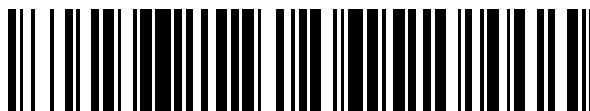


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 374 520**

51 Int. Cl.:

**F01D 5/18** (2006.01)

**F01D 5/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09713896 .0**

96 Fecha de presentación: **18.02.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2245273**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.11.2010**

54 Título: **ÁLABE DE TURBINA PARA UNA TURBINA DE GAS FIJA.**

30 Prioridad:  
**28.02.2008 EP 08003728**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**17.02.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**17.02.2012**

73 Titular/es:  
**Siemens Aktiengesellschaft  
Wittelsbacherplatz 2  
80333 München, DE**

72 Inventor/es:  
**AHMAD, Fathi;  
DANKERT, Michael y  
WALZ, Günther**

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 374 520 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

Álabe de turbina para una turbina de gas fija

5 La invención se refiere a un álabe de turbina para una turbina de gas fija, con al menos una región de plataforma que comprende una plataforma con una superficie de plataforma, sobre la que está dispuesta una hoja de álabe de sección transversal perfilada con una pared lateral de presión y una pared lateral de aspiración, en donde las superficies de la pared lateral de presión y de la pared lateral de aspiración, que pueden estar sometidas a un gas caliente, se transforman en cada caso a través de un redondeo exterior en la superficie de plataforma y con al menos una cavidad, dispuesta en la hoja de álabe y que se extiende hasta la región de plataforma, en la que está previsto al menos un nervio que une la pared lateral de presión a la pared lateral de aspiración, el cual divide la cavidad extendiéndose a lo largo de una dirección longitudinal de la hoja de álabe.

15 Del estado de la técnica se conocen desde hace tiempo álabes de turbina del tipo antes citado. Presentan normalmente una hoja de álabe atravesada por cavidades, las cuales están separadas entre sí por nervios. Los nervios se extienden desde la pared lateral de aspiración hasta la pared lateral de presión y a lo largo de la dirección longitudinal de la hoja de álabe, es decir, desde la plataforma hasta la punta del álabe. Los álabes de turbina fundidos presentan con ello una región de transición entre la hoja de álabe y la superficie de plataforma, la cual engrosa en esta región mediante un redondeado de tipo mediacaña las paredes laterales del álabe, es decir, la pared lateral de aspiración y la pared lateral de presión. En la región de transición se dispone de este modo de una acumulación de material, la cual implica también un salto de rigidez de la hoja de álabe. La hoja de álabe es de este modo más rígida en el lado de la plataforma que en su región central o en el lado de la punta de álabe. A causa de este salto de rigidez pueden producirse en funcionamiento mayores gradientes de temperatura, que provocan elevadas tensiones térmicas y con ello limitan la vida útil del álabe de turbina.

Para evitar desperfectos derivados en la turbina de gas, en la que se usa un álabe de turbina de este tipo y se utiliza en funcionamiento, a causa de las piezas de rotura que se desprenden del álabe de turbina, el álabe de turbina se sustituye al alcanzar una vida útil máxima, previamente determinada.

25 Del estado de la técnica se conoce además prolongar la vida útil al menos parcialmente por medio de que en las regiones de saltos de rigidez se aplica una capa de protección calorífuga más gruesa que en las regiones sin tales acumulaciones de material. De este modo pueden reducirse los gradientes de temperatura.

30 Aparte de esto se conoce del documento EP 1 420 142 A1 un álabe de turbina de gas, cuya arista delantera puede recibir un flujo de gas caliente y está refrigerada por impacto. Las aberturas de refrigeración por impacto necesarias para ello están dispuestas en un nervio, el cual apuntala el álabe de turbina entre la pared lateral de aspiración y de presión. Las aberturas de refrigeración de impacto están repartidas con ello, casi siempre uniformemente, a la altura de la hoja de álabe y están dispuestas siempre centralmente entre el lado de aspiración y del presión, para garantizar una refrigeración uniforme de la arista delantera.

35 Por ello una tarea de la presente invención consiste en proporcionar un álabe de turbina para una turbina de gas fija, el cual presente una vida útil más larga.

La tarea es resuelta mediante un álabe de turbina conforme a las particularidades de las reivindicaciones 1 y 4.

La invención prevé que en el caso de un álabe de turbina citado al comienzo al menos uno de los nervios dispuestos en la hoja de álabe presente, a la altura del redondeado exterior, una abertura excéntrica que atravesase el nervio cerca de la pared.

40 La abertura está prevista a la altura del redondeado exterior, en el interior del álabe de turbina, en el nervio allí dispuesto.

45 Cerca de la pared puede significar por ello que su posición es excéntrica entre los lados interiores de la pared lateral de presión y la pared lateral de aspiración. Por medio de esto puede reducirse la acumulación de material a la altura del redondeado exterior. Este sencillo medio constructivo conduce a la nivelación del salto de rigidez y a la reducción del gradiente de temperatura en la acumulación de material después reducida. Dado el caso deben tenerse en cuenta además los efectos provocados por la abertura sobre el sistema de aire de refrigeración del álabe de turbina, así como sobre el exceso de tensión alrededor de la abertura. Lo mismo es aplicable a la llamada vida útil de fluencia como consecuencia de la sección transversal portante, reducida, del nervio y a las frecuencias naturales posiblemente modificadas a causa de la masa que después falta. De forma correspondiente a esto puede ser conveniente prever una abertura oval con una orientación apropiada. También puede ser conveniente la prolongación del nervio hasta la región de plataforma y, más allá, hasta la región de raíz o de fijación del álabe de turbina.

5 Conforme a otra configuración ventajosa puede ser conveniente una adaptación de otro redondeado entre nervio y pared lateral. Por medio de esto se reducen cargas mecánicas. Como es natural también pueden combinarse las medidas propuestas, para compensar las modificaciones que se producen a causa de la utilización de la abertura cerca de la pared, para en total conseguir una vida útil más larga del álabe de turbina. En total puede reducirse con la invención la carga sobre la acumulación de material y con ello aumentarse la vida útil.

10 La medida conforme a la invención de prever en el nervio, a la altura del redondeado exterior, una abertura cerca de la pared que atraviese el nervio, puede materializarse de forma sencilla y puede aplicarse también a posteriori en álabes de turbina en funcionamiento, siempre que se garantiza la accesibilidad al nervio mediante una raíz de álabe. Por otro lado puede conseguirse de forma sencilla la abertura durante la fabricación de piezas nuevas, si la hoja de álabe y la plataforma están fundidas en una pieza y el macho de fundición, utilizado para producir las cavidades en el dispositivo de fundición, se materializa mediante un taladro disponible en el macho para la abertura cerca de la pared disponible posteriormente en el nervio. Esto es especialmente ventajoso ya que el taladro también puede usarse para estabilizar el macho de fundición y puede prescindirse de otros llamados Cross-Over-Holes, que no están previstos ni cerca de la pared ni a la altura del redondeado exterior en un nervio que está dispuesto entre la pared lateral de aspiración y la pared lateral de presión.

15 En las reivindicaciones subordinadas se indican configuraciones y perfeccionamientos ventajosos.

Una abertura que atraviesa el nervio no sólo está cerca de la pared cuando está dispuesta excéntricamente entre la pared lateral de aspiración y la pared lateral de presión, sino también cuando es tangente al o corta el plano de pared lateral abarcado entre el lado interior de la pared lateral de aspiración y/o la pared lateral de presión.

20 De forma conveniente, la abertura es redonda u oval. Estas aberturas pueden producirse de forma especialmente sencilla, en especial si el álabe de turbina está fundido fundamentalmente en una pieza. Un macho de fundición sólo tiene que presentar un taladro correspondiente en el punto correspondiente.

25 Conforme a una solución alternativa a la reivindicación 1, la vida útil de un álabe de turbina citada al comienzo también puede prolongarse por medio de que el extremo de nervio en el lado de la plataforma se extienda, en el lado interior de la pared lateral de presión, más o menos que en el lado interior de la pared lateral de aspiración.

30 Por ello se entiende en lugar de la abertura cerca de la pared, que atraviesa el nervio, una escotadura. Es decir, la abertura no está circundada en todo su perímetro por material de nervio. También con un álabe de turbina configurado de este modo puede reducirse localmente la acumulación de material en la región de transición. El álabe de turbina conforme a la segunda configuración puede presentar en un perfeccionamiento ventajoso una superficie de plataforma que forma parte de un plano de plataforma imaginario que se extiende por la cavidad, en donde el extremo del nervio en el lado de la plataforma está situado, en el lado de presión, a un lado del plano de plataforma y, en el lado de aspiración, al otro lado del plano de plataforma.

35 A continuación se describen con más detalle particularidades, características y ventajas de la presente invención, con base en ejemplos de ejecución y haciendo referencia las figuras adjuntas. Las particularidades descritas pueden ser ventajosas tanto aisladamente como combinadas entre ellas.

La figura 1 muestra una vista en perspectiva de un álabe de turbina conforme a la invención con una hoja de álabe representada esquemáticamente,

la figura 2 muestra el detalle Z como vista fragmentaria del álabe de turbina conforme a la invención, según la figura 1, en una representación en perspectiva y

40 la figura 3 muestra el detalle Z con una solución alternativa.

45 La figura 1 muestra en representación en perspectiva un álabe de turbina 10 para una turbina de gas estacionaria. El álabe de turbina 10 conforme a la figura 1 está configurado como álabe de paleta. Sin embargo, la invención también puede utilizarse en álabes guía de una turbina de gas fija. El álabe de turbina 10 enterizo, fundido, comprende a lo largo de una dirección longitudinal 12 una raíz de álabe 14 a la que se conecta una región de plataforma 16. La región de plataforma 16 comprende fundamentalmente una plataforma 18 con una superficie de plataforma 20. La superficie de plataforma 20 es fundamentalmente plana y de este modo forma parte de un plano de plataforma 22 imaginario. Sobre la superficie de plataforma 20 está dispuesta una hoja de álabe 24 de sección transversal perfilada. La hoja de álabe 24 está formada por una pared lateral de presión 26 y una pared lateral de aspiración 28, que se extienden desde una arista delantera 30 común hasta una arista trasera 32 común y, con ello, se transforman una en la otra tanto sobre la arista delantera 30 como sobre la arista trasera 32. Alrededor de las superficies de la pared lateral de aspiración 28, de la pared lateral de presión 26 así como de la superficie de plataforma 20 puede fluir un gas caliente de la turbina de gas. Tanto la pared lateral de presión 26 como la pared lateral de aspiración 28

se transforman en la plataforma 18 a través de un redondeado 34 periférico de tipo mediacaña. El redondeado 34 o la región de transición se conoce también como fillet.

La cavidad circundada por las paredes laterales 26, 28 se divide mediante varios nervios 36 en cavidades parciales. Cada nervio 36 se extiende, al menos dentro de la hoja de álabe 24, a lo largo de su dirección longitudinal 12. En la figura 1 se muestra solamente un estabilizador lateral de la hoja de álabe 24. La hoja de álabe completa hasta la punta de álabe se indica solamente mediante una línea a trazos.

La figura 2 muestra el detalle Z del álabe de turbina 10 conforme a la figura 1 en una representación en perspectiva, en donde por motivos de claridad se han suprimido elementos no esenciales en dirección a la arista delantera 30 y a la arista trasera 32. La figura 2 muestra en detalle las particularidades ya descritas para la figura 1; la superficie de plataforma 20, la pared lateral de presión 26, la pared lateral de aspiración 28, la plataforma 18, el nervio 36 y el redondeado 34.

Conforme a la invención en el nervio 36 – según se mira a lo largo de la dirección longitudinal 12 de la hoja de álabe 24 – a la altura del redondeado exterior 34 se ha previsto una abertura 40 cerca de la pared que atraviesa la abertura 40. La abertura 40 cerca de la pared se ha ejecutado redonda en la configuración mostrada. También es posible una abertura 40 oval. La abertura 40 está dispuesta de tal modo con relación a un lado interior 42 de la pared lateral de presión 26, que el plano de pared lateral 44 abarcado por el mismo es cortado por la abertura 40. Por medio de esto se produce en la región del redondeado exterior 34 una reducción de material, la cual se ha representado a trazos y dotada del símbolo de referencia 46. A causa de la reducción de material en la región del redondeado exterior 34 en el interior del álabe de turbina 10 puede evitarse un salto de rigidez, ya que el aumento de masa en la región del redondeado exterior 34 está compensado, al menos en parte, a causa de la escotadura existente a través de la abertura 40. A causa de la abertura 40 existente en el nervio 36 permanece – con relación al extremo de nervio 48 – un alma 50 que une la pared lateral de aspiración 28 a la pared lateral de presión 26.

El efecto conforme a la invención puede conseguirse también con un álabe de turbina 10, en el que no se disponga del alma 50. Esto conduce a un álabe de turbina 10 alternativa, cuyo detalle Z se ha representado en la figura 3. El detalle Z mostrado en la figura 3 se corresponde fundamentalmente con el detalle citado en la figura 2 y por ello no se describe aquí con más detalle. Las particularidades idénticas están dotadas de símbolos de referencia idénticos en la figura 3. A diferencia de la figura 2 no está prevista en el nervio 36 ninguna abertura 40 circundada por completo por material. En lugar de ello el nervio 36 termina, en el lado de la plataforma, a una altura no uniforme sobre la extensión longitudinal del álabe de turbina 10. De este modo, en lugar de la abertura 40 está prevista una escotadura. Aquella parte del nervio 36 que está dispuesta directamente en el lado interior 43 de la pared lateral de aspiración 28 termina, según se mira en la dirección longitudinal del eje de álabe 12, en un punto distinto al de aquella parte del nervio 36 que está dispuesta directamente en el lado interior 42 de la pared lateral de presión 26. En otras palabras: el extremo de nervio en el lado de la plataforma se extiende, en el lado interior 42 de la pared lateral de presión 26 menos profundamente que el extremo de nervio dispuesto en el lado interior 43 de la pared lateral de aspiración 28. De este modo puede evitarse una acumulación de masa innecesaria, que conduce a un salto de rigidez innecesario, al menos para el segmento en el lado de presión del redondeado exterior 34.

La superficie de plataforma 20 forma parte de un plano de plataforma 22 imaginario, el cual se extiende por la cavidad. De forma preferida el extremo del nervio 36 en el lado de plataforma está dispuesto en el lado de presión, por un lado, es decir por encima (en el lado de la punta de álabe) del plano de plataforma 22 y en lado de aspiración, por otro lado, es decir por debajo (en el lado de la raíz de álabe) del plano de plataforma 22. También es posible una disposición inversa de los extremos de nervio, en la que en el lado de plataforma el extremo del nervio 36 en el lado de presión termina por debajo y el extremo del nervio 36 en el lado de aspiración por encima del plano de plataforma 22. El modo y la manera del desarrollo del extremo de nervio en el lado de plataforma, desde el lado de presión 26 al lado de aspiración 28, pueden estar configurados con ello de la manera que se desee. El desarrollo puede ser por ejemplo rectilíneo o, como en la configuración mostrada en la figura 3, convexo/cóncavo. Para tener en cuenta los efectos sobre el sistema de aire de ventilación así como sobre la situación de tensión en la abertura 40, que se producen a causa de la utilización de la abertura 40 o escotadura conforme a la invención, puede adaptarse de forma preferida también otro redondeado 41 existente en la transición del nervio 36 a la pared interior 42, 43 de la pared lateral de presión 28 y/o de la pared lateral de aspiración 28. La adaptación conduce a diferentes radios R1, R2 para el otro redondeado 41 en diferentes posiciones a lo largo de la extensión longitudinal 12 de la hoja de álabe 24. El radio R1 del otro redondeado 41 puede ser a la altura del redondeado exterior 34 mayor que el radio R2 del otro redondeado 41 a la altura media de la hoja de álabe 24.

Siempre que el nervio 36 esté dispuesto en la región central entre la arista delantera 30 y la arista trasera 32 de la hoja de álabe 24, la abertura 40 o escotadura está prevista en la pared lateral de presión. Sin embargo, si el nervio 36 se encuentra relativamente cerca de la arista delantera 30 o relativamente cerca de la arista trasera 32, la abertura 40 o la escotadura conforme a la invención puede estar dispuesta en la pared lateral de aspiración, ya que en las regiones correspondientes se producen mayores temperaturas de gas caliente y material.

5 El rebajo a la altura del redondeado exterior 34, provocado por la abertura 40 en el lado interior 42 de la pared lateral de presión 26, respectivamente en el lado interior 43 de la pared lateral de aspiración 28, puede seguir extendiéndose a lo largo del lado interior 42, 43 también más allá de la región del nervio 36, de tal modo que el rebajo interiormente también está dispuesto en el segmento de la región de transición, en donde ningún nervio 36 apuntala las paredes laterales 26, 28. El rebajo profundiza a modo de mediacaña el plano de pared lateral correspondiente de las paredes laterales 26, 28 abarcado en cada caso, con lo que puede conseguirse una reducción de masa también en el segmento del redondeado exterior 34, en el que no está dispuesto ningún nervio 36. Este rebajo puede utilizarse también en un álabe de turbina configurado conforme a la figura 3. También aquí pueden conseguirse de este modo conforme a la invención reducciones de tensión, que hace que la producción de grietas y dado el caso el crecimiento de grietas aparezca con más retraso en este segmento de la región de transición.

10 En resumen la invención se refiere a un álabe de turbina 10 para una turbina de gas fija, que presenta una hoja de álabe 24 hueca en la que en su interior se dispone al menos de un nervio 36 que apuntala la pared lateral de presión 26 y la pared lateral de aspiración 28 una respecto a la otra, en la que para prolongar la vida útil del álabe de turbina 10 a la altura del redondeado exterior 34, entre las paredes laterales 26, 28 y la superficie de plataforma 20, está prevista una abertura 40 cerca de la pared que atraviesa el nervio 36. Mediante la abertura 40 se evitan acumulaciones de material en la región de transición o la acumulación se reduce en comparación sin abertura 40, con lo que pueden evitarse saltos de rigidez y los mayores gradientes de temperatura con ello inherentes.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Álabe de turbina (10) para una turbina de gas fija, con una región de fijación y una región de plataforma (16) que se conecta a la misma, que comprende una plataforma (18) con una superficie de plataforma (20), sobre la que está dispuesta una hoja de álabe (24) de sección transversal perfilada con una pared lateral de presión (26) y una pared lateral de aspiración (28), en donde las superficies de la pared lateral de presión (26) y de la pared lateral de aspiración (28), que pueden estar sometidas a un gas caliente, se transforman en cada caso a través de un redondeo (34) exterior en la superficie de plataforma (20), con al menos una cavidad, dispuesta en la hoja de álabe (24) y que se extiende hasta la región de plataforma (16), en la que está previsto al menos un nervio (36) que une la pared lateral de presión (26) a la pared lateral de aspiración (28), el cual divide la cavidad extendiéndose a lo largo de una dirección longitudinal (12) de la hoja de álabe (24), en donde en el nervio (36) está prevista una abertura (40) que atraviesa el nervio (36) a la altura del redondeado (34) exterior, caracterizado porque la abertura (40) está dispuesta excéntricamente cerca de la pared.
- 10
- 15 2. Álabe de turbina (10) según la reivindicación 1, en el que la abertura (40) es parcialmente tangente al o corta el plano de pared lateral (44) abarcado entre el lado interior (42, 43) de la pared lateral de aspiración (28) y/o la pared lateral de presión (26).
3. Álabe de turbina (10) según la reivindicación 1 ó 2, en el que la abertura (40) es redonda u oval.
- 20 4. Álabe de turbina (10) para una turbina de gas fija, con una región de fijación y una región de plataforma (16) que se conecta a la misma, que comprende una plataforma (18) con una superficie de plataforma (20), sobre la que está dispuesta una hoja de álabe (24) de sección transversal perfilada con una pared lateral de presión (26) y una pared lateral de aspiración (28), en donde las superficies de la pared lateral de presión (26) y de la pared lateral de aspiración (28), que pueden estar sometidas a un gas caliente, se transforman en cada caso a través de un redondeo (34) exterior en la superficie de plataforma (20), con al menos una cavidad, dispuesta en la hoja de álabe (24) y que se extiende hasta la región de plataforma (16), en la que está previsto al menos un nervio (36) que une la pared lateral de presión (26) a la pared lateral de aspiración (28), el cual divide la cavidad extendiéndose a lo largo de una dirección longitudinal (12) de la hoja de álabe (24), caracterizado porque a la altura del redondeado (34) exterior el extremo de nervio en el lado de la plataforma se extiende, en el lado interior (42) de la pared lateral de presión (26), más o menos que en el lado interior (43) de la pared lateral de aspiración (28).
- 25
- 30 5. Álabe de turbina (10) según la reivindicación 4, en donde la superficie de plataforma (30) forma parte de un plano de plataforma (22) imaginario que se extiende por la cavidad, y porque el extremo del nervio (36) en el lado de la plataforma está situado, en el lado de presión, a un lado del plano de plataforma (22) y, en el lado de aspiración, al otro lado del plano de plataforma (22).
- 35 6. Álabe de turbina (10) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el nervio (36) se transforma en el lado interior (43) de la pared lateral de aspiración (28) y/o en el lado interior (42) de la pared lateral de presión (26) a través de otro redondeado (41), en donde el otro redondeado (41) presenta a la altura de la plataforma (18) un radio (R1) diferente que a media altura de la hoja de álabe (24).
7. Álabe de turbina (10) según la reivindicación 6, en el que es fluida una transición del otro redondeado (41) a radios (R1, R2) de diferente tamaño.
8. Álabe de turbina (10) según una de las reivindicaciones anteriores, cuya hoja de álabe (24) y plataforma (18) están fundidas en una pieza.
- 40

FIG 1

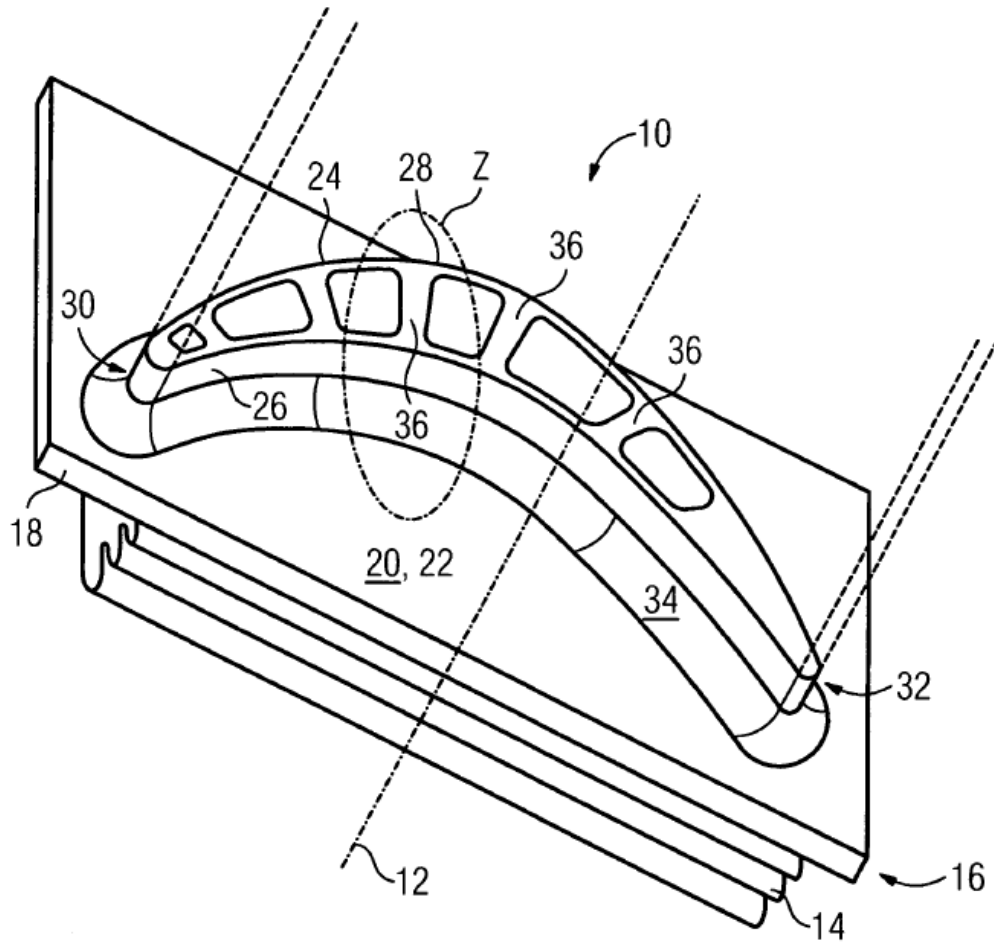


FIG 2

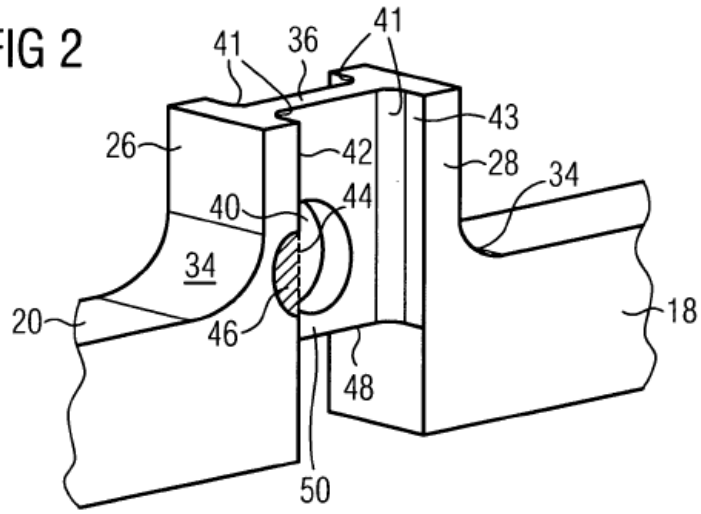


FIG 3

