

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 376 842**

51 Int. Cl.:
F01D 5/30

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09754051 .2**
96 Fecha de presentación: **27.03.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2300685**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **30.03.2011**

54 Título: **Rotor de soplane para una turbomáquina**

30 Prioridad:
29.05.2008 FR 0802925

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.03.2012

73 Titular/es:
SNECMA
2 boulevard du Général Martial Valin
75724 Paris Cedex 15, FR

72 Inventor/es:
MILLIER, Xavier, Louis, Barthélème;
SERVANT, Régis, Eugène, Henri y
VERSEUX, Philippe

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

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).

ES 2 376 842 T3

DESCRIPCIÓN

Rotor de soplante para una turbomáquina

La presente solicitud se refiere a un rotor de soplante para una turbomáquina tal como un turborreactor o un turbo-propulsor de avión.

- 5 Una soplante de turbomáquina comprende un disco que lleva en su periferia externa álabes cuyos pies están insertados en ranuras sensiblemente axiales de la periferia externa del disco. Los álabes son mantenidos radialmente en el disco por cooperación de formas de sus pies con las ranuras del disco, siendo los pies de álabe por ejemplo del tipo de cola de milano.
- 10 Entre el pie de cada álabe y el fondo de la ranura correspondiente del disco está interpuesta una cala para inmovilizar radialmente al álabe en el interior de la ranura y comprende en su extremidad aguas arriba un talón que se extiende radialmente hacia el exterior y que presenta una cara radial aguas abajo que forma un apoyo axial de una cara radial aguas arriba del pie del álabe para retener el álabe axialmente hacia aguas arriba. Las calas aseguran una misma posición axial de los álabes en el disco para evitar la creación de un desequilibrio dinámico y son susceptibles de apoyarse axialmente sobre una placa lateral anular fijada a la extremidad aguas arriba del disco.
- 15 En el caso felizmente poco frecuente de la pérdida o de la rotura de un álabe de soplante, este álabe es proyectado sobre un álabe adyacente que entonces es sometido a un esfuerzo axial hacia aguas arriba muy violento, siendo transmitido este esfuerzo a la placa lateral aguas arriba por la cala correspondiente. Esta cala está en apoyo axial sobre la placa lateral que está concebida para deformarse elásticamente con el fin de amortiguar una parte de este esfuerzo y así evitar la pérdida de los otros álabes de soplante. Medios de retención axial de los álabes hacia aguas
- 20 arriba están además montados en el disco, aguas abajo de los álabes, para absorber una parte de este esfuerzo axial cuando la deformación de la placa lateral llega a un cierto umbral.
- En la técnica actual, descrita por ejemplo en el documento EP 1114916 A1, el talón de cada cala está concebido para transmitir todo el esfuerzo axial antes citado a la placa lateral aguas arriba y es sometido a fuerzas de cizalladura importantes en dirección axial durante la transmisión de este esfuerzo. Así pues, es necesario sobredimensionar
- 25 el talón en dirección axial para que éste pueda resistir estas fuerzas, lo que se traduce en un volumen axial importante de cada talón, y en un aumento de la masa del rotor de la soplante.
- Para compensar el sobredimensionamiento en dirección axial del talón de una cala, es posible recortar otro tanto la extremidad aguas arriba del pie de álabe correspondiente. Sin embargo, esta solución no es satisfactoria porque en este caso el pie de álabe tiene una dimensión axial más corta que la ranura del disco y ejerce fuerzas de contacto
- 30 importantes en las paredes laterales de la ranura que pueden provocar un desgaste prematuro de éstas.
- La invención tiene especialmente por objetivo aportar una solución simple, eficaz y económica al problema antes citado de la técnica anterior, gracias a medios de retención axial de los álabes de soplante que sean más eficaces, menos voluminosos y más ligeros que los de la técnica anterior.
- 35 A tal efecto, ésta propone un rotor de soplante para una turbomáquina, que comprende un disco que lleva álabes cuyos pies están insertados en ranuras sensiblemente axiales de la periferia externa del disco, y calas que están interpuestas, cada una, entre el fondo de una ranura del disco y un pie de álabe correspondiente, estando destinada la extremidad aguas arriba de cada cala a aplicarse sobre una placa lateral de retención solidaria del disco, y que comprende un talón que se extiende radialmente hacia el exterior y destinado a retener la extremidad aguas arriba del pie de álabe, caracterizado porque el talón de cada cala comprende una cara aguas abajo de tope sobre la cual se apoya la extremidad aguas arriba del pie de álabe en caso de esfuerzo violento, siendo esta cara aguas abajo de tope oblicua con respecto al eje de rotación del rotor.
- 40 En caso de pérdida o de rotura de un álabe de soplante, el álabe adyacente al álabe perdido o roto es empujado violentamente hacia aguas arriba y se apoya por la extremidad aguas arriba de su pie sobre el talón de la cala que es desplazada hacia aguas arriba hasta llegar a tope con la placa lateral. Para continuar avanzando, el álabe debería ascender por el talón de la cala deslizando sobre la cara oblicua de ésta. Sin embargo, el álabe está ya en apoyo por su pie sobre las paredes de la ranura del disco y éste no puede desplazarse radialmente hacia el exterior. La cara oblicua del talón de la cala crea así un efecto de cuña, lo que cargará el apoyo ya existente entre el pie de álabe y las paredes laterales de la ranura del disco. Esta carga suplementaria permite absorber, por rozamiento entre el pie de álabe y las paredes de la ranura del disco, una parte del esfuerzo axial ejercido sobre el álabe. El resto del
- 45 esfuerzo axial es transmitido por la cala y la placa lateral aguas arriba al disco del rotor.
- Así pues, la invención permite reducir las fuerzas de cizalladura aplicadas al talón de la cala en caso de pérdida de un álabe de soplante. Esto permite reducir la dimensión axial y por tanto el volumen del talón de cada cala, lo que se traduce en un aligeramiento de las calas y del conjunto del rotor de la soplante. En un caso particular, se ha constatado por ejemplo una ganancia en masa de 600 g – 700 g en un módulo de soplante completo, o sea un poco
- 50 menos del 1% de la masa de este módulo.
- 55

Como en la técnica anterior, la cala sobre la cual empuja el álabe sometido al esfuerzo axial antes citado se apoya sobre la placa lateral que se deforma para amortiguar este esfuerzo axial. El hecho de disminuir el esfuerzo axial ejercido sobre la cala y por tanto sobre la placa lateral permite a la placa lateral amortiguar la casi totalidad de este esfuerzo, y considerar la supresión de los medios de retención axial de los álabes montados en el disco, aguas abajo de los álabes.

La cara aguas abajo de tope del talón puede formar un ángulo α comprendido entre 10° y 80° , y por ejemplo entre 20° y 70° aproximadamente, con el eje del rotor. En un caso particular, se ha constatado que el esfuerzo axial transmitido al talón de la cala representa solamente el 75% de la carga inicial cuando α es igual a 60° , y el 50% de esta carga cuando α es igual a 45° .

De acuerdo con otra característica de la invención, la cara aguas abajo de tope del talón está situada enfrente de una cara aguas arriba del pie de álabe que se extiende igualmente de manera oblicua con respecto al eje de rotación del rotor y que es sensiblemente paralela a la cara aguas abajo oblicua del talón. La cara oblicua del pie de álabe está destinada aplicarse sobre la cara oblicua del talón de la cala.

En el estado sin tensión, las caras oblicuas enfrentadas del talón y del pie de álabe están ventajosamente inclinadas una con respecto a la otra un ángulo inferior a 10° , y por ejemplo comprendido aproximadamente entre 2° y 5° , teniendo tendencia este ángulo a anularse por deformación elástica del talón en caso de esfuerzo violento sobre el álabe. En este estado, las caras oblicuas enfrentadas del talón y del pie de álabe están además preferiblemente espaciadas una de la otra. En funcionamiento normal de la soplante, las caras oblicuas del pie de álabe y de la cala están así separadas por una holgura pequeña. Durante la pérdida o la rotura de un álabe de soplante, esta holgura está destinada a desaparecer y las caras oblicuas antes citadas están destinadas a apoyarse una sobre la otra. Durante el apoyo del pie de álabe sobre el talón de la cala, este talón está destinado a deformarse de modo que su cara oblicua se haga paralela a la cara oblicua correspondiente del pie de álabe, que entonces se aplica sobre toda la superficie de la cara oblicua del talón.

El talón comprende en su extremidad radialmente externa una cara radial aguas abajo de posicionamiento axial de la extremidad aguas arriba del pie de álabe en el estado sin tensión. En funcionamiento normal, el pie de álabe está por tanto en apoyo axial sobre la extremidad radialmente externa del talón y las caras oblicuas del talón y del pie de álabe son mantenidas espaciadas una de la otra por este apoyo. Durante la pérdida de un álabe, el pie de álabe ejerce un empuje axial sobre la extremidad del talón que se deforma hasta que las caras oblicuas enfrentadas del talón y del pie de álabe entren en apoyo una sobre la otra.

La cara radial aguas abajo del talón está preferentemente unida a la cara oblicua de este talón por una garganta transversal destinada a facilitar una deformación elástica del talón durante la rotura o la pérdida de un álabe. La garganta puede tener en sección una forma redondeada cóncava. Esta garganta transversal puede además formar una zona de debilidad del talón destinada a fragilizar la parte radialmente externa del talón que entonces puede separarse del resto del talón cuando el esfuerzo axial transmitido por el álabe llega a un cierto umbral.

La cara oblicua del talón y/o la cara oblicua del pie de álabe pueden ser lisas. En variante, en la cara oblicua del talón y/o la cara oblicua del pie de álabe se forman ranuras o dentados que están destinados a absorber una energía suplementaria por rozamiento y por aplastamiento cuando estas caras oblicuas se apoyan una contra la otra.

La invención se refiere igualmente a una turbomáquina, tal como un turborreactor o un turbopropulsor de avión, caracterizada porque comprende un rotor de soplante tal como el descrito anteriormente.

La invención se refiere finalmente a una cala de pie de álabe para un rotor de soplante del tipo antes citado, caracterizada porque comprende en una extremidad un talón que comprende dos caras de apoyo del pie de álabe, formadas por una primera cara radial de posicionamiento del pie de álabe y por una segunda cara oblicua de retención del pie de álabe. Estas dos caras están unidas entre sí por una garganta transversal que tiene en sección una forma redondeada cóncava.

La invención se comprenderá mejor y otros detalles, características y ventajas de la presente invención se pondrán de manifiesto de modo más claro con la lectura de la descripción que sigue hecha a título de ejemplo no limitativo y refiriéndose a los dibujos anejos, en los cuales:

- la figura 1 es una semivista esquemática parcial en corte axial de un rotor de soplante de una turbomáquina de acuerdo con la técnica anterior,

- la figura 2 es una semivista esquemática parcial en corte axial de un rotor de soplante de una turbomáquina de acuerdo con la presente invención,

- la figura 3 es una vista a escala mayor de una parte de la figura 2.

Se hará referencia en primer lugar a la figura 1 que representa un rotor de soplante 10 de una turbomáquina de acuerdo con la técnica anterior a la presente invención.

El rotor de soplante 10 comprende álabes 12 llevados por un disco 14 y entre los cuales están intercaladas plataformas interálaves 16, estando el disco 14 fijado a la extremidad aguas arriba de un árbol no representado de la turbomáquina.

5 Cada álabe de soplante 12 comprende una pala empalmada en su extremidad radialmente interna a un pie 18 que está insertado en una ranura 20 sensiblemente axial de forma complementaria del disco 14 que permite retener radialmente este álabe en el disco.

Las plataformas interálaves 16 forman una pared que delimita interiormente la vena del flujo de aire 21 que entra en la turbomáquina, y comprenden medios que cooperan con medios correspondientes previstos en el disco 14, entre las ranuras 20, para fijar las plataformas al disco.

10 Entre el pie 18 de cada álabe y el fondo de la ranura 20 correspondiente del disco está interpuesta una cala 22 para inmovilizar radialmente el álabe en la ranura. Cada cala 22 está formada por una barra alargada que lleva en su extremidad aguas arriba un talón 24 que se extiende radialmente hacia el exterior.

15 El talón 24 comprende una cara radial 26 que, en posición de montaje representada en la figura 1, queda en apoyo axial sobre una cara radial de la extremidad aguas arriba del pie de álabe 18 para retener el álabe axialmente hacia aguas arriba en el disco 14 y para definir una posición axial precisa de este álabe en el disco.

20 Una placa lateral anular 28 está fijada coaxialmente a la extremidad aguas arriba del disco 14, extendiéndose la periferia externa de esta placa lateral 28 aguas arriba de los talones de las calas 22, a una pequeña distancia axial de estos. La placa lateral 28 queda retenida en el disco 14 por dientes de garra 29 que engranan en dientes de garra 31 del disco, comprendiendo además la placa lateral 28 en su periferia interna una brida anular 30 que está intercalada entre una brida anular aguas arriba 32 del disco 14 y una brida anular interna 34 de una cubierta 36 dispuesta aguas arriba del disco 14 y de los álabes 10. Las bridas 30, 32 y 34 comprenden orificios axiales de paso de tornillos 37 o análogos para el apriete de las bridas entre sí.

25 La cubierta 36 tiene una forma sensiblemente troncocónica y se van ensanchando hacia aguas abajo, extendiéndose la pared definida por las plataformas interálaves 16 en la prolongación axial de esta cubierta. Esta cubierta 36 comprende perforaciones radiales 38 para el montaje de masas de equilibrado 40.

30 Durante la pérdida de un álabe de soplante 12, este álabe es proyectado sobre un álabe de soplante adyacente que entonces es sometido a un esfuerzo axial hacia aguas arriba muy violento, siendo transmitido este esfuerzo a la placa lateral aguas arriba 28 por la cala 22 asociada a este álabe. El pie 18 del álabe sometido a este esfuerzo axial se apoya en primer lugar axialmente sobre la cara 26 del talón 24 de la cala (véase la flecha F), apoyándose a su vez el talón 24 axialmente sobre la placa lateral 28, que se deforma elásticamente con el fin de amortiguar una parte del esfuerzo axial antes citado. Aguas abajo del disco, están además montados medios de retención axial de los álabes 12 en el disco.

35 Durante la transmisión del esfuerzo axial antes citado, el talón 24 de la cala es sometido a fuerzas de cizalladura importantes en un plano representado esquemáticamente por los trazos en líneas de puntos 42. Para resistir a estas fuerzas de cizalladura, el talón 24 está sobredimensionado en dirección axial, lo que implica inconvenientes en términos de volumen y de masa.

40 La invención permite poner remedio a estos inconvenientes gracias a una cara oblicua prevista en el talón y sobre la cual el pie de álabe está destinado a apoyarse, creando esta cara oblicua un efecto de cuña que aumentará las fuerzas de rozamiento y de apoyo del pie de álabe sobre las paredes laterales de la ranura del disco y así absorber una parte del choque resultante de la pérdida o de la rotura de un álabe de soplante.

En el modo de realización de las figuras 2 y 3, el disco 14, la placa lateral 28 y la cubierta 36 son idénticos a los de la figura 1.

45 El álabe 12' difiere del álabe de la figura 1 en que su pie 18 comprende en su extremidad aguas arriba una cara 44' de apoyo sobre el talón 24' de la cala 22', extendiéndose esta cara 44' de manera oblicua con respecto al eje A de la soplante, como se verá más en detalle en lo que sigue. Esta cara oblicua 44' está formada en la extremidad radialmente interna del pie de álabe y une la cara radial aguas arriba 46' de este pie a su cara longitudinal 48' radialmente interna.

50 La cara radial aguas arriba 46' del pie de álabe 18', en posición de montaje y en el estado sin tensión representado en los dibujos, queda en apoyo axial sobre una cara radial aguas abajo 26' prevista en una parte terminal radialmente externa del talón 24', y asegura un posicionamiento axial preciso del pie de álabe en el disco 14.

El talón 24' comprende, además, radialmente al interior de la cara radial 46', una cara 50' situada enfrente de la cara 44' del pie de álabe y destinada a cooperar por apoyo con esta cara 44' en caso de pérdida o de rotura de un álabe de soplante 12'. Esta cara 50' se extiende de manera oblicua con respecto al eje longitudinal A de la soplante y es sensiblemente paralela a la cara oblicua 44' del pie de álabe.

El ángulo α formado entre la cara oblicua 50' del talón y el eje de la soplante está comprendido entre 10° y 80°, y preferentemente entre 20° y 70°. Éste es de aproximadamente 40°-50° en el ejemplo representado.

5 En el estado sin tensión representado en los dibujos, las caras oblicuas 44', 50' del pie de álabe y del talón forman entre sí un ángulo β inferior a 10°, y preferentemente comprendido aproximadamente entre 2° y 5°. Las caras 44', 50' divergen una de la otra hacia aguas abajo.

En la cara oblicua 50' del talón pueden estar formados dentados o ranuras 52' o irregularidades de superficie, como se explicará en lo que sigue.

La cara oblicua 50' del talón está unida a la cara radial 26' de este talón por una garganta transversal 54'. Esta garganta transversal tiene en sección una forma redondeada cóncava en el ejemplo representado.

10 Esta garganta 54' facilita una deformación elástica del talón 24' hacia aguas arriba durante el apoyo axial del pie de álabe sobre la cara radial 26' del talón, por flexión del talón a nivel de la garganta 54'. Por otra parte, la garganta 54' forma medios de debilitamiento y de fragilización del talón 24' de modo que la parte radialmente externa del talón pueda romperse cuando el esfuerzo axial transmitido por la cala llegue a un cierto umbral. Los trazos en líneas de puntos 56' representan esquemáticamente el plano de rotura de la parte radialmente externa del talón 24'.

15 Cuando se produce la pérdida de un álabe de soplante, el álabe adyacente 12' es empujado axialmente hacia aguas arriba y aplica un esfuerzo axial importante sobre la extremidad radialmente externa del talón 24' que se deforma elásticamente hasta un cierto umbral y permite al pie de álabe 18' apoyarse por su cara oblicua 44' sobre la cara oblicua 50' del talón hasta que las dos caras oblicuas 44' y 50' queden paralelas entre sí y aplicadas una sobre la otra en toda su extensión. Una parte del choque al cual es sometido el álabe 12 (véase la flecha F) es absorbida por
20 el apoyo y el rozamiento del pie de álabe sobre las paredes laterales de la ranura 20 del disco (véase la flecha f_i). El resto del esfuerzo axial es transmitido por el talón 24' de la cala a la placa lateral 28 que a su vez le transmite al disco 14 por los dientes de garra 29 y 31, siendo sometido el talón 24' a fuerzas de cizalladura (véase la flecha f_c) que son menos importantes que las de la figura 1. Las ranuras 52' o irregularidades de superficie permiten absorber
25 una parte suplementaria de la energía del choque por rozamiento y aplastamiento durante el apoyo de la cara oblicua 44' del pie de álabe sobre la cara oblicua 50' de la cala.

La invención permite aligerar los talones 24' de las calas con respecto a la técnica anterior porque las fuerzas de cizalladura a las cuales son sometidos en caso de pérdida de álabe son mucho menos importantes que en la técnica anterior. Ésta permite, además, suprimir los medios de retención axial montados aguas abajo de los álabes y por tanto reducir de manera significativa la masa de la soplante.

30

REIVINDICACIONES

1. Rotor de soplante para una turbomáquina, que comprende un disco (14) que lleva álabes (12') cuyos pies (18') están insertados en ranuras (20) sensiblemente axiales de la periferia externa del disco, y calas (22') que están interpuestas, cada una, entre el fondo de una ranura del disco y un pie de álabe correspondiente, estando destinada la extremidad aguas arriba de cada cala a aplicarse sobre una placa lateral de retención (28) solidaria del disco, y que comprende un talón (24') que se extiende radialmente hacia el exterior y destinado a retener la extremidad aguas arriba del pie de álabe, comprendiendo el talón de cada cala una cara aguas abajo (50') de tope sobre la cual se apoya la extremidad aguas arriba del pie de álabe en caso de esfuerzo violento, caracterizado porque esta cara aguas abajo de tope es oblicua con respecto al eje (A) de rotación del rotor.
2. Rotor de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la cara aguas abajo de tope (50') del talón (24') forma un ángulo (α) comprendido entre 10° y 80°, y por ejemplo aproximadamente entre 20° y 70°, con el eje (A) del rotor.
3. Rotor de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque la cara aguas abajo de tope (50') del talón (24') está situada enfrente de una cara aguas arriba (44') del pie de álabe (18') que se extiende igualmente de manera oblicua con respecto al eje (A) de rotación del rotor y que es sensiblemente paralela a la cara aguas abajo oblicua del talón,
4. Rotor de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado porque, en el estado sin tensión, las caras oblicuas (44', 50') enfrentadas del talón (24') y del pie de álabe (18') están inclinadas una con respecto a la otra un ángulo β inferior a 10°, y por ejemplo comprendido aproximadamente entre 2° y 5°, teniendo tendencia este ángulo a anularse por deformación elástica del talón en caso de esfuerzo violento sobre el álabe.
5. Rotor de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el talón (24') comprende en su extremidad radialmente externa una cara radial aguas abajo (26') de posicionamiento axial de la extremidad aguas arriba del pie de álabe (18').
6. Rotor de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque, en el estado sin tensión, las caras oblicuas (44', 50') enfrentadas del talón (24') y del pie de álabe (18') quedan mantenidas espaciadas una de la otra por el apoyo del pie de álabe sobre la cara radial aguas abajo (26') del talón.
7. Rotor de acuerdo con las reivindicaciones 5 o 6, caracterizado porque la cara radial aguas abajo (26') del talón (24') está unida a la cara oblicua (50') de este talón por una garganta transversal (54') destinada a facilitar una deformación elástica hacia aguas arriba de la parte radialmente externa del talón.
8. Rotor de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado porque la garganta (54') tiene en sección una forma redondeada cóncava.
9. Rotor de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la cara oblicua (50') del talón (24') es lisa.
10. Rotor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque en la cara oblicua (50') del talón (24') están formadas ranuras (52').
11. Turbomáquina, tal como un turborreactor o un turbopropulsor de avión, caracterizada porque comprende un rotor de soplante (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10.
12. Cala de pie de álabe para un rotor de soplante de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizada porque comprende en una extremidad aguas arriba un talón (24') que comprende dos caras aguas abajo de apoyo del pie de álabe, formadas por una primera cara radial (26') de apoyo y de posicionamiento del pie de álabe y por una segunda cara oblicua (50') de apoyo y de retención del pie de álabe.
13. Cala de acuerdo con la reivindicación 12, caracterizada porque las caras radial y oblicua (26', 50') están unidas entre sí por una garganta transversal (54') que tiene en sección una forma redondeada cóncava.

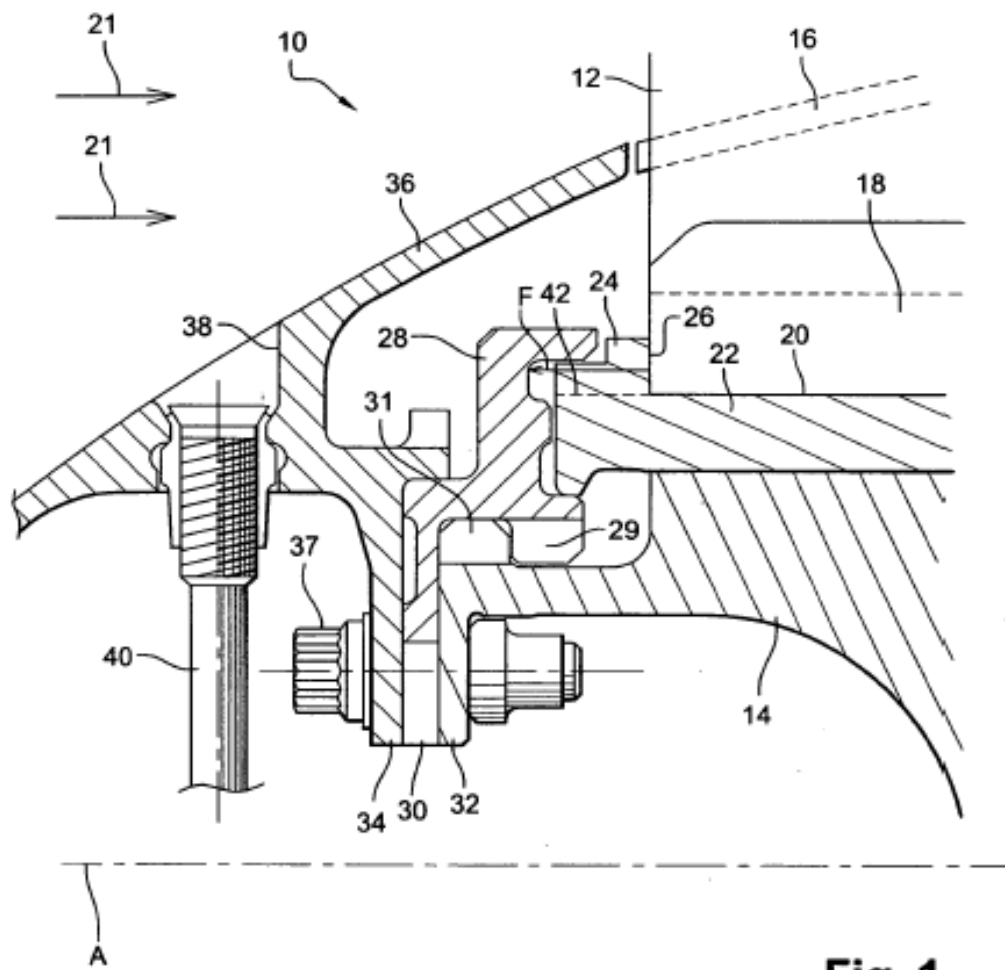


Fig. 1

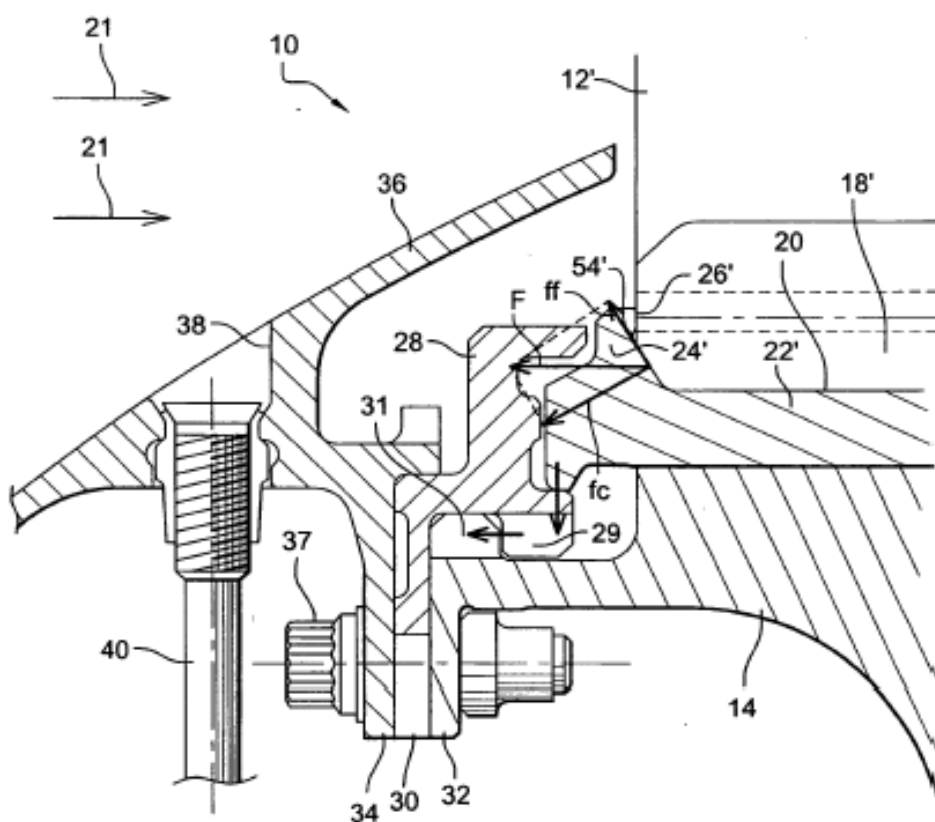


Fig. 2

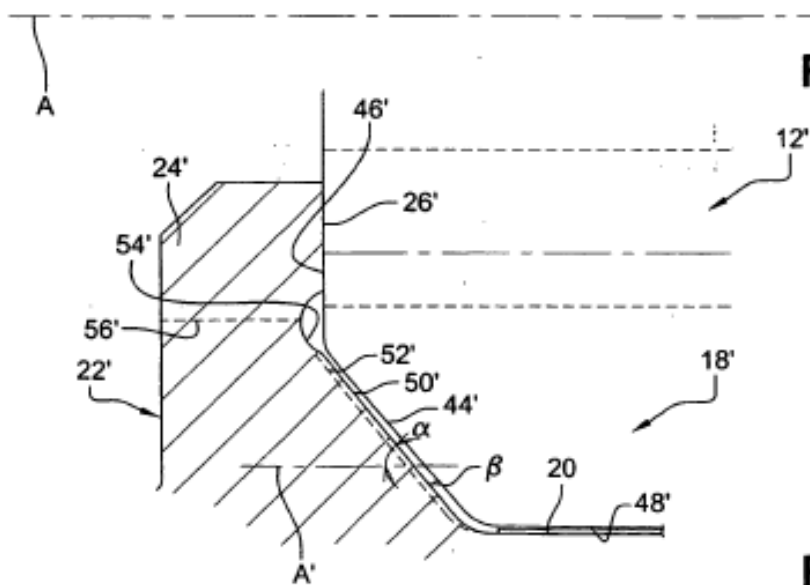


Fig. 3