

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 406 430**

51 Int. Cl.:

B24B 3/02 (2006.01)

B24B 41/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.09.2010** **E 10768104 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2013** **EP 2480374**

54 Título: **Máquina herramienta para rectificar**

30 Prioridad:

24.09.2009 US 245309 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.06.2013

73 Titular/es:

GLEASON CUTTING TOOLS CORPORATION
(100.0%)
1351 Windsor Road
Loves Park IL 61111, US

72 Inventor/es:

HACKMAN, ROGER L.;
MARTIN, WAYNE y
RITCHIE, MARK A.

74 Agente/Representante:

DURÁN MOYA, Carlos

ES 2 406 430 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

Máquina herramienta para rectificar

5 Sector técnico de la invención

La presente invención está dirigida a máquinas herramienta, tales como máquinas herramienta para rectificar, y en particular a máquinas herramienta de alta precisión controladas por ordenador, de múltiples ejes, para rectificar perfiles de diente destalonados de herramientas de corte rotativas.

10 Antecedentes de la invención

En el rectificado de perfiles de diente de herramientas de corte, tales como fresas madre para engranajes, fresas madre helicoidales, fresas madre de base normal de paso constante y fresas cilíndricas de módulo mayor que el módulo 8, se utilizan una serie de muelas de rectificado para completar el perfil de todo el diente tanto en los flancos como en la configuración de la punta. A medida que el tamaño de módulo aumenta desde 8 hasta aproximadamente 16, pueden utilizarse diferentes aproximaciones para el rectificado dependiendo de la duración deseada del reafilado del diente acabado y la anchura del espacio del diente en la base del perfil. La duración de reafilado del diente o la longitud de la superficie destalonada del diente puede maximizarse utilizando muelas de rectificado cónicas en forma de lápiz que tienen diámetros relativamente pequeños en comparación con la longitud. La longitud destalonada de la superficie del diente depende del punto de interferencia de la muela de rectificado con el siguiente diente adyacente durante el rectificado radial del destalonado a lo largo de la hélice del diente de la rosca de la fresa madre o de la posición de orientación en caso de una fresa cilíndrica.

Dependiendo de la forma geométrica del espacio del diente, existe un límite práctico de la velocidad superficial del rectificado que se debe considerar, debido al debilitamiento por el curvado/resistencia al cizallado de la punta de la muela en forma de lápiz. Cuando se aproxima a las limitaciones de la aplicación práctica del rectificado con muelas en forma de lápiz, puede utilizarse un proceso diferente de rectificado que utiliza muelas de rectificado en forma de copa, con diámetros relativamente más grandes en comparación con la anchura. Se solucionan la velocidad superficial del rectificado y la resistencia de la parte de la muela que rectifica la parte del pie del diente. No obstante, un inconveniente de las muelas de rectificado en forma de copa es que sus diámetros más grandes limitan la longitud de la superficie destalonada del diente, respecto al punto de interferencia, tal como se ha indicado anteriormente. Cuando el tamaño de módulo aumenta por encima del módulo 16, y hasta el módulo 50, la utilización de una muela en forma de copa es limitada debido a la interferencia descrita de la muela con el diente adyacente. En la mayoría de los casos, una muela de rectificado cónica en forma de lápiz debe ser utilizada en tamaños del módulo del diente de la fresa madre por encima de módulo 16, a efectos de conseguir una longitud de destalonado del diente adecuada para una duración del reafilado.

La práctica actual de fabricación de herramientas utiliza la combinación de perfiles producida a partir de una serie de muelas de rectificado y de formas de muela para rectificar los flancos del diente, los radios de la punta del diente y el diámetro exterior de la punta del diente, por separado en múltiples (por ejemplo hasta cinco) preparaciones. Con la tecnología del movimiento de las máquinas CNC y los dispositivos de rectificado/reavivado rotativos es posible incorporar las muelas de rectificado en forma de lápiz o en forma de copa anteriormente mencionadas para incorporar múltiples características, por ejemplo, el radio inferior/pendiente del diente, el flanco del ángulo de presión del diente, el radio de la punta del diente y el diámetro exterior de la punta del diente. En el ejemplo mencionado, el proceso de rectificado de acabado se puede reducir a combinar perfiles únicamente de dos muelas de rectificado en forma de lápiz o en forma de copa. La investigación de perfiles, utilizando sondas tales como la Renishaw 3-D con detección táctil acústica, ayuda al posicionamiento relativo de la muela de rectificado en los puntos de referencia a la izquierda y a la derecha del diente y a la combinación de perfiles para conseguir los perfiles de diente requeridos y el grosor de diente requerido.

Dado lo anterior, muchas instalaciones de fabricación de herramientas utilizan una serie de rectificadoras especializadas para muelas en forma de lápiz o muelas en forma de copa. Unas pocas incorporan un diseño de máquina herramienta que permite el cambio de conjuntos de husillo y de mecanismos de accionamiento para facilitar la orientación física de muelas en forma de lápiz o de muelas en forma de copa. La mayoría requieren la utilización de máquinas especiales con una orientación física que pueden realizar el rectificado solamente con muelas en forma de lápiz o solamente con muelas en forma de copa. En la mayoría de los casos, si no en todos, el movimiento de destalonado en las máquinas herramienta utiliza un eje a efectos de proporcionar el movimiento radial para el destalonado, que limita la flexibilidad de la máquina.

El documento GB 1 530 900 da a conocer una máquina según el preámbulo de la reivindicación 1, que tiene dos o más husillos de herramientas.

Características de la invención

La presente invención da a conocer una máquina según la reivindicación 1. Dicha invención está dirigida a una máquina herramienta con un husillo orientado en ángulo que puede ser posicionado (pivotado) angularmente, proporcionando de esta manera la flexibilidad para utilizar tanto muelas de rectificado en forma de copa como en forma de lápiz para rectificar la forma geométrica de los dientes destalonados de fresas madre y fresas cilíndricas, sin cambiar los conjuntos de los husillos de rectificado o modificar la construcción de la máquina para facilitar dos tipos de métodos de rectificado o utilizar un eje adicional de la máquina para volver a orientar el husillo. La presente invención está dirigida asimismo a un método para rectificar herramientas de corte rotativas según la reivindicación 11.

Breve descripción de los dibujos

Las figuras 1(a), 1(b) y 1(c) muestran las relaciones angulares de determinación del avance de una muela de rectificado en forma de copa para un perfil de diente de una fresa madre de módulo universal.

Las figuras 2(a), 2(b) y 2(c) muestran las relaciones angulares de determinación del avance de una muela de rectificado en forma de lápiz para un perfil de diente de una fresa madre de módulo universal.

La figura 3 muestra los planos de diseño con relación al movimiento radial de destalonado desde el perfil frontal al posterior de la fresa madre a lo largo de los helicoides de evolvente.

La figura 4 muestra el cambio en el ángulo de presión desde la parte frontal hasta la parte posterior del perfil del diente de la fresa madre de paso base constante.

La figura 5 muestra las relaciones y la dirección del destalonado para los componentes principales de la máquina, la fresa madre a mecanizar y el conjunto de husillos de las muelas de rectificado orientado para utilizar muelas de rectificado en forma de lápiz.

La figura 6 muestra las relaciones y la dirección del destalonado para los componentes principales de la máquina, la fresa madre a mecanizar y el conjunto de husillos de las muelas de rectificado orientado para utilizar muelas de copa.

La figura 7 es una vista, a mayor escala, del conjunto de husillos de rectificado de la invención en su posición operativa en una máquina.

La figura 8 es una vista, a mayor escala, de una unidad automática de cambio de muelas fijada a la base de la máquina para cambiar grupos de muelas de rectificado y conductos de refrigerante entre la interconexión de montaje del husillo de rectificado y las estaciones de almacenamiento.

Descripción detallada de la realización preferente

Antes de explicar con detalle cualquier característica y, al menos, una construcción de la invención, se debe comprender que dicha invención no está limitada en su aplicación a los detalles de construcción y a las disposiciones de los componentes expuestos en la siguiente descripción o mostrados en los dibujos. La invención puede tener otras construcciones y ponerse en práctica o llevarse a cabo de diversos modos. Además, se comprende que la fraseología y la terminología utilizadas en esta descripción son con el objetivo de describir y no deberían considerarse que limitan la invención tal como está definida por las reivindicaciones adjuntas.

Las figuras 1(a), 1(b) y 1(c) muestran las relaciones angulares de una muela de rectificado en un sistema de coordenadas, para una muela de rectificado en forma de copa -1- en contacto a lo largo de un helicoide de evolvente -2- de uno de una serie secuencial de dientes -3- de una fresa madre, a lo largo de la trayectoria de un filete de rosca -4- de una o varias entradas, con un perfil frontal -5- en la cara de corte definida por la intersección del helicoide de evolvente -2- de un filete de rosca y una acanaladura recta o helicoidal -6- y con un perfil posterior destalonado -7- cerca del extremo de la duración de afilado de la posición del diente, que está limitada en longitud mediante el punto de interferencia -8- de la muela de rectificado -1- con el diente adyacente -9- de la fresa madre a lo largo del helicoide de evolvente -2-. Las relaciones definidas en las figuras 1(a), 1(b) y 1(c) son el ángulo fijo -HA- (ángulo -10-) del conjunto de husillos de rectificado, el ángulo de presión -PA- (ángulo -11-) de la muela de rectificado, y el ángulo de presión axial -APA- (ángulo -12-) del diente de la fresa madre, los ángulos -LAS₁- y -LAS₂- de la parte delantera de los helicoides de evolvente -13-, tal como se ven desde la parte frontal, y el ajuste del ángulo -14- de la disposición de pivotamiento del conjunto de cabezales de rectificado, tal como se ven desde la parte frontal, y la dirección de destalonado -15- con relación al sistema de coordenadas.

Las figuras 2(a), 2(b) y 2(c) muestran las relaciones angulares de la muela de rectificado en un sistema de coordenadas, para una muela de rectificado en forma de lápiz o cónica -16- en contacto a lo largo de un helicoide de evolvente -17- de uno de una serie secuencial de dientes -18- de la fresa madre, a lo largo de la trayectoria de un

filete de rosca -19- de una o varias entradas, con un perfil frontal -20- en la cara de corte definida por la intersección del helicoide de evolvente -17- de un filete de rosca y una acanaladura recta o helicoidal -21- y con un perfil posterior destalonado -22- cerca del extremo de la duración de afilado de la posición del diente, que está limitada en longitud mediante el punto de interferencia -23- de la muela de rectificado -16- con el diente adyacente -24- de la fresa madre a lo largo del helicoide de evolvente -17-. Las relaciones definidas en las figuras 2(a), 2(b) y 2(c) son el ángulo fijo -25- del conjunto de husillos de rectificado, el ángulo -B- (ángulo -26-) que es la diferencia entre el ángulo de presión -PA- rectificado/reavivado sobre la muela de rectificado y el ángulo de presión axial -APA- (ángulo -27-) del diente de la fresa madre, los ángulos -LAS₁- y -LAS₂- de la parte delantera de los helicoides de evolvente -28-, tal como se ven desde la parte frontal, y el ajuste del ángulo -29- de la disposición de pivotamiento del conjunto de cabezales de rectificado, tal como se ve desde la parte frontal, y la dirección de destalonado -30- con relación al sistema de coordenadas.

La figura 3 define los planos de diseño utilizados para optimizar la forma geométrica de la muela de rectificado a efectos de reducir la desviación respecto a los perfiles de diente teóricos con o sin modificaciones de evolvente y el error intrínseco de la muela de rectificado de los dientes de la fresa madre en los puntos de contacto conjugados del ángulo de presión del diente. Los planos de diseño están definidos en las partes frontal -31-, del punto central del destalonado -32- y posterior -33-. Se muestran asimismo el radio nominal exterior -34- de la fresa madre, el radio nominal -35- en el punto central de la fresa madre y el extremo del radio -36- de la duración nominal de la fresa madre, relacionados.

La figura 4 muestra el error característico para un diente de la fresa madre de un perfil de evolvente producido mediante métodos de fabricación con una máquina herramienta normal. Teóricamente, se produce una fresa madre nueva y diferente cada vez que la fresa madre se afila desde la parte frontal hasta la parte posterior. Una fresa madre afilada cortará un engranaje solamente en una forma aproximada a la de la fresa madre nueva. Además, cuanto más se vuelve a afilar la fresa madre, mayor es el error. La figura 4 muestra dos secciones axiales del perfil de helicoide de evolvente del diente de la fresa madre, sin modificaciones del evolvente en el caso de la ilustración, que representan la posición frontal teóricamente correcta de una fresa madre nueva -37- y la posición posterior afilada -38- cerca del final de la duración de afilado a lo largo del helicoide de evolvente del diente. El error intrínseco -39- (error -A- y error -B-) ocurre cuando una muela de rectificado o una herramienta de formación, que por naturaleza tiene un perfil geométrico fijo, intenta contactar con esta superficie de helicoide en ambas partes -37- y -38- cuando es accionada en una trayectoria fija mediante los movimientos de destalonado de las máquinas.

El reconocimiento del problema de error intrínseco descrito anteriormente y los intentos para resolverlo son conocidos a partir del documento: "Buckingham, Earl, *Spur Gears*, McGraw-Hill Book Co. Inc., NY, 1928", en el que se da a conocer el destalonado de superficies de diente de una fresa madre utilizando características especiales de los helicoides de evolvente. Con el método dado a conocer, el contacto entre la superficie destalonada y la muela de rectificado será la generatriz lineal recta de los helicoides de evolvente y la propia superficie destalonada será un helicoide de evolvente. No obstante, dicho método no prevé ninguna disposición para modificaciones tales como pendientes de semiacabado, modificaciones de la evolvente y protuberancias. Para fresas madre de paso fino el error intrínseco es insignificante y en el caso de fresas madre de paso grande de baja calidad la magnitud del error no es importante. En el caso de fresas madre de precisión el punto de error intrínseco puede identificarse con la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{(\text{Diámetro exterior (mm) de la fresa madre})}{(\text{Módulo normal (mm)}) \times (\text{Número de hilos de rosca de la fresa madre})} \quad (1)$$

Cuando el factor Q es mayor de 20, el mismo marca la zona aproximada en la que las fresas madre con un perfil axial en línea recta cortarán engranajes que, para todos los fines prácticos, tienen perfiles de evolvente exactos. A medida que el factor Q disminuye, el perfil axial de diente de la fresa madre llega a ser más curvado y la posibilidad de error intrínseco aumenta.

El análisis por ordenador del modelo de contacto de las muelas de rectificado con helicoide de evolvente del diente modificado, de los ángulos de ajuste y del desplazamiento de la muela de rectificado puede optimizar el proceso de rectificado para reducir el error intrínseco, pero no puede eliminarlo. Los movimientos correctores de la máquina para variar las relaciones de los ángulos de presión durante el proceso de destalonado pueden minimizar el error intrínseco hasta un nivel aceptable para proporcionar una fresa madre más precisa, de mayor duración. El conjunto del cabezal -40- de la muela de rectificado (figura 6) de esta invención puede proporcionar el movimiento oscilante de las muelas de rectificado, sincronizado con el movimiento de destalonado, para minimizar el error intrínseco.

El controlador CNC (tal como un control por ordenador Fanuc 160iB) de la rectificadora de la invención puede funcionar para proporcionar el movimiento de destalonado radial o radial desplazado desde un único eje que se mueve en un plano horizontal cuando el conjunto del cabezal de rectificado está situado alrededor de un plano horizontal a efectos de utilizar muelas de copa para rectificado, o en un ángulo compuesto alrededor del plano vertical utilizando múltiples ejes para proporcionar el movimiento de destalonado cuando el conjunto del cabezal de rectificado está situado alrededor de un plano vertical a efectos de utilizar muelas de lápiz para el rectificado.

Además, el conjunto del cabezal de rectificado puede impartir un movimiento oscilante a la muela de rectificado superpuesto al movimiento de destalonado radial o radial desplazado que actúa para variar la orientación de pivotamiento de dicha muela de rectificado con relación al ángulo de presión del perfil del diente de la fresa madre, reduciendo de esta manera el ángulo de presión del diente en la parte posterior del diente de la fresa madre con relación a la parte frontal y el punto central del perfil de diente destalonado. Este movimiento hace posible fabricar fresas madre de paso base normal constante que no podían producirse por rectificado de fresas madre con anterioridad a la presente invención.

La figura 5 muestra la máquina de la invención, que tiene una mesa -41-, un cabezal -42- accionado por motor directo, un contrapunto giratorio -43-, unos soportes fijos -44- para ayudar a cargar conjuntos de mandriles, un mandril -45- de sujeción de la pieza a mecanizar (figura 6), una fresa madre -46- a mecanizar, un conjunto de accionamiento -47- de un carro longitudinal axial accionado por motor lineal, un conjunto de un carro vertical -48- accionado por motor lineal, un conjunto de un carro de avance radial horizontal -49- accionado por motor lineal, un conjunto de pivotamiento -50- del husillo de rectificado orientado para rectificar con muelas de lápiz, el cuerpo envolvente -51- del husillo de rectificado inclinado (preferentemente 25 grados) con un husillo -65-, y una muela de rectificado de lápiz -52- con un adaptador -66- montado en el husillo. El vector -53- muestra el movimiento de destalonado radial de ángulo compuesto relativo (es decir, el movimiento de destalonado). Son necesarios cinco ejes de sincronización para que el cabezal -42- y el conjunto del carro axial longitudinal -47- generen la entrada de un filete de la rosca de la fresa madre, el conjunto del carro vertical -48- y el conjunto del carro horizontal -49- combinados generen el movimiento de destalonado -53-, y la oscilación opcional del conjunto de pivotamiento -50- de la muela de rectificado, superpuesta al movimiento de destalonado -53-, minimice los errores intrínsecos del perfil del ángulo de presión.

La figura 6 muestra la mesa -41- de la máquina, el cabezal -42- accionado por motor directo, el contrapunto giratorio -43-, los soportes fijos -44- para ayudar a cargar conjuntos de mandriles, el mandril -45- de sujeción de la pieza a mecanizar, la pieza de la fresa madre -46- a mecanizar, el carro axial longitudinal de accionamiento -47- accionado por motor lineal, el conjunto del carro vertical -48- accionado por motor lineal, el conjunto del carro de avance radial horizontal -49- accionado por motor lineal, el conjunto de pivotamiento -50- del husillo de rectificado orientado para rectificar con muelas en forma de copa, el cuerpo envolvente -51- del husillo de rectificado inclinado (preferentemente 25 grados) con el husillo -65-, la muela de rectificado en forma de copa -55- con el adaptador -66- montado en el husillo. El vector -56- muestra el movimiento relativo de destalonado radial de ángulo compuesto (es decir, el movimiento de destalonado). Son necesarios tres ejes de sincronización para producir el posicionamiento de destalonado de la rosca para que el cabezal -42- y el conjunto del carro axial longitudinal -47- generen la entrada de un filete de rosca de la fresa madre, y el conjunto del carro horizontal -49- genere el movimiento de destalonado -56-. El ángulo de ajuste desplazado del conjunto de pivotamiento -50- de la muela de rectificado y la altura de los ejes verticales -48- se mantienen en una posición fija en el proceso de destalonado durante el rectificado con muelas de copa.

El conjunto del cabezal -40- de la muela de rectificado, montado para movimiento vertical, comprende preferentemente un husillo de rectificado de alta frecuencia, de velocidad variable, y capaz de bascular automáticamente en un arco plano vertical, como mínimo, de más o menos 120 grados hasta un ángulo compuesto de ajuste deseado que depende del perfil de la muela de rectificado, la entrada de un filete de rosca de la herramienta de corte y la orientación del husillo de rectificado. El cuerpo envolvente -51- del husillo de rectificado está orientado respecto a un plano vertical de pivotamiento del cabezal -40- de la muela de rectificado y en una posición angular fija, preferentemente 25 grados respecto al plano vertical, con la posición de la muela de rectificado más próxima a la pieza a mecanizar y el motor de accionamiento directo del husillo -65- alejado de la pieza a mecanizar.

La orientación preferente de 25 grados del husillo de rectificado -65- proporciona una holgura adicional entre el cuerpo envolvente -51- del motor del husillo de rectificado y el diámetro exterior de la pieza a mecanizar cuando se utilizan muelas de rectificado en forma de copa -55- (figura 6), con el cabezal -40- de la muela de rectificado situado aproximadamente más o menos a 30 grados respecto a un plano horizontal, y mediante rectificado con destalonado utilizando un movimiento horizontal rápido combinado con movimientos rotativos y longitudinales. El husillo de rectificado, orientado preferentemente a 25 grados, puede facilitar asimismo la utilización de las muelas de rectificado en forma de lápiz -52- (figura 5), con el cabezal -40- de la muela de rectificado situado aproximadamente más o menos a 40 grados, o así, respecto a un plano vertical, dando como resultado un movimiento de rectificado con destalonado que utiliza ambos movimientos vertical y horizontal rápidos combinados con movimientos rotativos y longitudinales. Además de los movimientos descritos, se puede hacer oscilar el conjunto de cabezales de las muelas de rectificado aproximadamente más o menos 3½ grados respecto a la posición angular de ajuste durante los movimientos de destalonado, para producir fresas madre de paso base normal de módulo grande que tendrán un ángulo de presión corregido del perfil de diente en el flanco destalonado posterior, así como en el frontal, del diente de la fresa madre. Aunque es preferente la orientación fija de 25 grados del husillo de rectificado, la presente invención no está limitada a la misma. Se contemplan otras orientaciones angulares y están dentro del alcance de la presente invención.

La figura 7 muestra una construcción adicional de la máquina que incluye un armario -57- para el cambio de muelas de rectificado, el conjunto de pivotamiento -50- de las muelas de rectificado que incluye el husillo de rectificado -51- inclinado, una sonda -58- (por ejemplo, Renishaw 3D) para funciones de ajuste e inspección y un conjunto rectificador rotativo -59- (reavivado de la muela) montado en la mesa. El rectificado automático de fresas madre y la combinación de múltiples perfiles de muela incluyen preferentemente el cambio en el mismo ciclo de grupos de muelas de rectificado montados en adaptadores del husillo, la determinación de las posiciones aproximadas de las muelas de rectificado con relación a los puntos de paso sobre los flancos del diente respectivos de un espacio del diente utilizando la sonda -58-, la utilización de detección táctil acústica para verificar la posición de contacto del perfil de la muela de rectificado respecto al perfil de diente existente de la fresa madre, el contorneado utilizando los ejes de la máquina con detección táctil acústica para generar perfiles de la muela de rectificado en una serie de tecnologías de muelas de rectificado (incluyendo superabrasivos similares a CBN) utilizando el rectificador -59- montado en la mesa, la medición del perfil rectificado para la combinación y corrección de errores con el sistema de sondas -58-, y el análisis y la realimentación automáticos para la corrección de errores de los perfiles.

La figura 8 muestra un ejemplo de un dispositivo automático -60- de cambio de muelas que tiene múltiples estaciones montadas en un carrusel rotativo -61- que almacena un grupo de muelas montado en adaptadores de husillos de rectificado (colectivamente -62-) y conductos de refrigerante -63- asociados. Un conjunto de un carro programable -64- facilita el cambio simultáneo de grupos de muelas -62- y conductos de refrigerante -63- entre el husillo de rectificado -51- y las múltiples estaciones en el carrusel -61-. El dispositivo automático -60- de cambio de muelas y de conductos de refrigerante (situado en el armario -57-) está fijado a la máquina herramienta para facilitar el rectificado automático completo de una fresa madre o una fresa cilíndrica. El dispositivo automático de cambio de muelas puede organizar una serie de muelas de rectificado montadas en adaptadores de husillo con conductos de refrigerante asociados y cambiar automáticamente el grupo de muelas de rectificado con conductos de refrigerante entre el dispositivo y el husillo de rectificado, proporcionando automáticamente de esta manera la serie de muelas necesaria para completar todo el perfil de diente de la fresa madre o la fresa cilíndrica. El número estándar de estaciones en el dispositivo de cambio de muelas es preferentemente de 8, pero unos dispositivos de almacenamiento con cargador pueden estar interconectados con el dispositivo de cambio de muelas para aumentar el número de grupos de muelas disponibles con conductos de refrigerante disponibles, o limitados solamente por restricciones de espacio. Se incorpora un sistema de sondas (por ejemplo, Renishaw 3D) para proporcionar el posicionamiento de ajuste del espacio del diente para múltiples muelas de rectificado, así como la inspección posterior al rectificado con realimentación de corrección automática de las trayectorias del perfil para reavivación/rectificado. Se contempla asimismo la medición y el informe de calidad del perfil rectificado según los estándares actuales AGMA y DIN internacionalmente aceptados para fresas madre y fresas cilíndricas.

La máquina de la invención puede rectificar fresas madre de una y varias entradas preferentemente de un diámetro exterior mayor de 200 mm y en la gama de dimensiones de módulo del diente de aproximadamente 8 a aproximadamente 50, con caras de corte del diente delimitadas mediante múltiples acanaladuras (entalladuras) rectas o helicoidales. La máquina puede rectificar con destalonado asimismo grandes fresas cilíndricas, preferentemente mayores de 200 mm, con orientación axial de los dientes y caras de corte del diente definidas mediante múltiples acanaladuras rectas o helicoidales. La máquina incorpora preferentemente ejes programables accionados por motor directo y lineal de respuesta rápida que tienen realimentación de la posición con escala de cristal de precisión en una combinación definida de movimientos rotativo, vertical, horizontal, longitudinal y de pivotamiento del cabezal de rectificado para rectificar con destalonado el perfil del diente de una fresa madre o una fresa cilíndrica. Pueden rectificarse asimismo fresas madre y fresas cilíndricas de diámetro exterior cónico o contorneado. Pueden precisarse múltiples muelas de rectificado para rectificar cada espacio del diente a efectos de completar los flancos izquierdo y derecho, los radios de la punta y el diámetro de la punta.

Aunque la invención se ha descrito haciendo referencia a realizaciones preferentes, se debe comprender que dicha invención no está limitada a sus particularidades. La presente invención está prevista para incluir modificaciones que serían evidentes para los expertos en la técnica a las que se refiere la materia, sin desviarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Máquina para rectificar herramientas de corte rotativas (1; 16), comprendiendo dicha máquina:
- 5 una mesa (41),
- un husillo para la pieza a mecanizar para hacer girar una pieza a mecanizar alrededor de un eje de la pieza a mecanizar;
- 10 un husillo (65) de la herramienta para hacer girar una herramienta alrededor de un eje de la herramienta,
- un conjunto vertical (48) que tiene un primer lado dirigido hacia dicho husillo de la pieza a mecanizar;
- estando situado dicho husillo de la herramienta en dicho primer lado y siendo desplazable verticalmente a lo largo de
- 15 dicho primer lado de dicho conjunto vertical, pudiendo dicho husillo de la herramienta pivotar alrededor de un eje de pivotamiento que se extiende generalmente perpendicular a dicho primer lado; caracterizada porque
- dicho husillo (65) de la herramienta está orientado inclinado con respecto a dicho primer lado en un ángulo de inclinación predeterminado.
- 20
2. Máquina, según la reivindicación 1, en la que dicho conjunto vertical (48) está situado sobre dicha mesa (41) y puede desplazarse, al menos, en una dirección longitudinal de dicha mesa y en una dirección de anchura de dicha mesa.
- 25
3. Máquina, según la reivindicación 1 ó 2, en la que dicho ángulo de inclinación es 25 grados.
4. Máquina, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que dicha herramienta comprende una muela de rectificado en forma de lápiz (16).
- 30
5. Máquina, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que dicha herramienta comprende una muela de rectificado en forma de copa (1).
6. Máquina, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que dicho husillo de la herramienta está situado en un conjunto de pivotamiento (50), con una sonda que está situada sobre dicho conjunto de pivotamiento.
- 35
7. Máquina, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que incluye además un dispositivo automático (60) de cambio de herramientas que comprende múltiples estaciones de almacenamiento de herramientas.
8. Máquina, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que puede funcionar para proporcionar, al menos, un movimiento excéntrico radial y un movimiento excéntrico radial desplazado de dicha herramienta con relación a dicha pieza a mecanizar.
- 40
9. Máquina, según la reivindicación 8, que puede funcionar además para impartir adicionalmente un movimiento oscilante de dicha herramienta, superpuesto, al menos, a uno de dichos movimiento excéntrico radial y movimiento excéntrico radial desplazado.
- 45
10. Máquina, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en la que dicha pieza a mecanizar comprende una fresa madre de una sola entrada, una fresa madre de varias entradas o una fresa cilíndrica.
- 50
11. Método para rectificar herramientas de corte rotativas con una muela de rectificado en una máquina rectificadora, comprendiendo dicho método:
- proporcionar una rotación a dicha herramienta de corte rotativa alrededor de un eje de la pieza a mecanizar;
- 55 proporcionar una rotación a dicha muela de rectificado alrededor de un eje de la herramienta;
- proporcionar un movimiento relativo entre dicha herramienta de corte rotativa y dicha muela de rectificado hasta en tres direcciones mutuamente perpendiculares;
- 60 proporcionar un pivotamiento de dicha muela de rectificado alrededor de un eje de pivotamiento, siendo dicho eje de pivotamiento perpendicular a un primer lado orientado verticalmente de un conjunto vertical sobre dicha rectificadora, estando dicho primer lado dirigido hacia dicha herramienta de corte rotativa,
- llevar dicha muela de rectificado y dicha herramienta de corte rotativa hasta acoplarse entre sí y desplazar dicha
- 65 muela de rectificado y dicha herramienta de corte rotativa una con relación a la otra para efectuar, al menos, un movimiento excéntrico radial y un movimiento excéntrico radial desplazado,

caracterizado porque

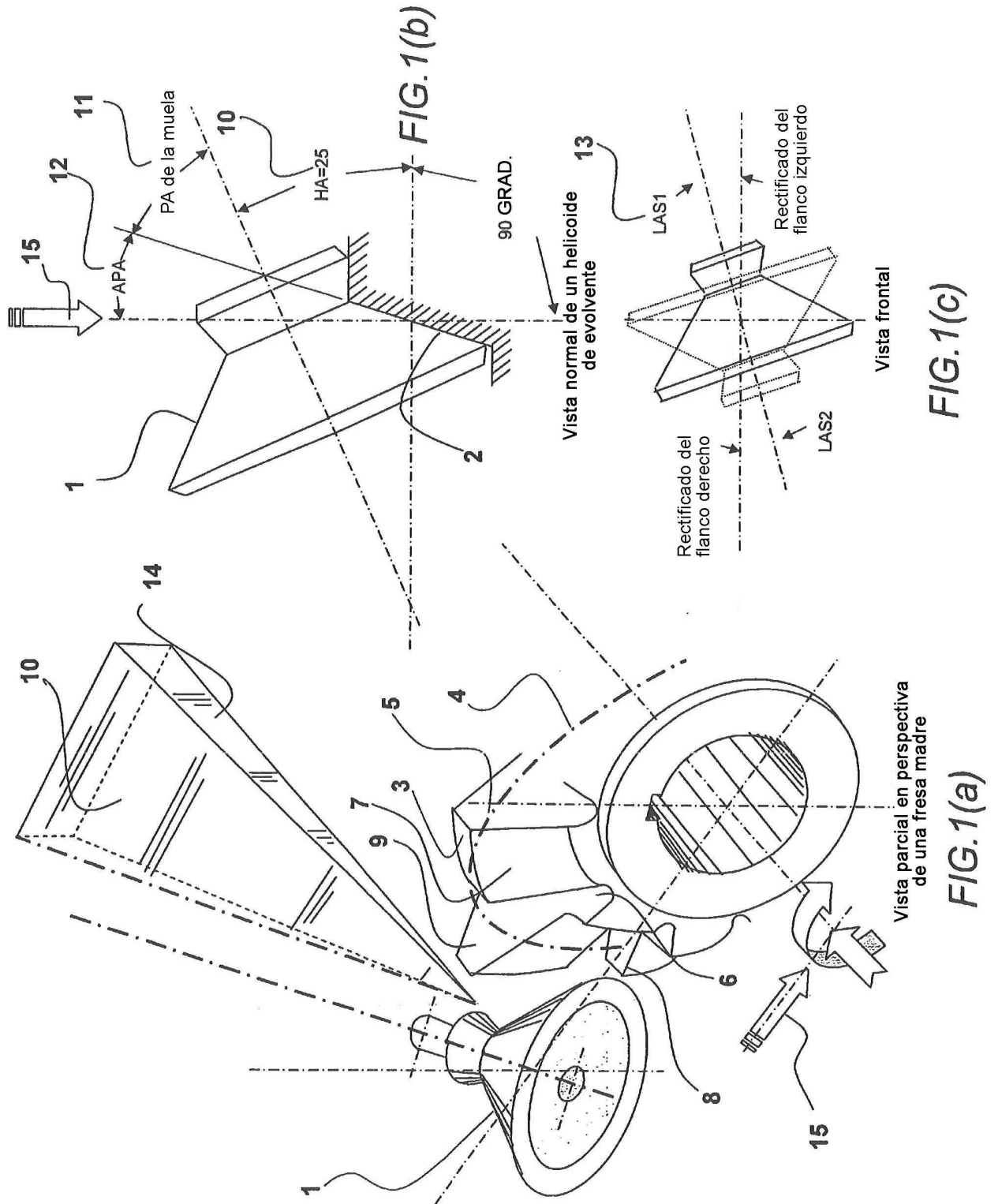
5 dicha muela de rectificado está orientada inclinada con respecto a dicho primer lado en un ángulo de inclinación predeterminado.

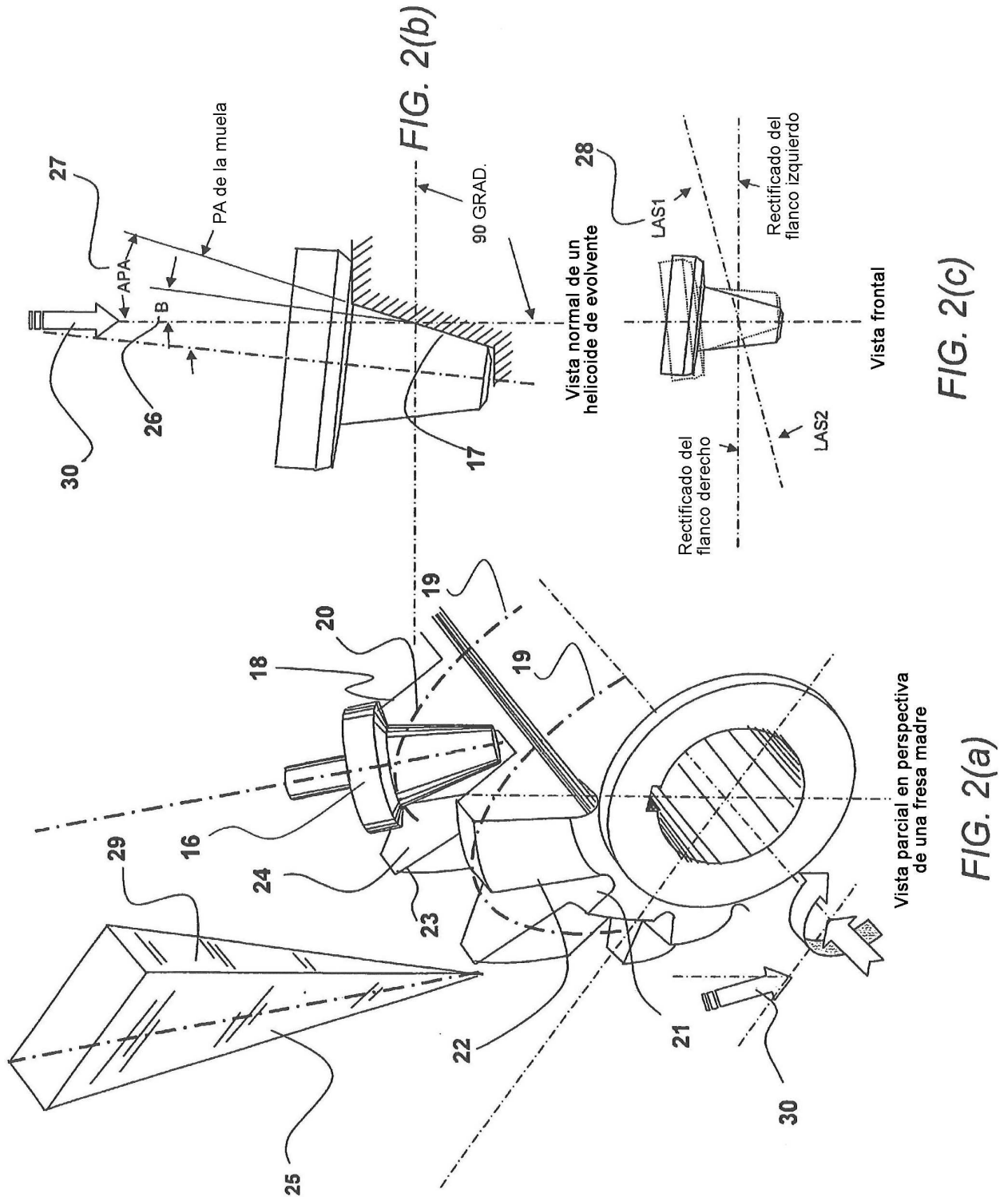
10 12. Método, según la reivindicación 11, que comprende además hacer oscilar dicha muela de rectificado y superponer la oscilación, al menos, a dicho movimiento excéntrico radial y a dicho movimiento excéntrico radial desplazado.

13. Método, según la reivindicación 11 ó 12, en el que dicho ángulo de inclinación es 25 grados.

15 14. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en el que dicha muela de rectificado comprende una de una muela de rectificado en forma de lápiz o una muela de rectificado en forma de copa.

15. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, en el que dicha pieza a mecanizar comprende una fresa madre de una sola entrada, una fresa madre de varias entradas o una fresa cilíndrica.





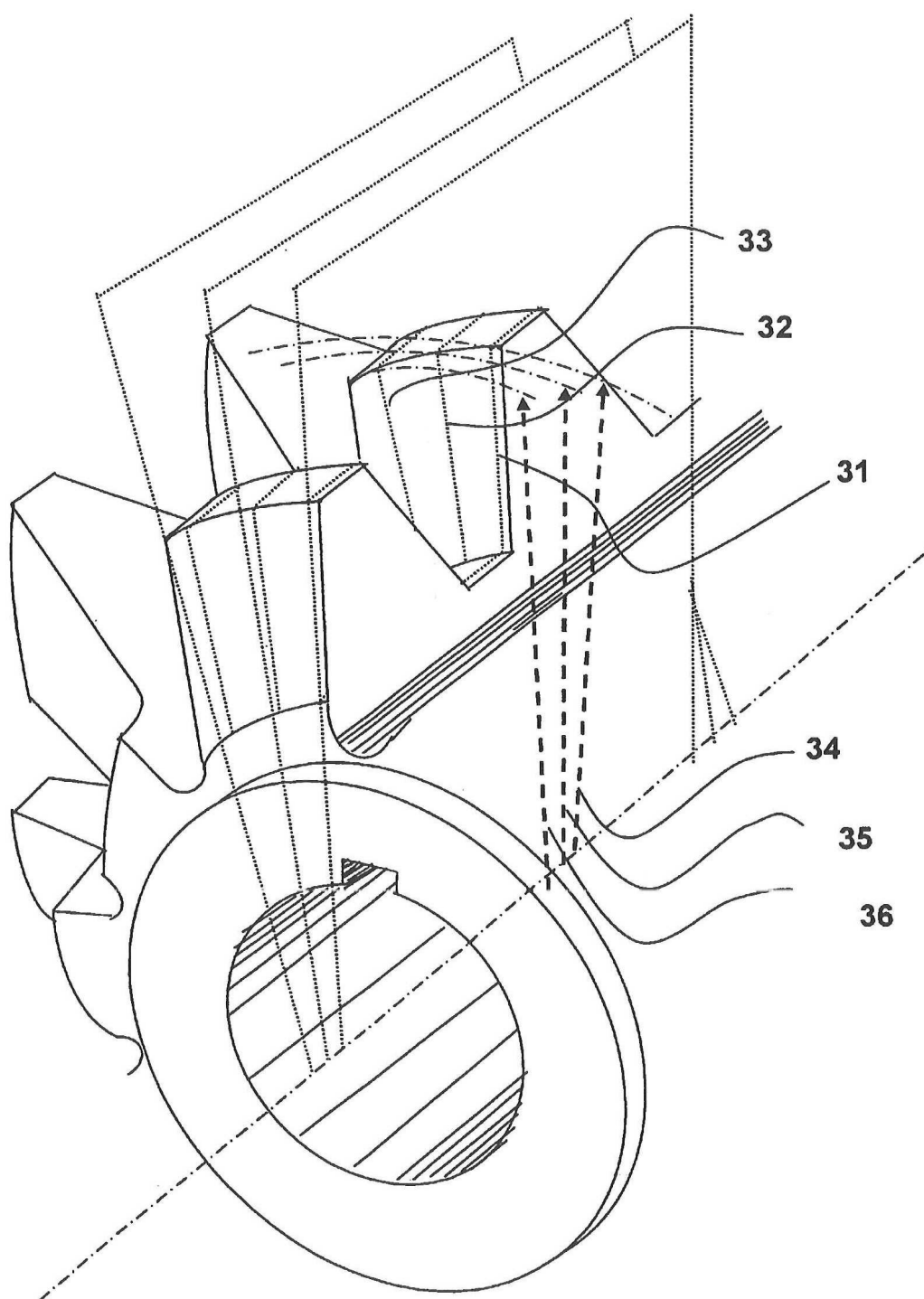


FIG. 3

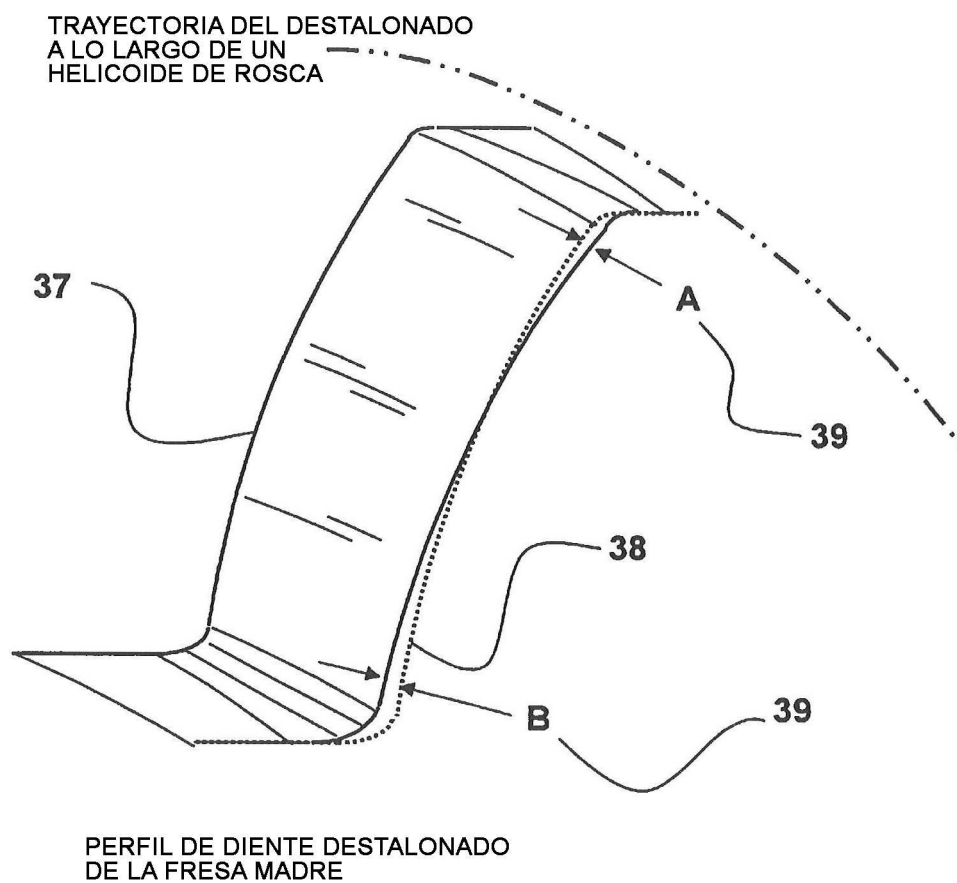


FIG. 4

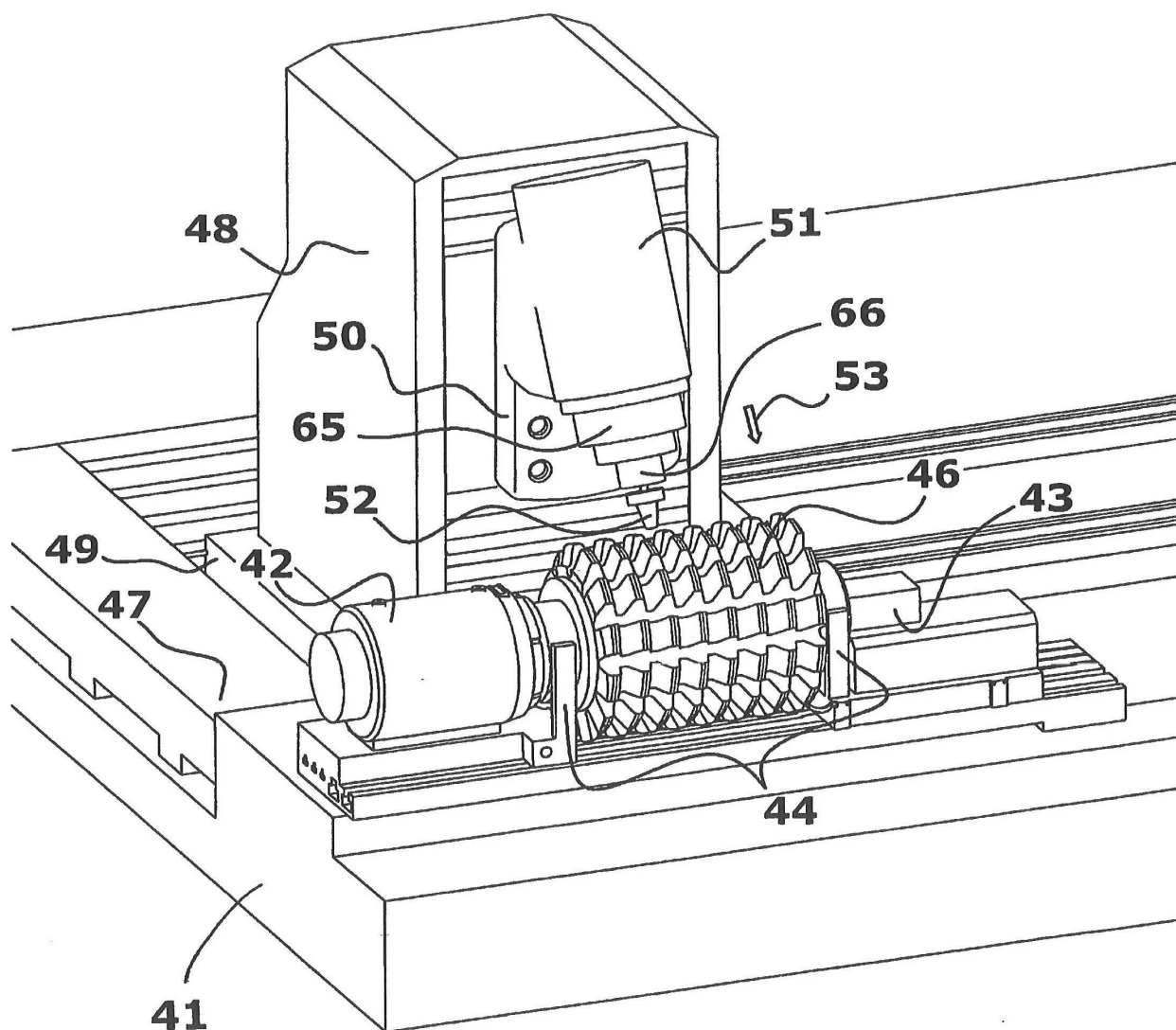


FIG. 5

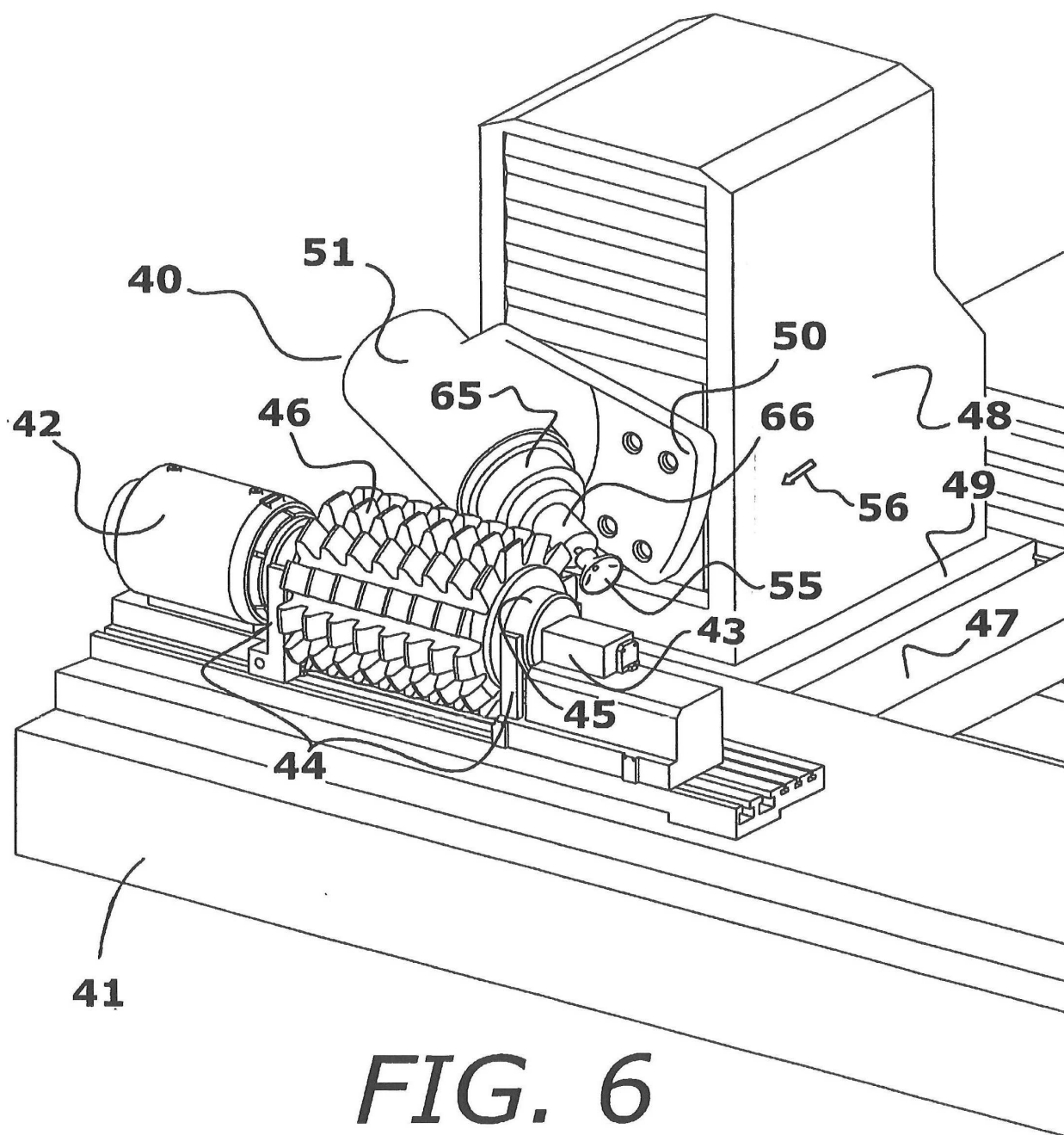


FIG. 6

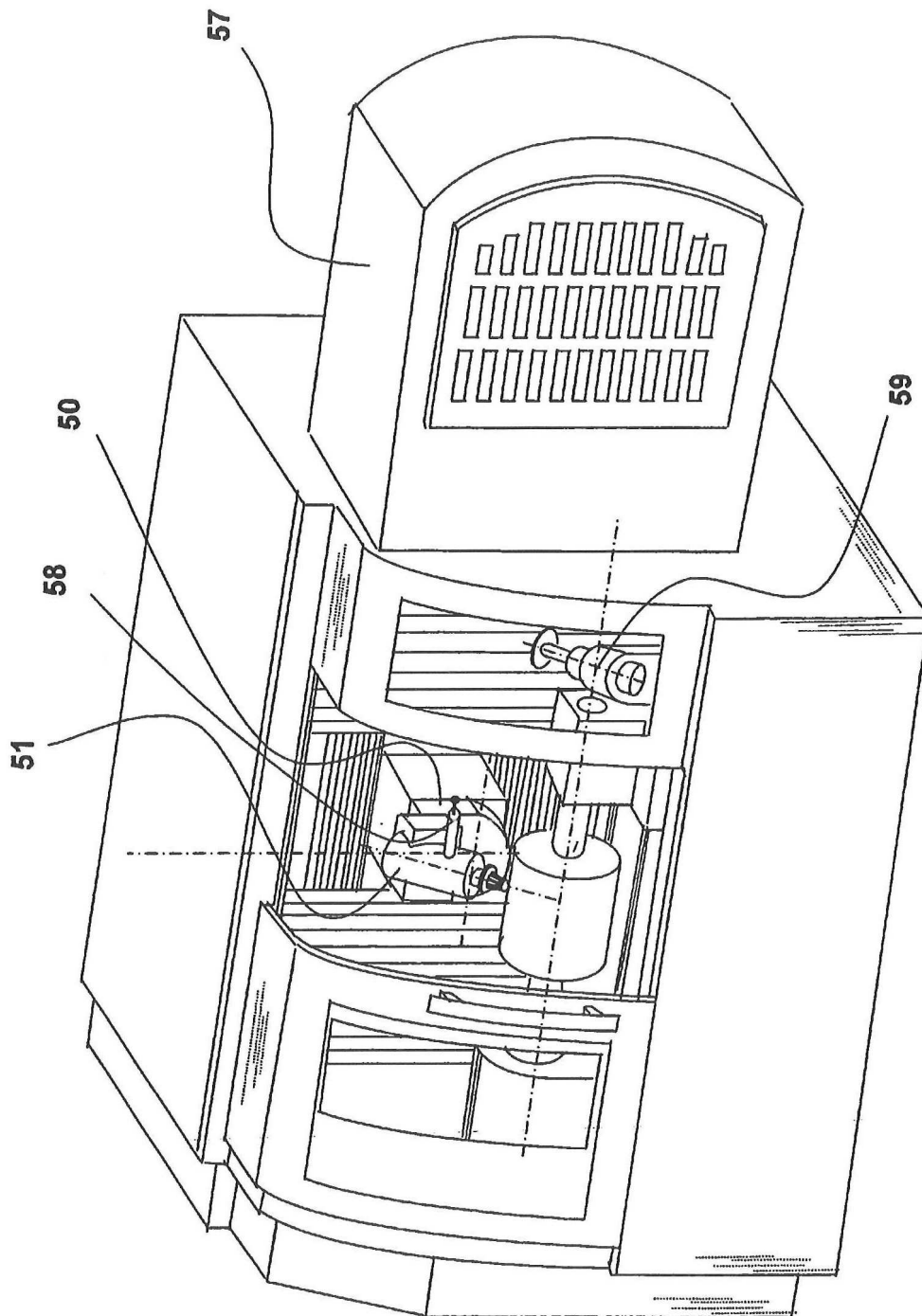


FIG. 7

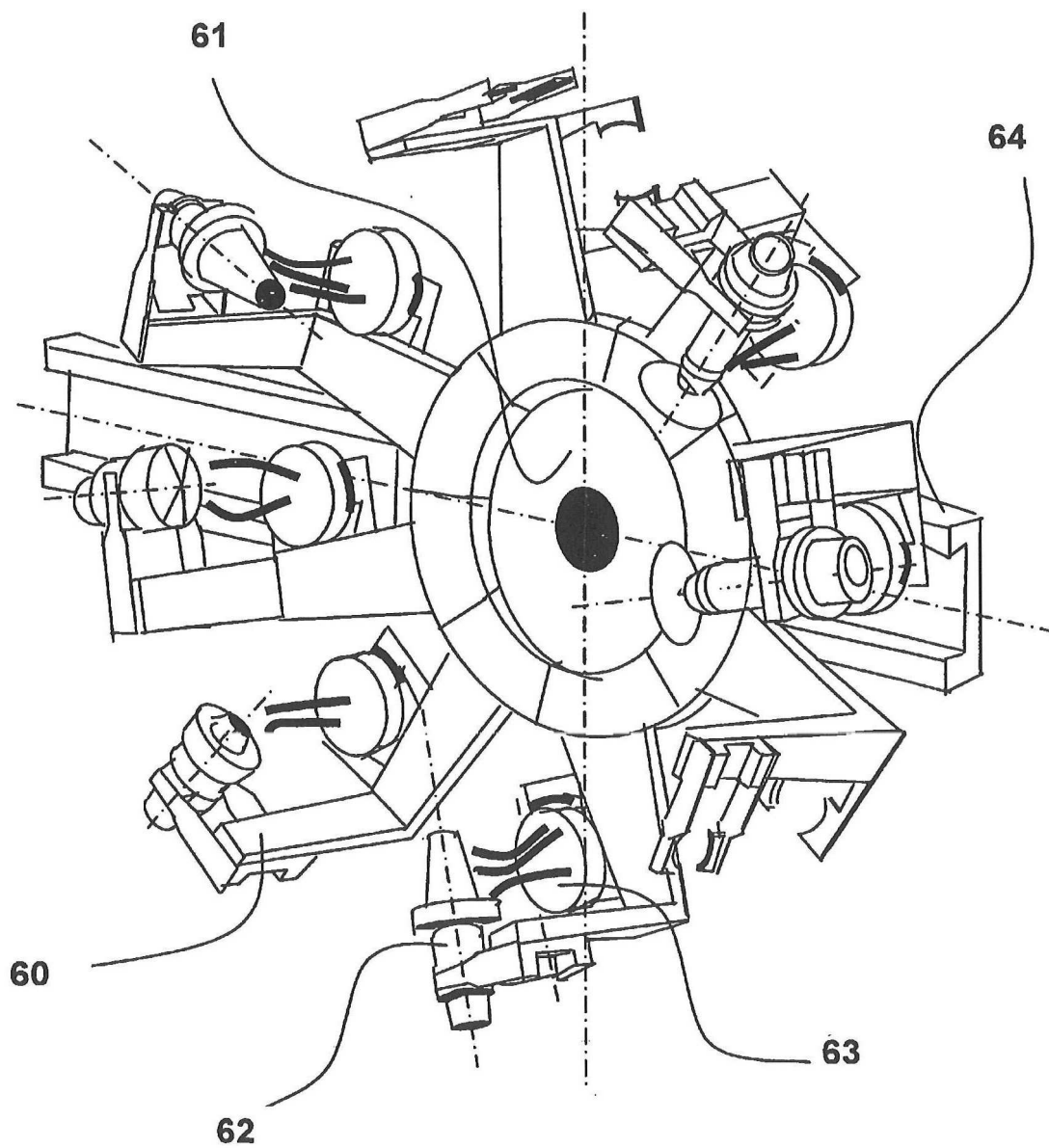


FIG. 8