

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 725 460**

51 Int. Cl.:

B24B 35/00 (2006.01)

B24B 33/04 (2006.01)

B24B 19/26 (2006.01)

B24B 5/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.06.2015 PCT/EP2015/063608**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.12.2015 WO15197448**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.06.2015 E 15729485 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2019 EP 3157708**

54 Título: **Método y dispositivo para el tratamiento de acabado de superficies periféricas de secciones de piezas de trabajo rotacionalmente simétricas**

30 Prioridad:

23.06.2014 DE 102014211937

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

24.09.2019

73 Titular/es:

**NAGEL MASCHINEN- UND WERKZEUGFABRIK
GMBH (100.0%)
Oberboihingerstrasse 60
72622 Nürtingen, DE**

72 Inventor/es:

BOSCH, MARCEL

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 725 460 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método y dispositivo para el tratamiento de acabado de superficies periféricas de secciones de piezas de trabajo rotacionalmente simétricas

CAMPO DE APLICACIÓN Y ESTADO DE LA TÉCNICA

5 [0001] La invención se refiere a un método para el tratamiento de acabado de superficies periféricas de secciones de piezas de trabajo rotacionalmente simétricas, así como a un dispositivo adecuado para la realización del método.

[0002] El acabado, que también se conoce como superacabado, es un proceso de acabado mecanizado con corte indeterminado. Mediante el acabado se pueden mecanizar superficies de piezas de trabajo de secciones de piezas de trabajo rotacionalmente simétricas o no rotacionalmente simétricas en piezas de trabajo como cigüeñales, árboles de levas, ejes de transmisión u otros componentes para máquinas motrices y operadoras para la producción de una estructura fina superficial deseada. En el acabado en el método de perforación se presiona una herramienta de acabado conectada con un elemento de corte granuloso contra la superficie periférica que se va a tratar. Para la producción de la velocidad de corte necesaria para la eliminación de material se gira la pieza de trabajo alrededor de su eje de la pieza de trabajo. Se produce un movimiento relativo oscilante paralelo a la superficie de la pieza de trabajo simultáneamente entre la pieza de trabajo y la herramienta de acabado adyacente a la superficie periférica. A través de la combinación del movimiento de rotación de la pieza de trabajo y el movimiento de oscilación superpuesto se puede producir un patrón denominado de pulido en cruz, por lo cual son especialmente adecuadas las superficies de las piezas de trabajo tratadas, p. ej., como superficies de rodamiento para cojinetes de deslizamiento o rodamientos o similares. La sección de la pieza de trabajo que se va a tratar puede tratarse, por ejemplo, de un cojinete principal o una muñequilla de un cigüeñal o de un cojinete de un árbol de levas.

[0003] A diferencia del pulido, el acabado es un método de tratamiento térmicamente neutro, donde no se origina ninguna piel blanda atravesada con microfisuras o tensiones de superficie. El acabado se utiliza con frecuencia después de un proceso abrasivo como último método de mecanizado con arranque de virutas de una cadena de procesos, para eliminar la piel blanda, para dejar al descubierto de nuevo la microestructura original, para aumentar la proporción de área de contacto de la estructura de superficie rugosa y para mejorar la geometría del componente con respecto a la redondez y los errores de eje corto en dirección axial y en dirección perimetral.

[0004] El pulido es la última operación de tratamiento de conformado. En el pulido se conoce la geometría de la herramienta abrasiva del mando de máquinas, de modo que la pieza de trabajo correspondiente a la guía de la herramienta operada con el mando de máquinas puede contornearse mediante pulido. Una condición para esta conformación es el rectificado o la calibración regular de las herramientas abrasivas. El proceso abrasivo, sin embargo, generalmente no está en situación de lograr las características superficiales que se pueden alcanzar con el tratamiento de acabado.

[0005] En el tratamiento de acabado de cojinetes rotacionalmente simétricos se mantiene normalmente el contorno axial en el primer plano. Una mejora de los valores de forma de cojinetes cilíndricos tiene lugar en su mayoría en dirección radial y depende fuertemente del pretratamiento. De esta manera pueden mejorarse de modo relativamente seguro, por ejemplo, los componentes de error de eje corto, p. ej., con más de 15 ejes en el perímetro, mientras que los componentes de eje largo, como, p.ej., óvalos, triángulos o cuadriláteros, generalmente no pueden influenciarse positivamente mediante el acabado. El volumen de mecanizado mediante el proceso de acabado se encuentra por lo general por debajo de aproximadamente 10 µm. Para obtener de manera óptima la geometría, la eliminación de material del proceso de acabado se adapta normalmente al pretratamiento.

[0006] El pulido es por lo general la última operación de tratamiento de conformado. Eso significa que se realiza el contorneado de un cojinete rotacionalmente simétrico esencialmente a través del proceso abrasivo previamente conectado al proceso de acabado. Un rectificado continuo de la muela abrasiva es obligatoriamente necesario para la conformación y la configuración del cojinete. Según la exigencia y la tolerancia de diseño del cojinete, el ciclo de rectificado se reduce o se alarga. El proceso abrasivo no está por lo general en posición de lograr las características superficiales que se pueden alcanzar mediante el tratamiento de acabado.

[0007] En el tratamiento de secciones de cojinetes en ejes, los requisitos geométricos son frecuentemente tales que secciones individuales o todas las secciones de los cojinetes deben presentar una configuración ligeramente esférica. Una configuración esférica (en forma de barril, convexa) de secciones de cojinetes rotacionalmente simétricas puede

contribuir a reducir daños en los cojinetes debidos a defectos de forma y de escape de componentes que concurren en el cojinete. Los correspondientes requisitos finales de las líneas de contorno prefijados por los clientes con respecto al abombamiento se manifiestan por lo general en la diferencia de diámetro de pocos micrómetros entre diferentes posiciones axiales de la sección del cojinete.

5 [0008] En el pulido de secciones de cojinetes de cigüeñales se puede lograr una macroforma esférica mediante la rectificación correspondiente de las superficies periféricas de los discos abrasivos utilizados en el pulido (compárese p.ej. con EP 1 181 132 B1, Fig. 5).

10 [0009] La EP 1 514 642 A2 describe un dispositivo para el tratamiento de acabado de ejes, particularmente de cigüeñales y árboles de levas, con un soporte de herramientas y una cinta abrasiva sin fin, que presenta un soporte flexible y una capa abrasiva intermedia con materia dura. El dispositivo sirve para el tratamiento de una pieza de trabajo giratoria alrededor de su eje de rotación. Un mecanismo de accionamiento de la cinta abrasiva impulsa continuamente la cinta abrasiva durante el tratamiento de una pieza de trabajo. Se proporciona un dispositivo de sujeción para la cinta abrasiva. El soporte de herramientas tiene un cabezal de tratamiento con dos desviaciones de la cinta distanciadas una respecto a la otra, que delimitan un área de trabajo del cabezal de tratamiento, donde se guía la cinta abrasiva sobre las desviaciones de la cinta y que pasa en el área de trabajo por la superficie periférica de la pieza de trabajo que se va a tratar. La cinta abrasiva circulante, fuera del área de trabajo, está asociada con un dispositivo para el rectificado de la capa abrasiva intermedia, que, durante el tratamiento de la pieza de trabajo, presenta una herramienta de rectificado que se puede distribuir contra la capa abrasiva intermedia de la cinta abrasiva circulante con una velocidad de banda ajustada al tratamiento de la pieza de trabajo. En una forma de realización, la herramienta de rectificado tiene, transversalmente al sentido de marcha de la banda, un contorno esférico que en el rectificado se transmite sobre la capa abrasiva intermedia. Así se puede producir en la sección de la pieza de trabajo tratada un contorno ligeramente esférico.

15 [0010] La DE 10 2011 087 252 B3, que forma la base para el preámbulo de la reivindicación 3, describe un dispositivo para el tratamiento de acabado de una pieza de trabajo particularmente anular, con un soporte para la conexión con un portaherramientas de acabado para sostener una herramienta de acabado y con un dispositivo de accionamiento para producir un movimiento de oscilación lineal del soporte. Se proporciona una unidad de oscilación que presenta un alojamiento de herramientas de acabado para la incorporación de una herramienta de acabado y un dispositivo de accionamiento adicional para la producción de un movimiento de oscilación lineal del alojamiento de herramientas de acabado. Además, se proporciona un dispositivo de acoplamiento para la conexión de la unidad de oscilación con el soporte.

30 **OBJETO Y SOLUCIÓN**

[0011] Es un objeto de la invención, un método y un dispositivo para proporcionar un proceso de acabado que permiten, con ayuda del tratamiento de acabado, no solo obtener y mejorar ligeramente en su caso valores de forma resultantes de un pretratamiento de secciones de piezas de trabajo tratadas, sino, cuando sea necesario, también poder influir y producir o cambiar de manera dirigida. En particular, debe crearse la posibilidad de producir, mediante el acabado, secciones de piezas de trabajo no cilíndricas con una configuración esférica prefijable.

[0012] Para la solución de este objeto, la invención proporciona un método con las características de la reivindicación 1. Además, se proporciona un dispositivo adecuado para la realización del método con las características de la reivindicación 3. Otros desarrollos ventajosos se indican en las reivindicaciones dependientes. El contenido de todas las reivindicaciones se incorpora por referencia al contenido de la descripción.

40 [0013] En la invención solicitada, se impone a la herramienta de acabado o a la parte de la herramienta de acabado provista de elementos de corte decisivos para la eliminación de material, durante un movimiento lineal rectilíneo paralelo al eje de rotación de la pieza de trabajo, un movimiento pivotante superpuesto a este movimiento lineal, de modo que se guía la parte abrasiva de la herramienta de acabado a lo largo de una trayectoria de rodadura de herramientas al menos parcialmente curvada.

45 [0014] Así, en la sección de la pieza de trabajo tratada, se les da un acabado de manera dirigida a diferentes secciones axiales yuxtapuestas axialmente con eliminación de material de diferente intensidad, por lo cual no se puede producir de manera dirigida una forma deseada de líneas de contorno que no se extienden rectilíneas en dirección axial. La forma de líneas de contorno se puede modificar por consiguiente con ayuda de una configuración especial de la máquina respecto a la forma de líneas de contorno resultante del pretratamiento. Por consiguiente, es posible un tratamiento de conformado mediante el acabado.

50

5 [0015] En algunas variantes de tratamiento tiene lugar el manejo de la máquina de manera que, en una fase final de un recorrido lineal del eje lineal de la máquina, una sección final delantera de la herramienta de acabado adelantada en la dirección de movimiento del movimiento lineal se encuentra más cerca del eje de la pieza de trabajo y/o se presiona con una fuerza de presión local más alta contra la superficie periférica que una sección final posterior atrasada. Así se pueden alcanzar formas generalmente convexas o esféricas. A las formas pertenecen particularmente una forma de líneas de contorno completamente esférica, una forma de líneas de contorno cilíndrica-esférica o una forma de líneas de contorno cilíndrica-logarítmica.

10 [0016] Desde un punto de vista constructivo, esto se puede realizar en un dispositivo de manera que, en comparación con conceptos de máquina convencionales, se proporciona un eje de la máquina adicional o complementario controlable de manera dirigida, es decir, un eje rotatorio de la máquina, para realizar mediante una superposición de dos ejes de movimiento lineales y un eje de rotación casi cualquier trayectoria bidimensional para la herramienta de acabado.

15 [0017] Una variante de trabajo robusta y fiable de un dispositivo se caracteriza por el hecho de que el eje de transferencia de la máquina presenta un carro horizontal, que comprende un eje rotatorio de la máquina con una mesa rotatoria, que, en relación al carro, puede girar alrededor de un eje de rotación horizontal correspondiente del eje pivotante con ayuda de un motor de rotación controlado numéricamente, por ejemplo, un servomotor. La mesa rotatoria puede soportar una guía deslizante, que presenta un eje de transferencia de la máquina, para mover el portaherramientas a lo largo de una dirección de avance, que se extiende perpendicular al eje pivotante y corresponde a la dirección de presión.

[0018] También sería posible combinar los ejes de la máquina de otra manera, por ejemplo, proporcionando un eje rotatorio de la máquina con una mesa rotatoria que lleva una guía lineal para un eje de transferencia de la máquina.

20 [0019] También es posible que el eje rotatorio se realice como un eje integrado en la herramienta de acabado, por lo tanto, se encuentra en el lado de la herramienta del portaherramientas. También así se puede lograr que el elemento de corte abrasivo se guíe forzosamente a lo largo de la banda de rodadura arqueada deseada, para generar, por ejemplo, una configuración esférica en la sección de la pieza de trabajo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

25 [0020] Otras ventajas y aspectos de la invención resultan de las reivindicaciones y de la siguiente descripción de ejemplos de realización preferidos de la invención, que se explican a continuación por medio de las figuras. Muestran en este caso:

la figura 1, una representación lateral de una situación de tratamiento con un ejemplo de realización de un método para el tratamiento de acabado de una superficie periférica de una pieza de trabajo;

30 la figura 2, una vista axial de la situación de tratamiento de la figura 1;

la figura 3, detalles de la cinemática del movimiento de la herramienta;

la figura 4, un ejemplo de realización de un dispositivo para la ejecución del método en vista lateral (Fig. 4A) y vista frontal (Fig. 4B); y

la figura 5, un ejemplo de realización de una herramienta de acabado con un eje pivotante integrado.

35 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS EJEMPLOS DE REALIZACIÓN

40 [0021] Con ayuda de las figuras 1 y 2 se explican algunas relaciones útiles y conceptos para la comprensión de formas de realización de la invención. En este caso, la figura 1 muestra una vista lateral de una situación de tratamiento típica en un ejemplo de realización de un método para el tratamiento de acabado de una superficie periférica 195 de una sección de una pieza de trabajo rotacionalmente simétrica 190 en una pieza de trabajo. La pieza de trabajo se gira con ayuda de un dispositivo de rotación para la producción de un movimiento rotatorio de la pieza de trabajo alrededor de un eje de rotación de la pieza de trabajo o de un eje de la pieza de trabajo 192 con velocidad de rotación constante. La sección de la pieza de trabajo que se va a tratar puede tratarse, por ejemplo, de un cojinete principal de un cigüeñal o una superficie de un cojinete de otro eje, por ejemplo, de un árbol de levas o de un eje de balanceo.

[0022] Para causar una eliminación de material en la sección de la pieza de trabajo mediante el acabado, se presiona una herramienta de acabado 100 con una fuerza de presión F que opera en una dirección de presión AR contra la superficie periférica que se va a tratar o contra la sección de la pieza de trabajo que se va a tratar. A tal efecto, la máquina de acabado tiene un dispositivo de presión correspondiente.

5 [0023] La eliminación de material se apoya así en que se produce, con ayuda de un dispositivo de oscilación, un movimiento relativo oscilante orientado paralelo a la superficie de la pieza de trabajo entre la pieza de trabajo y la herramienta de acabado (véase la flecha doble OSZ). En el caso del ejemplo se fija el dispositivo de oscilación en los lados de la herramienta de acabado, de modo que la herramienta de acabado se mueve oscilando en una dirección de oscilación OR que se extiende perpendicular a la dirección de presión AR, mientras que la pieza de trabajo gira
10 únicamente alrededor del eje de la pieza de trabajo 192. El dispositivo de oscilación comprende aquí un oscilador neumático, que puede mover la herramienta de acabado respecto al portaherramientas 180.

[0024] Además se proporciona un eje de transferencia de la máquina (eje lineal controlado numéricamente), que puede causar un movimiento lineal superpuesto con el movimiento de oscilación de la herramienta de acabado en una dirección del recorrido lineal LR, que se extiende paralelo al eje de la pieza de trabajo 192. Este movimiento lineal
15 (flecha doble LIN) puede ocurrir cuando sea necesario sobre una longitud del recorrido lineal, que es mayor que el recorrido de oscilación.

[0025] Además se proporciona un eje rotatorio (eje de rotación controlado numéricamente) para la producción de un movimiento pivotante de la herramienta de acabado superpuesto con el movimiento lineal. El movimiento pivotante (flecha doble arqueada SW) se realiza alrededor de un eje pivotante SA, que se extiende perpendicular al eje de la
20 pieza de trabajo y perpendicular a la dirección de presión AR.

[0026] El control de la máquina de acabado está configurado en el caso del ejemplo de manera que sea controlable una posición de pivote de la herramienta de acabado, es decir, la posición de giro actual para el eje pivotante SA, en función de una posición axial del movimiento lineal LIN. De este modo, la orientación de la dirección de oscilación OSZ respecto al sistema de coordenadas de la máquina en el caso del ejemplo es una función de la posición axial del movimiento
25 lineal y la posición de pivote y se extiende por fases no en paralelo, sino en ángulo agudo variable hacia el eje de la pieza de trabajo.

[0027] La herramienta de acabado 100 montada en el extremo libre de un portaherramientas 180 tiene un soporte de elementos de corte 110, que se fabrica típicamente de acero para herramientas o de otro material metálico y comprende en su parte posterior dispositivos para el montaje de la herramienta de acabado en el portaherramientas 180. En la
30 parte frontal del soporte de elementos de corte se fija una capa de corte 120, por ejemplo, con ayuda de un pegamento o mediante tornillos. La capa de corte formada por un material sinterizado contiene una pluralidad de granos de medios de corte, que se distribuyen, en el caso del ejemplo, homogéneamente dentro de una matriz de un aglutinante. Los granos de medios de corte pueden ser, por ejemplo, granos de diamante o granos de nitruro de boro cúbico (CBN). Como aglutinante entra en consideración, por ejemplo, un material cerámico o uno metálico.

[0028] La capa de corte tiene en su base frente al soporte de elementos de corte normalmente una sección transversal rectangular. Según la definición, la dirección longitudinal L de la capa de corte es aquella dirección que se extiende esencialmente en paralelo al eje de rotación de la pieza de trabajo en el tratamiento de acabado. Perpendicular a la dirección longitudinal L se extiende la dirección transversal Q de manera que la dirección longitudinal y la dirección transversal están al mismo nivel perpendiculares a la dirección de presión.

[0029] Sobre el lado apartado del soporte de elementos de corte, la capa de corte forma una superficie de corte cóncava-cilíndrica abrasiva 125, con la que la capa de corte está en contacto durante el tratamiento de acabado más o menos de manera extensa con la superficie periférica que se va a tratar. Como se puede apreciar bien en la figura 2, la superficie de corte tiene una forma cóncava en la dirección transversal Q, cuyo radio de curvatura corresponde esencialmente al radio de curvatura deseado de la sección de la pieza de trabajo que se va a tratar al final del tratamiento
40 de acabado.

[0030] Con ayuda de la figura 3 esquemática se explican detalles de la cinemática del movimiento de la herramienta en la producción de una geometría axial completamente esférica de una sección de la pieza de trabajo 194 de la pieza de trabajo 190. Las condiciones no se representan a escala. La pieza de trabajo 190 rota alrededor de su eje de la pieza de trabajo 192. La herramienta de acabado 100 se presiona mediante el dispositivo de presión en la dirección de presión
45 AR contra la superficie externa de la pieza de trabajo rotacionalmente simétrica. La herramienta de acabado oscila

respecto al soporte de herramientas en dirección de oscilación OSZ perpendicular a la dirección de presión. El movimiento de oscilación se superpone a un movimiento lineal LIN que se extiende paralelo al eje de rotación de la pieza de trabajo 192, para lo que se proporciona un eje lineal de la máquina de acabado controlado numéricamente.

5 [0031] El recorrido lineal, es decir, la longitud de recorrido del movimiento lineal, se representa en la figura 3 de manera exagerada. El recorrido de oscilación se encuentra típicamente en el rango de algunos milímetros, por ejemplo, en el rango de $\pm 0,5$ mm a ± 3 mm. El recorrido adicional que se puede alcanzar mediante el movimiento lineal puede estar en el mismo orden de magnitud, por tanto, por ejemplo, entre 1 mm y 3 mm. También son posibles otras longitudes de recorrido y relaciones de longitud de recorrido.

10 [0032] El movimiento lineal paralelo al eje se superpone a un movimiento pivotante de la herramienta de acabado alrededor de un eje pivotante que se extiende perpendicular a la dirección lineal y perpendicular a la dirección de presión. Para alcanzar la configuración convexa, es decir, en forma de barril, representada de la sección periférica, el movimiento pivotante se controla de manera que, en una fase final de un recorrido lineal, es decir, en la segunda mitad de un recorrido lineal después de sobrepasar una posición central, según la especificación de un programa de mando, una sección final delantera de la herramienta de acabado adelantada en dirección de movimiento del movimiento lineal se encuentra más cerca del eje de la pieza de trabajo 192 o se presiona contra la superficie periférica con una fuerza de presión local más alta que una sección final posterior atrasada en la dirección del movimiento. La herramienta de acabado se mueve, por ejemplo, en la primera dirección R1 en la figura 3 hacia la izquierda, la sección final delantera E1 se presiona así con una fuerza de presión local más fuerte contra la superficie de la pieza de trabajo que la segunda sección final atrasada E2. A este efecto se extiende la dirección de presión en un ángulo que se desvía de 90° hacia el eje de rotación de la pieza de trabajo 192. En las fases intermedias del movimiento de carrera lineal, la dirección de presión está orientada perpendicular al eje de rotación de la pieza de trabajo y ambas secciones finales de la herramienta de acabado se presionan con aproximadamente la misma fuerza de presión local contra la superficie periférica. Cuando se aproxima al punto de inversión por el otro lado (en la segunda dirección R2) adelanta ahora la segunda sección final E2 a la primera sección final E1 y se presiona con una fuerza de presión local más fuerte contra la superficie periférica que la primera sección final E1.

15
20
25

[0033] El ángulo de giro máximo del movimiento pivotante, es decir, el ángulo máximo entre la orientación momentánea de la dirección de presión y la posición del punto cero (dirección de presión perpendicular al eje de rotación de la pieza de trabajo 192) es normalmente muy pequeño y se encuentra por lo general por debajo de 1° , en su caso también por debajo de $0,1^\circ$. El ángulo de giro puede estar, por ejemplo, en el rango de $0,01^\circ$ a $0,1^\circ$.

30 [0034] La dirección de oscilación OR transcurre con esta cinemática siempre en paralelo a la superficie de la pieza de trabajo en un plano axial que contiene el eje de la pieza de trabajo 192. La fuerza de presión actúa con esta cinemática independientemente de la posición axial de la herramienta de acabado esencialmente siempre en dirección normal a la parte recién tratada de la sección de la pieza de trabajo, por tanto, perpendicular a la superficie de la pieza de trabajo. Con una velocidad rotatoria uniforme de la pieza de trabajo y una frecuencia de oscilación uniforme se determina la eliminación de material local esencialmente a través de la fuerza de presión local imperante, de modo que se puede producir la configuración esférica con línea de contorno convexa con la ayuda del tratamiento de acabado.

35

[0035] Para conseguir determinar la fuerza de presión deseada independientemente del diámetro local de la parte recién tratada de la sección de la pieza de trabajo solo a través del direccionamiento del dispositivo de presión, el movimiento lineal y el movimiento pivotante se superponen todavía a un movimiento de balanceo lineal que se extiende en la dirección de presión.

40

[0036] Es evidente que también pueden producirse según el mismo principio otras geometrías axiales. El movimiento pivotante está configurado, por ejemplo, de manera que la dirección de presión AR permanezca orientada perpendicular al eje de rotación de la pieza de trabajo 192 en una zona más amplia alrededor del centro axial de la sección periférica y, solo en las fases finales, la herramienta de acabado pivote cerca de los puntos de inversión, así se puede producir, por ejemplo, una geometría axial cilíndrica-esférica, con la que una parte cilíndrica de la sección de la pieza de trabajo se encuentra en la zona central, que se redondea hacia el borde axial para la disminución del diámetro. También se puede producir de este modo una forma de líneas de contorno cilíndrica-logarítmica o cóncava.

45

[0037] La magnitud del abombamiento, por ejemplo, dada a través de la diferencia de radios ΔR entre la zona con el radio o diámetro más grande y la zona con el radio o el diámetro más pequeño se encuentra normalmente en el orden de magnitud de algunos micrómetros, por ejemplo, entre 1 y 5 μm .

50

[0038] Por medio de la figura 4 se explica un ejemplo de realización de un dispositivo 400 para el tratamiento de acabado de superficies periféricas, con el que se puede realizar la cinemática particular de la herramienta. La figura 4A muestra a tal efecto una vista lateral paralela a la dirección de movimiento de un eje de la máquina horizontal lineal, que efectúa el recorrido lineal. La figura 4B muestra una vista frontal del dispositivo en una dirección horizontal perpendicular a esta dirección lineal, que corresponde a la dirección del eje de un eje rotatorio de la máquina.

[0039] En un soporte vertical 410 del dispositivo se proporciona un eje lineal de la máquina LA con una dirección horizontal del eje. A través de este se produce el movimiento lineal descrito. El eje lineal de la máquina comprende un carro horizontal 420, que se guía a lo largo de carriles de guía horizontales 425 y se mueve sobre un tornillo de bolas con ayuda de un servomotor (no mostrado). El carro 420 lleva un eje rotatorio de la máquina, que comprende una mesa rotatoria 430, que se puede girar alrededor de un eje de rotación horizontal con respecto al carro 420 con ayuda de un motor de rotación controlado numéricamente, que corresponde al eje pivotante SA. La mesa rotatoria 430 giratoria alrededor del eje pivotante lleva en su parte frontal una llamada guía deslizante 440, que comprende un eje de transferencia de la máquina, para desplazar el portaherramientas 180 a lo largo de una dirección de avance que se extiende perpendicular al eje pivotante SA, que corresponde a la dirección de presión AR. En el extremo delantero del portaherramientas se fija la herramienta de acabado 100, que trata la pieza de trabajo 190, que se acciona así para el tratamiento con ayuda de un dispositivo de rotación, que gira alrededor de su eje de rotación de la pieza de trabajo 192 con un número de revoluciones prefijado (por ejemplo, entre 50 min^{-1} y 300 min^{-1}).

[0040] El dispositivo puede trabajar como sigue. Mientras que la pieza de trabajo 190 gira alrededor del eje de la pieza de trabajo 192, la herramienta de acabado 100 efectúa un movimiento de oscilación rápido a lo largo del eje de movimiento del dispositivo de oscilación en la dirección de oscilación OR. Adicionalmente se superpone, para la producción de una geometría axial de la sección de la pieza de trabajo tratada, un movimiento de interpolación a la herramienta de acabado a través de la guía deslizante. La guía deslizante efectúa a tal efecto un recorrido relativamente lento y grande a lo largo de la dirección de movimiento horizontal del eje lineal LA. La mesa rotatoria 430 gira simultáneamente la guía deslizante 440 alrededor del eje pivotante SA, mientras que el eje lineal, que puede desplazar linealmente el portaherramientas 180, provoca una correspondiente compensación de longitud. De este modo se impone a la herramienta de acabado una trayectoria de rodadura de la herramienta con forma de arco. Así puede producirse en la sección de la pieza de trabajo tratada a través del acabado una trayectoria de rodadura de la herramienta redonda o cualquier otra trayectoria axial, por lo cual se puede producir una forma de líneas de contorno correspondiente a la pieza de trabajo.

[0041] A través del cambio del ángulo de giro en relación con el movimiento del eje lineal de la máquina LA pueden ser configurados e influidos todos los contornos pensables en dirección axial de la sección periférica tratada. Se pueden lograr formas de líneas de la línea de contorno tanto convexas como cóncavas.

[0042] A través de la posibilidad lograda con esto, para poder influir de manera dirigida mediante el acabado sobre la forma de líneas de contorno de cojinetes en dirección axial, en procesos de fabricación futuros se puede prescindir opcionalmente del rectificado de acabado aguas arriba de los procesos convencionales. Dado que puede diseñarse el tratamiento de acabado ahora como tratamiento de conformado, el proceso de acabado ya no depende del pretratamiento o es menos dependiente del pretratamiento. El proceso de acabado puede así, opcionalmente, diseñarse también de manera más eficiente con un volumen de mecanizado más grande. Puede prescindirse opcionalmente de los ciclos de rectificado anteriormente habituales con herramientas abrasivas según cierto número de cojinetes tratados con el uso de esta reciente tecnología de acabado. Una frecuencia de oscilación alta del movimiento de oscilación (al menos típicamente de 10 Hz) en paralelo al contorno axial garantiza un efecto de autoafilado de la herramienta de acabado, de modo que no se necesita un rectificado de una herramienta de acabado a diferencia de con herramientas abrasivas. Por consiguiente, la cadena de procesos puede reducirse de manera notable y se pueden ahorrar inversiones.

[0043] En el ejemplo representado hasta ahora, el eje pivotante rotatorio es un eje de la máquina, mientras que la herramienta de acabado es una herramienta de acabado pasiva convencional. En otros ejemplos de realización se puede prescindir de un eje pivotante rotatorio en el dispositivo de acabado. En lugar de eso puede integrarse el movimiento pivotante o un eje pivotante correspondiente en una herramienta de acabado activamente controlable. La figura 5 muestra a tal efecto a modo de ejemplo una herramienta de acabado 500 con un eje pivotante integrado. El soporte de elementos de corte 510 de la herramienta de acabado 500 está construido a tal efecto en varias piezas. Una parte fija 512 del lado de la máquina se fija con medios de fijación apropiados firmemente al soporte de herramientas 110. La parte fija lleva una parte móvil 514 respecto a la parte fija que puede girar de manera limitada respecto a la parte fija alrededor de un eje pivotante SA. La capa de corte 520 está fijada en la parte frontal de la parte móvil 514. El movimiento pivotante de la parte móvil con una capa de corte respecto a la parte sólida se realiza con ayuda de

accionadores ACT, que se pueden construir, por ejemplo, con ayuda de piezoelementos. Los accionadores se controlan mediante la unidad de control del dispositivo de acabado y causan un giro de la parte móvil respecto a la parte fija dependiendo del movimiento lineal del eje de transferencia paralelo al eje de rotación de la pieza de trabajo.

- 5 [0044] En esta variante se puede considerar como herramienta de acabado la parte móvil 514 con la capa de corte 520, mientras que la parte fija 512 puede considerarse como parte del portaherramientas 180. La variante de las figuras 1, 2 y 4 se distingue entonces de la variante de la figura 5 debido a que, en el primer caso, el eje pivotante está dispuesto en el lado de la máquina del portaherramientas y, en el último caso, sobre el lado de la herramienta del portaherramientas.

REIVINDICACIONES

1. Método para el tratamiento de acabado de superficies periféricas de secciones de piezas de trabajo rotacionalmente simétricas en piezas de trabajo, en el que durante el tratamiento de una superficie periférica se presiona una herramienta de acabado (100, 500) con una fuerza de presión en una dirección de presión (AR) contra la superficie periférica que se va a tratar y, para la producción de eliminación de material, se gira la pieza de trabajo alrededor de un eje de la pieza de trabajo (192) y se produce un movimiento relativo oscilante entre la herramienta de acabado y la pieza de trabajo, donde para la producción del movimiento relativo oscilante, la herramienta de acabado se mueve adelante y atrás a lo largo de una dirección de oscilación (OR) que se extiende perpendicular a la dirección de presión (AR) con una longitud del recorrido de oscilación y una frecuencia de oscilación prefijables; un movimiento lineal de la herramienta de acabado que se extiende paralelo al eje de la pieza de trabajo se superpone al movimiento de oscilación sobre una longitud del recorrido lineal, y un movimiento pivotante de la herramienta de acabado alrededor de un eje pivotante que se extiende perpendicular al eje de la pieza de trabajo y a la dirección de presión (SA) se superpone al movimiento lineal y al movimiento de oscilación, donde se controla una posición de pivote de la herramienta de acabado en función de una posición axial del movimiento lineal de tal manera que, en una fase final de un recorrido lineal, una sección final delantera de la herramienta de acabado adelantada en dirección de movimiento del movimiento lineal se encuentra más cerca del eje de la pieza de trabajo y/o se presiona con una fuerza de presión local más alta en la superficie periférica que una sección final posterior atrasada por lo cual a través del tratamiento de acabado mediante el cambio de una forma de líneas de contorno resultantes de un pretratamiento se produce una sección de perímetro que presenta una geometría axial completamente esférica, cilíndrica-esférica o cilíndrica-logarítmica.

2. Método según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que un movimiento de balanceo lineal de la herramienta de acabado en la dirección de presión (AR) se superpone al movimiento pivotante.

3. Dispositivo para el tratamiento de acabado de superficies periféricas de secciones de piezas de trabajo rotacionalmente simétricas en piezas de trabajo que comprende:

un dispositivo de rotación para producir un movimiento rotatorio de la pieza de trabajo (190) alrededor de un eje de la pieza de trabajo (192);
 un dispositivo de presión para presionar una herramienta de acabado (100) contra una superficie periférica (195) que se va a tratar de tal manera que la herramienta de acabado se presiona con una fuerza de presión en una dirección de presión (AR) contra la superficie periférica; y
 un dispositivo de oscilación para producir un movimiento oscilante de la herramienta de acabado respecto a la pieza de trabajo a lo largo de una dirección de oscilación (OR) que se extiende perpendicular a la dirección de presión (AR) con una longitud del recorrido de oscilación y una frecuencia de oscilación prefijables;

caracterizado por
 un eje de transferencia de la máquina (LA) para producir un movimiento lineal de la herramienta de acabado superpuesto al movimiento de oscilación y que se extiende paralelo al eje de la pieza de trabajo; y
 un eje rotatorio para producir un movimiento pivotante de la herramienta de acabado superpuesto al movimiento lineal alrededor de un eje pivotante (SA) que se extiende perpendicular al eje de la pieza de trabajo y a la dirección de presión; donde un control del dispositivo está configurado de manera que una posición de pivote de la herramienta de acabado se controla en función de una posición axial del movimiento lineal de tal manera que, en una fase final de un recorrido lineal, una sección final delantera de la herramienta de acabado adelantada en dirección de movimiento del movimiento lineal se encuentra más cerca del eje de la pieza de trabajo y/o se presiona con una fuerza de presión local más alta contra la superficie periférica que una sección final posterior atrasada, por lo cual a través del tratamiento de acabado cambiando la forma de las líneas de contorno resultantes de un pretratamiento se produce una sección de perímetro que presenta una geometría axial completamente esférica, cilíndrica-esférica o cilíndrica-logarítmica.

4. Dispositivo según la reivindicación 3, caracterizado por el hecho de que el eje rotatorio es un eje de la máquina.

5. Dispositivo según la reivindicación 3 o 4, caracterizado por el hecho de que el eje de transferencia de la máquina (LA) presenta un carro horizontal (420) que se guía a lo largo de carriles de guía horizontales (425) y por el hecho de que el carro 420 lleva el eje rotatorio de la máquina, que comprende una mesa rotatoria (430) que se puede girar

respecto al carro (420) con ayuda de un motor de rotación controlado numéricamente alrededor de un eje de rotación horizontal, que corresponde al eje pivotante SA.

5 6. Dispositivo según la reivindicación 5, caracterizado por el hecho de que la mesa rotatoria (430) lleva una guía deslizante (440) que presenta un eje de transferencia de la máquina para desplazar el portaherramientas (180) a lo largo de una dirección de avance que se extiende perpendicular al eje pivotante (SA), que corresponde a la dirección de presión (AR).

7. Dispositivo según la reivindicación 6, caracterizado por el hecho de que el eje rotatorio es un eje integrado en la herramienta de acabado (500).

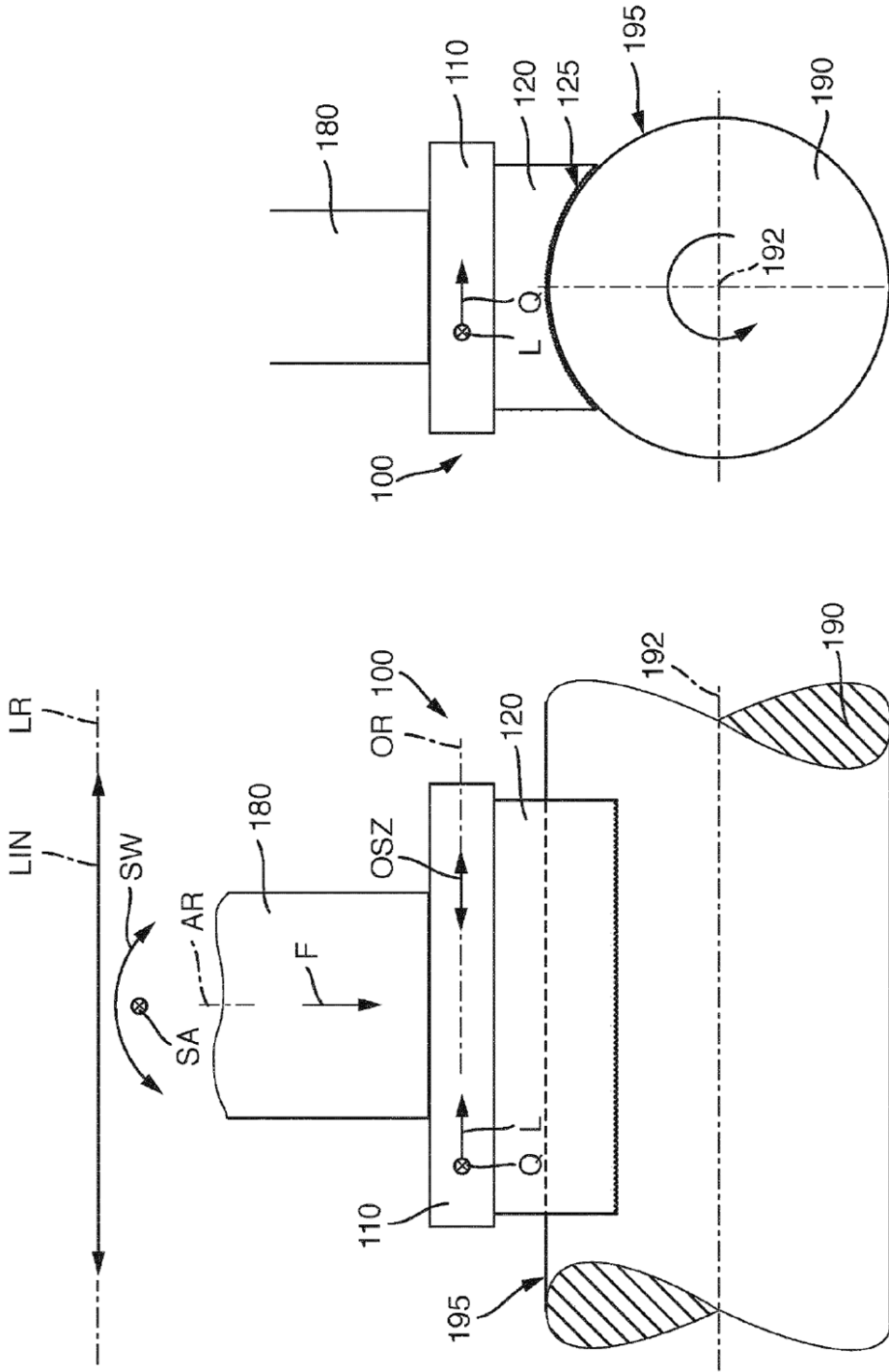


Fig. 2

Fig. 1

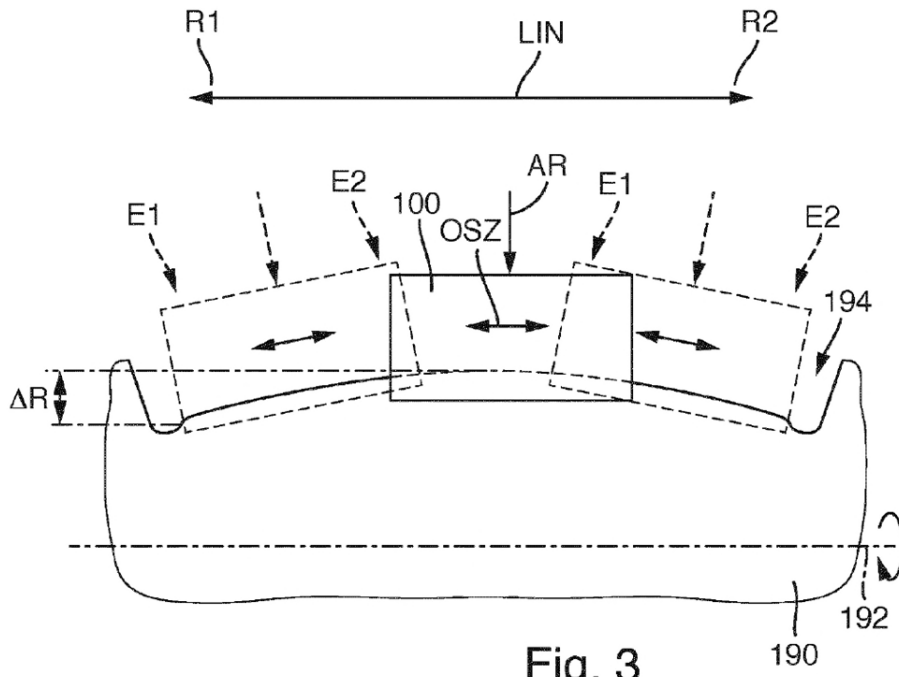


Fig. 3

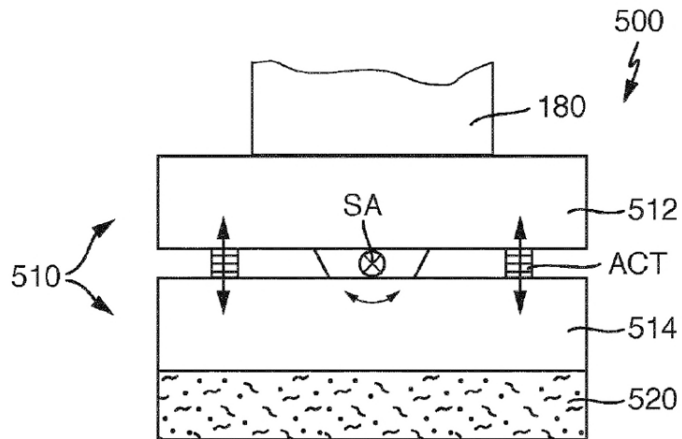


Fig. 5

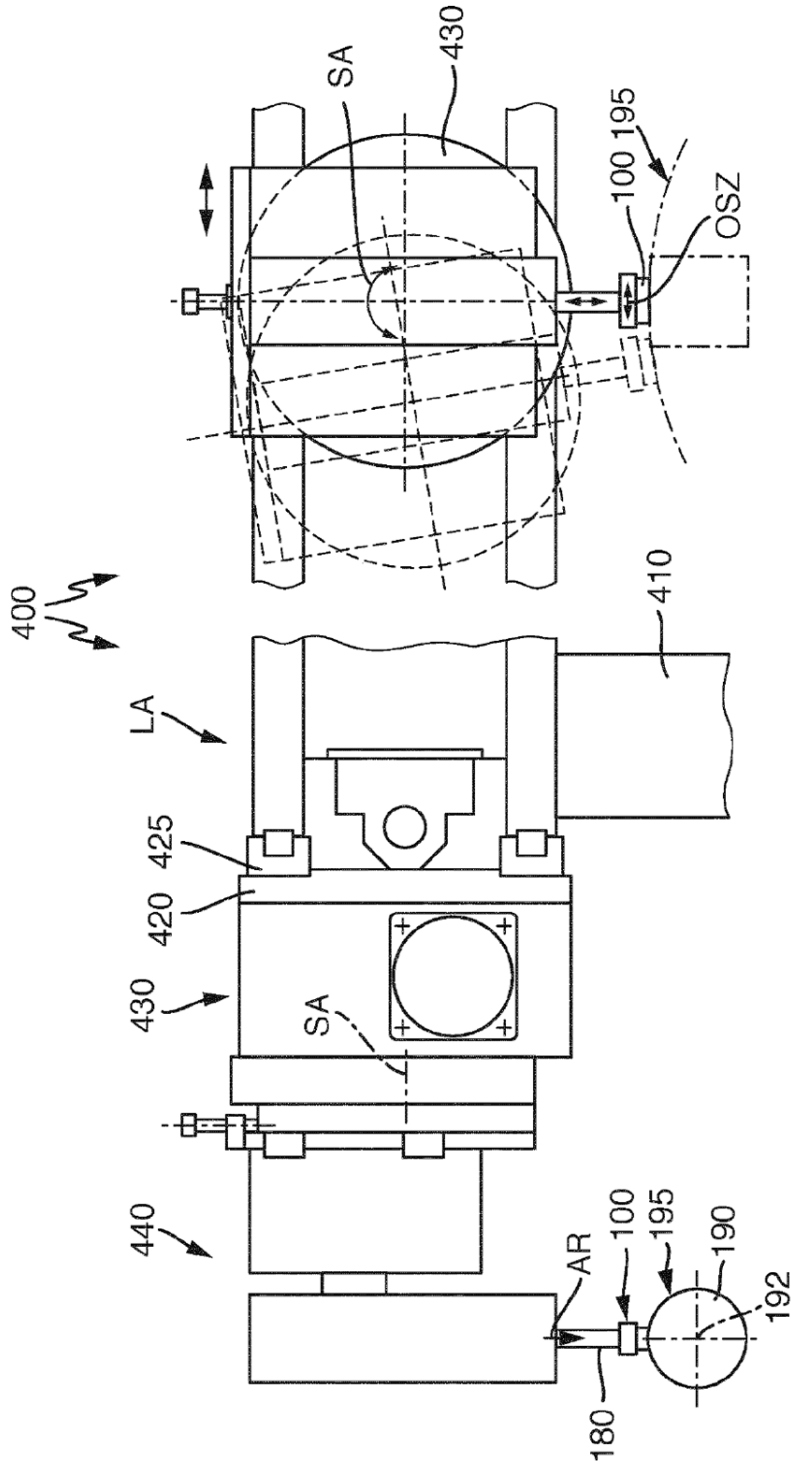


Fig. 4B

Fig. 4A