

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 793 966**

51 Int. Cl.:

B24B 1/00 (2006.01)
B24B 5/04 (2006.01)
B24B 5/42 (2006.01)
B24B 19/12 (2006.01)
B24B 49/02 (2006.01)
B23Q 17/20 (2006.01)
G01B 21/12 (2006.01)
B23B 25/06 (2006.01)
B24B 49/03 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.09.2012 PCT/EP2012/068947**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **04.04.2013 WO13045484**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.09.2012 E 12770446 (8)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2020 EP 2760633**

54 Título: **Máquina herramienta y procedimiento para medir una pieza de trabajo**

30 Prioridad:

27.09.2011 DE 102011115254

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.11.2020

73 Titular/es:

**FRITZ STUDER AG (100.0%)
Thunstrasse 15
3612 Steffisburg, CH**

72 Inventor/es:

GAEGAUF, FRED

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 793 966 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

Máquina herramienta y procedimiento para medir una pieza de trabajo

5 La invención se refiere a una máquina herramienta, en particular a una rectificadora, con un asiento de pieza de trabajo, una unidad de herramienta, un dispositivo de medición y con un dispositivo de control que puede ser acoplado al dispositivo de medición y a la unidad de herramienta. La invención se refiere además a un procedimiento para medir una pieza de trabajo, en particular el diámetro de una pieza de trabajo, en una máquina herramienta, en particular una rectificadora.

10 Las máquinas herramienta, especialmente las rectificadoras, son conocidas en el estado del arte. Por ejemplo, las rectificadoras cilíndricas pueden tener herramientas de simetría rotativa, como las muelas abrasivas, que pueden interactuar de manera adecuada con una pieza de trabajo para la eliminación de material. Las rectificadoras cilíndricas pueden, por ejemplo, estar configuradas para el rectificado cilíndrico externo, el rectificado cilíndrico interno o para el rectificado de punzado o el rectificado de punzado oblicuo. Además de las muelas abrasivas, las cintas de rectificado también pueden usarse para el rectificado cilíndrico. Además de las superficies simétricas en rotación, las superficies de las piezas de trabajo configuradas de forma excéntrica también pueden mecanizarse, si el asiento de la pieza de trabajo y la unidad de herramienta se pueden accionar de manera adecuada y trasladarse uno en relación con la otra. De esta manera, por ejemplo, los árboles de levas, cigüeñales o piezas de trabajo similares con geometrías excéntricas pueden ser mecanizados o rectificados.

20 Una pieza a mecanizar puede estar alojada entre dos puntas de un asiento de pieza de trabajo o en un lado de un asiento de pieza de trabajo. Además, se conoce el llamado rectificado sin puntas, en el que la pieza de trabajo no está alojada entre los picos en la rectificadora, sino que puede estar alojada y ser guiada a través de rieles de apoyo, discos de regulación, rodillos guía o similares.

25 Se conoce una máquina herramienta del documento DE 100 30 087 A1, que dispone de al menos un husillo para alojar y hacer girar una pieza de trabajo alrededor de un eje Z, al menos una unidad de mecanizado para desplazar la herramienta, por ejemplo una fresadora de disco, al menos en la dirección X en función de la posición de giro del husillo de la pieza de trabajo, y que tiene un dispositivo de medición, en particular un medidor de redondez, estando el dispositivo de medición dispuesto directamente en el soporte de la herramienta.

30 Del documento DE 10 2009 042 252 A1 se conoce una rectificadora que tiene un dispositivo de medición, que está configurado para la medición durante el proceso en piezas a ensayar durante un proceso de mecanizado. Para ello, el dispositivo de medición tiene un cabezal de medición que está conectado de forma pivotante a un cuerpo base del dispositivo de medición a través de un varillaje. El cabezal de medición tiene un palpador de medición orientable con capacidad de desviación, que está acoplado a un prisma de medición y está previsto para determinar el diámetro o la redondez de la pieza a ensayar. El varillaje debe estar configurado de manera que pueda ejecutar los movimientos de la pieza a ensayar, al menos en un cierto zona, por ejemplo, un giro de un muñón de cigüeñal alrededor de su eje de giro.

40 De esta manera, una medición durante el proceso también puede llevarse a cabo básicamente, al menos por secciones, cuando se rectifican superficies cilíndricas dispuestas excéntricamente. Esto puede hacerse simultáneamente con el rectificado. Sin embargo, el dispositivo de medición tiene una estructura compleja. El varillaje está conformado de forma compleja y es complicado de controlar en funcionamiento.

45 La llamada medición durante el proceso, es decir, una medición durante una operación de mecanizado, puede permitir operaciones de mecanizado de alta precisión y contribuir a aumentar la calidad de la fabricación y la seguridad del proceso. Sin embargo, para ello es necesario proporcionar regularmente un cabezal de medición para cada dimensión de la pieza de trabajo a medir, es decir, para cada diámetro, por ejemplo, que se ajuste exactamente a la dimensión esperada. Puede tratarse por ejemplo de un cabezal de medición de un solo uso o de un cabezal de medición en el que estén alojados de forma ajustable dos palpadores de medición, que presenten una distancia entre sí que se corresponda con la distancia esperada. Los palpadores de medición deben adaptarse respectivamente a la dimensión que se va a comprobar, con gran precisión, y alinearse de forma correspondiente.

55 Un cabezal de medición durante el proceso de este tipo se muestra por ejemplo en el documento DE 196 16 353 A1. Aquí las desventajas pueden ser los complejos procesos de instalación, ajuste o calibración, que son necesarios para adaptar el cabezal de medición a la finalidad aplicativa respectiva. En particular en el caso del mecanizado individual, de series pequeñas y medianas, el tiempo necesario para montar el cabezal de medición puede suponer por ejemplo un consumo de tiempo nada despreciable.

60 En este contexto, se debe objetar ya que el dispositivo de medición conocido del documento DE 10 2009 042 252 A1 puede no corresponder a la precisión de medición requerida para la medición durante el proceso. El cabezal de medición correspondiente tiene un palpador de medición y un prisma de medición que están acoplados con una referencia dimensional absoluta a través de una pluralidad de elementos de varillaje. Todas las desviaciones a lo largo

de los elementos individuales de la cadena cinemática del varillaje pueden incluirse en la posición del cabezal de medición en relación con la pieza a ensayar. Esto puede ser particularmente desventajoso cuando se miden piezas de trabajo excéntricas sección por sección. La posición del cabezal de medición con respecto a la pieza a ensayar, por ejemplo en relación con su posición angular, puede estar afectada por errores.

5 En este contexto, la invención se basa en la tarea de especificar una máquina herramienta, en particular una rectificadora, en la que se permita una medición muy precisa y muy flexible de las piezas de trabajo con poco esfuerzo y, si es posible, pueda medirse de manera particularmente variable con una sola configuración de medición. Además se pretende especificar un procedimiento para medir una pieza de trabajo, en particular el diámetro de una pieza de trabajo, que pueda realizarse con la máquina herramienta, por ejemplo.

Conforme a la invención, esta tarea se resuelve con una máquina herramienta, especialmente una rectificadora, según la reivindicación 1.

15 La tarea del invención se resuelve de este modo completamente.

De acuerdo con la invención, el cabezal de medición tiene precisamente una "sobredimensión" en comparación con la dimensión esperada de la pieza de trabajo a medir, pero esto se compensa durante la medición. Por ejemplo, cuando se mide un diámetro de la pieza de trabajo, un primer palpador de medición de los dos palpadores de medición se traslada primero a lo largo del eje de aproximación, moviendo la unidad de herramienta en la que está alojado el dispositivo de medición, hasta que se pueda realizar una medición. A continuación, la pieza de trabajo se palpa por ejemplo en el lado opuesto mediante un segundo palpador de medición de los dos palpadores de medición, moviendo la unidad de herramienta de forma correspondiente a lo largo del eje de aproximación.

25 Con esta doble palpación, se puede determinar el recorrido de la unidad de herramienta. A partir de la distancia base, que se determina utilizando la dimensión de referencia conocida, la distancia real puede determinarse de forma sencilla.

De esta manera, la máquina herramienta está configurada de una manera particularmente ventajosa para realizar una medición, la cual puede combinar elementos de una medición absoluta y una medición relativa. Las inexactitudes en el lado de la máquina, como las deformaciones debidas al calentamiento durante el funcionamiento o algo similar, sólo pueden incluirse regularmente en el resultado de la medición a través de la distancia relativa de las dos posiciones reales absolutas de la unidad de herramienta, a lo largo del eje de aproximación durante la palpación. La medición puede realizarse con pocos errores.

35 El cabezal de medición en sí mismo, y en particular la distancia base entre las dos palpadores de medición, no puede ser influenciado de manera significativa por factores en el lado de la máquina. En comparación con la medición durante el proceso, en la que el cabezal de medición debe ajustarse a la dimensión esperada con gran precisión, se da una flexibilidad significativamente mayor. De esta manera, se puede garantizar una alta calidad de producción, con una complejidad reducida, incluso para producciones individuales, series pequeñas o medianas. Especialmente en tales aplicaciones, el tiempo requerido para la medición, en el que por ejemplo no puede intervenir en la muela abrasiva, no es de gran importancia.

45 No hace falta decir que la capacidad de registrar las posiciones reales puede ser usada para determinar el recorrido. El recorrido puede corresponderse con la distancia entre dos posiciones reales de la unidad de herramienta a lo largo del eje de aproximación durante la palpación. Las posiciones reales pueden registrarse de forma absoluta o relativa.

Los cabezales de medición absoluta conocidos suelen tener al menos dos celdas de medición complejas, a cada una de las cuales está asociado un palpador. Debido a su tipo constructivo, los palpadores están dispuestos de tal manera que pueden moverse y están contruidos, por ejemplo, en forma de tijeras o en forma de patas que pueden moverse unas hacia las otra y están dispuestas esencialmente paralelas entre sí. Por lo tanto, los cabezales de medición absoluta suelen tener un diseño muy complejo. El peso y el tamaño de la instalación son considerables. Debido a los altos gastos de inversión, los cabezales de medición absoluta no pueden utilizarse como medios de medición para un gran número de aplicaciones. La compleja estructura de un cabezal de medición absoluta, en el que los palpadores de medición están dispuestos de manera que pueden moverse unos en relación con los otros, suele ir acompañada de una reducción de la precisión de la medición. Estos cabezales de medición sólo pueden construirse con unos costes elevados debido a su a su compleja estructura.

60 Frente a esto, la combinación del cabezal de medición con los dos palpadores de medición, que en la configuración de medición tienen una distancia base fija entre sí, con la unidad de herramienta móvil -ya prevista de todas formas- conduce a mayores precisiones de medición con una complejidad y unos gastos de construcción considerablemente menores. Como se mencionó al principio, una desviación del lado de la máquina, como la llamada trayectoria térmica, sólo puede influir en el resultado de la medición a través de un pequeño valor relativo, a saber, la diferencia entre dos posiciones reales de la unidad de herramienta. Una calibración del dispositivo de medición sobre la base de la dimensión de referencia conocida puede llevar a que una gran fracción de la distancia base se incluya en su

determinación con poco o ningún error.

5 En el caso de los cabezales de medición durante el proceso conocidos, por ejemplo, si se van a rectificar varios diámetros en la misma pieza de trabajo en una sola sujeción, se deben tener listos unos medios de medición propios, como por ejemplo un cabezal de medición propio para cada uno de estos diámetros.

10 El cabezal de medición "sobredimensionado" puede permitir que cada uno de estos diámetros se compruebe durante la producción sin tener que desbloquear la pieza. En este contexto, esto también puede resultar en una reducción significativa de la inversión y del espacio constructivo con casi la misma precisión.

15 Se entiende que el término "inserción" puede entenderse de manera relativa. Una inserción de la pieza de trabajo en la zona de medición entre los dos palpadores de medición del dispositivo de medición también puede llevarse a cabo, por ejemplo, moviendo los palpadores de medición hacia la pieza de trabajo.

Los dos palpadores de medición pueden estar configurados, por ejemplo, como palpadores de medición táctiles o como palpadores de medición que miden sin contacto.

20 De acuerdo con otra conformación de la invención, el dispositivo de medición tiene un cabezal de medición en el que están alojados los dos palpadores de medición, siendo el cabezal de medición pivotante para insertar la pieza de trabajo en la zona de medición.

25 De esta manera, el cabezal de medición puede moverse en dirección a la pieza de trabajo con un simple movimiento de pivotamiento, para poder llevar a cabo la palpación. Esto puede hacerse por ejemplo mediante un accionamiento lineal, por ejemplo un cilindro hidráulico. El pivotamiento puede utilizarse para evitar colisiones, que pueden producirse al trasladar la unidad de herramienta durante un rectificado, por ejemplo.

Aparte de un dispositivo de pivotamiento de este tipo, no se requiere regularmente ningún otro dispositivo de accionamiento separado para el procedimiento de medición.

30 El cabezal de medición puede tener aproximadamente forma de U. El primer y el segundo palpador de medición pueden formar aquí las patas de la U. El interior de la U puede determinar la zona de medición.

35 De acuerdo con otro aspecto de la invención, el dispositivo de medición tiene un mecanismo de engranaje de acoplamiento que le permite pivotar entre una posición de medición y una posición de desconexión.

40 Un mecanismo de engranaje de acoplamiento puede estar configurado especialmente para ahorrar espacio. El mecanismo de engranaje de acoplamiento puede definir dos posiciones finales, a saber, la posición de medición y la posición de desconexión. La posición de medición en particular puede aplicarse con un alto grado de reproducibilidad mediante medidas constructivas, como por ejemplo unos topes o similares.

45 Si la posición de medición y la posición de desconexión se definen mediante medidas mecánicas en el mecanismo de engranaje de acoplamiento, por ejemplo, se puede seleccionar un simple elemento de accionamiento o de ajuste para accionar el dispositivo de medición. De esta manera, se pueden evitar unos complejos dispositivos de control para el mecanismo de engranaje de acoplamiento.

En lugar de un mecanismo de engranaje de acoplamiento, pueden estar previstas alternativamente unas articulaciones giratorias con una zona de pivotamiento definida o también unos brazos basculantes acoplados a unos motores controlables. Puede ser ventajoso que los motores presenten una alta precisión de posicionamiento.

50 De acuerdo con una conformación adicional, la distancia base y la distancia real tienen una relación de aproximadamente como máximo 2:1, preferiblemente como máximo 1,5:1, de forma más preferida como máximo 1,2:1, incluso de forma más preferida como máximo 1,1:1.

55 Cuanto menor sea la relación entre la distancia base y la distancia real, menores son las influencias por parte de la máquina al determinar la distancia real.

60 Por el contrario, una gran relación entre la distancia base y la distancia real puede resultar en una mayor flexibilidad del dispositivo de medición. El cabezal de medición puede ser adecuado para un gran número de distancias reales, especialmente diámetros reales. Las influencias por parte de la máquina son esencialmente sólo efectivas a lo largo del recorrido, que se corresponde aproximadamente con la diferencia entre la distancia base y la distancia real.

65 La distancia base puede determinarse desplazando la unidad de herramienta a lo largo del eje de aproximación y palpando ambos lados de la dimensión de referencia alojada en el asiento de herramienta, teniendo en cuenta el recorrido de la unidad de herramienta.

Si la relación entre la distancia base y la distancia de referencia es pequeña, se puede garantizar un alto grado de precisión a la hora de establecer la distancia base. Se puede lograr la máxima precisión si la dimensión de referencia es casi igual a la distancia base, es decir, sólo ligeramente menor.

5 De acuerdo con otra conformación, al menos uno de los dos palpadores de medición puede ser desviado a una zona de proporcionalidad, en donde el dispositivo de control está configurado para detectar la desviación del al menos un palpador de medición.

10 Para ello, el al menos un palpador de medición puede estar equipado con un registrador de recorridos para detectar la desviación. Los registradores de recorridos pueden, por ejemplo, estar diseñados como registradores de recorridos inductivos, capacitivos o como transmisores de potenciómetro. Se pueden concebir otros principios para detectar la desviación. La desviación también puede detectarse por medio de calibres extensiométricos, por ejemplo. También se podrían utilizar elementos piezoeléctricos.

15 Los palpadores de medición con capacidad de desviación permiten regularmente una detección de posición muy precisa, al menos en la zona de proporcionalidad.

20 La desviación del al menos un palpador de medición puede tenerse en cuenta al determinar la distancia real. De esta manera se pueden detectar y compensar, por ejemplo, las influencias absolutas de la máquina durante la traslación de la unidad de herramienta para palpar la herramienta. Conociendo la desviación del al menos un palpador de medición, se puede corregir el recorrido de la unidad de herramienta.

25 Según un perfeccionamiento de la invención la pieza de trabajo puede alojarse en un husillo de pieza de trabajo, que puede accionarse selectivamente en rotación alrededor de un eje de husillo de pieza de trabajo, en donde el eje de husillo de pieza de trabajo está dispuesto preferiblemente perpendicularmente al eje de aproximación, y en donde el husillo de herramienta presenta preferiblemente un eje de husillo de herramienta, que está dispuesto en paralelo al eje de husillo de pieza de trabajo.

30 Un husillo para piezas de trabajo conformado de esta manera también puede ser llamado eje C. Un eje C controlable puede permitir una medición específica de las distancias reales en diferentes puntos a lo largo del perímetro de la pieza de trabajo.

35 Si se utiliza al menos un palpador de medición con capacidad de desviación, se puede ampliar el campo zona de aplicación del dispositivo de medición. En particular, en combinación con el eje de la pieza de trabajo, es decir el eje C, que puede accionarse selectivamente alrededor de su eje de la pieza de trabajo, es posible detectar, por ejemplo, la falta de redondez de la pieza de trabajo. De esta manera, las tolerancias de forma también pueden ser comprobadas.

40 Según un perfeccionamiento, la unidad de herramienta puede trasladarse paralelamente al eje del husillo de trabajo en relación con la pieza de trabajo.

De esta manera, las distancias reales pueden establecerse en un gran número de diferentes posiciones axiales de la pieza de trabajo alojada.

45 De acuerdo con otro aspecto, el dispositivo de control está configurado para trasladar la unidad de herramienta selectivamente a lo largo del eje de aproximación durante un movimiento acoplado, así como para accionar el husillo de la pieza de trabajo selectivamente alrededor del eje del husillo de trabajo.

50 Un movimiento acoplado de este tipo permite la detección de geometrías excéntricas, por ejemplo de los gorriones elevadores o las superficies de la leva de un árbol de levas, o bien otras faltas de redondez.

55 Es concebible medir las distancias reales respectivas palpando ambos lados con ambos palpadores de medición a lo largo de determinadas posiciones de la pieza de trabajo excéntrica giratoria. Adicional o alternativamente a esto, las inexactitudes de superficie que vayan más allá también pueden ser detectadas por ejemplo con un palpador de medición con capacidad de desviación, si la unidad de herramienta se mueve de tal manera que el palpador de medición entra en contacto con la pieza de trabajo, por lo menos por secciones, durante su rotación.

Según otro aspecto, el dispositivo de control está configurado para trasladar la unidad de herramienta además selectivamente y en paralelo al eje del husillo de la pieza de trabajo durante un movimiento acoplado.

60 Así, además de las tolerancias de redondez, que se limitan por ejemplo a una posición axial de la pieza de trabajo, también se pueden determinar por ejemplo las desviaciones de forma cilíndrica. Para ello, la unidad de herramienta con el dispositivo de medición puede trasladarse axialmente a lo largo de la pieza de trabajo durante la medición. La palpación puede realizarse, por ejemplo, a lo largo de una trayectoria en espiral sobre la pieza.

65 La unidad de herramienta puede, por ejemplo, comprender una mesa en cruz o estar alojada en una mesa en cruz,

5 que proporcione unas guías para el eje de aproximación y el movimiento con relación (por ejemplo, en paralelo) al eje del husillo de la pieza de trabajo. Sin embargo, se entiende que la unidad de herramienta también puede estar conformada o guiada de manera diferente. Por ejemplo, se podría prescindir básicamente de una mesa en cruz con dos guías. Por ejemplo, la unidad de herramienta podría alojarse en una guía para el eje de aproximación. También se puede lograr un movimiento de la unidad de herramienta paralelo al eje del husillo de la pieza de trabajo, moviendo básicamente la pieza de trabajo alojada con respecto a la unidad de herramienta. Otras conformaciones son concebibles.

10 Según otro aspecto de la invención, el dispositivo de control está configurado para trasladar la unidad de herramienta con el dispositivo de medición de forma selectiva en un recorrido rápido o un recorrido de palpación.

15 De esta manera se puede mantener un óptimo entre el ahorro de tiempo, al aumentar la velocidad de traslación, y la seguridad operacional. La unidad de herramienta puede detenerse abruptamente en un recorrido de palpación, por ejemplo en un recorrido de de arrastre. Esto puede hacerse incluso si el cabezal de medición señala que al menos uno de las dos palpadores de medición está palpando la pieza de trabajo con una determinada fuerza de palpación. Los movimientos de aproximación, que no implican colisiones, pueden realizarse por el contrario con grandes aceleraciones o velocidades

20 De acuerdo con otra conformación, el dispositivo de control está configurado para impulsar y desplazar selectivamente la unidad de herramienta y la herramienta en una operación de mecanizado posterior en base a la distancia real de la pieza de trabajo, en particular al diámetro real.

25 De esta manera, por ejemplo, se puede determinar un valor de corrección durante la medición de la pieza de trabajo, que puede utilizarse como base para un mecanizado posterior. De esta manera, la pieza de trabajo puede ser llevada por ejemplo con seguridad a las dimensiones finales requeridas, pieza por pieza, por medio de la medición y corrección mutuas. Sobre la base del valor de corrección, el dispositivo de control puede aproximar la unidad de herramienta de manera selectiva y accionar la herramienta de manera definida.

30 Según otro aspecto, el dispositivo de control está acoplado a un transmisor de posiciones de la unidad de herramienta, en el que se puede detectar la posición real de la unidad de herramienta.

35 El transmisor de posiciones puede, por ejemplo, acoplarse con una medida materializada incremental o absoluta, que permita una detección altamente precisa de la posición real de la unidad de herramienta sobre el eje de aproximación. La comparación de las diferentes posiciones reales de la unidad de herramienta permite una determinación muy precisa del recorrido.

La tarea de la invención se resuelve además mediante un procedimiento para medir una pieza de trabajo, en particular el diámetro de la misma, en una máquina herramienta, en particular una rectificadora, con los siguientes pasos

- 40
- puesta a disposición de un dispositivo de medición que se pueda trasladar a lo largo de un eje de aproximación con relación a una pieza de trabajo, en donde el dispositivo de medición está alojado preferiblemente en una unidad de herramienta, y en donde el dispositivo de medición tiene dos palpadores de medición,
 - ajuste de una distancia base entre los dos palpadores de medición, que se elige mayor que una dimensión de referencia conocida de una geometría de referencia y define un zona de medición,

45

 - registro de la geometría de referencia en la máquina herramienta,
 - inserción de la dimensión de referencia en el zona de medición,
 - traslación del dispositivo de medición con relación a la geometría de referencia y palpación mutua de la dimensión de referencia con los palpadores de medición, detectando así las posiciones reales del dispositivo de medición y detectando con ello el recorrido del dispositivo de medición, y

50

 - establecimiento de la distancia base, teniendo en cuenta la dimensión de referencia y las posiciones reales del dispositivo de medición durante la palpación.

Aquí también se entiende que el paso de la inserción puede realizarse mediante un movimiento relativo entre la dimensión de referencia de la geometría de referencia y el dispositivo de medición.

55 Este procedimiento puede utilizarse para calibrar o contrastar fácilmente el dispositivo de medición. Según esto, el dispositivo de medición con los dos palpadores de medición es adecuado para medir un gran número de geometrías de piezas de trabajo, siempre que éstas puedan implantarse en la zona de medición.

El procedimiento según la invención comprende además los siguientes pasos:

- alojamiento de una pieza de trabajo en la máquina herramienta, inserción de una geometría de medición de la pieza de trabajo en la zona de medición,
- palpación recíproca de la geometría de medición de la pieza con los palpadores de medición, detectando así el recorrido del dispositivo de medición, en donde la palpación recíproca comprende inicialmente una palpación de la pieza de trabajo con un primer palpador de medición de los dos palpadores de medición, que se desplaza a lo largo del eje de aproximación mediante un movimiento de la unidad de herramienta en la que está alojado el dispositivo de medición, hasta que pueda realizarse una medición, y a continuación una palpación de una cara opuesta de la pieza de trabajo con el segundo palpador de medición, por medio de que se traslada la unidad de herramienta de forma correspondiente a lo largo del eje de aproximación, y
- establecimiento de una distancia real de la geometría de medición, teniendo en cuenta la distancia base y el recorrido del dispositivo de medición durante la palpación.

Después de que el dispositivo de medición ha sido calibrado una vez en base a una dimensión de referencia conocida, el procedimiento de medición puede ser usado para una pluralidad de procesos de medición. Por ejemplo, la medición puede integrarse en un proceso de producción que incluya, por ejemplo, un mecanizado en bruto, un mecanizado en fino y un mecanizado de acabado en el caso de una pieza de trabajo que haya sido sujeta una vez.

Se entiende que las posiciones reales del dispositivo de medición, que pueden utilizarse para determinar el recorrido del dispositivo de medición, pueden entenderse por ejemplo como posiciones absolutas o relativas con respecto a una medida materializada. Al determinar la distancia real, el recorrido del procedimiento de medición puede determinarse de manera relativa o absoluta.

El procedimiento puede llevarse a cabo en particular con una máquina herramienta de acuerdo con uno de los aspectos mencionados anteriormente. Se entiende que el procedimiento también puede perfeccionarse de acuerdo con uno o más aspectos de la antes mencionada máquina herramienta.

La tarea de la invención se resuelve además mediante un programa de control de la máquina, que comprende un código de programa que está configurado para hacer que un dispositivo de control de una máquina herramienta conforme a la presente exposición ejecute los pasos del procedimiento según uno de los aspectos antes mencionados, cuando el programa de control de la máquina se ejecute en el dispositivo de control.

Otras características y ventajas de la invención resultan de la siguiente descripción de varios ejemplos de realización preferidos, haciendo referencia a los dibujos. Aquí muestran:

la Fig. 1 una vista en planta de una máquina herramienta según la invención;

la Fig. 2 una vista en perspectiva de una máquina herramienta según la invención apoyándose en la Fig. 1;

las Figs. 3a, 3b unas vistas laterales de un dispositivo de medición para su uso con la máquina herramienta, conforme a la Fig. 2, en una posición de desconexión y una posición de medición;

la Fig. 4 una vista esquemática simplificada de un cabezal de medición y de una pieza de trabajo;

las Figs. 5a, 5b diferentes posiciones del cabezal de medición según la Fig. 4 durante la palpación de una pieza de trabajo;

las Figs. 6a, 6b diferentes posiciones del cabezal de medición según la Fig. 4 durante la palpación de una pieza de trabajo, con una activación modificada en comparación a las Figs. 5a, 5b;

la Fig. 7 una vista del cabezal de medición según la Fig. 4 durante la detección de tolerancias de forma de una pieza de trabajo;

la Fig. 8 una vista del cabezal de medición según la Fig. 4, durante la palpación de una pieza de trabajo que gira de forma excéntrica; y

la Fig. 9 unos diagramas de flujo esquemáticos de un procedimiento para calibrar un dispositivo de medición y de un procedimiento para medir una pieza de trabajo.

En la Fig. 1 se muestra una máquina herramienta según la invención y se ha marcado en conjunto con 10.

La máquina herramienta 10 está configurada de forma visible como una rectificadora. La máquina herramienta 10 tiene una mesa de máquina 12, que puede estar configurada por ejemplo como parte de un bastidor. En la mesa de la máquina 12 se aloja y se guía un asiento de pieza de trabajo 14. El asiento de pieza de trabajo 14 tiene un cabezal portafresa de pieza de trabajo que está equipado con un husillo de pieza de trabajo 16. Un contrapunto 18 está

asociado al husillo de la pieza de trabajo 16. Una pieza de trabajo puede alojarse entre el husillo de la pieza de trabajo 16 y el contrapunto 18 (no se muestra en la Fig. 1).

5 El husillo de la pieza de trabajo 16 tiene un eje del husillo de la pieza de trabajo 20, alrededor del cual la pieza de trabajo puede accionarse dado el caso en rotación, ver también una flecha marcada con el número 24. El eje del husillo de la pieza de trabajo 20 también puede denominarse por ejemplo eje C. Un eje C puede permitir una rotación controlada y específica de una pieza de trabajo alojada en el asiento de pieza de trabajo 14. Una flecha marcada con el número 22 indica un posible movimiento de traslación a lo largo de un llamado eje Z, véase también la Fig. 2. Un movimiento relativo entre la pieza de trabajo y una herramienta de mecanizado puede tener lugar a lo largo del eje Z. Para ello, la pieza, la herramienta o ambas pueden trasladarse a lo largo del eje Z. El eje Z es paralelo al eje 20 del husillo de la pieza de trabajo o congruente con el mismo.

15 Una unidad de herramienta 28 está también alojada en la mesa de máquina 12 de la máquina herramienta 10. La unidad de herramienta 28 puede tener una mesa de herramienta 29. La mesa de herramienta 29 puede estar configurada como una mesa en cruz. Otras conformaciones son concebibles. La unidad de herramienta 28 tiene un husillo de herramienta 30, que en el presente ejemplo está diseñado por ejemplo como un cabezal de rectificado. Una herramienta 32, en este caso por ejemplo una muela abrasiva, está alojada en el husillo de herramienta 30. La herramienta 32 puede hacerse rotar mediante el husillo de herramienta 30 alrededor de un eje de husillo de herramienta 34, véase una flecha marcada con 36. En la Fig. 1 la herramienta 32 sólo es visible por secciones. La unidad de herramienta 28 también tiene una caperuza 38, que cubre una gran parte de la herramienta 32.

25 En particular, si la unidad de herramienta 28 tiene una mesa de herramienta 29 en forma de mesa en cruz, el husillo de herramienta 30 puede trasladarse a lo largo de una flecha marcada con 40 con relación al asiento de pieza de trabajos 14. La flecha 40 también puede asociarse al eje Z, véase la Fig. 2. En particular, si el asiento de pieza de trabajos 14 no está previsto para el movimiento longitudinal a lo largo de la flecha 22 al mecanizar la pieza de trabajo, el movimiento relativo entre la pieza de trabajo y la herramienta 32 puede realizarse mediante una traslación del husillo de herramienta 30 con la herramienta 32 alojada en el mismo a lo largo de la flecha 40.

30 Una flecha marcada con 42 describe una dirección de aproximación, que puede asociarse a un eje X, véase de nuevo la Fig. 2. A lo largo del eje X, la herramienta 32 puede aproximarse a la pieza de trabajo para engranar con ella. El eje X también puede llamarse eje de aproximación, véase el eje de aproximación 70 en la Fig. 2. El movimiento a lo largo del eje X o del eje de aproximación 70 puede guiarse, por ejemplo, mediante unos medios de guiado adecuados de la mesa de herramienta 29 y/o la mesa de la máquina 12.

35 Como ejemplo, en la Fig. 1 la unidad de herramienta 28 también tiene un eje B 44. En la representación conforme a la Fig. 1, el eje B 44 discurre perpendicular al plano de visión. El eje B 44 permite un pivotamiento del husillo de herramienta 28, véase una flecha de pivotamiento marcada con 46. El eje B 44 puede permitir que en la unidad de herramienta 28 se prevean varios husillos de herramienta 30 con herramientas 32. Si es necesario, los mismos se pueden transferir a una posición de mecanizado mediante el pivotamiento del eje B 44. De esta manera se puede hacer posible un mecanizado flexible, por ejemplo con herramientas 32 con diferentes materiales para medios de rectificado. De esta manera, por ejemplo, diferentes muelas abrasivas para un mecanizado en bruto, mecanizado en fino o de acabado pueden engranarse con la pieza de trabajo sin ningún esfuerzo especial de equipado. La asociación del eje B 44 al eje Z, véanse las flechas 22 y 40, o al eje X, véase la flecha 42, también puede estar conformada básicamente de manera diferente a la de la Fig. 1. Por ejemplo, el eje B 44 podría disponerse alternativamente en paralelo al eje 20 del eje del husillo de la pieza de trabajo o al eje 34 del husillo de la herramienta. En una configuración de este tipo, otra herramienta podría estar alojada en un saliente, que está alojado en el husillo de herramienta 30 y puede pivotar en dirección a la pieza de trabajo para girar hacia dentro la otra herramienta alrededor del eje 34 del husillo de la herramienta (no se muestra en la Fig. 1).

50 Se entiende que la máquina herramienta 10 también puede ejecutarse sin el eje B 44, especialmente cuando sólo está previsto un husillo de herramienta 30.

55 Un dispositivo de medición 48 está alojado en el husillo de la herramienta 30, véase también la Fig. 2. El dispositivo de medición 48 tiene un cabezal de medición 50. Una flecha marcada con 52 indica que el dispositivo de medición 48 con el cabezal de medición 50 está alojado de forma que puede pivotar en el husillo de la herramienta 30.

60 La máquina herramienta 10 también tiene un dispositivo de control 56, que puede estar configurado en particular para activar el asiento de pieza de trabajo 14 con el husillo de la pieza de trabajo 16, la unidad de herramienta 28 con el husillo de herramienta 30, la herramienta 32 y, dado el caso, el eje B 44 o el eje del husillo de la pieza de trabajo 20, específicamente para su accionamiento o traslación. Los movimientos pueden tener lugar a este respecto aproximadamente a lo largo del eje X o del eje Z. Además de esto, la unidad de control 56 puede estar conformada para recibir parámetros de funcionamiento, como los parámetros de posición, de los componentes de la máquina herramienta 10. El dispositivo de control 56 puede tener, por ejemplo, una unidad de detección, una unidad de evaluación y una unidad de control.

65

La Fig. 2 muestra un sistema de coordenadas 58 para ilustrar los ejes X, Y, Z de la máquina herramienta 10. Se entiende que los ejes y direcciones mencionados son sólo para fines ilustrativos y no para restringir el objeto de la exposición. También se entiende que los movimientos mutuos de los componentes de la máquina herramienta 10 pueden realizarse, básicamente, unos con relación a los otros. Esto significa que si, por ejemplo, un primer elemento debe trasladarse en relación con un segundo elemento, o bien el primer elemento o bien el segundo elemento puede realizar el movimiento. También es concebible que ambos elementos se muevan juntos.

En la Fig. 2, un dispositivo de sujeción de la pieza 60 está alojado en el husillo de herramienta 16 del asiento de la pieza de trabajo 14, que puede estar configurado por ejemplo como un mandril de sujeción. Por motivos de ilustración, los diversos componentes de la máquina herramienta 10 no se han representado en la Fig. 2. No se muestra como ejemplo el contrapunto 18. No hace falta decir que, precisamente con piezas de trabajo cortas, un alojamiento unilateral en el dispositivo de sujeción de pieza de trabajo 60 puede ser suficiente. Frente a esto, las piezas de trabajo especialmente largas y/o de paredes finas pueden por ejemplo ser soportadas, por ejemplo, además de por el husillo de pieza de trabajo 16 y el contrapunto 18, véase la figura 1, mediante al menos una luneta intermedia (no se muestra).

El dispositivo de medición 48 tiene una mímica de giro hacia dentro, que puede estar configurada por ejemplo como un mecanismo de engranaje de acoplamiento 64. El dispositivo de medición 48 está alojado en el husillo de la herramienta 30 y puede trasladarse junto con él a lo largo del eje de aproximación 70. El eje de aproximación 70 puede corresponder al eje X o estar dispuesto en paralelo al mismo. La flecha 42 indica el correspondiente movimiento de ida y vuelta.

En la Fig. 2 el dispositivo de medición 48 está en la posición de medición. En la posición de medición el cabezal de medición 50, que tiene un primer palpador de medición 66 y un segundo palpador de medición 68, se ha trasladado o pivotado a la zona del eje 20 del husillo de la pieza de trabajo.

En las figuras 3a y 3b se explica una estructura a modo de ejemplo del dispositivo de medición 48. El dispositivo de medición 48 tiene un mecanismo de pivotamiento, que está incorporado en el mecanismo de engranaje de acoplamiento 64. El mecanismo de engranaje de acoplamiento 64 está ejecutado aquí como un balancín doble. Se pueden concebir otros mecanismos para realizar la funcionalidad de giro hacia dentro del dispositivo de medición 48.

El mecanismo de engranaje de acoplamiento 64 tiene dos elementos de acoplamiento 72a, 72b, que están configurados aproximadamente como balancines. Los balancines 72a, 72b están alojados de forma giratoria en el husillo de la herramienta 30, véase también la Fig. 2. Los balancines 72a, 72b están conectados respectivamente a los elementos de acoplamiento 74a, 74b, que están conformados aproximadamente como acopladores. Con las relaciones de longitud ilustradas en las figuras 3a y 3b puede resultar un guiado paralelo tanto para los balancines 72a, 72b como para los acopladores 74a, 74b al pivotar, véase la flecha 52, uno con respecto al otro. Otras relaciones de longitud son sin más concebibles.

Los acopladores 74a, 74b están conectados en su zona frontal a un saliente 76. El saliente 76 está conectado al acoplador 74a, por ejemplo a través de una articulación giratoria. El acoplador 74b está conectado al saliente 76, por ejemplo a través de una ranura longitudinal.

El mecanismo de engranaje de acoplamiento 64 puede estar conformado, por ejemplo, para cumplir con ciertas condiciones de espacio constructivo permitidas. En particular, en contraste con un brazo basculante puro, pueden obtenerse unas ventajas de espacio constructivo. Sin embargo, se entiende que el pivotamiento del dispositivo de medición 48 también puede efectuarse de otra manera.

Un cilindro de ajuste está acoplado al balancín 72b. Cuando el cilindro de ajuste se extiende, el mecanismo de engranaje de acoplamiento 64 puede pivotar. Se pueden concebir otros medios de accionamiento para el pivotamiento.

La ilustración mostrada en la Fig. 3b puede corresponder aproximadamente a la posición de medición según la Fig. 2. Por el contrario, la Fig. 3a ilustra aproximadamente una posición de desconexión del dispositivo de medición 48. En la posición de medición según la Fig. 3b, el cabezal de medición 50 con el primer palpador de medición 66 y el segundo palpador de medición 68 puede rodear una pieza de trabajo aproximadamente de tal manera, que sea posible una palpación mutua. Los palpadores de medición 66, 68 definen una zona de medición 78, que determina aproximadamente el tamaño máximo de una pieza de trabajo a medir o de una sección a medir de la pieza de trabajo.

La Fig. 4 muestra a modo de ejemplo cómo el cabezal de medición 50 del dispositivo de medición 48 puede ser calibrado con los palpadores de medición 66, 68 antes de la medición. Para ello se ha implantado en la zona de medición 78 una geometría de referencia 82 conocida, por ejemplo de una pieza de trabajo de referencia. La pieza de trabajo de referencia con la geometría de referencia 82 puede alojarse por ejemplo en el asiento de la pieza de trabajo 14 de la máquina herramienta 10. La inserción en la zona de medición 78 puede realizarse, por ejemplo, mediante el pivotamiento del dispositivo de medición 48.

La geometría de referencia 82 de la pieza de trabajo referencia tiene una dimensión de referencia conocida 84. Para

calibrar o contrastar el cabezal de medición 50, la dimensión de referencia 84 o la geometría de referencia 82 se palpa alternativamente, lateralmente, con el primer palpador de medición 66 o el segundo palpador de medición 68. Los movimientos asociados del husillo de herramienta 30, véase la Fig. 2, se indican con las flechas 42a, 42b. Por ejemplo, el cabezal de medición 50 está conectado a un transmisor de posiciones 92 y a una medida materializada 90, a través de la mímica de giro hacia dentro 64 y del husillo de herramienta 30, la cual describe aproximadamente una posición real de la unidad de herramienta 28 a lo largo del eje de aproximación 70.

De esta manera, las posiciones reales correspondientes pueden detectarse durante la palpación respectiva de la geometría de referencia 82 con el primer palpador de medición 66 y el segundo palpador de medición 68. La distancia entre estas posiciones reales y la dimensión de referencia conocida 84 pueden utilizarse fácilmente para determinar una distancia base 86. La distancia base 86 puede utilizarse como base para todas las mediciones posteriores en las piezas de trabajo. Los datos de posición registrados por el transmisor de posiciones 92 pueden alimentarse por ejemplo a la unidad de control 56 para su evaluación. La detección de la posición también puede realizarse de otra manera. El transmisor de posiciones 92 puede estar conformado por ejemplo como un transmisor incremental o absoluto. Además de esto, se pueden utilizar principios de medición ópticos, inductivos, capacitivos o magnéticos.

En la Fig. 4, una flecha marcada con el 88 indica además que por ejemplo el segundo palpador de medición 68 puede estar conformado para desviarse en una cierta magnitud. Tal desviación del palpador de medición 68 también puede ser detectada y alimentada a la unidad de control 56. El primer palpador de medición 66 puede estar conformado de la misma manera. Al palpar la geometría de referencia 82 durante el proceso de calibración, el primer palpador de medición 66 y el segundo palpador de medición 68 pueden calibrarse por ejemplo en su posición neutral, es decir, sin una desviación significativa. Para ello, la posición real del husillo de herramienta 30 puede variarse a lo largo del eje de aproximación 70, hasta que la señal de posición emitida respectivamente por los palpadores de medición 66, 68 es aproximadamente cero. En tal posición neutral, los llamados circuitos de medición del primer y segundo palpador de medición 66, 68 pueden por ejemplo ponerse a cero.

En mediciones posteriores, además de las posiciones reales del husillo de herramienta 30 a lo largo del eje de aproximación 70, se puede tener en cuenta la desviación del primer palpador de medición 66 o del segundo palpador de medición 68 durante la palpación, para poder establecer distancias exactas.

Las figuras 5a y 5b muestran a modo de ejemplo cómo determinar el diámetro de una pieza de trabajo 96. En la Fig. 5a, el primer palpador de medición 66 del cabezal de medición 50 hace contacto con la pieza de trabajo 96. Una traslación a continuación del husillo de herramienta 30 y, por tanto, también del cabezal de medición 50 hace que el segundo palpador de medición 68 del lado opuesto llegue a hacer contacto con la pieza de trabajo 96. El recorrido del husillo de herramienta 30 está ilustrado mediante una flecha marcada con el número 98. Conociendo la distancia base 86, véase la Fig. 4, y el recorrido 98, se puede determinar fácilmente una distancia real 100, en particular un diámetro real, de la pieza de trabajo 96.

La desviación del palpador de medición de medición 68 o del palpador de medición de medición 66 indicada mediante la flecha 88 en la Fig. 4 puede dar lugar, por ejemplo, a valores de corrección que pueden tenerse en cuenta al determinar la distancia real 100.

Alternativamente, cuando se palpa respectivamente con el primer o segundo palpador de medición 66, 68, el husillo de herramienta 30 puede trasladarse hasta que la señal emitida por los palpadores de medición 66, 68 corresponda por ejemplo a una posición neutra, es decir, a una desviación cero o casi cero.

Para el establecimiento de la distancia real 100, los factores de influencia del lado de la máquina, como la trayectoria térmica de la máquina herramienta 10, sólo pueden afectar básicamente al resultado de la medición durante el recorrido corto 98. La "sobredimensión", que corresponde aproximadamente a la diferencia entre la distancia de base 86 y la distancia de referencia 84, permite medir un gran número de piezas de trabajo diferentes 96 con dimensiones distintas.

En las Figs. 6a y 6b se explica un proceso de medición similar básicamente al de las Figs. 5a y 5b. Sin embargo, la palpación de la pieza de trabajo 96 se realiza a diferentes velocidades de avance. De este modo, por ejemplo, puede ser ventajoso alimentar primero el palpador de medición 66 en un recorrido rápido o en un recorrido rápido a una posición previa, en la que todavía no entre en contacto con la pieza de trabajo 96. Para evitar daños en el cabezal de medición 50 o en la pieza de trabajo 96, la aproximación posterior puede realizarse en un ciclo de palpación, partiendo de la posición previa, hasta que el palpador de medición 66' entre en contacto con la pieza de trabajo 96.

De la misma manera, la palpación del palpador de medición 68 puede realizarse por medio de que el mismo se alimente primero a una posición previa en un recorrido rápido. A partir de la posición previa, el avance posterior se puede hacer en un recorrido lento, véase una flecha marcada con 102a. El palpador de medición 88' ha palpado la pieza de trabajo 96.

Partiendo del recorrido 98 y de la distancia base conocida 86, se puede determinar la distancia real de la pieza de

trabajo 96.

La figura 7 ilustra que el cabezal de medición permite 50 posibilidades de aplicación adicionales. La pieza de trabajo 96 a comprobar en la Fig. 7 tiene una desviación de forma indicada con el número 104. A este respecto puede tratarse por ejemplo de una desviación de la redondez o de una desviación de la forma cilíndrica, véanse los símbolos de tolerancia indicados a modo de ejemplo con 106a, 106b. El palpador de medición 66 puede ser desviado y por lo tanto puede detectar la desviación de forma 104 de forma continua o intermitente, mientras la pieza de trabajo 96 gira alrededor del eje del husillo de la pieza de trabajo 20. En este contexto, tal vez sea preferible que el palpador de medición 66 tenga un amplio rango de proporcionalidad, para que puedan detectar también grandes desviaciones.

Las tolerancias de la forma cilíndrica pueden detectarse, por ejemplo, si el husillo de herramienta 30, en el que está alojado el dispositivo de medición 48, se desplaza a lo largo del eje Z en paralelo al eje del husillo de la pieza de trabajo 20 durante la rotación de la pieza de trabajo 96. Por ejemplo, una superficie cilíndrica puede palparse a lo largo de una trayectoria en espiral. De esta manera, la pieza de trabajo 96 puede ser "escaneada".

En la Fig. 8, la pieza de trabajo 96 está conformada de manera que una sección excéntrica gira alrededor de una sección central 108 alrededor del eje del husillo de la pieza de trabajo 20. Estas piezas de trabajo 96, que están conformadas excéntricamente, al menos por secciones, pueden medirse por ejemplo si el dispositivo de control 56 está conformado para accionar el husillo de herramienta 30 a lo largo del eje X, es decir, del eje de aproximación 70, y al mismo tiempo la pieza de trabajo 96 alrededor del llamado eje C, que en este caso coincide con el eje del husillo de la pieza 20. Por ejemplo, el movimiento acoplado puede seguir los puntos de contacto esperados del primer palpador de medición 66 sobre la pieza de trabajo 96 durante su rotación excéntrica. De esta manera, también se pueden medir básicamente las tolerancias de redondez o de forma cilíndrica. Sin embargo, también es concebible accionar las piezas de trabajo excéntricas 96 sección por sección y detectar medir las distancias reales, por ejemplo el diámetro real, respectivamente con ambos palpadores de medición 66, 68 análogamente a las Figs. 5a, 5b o 6a, 6b.

En la figura 9 se ilustran varios pasos de un procedimiento de medición de piezas de trabajo, que puede realizarse por ejemplo con la máquina herramienta 10.

El procedimiento puede tener un bloque inicial 130, que puede incluir, por ejemplo, una calibración o un contrastado.

En un primer paso 132 se proporciona una dimensión de referencia, por ejemplo de un cuerpo de referencia, y se implanta en una zona de medición. La implantación se puede hacer mediante un pivotamiento de un dispositivo de medición.

En un paso posterior 134 se puede realizar una primera palpación de la dimensión de referencia, por ejemplo con un primer palpador de medición. La primera palpación 134 puede completarse por ejemplo mediante los pasos 136, 138. El paso 136 puede incluir una calibración eléctrica de un circuito de medición del primer palpador de medición. El paso 138 puede incluir una detección de una posición real a lo largo de un eje X o un eje de aproximación.

Esto puede ser seguido por un paso 140, que incluye una segunda palpación mediante un segundo palpador de medición. El paso 140 de la segunda palpación puede incluir los pasos 142, 144, que pueden concluir el paso 140. El paso 142 puede incluir la calibración eléctrica de un circuito de medición del segundo palpador de medición. El paso 144 puede incluir la detección de una segunda posición real a lo largo del eje de aproximación o del eje X.

En un paso posterior 146, se puede determinar una distancia base partiendo de los valores registrados y la dimensión de referencia conocida, que puede servir de base para otras mediciones. Un paso 148 concluye la calibración o el contrastado.

Un bloque designado con el 150 describe a modo de ejemplo cómo medir una pieza de trabajo utilizando la distancia base previamente determinada.

En un primer paso 152, una pieza de trabajo a ser medida se aloja y se inserta en su zona de medición, por ejemplo mediante la pivotación del dispositivo de medición.

En un paso opcional 154, se puede acercar a una posición previa a una velocidad de aproximación. En otro paso 156, se puede acercar a una primera posición de medición, en la que la pieza de trabajo se palpa por primera vez la pieza de trabajo con el primer palpador de medición. La aproximación puede hacerse por ejemplo a una segunda velocidad de aproximación. En un paso adicional 158 se pueden registrar los valores de posición asociados al primer palpador de medición.

En un paso opcional posterior 160, se puede acercar a una segunda posición previa a la primera velocidad de aproximación. Un siguiente paso 162 incluye la aproximación a una segunda posición de medición, en donde el segundo palpador de medición puede entrar en contacto con la pieza de trabajo 96. La aproximación puede hacerse

por ejemplo a una segunda velocidad de aproximación. En otro paso 164 se registran los valores de posición asociados a la segunda palpación.

5 La primera y la segunda palpación son seguidas por un paso 166, en el que se determina una distancia real basada en los datos obtenidos y la distancia base. El procedimiento de medición concluye con un paso 168, que también puede incluir, por ejemplo, un giro hacia fuera del dispositivo de medición.

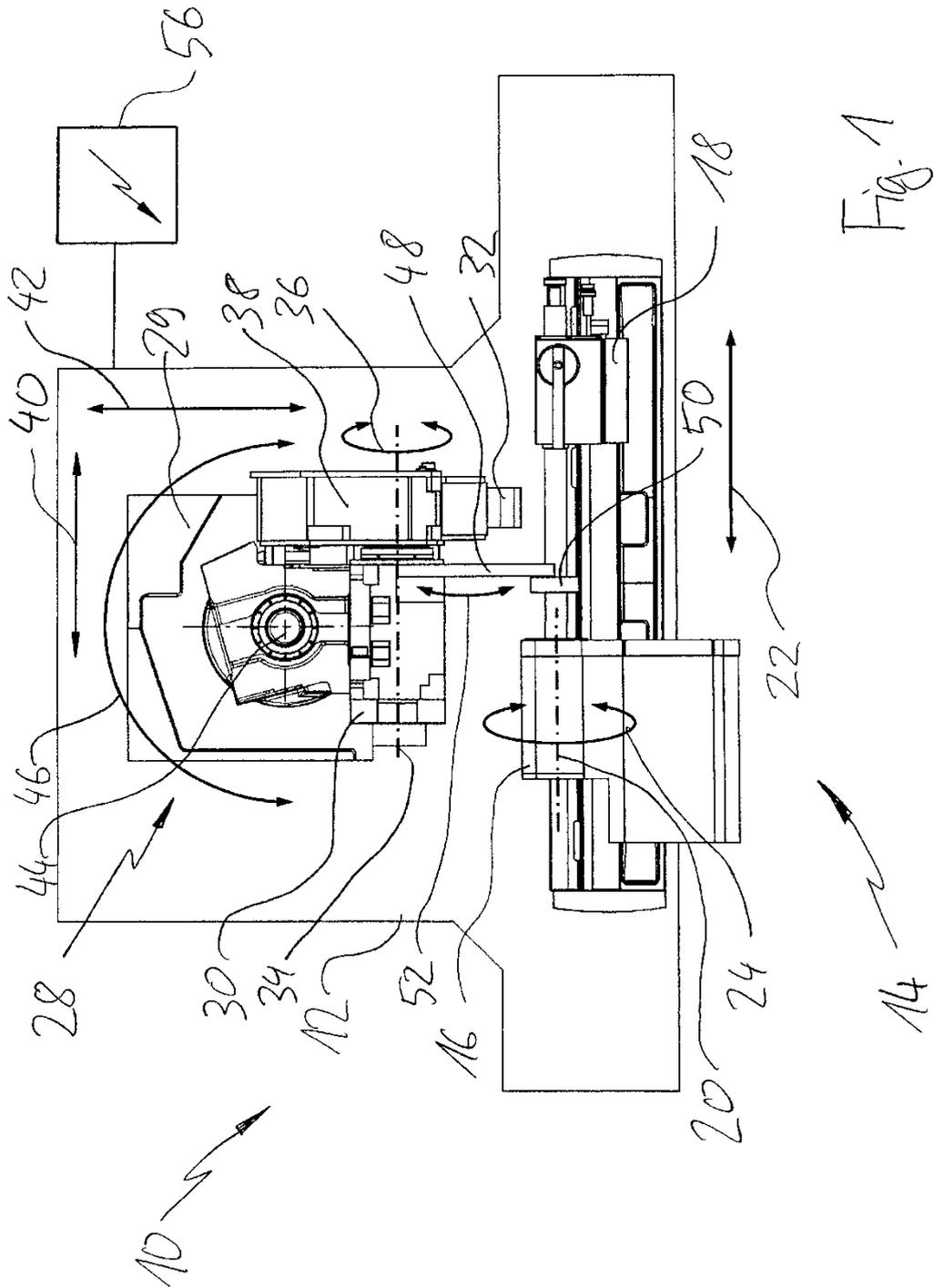
10 Una flecha 170 indica que se pueden realizar varias mediciones después de una sola calibración. A este respecto se pueden determinar varias distancias reales, siempre que se puedan insertar en la zona de medición.

Los pasos del procedimiento descritos pueden ser objeto de un programa de control de la máquina.

REIVINDICACIONES

- 1.- Máquina herramienta, en particular una rectificadora, que comprende lo siguiente:
- un asiento de pieza de trabajos (14) con al menos una sujeción de pieza de trabajos (16, 18) para alojar una pieza de trabajo (96),
 - una unidad de herramienta (28) con un husillo de herramienta (30), en particular con un cabezal de rectificado, para alojar y accionar una herramienta (32), en particular al menos una muela abrasiva, en donde la unidad de herramienta (28) puede trasladarse a lo largo de un eje de aproximación (70) en dirección a la pieza de trabajo (96),
 - un dispositivo de medición (48) que está alojado en la unidad de herramienta (28), en donde el dispositivo de medición (48) tiene dos palpadores de medición (66, 68), y
 - un dispositivo de control (56) que puede acoplarse al dispositivo de medición (48) y a la unidad de herramienta (28), en donde el dispositivo de control (56) está configurado para detectar los valores detectados en las dos palpadores de medición (66, 68), y para detectar una posición real de la unidad de herramienta (28) a lo largo del eje de aproximación (70), en donde
 - los dos palpadores de medición (66, 68) en una configuración de medición tienen una distancia base (86) entre sí que define una zona de medición (78), en donde la distancia base (86) se ha elegido mayor que una dimensión de referencia conocida (84), y en donde
 - el dispositivo de control (56) está configurado para determinar una distancia real (100) de la pieza de trabajo (96), en particular un diámetro real, sobre la base de un recorrido (98) de la unidad de herramienta (28) durante la palpación recíproca de una pieza de trabajo (96) que se inserta en la zona de medición (78) con los dos palpadores de medición (66, 68), teniendo en cuenta la distancia de base (86),
- caracterizada porque la palpación recíproca consiste en palpar primero la pieza de trabajo (96) con un primer palpador de medición (66) de los dos palpadores de medición (66, 68), que se traslada a lo largo del eje de aproximación (70) mediante un movimiento de la unidad de herramienta (28), en la que está alojado el dispositivo de medición (48), hasta que se puede realizar una medición y, a continuación una palpación de una cara opuesta de la pieza de trabajo (96) con el segundo palpador de medición (68), desplazando la unidad de herramienta (28) correspondientemente a lo largo del eje de aproximación (70).
- 2.- Máquina herramienta (10) según la reivindicación 1, en donde el dispositivo de medición (48) presenta un cabezal de medición (50) en el que están alojados los dos palpadores de medición (66, 68), y en donde el cabezal de medición (50) puede pivotar para insertar la pieza de trabajo (96) en la zona de medición (78).
- 3.- Máquina herramienta (10) según la reivindicación 1 ó 2, en donde el dispositivo de medición (48) presenta un mecanismo de engranaje de acoplamiento (64) que permite pivotar entre una posición de medición y una posición de desconexión.
- 4.- Máquina herramienta (10) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la distancia base (86) y la distancia real (100) tienen una relación de aproximadamente como máximo 2:1, preferiblemente como máximo 1,5:1, más preferiblemente como máximo 1,2:1, aún más preferiblemente como máximo 1,1:1.
- 5.- Máquina herramienta (10) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde al menos un palpador de medición (66; 68) de los dos palpadores de medición (66, 68) puede ser desviado a una zona de proporcionalidad, y en donde el dispositivo de control (56) está configurado para detectar la desviación del al menos un palpador de medición (66; 68).
- 6.- Máquina herramienta (10) según una de las reivindicaciones precedentes, en donde la pieza de trabajo (96) puede alojarse en un husillo de la pieza de trabajo (16), que puede accionarse selectivamente en rotación alrededor de un eje del husillo de la pieza de trabajo (20), en donde el eje del husillo de la pieza (20) está dispuesto preferiblemente de forma perpendicular al eje de aproximación (70), y en donde el husillo de herramienta (30) tiene preferiblemente un eje de husillo de la herramienta (34), que está dispuesto de forma paralela al eje del husillo de la pieza (20).
- 7.- Máquina herramienta (10) según la reivindicación 6, en la que la unidad de herramienta (28) puede trasladarse paralelamente al eje del husillo de la pieza de trabajo (20) en relación con la pieza de trabajo (96).
- 8.- Máquina herramienta (10) según la reivindicación 6 ó 7, en donde el dispositivo de control (56) está configurado para trasladar selectivamente la unidad de herramienta (28) a lo largo del eje de aproximación (70) y accionar selectivamente el husillo de la pieza de trabajo (16) alrededor del eje del husillo de la pieza de trabajo (20), durante un movimiento acoplado.
- 9.- Máquina herramienta (10) según una de las reivindicaciones 7 u 8, en donde el medio de control (56) está configurado para trasladar además selectivamente la unidad de herramienta (28) paralelamente al eje del husillo de la pieza de trabajo (20), durante un movimiento acoplado.

- 10.- Máquina herramienta (10) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el dispositivo de control (56) está configurado para trasladar selectivamente la unidad de herramienta (28) con el dispositivo de medición (48), en un recorrido rápido o un recorrido de palpación
- 5 11.- Máquina herramienta (10) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el dispositivo de control (56) está configurado para accionar y desplazar selectivamente la unidad de herramienta (28) y la herramienta (32) en una operación de mecanizado posterior, sobre la base de la distancia real (100) de la pieza de trabajo (96), en particular del diámetro real.
- 10 12.- Máquina herramienta (10) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el dispositivo de control (56) está acoplado a un transmisor de posiciones (92) de la unidad de herramienta (28), en el que se puede detectar la posición real de la unidad de herramienta (28).
- 15 13.- Procedimiento de medición de una pieza de trabajo, en particular del diámetro de una pieza de trabajo en una máquina herramienta (10), en particular en una rectificadora, con los siguientes pasos:
- puesta a disposición de un dispositivo de medición (48), que puede trasladarse con respecto a una pieza de trabajo (96) a lo largo de un eje de aproximación (70), estando el dispositivo de medición (48) alojado en una unidad de herramienta (28), en donde el dispositivo de medición (48) presenta dos palpadores de medición (66, 68),
 - 20 - ajuste de una distancia base (86) entre los dos palpadores de medición (66, 68), que se selecciona mayor que una dimensión de referencia conocida (84) de una geometría de referencia (82) y define una zona de medición (78),
 - registro de la geometría de referencia (82) en la máquina herramienta (10),
 - inserción de la dimensión de referencia (84) en la zona de medición (78),
 - 25 - traslación del dispositivo de medición (48) en relación con la geometría de referencia (82) y palpación recíproca de la dimensión de referencia (84) con los palpadores de medición de medición (66, 68), con lo que se detectan las posiciones reales del dispositivo de medición (48), detectando así el recorrido de desplazamiento (98) del dispositivo de medición (48),
 - establecimiento de la distancia base (86) teniendo en cuenta la dimensión de referencia (84) y las posiciones reales del dispositivo de medición (48) durante la palpación, y
 - 30 - alojamiento de una pieza de trabajo (96) en la máquina herramienta (10), inserción de una geometría de medición de la pieza de trabajo (96) en la zona de medición (78), caracterizada por una
 - palpación recíproca de la geometría de medición de la pieza de trabajo (96) con los palpadores de medición (66, 68), a este respecto detección del recorrido del dispositivo de medición (48), en donde la palpación recíproca implica inicialmente una palpación de la pieza de trabajo (96) con un primer palpador de medición (66) de los dos palpadores de medición (66, 68), que se traslada mediante un movimiento de la unidad de herramienta (28), en la que se aloja el dispositivo de medición (48), a lo largo del eje de aproximación (70), hasta que se puede realizar una medición y, a continuación, una palpación de una cara opuesta de la pieza de trabajo (96) con el segundo palpador de medición (68), desplazando la unidad de herramienta (28) de
 - 35 forma correspondiente a lo largo del eje de aproximación (70), y
 - 40 - establecimiento de una distancia real (100) de la geometría de medición, teniendo en cuenta la distancia base (86) y el recorrido del dispositivo de medición (48) durante la palpación.
- 45 14.- Programa de control de la máquina que presenta un código de programa, que está configurado para autorizar que un dispositivo de control (56) de una máquina herramienta (10) según una de las reivindicaciones 1 a 12 ejecute los pasos del procedimiento según la reivindicación 13, cuando el programa de control de la máquina se ejecuta en el dispositivo de control (56).



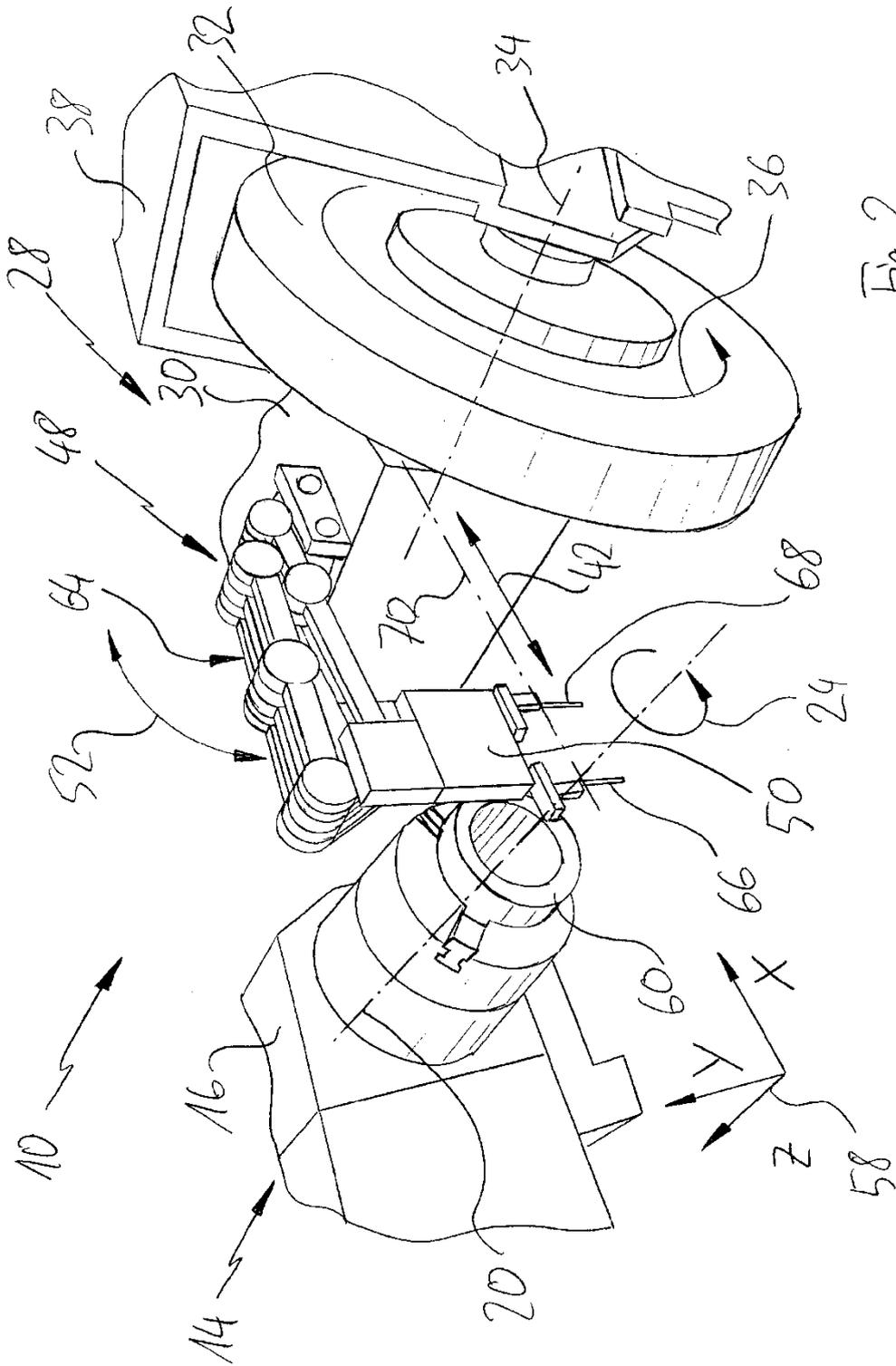


Fig. 2

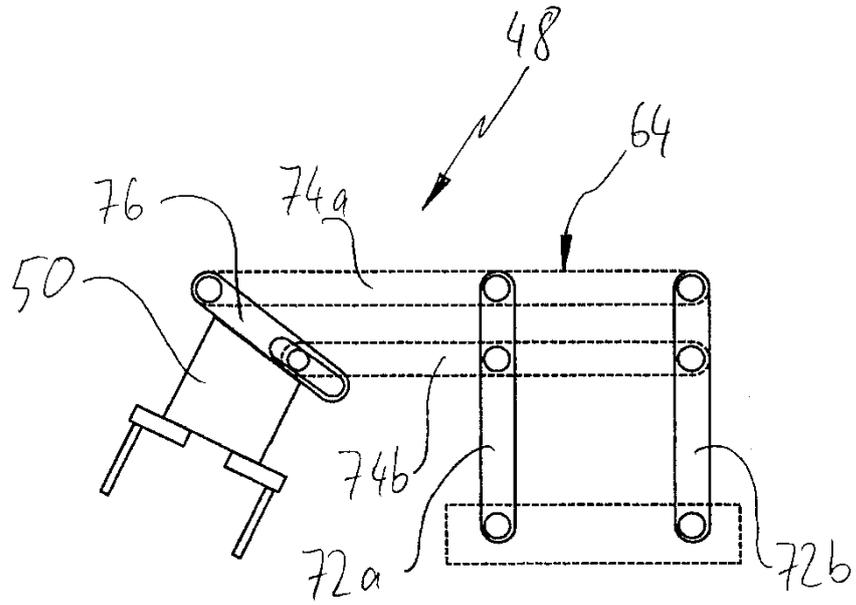


Fig. 3a

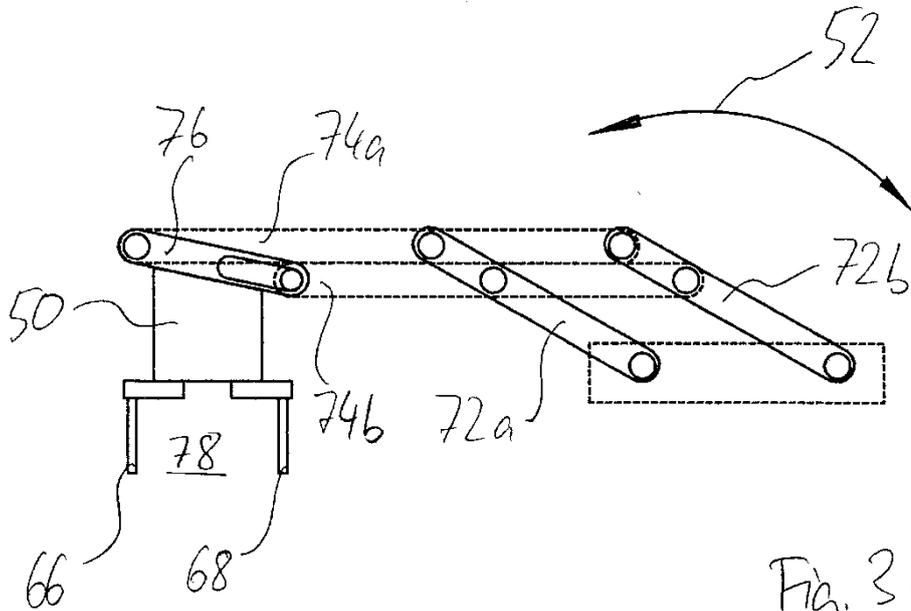
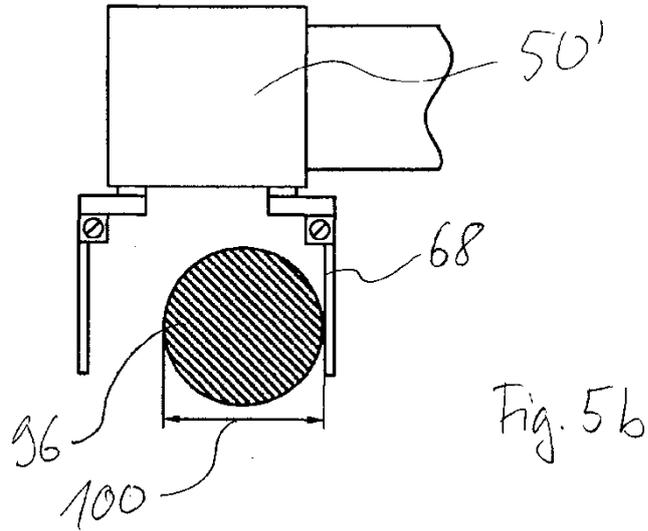
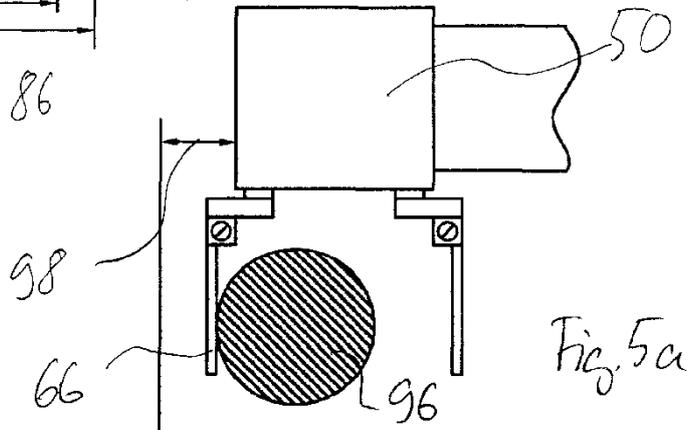
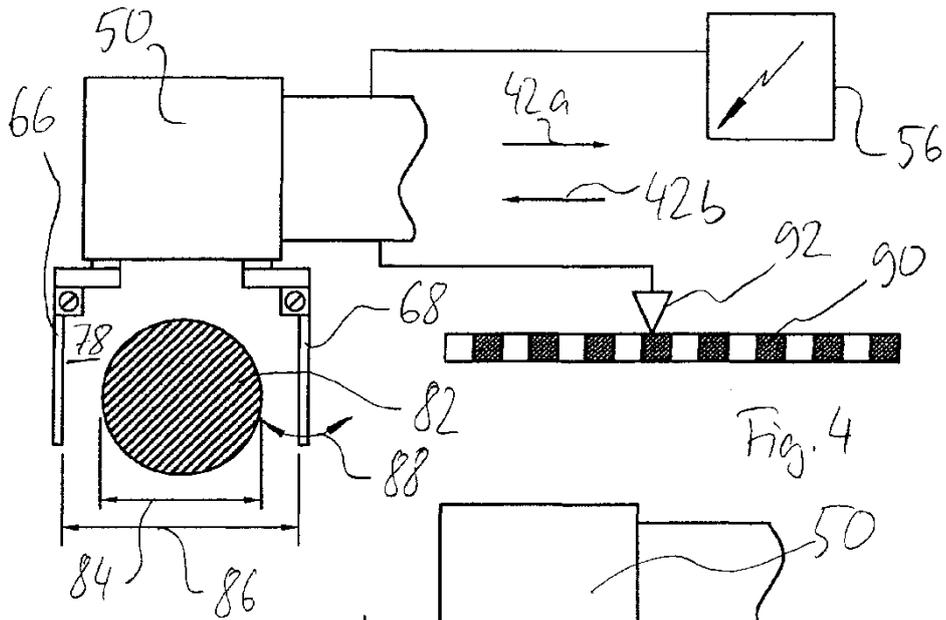
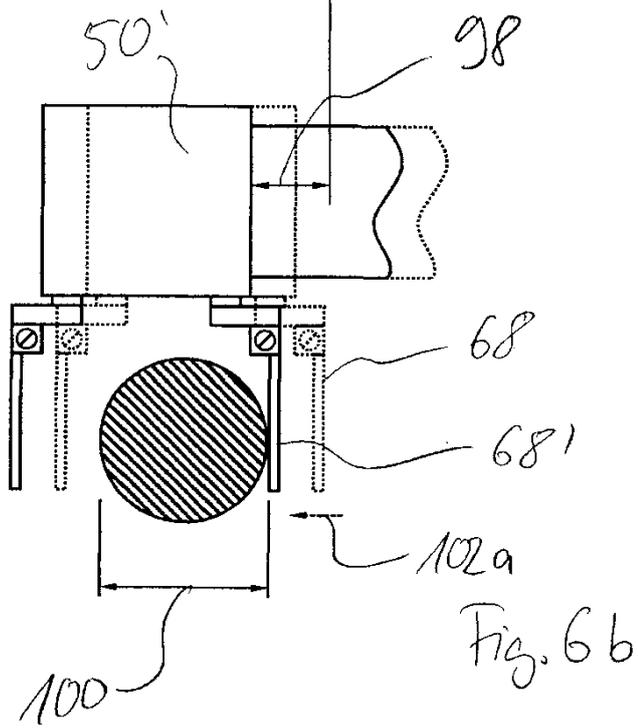
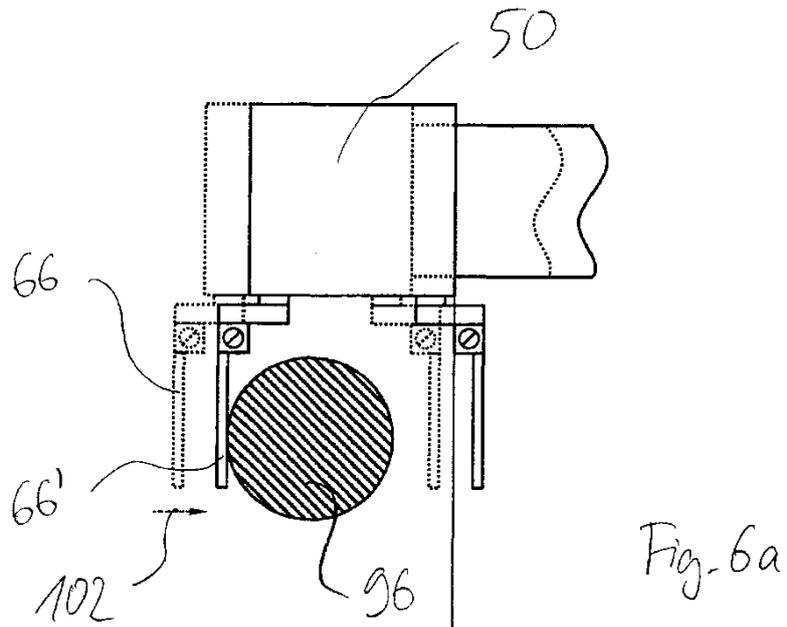
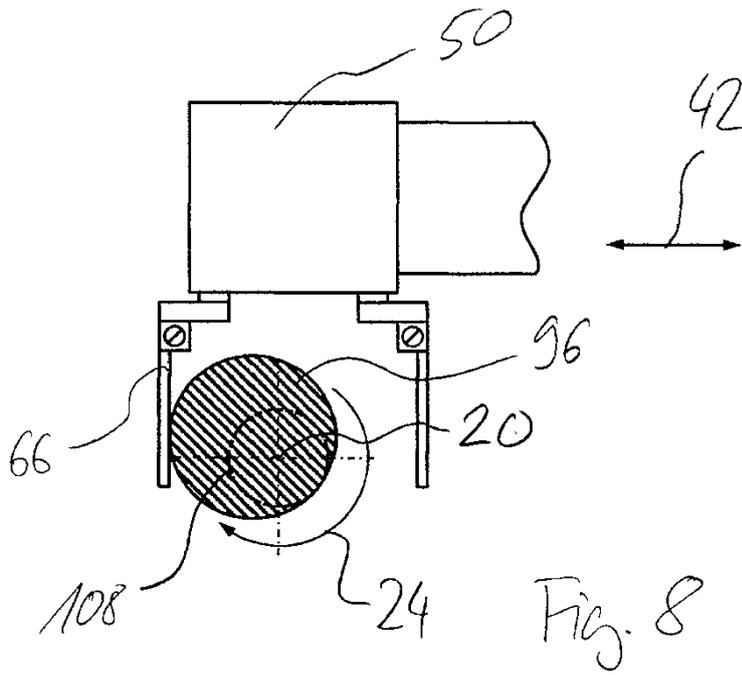
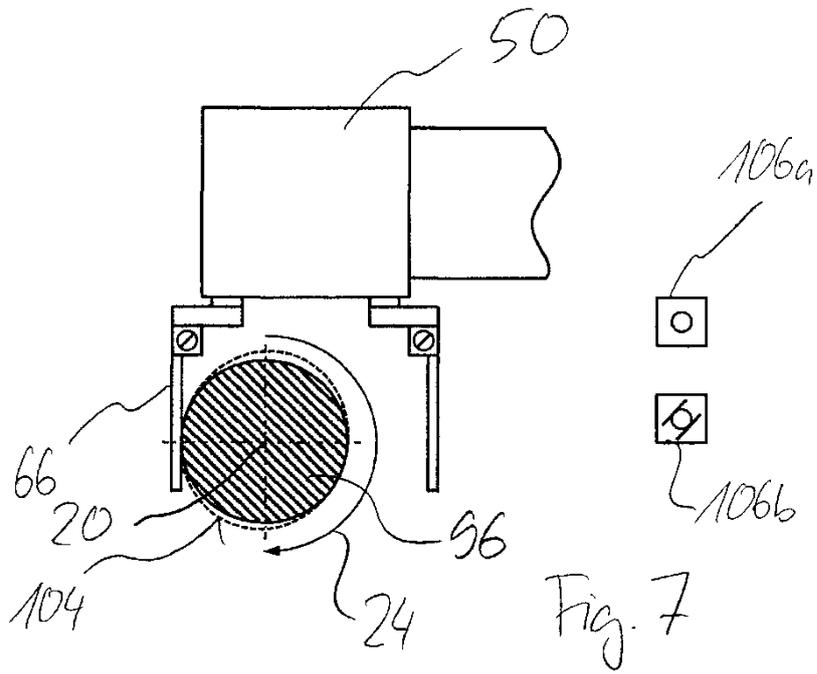


Fig. 3b







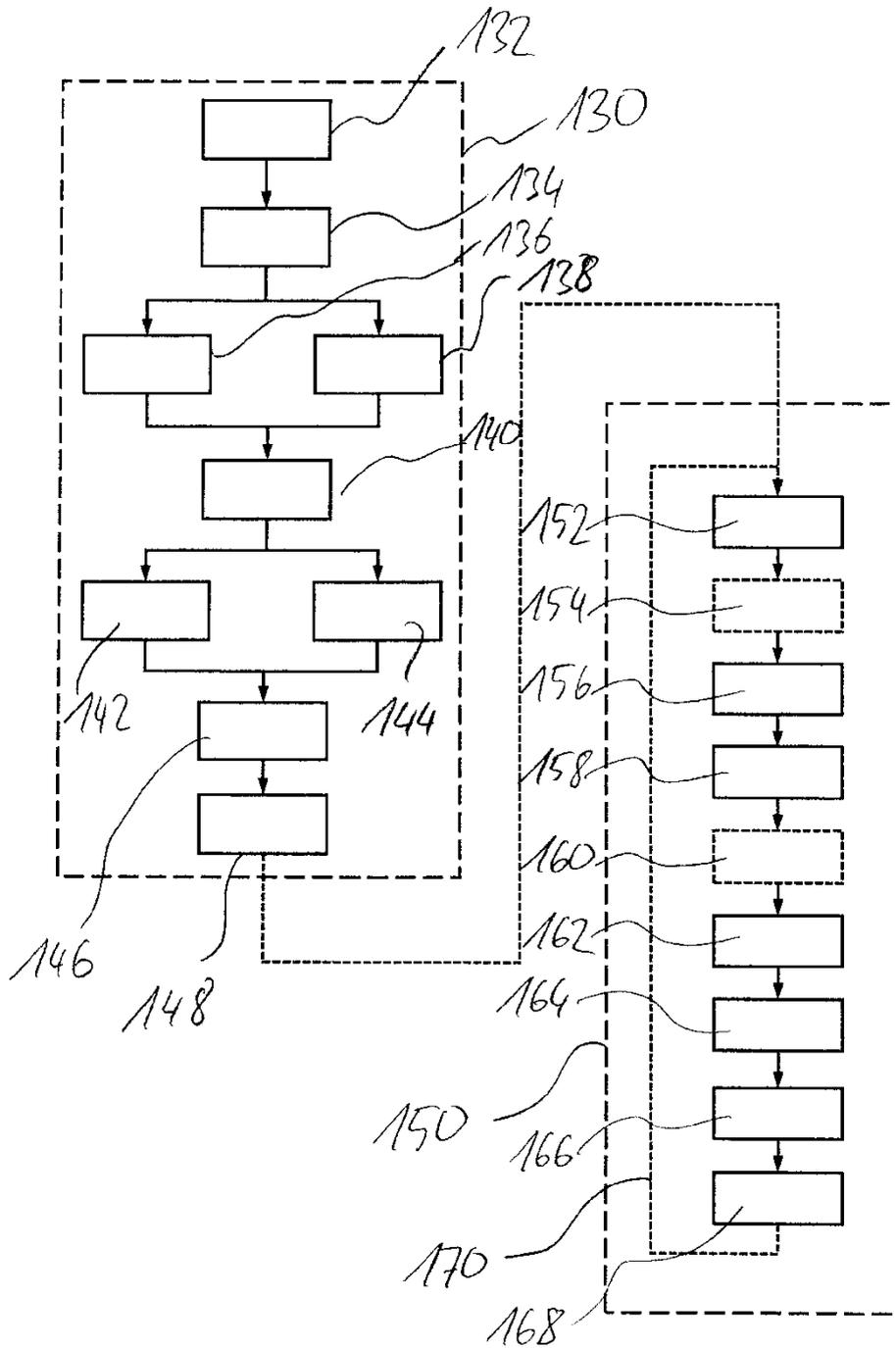


Fig. 9