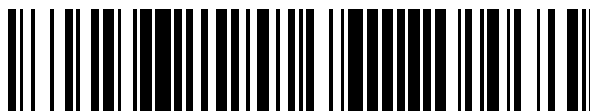


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 726 707**

51 Int. Cl.:

B24B 5/22 (2006.01)

B24B 5/30 (2006.01)

B24B 5/307 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.07.2016 E 16179084 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.01.2019 EP 3269500**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de rectificado cilíndrico simultáneo sin puntos de varias piezas de trabajo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.10.2019

73 Titular/es:
**TSCHUDIN GMBH GRENCHEN (100.0%)
Maienstrasse 9
2540 Grenchen, CH**

72 Inventor/es:
**TSCHUDIN, URS y
SEDLACEK, LIBOR**

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 726 707 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

Procedimiento y dispositivo de rectificado cilíndrico simultáneo sin puntos de varias piezas de trabajo

La invención concierne a un procedimiento de rectificado cilíndrico simultáneo sin puntos de varias piezas de trabajo dotadas al menos seccionalmente de simetría de revolución. La invención concierne también a un dispositivo de rectificado y su uso para realizar un procedimiento de esta clase.

Los procedimientos y dispositivos de rectificado cilíndrico sin puntos de piezas de trabajo dotadas sustancialmente de simetría de revolución son conocidos generalmente por el estado de la técnica, entre otros documentos por la norma DIN 8589, Parte 11. En contraste con otros procedimientos de rectificado cilíndrico, la pieza de trabajo en el rectificado cilíndrico sin puntos no está sujeta por ajuste de fuerza, sino que se encuentra en la llamada rendija de rectificado entre una muela de rectificado y una muela de regulación mientras es sostenida por un equipo de apoyo generalmente del tipo de carril o regla. Las muelas de rectificado y de regulación tienen la misma dirección de rotación, pero diferentes velocidades de rotación. Durante el proceso de rectificado se acciona la pieza de trabajo por la muela de regulación que gira lentamente y se arrancan virutas por la muela de rectificado que gira más rápidamente en comparación con la muela de regulación. El equipo de apoyo y la muela de regulación soportan la pieza de trabajo en al menos en una parte de su longitud y absorben las fuerzas de virutaje producidas.

Debido a la simultánea mecanización y sustentación en la envolvente de la pieza de trabajo se presentan los llamados efectos poligonales durante el rectificado sin puntos. Para contrarrestar éstos o para lograr una redondez óptima de las piezas de trabajo es necesario, además, disponer las piezas de trabajo en una posición sobreelevada o más baja con respecto a los ejes de rotación de las muelas de rectificado y de regulación por medio de un ajuste en altura correspondiente del equipo de apoyo. Si el centro de la pieza de trabajo se encuentra por encima de la línea de unión de los centros de las muelas de rectificado y de regulación, se habla entonces de "rectificado sobre el centro". Si el centro de la pieza de trabajo se encuentra por debajo de esta línea de unión, se habla entonces "rectificado bajo el centro". El ajuste citado de las posiciones sobreelevada/baja es absolutamente crítico para un redondez óptima de las piezas de trabajo.

En el rectificado cilíndrico sin puntos se diferencia básicamente entre el rectificado pasante y el rectificado penetrante. En el rectificado pasante una secuencia sin huecos de piezas de trabajo con un diámetro de rectificado unitario recorre la rendija de trabajo en dirección axial. Para generar el avance en dirección axial se inclina la muela de regulación generalmente en $1,5^\circ$ a $3,5^\circ$, con lo que las piezas de trabajo son arrastradas a través de la rendija de rectificado. En el rectificado penetrante los ejes de rotación de la muela de rectificado y la muela de regulación están dispuestos casi paralelos uno a otro, pero, para generar un avance, presentan un pequeño ángulo de aproximadamente $0,5^\circ$ entre ellos a fin de presionar la pieza de trabajo de manera bien definida contra un tope en dirección axial con respecto al dispositivo de rectificado e inmovilizarla así en su posición axial. En la práctica, el eje de rotación de la muela de regulación se inclina frecuentemente con un ángulo de inclinación correspondiente con respecto a un plano especialmente horizontal que discurre paralelamente a los ejes de rotación de la muela de rectificado y de las piezas de trabajo.

En el rectificado penetrante, tal como es conocido, por el documento EP 0449767 A1, se tiene que, además de la producción sencilla, se pueden rectificar también varias piezas de trabajo al mismo tiempo en un ciclo de rectificado con una sola máquina rectificadora (producción múltiple). A este fin, se disponen las piezas de trabajo en línea una tras otra sobre el equipo de apoyo y se rectifican éstas simultáneamente con unas muelas de rectificado y de regulación correspondientemente anchas. Como alternativa, se pueden utilizar también varias muelas de rectificado y de regulación, especialmente por cada pieza de trabajo un par constituido por una muela de rectificado y una muela de regulación. Además, está previsto en general un tope por cada pieza de trabajo. Sin embargo, se advierte frecuentemente en la práctica que las piezas de trabajo rectificadas simultáneamente en la producción múltiple por medio de un rectificado penetrante en un ciclo de rectificado presentan generalmente redondeces diferentes o calidades de diferente exactitud de dichas piezas de trabajo.

Por tanto, el problema de la presente invención consiste en ajustar en el rectificado penetrante la calidad de las piezas de trabajo simultáneamente rectificadas en un ciclo de rectificado en lo que respecta a una redondez igualmente buena y óptima.

Este problema se resuelve con el procedimiento según la reivindicación 1, así como con el dispositivo según la reivindicación 4 y su uso según la reivindicación 15. Otras ejecuciones ventajosas de la invención son objeto de las reivindicaciones subordinadas.

Según la invención, se propone un procedimiento de rectificado cilíndrico simultáneo sin puntos o de rectificado penetrante sin puntos de varias piezas de trabajo dotadas al menos seccionalmente de simetría de revolución, para cuya realización se puede emplear especialmente el dispositivo según la invención que se describe seguidamente. Las piezas de trabajo que se van a rectificar entre al menos una muela de rectificado y al menos una muela de regulación se disponen una tras otra sobre un dispositivo de apoyo en la dirección de sus ejes de rotación y se inclina el eje de rotación de la muela de regulación con un ángulo de inclinación con respecto a un plano especialmente horizontal que discurre paralelamente a los ejes de rotación de la muela de rectificado y de las piezas

- de trabajo. El procedimiento según la invención se caracteriza por que las piezas de trabajo se disponen durante el rectificado una tras otra en la rendija de rectificado, es decir, en la dirección de sus ejes de rotación, con un decalaje en altura entre ellas que, referido al plano paralelo, corresponde al menos a un cuarto, especialmente al menos a la mitad y preferiblemente al menos a tres cuartos del ángulo de inclinación del eje de rotación de la muela de regulación, para ajustar los respectivos ángulos de asiento de las piezas de trabajo en la muela de regulación inclinada. Esto quiere decir que la disposición decalada en altura, especialmente una línea de unión imaginaria trazada por los centros de gravedad geométricos de las piezas de trabajo decaladas en altura, discurre a lo largo de una línea que está inclinada con respecto al plano paralelo en al menos un cuarto, especialmente al menos la mitad y preferiblemente al menos tres cuartos del ángulo de inclinación del eje de rotación de la muela de regulación.
- Se ha reconocido según la invención que las piezas de trabajo presentan siempre en el procedimiento de rectificado simultáneo realizado hasta ahora, debido a la inclinación del eje de rotación de la muela de regulación, una altura diferente o unas posiciones sobreelevada/baja diferentes con respecto a la muela de regulación, con lo que el ángulo de asiento de las piezas de trabajo en la muela de regulación, decisivo para la redondez, es diferente en cada caso. El núcleo de la invención consiste en ajustar los respectivos ángulos de asiento de las piezas de trabajo en la muela de regulación, haciéndolos preferiblemente iguales.
- Como ángulo de asiento en el sentido de la presente invención se entiende el ángulo entre la tangente a la muela de regulación en la zona de contacto de la pieza de trabajo y la perpendicular o vertical. Este ángulo corresponde al ángulo de la línea de unión entre el eje de rotación de la muela de regulación y el eje de rotación de la pieza de trabajo con respecto a la horizontal.
- Las piezas de trabajo destinadas a someterse a un rectificado cilíndrico pueden consistir, por ejemplo, en árboles, barras, pernos o similares, es decir que son piezas de trabajo dotadas al menos seccionalmente de simetría de revolución. En particular, el procedimiento propuesto según la invención es excelente para el rectificado simultáneo de piezas de trabajo configuradas de la misma manera.
- Según una primera ejecución ventajosa de la invención, se ha previsto que las piezas de trabajo estén dispuestas durante el rectificado una tras otra sobre el equipo de apoyo con un decalaje en altura tal que la línea de unión imaginaria trazada por los centros de gravedad geométrico de las piezas de trabajo discorra sustancialmente paralela al eje de rotación inclinado de la muela de regulación. Esto se aplica especialmente para el caso de que las piezas de trabajo a rectificar simultáneamente en un ciclo de rectificado consistan en piezas de trabajo homólogas o idénticas. Como alternativa, puede estar previsto que las piezas de trabajo estén dispuestas una tras otra durante el rectificado sobre el equipo de apoyo con un decalaje en altura correspondiente al ángulo de inclinación del eje de rotación de la muela de regulación de tal manera que las piezas de trabajo presenten siempre sustancialmente un mismo ángulo de asiento en la muela de regulación inclinada.
- La expresión de ángulos de asiento “sustancialmente iguales” en el sentido de la invención significa que los respectivos ángulos de asiento de las piezas de trabajo en la muela de regulación se diferencian uno de otro en no más de 1%, especialmente en no más de 0,5%. Preferiblemente, la disposición decalada en altura de las piezas de trabajo en la rendija de rectificado se ha elegido de tal manera que los ángulos de asiento de todas las piezas de trabajo en la muela de regulación sean iguales o idénticos. El rango de desviación de los ángulos de asiento de no más de 1%, especialmente no más de 0,5%, puede servir para ajustar lo más posible el asiento de las piezas de trabajo en la muela de rectificado.
- El procedimiento según la invención es adecuado, por un lado, para el llamado rectificado penetrante recto, en el que el eje de rotación de la muela de rectificado y los ejes de rotación de las piezas de trabajo discurren paralelamente uno a otro. Recíprocamente, el procedimiento propuesto es adecuado también para el llamado rectificado penetrante oblicuo en el que la muela de rectificado y las piezas de trabajo no están dispuestas paralelas una a otra, sino que el eje de rotación de la muela de rectificado discurre con un acodamiento angular con respecto a los ejes de rotación de las piezas de trabajo, referido al plano, especialmente horizontal, que discurre paralelamente al eje de rotación de la muela de rectificado y a los ejes de rotación de las piezas de trabajo.
- Para conseguir una marcha concéntrica exacta y una forma geométrica correcta de la muela de rectificado y a muela de regulación se repasan éstas frecuentemente en la práctica antes de la primera mecanización o cuando hayan quedado inservibles debido al desgaste. Como herramientas de repasado se utilizan, por ejemplo, diamante unigranulares, diamantes multigranulares o rodillos de repasado guarnecidos con diamantes. Para poder implementar óptimamente las ventajas logradas con los presentes procedimientos propuestos según la invención se propone según otra ejecución ventajosa de la invención, para lograr una redondez óptima de las piezas de trabajo, que se repase la muela de regulación inclinada antes del rectificado por medio de un equipo de repasado regulable en altura en aquellos sitios en los que las piezas de trabajo se aplican durante el rectificado a la muela de regulación de una manera correspondiente a la disposición decalada en altura, es decir, para poder repasar la muela de regulación en diferentes alturas a lo largo del eje de rotación de dicha muela de regulación. Dado que la muela de rectificado prefija especularmente durante el rectificado penetrante la forma de las piezas de trabajo que han de someterse a un rectificado cilíndrico, puede estar previsto repasar también la muela de rectificado antes de la operación de rectificado, preferiblemente por medio del equipo de repasado regulable en altura, concretamente también allí donde las piezas de trabajo se aplican durante el rectificado a la muela de rectificado de una manera

correspondiente a la disposición decalada en altura. En particular, puede estar previsto repasar la muela de rectificado en diámetros diferentes a lo largo del eje de rotación de la muela de rectificado, preferiblemente por medio del equipo de repasado regulable en altura, para que las muelas de rectificado estén siempre en contacto con las piezas de trabajo dispuestas una tras otra con un decalaje en altura entre ellas.

- 5 La invención concierne también a un dispositivo de rectificado cilíndrico simultáneo sin puntos de varias piezas de trabajo dotadas al menos seccionalmente de simetría de revolución, en particular para realizar el procedimiento según la invención anteriormente descrito, presentando el dispositivo al menos una muela de rectificado y al menos una muela de regulación, entre las cuales se pueden disponer las piezas de trabajo a rectificar una tras otra sobre un equipo de apoyo en la dirección de sus ejes de rotación. El dispositivo de rectificado está concebido de tal manera que el eje de rotación de la muela de regulación pueda inclinarse en un ángulo de inclinación con respecto a un plano especialmente horizontal que discurre paralelo a los ejes de rotación de la muela de rectificado y de las piezas de trabajo. El equipo de apoyo del dispositivo de rectificado está concebido según la invención de tal manera que las piezas de trabajo estén decaladas en altura entre ellas durante el rectificado, referido al plano paralelo, en una medida correspondiente a al menos un cuarto, especialmente al menos la mitad y preferiblemente al menos tres cuartos del ángulo de inclinación del eje de rotación de la muela de regulación, para ajustar durante el rectificado el respectivo ángulo de asiento de las piezas de trabajo en la muela de regulación inclinada. Esto quiere decir que el equipo de apoyo del dispositivo de rectificado está concebido de tal manera que la disposición decalada en altura, especialmente una línea de unión imaginaria trazada por los centros de gravedad geométricos de las piezas de trabajo dispuestas o disponibles con decalaje en altura, discurra a lo largo de una línea que esté inclinada con respecto al plano paralelo al menos en un cuarto, especialmente al menos en la mitad y preferiblemente al menos en tres cuartos del ángulo de inclinación del eje de rotación de la muela de regulación.

Como ya se ha descrito en relación con el procedimiento según la invención, puede estar previsto según una ejecución ventajosa del dispositivo de rectificado según la invención que el equipo de apoyo esté concebido de tal manera que una línea de unión imaginaria trazada por los centros de gravedad geométricos de las piezas de trabajo colocables o colocadas sobre el equipo de apoyo discurra durante el rectificado en dirección paralela al eje de rotación inclinado de la muela de regulación. Por consiguiente, puede estar previsto también que el equipo de apoyo esté concebido de tal manera que las piezas de trabajo estén decaladas en altura entre ellas durante el rectificado en una medida correspondiente al ángulo de inclinación del eje de rotación de la muela de regulación de tal manera que las piezas de trabajo presenten siempre sustancialmente un mismo ángulo de asiento en la muela de regulación inclinada. Referido al dispositivo, el "ángulo de asiento" y la característica "ángulos de asiento sustancialmente iguales" han de entenderse análogamente a como se hace en el procedimiento según la invención.

Según una ejecución especialmente preferido de la invención, el equipo de apoyo destinado a recibir las varias piezas de trabajo presenta de manera correspondiente varios apoyos dispuestos uno tras otro en la dirección de los ejes de rotación de las piezas de trabajo, los cuales están decalados en altura entre ellos en una medida correspondiente al ángulo de inclinación del eje de rotación de la muela de regulación. En particular, puede estar previsto que el equipo de apoyo destinado a recibir las varias piezas de trabajo esté configurado en forma de escalera o que los apoyos estén dispuestos uno tras otro en forma de escalera. Cada uno de los apoyos puede presentar, por ejemplo, una superficie de apoyo oblicua semejante a un chaflán de ataque que ascienda en dirección a la muela de rectificado en sentido transversal, especialmente perpendicular al eje de rotación de la pieza de trabajo colocable encima o bien en sentido transversal, especialmente perpendicular a la rendija de rectificado. La superficie de apoyo oblicua forma con el plano especialmente horizontal que discurre paralelo a los ejes de rotación de las piezas de trabajo y al eje de rotación de la muela de rectificado el llamado ángulo de apoyo de las piezas de trabajo, el cual está comprendido generalmente entre 10° y 50°, especialmente entre 30° y 45°.

Según una ejecución ventajosa de la invención, puede estar previsto que los apoyos decalados en altura entre ellos para las piezas de trabajo estén configurados, por ejemplo, como respectivos componentes independientes uno de otro. Además, es imaginable que estos apoyos independientes estén dispuestos en o sobre un portaapoyos común.

Para poder ajustar la sobreelevación de las piezas de trabajo con respecto a los ejes de rotación de la muela de regulación y la muela de rectificado puede estar previsto también que el equipo de apoyo como un todo esté configurado de manera regulable en altura, eventualmente por medio o con ayuda del portaapoyos común. A este fin, el equipo de apoyo puede presentar especialmente un equipo de regulación en altura ajustable, preferiblemente operado por un actuador. Asimismo, puede estar previsto que el equipo de apoyo como un todo esté configurado en forma recambiable para que el dispositivo de rectificado pueda ser equipado con diferentes equipos de apoyo en función de la geometría de las piezas de trabajo a rectificar en el sentido de un juego de recambio.

Para hacer posible un reglaje fino del decalaje en altura de las distintas piezas de trabajo y/o una acomodación/adaptación del equipo de apoyo para el rectificado simultáneo de piezas de trabajo de diferente geometría puede estar previsto según una forma de realización especialmente preferida de la invención que al menos uno de los varios apoyos, preferiblemente cada uno de ellos, esté configurado como regulable en altura por separado. En especial, puede estar previsto que al menos uno de los varios apoyos, preferiblemente cada uno de ellos, esté configurado como un cuerpo de apoyo regulable en altura por separado. A este fin, pueden estar previstos unos respectivos equipos de regulación en altura ajustables, preferiblemente operados por un actuador. Además, los cuerpos de apoyo regulables en altura por separado pueden estar dispuestos también sobre o en un

portaapoyos común que pueda servir a su vez en particular para regular en altura el equipo de apoyo como un todo, es decir, para regular globalmente los cuerpos de apoyo regulables en altura por separado.

Para determinadas aplicaciones puede ser también necesario inclinar la superficie de apoyo del equipo de apoyo con respecto al eje de rotación de la muela de rectificado, especialmente hacia fuera de la horizontal. A este fin, según otra ejecución ventajosa de la invención puede estar previsto que al menos uno de los varios apoyos, preferiblemente cada uno de ellos, pueda inclinarse por separado con respecto al eje de rotación de la muela de rectificado, especialmente hacia fuera de la horizontal. A este fin, el equipo de apoyo puede presentar especialmente un equipo de regulación de inclinación ajustable, preferiblemente operado por un actuador. En particular, al menos uno de los varios apoyos, preferiblemente cada uno de ellos, puede estar configurado como un cuerpo de apoyo inclinable separado con respecto al eje de rotación de la muela de rectificado, especialmente hacia fuera de la horizontal. A este fin, puede estar previsto correspondientemente un equipo de regulación en altura para cada uno de los cuerpos de apoyo. Sin embargo, es imaginable también que los apoyos o los cuerpos de apoyo estén dispuestos sobre o en un cuerpo de apoyo común que pueda ser inclinado, por ejemplo con ayuda de un equipo de regulación de inclinación, con respecto al eje de rotación de la muela de rectificado, especialmente hacia fuera de la horizontal.

En comparación con el equipo de apoyo regulable en altura por separado, anteriormente descrito, puede estar previsto también un equipo de apoyo técnicamente más sencillo de materializar, pero, por decirlo así, muy preciso y estable, que consista, por ejemplo, en que al menos dos de los apoyos, especialmente todos ellos, estén dispuestos o configurados con un decalaje rígido en altura entre ellos correspondiente al ángulo de inclinación del eje de rotación de la muela de regulación. En particular, los al menos dos de los apoyos, especialmente todos los apoyos, pueden estar contruidos de manera entera, integral o monolítica.

Debido a la inclinación prevista del eje de rotación de la muela de regulación, las piezas de trabajo experimentan un avance durante el rectificada en la dirección de su eje de rotación para presionar la pieza de trabajo de una manera bien definida contra un tope y mantenerla estable en dirección axial dentro del dispositivo de rectificado. Por consiguiente, según otra ejecución de la invención es imaginable que en el procedimiento según la invención esté previsto para cada pieza de trabajo al menos un tope o que el dispositivo de rectificado según la invención presente para cada pieza de trabajo al menos un tope al que se aplique la pieza de trabajo durante el rectificado en la dirección de su eje de rotación. Sin embargo, el tope puede estar materializado alternativamente también, por ejemplo, por un perfilado correspondiente de la muela de regulación, eventualmente por medio de un decalaje radial, al que se aplique con ajuste de forma la pieza de trabajo y ésta quede así asegurada contra un desplazamiento axial.

Según otra ejecución ventajosa de la invención, se ha previsto que la muela de rectificado comprenda varias muelas de rectificado parciales dispuestas una tras otra sobre su eje de rotación y que la muela de regulación presente varias muelas de regulación parciales dispuestas una tras otra sobre su eje de rotación. Preferiblemente, por cada pieza de trabajo a rectificar están previstas una muela de rectificado parcial y una muela de regulación parcial.

Como ya se ha descrito en relación con el procedimiento según la invención, se tiene que, a fin de realizar un repasado individual deliberado de la muela de regulación para acomodarla a la disposición decalada en altura de las piezas de trabajo a rectificar, el dispositivo de rectificado según otra ejecución ventajosa de la invención puede presentar al menos un equipo de repasado aproximable, especialmente regulable en altura, para repasar la al menos una muela de regulación y preferiblemente también la al menos una muela de rectificado, a fin de repasar deliberadamente la muela de regulación antes del rectificado en aquellos sitios en los que las piezas de trabajo se asienten durante el rectificado en la muela de regulación de una manera correspondiente a la disposición decalada en altura.

El equipo de rectificado propuesto puede estar concebido de tal manera que el eje de rotación de las piezas de trabajo discurra paralelamente al eje de rotación de la muela de rectificado para materializar el rectificado penetrante recto. Sin embargo, el dispositivo de rectificado puede estar también recíprocamente concebido de tal manera que el eje de rotación de la muela de rectificado discurra en forma angularmente acodada con respecto a los ejes de rotación de las piezas de trabajo, especialmente dentro de la horizontal, para materializar el rectificado penetrante oblicuo.

La presente invención concierne también al uso de un dispositivo según la invención anteriormente descrito para realizar el procedimiento según la invención descrito al principio.

Otros detalles de la invención y especialmente una forma de realización a modo de ejemplo de la invención se explicarán en lo que sigue con ayuda de los dibujos adjuntos. Muestran:

La figura 1, un posible ejemplo de realización de un dispositivo de rectificado según la invención para realizar un rectificado cilíndrico simultáneo sin puntos de varias piezas de trabajo, en vista frontal,

La figura 2, un corte horizontal a través del dispositivo de rectificado según la figura 1; y

La figura 3, un corte vertical a través del dispositivo de rectificado según la figura 1.

Las figuras 1 a 3 muestran un posible ejemplo de realización de un dispositivo de rectificado 1 según la invención para el rectificado cilíndrico simultáneo sin puntos de varias piezas de trabajo 11, 12, 13, 14. En el presente caso, las piezas de trabajo 11, 12, 13, 14 consisten en cuerpos cilíndricos idénticos dotados sustancialmente de simetría de revolución que deben rectificarse con ayuda del dispositivo de rectificado 1 según la invención o conforme al procedimiento de rectificado cilíndrico según la invención hasta alcanzar un diámetro unitariamente igual de grande e igual de redondo.

Las figuras 1 a 3 muestran el proceso del rectificado cilíndrico sin puntos en representación esquemática. Las piezas de trabajo 11, 12, 13, 14 están dispuestas una tras otra en la llamada rendija de rectificado entre la muela de rectificado 110 y la muela de regulación 120, en la dirección de los ejes de rotación 11.1, 12.1, 13.1, 14.1 de dichas piezas de trabajo, y están colocadas sobre un equipo de apoyo 200 del tipo de regla. En el presente ejemplo de realización tanto la muela de regulación 120 como la muela de rectificado 110 comprenden por cada pieza de trabajo 11, 12, 13, 14 una respectiva muela de regulación parcial 121, 122, 123, 124 y una respectiva muela de rectificado parcial 111, 112, 113, 114. Todas las muelas de regulación parciales 121, 122, 123, 124 y todas las muelas de rectificado parciales 111, 112, 113, 114 están dispuestas siempre sobre un eje de rotación común 120.1 de la muela de regulación y un eje de rotación común 110.1 de la muela de rectificado, respectivamente, mediante los cuales las muelas de rectificado parciales o las muelas de regulación parciales pueden ser puestas en rotación. En el ejemplo de realización representado del dispositivo de rectificado 1 según la invención todas las piezas de trabajo 11, 12, 13, 14 se encuentran sobre la línea de unión entre el eje de rotación 110.1 de la muela de rectificado y el eje de rotación 120.1 de la muela de regulación, es decir que se rectifica "sobre el centro". Las tangentes T a las muelas de regulación parciales 121, 122, 123, 124 en el punto de contacto de las piezas de trabajo 11, 12, 13, 14 forman con respecto a la vertical o perpendicular L el llamado ángulo de asiento γ y de las piezas de trabajo 11, 12, 13, 14 en la respectiva muela de regulación parcial 121, 122, 123, 124, el cual es crítico para la redondez de las piezas de trabajo 11, 12, 13, 14 que se debe alcanzar.

Durante el proceso de rectificado se accionan las piezas de trabajo 11, 12, 13, 14 por las muelas de regulación parciales 121, 122, 123, 124 de giro lento y se arrancan virutas por las muelas de rectificado parciales 111, 112, 113, 114 de giro más rápido en comparación con las muelas parciales anteriores. El equipo de apoyo y las muelas de rectificado parciales 111, 112, 113, 114 sostiene la pieza de trabajo en al menos una parte de su longitud y absorben las fuerzas de virutaje producidas.

El presente dispositivo de rectificado mostrado 1 sirve para el llamado rectificado penetrante recto. A este fin, el eje de rotación 110.1 de la muela de rectificado y el eje de rotación 120.1 de la muela de regulación están yuxtapuestos de una manera sustancialmente paralela. Sin embargo, el eje de rotación 120.1 de la muela de regulación está inclinado en un ángulo de inclinación α con respecto a un plano horizontal que discurre paralelamente al eje de rotación 110.1 de la muela de rectificado y a los ejes de rotación 11.1, 12.1, 13.1, 14.1 de las piezas de trabajo. El ángulo de inclinación α asciende típicamente a alrededor de $0,5^\circ$ para el rectificado penetrante. De este modo, se genera sobre las piezas de trabajo 11, 12, 13, 14, debido a la rotación de las muelas de regulación parciales 121, 122, 123, 124, un avance en la dirección de los ejes de rotación 11.1, 12.1, 13.1, 14.1 de las piezas de trabajo que se aprovecha para presionar las piezas de trabajo 11, 12, 13, 14 contra un respectivo tope (axial) 311, 312, 313, 314 a fin de mantener estables estas piezas en dirección axial dentro del dispositivo de rectificado 1.

Debido a la inclinación del eje de rotación 120.1 de la muela de regulación, las piezas de trabajo 11, 12, 13, 14, en caso de estar dispuestas a una misma altura horizontal – como se ha practicado hasta ahora en el estado de la técnica – se aplicarían siempre con ángulos de asiento diferentes y a las muelas de regulación parciales 121, 122, 123, 124. Sin embargo, se ha reconocido según la invención que esto conduce a resultados de rectificado diferentes, en particular redondeces y diámetros diferentes de las piezas de trabajo 11, 12, 13, 14 rectificadas simultáneamente en un ciclo de rectificado. Para contrarrestar esto se ha previsto según la presente invención disponer las piezas de trabajo 11, 12, 13, 14 en la rendija de rectificado con un decalaje en altura entre ellas correspondiente al ángulo de inclinación α del eje de rotación 120.1 de la muela de regulación, en concreto preferiblemente – como en el presente ejemplo de realización – de tal manera que las piezas de trabajo presenten siempre sustancialmente un mismo ángulo de asiento y en la muela de regulación inclinada 120, en particular de tal manera que los ángulos de asiento y de todas las piezas de trabajo 11, 12, 13, 14 en la respectiva muela de regulación parcial 121, 122, 123, 124 sean iguales o idénticos. A este fin, las piezas de trabajo 11, 12, 13, 14 – como se muestra en la figura 3 – están dispuestas una tras otra sobre el equipo de apoyo 200 con un decalaje en altura tal que una línea de unión imaginaria LS trazada por los centros de gravedad geométricos S de las piezas de trabajo 11, 12, 13, 14 discorra paralelamente al eje de rotación inclinado 120.1 de la muela de regulación.

El ejemplo de realización aquí mostrado del dispositivo de rectificado 1 muestra una ejecución posible y especialmente ventajosa del equipo de apoyo 200 para materializar la disposición de las piezas de trabajo 11, 12, 13, 14 según la invención con un decalaje en altura correspondiente al ángulo de inclinación α del eje de rotación 120.1 de la muela de regulación. Para cada una de las piezas de trabajo 11, 12, 13, 14, el equipo de apoyo presenta un respectivo apoyo 211, 212, 213, 214 con una respectiva superficie de apoyo ascendente oblicuamente en sentido transversal a la rendija de rectificado y en dirección a la muela de rectificado 110, sobre la cual descansan durante el rectificado las piezas de trabajo correspondientes 11, 12, 13, 14. Los diferentes apoyos 211, 212, 213, 214 están decalados entre ellos a manera de escalera en dirección axial, es decir, a lo largo de la rendija de rectificado, con un decalaje correspondiente al ángulo de inclinación α del eje de rotación 120.1 de la muela de regulación. En

ES 2 726 707 T3

5 particular, los apoyos 211, 212, 213, 214 están configurados en el presente ejemplo de realización como cuerpos de apoyo 201, 202, 203, 204 regulables en altura por separado uno de otro (insinuado por las flechas dobles en la figura 3). Se puede facilitar así de manera ventajosa un reglaje fino del decalaje en altura de las distintas piezas de trabajo 11, 12, 13, 14 y/o una acomodación/adaptación del equipo de apoyo 200 para el rectificado simultáneo de piezas de trabajo de geometría diferente. Todos los cuerpos de apoyo 201, 202, 203, 204 están dispuestos sobre un portaapoyos común 230 que a su vez está concebido como regulable en altura para poder ajustar globalmente la altura de todo el equipo de apoyo 200. Para regular en altura los cuerpos de apoyo 201, 202, 203, 204 y el portaapoyos 230 pueden estar previstos, por ejemplo, unos tornillos de reglaje o unos actuadores.

10 Para poder repasar la muela de regulación 120 o las muelas de regulación parciales 121, 122, 123, 124 a alturas diferentes a lo largo del eje de rotación 120.1 de la muela de regulación de conformidad con la disposición decalada en altura de las piezas de trabajo puede estar previsto que el dispositivo de rectificado 1 presente un equipo de repasado regulable en altura, no mostrado aquí. Aparte de la capacidad de regulación en altura, el equipo de repasado puede estar configurado también, por supuesto, como regulable o aproximable en dirección axial a lo largo de la rendija de rectificado y/o en la dirección horizontal. Puede estar previsto también que, antes del rectificado, se repasen la muela de rectificado 110 o las muelas de rectificado parciales 111, 112, 113, 114, preferiblemente por medio del equipo de repasado regulable en altura, concretamente también allí donde las piezas de trabajo se asientan durante el rectificado en la muela de rectificado de conformidad con la disposición decalada en altura. En particular, puede estar previsto repasar la muela de rectificado 110 o las muelas de rectificado parciales 111, 112, 113, 114 a lo largo del eje de rotación 110.1 de la muela de rectificado hasta alcanzar diámetros diferentes a fin de que la muela de rectificado 110 o las muelas de rectificado parciales 111, 112, 113, 114 sean puestas siempre en contacto de rectificado óptimo con las piezas de trabajo 11, 12, 13, 14 debido a la disposición decalada en altura.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de rectificado cilíndrico simultáneo sin puntos de varias piezas de trabajo (11, 12, 13, 14) dotadas al menos seccionalmente de simetría de revolución, en el que las piezas de trabajo (11, 12, 13, 14) a rectificar entre al menos una muela de rectificado (110) y al menos una muela de regulación (120) se disponen una tras otra sobre un equipo de apoyo (200) en la dirección de los ejes de rotación (11.1, 12.1, 13.1, 14.1) de las piezas de trabajo y en el que se inclina en un ángulo de inclinación (α) el eje de rotación (120.1) de la muela de regulación con respecto a un plano especialmente horizontal que discurre paralelamente a los ejes de rotación (11.1, 12.1, 13.1, 14.1) de las piezas de trabajo y al eje de rotación (110.1) de la muela de rectificado, **caracterizado** por que las piezas de trabajo (11, 12, 13, 14) están dispuestas durante el rectificado con un decalaje en altura entre ellas que, referido al plano paralelo, corresponde a al menos un cuarto, especialmente a al menos la mitad y preferiblemente a al menos tres cuartos del ángulo de inclinación (α) del eje de rotación (120.1) de la muela de regulación, para ajustar los respectivos ángulos de asiento (γ) de las piezas de trabajo en la muela de regulación inclinada (120).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por que las piezas de trabajo (11, 12, 13, 14) están dispuestas una tras otra durante el rectificado sobre el equipo de apoyo (200) con un decalaje en altura correspondiente al ángulo de inclinación (α) del eje de rotación (120.1) de la muela de regulación de tal manera que una línea de unión imaginaria (LS) trazada por los centros de gravedad geométricos (S) de las piezas de trabajo (11, 12, 13, 14) discurre paralelamente al eje de rotación inclinado (120.1) de la muela de regulación; y/o las piezas de trabajo (11, 12, 13, 14) están dispuestas una tras otra durante el rectificado sobre el equipo de apoyo (200) con un decalaje en altura correspondiente al ángulo de inclinación (α) del eje de rotación (120.1) de la muela de regulación de tal manera que las piezas de trabajo presentan siempre sustancialmente un mismo ángulo de asiento (γ) en la muela de regulación inclinada (120).
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado** por que la muela de regulación (120) es repasada antes del rectificado por medio de un equipo de repasado (500) regulable en altura en los sitios en los que las piezas de trabajo (11, 12, 13, 14) se asientan durante el rectificado en la muela de regulación (120) de una manera correspondiente a la disposición decalada en altura.
4. Dispositivo (1) de rectificado cilíndrico simultáneo sin puntos de varias piezas de trabajo (11, 12, 13, 14) dotadas al menos seccionalmente de simetría de revolución, especialmente para realizar un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende al menos una muela de rectificado (110) y al menos una muela de regulación (120), entre las cuales se pueden disponer una tras otra las piezas de trabajo (11, 12, 13, 14) a rectificar sobre un equipo de apoyo (200) en la dirección de los ejes de rotación (11.1, 12.1, 13.1, 14.1) de dichas piezas de trabajo, y en el que el eje de rotación (120.1) de la muela de regulación puede inclinarse en un ángulo de inclinación (α) con respecto a un plano especialmente horizontal que discurre paralelamente a los ejes de rotación (11.1, 12.1, 13.1, 14.1) de las piezas de trabajo y al eje de rotación (110.1) de la muela de rectificado, **caracterizado** por que el equipo de apoyo (200) está configurado de tal manera que las piezas de trabajo (11, 12, 13, 14) están dispuestas durante el rectificado con un decalaje en altura entre ellas que, referido al plano paralelo, corresponde al menos a un cuarto, especialmente al menos a la mitad y preferiblemente al menos a tres cuartos del ángulo de inclinación (α) del eje de rotación (120.1) de la muela de regulación, para ajustar los respectivos ángulos de asiento (γ) de las piezas de trabajo en la muela de regulación inclinada (120).
5. Dispositivo (1) según la reivindicación 4, **caracterizado** por que el equipo de apoyo (200) está configurado de tal manera que una línea de unión imaginaria (LS) trazada por los centros de gravedad geométricos (S) de las piezas de trabajo (11, 12, 13, 14) discurre durante el rectificado paralelamente al eje de rotación inclinación (120.1) de la muela de regulación; y/o el equipo de apoyo (200) está configurado de tal manera que las piezas de trabajo (11, 12, 13, 14) están dispuestas durante el rectificado con un decalaje en altura entre ellas correspondiente al ángulo de inclinación (α) del eje de rotación (120.1) de la muela de regulación, para que las piezas de trabajo presenten siempre sustancialmente un mismo ángulo de asiento (γ) en la muela de regulación inclinada (120).
6. Dispositivo (1) según la reivindicación 4 o 5, **caracterizado** por que el equipo de apoyo (200) como un todo está concebido de manera que sea regulable en altura y/o por que el equipo de apoyo (200) como un todo está concebido de modo que sea recambiable.
7. Dispositivo (1) según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, **caracterizado** por que el equipo de apoyo (200) destinado a recibir las varias piezas de trabajo (11, 12, 13, 14) presenta varios apoyos (211, 212, 213, 214) dispuestos uno tras otro en la dirección de sus ejes de rotación, que están dispuestos con un decalaje en altura entre ellos correspondiente al ángulo de inclinación (α) del eje de rotación (120.1) de la muela de regulación, especialmente por que el equipo de apoyo (200) destinado a recibir las varias piezas de trabajo (11, 12, 13, 14) está configurado en forma de escalera o por que los apoyos (211, 212, 213, 214) están dispuestos uno tras otro en forma de escalera.
8. Dispositivo (1) según la reivindicación 7, **caracterizado** por que al menos uno de los varios apoyos (211, 212, 213, 214), preferiblemente cada uno de ellos, está concebido como regulable en altura por separado, especialmente por que al menos uno de los varios apoyos (211, 212, 213, 214), preferiblemente cada uno de ellos, está concebido como un cuerpo de apoyo regulable en altura por separado.

- 5 9. Dispositivo (1) según la reivindicación 7 u 8, **caracterizado** por que al menos uno de los varios apoyos (211, 212, 213, 214), preferiblemente cada uno de ellos, puede ser inclinado por separado con respecto al eje de rotación (110.1) de la muela de rectificado hacia fuera de la horizontal, especialmente por que al menos uno de los varios apoyos (211, 212, 213, 214), preferiblemente cada uno de ellos, está configurado como un cuerpo de apoyo que puede inclinarse por separado con respecto al eje de rotación (110.1) de la muela de rectificado hacia fuera de la horizontal.
- 10 10. Dispositivo (1) según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizado** por que al menos dos de los apoyos (211, 212, 213, 214) están dispuestos con un decalaje rígido en altura entre ellos correspondiente al ángulo de inclinación (α) del eje de rotación (120.1) de la muela de regulación y, en particular, dichos apoyos no son regulables en altura por separado.
- 15 11. Dispositivo (1) según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 10, **caracterizado** por que la muela de rectificado (110) comprende varias muelas de rectificado parciales (111, 112, 113, 114) dispuestas una tras otra sobre el eje de rotación (110.1) de la muela de rectificado y la muela de regulación (120) comprende varias muelas de regulación parciales (121, 122, 123, 124) dispuestas una tras otra sobre el eje de regulación (120.1) de la muela de regulación, estando previstas preferiblemente por cada pieza de trabajo (11, 12, 13, 14) a rectificar una respectiva muela de rectificado parcial (111, 112, 113, 114) y una respectiva muela de regulación parcial (121, 122, 123, 124).
- 20 12. Dispositivo (1) según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 11, **caracterizado** por que el dispositivo (1) presenta para cada pieza de trabajo (11, 12, 13, 14) al menos un tope (311, 312, 313, 314) al que se aplica la pieza de trabajo durante el rectificado en la dirección del eje de rotación (11.1, 12.1, 13.1, 14.1) de dicha pieza de trabajo.
- 25 13. Dispositivo (1) según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 12, **caracterizado** por que el dispositivo (1) presenta al menos un equipo de repasado aproximable, especialmente regulable en altura, para repasar la al menos una muela de regulación (120) y/o la al menos una muela de rectificado (110), especialmente para repasar la muela de regulación (120) antes del rectificado en los sitios en los que las piezas de trabajo (11, 12, 13, 14) se asientan durante el rectificado en la muela de regulación (120) de conformidad con la disposición decalada en altura.
- 30 14. Dispositivo (1) según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 13, **caracterizado** por que el eje de rotación (110.1) de la muela de rectificado discurre para el rectificado penetrante recto en una dirección sustancialmente paralela a los ejes de rotación (11.1, 12.1, 13.1, 14.1) de las piezas de trabajo o por que el eje de rotación (110.1) de la muela de rectificado discurre para el rectificado penetrante oblicuo en forma acodada con respecto a los ejes de rotación (11.1, 12.1, 13.1, 14.1) de las piezas de trabajo.
15. Uso de un dispositivo (1) según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 14 para realizar un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3.

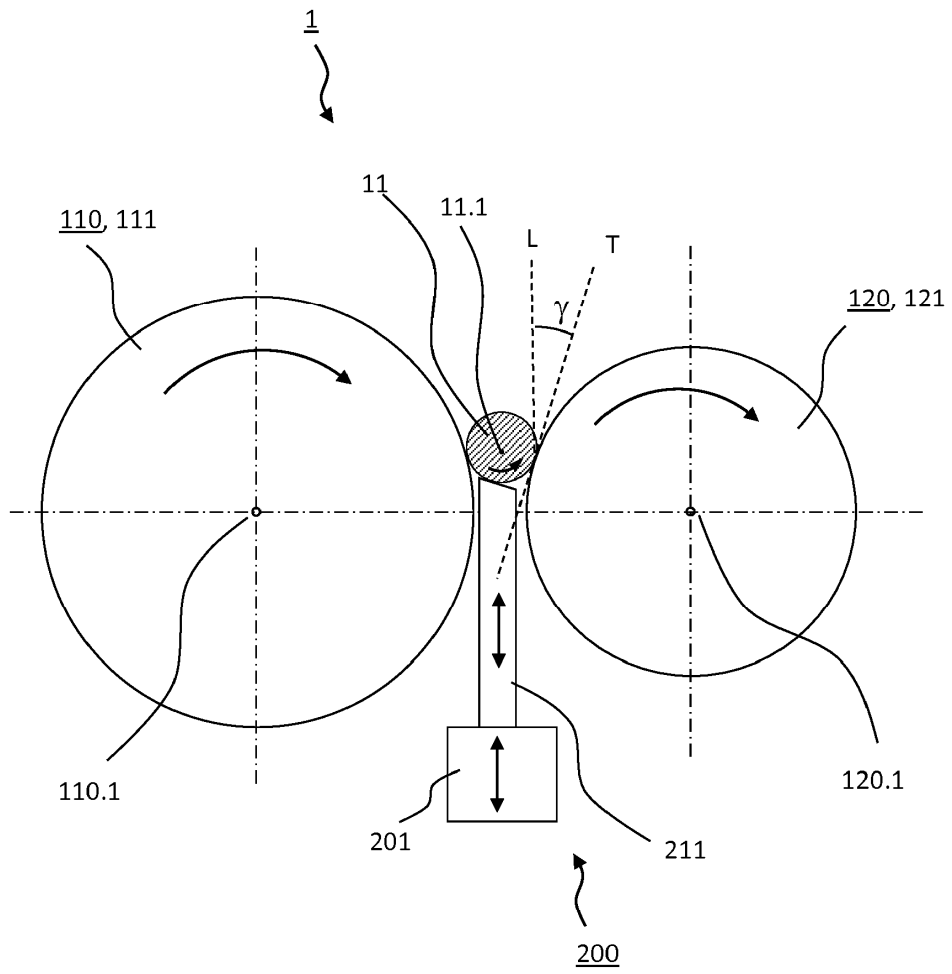


Fig. 1

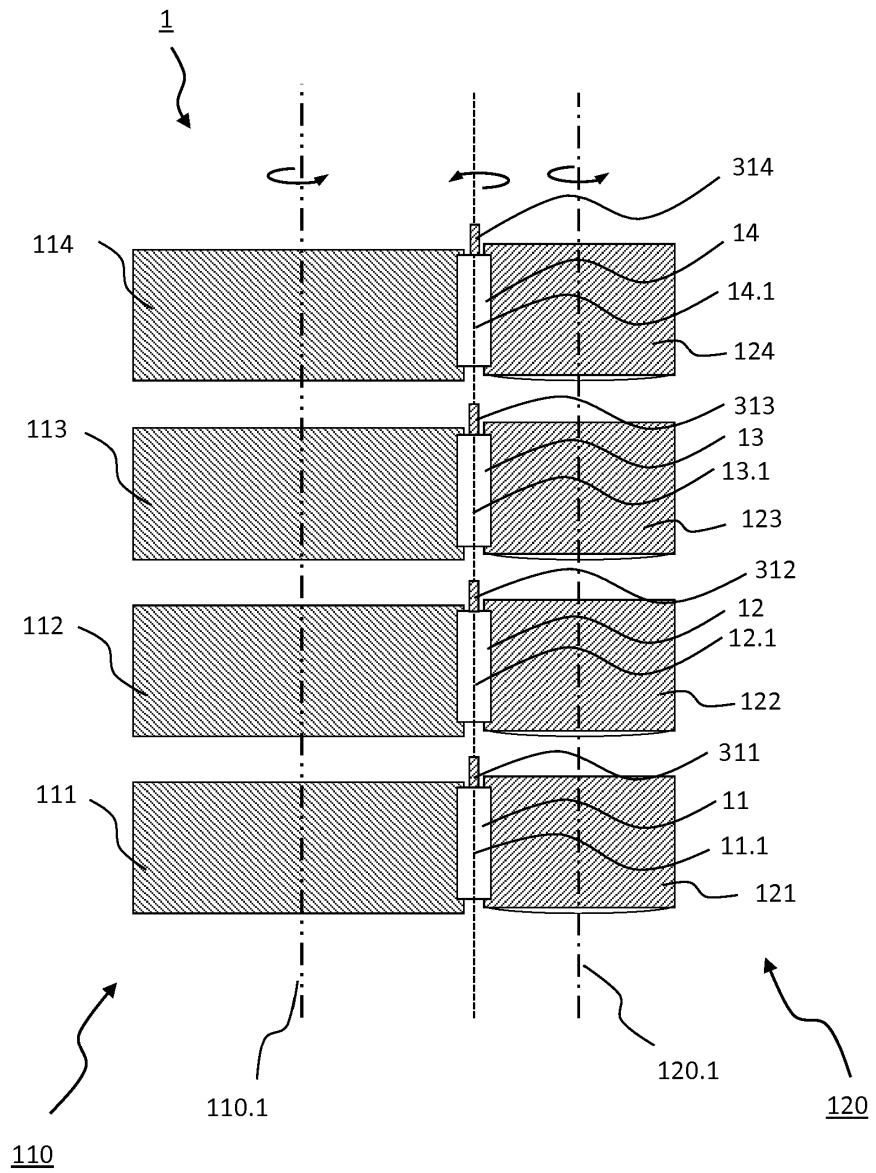


Fig. 2

