

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 392 519**

51 Int. Cl.:

G01N 29/04 (2006.01)

G01H 1/10 (2006.01)

G01L 5/00 (2006.01)

G01N 3/56 (2006.01)

F01D 21/00 (2006.01)

G01M 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09425166 .7**

96 Fecha de presentación: **30.04.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2249151**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.11.2010**

54 Título: **Método y dispositivo para medir el desgaste de álabes**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

11.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

11.12.2012

73 Titular/es:

**AVIO S.P.A. (100.0%)
Strada Del Drosso, 145
10040 Torino, IT**

72 Inventor/es:

**DESTEFANIS, ANGELO;
GRILLO, ROSARIO y
BELLINI, PAOLO**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 392 519 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

Método y dispositivo para medir el desgaste de álabes.

5 La presente invención se refiere a un método y a un dispositivo para medir el desgaste de álabes en una turbomáquina; los álabes pueden ser del tipo que comprende un sector, comúnmente llamado mortaja, integralmente conectado a su extremo libre.

10 El uso de un dispositivo de medición que tiene una leva de extremo, que se introduce entre un par de álabes adyacentes, es conocido para medir el desgaste del propio par de álabes adyacentes en una turbomáquina, en particular para medir el desgaste de las superficies que se enfrentan en contacto recíproco de los sectores integrales con dicho par de álabes. Una vez insertada, la leva se hace girar con el fin de separar los dos álabes, y la deformación elástica obtenida para un par de torsión determinado aplicado a la leva proporciona una tasa de desgaste del álabe. Por ejemplo, el documento US4916942 describe un dispositivo de medición del tipo descrito anteriormente.

15 El dispositivo de medición conocido del tipo descrito anteriormente tiene el inconveniente de no permitir mediciones repetitivas, ya que no permite mantener constante el punto de inserción de la leva entre los álabes de cada par de álabes tomados en consideración.

20 El objeto de la presente invención es proporcionar un método y un dispositivo para medir el desgaste de álabes en una turbomáquina, que está libre del inconveniente descrito anteriormente.

25 Un objeto adicional de la presente invención es proporcionar un método y un dispositivo para medir el desgaste de álabes en una turbomáquina, que permite medir sistemáticamente el desgaste de los álabes en una turbomáquina sin requerir que la propia turbomáquina sea desmontada.

30 De acuerdo con la presente invención, un método para medir el desgaste de álabes en una turbomáquina tal como se establece en la reivindicación 1, y preferiblemente en una cualquiera de las reivindicaciones posteriores directa o indirectamente dependientes de la reivindicación 1.

De acuerdo con la presente invención, un dispositivo para medir el desgaste de álabes está dotado además como se expone en la reivindicación 9, y preferiblemente en una cualquiera de las reivindicaciones posteriores directa o indirectamente dependientes de la reivindicación 9.

35 La invención se describirá ahora con referencia a los dibujos adjuntos que ilustran realizaciones no limitativas de la misma, en los que:

- la Figura 1 es una vista en perspectiva de una realización preferida del dispositivo de la presente invención, estando el dispositivo ilustrado acoplado a una turbomáquina;
- 40 – La Figura 1A es una vista en planta, a escala ampliada, de un primer detalle de la Figura 1;
- la Figura 2 es una vista en perspectiva, a escala ampliada, de un segundo detalle de la Figura 1;
- la Figura 3 es una vista en planta, a escala ampliada, del segundo detalle de la Figura 1; y
- la Figura 4 es similar a la Figura 1 y muestra una variante del dispositivo de la presente invención.

45 En la Figura 1, el número 1 indica, como un todo, una turbomáquina, en particular un motor a turbo-hélice, que comprende un cono de escape tubular 2 que tiene un eje 3 paralelo a una dirección de alimentación 4 del aire a través de la turbomáquina 1 en sí, y un turbina 5 coaxial al eje 3 y que comprende una plataforma posterior 6, que comprende una corona 7 de álabes 8 montados para girar alrededor del eje 3 en una dirección 9 (en sentido horario en la Figura 1), y en el que cada álabe 8 tiene (Figuras 2 y 3) un perfil cóncavo posterior 10 y un perfil convexo frontal 11 relativamente a la dirección 9.

50 La turbomáquina 1 comprende además un difusor de escape 12 dispuesto inmediatamente aguas abajo de la plataforma posterior 6 en la dirección 4 y en una posición coaxial con el eje 3; además, el cono de escape 2 sobresale de aguas abajo del difusor 12 en la dirección 4 y tiene un borde anular posterior 14, coaxial con el eje 3 y dispuesto en un plano perpendicular al propio eje 3, y se limita internamente por una superficie tubular 15.

55 La corona 7 comprende un anillo exterior 16, que consta de una pluralidad de sectores 17, cada uno de los cuales es integral con el extremo libre de un álabe respectivo 8 y está limitada por un borde principal 18 y un borde secundario 19, sustancialmente transversal a la dirección 4.

60 En una turbomáquina 1 del tipo descrito anteriormente y como se muestra en la Figura 1, el estado de desgaste de los sectores 17 de la corona 7 se mide, sin necesidad de extraer la turbina 5 de la turbomáquina 1, por medio de un dispositivo de medición 20, que, con el fin de llevar a cabo una medición del desgaste, toma en cuenta un par de álabes adyacentes 8 a la vez y se inserta desde el extremo secundario del cono de escape 2 y está acoplado en el espacio entre los dos álabes 8 del par elegido de álabes adyacentes 8.

65

La medición del desgaste mencionado se repite para un número de pares de álabes adyacentes 8 de la corona 7 y, posiblemente, para todos los pares de álabes adyacentes 8.

5 El dispositivo de medición 20 comprende un eje 21, que está montado a través de una vaina tubular rígida 22 con el fin de girar, con respecto a la vaina 22, alrededor de un eje 23 del mismo, que coincide con el eje de la vaina 22. El eje 21 porta una leva 24 conectada integralmente en un extremo del mismo que sobresale hacia el exterior de la vaina 22, leva 24 que está adaptada para acoplarse, durante su uso, entre un par de álabes adyacentes 8 y es sustancialmente elíptica en forma de cilindro. La leva 24 está firmemente conectada al eje 21 en una posición
10 excéntrica con respecto al eje 23, se extiende en un plano perpendicular al eje 23 y está lateralmente limitada por una superficie similar a una leva sustancialmente elíptica 25 adaptada para entrar en contacto con el perfil cóncavo 10 de un álabe 8 en un lado, y con el perfil convexo 11 del álabe adyacente 8 del par de álabes 8 tomados en consideración, por el otro.

15 El extremo del eje 21 opuesto al que lleva la leva 24 sobresale también en la vaina 22 y lleva un mango de accionamiento 26 conectado en un extremo libre de la misma, a la que un torquímetro 27 está conectado, en particular una llave de torsión.

20 El dispositivo de medición 20 comprende un dispositivo de posicionamiento 28 y un dispositivo de posicionamiento 29, que están adaptados para fijar y colocar el dispositivo 20 con respecto a la turbomáquina 1 durante la medición. Ambos dispositivos 28 y 29 están dispuestos fuera de la vaina 22, en el mismo lado que la vaina 22 con respecto al eje 23.

25 En particular, el dispositivo de posicionamiento 28 está conectado integralmente con el extremo de la vaina 22 hacia la leva 24 y comprende un soporte en forma de U 30, que está dispuesto con su concavidad orientada hacia la leva 24 y está limitada por una superficie inferior interior 31, que forma un cierto ángulo A con el eje 23, cuyo tamaño está cerca de 90°. El dispositivo de posicionamiento 28 comprende, además, un espaciador 32, que está interpuesto entre el soporte 30 y la vaina 22 con el fin de conectar integralmente la vaina 22 y el soporte 30 entre sí y para mantener el soporte 30 a una distancia separada de la superficie externa de la vaina 22.
30

Como se muestra en la Figura 1, el dispositivo de posicionamiento 29 está atravesado por la vaina 22 y está adaptado para mantener la vaina 22 en sí a una distancia separada de la superficie interior 15 del cono de escape 2.

35 El dispositivo de posicionamiento 29 comprende una placa de reposo 34 que tiene un eje longitudinal 35 sustancialmente transversal al eje 23 de la vaina 22 y está limitada en la parte inferior por una superficie de apoyo 36. El dispositivo de posicionamiento 29 comprende, además, en una posición intermedia con respecto a la extensión longitudinal del mismo, un cuerpo anular 37 conectado integralmente a la placa de reposo 34, en particular conectado a una superficie superior 38 de la placa de reposo 34, a fin de tener una su eje longitudinal coaxial con el eje 23 de la vaina 22.
40

Dicho cuerpo anular 37 divide la placa en reposo 34 en dos porciones laterales 39, simétricas entre sí con respecto al propio cuerpo anular 37.

45 Como se muestra en la Figura 1a, una pluralidad de muescas 40 existe en la superficie superior 38 de cada porción 39 que son paralelas al eje 35 de la placa de reposo 34; una muesca 40 de una porción 39 con una muesca 40 de la otra porción 39 está preferiblemente adaptada para formar un par de muescas 40 alineadas entre sí con respecto a un eje paralelo al eje 35.

50 El cuerpo anular 37 está atravesado por la vaina 22 y está conectado a la misma con el fin de ser capaz de trasladar longitudinalmente y girar con respecto al eje 23 de la propia vaina 22, el cuerpo anular 37 comprende, en su periferia, un orificio roscado que se extiende radialmente a través del propio cuerpo anular 37, y en el que un tornillo de ajuste 41 está insertado, que se adapta, una vez atornillado, para estar en contacto con el cuerpo anular 37 y la vaina 22, al mismo tiempo, y para ejercer una fuerza de apriete, como para conectar integralmente el dispositivo de posicionamiento 29 y la vaina 22 entre sí, evitando de este modo que el propio dispositivo de posicionamiento 29 se traslade y gire hacia la periferia de la vaina 22.
55

60 De acuerdo con una variante constructiva (Figura 4), el dispositivo de posicionamiento 29 está conectado integralmente con el extremo de la vaina 22 hacia la llave de torsión 27 y comprende un soporte en forma de U 133, que está dispuesto con su concavidad orientada hacia la leva 24 y está limitado por una superficie inferior interior 134, que es paralela a la superficie inferior interior 31 del soporte 30 y forma un cierto ángulo igual al ángulo A con el eje 23. El dispositivo de posicionamiento 29 comprende además un espaciador de forma anular 135, que es atravesado por la vaina 22, que conecta integralmente la vaina 22 y el soporte 133 entre sí, y que mantiene el soporte 133 a una distancia separada de la superficie exterior de la vaina 22.

65 Durante su uso, el dispositivo de medición 20 está montado en la turbomáquina 1 desde el exterior mediante la disposición del propio dispositivo de medición 20 con el fin de insertar la leva 24 entre los álabes 8 de un par de

ES 2 392 519 T3

álabes adyacentes 8 de la corona 7, en particular, la leva 24 se inserta teniendo su mayor diámetro dispuesto sustancialmente paralelo a la extensión longitudinal de los propios álabes 8.

5 Al mismo tiempo, el dispositivo de medición 20 está dispuesto de modo que ajusta el soporte 30 sobre el anillo exterior 16 en el espacio entre dos álabes adyacentes 8, el soporte 30 es empujado hacia la corona 7 para hacer que su superficie interna 31 entre en contacto, en toda su longitud, con el borde secundario 19 de los sectores 17 afectados por propio soporte 30.

10 El dispositivo de posicionamiento 29 está entonces alineado con el borde secundario 14 del cono de escape 2 alineando dos muescas correspondientes 40 de las dos porciones 39 de la placa de reposo 34 con respecto al propio borde secundario 14. Después de la alineación descrita anteriormente, el tornillo de ajuste 41 se aprieta para conectar integralmente el dispositivo de posicionamiento 29 y la vaina 22 entre sí en su posición asignada.

15 Como se ha mencionado anteriormente, el dispositivo de posicionamiento 29 puede deslizarse longitudinalmente en la vaina 22, y de ese modo el dispositivo de medición 20 puede ser fácilmente utilizado para llevar a cabo mediciones en turbomáquinas de diferentes tamaños, mediante el ajuste de la posición del propio dispositivo de posicionamiento 29 con respecto a la vaina 22, tomando en cuenta cada vez la extensión longitudinal del cono de escape 2 de la turbomáquina 1.

20 Una vez que el dispositivo de medición 20 se ha montado de la manera descrita anteriormente, un giro es impartido al eje 21 por medio de la palanca 26, a fin de espaciar los dos álabes 8 del par de álabes adyacentes por deformación elástica para identificar el par máximo requerido para espaciar dichos álabes adyacentes 8.

25 La cantidad de par de torsión máximo requerido para separar los álabes adyacentes 8 se mide por el torquímetro 27 y mientras menor sea el par de torsión aplicado, mayor será el desgaste de las superficies mutuamente enfrentadas de los respectivos sectores 17.

30 El conjunto de la variante del dispositivo de posicionamiento 20 que se muestra en la Figura 4 es similar al conjunto descrito anteriormente, con la diferencia de que mientras que el soporte 30 del dispositivo de posicionamiento 28 está provisto en el anillo externo 16, el soporte 133 del dispositivo de posicionamiento 29 está montado sobre el cono de escape 2, y, ambos soportes 30 y 133 son empujados simultáneamente hacia la corona 7 que pone las superficies inferiores interiores 31 y 134 de los mismos en contacto con los correspondientes bordes secundarios 19 y 14 del anillo exterior 16 y del cono de escape 2, respectivamente.

35 La operación se puede repetir para un número de pares de álabes adyacentes 8 de la corona 7 y, posiblemente, para todos los pares de álabes adyacentes 8. La reutilización o reemplazo de los álabes 8 se determina por medio de una cierta correlación entre los valores del par y el desgaste de las superficies enfrentadas de los dos sectores adyacentes 17.

40 Con respecto a la descripción anterior, debe observarse que los dispositivos 28 y 29 permiten ajustar el dispositivo de medición 20 en la turbomáquina 1 en una posición y con una orientación que se determina y mantiene constante para todas las mediciones que se llevan a cabo en la corona 7 de cada par de álabes 8. En otras palabras, los dispositivos 28 y 29 no sólo facilitan el uso del dispositivo de medición 20, manteniéndolo por tanto fijo con respecto a la turbomáquina 1, sino que actúan como miembros de referencia, permitiendo de este modo mediciones repetitivas mutuamente comparables de las deformaciones de los pares de álabes 8 acoplados por la leva 24.

45 Además, cabe señalar que el dispositivo de medición 20 se puede utilizar para determinar el grado de desgaste de los álabes 8 de una corona 7 de la plataforma posterior 6 de una turbina 5, por ejemplo, una turbina 5 montada dentro de una turbomáquina 1 de una aeronave, sin necesidad de desmontar la propia turbina 5.

50

REIVINDICACIONES

1. Un método para medir el desgaste de los álabes (8) en una turbomáquina (1), comprendiendo cada álabe (8) respectivo un sector (17) conectado a su extremo libre; comprendiendo el método las plataformas de:
- insertar una leva plana (24), que pivota alrededor de un eje (23) normal a un plano de la propia leva (24), entre los álabes (8) de un par de álabes adyacentes (8) de una corona de álabes (8) de una plataforma (6) de la turbomáquina (1); estando el método **caracterizado por** las etapas de:
 - bloquear dicho eje (23) en una posición determinada a través de medios de posicionamiento (28, 29) y con una cierta orientación con respecto a los álabes (8) de dicho par;
 - girar la leva (24) alrededor de dicho eje (23) para poner una superficie activa (25) de la propia leva (24) en contacto con los dos álabes (8) de dicho par;
 - impartir un giro a la leva (24) alrededor de dicho eje (23) para separar los álabes (8) de dicho par por deformación elástica;
 - medir el par de torsión aplicado; y
 - poner el par aplicado y el desgaste de los álabes (8) de dicho par de álabes (8) en relación recíproca; en la que cuanto menor es el torque aplicado, mayor será el desgaste de las superficies recíprocamente enfrentadas de los respectivos sectores (17).
2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que un par de torsión se imparte a la leva (24) por medio de un eje (21) coaxial con dicho eje (23) y que tiene un primer extremo libre integral con la propia leva (24); midiéndose el par de torsión por medio de un torquímetro (27).
3. Un método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la etapa de bloqueo de dicho eje (23) en una posición determinada y con una cierta orientación con respecto a los álabes (8) de dicho par es obtenida bloqueando, en dicha posición y con dicha orientación, una vaina de revestimiento tubular (22) en una porción del eje (21) entre la leva (24) y el torquímetro (27); estando el eje (21) acoplado a la vaina (22) para girar alrededor de dicho eje (23).
4. Un método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el bloqueo de la vaina (22) en dicha posición y con dicha orientación es conseguido por medio del primer y segundo dispositivos de posicionamiento (28, 29), que están transportados por la vaina (22) y están aplicados durante su uso al primer y segundo soportes, respectivamente, que están fijos con respecto a los álabes (8) durante la medición.
5. Un método de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el primer medio de soporte está definido define por un par de sectores adyacentes (17) de un anillo (16) de la corona (7) coaxial a un eje (3); comprendiendo el primer dispositivo de posicionamiento (28) un soporte en forma de U (30) dispuesto con su concavidad orientada hacia la leva (24) y que tiene una superficie inferior interna (31), y estando el primer dispositivo de posicionamiento (28) acoplado al anillo (16) que tiene dicha superficie inferior (31) en contacto con un borde secundario (19) del propio anillo (16).
6. Un método de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el segundo medio de soporte está definido por un cuerpo anular (2) dispuesto fuera de la corona (7) y que tiene un borde secundario anular (14) coaxial al eje (3) y dispuesto en un plano perpendicular al propio eje (3), y comprendiendo el segundo dispositivo de posicionamiento (29) una placa de reposo (34) que tiene un eje longitudinal (35) y una superficie superior (38) sobre la que una pluralidad de pares de muescas (40) está dispuesta paralela al eje (35), y estando el segundo dispositivo de posicionamiento (29) alineado por medio de las muescas (40) con respecto al borde secundario anular (14) del propio cuerpo anular (2).
7. Un método de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el segundo dispositivo de posicionamiento (29) puede trasladarse a lo largo de la vaina (22) y, una vez alineado con el borde secundario anular (14) del cuerpo anular (2), está conectado integralmente a la propia vaina (22) por medio de un tornillo de ajuste (41).
8. Un método de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el segundo medio de soporte está definido por un cuerpo anular (2) dispuesto fuera de la corona (7) y que tiene un borde secundario anular (14) coaxial al eje (3) y dispuesto en un plano perpendicular al propio eje (3), comprendiendo el segundo dispositivo de posicionamiento (29) un soporte en forma de U (133) dispuesto con su concavidad orientada hacia la leva (24) y que tiene una superficie interior inferior (134), y estando el segundo dispositivo de posicionamiento (29) acoplado a dicho cuerpo anular (13) que tiene dicha superficie inferior (134) en contacto con el borde secundario anular (14) del propio cuerpo anular (13).
9. Un dispositivo para medir, durante su uso, el desgaste de los álabes (8) de una turbomáquina (1) con al menos una plataforma (27) que comprende una corona de álabes, comprendiendo cada álabe (8) un respectivo sector (17) conectado a su extremo libre; comprendiendo el dispositivo un eje (21); una vaina (22) que cubre parte del eje (21), que está acoplado de forma pivotante a la vaina (22) para girar, con respecto a la vaina (22), alrededor de un eje (23) del mismo coaxial a la vaina (22); una leva (24) transversal a dicho eje (23) e integral con un primer extremo del eje (21) que sobresale desde la vaina (22), por lo que la leva (24) está firmemente conectada al eje (21) en una posición excéntrica con respecto al eje (23), está extendida sobre un plano perpendicular al eje (23) y está

- 5 lateralmente limitada por una superficie similar a una leva sustancialmente elíptica (25) y adaptada disponerse, durante su uso, entre los álabes (8) de un par de álabes adyacentes (8) de una corona (7) de álabes (8) de una plataforma (6) de la turbomáquina (1); y un torquímetro (27) y un miembro de accionamiento (26) transportado por un segundo extremo del eje (21) que sobresale desde la vaina (22); estando el dispositivo **caracterizado por que** comprende medios de posicionamiento (28, 29) integrales con la vaina (22) y adaptados para acoplarse a medios de soporte externos con el fin de mantener, durante su uso, el propio dispositivo (20) en una posición determinada y con cierta orientación con respecto a dicho par de álabes (8).
- 10 10. Un dispositivo (20) de acuerdo con la reivindicación 9, en el que los medios de posicionamiento comprenden el primer y segundo dispositivos de posicionamiento (28, 29) portados por la vaina (22).
- 15 11. Un dispositivo (20) de acuerdo con la reivindicación 10, en el que cada dispositivo de posicionamiento (28; 29) está conformado de manera que es capaz de aplicarse al soporte fijo correspondiente y tiene una superficie de referencia (31; 36; 134) adaptada para entrar en contacto con el soporte fijo correspondiente para impartir una determinada posición y cierta orientación a la vaina (22) con respecto a los álabes (8) del par de álabes (8), cuyo desgaste tiene por objeto determinarse.
- 20 12. Un dispositivo (20) de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el dispositivo de posicionamiento (28) comprende un miembro de sujeción en forma de U (30) que está adaptado para montarse en el soporte fijo correspondiente; siendo dicha superficie de referencia una superficie inferior interior (31) del miembro de sujeción (30).
- 25 13. Un dispositivo (29) de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el dispositivo de posicionamiento (29) comprende una placa de reposo (34) que tiene una pluralidad de pares de muescas (40) para alinear la superficie de apoyo (36) del mismo con el soporte fijo correspondiente.
- 30 14. Un dispositivo (20) de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el dispositivo de posicionamiento (29) comprende un miembro de sujeción en forma de U (133) que está adaptado para montarse en el soporte fijo correspondiente; siendo dicha superficie de referencia una superficie inferior interior (134) del miembro de sujeción (133).
- 35 15. Un dispositivo (20) de acuerdo con la reivindicación 11, en el que cada dispositivo de posicionamiento (28; 29) comprende un separador correspondiente (32; 37; 135).

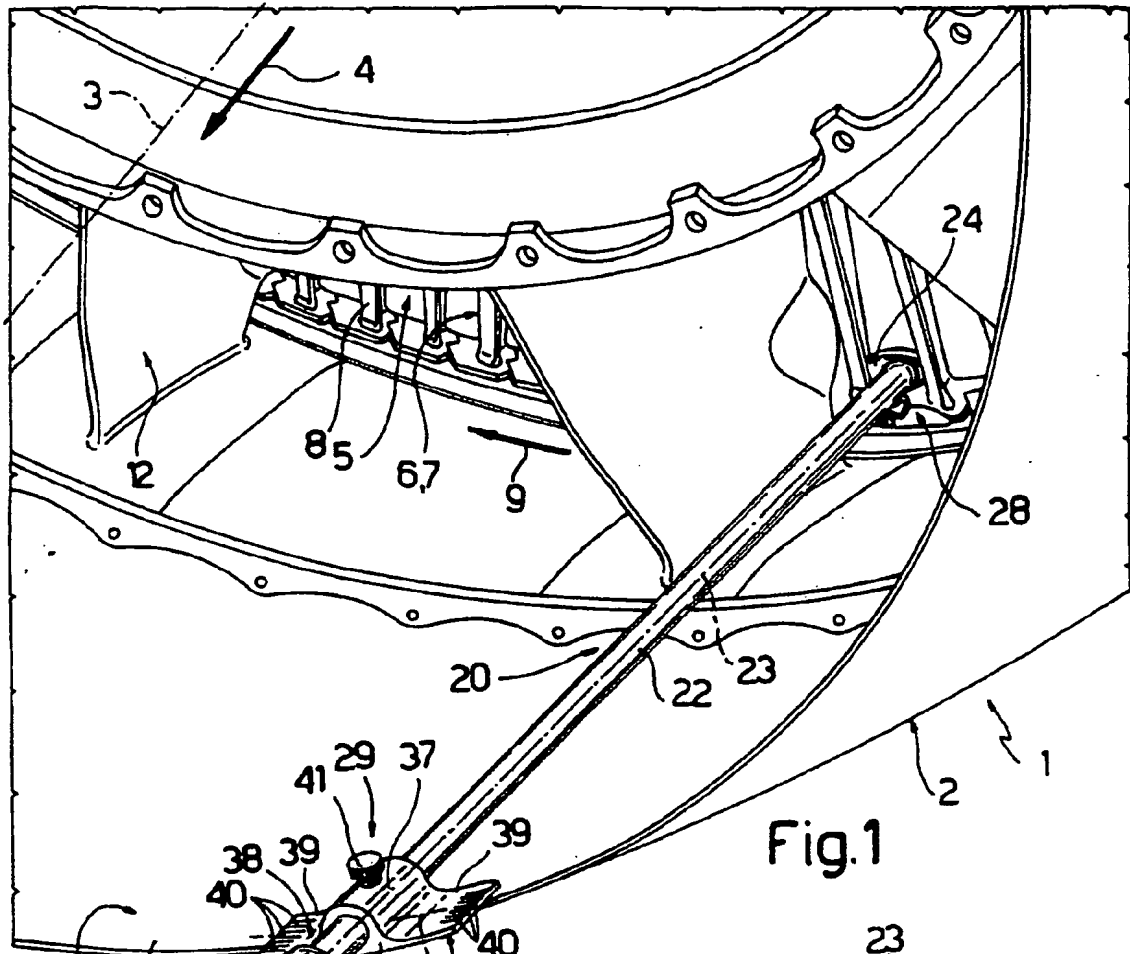


Fig.1

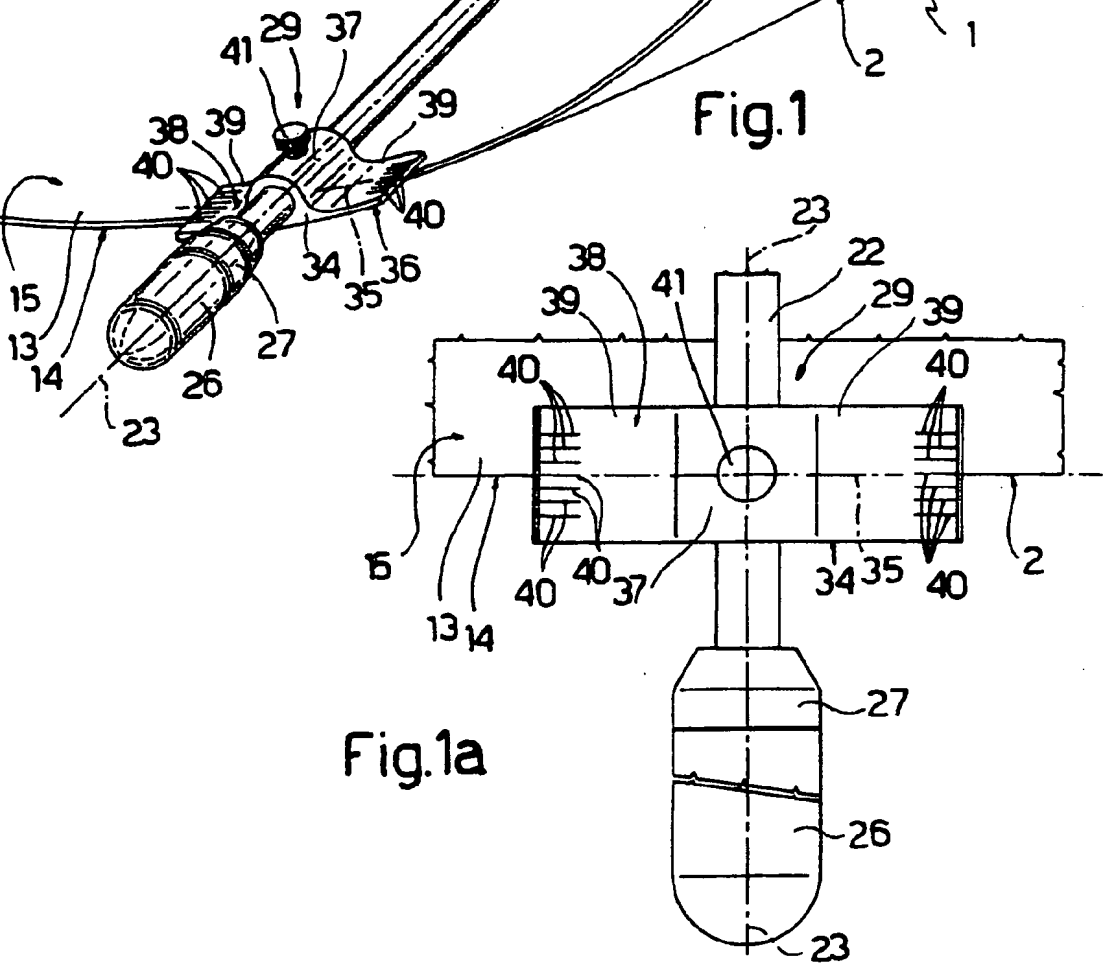


Fig.1a

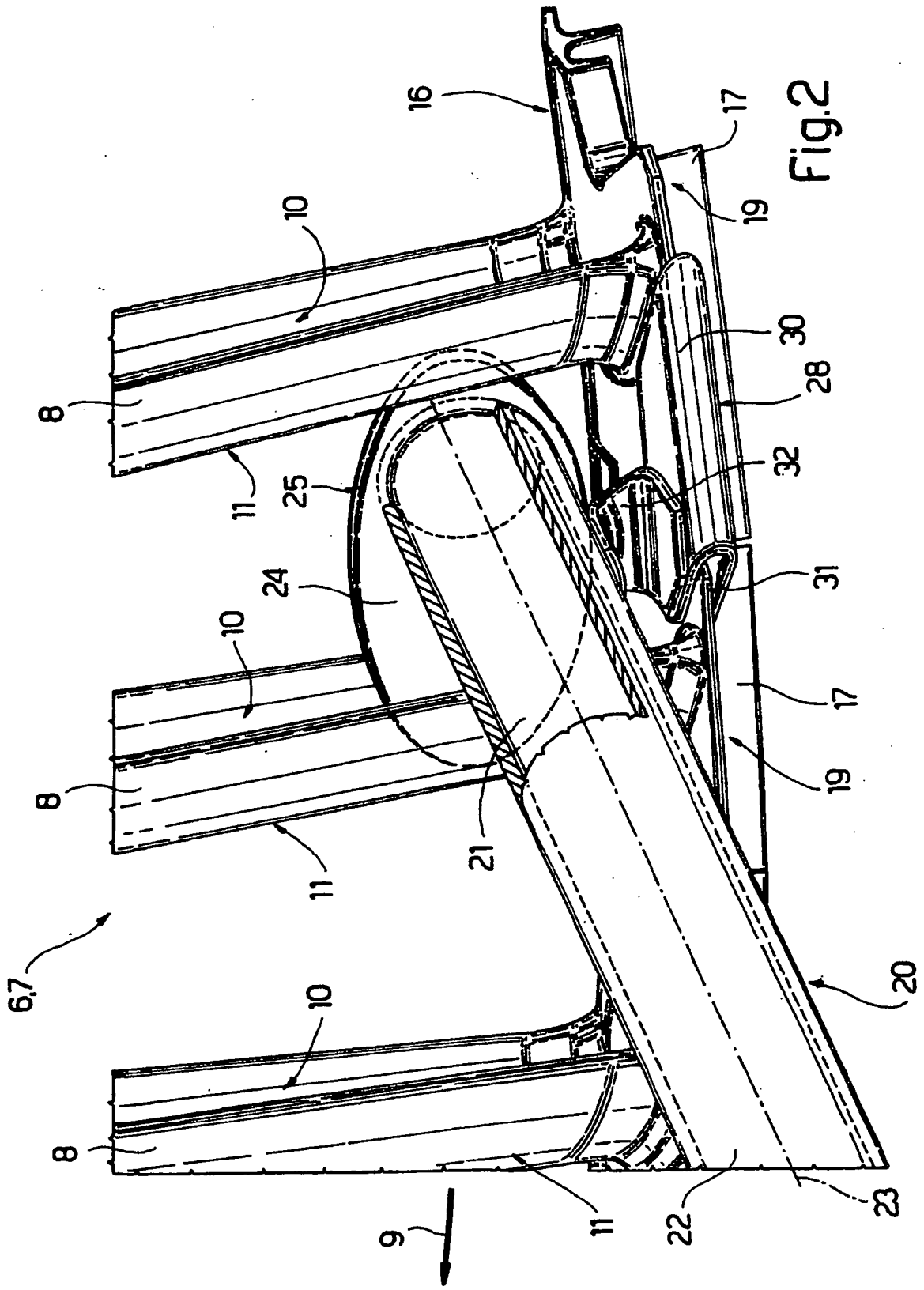


Fig.2

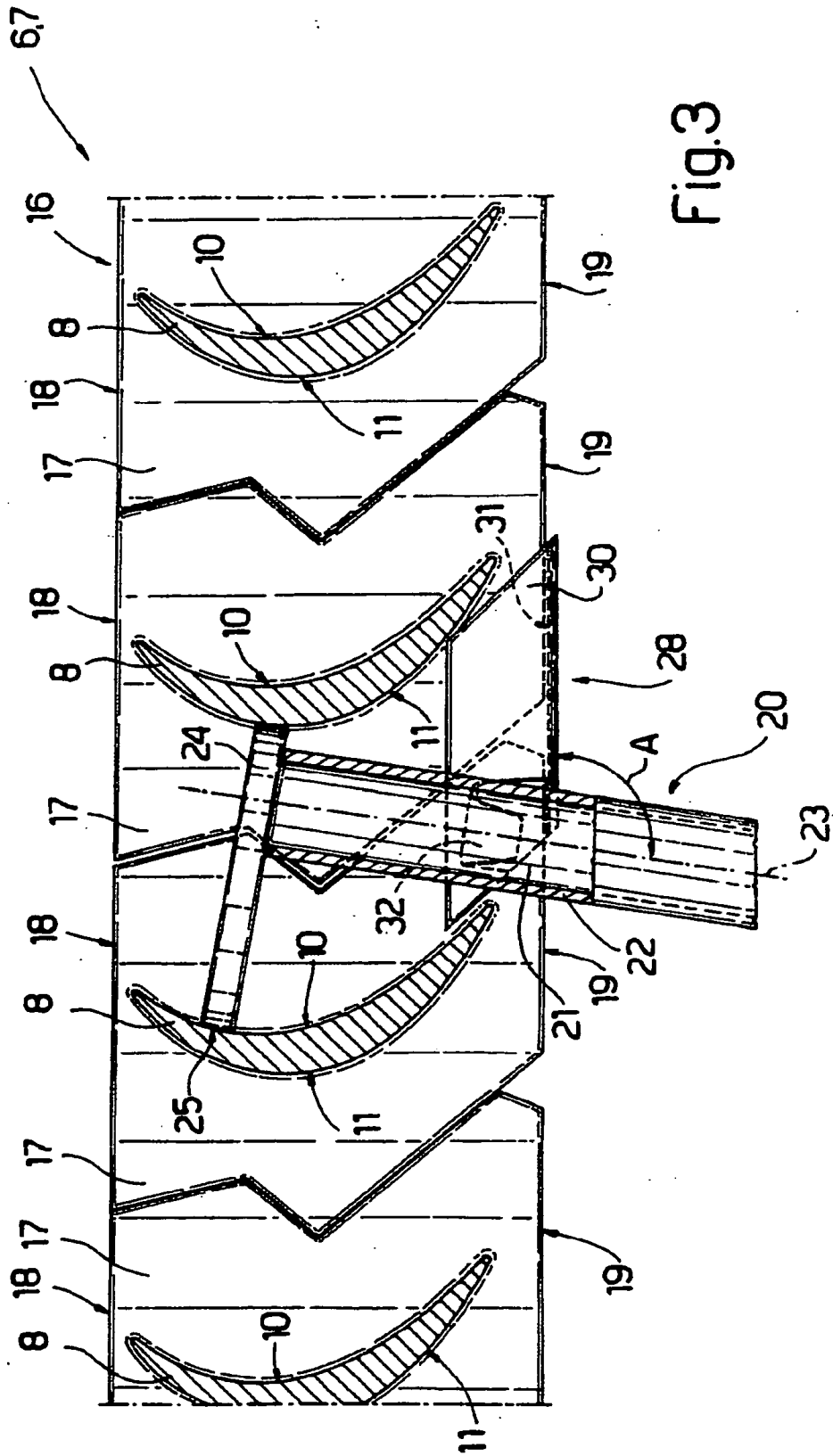


Fig.3



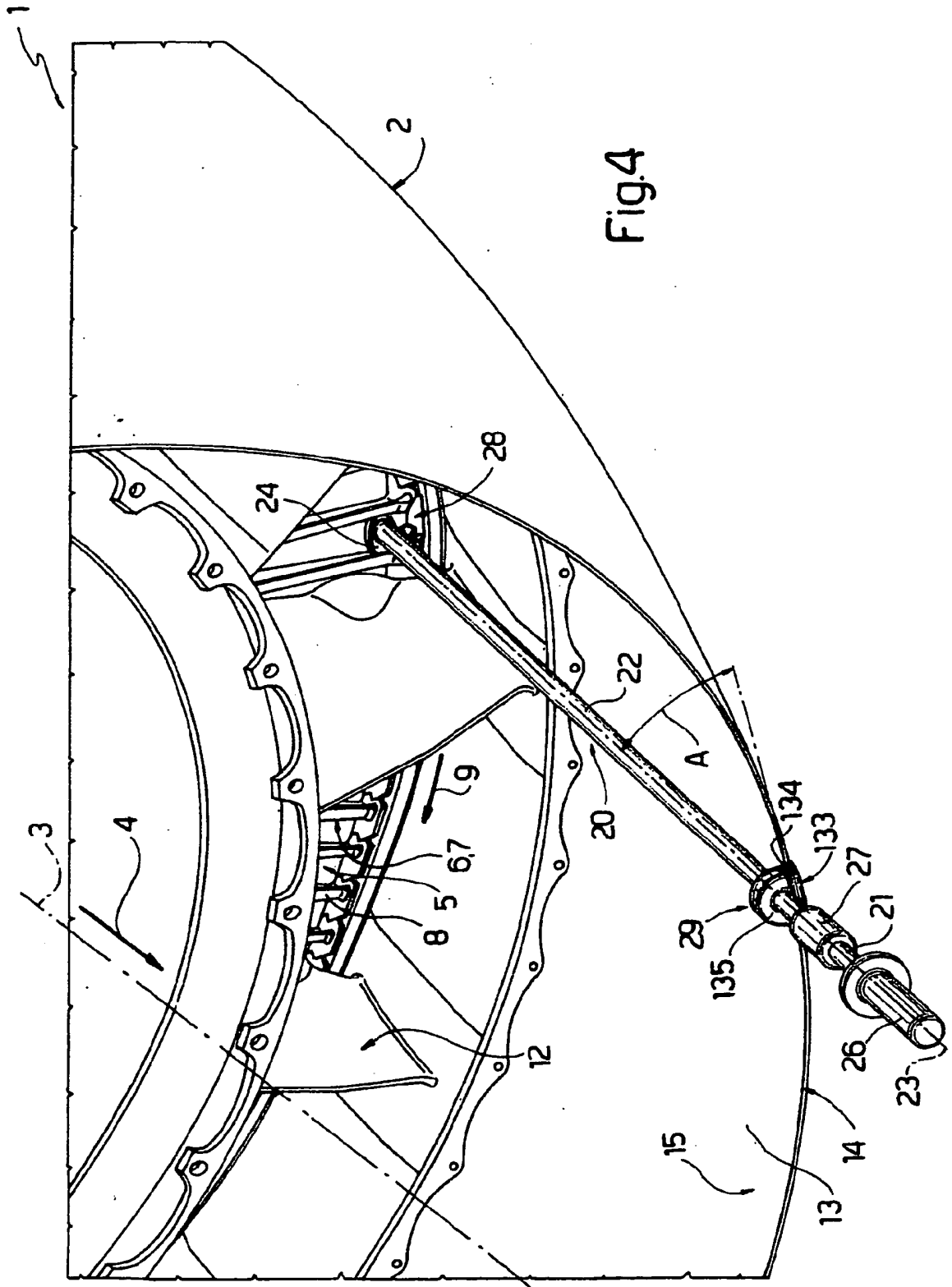


Fig.4