

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 668 570**

51 Int. Cl.:

F01D 11/08 (2006.01)

F01D 11/18 (2006.01)

F01D 25/24 (2006.01)

F02C 3/08 (2006.01)

F04D 29/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.10.2011** **PCT/FR2011/052448**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.04.2012** **WO12052687**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.10.2011** **E 11785734 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.04.2018** **EP 2630336**

54 Título: **Procedimiento de fijación de tapa de compresor centrífugo de turbomáquina, tapa de compresor de puesta en práctica y ensamblaje de compresor provisto de dicha tapa**

30 Prioridad:

21.10.2010 FR 1058587

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

18.05.2018

73 Titular/es:

SAFRAN HELICOPTER ENGINES (100.0%)

B.P. 2

64510 Bordes, FR

72 Inventor/es:

RENARD, BÉATRICE, MARIE y

BILLOTEY, GEOFFROY, LOUIS, HENRI, MARIE

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 668 570 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

Procedimiento de fijación de tapa de compresor centrífugo de turbomáquina, tapa de compresor de puesta en práctica y ensamblaje de compresor provisto de dicha tapa

Ámbito de la invención

- 5 La invención concierne a un procedimiento de fijación de tapa de compresor centrífugo de turbomáquina, a una tapa apta para poner en práctica este procedimiento, así como a un ensamblaje de compresor centrífugo provisto de dicha tapa. Una turbomáquina puede equipar cualquier tipo de aeronave, en particular un helicóptero o un avión. La configuración es denominada optimizada en el sentido en que la misma induce una holgura minimizada y sensiblemente constante entre la tapa y el impulsor en todas las fases del vuelo.
- 10 Las fijaciones de tapa de impulsor están configuradas en forma de diafragmas flexibles para poder adaptar el posicionamiento de la tapa durante el funcionamiento del compresor centrífugo. El posicionamiento tradicionalmente buscado tiene como objetivo mantener una holgura mínima entre la tapa y las aletas del impulsor en todas las fases de vuelo, sea esto durante los regímenes transitorios de funcionamiento del compresor o durante los regímenes estabilizados intermedios.
- 15 Típicamente, la temperatura y la presión del flujo de aire en un impulsor de compresor centrífugo aumentan sensiblemente del 30% al 40% del borde de ataque al borde de fuga del impulsor. El efecto de este diferencial es inclinar las porciones radiales de las aletas próximas al borde de fuga hacia aguas arriba, y por tanto aproximar el impulsor a la tapa progresivamente de aguas arriba a aguas abajo. Además, un aumento de temperatura suplementario en la región de estas porciones radiales de borde de fuga proviene del calor irradiado por la turbina de la turbomáquina. Esta aportación adicional refuerza igualmente la inclinación de las aletas sobre la tapa del compresor.
- 20

Por otra parte, esta inclinación se ve favorecida también por las fuerzas centrífugas que resultan de la velocidad de rotación elevada del impulsor. Estas fuerzas centrífugas inducen igualmente una dilatación radial, en particular para la porción axial de la tapa, en el lado de su borde de ataque.

- 25 En estas condiciones, la holgura entre la tapa y el impulsor del compresor centrífugo presenta un diferencial que varía localmente a lo largo del impulsor entre el borde de ataque y el borde de fuga y que varía según la fase de funcionamiento del compresor. Ahora bien, la holgura entre la tapa y el impulsor es un factor esencial en términos de rendimiento del compresor. Con el fin de mejorar este rendimiento, se busca una holgura tapa/impulsor tan constante y pequeña como sea posible – sin riesgo de contacto prolongado.

30 Estado de la técnica

De manera general, una fijación en forma de diafragma anular fija la tapa por embreado a un soporte anular. Se presentan varias posibilidades para posicionar la fijación anular de la tapa y estudiar el comportamiento de la holgura tapa/impulsor según este posicionamiento. Esta fijación puede tener lugar:

- en borde de ataque, situado en el lado aguas arriba en la entrada axial de las aletas del impulsor;
- 35 - en borde de fuga, situado en la extremidad aguas abajo en el lado de las salidas radiales de las aletas, o
- en el codo de la tapa formado por la curvatura cóncava de la tapa entre los bordes aguas arriba y aguas abajo, en particular a mitad de camino de estos bordes.

- 40 Una unión en borde de ataque no permite toma de aire en la tapa. En efecto, la estanqueidad entre el aire extraído y el que fluye entre la tapa y el difusor no está asegurada, lo que provoca recirculaciones. Ahora bien, una toma de aire está prevista en general como fuente de potencia para los equipos de la turbomáquina o de la aeronave.

Una unión en borde de fuga no permite a la tapa seguir el desplazamiento del impulsor, en particular en su parte radial, es decir donde el desplazamiento es el mayor: la holgura tapa/impulsor está dimensionada para tener un valor dado a la potencia máxima de despegue, abreviadamente PMD, de la turbomáquina. Pero esta holgura no está optimizada en los regímenes intermedios estabilizados y en los regímenes transitorios.

- 45 Una unión doble, a la vez en el borde de fuga y en el codo como se describe en el documento de patente EP 1 167 722, o en el borde de ataque y en el codo, tal como se cita en la patente US 5 555 721, conducen a las mismas conclusiones sobre la problemática del desplazamiento de la tapa con respecto a la inclinación de las aletas del impulsor.

- 50 Una unión única en el codo de la tapa no permite eliminar los inconvenientes de las uniones o de la unión en el borde de fuga porque el comportamiento de la tapa no sigue el desplazamiento de las aletas, en particular el desplazamiento hacia aguas arriba, para limitar la regulación de las holguras.

Una arquitectura de unión única en el codo está descrita por ejemplo en el documento de patente US 4 264 271. La fijación de tapa es en este caso una extensión en forma de corona radial (50) fijada a un soporte anular (42) por bridas. La corona puede deformarse bajo el efecto de la presión y de la temperatura. Esta deformación permite desplazar la tapa cóncava de manera que mantenga una misma distancia con las aletas del impulsor.

- 5 Sin embargo, el desplazamiento radial de la unión (56) está muy limitado por la corona (50) la cual trabaja en compresión. De esta manera este tipo de arquitectura limita la rotación de la meridiana de la tapa iniciada de modo natural por el gradiente de temperatura presente en la tapa.

El documento EP 2 026 006 A1 describe una turbomáquina que comprende un compresor centrífugo.

Exposición de la invención

- 10 La presente invención pretende por el contrario permitir un desplazamiento de la tapa de modo que la holgura entre la tapa y las aletas del impulsor se mantenga la más pequeña posible en una amplia gama de deformación del impulsor. Para hacer esto, la invención propone una configuración de fijación de tipo en mitad de tapa que presenta una porción particular.

- 15 La invención se refiere a una tapa de compresor centrífugo de turbomáquina tal como la definida en la reivindicación 1, presentando la tapa especialmente una envuelta cóncava que tiene una cara interna dispuesta a distancia del compresor equipado con un impulsor provisto de aletas por una fijación que tiene una extremidad de unión formada sensiblemente en mitad de la envuelta y otra extremidad fijada a un cárter de la turbomáquina. Tal fijación comprende un diafragma asimétrico de configuración globalmente troncocónica que presenta un perfil de brazo acoplado a la extremidad de fijación al cárter por una articulación de doble codo de ángulos recto y obtuso en 20 reposo, estando dispuesta esta articulación más cerca de la extremidad de fijación que de la extremidad de unión a la envuelta. La distancia entre la cara interior de la envuelta y de los bordes superiores de las aletas es así apta para ser mantenida constante en funcionamiento y regulada con una regulación de holgura mínima en los regímenes intermedios y transitorios. La articulación de doble codo está formada en posición de reposo por una corona radial de articulación acoplada, por una parte, a la unión anular axial según un codo de ángulo sensiblemente recto y, por 25 otra, al brazo troncocónico según un codo de ángulo obtuso.

De acuerdo con modos de realización particulares:

- el diafragma comprende una unión anular axial entre una corona de fijación radial y la articulación de doble codo;
- ventajosamente, el perfil del brazo puede ser sensiblemente rectilíneo en reposo y de espesor sensiblemente evolutivo aumentando hacia la extremidad de unión;
- 30 - el brazo tiene en media un espesor sensiblemente más pequeño que el de la envuelta de la tapa.

La invención concierne igualmente a un ensamblaje de una tapa tal como la descrita anteriormente y de un compresor centrífugo de turbomáquina. En este ensamblaje, la tapa está configurada para, por una parte, mantenerse a distancia constante del compresor y, por otra, fijarse al cárter de la turbomáquina.

Breve descripción de las figuras

- 35 Otras ventajas y características de la invención podrán aparecer durante la descripción detallada que sigue, refiriéndose a las figuras anejas, las cuales representan respectivamente:

- la figura 1, una vista longitudinal parcial de una turbomáquina equipada con una tapa del compresor centrífugo de acuerdo con la invención;
- la figura 2, una vista en corte longitudinal parcial de la tapa del compresor centrífugo de la figura 1 en posición de 40 reposo;
- la figura 3, una vista frontal parcial de la tapa y del compresor según el plano III-III de la figura 1, y
- la figura 4, la vista en corte según la figura 2 cuando el compresor está en funcionamiento, que pone en evidencia las posiciones de la tapa y del compresor en funcionamiento con respecto a las de reposo de la figura 2 que aparecen en líneas de puntos.

45 Descripción detallada

- En la descripción, los términos de tipo « axial » « asimétrico », « agua arriba » y « aguas abajo » se refieren a localizaciones a lo largo o de revolución alrededor del eje central X'X de rotación de la turbomáquina, según el sentido de este eje central. Los términos de tipo « radial » se refieren a localizaciones ortogonales a este eje central. Por otra parte, los elementos que tienen los mismos signos de referencia en diferentes figuras se refieren a 50 elementos idénticos.

Refiriéndose a la figura 1, un ejemplo de turbomáquina 1 de aeronave comprende principalmente, dispuestos de aguas arriba a aguas abajo alrededor del eje central de rotación X'X, un compresor axial 10 de tres etapas, un compresor centrífugo 12, cámaras de combustión 14, una turbina asociada 16 de dos etapas y una turbina libre 18 igualmente de dos etapas.

5 El flujo de aire F1 es comprimido por el paso a través de los compresores 10 y 12 en los conductos 2, después mezclado al carburante en las cámaras 14 para facilitar por combustión energía cinética a las turbinas 16 y 18. Las etapas de la turbina 16 arrastran a los compresores 10 y 12 a través de un árbol de transmisión 3 y la turbina libre 18 transmite potencia a través de un árbol pasante 4 a los equipos de la aeronave (alternadores, bombas, climatización).

10 La turbomáquina está protegida por un cárter 6. En el ejemplo, la turbomáquina es un turbomotor y la aeronave un helicóptero. Las turbinas libres arrastran a los equipos, en particular el rotor de la hélice, a través de una caja de transmisión de potencia 7 equipada con reductores apropiados.

El compresor centrífugo 12 está equipado con aletas axiales 20 formadas en un impulsor 22 para conducir el flujo de aire F1 y comprimirlo cuando el compresor gira a una velocidad elevada. Como está representado de manera más precisa por la figura 2, el conducto 2 en el cual fluye el flujo F1 está limitado a nivel del compresor centrífugo por las aletas 20 y la cara interior 51 de una envuelta cóncava 50. Esta envuelta 50 es mantenida por una prolongación que forma una fijación 8 fijada al cárter 6 por bridas 61. La envuelta 50 y la fijación 8 forman la tapa 5. El flujo de aire comprimido F1 es arrastrado después hacia las cámaras de combustión 14 a través de los difusores 19.

La fijación 8 de la tapa 5 se inicia sensiblemente en la mitad de la cara cóncava de la tapa, por ejemplo, como está ilustrado, en el punto terminal de unión 83 en el que la curvatura de la tapa es la mayor. La fijación 8 es entonces sensiblemente radial a la envuelta 50 con respecto a la curvatura de la tapa en el punto de contacto. La configuración de esta fijación 8 está ilustrada de modo más particular por las vistas en corte parcial y frontal de la tapa y del compresor centrífugo de las figuras 2 y 3. En estas figuras, aparecen al menos parcialmente las aletas 20 del impulsor, el conducto 2, el compresor centrífugo 12 y los árboles 3 y 4.

La envuelta 50 presenta un borde de ataque BA aguas arriba, sensiblemente axial y un borde de fuga BF aguas abajo sensiblemente radial. La fijación 8 está compuesta de una extremidad, que forma una corona radial 82 fijada al cárter por bridas (véase la figura 1), y de un diafragma 80 asimétrico, de configuración globalmente troncocónica. La corona 82 está dispuesta radialmente sensiblemente enfrente de la extremidad del borde de ataque BA de la envuelta 50. El diafragma 80 se integra a la extremidad 83 de la envuelta 50 con un refuerzo mecánico apropiado 84.

El diafragma 80 se compone a su vez de una unión anular axial 8a acoplada a un brazo troncocónico rectilíneo 8b, a través de una articulación doblemente acodada. La longitud ajustable de la unión axial 8a facilita ventajosamente un grado de libertad de adaptación a la posición impuesta por las bridas de fijación 61.

La articulación está formada, como está ilustrada en posición de reposo, por el ensamblaje de una corona radial 8c de articulación con, por una parte, la unión anular axial 8a - según un codo 8d de ángulo sensiblemente recto - y, por otra, el brazo rectilíneo 8b - según un codo 8e de ángulo obtuso - de aproximadamente 140° en el ejemplo.

En el ejemplo, el brazo 8b presenta ventajosamente un espesor « E » sensiblemente evolutivo que aumenta entre el codo 8e y su extremidad 83. Además, este espesor es en media más pequeño, por ejemplo de 1,5 veces a 3 veces más pequeño que el de la envuelta 50. Tal espesor fino de brazo permite disminuir el consumo de holgura entre la cara interna 51 de la envuelta 50 y los bordes superiores 21 de las aletas 20 durante los regímenes estabilizados de vuelo, a saber los regímenes intermedios, así como el consumo de la holgura en los regímenes transitorios. Sin embargo, un espesor de brazo demasiado pequeño puede aumentar los consumos de holgura durante los regímenes transitorios. Se obtiene por tanto un compromiso en todos los regímenes intermedios, sin riesgo de contacto severo entre la envuelta 50 y los bordes de aletas 21, por este espesor de brazo intermedio que igualmente puede ser evolutivo.

La variación de la altura H de la corona radial de articulación 8c conduce al mismo compromiso: la altura H es aumentada para reducir el consumo de holgura en todos los regímenes estabilizados, pero este aumento está limitado para asegurar el riesgo de contacto entre la tapa y las aletas. Así, aumentar la altura H un 25% supone disminuir el espesor de la envuelta 50 un 20%.

La figura 4 ilustra en corte la posición de la tapa 5 (en trazo continuo) cuando el compresor y por tanto las aletas 20 están en funcionamiento, así como la posición de la tapa (en trazos de línea de puntos) y de las aletas 20 del compresor en reposo según la figura 2. En funcionamiento, el cárter y la fijación de la tapa experimentan igualmente los efectos de presión y de temperatura. Con el fin de poner bien en evidencia los efectos de la solución de acuerdo con la invención, en particular por la flexibilidad de la fijación 8, el cárter y la fijación de la tapa han sido representados en la figura 4 según la misma posición que la de reposo de la figura 2.

En funcionamiento, bajo el efecto de la presión y de la temperatura, las aletas 20 se desplazan hacia aguas arriba (véase la flecha A) en el lado de su borde de fuga BF, así como en extensión radial (véase la flecha R) para la parte axial 50a (sensiblemente paralela al eje X'X) de la envuelta 50 en el lado de su borde de ataque BA.

- 5 Gracias a la flexión de la corona radial 8c y del brazo 8b de la fijación 8 – en otras palabras gracias a la variación de los ángulos de articulación de los codos 8d y 8e – la cara interior 51 de la envuelta 50 sigue los desplazamientos experimentados por las aletas 20. El espesor « E », en su media y en su variación hasta la unión 83, y la longitud « L » del brazo 8b pueden ser ventajosamente regulados para permitir igualmente una flexión apropiada del brazo en función de la configuración del compresor. Siendo el comportamiento de la tapa muy parecido al del impulsor, la regulación de holgura queda así ajustada al mínimo.
- 10 Con respecto a una configuración anterior de tipo fijación directa, sin articulación, resulta una regulación que permite holguras de montaje reducidas de modo importante, y optimizadas en los regímenes intermedios y transitorios. Por ejemplo, en el borde de fuga, la holgura en el montaje puede ser reducida en un 120%, lo que induce una reducción de holgura del 54% en un régimen intermedio que necesita prestaciones motoras óptimas.
- 15 La invención no está limitada al ejemplo de realización descrito y representado. Es posible por ejemplo prever la articulación de doble codo según una posición avanzada hacia el centro de la fijación, al tiempo que se mantenga preferentemente más cerca de la corona de fijación al cárter que de la tapa. Pueden estar previstas igualmente varias articulaciones alrededor de la corona radial de dimensiones adecuadas. Por otra parte, el ángulo obtuso del brazo troncocónico en reposo puede variar preferentemente en una horquilla comprendida entre 120° y 150°.
- 20 Es igualmente posible prever un brazo ligeramente curvado, cóncavo o convexo, o también una corona radial igualmente ligeramente cóncava o convexa. Las características dimensionales del brazo 8b, saber su espesor « E », en su evolución no necesariamente lineal hasta la unión, y su longitud « L », por ejemplo 3 veces a 4 veces mayor que la del resto de la fijación, pueden ser ajustadas como complemento de las características de la articulación de doble codo para regular la flexión apropiada del conjunto de la fijación.
- 25 Además, pueden estar previstos otros tipos de porción elásticamente deformable: utilización de materiales diferentes para la porción y el brazo, porción que presente ondulaciones y/o de material perforado, cualquier otra forma y otro tratamiento adecuado.

REIVINDICACIONES

1. Tapa (5) de compresor centrífugo (12) de turbomáquina, presentando la tapa (5) una envuelta cóncava (50) que tiene una cara interior (51), comprendiendo la tapa (5) una fijación (8) que comprende un diafragma asimétrico (80) de configuración globalmente troncocónica, destinada a mantener la envuelta (50) a distancia de un impulsor (22) del compresor, teniendo la citada fijación (8) una primera extremidad (83) formada sensiblemente en la mitad de envuelta (50) y una segunda extremidad formada por una corona radial (82) y destinada a ser fijada a un cárter (6) de la turbomáquina (1), estando caracterizada la tapa (5) por que el diafragma asimétrico (80) de configuración globalmente troncocónica presenta un perfil de brazo (8b) acoplado a la segunda extremidad (82) por una articulación de doble codo (8c, 8d, 8e) de ángulos recto y obtuso en reposo, estando dispuesta esta articulación (8c, 8d, 8e) más cerca de la segunda extremidad (82) que de la primera extremidad (83), y por que la articulación de doble codo (8c, 8d, 8e) está formada en posición de reposo por una corona radial de articulación (8c) acoplada, por una parte, a una unión anular axial (8a) situada entre la corona radial de fijación (82) y la articulación de doble codo (8c, 8d, 8e), según un codo de ángulo sensiblemente recto y, por otra parte, al brazo troncocónico rectilíneo (8b), según un codo de ángulo obtuso.
2. Tapa de compresor centrífugo de acuerdo con la reivindicación 1, en la cual el brazo (8b) es de perfil sensiblemente rectilíneo en reposo y de espesor (E) evolutivo aumentando hacia la extremidad de unión (83).
3. Tapa de compresor centrífugo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 2, en la cual el brazo (8b) tiene en media un espesor (E) sensiblemente más pequeño que el de la envuelta de la tapa (50).
4. Tapa de compresor centrífugo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en la cual la porción deformable (8c, 8d, 8e) está dispuesta en la proximidad de la fijación de la unión.
5. Tapa de compresor centrífugo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en la cual la unión está unida a la envuelta (50) según una configuración sensiblemente radial con respecto a la curvatura de la envuelta (50) en la unión (83).
6. Ensamblaje de una tapa de compresor centrífugo de turbomáquina, estando la tapa (5) configurada de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 para, por una parte, permanecer a una distancia constante del compresor (12) en funcionamiento y, por otra, fijarse a un cárter (6) de la turbomáquina (1).

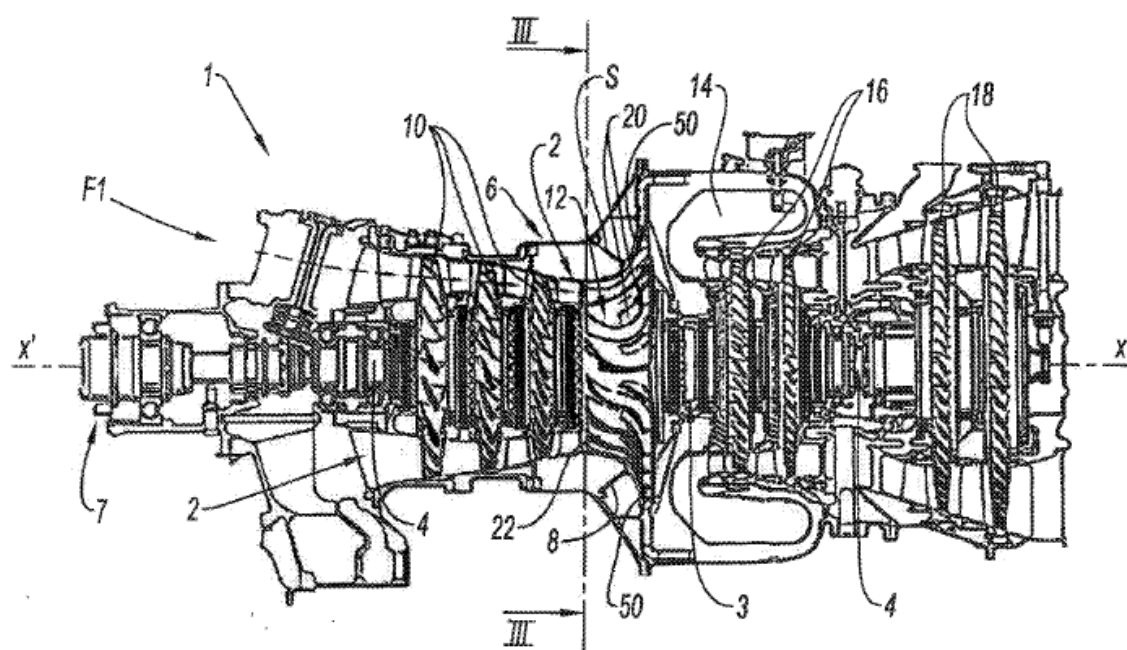


Fig. 1

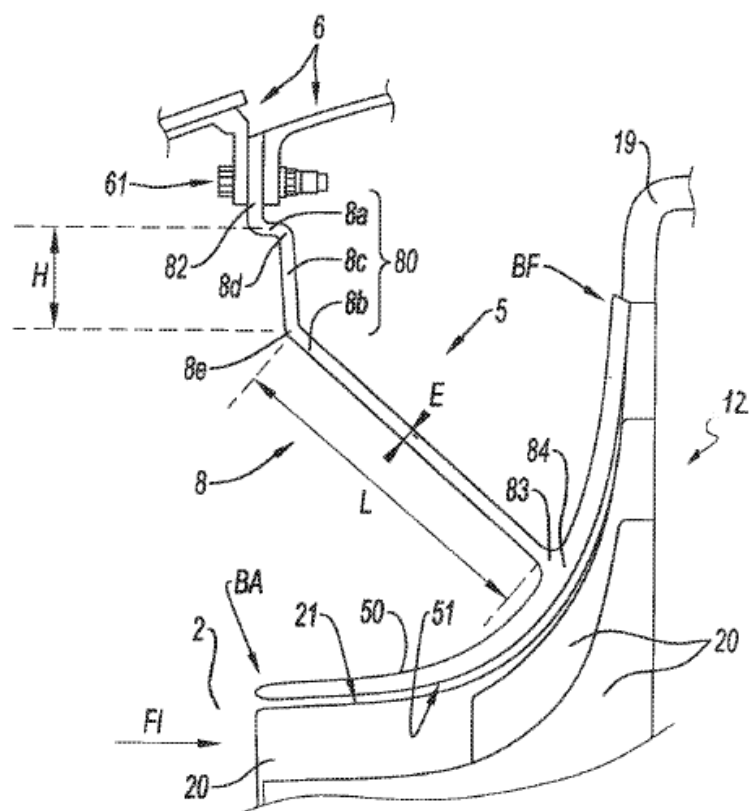


Fig. 2

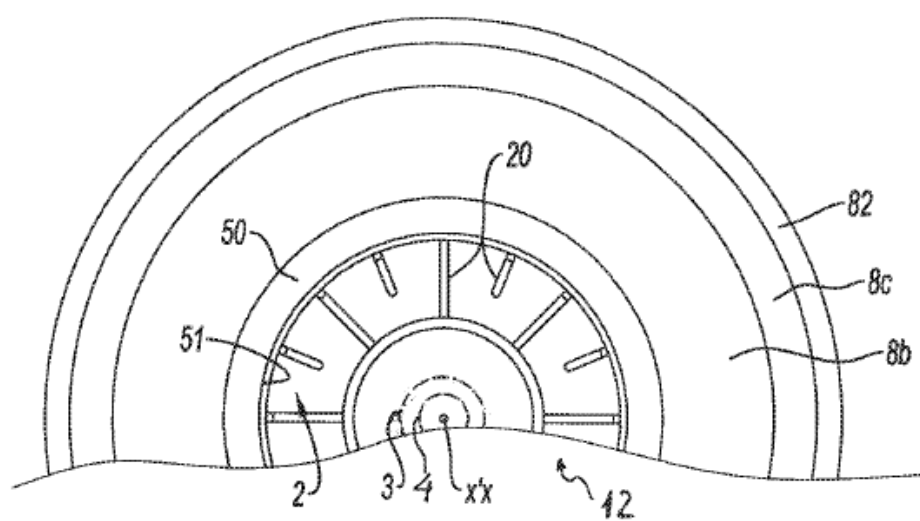


Fig. 3

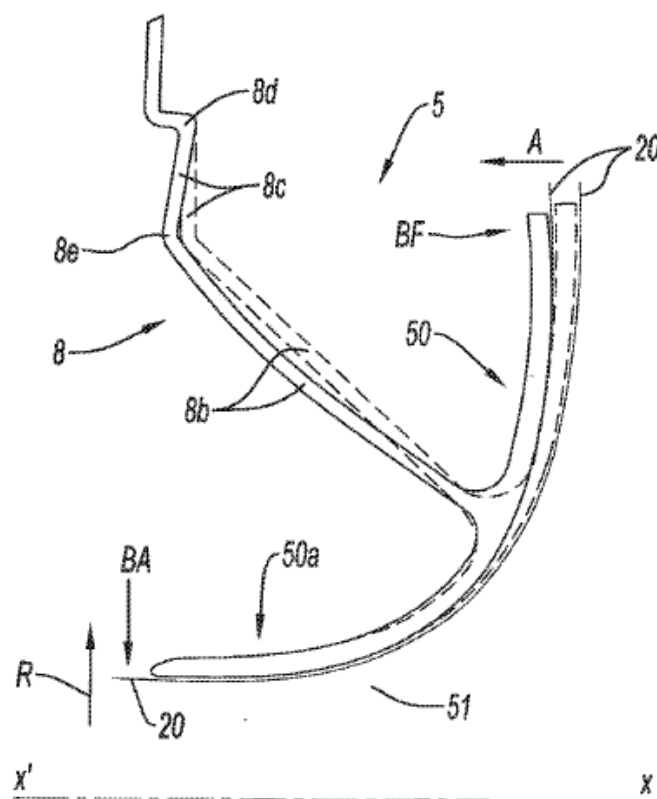


Fig. 4