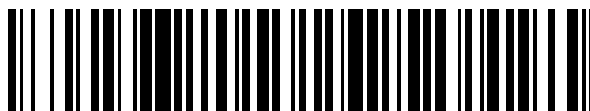


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 558 014**

51 Int. Cl.:

F01D 5/30 (2006.01)

F04D 29/32 (2006.01)

F01D 5/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.08.2012** **E 12748427 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.09.2015** **EP 2723991**

54 Título: **Disposición de álabes**

30 Prioridad:

24.08.2011 EP 11178635

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.02.2016

73 Titular/es:

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE

72 Inventor/es:

SIEBER, UWE;
DUNGS, SASCHA;
GRIFFIN, ELLIOT;
PAUS, MARKUS;
REICHLING, STEFAN;
WIGGER, HUBERTUS MICHAEL y
WISTUBA, DIRK

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 558 014 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

Disposición de álabes

La presente invención se relaciona con una disposición de álabes conforme al término genérico de la reivindicación 1.

5 Estas disposiciones de álabes se conocen muy bien gracias al estado actual de la técnica disponible ampliamente, véase por ejemplo el documento especial de exposición DE 1 085 643. Las disposiciones de álabes conocidas se utilizan tanto para hileras de álabes fijos como también para hileras de álabes móviles de compresores, donde en un portaálabes se prevé una ranura circunferencial para la incorporación de todos los álabes de la serie. La fijación de álabes en la ranura circunferencial se lleva a cabo con ayuda de un cierre de forma en forma de martillo o similar a la conformación de cola de milano, gracias a que los pies de álabe correspondientemente configurados de las paredes laterales de la ranura de retención agarran por detrás resaltes sobresalientes. Para provocar una deformación sin holgura, de bajo desgaste y eficaz de los álabes en la ranura de retención se conoce emplear, entre la parte inferior del pie de álabe y la base de ranura, estructuras de apoyo en forma de chavetas, elementos elásticos en forma de resorte en espiral o un manguito adaptador longitudinalmente como transversalmente ranurado. Para ello se pueden compensar las holguras presentes en el montaje y durante la producción existentes en dirección radial entre el álabe y la ranura, lo que posibilita una sencilla fabricación y montaje. Resulta problemático que las holguras en dirección radial puedan conllevar dificultades en la garantía de las tolerancias en dirección tangencial de la ranura. Por tanto, se conoce que, para el ajuste de la hendidura radial entre la punta de hoja de álabe y un límite de canal directamente opuesto a esta, los extremos del perfil se esmerilan o mediante giro se llevan a medida, donde entre tanto los álabes montados en la ranura se presionan hacia fuera. Aparte de esto, se presenta frecuentemente el problema de poder conseguir alcanzar un sencillo montaje y desmontaje de los álabes y las estructuras de apoyo con bajos costes de producción.

Es objeto de la invención por tanto la producción de una disposición de álabes, en la que se asegure una fijación duradera y simultáneamente eficaz, así como segura de los álabes en la ranura circunferencial mediante un sencillo montaje y desmontaje.

El objeto se resuelve con una disposición de álabes conforme a las características de la reivindicación 1. Unas configuraciones favorables de la invención se indican en las subreivindicaciones, que puede combinarse de cualquier modo.

Conforme a la invención se prevé, que cada elemento se configure en forma de placa, presente en la proyección de hoja de álabe en la dirección de la base de ranura al menos un reborde dispuesto por debajo de la hoja de álabe para presionar el álabe en la ranura y esté cubierto en dirección longitudinal de la ranura de retención únicamente parcialmente por el pie de álabe presionado por el mismo. Con ayuda del elemento conforme a la invención es posible, que éste tenga una forma especialmente apropiada, que posibilite una estructura de apoyo localmente flexible y en otra posición local una estructura de apoyo rígida. El elemento se puede, además, por un lado, producir de manera especialmente sencilla y, por otro, simultáneamente montar y desmontar de modo especialmente sencillo. El efecto de refuerzo se produce mediante un reborde o varios rebordes. El sencillo montaje y desmontaje se logra por el hecho de que en dirección longitudinal de la ranura de retención el respectivo elemento esté únicamente parcialmente cubierto por el pie de álabe presionado por el mismo. Por consiguiente, siempre sobresale una sección del elemento, especialmente fácil de acceder para una herramienta de desmontaje. Además, la geometría en forma de placa del elemento posibilita una construcción y disposición de álabes que son ahorradoras de espacio.

Además, la solución conforme a la invención comprende que en la ranura de retención se inserte entre cada dos álabes una pieza intermedia simple o compuesta, presionada por la parte del elemento no cubierta por el pie de álabe contra los resaltes. En este caso existen en igual número álabes, piezas intermedias y elementos, donde los elementos presentan una extensión longitudinal igual a la extensión longitudinal del pie de álabe y de la pieza intermedia. El montaje de los elementos se lleva a cabo desplazado respecto a las piezas intermedias y álabes, de forma que el elemento – visto en dirección longitudinal de la ranura de retención – se extiende completamente bajo el pie de álabe y en cada caso parcialmente hasta debajo de ambas piezas intermedias, adyacentes al pie de álabe. Para ello se prensa cada pieza intermedia de dos elementos contra los resaltes de la ranura de retención.

Los elementos se configuran preferentemente de tal forma, que las respectivas piezas intermedias se presionen con menor fuerza contra los resaltes que el pie de álabe presionado por el respectivo elemento contra los resaltes. Particularmente con ello se pueden utilizar diversos grados de rigidez del elemento para diversos requisitos de manera especialmente favorable. Para el montaje de las piezas intermedias es por tanto deseable y también no necesaria una menor fuerza del resorte del elemento, pues durante la operación tampoco ninguna fuerza elevada agarra a la pieza intermedia. Por el contrario, los álabes inmovilizados en el portaálabes se exponen durante la operación a las fuerzas del flujo. Esto requiere una fijación más eficaz de los álabes al portaálabes, lo que hace

necesaria una mayor fuerza de contacto. La mayor fuerza de contacto se logra mediante la localmente mayor rigidez del elemento. Esto se provoca mediante el/los reborde(s) dispuesto(s) en el elemento.

En el caso de una estructura de apoyo más rígida del álabe se pueden usar favorablemente diferentes principios de funcionamiento operantes para el montaje y el posterior funcionamiento. Por un lado, se prevé una plasticidad local del material del reborde para la compensación de las tolerancias de fabricación en el montaje. Por otro, se prevé un aprovechamiento de la elasticidad residual, para absorber entonces las fuerzas motrices. Para ello se utiliza favorablemente un material para el elemento, que se distingue por un relativamente alto coeficiente del indicador para la máxima tensión de rotura ($R_{\max}$) respecto al límite elástico ($RP_{0.2}$) (indicador $R_{\max}/R_{p0.2} > 1,5$), donde al seleccionar el material el límite elástico tiene que ser al mismo tiempo aún suficientemente grande para la fuerza motriz.

La zona localmente más rígida del elemento se ejecuta preferentemente como reborde. Especialmente favorable es la configuración del reborde en un modo, en que se produce una línea característica plegada en el contexto fuerza-recorrido. De este modo se garantiza a lo largo de una amplia zona una elasticidad residual para la absorción de las fuerzas motrices. Esto puede lograrse con una primera geometría de reborde, en la que el elemento tiene un grosor de pared S y el reborde en sección transversal una anchura de reborde b , así como dos secciones convexas con un radio R_2 y una sección cóncava intermedia con un radio R_1 con una longitud de cuerda, para la que es válido:

$$R_1 > 1,5S,$$

$$3 \cdot R_2 > R_1 < 0,7R_2 \text{ y}$$

$$10b \text{ a } 1,7b > a.$$

Una segunda geometría de reborde con propiedades similares se obtiene cuando $R_1 > 5S$, $3 \cdot R_2 > R_1$ y $a' < 0,9b$.

Una tercera geometría de reborde como combinación de ambas primeras geometrías de reborde con propiedades similares conlleva un doble reborde designado como reborde doble, que presenta una zona elástica aún más ampliada.

Preferentemente se insertan los rebordes en el elemento de tal manera, que se dispongan en la proyección de la hoja de álabe en dirección a la base de ranura por debajo de la hoja de álabe. Con otras palabras: como los elementos se introducen a lo largo de la ranura circunferencial siempre desplazados hacia los álaves, los rebordes se disponen en principio en la zona interna del elemento o en su borde. Esto permite un sencillo montaje y desmontaje de los elementos.

De manera ampliamente preferente, el elemento muestra en su zona no cubierta por el pie de álabe al menos una abertura. En esta abertura puede acoplarse un gancho de desmontaje o herramienta, para desmontarlo de su posición de operación.

Se puede lograr un sencillo montaje del elemento, cuando en la base de ranura de la ranura de retención o en la parte inferior del pie de álabe se inserta una ranura extendida a lo largo de la ranura de retención como ranura de desmontaje. Durante el desmontaje puede colocarse allí de manera comparativamente sencilla un martillo de correa y en el montaje se simplifica el/la golpeo/presión del elemento entre el álabe y la ranura por medio de un empujador.

Convenientemente, el elemento muestra en la proyección de la hoja de álabe en dirección a la base de ranura (eje visual radial) un contorno externo esencialmente rectangular. En esta proyección, el respectivo elemento sólo está medio cubierto por el álabe por él presionado. Estos elementos contorneados pueden producirse de modo especialmente económico y sencillo.

Especialmente favorable es la ordenación, en la que al menos un borde longitudinal del elemento es angulado, que se apoya pretensado en los pies de álaves configurados correspondientemente. En el caso en que se usen piezas intermedias en la disposición de álaves, los bordes longitudinales angulados se pueden también ajustar pretensados a las piezas intermedias configuradas correspondientemente. Esta ordenación posibilita, que los álaves no se ajusten en solitario debido a la geometría de ranura y la geometría del pie de álabe, sino que se adapten también en base a la respectiva pieza vecina - álabe o pieza intermedia -. Esta característica sirve para una reducción favorable del desgaste por contacto.

Más favorablemente, el elemento muestra en por lo menos un borde al menos otro reborde para el refuerzo local y para la guía del elemento en una ranura de guía. Este otro reborde en el borde, preferentemente en el borde transversal, puede simplificar el montaje, pues en el refuerzo local puede fijarse un empujador para impactar/introducir (sobre) el elemento entre la parte inferior del pie de álabe y la base de ranura, sin que en la embutición subsiguiente el elemento se doble localmente.

Se prefiere especialmente el modo de operación, en el que el reborde se diseña como reborde interno, insertado en un reborde externo que lo rodea al menos parcialmente. Este modo de operación designado también como doble reborde posibilita otra ampliación de la zona elástica del elemento. Asimismo, es concebible el empleo de rebordes triples o incluso n-múltiples, en los que se dispone un correspondiente número de rebordes de dentro hacia fuera cuasi apilados y/o jerárquicamente.

Se prefiere especialmente la ordenación, en la que la disposición de álabes se utiliza en un compresor de flujo de paso axial de una turbina de gas, o bien para una corona de álabes móviles y/o para una corona de álabes directrices. Esto asegura un funcionamiento fiable, seguro y especialmente eficiente de la turbina de gas, pues con esta ordenación la hendidura radial entre las puntas de hoja de álabe y la pared de canal opuesta del canal de flujo del compresor puede configurarse especialmente pequeña.

La presente invención se describe más a fondo en base a varios ejemplos de ejecución, que no limitan la invención, en la siguiente descripción de las figuras. Además, se especifican otras características y otras ventajas. Muestran:

FIG 1 un corte longitudinal parcial mediante una turbina de gas,

FIG 2 la vista superior de un sector de una disposición de álabes conforme a una primera ordenación,

FIG 3 una sección transversal mediante la disposición de álabes conforme a la FIG 2 conforme a la línea de corte III-III,

FIG 4 el corte longitudinal mediante el sector de la disposición de álabes conforme a la FIG 2 conforme a la línea de corte IV-IV,

FIG 5, 6 los cortes transversales mediante una disposición de álabes análoga a la línea de corte IV-IV para una segunda y tercera ordenación,

FIG 7 una vista superior de un sector de una disposición de álabes conforme a una cuarta ordenación (sin piezas intermedias),

FIG 8, 9 dos variantes de la cuarta ordenación conforme a la FIG 7 en la sección transversal conforme a la línea de corte III-III,

FIG 10 una vista superior de una sección de una disposición de álabes conforme a una quinta ordenación (sin piezas intermedias),

FIG 11, 12 dos variantes de la quinta ordenación conforme a la FIG 7 en la sección transversal conforme a la línea de corte III-III,

FIG 13 un diagrama de fuerza-elasticidad,

FIG 14, 15 la sección transversal de un elemento con diversas geometrías de rebordes y

FIG 16 la sección transversal de una geometría de reborde en forma de doble reborde.

En las Figuras, las mismas características están provistas de los mismos símbolos de referencia.

La Figura 1 muestra una turbina de gas estacionaria 10 en un corte longitudinal parcial. La turbina de gas 10 muestra interiormente un rotor 14 pivotado en torno a un eje de rotación 12, designado también como rotor de turbina. A lo largo del rotor 14 se suceden una carcasa de aspiración 16, un turbocompresor axial 18, una cámara de combustión anular toroidal 20 con varios quemadores 22 dispuestos rotosimétricamente, una unidad de turbina 24 y una carcasa de escape 26.

El turbocompresor axial 18 comprende un canal de compresor anular con etapas consecutivas en cascada del compresor de coronas de álabes móviles y de álabes fijos. Los álabes móviles 27 dispuestos en el rotor 14 se hallan con sus puntas de hoja de álabe de extremo libre 29 frente a una pared externa de canal 42 del canal del compresor. Allí sobresalen asimismo álabes fijos 25, fijados a la pared externa de canal 42 o a un soporte de álabes fijos del compresor. El canal del compresor desemboca a través de un difusor de salida del compresor 36 en un plenum de entrada de aire 38. Allí se prevé la cámara anular de combustión 20 con su espacio de combustión 28, que comunica con un canal de gas caliente anular 30 de la unidad de turbina 24. En la unidad de turbina 24 se disponen cuatro etapas de turbina 32 conectadas en serie. Al rotor 14 se le acopla un generador o una máquina de trabajo (en cada caso no representado).

Durante la operación de la turbina de gas 10 el turbocompresor axial 18 succiona mediante la carcasa de aspiración 16 como medio a comprimir aire ambiental 34 y lo comprime. El aire comprimido se lleva mediante el difusor de salida del compresor 36 al plenum de entrada de aire 38, de donde fluye a los quemadores 22. A través de los quemadores 22 llega también combustible al espacio de combustión 28. Allí se quema el combustible bajo adición del aire comprimido en un gas caliente M. El gas caliente M circula a continuación al canal de gas caliente 30, donde se expande realizando trabajo en los álabes de turbina de la unidad de turbina 24. La energía liberada es absorbida por el rotor 14 y se emplea, por un lado, para el accionamiento del turbocompresor axial 18 y, por otro, para el accionamiento de una máquina de trabajo o generador eléctrico.

La FIG 2 muestra una vista superior de un fragmento de una disposición de álabes 40, donde únicamente se representan esquemáticamente dos álabes 25, 27 con una pieza intermedia 44 insertada en medio y dos elementos 46 dispuestos debajo. Los álabes 25, 27 incluyen una hoja de álabe 48 esquemáticamente indicada, así como un pie de álabe 50. La vista superior se realiza en la dirección de la dirección radial de la turbina de gas 10, es decir de la hoja de álabe en la dirección del pie de álabe 50. En la FIG 2 no se representa el portaálabes, así como una ranura de retención dispuesta en el soporte. Los elementos 46 presentan un contorno externo rectangular y se diseñan en forma de placa. Coloquialmente, se designan también como en forma de chapa. En el primer ejemplo de ejecución (FIG 2) los pies de álabe 50 y los álabes 25, 27 de la disposición de álabes se disponen inclinadamente respecto a una extensión longitudinal de la ranura de retención y/o a una dirección perimetral U. Este puesto es típico para álabes móviles.

Cada elemento 46 muestra dos rebordes 52 y en cada caso dos aberturas 54. Los elementos 46 son, en dirección perimetral U, tan largos como el pie de álabe 50 y la pieza intermedia 44 juntos. Sin embargo, los elementos 46 se disponen centralmente por debajo del respectivo álabe 25, 27, de forma que dos elementos 46 adyacentes terminen centralmente en cada caso con sus extremos opuestos por debajo de las piezas intermedias 44.

La FIG 3 muestra la sección transversal conforme a la línea de corte III-III a través del pie de álabe 50 del álabe 25, 27 y un portaálabes 56. La hoja de álabe no se representa en la FIG 3 (y tampoco en las figuras 5, 6, 8, 9, 11 y 12). En el portaálabes 56 se extiende una ranura de retención 58, en la que los álabes 25, 27, en detalle los pies de álabe 50 de los álabes 25, 27, se emplean en cierre de forma. Para la formación de los cierres de forma, las paredes laterales 60 de las ranuras de retención 58 presentan resaltes 62 extendidos longitudinalmente para la formación de muescas 64. En la hendidura 64 se acoplan zonas del pie 66 en forma de martillo correspondientemente ejecutadas.

Entre una parte inferior del pie de álabe 68 y una base de ranura 70 de la ranura de retención 58 se tensa el elemento 46. Además, en la base de ranura 70 se prevé otra ranura de desmontaje 72, extendida a lo largo de la ranura de retención 58. La otra ranura 72 sirve para la entrada de una herramienta de desmontaje, por ejemplo, de un martillo de correa.

El grosor de pared S del elemento 46 (FIG 14) es menor que el intersticio entre la parte inferior del pie de álabe 68 y la base de ranura 70. Los rebordes 52 elaborados en el elemento 46 mediante embutición o mediante inyección aumentan la altura H del elemento 46 sobre el intersticio, de forma que el pie de álabe 50 se presione contra los resaltes 62. Esto conlleva una posición claramente definida de los álabes 25, 27 en la ranura de retención 58.

La FIG 4 muestra el corte longitudinal de la ordenación conforme a la FIG 2 a lo largo de la línea de corte IV-IV. En el modo de operación representado en las figuras 2, 3 y 4 de la disposición de álabes 40 se trata de un fragmento de una corona de álabes móviles de un compresor 12 de la turbina de gas 10. En consecuencia, se configuran el portaálabes 56 de un disco de rotor y los álabes 25, 27 como álabes móviles.

Los elementos 46 son en esencia lisos y no siguen, por consiguiente, la curvatura de la ranura de retención 58. De este modo se origina que los elementos 46 con su zona media, en la que se disponen los rebordes 52, presionan con mayor fuerza la parte inferior del pie de álabe 68 y la base de ranura 70 separadamente. Las secciones adyacentes a los bordes transversales 82 del elemento 46 se ajustan debido a la ordenación plana de los elementos 46 y la ranura de retención curvada 58 entonces con menor fuerza elásticamente a los lados inferiores de las piezas intermedias 44. Por lo tanto, el elemento 46 presiona las piezas intermedias 44 y los álabes 25, 27 debido a los grados de rigidez localmente diferentes con diferentes fuerzas contra los resaltes 62 de la ranura de retención 58.

Una segunda ordenación de una disposición de álabes 40 se representa en la FIG 5. La FIG 5 muestra esencialmente la sección transversal conforme a la FIG 3. Además, en la FIG 5 las mismas características que en la FIG 3 están provistas de los mismos símbolos de referencia. Para la descripción de la FIG 5 se hace sustancialmente referencia a la descripción de la FIG 3. Conforme a la segunda ordenación, sin embargo, los bordes longitudinales 74 del elemento 46 están plegados hacia la abertura de la ranura de retención 58. Los bordes longitudinales plegados 74 (comp. FIG 2) se ajustan pretensado a fases 76 dispuestas en el lado inferior del pie de álabe. Como las piezas intermedias 44 se configuran de modo análogo a los pies de álabe 50 de los álabes 25, 27, se ajustan también pretensadas las zonas de los bordes longitudinales 74 del elemento 46, establecidas por debajo de la pieza intermedia 44, a las correspondientes fases. Mediante los bordes longitudinales plegados 74 del elemento 46 así como la disposición pretensada de los elementos 46 en los pies de álabes 50 y/o piezas intermedias

44 se produce un acoplamiento en cierre de fuerzas de las piezas adyacentes - pie de álabe 50 y pieza intermedia 44 -, que mejora su alineación y reduce el desgaste de contacto entre las partes.

Una tercera ordenación de la disposición de álabes 40 se representa esquemáticamente en la FIG 6. También la FIG 6 muestra sustancialmente la misma sección transversal que la FIG 3, de forma que en la FIG 6 las mismas características que en la FIG 3 están provistas de los mismos símbolos de referencia. A diferencia de la ordenación conforme a la FIG 3, la tercera ordenación conforme a la FIG 6 muestra en la parte inferior del pie de álabe 68 una ranura 78 comparativamente ancha, aunque sólo con una pequeña profundidad, extendida en la dirección longitudinal de la ranura de retención 58. La ranura 78 sirve para la incorporación del elemento 46, de forma que la profundidad de la ranura 78 corresponda esencialmente al grosor de pared S del elemento 46. Los bordes longitudinales 74 del elemento 46 (comp. FIG 2) se ajustan a las paredes laterales inclinadas de la ranura 78. En la misma medida que en el caso del pie de álabe 50, también en las piezas intermedias 44 se prevé, conforme a la tercera ordenación, una ranura 78 dispuesta en su parte inferior, de forma que los bordes longitudinales 74 del elemento 46 también se ajusten a las paredes laterales de la ranura 78 dispuesta en la pieza intermedia 44. Mediante la disposición simultánea de los elementos 46 en el álabe 25, 27 y la pieza intermedia 44 se origina un acoplamiento de las partes adyacentes de la corona de álabes, lo que reduce el desgaste, particularmente el desgaste por contacto. Tanto en la segunda ordenación conforme a la FIG 5 y la tercera ordenación conforme a la FIG 6 de la disposición de álabes 40 conforme a la invención, los álabes se configuran como álabes móviles 27.

Las Figuras 8 y 9 muestran, de manera análoga a la sección transversal conforme a la FIG 3 una sección transversal de una disposición de álabes 40 conforme a una cuarta ordenación. En comparación con las configuraciones citadas previamente, las configuraciones mostradas en las FIG 7, 8 y 9 se configuran como coronas de álabes fijos y no como coronas de álabes móviles. De este modo los contornos de sección transversal de la ranura de retención 58 así como del pie de álabe 50 se distinguen sólo ligeramente. Otra diferencia respecto a las configuraciones hasta ahora descritas estriba en que entre los álabes fijos 25 adyacentes no se prevé ninguna pieza intermedia 44. En consecuencia, los álabes 25 se ajustan entre ellos, tal y como se mostraba en la representación conforme a la FIG 7, superficialmente y sin empleo de los pies de álabe 50. En este caso se disponen los elementos 46 en cada caso a medias bajo un par de álabes 25 adyacentes. De esto se origina, que los rebordes de refuerzo 52 tampoco se asienten en zona interna en el elemento 46, sino en dos bordes transversales 82 opuestos de los elementos 46. Por lo demás, la primera variante de la cuarta ordenación conforme a la FIG 8 se construye de manera análoga a la segunda ordenación conforme a la FIG 5 con los bordes longitudinales 74 angulados del elemento 46. Una segunda variante de la cuarta ordenación, mostrada en la FIG 9, corresponde estructuralmente esencialmente a la tercera ordenación según la FIG 6, en la que el elemento 46 está en gran parte inmerso en una ranura 78 dispuesta en la parte inferior del pie de álabe 68.

Una quinta ordenación de la disposición de álabes 40 se representa en una vista superior conforme a la FIG 10, de la que se muestran dos variantes, una primera en sección transversal en la FIG 11 y una segunda en sección transversal en la FIG 12. La quinta ordenación representada en la FIG 5 se basa esencialmente en la primera ordenación representada en la FIG 2. Sin embargo, se prevén, además de los rebordes 52 dispuestos en la zona interna del elemento 46, otros rebordes 86 en los bordes transversales 82 - de manera análoga a la cuarta ordenación mostrada en la FIG 7 -. Mediante el empleo del otro reborde 86 en el borde se puede evitar de manera segura, al fijar el elemento 46 entre la parte inferior del pie de álabe 68 y la base de ranura 70, que el elemento 46 se retuerza o doble. Simultáneamente se acoplan los demás rebordes 86 o bien en la ranura de desmontaje 72 (FIG 11) o en una ranura 78 dispuesta por la parte inferior del pie de álabe (FIG 12) para adaptar o conducir los elementos 46.

Las Figuras 14 y 15 muestran, en cada caso, una ordenación del elemento 46 en sección transversal conforme a la línea de corte III-III de la FIG 2. En comparación con el elemento 46 representado en la FIG 2, en las Figuras 14, 15 únicamente se representa un reborde 52 y no dos rebordes 52. Cada reborde 52 comprende dos secciones convexamente curvadas X y una sección cóncava intermedia V. Las secciones convexas X presentan en cada caso un radio R2 y las secciones cóncavas V un radio R1. La sección cóncava V muestra además una longitud de cuerda a, donde el reborde 52 comprende un ancho de reborde b. Para mantener el propio reborde 52 con una zona con una deformación plástica para mayores fuerzas de carga y mayor razón de elasticidad, así como para una zona con deformación elástica con menor razón de elasticidad, se proponen dos formas de ejecución del elemento. El primer modo de operación se obtiene, si

$$R1 > 1,5 \cdot S, 3 \cdot R2 > R1 > 0,7 \cdot R2 \text{ y } 10 \cdot b \text{ a } 1,7 \cdot b > a.$$

Para ejemplificar, los parámetros pueden tener las siguientes medidas:

$$R1 = 2 \text{ mm}; R2 = 2 \text{ mm}; S = 1 \text{ mm}; a = 3,5 \text{ mm y } b = 10 \text{ mm}.$$

La segunda ordenación de un elemento 46 prevé que

$$R1 > 5 \cdot S,$$

$$3 \cdot R2 < R1 \text{ y}$$

$$a < 0,9 \cdot b.$$

Para ejemplificar, los parámetros pueden tener las siguientes medidas:

$$5 \quad R1 = 20 \text{ mm}; R2 = 2 \text{ mm}; S = 1 \text{ mm}; a = 6 \text{ mm y } b = 10 \text{ mm}.$$

Con ayuda de la ordenación mostrada es posible que la sección V represente la zona de la deformación plástica con la mayor fuerza de carga y mayor razón de elasticidad y las secciones X, las zonas para la deformación elástica con menor razón de elasticidad, lo que también representa la FIG 13.

10 La FIG 16 muestra la sección transversal de una geometría de reborde especial. La geometría de reborde especial se trata de un reborde múltiple 55, en el que un reborde interno 55i está rodeado por uno o varios rebordes 55a. Los rebordes 55i, 55a del reborde múltiple 55 se disponen casi apilados y/o jerárquicamente con un centro común M. En el caso del reborde múltiple 55 mostrado en la FIG 16 se trata de un doble reborde, también denominado reborde doble. Rebordo doble significa, además, que en una sección en principio cóncava Va en un primer reborde 55a (entonces externo) se inserta un segundo reborde 55i (entonces interno). Esta combinación de rebordes muestra
15 frente a las geometrías antes indicadas, designadas como rebordes i-múltiples, una elasticidad aún más elevada, por lo que pueden permitirse mayores tolerancias de fabricación para los pies de álabe 50 y, dado el caso, piezas intermedias 44 y ranura de retención 58. Medidas para la geometría de rebordo conforme a la FIG 16 son entonces, por ejemplo:

$$R20 = 20 \text{ mm}; R1.2 = 2 \text{ mm}; R2 = 2 \text{ mm}; ba = 11 \text{ mm}, aa = bi = 7,4 \text{ mm}, R3 = 2 \text{ mm y } ai = 3,2 \text{ mm}.$$

20 La presente invención se relaciona en conjunto con una disposición de álabes 40 con un portaálabes 56 y una ranura de retención 58 dentro dispuesta, que presenta en sus paredes laterales 60 resaltes 62 extendidos longitudinalmente para la formación de muescas 64, y en la que se inserta un número de álabes 25, 27 para la formación de una corona de álabes de una turbomáquina, donde cada álabe 25, 27 presenta además de una hoja de álabe 48 para la fijación un pie de álabe 50 en forma de martillo, que se engancha en las muescas 64 y que se
25 comprime mediante un elemento 46 dispuesto entre una parte inferior del pie de álabe 68 y una base de ranura 70 de la ranura de retención 58 contra los resaltes 62. Para dar una fijación especialmente segura, eficaz, duradera y de bajo desgaste, que posibilite un montaje y desmontaje especialmente sencillos, se prevé, que cada elemento 46 se configure en forma de placa, que presente en la proyección de hoja de álabe 48 en la dirección a la base de ranura 70 al menos un rebordo 52 dispuesto por debajo de la hoja de álabe 48 para la sujeción, y en dirección
30 longitudinal de la ranura de retención 58 esté cubierto sólo parcialmente por el pie de álabe 50 sujeto por el mismo.

REIVINDICACIONES

1. Disposición de álabes (40), con un número de álabes (25, 27), un número de elementos en forma de placa (46), un número de piezas intermedias (44), un portaálabes (56) y una ranura de retención (58) dispuesta dentro, que presenta en sus paredes laterales (60) resaltes (62) extendidos longitudinalmente para la formación de muescas (64) y en la que el número de álabes (25, 27) se utiliza para la formación de una corona de una turbomáquina, donde cada álabe (25, 27) presenta además una hoja de álabe (48) para la fijación de un pie de álabe (50) que se acopla en las muescas (64) y se presiona mediante en cada caso un elemento en forma de placa (46) dispuesto entre una parte inferior del pie de álabe (68) y una base de ranura (70) de la ranura de retención (58) con al menos un reborde (52, 55) contra los resaltes (62), caracterizado porque cada elemento (46) está cubierto en dirección longitudinal de la ranura de retención (58) únicamente parcialmente por el pie de álabe (50) presionado por él y porque en la ranura de retención (58) entre dos álabes (25, 27) se inserta una pieza intermedia (44), presionada por la parte del elemento no cubierta por el pie de álabe (50) contra los resaltes (62).
2. Disposición de álabes (40) según la reivindicación 1, en la que el elemento (46) presiona la respectiva pieza intermedia (44) con menor fuerza contra los resaltes (62) que el respectivo pie de álabe (50).
3. Disposición de álabes (40) según la reivindicación 2, en la que la zona del elemento (46) cubierta por el pie de álabe (50) se diseña parcialmente más rígida que la parte restante del respectivo elemento (46).
4. Disposición de álabes (40) según una de las anteriores reivindicaciones, en la que el elemento (46) en su zona (50) no cubierta por el respectivo pie de álabe presenta al menos una abertura para el desmontaje.
5. Disposición de álabes (40) según una de las anteriores reivindicaciones, en la que en el base de ranura (70) de la ranura de retención (58) o en la parte inferior del pie de álabe (68) se dispone una ranura (72, 78) extendida longitudinalmente.
6. Disposición de álabes (40) según una de las anteriores reivindicaciones, en la que el elemento (46) presenta en una proyección un contorno externo, esencialmente rectangular.
7. Disposición de álabes (40) según la reivindicación 6, en la que al menos un canto longitudinal (74) del elemento (46) es angulado, que se apoya pretensado en los pies de álabe (50) configurados correspondientemente.
8. Disposición de álabes (40) según la reivindicación 7, en la que al menos un canto longitudinal (74) del elemento (46) es angulado, que se apoya pretensado en el pie de álabe (50) configurado correspondientemente y en la pieza intermedia (44) configurada correspondientemente.
9. Disposición de álabes (40) según la reivindicación 6 ó 7, en la que en por lo menos un borde del elemento (46) se prevé al menos otro reborde (86).
10. Disposición de álabes (40) según una de las anteriores reivindicaciones, en la que el elemento (46) presenta un grosor de pared (s) y el reborde (52, 55, 86) tiene en sección transversal una anchura de reborde (b) así como dos secciones convexas (X) con un radio (R2) y una sección cóncava intermedia (V) con un radio (R1) con una longitud de cuerda (a), para la que se aplica:
 $R1 > 1,5 \cdot s$,
 $3 \cdot R2 > R1 < 0,7 \cdot R2$ y
 $10 \cdot b \text{ a } 1,7 \cdot b > a$
o
 $R1 > 5 \cdot s$,
 $3 \cdot R2 < R1$ y
 $a < 0,9 \cdot b$.
11. Disposición de álabes (40) según al menos una de las reivindicaciones 1 a 10, en la que el reborde se configura como reborde múltiple.

12. Disposición de álabes (40) según la reivindicación 11, en la que el -reborde múltiple (55) comprende un reborde interior (55i), introducido en al menos un reborde externo (55a) rodeando a este al menos parcialmente.

13. Compresor axial para una turbina de gas (10) con una corona de álabes móviles y/o una corona de álabes directrices diseñada como una disposición de álabes (40) según una de las anteriores reivindicaciones.

FIG 1

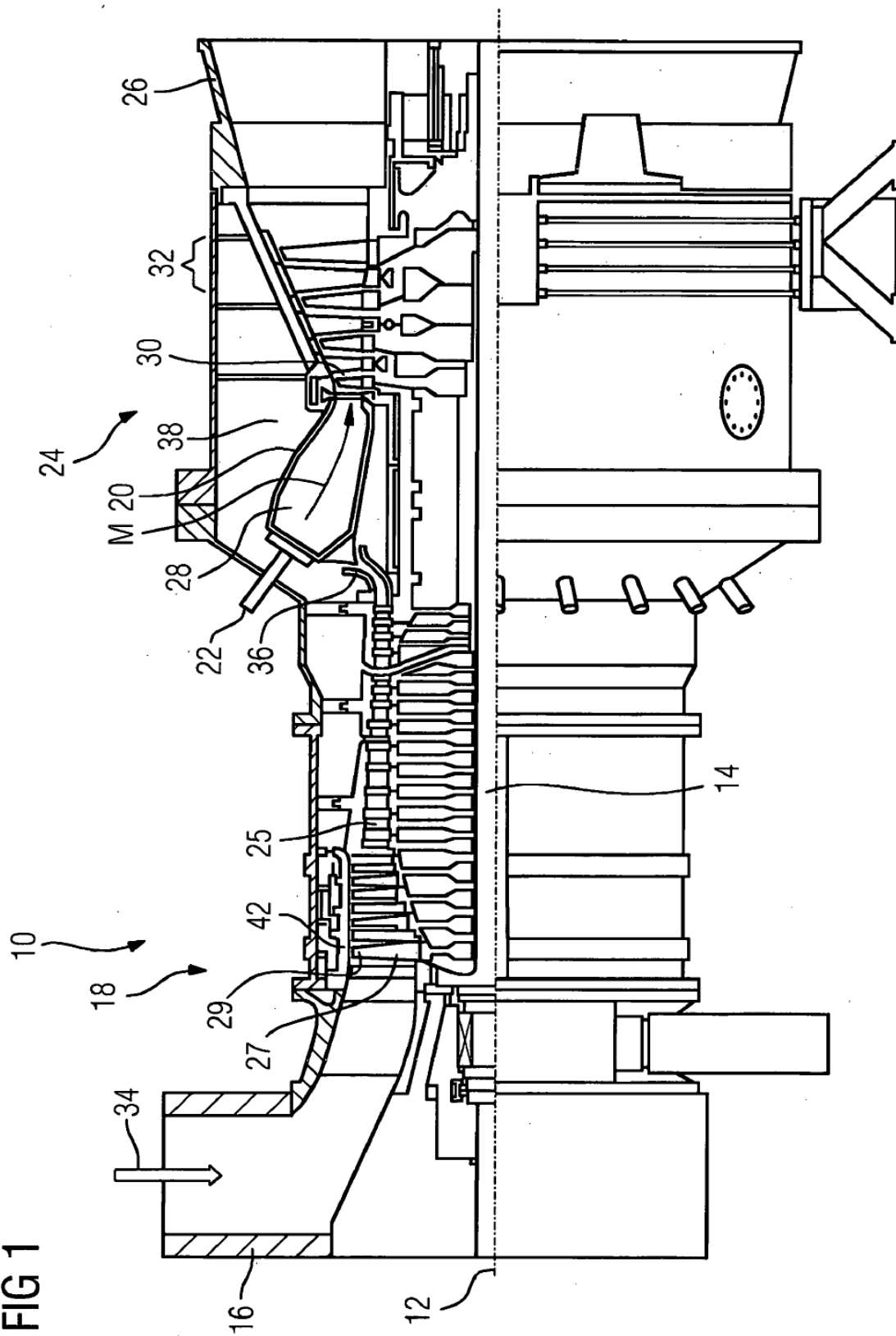


FIG 2

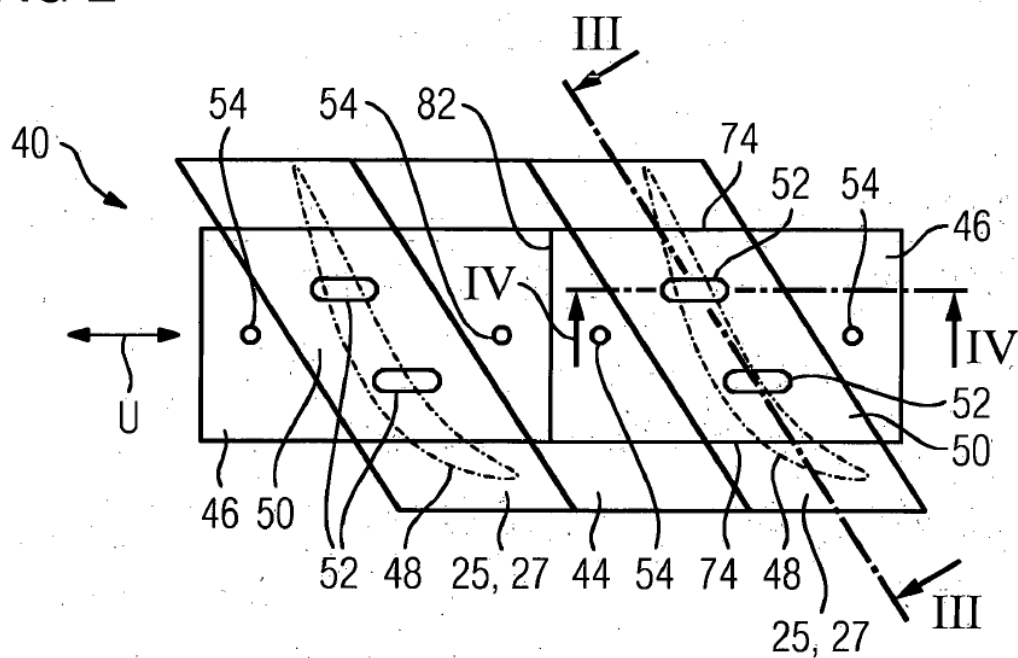


FIG 3

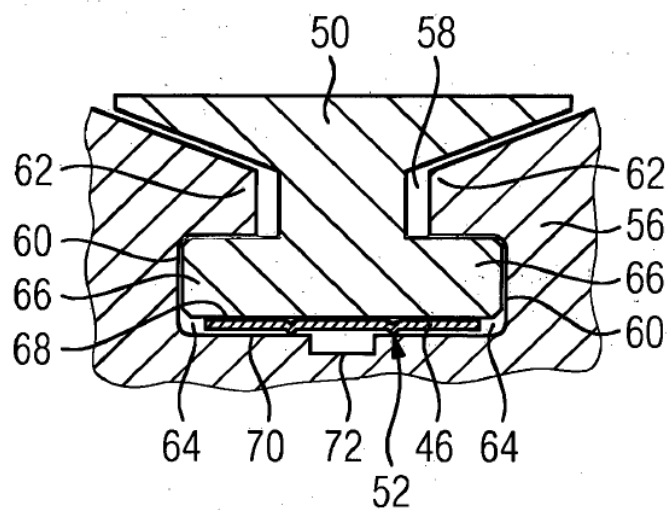


FIG 4

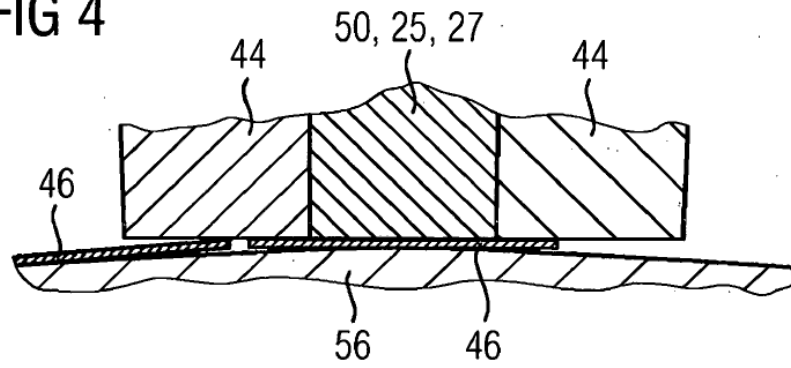


FIG 5

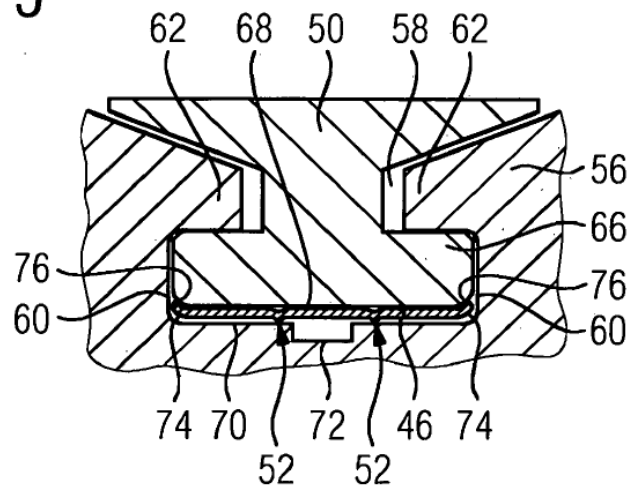


FIG 6

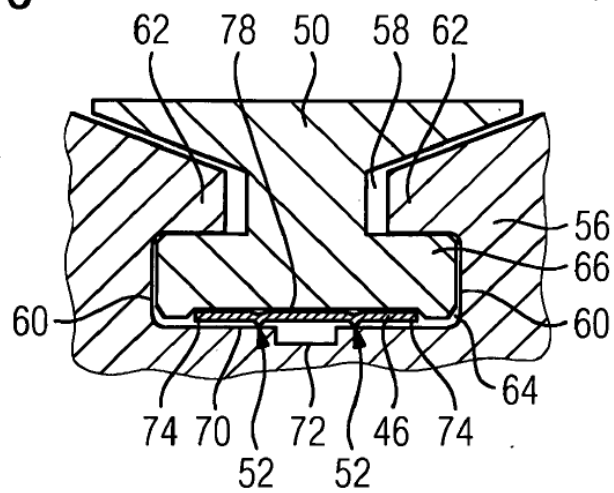


FIG 7

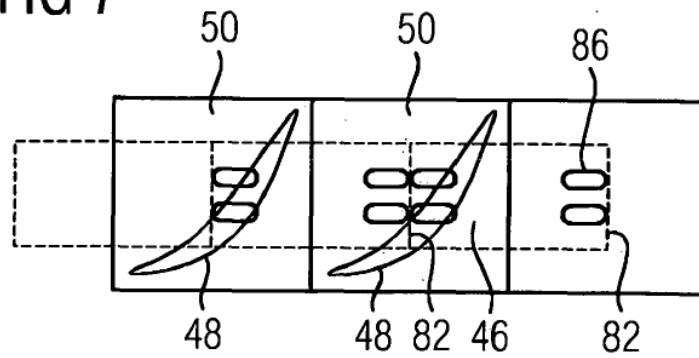


FIG 8

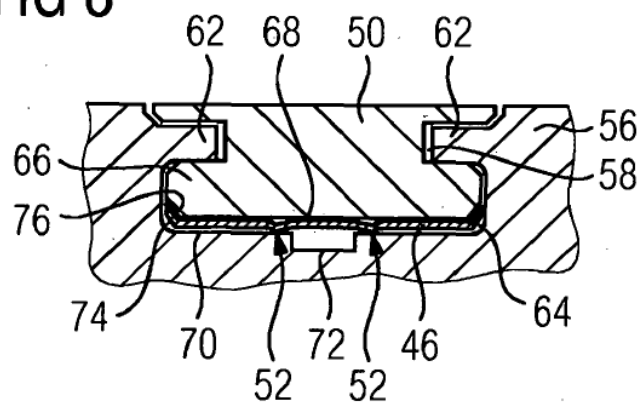


FIG 9

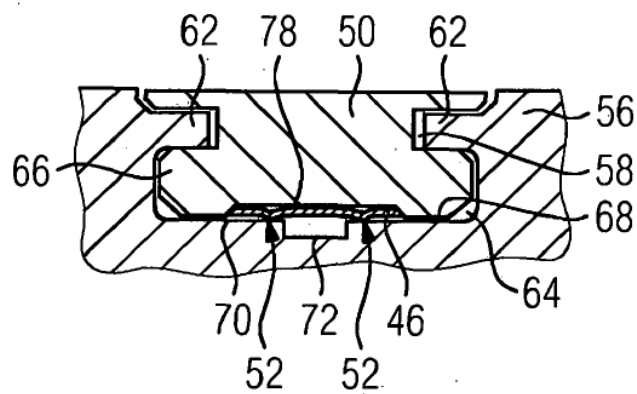


FIG 10

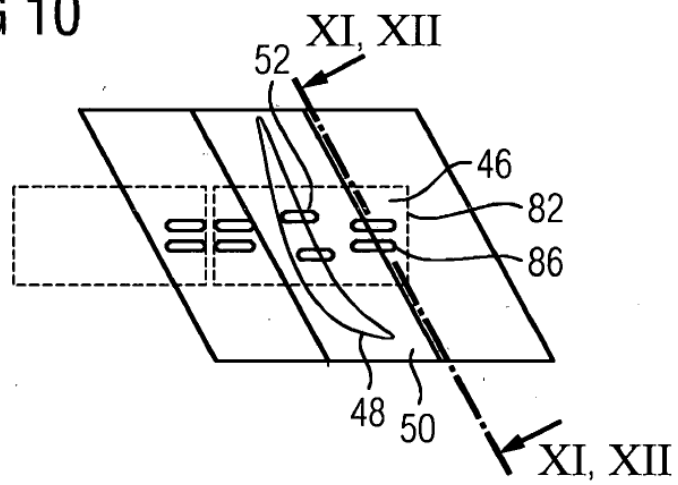


FIG 11

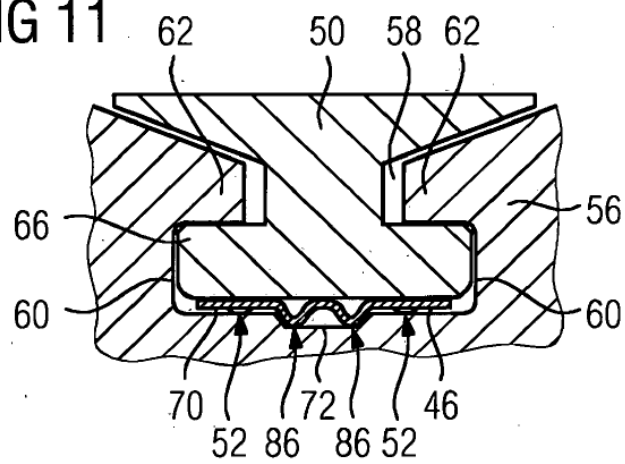


FIG 12

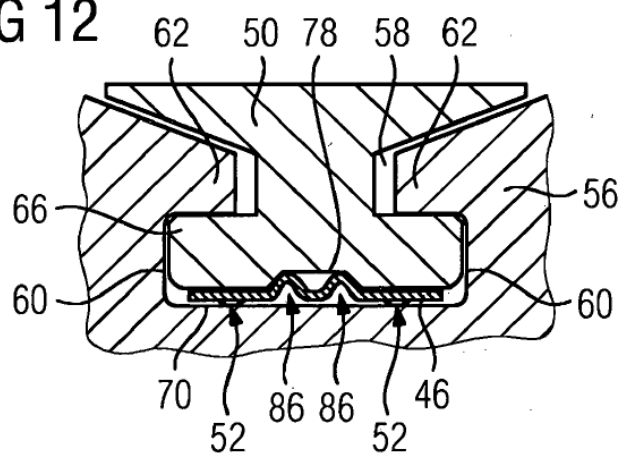


FIG 13

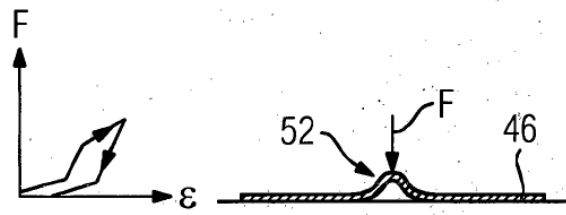


FIG 14

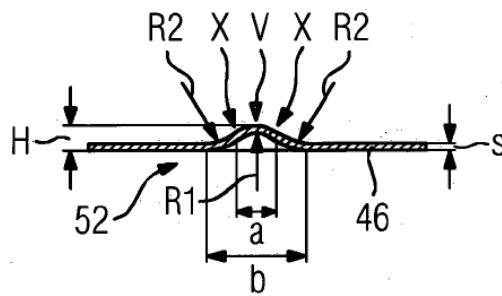


FIG 15

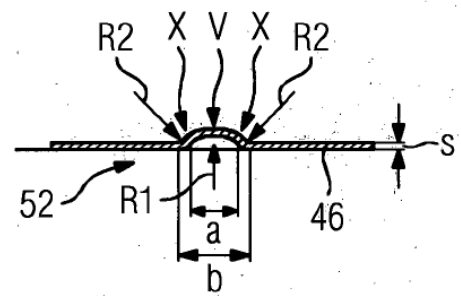


FIG 16

