

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 603 388**

51 Int. Cl.:

B24B 41/00 (2006.01)

B24B 49/00 (2012.01)

B23Q 16/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.07.2013 PCT/EP2013/065234**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.01.2014 WO14013033**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.07.2013 E 13737841 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.10.2016 EP 2874786**

54 Título: **Máquina herramienta con un cabezal de husillo así como procedimiento para posicionar un cabezal de husillo de una máquina herramienta**

30 Prioridad:

20.07.2012 DE 102012106616

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

27.02.2017

73 Titular/es:

**FRITZ STUDER AG (100.0%)
Thunstrasse 15
3612 Steffisburg, CH**

72 Inventor/es:

**LUETHI, MICHAEL y
SCHNYDER, MARK**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 603 388 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 con un cabezal de husillo así como procedimiento para posicionar un cabezal de husillo de una máquina herramienta

5 La invención se refiere a una máquina herramienta para la mecanización de piezas de trabajo, en particular una máquina rectificadora, con un soporte de piezas de trabajo para el alojamiento de una pieza de trabajo, y con un cabezal de husillo para el alojamiento de una herramienta, en particular de una muela abrasiva. La invención se refiere, además, a un procedimiento para posicionar un cabezal de husillo de una máquina herramienta para la mecanización de piezas de trabajo, en particular de una máquina rectificadora.

10 Se conocen en el estado de la técnica máquinas herramientas, en particular máquinas rectificadoras. Así, por ejemplo, las máquinas rectificadoras redondas pueden presentar herramientas simétricas rotatorias, tal como por ejemplo muelas abrasivas. Éstas pueden colaborar de manera adecuada con una pieza de trabajo para la erosión de material. Las máquinas rectificadoras redondas pueden estar configuradas, por ejemplo, para el rectificado redondo exterior, rectificado redondo interior o para el rectificado de penetración o bien el rectificado de penetración inclinado. Además de muelas abrasivas se pueden emplear en el rectificado redondo, en principio, también cintas abrasivas. Además de las superficies simétricas rotatorias, se pueden mecanizar también, por ejemplo, superficies de piezas de trabajo configuradas excéntricas, cuando el soporte de la pieza de trabajo y la unidad de herramienta pueden ser accionadas de manera adecuada y son desplazables relativamente entre sí. De esta manera se pueden mecanizar o bien rectificar, por ejemplo, árboles de levas, árboles de cigüeñal o piezas de trabajo similares con geometrías excéntricas. Además, se conocen máquinas herramientas, que permiten una mecanización combinada de piezas de trabajo, tal como por ejemplo máquinas rectificadoras y máquinas de torno combinadas.

Una pieza de trabajo a mecanizar puede estar alojada, por ejemplo, entre dos puntas de un soporte de pieza de trabajo o, en cambio, en un lado en un soporte de pieza de trabajo. Además, se conoce el llamado rectificado sin punta, en el que la pieza de trabajo no está alojada en la máquina rectificadora (axialmente) entre puntas, sino que puede estar alojada y guiada tal vez sobre carriles de soporte, discos de regulación, rodillos de guía o similares.

25 Las máquinas herramientas, especialmente las máquinas rectificadoras, pueden presentar diferentes modos de funcionamiento. Por ejemplo, en un modo de funcionamiento automático (productivo) se puede mecanizar una tarea de mecanización previamente programada esencialmente de forma totalmente automática. Regularmente en tales modos de funcionamiento no es necesaria ninguna intervención manual a través de un operador. Los movimientos de ajuste, los movimientos de avance y otros posicionamientos necesarios de las herramientas pueden realizarse de forma automática gracias a trayectorias de mecanización previamente depositadas a través de la máquina herramienta.

30 No obstante, se conocen también modos de funcionamiento, en los que es necesario un control al menos parcialmente manual de componentes de la máquina herramienta, en particular del cabezal de husillo con la herramienta alojada. A ellos pertenecen especialmente procesos de equipamiento y procesos de alineación. De la misma manera es concebible hacer controlar el cabezal de husillo de la máquina herramienta durante la realización de operaciones manuales de medición a través de un operador (o preparador). La alineación puede ser necesaria, por ejemplo, cuando la herramienta (por ejemplo, la muela abrasiva) es sustituida o al menos encajada. A tal fin puede ser necesario, por ejemplo, iniciar puntos de referencia definidos de la máquina herramienta, que están predeterminados, por ejemplo, en la mesa de la máquina o en la bancada de la máquina. A tal fin existe con frecuencia la posibilidad de aproximar el cabezal de husillo en primer lugar por medio de un movimiento global (pasada rápida) cerca de un punto de referencia y a continuación por medio de un movimiento fino (pasada lenta) explorar el punto de referencia, para terminar el arranque.

45 Se conocen máquinas herramientas, en las que el operador (o preparador) puede controlar el cabezal de husillo a través de una interfaz de usuario externa, que presenta una unidad de entrada. En la unidad de entrada se puede tratar tal vez de un teclado, campos de cifras, pantallas sensibles al contacto o instalaciones similares. Además, la interfaz de usuario puede presentar una unidad de emisión, normalmente una pantalla para la representación de posiciones absolutas y relativas y vías de desplazamiento. De esta manera, el operador puede actuar "indirectamente" sobre el cabezal de husillo, para desplazarlo como se desee. La interfaz de usuario está acoplada con frecuencia con la máquina herramienta, pero con frecuencia condicionada por el sistema está dispuesta de tal manera que el operador no puede dirigir su atención al mismo tiempo tanto a la unidad de entrada y salida como también al cabezal de husillo (real). En su lugar, con frecuencia es necesario considerar de forma alterna la interfaz de usuario y el cabezal de husillo, para realizar durante el procedimiento controlado manualmente del cabezal de husillo las vías de desplazamiento deseadas con exactitud y rapidez suficientes y sin colisiones.

55 Antes estos antecedentes, la invención tiene el cometido de indicar una máquina herramienta, en particular una máquina rectificadora, así como un procedimiento de posicionamiento, en los que se permite con poco gasto un desplazamiento y posicionamiento controlados manualmente del cabezal de husillo, debiendo poder realizarse el desplazamiento y el posicionamiento lo más rápidamente posible y, además, reduciendo en la mayor medida posible

el peligro de manejos erróneos.

Este cometido se soluciona de acuerdo con la invención por medio de una máquina herramienta para la mecanización de piezas de trabajo, en particular una máquina rectificadora, con un soporte de piezas de trabajo para el alojamiento de una pieza de trabajo, con un cabezal de husillo para el alojamiento de una herramienta, en particular una muela abrasiva, en el que el cabezal de husillo es desplazable con motor con relación al soporte de la pieza de trabajo, en el que en el cabezal de husillo está dispuesta una manivela, que presenta al menos un registrador, que está configurado para detectar una actuación sobre la manivela, y en el que está prevista una instalación de control, que está configurada para desplazar con motor de manera definida en al menos un modo de funcionamiento el cabezal de husillo en función de las actuaciones detectadas sobre la manivela.

De esta manera se soluciona totalmente el cometido de la invención.

En efecto, de acuerdo con la invención un operador puede ocasionar a través de actuación directa sobre el cabezal de husillo por medio de la manivela el desplazamiento motor del cabezal de husillo. Puede resultar para el operador la impresión de un movimiento directo inmediato del cabezal de husillo. El desplazamiento (también: posicionamiento) puede realizarse forma intuitiva. En este caso se entiende que el movimiento del cabezal de husillo no es directo, sino que se realiza a través de una "desvío", a saber por medio de procesos de posicionamiento con motor, que son activados a través de la instalación de control.

Sin embargo, en el operador (o preparador) puede resultar la impresión de que el cabezal de husillo es desplazable sólo a través de fuerza humana. El desplazamiento del cabezal de husillo puede implicar, además, de manera ventajosa un mensaje de reconocimiento directo (reacción) en el operador. El operador puede provocar tal vez a través de una elevación de la fuerza, que ejerce sobre la manivela, una velocidad de avance más elevada. Una reducción de la fuerza aplicada por el operador puede conducir a una velocidad de avance reducida hasta la parada del cabezal de husillo. De esta manera puede resultar un posicionamiento especialmente intuitivo y sencillo del cabezal de husillo. Esto se puede realizar de manera claramente más rápida en comparación con las soluciones establecidas, puesto que el operador no tiene que dirigir constantemente su atención de forma alterna al cabezal de husillo y a interfaces de usuario dispuestas lejos del mismo. Esto es útil en máquinas herramientas conocidas, para poder cerciorarse de que las entradas de mando son transferidas a movimientos deseados del cabezal de husillo.

Se entiende que la manivela no está configurada fija en el bastidor en la máquina herramienta o tal vez retenida con la mano (tal vez como "mando a distancia"). En su lugar, la manivela está dispuesta con preferencia fija en el cabezal de husillo, en particular directamente en el cabezal de husillo y es desplazable con éste.

En la máquina herramienta se puede tratar especialmente de una máquina rectificadora redonda, por ejemplo de una máquina rectificadora redonda universal. El cabezal de husillo puede estar realizado especialmente como cabezal rectificador con un husillo rectificador. El alojamiento de la pieza de trabajo puede comprender tal vez un husillo de pieza de trabajo, que se puede completar, por ejemplo, con un cabezal móvil. El alojamiento de la pieza de trabajo puede presentar, además, instalaciones de fijación (tal vez mandril de sujeción) o puntas de alojamiento para la pieza de trabajo. En principio, sin embargo, el alojamiento de la pieza de trabajo puede estar configurado también para la rectificación sin puntas.

Se entiende que el desplazamiento relativo del cabezal de husillo con respecto al alojamiento de la pieza de trabajo se puede realizar tal vez porque el alojamiento de la pieza de trabajo está fijo y el cabezal de husillo es desplazable. No obstante, de la misma manera es concebible también fijar el cabezal de husillo y desplazar el alojamiento de la pieza de trabajo. Además, es concebible un movimiento relativo combinado, en el que tanto el cabezal de husillo como también el alojamiento de la pieza de trabajo son relativamente móviles entre sí.

En la manivela se puede tratar, por ejemplo, de un mango o Joystick. La manivela puede estar configurada especialmente como mango-T, manija, tirador, agarre cilíndrico, mango giratorio, tirador de bola, tirador cónico, tirador de hongo o similar. La manivela puede estar acoplada, además, por medio de una barra de agarre (o caña) con el cabezal de husillo.

El registrador puede estar configurado tal vez como registrador de medición y puede presentar un sensor de manipulación o detector de manipulación.

La actuación sobre la manivela se realiza, en principio, a través del operador. En la actuación se puede tratar de una deformación, desviación, dilatación de la manivela o similar. La actuación detectada puede ser representativa de una activación determinada de la manivela, tal vez de la altura y dirección de una fuerza de activación, que se ejerce sobre la manivela.

En función de las actuaciones detectadas, el cabezal de husillo puede ser desplazado con motor. La dependencia se puede determinar tal vez por medio de un campo característico que pone en relación parámetros de movimiento y tipo y tamaño de las actuaciones detectadas entre sí. En principio, por "dependiente" debe entenderse también una relación general como, por ejemplo, "proporcional a", "no proporcional, pero en la misma dirección" y similar. Esta

dependencia puede afectar tal vez a parámetros de movimiento de avance como dirección, recorrido, velocidad, aceleración o similares.

De acuerdo con una configuración, el registrador está configurado para detectar una fuerza de manipulación, que se aplica sobre la manivela.

- 5 De acuerdo con una configuración, el registrador está configurado para detectar una fuerza de manipulación, que se aplica sobre la manivela.

10 La fuerza de manipulación, con la que un operador actúa sobre la manivela se puede detectar directa o indirectamente a través del registrador. Una detección indirecta se puede atribuir tal vez a la detección de deformaciones, que resultan en virtud de tensiones (del material), que están provocadas a través de a fuerza de manipulación. De esta manera se pueden utilizar principios de medición de la fuerza conocidos. Se entiende que, dado el caso, no es necesaria una determinación absoluta de alta precisión de la fuerza de manipulación. En su lugar es prioritario, por ejemplo, detectar “con qué fuerza” y “en qué dirección” el operador actúa sobre la manivela.

15 De acuerdo con otra configuración, la máquina herramienta presenta, además, un accionamiento de avance, que presenta al menos un eje controlado para el cabezal de husillo, de manera que la instalación de control alimenta al accionamiento de avance unas instrucciones de control, que son generadas en función de las actuaciones detectadas sobre la manivela.

20 El accionamiento de avance puede presentarse al menos uno, normalmente una pluralidad de accionamientos (por ejemplo motores). Los accionamientos pueden estar asociados tal vez en cada caso a un eje. Los accionamientos pueden estar asociados, por ejemplo, al cabezal de husillo, a una bancada de la máquina o a un carro intercalado entre ellos. En el caso se puede tratar tal vez de un carro cruzado, que realiza dos ejes desplazables. En principio, es concebible desplazar linealmente el cabezal del husillo a lo largo de al menos un eje controlado (tal vez eje-X o eje-Z). No obstante, también es concebible prever un accionamiento, que permite pivotar o girar de manera definida el cabezal de husillo alrededor de un eje (por ejemplo, eje-B). También se puede iniciar un movimiento de este tipo por medio del operador a través de la actuación sobre la manivela.

25 Los accionamientos pueden estar configurados en principio como accionamientos directos o accionamientos acoplados indirectamente. Los accionamientos pueden estar acoplados con husillos, por ejemplo husillos de transmisión con bolas circundantes, y con guías, por ejemplo guías de carros.

De acuerdo con un desarrollo de la máquina herramienta, el al menos un registrador presenta al menos un sensor para la detección de deformaciones de la manivela.

30 En el al menos un sensor se puede tratar, por ejemplo, de bandas extensométricas, que se pueden utilizar, en principio, para la medición indirecta de la fuerza. Sin embargo, los sensores pueden estar configurados, en principio, también como sensores piezoeléctricos, ópticos, inductivos o capacitivos para la medición (indirecta) de la fuerza. En el al menos un sensor se puede tratar de un sensor individual o, en cambio, de un paquete de sensores o de una matriz de sensores. Se entiende que los sensores individuales se pueden combinar entre sí de manera adecuada, para conseguir resultados de medición más claros. Por ejemplo, se pueden disponer sensores individuales sobre lados opuestos entre sí de la manivela. En este caso, se posibilita detectar aplastamientos y dilataciones sobre un lado de presión o bien un lado de tracción de la manivela. De esta manera se puede obtener una señal más clara que describe la deformación de la manivela y permite una deducción de la fuerza de actuación.

40 De acuerdo con otra configuración, el al menos un registrador está configurado para detectar deformaciones de la manivela en al menos dos direcciones espaciales.

De esta manera se pueden evaluar las actuaciones del operador también con respecto a su dirección. De este modo se posibilita tal vez desplazar el cabezal de husillo de manera controlada a lo lados de dos ejes.

45 Para la detección superficial o espacial de deformaciones es conveniente prever una pluralidad de sensores en el al menos un registrador. Los sensores pueden estar dispuestos alineados y orientados de manera adecuada entre sí. Por ejemplo, los sensores se pueden disponer cruzados, en forma de roseta o de manera similar.

En principio también es concebible detectar deformaciones iniciadas con una carga de torsión de la manivela. De esta manera se puede ampliar la funcionalidad de la máquina herramienta tal vez con el propósito de que se pueda controlar también una rotación definida con motor o articulación del cabezal de husillo alrededor de un eje (tal vez eje-B) a través de actuaciones de mando.

50 De acuerdo con un desarrollo de las configuraciones precedentes, se prefiere que la instalación de control esté configurada para generar instrucciones de control, que presentan al menos un parámetro de movimiento, que depende de una fuerza de manipulación detectada, en particular a menos de la atura o la dirección de la fuerza de manipulación.

Los parámetros de movimiento, que encuentran alojamiento en las instrucciones de control, pueden comprender tal vez dirección del movimiento, recorrido, velocidad, aceleración, retardo y similares. Además, tal vez en función de un valor umbral se puede generar una señal-AN o una señal-AUS, para permitir o interrumpir de manera selectiva el desplazamiento motor definido del cabezal de husillo. Con esta finalidad, se puede utilizar, además, también una llamada información de sintonización. La información de sintonización puede ser conducida a la instalación de control o puede ser generada en la instalación de control. Por el concepto de "sintonización" se puede entender una liberación voluntaria de un movimiento de avance a través del operador. La información de sintonización se puede reproducir tal vez si el operador ha activado o no un conmutador de activación o bien un conmutador de sintonización. De esta manera se pueden evitar movimientos de avance involuntarios, provocados por manejos erróneos. Por ejemplo, la información de sintonización puede contener una señal digital, que puede adoptar los estados "existe sintonización" y "no existe sintonización".

De acuerdo con un desarrollo de esta configuración, las instrucciones de control comprenden una velocidad de avance definida, que depende de la fuerza de manipulación detectada.

La altura de la fuerza de manipulación detectada (indirecta) se puede evaluar para determinar una velocidad de avance deseada para el cabezal de husillo. Con otras palabras, a través de la detección de la altura y de la dirección de la fuerza de actuación se puede determinar un vector de manipulación. El vector de manipulación se reproduce en un vector de avance para el cabezal de husillo, que se caracteriza, por ejemplo, por la dirección de avance y la velocidad de avance.

Se entiende que la instalación de control puede estar configurada de manera alternativa tal vez también para desplazar el cabezal de husillo a lo largo de un eje o a lo largo de un plano formado por al menos dos ejes con una velocidad de avance esencialmente constante, cuando el registrador detecta la simple presencia de una actuación del operador, independientemente de su altura real. También de esta manera se posibilita un control "digital". Este control del desplazamiento se puede utilizar tal vez en la marcha lenta para explorar puntos de referencia a baja velocidad de avance. Se entiende que también cuando no se detecta la altura (absoluta) de la actuación del operador (tal vez de la fuerza de manipulación), se puede detectar y evaluar la actuación del operador.

De acuerdo con otra configuración, que puede estar implementada de manera alternativa o adicional, las instrucciones de control comprenden una dirección de desplazamiento, que depende de una componente de la dirección de la fuerza de manipulación detectada.

La dirección detectada de la fuerza de manipulación se puede utilizar totalmente para determinar una dirección deseada del procedimiento del cabezal de husillo. De acuerdo con ello, se puede posibilitar un desplazamiento "inclinado" del cabezal de husillo cuando se activan de manera coordinada tal vez dos ejes (por ejemplo, el eje-X y el eje-Z) y se proveen con instrucciones de control.

Además, puede ser ventajoso que la instalación de control esté configurada para generar instrucciones de control para el desplazamiento del cabezal de husillo, que dependen de al menos otro factor de influencia, en particular de una posición-real del cabezal de husillo.

En este caso se puede tratar, en principio, tal vez de una señal-AN o de una señal-AUS. De esta manera se puede asegurar que actuaciones imprevistas sobre la manivela no conduzcan a movimientos no deseados del cabezal de husillo. Por ejemplo, se puede evaluar el al menos otro factor de influencia para determinar si el cabezal de husillo debe desplazarse en una marcha rápida o en una marcha lenta.

Esta medida ha sido desarrollada porque la instalación de control está configurada para adaptar la velocidad de avance del cabezal de husillo y detener el avance del cabezal de husillo cuando el cabezal de husillo penetra durante el avance en una zona definida.

La zona de movimiento en principio posible del cabezal de husillo, que se puede determinar tal vez a través de la configuración de las guías en la bancada de la máquina, se puede dividir en zonas, en las que es posible un desplazamiento rápido del cabezal de husillo, además en zonas, en las que es posible un desplazamiento lento y finalmente en zonas, en las que no se desea ningún desplazamiento del cabezal de husillo.

De esta manera se puede realizar tal vez una supervisión de la colisión para impedir que el cabezal de husillo colisione durante el desplazamiento controlado manualmente con componentes de la máquina herramienta. De esta manera se puede elevar todavía más la seguridad funcional.

Las zonas, en las que no existe ninguna amenaza de peligro de colisión, se pueden enlazar, en principio, con alta velocidad de avance. Además, es concebible prever zonas de aproximación, que envuelven tal vez puntos de referencia o una geometría determinada de la pieza de trabajo. Las zonas de aproximación se pueden concebir también como zonas de desplazamiento. En la transición del cabezal de husillo a una zona de aproximación, la instalación de control puede actuar sobre el accionamiento de avance de tal manera que sólo se posibilita todavía una marcha lenta. De esta manera, el operador puede desplazar el cabezal de husillo con alta precisión, para

explorar tal vez un punto de referencia o la geometría de la pieza de trabajo. En las restantes zonas de movimiento permitidas, en cambio, en cabezal de husillo se puede posicionar y mover con alta velocidad de avance. En general, puede resultar, por lo tanto, un compromiso excelente entre la exactitud de posicionamiento y la velocidad de posicionamiento.

- 5 Además, en la zona de movimiento (teóricamente posible) se pueden definir zonas de parada, que se pueden entender tal vez como envolvente alrededor de la geometría de la máquina, y se puede definir un límite de desplazamiento (virtual). De esta manera, se pueden evitar colisiones no deseadas del cabezal de husillo durante el desplazamiento controlado manualmente.

- 10 En el caso de cambio entre zonas, que permiten una marcha rápida, y zonas, que requieren una marcha lenta, se puede cambiar entre "campos característicos correspondientes para el enlace de la actuación detectada sobre la manivela y la velocidad de avance.

- 15 La determinación de las zonas respectivas, es decir, tal vez la división en zona de movimiento permitido, zona de aproximación y zona de parada, se puede realizar de diferentes maneras. Por ejemplo, se pueden utilizar datos brutos sobre la geometría de la pieza de trabajo y datos teóricos sobre la geometría de la máquina herramienta para determinar al menos aproximadamente las zonas de aproximación envolventes y las zonas de parada. Con preferencia, las zonas de aproximación y las zonas de parada presentan un desplazamiento con respecto a los elementos que sirven de base. De esta manera, una detección aproximada de posiciones teóricas así como de una posición real puede implicar una exactitud suficiente del movimiento aproximado y una seguridad mejorada contra colisión.

- 20 De acuerdo con otro aspecto de la máquina herramienta, la manivela está configurada como mango de mando, de manera que la manivela presenta una zona de detección, que es deformable elásticamente y presenta al menos una alta rigidez, y de manera que el al menos un registrador está aplicado en la zona de detección.

- 25 Con otras palabras, puede ser preferible realizar la manivela esencialmente rígida y fijarla rígidamente en el cabezal de husillo (tal vez en una carcasa del cabezal de husillo). Las deformaciones elásticas casi inapreciables se pueden detectar con al menos un registrador y se pueden evaluar para el control del proceso de avance del cabezal de husillo.

- 30 De esta manera, la manivela como tal sólo puede realizar desviaciones extraordinariamente pequeñas. Esto tiene la ventaja de que los mensajes de reconocimiento que resultan a través del procedimiento propiamente dicho del cabezal de husillo pueden ser detectados o bien reconocibles a través del operador casi sin filtrar y directamente. No se lleva a cabo ninguna "amortiguación", que aparecería tal vez en el caso de manipulaciones considerablemente deformables. Aunque el operador solamente actúa "indirectamente" sobre el cabezal de husillo para su desplazamiento, puede resultar una impresión mucho más clara de una actuación "indirecta".

- 35 La zona de detección de la manipulación puede estar formada tal vez de un material con un módulo de elasticidad alto. Además, la zona de detección de la manivela puede presentar una sección transversal suficiente para que sea suficientemente rígida. También en el caso de una rigidez considerable, a través de la actuación de mando pueden resultar al menos deformaciones mínimas, que se pueden descubrir o detectar por el operador.

- 40 En función del tipo de los sensores montados en el al menos un registrador, ya una dilatación de la superficie en el intervalo de aproximadamente 100 a aproximadamente 2000 $\mu\text{m}/\text{m}$ puede ser suficiente para generar una señal unívoca. Estos valores corresponden aproximadamente a una dilatación relativa (Epsilon) de $\varepsilon = 0,0001$ a $0,002$. Se entiende que los valores mencionados pueden depender de la selección del sensor a utilizar y en principio se pueden desviar también de los intervalos mencionados. Las dilataciones relativas mínimas mencionadas permiten, también en el caso de deformaciones elásticas, que no son recibidas regularmente por el operador, detectar las actuaciones del operador sobre la manivela de manera segura y suficientemente exacta.

- 45 De acuerdo con otra configuración es ventajoso que a la manivela esté asociado un conmutador de activación. El conmutador de activación puede designarse también como conmutador de sintonización y puede estar configurado tal vez en forma de una tecla de sintonización.

El conmutador de activación se puede utilizar para liberar o impedir de manera selectiva el desplazamiento del cabezal de husillo en función de las actuaciones realizadas a través del operador.

- 50 Por ejemplo, es concebible configurar el conmutador de activación de tal forma que éste debe estar activado de manera permanente durante el desplazamiento, para permitir un desplazamiento controlado manualmente del cabezal de husillo. Tal configuración es preferida y puede contribuir a evitar con seguridad manejos erróneos y daños implicados con ellos en la máquina herramienta o en la pieza de trabajo. De la misma manera es concebible activar una vez el conmutador de activación al comienzo del proceso de avance controlado manualmente, para conseguir una liberación.

El conmutador de activación puede estar alojado, por ejemplo, directamente en la manivela. De esta manera se puede posibilitar tal vez un manejo con una sola mano. No obstante, de la misma manera es concebible disponer el conmutador de activación separado de la manivela, por ejemplo en el cabezal de husillo y fijo en el bastidor en otro componente de la máquina herramienta. De esta manera se puede posibilitar un manejo con dos manos.

- 5 De acuerdo con otra configuración, la instalación de control está configurada, además, para generar en función de al menos un factor de influencia un mensaje de reconocimiento táctil selectivo en la manivela.

Un mensaje de reconocimiento táctil en el operador puede resultar tal vez a través de una vibración detectable en la manivela. El factor de influencia puede comprender, por ejemplo, una posición real, velocidad real, fuerza de manipulación real o una combinación de ellas. Otros factores de influencia son concebibles, tales como el exceso de determinadas zonas de movimiento.

10

De acuerdo con un desarrollo de esta configuración, el mensaje de reconocimiento táctil es generado a través de al menos un generador de vibraciones, que está colocado en la manivela o a través de un impulso de movimiento en el accionamiento de avance del cabezal de husillo.

- 15 El generador de vibraciones puede estar formado, por ejemplo, por un motor de vibración. De la misma manera es concebible activar el accionamiento de avance de tal manera que resulta para el operador, que incide en la manivela, una vibración o agitación detectable. A tal fin, el accionamiento de avance del cabezal de husillo se puede controlar, por ejemplo, con un impulso de oscilación.

El mensaje de reconocimiento táctil se puede generar tal vez cuando el cabezal de husillo pasa, a partir de la zona de avance permitida, hasta la zona de aproximación o toca la zona de parada. De esta manera, se puede aclarar al operador de una manera unívoca que no está permitido el movimiento pretendido (en el interior de la zona de parada). Durante la transición a la zona de aproximación, se puede comunicar al operador de manera unívoca por medio del mensaje de reconocimiento táctil, que el cabezal de husillo se desplaza ahora en marcha lenta.

20

Son concebible otros eventos, que pueden provocar un mensaje de reconocimiento táctil selectivo en la manivela. Por ejemplo, de esta manera se puede señalar que se ha excedido o no se ha alcanzado determinados intervalos de valores. Esto se puede referir tal vez a la fuerza de manipulación, el recorrido de desplazamiento, la velocidad de avance o similar. Se puede realizar una supervisión de la colisión tal vez también a través de una detección de fuerzas o momentos en accionamientos, que son utilizados para el movimiento de avance. Una subida repentina de la fuerza o una subida repentina de los momentos en un motor de accionamiento se pueden evaluar como indicador de una colisión realizada. También tal evento se puede comunicar al operador por medio de un mensaje de reconocimiento táctil.

25

30

De acuerdo con otra configuración está previsto que durante el desplazamiento del cabezal de husillo se reduzca la potencia de accionamiento de los accionamientos o la velocidad de avance hasta el punto de que sea posible, en efecto, todavía un desplazamiento, pero en el caso de una colisión del cabezal rectificador no son previsibles fuerzas o impactos excesivos. De esta manera se puede realizar un buen compromiso entre una zona de movimiento (permitida) lo más grande posible, una alta flexibilidad del tráfico así como una seguridad máxima alta de la máquina. Con preferencia, esta configuración va unida con una supervisión exacta de las fuerzas momentos o variables correspondientes a ellos, para poder detectar de la manera más rápida posible colisiones y poder detener eficazmente de manera correspondiente los accionamientos implicados. Por consiguiente, en esta configuración no es forzosamente necesario definir con antelación zonas de movimiento permitidas o prohibidas. El gasto de mando e instalación se puede reducir claramente.

35

40

El cometido de la invención se soluciona, además, por medio de un procedimiento para el posicionamiento de un cabezal de husillo de una máquina herramienta para la mecanización de piezas de trabajo, especialmente de una máquina rectificadora, en al menos un modo de funcionamiento, con las siguientes etapas:

- 45
- detección de actuaciones sobre una manivela, en el que la manivela está colocada en el cabezal de husillo, y en el que las actuaciones presentan al menos una información de dirección o una información de fuerza,
 - generación de instrucciones de control para la activación de un accionamiento de avance teniendo en cuenta parámetros de movimientos, que son seleccionados en función de las actuaciones detectadas, y
 - desplazamiento del cabezal de husillo con el accionamiento de avance teniendo en cuenta las instrucciones de control, en el que el accionamiento de avance está configurado para desplazar con motor de manera definida el husillo de avance con relación a un soporte de la pieza de trabajo.
- 50

También de esta manera se soluciona el cometido de la invención.

El procedimiento se puede desarrollar a través de al menos una de las siguientes etapas:

- supervisión de una posición real del cabezal de husillo,
- generación de un mensaje de reconocimiento táctil en la manivela, y
- adaptación de una velocidad de avance o parada del avance del cabezal de husillo cuando el cabezal de husillo penetra durante el avance en una zona definida.

5 El procedimiento se puede realizar especialmente con una máquina herramienta de acuerdo con uno de los aspectos mencionados anteriormente. Se entiende que también el procedimiento se puede desarrollar de acuerdo con uno o varios aspectos de la máquina herramienta mencionada anteriormente.

10 El procedimiento permite de manera sencilla un posicionamiento y un desplazamiento controlados manualmente del cabezal de husillo de una máquina herramienta, en el que el operador puede desplazar y posicionar de manera instintiva e intuitiva el cabezal de husillo a pesar de la actuación sólo indirecta.

Se entiende que las características mencionadas anteriormente y las características que se explican a continuación no sólo se pueden aplicar en la combinación indicada en cada caso, sino también en otras combinaciones o individualmente, sin abandonar el marco de la presente invención.

15 Otras características y ventajas de la invención se deducen a partir de la descripción siguiente y la explicación de varios ejemplos de realización preferidos haciendo referencia a los dibujos. En este caso:

La figura 1 muestra una vista en perspectiva de una máquina herramienta configurada como máquina rectificadora con una carcasa.

La figura 2 muestra una vista en planta superior de una máquina herramienta.

20 La figura 3 muestra una vista en perspectiva de un alojamiento de pieza de trabajo y de un cabezal de husillo de una máquina herramienta, en la que el cabezal de husillo está provisto con una manivela para la activación.

Las figuras 4a, 4b y 4c muestran vistas en perspectiva de diferentes manivelas, con las que se puede actuar sobre un cabezal de husillo.

La figura 5 muestra una representación en perspectiva ampliada de otra manivela, que presenta un registrador con una pluralidad de sensores.

25 La figura 6 muestra una vista lateral simplificada de una caña de una manivela, que está acoplada con un alojamiento con una pluralidad de sensores.

La figura 7 muestra una vista en planta superior simplificada de una máquina herramienta con un cabezal de husillo, que adopta diferentes posiciones teóricas.

30 La figura 8 muestra otra representación simplificada en perspectiva de una manivela modificada con respecto a la representación en la figura 5.

La figura 9 muestra un diagrama de flujo simplificado esquemático de un procedimiento ejemplar para el posicionamiento de un cabezal de husillo de una máquina herramienta.

En la figura 1 se representa en perspectiva una máquina herramienta y se designa, en general, con 10.

35 La máquina herramienta 10 está configurada en este caso como máquina rectificadora, en particular como máquina rectificadora redonda. La máquina herramienta 10 presenta una carcasa 12, que funciona como alojamiento. La carcasa 12 presenta una abertura, que se puede cerrar en la configuración mostrada en la figura 1 tal vez por medio de una puerta de protección 14. La puerta de protección 14 puede presentar de forma ejemplar una abertura de ventana, a través de la cual es visible un espacio interior de la máquina herramienta 10 desde el exterior. La carcasa 12 y la puerta de protección 14 permiten especialmente durante los procesos de mecanización automáticos una delimitación segura del espacio interior de la máquina herramienta 10. De esta manera se puede reducir al mínimo un peligro que parte, en principio, desde los componentes móviles. Además, se puede impedir tal vez una salida no deseada de lubricante, líquido de refrigeración o de virutas al menos ambiente.

40 En modos de funcionamiento especiales es necesario abrir la puerta de protección 14 para hacer accesible el espacio interior de la máquina herramienta 10 a través de un operador desde el exterior. Con esta finalidad, se puede desplazar o bien pivotar la puerta de protección 14 por ejemplo lateralmente, para liberar una abertura previamente cerrada. Una flecha designada con 16 ilustra un movimiento de apertura posible de la puerta de protección 14.

Los modos de funcionamiento, que hacen necesario un acceso al espacio interior de la máquina herramienta 10, pueden comprender tal vez procesos de equipamiento, proceso de instalación, procesos de instrucción o, en

general, procesos de cambio de herramientas o bien de cambio de piezas de trabajo. Se entiende que en función del grado de automatización de la máquina herramienta 10, diferentes modos de funcionamiento pueden hacer necesario un acceso (manual) desde el exterior.

5 En la figura 1 se indica, además, en el espacio interior de la máquina herramienta 10 un cabezal de husillo, que se designa con 18. En el cabezal de husillo 18 está alojada una herramienta 20, ver la figura 2 y la figura 3. En la herramienta 20 se puede tratar especialmente de una herramienta rectificadora, con preferencia de una muela abrasiva.

10 La máquina herramienta 10 presenta, además, un alojamiento de la pieza de trabajo 22, que está configurado para el alojamiento de una pieza de trabajo (no representado en la figura 1). Para el procesamiento de la pieza de trabajo se puede desplazar el cabezal de husillo 14 con la herramienta 20 alojada en él con relación al alojamiento de la pieza de trabajo 22.

15 Las máquinas herramientas 10, en particular máquinas rectificadoras, presentan normalmente una interfaz de usuario 24, que está dispuesta fuera del espacio interior de la máquina herramienta 10. De esta manera, un operador puede controlar, programar, regular la máquina herramienta 10 o tal vez realizar diagnosis, sin entrar en contacto con el espacio interior de la máquina herramienta 10. En la interfaz de usuario 24 se puede tratar tal vez de una unidad de mando, que presenta al menos una unidad de entrada 26 y al menos una unidad de salida 28. La unidad de entrada 26 puede presentar tal vez un teclado, teclas pulsadoras, palancas de ajuste o similares. La unidad de entrada 26 puede presentar, sin embargo, también superficies sensibles al contacto. En la unidad de salida 28 se trata normalmente de una pantalla, además de representaciones alfanuméricas, luces de control, escalas o similares. Especialmente cuando una pantalla está confirmada sensible al contacto, se pueden realizar la unidad de entrada 26 y la unidad de salida 28 al menos parcialmente por componentes idénticos.

20 La interfaz de usuario 24 puede permitir una programación confortable de la máquina herramienta 10. En principio es concebible también, en un modo de funcionamiento, en el que tal vez el cabezal de husillo 18 debe desplazarse con relación al alojamiento de la pieza de trabajo 22, desplazar el cabezal de husillo 18 de manera controlada manualmente a través de entradas en la unidad de entrada 26. A tal fin, son adecuadas, por ejemplo, palancas de ajuste o teclas pulsadoras, que determinar un movimiento o un incremento del movimiento en direcciones asociadas. Además, se puede iniciar un movimiento o un desplazamiento del cabezal de husillo 18 tal vez por medio de volantes o similares. Como se ha mencionado al principio, sin embargo, el operador en este tipo de posicionamiento manual del cabezal de husillo 18 debe mantener a la vista a ser posible tanto el cabezal de husillo 18 como también la interfaz de usuario 24. Esto puede conducir a inseguridades o incluso a manejos erróneos.

25 Para la prevención de tales inconvenientes, el cabezal de husillo 18 de la máquina herramienta 10 según la figura 1 presenta una manivela 30, que está alojadas inmediatamente (es decir, tal vez directamente) en éste. La manivela 30 es desplazable en común con el cabezal de husillo 18.

30 La figura 2 muestra una vista en planta superior simplificada de una máquina herramienta, que puede corresponder o al menos puede ser similar a la máquina herramienta 10 según la figura 1. Por razones de ilustración, la configuración mostrada en la figura 2 no presenta ninguna carcasa 12 así como ninguna interfaz de usuario 24.

35 La máquina herramienta 10 presenta una bancada de máquina (o mesa de máquina) 32 (cubierta en la figura 1 por la carcasa 12). En la bancada de la máquina 32 está dispuesto el alojamiento de la pieza de trabajo 22. El alojamiento de la pieza de trabajo 22 presenta de forma ejemplar un husillo de pieza de trabajo 34, que está provisto con una instalación de fijación (o punta) 36. La instalación de fijación 36 puede estar implementada, en principio, por una punta (de centrado) y/o por un mandril de sujeción, mordaza de sujeción o similar. El husillo de la pieza de trabajo 34 puede presentar, además, un accionamiento de husillo, que permite girar la instalación de fijación 36 de manera definida alrededor de un eje 38, ver una flecha designada con 40.

40 El alojamiento de la pieza de trabajo 22 presenta, además, un cabezal móvil 42, que puede estar provisto de manera similar al husillo de la pieza de trabajo 34 con una instalación de fijación (o punta) 44. Entre el husillo de la pieza de trabajo 34 y el cabezal móvil 42 está alojada una pieza de trabajo 50. En este caso, se puede tratar, por ejemplo, de una barra o de un eje. La pieza de trabajo 50 puede estar guiada y retenida también sólo por medio del husillo de la pieza de trabajo 34, sin que sea necesario el cabezal móvil 42. Especialmente en el caso de piezas de trabajo 50 con relación alta entre longitud y diámetro se puede recomendar, sin embargo, un alojamiento bilateral por medio del husillo de la pieza de trabajo 34 y el cabezal móvil 42. Las piezas de trabajo 50 excesivamente largas pueden ser guiadas y apoyadas, además, adicionalmente por medio de rodillos o soportes (no representados en la figura 2). El husillo de la pieza de trabajo 34 y el cabezal móvil 42 pueden estar alojados y guiados en una guía 46 en la bancada de la máquina 32. Es concebible proveer el husillo de la pieza de trabajo 34 o bien el cabezal móvil 42 con un accionamiento lineal, para desplazarlo de manera definida y controlada a lo largo de la guía 46, ver una doble flecha designada con 48.

45 El accionamiento previsto opcionalmente en el husillo de la pieza de trabajo 34 puede estar diseñado tal vez de tal forma que la pieza de trabajo 50 se puede girar con alta precisión alrededor del eje 38. El eje 38 se puede designar

tal vez también como eje-C. Una llamada mecanización de ejes-C permite la mecanización de piezas de trabajo 50 no redondas. Con esta finalidad, la máquina herramienta 10 puede disponer de órganos de control y de regulación adecuados para hacer girar la herramienta 50 de manera definida alrededor del eje 38 y al mismo tiempo aproximar la herramienta 20 sobre la pieza de trabajo 50 o bien alejarla de ella. De esta manera se pueden mecanizar, por ejemplo, árboles de levas, árboles de cigüeñal o similares.

En la bancada de la máquina 32 está alojada, además, una mesa de herramientas 52, que se puede designar también, por ejemplo, como mesa cruzada. El cabezal de husillo 18 está alojado en la mesa de herramientas 52, que puede estar configurada, por ejemplo, como mesa cruzada. El cabezal de husillo 18 presenta, por ejemplo, un accionamiento de herramienta 54, que está configurado para hacer girar la herramienta 20 alrededor del eje del husillo 56, ver una flecha designada con 58. Especialmente cuando la herramienta 20 está configurada como muela abrasiva, se puede alojar en el cabezal de husillo 18, además, una campana de protección 60, que cubre zonas de la herramienta 20. De esta manera se pueden conducir y descargar de manera definida tal vez la erosión de la herramienta 20 así como virutas de la pieza de trabajo 50. Se puede reducir una inclinación al desgaste de la máquina herramienta 10.

En la bancada de la máquina 32 o bien en la mesa de herramientas 52 pueden estar configuradas guías 62, 66, en las que puede estar alojado finalmente el cabezal de husillo 18. Por ejemplo, la guía 62 puede preparar una guía en una dirección-X. La guía 66 puede preparar una guía en dirección-Z. Un sistema de coordenadas correspondiente con ello se representa de forma ejemplar en la figura 3.

De acuerdo con la configuración ejemplar mostrada en la figura 2, la mesa de herramientas 52 se puede desplazar a lo largo de la guía 66 en dirección-Z, ver también una flecha designada con 68. El cabezal de husillo 18 se puede desplazar a lo largo de la guía 62 en dirección-X, ver una flecha designada con 64. Se entiende que la asociación de los ejes X-Y-Z a la bancada de la máquina 32, a la mesa de herramientas 62 y al cabezal de husillo 18 se puede realizar también de otra manera y orientación. Son concebibles otros tipos de coordenadas, tal vez sistemas de coordenadas polares o sistemas de coordenadas esféricas.

El cabezal de husillo 18 se puede desplazar de forma ejemplar a lo largo del eje-X (flecha 64) así como a lo largo del eje-Z (flecha 68). A tal fin, en la máquina herramienta 10 puede estar previsto un accionamiento, que puede comprender, por ejemplo, un accionamiento 70 y un accionamiento 72. El accionamiento 70 está configurado para desplazar el cabezal de husillo 18 a lo largo del eje-X. El accionamiento 72 está configurado de forma ejemplar para desplazar la mesa de herramientas 52 y, por lo tanto, indirectamente el cabezal de husillo 18 a lo largo del eje-Z. El accionamiento de desplazamiento puede estar configurado, en principio, como accionamiento distribuido con accionamientos 70, 72 individuales, pero de la misma manera puede estar configurado también como accionamiento integrado.

La máquina herramienta 10 presenta, además, una instalación de control designada con 74, que está configurada tal vez para el control de movimientos de desplazamiento del cabezal de husillo 18 con relación al alojamiento de la pieza de trabajo 22. Con esta finalidad, la instalación de control 74 puede actuar tal vez a través de conductos de control 78 sobre los accionamientos 70, 72. Las instrucciones de control necesarias pueden ser generadas y ejecutadas por medio de un programa de control de la máquina. De esta manera, se puede realizar tal vez una mecanización automática de la pieza de trabajo 50.

Como ya se ha mencionado anteriormente, en el cabezal de husillo 18 está alojada, además, una manivela 30, que está acoplada de la misma manera con la instalación de control 74. La manivela 30 está conectada por medio de una línea de señales 76 con la instalación de control 74. La manivela 30 así como su acoplamiento especial con la instalación de control 74 permiten al operador desplazar de una manera definida y controlada a través de la actuación manual sobre la manivela 30 el cabezal de husillo 18 a lo largo de las guías 62, 66. Esto se realiza, sin embargo, tal vez no a través de una fuerza aplicada por el propio operador, sino más bien a través de la activación definida del accionamiento de desplazamiento (tal vez de los accionamientos 70, 72). El operador puede actuar sobre la manivela 30. Las actuaciones del operador, tal vez una fuerza del operador, pueden ser detectadas y conducidas a la instalación de control 74. La instalación de control 74 está configurada para procesar actuaciones detectadas y activar el accionamiento de desplazamiento en función de ellas.

En el operador puede aparecer la impresión de desplazarse el cabezal de husillo 18 de manera automática e inmediata. Esto se consigue a través de la "conversión" de las actuaciones sobre la manivela 30 en instrucciones de control para el desplazamiento motor del husillo de la herramienta 18.

De esta manera, es concebible generar las instrucciones de control tal vez de tal manera que una actuación con mucha fuerza conduce a un movimiento más rápido del cabezal de husillo 18 que una actuación con poca fuerza. Una detección de la dirección, en la que el operador actúa sobre la manivela 30, se puede transferir a una instrucción de control, que presenta una información de dirección correspondiente con ella para el movimiento del cabezal de husillo 18.

En la figura 2 se muestra, además, una flecha doble de trazos designada con 80. La flecha 80 indica que el cabezal

- de husillo 18 puede estar configurado también, en principio, de manera definida pivotable alrededor de un eje, que está aproximadamente perpendicular al plano definido por el eje-X y el eje-Z (flechas 64, 68). Un eje de este tipo se puede designar también como eje-B. Una articulación o bien giro definidos del cabezal de husillo 18 alrededor de este eje puede permitir tal vez un ajuste inclinado de la herramienta 20 con relación a la pieza de trabajo 50. De la misma manera es concebible articular otra herramienta 20 por medio de tal movimiento para llevarla a engrane con la pieza de trabajo 50.
- También el movimiento (rotación, articulación) alrededor del eje-B se puede provocar, en principio, a través de una actuación correspondiente sobre la manivela 30. A tal fin, la manivela 30 se puede girar o bien torpedear.
- La figura 3 muestra una representación en perspectiva de un fragmento tal vez de la máquina herramienta 10 según la figura 2, en la que por razones de ilustración se ha prescindido de una representación de la bancada de la máquina 32, de la mesa de herramientas 52, de la pieza de trabajo 50, de la instalación de control 74 así como de otros componentes. Como ya se ha mencionado anteriormente, la figura 3 muestra un sistema de coordenadas (cartesiano) designado con X, Y y Z. La instalación de fijación 44 asociada al cabezal móvil 42 está configurada de forma ejemplar como punta.
- El cabezal de husillo 18 está configurado, en principio, desplazable en el plano-X-Z con relación al alojamiento de la pieza de trabajo 22 (o bien una pieza de trabajo 50 alojada en él). En un modo de funcionamiento de la máquina herramienta 10, que permite un desplazamiento controlado manualmente del cabezal de husillo 18, el operador puede actuar de manera adecuada sobre la manivela 30 para provocar el desplazamiento o posicionamiento del cabezal de husillo 18. A tal fin, el operador puede actuar, por ejemplo, en direcciones espaciales sobre la manivela 30, cuyos componentes de la dirección se pueden asociar en principio tal vez a los ejes X y Z, respectivamente.
- Por ejemplo, una actuación (tal vez tracción o presión) puede implicar en una dirección X_H una fuerza de operador F_x . Una actuación del operador en una dirección Z_H puede implicar una fuerza del operador F_z . Por ejemplo, la manivela 30 puede estar provista con al menos un registrador o registrador de medición (ver la figura 5), que permite detectar la altura y la dirección de una fuerza F de actuación. La fuerza F se puede descomponer en sus componentes F_x y F_z . De esta manera se puede obtener al menos indirectamente una información de la dirección así como una información de la fuerza de manipulación. A partir de estas informaciones, la instalación de control puede controlar el accionamiento de desplazamiento, de tal manera que el cabezal del husillo 18 es desplazable en la dirección, que corresponde esencialmente a la dirección de la actuación. Una velocidad de desplazamiento que resulta de esta manera se puede hacer depender, en principio, de la altura de la fuerza F de actuación.
- En las figuras 4a, 4b y 4c se representan en perspectiva configuraciones ejemplares de manivelas 30, 30a, 30b. La manivela 30 representada en la figura 4a está realizada, por ejemplo, como tirador en T. La manivela 30 presenta una pieza transversal 84 así como una caña 86. El operador puede agarrar la manivela 30 en la pieza transversal 84, para actuar sobre ésta de la manera deseada. La manivela 30 está alojada sobre la caña 86 con preferencia rígidamente en una carcasa 88 del cabezal de husillo (sólo se representa de forma esquemática en la figura 4a).
- La manivela 30a en la figura 4b presenta de forma ejemplar una caña en forma de empuñadura o cónica 86, que está colocada especialmente de forma rígida en la carcasa 88 del cabezal de husillo. La manivela 30a no presenta una pieza transversal 84. La manivela 30a presenta en su extremo alejado de la carcasa 88 del cabezal de husillo un conmutador de activación 90, que se puede activar por medio del operador, ver la flecha designada con 92. El conmutador de activación 90 puede servir, por ejemplo, para liberar o impedir una detección o procesamiento de actuaciones del operador sobre la manivela 30a a través de la instalación de control 74. De esta manera se puede evitar que actuaciones imprevistas sobre la manivela 30a conduzcan a un desplazamiento o posicionamiento imprevistos del cabezal de husillo 18. En la configuración mostrada en la figura 4b, el operador puede agarrar la manivela 30a con una mano y al mismo tiempo activar con esta manera el conmutador de activación 90. De este modo puede ser posible un manejo con una mano.
- A diferencia de la manivela 30a mostrada en la figura 4b, la manivela 30b en la figura 4c está acoplada con un conmutador de activación 90, que no está dispuesto directamente en la manivela 30b o bien en su caña 86. Se entiende que el conmutador de activación 90 puede estar dispuesto, en principio, también más alejado de la manivela 30b o del cabezal de husillo 18 en la máquina herramienta 10. Un conmutador de activación 90 dispuesto alejado permite un manejo con dos manos.
- En la figura 4c se representan, además, flecha dobles X_H , Z_H , que pueden estar orientadas aproximadamente paralelas a los ejes X, Z del sistema de coordenadas X, Y, Z según la figura 3. A las flechas o bien direcciones X_H y Z_H están asociadas las componentes de fuerza o bien las fuerzas de dirección F_x y F_z . De esta manera, el operador puede actuar de manera y en dirección deseadas sobre la manivela 30b, para provocar un desplazamiento del cabezal de husillo 18 en la dirección deseada.
- La detección de actuaciones del operador se explica con la ayuda de la representación mostrada en la figura 5 de una manivela 30c. La manivela 30c está configurada, por ejemplo, en forma de T y presenta una pieza transversal 64 así como una caña 86. La manivela 30c puede presentar, además, un conmutador de activación 90, que está

colocado, por ejemplo, lateralmente en la pieza transversal 84. La manivela 30c presenta, además, una zona de detección 94, en la que se aplica un registrador 96 en la caña 86. El registrador 96 presenta de forma ejemplar una pluralidad de sensores 98, 100. Los sensores 98, 100 están dispuestos en diferentes lados de la caña 86. Por ejemplo, el sensor 98 está configurado para detectar deformaciones de la zona de detección 94 de la manivela 30c en la dirección-X, ver una flecha designada con ϵ_x . De manera similar a ello, el sensor 100 puede estar configurado para detectar deformaciones de la zona de detección 94 de la manivela 30c en la dirección-Z, ver una flecha designada con ϵ_z .

De esta manera se pueden detectar indirectamente los componentes de la fuerza de manipulación F_x y F_z . Se entiende que en la configuración mostrada en la figura 5 de la manivela 30c, al sensor 98 así como al sensor 100 puede estar asociado, en principio, en el lado opuesto de la caña 86 (no se representa en la figura 5), respectivamente, otro sensor correspondiente.

Como ya se ha mencionado anteriormente, en los sensores 98, 100 se puede tratar, por ejemplo, de bandas extensométricas, sensores piezoelásticos, sensores capacitivos, sensores ópticos o sensores similares. Los sensores 98, 100 pueden estar configurados para detectar una actuación, especialmente una fuera sobre la manivela 30c directa o indirectamente. La zona de detección 94 es deformable en principio elásticamente, pero presenta una rigidez alta. Deformaciones no perceptibles por el operador de la zona de detección 94 pueden ser detectadas a través del registrador 96 con los sensores 98, 100 y pueden ser conducidas a la instalación de control 74. La instalación de control 74 puede generar instrucciones de control en función de la dirección y en función de una variable (absoluta o relativa) detectada de la fuerza F de actuación y transmitir las al accionamiento de avance del cabezal de husillo 18, para desplazarlo de la manera deseada.

La figura 6 muestra de una manera muy simplificada una representación fragmentaria de una caña 86, que puede corresponder aproximadamente a la caña 86 de la manivela 30b según la figura 4c. En la caña 86 está dispuesto un registrador 96a, que presenta una pluralidad de sensores 98, 100, 102. Los sensores 98, 100, 102 están dispuestos de forma ejemplar en forma de roseta. Tal configuración puede permitir detectar, además de las deformaciones, que se producen esencialmente a lo largo de ejes lineales, de la misma manera también dilataciones de torsión o deformaciones de torsión. Por ejemplo, las flechas dobles designadas con ϵ_x y ϵ_z describen deformaciones en la dirección-X o bien en la dirección-Z. Además, con una configuración en forma de roseta de los sensores 98, 100, 102 se puede detectar, sin embargo, también un giro o bien torsión de la caña 86, ver una flecha designada con ϵ_B . De esta manera se puede controlar tal vez una articulación o giro del cabezal de husillo 18 alrededor del llamado eje-B, ver la flecha 60 en la figura 2. Se entiende que también otras asociaciones entre una pluralidad de sensores del al menos un registrador 98a pueden permitir una detección de deformaciones lineales y deformaciones de torsión a lo largo y alrededor de diferentes ejes.

La figura 7 muestra una vista en planta superior muy simplificada sobre una máquina herramienta, cuya configuración puede corresponder, en principio, tal vez a la máquina herramienta 10 según la figura 2. El cabezal de husillo 18 se puede desplazar a través de actuaciones adecuadas sobre la manivela 30 de manera deseada a lo largo de la bancada de la máquina 32. Por razones de claridad se ha prescindido en la figura 7 de una representación de las guías 62, 66 o bien de la mesa de herramientas 52. El desplazamiento o posicionamiento del cabezal de husillo 18 se puede realizar, en principio, en la dirección de las flechas 64 y 68, respectivamente. Además, es concebible una rotación o articulación del cabezal de husillo 18, ver la flecha 80.

La herramienta manual 10 puede estar configurada de manera determinada para simplificar el desplazamiento controlado manualmente del cabezal de husillo 18 o bien reducir claramente la probabilidad de errores de mando. Con esta finalidad se pueden definir zonas especiales tal vez a través de dimensiones básicas de la bancada de la máquina 32. En estas zonas, el cabezal de husillo 18 es desplazable, por ejemplo, sólo a velocidad de avance reducida o, en cambio, se impide totalmente un movimiento del cabezal de husillo 18 en el interior de estas zonas.

Por ejemplo, la pieza de trabajo 50 recibida en el alojamiento de la pieza de trabajo 22 presenta una sección inclinada 104, que deben recorrerse de manera definida con el cabezal de husillo 18. Con esta finalidad, se puede determinar un límite de la zona 106, que presenta aproximadamente un desplazamiento con respecto a la sección inclinada 104. La instalación de control 74 puede estar configurada para accionar el cabezal de husillo 18, cuando éste excede el límite de la zona 106, a velocidad de avance claramente reducida. Con 18' se indica en la figura 7 una posición del cabezal de husillo 18, que se define todavía fuera del límite de la zona 106. En el caso de que se exceda el límite de la zona, la instalación de control 74 puede pasar, por ejemplo, desde un movimiento global a un movimiento fino del cabezal de husillo 18. De esta manera, el operador puede aproximar el cabezal de husillo 18 con cuidado con alta precisión a la sección de rectificación 104.

De manera similar, se puede realizar tal vez la exploración controlada manualmente de puntos de referencia con el cabezal de husillo 18. Por ejemplo, en la figura 7 se representa un punto de referencia 108 que está envuelto por un límite de la zona 110. El cabezal de husillo 18 se puede aproximar a velocidad de avance relativamente alta al límite de la zona 110. En el caso de exceso más allá del límite de la zona 110 se puede cambiar la instalación de control ahora a un modo de desplazamiento, en el que el cabezal de husillo 18 se puede posicionar con alta exactitud a

velocidad de avance claramente reducida. De esta manera, se puede aproximar con alta precisión tal vez hacia el punto de referencia 108. En una posición designada con 18", el cabezal de husillo 18 se puede desplazar casi hasta el cabezal móvil 42. Por ejemplo, en el caso de una continuación del movimiento de avance, puede existir la amenaza de una colisión con el cabezal móvil 42. Para la prevención de tales colisiones se puede definir de nuevo un límite de zona 112, que envuelve tal vez la geometría del cabezal móvil 42 (o de otros componentes de la máquina herramienta 10), teniendo en cuenta un desplazamiento. La instalación de control 74 puede estar configurada para impedir totalmente un movimiento del cabezal de husillo 18 más allá del límite de la zona 112.

Una flecha doble designada con 114 ilustra que la instalación de control 74 puede estar en comunicación o en relación operativa con una pluralidad de componentes de la máquina herramienta 10, para poder realizar el desplazamiento controlado manualmente del cabezal de husillo 18 y las funcionalidades adicionales descritas anteriormente.

Como ya se ha mencionado anteriormente, la instalación de control 74 puede estar configurada, además, tal vez para dar al operador, que incide en la manivela 30, en el caso de que se exceda o contacte con uno de los límites de la zona 106, 110, 112, un mensaje de reconocimiento táctil. Con esta finalidad, el accionamiento de avance del cabezal de husillo 18 se puede controlar tal vez durante corto espacio de tiempo de forma oscilante o bien vibratoria, para generar un "tirón". Esto se puede reconocer por el operador en la manivela 30. Tal "reacción" táctil permite al operador concentrarse totalmente en el desplazamiento controlado manualmente del cabezal de husillo 18, sin que sea distraído por instalaciones de representación o bien instalaciones de emisión de tipo óptico o acústico.

La figura 8 muestra otra configuración ejemplar de una manivela 30d, que puede corresponder tal vez en principio a la manivela 30c según la figura 5. La manivela 30d presenta un generador de vibraciones 116, que puede estar configurado tal vez como motor de vibraciones. Con la ayuda del generador de vibraciones 116 se puede generar directamente en la manivela 30d un mensaje de reconocimiento táctil, tal vez para indicar que se han alcanzado o se han excedido los límites de la zona 106, 110, 112 indicados en la figura 7. Un mensaje de reconocimiento táctil se puede activar, en principio, también a través de otros factores de influencia. A tal fin, se pueden utilizar tal vez una fuerza de manipulación excesiva, el alcance de una velocidad de avance máxima predeterminada o similar.

La figura 9 ilustra de manera muy simplificada con la ayuda de un diagrama de flujo esquemático un procedimiento ejemplar para el posicionamiento de un cabezal de husillo de una máquina herramienta, especialmente de una máquina rectificadora.

En una etapa 130 se detectan actuaciones, que un operador ejerce sobre una manivela, que está colocada en un cabezal de husillo de la máquina herramienta. Las actuaciones pueden presentar al menos una información de dirección o una información de fuerza, que se puede detectar y se puede conducir a una evaluación.

En otra etapa 132 se generan instrucciones de control para el control de un accionamiento de desplazamiento, pudiendo realizarse esto teniendo en cuenta parámetros de movimiento, que son seleccionados en función de actuaciones detectadas. En los parámetros de movimiento se puede tratar de una dirección de avance, de una velocidad de avance o de una aceleración de avance.

En otra etapa 134 se desplaza el cabezal de husillo con el accionamiento de avance teniendo en cuenta las instrucciones de control, pudiendo realizarse esto especialmente con relación a un alojamiento de la pieza de trabajo de la máquina herramienta.

El desplazamiento del cabezal de husillo se puede someter a una supervisión permanente, etapa 136. La supervisión puede comprender tal vez una posición real del cabezal de husillo y una comparación con zonas de movimiento permitidas para el cabezal de husillo. Si se establece en el curso de la supervisión que el cabezal de husillo está posicionado, además, en la zona de avance permitida, se pueden repetir las etapas de detección, generación de instrucciones de control y del procedimiento, ver una flecha 138. La supervisión se puede referir, sin embargo, también a factores de influencia, con cuya ayuda se puede generar un mensaje de reconocimiento táctil selectivo en la manivela. Si la supervisión da como resultado que el cabezal de husillo toca la zona no permitida o incluso la ha excedido, esto se puede manifestar claramente al operador por medio de un mensaje de reconocimiento táctil, etapa 140. Se pueden conectar de nuevo las etapas de la detección, generación de instrucciones de control y del procedimiento, ver la flecha 142.

Adicional o alternativamente, se puede utilizar la supervisión para establecer con la ayuda de las posiciones reales detectadas del cabezal de husillo y de una comparación con zonas de movimiento permitidas y no permitidas, si debe variarse la etapa de la generación de instrucciones de control, etapa 144. Esto puede incluir tal vez que se asocien parámetros de movimiento modificados a las actuaciones detectadas. Por ejemplo, se puede modificar una "curva característica" entre las actuaciones detectadas y los parámetros de movimiento opuestos a éstas. Esto puede conducir tal vez a provocar una parada o retardo del cabezal de husillo, cuando éste entra en una zona no permitida.

No obstante, en lugar de zonas no permitidas, también las llamadas zonas de aproximación pueden ser causa de

una variación de este tipo. De esta manera, se puede seleccionar tal vez en el caso de aproximación a un punto de referencia en primer lugar una velocidad de avance alta para el cabezal de husillo y en el caso de una distancia reducida de manera correspondiente se puede seleccionar una velocidad de avance reducida. La actuación en la etapa de la generación de instrucciones de control se ilustra por medio de una flecha designada con 146. También en la etapa de variación 144 se pueden conectar de nuevo las etapas de la detección, generación de instrucciones de control y del avance, ver una flecha designada con 148.

5

10

15

20

REIVINDICACIONES

- 1.- Máquina herramienta para la mecanización de piezas de trabajo, en particular una máquina rectificadora, con un soporte de piezas de trabajo (22) para el alojamiento de una pieza de trabajo (50), con un cabezal de husillo (18) para el alojamiento de una herramienta (20), en particular una muela abrasiva, en la que el cabezal de husillo (18) es desplazable con motor con relación al soporte de la pieza de trabajo (22), en la que en el cabezal de husillo (18) está dispuesta una manivela (30), que presenta al menos registrador (96), que está configurado para detectar una actuación sobre la manivela (30), y en la que está prevista una instalación de control (74), que está configurada para desplazar con motor de manera definida en al menos un modo de funcionamiento el cabezal de husillo (18) en función de las actuaciones detectadas sobre la manivela (30).
- 2.- Máquina herramienta (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el registrador (96) está configurado para detectar una fuerza de manipulación (F_x , F_z), que se aplica sobre la manivela (30).
- 3.- Máquina herramienta (10) de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, que presenta, además, un accionamiento de avance (70, 72), que presenta al menos un eje controlado (64, 68) para el cabezal de husillo (18), en la que la instalación de control (74) alimenta al accionamiento de avance (70, 72) unas instrucciones de control, que son generadas en función de las actuaciones detectadas sobre la manivela (30).
- 4.- Máquina herramienta (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en la que el al menos un registrador (96) presenta al menos un sensor (98, 100, 102) para la detección de deformaciones de la manivela (30).
- 5.- Máquina herramienta (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en la que el al menos un registrador (96) está configurado para detectar deformaciones de la manivela (30) en al menos dos direcciones espaciales.
- 6.- Máquina herramienta (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 5, en la que la instalación de control (74) está configurada para generar instrucciones de control, que presentan al menos un parámetro de movimiento, que depende de una fuerza de manipulación (F_x , F_z) detectada, en particular al menos de una altura o dirección de la fuerza de manipulación (F_x , F_z).
- 7.- Máquina herramienta (10) de acuerdo con la reivindicación 6, en la que las instrucciones de control comprenden una velocidad de avance definida, que depende de la fuerza de manipulación (F_x , F_z) detectada.
- 8.- Máquina herramienta (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 ó 7, en la que las instrucciones de control comprenden una dirección de avance, que depende de una componente de dirección de la fuerza de manipulación (F_x , F_z) detectada.
- 9.- Máquina herramienta (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 8, en la que la instalación de control (74) está configurada para generar instrucciones de control para el desplazamiento del cabezal de husillo (18), que dependen al menos de otro factor de influencia, en particular de una posición real del cabezal de husillo (18).
- 10.- Máquina herramienta (10) de acuerdo con la reivindicación 9, en la que la instalación de control (74) está configurada para adaptar la velocidad de avance del cabezal de husillo (18) o detener el avance del cabezal de husillo (18), cuando el cabezal de husillo (18) penetra durante el avance en una zona (106, 108, 112) definida.
- 11.- Máquina herramienta (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en la que la manivela (30) está configurada como mango de mando y en la que la manivela (30) presenta una zona de detección (94), que es deformable elásticamente y en particular presenta una alta rigidez, y en la que el al menos un registrador (96) está aplicado en la zona de detección (94).
- 12.- Máquina herramienta (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en la que a la manivela (30) está asociado un conmutador de activación (90).
- 13.- Máquina herramienta (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en la que la instalación de control (74) está configurada, además, para generar en función de al menos un factor de influencia un mensaje de reconocimiento táctil selectivo en la manivela (30).
- 14.- Máquina herramienta (10) de acuerdo con la reivindicación 13, en la que el mensaje de reconocimiento táctil es generado a través de la menos un generador de vibraciones (116), que está colocado en la manivela (30), o a través de un impulso de movimiento en el accionamiento de avance (70, 72) del cabezal de husillo (18).
- 15.- Procedimiento para el posicionamiento de una cabezal de husillo (18) de una máquina herramienta (10) para la mecanización de piezas de trabajo, en particular de una máquina rectificadora, en al menos un modo de funcionamiento, con las siguientes etapas:
- detección de actuaciones sobre una manivela (30), en el que la manivela (30) está colocada en el cabezal de

husillo (18), y en el que las actuaciones presentan al menos una información de dirección o una información de fuerza,

- generación de instrucciones de control para la activación de un accionamiento de avance (70, 72) teniendo en cuenta parámetros de movimientos, que son seleccionados en función de las actuaciones detectadas, y
- 5
- desplazamiento del cabezal de husillo (18) con el accionamiento de avance (70, 72) teniendo en cuenta las instrucciones de control, en el que el accionamiento de avance (70, 72) está configurado para desplazar con motor de manera definida el husillo de avance (18) con relación a un soporte de la pieza de trabajo (22).

10











