

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 974 664**

51 Int. Cl.:

B23B 5/16 (2006.01)

B23Q 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.02.2016** **PCT/EP2016/053797**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.09.2016** **WO16135157**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.02.2016** **E 16705955 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.02.2024** **EP 3261791**

54 Título: **Método para reducir la vibración regenerativa de máquinas de corte y una máquina de corte**

30 Prioridad:

27.02.2015 DE 102015002483

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

01.07.2024

73 Titular/es:

RATTUNDE AG (100.0%)
Bauernallee 23
19288 Ludwigslust, DE

72 Inventor/es:

RATTUNDE, ULRICH

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 974 664 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

Método para reducir la vibración regenerativa de máquinas de corte y una máquina de corte

- 5 La invención se refiere tanto a un método para reducir la vibración regenerativa, en particular de máquinas cortadoras, como a la máquina cortadora. En el estado de la técnica se conocen ampliamente las máquinas de corte en forma de cabezales de herramientas giratorios para extremos de tubos. Por ejemplo, en el documento EP 2 106 313 B1 se describe un cabezal de herramienta.
- 10 El documento US 2.699.696 describe un cabezal de perforación con un husillo, en cuyo extremo exterior está previsto un espacio para un peso adicional, pudiendo cerrarse el espacio mediante una tapa. De manera desventajosa, el cabezal de perforación allí descrito sólo puede utilizarse con un peso adicional.
- 15 El documento DE 10 2009 009 212 B3 describe una herramienta con amortiguación de vibraciones para mecanizar piezas de trabajo, uno o varios amortiguadores de vibraciones estando colocados de forma desplazable a lo largo de la circunferencia de un cuerpo base de herramienta. La desventaja de la herramienta es que la posición de los amortiguadores de vibraciones debe determinarse con precisión de antemano para amortiguar las vibraciones de la forma más óptima posible.
- 20 En el documento JP H 101 28 635 se describe un soporte para una herramienta de perforación. El soporte tiene un dispositivo de amortiguación de vibraciones que se coloca alrededor del exterior del soporte. Este documento divulga un método según el preámbulo de la reivindicación 1 y una máquina según el preámbulo de la reivindicación 2.
- 25 En el documento EP 1 693 131 A1 se divulga una herramienta de corte con un bolsillo interior, en el que está dispuesto un componente móvil que amortigua las vibraciones.
- El documento DE 10 2012 012 279 A1 divulga una herramienta de corte con un cabezal con una cavidad en la que se proporcionan elementos de equilibrado.
- 30 El documento RU 660 785 describe una broca con elementos de equilibrado. Además, en los documentos US 3.820.422, US 2.699.696 y DT 24 34 196 A1 también se describen elementos de equilibrio que inhiben las vibraciones en el interior de una barra de perforación.
- 35 Las máquinas de corte con cabezales de herramientas giratorios son cuerpos vibratorios que pueden utilizarse para reelaborar secciones de tubería cortadas a medida. En particular, el extremo del tramo de tubo puede estar provisto de un chaflán. Para formar chaflanes, los cabezales de herramienta se mueven hacia el extremo del tubo en una extensión del eje longitudinal de la sección de tubo, los cabezales de herramienta giran y tienen una o más placas de corte, que se utilizan para aplicar tanto un chaflán interno o externo y una superficie plana se aplica al extremo del tramo de tubo. Las virutas se levantan del extremo del tubo al aplicar el chaflán y la superficie plana. El cabezal de la
- 40 herramienta se encuentra en el extremo de un husillo giratorio y forma, junto con el husillo, un cuerpo vibrante. En principio, tanto la pared exterior como la interior de los tramos de tubo nunca son exactamente circulares, de modo que durante el proceso de mecanizado se producen cambios de carga. Si los cambios de carga se encuentran en el rango de la frecuencia natural del cabezal de la herramienta montado en el husillo, pueden producirse vibraciones no deseadas. Por un lado, la vibración ejerce presión sobre la máquina de corte y, por otro lado, la superficie de la pieza se vuelve ondulada, lo que provoca una pérdida de calidad. La pieza mecanizada puede incluso quedar inservible.
- 45 Una forma especial de vibración se conoce como vibración regenerativa. La vibración natural del cabezal de la herramienta es estimulada repetidamente por la ondulación de la superficie ya generada, que se formó con la misma herramienta de corte en la superficie ya mecanizada. El resultado es una vibración que se hace cada vez más fuerte.
- 50 Existen varias soluciones en el estado de la técnica para evitar la vibración regenerativa.
- Por ejemplo, en herramientas de fresado multicorte o herramientas de escariado, los filos de corte están dispuestos a diferentes distancias entre sí y, por tanto, la frecuencia de excitación cambia constantemente durante el corte. El
- 55 resultado de esto es que la vibración regenerativa idealmente no se produce en absoluto.
- En herramientas de un solo filo, por supuesto, no es posible cambiar la distancia del filo. Sin embargo, se sabe que la velocidad de la herramienta de corte giratoria cambia constante y rápidamente, lo que puede provocar elevadas cargas en la máquina a altas frecuencias.
- 60 Además, también se conocen sistemas de amortiguación activos, en los que las vibraciones se registran electrónicamente y la frecuencia natural del sistema se modifica mediante una masa adicional. También existen sistemas de amortiguación pasivos, en los que están previstos amortiguadores hidráulicos o sistemas adicionales de masa de resorte, los llamados amortiguadores, que anulan en gran medida la frecuencia de resonancia.
- 65

Sin embargo, los sistemas mencionados para evitar la vibración regenerativa son extremadamente complejos y también requieren un mantenimiento intensivo.

Por lo tanto, el objetivo de la invención es proporcionar un método más sencillo para reducir la vibración regenerativa, así como un dispositivo de corte en el que la vibración regenerativa ocurra menos, o preferiblemente no ocurra en absoluto.

En el primer aspecto, el problema se resuelve mediante un método que tiene las características de la reivindicación 1.

En este método, una pieza de trabajo se gira con respecto a un cabezal de herramienta con al menos una herramienta de corte. En una variante del método, el cabezal de la herramienta puede mantenerse fijo con respecto a una máquina de corte y la pieza de trabajo puede girarse.

En otra variante del método según la invención, la pieza de trabajo se sujeta en una posición fija con respecto a la máquina de corte y el cabezal de la herramienta gira con respecto a la pieza de trabajo. El cabezal de herramienta procesa las paredes de la pieza de trabajo utilizando al menos una herramienta de corte.

La pieza de trabajo puede ser, específicamente, piezas de trabajo de hierro o acero, pero también de otros materiales. La pieza de trabajo tiene preferentemente una forma alargada. Puede ser un perfil alargado, en particular un tubo o un perfil macizo de sección transversal circular. El tubo puede tener un diámetro exterior y/o interior circular en toda su longitud. Sin embargo, el método también puede aplicarse a otras piezas de trabajo con una sección transversal interior o exterior preferiblemente circular, donde circular en el presente no significa la forma circular matemáticamente exacta, sino también ligeras desviaciones de la forma circular matemáticamente exacta. El método es especialmente aplicable a estas formas circulares reales.

La al menos una herramienta de corte está dispuesta en un extremo del cabezal de herramienta. Frente a la al menos una herramienta de corte, se dispone un soporte en el otro extremo del cabezal de la herramienta, con la que el cabezal de la herramienta se fija a un husillo giratorio accionado por la máquina de corte. El cabezal de la herramienta se puede reemplazar fácilmente con masa adicional.

Preferiblemente, el portaherramientas está diseñado con rosca interior para facilitar su manejo, mientras que el husillo tiene la correspondiente rosca exterior en un extremo.

El cabezal de la herramienta vibra durante el mecanizado. Las vibraciones desplazan una masa adicional suelta. La masa adicional suelta toca aleatoriamente el cabezal de la herramienta en las primeras posiciones, y en las segundas posiciones, la masa adicional no tiene ninguna conexión con el cabezal de la herramienta. En particular, la masa adicional no presenta ninguna unión elástica, de amortiguación o de otro tipo con el cabezal de la herramienta, sino que, preferentemente, la masa adicional está completamente rodeada de aire en las segundas posiciones y prácticamente flota en el espacio durante un breve espacio de tiempo. Como resultado, la masa adicional cambia aleatoriamente la masa del cabezal de la herramienta y el cambio de masa del cabezal de la herramienta cambia el comportamiento de vibración del cabezal de la herramienta y por lo tanto contrarresta la vibración regenerativa.

El procedimiento según la invención parte de la idea de modificar aleatoriamente el comportamiento de vibración de un cabezal de herramienta que está montado permanentemente en un husillo giratorio y que gira durante el proceso de mecanizado alrededor de un eje longitudinal que corresponde al eje longitudinal del husillo. El comportamiento de vibración del cabezal de la herramienta está determinado esencialmente por la rigidez, en particular del husillo, por la amortiguación y también por la masa del cabezal de la herramienta y del husillo. La amortiguación se debe a que un cabezal de herramienta, excitado en dirección longitudinal, entra automáticamente en un estado de reposo, a partir del cual se puede determinar la amortiguación.

Sin embargo, el método según la invención también hace uso de la idea de permitir que el cambio de masa se produzca aleatoriamente colocando una masa adicional suelta sobre o dentro del cabezal de la herramienta.

Según un método conocido, el cabezal de herramienta puede presentar un interior cilíndrico en el que se encuentra una masa adicional cilíndrica. La masa adicional tiene una pared exterior correspondiente, que es estrictamente circular en sección transversal y tiene una forma circular constante en toda la extensión longitudinal del cilindro, así como dos caras frontales paralelas que son perpendiculares a las paredes correspondientes. El cilindro tiene un radio que es ligeramente menor el radio interior del interior cilíndrico del cabezal de la herramienta. Las distancias entre las caras frontales del rebaje cilíndrico también son ligeramente mayores que la longitud de la masa adicional cilíndrica entre sus caras frontales. Como resultado, la masa adicional cilíndrica está dispuesta de forma holgada, es decir, se puede mover libremente en todas las direcciones dentro de un margen en el interior del cabezal de la herramienta.

Durante el funcionamiento del cabezal de la herramienta, la masa adicional con su correspondiente pared exterior está en contacto con las paredes interiores del hueco cilíndrico del cabezal de la herramienta durante un período de tiempo más largo. Sin embargo, si el cabezal de la herramienta se somete a pequeñas vibraciones, como por ejemplo al principio de un proceso de vibración regenerativa, la masa adicional pierde aleatoriamente su conexión de contacto

con la pared interior en determinados momentos y en cortos periodos de tiempo. La masa adicional flota, por así decirlo, sin contacto en el interior del cabezal de herramienta, lo que reduce la masa del cabezal de la herramienta, que es responsable de determinar la frecuencia natural, y con ello modifica la frecuencia natural del cabezal de herramienta. Al cambiar la frecuencia natural, la estimulación periódica del cabezal de la herramienta, que ya vibra y

5 que es responsable de la vibración regenerativa, ya no puede provocar una acumulación, es decir, un comportamiento de vibración que se hace más fuerte con cada revolución, porque la frecuencia natural acaba de cambiar.

Tras retirar el cabezal de la herramienta del husillo, se puede acceder libremente al interior y retirar o sustituir la masa

10 adicional.

Según el método de la invención, la masa adicional se coloca en forma de anillo alrededor de una pared exterior del cabezal de la herramienta. La pared exterior del cabezal de la herramienta tiene una sección transversal circular perpendicular a la dirección longitudinal y tiene un radio, mientras que una pared interior de la masa adicional en forma de anillo tiene un radio correspondiente que es ligeramente mayor que el radio, de modo que el anillo también queda

15 suelto en la pared exterior del cabezal de la herramienta. En las primeras posiciones, la pared correspondiente del anillo toca la pared exterior del cabezal de la herramienta; en las segundas posiciones, la masa adicional en forma de anillo no tiene conexión alguna, ni tampoco contacto con el cabezal de la herramienta; flota, por así decirlo, alrededor del cabezal de la herramienta. El modo de funcionamiento corresponde al mencionado anteriormente, y lo anterior también se aplica en su totalidad a esta realización de la invención.

La tarea se cumple en su segundo aspecto mediante una máquina de corte con las características de la reivindicación

20 2.

La máquina de corte de metal es particularmente adecuada para llevar a cabo uno de los métodos mencionados anteriormente. La máquina de corte presenta un cabezal de herramienta con al menos una herramienta de corte para mecanizar una pared de una pieza de trabajo, así como una masa adicional suelta, que puede tener diferentes

25 posiciones con respecto al cabezal de herramienta y que entra en contacto con el cabezal de herramienta en primeras posiciones, y que no tiene conexión con el cabezal de la herramienta en segundas posiciones, y el cabezal de la herramienta tiene un primer comportamiento de vibración en primeras posiciones y un segundo comportamiento de vibración en segundas posiciones.

Con respecto a la máquina de corte, la invención también hace uso de la idea de cambiar las frecuencias naturales del cabezal de la herramienta, que está preferiblemente suspendido de un husillo y puede vibrar en todas las direcciones desde el eje longitudinal, cambiando la masa del cabezal de la herramienta. Sin embargo, el cambio de

35 masa del cabezal de la herramienta no está controlado mecánicamente, sino que es aleatorio. La masa del cabezal de la herramienta aumenta cuando la masa adicional toca el cabezal de herramienta en las primeras posiciones, y la masa se reduce por la masa adicional cuando el cabezal de la herramienta no forma una conexión, incluyendo un resorte, amortiguación u otra conexión, con el cabezal de la herramienta. El cambio de masa modifica el comportamiento de vibración del cabezal de la herramienta, lo que, como se mencionó anteriormente, contrarresta la vibración regenerativa. Sorprendentemente, se ha demostrado que esta simple variante de cambiar aleatoriamente la masa del cabezal de la herramienta contrarresta la vibración regenerativa de forma extremadamente eficaz. Específicamente, se pueden evitar casi por completo las irregularidades onduladas provocadas por la vibración regenerativa al mecanizar los extremos de los tubos.

Según la invención, el cabezal de la herramienta presenta una pared que gira alrededor de un eje longitudinal durante el funcionamiento y la masa adicional presenta una pared giratoria correspondiente, estando la pared correspondiente separada de la pared giratoria por una distancia a lo largo de toda su extensión en la segunda posición. La masa

45 adicional y el cabezal de la herramienta se pueden mover entre sí, siendo el rango de movimiento relativo muy pequeño y denominándose como juego en el presente. Preferiblemente, el juego es de unos pocos milímetros y, de manera especialmente preferida, sólo en el rango de los micrómetros. Mientras que en las primeras posiciones la masa adicional reposa sobre las paredes, en las segundas posiciones la masa adicional está completamente rodeada de aire y flota, por así decirlo, con respecto a la herramienta.

Según la invención, se forma una pared exterior con un radio y una pared correspondiente como pared interior correspondiente de un anillo exterior con un radio correspondiente mayor que el radio. Se ajusta un anillo alrededor del cabezal de la herramienta, por así decirlo, de modo que el anillo descansa libremente sobre el cabezal de la herramienta con algo de juego y de modo que cuando el anillo exterior entra en contacto con el cabezal de la herramienta, el cabezal de la herramienta forma una masa que es mayor que la masa del anillo exterior que en los momentos en que el anillo exterior no tiene contacto con el cabezal de la herramienta.

50

En una forma de realización, la pared exterior del cabezal de la herramienta está diseñada como un cilindro.

60

El proceso de corte en este caso es un proceso periódico, en donde las irregularidades en la superficie de la herramienta mecanizada entran periódicamente en contacto con la herramienta de corte y la excitan periódicamente. Si esta excitación periódica coincide específicamente con la frecuencia natural del cabezal de la herramienta, la

65

vibración se acumula hasta convertirse en una vibración regenerativa. Esto es muy ruidoso y puede provocar daños en la herramienta de corte, así como una superficie muy irregular de la pieza de trabajo.

La invención se describe con referencia a dos realizaciones ejemplares en siete figuras.

Éstas muestran:

La Fig. 1 una vista del principio físico para explicar la vibración física de una máquina de corte al cortar una superficie,
 La Fig. 2 una vista de principio físico para explicar la máquina de corte según la invención con una masa adicional,
 La Fig. 3 una disposición de un cabezal de la herramienta según la invención en relación con la pieza de trabajo durante el proceso de mecanizado,
 La Fig. 4 una vista en perspectiva de un cabezal de la herramienta conocido,
 La Fig. 5 una vista en sección en la dirección longitudinal de la Fig. 4 con una masa interior,
 La Fig. 6 una realización de un cabezal de la herramienta según la invención,
 La Fig. 7 una vista longitudinal en sección de la Fig. 6 con una masa exterior según la invención.

La Fig. 1 muestra esquemáticamente una pieza de trabajo con un tramo transversal esencialmente circular, por ejemplo un tramo de tubo 1 con un tramo transversal exterior esencialmente circular. Sin embargo, la pieza de trabajo también puede ser un perfil macizo o un perfil seccional macizo y hueco. La pieza de trabajo es preferentemente de metal, en particular de acero, aunque también pueden utilizarse otros materiales. El tramo de tubo 1 se mecaniza mediante un cabezal de herramienta 2, que en donde la vista esquemática presenta exactamente una placa de corte 3 individual. Naturalmente, el cabezal de la herramienta 2 también puede presentar dos, tres o un número mayor de placas de corte 3. El cabezal de la herramienta 2 y el tramo de tubo 1 giran entre sí. El cabezal de la herramienta 2 se puede mantener fijo en el espacio y con respecto a la máquina de corte (no mostrada), y el tramo de tubo 1 se puede girar alrededor de un eje longitudinal alineado en la dirección longitudinal L, o el tramo de tubo 1 se puede mantener fijo en el espacio y con respecto a la máquina de corte, y el cabezal de la herramienta 2 puede girar alrededor del eje longitudinal alrededor del tramo de tubo 1, y la placa de corte 3 gira alrededor del exterior del tramo de tubo 1. Durante el proceso de rotación, la herramienta de corte levanta virutas de una pared exterior 4 del tramo de tubo 1. Durante el proceso de corte se producen cambios de carga en las fuerzas de corte, por ejemplo porque la pared exterior 4 no es exactamente circular, lo que de hecho ocurre siempre, de modo que las virutas retiradas tienen en realidad espesores ligeramente diferentes. Incluso en el caso de tramos de tubo 1 idealmente circulares, se producirán cambios de carga, lo que inicialmente provocará que el cabezal de la herramienta 2 experimente pequeñas vibraciones que, sin embargo, pueden aumentar periódicamente debido a la rotación relativa continua del cabezal de la herramienta 2 y el tramo de tubo 1 y provocar la denominada vibración regenerativa.

La ondulación de la pared exterior 4 del tramo de tubo 1 estimula periódicamente el cabezal de la herramienta 2 para que vibre de la misma manera una y otra vez. Los cabezales de la herramienta 2 suelen girar a unas 5.000 rpm; sin embargo, también se conciben otras velocidades. Específicamente, el cabezal de la herramienta 2 puede funcionar a una velocidad más baja o más alta. El cabezal de la herramienta 2 está montado sobre un husillo giratorio (no mostrado) alineado en la dirección longitudinal L y puede oscilar fuera de la dirección longitudinal L. El comportamiento vibratorio del cabezal de la herramienta 2 está determinado esencialmente por una rigidez c del cabezal de la herramienta 2 montado en el husillo, una amortiguación d y una masa m del cabezal de la herramienta 2 con el husillo. Específicamente, una frecuencia natural f_{natural} del cabezal de la herramienta 2 es función de estos tres parámetros. Por f_{natural} se entiende la frecuencia natural con la que el cabezal de la herramienta 2 montado en el husillo oscila fuera de la dirección longitudinal L.

La invención parte de la idea, tal como se muestra en la Fig. 2, de cambiar de forma aleatoria y breve una masa total del cabezal de herramienta 2 por una masa adicional m_z y de este modo, cambiar de forma aleatoria y breve el comportamiento de vibración.

El cabezal de la herramienta 2 gira alrededor del tramo de tubo que está firmemente sujeto y fijado en un soporte, y una masa total del cabezal de la herramienta 2 cambia dependiendo de si la masa adicional m_z está conectada al cabezal de la herramienta 2 o no lo toca y no está conectado a él. Si la masa adicional m_z está conectada al cabezal de la herramienta 2, por ejemplo, mediante el contacto de la masa adicional m_z con el cabezal de la herramienta 2, la frecuencia natural del cabezal de la herramienta 2 se reduce; si la masa adicional m_z no está conectada al cabezal de la herramienta 2, la frecuencia natural del cabezal de la herramienta 2 aumenta.

Modificando el comportamiento vibratorio del cabezal de la herramienta 2 se introduce una perturbación en el proceso de mecanizado que contrarresta, por así decirlo, una vibración que aumenta periódicamente. Una excitación periódica del cabezal de la herramienta 2 mediante ondas en la pared de los tramos de tubo 1 durante el movimiento giratorio no conduce a una catástrofe de resonancia en forma de vibración regenerativa, ya que la frecuencia de resonancia del cabezal de la herramienta 2 cambia debido al cambio de masa.

La Fig. 3 muestra un extremo de un tramo de tubo 1. Se trata de un tubo metálico. Con ayuda del cabezal de la herramienta 2 según la invención se aplican al tubo metálico un chafán interior, un chafán exterior y una superficie plana con ayuda de tres placas de corte 3a, 3b, 3c. El cabezal de la herramienta 2 gira con respecto al tramo de tubo

1, que está sujeto con respecto a la máquina de corte. El tramo de tubo 1 y el cabezal de la herramienta 2 tienen una dirección longitudinal común L. El cabezal de herramienta 2 gira alrededor de un eje longitudinal alineado en la dirección longitudinal L, correspondiendo el eje longitudinal al eje longitudinal del tramo de tubo 1.

5 La Fig. 4 muestra una vista exterior del cabezal de la herramienta 2 conocido. Las figuras 4 y 5 sirven para facilitar la comprensión de la invención. Frente al tramo de tubo 1 (no mostrado) están previstas tres placas de corte 3a, 3b, 3c, que están montadas indistintamente en soportes correspondientes en el cabezal de la herramienta 2. El cabezal de la herramienta se puede girar en ambas direcciones alrededor de la dirección longitudinal L.

10 La Fig. 5 muestra el cabezal de la herramienta 2 mostrado en la Fig. 4 en una vista en sección en la dirección longitudinal L. El cabezal de la herramienta 2 tiene una carcasa exterior 50 con la masa m del cabezal de la herramienta. Las tres placas de corte 3a, 3b, 3c están dispuestas en un extremo del cabezal de la herramienta 2. En otro extremo está previsto un soporte 51 con el que se puede colocar el cabezal de la herramienta 2 en la máquina de corte. Uno y otro extremos están preferentemente opuestos entre sí.

15 La masa adicional m_z está dispuesta aquí como un cuerpo suelto de forma cilíndrica, dispuesto en un cabezal de la herramienta 2. El cabezal de la herramienta 2 tiene un interior 52 con una pared interior cilíndrica 53 y dos caras terminales 54, 56. Las dos caras terminales 54, 56 están dispuestas paralelas entre sí y cada una de ellas perpendicular a la pared interior cilíndrica 53.

20 En la sección transversal según la Fig. 5, el interior 52 es rectangular. Las dimensiones del rectángulo pueden diferir de la forma en que se muestran; también puede proporcionarse una sección transversal interior cuadrada. La masa adicional m_z está diseñada como un cilindro, siendo un radio correspondiente r_2 del cilindro ligeramente menor que un radio r_1 del interior cilíndrico 52, de modo que la masa adicional cilíndrica m_z tiene un juego 60 alrededor de toda una pared correspondiente 57 y también en sus caras terminales 58, 59, es decir, está separada de la pared interior cilíndrica 53 y de las caras terminales 54, 56 del interior.

25 La Fig. 5 muestra el cabezal de la herramienta 2 en una de las segundas posiciones, en la que la masa adicional m_z no toca el cabezal de herramienta 2. Cuando el cabezal de la herramienta 2 no está en funcionamiento, el cabezal de la herramienta 2 se encuentra en una de las primeras posiciones en la que la masa adicional cilíndrica m_z de su pared correspondiente 57 exterior descansa sobre una parte de la pared interior 53 del cabezal de la herramienta 2. Durante el funcionamiento, el cabezal de la herramienta 2 gira a un número elevado de revoluciones, por ejemplo 5.000 revoluciones/min. Durante un proceso de arranque, el cilindro interior rectifica inicialmente con su pared correspondiente 57 exterior sobre la pared interior 53 del cabezal de la herramienta 2 hasta que el cilindro interior ha absorbido el número de revoluciones del cabezal de la herramienta 2 por fricción. Durante el proceso de mecanizado, en el momento en que comienza a desarrollarse una vibración regenerativa, se hace que el cabezal de la herramienta 2 vibre ligeramente. En la Fig. 5, estas vibraciones se desarrollan perpendicularmente al eje longitudinal alineado en la dirección longitudinal L. El tamaño del juego 60 es tal que tiene como máximo la amplitud de vibración aún permitida. Cuando el cabezal de la herramienta 2 comienza a vibrar, hay momentos durante el proceso de vibración en los que la masa adicional cilíndrica m_z no tiene ningún contacto con el cabezal de la herramienta 2, es decir, la pared correspondiente 57 exterior está dispuesta a una distancia circunferencial de la pared interior 53 del cabezal de la herramienta 2, de forma que la masa total $m+m_z$ del cabezal de la herramienta 2 se reduce por la masa adicional m_z a la masa del cabezal de herramienta m. De este modo se modifica la frecuencia natural f_{natural} del cabezal de la herramienta 2, aunque sea brevemente, pero cambia, lo que modifica el comportamiento de vibración del cabezal de la herramienta 2, de modo que ya no puede ser excitado mediante excitaciones periódicas y se evita la vibración regenerativa.

30 El cabezal de la herramienta 2 con masa adicional m_z en contacto tiene una masa $m+m_z$ y, por tanto, una primera frecuencia natural $f_{\text{natural}}(c, d, m+m_z)$, y el cabezal de la herramienta 2 sin contacto con la masa adicional m_z tiene una masa m y una segunda frecuencia natural $f_{\text{natural}}(c, d, m)$, que es diferente de la primera frecuencia natural $f_{\text{natural}}(c, d, m+m_z)$.

35 Las pruebas han demostrado que la vibración regenerativa se puede evitar de forma extremadamente efectiva con la simple medida de proporcionar una masa adicional suelta m_z en el cabezal de la herramienta 2.

40 La Fig. 6 muestra una realización de la invención en la que la masa adicional suelta m_z se coloca alrededor del exterior del cabezal de la herramienta 2 como un anillo exterior. La masa adicional m_z tiene forma de anillo y está provista de una pared interior 72 correspondiente, que en las primeras posiciones se apoya en una pared exterior 71 de un cabezal de herramienta también cilíndrico.

45 La Fig. 7 muestra una vista en sección del cabezal de la herramienta 2 de la Fig. 6. El cabezal de la herramienta 2 tiene la pared exterior cilíndrica 71, que tiene el radio r_1 , y la masa adicional m_z que tiene forma de anillo con la pared interior en forma de anillo 72 correspondiente, que tiene el radio r_2 correspondiente, que es ligeramente mayor que el radio r_1 . En las segundas posiciones, una de las cuales se muestra en la Fig. 7, la masa adicional anular m_z no tiene contacto alguno ni conexión con el cabezal de la herramienta 2. Está separada por el juego 60.

El principio de funcionamiento es el mismo que el del cabezal de la herramienta conocido que se muestra en la Fig. 4. Normalmente, el anillo exterior con su correspondiente pared interior 72 descansa en algún lugar de la pared exterior 71 del cabezal de la herramienta 2 y, por lo tanto, el cabezal de la herramienta 2 tiene una masa $m+m_z$ que incluye la masa del anillo exterior. Durante el proceso de mecanizado, el cabezal de la herramienta 2 se excita de nuevo para producir pequeñas vibraciones al comienzo de la vibración regenerativa, y el anillo exterior no participa en estas vibraciones debido a su inercia, de modo que durante cortos períodos de tiempo la pared exterior 71 del cabezal de la herramienta 2 no tiene contacto en absoluto con la correspondiente pared interior 72 del anillo exterior y, por lo tanto, la masa m del cabezal de herramienta 2 se reduce por la masa adicional m_z del anillo exterior y, por lo tanto, a su vez, la frecuencia natural f_{natural} de la herramienta se modifica el cabezal de la herramienta 2, que está determinada de forma decisiva por la masa m del cabezal de la herramienta o $m + m_z$, lo que evita de forma muy sencilla la vibración regenerativa.

Lista de símbolos de referencia

- 15 1 Tramo de tubo
- 2 Cabezal de la herramienta
- 3 Placa de corte
- 3a Placa de corte
- 3b Placa de corte
- 20 3c Placa de corte
- 4 Pared exterior
- 50 Carcasa exterior
- 51 Soporte
- 25 52 Interior
- 53 Pared interior cilíndrica
- 54 Cara terminal
- 56 Cara terminal
- 30 57 Pared correspondiente
- 58 Cara terminal
- 59 Cara terminal
- 60 Juego
- 35 71 Pared exterior cilíndrica
- 72 Pared interior correspondiente en forma de anillo
- c Rigidez
- 40 d Amortiguación
- m Masa
- m_z Masa adicional
- r1 Radio
- r2 Radio correspondiente
- 45 f_{natural} Frecuencia natural
- $f_{\text{natural}}(c, d, m)$ Segunda frecuencia natural
- $f_{\text{natural}}(c, d, m+m_z)$ Primera frecuencia natural
- L Dirección longitudinal

REIVINDICACIONES

1. Método para reducir la vibración regenerativa mediante

un tramo de tubo (1) gira con respecto a un cabezal de la herramienta (2) con al menos una herramienta de corte (3, 3a, 3b, 3c) dispuesta en un extremo del cabezal de la herramienta (2) y se introducen chaflanes en un extremo del tramo de tubo (1), el cabezal de la herramienta (2), y las paredes del tramo de tubo (1) se mecanizan usando al menos una herramienta de corte (3, 3a, 3b, 3c),

el cabezal de la herramienta (2) se excita para que vibre durante el mecanizado, las vibraciones provocan que una masa adicional suelta (m_z) se mueva aleatoriamente, dicha masa toca el cabezal de la herramienta (2) en las primeras posiciones y no tiene conexión con el cabezal de la herramienta (2) en segundas posiciones y, por lo tanto, la masa total del cabezal de herramienta (2) es modificada aleatoriamente por la masa adicional (m_z) y el cambio de masa cambia el comportamiento de vibración del cabezal de la herramienta (2) y, por tanto, contrarresta la vibración regenerativa, y en que un soporte (51) con el que se puede colocar el cabezal de la herramienta (2) indistintamente en un husillo, está dispuesto en otro extremo del cabezal de la herramienta (2) opuesto a un extremo, y la masa adicional (m_z) se coloca en un anillo alrededor de una pared exterior (71) del cabezal de la herramienta (2) y la pared exterior (71) del cabezal de la herramienta (2) es circular en sección transversal perpendicular a la dirección longitudinal y la pared exterior (71) del cabezal de la herramienta (2) tiene un radio (r_1), mientras que la pared interior (72) de la masa adicional anular (m_z) tiene un radio correspondiente (r_2), que es ligeramente mayor que el radio (r_1) de la pared exterior (71) del cabezal de la herramienta (2), de modo que la masa anular adicional (m_z) también descansa suelta sobre la pared exterior (71) del cabezal de la herramienta (2), caracterizado porque están previstas tres placas de corte (3a, 3b, 3c) en un extremo del cabezal de la herramienta (2), siendo adecuada una placa de corte (3a) para aplicar un chaflán interior, siendo una placa de corte (3b) adecuada para aplicar un chaflán exterior y siendo una placa de corte (3c) adecuada para aplicar una superficie plana.

2. Máquina de corte con

un cabezal de la herramienta (2) con al menos una herramienta de corte (3, 3a, 3b, 3c) dispuesta en un extremo del cabezal de la herramienta (2) para mecanizar una pared de un tramo de tubo (1), una masa adicional suelta (m_z), que puede tener aleatoriamente diferentes posiciones con respecto al cabezal de la herramienta (2) y que está en contacto con el cabezal de la herramienta (2) en las primeras posiciones y que no tiene conexión con el cabezal de la herramienta (2) en segundas posiciones, teniendo el cabezal de la herramienta (2) un primer comportamiento de vibración en las primeras posiciones y un segundo comportamiento de vibración en las segundas posiciones y con un soporte (51) en otro extremo del cabezal de la herramienta (2) opuesto a un extremo, con el que el cabezal de la herramienta (2) se puede colocar en un husillo de forma intercambiable y la masa adicional (m_z) se puede colocar en forma de anillo alrededor de una pared exterior (71) del cabezal de la herramienta (2) y la pared exterior (71) del cabezal de la herramienta (2) es circular en sección transversal perpendicular a la dirección longitudinal y la pared exterior (71) del cabezal de la herramienta (2) tiene un radio (r_1), mientras que la pared interior (72) de la masa adicional anular (m_z) tiene un radio correspondiente (r_2) que es ligeramente mayor que el radio (r_1) de la pared exterior (71) del cabezal de la herramienta (2), de modo que la masa anular adicional (m_z) también descansa suelta sobre la pared exterior (71) del cabezal de la herramienta (2), caracterizado porque en un extremo del cabezal de la herramienta (2) están previstas tres placas de corte (3a, 3b, 3c), una placa de corte (3a) es adecuada para aplicar un chaflán interior, una placa de corte (3b) es adecuada para aplicar un chaflán exterior y una placa de corte (3c) es adecuada para aplicar una superficie plana.

3. Máquina de corte según la reivindicación 2, caracterizada porque el cabezal de la herramienta (2) tiene una pared (71) que durante el funcionamiento gira alrededor de un eje longitudinal y la masa adicional (m_z) tiene una pared correspondiente giratoria (72) que se encuentra separada en toda su extensión en las segundas posiciones de la pared giratoria (71) del cabezal de la herramienta (2).

4. Máquina de corte según la reivindicación 3, caracterizada porque la pared del cabezal de la herramienta (71) tiene forma cilíndrica y la pared correspondiente (72) también tiene forma cilíndrica.

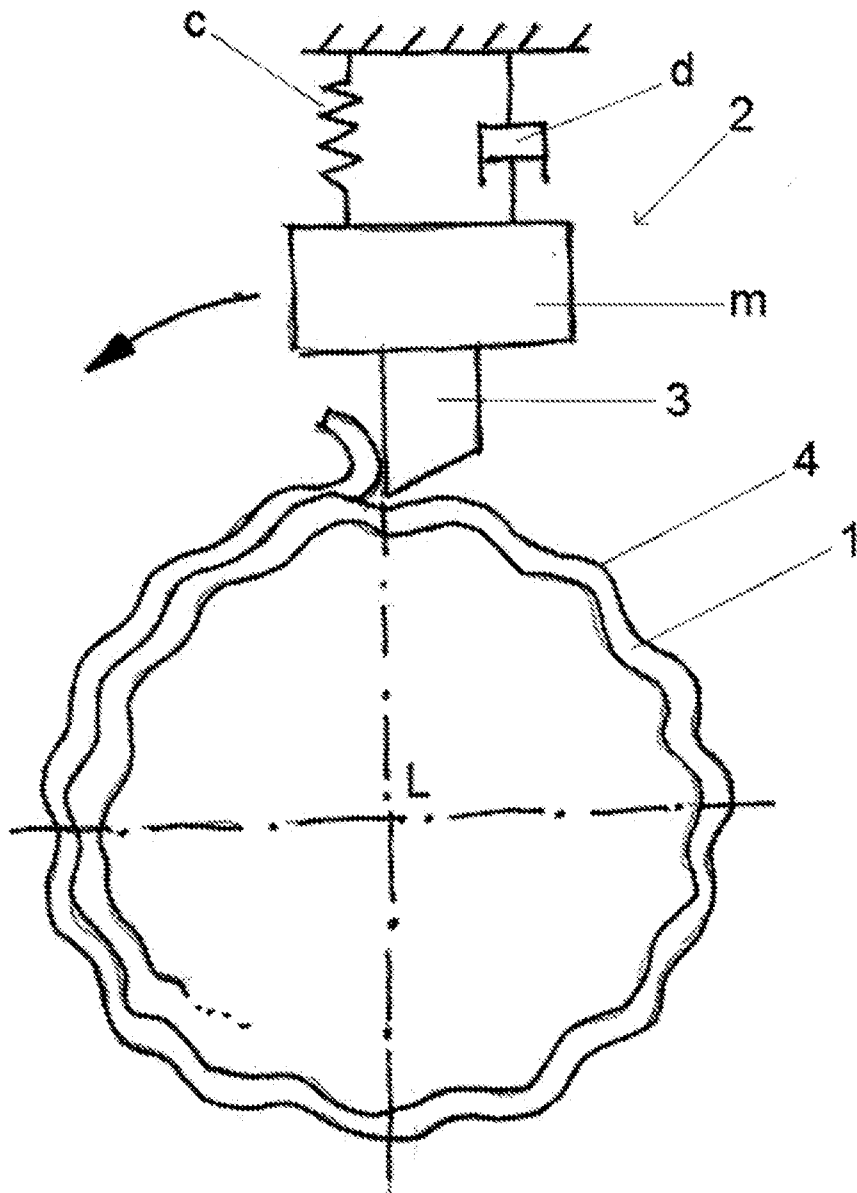


Fig. 1

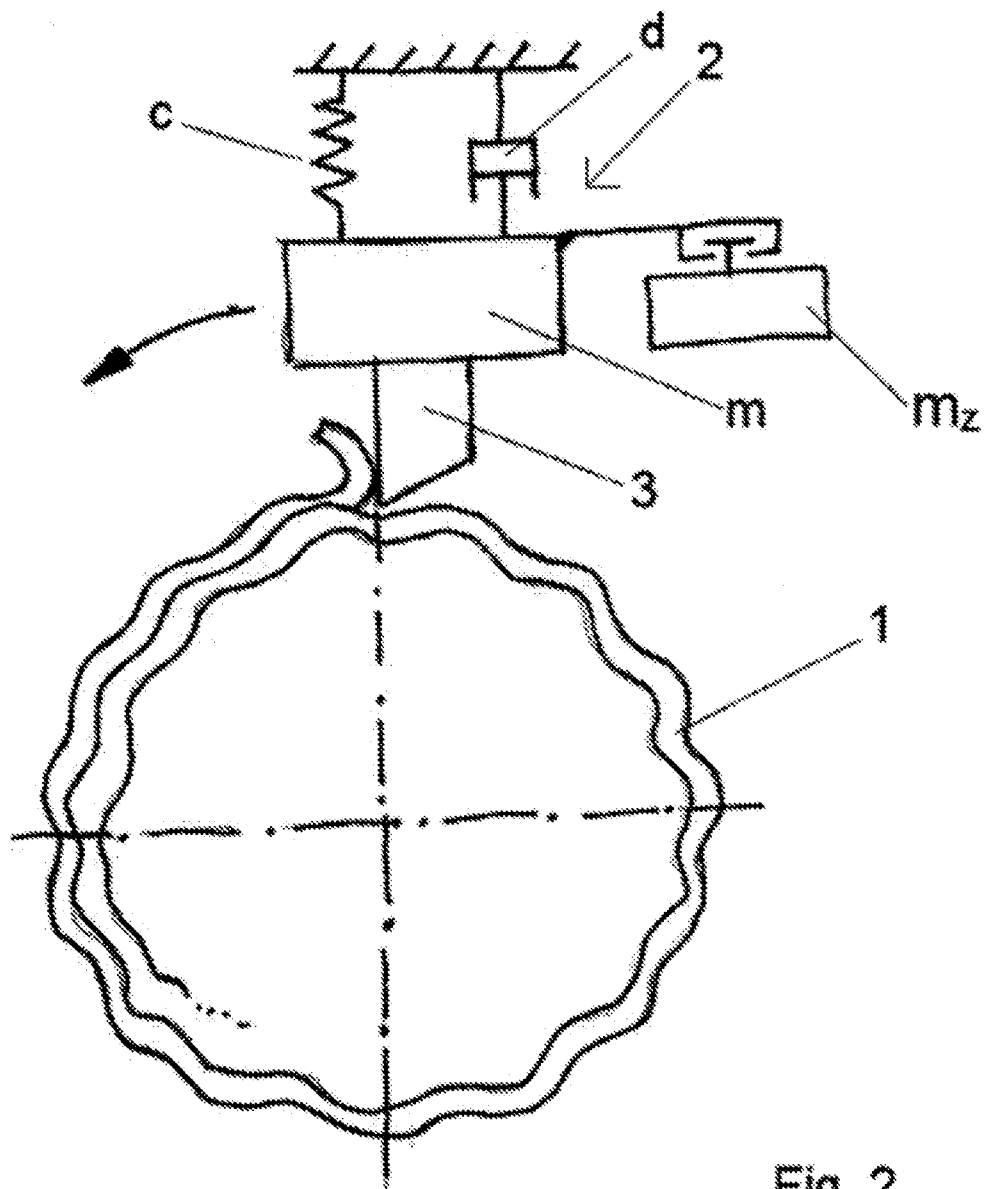


Fig. 2

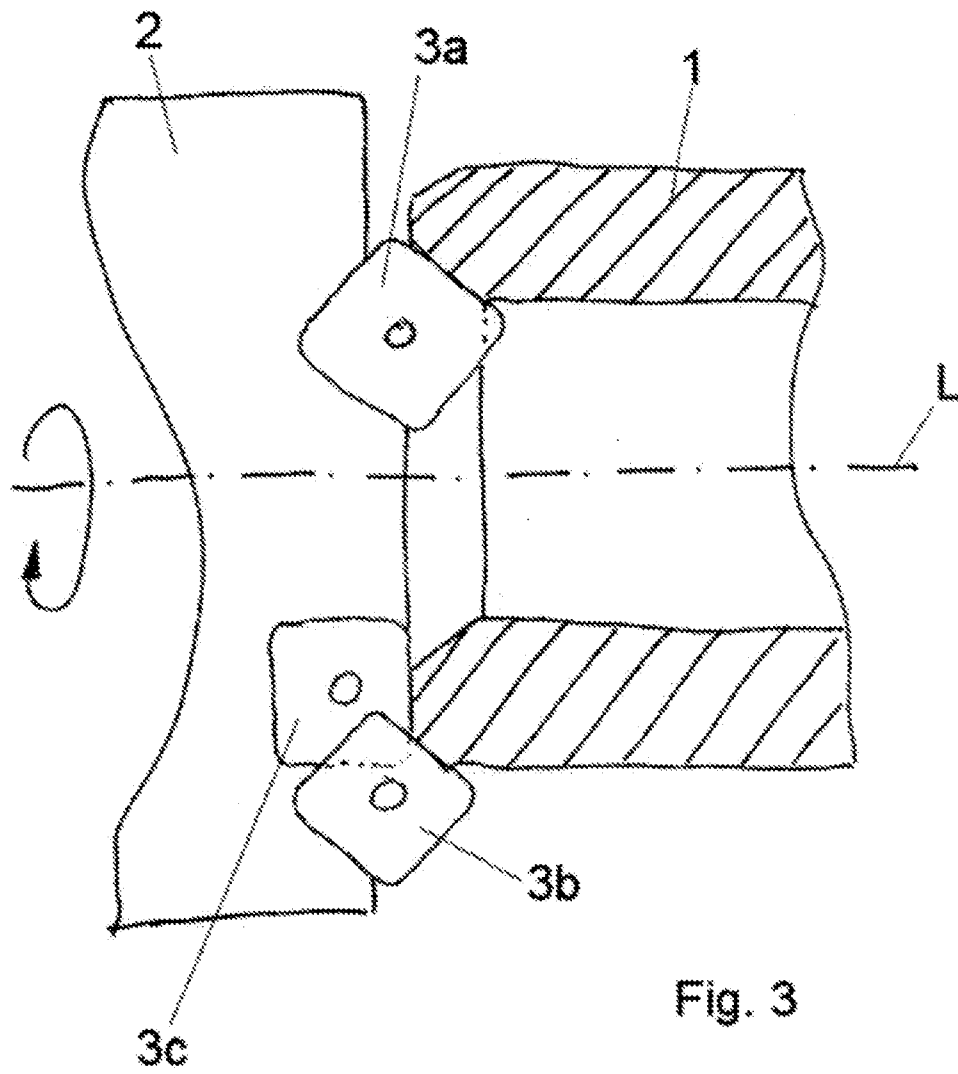
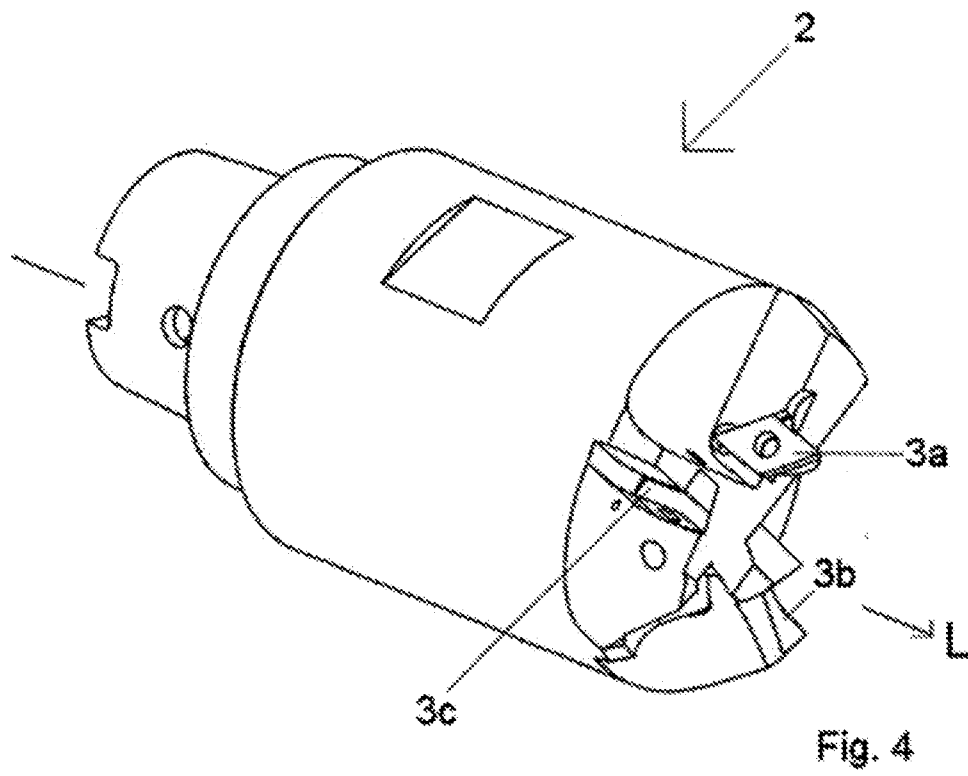
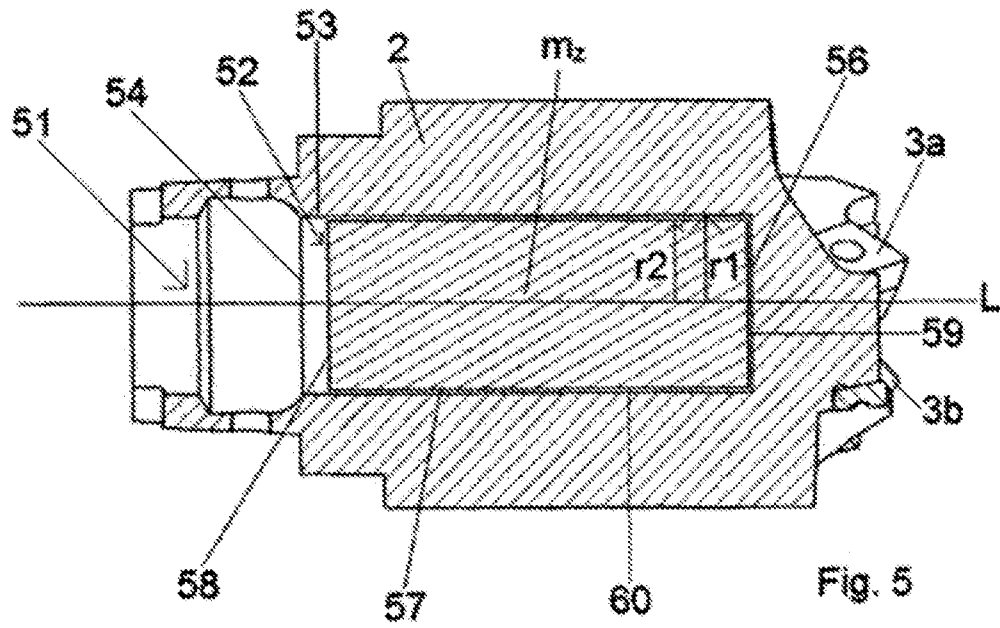


Fig. 3





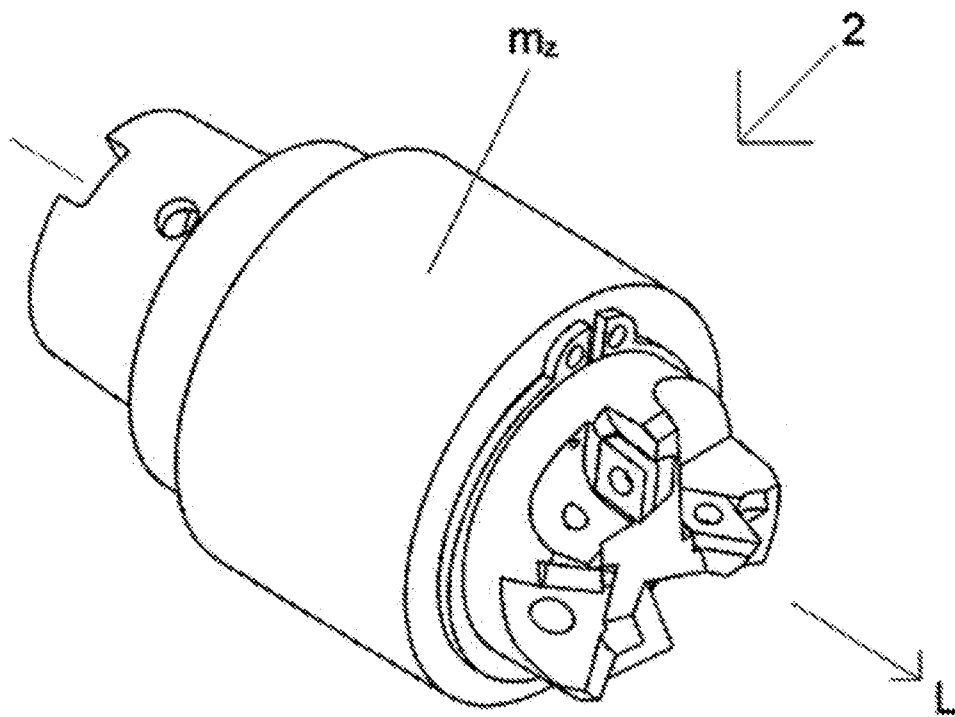


Fig. 6

