

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 596 366**

51 Int. Cl.:

B23C 3/18 (2006.01)

B23C 3/30 (2006.01)

B23C 3/34 (2006.01)

B23P 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.02.2010** E 10154190 (2)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.07.2016** EP 2275218

54 Título: **Procedimiento para la mecanización del rotor de una turbina así como un dispositivo para ejecutar el procedimiento**

30 Prioridad:

14.07.2009 DE 102009033234

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

09.01.2017

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC TECHNOLOGY GMBH
(100.0%)
Brown Boveri Strasse 7
5400 Baden, CH**

72 Inventor/es:

**STORCH, WILFRIED;
FIEDLER, STEFAN;
HEUCKE, BJOERN;
SCHWAAR, MICHAEL;
JAEHNERT, THOMAS y
GNIRSS, GÜNTER**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 596 366 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 para la mecanización del rotor de una turbina así como un dispositivo para ejecutar el procedimiento

Campo técnico

5 La presente invención se refiere al campo de la técnica de turbinas. Se refiere a un procedimiento para la mecanización de ranuras previstas para el alojamiento de palas, en particular ranuras de abeto, en un rotor de una turbina según el preámbulo de la reivindicación 1.

Estado de la técnica

10 La fijación de las palas extremas insertadas en el rotor de una turbina de vapor de baja presión con patas de tipo de abeto está muy cargada. En la figura 1 se reproduce un ejemplo del rotor 10 de una turbina de vapor de baja presión con una pala de rodadura ejemplar 19. La pala de rodadura 19 está insertada en una ranura de abeto 13 curvada, que se extiende en dirección axial (eje 12) en el disco del rotor 11. Las ranuras de tipo de abeto curvadas 13 con los dientes 14 dispuestos en medio se reproducen ampliados en la figura 2. En sus flancos, las ranuras de abeto 13 presentan dientes (15 en las figuras 3 y 4) colocados superpuestos, entre las cuales se encuentra, respectivamente, un fondo de dientes (16 en las figuras 3 y 4). En la publicación DE-A1-10 2007 055 842 se publica - lo mismo que
15 en el documento WO-A1-01/96055 - por ejemplo un procedimiento para la fabricación de tales ranuras de abeto. Un procedimiento según el preámbulo de la reivindicación 1 se conoce a partir de EP 1 500 453 A1.

20 En función del tipo de marcha de las turbinas, se pueden producir grietas en las ranuras de abeto 13. Especialmente en las ranuras de abeto de la última y de la penúltima series de rodadura en rotores de turbina de baja presión de tipos de turbinas que se encuentran en el mercado, se conocen los llamados daños de grietas y son inevitables en el diseño actual de las ranuras. Las grietas se propagan después de la fase de incubación y conducen después de alcanzar una profundidad determinada de la grieta a la creación inestable de la grieta con riesgo funcional máximo posible para la seguridad funcional de los rotores. Por tanto, no son aceptables grietas en ranuras de abeto de árboles de turbinas.

25 La prevención actual frente al fallo del componente consiste en la inspección cíclica del componente. En este caso, las profundidades supercríticas de las grietas constatadas son fresadas para disolver las tensiones elevadas en las puntas de las grietas con potencial de crecimiento. El fresado se realiza, en parte, manualmente con gasto de tiempo considerable e inseguridad cualitativa y exclusivamente en ranuras de abeto curvadas con una fresadora de potencia erosiva reducida conectada a una trayectoria de guía de la flexión de la ranura. Especialmente se emplea a tal fin un andamio de trabajo o andamio de aparato alrededor y/o cubriendo el componente, lo que requiere un gasto
30 alto de aparatos y de montaje para la realización del procedimiento.

Representación de la invención

35 Por tanto, el cometido de la invención es liberar de grietas o bien mantener libre de grietas el fondo de la ranura y los flancos de la ranura especialmente de ranuras de abeto por medio de técnica de aparatos altamente productiva y no limitada a la trayectoria de la ranura. En particular, debe generarse un fondo de ranura, que está libre de grietas y a tal fin se utiliza una técnica de procedimiento, que se activa sin limitación a través del contorno y la trayectoria de ranuras de abeto amenazadas de grietas, sin modificar o renovar el contorno de la ranura en su concepción de diseño.

40 El cometido se soluciona a través de la totalidad de las características de la reivindicación 1. En las ranuras o bien en las ranuras de abeto se erosiona material por medio de un dispositivo de fresado controlado por programa w, introduciendo el dispositivo de fresado con una herramienta de fresado en la ranura o bien ranura de abeto, que se conduce por un aparato de posicionamiento de la fresadora libremente móvil en el espacio a lo largo de los lugares a mecanizar en la ranura o bien en la ranura de abeto.

45 Es esencial para la invención que en primer lugar se investigue la presencia de grietas en las ranuras o bien ranuras de abeto, que las ranuras o bien ranuras de abeto afectadas con grietas sean supervisadas con una cabeza de exploración, que seleccione, respectivamente, una fresadora adaptada a la forma de la grieta, que se determine la profundidad de la región a mecanizar para la eliminación de la grieta, y que se erosione la región que contiene la grieta de conformidad del contorno de la ranura explorado hasta la profundidad predeterminada con la fresadora seleccionada.

50 Con preferencia, para la exploración de las ranuras o bien ranuras de abeto afectadas con grietas, se desplaza la cabeza de exploración por medio del aparato de posicionamiento de la fresadora.

Otra configuración de la invención se caracteriza por que la fresadora se conduce a lo largo de un contorno de trayectoria de ranura, sin modificar, en general, la forma de la ranura o bien de la ranura de abeto.

Otra configuración de la invención se caracteriza por que la fresadora se acciona y/o se mueve a través de una

unidad de accionamiento dispuesta fuera de la ranura o bien ranura de abeto.

Además, puede ser ventajoso que para la mecanización de la zona que contiene la grieta se utilicen sucesivamente varias fresadoras con diferentes cabezas de corte y/o formas de herramientas.

5 De la misma manera es concebible que la fresadora se mueva controlada por programa en la ranurada o bien ranura de abeto en varios planos.

10 Otra configuración del procedimiento según la invención se caracteriza por que el rotor sea alojado descansando sobre medios de cojinete, y por que el dispositivo de frenado con la fresadora mecaniza la ranura o bien ranura de abeto desde abajo y desde el lado, de manera que las fuerzas de mecanización del proceso de fresado son absorbidas sin amarre adicional del componente por la masa del rotor. De esta manera se puede reducir al mínimo el gasto técnico de aparatos y el gasto que influye en el proceso de reparación, de manera que el proceso de reparación se puede realizar en caso necesario en el lugar de empleo de la turbina.

Breve explicación de las figuras

A continuación se explica en detalle la invención con la ayuda de ejemplos de realización con el dibujo. En este caso:

15 La figura 1 muestra un ejemplo de un rotor de una turbina de vapor de baja presión con una pala de rodadura, que está insertada en una ranura de abeto curvada, que se extiende en dirección axial en el disco de rotor.

La figura 2 muestra en una vista ampliada varias de las ranuras de abeto distribuidas de manera uniforme sobre la periferia del disco de rotor de la figura 1.

20 La figura 3 muestra en una representación esquemática la exploración de una ranura de abeto afectada con una grieta con una cabeza de exploración guiada por un aparato de posicionamiento de la fresadora móvil por todos los lados según un ejemplo de realización de la invención.

La figura 4 muestra en una representación esquemática comparable a la figura 3 el fresado de la región que contiene la grieta a lo largo del contorno de la ranura explorada anteriormente; y

25 La figura 5 muestra en una representación muy esquemática un dispositivo para la mecanización de las ranuras afectadas por grietas desde abajo y desde el lado según un ejemplo de realización de la invención.

Modos de realización de la invención

Con la presente invención es posible generar un fondo de ranura, que está libre de grietas, en el que se utiliza una técnica de procedimiento, que se puede emplear sin limitación a través del contorno y de la trayectoria de las ranuras afectadas con grietas sin modificar o renovar el contorno de la ranura en su concepción de diseño.

30 La solución según la invención se determina a través de un proceso de fresado por medio de una fresadora adaptada en la medida a la forma de la grieta de la ranura, que se conduce por una guía de herramienta controlable hasta cinco ejes (aparato de posicionamiento de la fresadora 17 en las figuras 3 y 4) a lo largo del contorno de la grieta y su ajuste de la profundidad durante el proceso de fresado se adapta a la profundidad de la grieta y se eliminan las grietas posibles en ranuras de abeto.

35 El fondo de ranura nuevo libre de grietas se estima determinando en primer lugar el estado actual de los daños, es decir, identificando las grietas existentes. Entonces se adapta el contorno de la fresadora al tipo y forma de las grietas. Según la figura 3, por medio de una cabeza de exploración 18 se explora el contorno de la ranura afectado con una grieta 21 con un aparato de posicionamiento de la fresadora 17 controlable con varios ejes, que tanto se puede desplazar en las tres direcciones espaciales como también se puede pivotar en diferentes direcciones (flechas en la figura 3) y está en conexión con un control 23, que controla el movimiento y registra el contorno explorado de la ranura. El contorno de la ranura registrado por la cabeza de exploración 18 se completa por una profundidad, hasta la que debe erosionarse el material en la zona de la grieta 21, para eliminar la grieta 21 con seguridad (zona de mecanización de trazos 22 en las figuras 3 y 4).

45 Una sustitución siguiente de la cabeza exploradora 18 por una fresadora 20 adaptada en la medida a la forma de la grieta (figura 4) y se guía a lo largo del desarrollo de la grieta posibilita su fresado libremente configurable en el espacio sin modificación de la ranura de abeto 13 en general. En este caso, se conduce sobre la zona de la grieta a mecanizar en el fondo de la ranura de abeto 13 una cabeza de fresa giratoria para el proceso de erosión de la superficie del fondo de la ranura afectada con grieta como herramienta. La fresadora 20 se conduce a tal fin a lo largo del contorno de la trayectoria de la ranura de abeto previamente programada, de manera que éste no es afectado por el proceso de erosión.

50 La fresadora 20 se mueve de forma programada controlada a través de una unidad de accionamiento adecuada, que

está fijada en la ranura, en varios planos en la ranura. A través de una dotación variable de la herramienta con diferentes cuerpos de corte o diferentes formas de la herramienta se pueden variar la rugosidad superficial de las zonas de mecanización y el perfil de erosión de la superficie. La unidad de accionamiento puede ser un motor controlable en el número de revoluciones aplicado desde el exterior (fuera de la ranura).

- 5 Para la exploración del contorno de la ranura y el fresado de las grietas es especialmente adecuado un dispositivo libremente posicionable para el movimiento o posicionamiento en cinco ejes, como se publica y describe en detalle en la publicación WO-A1-03/037562.

10 En la práctica, se amarra horizontal un rotor, que debe repararse debido a grietas en la superficie de la ranura de abeto de una turbina de vapor de baja presión (ver la figura 1). Una fresadora (20 en la figura 1) se conduce a lo largo del fondo de la ranura de abeto 13 afectado con grietas y se acciona con motor, resultando un proceso de erosión en las superficies de contacto entre la herramienta de trabajo y el fondo de la ranura como superficie a mecanizar. La superficie de los flancos de la ranura erosionada de manera definida en contorno y profundidad es el objetivo del proceso de erosión, de manera que la profundidad de la superficie a erosionar se predetermina a través de la profundidad de la grieta determinada previamente o durante el proceso de erosión.

15 La fresadora 20 mecaniza en este caso una superficie de la ranura delimitada por el espacio de movimiento del aparato de posicionamiento de la fresadora 17 a lo largo de la superficie que delimita la ranura. Para liberar todas las ranuras afectadas con grietas por medio de erosión de mecanización de las mismas se realiza un cambio de posición gradual del ajuste del rotor 10 y de la fresadora 20 de manera ventajosa por medio de un disco plano con división que acciona el árbol del rotor.

20 El procedimiento según la invención se puede realizar de manera especialmente sencilla y con gasto reducido considerablemente así como, dado el caso, en el lugar de empleo del rotor, cuando se emplea una configuración según la figura 5. El rotor 24 está soportado en este caso por encima del suelo sobre dos soportes de cojinete 25 y 26, de manera que los discos de rotor 11 a mecanizar son accesibles con sus ranuras de las palas en toda la periferia desde abajo o desde el lado. En el ejemplo de la figura 5 se coloca un dispositivo de fresado 27 directamente debajo o en el lado del rotor 24 alojado giratorio. En el dispositivo de fresado 27 es de nuevo la fresadora 20 con la ayuda de un aparato de posicionamiento de la fresadora 17 correspondiente, controlado por el control 23, en condiciones de mecanizar las ranuras en el rotor de la manera ya descrita. El dispositivo de fresado 27 se representa sólo esquemáticamente en la figura 5 y puede estar constituido en la práctica de diferentes maneras.

El procedimiento propuesto tiene, en general, las siguientes características:

- 30
- Para la reparación de ranuras de abeto afectadas con grietas en palas de turbinas de vapor de baja presión se fresan las ranuras de abeto afectadas con grietas por medio de una instalación de fresado libremente móvil en el espacio en la zona de la grieta, siendo eliminadas las grietas como tales.
 - El contorno de la ranura se configura variable en anchura y radios en la transición de los flancos de la ranura; está predeterminado, respectivamente, por la forma de la fresadora.
- 35
- Pero también se pueden reconfigurar con ventaja en el rotor formas de ranuras propensas a grietas introducidas previamente durante el proceso de fabricación original a través de fresado en formas de ranuras resistentes a las grietas.
 - Con preferencia, la guía de la herramienta accionada con motor se posiciona debajo o junto al árbol de la turbina a mecanizar, lo que hace innecesario andamios o bastidores para colocar el operario o la máquina.
- 40
- Condición previa para ello es que la masa del rotor sea suficientemente grande para absorber las fuerzas de mecanización del proceso de fresado sin amarra costoso adicional del componente.

Lista de signos de referencia

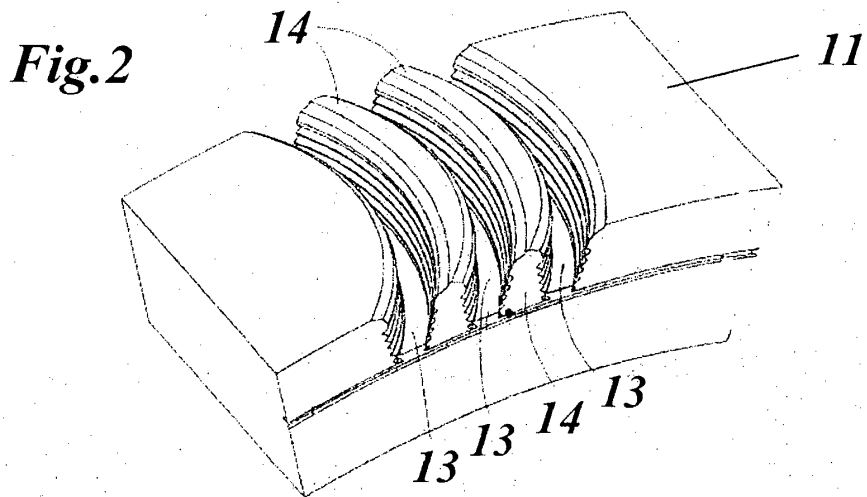
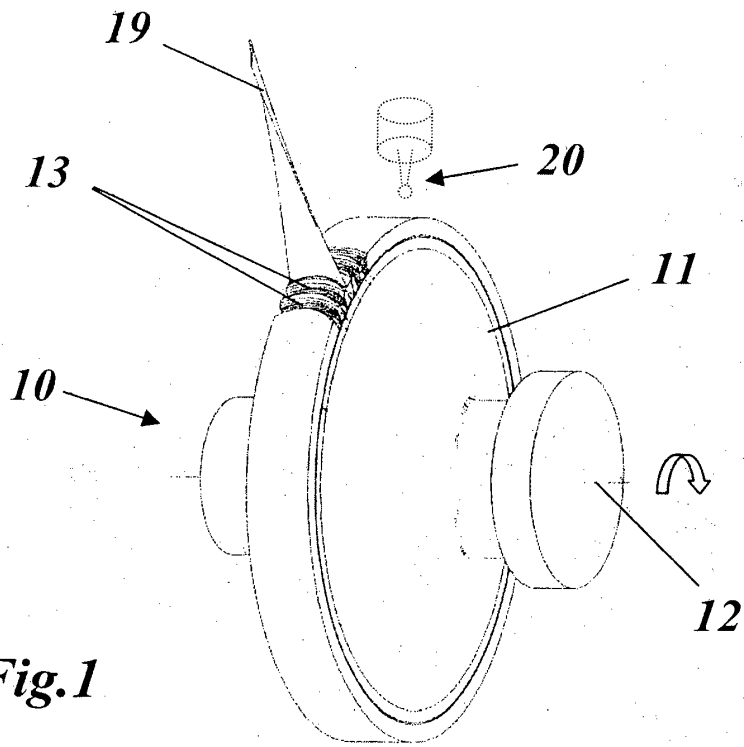
- 10, 24 Rotor (turbina de baja presión)
- 11 Disco de rotor
- 45 12 Eje
- 13 Ranura de abeto
- 14 Diente
- 15 Punta
- 16 Fondo de la pinta
- 50 17 Aparato de posicionamiento de la fresadora
- 18 Cabeza de exploración
- 19 Pala
- 20 Fresadora
- 21 Grieta
- 55 22 Zona de mecanización

ES 2 596 366 T3

23	Control
25, 26	Soporte de cojinete
27	Dispositivo de fresado

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Procedimiento para la mecanización posterior de ranuras previstas para el alojamiento de palas (19), en particular ranuras de abeto (13), en un rotor (10, 24) de una turbina, en particular de una turbina de vapor de baja presión, en el que en las ranuras o bien ranuras de abeto (13) se erosiona material por medio de un dispositivo de fresado (17, 20, 27) controlado por programa, de manera que el dispositivo de fresado (17, 20; 27) penetra con una herramienta de fresado (20) en la ranura o bien la ranura de abeto (13), que se conduce desde un aparato de posicionamiento de la fresadora (17) libremente móvil en el espacio a lo largo de los lados a mecanizar en la ranura o bien en la ranura de abeto (13), caracterizado por que en primer lugar se investigan las ranuras o bien ranuras de abeto (13) sobre la presencia de grietas (21), por que se exploran las ranuras o bien ranuras de abeto (13) afectadas con grietas (21) con una cabeza de exploración (18), por que se selecciona, respectivamente, una fresadora (20) adaptada a la forma de la grieta, por que se determina la profundidad de la región a mecanizar para la eliminación de la grieta, y por que se erosiona la región que contiene la grieta de conformidad del contorno de la ranura explorado hasta la profundidad predeterminada con la fresadora (20) seleccionada.
- 15 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que para la exploración de las ranuras o bien ranuras de abeto (13) afectadas con grietas (21) se desplaza la cabeza de exploración (18) por medio del aparato de posicionamiento de la fresadora (17).
- 20 3.- Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que la fresadora (20) se conduce a lo largo de un contorno de la trayectoria de la ranura previamente programada, sin modificar, en general, la forma de la ranura o bien ranura de abeto.
- 25 4.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que la fresadora (20) es accionada y/o movida a través de una unidad de accionamiento (17) dispuesta fuera de la ranura o bien ranura de abeto (13).
- 5.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que para la mecanización de la región que contiene la grieta se utilizan varias fresadoras con diferentes cabezas de corte y/o formas de herramientas.
- 30 6.- Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado por que la fresadora (20) se mueve controlada por programa en la ranura o bien ranura de abeto (13) en varios planos.
- 35 7.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el rotor (10, 24) es alojado descansando sobre medios de cojinete (25, 26), y por que el dispositivo de fresado (17, 20; 27) con una fresadora (20) mecaniza la ranura o bien ranura de abeto (13) desde abajo o desde el lado, en el que las fuerzas de mecanización del proceso de fresado son absorbidas sin amarre adicional del componente por la masa del rotor (10, 24).



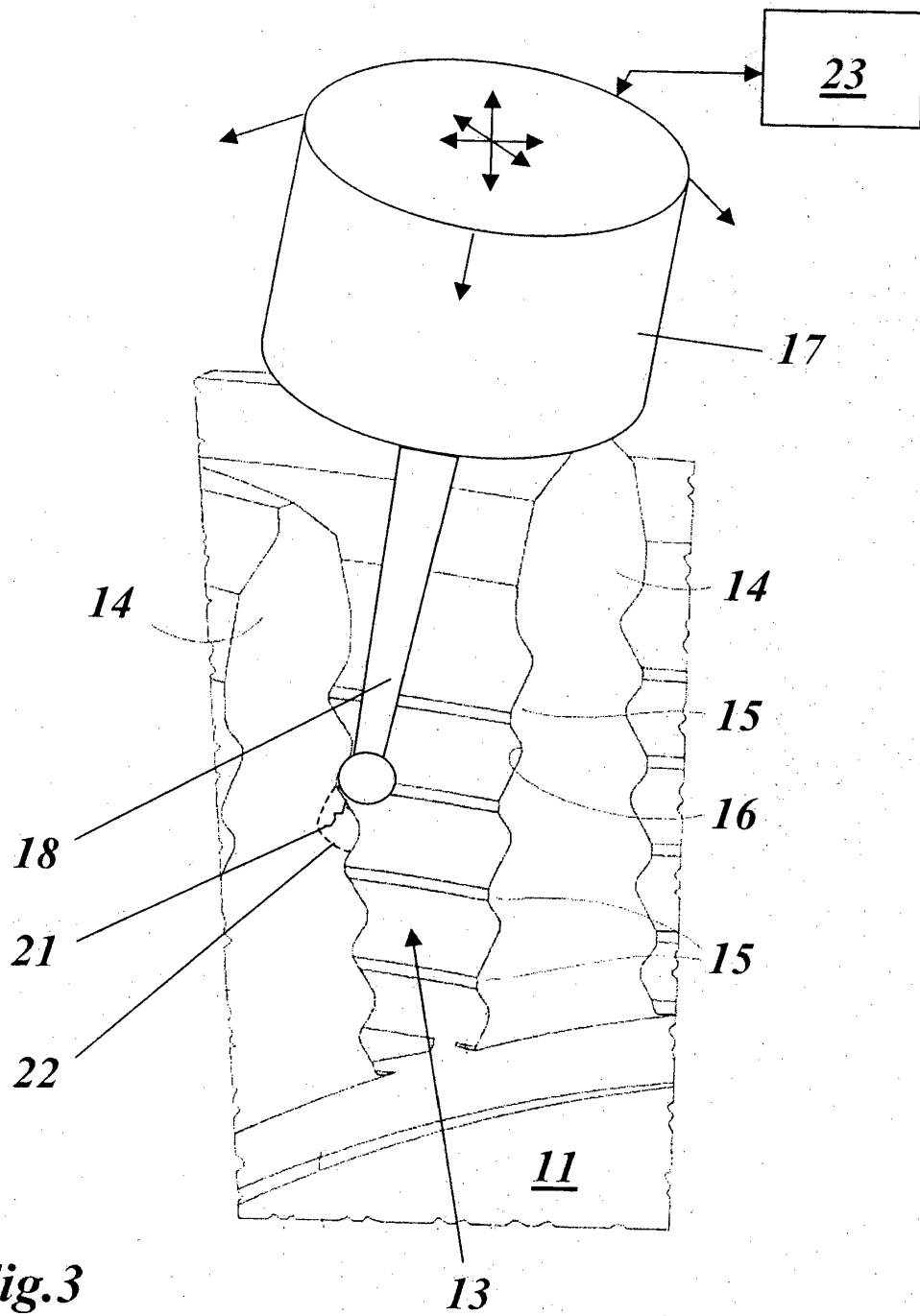


Fig.3

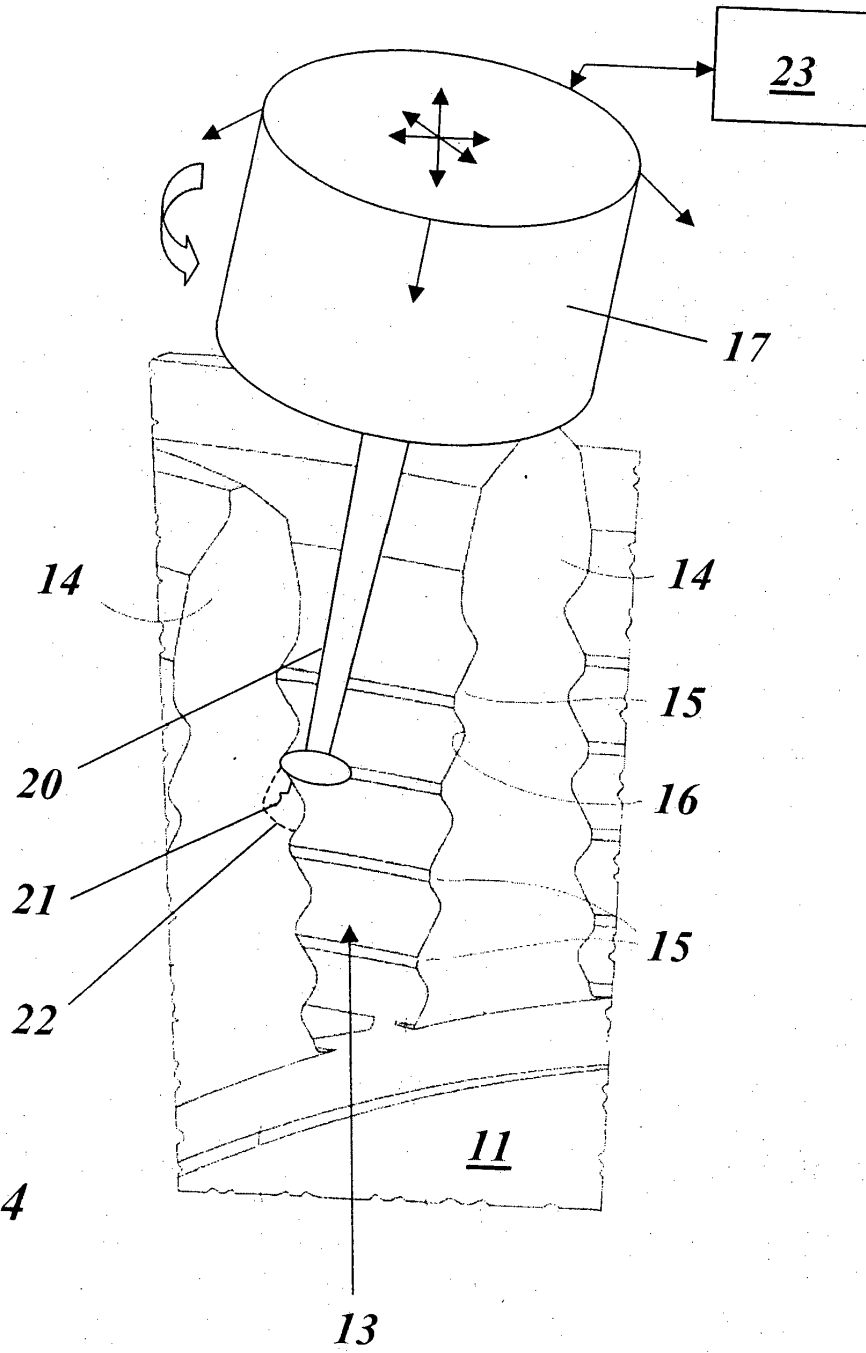


Fig.4

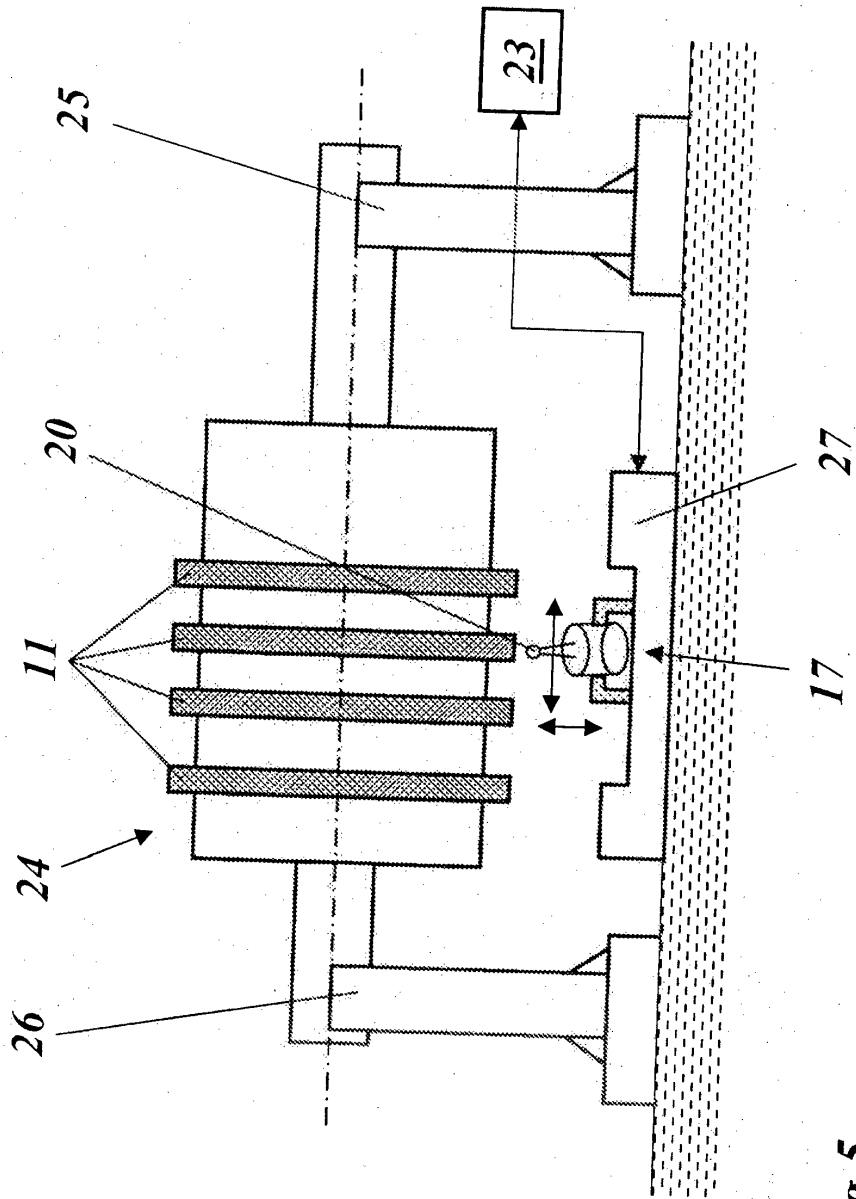


Fig.5