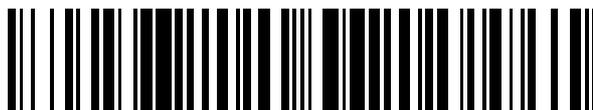


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 559 932**

51 Int. Cl.:

F04D 27/02 (2006.01)

F04D 29/28 (2006.01)

B01D 45/14 (2006.01)

F02C 7/18 (2006.01)

F04D 29/68 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.03.2010 E 10717695 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.12.2015 EP 2417359**

54 Título: **Toma de aire con filtro inercial en el rotor tándem de un compresor**

30 Prioridad:

06.04.2009 FR 0952227

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

16.02.2016

73 Titular/es:

TURBOMECA (100.0%)

B.P. 2

64510 Bordes, FR

72 Inventor/es:

BRILLET, CHRISTOPHE, MICHEL,

GEORGES, MARCEL;

PORODO, JÉRÔME, YVES, FÉLIX, GILBERT y

TARNOWSKI, LAURENT, PIERRE

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 559 932 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

Toma de aire con filtro inercial en el rotor tándem de un compresor

5 La presente invención concierne al ámbito técnico de los sistemas de aire secundarios para compresores centrífugos o mixtos, y especialmente a los sistemas de aire secundarios para compresores centrífugos o mixtos de turbinas de gas de aeronaves.

10 De manera habitual, una turbina de gas se compone de una entrada de aire destinada a captar un gas comburente, habitualmente aire y llevarle a la entrada de un sistema de compresión que comprime al gas comburente. El sistema de compresión se compone de al menos un compresor de tipo mixto o de tipo centrífugo, comprendiendo cada compresor de tipo centrífugo al menos un rotor montado en un árbol de transmisión y al menos un estátor. El gas comburente comprimido por el sistema de compresión es mezclado con carburante y quemado en el seno de una cámara de combustión. Al menos una turbina montada en el árbol de transmisión convierte una parte de la energía cinética de los gases quemados por la cámara de combustión en energía mecánica que permite al menos el arrastre del o de los compresores. Los gases quemados intercambian calor con piezas calientes, por ejemplo la o las turbinas, que conviene enfriar a fin de limitar su calentamiento.

15 En las turbinas de gas del tipo que comprenden al menos un compresor centrífugo o mixto, es conocido realizar este enfriamiento por medio de un sistema de aire secundario adaptado para tomar gas comburente a nivel del estátor del citado compresor centrífugo o mixto. La toma es realizada habitualmente por medio de una pluralidad de orificios de toma dispuestos tangencialmente al flujo del fluido.

20 Sin embargo, el gas comburente puede comprender partículas contaminantes que obstruyen especialmente, al menos en parte, los citados orificios de toma. Este fenómeno de obstrucción conduce a una disminución sensible de la cantidad de gas tomado por el sistema de aire secundario, y por consiguiente a un aumento de temperatura de las piezas calientes, a su vez origen de una disminución de su duración de vida de servicio y/o de su resistencia mecánica.

Por otra parte, es conocido tomar el gas de enfriamiento a través del cubo del compresor centrífugo, véase el documento GB 1 239 196 A.

25 Finalmente, el rendimiento del compresor centrífugo o mixto puede verse disminuido por perturbaciones del flujo del gas comburente a lo largo del rotor de este compresor, por ejemplo por el despegue de una capa límite de gas comburente en contacto con este rotor.

Un primer objeto de la presente invención es ofrecer un sistema de aire secundario robusto frente a la contaminación del gas comburente.

30 Un segundo objeto de la presente invención es ofrecer un sistema de aire secundario que permita mejorar el flujo del aire en el seno de un compresor centrífugo o mixto.

35 A fin de resolver al menos uno de los dos problemas técnicos anteriormente enunciados, un sistema de aire secundario de acuerdo con la invención está destinado a ser integrado en un compresor centrífugo o mixto adaptado para comprimir un gas comburente, comprendiendo el citado compresor centrífugo o mixto un rotor provisto de un eje de rotación.

De manera ventajosa, el sistema de aire secundario de acuerdo con la invención comprende un sistema de toma de gas comburente dispuesto en el rotor del compresor. Éste permite la centrifugación de las partículas contaminantes eventualmente contenidas en el gas comburente, lo que impide, o al menos limita, la obstrucción progresiva del sistema de toma por las citadas partículas contaminantes.

40 Además, el sistema de aire secundario de acuerdo con la invención mejora la aerodinámica del compresor al sanear el flujo del gas comburente a lo largo del rotor.

45 De acuerdo con una variante preferida de realización, el sistema de aire secundario está destinado a ser integrado en un compresor de una turbina de gas del tipo que comprende una cámara de combustión, adaptada para quemar al menos el gas comprimido, y al menos una pieza caliente en contacto con los gases quemados. De acuerdo con esta variante, el sistema de aire secundario comprende además un sistema de encaminamiento de los gases tomados al menos a una de las piezas calientes a fin de disminuir la temperatura de las mismas.

50 De acuerdo con un modo preferido de realización, el sistema de aire secundario está destinado a ser integrado en un compresor que comprende una superficie externa. De acuerdo con este modo de realización, el sistema de encaminamiento comprende al menos una cavidad interna al rotor, mientras que el sistema de toma comprende al menos un orificio realizado en el rotor. Cada orificio se extiende a partir de la superficie externa, desemboca en al menos una cavidad y comprende un eje de orificio.

El sistema de aire secundario de acuerdo con la invención puede comprender además al menos una de las características ventajosas siguientes:

- el sistema de aire secundario está destinado a ser integrado en un compresor de una turbina de gas del tipo que comprende al menos una turbina,
- el sistema de encaminamiento permite enviar los gases tomados hacia la turbina,
- el rotor comprende un cubo y al menos uno de los orificios está realizado a nivel del cubo,
- 5 - el sistema de aire secundario está destinado a ser instalado en un compresor cuyo rotor comprende una pluralidad de palas principales y/o de palas intercalares,
- cada pala principal está provista de un borde de ataque principal,
- cada pala intercalar está provista de un borde de ataque intercalar,
- 10 - al menos un orificio está al menos parcialmente situado axialmente, con respecto al eje de rotación, entre un borde de ataque principal y un borde de ataque intercalar,
- cada pala del tipo principal o intercalar comprende un extradós,
- al menos un orificio está al menos parcialmente situado radialmente con respecto al eje de rotación, en la proximidad de uno de los extradós.

15 Un tercer objeto de la presente invención es ofrecer un rotor de compresor robusto frente a la contaminación del gas comburente.

Con este fin, un rotor de compresor de acuerdo con la invención comprende un sistema de aireación secundario tal como el definido anteriormente.

Un cuarto objeto de la presente invención es ofrece un compresor robusto frente a la contaminación del gas comburente.

20 Con este fin, un compresor de acuerdo con la invención comprende un rotor tal como el definido anteriormente.

Un quinto objeto de la presente invención es ofrecer una turbina de gas robusta a la contaminación del gas comburente.

Un sexto objeto de la presente invención es la posibilidad de optimizar el caudal tomado en función de la velocidad de rotación del compresor.

25 Con este fin, una turbina de gas de acuerdo con la invención comprende al menos un compresor tal como el definido anteriormente.

Otras características y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto mejor con la lectura de la descripción que sigue de varios modos de realización de la invención dados a título de ejemplos no limitativos.

La descripción se refiere a las figuras anejas, en las cuales:

- 30 - la figura 1 representa un vista en corte parcial, de acuerdo con un plano vertical, de una turbina de gas de la que un compresor está equipado con el sistema de aire secundario de acuerdo con la invención.
- la figura 2 representa una vista parcial del rotor del compresor equipado con el sistema de aire secundario de acuerdo con la invención, en corte según el plano de la figura 1.
- la figura 3 representa una vista parcial del rotor de la figura 2, en el plano de corte III-III definido en la figura 2.
- 35 - la figura 4 una vista parcial del rotor del compresor equipado con un sistema de aire secundario de acuerdo con una variante de la invención, en corte según el plano de la figura 1.
- la figura 5 representa una vista parcial del rotor de la figura 4, en el plano de corte V-V definido en la figura 4.

En la figura 1, se representa una turbina de gas 10 equipada con un sistema de aire secundario 12 de acuerdo con la invención. Esta turbina de gas 10 está destinada de manera preferente a equipar una aeronave, tal como por ejemplo un helicóptero.

40 El funcionamiento general de una turbina de gas 10, en sí conocido, no será tratado en la presente descripción.

En el ejemplo de realización ilustrado, la turbina de gas 10 comprende una entrada 14 adaptada para captar un gas comburente habitualmente aire, y denominado gas captado en lo que sigue del presente texto.

El gas captado comprende o puede comprender contaminación en forma de partículas en suspensión, por ejemplo polvo, polen o vapor de agua.

El gas captado es comprimido a continuación en al menos una etapa de compresión. En este ejemplo de realización, la turbina de gas 10 comprende un primero 16a y un segundo 16b compresores centrífugos dispuestos en serie, de modo que el gas captado alimenta el primer compresor centrífugo 16a y de modo que el gas comprimido por el primer compresor centrífugo 16a alimenta al segundo compresor centrífugo 16b.

5 Cada compresor centrífugo 16a, 16b comprende de manera habitual un rotor 18, móvil en rotación alrededor de un eje de rotación (X) y adaptado para acelerar gas, y un estátor 20 adaptado para convertir al menos una parte de la energía cinética del gas en aumento de presión del gas.

En el ejemplo de realización ilustrado, el sistema de aire secundario 12 de acuerdo con la invención está instalado en el segundo compresor centrífugo 16b, es decir en el compresor aguas abajo.

10 El gas comprimido por al menos un compresor 16a, 16b, denominado gas comprimido en lo que sigue del presente texto, es llevado a continuación a una cámara de combustión 22 en la que es mezclado con un carburante y después quemado.

15 El gas quemado en la cámara de combustión 22, denominado gas quemado en lo que sigue del presente texto, es encaminado a continuación hasta al menos una turbina 24 adaptada para convertir al menos una parte de la energía cinética de los gases quemados en energía mecánica que permite al menos el arrastre de los compresores 16a, 16b.

El conjunto de las piezas en contacto con los gases quemados constituyen las piezas calientes 26. Los gases quemados intercambian calor con las citadas piezas calientes 26.

20 Ciertas piezas calientes deben ser enfriadas a fin de limitar su aumento de temperatura, por ejemplo a fin de evitar su dañado. Cada turbina 24 es un ejemplo de pieza caliente 26 cuyo aumento de temperatura conviene limitar a fin de evitar su dañado. Este aire tomado puede ser utilizado igualmente para presurizar ciertos cojinetes del motor.

De acuerdo con una variante de realización, el sistema de aire secundario 12 de acuerdo con la invención está instalado de manera similar, cambiando lo que haya que cambiar, en el primer compresor centrífugo 16a.

25 De manera general, si la turbina de gas 10 comprende varios compresores centrífugos, el sistema de aire secundario 12 de acuerdo con la invención puede ser instalado de manera equivalente en cada uno de los citados compresores centrífugos y/o en más de un compresor centrífugo.

Por otra parte, el sistema de aire secundario 12 puede ser instalado en cualquier tipo de compresor centrífugo y/o en cualquier tipo de turbina de gas que comprenda al menos un compresor centrífugo. Por ejemplo, el sistema de aire secundario 12 puede ser instalado en una turbina de gas 10 del tipo que comprende un compresor multietapa provisto de una etapa de final de compresión mixta o centrífuga.

30 Las figuras 2 y 3 representan vistas de detalle del rotor 18 del segundo compresor centrífugo 16b equipado con un sistema de aire secundario 12 de acuerdo con la invención.

De manera habitual, el rotor 18 comprende un cubo 28 delimitado al menos parcialmente por una superficie externa 30, desde la cual se extienden una pluralidad de álabes o de palas de tipo principal 32a e intercalar 32b alternadas.

35 El gas comburente penetra axialmente en el rotor 18, con respecto al eje de rotación (X), y fluye a continuación en dirección al estátor 20 a lo largo de la superficie externa 30. La velocidad del gas comburente aumenta a todo lo largo del flujo debido a la aceleración centrífuga. El gas comburente fluye, según un sentido de flujo D que es dirigido desde la extremidad aguas arriba del rotor 18 hacia su extremidad aguas abajo.

40 Cada pala 32a, 32b presenta clásicamente un intradós 34 y un extradós 36 opuesto que se extienden a partir de la superficie externa 30 del rotor 18. El extradós 36 está unido al intradós 34 por un borde de ataque principal 38a, para una pala principal 32a, y por un borde de ataque intercalar 38b para una pala intercalar 32b.

De acuerdo con la invención, el sistema de aire secundario 12 toma gas comburente a nivel del rotor 18. Con este fin, el sistema de aire secundario 12 comprende un sistema de toma 40 de gas comburente a nivel del rotor 18. El gas tomado por el sistema de toma 40 es denominado gas tomado en lo que sigue del presente texto.

45 El flujo del gas comburente a lo largo de las palas 32a, 32b del segundo compresor 16b se efectúa según una pluralidad de filetes fluidos no representados. Los filetes fluidos sensiblemente en contacto con la superficie externa 30, el intradós 34 o el extradós 36 de las palas 32a, 32b definen una capa límite 42. La capa límite 42 es sensible al problema de despegue, bien conocido por el especialista en la materia y que provoca turbulencias en el seno del flujo del gas comburente, y por consiguiente pérdidas de rendimiento del compresor centrífugo.

50 El hecho de tomar gas comburente a nivel de la capa límite 42 permite ventajosamente minimizar los riesgos de despegue de la capa límite 42, aumentar el rendimiento global del segundo compresor centrífugo 42 y sanear el flujo del gas comburente a lo largo de las palas 32a, 32b del rotor 18.

De acuerdo con un modo preferido de realización, el sistema de aire secundario 12 encamina el gas tomado al menos a una pieza caliente 26, y preferentemente al menos a una turbina 24, a fin de regular la temperatura de la misma. Con este fin, el sistema de aire secundario 12 comprende un sistema de encaminamiento de los gases tomados 44. El gas encaminado por el sistema de encaminamiento 44 es denominado gas encaminado en lo que sigue del presente texto.

5 El hecho de tomar el gas comburente a nivel del rotor 18 permite centrifugar eventuales partículas contaminantes contenidas en el gas comburente, y por tanto purificar el gas comburente. Esto evita el ensuciamiento del sistema de toma 40 y por tanto una disminución en el transcurso del tiempo de la cantidad de gas comburente tomado.

10 En el ejemplo de realización ilustrado, el sistema de encaminamiento 44 comprende una cavidad 46 interna al rotor 18 y el sistema de toma 40 comprende una pluralidad de orificios 48 realizados en el cubo 28 del rotor 18 y repartidos angularmente.

De acuerdo con una variante no representada de la invención, el sistema de encaminamiento puede comprender una pluralidad de cavidades conectadas o no. En este caso, cada cavidad puede comprender uno o varios orificios que tengan posiciones diferentes de una cavidad a otra.

15 Cada orificio 48 se extiende a partir de una cara superior 50 dispuesta en la superficie externa 30 del rotor 18 y desemboca en la chimenea axial 46. Cada orificio se extiende sensiblemente según un eje de orificio (Y). Además, cada orificio 48 tiene preferentemente, pero no exclusivamente, una forma sensiblemente cilíndrica, significándose que este orificio puede presentar una sección constante o bien evolutiva.

20 De acuerdo con la invención, cada orificio 48 está al menos parcialmente situado axialmente, con respecto al eje de rotación (X), entre un borde de ataque principal 38a y un borde de ataque intercalar 38b. De modo más particular, la cara superior 50 de cada orificio 48 está situada axialmente, con respecto al eje de rotación (X), entre un borde de ataque principal 38a y un borde de ataque intercalar 38b.

25 Cada orificio 48 está además al menos parcialmente situado radialmente, con respecto al eje de rotación (X), en la proximidad de un extradós 36. De modo más particular, la cara superior 50 de cada orificio 48 está situada radialmente, con respecto al eje de rotación (X), más cerca del extradós 36 de una pala principal 32a que del intradós 34 de la pala principal 32a adyacente.

Como está representado en la figura 4, en cada orificio está definido un primer ángulo de inclinación α como el ángulo orientado formado entre, por una parte, una recta (D1) tangente a la superficie externa 30 y coplanaria con el eje de rotación (X) y, por otra, el eje del orificio (Y).

30 Como está representado en la figura 5, en cada orificio está definido un segundo ángulo de inclinación β como el ángulo orientado formado entre, por una parte, una recta (D2) tangente a la superficie externa 30 y ortogonal al eje de rotación (X) y, por otra, el eje del orificio (Y).

35 En el caso en que el primer ángulo α y/o el segundo ángulo β de un orificio 48 estén comprendidos entre 0° y 90° , el orificio 48 favorece la resistencia a la contaminación en detrimento de la cantidad de aire tomado por el sistema de aire secundario 12. A la inversa, el orificio 48 aumenta la cantidad de aire tomado por el sistema de aire secundario 12 en detrimento de la robustez frente a la contaminación cuando el primer ángulo α y/o el segundo ángulo β de un orificio 48 están comprendidos entre 90° y 180° .

40 Así, es posible modificar o ajustar el compromiso entre la cantidad de gas comburente tomado y la robustez frente a la contaminación del sistema de aire secundario 12, jugando con el primer ángulo α y/o el segundo ángulo β de cada orificio 48 que componen el citado sistema de aire secundario 12. Además, es posible ajustar la cantidad de gas comburente tomado para una velocidad de rotación del compresor dada jugando con el primer ángulo de inclinación α y/o el segundo ángulo β de cada orificio 48 que componen el citado sistema de aire secundario 12.

45 Por consiguiente, el caudal que circula a través de cada orificio 48 puede ser predeterminado fijando el primer ángulo de inclinación α en un primer valor predeterminado y/o fijando el segundo ángulo de inclinación β en un segundo valor predeterminado. Se comprende por tanto que para una velocidad de rotación dada del compresor, el valor del primer ángulo α y/o el valor del segundo ángulo β son parámetros que permiten ajustar el caudal de aire que circula a través de los orificios 48 en un valor predeterminado.

50 Naturalmente, el ejemplo de realización de los orificios 48 descrito anteriormente no tiene carácter limitativo. Es posible por ejemplo realizar los orificios en otra parte del rotor 18 que el cubo 28. Es posible igualmente realizar orificios 48 cuyo posicionamiento axial y/o el posicionamiento acimutal y/o el posicionamiento radial y/o el primer ángulo α y/o el segundo ángulo β sean variables.

REIVINDICACIONES

1. Turbina de gas (10) que comprende

(a) un compresor centrífugo o mixto (16b) que comprende un rotor (18) provisto de un eje de rotación (X), estando el citado compresor (16b) adaptado para comprimir un gas comburente, comprendiendo el citado rotor (18) un sistema de aire secundario (12), comprendiendo el sistema de aire secundario (12) un sistema de toma de gas comburente (40) dispuesto en el rotor (18); comprendiendo el compresor (16b) una superficie externa (30),

(b) una cámara de combustión (22) adaptada para quemar al menos el gas comprimido,

(c) al menos una pieza caliente (26) en contacto con los gases quemados, y

(d) un sistema de encaminamiento (44) de los gases tomados a la pieza caliente (26) a fin de disminuir la temperatura de la misma, comprendiendo el sistema de encaminamiento (44) al menos una cavidad (46) interna al rotor (18) y una pluralidad de orificios (48) realizados en el rotor (18), comprendiendo cada orificio (48) un eje de orificio (Y) que se extiende a partir de la superficie externa (30) y que desemboca en la citada cavidad (46);

estando caracterizada la turbina de gas por que el rotor (18) comprende una pluralidad de palas principales (32a) y de palas intercalares (32b), estando provista cada pala principal (32a) de un borde de ataque principal (38a) y estando provista cada pala intercalar (32b) de un borde de ataque intercalar (38b), estando al menos uno de los orificios (48) situado al menos parcialmente axialmente, con respecto al eje de rotación (X), entre un borde de ataque principal (38a) y un borde de ataque intercalar (38b).

2. Turbina de gas (10) de acuerdo con la reivindicación 1 que comprende un compresor (16b) de una turbina de gas (10) del tipo que comprende al menos una turbina (24), caracterizada por que el sistema de encaminamiento (44) permite enviar los gases tomados hacia la turbina (24).

3. Turbina de gas (10) de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, caracterizada por que el rotor (18) comprende un cubo (28), y por que al menos uno de los orificios (48) está dispuesto en el cubo (28).

4. Turbina de gas (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada por que cada pala del tipo principal (32a) o intercalar (32b) comprende un extradós (36) y un intradós (34) opuesto, y por que al menos uno de los orificios (48) está al menos parcialmente situado radialmente, con respecto al eje de rotación (X), más cerca del extradós (36) de una pala principal (32a) que del intradós (34) de una pala principal (32a) adyacente.

5. Turbina de gas (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada por que el caudal de aire que circula a través de cada orificio (48) es predeterminado fijando un primer ángulo de inclinación (α) definido en cada orificio (48) como el ángulo orientado formado entre, por una parte, una recta (D1) tangente a la superficie externa (30) y coplanaria con el eje de rotación (X) y, por otra, el eje del orificio (Y) en un primer valor predeterminado, y/o fijando un segundo ángulo de inclinación (β) definido en cada orificio (48) como el ángulo orientado formado entre, por una parte, una recta (D2) tangente a la superficie externa (30) y ortogonal al eje de rotación (X) y, por otra, el eje del orificio (Y), en un segundo valor predeterminado.

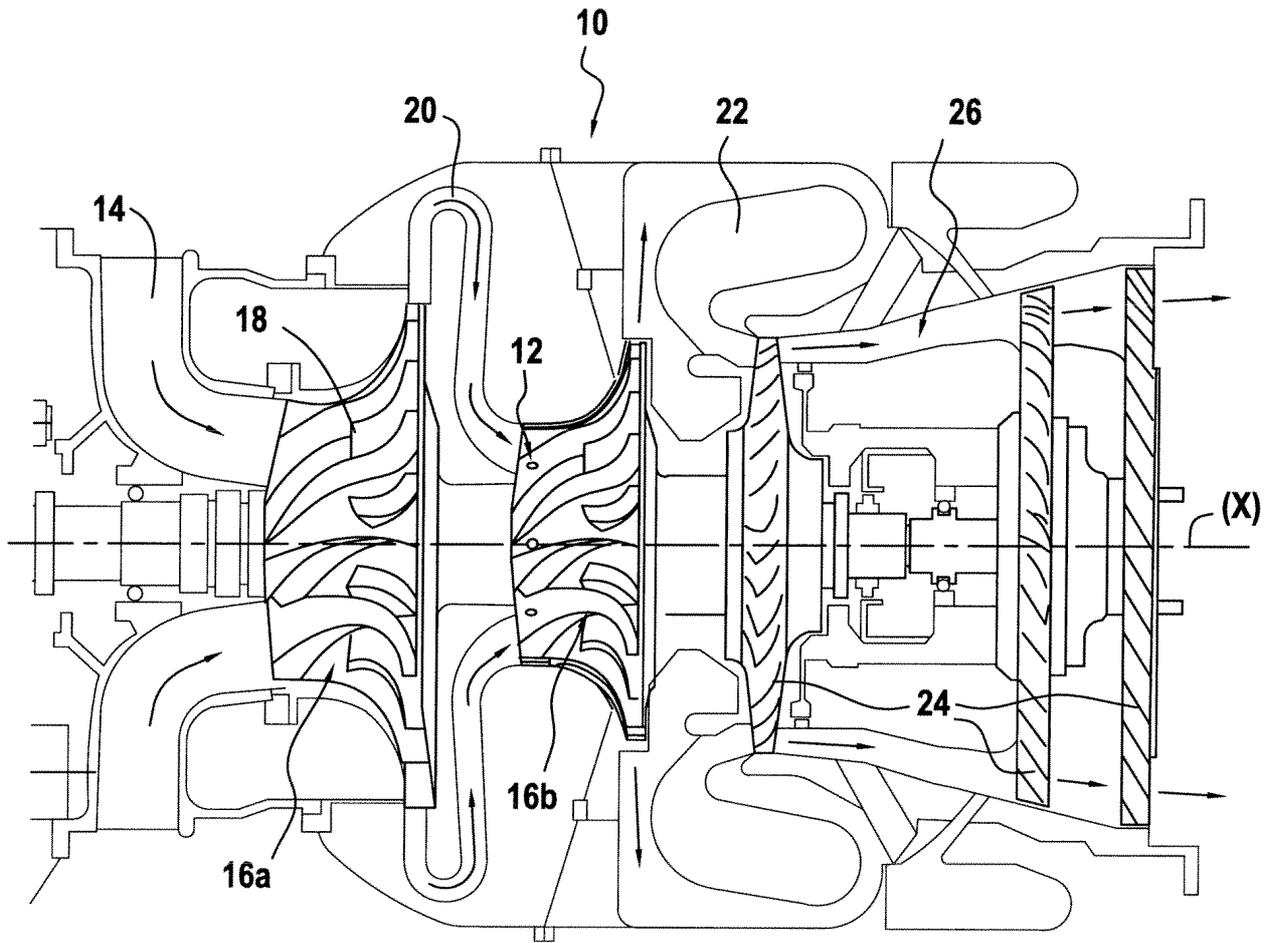


FIG.1

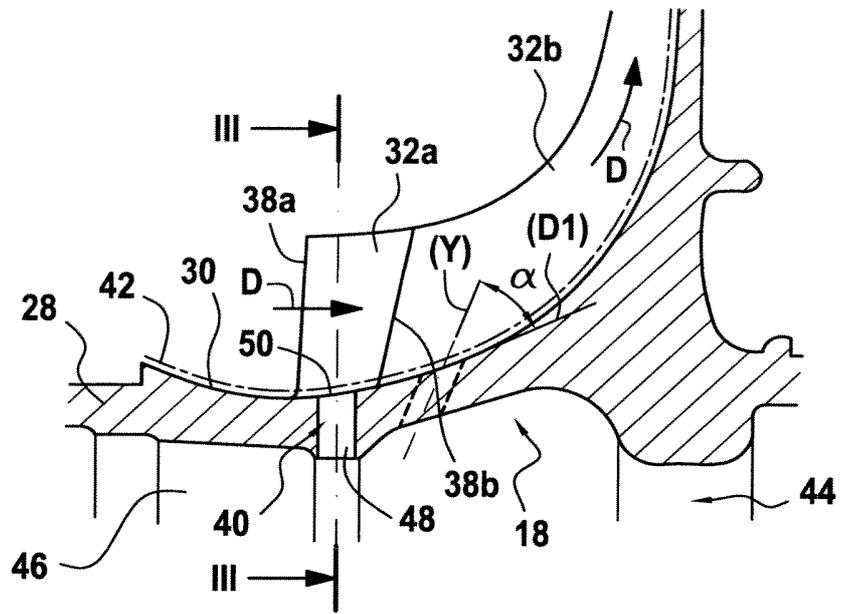


FIG. 2

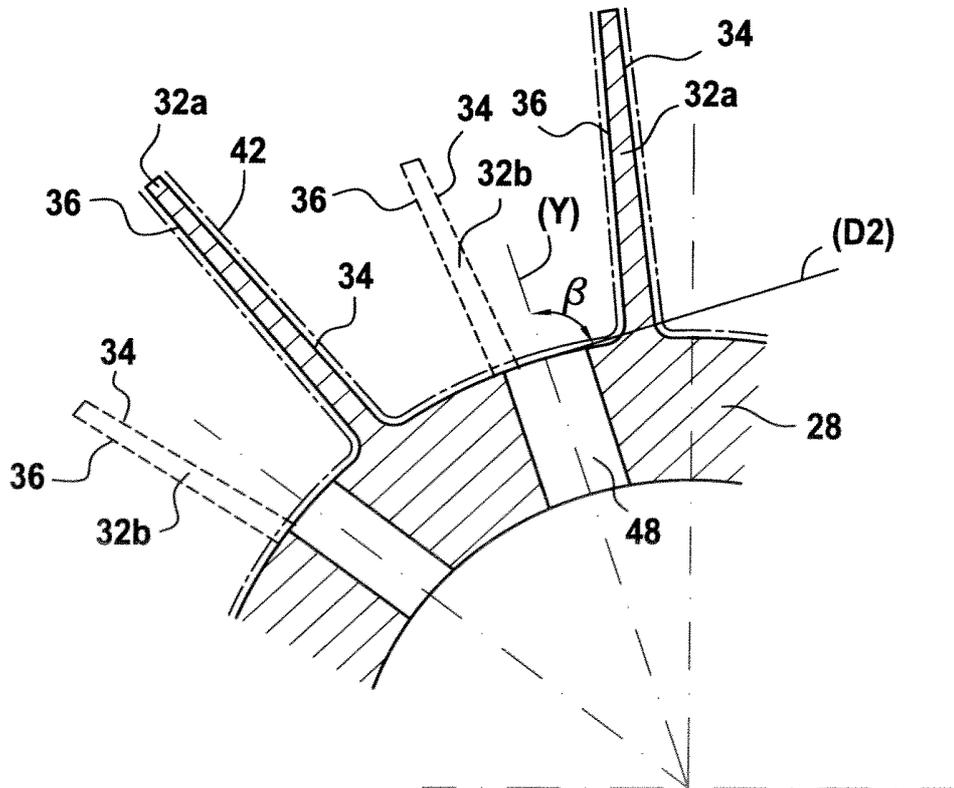


FIG. 3

