los gases de escape que fluyen a través del paso 236, reduciendo así el rendimiento de la estructura 220 difusora, es decir, se reduce o limita el aumento de

presión máximo dentro de la estructura 220 difusora. A medida que disminuye el rendimiento de la estructura difusora, también disminuye la eficacia de la turbina 12.

La tercera estructura 250 de estabilización comprende amortiguadores 250A y 250B de Helmholtz primero y segundo, extendiéndose cada uno a través de la sección 22B escalonada de pared interna y colocados cerca de la tercera zona de recirculación de gas  $Z_3$ . Se contempla que pueden proporcionarse uno o entre aproximadamente 3 y 20 amortiguadores de Helmholtz. Cada amortiguador 250A y 250B de Helmholtz puede comprender una cavidad resonante a modo de caja que se comunica con el paso 236 a través de un tubo amortiguador que se extiende axialmente desde la cavidad resonante hasta el paso 236. Los gases de escape pasan a través del tubo amortiguador y al interior de la cavidad resonante del primer amortiguador 250A de Helmholtz, en la que se reducen las vibraciones u oscilaciones de presión de gas de escape a o cerca de una frecuencia de resonancia correspondiente al tamaño de la cavidad resonante del amortiguador 250A. Del mismo modo, los gases de escape pasan a través del tubo amortiguador y al interior de la cavidad resonante del segundo amortiguador 250B de Helmholtz, en la que se reducen las vibraciones u oscilaciones de presión de gas de escape a o cerca de una frecuencia de resonancia correspondiente al tamaño de la cavidad resonante del amortiguador 250B. Por tanto, la cavidad resonante del primer amortiguador 250A puede dimensionarse de manera diferente de la cavidad resonante del segundo amortiguador 250B para amortiguar las oscilaciones de presión a una frecuencia diferente de las amortiguadas por el segundo amortiguador 250B. Por consiguiente, pueden reducirse las oscilaciones de presión a frecuencias deseadas seleccionando amortiguadores de Helmholtz que tengan tamaños de cavidad resonante apropiados. Los amortiguadores 250A y 250B de Helmholtz funcionan para reducir la energía de al menos una parte de los gases de escape que definen la tercera zona de recirculación de gas  $Z_3$  y así estabilizar, es decir, reducir el tamaño y/o limitar los cambios en el tamaño de la tercera zona de recirculación de gas  $Z_3$  axialmente, circunferencialmente y/o radialmente durante el funcionamiento de la turbina 12.

También se contempla que puedan proporcionarse uno o más amortiguadores de Helmholtz en y que se extiendan a través de la sección 224C escalonada de la pared 224 externa y que se usen en lugar de la placa 242 perforada para reducir el tamaño y/o limitar los cambios en el tamaño de la segunda zona de recirculación de gas  $Z_2$  axialmente, circunferencialmente y/o radialmente durante el funcionamiento de la turbina 12.

Según una tercera realización de la presente invención, ilustrada en la figura 3, un aparato 400 difusor está colocado aguas abajo de la última etapa 12A de turbina. El aparato 400 difusor comprende una estructura 420 difusora y estructuras 430 y 440 de estabilización primera y segunda. La estructura 420 difusora incluye paredes 422 y 424 interna y externa que definen un paso 436 de flujo a través del que fluyen y difunden gases de escape procedentes de la turbina 12. A medida que los gases difunden en la estructura 420 difusora, se reduce su energía cinética mientras aumenta la presión de los gases. La pared 424 externa comprende secciones 424A y 424B axiales primera y segunda y una tercera sección 424C escalonada que une las secciones 424A y 424B axiales primera y segunda. La segunda sección 424B axial tiene un diámetro interno sustancialmente mayor que un diámetro interno de la primera sección 424A. La pared 422 interna puede comprender una primera sección 422A axial y una sección 422B escalonada ubicada aguas abajo de la primera sección 422A.

Como la segunda sección 424B axial de pared externa tiene un diámetro interno que es sustancialmente mayor que un diámetro interno de la primera sección 424A de pared externa y el aumento en el diámetro entre las secciones 424A y 424B primera y segunda se produce por una distancia axial muy pequeña en la tercera sección 424C, se cree que los gases de escape que fluyen a través del paso 236 forman una primera zona de recirculación de gas  $Z_1$  o remolinos justo aguas abajo de la sección 424C escalonada de la pared 424 externa. La primera zona de recirculación de gas  $Z_1$  o remolinos pueden extenderse de manera sustancialmente circunferencial cerca de una superficie 524B interna de la segunda sección 424B. También se cree que el flujo de gas de escape puede separarse de la superficie 524B interna de la segunda sección 424B de pared externa en ubicaciones adyacentes o cerca de la zona de recirculación de gas  $Z_1$ . Puede producirse una difusión limitada o nula de los gases de escape en regiones de la estructura 420 difusora en las que el flujo de gas de escape se ha separado de la superficie 524B interna de la segunda sección 424B de pared externa, dando como resultado una reducción de la eficacia de la turbina 12. En ausencia de la primera estructura 430 de estabilización, se cree que la zona de recirculación de gas  $Z_1$  puede ser inestable, es decir, puede aumentar y disminuir su tamaño axialmente, circunferencialmente y/o radialmente con el tiempo durante el funcionamiento de la turbina 12. Cualquier aumento en el tamaño de la zona de recirculación de gas  $Z_1$  puede dar como resultado un aumento correspondiente en la cantidad de separación de flujo de gas en la superficie 524B interna de la segunda sección 424B de pared externa.

La primera estructura 430 de estabilización puede comprender una rejilla o placa 432 perforada que se extiende radialmente desde y circunferencialmente alrededor de la superficie 524B interna de la segunda sección 424B de pared externa. Las aberturas o perforaciones en la placa 432 pueden tener un tamaño radial de desde aproximadamente el 5% hasta aproximadamente el 30% de una altura radial de la sección 424C escalonada. Los gases de escape que circulan cerca de la superficie 524B interna y que definen la primera zona de recirculación  $Z_1$  pasan a través de la placa 432 perforada, que se cree que funciona como un regulador de flujo para amortiguar las estructuras de flujo que definen la primera zona de recirculación  $Z_1$  o campo de flujo. Es decir, las primeras estructuras de flujo a alta velocidad de la primera zona  $Z_1$  presentan una reducción de sus velocidades mediante la

placa o rejilla 432 mientras que las segundas estructuras de flujo de menor velocidad de la primera zona  $Z_1$  presentan una reducción de sus velocidades mucho menor. Por tanto, las estructuras de flujo primera y segunda que anteriormente constituían la primera zona de recirculación  $Z_1$  definen un campo de flujo combinado más uniforme.

La placa 432 está ubicada de manera preferible axialmente aguas abajo una distancia con respecto a la sección 424C escalonada, en la que la distancia puede ser igual a más o menos desde aproximadamente 2 hasta aproximadamente 4 veces una altura radial de la sección 424C escalonada. Alternativamente, se contempla que puede proporcionarse un software de simulación de dinámica de fluidos por ordenador apropiado para ubicar la placa perforada en una ubicación preferida a lo largo de la superficie 524B interna de la segunda sección 424B de pared externa para maximizar la estabilización de la segunda zona de recirculación  $Z_1$ . También puede determinarse una longitud radial preferida de la placa 432 mediante un software de simulación de dinámica de fluidos por ordenador.

Se cree que los gases de escape que fluyen a través del paso 436 generarán una segunda zona de recirculación de gas  $Z_2$  o remolinos aguas abajo de la sección 422B escalonada de la pared 422 interna. En ausencia de la segunda estructura 440 de estabilización, se cree que la segunda zona de recirculación de gas  $Z_2$  puede ser inestable, es decir, puede aumentar y disminuir su tamaño axialmente, circunferencialmente y/o radialmente con el tiempo durante el funcionamiento de la turbina 12. Cualquier aumento en el tamaño de la segunda zona de recirculación de gas  $Z_2$  puede dar como resultado pérdidas de energía dentro de los gases de escape que fluyen a través del paso 436, reduciendo así el rendimiento de la estructura 420 difusora, es decir, se reduce o limita el aumento de presión máximo dentro de la estructura 420 difusora. A medida que disminuye el rendimiento de la estructura difusora, también disminuye la eficacia de la turbina 12.

La segunda estructura 440 de estabilización puede comprender una rejilla o placa 442 perforada que se extiende radialmente hacia fuera desde la sección 422B escalonada de la pared 422 interna. En la realización ilustrada, la placa 442 tiene una sección transversal en forma de U, tal como se muestra en la figura 3, aunque también puede tener una forma de sección transversal rectangular, triangular u otra similar. Las aberturas o perforaciones en la placa 442 pueden tener un tamaño radial de desde aproximadamente el 5% hasta aproximadamente el 30% de una altura radial  $H_1$  de la sección 422B escalonada, véase la figura 3. Los gases de escape que definen la segunda zona de recirculación  $Z_2$  pasan a través de la placa 442 perforada, que se cree que funciona como un regulador de flujo para amortiguar las estructuras de flujo que definen la segunda zona de recirculación  $Z_2$  o campo de flujo. Es decir, las primeras estructuras de flujo a alta velocidad de la segunda zona  $Z_2$  presentan una reducción de sus velocidades mediante la placa o rejilla 442 mientras que las segundas estructuras de flujo de menor velocidad de la segunda zona  $Z_2$  presentan una reducción de sus velocidades mucho menor. Por tanto, las estructuras de flujo primera y segunda que anteriormente constituían la segunda zona de recirculación  $Z_2$  definen un campo de flujo combinado más uniforme.

Según una cuarta realización de la presente invención, ilustrada en la figura 4, un aparato 600 difusor está colocado aguas abajo de la última etapa 12A de turbina. El aparato 600 difusor comprende una estructura 620 difusora y una primera estructura 630 de estabilización. La estructura 620 difusora incluye paredes 622 y 624 interna y externa que definen un paso 636 de flujo a través del que fluyen y difunden gases de escape procedentes de la turbina 12. A medida que los gases difunden en la estructura 620 difusora, se reduce su energía cinética mientras aumenta la presión de los gases. La pared 424 externa diverge gradualmente hacia fuera en una dirección que se aleja de la turbina 12 y no está escalonada. La pared 622 interna puede comprender una primera sección 622A axial y una sección 622B escalonada ubicada aguas abajo de la primera sección 622A.

Se cree que los gases de escape que fluyen a través del paso 636 generarán una primera zona de recirculación de gas  $Z_1$  o remolinos aguas abajo de la sección 622B escalonada de la pared 622 interna. En ausencia de la primera estructura 630 de estabilización, se cree que la primera zona de recirculación de gas  $Z_1$  puede ser inestable, es decir, puede aumentar y disminuir su tamaño axialmente, circunferencialmente y/o radialmente con el tiempo durante el funcionamiento de la turbina 12. Cualquier aumento en el tamaño de la primera zona de recirculación de gas  $Z_1$  puede dar como resultado pérdidas de energía dentro de los gases de escape que fluyen a través del paso 636, reduciendo así el rendimiento de la estructura 620 difusora, es decir, se reduce o limita el aumento de presión máximo dentro de la estructura 620 difusora. A medida que disminuye el rendimiento de la estructura difusora, también disminuye la eficacia de la turbina 12.

La segunda estructura 630 de estabilización puede comprender una rejilla o placa 632 perforada que se extiende axialmente hacia fuera desde la sección 622B escalonada de la pared 622 interna. En la realización ilustrada, la placa 632 tiene una sección transversal en forma de U, tal como se muestra en la figura 4. Las aberturas o perforaciones en la placa 632 pueden tener un tamaño radial o axial de desde aproximadamente el 5% hasta aproximadamente el 30% de una altura radial  $H_1$  de la sección 622B escalonada, véase la figura 4. Se cree que los gases de escape que definen la primera zona de recirculación  $Z_1$  pasan completamente o parcialmente a través de la placa 632 perforada, que se cree que funciona como un regulador de flujo para amortiguar las estructuras de flujo que definen la primera zona de recirculación  $Z_1$  o campo de flujo. Es decir, las primeras estructuras de flujo a alta velocidad de la primera zona  $Z_1$  presentan una reducción de sus velocidades mediante la placa o rejilla 632 mientras

que las segundas estructuras de flujo de menor velocidad de la primera zona  $Z_1$  presentan una reducción de sus velocidades mucho menor. Por tanto, las estructuras de flujo primera y segunda que anteriormente constituían la primera zona de recirculación  $Z_1$  definen un campo de flujo combinado más uniforme.

5 Aunque se han ilustrado y descrito realizaciones particulares de la presente invención, resultará obvio para los expertos en la técnica que pueden realizarse diversos otros cambios y modificaciones sin apartarse del espíritu y el alcance de la invención. Por tanto, en las reivindicaciones adjuntas se pretende cubrir todos estos cambios y modificaciones que están dentro del alcance de esta invención.



**REIVINDICACIONES**

1. Aparato (200) difusor en una turbomáquina (10) que comprende:

5 una estructura (220) difusora que tiene paredes (222, 224) interna y externa que definen un paso (236) de flujo a través del que fluyen y difunden gases de modo que se reduce la energía cinética y se aumenta la presión en los gases a medida que se mueven a través de dicho paso (236), teniendo dicha pared (222) interna una primera sección (222A) axial y una sección (222B) escalonada ubicada aguas abajo de dicha primera sección (222A) axial;

una estructura (250) de estabilización asociada con dicha sección (222B) escalonada para estabilizar una zona de recirculación de gas ( $Z_3$ ) independiente ubicada aguas abajo de dicha sección (222B) escalonada, caracterizado porque

10 dicha estructura (250) de estabilización comprende al menos un amortiguador (250A, 250B) de Helmholtz asociado con dicha sección (222B) escalonada para estabilizar la zona de recirculación de gas ( $Z_3$ ) independiente ubicada aguas abajo de dicha sección (222B) escalonada.

15 2. Aparato (200, 400) difusor según la reivindicación 1, en el que dicha pared (224, 424) externa comprende secciones (224A, 224B, 424A, 424B) axiales primera y segunda y una sección (224C, 424C) escalonada que une dichas secciones (224A, 224B, 424A, 424B) axiales primera y segunda.

3. Aparato (200, 400) difusor según la reivindicación 2, en el que dicha segunda sección (224B, 424B) axial de pared externa tiene un diámetro interno mayor que un diámetro interno de dicha primera sección (224A, 424A) axial de pared externa.

4. Aparato difusor en una turbomáquina que comprende:

20 una estructura difusora que tiene paredes interna y externa que definen un paso de flujo a través del que fluyen y difunden gases de modo que se reduce la energía cinética y se aumenta la presión en los gases a medida que se mueven a través de dicho paso, teniendo dicha pared externa secciones axiales primera y segunda y una sección escalonada que une dichas secciones axiales primera y segunda; y

25 una estructura de estabilización asociada con dicha sección escalonada de dicha pared externa para estabilizar una zona de recirculación de gas independiente ubicada aguas abajo de dicha sección escalonada de pared externa,

caracterizado porque dicha estructura de estabilización comprende al menos un amortiguador de Helmholtz asociado con dicha sección escalonada para estabilizar la zona de recirculación de gas independiente ubicada aguas abajo de dicha sección escalonada.

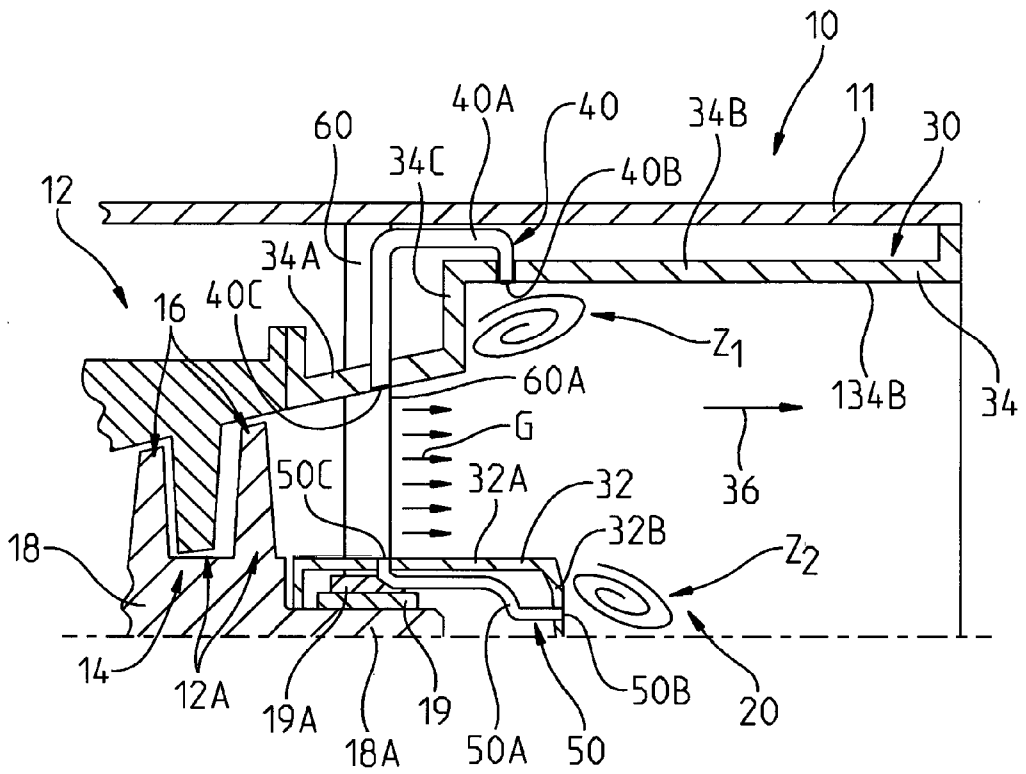


FIG. 1

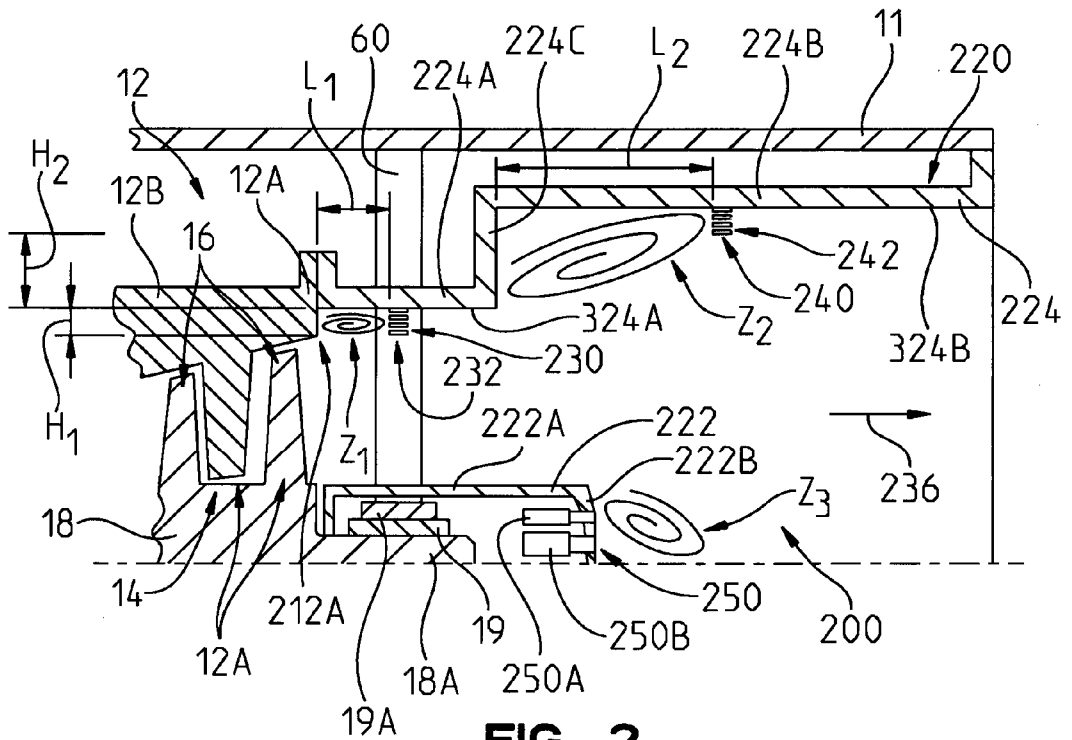


FIG. 2

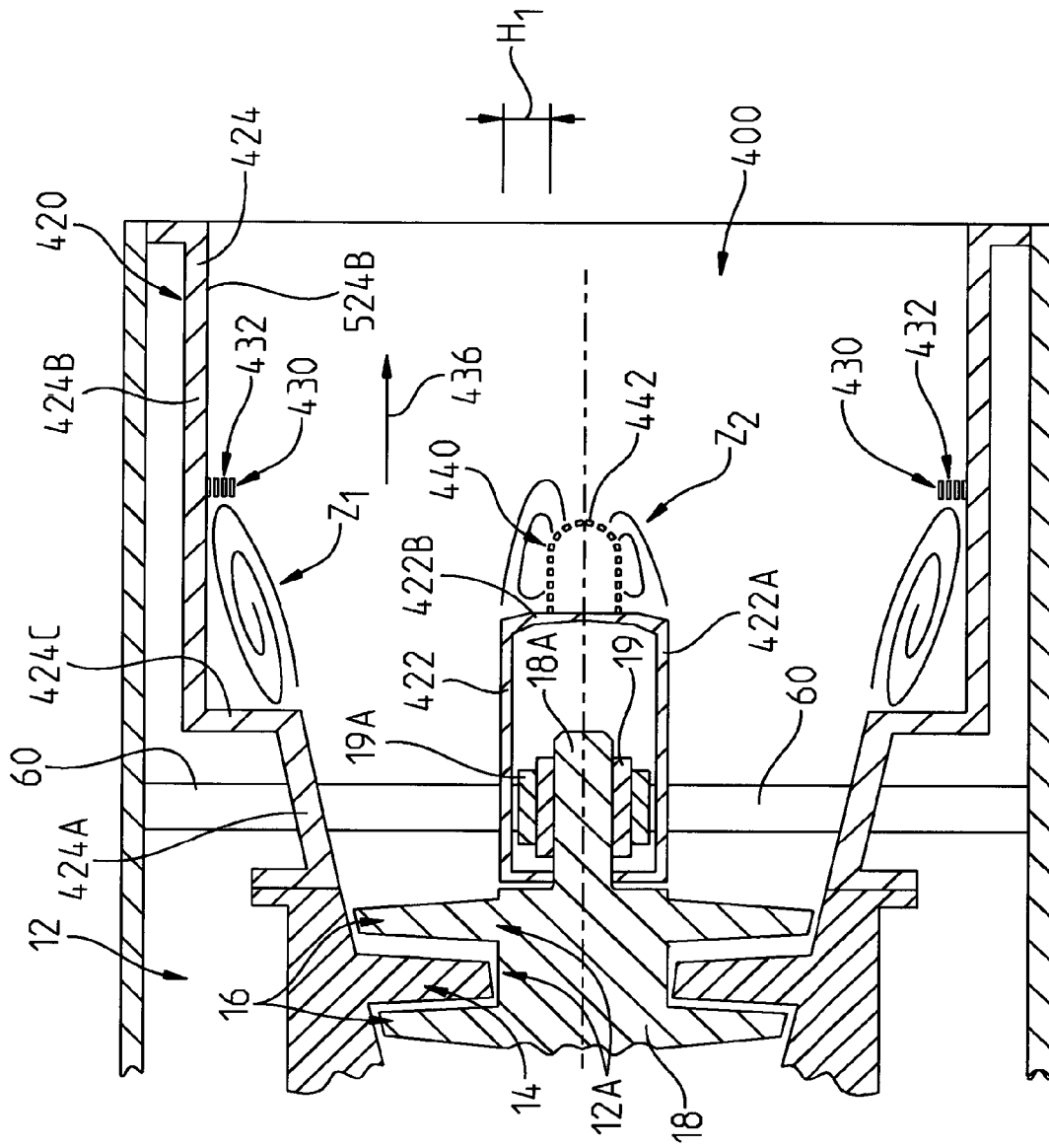


FIG. 3

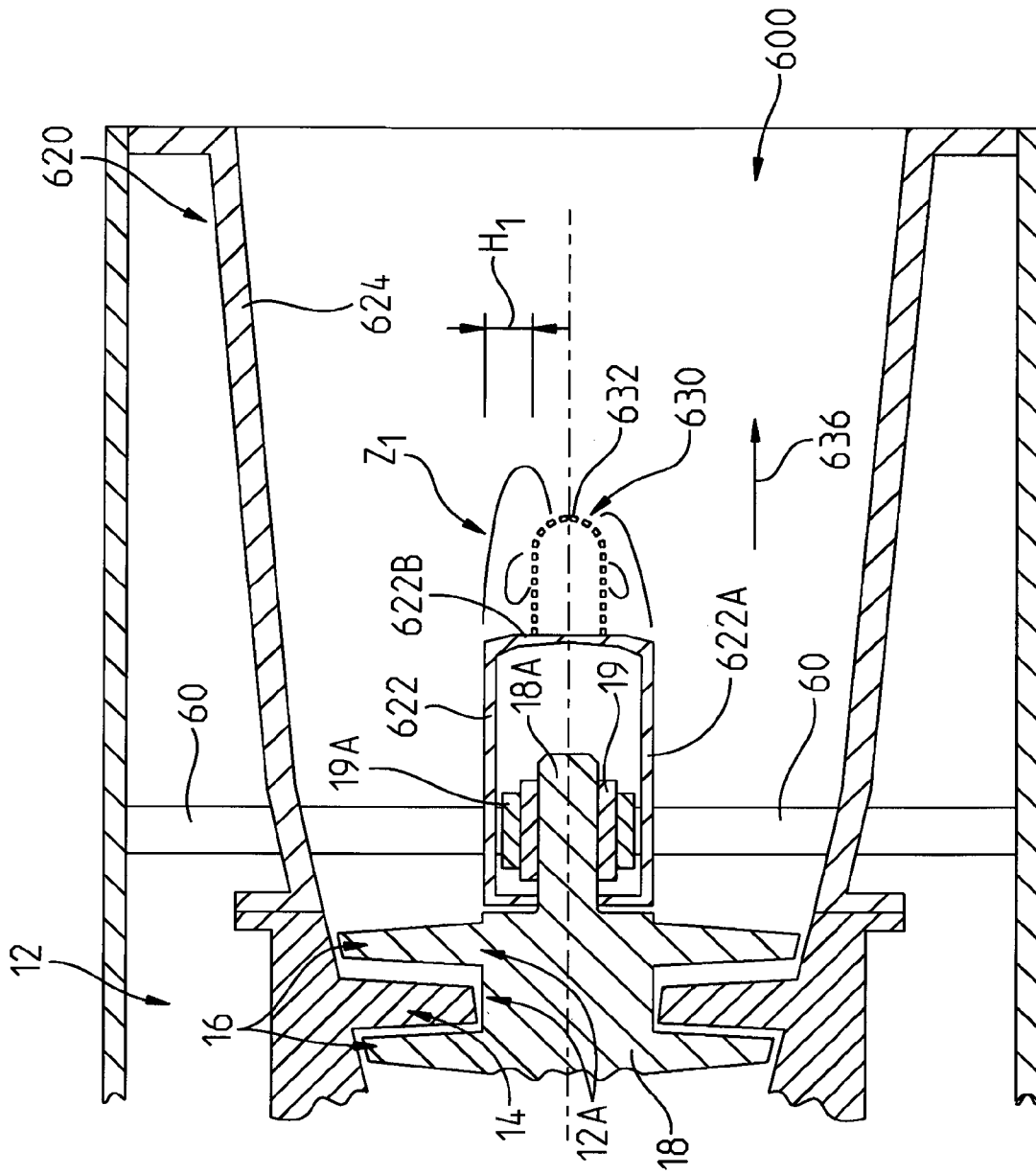


FIG. 4