

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 659 512**

51 Int. Cl.:

B23B 37/00 (2006.01)

B23B 29/12 (2006.01)

B06B 1/06 (2006.01)

B24B 1/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.12.2004** **E 04405770 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.01.2018** **EP 1669148**

54 Título: **Unidad de herramienta para el mecanizado rotativo asistido por ultrasonido**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.03.2018

73 Titular/es:

**FRITZ STUDER AG (100.0%)
THUNSTRASSE 15
3612 STEFFISBURG, CH**

72 Inventor/es:

**FIEBELKORN FRANK;
STADLER PAUL y
FANKHAUSER THOMAS**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 659 512 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

Unidad de herramienta para el mecanizado rotativo asistido por ultrasonido

5 La presente invención se refiere a una unidad de herramienta para el mecanizado rotativo asistido por ultrasonido de una pieza de trabajo según el preámbulo de la reivindicación 1 así como a una disposición con una unidad de herramienta de este tipo y de un husillo portaherramientas.

10 En el mecanizado rotativo de materiales duros y quebradizos o de difícil mecanizado por arranque de virutas, por ejemplo cerámicas, vidrio o metales duros, la herramienta de mecanizado está sometida a esfuerzos de tal manear que está sujeta a un desgaste prematuro. Para aumentar la vida útil se sabe cómo solapar movimientos de oscilación al movimiento giratorio de herramienta e introducir de este modo oscilaciones ultrasónicas en la herramienta o la pieza de trabajo. Por ello se crea una cinemática de mecanizado modificada, influyendo las oscilaciones ultrasónicas de manera favorable en la remoción de material.

15 De los documentos DE-A1-41 03 569 y EP-A1-591 104 se conocen dispositivos de herramienta que son adecuados para un mecanizado combinado de este tipo. Estos tienen la desventaja de que no pueden sujetarse en husillos portaherramientas comunes, de manera que la máquina herramienta ha de diseñarse para el empleo de un dispositivo de herramienta de este tipo. Por lo tanto no es posible, o solamente con dificultad, insertar en la misma máquina herramienta también otras herramientas que sirven, por ejemplo, exclusivamente para el mecanizado rotativo. En particular los dispositivos de herramienta conocidos no son adecuados para reajustar de manera sencilla una máquina herramienta existente, por ejemplo rectificadora cilíndrica, de modo que adicionalmente sea posible el mecanizado asistido por ultrasonido. De este modo por ejemplo en el caso del dispositivo de acuerdo con el documento DE-A1-41 03 569 el convertidor con la herramienta está apoyado directamente en el árbol a través de dos bridas de apoyo, que fijan los nudos de las oscilaciones ultrasónicas y por lo tanto no son adecuados para un intercambio sencillo. También los dispositivos de herramienta conocidos son relativamente voluminosos, de manera que no son adecuados para una utilización a altas velocidades de giro del husillo portaherramientas.

20 Por el documento DE 41 04 350 A1 se conoce una unidad de herramienta según el preámbulo de la reivindicación 1. También esta unidad de herramienta está construida de manera relativamente extensa y está diseñada por lo tanto para bajas velocidades de giro.

25 Partiendo de este estado de la técnica es objetivo de la presente invención indicar una unidad de herramienta del tipo mencionado al principio que pueda sujetarse en un husillo portaherramientas, sea fácil de cambiar y presente una construcción lo más compacta posible.

30 Una unidad de herramienta que resuelve este objetivo está indicada en la reivindicación 1. Las reivindicaciones adicionales indican realizaciones preferentes así como una disposición con un husillo portaherramientas.

35 La invención se explica a continuación mediante un ejemplo de realización preferente haciendo referencia a las figuras. Muestran

40 la figura 1 una vista lateral seccionada de la unidad de herramienta de acuerdo con la invención, que está sujeta en un husillo portaherramientas;

45 la figura 2 una vista lateral de la herramienta de la unidad de herramienta según la figura 1;

50 la figura 3 una vista en perspectiva de la disposición de unidad de herramienta y husillo portaherramientas según la figura 1 desde atrás; y

55 la figura 4 una vista en perspectiva de la disposición según la figura 1

60 La figura 1 muestra la unidad de herramienta 20, que está insertada en el alojamiento 11 del husillo portaherramientas 10 y está diseñada como módulo de herramienta intercambiable. La unidad de herramienta 20 comprende un soporte 21, en el cual está dispuesto un convertidor 23 con al menos un transductor electroacústico 22 para generar y transmitir oscilaciones ultrasónicas, así como una herramienta 30, que está acoplada al convertidor 23.

65 El soporte 21 en el ejemplo según la figura 1 está configurado en forma de un manguito y está introducido al menos parcialmente en el alojamiento 11 del husillo portaherramientas 10. El convertidor 23 está sujeto en dos puntos de apoyo 24a y 24b mediante el soporte 21, correspondiendo su posición respectiva a un nudo de oscilaciones de las oscilaciones ultrasónicas que se configuran. Los puntos de apoyo 24a y 24b están formados en cada caso por un escalonamiento anular. Según el propósito de aplicación también pueden preverse más de dos puntos de apoyo.

El transductor 22, que convierte las oscilaciones eléctricas en mecánicas es por ejemplo de tipo piezoeléctrico o magnetostrictivo. Para ello una arandela 22 o varias arandelas de material piezocerámico o magnetostrictivo están alojadas en el interior de la parte de extremo 26 independiente del convertidor 23. El transductor 22 está seleccionado de manera que preferentemente puede hacerse funcionar tanto en la gama de frecuencia baja como en la alta, en particular superior a 50 kHz. El uso de transductores 22 con frecuencias más altas permite por lo general diseñar la construcción de la unidad de herramienta 20 de manera más compacta.

El soporte 21 comprende para la formación de una unión separable con el husillo portaherramientas 10 al menos un medio de unión 27, que está adaptado de manera correspondiente a la interfaz del husillo portaherramientas empleada. En el ejemplo según la figura 1 el soporte 21 presenta al menos un punto de apriete 27 y la cabeza del husillo portaherramientas 10 al menos una perforación transversal 28. A través de esta para la fijación de la unidad de herramienta 20 puede introducirse en el alojamiento 11 un tornillo (no representado) que actúa en el punto de apriete 27. Para formar una unión de apriete roscado de este tipo pueden estar previstos también varios puntos de apriete 27 y perforaciones transversales 28 correspondientes.

Si se emplea un interfaz cónica de vástago hueco entonces el soporte 21 para la formación del medio de unión está provisto de una superficie externa cónica correspondiente. Si se emplea una interfaz mediante la cual se sujeta una herramienta mediante una unión por adhesión y/o por contracción separable entonces el medio de unión 27 está diseñado de manera correspondiente para poder alojar y sujetar la unidad de herramienta 20 en el husillo portaherramientas. Como interfaz es adecuada también una unión en la que el alojamiento 11 del husillo portaherramientas 10 está provista con una rosca interna y el soporte 21 está provisto con una rosca externa correspondiente.

La herramienta 30 está acoplada al extremo delantero del convertidor 23 que puede ponerse a oscilar igualmente y por lo tanto también se denomina sonotrodo. La herramienta 30 está fabricada de titanio, aluminio o acero templado CPM.

Tal como muestra también la figura 2, la herramienta 30 comprende una primera parte de herramienta 31 cilíndrica que se convierte gradualmente en una segunda parte de herramienta 32 con diámetro menor. En la punta de la herramienta 30 se encuentra el cuerpo de herramienta 33, que entra en contacto con la pieza de trabajo que va a mecanizarse. La conformación de la herramienta 30 puede seleccionarse de manera que esta actúa amplificando la amplitud y las oscilaciones ultrasónicas generadas por el transductor 22 se amplifican en la medida deseada. En aplicaciones típicas la amplitud con la que oscila la punta de herramienta está situada en el intervalo de 0 a aproximadamente 20 micrómetros. El sonotrodo 30 puede estar conformado también de manera diferente a la figura 2, como por ejemplo cónica o cilíndrica. Es concebible también la intercalación de un denominado *booster* (elevador de tensión) entre convertidor 23 y sonotrodo 30 para la amplificación adicional de la amplitud.

En el lado de los extremos en la primera parte de herramienta 31 se encuentra una pieza de conexión 34 con una superficie de centrado 35 axial y una rosca 36 que se une a la misma que se encaja en la perforación del convertidor 23. La superficie de centrado 35 es cilíndrica, como en la figura 2; sin embargo puede estar diseñada de otra manera por ejemplo cónica. El lado de los extremos de la primera parte de herramienta 31 está configurada como superficie de centrado 37 radial. Las superficies de centrado 35 y 37 garantizan que la herramienta 30 en dirección axial y radial está acoplada de manera centrada en el convertidor 23 y esta puede girar por lo tanto sin desequilibrio.

El cuerpo de herramienta 33 está diseñado de acuerdo con el tipo de mecanizado. Para el rectificado este está configurado como muela abrasiva *ausgebildet*, que está provista dado el caso con una capa de diamante o CBN. La segunda parte de herramienta 32 puede estar fabricada de manera integral conjuntamente con la muela abrasiva 33 y estar revestida directamente con revestimiento de rectificado. También es concebible prever la muela abrasiva 33 como parte separada que está alojada en la segunda parte de herramienta 32 mediante una unión separable, por ejemplo mediante atornillado, contracción, apriete, soldadura con estaño y/o adhesión.

Tal como muestra en particular la figura 2, la herramienta 30 está provista con una perforación radial 39 que presenta una abertura de entrada 40 y desemboca en una perforación 41 axial que presenta en der *Werkzeugspitze* una abertura de salida 42. Las perforaciones 39 y 41 forman un canal, mediante el cual puede conducirse agente refrigerante en forma de un líquido. Por ello a través de la herramienta giratoria 30 pasando por la abertura de salida 42 puede lanzarse agente refrigerante para refrigerar y/o lubricar y de este modo puede aumentarse la vida útil de la herramienta 30 así como la calidad de las superficies de pieza de trabajo mecanizadas.

Tal como muestran también las figuras 3 y 4, el husillo portaherramientas 10 comprende una parte estacionaria 12, en la cual el árbol 13 está alojado de manera giratoria con el alojamiento de husillo 11 y en la cual en el exterior está fijada una campana 45 mediante manguito de sujeción 46 o apriete de tornillos. La campana 45 rodea la parte delantera del árbol 13 y está provista con conexiones de agente refrigerante 47 así como perforaciones 48 a través de las cuales puede conducirse agente refrigerante hacia la abertura de entrada 40. Entre las perforaciones 48 estacionarias y la herramienta giratoria 30 se encuentran medios de obturación 49 por ejemplo en forma de una junta laberíntica.

ES 2 659 512 T3

Si la unidad de herramienta 20 está prevista exclusivamente para un mecanizado en seco, la herramienta 30 puede estar diseñada naturalmente también sin las aberturas 40, 42 y canales 39, 41.

5 La unidad de herramienta 20 presenta una estructura compacta con una longitud total de $L = L1 + L2$, designando L1 la longitud de la parte que se encuentra en el alojamiento de husillo 11, y L2 la longitud de la parte que sobresale del husillo portaherramientas 10 y por lo tanto está independiente. La unidad de herramienta 20 está diseñada de tal manera que L2 es inferior a 100 mm y preferentemente inferior a 50 mm. Normalmente L1 es inferior a 150 mm y preferentemente inferior a 100 mm. La estructura compacta permite utilizar la unidad de herramienta 30 también en el caso de altas velocidades de giro, en particular velocidades de giro de más de 60 000 revoluciones por minuto.
10 Para alcanzar estas velocidades de giro el husillo portaherramientas 10 está diseñado de manera correspondiente, por ejemplo como husillo de alta frecuencia o husillo con motores de accionamiento acoplados.

15 Si el transductor 22 es de tipo piezoeléctrico entonces están previstos anillos colectores 50 que pueden conectarse a un generador que están acoplados al árbol 13 del husillo portaherramientas 10 y a través de los cuales se realiza la alimentación de corriente al transductor 22. Los materiales para los anillos colectores 50 están seleccionados de manera que son adecuados para la utilización en el caso de velocidades de giro del husillo portaherramientas 10 que han de alcanzarse.

20 Si el transductor 22 es de tipo magnetoestrictivo entonces al menos está prevista una bobina excitadora (no representada), que está alojada por ejemplo en la campana 45 o en la parte estacionaria 12 del husillo portaherramientas 10 y mediante la cual el transductor 22 puede suministrarse de energía sin contacto mediante inducción magnética.

25 La unidad de herramienta 30 descrita en este caso puede utilizarse por ejemplo en máquinas herramienta para el mecanizado de precisión como máquinas abrasivas, en particular rectificadoras cilíndricas, o fresadoras. Según el diseño de la herramienta 33 la unidad de herramienta 30 puede aplicarse también para mecanizado asistido por ultrasonido en otros procedimientos de mecanizado como taladrado, torneado, escariado, bruñido, rebarbado, etc. La unidad de herramienta 30 es adecuada, entre otros, para el mecanizado de materiales duros y quebradizos o de difícil mecanizado por arranque de virutas - por ejemplo cerámicas, materiales de CBN (nitruro de boro cúbico),
30 materiales de PCD (diamante policristalino), cermets, metales duros, etc.

- y/o para el mecanizado de materiales convencionales
- por ejemplo materiales acero, metales no ferrosos, materiales sinterizados, plásticos, etc.

35 Por lo que ya se ha descrito, la unidad de herramienta de acuerdo con la invención presenta las siguientes ventajas:

- la unidad de herramienta está configurada como unidad intercambiable y puede utilizarse con otras herramientas en el mismo husillo portaherramientas. También es posible reajustar máquinas herramientas existentes que anteriormente solo se empleaban para el mecanizado rotativo, para un mecanizado asistido por ultrasonido
40 adicional,
- la unidad de herramienta presenta una estructura compacta. Puede diseñarse de manera que también es posible un mecanizado en velocidades de giro superiores a 60 000 revoluciones por minuto y que las oscilaciones pueden superponerse a un mecanizado de la pieza de trabajo tanto axial como radial, que pueden situarse también por encima de 50 kHz.
45

REIVINDICACIONES

1. Unidad de herramienta para el mecanizado rotativo asistido por ultrasonido de una pieza de trabajo que contiene:
- 5 un convertidor (23) con al menos un transductor electroacústico (22) para generar y transmitir oscilaciones ultrasónicas,
una herramienta (30), que está acoplada al convertidor, y
un soporte (21), en el cual el convertidor está dispuesto con el transductor y
que puede introducirse al menos parcialmente a través de una abertura de alojamiento formada en un árbol (13)
10 de un husillo portaherramientas (10) en el alojamiento (11), que está formado en el árbol (13) del husillo portaherramientas (10) y puede unirse con este mediante unión separable (27), caracterizado por que el convertidor (23) está sujeto en un primer punto de apoyo (24b) y al menos un punto de apoyo adicional (24a) mediante el soporte (21), puntos de apoyo (24a, 24b) que definen nudos de oscilaciones de las oscilaciones ultrasónicas generadas, presentando tras la introducción de la unidad de herramienta en el alojamiento (11) la parte independiente de la unidad de herramienta, que sobresale del árbol (13), una longitud (L2), que es menor
15 de 100 mm, y estando dispuesto el primer punto de apoyo (24b) en la parte independiente de manera que se encuentra en la abertura de alojamiento directamente fuera del árbol (13).
2. Unidad de herramienta de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el soporte (21) para formar la unión separable comprende al menos un punto de apriete (27), una rosca, una superficie externa cónica y/o superficie externa cilíndrica.
3. Unidad de herramienta de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que está diseñada de tal manera que, tras la introducción en el alojamiento (11) del husillo portaherramientas (10), sobresale del mismo con una
25 longitud (L2), que es menor de 50 mm.
4. Unidad de herramienta acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que la herramienta (30) presenta a los lados al menos una abertura de entrada (40) y en la cabeza al menos una abertura de salida (42), estando unidas las dos aberturas a través de un canal (39, 41).
- 30 5. Unidad de herramienta acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que la herramienta (30) está configurada como sonotrodo de titanio, acero o aluminio.
6. Unidad de herramienta acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que la herramienta (30) es una herramienta abrasiva o fresadora.
- 35 7. Unidad de herramienta acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el cuerpo de herramienta (30) que sirve para el mecanizado está fijado mediante unión separable en la herramienta.
- 40 8. Unidad de herramienta acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que el transductor (22) es un transductor piezoeléctrico o magnetoestrictivo.
9. Unidad de herramienta acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que el transductor (22) puede hacerse funcionar con una frecuencia de al menos 50 kHz.
- 45 10. Disposición con una unidad de herramienta acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9 y con un husillo portaherramientas (10), que presenta una interfaz predefinida para sujetar la unidad de herramienta y al menos otra herramienta, en particular herramienta abrasiva.
- 50 11. Disposición de acuerdo con la reivindicación 10, presentando el husillo portaherramientas (10) para el suministro de energía del transductor (22) anillos colectores (50) que pueden conectarse a un generador y/o comprendiendo la disposición al menos una bobina excitadora.
- 55 12. Disposición de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, estando diseñada para velocidades de giro del husillo portaherramientas (10) de más de 60 000 revoluciones por minuto.



