

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 983 654**

51 Int. Cl.:

B25B 27/02 (2006.01)

B23P 19/027 (2006.01)

F01D 5/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.06.2016 PCT/EP2016/065289**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.02.2017 WO17021074**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.06.2016 E 16734335 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2024 EP 3294500**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de expulsión para expulsar una pala**

30 Prioridad:
06.08.2015 DE 102015215004

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.10.2024

73 Titular/es:
SIEMENS ENERGY GLOBAL GMBH & CO. KG
(100.0%)
Otto-Hahn-Ring 6
81739 München, DE

72 Inventor/es:
MIELICH, KAI

74 Agente/Representante:
CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 983 654 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

Procedimiento y dispositivo de expulsión para expulsar una pala

La presente invención se refiere a un procedimiento para expulsar una pala cuya base de pala se mantiene en una ranura receptora alargada de un disco de rueda. Además, la presente invención se refiere a un dispositivo de expulsión que está diseñado para llevar a cabo dicho procedimiento.

Las turbinas de gas y de vapor comprenden rotores que, en la región del compresor y de la turbina, se componen de una pluralidad de discos de rueda a los que se fijan una pluralidad de palas. Los pies de las palas, que suelen tener forma de cola de milano, se mantienen encajados en ranuras moldeadas de forma correspondiente y formadas en los discos de las ruedas. Las cuchillas están normalmente protegidas contra el desplazamiento axial en las ranuras receptoras correspondientes por medio de placas de protección o mediante el estampado de dos orejetas de protección en los extremos de la ranura receptora respectiva.

Durante el funcionamiento, las palas están expuestas a grandes esfuerzos y, por lo tanto, están sujetas a desgaste, razón por la cual deben sustituirse o repararse después de determinados intervalos de tiempo de funcionamiento como parte de una revisión. Para ello, en una primera etapa se extrae el rotor de la carcasa de la turbomáquina. A continuación, el rotor se disgrega para separar los discos de rueda individuales con las palas fijadas a ellos. A continuación, se extraen las palas de los respectivos discos de rueda. Según una variante conocida, un disco de rueda se coloca primero horizontalmente con el buje sobre un soporte. A continuación, dos operarios extraen las palas una tras otra utilizando un perno de cobre y golpes de martillo correspondientes. Un operario sujeta el perno de cobre, que suele estar envuelto en un paño de limpieza, y lo coloca en la base de la pala. El segundo operario golpea el perno de cobre con un mazo de 5 o 10 kg de peso. Se necesitan entre 20 y 25 golpes para expulsar una pala, dependiendo del tamaño de la base de la pala y de la altura de la pala, así como del sobredimensionamiento en el ajuste y el tiempo de funcionamiento de la turbomáquina. El esfuerzo físico del operario y el riesgo de lesiones son elevados. El disco de la rueda y la pala también pueden dañarse fácilmente durante la expulsión manual. En particular, pueden producirse estrías en la base de la pala y en las superficies de contacto de la ranura receptora. Estas estrías surgen cuando las zonas soldadas en frío del disco de la rueda y la base de la pala se desplazan una contra otra bajo una fuerza excesiva. Dependiendo de la gravedad del diagnóstico no puede excluirse una sustitución obligatoria del disco de la rueda, lo que conlleva unos costes elevados. Otra desventaja es que el rotor, en cuyos discos de rueda se sujetan las palas, debe desmontarse y disgregarse antes de poder expulsar las palas, lo que requiere mucho tiempo. Además, suele ser necesario un aparato especial para desmontar y disgregar el rotor, que a menudo no está disponible *in situ* y, por lo tanto, debe suministrarse.

En una variante alternativa conocida, las palas también pueden expulsarse mediante un dispositivo de expulsión. Por ejemplo, el documento WO 2012/167824 A1 divulga un dispositivo de expulsión que comprende un bastidor, una mesa giratoria, una unidad de impacto sujeta al bastidor con un punzón de expulsión y un mecanismo de impacto que actúa sobre el punzón de expulsión. Sin embargo, al utilizar un dispositivo de expulsión de este tipo también existe el riesgo de que se produzcan las estrías descritas anteriormente. Al igual que en el caso de la expulsión manual, también es necesario desmontar y disgregar el cursor.

Basándose en este estado de la técnica, es objetivo de la presente invención crear un procedimiento alternativo y un dispositivo de expulsión alternativo del tipo mencionado anteriormente.

Para lograr este objetivo, la presente invención proporciona un procedimiento para expulsar una pala cuya base de pala se mantiene en una ranura receptora alargada de un disco de rueda dispuesto en un rotor apilado, en cuyo caso el procedimiento comprende las etapas de a) proporcionar un dispositivo de expulsión que tiene un punzón de expulsión accionado por medio de un cilindro hidráulico; b) posicionar el dispositivo de expulsión entre dos discos de rueda adyacentes del rotor de tal manera que un eje longitudinal del punzón de expulsión esté alineado con la ranura receptora de la pala a expulsar; c) fijar una presión máxima con la que se puede presurizar el cilindro hidráulico; d) extender el punzón de expulsión de manera que el punzón de expulsión presione con presión creciente contra la base de la pala que se va a expulsar; e) reducir la presión en cuanto haya alcanzado la presión máxima; y f) repetir cíclicamente las etapas d) y e) hasta que la pala se extraiga de la ranura receptora.

Una ventaja significativa del procedimiento según la invención es que la presión hidráulica necesaria para expulsar una pala se proporciona de forma cíclica o pulsante cuando se llevan a cabo las etapas d) y e). Esto tiene la ventaja de que la fuerza a aplicar para expulsar una pala del disco de la rueda no se aplica de manera uniformemente creciente hasta que la conexión se suelta, sino que la fuerza de separación se reduce aplicando una fuerza pulsante a la base de la pala, en cuyo caso la expulsión de la pala se ve favorecida adicionalmente por esta excitación oscilatoria. Esto va de la mano con la ventaja significativa de que las zonas soldadas en frío del disco de la rueda y la base de la pala se sueltan mucho más fácilmente sin que se produzcan estrías.

Según una configuración de la presente invención, la ranura receptora está inclinada con respecto a una dirección axial del rotor. Debido al hecho de que en la etapa b) el eje longitudinal del punzón de expulsión está

posicionado en alineación con la ranura receptora, las superficies de contacto de la ranura receptora no están cargadas durante la expulsión de la pala incluso con tal inclinación.

Preferiblemente, la presión máxima es de al menos 150 bares, más preferiblemente de al menos 200 bares o de al menos 300 bares.

5 Según una variante del procedimiento según la invención, la presión se reduce en la etapa e) hasta que ha alcanzado una presión mínima preestablecida, tras lo cual la presión se aumenta de nuevo en la etapa d) subsiguiente. Preferiblemente, la presión máxima es de al menos 80 bares por encima de la presión mínima, aun mejor de al menos 100 bares.

10 Según otra variante del procedimiento según la invención, la presión se reduce durante un periodo de tiempo predeterminado en la etapa e), tras lo cual la presión se aumenta de nuevo en la etapa d) subsiguiente.

Ventajosamente, las etapas d) y e) se repiten con un tiempo de ciclo en el rango de 2 Hz a 10 Hz. Gracias a tal tiempo de ciclo, las palas pueden ser expulsadas en un periodo de tiempo muy corto.

15 Preferiblemente, el procedimiento se lleva a cabo en un estado en el que el rotor apilado se aloja en una carcasa de una turbomáquina, lo que reduce significativamente el esfuerzo y el tiempo necesarios para expulsar las palas.

20 Para resolver el problema anteriormente mencionado, la presente invención también proporciona un dispositivo de expulsión para llevar a cabo un procedimiento según la invención, que comprende una bomba electrohidráulica conectada a un depósito de aceite, un cilindro hidráulico conectado a la bomba a través de una válvula conmutable, un punzón de expulsión que está conectado operativamente a un vástago de pistón del cilindro hidráulico de tal manera que es movido por el vástago de pistón en la dirección de su eje longitudinal, tan pronto como el cilindro hidráulico es presurizado por la bomba, y un control de bomba que está configurado de tal manera que conmuta la válvula para reducir la presión tan pronto como la presión ha alcanzado una presión máxima preestablecida, y que conmuta la válvula para aumentar la presión tan pronto como la presión ha alcanzado una presión mínima preestablecida, o tan pronto como ha transcurrido un período de tiempo predeterminado.

Preferiblemente, el cilindro hidráulico está fijado a una carcasa en la que sobresale el vástago del pistón y de la que sobresale el punzón de expulsión, que puede extenderse y retraerse.

30 Ventajosamente, el eje longitudinal del punzón de expulsión (15) y una pared de la carcasa, de la que sobresale el punzón de expulsión (15), definen un ángulo diferente de 90°. En otras palabras, el punzón de expulsión sobresale oblicuamente de la carcasa, correspondiendo al ángulo de la ranura de la pala con respecto al eje del rotor en el que se mantiene la pala a expulsar.

35 Ventajosamente, en la carcasa está dispuesto un mecanismo que convierte el movimiento rectilíneo del vástago de pistón en un movimiento rectilíneo del punzón de expulsión, en cuyo caso las direcciones de movimiento del vástago de pistón y del punzón de expulsión son diferentes. Esto es ventajoso en que el dispositivo de expulsión puede construirse muy estrechamente en la dirección de movimiento del punzón de expulsión, de modo que el dispositivo de expulsión según la invención puede colocarse entre dos discos de rueda de un rotor apilado.

40 Preferiblemente, el mecanismo comprende un primer cuerpo que está fijado al vástago de pistón y define una primera superficie inclinada, un segundo cuerpo que está montado fijamente dentro de la carcasa y define una segunda superficie inclinada, y un tercer cuerpo que está conectado fijamente al punzón de expulsión o lo define y define una tercera y una cuarta superficie inclinada, en cuyo caso la tercera superficie inclinada hace tope y se guía contra la primera superficie inclinada y la cuarta superficie inclinada hace tope y se guía contra la segunda superficie inclinada. De este modo, se consigue una estructura muy sencilla.

45 Otras características y ventajas de la presente invención quedarán claras a partir de la siguiente descripción de un dispositivo de expulsión según una forma de realización de la presente invención, con referencia al dibujo adjunto. En este:

La figura 1 es una vista esquemática de un dispositivo de expulsión según una forma de realización de la presente invención;

La figura 2 es una vista en perspectiva de una carcasa mostrada en la figura 1, en la que está dispuesto un cilindro hidráulico y del que sobresale un punzón de expulsión;

50 La figura 3 es otra vista en perspectiva de la carcasa mostrada en la figura 2; para una mejor visualización no se muestra una cubierta de la carcasa;

La figura 4 es una vista en perspectiva de la carcasa mostrada en las figuras 2 y 3 en un estado en el que está fijada a un disco de rueda para expulsar una pala; y

La figura 5 es un diagrama que muestra la progresión esquemática de una presión aplicada al cilindro hidráulico por una bomba hidráulica mostrada en la figura 1 para expulsar la pala mostrada en la figura 4.

La figura 1 muestra un dispositivo de expulsión 1 según una forma de realización de la presente invención, que se utiliza para expulsar una pala 2 cuya base de pala 3 se mantiene en una ranura receptora alargada 4 de un disco de rueda 5, como se explicará con más detalle a continuación con referencia a las figuras 4 y 5. El dispositivo de expulsión 1 comprende una bomba electrohidráulica 6, que está conectada a un depósito de aceite 7, que en el presente caso tiene un volumen de depósito de 20 dm³. La bomba 6 tiene una presión máxima de funcionamiento de 700 bares con una válvula regulable limitadora de presión, un caudal de 0,55 l/min, una potencia de motor de 0,75 kW y una tensión de motor de 230 V, en cuyo caso, en principio, también pueden utilizarse otras bombas adecuadas de características similares. La bomba 6 está conectada a un cilindro hidráulico 9 a través de una válvula conmutable 8, en este caso una electroválvula de 3/3 vías, que realiza las funciones de extensión, parada y retracción. Entre la válvula 8 y el cilindro hidráulico 9 se ha dispuesto un manómetro 10 que detecta la presión aplicada al cilindro hidráulico 9. El cilindro hidráulico 9 está fijado al lado frontal 11 de una carcasa 12 alargada, esencialmente rectangular, de tal manera que su vástago de pistón 13 sobresale en el interior de la carcasa 12. Un punzón de expulsión 15 que sobresale oblicuamente de una superficie lateral 14 de la carcasa 12 está conectado al vástago de pistón 13 mediante un mecanismo 16 dispuesto en el interior de la carcasa 12. El mecanismo 16 comprende un primer cuerpo 17 que está fijado al vástago de pistón 13 y define una primera superficie inclinada 18 en la que está formada una primera guía 19. Además, el mecanismo 16 comprende un segundo cuerpo 17 que está fijado al vástago 13 y define una primera superficie inclinada 18 en la que está formada una primera guía 19. Además, el mecanismo 16 comprende un segundo cuerpo 20 que está fijado dentro de la carcasa 12 y define una segunda superficie inclinada 21 que se extiende perpendicularmente a la primera superficie inclinada 18 del primer cuerpo 17 y está provista de una segunda guía 22. Además, el mecanismo 16 comprende un tercer cuerpo 23 que está fijado fijamente al punzón de expulsión 15 o formado integralmente con él. El tercer cuerpo 23 tiene una tercera superficie inclinada 24 y una cuarta superficie inclinada 25, en cuyo caso la tercera superficie inclinada 24 se apoya contra la primera superficie inclinada 18 y la cuarta superficie inclinada 25 se apoya contra la segunda superficie inclinada 21 y se guía a lo largo de la guía respectiva 19, 22. Además, el dispositivo de expulsión 1 comprende un control de bomba 26.

Para expulsar una pala 2 de la ranura receptora 4 asociada, el dispositivo de expulsión 1 o su carcasa 12 se posiciona primero entre dos discos de rueda 5 de un rotor apilado dispuesto en una turbomáquina de tal manera que el eje longitudinal del punzón de expulsión 15 se alinea con la ranura receptora 4. En el presente caso, también se inserta una placa de compensación 27 entre la carcasa 12 del dispositivo de expulsión 1 y el disco de rueda 5 del que no se va a expulsar ninguna pala 2, a fin de rellenar un hueco que queda entre la carcasa 12 y el disco de rueda 5. En una etapa posterior, se fijan una presión mínima p_{\min} y una presión máxima p_{\max} en el control de la bomba 26. En el presente caso, la presión mínima p_{\min} es de 380 bares y la presión máxima p_{\max} es de 500 bares, aunque en principio también pueden fijarse otros valores de presión. En una etapa posterior, el punzón de expulsión 15 se extiende y se presiona contra la base de la pala 3 con una presión creciente conectando la bomba 6 y el cilindro hidráulico 9 mediante e, accionamiento correspondiente de la válvula 8. La presión sigue aumentando hasta que el manómetro 10 detecta la presión máxima p_{\max} . Si la pala aún no ha sido expulsada en este estado, la presión se reduce de nuevo mediante el control de la bomba 26 conmutando correspondientemente la válvula 8 hasta que la presión alcanza la presión mínima preestablecida p_{\min} , que a su vez es detectada por el manómetro 10. A continuación, la presión vuelve a aumentar hasta alcanzar la presión máxima p_{\max} , como se muestra esquemáticamente en la figura 5. Este ciclo se repite con un tiempo de ciclo en el intervalo de 2 Hz a 10 Hz hasta que la base de la pala 3 se expulsa completamente de la ranura receptora 4 del disco de la rueda 5. A continuación, la válvula 8 se desplaza a su posición central.

Debido al hecho de que la presión hidráulica requerida para expulsar una pala 2 se proporciona de manera pulsante y que la fuerza ejercida por el punzón de expulsión 15 sobre la base de la pala 3 actúa en la dirección de extensión de la ranura receptora 4, solo se requiere una pequeña fuerza para romper la conexión entre la pala 2 y el disco de rueda 5. Esto conlleva la gran ventaja de que las zonas soldadas en frío del disco de rueda y de la base de la pala pueden desprenderse fácilmente sin que se produzcan estrías. Otra ventaja es que el proceso puede llevarse a cabo con el rotor apilado y montado en la turbomáquina gracias a la pequeña carcasa 12, es decir, *in situ*, lo que supone un gran ahorro de tiempo y dinero.

Cabe señalar que, según una variante del procedimiento de expulsión según la invención, la válvula 8 también puede reducirse tras alcanzar la presión máxima p_{\max} y luego volver a aumentarse tras transcurrir un periodo de tiempo predeterminado Δt , es decir, en función del tiempo y no de una presión mínima p_{\min} .

Aunque la invención se ha ilustrado y descrito con más detalle mediante el ejemplo de realización preferido, la invención no está limitada por los ejemplos divulgados.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de expulsión de una pala (2),
cuya base de pala (3) se mantiene en una ranura receptora alargada (4) de un disco de rueda (5) dispuesto en un rotor apilado;
- 5 el procedimiento comprende las etapas de
- a) proporcionar un dispositivo de expulsión (1) que tiene un punzón de expulsión (15) accionado mediante un cilindro hidráulico (9);
- b) posicionar el dispositivo de expulsión (1) entre dos discos de rueda (5) adyacentes del rotor de forma que un eje longitudinal del punzón de expulsión (15) esté alineado con la ranura receptora (4) de la pala (2) a
10 expulsar;
- c) ajustar una presión máxima (p_{max}) con la que se puede presurizar el cilindro hidráulico (9);
- d) extender el punzón de expulsión (15) de manera que el punzón de expulsión (15) presione con presión creciente contra la base de la pala (3) de la pala (2) a expulsar
- e) reducir la presión tan pronto como se haya alcanzado la presión máxima (p_{max});
- 15 f) repetir cíclicamente las etapas d) y e) hasta que la pala (2) sea expulsada de la ranura receptora (3).
2. Procedimiento según la reivindicación 1,
caracterizado porque
la ranura receptora (4) está inclinada con respecto a una dirección axial del rotor.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2,
20 caracterizado porque
la presión máxima (p_{max}) es de al menos 150 bares, aun mejor de al menos 200 bares o de al menos 300 bares.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado porque
25 en la etapa e) se reduce la presión hasta alcanzar una presión mínima preestablecida (p_{min}), tras lo cual se vuelve a aumentar la presión en la etapa d) siguiente.
5. Procedimiento según la reivindicación 4,
caracterizado porque
la presión máxima (p_{max}) es al menos 80 bares superior a la presión mínima (p_{min}), preferiblemente al menos 100 bares.
- 30 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3,
caracterizado porque
en la etapa e) se reduce la presión durante un periodo de tiempo predeterminado (Δt), tras lo cual se vuelve a aumentar la presión en la etapa siguiente d).
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,
35 caracterizado porque
las etapas d) y e) se repiten con un tiempo de ciclo comprendido entre 2 Hz y 10 Hz.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado porque
40 el procedimiento se lleva a cabo en un estado en el que el rotor apilado se aloja en una carcasa de una turbomáquina.

9. Dispositivo de expulsión (1), para llevar a cabo un procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,

5 que tiene una bomba electrohidráulica (6) que está conectada a un depósito de aceite (7), un cilindro hidráulico (9) conectado a la bomba (6) a través de una válvula conmutable (8), un punzón de expulsión (15) que está conectado operativamente a un vástago de pistón (13) del cilindro hidráulico (9) de tal manera que es movido por el vástago de pistón (13) en la dirección de su eje longitudinal tan pronto como el cilindro hidráulico (9) es presurizado por la bomba (6), y un control de la bomba (26) que está configurado de tal manera que conmuta la válvula (8) para reducir la presión tan pronto como la presión haya alcanzado una presión máxima (p_{max}) preestablecida, y que conmuta la válvula (8) para aumentar la presión tan pronto como la presión haya alcanzado una presión mínima (p_{min}) preestablecida, o tan pronto como haya transcurrido un período de tiempo (Δt) predeterminad.

10. Dispositivo de expulsión (1) según la reivindicación 9,

caracterizado porque

15 el cilindro hidráulico (9) está fijado a una carcasa (12) en la que sobresale el vástago de pistón (13) y de la que sobresale el punzón de expulsión (15).

11. Dispositivo de expulsión (1) según reivindicación 10,

caracterizado porque

el eje longitudinal del punzón de expulsión (15) y una pared de la carcasa, de la que sobresale el punzón de expulsión (15), definen un ángulo diferente de 90° .

20 12. Dispositivo de expulsión (1) según la reivindicación 10 u 11,

caracterizado porque

en la carcasa (12) está dispuesto un mecanismo (16) que convierte el movimiento rectilíneo del vástago de pistón (13) en un movimiento rectilíneo del punzón de expulsión (15), siendo las direcciones de movimiento diferentes.

25 13. Dispositivo de expulsión (1) según reivindicación 12,

caracterizado porque

30 el mecanismo (16) comprende un primer cuerpo (17) que se fija al vástago (13) y define una primera superficie inclinada (18), un segundo cuerpo (20) que se fija dentro de la carcasa (12) y define una segunda superficie inclinada (21), y un tercer cuerpo (23) conectado fijamente al punzón de expulsión (15) o que lo define, el cual define una tercera y una cuarta superficie inclinada (24, 25),

en cuyo caso la tercera superficie inclinada (24) se apoya y se guía contra la primera superficie inclinada (18) y la cuarta superficie inclinada (25) se apoya y se guía contra la segunda superficie inclinada (21).

FIG 1

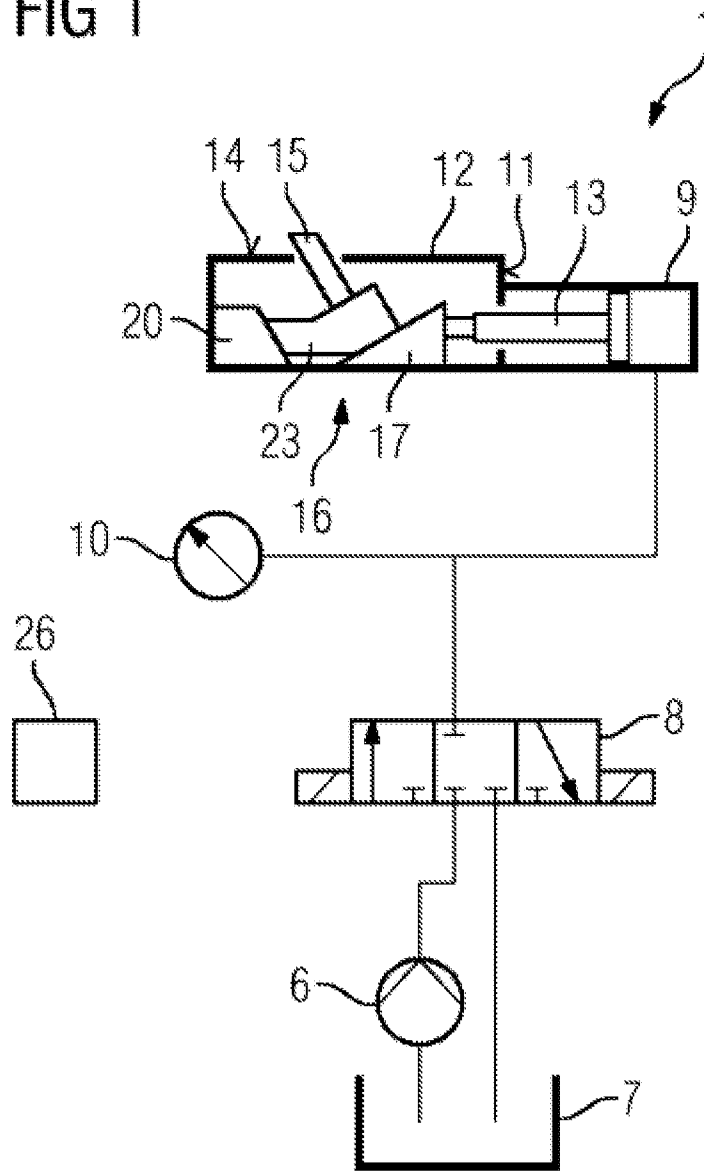


FIG 2

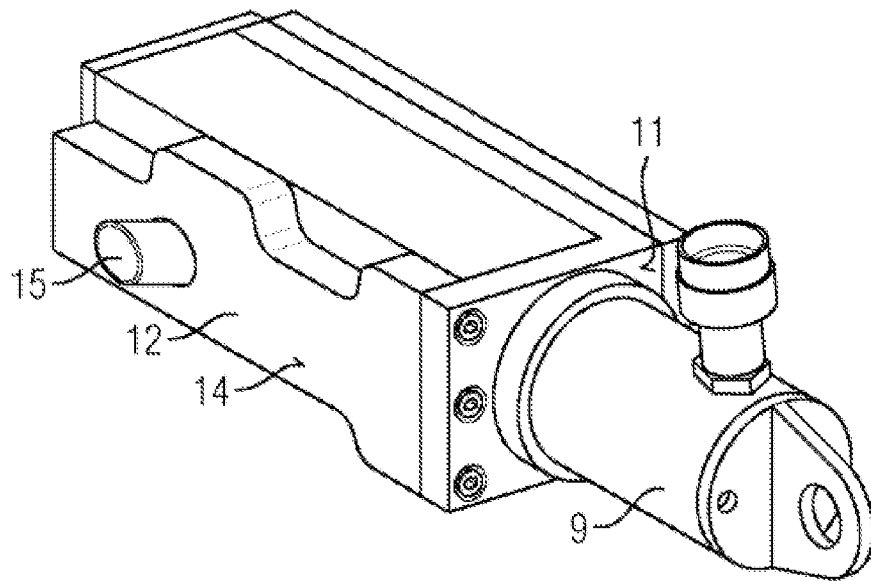


FIG 3

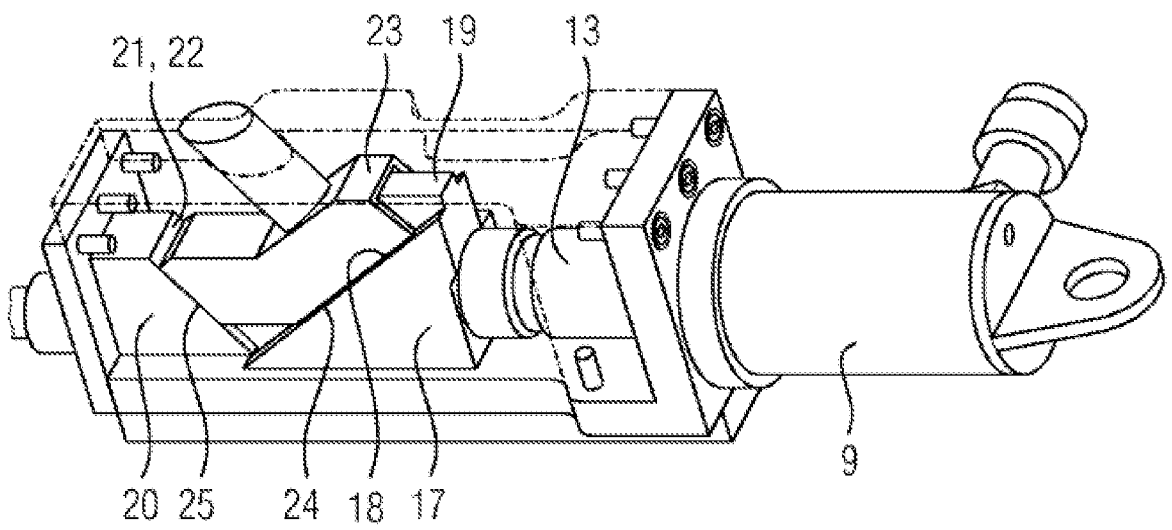


FIG 4

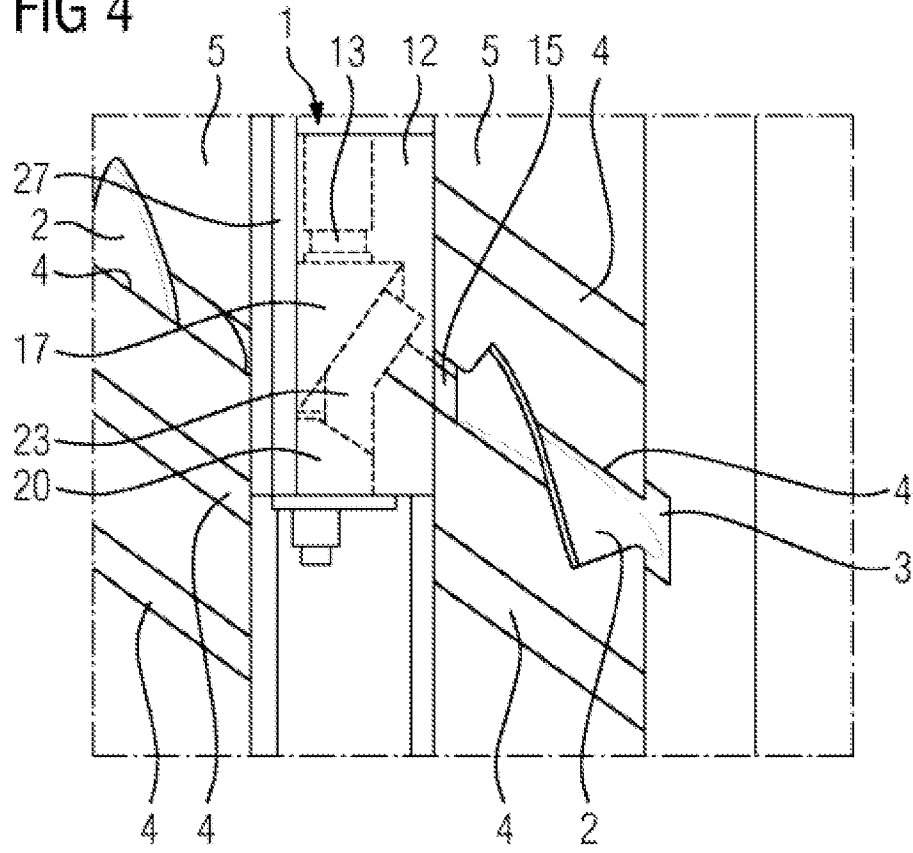


FIG 5

