

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 664 172**

51 Int. Cl.:

B24B 5/01 (2006.01)

B24B 27/00 (2006.01)

B24B 41/06 (2012.01)

B24B 5/04 (2006.01)

B24B 5/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.02.2015 PCT/EP2015/053121**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.09.2015 WO15128210**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.02.2015 E 15704788 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.01.2018 EP 3110594**

54 Título: **Rectificadora y procedimiento para rectificar piezas de trabajo que presenten taladros axiales y superficies exteriores planas a mecanizar por ambos lados**

30 Prioridad:

25.02.2014 DE 102014203402

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

18.04.2018

73 Titular/es:

**ERWIN JUNKER MASCHINENFABRIK GMBH
(100.0%)
Junkerstrasse 2
77787 Nordrach, DE**

72 Inventor/es:

JUNKER, ERWIN

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 664 172 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

Rectificadora y procedimiento para rectificar piezas de trabajo que presenten taladros axiales y superficies exteriores planas a mecanizar por ambos lados.

5 Se conocen rectificadoras y procedimientos para un rectificado de este tipo, en especial de partes de una rueda dentada para engranajes o partes de bridas, en donde en estos procedimientos y rectificadoras conocidos es cierto que se llevan a cabo varias operaciones u operaciones parciales en una rectificadora; por el contrario no se conoce una mecanización completa de tales piezas de trabajo en una y la misma rectificadora.

Del documento DE 10 2012 012 012 331 A1 se conocen máquinas giratorias y rectificadoras, mediante las cuales se lleva a cabo una mecanización exterior de superficies redondas y distales de piezas de trabajo.

10 En la máquina giratoria conocida se describen dos cabezales de herramienta enfrentados, que soportan varias herramientas diferentes y llevan a cabo la mecanización exterior en la pieza de trabajo. La pieza de trabajo se sujeta mediante un primer husillo de pieza de trabajo, en cuya posición pueden llevarse a cabo la mecanización exterior y la mecanización del punto distal enfrentado al punto de sujeción de la pieza de trabajo. Desde el primer husillo de pieza de trabajo puede entregarse una pieza de trabajo a un segundo husillo de pieza de trabajo situado enfrente del mismo, un llamado contrahusillo, de tal manera que también pueda mecanizarse el segundo lado distal de la pieza de trabajo sujetado en primer lugar. Si la sujeción en el contrahusillo no permite una mecanización en la zona del lado distal, la pieza de trabajo a mecanizar puede sujetarse centralmente mediante una punta de centrado, que está aplicada a uno de los portaherramientas o cabezales de husillo de herramienta. En este caso, sin embargo, se mantiene la sujeción mediante el primer cabezal de husillo de herramienta.

20 En el caso de la rectificadora descrita está dispuesto enfrente del cabezal de husillo de pieza de trabajo un contrapunto aparte. Un cabezal de husillo de rectificado con una muela abrasiva puede llevar a cabo la mecanización cilíndrica exterior y con sus lados frontales dado el caso también rectificar lados planos en las bridas de la pieza de trabajo, pero no en el extremo directo que está sujetado por el contrapunto. Un segundo cabezal de herramienta está dispuesto en el lado opuesto con respecto al cabezal de husillo de rectificado y está configurado como unidad multifuncional. Esta unidad multifuncional soporta por ejemplo una luneta y sensores de medición, para llevar a cabo mediciones dentro del proceso. Asimismo la unidad multifuncional soporta una unidad de ajuste, de tal manera que pueda ajustarse la muela abrasiva que se encuentra en el cabezal de husillo de rectificado opuesto. El contrapunto y el cabezal de husillo de rectificado están configurados aquí como unidades separadas. La punta de centrado aplicada al contrapunto se usa solamente para un centrado en el caso de que previamente se haya practicado un llamado centro en la pieza de trabajo. No se describe un dispositivo de rectificado interior ni para la máquina giratoria ni para la rectificadora.

35 En el documento DE 10 2005 018 959 B3 se describen un procedimiento y una herramienta de rectificado para rectificar interiormente de forma cilíndrica y plana una pieza de trabajo en forma de una rueda dentada. A este respecto se producen un rectificado interior cilíndrico del taladro y un rectificado plano a continuación de al menos una superficie plana en un lado de la rueda dentada con una y la misma muela abrasiva, que está perfilada de tal manera que están previstas dos diferentes zonas cónicas para las respectivas tareas de rectificado. Una zona cónica delantera rectifica el taladro interior de la rueda dentada, mientras que una zona de rectificado de tipo reborde rebajada detrás de la zona cónica se emplea para una superficie plana exterior en la rueda dentada. El husillo de rectificado se coloca con ello de tal manera oblicuamente de forma correspondiente al ángulo de conicidad, que las superficies del taladro interior se rectifican coaxialmente al eje central de la rueda dentada. De forma correspondiente al ángulo de conicidad de la segunda zona de rectificado para las superficies planas se elige un ángulo de reglaje para la muela abrasiva perfilada, que la superficie plana puede rectificarse perpendicularmente al eje central de la rueda dentada. Mediante la muela abrasiva perfilada de este modo solo pueden rectificarse consecutivamente la superficie interior del taladro y la superficie plana en uno de los lados exteriores de la rueda dentada. No se describen relaciones de sujeción ni equipos para rectificar también el lado plano de la rueda dentada opuesto al lado plano rectificado.

50 En el documento DE 197 53 797 C2 se describe un dispositivo para rectificar piezas de trabajo con un soporte de pieza de trabajo y con al menos una herramienta de rectificado. La pieza de trabajo puede ser también una rueda dentada, en la que se lleva a cabo también la mecanización de sus superficies distales. La pieza de trabajo se sujeta en un dispositivo de sujeción del portaherramientas, y allí se producen consecutivamente los procesos de mecanización para el diámetro interior y para los contornos exteriores, es decir, los lados planos. Después del acabado por rectificado de los lados planos situados en un lado de la rueda dentada y del diámetro interior se descarga de la máquina la pieza de trabajo mediante un mecanismo de entrega. En esta máquina conocida no se describe un rectificado tampoco del contralado plano.

55 Asimismo se conoce del documento DE 36 28 977 A1 una rectificadora para el rectificado interior cilíndrico, plano y exterior cilíndrico. En el caso de esta rectificadora conocida está previsto un cabezal de husillo de pieza de trabajo con un mandril de sujeción para la pieza de trabajo a rectificar como único mecanismo de sujeción.

El rectificado de taladros, superficies redondas exteriores y planas exteriores se lleva a cabo mediante unas muelas

5 abrasivas correspondientes, que pueden llevarse a un engrane de rectificado sobre cabezales de husillo de rectificado separados mediante un control CNC. Un rectificado de lados planos y contralados planos en una y la misma pieza de trabajo no se describe. La disposición de dos cabezales de husillo de rectificado independientes tiene la consecuencia positiva de que es posible el contorneado exterior y también un rectificado interior del taladro al mismo tiempo.

Las rectificadoras conocidas y los procedimientos para producir unas piezas de trabajo correspondientes en estas rectificadoras tienen en común que las piezas de trabajo a rectificar no pueden mecanizarse por completo en una máquina.

10 Debido a que no es posible una mecanización por rectificado completo de las piezas de trabajo descritas anteriormente en una y la misma rectificadora con las rectificadoras conocidas, es necesario poner a disposición máquinas adicionales o al menos unas estaciones de rectificado adicionales correspondientes para la mecanización completa de piezas de trabajo de este tipo. El inconveniente de este concepto consiste en que de este modo se requiere una secuencia de trabajo aparte y las piezas de trabajo para ello tienen que llevarse a otra máquina-herramienta o a otra estación. Para ello se necesitan unos mecanismos de transporte adicionales. Asimismo se produce de este modo el inconveniente de que las piezas de trabajo, hasta cargarse en la segunda máquina respectivamente en la segunda estación, deben someterse de nuevo a otras temperaturas ambiente y con ello a unas nuevas influencias ambientales y de esta manera, a causa de diferentes condiciones ambientales térmicas, dado el caso también se dilatan de diferente forma, lo que puede tener una influencia directa en la posterior precisión de la producción.

20 Asimismo se describe en el documento DE 195 13 963 A1 una máquina giratoria controlada numéricamente, mediante la cual pueden mecanizarse interior y exteriormente otras piezas de trabajo simultáneamente en un husillo de pieza de trabajo y en un contrahusillo. En los llamados husillos de pieza de trabajo así como en los contrahusillos, la pieza de trabajo a mecanizar está sujeta y en la misma puede practicarse un taladro interior respectivamente con una herramienta de taladrado, en donde al mismo tiempo también puede rectificarse exteriormente mediante unas herramientas, las cuales estén dispuestas en un portaherramientas. Durante toda la mecanización la pieza de trabajo permanece en una y la misma sujeción en el mandril de sujeción respectivo y, por ello, no puede mecanizarse en la zona de sujeción.

30 En el documento DE 603 03 672 T2 se describe una máquina-herramienta, mediante la cual pueden mecanizarse en una herramienta superficies exteriores cilíndricas y planas así como taladros. Para ello está prevista una serie de cabezales de husillo de herramienta y un cabezal de husillo de pieza de trabajo, de tal manera que los diferentes trabajos pueden llevarse a cabo en la pieza de trabajo. Tampoco es posible una mecanización completa, porque la pieza de trabajo permanece sujeta en el mandril de sujeción durante los numerosos procesos de mecanización a llevar a cabo en el cabezal de husillo de pieza de trabajo.

35 En el documento DE 38 17 161 A1, que forma la base para el preámbulo de la reivindicación 1, se describe una rectificadora cilíndrica con control numérico para el rectificado de piezas de trabajo de mandril y en punta. Mediante estas rectificadoras cilíndricas conocidas pueden llevarse a cabo rectificados interiores, exteriores y planos entre puntas y con punta y mandril. Durante la mecanización de las llamadas piezas de trabajo de mandril, durante la mecanización de la pieza de trabajo, la misma permanece sujeta en el mandril de sujeción. Durante el rectificado de las llamadas piezas de trabajo en punta, si bien las superficies exteriores de la pieza de trabajo pueden mecanizarse fundamentalmente por completo, queda descartada sin embargo una mecanización de taladros durante esa sujeción.

45 En los conceptos de rectificado conocidos existe también el inconveniente de que para la planificación de procesos se producen mayores dificultades y que se requiere una mayor complejidad para la monitorización de los respectivos pasos de mecanización. Esto conduce a unos mayores costes, porque dado el caso es necesario suplicar por ejemplo los instrumentos de medición.

En resumen puede establecerse que en las rectificadoras conocidas o en los procedimientos que se llevan a cabo con las mismas los inconvenientes existentes conducen a que las piezas de trabajo, por un lado, sufren ciertas limitaciones en cuanto a una fabricación de alta precisión y a que, por otro lado, tienen que producirse de forma más compleja y por lo tanto con unos mayores costes de fabricación.

50 Frente a esto, la tarea de la presente invención consiste en poner a disposición una rectificadora conforme al preámbulo de la reivindicación 1 y un procedimiento llevado a cabo con la misma, con los que puedan rectificarse piezas de trabajo con un taladro central y superficies exteriores planas y/o no planas por ambos lados, en especial ruedas dentadas para engranajes, de forma muy precisa y económica por completo en una única rectificadora.

55 Esta tarea es resuelta mediante una rectificadora con las características conforme a la reivindicación 1 y mediante un procedimiento con las características conforme a la reivindicación 1. En las respectivas reivindicaciones dependientes se definen unos perfeccionamientos convenientes.

Con la rectificadora conforme a la invención se lleva a cabo una mecanización completa de piezas de trabajo, que

presenten al menos un taladro central así como unas superficies exteriores planas y no planas en ambos lados distales de la pieza de trabajo, como por ejemplo árboles abridados o ruedas dentadas para engranajes. La rectificadora conforme a la invención presenta un primer cabezal de husillo de rectificado, sobre el cual está dispuesta una primera muela abrasiva exterior para mecanizar las superficies exteriores correspondientes de la pieza de trabajo, un segundo cabezal de husillo de rectificado que soporta una muela abrasiva interior para mecanizar la superficie interior del taladro, y un cabezal de husillo de pieza de trabajo para sujetar la pieza de trabajo. La pieza de trabajo a rectificar está sujeta en un mandril de sujeción del cabezal de husillo de pieza de trabajo, de tal manera que la pieza de trabajo puede rectificarse sobre las superficies exteriores no cubiertas por el mandril de sujeción y en las superficies interiores del taladro. Es decir, que pueden rectificarse tanto las superficies exteriores planas como las no planas, que están dirigidas en dirección al segundo cabezal de husillo de rectificado, y el taladro. En el cabezal de husillo de pieza de trabajo la pieza de trabajo está ahora sujeta de tal manera, que está inmovilizada con relación a su disposición espacial sobre un eje central del mandril de sujeción en una primera posición de sujeción. Conforme a la invención está dispuesto en o sobre el segundo cabezal de husillo de rectificado un mecanismo de sujeción, es decir, el segundo cabezal de husillo de rectificado soporta un mecanismo de sujeción de este tipo. El mecanismo de sujeción está unido fijamente al segundo cabezal de husillo de rectificado, si bien puede trasladarse por separado con relación al menos a un eje CNC, controlado respecto al cabezal de husillo de rectificado. Para la rectificadora conforme a la invención la muela abrasiva interior soportada por el cabezal de husillo de rectificado es la herramienta de mecanización y, conforme a la invención, la herramienta de mecanización y los medios de sujeción están unidos entre sí para formar una unidad fija en el sentido de una unidad mixta.

En principio puede parecer inicialmente desventajoso aplicar un mecanismo de sujeción adicional a un cabezal de husillo de rectificado, ya que el cabezal de husillo de rectificado como tal representa un elemento constructivo muy complejo y costoso, respectivamente un grupo constructivo caro en cuanto a costes el cual, precisamente siempre que el mecanismo de sujeción esté activado, no puede usarse para su verdadera tarea, el rectificado. Esto significa, si se quieren conseguir unas duraciones de ciclo cortas, que es necesario prever al menos dos cabezales de husillo de rectificado para poder llevar a cabo determinados segmentos a rectificar al menos brevemente al mismo tiempo. A causa de la elevada precisión que se requiere y que debe conseguirse actualmente, los cabezales de husillo de rectificado están estructurados de una forma correspondientemente compleja y con una alta estabilidad. Sorprendentemente ha quedado ahora demostrado que esta alta estabilidad necesaria para el mecanismo de sujeción puede aprovecharse como tal, sin que sea necesario prever un segundo mecanismo de sujeción que tenga que presentar una estabilidad elevada. El mecanismo de sujeción se beneficia por así decirlo de la estabilidad y rigidez interiores del cabezal de husillo de rectificado. De este modo se obtiene también con la combinación entre herramienta y medio de sujeción un grupo constructivo que funciona con alta precisión, mediante el cual además se aumenta la precisión de fabricación de piezas de trabajo complejas y estas piezas de trabajo puede mecanizarse por completo en una única máquina en cuanto a su taladro central y a sus superficie exteriores planas y no planas por ambos lados.

El segundo cabezal de husillo de rectificado que soporta el mecanismo de sujeción puede trasladarse a continuación con relación al eje central de este mecanismo de sujeción, de tal manera que el mecanismo de sujeción puede introducirse en el taladro ya rectificado de la pieza de trabajo y, de este modo, la pieza de trabajo puede sujetarse en una segunda posición de sujeción. En esta segunda posición de sujeción están mutuamente alienados el eje central del mecanismo de sujeción y el eje central del mandril de sujeción, en donde ambas posiciones de sujeción existen al menos brevemente al mismo tiempo. Una vez abandonada la primera posición de sujeción y que la segunda posición de sujeción representa después la única sujeción, mediante la muela abrasiva exterior se rectifica una segunda superficie exterior plana y/o no plana, la cual está dirigida en dirección al cabezal de husillo de pieza de trabajo. Por medio de que la primera y la segunda posición de sujeción están construidas de tal modo, que sus ejes centrales están mutuamente alineados y, después de abandonar la primera posición de sujeción, se mantiene con alta precisión el posicionamiento espacial de la pieza de trabajo a rectificar, puede conseguirse una alta precisión de rectificado, y precisamente para el primer lado plano y el contralado plano, que debe entenderse como la segunda superficie exterior plana que está dirigida hacia el cabezal de husillo de pieza de trabajo.

El mecanismo de sujeción es de forma preferida un perno de sujeción, que puede trasladarse en dirección axial mediante un control CNC y está accionado en especial rotatoriamente. Sin embargo, también son concebibles unos modos de realización técnicos en los que el perno de sujeción no es necesario que se desplace a lo largo de su eje longitudinal y solamente presente un único accionamiento rotacional. La capacidad de traslación axial, que se obtiene después ya sea en el perno de sujeción o mediante el segundo cabezal de husillo de rectificado mediante el eje Z2, se usa para introducir el perno de sujeción para unas relaciones de sujeción óptimas hasta tal punto en el taladro central de la pieza de trabajo, que la misma quede sujeta de forma fiable y sin que se produzcan sujeciones oblicuas, de tal manera que el eje central producido en el husillo de pieza de trabajo mediante el mecanismo de sujeción allí situado, después de su entrega al perno de sujeción, se mantenga para la pieza de trabajo.

El perno de sujeción está configurado de forma preferida como un elemento hidro-extensible. Un elemento hidro-extensible de este tipo presenta una zona a la que puede aplicarse un fluido hidráulico, que puede deformarse de tal manera bajo el efecto de una mayor presión del fluido hidráulico, de tal manera que las superficies exteriores del perno de sujeción se apoyan en las superficies interiores del taladro con una fuerza tal, que la pieza de trabajo está

5 sujeta fijamente en el taladro. La ventaja de un perno de sujeción que actué hidrostáticamente consiste entre otras cosas en que la sujeción se genera en un corto espacio de tiempo y puede deshacerse también de nuevo en un espacio de tiempo también corto. Asimismo los elementos de sujeción hidro-extensibles presentan unos valores muy buenos en cuanto a la precisión de la sujeción. Además de esto puede controlarse la magnitud de la fuerza de sujeción mediante la altura de la presión del fluido hidráulico.

10 El primer cabezal de husillo de rectificado presenta de forma preferida dos unidades de husillo de rectificado con unas respectivas muelas abrasivas, mediante las cuales pueden rectificarse al menos la primera y la segunda superficie exterior plana en la pieza de trabajo. Las unidades de husillo de rectificado puede trasladarse en las direcciones axiales X1 y Z1 mediante un control CNC, de tal manera que en el plano X1-Z1 puede llegarse a cada posición con una alta precisión de forma correspondiente a las condiciones de rectificado. Adicionalmente el cabezal de husillo de rectificado presenta un eje B, el cual también tiene un control CNC y con el que las respectivas muelas abrasivas pueden girar hacia la pieza de trabajo, sobre los husillos de rectificado correspondientes, hacia dentro de la posición de engrane de rectificado en la pieza de trabajo. Una ventaja de esta disposición de dos husillos de rectificado sobre el primer cabezal de husillo de rectificado consiste en que pueden conseguirse una alta flexibilidad en cuanto a las superficies exteriores a rectificar, con una optimización de la complejidad de rectificado, y al mismo tiempo un aumento de la precisión de fabricación mediante la modificación en las muelas abrasivas correspondientes.

20 Conforme a otro ejemplo de realización, el primer cabezal de husillo de rectificado está equipado con un husillo de ajuste, que presenta de forma preferida un disco de ajuste de diamante para ajustar la muela abrasiva interior. La ventaja consiste de este modo en que los dos cabezales de husillo de rectificado previstos para la rectificadora conforme a la invención cooperan en el sentido de que uno de los cabezales de husillo de rectificado (el primero) puede ajustar con el husillo de ajuste allí dispuesto la muela abrasiva del otro cabezal de husillo de rectificado (el segundo) para, según el correspondiente desgaste de la muela abrasiva, poder conseguir de nuevo las condiciones de rectificado deseadas para obtener una alta precisión de rectificado.

25 De forma preferida el segundo cabezal de husillo de rectificado con la unidad de husillo de rectificado dispuesta en el mismo, para el rectificado de las superficies interiores del taladro, puede trasladarse en las direcciones axiales X2 y Z2 mediante un control CNC. De esta manera también la segunda unidad de husillo de rectificado puede trasladarse junto con el mecanismo de sujeción o el perno de sujeción en el plano X2-Z2, de tal manera que pueda llegarse a cualquier punto necesario en la pieza de trabajo.

30 También de forma preferida el cabezal de husillo de pieza de trabajo presenta dos husillos de pieza de trabajo, cada uno con un mandril de sujeción, que están dispuestos enfrentados formando 180° entre ellos. Los husillos de pieza de trabajo respectivos pueden girarse mediante una unidad giratoria en el cabezal de husillo de pieza de trabajo desde una primera posición, en la que pueden rectificarse al menos la primera superficie exterior plana y dado el caso también las superficies exteriores no planas así como la superficie interior del taladro de la pieza de trabajo a rectificar, a una segunda posición en la que se carga la siguiente pieza de trabajo. Una nueva pieza de trabajo que tiene todavía que rectificarse puede cargarse en el cabezal de husillo de pieza de trabajo, el cual se gira 180° a continuación hasta la posición de rectificado.

40 También de forma preferida los dos cabezales de husillo de rectificado están dispuestos cada uno sobre un carro en cruz, de tal manera que pueda realizarse un movimiento fiable mediante un control CNC en un plano X1-Z1 y un plano X2-Z2.

45 Debido a que en la rectificadora conforme a la invención están disponibles dos cabezales de husillo de rectificado y la primera unidad de husillo de rectificado soporta la muela abrasiva exterior y la segunda unidad de husillo de rectificado la muela abrasiva interior, estas dos muelas abrasivas se hacen engranar con rectificado también de forma preferida controladas de tal modo, que al menos la primera superficie exterior plana y el taladro puedan rectificarse al menos brevemente al mismo tiempo. De este modo puede reducirse la duración de ciclo para la producción de la pieza de trabajo, en donde mediante el rectificado simultáneo de las superficies interiores del taladro y de las superficies exteriores planas y no planas, mediante en especial una muela abrasiva perfilada, pueden compensarse en cierto modo las fuerzas de rectificado aplicadas mediante las respectivas muelas abrasivas, con lo que puede aumentarse la precisión del resultado del rectificado.

50 Conforme a un segundo aspecto de la invención, el procedimiento para rectificar por completo piezas de trabajo en especial ruedas dentadas para engranajes, con un taladro central y unas superficies exteriores planas y no planas, se lleva a cabo en una rectificadora descrita anteriormente. En el procedimiento conforme a la invención en primer lugar se sujeta una pieza de trabajo en un cabezal de husillo de pieza de trabajo. En esta posición de sujeción se acaban por rectificado con una muela abrasiva exterior en primer lugar unas primeras superficies exteriores en la pieza de trabajo sujeta y, al menos brevemente al mismo tiempo, unas superficies interiores en el taladro central de la pieza de trabajo mediante una muela abrasiva interior. A continuación se implanta un mecanismo de sujeción, el cual forma una unidad fija con un cabezal de husillo de rectificado que soporta la muela abrasiva interior, en el taladro de la pieza de trabajo y al menos brevemente al mismo tiempo que la sujeción se inmoviliza la pieza de trabajo en el cabezal de husillo de herramienta. La inmovilización mediante el mecanismo de sujeción se lleva a cabo a este respecto de tal manera, que los ejes centrales de los mandriles de sujeción del cabezal de husillo de

pieza de trabajo y del mecanismo de sujeción están alineados mutuamente sobre el segundo cabezal de husillo de rectificado. De este modo se conserva la posición de la pieza de trabajo en el espacio desde la primera posición de sujeción sobre el cabezal de husillo de herramienta, y precisamente incluso cuando la sujeción se deshace posteriormente desde el cabezal de husillo de herramienta. Después de la disolución de la sujeción mediante el cabezal de husillo de pieza de trabajo se acaban por rectificado las segundas superficies exteriores, las cuales están dispuestas enfrente de las primeras superficies exteriores en la pieza de trabajo y no pueden rectificarse al principio a causa de la sujeción en el cabezal de husillo de pieza de trabajo. La combinación entre un mecanismo de sujeción y un cabezal de husillo de rectificado ofrece aquí una sujeción muy precisa, es decir, la entrega de una pieza de trabajo sujeta al principio con el cabezal de husillo de pieza de trabajo a una segunda sujeción, llevada a cabo en el taladro central de la pieza de trabajo, mediante el mecanismo de sujeción. De este modo puede llevarse a cabo con el procedimiento conforme a la invención una mecanización completa por rectificado de tales piezas de trabajo en una y la misma rectificadora.

De forma preferida el mecanismo de sujeción se controla hidráulicamente desde su posición de liberación a la de sujeción y viceversa. El control hidráulico del mecanismo de sujeción con la finalidad de la sujeción así como con la finalidad de la liberación desde una posición de sujeción tiene la ventaja de que esto solamente se lleva a cabo a través de la presión del fluido hidráulico y, de esta manera, en breves espacios de tiempo pueden llevarse a cabo una sujeción y una liberación.

También de forma preferida el mecanismo de sujeción puede controlarse también mecánica, eléctrica o electromagnéticamente desde su posición de liberación a la de sujeción y a la inversa. El modo del principio físico del control del mecanismo de sujeción depende aquí del respectivo caso aplicativo, en donde las ventajas de los respectivos principios de control físicos son conocidas por el técnico promedio aquí relevante.

De forma preferida el cabezal de husillo de pieza de trabajo se gira desde una posición, en la que un mecanismo de sujeción mantiene la pieza de trabajo en una posición de rectificado, hasta una posición de carga, después de que la pieza de trabajo se haya acabado por rectificado, y precisamente con relación a las primeras y a las segundas superficies exteriores así como al taladro, desde el cual – debido a que el cabezal de husillo de pieza de trabajo presenta de forma preferida dos mecanismos de sujeción – se hace girar hacia atrás una pieza de trabajo que debe rectificarse por primera vez hasta una posición de rectificado. De este modo se ahorra duración de ciclo, ya que para el giro hacia dentro de una pieza de trabajo a rectificar hasta la posición de rectificado, es decir a la primera posición de sujeción, no se producen otros tiempos secundarios para la sujeción de la siguiente pieza de trabajo.

Conforme a otra conformación preferida de la invención se rectifican las segundas superficies exteriores planas en un procedimiento de punzonado recto. Esto supone sobre todo una ventaja si la contrasuperficie plana no presenta ninguna espaldilla y ningún resalte, que presenten superficies no planas y de forma preferida tengan que rectificarse con una muela abrasiva perfilada. El rectificado mediante un procedimiento de punzonado recto se lleva a cabo de forma preferida por medio de que se utilizan diferentes muelas abrasivas para las superficies exteriores en un lado de la pieza de trabajo y para las superficies exteriores en el otro lado de la pieza de trabajo. De forma preferida las primeras superficies exteriores planas y no planas se rectifican mediante una muela abrasiva perfilada. La muela abrasiva perfilada hace posible un rectificado simultáneo de todas las primeras superficies exteriores a rectificar, con lo que también puede ahorrarse duración de ciclo durante la producción de la pieza de trabajo.

Conforme a otra conformación preferida de la invención se alimenta lubricante refrigerante a través del interior del cabezal de husillo de pieza de trabajo hasta la muela abrasiva interior. De esta manera es posible llevar a cabo óptimamente el proceso de rectificado sobre las superficies interiores del taladro, sin que unos conductos de alimentación del lubricante refrigerante actúen negativamente en la zona del husillo de rectificado o de la muela abrasiva interior.

El procedimiento está configurado de forma preferida de tal modo, que la muela abrasiva interior primero pre-rectifica el taladro y a continuación lo acaba por rectificado. Para ello la muela abrasiva interior presenta dos zonas de rectificado, que se engranan consecutivamente en la superficie interior del taladro. De este modo puede prescindirse de una transferencia o de una sincronización de una muela de pre-rectificado que debe utilizarse de otro modo y de la utilización a continuación de una muela abrasiva de acabado.

A continuación se explican en detalle unas ventajas, características y posibilidades de aplicación adicionales de la presente invención en base a los dibujos. En el dibujo muestran:

la figura 1: una vista en planta sobre la rectificadora conforme a la invención en una exposición de principio;

la figura 2: una vista en corte parcial del plano de corte A-A para el cabezal de husillo de pieza de trabajo de la figura 1;

la figura 3: en una exposición de principio, el engrane simultáneo de una muela abrasiva perfilada del primer cabezal de husillo de rectificado y de la muela abrasiva interior del segundo cabezal de husillo de rectificado;

la figura 4: una posición del segundo cabezal de husillo de rectificado, en la que el mecanismo de sujeción está orientado con relación al eje central del mecanismo de sujeción del cabezal de husillo de rectificado y poco antes de

la implantación en el taladro de la pieza de trabajo;

la figura 5: una posición del segundo cabezal de husillo de rectificado a continuación de la posición conforme a la figura 4, con el mecanismo de sujeción introducido en el taladro de la pieza de trabajo y situado en la posición de sujeción;

5 la figura 6; la pieza de trabajo sujeta en el taladro mediante el mecanismo de sujeción, la cual experimenta durante el procedimiento de punzonado directo un rectificado del contralado plano;

la figura 7: una exposición aumentada del rectificado del contralado plano mediante una muela abrasiva de punzonado recto;

10 la figura 8: un rectificado del contralado plano mediante un procedimiento de rectificado por punzonado oblicuo o una muela abrasiva de punzonado oblicuo;

la figura 9: un rectificado interior del taladro de la herramienta mediante una muela abrasiva interior con zona de pre-rectificado y acabado por rectificado, al mismo tiempo que la alimentación simultánea de lubricante refrigerador mediante el cabezal de husillo de pieza de trabajo hasta el punto de rectificado; y

15 la figura 10: un rectificado interior del taladro con una muela abrasiva interior con una zona de pre-rectificado y una de acabado por rectificado durante el pre-rectificado en un procedimiento de rectificado por rascado y acabado por rectificado en un procedimiento de rectificado por punzonado.

En la figura 1 se ha representado en una exposición de principio una vista en planta de la rectificadora conforme a la invención, la cual lleva a cabo también el procedimiento conforme a la invención. Sobre un lecho de máquina 1 están dispuestos un primer cabezal de husillo de rectificado 2, un segundo cabezal de husillo de rectificado 17 y un cabezal de husillo de pieza de trabajo 9, que se presentan con una relación mutua definida. El primer cabezal de husillo de rectificado 2 soporta un primer husillo de rectificado 3, en el que está dispuesta una muela abrasiva 3.1. Al primer cabezal de husillo de rectificado 2 está aplicado otro husillo de rectificado 4, el cual aloja otra muela abrasiva 4.1. La muela abrasiva 4.1 está perfilada y se usa para rectificar las primeras superficies exteriores planas 14.1 así como las superficies exteriores no planas 14.4 de una pieza de trabajo 14, que está sujeta en un mecanismo de sujeción 12 de un primer husillo de pieza de trabajo 10, el cual hace rotar la pieza de trabajo 14 a través de un eje C1 con control CNC. La muela abrasiva perfilada 4.1 se lleva a engrane de rectificado con la pieza de trabajo 14 mediante los eje X1 y Z1 con control CNC de la primera unidad de husillo de rectificado 2.

30 El primer cabezal de husillo de rectificado 2 posee asimismo un eje B que discurre verticalmente en el plano del dibujo, de tal manera que mediante un movimiento giratorio alrededor del eje B del cabezal de husillo de rectificado 2 puede hacerse engranar con la pieza de trabajo a elección la muela abrasiva perfilada 4.1 o la muela abrasiva 3.1. La muela abrasiva 3.1 está prevista para rectificar la segunda superficie exterior plana 14.2 en la pieza de trabajo. En la exposición mostrada en la figura 1 la segunda superficie exterior plana 14.2 está sujeta dentro del mecanismo de sujeción 12 del husillo de pieza de trabajo 10 y por ello no puede rectificarse durante esta situación de sujeción.

35 La muela abrasiva perfilada 14.1 está configurada ahora de tal manera y puede llevarse a un engrane de rectificado con el contorno exterior a rectificar, que al menos brevemente al mismo tiempo la muela abrasiva interior 19.1, la cual está dispuesta en el segundo cabezal de husillo de rectificado 17 con el husillo de rectificado 19, puede introducirse en el taladro 14.3 de la pieza de trabajo 14, de tal manera que el taladro 14.3 de la pieza de trabajo puede acabarse por rectificado, sin con ello se pierda duración de ciclo. Al contrario que esto, en las rectificadoras o en los procedimientos conforme al estado de la técnica, las operaciones de rectificado se llevan a cabo consecutivamente sobre las superficies exteriores y sobre las superficies interiores.

40 El segundo cabezal de husillo de rectificado 17 está configurado como unidad mixta, por medio de que sobre el cabezal de husillo de rectificado está montado un mecanismo de sujeción adicional 20, el cual por un lado puede trasladarse en el plano X2-Z2 mediante los ejes CNC X2 y Z2 con el cabezal de husillo de rectificado 17, en donde adicionalmente el mecanismo de sujeción 20 puede experimentar un desplazamiento axial 21 a lo largo de un eje central 20.1.

45 Después de que las superficies exteriores planas 14.1 y no planas 14.2 así como la superficie interior del taladro 14.3 se hayan acabado por rectificado, se traslada el cabezal de husillo de rectificado 17 en cuanto a su eje central en la dirección X2, hasta tal punto que el eje central 20.1 del mecanismo de sujeción 20 se alinea con el eje central 10.1 del husillo de pieza de trabajo 10 del cabezal de husillo de pieza de trabajo 9. En esta posición del cabezal de husillo 17 el mecanismo de sujeción 20 se introduce en el taladro 14.3 y aloja la pieza de trabajo en forma de una sujeción. A este respecto la pieza de trabajo se sujeta, durante un periodo de tiempo definido relativamente corto, tanto en el mecanismo de sujeción 12 del cabezal de husillo de pieza de trabajo 9 como con la sujeción mediante el mecanismo de sujeción 20. Una vez realizada la sujeción de la pieza de trabajo 14 mediante el dispositivo de sujeción 20 se libera el mecanismo de sujeción 12 del cabezal de husillo de pieza de trabajo 9 y se traslada el segundo cabezal de husillo de rectificado 17. De este modo se libera la segunda superficie exterior plana 14.4, de tal manera que mediante el primer cabezal de husillo de rectificado 2 la muela abrasiva 3.1 puede llegar a la posición

de rectificado. La muela abrasiva 3.1 está configurada como una muela abrasiva plana, de tal manera que la segunda superficie exterior plana 14.2 se produce en el curso del rectificado por punzonado recto. De este modo es posible acabar por rectificado una pieza de trabajo, en especial en forma de una rueda dentada para engranajes, en una y la misma rectificadora, en cuanto a los lados exteriores delanteros y también traseros y a las superficies interiores del taladro. De este modo puede asegurarse que las partes rectificadas individuales en la pieza de trabajo se fabriquen con unas reducidas tolerancias mutuas de medidas, posición y forma.

El cabezal de husillo de pieza de trabajo 9 está configurado ahora de tal manera, que están disponibles dos husillos que están dispuestos en una disposición enfrentada 180° en el cabezal de husillo de pieza de trabajo 9. En el dibujo en el lado derecho el cabezal de husillo de pieza de trabajo 10 está previsto con su eje central 10.1 y el mecanismo de sujeción 12 aplicado al mismo. En el lado izquierdo en la figura 1 está previsto el segundo cabezal de husillo de pieza de trabajo 11 con su eje central 11.1 y el mecanismo de sujeción 13. Mientras que el husillo de pieza de trabajo con su mecanismo de sujeción 12 ha sujetado una pieza de trabajo 14 que se acaba de rectificar o también acabado por rectificado, con el segundo husillo de pieza de trabajo 11, es decir con su mecanismo de sujeción 13, ya se ha sujetado una pieza de trabajo 15 todavía no rectificada. La pieza de trabajo 15 puede accionarse mediante el segundo husillo de pieza de trabajo 11 mediante un eje C2 con un control CNC. El cabezal de husillo de pieza de trabajo 9 está dispuesto ahora de tal modo de forma giratoria, que la pieza de trabajo 15 que primero se acaba de alojar en la posición de carga puede llevarse a una posición de rectificado. Esto se realiza a causa de la doble disposición del husillo de pieza de trabajo en el cabezal de husillo de pieza de trabajo 9 en un periodo de tiempo muy corto. De este modo se consigue que se minimicen los tiempos secundarios en la rectificadora.

Al cabezal de husillo de pieza de trabajo 9 se ha aplicado adicionalmente un husillo de ajuste 16 con un disco de ajuste 16.1, mediante el cual pueden ajustarse las muelas abrasivas 3.1 y 4.1 del primer cabezal de husillo de rectificado. El primer cabezal de husillo de rectificado 2 presenta otro husillo de ajuste 5 con un disco de ajuste de diamante 6, mediante el cual puede ajustarse la muela abrasiva interior 19.1, la cual recibe también el nombre de perno de rectificado.

Junto al lecho de máquina 1 de la rectificadora se realiza la alimentación de las piezas en bruto hasta la rectificadora y la evacuación de las piezas acabadas desde el perno de sujeción 20 y desde la rectificadora con un sistema de envío, de forma totalmente automática, desde/hasta la cinta de alimentación/evacuación 22 que está dispuesta en la figura a la izquierda junto al lecho de máquina 1 de la rectificadora. Para alimentar las piezas de trabajo a la rectificadora o descargarlas desde la máquina, después de que se hayan acabado por rectificado, están previstos unos mecanismos de manipulación especiales, que no se describen aquí específicamente, ya que no tienen una importancia específica para la presente invención. Mediante la disposición de dos husillos de pieza de trabajo 10, 11 en el cabezal de husillo de pieza de trabajo 9 es posible llevar a cabo la carga con nuevas piezas de trabajo en bruto 15 previstas para rectificar en el periodo de tiempo secundario. El giro de las piezas de trabajo en bruto desde la posición de carga dura con el presente cabezal de husillo de pieza de trabajo 9 por ejemplo menos de 2 segundos. La carga en el mandril de sujeción 13 no es crítica con relación al periodo de tiempo para ello necesario, en tanto que esto puede llevarse a cabo en cualquier caso en un tiempo inferior de lo que exige el tiempo de rectificado para el rectificado completo de la pieza de trabajo 14. En todo caso una carga en un mandril de sujeción, con sujeción y los correspondientes movimientos de manipulación, puede realizarse habitualmente en un tiempo de aprox. 8 segundos. Debido a que esto tiene lugar en el periodo de tiempo secundario, es decir en un periodo de tiempo en el que se mecaniza la pieza de trabajo 14, puede reducirse ulteriormente la duración de ciclo total para una pieza de trabajo, lo que tiene un efecto favorable sobre los costes de producción de las piezas de trabajo.

La figura 2 muestra en un corte parcial a lo largo del plano A-A conforme a la figura 1, cómo está realizada la disposición de los dos husillos de pieza de trabajo 10, 11 en el cabezal de husillo de pieza de trabajo 9. Los dos husillos de pieza de trabajo 10, 11 pueden girar mediante una unidad giratoria 23 desde una posición de rectificado, que en la fig. 2 se corresponde con la disposición de la pieza de trabajo 14, hasta una posición de carga que se corresponde en la fig. 2 con la pieza de trabajo 15. Los dos husillos de pieza de trabajo 10, 11 pueden llevarse por lo tanto alternativamente a la posición de mecanización. Se ha dibujado esquemáticamente el lecho de máquina 1 en esta vista en corte parcial A-A del cabezal de husillo de pieza de trabajo. Por medio de que el husillo de pieza de trabajo 10, es decir en la figura 2 el husillo de pieza de trabajo inferior para el rectificado de los contornos exteriores e inferiores de la pieza de trabajo 14, está dispuesto más cerca del lecho de máquina durante el engrane de rectificado, se elimina en muy gran medida el paso de calor de la rectificadora, y la rigidez de todo el grupo constructivo es también mayor a través de la acción de palanca mejorada. De este modo puede conseguirse durante la mecanización por rectificado, con relación a las precisiones de medida y forma máximas alcanzables en la pieza de trabajo ya rectificada, una mayor precisión. Como ya se ha mostrado con relación a la descripción de la figura 1, durante la mecanización por rectificado en la pieza de trabajo 14 se lleva a cabo una carga del husillo de pieza de trabajo 11 o del mecanismo de sujeción 13 con una nueva pieza de trabajo en bruto 15. Esto significa que la carga tiene lugar durante la mecanización por rectificado. Los movimientos de carga está programados de tal manera, que el ciclo de carga no coincide por ejemplo con el momento en el que se alcanza la medida acabada en la pieza de trabajo 14. Mediante la programación especial es posible una optimización adicional de la calidad que puede conseguirse en la pieza de trabajo 14 en la rectificadora. La carga y la descarga de la pieza de trabajo se lleva a cabo por lo tanto en el llamado periodo de tiempo secundario. Para llevar a cabo el verdadero proceso de rectificado en la pieza de trabajo 14, solo es necesario llevar a cabo un proceso de giro de la pieza de trabajo 15, que solo

consume poco tiempo, en la posición de la pieza de trabajo 14 conforme a la figura 2. La pieza de trabajo 15 se convierte por así decirlo en la pieza de trabajo 14, cuando la mecanización por rectificado se asume en la pieza de trabajo o cuando la misma ha finalizado por completo. De este modo el tiempo real para la carga y descarga no es decisivo para la duración de ciclo, sino solamente el tiempo de giro desde la posición de carga a la posición de rectificado.

En la figura 3 se ha representado una vista parcial aumentada de la zona de la rectificadora conforme a la figura 1, que muestra el cabezal de husillo de pieza de trabajo 10 con la pieza de trabajo 14 sujeta, en el que la muela abrasiva 4.1 está engranada con la misma y la muela abrasiva interior 19.1 está también engranada en el segundo cabezal de husillo de rectificado 19 para rectificar la superficie interior del taladro 14.3. Durante la mecanización la pieza de trabajo 14 está sujeta fijamente – como se ha representado en esta figura - en el mandril de sujeción 12. Para la orientación exacta y para la determinación de la posición longitudinal en el mandril de sujeción, la pieza de trabajo 14 hace contacto con un anillo de tope 24 en el mandril de sujeción. Con un plano de referencia de este tipo se rectifica a continuación en el husillo de rectificado 4 la pieza de trabajo 14, sujeta mediante el husillo de pieza de trabajo 10 en el mandril de sujeción 12 y accionada rotatoriamente mediante un control CNC, con relación a su contorno exterior en forma de unas primeras superficies exteriores planas 14-1 y unas superficies exteriores no planas 14.4, mediante la muela abrasiva exterior perfilada 4.1. Al mismo tiempo se rectifica el taladro 14.3 de la pieza de trabajo 14 con la muela abrasiva interior 19.1, la cual es accionada rotatoriamente mediante el husillo de rectificado 19 aplicado al segundo cabezal de husillo de rectificado 17. Estos dos pasos de mecanización pueden llevarse a cabo al menos parcialmente o también completamente al mismo tiempo. Esto último como es natural solo se produce si los tiempos de mecanización para ambos procesos de mecanización son aproximadamente igual de largos. La mecanización simultánea de las superficies exteriores 14.1 y 14.4 así como del taladro 14.3 conduce a unos tiempos de mecanización o duraciones de ciclo más cortos y, de esta manera, a unos menores costes de la pieza de trabajo. Debido a que los accionamientos tanto para la muela abrasiva exterior 4.1 como para la muela abrasiva interior 19.1 se producen con un control CNC, la mecanización de ambos procesos, siempre que ello supusiera una ventaja para una determinada pieza de trabajo, puede llevarse a cabo también parcial o completamente consecutivamente con un desfase de tiempo. Si bien esto aumentaría las duraciones de ciclo, podría ser muy ventajoso para determinadas piezas de trabajo por consideraciones de tecnología de rectificado.

En la fig. 3 se muestra durante el rectificado la dirección de aproximación de la muela abrasiva interior 19.1 o del pasador de rectificado en la dirección de la flecha 30. Sin embargo, en principio también puede ser ventajoso realizar la dirección de aproximación en sentido opuesto. Esto depende mucho de la conformación constructiva de la rectificadora. Mediante esta medida pueden aprovecharse positivamente valores de rigidez y derivas de temperatura procedentes de la rectificadora, de tal manera que los resultados del rectificado se optimicen todavía más con respecto a la precisión.

A la misma carcasa a la que está fijado el husillo de rectificado 19 en el segundo cabezal de husillo de rectificado 17, también está aplicado un mecanismo de sujeción 20, de forma preferida en forma de un mandril de sujeción, lo que se muestra en la zona del cabezal de husillo 17 representada en el segmento parcial. El perno de sujeción está accionado rotatoriamente y de modo que puede desplazarse axialmente de forma automática (21). A causa de la posibilidad de que también el segundo cabezal de husillo de rectificado 17 esté configurado de forma que pueda moverse a lo largo de su eje X2 y Z2, el perno de sujeción 20 puede orientarse con una orientación alienada de su eje central 20.1 con respecto al eje central 10 del husillo de pieza de trabajo 10 y, en esta posición, llevar a cabo con el mandril de sujeción 12 una sujeción idéntica con relación a la colocación en posición de la pieza de trabajo en el espacio con respecto a la sujeción mediante el husillo de pieza de trabajo 10. De esta forma es posible una alta precisión de la mecanización de la pieza de trabajo, ya que para cada una de las dos sujeciones se reduce la misma posición de la pieza de trabajo en cuanto al eje central en el estado de sujeción.

El rectificado tanto con la muela abrasiva interior 19.1 como con la muela abrasiva exterior 4.1 se realiza casi siempre con recubrimiento CBN, en donde se emplea de forma preferida un recubrimiento CBN ligado cerámicamente. Como es natural son posibles también otros medios de rectificado como por ejemplo corindón u otros enlaces de los recubrimientos CBN, en donde se eligen los respectivos recubrimientos de rectificado óptimos según la tarea de mecanización.

En el perno de sujeción 20 representado en la figura 3, y precisamente en su lado izquierdo está indicado en su zona distal, que está prevista para la verdadera sujeción de la pieza de trabajo 14 en el taladro 14.3, un elemento de sujeción 25 que se abre o cierra automáticamente mediante el programa de rectificado, es decir, se sujeta. En este caso se muestra un elemento de sujeción hidro-extensible. Un elemento de sujeción hidro-extensible de este tipo se extiende mediante la aplicación de un fluido hidráulico para activar la sujeción. Para la descarga se reduce de forma correspondiente la presión del fluido hidráulico. Como es natural también son posibles otros elementos de sujeción, como por ejemplo mordazas de sujeción o incluso mandriles de sujeción interior, es decir, un mandril mecánico.

En la figura 4 se ha terminado una vez realizado el acabado por mecanización de las superficies exteriores planas y no planas 14.1, 14.4 y de las superficies interiores del taladro 14.3 de la pieza de trabajo 14, y el cabezal de husillo de rectificado 17 se ha trasladado a través de sus ejes con control CNC de tal manera, que la muela abrasiva interior 19.1 está dispuesta en paralelo al eje central 10.1 del husillo de pieza de trabajo de tal manera, que el perno de

5 sujeción 20 se encuentra directamente delante del taladro 14.3 de la pieza de trabajo 14, para poder introducirse en último término de forma correspondiente a su desplazamiento axial 21, con la finalidad del rectificado, en ese taladro 14.3. La geometría del husillo de pieza de trabajo 10 así como del husillo de rectificado 19 para la muela abrasiva interior 19.1 se elige a este respecto de tal manera, que no se produce ningún contorno perturbador entre el cabezal de husillo de pieza de trabajo y el husillo de rectificado 19 o la muela abrasiva interior 19.1.

Para obtener una mejor distribución del lubricante refrigerante también en la muela abrasiva interior 19.1 o en el pasador de rectificado, en el caso de una alimentación del lubricante refrigerante mediante el husillo de pieza de trabajo 10, es ventajoso equipar el pasador de rectificado con un apéndice cónico 19.2.

10 En la figura 5 se muestra ahora, frente a la figura 4, el momento en el que el perno de sujeción 20, después de su desplazamiento axial 21, se introduce en el taladro 14.3 y allí sujeta la pieza de trabajo 14. La sujeción se lleva a cabo con ello de tal manera, que el eje central del perno de sujeción 20.1 se alinea exactamente con el eje central 10.1 del husillo de pieza de trabajo 10. En ese momento la pieza de trabajo está sujeta por así decirlo doblemente, tanto con el mandril de sujeción 12 del husillo de pieza de trabajo 10 como con el perno de sujeción 20 del cabezal de husillo de rectificado 17. Solo cuando se ha realizado la sujeción completa de la pieza de trabajo 14 mediante el perno de sujeción 20 en el taladro 14.3, puede liberarse el mandril de sujeción 12 de la pieza de trabajo 14 y el cabezal de husillo de rectificado 17 puede trasladarse a lo largo de su eje con control CNC, y precisamente en la figura 5 hacia la derecha.

20 La transferencia y la entrega de la pieza de trabajo 14 desde el mandril de sujeción 12 al perno de sujeción 20 pueden realizarse con el husillo de pieza de trabajo 10 parado o en rotación. En el caso de una transferencia con husillo de pieza de trabajo 10, también el perno de sujeción 20 tiene que rotar con el mismo número de revoluciones y el mismo sentido de giro. De este modo puede optimizarse el tiempo de transferencia.

25 Si el cabezal de husillo de rectificado 17 se ha trasladado con la pieza de trabajo 14 (véase la fig. 6), puede rectificarse la segunda superficie exterior plana 14.2 con la muela abrasiva exterior 3.1, la cual se sujeta sobre el correspondiente husillo de rectificado 3 y es accionado por el mismo, ya que la pieza de trabajo 14 seguidamente está sujeta de forma completa, fiable y precisa con el perno de sujeción 20 en el taladro interior de la pieza de trabajo mediante el elemento de sujeción hidro-extensible 25. Si la pieza de trabajo está sujeta con el perno de sujeción 20 y éste hace rotar la pieza de trabajo, lo que se indica mediante la flecha indicada circularmente en el lado derecho, se rectifica la segunda superficie exterior plana 14.2 con la muela abrasiva exterior 3.1 también accionada. La muela abrasiva interior 19.1 se ha desplazado con su husillo de rectificado 19 hasta esa posición por así decirlo hacia un lado y se ha desengranado.

30 El perno de sujeción está configurado de tal manera que sus fallos en la rotación concéntrica en general solo muestran unos pocos μm . De este modo según este procedimiento y con esta rectificadora pueden producirse unas piezas de trabajo muy precisas en una única rectificadora, en una y la misma rectificadora en el sentido de una mecanización completa de las piezas de trabajo desde ambos lados.

35 Según la conformación de la pieza de trabajo 14 es naturalmente también posible que en el contralado plano 14.2 puedan rectificarse unas superficies exteriores no planas. En un caso así se emplea por ejemplo en lugar de la muela abrasiva de punzonado recto 3.1 una muela abrasiva perfilada, y precisamente a modo de la muela abrasiva exterior 4.1 representada en la figura 3.

40 En la figura 7 se ha representado en una exposición aumentada la situación de mecanización conforme a la figura 6, en donde la segunda superficie exterior plana 14.2 está además decantada adicionalmente. Con la muela abrasiva plana 3.1 pueden como es natural rectificarse eficazmente las dos partes de la superficie exterior plana 14.2.

45 En la figura 8 se muestra la posición para rectificar la segunda superficie exterior plana 14.2 en analogía a la figura 6, pero mediante una muela abrasiva exterior 3.1 que se emplea en el procedimiento de rectificado por punzonado oblicuo. Esta muela abrasiva exterior 3.1 está dispuesta después, con la disposición correspondiente con su husillo de rectificado 3, sobre el primer cabezal de husillo de rectificado 2 (no mostrado aquí). Con una disposición de este tipo pueden rectificarse también superficies exteriores no planas adicionales en el contralado plano, es decir, dado el caso segmentos cilíndricos o cónicos sobre la pieza de trabajo en su segundo lado, para lo que se emplea ya sea la muela abrasiva exterior 3.1 representada o una muela abrasiva perfilada conforme a su forma de realización representada en la figura 3, pero con otra disposición o distribución angular. Si el contralado plano se mecaniza en el curso de un rectificado por punzonado plano o un rectificado por punzonado oblicuo, depende de la tarea de rectificado impuesta y naturalmente también de la geometría de la pieza de trabajo 14. La rectificadora conforme a la invención puede adaptarse a este respecto de forma correspondiente individualmente a la pieza de trabajo y a la tarea de rectificado, sin que tenga que conformarse de otra manera la estructura de principio representada en la figura 1.

55 En la figura 9 se muestra otra forma de realización preferida de la rectificadora durante el rectificado del taladro 14.3 de la pieza de trabajo 14 mediante la muela abrasiva interior 19.1. Aquí se ha eliminado la muela abrasiva exterior 4.1 (véase la figura 3) para obtener una mejor visión de conjunto. La muela abrasiva interior 19.1 está configurada como perno de rectificado y presenta dos zonas de rectificado 19.1.1 y 19.1.2 con diferentes recubrimientos de

rectificado. El primer recubrimiento de rectificado de avance 19.1.1 se usa para pre-rectificar las superficies interiores del taladro 14.3, y el segundo revestimiento de rectificado de seguimiento 19.1.2 se usa para el acabado por rectificado del taladro. Debido a que el diámetro del segundo recubrimiento de rectificado 19.1.2 es mayor que el del primer recubrimiento de rectificado 19.1.1., una vez finalizado el pre-rectificado se desplaza mediante el primer recubrimiento de rectificado 19.1.1 el cabezal de husillo de rectificado 17 con el husillo de rectificado 19 transversalmente al eje central, de forma correspondiente al eje X2, y se introduce esta segunda zona de rectificado 19.1.2 en el taladro para el acabado por rectificado. La primera zona de rectificado 19.1.1 penetra después en el espacio libre dentro del husillo de pieza de trabajo 10.

Normalmente la muela abrasiva de pre-rectificado debería ser aquella que esté más alejada del asiento del husillo. Estas muelas abrasivas interiores 19.1 de dos etapas se emplean sobre todo cuando el taladro 14.3 de la pieza de trabajo 14 presenta por ejemplo unas medidas de rectificado mayores o cuando las medidas de rectificado procedentes de la mecanización previa fluctúan mucho. Este pre-rectificado puede ser también ventajoso, según qué material se pretende mecanizar por arranque de virutas.

También aquí se usa para el acabado por rectificado un recubrimiento de rectificado 19.1.2 con un CBN ligado cerámicamente, de tal manera que se consiguen unas calidades superficiales correspondientemente buenas y una alta precisión. Para el pre-rectificado puede rectificarse también con un CBN ligado cerámicamente; sin embargo también puede emplearse un recubrimiento de rectificado 19.1.1 con un recubrimiento CBN revestido galvánicamente. Las muelas abrasivas con un CBN revestido galvánicamente presentan normalmente unos mayores rendimientos de mecanización por arranque de virutas, por lo que son especialmente adecuados para procesos de pre-rectificado. En el caso de una muela abrasiva interior 19.1 de este tipo con dos etapas es posible optimizar el proceso de rectificado y la precisión que puede lograrse con la misma estructura técnica de la máquina.

Es necesario que se alimente lubricante refrigerante 26 durante el rectificado de la muela abrasiva 19.1 engranada. Conforme a este ejemplo de realización se alimenta el lubricante refrigerante 26 a través del interior del husillo de pieza de trabajo 10 y se suministra al verdadero engrane de rectificado. Para obtener una mejor distribución del lubricante refrigerante 26 la parte delantera, es decir la zona de pre-rectificado 19.1.1 de la muela abrasiva interior 19.1, puede presentar una pieza adicional cónica para distribuir mejor el lubricante refrigerante 26. Una pieza adicional cónica de este tipo, sin embargo no es necesario que esté presente. La ventaja de una pieza adicional cónica 27 de este tipo en el extremo delantero de la muela abrasiva interior 19.1 consiste en un arremolinamiento menor del lubricante refrigerante 26 durante su alimentación al punto de rectificado, con lo que se mejoran el suministro de lubricante refrigerante a la zona de rectificado y con ello las condiciones de rectificado. Como resultado esto actúa positivamente sobre la precisión del resultado del rectificado y las características superficiales en la pieza de trabajo acabada por rectificado.

En la figura 10 se muestra otra forma de realización preferida análoga a la representada en la figura 9, en la que la muela abrasiva interior 19.1 está equipada también en dos etapas con una primera zona de rectificado de avance 19.1.1 y una segunda zona de rectificado de seguimiento 19.1.2. La primera zona de rectificado de avance 19.1.1 presenta un diámetro mayor que la segunda zona de rectificado de seguimiento 19.1.2. La primera zona de rectificado de avance 19.1.1 está realizada claramente más estrecha que la segunda zona de rectificado 19.1.2, ya que con la zona de rectificado de avance 19.1.1 en el curso del rectificado por rascado se rebaja una medida relativamente grande, en donde se usa convenientemente como recubrimiento de rectificado CBN. Una vez finalizado el pre-rectificado, la muela abrasiva interior 19.1 se traslada dentro del taladro con su segunda zona de rectificado 19.1 hasta tal punto, que en el curso del rectificado cilíndrico interior, en especial también del rectificado por punzonado, el taladro puede acabarse por rectificado. A este respecto la primera zona de rectificado 19.1.1 se traslada en el espacio libre dentro del husillo de pieza de trabajo 10 hasta tal punto, que la segunda zona de rectificado 19.1.2 puede aproximarse a través del eje X2 del husillo de rectificado 19 a la superficie interior a rectificar del taladro 14.3.

La zona de rectificado delantera 19.1.1 de la muela abrasiva interior 19.1 presenta también una pieza adicional cónica 27, que se usa para una distribución más homogénea del lubricante refrigerante 26 para el punto de engrane de rectificado respectivo.

Las flechas indicadas en el mandril de sujeción 12 sobre la mordaza de sujeción pretenden señalar que el mandril de sujeción sujeta la pieza de trabajo 14 en el estado de sujeción, mientras dure la mecanización de las superficies a rectificar.

En este modo de realización del pre-rectificado puede optimizarse el tiempo de rectificado en la pieza de trabajo, mediante el pre-rectificado con la primera zona de rectificado 19.1.1 con dirección de avance de la muela abrasiva interior 19.1 en la dirección del mandril de sujeción 12 sobre la pieza de trabajo sujeta, de tal manera que el "movimiento de introducción" del pasador de rectificado 19.1 se aproveche ya para el pre-rectificado. Este modo de realización permite que, con una medida de rectificado muy reducida, pueda acabarse por rectificado con la segunda zona de rectificado 19.1.2 de la muela abrasiva interior 19.1. De este modo puede optimizarse en total el tiempo de rectificado total para el taladro 14.3.

Mediante la reunión de un cabezal de husillo de rectificado, aquí para el rectificado interior, y un mecanismo de

sujeción para formar una única unidad de dispositivo se aprovechan para el mecanismo de sujeción, que requiere una alta precisión, las ventajas de un husillo de rectificado que exige de todos modos una alta estabilidad para ambas partes de la unidad mixta.

Lista de símbolos de referencia

1	Lecho de máquina
2	Primer cabezal de husillo de rectificado
3	Unidad de husillo de rectificado
3.1	Muela abrasiva exterior
4	Unidad de husillo de rectificado
4.1	Muela abrasiva exterior
5	Husillo de ajuste para perno de rectificado (rectificado de taladros)
6	Disco de ajuste de diamante
7	Ejes CNC X1/Z1
8	Eje B
9	Cabezal de husillo de pieza de trabajo
10	Husillo de pieza de trabajo
10.1	Eje central
11	Husillo de pieza de trabajo
11.1	Eje central
12	Mandril de sujeción
13	Mandril de sujeción
14	Pieza de trabajo
14.1	Primera superficie exterior plana
14.2	Segunda superficie exterior plana
14.3	Taladro
14.4	Superficie exterior no plana
15	Pieza de trabajo
16	Husillo de ajuste para muelas abrasivas (rectificado exterior)
16.1	Disco de ajuste
17	Segundo cabezal de husillo de rectificado
18	Ejes CNC X2/Z2
19	Unidad de husillo de rectificado
19.1	Muela abrasiva interior / pasador de rectificado
19.1.1	Primera zona de rectificado
19.1.2	Segunda zona de rectificado
19.2	Apéndice cónico
20	Mandril de sujeción

ES 2 664 172 T3

20.1	Eje central
21	Desplazamiento axial
22	Cinta de alimentación/evacuación
23	Unidad giratoria
24	Anillo de tope
25	Elemento de sujeción
26	Lubricante refrigerante
27	Pieza adicional cónica delantera de la muela abrasiva interior
30	Dirección de aproximación

REIVINDICACIONES

- 1.- Rectificadora para una mecanización completa de piezas de trabajo (14) con un taladro central (14.3), unas superficies exteriores planas y/o no planas (14.4), que presenta un primer cabezal de husillo de rectificado (2) con una muela abrasiva exterior (3.1, 4.1) para mecanizar las superficies exteriores (14.1, 14.2, 14.4), un cabezal de husillo de pieza de trabajo (9) para sujetar la pieza de trabajo (14, 15) y un segundo cabezal de husillo de rectificado (17) con una muela abrasiva interior (19.1) para mecanizar la superficie interior del taladro (14.3), en donde la pieza de trabajo (14) puede sujetarse en un mandril de sujeción (12) del cabezal de husillo de pieza de trabajo (9) para su rectificado sobre al menos una primera de las superficies exteriores planas (14.1) dirigidas en dirección al segundo cabezal de husillo de rectificado (17) y en el taladro (14.3) sobre un eje central (10.1) en una primera posición de sujeción, **caracterizada porque** el segundo cabezal de husillo de rectificado (17) soporta un mecanismo de sujeción (20) que puede trasladarse con relación a su eje central (20.1), de tal manera que el mismo puede introducirse en el taladro (14.3) ya rectificado de la pieza de trabajo (14) y la pieza de trabajo (14) puede sujetarse con el mecanismo de sujeción (20) allí en una segunda posición de sujeción, en la que el eje central (20.1) del mecanismo de sujeción (20) en la segunda posición de sujeción está alineado con el eje central (10.1) del mandril de sujeción (12) en la primera posición de sujeción, y ambas posiciones de sujeción existen al menos brevemente al mismo tiempo, en donde mediante la muela abrasiva exterior (3.1) en la segunda posición de sujeción, una vez abandonada la primera posición de sujeción, puede rectificarse una segunda superficie exterior plana (14.2), la cual está dirigida en dirección al cabezal de husillo de pieza de trabajo (9).
- 2.- Rectificadora según la reivindicación 1, **caracterizada porque** el mecanismo de sujeción (20) puede trasladarse axialmente, en especial mediante un control CNC.
- 3.- Rectificadora según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizada porque** el mecanismo de sujeción (20) es un perno de sujeción, que está accionado rotatoriamente, y presenta en especial un elemento hidro-extensible.
- 4.- Rectificadora según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada porque** el primer cabezal de husillo de rectificado (2) presenta dos unidades de husillo de rectificado (3, 4) con unas respectivas muelas abrasivas (3.1, 4.1) para rectificar las primeras (14.1) y las segundas (14.2) superficies exteriores planas, en donde las unidades de husillo de rectificado (3, 4) puede trasladarse en las direcciones axiales X1 y Z1 (7) y el cabezal de husillo de rectificado (2) alrededor de un eje B (8), mediante un control CNC, y en especial la unidad de husillo de rectificado (19) dispuesta sobre el segundo cabezal de husillo de rectificado (17), puede trasladarse en las direcciones axiales X2 y Z2 (18) mediante un control CNC.
- 5.- Rectificadora según la reivindicación 4, **caracterizada porque** el primer cabezal de husillo de rectificado (2) presenta un husillo de ajuste (5), con un disco de ajuste de diamante (6) para ajustar la muela abrasiva interior (19.1).
- 6.- Rectificadora según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada porque** el cabezal de husillo de pieza de trabajo (9) presenta dos husillos de pieza de trabajo (10, 11), cada uno con un mandril de sujeción (12, 13), que están dispuestos enfrentados mutuamente y pueden girarse mediante una unidad giratoria (23) desde una primera posición, en la que pueden rectificarse al menos la primera superficie exterior plana (14.1) y el taladro (14.3) de la pieza de trabajo (14) a rectificar, a una segunda posición en la que la pieza de trabajo acabada por rectificado se encuentra en una posición de carga.
- 7.- Rectificadora según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada porque** el primer y el segundo cabezal de husillo de rectificado (2, 17) están dispuestos cada uno sobre un carro en cruz.
- 8.- Rectificadora según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizada porque** la muela abrasiva interior (19.1) y la exterior (3.1, 4.1) pueden engranarse con rectificado controladas de tal modo, que al menos la primera superficie exterior plana (14.1) y el taladro (14.3) puedan rectificarse al menos brevemente al mismo tiempo.
- 9.- Procedimiento para rectificar por completo piezas de trabajo (14, 15) con un taladro central (14.3) y unas superficies exteriores planas y no planas (14.1, 14.2, 14.4) sobre una rectificadora con las características conforme a una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que en primer lugar una pieza de trabajo (14) sujeta en un cabezal de husillo de pieza de trabajo (9) se acaba por rectificado fundamentalmente sobre sus primeras superficies exteriores (14.1, 14.4) mediante una muela abrasiva exterior (3.1, 4.1) y al menos brevemente al mismo tiempo en el taladro (14.3) mediante una muela abrasiva interior (19.1), a continuación se implanta un mecanismo de sujeción (20) dispuesto sobre un cabezal de husillo de rectificado (17) que soporta la muela abrasiva interior (19.1) en el taladro (14.3) y, al menos brevemente al mismo tiempo que la sujeción mediante el cabezal de husillo de pieza de trabajo (9), se inmoviliza también la pieza de trabajo (14), de tal manera que los ejes centrales (10.1, 20.1) de los mandriles de sujeción (12) del cabezal de husillo de pieza de trabajo (9) y del mecanismo de sujeción (20) están alineados mutuamente sobre el segundo cabezal de husillo de rectificado (17), después se disuelve la sujeción mediante el cabezal de husillo de pieza de trabajo (9) y después se rectifican las segundas superficies exteriores (14.2), las cuales están dispuestas enfrente de las primeras superficies exteriores (14.1).
- 10.- Procedimiento según la reivindicación 9, en el que el mecanismo de sujeción (20) se controla hidráulicamente

desde su posición de liberación a la de sujeción y a la inversa, o se controla mecánica, eléctrica o electromagnéticamente desde su posición de liberación a la de sujeción y a la inversa.

11.- Procedimiento según la reivindicación 9 ó 10, en el que el cabezal de husillo de pieza de trabajo (9) gira una pieza de trabajo cargada (15) hasta una posición de rectificado.

5 12.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 11, en el que las primeras superficies exteriores planas y no planas (14.1, 14.4) se rectifican fundamentalmente al mismo tiempo mediante una muela abrasiva perfilada (4.1).

10 13.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 12, en el que se rectifican las segundas superficies exteriores planas (14.2) en un procedimiento de punzonado recto, o bien se rectifican las segundas superficies exteriores planas (14.2) y adicionalmente las superficies exteriores no planas mediante la muela abrasiva (3.1), en un procedimiento de punzonado oblicuo, fundamentalmente al mismo tiempo.

14.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 13, en el que se alimenta lubricante refrigerante (26) a través del interior del cabezal de husillo de pieza de trabajo (9) hasta la muela abrasiva interior (19.1), en especial se distribuye el lubricante refrigerante en la muela abrasiva interior (19.1), mediante el modo de realización cónico en el extremo de la muela abrasiva interior (19.1), en el taladro.

15 15.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 14, en el que la muela abrasiva interior (19.1) pre-rectifica el taladro (14.3) con una primera zona de rectificado (19.1.1) y lo acaba por rectificado con una segunda zona de rectificado (19.1.2), en especial la muela abrasiva interior (19.1) con la primera zona de rectificado (19.1.1) pre-rectifica el taladro (14.3) mediante un rectificado por punzonado o mediante un rectificado por rascado.

Fig. 1

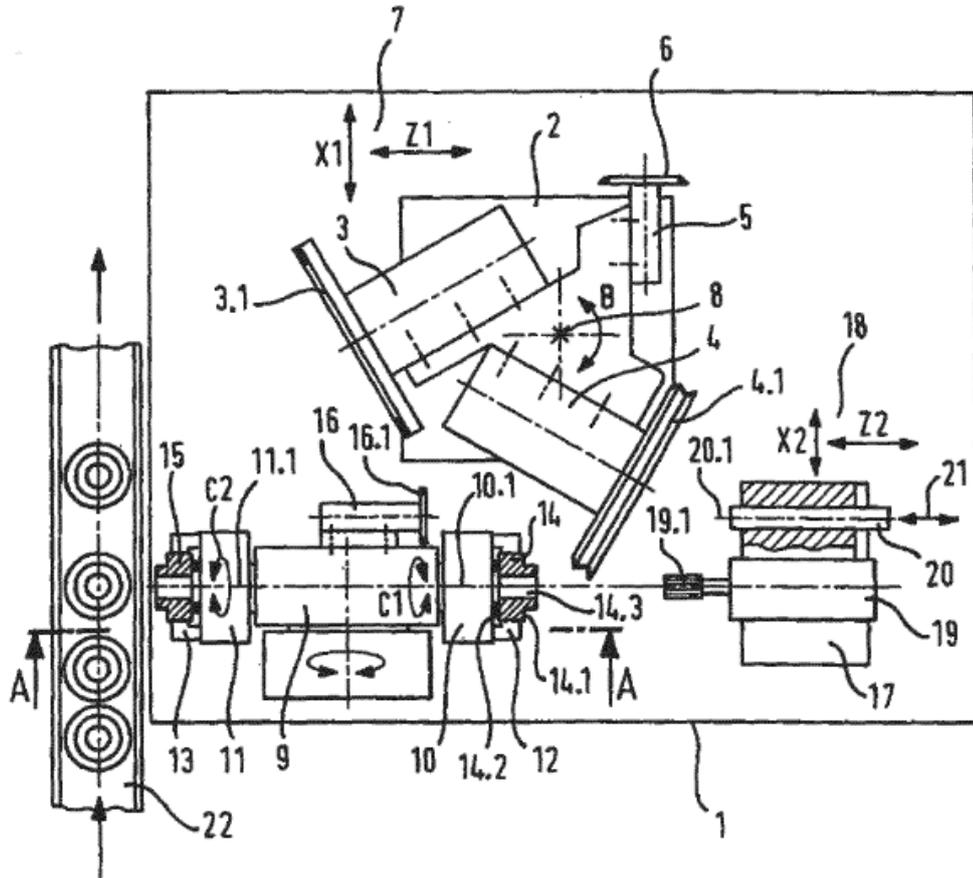


Fig. 2

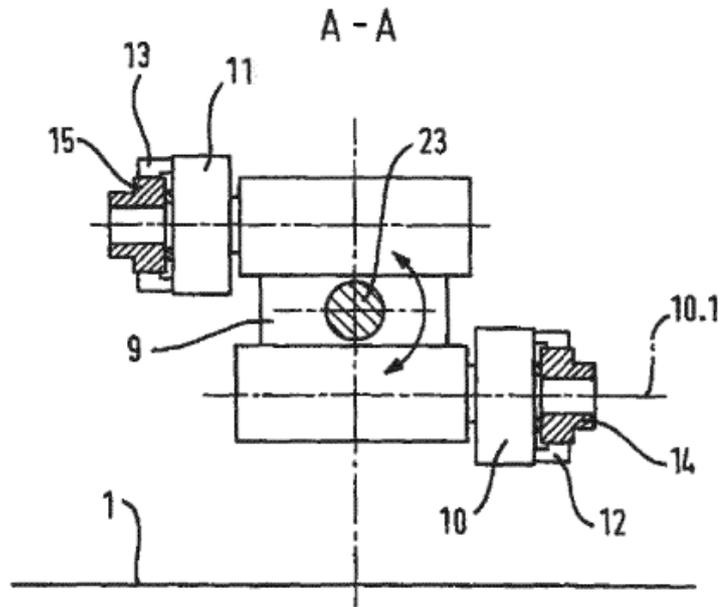


Fig. 4

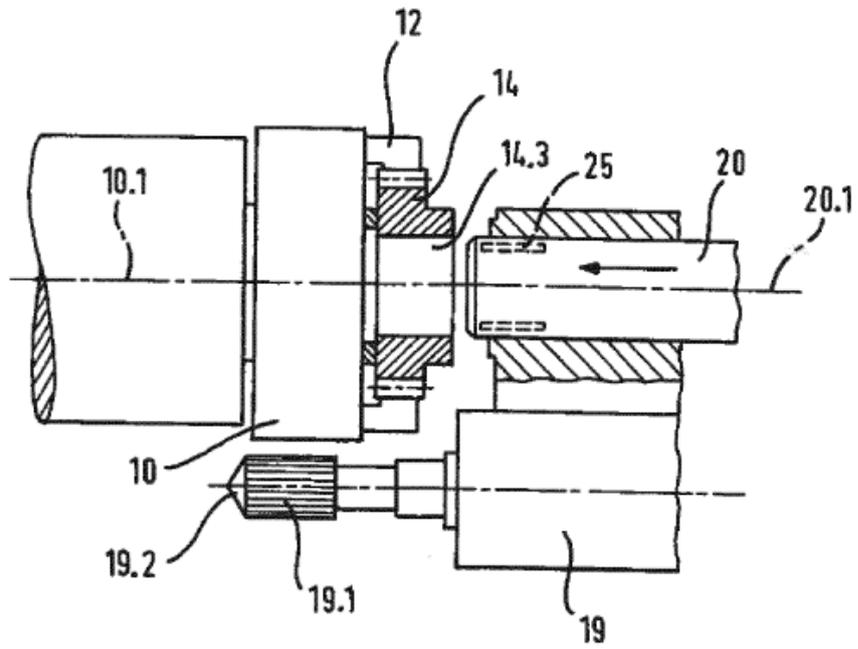


Fig. 5

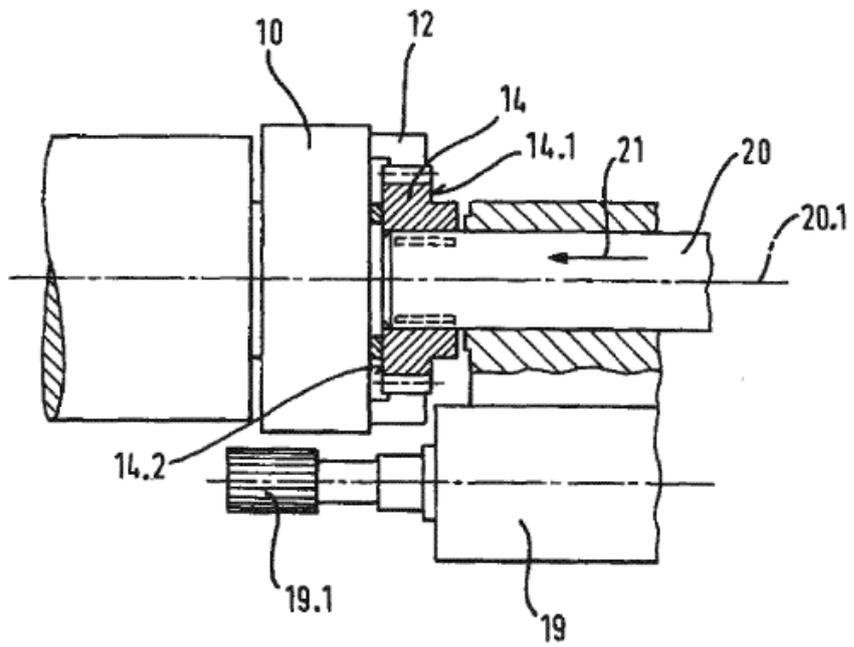


Fig. 6

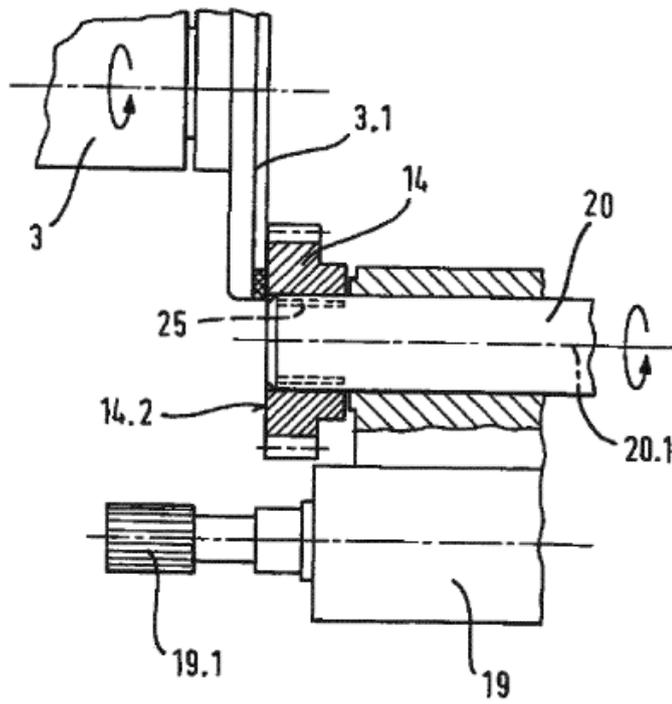


Fig. 7

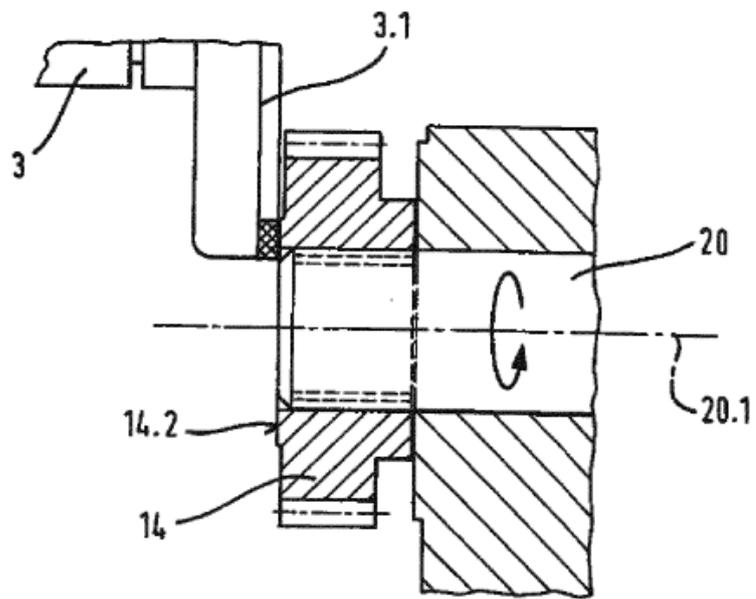


Fig. 8

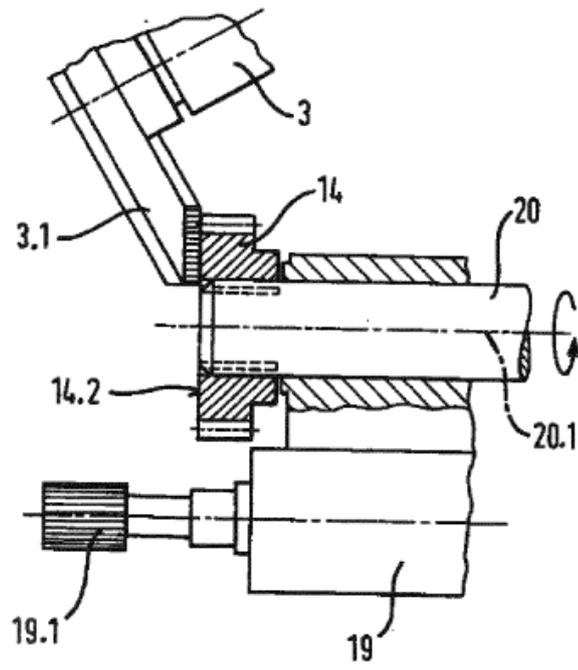


Fig. 9

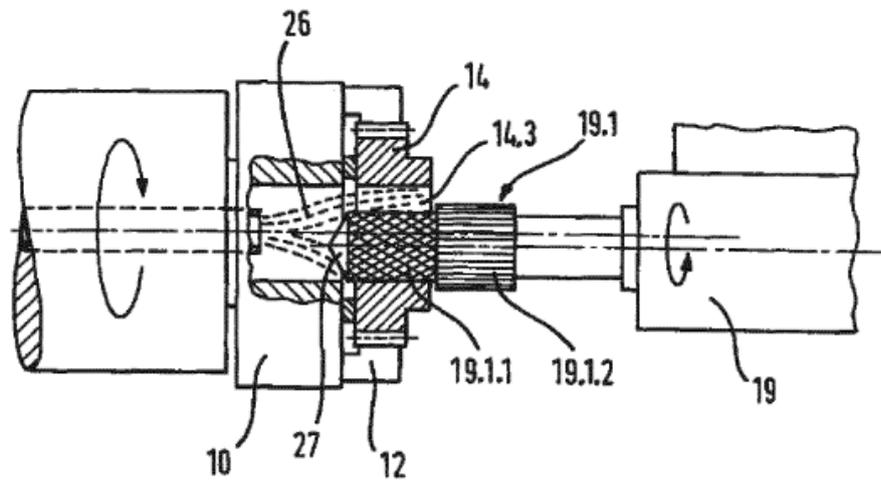


Fig. 10

