

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 742 176**

51 Int. Cl.:

B23C 3/30 (2006.01)
B23C 3/34 (2006.01)
B23Q 9/00 (2006.01)
B23Q 9/02 (2006.01)
B23P 6/00 (2006.01)
F01D 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.09.2016 E 16190133 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.05.2019 EP 3167989**

54 Título: **Equipo de fresado así como procedimiento para llevar a cabo un mecanizado de fresado en el interior de una ranura**

30 Prioridad:

16.11.2015 DE 102015222529

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

13.02.2020

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Werner-von-Siemens-Straße 1
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**CLOSSEN-VON LANKEN SCHULZ, MICHAEL y
OBERMAYR, STEFAN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 742 176 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

Equipo de fresado así como procedimiento para llevar a cabo un mecanizado de fresado en el interior de una ranura

La presente invención se refiere a un equipo de fresado con una herramienta de fresado que rota alrededor de un eje de giro de herramienta de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. El documento US 4 674 548 A muestra un ejemplo de un tal equipo de fresado. Aparte de eso, la presente invención se refiere a un procedimiento para llevar a cabo un mecanizado de fresado en el interior de una ranura, en particular en el interior de una ranura receptora de raíz de paleta de una turbomáquina, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 13. El documento DE 10 2008 000480 A1 muestra un ejemplo de un tal procedimiento.

Los álabes de rodete de turbinas y las ranuras receptoras de raíz de paleta configuradas en el rotor en las cuales están sujetas los álabes de rodete de turbinas están expuestos a cargas mecánicas y también químicas muy elevadas durante el funcionamiento de la turbina. Entre otras cosas, se producen con ello en el interior de las ranuras receptoras de raíz de paleta formaciones de grietas, que pueden reducir fuertemente la durabilidad del rotor de turbina. En el contexto de trabajos de mantenimiento y de reparación, se registran correspondientemente hallazgos de grietas, tras lo cual se determina aritméticamente la durabilidad restante del rotor. Si esta no es satisfactoria, entonces deben tomarse contramedidas adecuadas. Estas pueden consistir en que se rectifican las grietas detectadas. Sin embargo, de manera alternativa o adicional, también puede realizarse una reparación de las garras del rotor definidas por las ranuras receptoras de raíz de paleta. Para ello, pueden eliminarse garras del rotor desgastadas individuales y sustituirse por nueva soldadura de garras del rotor de sustitución correspondientes. Dado el caso, también es posible una modificación de la geometría del rotor y/o de la ranura receptora de raíz de paleta.

Durante el registro de hallazgos de grietas, se localizan las grietas y se determina su profundidad de grieta, puesto que la profundidad de grieta tiene una influencia esencial sobre los cálculos posteriores de la durabilidad del rotor y del crecimiento de la grieta. Para detectar grietas existentes, se emplean procedimientos normalmente no destructivos, tales como, por ejemplo, la comprobación de grietas con polvo magnético o la comprobación de grietas con corriente de Foucault (procedimiento ET, por sus siglas en inglés). Para determinar la profundidad de grieta, las grietas se mecanizan mecánicamente usando una fresa hasta que se alcanza el fondo de la grieta. A tal fin, se retira material siempre alternativamente y después se determina, utilizando un procedimiento de comprobación de grietas no destructivo, si ya se ha alcanzado el fondo de la grieta. En este sentido, también pueden emplearse el procedimiento de polvo magnético o de corriente de Foucault.

No obstante, una desventaja esencial en el caso de este modo de proceder consiste en que el mecanizado de fresado se realiza manualmente. Correspondientemente, durante el mecanizado de fresado no se genera ningún contorno de mecanizado definido y/o axialmente constante, lo cual dificulta la realización de cálculos fiables en cuanto a la durabilidad restante y/o al crecimiento esperado de la grieta.

A partir de este estado de la técnica, un objetivo de la presente invención consiste en proporcionar un equipo de fresado del tipo anteriormente mencionado así como un procedimiento para llevar a cabo un mecanizado de fresado en el interior de una ranura de un componente utilizando un tal equipo de fresado, que posibiliten cálculos fiables de la durabilidad restante y/o del crecimiento esperado de la grieta.

Para resolver este objetivo, la presente invención crea un equipo de fresado de acuerdo con la reivindicación 1. Si la forma del cuerpo deslizante está adaptada a modo de plantilla, por ejemplo, a la forma de una ranura que va a mecanizarse, el cuerpo deslizante posibilita una guía exacta de la herramienta de fresado a lo largo de la dirección de extensión de la ranura, mediante lo cual se logra un movimiento definido de la herramienta de fresado durante un mecanizado de fresado. Gracias al cuerpo deslizante, también puede llevarse a cabo un mecanizado de fresado en lugares de difícil acceso en el interior de una ranura. A este respecto, a través de la posición de pivotamiento de la herramienta de fresado, puede ajustarse una aproximación definida. Por lo tanto, en conjunto, el equipo de fresado de acuerdo con la invención posibilita la generación de contornos de mecanizado definidos y axialmente constantes durante la determinación de una profundidad de grieta o durante la rectificación de una grieta, por mencionar solo algunos ejemplos de aplicación posibles. Tras el mecanizado de grietas, gracias a los contornos de mecanizado definidos, también pueden llevarse a cabo cálculos posteriores con resultados fiables, tales como, en particular, cálculos para determinar la durabilidad restante del componente o del crecimiento esperado de la grieta. Por varias piezas de presión de resorte dispuestas de manera distribuida sobre el cuerpo deslizante, que resaltan hacia fuera desde el cuerpo deslizante y pueden moverse contra una fuerza de resorte en la dirección del cuerpo deslizante, se minimiza un juego existente entre el contorno del componente y el contorno del cuerpo deslizante.

De acuerdo con un diseño de la presente invención, el cuerpo deslizante está elaborado de plástico. Por una parte, el plástico resulta ventajoso en el sentido de que este se puede mecanizar sencillamente para producir el cuerpo deslizante. El cuerpo deslizante también se puede producir fácilmente usando un procedimiento de prototipado rápido. En particular, se usa un plástico con buenas propiedades deslizantes para facilitar de esta manera un movimiento manual del cuerpo deslizante a lo largo de un componente.

Preferentemente, el cuerpo deslizante está configurado de manera alargada y presenta una sección transversal fundamentalmente constante a lo largo de su extensión longitudinal. De esta manera, se logra un cuerpo deslizante sencillo y económico de producir.

5 Ventajosamente, el cuerpo deslizante presenta resaltos que se extienden a lo largo de la extensión longitudinal del cuerpo deslizante y resaltan perpendicularmente respecto a la extensión longitudinal. Los resaltos de este tipo sirven como guía, mientras que el cuerpo deslizante se mueve a lo largo de un componente.

Ventajosamente, sobre el cuerpo deslizante está dispuesto un mango, en particular sobre una zona superior del cuerpo deslizante. Con un tal mango, se facilita el movimiento manual del cuerpo deslizante para realizar el movimiento de avance.

10 De acuerdo con un diseño de la presente invención, está previsto un equipo de ajuste, que está configurado de tal manera que pueden ajustarse distintas posiciones de pivotamiento de la herramienta de fresado. Correspondientemente, se pueden realizar distintas aproximaciones de la herramienta de fresado.

15 Preferentemente, el equipo de ajuste presenta un tope que puede unirse de manera firme al eje pivotante y que resalta hacia fuera desde el eje pivotante, cuya posición de pivotamiento se limita por un medio de ajuste, en particular por un tornillo de ajuste, pudiendo unirse el tope preferentemente de manera desmontable al eje pivotante, en particular a través de al menos un tornillo de fijación. Por el accionamiento del medio de ajuste, se puede ajustar la posición de pivotamiento deseada en la que el tope engrana con el medio de ajuste. Una unión desmontable del tope y el eje pivotante resulta ventajosa en el sentido de que se puede justificar o poner a cero el equipo de ajuste.

20 Ventajosamente, el equipo de ajuste presenta un muelle de retroceso, que está unido al eje pivotante a través de un brazo de palanca de tal manera que la fuerza de resorte del muelle de retroceso actúa en la dirección de una posición de pivotamiento ajustada. Gracias a un tal muelle de retroceso, se provoca una amortiguación de la herramienta de fresado.

25 Preferentemente, sobre el cuerpo deslizante está previsto un medio de presión de tal manera que este puede trasladarse alternativamente a una posición en la que anula una amortiguación provocada por el muelle de retroceso, estando previsto el medio de presión en particular en forma de un tornillo. Gracias a un tal medio de presión, puede suprimirse alternativamente así la amortiguación provocada por el muelle de retroceso.

De acuerdo con un diseño de la presente invención, está previsto un equipo indicador, que está configurado de tal manera que indica una posición de pivotamiento ajustada de la herramienta de fresado. Correspondientemente, la aproximación de la herramienta de fresado se puede manipular de modo sencillo por un usuario.

30 Ventajosamente, el equipo indicador comprende un indicador, que puede unirse de manera firme al eje pivotante, y una escala, a la que señala el indicador.

En particular, el tope y el indicador están configurados de una sola pieza, mediante lo cual se logra una estructura sencilla.

35 Aparte de eso, para resolver el objetivo anteriormente mencionado, la presente invención crea un procedimiento para llevar a cabo un mecanizado de fresado en el interior de una ranura, en particular en el interior de una ranura receptora de raíz de paleta de una turbomáquina, usando un equipo de fresado según una de las reivindicaciones anteriores, estando adaptada la forma del cuerpo deslizante al menos parcialmente a la forma de la ranura que va a mecanizarse, e insertándose el cuerpo deslizante en la ranura y moviéndose manualmente a través de la ranura durante el mecanizado de fresado.

40 Otras características y ventajas de la presente invención se manifiestan mediante la siguiente descripción de un equipo de fresado de acuerdo con una forma de realización de la presente invención con referencia al dibujo adjunto. En este muestra

figura 1 una representación esquemática de un equipo de fresado de acuerdo con una forma de realización de la presente invención, cuyo cuerpo deslizante está insertado en una ranura de un componente que va a mecanizarse;

45 figura 2 una vista lateral del equipo de fresado representado en la figura 1, en el que está retirada una cubierta central;

figura 3 una vista similar a la figura 2, en la que está montada la cubierta;

figura 4 una vista superior en perspectiva del equipo de fresado representado en la figura 1 desde un primer lado, y

figura 5 una vista superior en perspectiva del equipo de fresado representado en la figura 1 desde un segundo lado.

Las figuras muestran un equipo de fresado 1 de acuerdo con una forma de realización de la presente invención, que está diseñado para llevar a cabo un mecanizado de fresado en el interior de una ranura receptora de raíz de paleta 2 de un rotor 3, representado solo parcialmente en la figura 1, de una turbomáquina, en el que se mecaniza por arranque de viruta una pared lateral de una garra del rotor 4 que define la ranura receptora de raíz de paleta 2. Las ranuras receptoras de raíz de paleta 2 del rotor 3 están realizadas de manera idéntica y presentan, en la presente, una sección transversal moldeada a modo de abeto constante a lo largo de su extensión longitudinal.

El equipo de fresado 1 comprende como componentes principales una herramienta de fresado 6 que rota alrededor de un eje de giro de herramienta 5, que se forma, en la presente, por una fresa de punta, y un cuerpo deslizando 7, contra el que está sujeta la herramienta de fresado 6.

El cuerpo deslizando 7 está configurado de manera alargada y presenta una sección transversal fundamentalmente constante a lo largo de su extensión longitudinal, que está adaptada a la sección transversal en forma de abeto de las ranuras receptoras de raíz de paleta 2. Correspondientemente, el cuerpo deslizando 7 puede insertarse en una ranura receptora de raíz de paleta 2 y moverse con ligero juego a través de esta, engranando los resaltos 8 del cuerpo deslizando 7, que se extienden a lo largo de la extensión longitudinal del cuerpo deslizando 7 y resaltan perpendicularmente respecto a la extensión longitudinal, en depresiones 9 asociadas de las ranuras receptoras. Para compensar el juego existente entre las garras del rotor 4 que se encuentran opuestas entre sí y el cuerpo deslizando 7, a través de las paredes laterales 10 del cuerpo deslizando 7 están dispuestas piezas de presión de resorte 11, cuyos extremos libres configurados en forma semiesférica resaltan hacia fuera desde el cuerpo deslizando 7 y pueden moverse contra una fuerza de resorte en la dirección del cuerpo deslizando 7. En la zona inferior del cuerpo deslizando, perpendicularmente a la extensión longitudinal del cuerpo deslizando 7, está prevista una entalladura 12 en forma de una ranura continua. En el interior de esta entalladura, la herramienta de fresado 6 está sujeta de manera pivotable alrededor de un eje pivotante 13, que se extiende perpendicularmente respecto al eje de giro de herramienta 5, de tal manera que la herramienta de fresado 6 puede moverse entre una posición en la que está alojada completamente en la entalladura 12, y una posición en la que su punta resalta en una medida predeterminada hacia fuera desde el cuerpo deslizando 7, tal como está representado, por ejemplo, en la figura 1. Una carcasa 14, que define el eje pivotante 13 y que aloja la herramienta de fresado 6 en su extremo inferior libre, está alojada en unión positiva en un espacio de alojamiento 15, configurado en el interior del cuerpo deslizando 7, que es accesible a través de un elemento de tapa 17 fijado de manera desmontable con tornillos 16, y se extiende hasta el lado superior del cuerpo deslizando 7, donde está unida de manera desmontable a un equipo de ajuste 18, que posibilita ajustar manualmente distintas posiciones de pivotamiento de la herramienta de fresado 6. El equipo de ajuste 18 comprende un equipo indicador con un indicador 19, dispuesto en el lado superior del cuerpo deslizando 7, que puede unirse de manera firme a la carcasa 14 y, correspondientemente, al eje pivotante 13, y una escala 20 dispuesta en el lado superior del cuerpo deslizando 7. Un tope 21 está configurado de una sola pieza con el indicador 19, y resalta, transversalmente respecto al eje pivotante 13, hacia fuera desde el indicador 19 en la dirección de una de las paredes laterales 10 del cuerpo deslizando 7. A través del tope 21 se extiende un agujero roscado 22 continuo en la dirección de la carcasa 14, en la que está alojado un tornillo de fijación 23, a través del cual se realiza una unión desmontable entre el indicador 19 y la carcasa 14. La posición de pivotamiento del tope 21 en el caso de un movimiento pivotante de la herramienta de fresado 6 alrededor de su eje pivotante 13 se limita por un medio de ajuste, que se forma, en la presente, por un tornillo de ajuste 24, que está alojado en un agujero roscado 26 que se extiende a través de un rebajo, que resalta hacia arriba, del cuerpo deslizando 7. A un resalto 27, que resalta hacia fuera, del indicador 19 frente al tope 21 está fijado un extremo libre de un muelle de retroceso 28, cuyo otro extremo libre está sujeta contra el cuerpo deslizando 7. La posición del muelle de retroceso 28 y su fijación están seleccionadas de tal manera que el muelle de retroceso actúa sobre el eje pivotante 5 a través de un brazo de palanca 29 de tal manera que la fuerza de resorte del muelle de retroceso 28 actúa en la dirección de una posición de pivotamiento ajustada y presiona el tope 21 contra el tornillo de ajuste 24. Frente al rebajo 25, otro rebajo 30 que resalta hacia arriba en el cuerpo deslizando 7 está configurado de tal manera que el tope 21 está posicionado entre los dos rebajos 25 y 30. A través del rebajo 30 se extiende un agujero roscado 31, en el que está alojado un medio de presión en forma de un tornillo de presión 32 de tal manera que el tornillo de presión 32 puede ponerse en contacto con el tope 21. En la zona superior del cuerpo deslizando 7 está previsto un mango 33, que puede agarrarse con la mano por un operador para mover el cuerpo deslizando 7. En los lados frontales del cuerpo deslizando 7 están configurados soportes de aspiración 34, que pueden conectarse a una instalación de aspiración no representada con más detalle, estando unidos los soportes de aspiración 34 a la entalladura 12 a través de conductos de aire asimismo no representados con más detalle.

Para el mecanizado por arranque de viruta de una garra del rotor 4, el cuerpo deslizando 7 se inserta manualmente en una primera etapa en la correspondiente ranura receptora de raíz de paleta 2 y se introduce ligeramente en la ranura receptora de raíz de paleta 2. A este respecto, las piezas de presión de resorte 11 entran en contacto con las paredes laterales opuestas entre sí de las garras del rotor 4 adyacentes y se presionan hacia dentro contra su fuerza de resorte, mediante lo cual se compensa un juego existente entre las garras del rotor 4 y el cuerpo deslizando 7. Después, a los soportes de aspiración 34 se conecta y a continuación se pone en marcha un equipo de aspiración, mediante lo cual en la zona de la entalladura 12 se genera una presión negativa. En otra etapa, se ajusta una aproximación de la herramienta de fresado 6 al accionarse un tornillo de ajuste 24 y pivotarse la herramienta de fresado alrededor de su

5 eje pivotante 13 de tal manera que resalta hacia fuera desde la entalladura 12. La medida deseada de la aproximación puede leerse mediante el indicador 19 que señala a la escala 20. Ahora, la herramienta de fresado 6 se rota alrededor de su eje de giro de herramienta 5, y el movimiento de avance de la herramienta de fresado 6 se realiza al moverse manualmente el cuerpo deslizante 7 a través de la ranura receptora de raíz de paleta 2. De esta manera, se genera una ranura fresada a lo largo de la garra del rotor 4, aspirándose las virutas que se producen. El muelle de retroceso 28 actúa elásticamente sobre la herramienta de fresado 6 durante el mecanizado de fresado. En el caso de que no se desee una tal amortiguación, puede anularse la amortiguación al engranarse el tornillo de presión 32 con el tope 21. El equipo de ajuste 18 se puede justificar a través del tornillo de fijación 23.

10 Usando un equipo de fresado 1, pueden mecanizarse en particular grietas existentes en las garras del rotor 4, por ejemplo, para determinar una profundidad de grieta o para rebajar a fresa una grieta.

15 Aunque la invención se ha ilustrado y descrito en detalle por el ejemplo de realización preferente, la invención no está limitada por los ejemplos revelados y el experto puede deducir de ello otras variaciones, sin abandonar el ámbito de protección de la invención que está definido por las reivindicaciones posteriores. En particular, el ajuste de la herramienta de fresado 6, que se realiza manualmente de acuerdo con la forma de realización anteriormente descrita, también puede controlarse y/o regularse eléctricamente. Aparte de eso, también pueden indicarse la posición o aproximación actuales de la herramienta de fresado y/u otros datos a través de un equipo indicador electrónico no representado con más detalle en la presente, tal como, por ejemplo, la aproximación máxima, el final del mecanizado o similares.

REIVINDICACIONES

1. Equipo de fresado (1) con una herramienta de fresado (6) que rota alrededor de un eje de giro de herramienta (5), presentando el equipo de fresado (1) un cuerpo deslizante (7), estando sujeta la herramienta de fresado (6) sobre un eje pivotante (13) que se extiende transversalmente, en particular perpendicularmente, respecto al eje de giro de herramienta (5) y a través del cuerpo deslizante (7), y estando configurado el cuerpo deslizante (7) y estando seleccionado el posicionamiento de la herramienta de fresado (6) de tal manera que, durante un mecanizado de fresado, se realiza un movimiento de avance por el movimiento manual del cuerpo deslizante (7) y una aproximación por el pivotamiento de la herramienta de fresado (6) alrededor del eje pivotante (13, 14), **caracterizado por que** sobre el cuerpo deslizante (7) están previstas varias piezas de presión de resorte (11) dispuestas de manera distribuida, que resaltan hacia fuera desde el cuerpo deslizante (7) y pueden moverse contra una fuerza de resorte en la dirección del cuerpo deslizante (7).
2. Equipo de fresado (1) según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el cuerpo deslizante (7) está elaborado de plástico.
3. Equipo de fresado (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el cuerpo deslizante (7) está configurado de manera alargada, y por que el cuerpo deslizante (7) presenta una sección transversal fundamentalmente constante a lo largo de su extensión longitudinal.
4. Equipo de fresado (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el cuerpo deslizante (7) presenta resaltes (8) que se extienden a lo largo de la extensión longitudinal del cuerpo deslizante (7) y resaltan perpendicularmente respecto a la extensión longitudinal.
5. Equipo de fresado (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** sobre el cuerpo deslizante (7) está dispuesto un mango (33), en particular sobre una zona superior del cuerpo deslizante (7).
6. Equipo de fresado (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** está previsto un equipo de ajuste (18), que está configurado de tal manera que pueden ajustarse distintas posiciones de pivotamiento de la herramienta de fresado (6).
7. Equipo de fresado (1) según la reivindicación 6, **caracterizado por que** el equipo de ajuste (18) presenta un tope (21) que puede unirse de manera firme al eje pivotante (13, 14) y que resalta hacia fuera desde el eje pivotante (13, 14), cuya posición de pivotamiento se limita por un medio de ajuste, en particular por un tornillo de ajuste (24), pudiendo unirse el tope (21) preferentemente de manera desmontable al eje pivotante (13, 14), en particular a través de al menos un tornillo de fijación (23).
8. Equipo de fresado (1) según la reivindicación 6 o 7, **caracterizado por que** el equipo de ajuste (18) presenta un muelle de retroceso (28), que está unido al eje pivotante (13) a través de un brazo de palanca (29) de tal manera que la fuerza de resorte del muelle de retroceso (28) actúa en la dirección de una posición de pivotamiento ajustada.
9. Equipo de fresado (1) según la reivindicación 8, **caracterizado por que** sobre el cuerpo deslizante (7) está previsto un medio de presión de tal manera que este puede trasladarse alternativamente a una posición en la que anula una amortiguación provocada por el muelle de retroceso (28), estando previsto el medio de presión en particular en forma de un tornillo de presión (32).
10. Equipo de fresado (1) según una de las reivindicaciones 6 a 8, **caracterizado por que** está previsto un equipo indicador, que está configurado de tal manera que indica una posición de pivotamiento ajustada de la herramienta de fresado (6).
11. Equipo de fresado (1) según la reivindicación 10, **caracterizado por que** el equipo indicador comprende un indicador (19), que puede unirse de manera firme al eje pivotante (13), y una escala (20), a la que señala el indicador (19).

12. Equipo de fresado (1) de acuerdo con las reivindicaciones 7 a 11, **caracterizado por que** el tope (21) y el indicador (19) están configurados de una sola pieza.

5 13. Procedimiento para llevar a cabo un mecanizado de fresado en el interior de una ranura de un componente, en particular en el interior de una ranura receptora de raíz de paleta (2) de una turbomáquina, **caracterizado por que** para ello se usa un equipo de fresado (1) según una de las reivindicaciones anteriores, estando adaptada la forma del cuerpo deslizante (7) al menos parcialmente a la forma de la ranura que va a mecanizarse, e insertándose el cuerpo deslizante (7) en la ranura y moviéndose manualmente a través de la ranura durante el mecanizado de fresado.

FIG 1

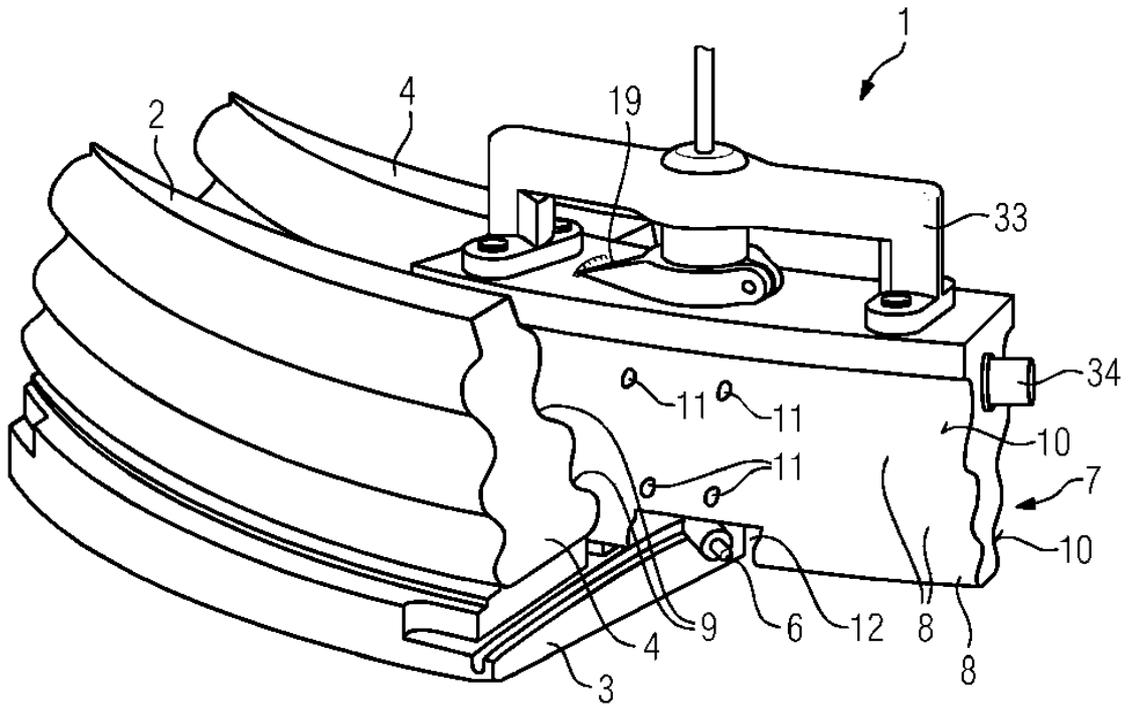


FIG 2

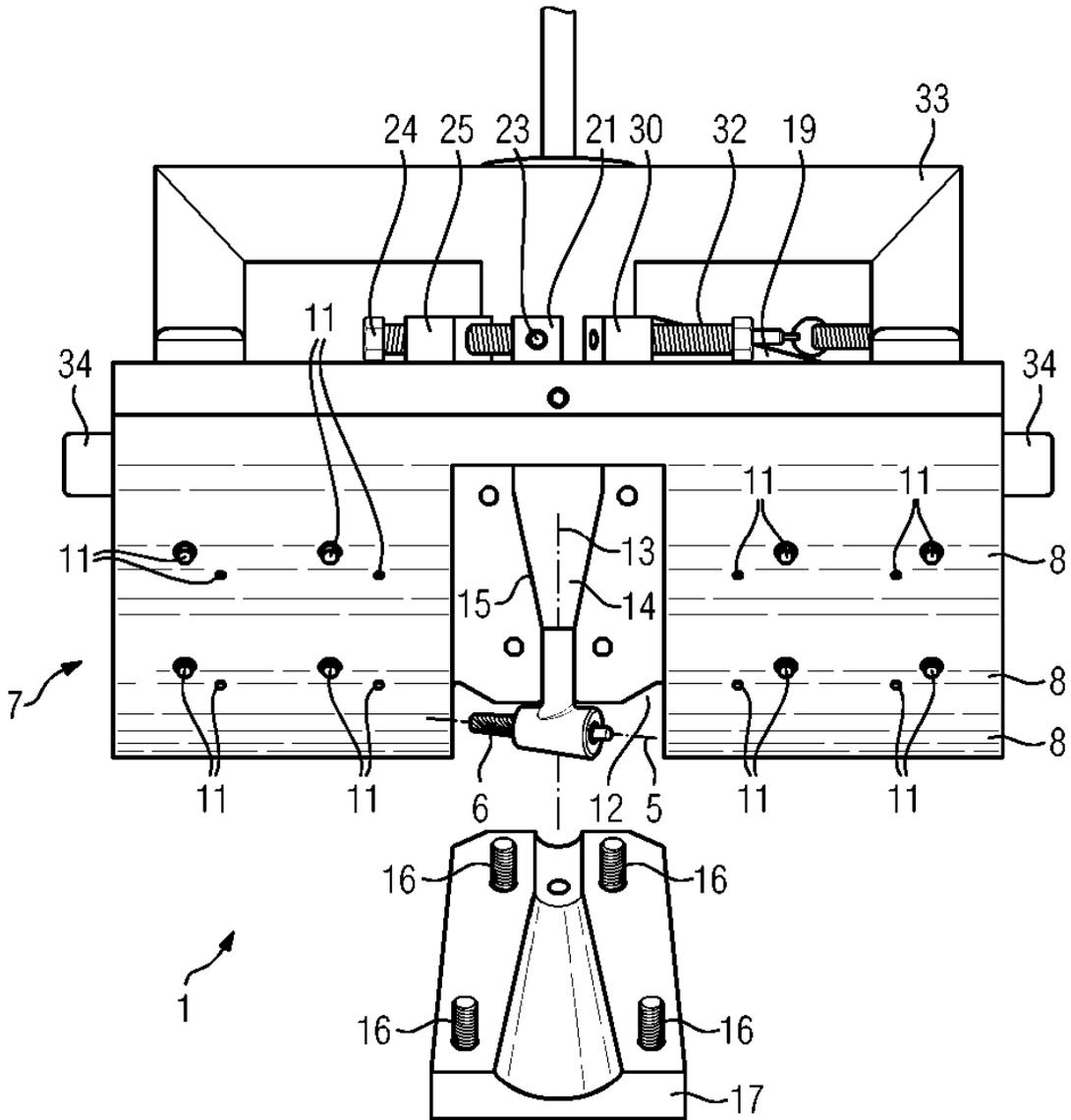


FIG 3

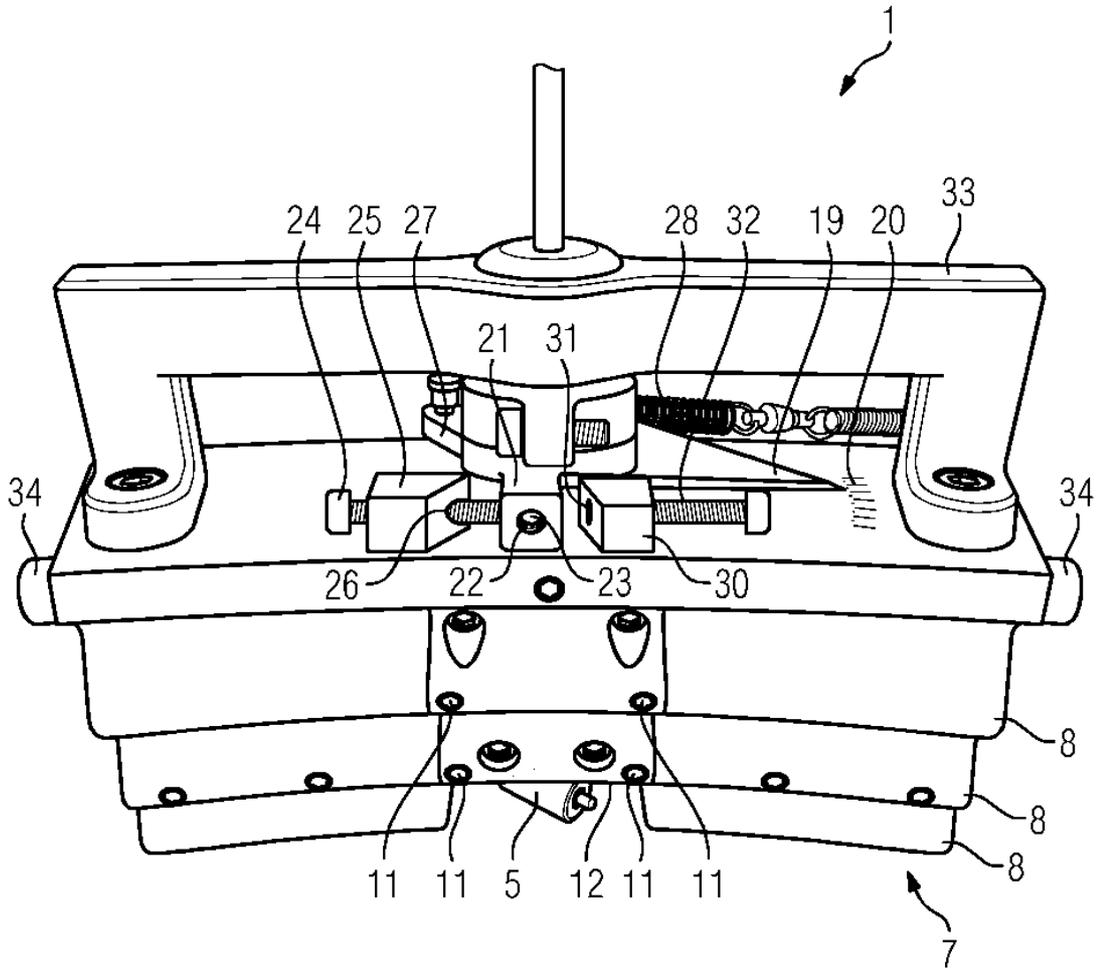


FIG 4

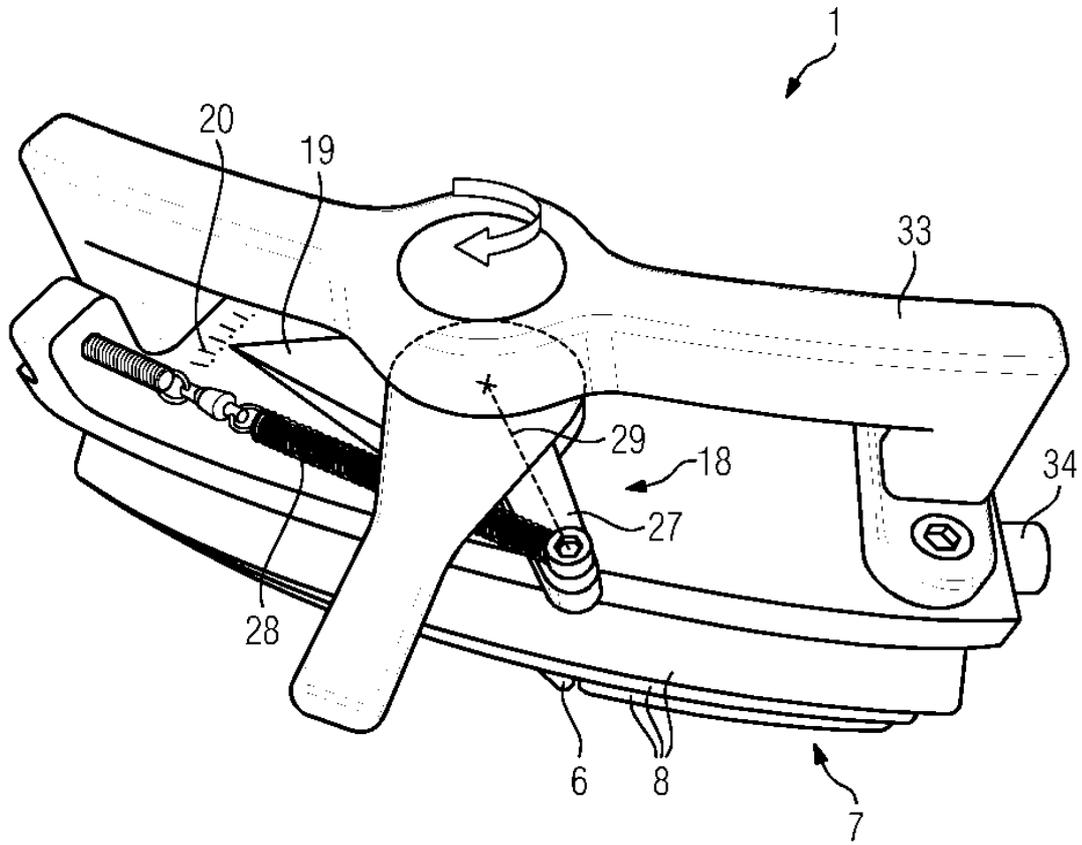


FIG 5

