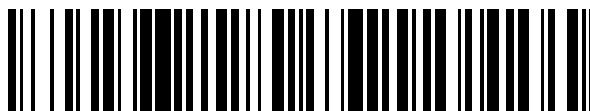


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 747 366**

51 Int. Cl.:

B24B 33/10 (2006.01)

B24B 33/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.05.2015** **PCT/EP2015/060928**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.12.2015** **WO15180994**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.05.2015** **E 15723914 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2019** **EP 3148745**

54 Título: **Método de bruñido para el mecanizado de precisión de orificios**

30 Prioridad:

26.05.2014 DE 102014210012

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

10.03.2020

73 Titular/es:

ELGAN-DIAMANTWERKZEUGE GMBH & CO. KG
(100.0%)
Oberboihinger Strasse 60
72622 Nürtingen, DE

72 Inventor/es:

KRANICHSFELD, FLORIAN;
WEIBLEN, JOACHIM;
XAVIER, FABIO, ANTONIO y
BACHMANN, OLIVER

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 747 366 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método de bruñido para el mecanizado de precisión de orificios

5 Campo de aplicación y estado de la técnica

[0001] La invención se refiere a un método de bruñido para el mecanizado de precisión de una superficie interna de un orificio en una pieza de trabajo.

10 [0002] El ámbito de aplicación preferido es el tratamiento de las superficies de apoyo deslizantes esencialmente cilíndricas en componentes para la construcción de motores, particularmente, superficie de rodadura cilíndrica de un bloque de motor o el tratamiento de ojos de bielas en bielas.

15 [0003] El bruñido clásico es un procedimiento de mecanización por arranque de virutas con cortes indeterminados geométricos, donde una pieza de trabajo de bruñido efectúa un movimiento de sección con dos componentes, que lleva a una estructura de superficie característica de la superficie interna adaptada. En la mayoría de los casos, pero no siempre, se pretende una estructura de superficie con marcas de mecanizado cruzadas (rectificado cruzado). El movimiento de trabajo de la pieza de trabajo de bruñido en la pieza de trabajo consiste generalmente en un movimiento de recorrido de vaivén axial y un movimiento rotatorio que se solapa con este. Mediante bruñido se producen superficies de mecanizado de precisión, que satisfacen exigencias extremadamente altas con respecto a tolerancias de forma y de medida, así como en cuanto a la estructura de superficie. Conforme a ello, por ejemplo en la construcción del motor, se someten superficies de rodadura de cilindros, es decir, superficies interiores de orificios de cilindro en un bloque de motor o en un casquillo de cilindro que se forma en un bloque de motor, superficies de apoyo para ejes y las superficies interiores cilíndricas en ojos de biela de un tratamiento de bruñido.

20 [0004] Las tolerancias exigen que las perforaciones presenten una posición determinada en un sistema de coordinación con respecto a la pieza de trabajo. El concepto "posición" muestra aquí una posición tridimensional de las perforaciones, es decir tanto la posición local de un orificio como también la posición angular o la orientación del orificio en el sistema de coordenadas de la pieza de trabajo. La posición del orificio puede ser representada p.ej. a través de la posición del eje de orificio.

25 [0005] Algunos de los procesos previos al bruñido consiguen generalmente orificios, cuya posición no coincide con la posición nominal. La tarea de operaciones de tratamiento aguas abajo es entonces, corregir la posición del orificio hacia la posición nominal.

30 [0006] Para la preparación de las piezas de trabajo que se tratan para el bruñido, el bruñido va precedido frecuentemente de un mecanizado previo por perforación con precisión (también giro de precisión o los husillos de precisión), por tanto, un tratamiento de eliminación de virutas con cuchilla determinada geométricamente. La perforación de precisión puede estar dimensionada de tal manera como operaciones de perforación con precisión correctoras de posición o que determinan la posición para establecer la posición deseada del orificio. De tal modo, el eje de perforación fijado con la operación de perforado con precisión se puede trasladar después en operaciones de bruñido sucesivas con una pieza de trabajo de bruñido montada movable cardánica o por el contrario limitada, sin cambiar todavía la posición. Una tarea esencial de la operación de bruñido es entonces la producción de la rugosidad superficial, la forma cilíndrica y del diámetro solicitados.

35 [0007] Hay también propuestas de desplazar y así regular la posición del orificio a través de bruñido. De la patente DE 103 48 419 C5 se conoce un método de bruñido para el bruñido en desbaste de la superficie de cobertura de un orificio en la sección parcial a través de una pieza de trabajo de bruñido con listones de bruñido en un husillo de trabajo montado en voladizo. El concepto "bruñido en desbaste" consta para ello de un mecanizado por bruñido con extracción de material relativamente intensa. La pieza de trabajo de bruñido se posiciona con su eje longitudinal en la posición nominal del orificio y se introduce en el orificio de modo centrosimétrica a la posición nominal del orificio. El eje longitudinal del husillo de trabajo se encuentra entonces con un decalaje al eje longitudinal del orificio antes del bruñido excéntricamente al orificio. Durante la operación de rectificado la extracción de material en el orificio se realiza de tal manera, que se lleva a cabo un desplazamiento del eje longitudinal del orificio, hasta que se elimina una desviación producida opcionalmente y el eje longitudinal del orificio producido es coaxial con el eje longitudinal del husillo de trabajo. En la posición coaxial de los ejes longitudinales la, superficie lateral se rectifica a través del bruñido en desbaste en la toda la sección uniformemente. Para aumentar la rigidez de la disposición, una unidad de corredera es retenida de tal manera para una sección determinada del procedimiento con el husillo de trabajo en dirección longitudinal del husillo de trabajo, que el movimiento de recorrido de la pieza de trabajo de bruñido se lleva a cabo por la unidad de corredera, de modo que el husillo de trabajo se mueve de la unidad de corredera alternativamente con respecto a su eje longitudinal.

60 [0008] El desplazamiento de posición del eje de perforación se provoca aquí por un dimensionamiento más o menos rígido o inflexible de la máquina de bruñido, husillo y herramienta de bruñido. La posición nominal

deseada se pone en servicio exactamente, para provocar la rigidez en la máquina de bruñido, husillo de trabajo y herramienta de bruñido, que se acerca durante todo el proceso de tratamiento a la posición de orificio de la posición de pieza de trabajo y con ello a la posición nominal.

[0009] La DE 10 2010 010 901 A1 describe métodos de bruñido para el tratamiento de bruñido de orificios de cojinete de cigüeñal. En este caso, una operación de bruñido con una intensa extracción de material como operación de bruñido correctora de cojinete de eje se lleva a cabo de tal manera, que se realiza a través de la operación de bruñido un desplazamiento del eje de perforación en dirección de la posición nominal. La pieza de trabajo de bruñido se apoya para ello con una distancia del punto de acoplamiento al husillo de trabajo en dirección radial, donde se encuentra entre el punto de apoyo y el acoplamiento a la barra de tracción al menos un grupo de corte de la pieza de trabajo de bruñido.

[0010] Los métodos convencionales citados para la corrección de la posición de orificio mediante bruñido precisan un gasto considerable en la construcción de la máquina de mecanizado y/o de la pieza de trabajo de bruñido, para hacer estas suficientemente estables contra las fuerzas transversales que surgen en el bruñido. Las piezas de trabajo se pueden exponer a las fuerzas considerables del mecanizado.

[0011] La GB 2 419 562 A forma el estado de la técnica más cercano frente al objeto de la reivindicación 1. Esta divulga un método de bruñido para el mecanizado de la superficie interna de un orificio en una pieza de trabajo mediante al menos una operación de bruñido, donde en una operación de bruñido se usa una pieza de trabajo de bruñido extensible, que presenta en una región extrema distanciada del husillo de un cuerpo de pieza de trabajo un grupo de corte anular extensible con varios cuerpos de material de corte distribuidos en torno al perímetro del cuerpo de pieza de trabajo, cuya longitud axial es menor que el diámetro externo eficaz del grupo de corte con cuerpos de material de corte completamente retirados

[0012] El método de bruñido tiene los siguientes pasos:

- a) acoplamiento de la pieza de trabajo de bruñido en un husillo de trabajo de una máquina de mecanizado; posicionamiento relativo (implícito) de la pieza de trabajo de bruñido y el orificio,
- b) introducción de la pieza de trabajo de bruñido en el orificio con cuerpos de material de corte retirados hasta una posición final de introducción, en la que se halla el grupo de corte en una región extrema distanciada a la entrada de la longitud del orificio que se mecanice,
- c) y d) rotación de la pieza de trabajo de bruñido y expansión simultánea del grupo de corte junto a o en el área de la posición final de introducción hasta una primera posición radial del cuerpo de material de corte de tal manera, que por engrane con desgaste de material de cuerpos de material de corte en el lado interno del orificio en la región extrema del orificio se consigue una ampliación cilíndrica hasta el diámetro deseado y se elimina la rugosidad superficial,
- e) extracción de la pieza de trabajo de bruñido del orificio con un giro simultáneo de la pieza de trabajo de bruñido de tal manera, que se amplía el orificio partiendo de la ampliación cilíndrica sucesiva en dirección del lado de entrada.

Objetivo y solución

[0013] Es una tarea de la invención, poner a disposición un método de bruñido para el mecanizado de precisión de una superficie interna de un orificio en una pieza de trabajo, que permita corregir con un gasto constructivo relativamente sencillo en la construcción de la máquina de mecanizado y/o de la pieza de trabajo de bruñido un orificio, de manera que se pueda conseguir cuando sea necesario mediante el bruñido una corrección de la posición de orificio. Particularmente, se debe permitir el mecanizado corrector de posición de piezas de trabajo relativamente lábiles sin deformación permanente de las piezas de trabajo.

[0014] Para la solución de esta y otras funciones proporciona la invención un método de bruñido con las características de reivindicación 1. Perfeccionamientos ventajosos se indican en las reivindicaciones dependientes. El texto de todas reivindicaciones hace referencia al contenido de la descripción.

[0015] El método de bruñido comprende una operación de bruñido, con la que se usa una pieza de trabajo de bruñido extensible, que presenta en una región extrema distanciada al husillo de un cuerpo de pieza de trabajo un grupo de corte extensible, anular con varios cuerpos de material de corte distribuidos en torno al cuerpo de pieza de trabajo, donde una longitud axial del cuerpo de material de corte es más pequeña que el diámetro externo eficaz del grupo de corte anular con cuerpos de material de corte completamente retirados. Una tal pieza de trabajo de bruñido se denomina en el marco esta solicitud también "pieza de trabajo anular".

[0016] La pieza de trabajo de bruñido se acopla rigidamente a un husillo de trabajo de una máquina de mecanizado, donde se puede realizar el acoplamiento directamente o intercalando una barra de tracción rígida. El acoplamiento se realiza de manera que el eje de la pieza de trabajo (eje longitudinal central; eje de rotación) circula de manera coaxial al eje de husillo del husillo de trabajo. A través del acoplamiento rígido se mantiene esta orientación también con influencia de fuerzas transversales sobre esta pieza de trabajo de bruñido.

[0017] La pieza de trabajo de bruñido y el orificio se colocan, una respecto a la otra relativamente, de manera que se encuentra el eje de pieza de trabajo de la pieza de trabajo de bruñido coaxialmente con la posición nominal del eje de perforación del orificio. Esto puede ocurrir a través de movimientos transversales del husillo de trabajo al mismo nivel perpendicular al eje del husillo y/o mediante los movimientos transversales de la pieza a labrar que contiene el orificio al mismo nivel perpendicular al eje de perforación.

[0018] En una operación de introducción se introduce la pieza de trabajo de bruñido en el orificio con cuerpos de material de corte retirados parcialmente o completamente hasta una posición final de introducción, en la que se halla el grupo de corte en una región extrema distanciado a la entrada de la longitud que se mecaniza del orificio. Los cuerpos de material de corte se retiran tanto, que en la introducción no tocan la pared interna de orificio en ningún punto. El posicionamiento relativo de la pieza de trabajo de bruñido con respecto al orificio se puede realizar temporalmente antes de o después de la operación de introducción o con ello solapándose temporalmente.

[0019] Al final de la operación de introducción se encuentra el grupo de corte anular relativamente estrecho axialmente en la región extrema distanciado de la entrada, que se puede encontrar por ejemplo con un orificio ciego inmediatamente o con distancia axial sencilla solo próxima al fondo de perforación.

[0020] En una operación de expansión u operación de extensión sucesiva se gira la pieza de trabajo de bruñido en torno a su eje de pieza de trabajo y simultáneamente el grupo de corte anular se extiende o se expande, de modo que su diámetro externo aumenta gradualmente de forma eficaz. La extensión o expansión se lleva a cabo, hasta que los cuerpos de material de corte alcanzan una primera posición radial, de tal manera que por engrane con desgaste de material de cuerpos de material de corte en el lado interno del orificio en la región extrema citada del orificio se haya producido una ampliación cilíndrica centrada esencialmente a la posición nominal del eje de perforación del orificio. Los cuerpos de material de corte a causa del giro de pieza de trabajo y la extensión simultánea (aumento de diámetro) de los grupos de corte al menos en una parte del perímetro del orificio que se mecaniza inciden en la pared de orificio, de modo que se forma la extensión cilíndrica. Ya que gira la pieza de trabajo de bruñido en la operación de expansión coaxialmente al eje de pieza de trabajo, que se encuentra a su vez en el lugar de la posición nominal del eje de perforación, la ampliación cilíndrica del orificio se produce, de manera que coincide su centro con la posición nominal del eje de perforación.

[0021] Una vez concluida la operación de expansión, durante la que se produce la ampliación cilíndrica, se realiza en una operación de tracción una extracción de la pieza de trabajo de bruñido del orificio con un giro simultáneo de la pieza de trabajo de bruñido, de tal manera que se amplía el orificio partiendo de la ampliación consecutiva en dirección del lado de entrada del orificio. De esta manera, se consigue que se centre el orificio después de la extracción completa de la pieza de trabajo de bruñido del orificio al eje de perforación, por tanto existe la posición nominal deseada.

[0022] Por consiguiente, en el caso de que en este modo de procedimiento, partiendo de una forma de orificio formada dado el caso no centrada, no orientada correctamente y/o no formada cilíndrica antes del comienzo de la operación de bruñido se pueda formar un orificio de forma cilíndrica, cuyo eje de perforación se encuentra exactamente en la posición nominal del eje de perforación y presenta la posición angular deseada. A través de la operación de bruñido, se puede modificar por consiguiente la posición del orificio y corregirse en dirección de la posición nominal.

[0023] Dependiendo de la fuerza de desviación de la posición del orificio antes del comienzo de la operación de bruñido pueden aparecer fuerzas transversales relativamente fuertes (fuerzas con componentes en perpendicular al eje de pieza de trabajo) entre la pieza de trabajo de bruñido y la pieza de trabajo y/o la pared de perforación y puede ser necesario que se iguale el material irregular a través del perímetro de la pieza de trabajo de bruñido. Estas fuerzas transversales actúan en la extracción de la pieza de trabajo de bruñido de fuerzas directrices relativamente fuertes frente al orificio, que actúan a causa de la carga de tracción en dirección de la posición nominal de la pieza de trabajo rectificadora, de modo que sería deseable que se centrara la pieza de trabajo de bruñido en la operación de tracción. Por esto se puede mejorar la precisión en el centraje del orificio. Además, es necesario un dimensionamiento de la máquina menos rígido que en aquellos casos, en los que se introduce pieza de trabajo de bruñido que rectifica el orificio exportando material del lado inicial al orificio no colocado de forma óptima. Comienza además el proceso de la producción del orificio centrado en el área de la ampliación cilíndrica, por tanto en la región extrema distanciado de la entrada de la zona de mecanizado del orificio. En esta zona, están unidas frecuentemente perforaciones al material restante de la pieza de trabajo, de modo que el orificio o el material de pieza de trabajo en esta zona no puede evadirse incluso con construcciones de pieza de trabajo inestables al producirse la extensión cilíndrica y se pueden evadir deformaciones de pieza de trabajos permanentes.

[0024] También la configuración axialmente estrecha de los grupos de corte, por tanto su expansión axial corta relativamente al diámetro externo, lleva a que aparezcan solo fuerzas de desvío laterales relativamente pequeñas y también solo a una distancia relativamente corta o solo a una longitud axial más pequeña. La configuración con grupos de corte anulares lleva también a que se pueden lograr rendimientos de corte grandes

con fuerzas de presión relativamente bajas y que los caminos para la evacuación de material extraído, por tanto, de abrasión, son relativamente cortos. Así puede evitarse por la abrasión una adición de las superficies de corte abrasivas de los cuerpos de corte y los cuerpos de corte permanecen permanentemente susceptibles de corte. A través de la construcción corta también es posible proporcionar lubricante de refrigeración mejor que con listones de bruñido más largos, por lo cual a su vez se crea la posibilidad de accionar la pieza de trabajo de bruñido para la exportación de material con números de revoluciones relativamente altos, de modo que se puede conseguir más eliminación con fuerzas de corte inferiores.

[0025] Un grupo de corte anular en comparación con listones de bruñido convencionales entre otros se caracteriza por el hecho de que existe en la sección axial cubierta por el grupo de corte anular esencialmente más superficie de contacto entre los cuerpos de material de corte y la superficie interna de cojinete que en una sección axial estrecha comparable de una pieza de trabajo de bruñido convencional con listones de bruñido relativamente estrechas. Según la invención solicitada en el grupo de corte anular se ocupa más del 60% del perímetro con elementos de corte, particularmente incluso más del 70% o más del 80% del perímetro del grupo de corte.

[0026] La longitud axial del cuerpo de material de corte puede ser por ejemplo menor del 30% del diámetro externo eficaz de la pieza de trabajo de bruñido, particularmente entre 10% y 20% de este diámetro externo. Con piezas de trabajo de bruñido para el mecanizado de orificios de cilindro típicos en bloques de motor para automóviles o camiones puede estar la longitud axial por ejemplo en el rango de 5 mm a 20 mm. Con referencia a la longitud del orificio de un orificio por mecanizar puede ser la longitud axial por ejemplo menor del 10% de esta longitud de orificio.

[0027] Según la invención solicitada, se utilizan las piezas de trabajo de bruñido, en las que se configuran los cuerpos de material de corte como segmentos de bruñido anchos en dirección perimetral y estrechos en dirección axial, donde una longitud axial medida en dirección axial de los segmentos de bruñido es menor que la anchura medida en dirección perimetral. Un segmento de bruñido generalmente es en sí rígido, de modo que se mueve el segmento de bruñido entero como unidad en el avance. Un segmento de bruñido puede definir una superficie de corte ininterrumpida, la superficie de corte se puede interrumpir pero también una vez o varias veces en su caso.

[0028] Cuando están previstos al menos tres segmentos de bruñido, las fuerzas de mecanizado de esta manera se pueden distribuir bien por todo el diámetro externo eficaz disponible por expansión de la pieza de trabajo de bruñido y de forma relativamente uniforme por el perímetro de los grupos de corte. Pueden estar previstos por ejemplo en los grupos de corte exactamente tres, exactamente cuatro, exactamente cinco o exactamente seis segmentos de bruñido de la misma anchura perimetral o diferente. Si bien son posibles más de seis segmentos de bruñido dentro de un grupo de corte, no es menos cierto que hacen que la construcción sea más complicada y generalmente no se necesitan. En algunos casos también puede ser suficiente opcionalmente, cuando la pieza de trabajo de bruñido solo tiene dos segmentos de bruñido.

[0029] Preferiblemente, la pieza de trabajo de bruñido está construida, de manera que los cuerpos de material de corte pueden ser suministrados radialmente, de modo que los cuerpos de material de corte por ejemplo se regulan en la expansión de los grupos de corte radialmente (en perpendicular al eje de pieza de trabajo). A través de la capacidad de avance radial, es decir, un desplazamiento de los segmentos de bruñido en dirección radial en el avance, se puede lograr que permanezcan prácticamente constantes las condiciones de engranaje entre el cuerpo de material de corte y la superficie interna del orificio independientemente del diámetro ajustado. Mediante la prevención de la inversión del cuerpo de material de corte se puede evitar un desgaste irregular durante el avance radial.

[0030] En algunas formas de realización, los cuerpos de material de corte forman una superficie de corte cuneiforme, donde un ancho perimetral de la superficie de corte es más ancho en un lado cerca del husillo que en el lado distanciado del husillo. Los cuerpos de material de corte están formados más anchos entonces en aquel lado, que encaja en la extracción de la pieza de trabajo de bruñido en primer lugar en el material de mecanizado, por lo cual en determinado perímetro se puede contrarrestar un desgaste necesariamente irregular.

[0031] Para un efecto corrector de posición del procedimiento de bruñido es generalmente significativo, cuando se produce la ampliación de tal manera que una diferencia de diámetro entre la ampliación cilíndrica y una sección de orificio contigua, (todavía) no ampliada tras la producción de la ampliación cilíndrica o antes de comienzo de la operación de tracción es al menos 100 µm. Preferiblemente, la diferencia de diámetro es al menos 200 µm, donde se puede encontrar por ejemplo entre 200 µm y 500 µm. Con una operación de tracción se puede entonces eliminar una dimensión notable en el área de una o varias décimas milímetros (con respecto al diámetro) en un recorrido ascendente, es decir un recorrido en dirección de orificio de entrada. Se pueden corregir en su caso también errores de posiciones graves del orificio.

[0032] Para que la pieza de trabajo de bruñido antes del comienzo de la operación de tracción en gran parte se pueda centrar a la posición nominal del orificio sin fuerzas transversales externas, está previsto en algunas

formas de realización, que tras la producción de la ampliación cilíndrica antes del comienzo de la extracción se realiza una operación de descarga para la descarga de la pieza de trabajo de bruñido. Preferiblemente, en la operación de descarga, los cuerpos de material de corte son devueltos, partiendo de la primera posición radial por una cantidad de retorno prefijable a una segunda posición radial, donde la cantidad de retorno por ejemplo puede ser entre 10 μm y 15 μm . En este caso, se pueden soltar las superficies de corte situadas radialmente al exterior del cuerpo de material de corte en su caso del engrane directo con el lado interior de la ampliación cilíndrica, de modo que la pieza de trabajo de bruñido se puede mover en base a elasticidades residuales eventuales en el lado de accionamiento (husillo de trabajo, barra de tracción opcional) en la posición centrada, de la que entonces comienza la operación de tracción consecutiva. Alternativa o adicionalmente se podría conseguir así también una descarga, que introduzca la pieza de trabajo de bruñido todavía unos pocos micrómetros axialmente.

[0033] Con algunas variantes de procedimiento, la pieza de trabajo de bruñido durante la operación de expansión solo se expande y el grupo de corte permanece en la posición final de introducción, sin ser movido axialmente. Con otras variantes de procedimiento, durante toda la expansión del grupo de corte para la producción de la ampliación del giro de la pieza de trabajo de bruñido al menos por fases se superpone un movimiento de oscilación axial de elevación corta. Por ello, se puede reforzar todavía la exportación de material. Longitudes de recorrido cortas, por ejemplo en el rango de 2 mm a 3 mm bastan generalmente para ello.

[0034] En la operación de expansión, que lleva a la producción de la ampliación cilíndrica, se trabaja generalmente con números de revoluciones de pieza de trabajo relativamente altos de más de un centenar de min^{-1} , particularmente con números de revoluciones de 500 min^{-1} o más, por ejemplo en el rango entre 500 y 2000 min^{-1} . Altos números de revoluciones son generalmente necesarios para conseguir con fuerzas de sección relativamente bajas no obstante altos desgastes de material por unidad de tiempo.

[0035] Para lograr la exportación de material suficiente en la extracción de la pieza de trabajo de bruñido, sin alargar demasiado los tiempos de ciclo del proceso, se ha demostrado que es ventajoso, cuando en la extracción de la pieza de trabajo de bruñido se trabaja con una velocidad de recorrido en el rango de 0.1 m/s a el 2 m/s, particularmente, en el rango de 0.3 m/s a 0.7 m/s. Valores óptimos dentro de este rango se pueden determinar por pocos ensayos dependiendo del material, del elemento de corte y en su caso otros parámetros. En algunos materiales también puede ser que sean necesarias velocidades de recorrido más pequeñas o posibles velocidades de recorrido más grandes.

[0036] En la mayoría de variantes de procedimiento se usan piezas de trabajo de bruñido, en las que los cuerpos de material de corte presentan granos de corte con un tamaño de grano intermedio en el rango de 50 μm a 250 μm . Con tamaños de grano en este rango generalmente es posible una extracción de material suficientemente eficiente, donde simultáneamente las estructuras de superficie resultantes tras la eliminación de la pieza de trabajo de bruñido están optimizadas de tal manera que las fases de tratamiento consecutivas, particularmente a través del bruñido, solo tengan que permitir una pequeña extracción de material.

[0037] En algunas variantes de procedimiento se usa en otra operación de bruñido siguiente a la operación de bruñido correctora de posición una pieza de trabajo de bruñido extensible con listones de bruñido relativamente largos, cuya longitud es notablemente mayor que su anchura en dirección perimetral. Se puede tratar de una pieza de trabajo de bruñido de largo recorrido convencional. La longitud de los listones de bruñido puede sumar p.ej. más del 30% o más del 40% de la longitud del orificio. Por ello, se puede mejorar cuando sea necesario después de la corrección de posición todavía mediante bruñido la forma cilíndrica del orificio.

[0038] La máquina de mecanizado puede tratarse de una máquina de bruñido especialmente orientada a métodos de bruñido, pero también en su caso a otra máquina-pieza de trabajo provista adecuada, por ejemplo un centro de mecanizado o una lijadora. La pieza de trabajo por mecanizar se coge y se mantiene por un dispositivo de fijación de la pieza de trabajo de la máquina de mecanizado.

[0039] Para poner la pieza de trabajo de bruñido para una operación de bruñido en un movimiento de trabajo, se gira el husillo de trabajo mediante un motor de rotación en torno al eje del husillo respectivo. El movimiento de recorrido axial superpuesto al giro relativamente a la pieza de trabajo mecanizada se puede producir de diferentes formas. En muchos casos, no se mueve la pieza de trabajo en dirección axial con la mecanización, mientras que el movimiento rotatorio y el movimiento de recorrido se generan por el movimiento de giro y el movimiento de recorrido correspondiente del husillo de trabajo de la máquina de mecanización y sobre esta pieza de trabajo de bruñido se transmiten (pieza de trabajo inoperativa axialmente). También es posible, provocar el movimiento de recorrido por un movimiento traslativo de la pieza de trabajo con un husillo de trabajo axialmente en reposo o por una combinación coordinada de movimientos axiales de la pieza de trabajo y el husillo de trabajo. La máquina de elaboración presenta para ello al menos un accionamiento de recorrido para la producción de un movimiento de recorrido axial del husillo de trabajo y/o el dispositivo de fijación de la pieza de trabajo paralelamente al eje del husillo.

[0040] La pieza de trabajo de bruñido descrita en esta solicitud y sus variantes descritas se pueden tomar por sí mismas, es decir ser patentables independientemente del método.

Breve descripción de los dibujos

[0041] Otras ventajas y aspectos de la invención resultan de las reivindicaciones y de la descripción sucesiva de ejemplos de realización preferidos de la invención, que se explican a continuación por medio de las figuras. Muestran en este caso:

Fig. 1 una vista esquemática de una parte de una máquina de mecanizado de varios ejes en forma de una máquina de bruñido en la realización de una forma de realización del procedimiento de bruñido;

Fig. 2 en la Fig. 2A una sección axial y en la Fig. 2B una sección transversal por una forma de realización de una pieza de trabajo de bruñido con un grupo de corte anular;

Fig. 3 fases diferentes de una operación de bruñido correctora de posición.

Descripción detallada de los ejemplos de realización

[0042] En la Fig. 1 se muestra una vista esquemática de una parte de una máquina de mecanizado 100 de varios ejes controlada por NC en forma de una máquina de bruñido 100 en dirección en paralelo a la dirección X del sistema de coordenadas de máquinas MKS. La máquina de bruñido tiene varias unidades de bruñido dispuestas adyacentes y simultáneamente accionables en dirección X. En la Fig. 1 se representan algunos componentes de una unidad de bruñido 110. Un dispositivo de control 115 controla movimientos de trabajo de componentes móviles de la máquina de bruñido.

[0043] La máquina de bruñido está orientada al bruñido de superficies de rodadura de cilindro en la fabricación de bloques cilíndricos para motores de combustión interna. Una pieza de trabajo por mecanizar actual 120 se sujeta firmemente a través de un dispositivo de fijación de la pieza de trabajo 125. La posición de la pieza de trabajo en el dispositivo de sujeción de pieza de trabajo está prefijada mediante elementos de fijación 126, de modo que existe una referencia definida entre el sistema de coordenadas de piezas WKS y el sistema de coordenadas de máquinas MKS. El dispositivo de soporte de pieza de trabajo presenta una placa horizontalmente deslizante 127, que se puede dirigir mediante un accionamiento controlable 128 a través del dispositivo de control 115 en paralelo a la dirección Y del sistema de coordenadas de máquinas MKS.

[0044] La pieza de trabajo es en el caso del ejemplo un cárter motor de cilindro de un motor en línea de 4 cilindros con cuatro orificios de cilindro paraxiales. Se puede reconocer el siguiente orificio 122 por mecanizar, que otras perforaciones están trasladadas en dirección X.

[0045] La unidad de bruñido 110 está instalada en la parte frontal de una estructura de soporte 105 vertical construida sobre la bancada de la máquina de la máquina de bruñido. La unidad de bruñido comprende una caja de husillo 135, que sirve como alojamiento para el husillo de trabajo 130, que se guía con el eje del husillo 132 vertical en la caja de husillo. El giro del husillo de trabajo en torno al eje del husillo se provoca por un motor de rotación no representado, que se fija a la caja de husillo y p.ej. actúa a través de una transmisión por cadena sobre el husillo de trabajo. Un accionamiento de recorrido conectado constructivamente a la caja de husillo provoca los movimientos verticales del husillo de trabajo que se extienden en paralelo al eje del husillo 132 durante la introducción de la pieza de trabajo de bruñido 200 explicada todavía más tarde en el orificio por mecanizar o en la extracción de la pieza de trabajo de bruñido de este orificio. Además, el accionamiento de recorrido se puede controlar durante el mecanizado por el dispositivo de control 115, de tal manera que esta pieza de trabajo de bruñido efectúa dentro del orificio de la pieza de trabajo un movimiento de vaivén correspondientemente al parámetro de bruñido deseado.

[0046] La pieza de trabajo de bruñido 200 está acoplada en el caso del ejemplo rígidamente a la zona terminal libre del husillo de trabajo 130. Para la producción de la conexión rígida pero desmontable entre el husillo de trabajo y la pieza de trabajo de bruñido puede estar prevista p.ej. una unión tipo bayoneta asegurada correspondientemente, una unión roscada, una unión de brida o una conexión cónica con p.ej. un cono de fuste hueco (HSK). Ni en el husillo de trabajo ni en la pieza de trabajo de bruñido se prevé una articulación. El eje de pieza de trabajo central 212 de la pieza de trabajo de bruñido circula en el estado no cargado, es decir, en ausencia de fuerzas transversales que actúen sobre esta pieza de trabajo de bruñido, coaxialmente con el eje del husillo 132 en el área de su alojamiento en la caja de husillo.

[0047] La unidad de bruñido 110 con el husillo de husillo de trabajo 130 vertical contenido en esta es desplazable como unidad en dirección horizontal en paralelo al eje X del sistema de coordinación de máquinas MKS, entonces perpendicular al eje del husillo en una dirección transversal lineal. Por lo tanto, entre otras cosas, es posible sin desplazar la pieza por mecanizar en una pieza de trabajo mecanizar primero un primer orificio, retirar entonces el husillo de trabajo, accionar la unidad de bruñido como unidad en un movimiento transversal paralelo a la dirección X y posicionarla coaxialmente aproximadamente a un segundo orificio que se vaya a mecanizar después, para mecanizar el segundo orificio con la misma unidad de bruñido. Movimientos transversales horizontales en dirección X se pueden usar también para accionar la unidad de bruñido a un cambiador de pieza

de trabajo dispuesto en línea con el movimiento transversal. Para permitir al movimiento transversal horizontal, las cajas de husillo se montan sobre una placa deslizante anexable horizontalmente 114, que se guía de modo lineal por dos carriles guía horizontales en la parte frontal opuesta a la caja de husillo de la estructura de soporte 105. El movimiento transversal se provoca por un accionamiento de posicionamiento 118, que está dispuesto entre la estructura de soporte y la corredera 114.

[0048] Con la operación de bruñido descrita más en detalle sucesivamente se usa una pieza de trabajo de bruñido 200 de construcción particular, que está denominada en esta solicitud también como "pieza de trabajo anular" (compárese también la Fig. 2). La pieza de trabajo de bruñido tiene un grupo de corte 220 en forma de disco anular aplicado en el cuerpo de pieza de trabajo 210 con cuerpos de material de corte distribuidos en torno al perímetro del cuerpo de pieza de trabajo 220⁻¹ a 220⁻³, que se pueden suministrar o retirar mediante un sistema de ajuste asociado en dirección radial respectivamente. Los cuerpos de material de corte están configurados como segmentos de bruñido, cuya anchura en dirección perimetral es claramente mayor que su longitud en dirección axial. Los cuerpos de material de corte abrasivos responsables de la exportación de material y la pieza de trabajo se concentran en una zona relativamente axial estrecha (grupos de corte anulares) y toman una proporción relativamente grande del perímetro de la pieza de trabajo de bruñido.

[0049] La Fig. 2 muestra en 2A una sección longitudinal por una forma de realización de una pieza de trabajo anular 200 con un único grupo de corte anular 220 y extensión más sencilla. La Fig. 2B muestra una sección transversal por el grupo de corte. La pieza de trabajo anular 200 tiene un cuerpo de pieza de trabajo 210, que define un eje de pieza de trabajo 212, que es simultáneamente el eje de rotación de la pieza de trabajo anular durante el tratamiento de bruñido. En la región extrema del lado del husillo de la pieza de trabajo anular (en Fig. 2A arriba) se halla una estructura de acoplamiento no representada más en detalle para acoplar firmemente la pieza de trabajo anular a una barra de tracción o un husillo de trabajo de una máquina de bruñido u otra máquina de mecanizado, que tiene un husillo de trabajo, que se puede girar en torno al eje del husillo como también se puede mover en paralelo al eje del husillo en vaivén de forma oscilante.

[0050] En la región extrema separada del husillo del cuerpo de pieza de trabajo (en la Fig. 2A de abajo) se halla el grupo de corte anular 220, que presenta varios (en el caso de ejemplo tres) cuerpos de material de corte 220-1, 220-2, 220-3 repartidos uniformemente por el perímetro del cuerpo de pieza de trabajo, que pueden ser suministrados hacia fuera con ayuda de un sistema de tracción del cuerpo de material de corte radialmente al eje de pieza de trabajo 212, para presionar los lados externos del cuerpo de material de corte, es decir las superficies de corte, que actúan de forma abrasiva, con una fuerza de presión o fuerza de apriete definida en la superficie interna de un orificio por mecanizar. Cada uno de los tres cuerpos de material de corte curvados arqueados está configurado como un segmento de bruñido en dirección perimetral muy ancho, por el contrario estrecho en dirección axial, que cubre un rango angular perimetral entre 115° y 120°. Los segmentos de bruñido están desacoplados del cuerpo de pieza de trabajo y son relativamente desplazables a este radialmente al eje de pieza de trabajo 212. El anillo formado con los segmentos de bruñido termina al lado separado de husillo unido con el cuerpo de pieza de trabajo, de modo que se encuentra el anillo completamente dentro de la mitad separada de husillo del cuerpo de pieza de trabajo en la región extrema separada del husillo de la pieza de trabajo anular.

[0051] Una terminación al nivel con la región extrema inferior del cuerpo de pieza de trabajo es ventajosa, pero no obligatoria. En general, debería situarse el anillo en el tercio distanciado de husillo o en el cuarto distanciado de husillo del cuerpo de pieza de trabajo, se puede presentar una distancia más pequeña a la parte frontal del cuerpo de pieza de trabajo.

[0052] La longitud axial LHS de los segmentos de bruñido se encuentra con menos de 15%, particularmente con menos de como 10% de la longitud de orificio L. Los segmentos de bruñido son aprox. 4 mm a 35 mm, particularmente aprox. 10 mm de alto (en dirección axial), lo que corresponde en el caso del ejemplo entre 5% y 30%, particularmente entre 10% y 20% del diámetro externo eficaz al grupo de corte con cuerpos de material de corte retirados como máximo hacia adentro. La pieza de trabajo de bruñido tiene solo este un grupo de corte anular. La longitud axial LHS corresponde por lo tanto simultáneamente a la longitud axial de la zona de corte total de la pieza de trabajo de bruñido.

[0053] Cada cuerpo de material de corte está fijado a un lado externo de un listón de tracción asociado 224-1, 224-2 de acero a través de soldadura. Alternativamente el cuerpo de material de corte se puede fijar también por encolado o atornillado, por lo cual es posible un cambio más ligero. Cada barra de soporte tiene a su lado interior una superficie inclinada, que coopera con una superficie externa cónica de un cono de avance 232 desplazable axialmente de manera que se suministran al exterior radialmente las barras de tracción con los cuerpos de material de corte transportados por estas, cuando el cono de avance se presiona mediante un dispositivo de ajuste a los lados de la máquina contra la fuerza de muelles de retorno 234, 226, 228 en dirección a la zona terminal separado del husillo de la pieza de trabajo anular. Con un movimiento de avance opuesto se recuperan las barras de tracción con los segmentos de bruñido con ayuda de muelles de recuperación 226, 228 radialmente hacia el interior. La posición radial del cuerpo de material de corte se controla así sin holgura sobre la posición axial del cono de avance 232.

[0054] Un segmento de bruñido puede tener, como se muestra, a su lado externo una superficie de corte continua ininterrumpida. Para ello, puede consistir el revestimiento de corte en una sola pieza del medio de corte. También es posible, que varios (p. ej. dos, tres, cuatro, cinco, seis o más) cuerpos de material de corte respectivamente relativamente estrechos estén establecidos estrechamente adyacentes con o sin distancia recíproca en el lado externo curvado arqueado de un elemento de soporte común. La superficie de corte sería entonces interrumpida, lo que puede ser ventajoso en su caso para el avance de material lubricante de refrigeración.

[0055] El uso de segmentos de bruñido relativamente anchos en el grupo de corte anular puede ser ventajoso entre otras cosas en el mecanizado de las perforaciones, que p.ej. presentan orificios transversales con fines de intercambio gaseoso, que desembocan en la superficie interna de cojinetes por mecanizar. Segmentos de bruñido anchos, en sí rígidos pueden franquear la zona de desembocadura, de modo que la pieza de trabajo de bruñido no pueda "quedar atrapada". Cuando solo están previstos un pequeño número (p.ej. tres) de segmentos de bruñido anchos, debe estar previsto también solo un pequeño número de perforaciones radiales en el cuerpo de la pieza de trabajo, de modo que se da una estabilidad mecánica mejorada, lo que es ventajoso en el caso del mecanizado corrector de posición, para resistir a las fuerzas transversales.

[0056] Este concepto de pieza de trabajo y de máquinas permite un mecanizado corrector de posición y extractor del material de la superficie interna del orificio 122, para llevar mediante bruñido la posición del orificio dentro del marco de tolerancias a su posición nominal.

[0057] Una forma de realización de un procedimiento idóneo se explica adicionalmente por medio de la Fig. 3. La Fig. 3 muestra a tal objeto fases diferentes u operaciones parciales diferentes de una operación de bruñido correctora de posición. Como se muestra en la Fig. 1 esquemáticamente, todavía no se encuentra el orificio 122 tras los pasos de mecanizado anteriores en su posición nominal deseada, que se representa en el caso del ejemplo a través de la posición nominal SB del eje de perforación. Más bien el orificio 122 muestra todavía un decalaje lateral a la posición nominal, donde la posición efectiva del orificio (caracterizado por el eje de perforación actual IB) se encuentra fuera de las tolerancias junto a la posición nominal. Además, la superficie interna de cojinetes todavía no muestra la estructura de superficie prevista para la aplicación conforme a su objetivo, que también se debe generar todavía a través del bruñido.

[0058] Primero en una operación de posicionamiento, la pieza de trabajo de bruñido está posicionada con relación al orificio, de tal manera que el eje de pieza de trabajo 212 se encuentra coaxialmente a la posición nominal SP del orificio. A tal objeto cuando sea necesario el portapiezas 127 opera en paralelo a la dirección Y del sistema de coordenadas de máquina y/o a la caja de husillo o el husillo de trabajo en paralelo a la dirección X del sistema de coordenadas de máquina horizontalmente. La posición coaxial introducida por la operación de posicionamiento se representa esquemáticamente en la Fig. 1 y Fig. 3A.

[0059] Previamente, después o simultáneamente con el posicionamiento, la barra de avance del sistema de avance de cuerpo de material de corte se mueve hacia arriba, hasta que toman los cuerpos de material de corte su posición retraída hacia adentro al máximo, por lo cual el diámetro externo de los grupos de corte anulares adquiere su menor valor. La pieza de trabajo de bruñido encaja entonces en el método vertical sin contacto de las paredes del orificio en el orificio.

[0060] Luego la pieza de trabajo de bruñido se introduce mediante el accionamiento del mecanismo de elevación del husillo de trabajo en el orificio y desciende bastante, hasta que alcanza la pieza de trabajo de bruñido una posición final de introducción, en la que se halla el grupo de corte anular 220 en una región extrema 123 del orificio 122 distal de la entrada (Fig. 3B). La región extrema situada alejada de la entrada del orificio 124 define la región extrema inferior o la región extrema distal de la longitud total por mecanizar del lado interior del orificio. Puesto que en la pieza de trabajo anular mostrada, el grupo de corte 220 está unido a la parte frontal distal del husillo del cuerpo de pieza de trabajo, la pieza de trabajo anular puede circular prácticamente hasta el tope en la base de orificio o, con orificios de paso, hasta el tope en la cara superior de la sujeción de pieza de trabajo. En la práctica sin embargo generalmente se mantiene una distancia más pequeña de unos milímetros, por ejemplo 1 a 2 mm. Durante la operación de introducción se puede girar lentamente el husillo de trabajo, esto sin embargo no es necesariamente obligatorio.

[0061] Cuando se halla la pieza de trabajo de bruñido en la posición final de introducción, la operación parcial consecutiva puede comenzar, es decir, una operación de expansión. En la operación de expansión (Fig. 3C), la pieza de trabajo de bruñido se gira en torno a su eje de pieza de trabajo y simultáneamente el grupo de corte se expande lentamente mediante el control del sistema de avance del cuerpo de material de corte, de modo que el diámetro externo eficaz del grupo de corte aumenta gradualmente. Cuando el orificio ya no se centra en la región extrema distal de la entrada en la posición nominal del eje de perforación y tiene una sección transversal circular, en una fase determinada de la operación de expansión se efectúa primero un engrane de material unilateral, por tanto un mecanizado abrasivo en la sección parcial en aquella zona de la superficie interna de cojinete, que se encuentra radialmente más próxima a la posición nominal del eje de perforación. Con un diámetro externo

creciente efectivo del grupo de corte, después se transforma la sección parcial gradualmente en toda una sección, donde se elimina material a través del perímetro total del grupo de corte.

[0062] El avance radial del cuerpo de material de corte prosigue hacia fuera hasta que los cuerpos de material de corte alcancen una primera posición radial definida de antemano (Fig. 3C). Luego, se detiene el avance posterior a través del dispositivo de control. Mediante la extracción de material a través del perímetro del grupo de corte en relación con el avance radial se genera una ampliación cilíndrica 121 en la operación de expansión por engrane con desgaste de material de cuerpos de material de corte en el lado interno del orificio en la región extrema 123 del orificio, que se centra generalmente de modo exacto a la posición nominal del eje de perforación dentro del marco de tolerancias. Con un orificio no colocado exactamente, la ampliación cilíndrica todavía se quedará descentrada al eje de perforación actual. La sobremedida de la ampliación frente a la sección de orificio contigua a la entrada del orificio se encuentra por regla general con al menos 100 μm con respecto al diámetro. Los valores son en la mayoría de los casos más altos, p.ej. a 200 μm o más o a 400 μm o más.

[0063] Las pruebas han demostrado que en la operación de expansión números de revoluciones de la pieza de trabajo de bruñido en el rango de 400 min^{-1} a 1000 min^{-1} generalmente traen buenos resultados. En un caso, se trabajó con aprox. 500 min^{-1} aplicando aceite como lubricante de refrigeración.

[0064] Con una variante del procedimiento permanece la pieza de trabajo de bruñido durante la operación de expansión en la posición axial ajustada, de modo que no se solapa el movimiento de recorrido. Con otras variantes del procedimiento se acciona durante la operación de expansión por fases al menos el accionamiento de recorrido del husillo de trabajo, para solapar el movimiento rotatorio de la pieza de trabajo de bruñido en la expansión radial un movimiento de oscilación axialmente de elevación corta. Así se pueden conseguir condiciones de extracción de material opcionalmente más favorables. La longitud axial de la ampliación cilíndrica producida sería entonces algo mayor que en el caso de la expansión únicamente radial sin movimiento de recorrido solapado.

[0065] Con una variante del procedimiento una vez concluida la operación de expansión, es decir, cuando los cuerpos de material de corte hayan alcanzado la primera posición radial, la pieza de trabajo de bruñido se descarga en una operación de descarga, de manera que se mueven los cuerpos de material de corte hacia atrás en torno a un importe de retroceso determinado de por ejemplo 10 a 15 μm en una segunda posición radial. De esta manera, está el contacto entre la superficie externa de los segmentos de bruñido y la pared interna de orificio se elimina, de manera que se puede centrar la pieza de trabajo de bruñido opcionalmente bajo la influencia de fuerzas más elásticas del husillo de trabajo mejor todavía con respecto al eje del husillo. Esta fase se puede suprimir también.

[0066] Una vez concluida la operación de expansión y en su caso después de la operación de descarga, una operación de extracción (Fig. 3D) se inicia, en la cual la pieza de trabajo de bruñido accionada de modo rotatorio con la velocidad de recorrido apropiada se tira hacia afuera lentamente del orificio en dirección de entrada de orificio. Así surge partiendo de la base de orificio una prolongación gradual de la extensión cilíndrica centrada a la posición nominal del eje de perforación, de modo que el orificio por decirlo así obtiene de la base de orificio partiendo de su forma de orificio cilíndrico, centrado a la posición nominal del eje del orificio. Tras la extracción completa de la pieza de trabajo de bruñido del orificio (Fig. 3E) se centra el orificio a una longitud completa respecto a la posición nominal del eje de perforación. También el ángulo del orificio se ajusta correctamente, de modo que el eje de perforación por ejemplo se orienta en perpendicular a la superficie de cobertura.

[0067] Para la operación parcial de la extracción de la pieza de trabajo de bruñido (con agrandamiento simultáneamente axial de la extensión cilíndrica) están las velocidades de recorrido típicamente en el rango entre 0.3 m/s y 0.7 m/s, pueden ser menores sin embargo también, por ejemplo hasta por debajo de 0.1 m/s, o bien mayores, hasta más de 1 m/s, por ejemplo hasta aprox. 2 m/s.

[0068] En algunos casos puede ser suficiente efectuar estas operaciones de bruñido (incluida la introducción de la pieza de trabajo de bruñido, expansión para la producción de una ampliación cilíndrica, extracción) solo una única vez. Sin embargo, también es posible repetir una vez o varias veces estos pasos de trabajo, lo que entonces puede ser particularmente ventajoso, antes del primer mecanizado del error de posición, el orificio es relativamente alto y/o cuando se desea, producir en la operación de avance respectivamente solo una extracción de material inferior a la necesaria definitivamente.

[0069] Después de la operación de bruñido correctora de posición se pueden asociar otras operaciones de mecanizado. Con algunas variantes de procedimiento se realiza a continuación al menos otra operación de bruñido con ayuda de una pieza de trabajo de bruñido 300 extensible convencional, que se acopla una o varias veces de forma articulada al husillo de trabajo y tiene listones de bruñido 320 relativamente largos, cuya longitud p.ej. puede ser más del 30% de la longitud del orificio (Fig. 3F). Por esto, se pueden corregir todavía eventualmente errores de formación de cilindro presentes y/u otros errores de forma.

[0070] El método, como se ha representado, se puede realizar con dirección axial vertical. También es posible un tratamiento horizontal. El orificio puede estar no recubierto como se ha representado, de modo que se elimina directamente el material de base de la pieza de trabajo. Un tratamiento de orificios recubiertos también es posible, donde entonces el material del revestimiento se extraería.

5

[0071] Una pieza de trabajo anular puede tener en su caso adicionalmente al anillo distal del husillo otro anillo suministrable separado con cuerpos de material de corte.

10

[0072] Opcionalmente también es posible utilizar una pieza de trabajo perforadora de precisión para un proceso de mecanizado de precisión corrector de posición, eliminadores del material similar en vez de una pieza de trabajo anular configurada para bruñido, que presenta al menos un elemento de corte controlable aplicado al lado extremo a la zona terminal distanciado de husillo con cuchilla determinada geométricamente (en vez de un grupo de corte anular con cortes indeterminados geométricos). Opcionalmente, pueden al menos estar disponibles unos elementos de corte controlables opuestos diametralmente ente sí. El paso del proceso: introducción de la pieza de trabajo perforadora de precisión, expansión o salida del elemento de corte con un giro simultáneo para la producción de una ampliación cilíndrica, extracción con elemento de corte extraído en un giro simultáneo se pueden llevar a cabo analógicamente para el procedimiento descrito.

15

REIVINDICACIONES

1. Método de bruñido para el mecanizado de la superficie interna de un orificio (122) en una pieza de trabajo (120) mediante al menos una operación de bruñido, particularmente para el bruñido de superficies de rodadura de cilindro en la producción de bloques de cilindro o camisas de cilindro para máquinas de pistones alternativos, donde en una operación de bruñido se usa una pieza de trabajo de bruñido extensible (200), que presenta en una región extrema de un cuerpo de pieza de trabajo alejado del husillo un grupo de corte (220) anular extensible con varios cuerpos de material de corte distribuidos en torno al perímetro del cuerpo de pieza de trabajo, cuya longitud axial es menor que el diámetro externo eficaz del grupo de corte con cuerpos de material de corte completamente retraídos, donde los cuerpos de material de corte están configurados como segmentos de bruñido (220-1,220-2,220-3) anchos en dirección perimetral y estrechos en dirección axial de tal manera, que una longitud axial de los segmentos de bruñido medida en dirección axial es menor que es la anchura medida en dirección perimetral y donde en el grupo de corte anular (220) más del 60% del perímetro está cubierto con elementos de corte, que comprenden los siguientes pasos:

Acoplamiento rígido de la pieza de trabajo de bruñido a un husillo de trabajo de una máquina de mecanizado;

Posicionamiento relativo de la pieza de trabajo de bruñido y el orificio, de manera que un eje de pieza de trabajo (212) de la pieza de trabajo de bruñido esté coaxialmente con una posición nominal (SB) del eje de orificio del orificio;

Introducción de la pieza de trabajo de bruñido en el orificio con cuerpos de material de corte retraídos hasta una posición final de introducción, en la que se halla el grupo de corte en una región extrema (123) alejada de la entrada de la longitud por mecanizar del orificio;

Giro de la pieza de trabajo de bruñido y expansión simultánea del grupo de corte junto a o en el área de la posición final de introducción hasta una primera posición radial del cuerpo de material de corte, de tal manera que se produce una extensión (121) cilíndrica del orificio centrada esencialmente con relación a la posición nominal del eje de orificio por engrane de extracción de material de cuerpos de material de corte en el lado interno del orificio en la región extrema del orificio;

Extracción de la pieza de trabajo de bruñido del orificio con un giro simultáneo de la pieza de trabajo de bruñido, de tal manera que se amplía sucesivamente el orificio partiendo de la ampliación cilíndrica en dirección del lado de entrada.

2. Método de bruñido según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** se usa una pieza de trabajo de bruñido, que presenta al menos una de las siguientes características:

(i) en el grupo de corte anular (220) se cubre más del 70% o más del 80% del perímetro del grupo de corte con elementos de corte;

(ii) la longitud axial (LHS) de los cuerpos de material de corte es de menos del 30% del diámetro externo efectivo del grupo de corte, particularmente entre el 10% y el 20% de este diámetro externo;

(iii) la longitud axial (LHS) de los cuerpos de material de corte se encuentra en el rango de 5 mm a 20 mm;

(iv) la longitud axial (LHS) de los cuerpos de material de corte es menor del 10% de la longitud de orificio del orificio.

3. Método de bruñido según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por el hecho de que** el grupo de corte presenta al menos tres segmentos de bruñido (220-1,220-2,220-3).

4. Método de bruñido según la reivindicación 3, **caracterizado por el hecho de que** en el grupo de corte están previstos tres, cuatro, cinco o seis segmentos de bruñido del mismo anchuro perimetral o diferente.

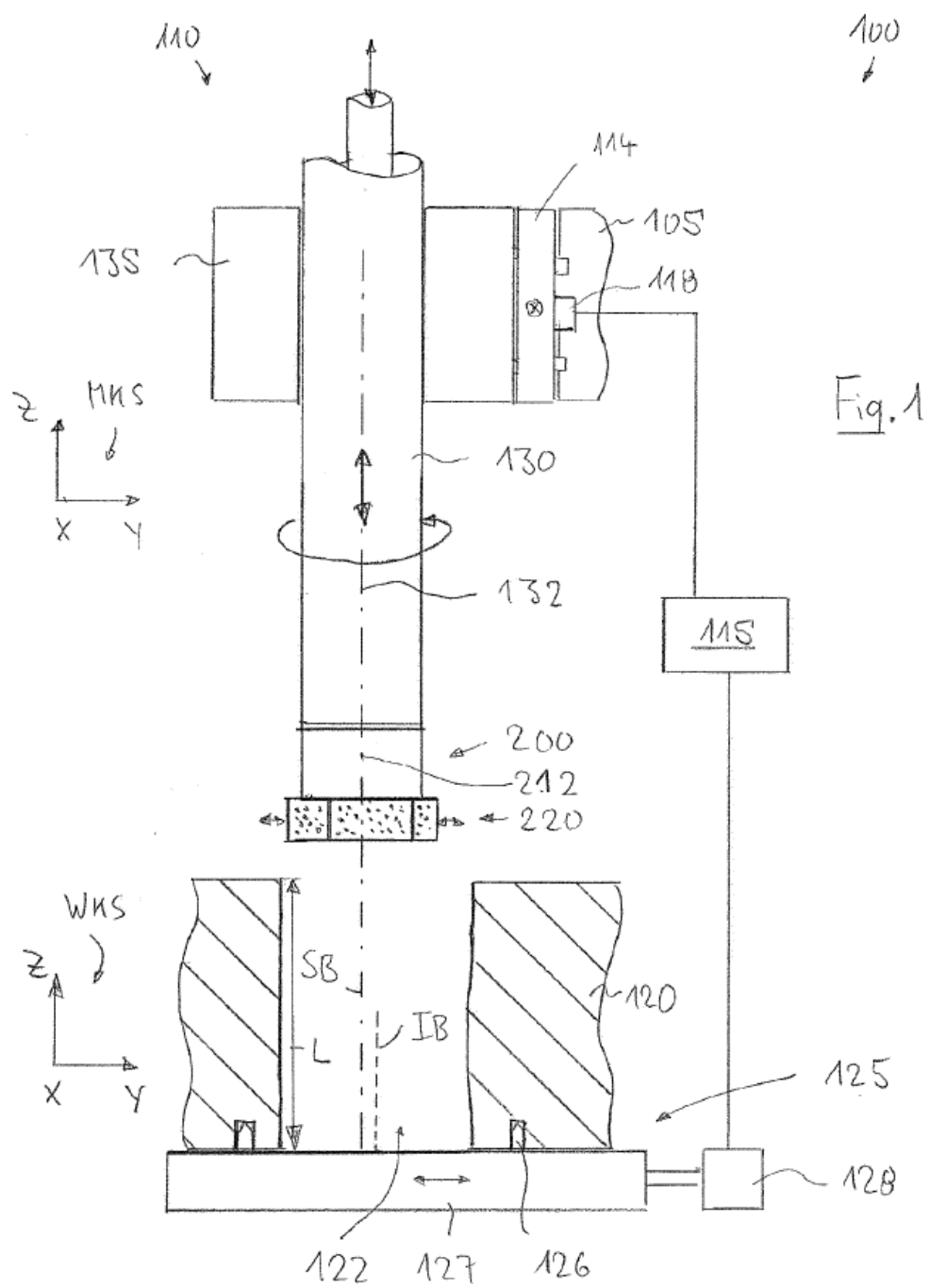
5. Método de bruñido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** se usa una pieza de trabajo de bruñido, donde los cuerpos de material de corte forman una superficie de corte cuneiforme, donde una anchura perimetral de la superficie de corte es más ancha en un lado cercado al husillo que en un lado alejado del husillo.

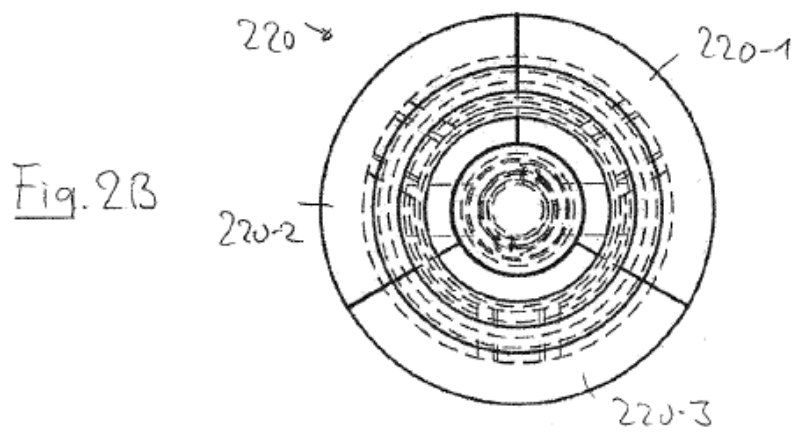
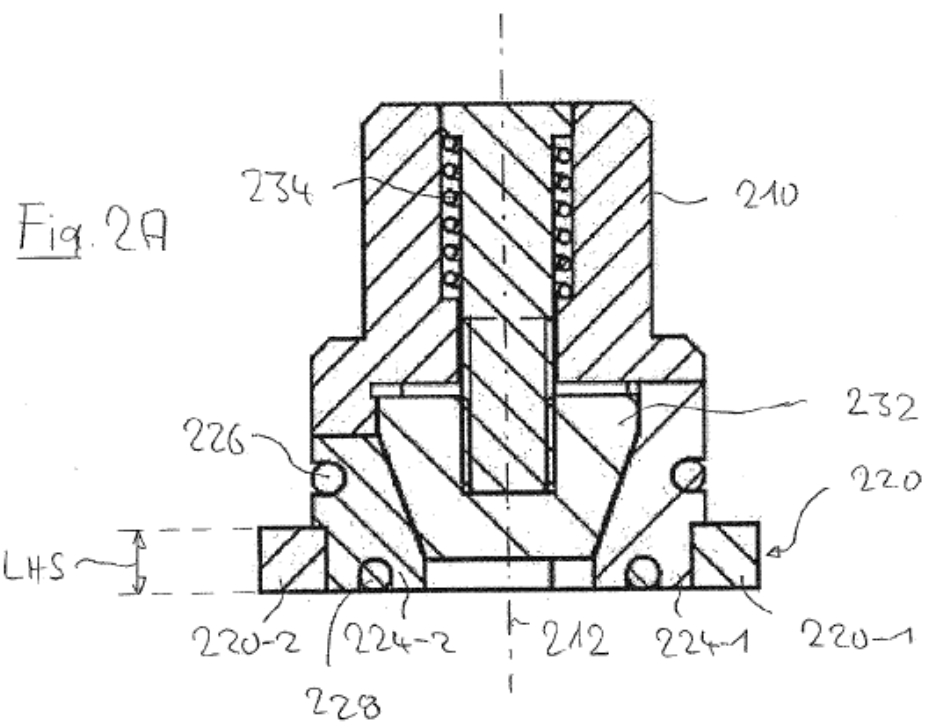
6. Método de bruñido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** se usa una pieza de trabajo de bruñido, donde los cuerpos de material de corte presentan granos de corte con un tamaño de grano intermedio en el rango de 50 μm a 250 μm .

7. Método de bruñido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** avanzan radialmente los cuerpos de material de corte durante la expansión del grupo de corte (220).

8. Método de bruñido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** la ampliación (121) se produce, de manera que una diferencia de diámetro entre la ampliación y una sección de orificio contigua no ampliada es al menos 100 μm , particularmente 200 μm o más.

9. Método de bruñido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** tras la producción de la ampliación cilíndrica (121) se hace una operación de descarga para la descarga de la pieza de trabajo de bruñido antes del comienzo de la retracción.
- 5 10. Método de bruñido según la reivindicación 9, **caracterizado por el hecho de que** en la operación de descarga los cuerpos de material de corte se devuelven partiendo de la primera posición radial a una segunda posición radial a un valor de retorno, donde se encuentra el valor de retorno preferiblemente entre 10 μm y 15 μm .
- 10 11. Método de bruñido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** esta extracción de la pieza de trabajo de bruñido se produce con una velocidad de recorrido en el rango de 0,1 m/s a el 2 m/s, particularmente en el rango de 0,3 m/s a 0,7 m/s
- 15 12. Método de bruñido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** durante la expansión del grupo de corte para la producción de la ampliación (121) un movimiento de oscilación axial de recorrido corto se solapa en el giro de la pieza de trabajo de bruñido al menos por fases, donde un recorrido axial preferiblemente se encuentra en el rango de 2 mm a 3 mm.
- 20 13. Método de bruñido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** se usa en otra operación de bruñido siguiente a la operación de bruñido correctora de posición una pieza de trabajo de bruñido extensible (300) con listones de bruñido (320), cuya longitud axial es mayor que su anchura en dirección perimetral, donde la longitud axial preferiblemente es más del 30% de la longitud del orificio.





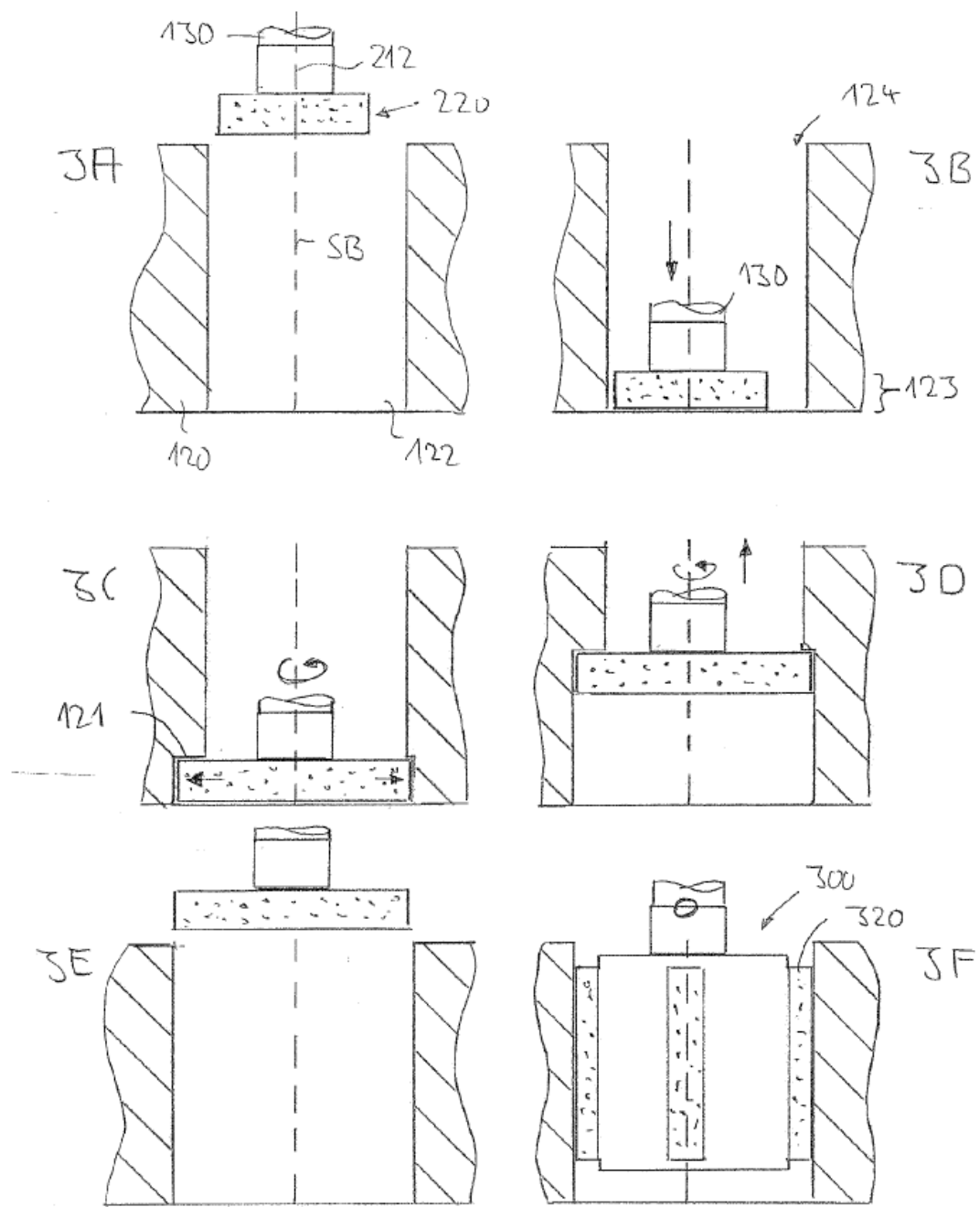


Fig. 3