

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 582 706**

51 Int. Cl.:

B24B 5/42 (2006.01)

B24B 5/02 (2006.01)

B24B 19/12 (2006.01)

B24B 49/04 (2006.01)

B23Q 17/20 (2006.01)

G01B 3/20 (2006.01)

G05B 19/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.11.2013 E 13786489 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.05.2016 EP 2916996**

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

30 Prioridad:

07.11.2012 DE 102012110673

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

14.09.2016

73 Titular/es:

FRITZ STUDER AG (100.0%)

Thunstrasse 15

3612 Steffisburg, CH

72 Inventor/es:

SENN, ANDREAS;

FABRIS, WALTER;

ZWAHLEN, RETO y

GAEGAUF, FRED

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 582 706 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 de medición de una pieza de trabajo

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

10 A partir del documento WO 01/98847 A2 se conoce una máquina herramienta que comprende por lo menos un husillo para el alojamiento y el accionamiento rotativo de una pieza de trabajo, por lo menos una unidad de mecanizado para el desplazamiento de una herramienta, por ejemplo una fresa de disco, al menos en una dirección X, en función de una posición pivotante de un husillo de pieza de trabajo, y un dispositivo de medición, en particular un dispositivo de medición de redondez, estando el dispositivo de medición dispuesto directamente en un soporte de la herramienta. El documento WO 01/98847 A2 revela unas características adicionales del preámbulo de la reivindicación 1.

15 Las máquinas herramienta, en particular las rectificadoras, están conocidas en el estado de la técnica. Así, por ejemplo las rectificadoras cilíndricas pueden comprender unas herramientas simétricas rotativas, por ejemplo muelas abrasivas, que pueden colaborar de manera adecuada con una pieza de trabajo para la abrasión de material. Las rectificadoras cilíndricas pueden estar realizadas por ejemplo como rectificadoras cilíndricas de exteriores, rectificadoras cilíndricas de interiores, o para el rectificado de penetración o el rectificado de penetración oblicua. Al margen de las muelas abrasivas, para el rectificado cilíndrico se pueden emplear en un principio también unas bandas abrasivas. Al margen de las superficies simétricas rotativas también pueden ser mecanizadas por ejemplo unas piezas de trabajo de configuración excéntrica, si el alojamiento de la pieza de trabajo y la unidad de herramienta pueden ser accionados y desplazados de modo apropiado el uno con respecto al otro. De esta manera se pueden mecanizar o rectificar por ejemplo arboles de levas, cigüeñales o unas piezas de trabajo similares, con geometrías excéntricas.

20 Una pieza de trabajo a ser mecanizada puede ser alojada por ejemplo entre dos puntos de un alojamiento de la pieza de trabajo o de un solo lado en un alojamiento de la pieza de trabajo. Al margen de ello se conoce el llamado rectificado cilíndrico sin puntos, en el que la pieza de trabajo no está alojada en la rectificadora entre unos puntos, sino está alojada y guiada por ejemplo a través de rieles de apoyo, discos regulables, rodillos de guía o similares.

25 A partir del documento DE 10 2009 042 252 A1 se conoce una rectificadora que dispone de un dispositivo de medición que está configurado para la medición de unas probetas durante un proceso de mecanizado. A este efecto, el dispositivo de medición dispone de un cabezal de medición que está conectado, a través de un varillaje, de modo pivotable con un cuerpo de base del dispositivo de medición. El cabezal de medición dispone de una sonda de contacto desplegable que está acoplada con un prisma de medición y está destinada para la determinación del diámetro o de la redondez de la probeta. El varillaje debe estar configurado de tal modo que pueda comprobar los movimientos de la probeta sobre una sección determinada, por ejemplo una rotación de un pasador de cigüeñal de un cigüeñal alrededor del eje de giro del mismo.

30 De esta manera, en un principio, se puede realizar una medición durante el proceso, al menos por secciones, también durante el mecanizado rectificador de superficies cilíndricas dispuestas de modo excéntrico. Ello puede efectuarse simultáneamente con el mecanizado rectificador. No obstante, el dispositivo de medición presenta una estructura compleja. El varillaje está realizado de modo complejo y su control durante el funcionamiento es laborioso.

35 Dicha medición durante el proceso, es decir, una medición durante un proceso de mecanizado, puede permitir unas fases de mecanizado altamente precisas y puede contribuir al aumento de la calidad de fabricación y seguridad del proceso. A este efecto, sin embargo, periódicamente hace falta proporcionar para cada dimensión de pieza de trabajo a ser medida, a saber, por ejemplo para cada diámetro, un cabezal de medición adaptado exactamente a la medida esperada. Ello puede ser un cabezal de medición de una sola finalidad, o un cabezal de medición, en el cual están alojadas de modo ajustable por ejemplo dos sondas de contacto que presentan una distancia la una respecto de la otra que corresponde a la distancia esperada. Las sondas de contacto deben ser adaptadas de modo altamente preciso en cada caso a la medida a ser comprobada, y deben ajustarse de manera correspondiente.

40 Un cabezal de medición durante el proceso de este tipo se muestra por ejemplo en el documento DE 196 16 353 A1. En este caso, pueden resultar desventajosos los procesos laboriosos de preparación, ajuste o calibrado que son necesarios para adaptar el cabezal de medición a la finalidad respectiva de empleo. Particularmente en el procesamiento individual, en series pequeñas y medianas, por ejemplo la preparación del cabezal de medición puede ocasionar una inversión de tiempo no despreciable.

45 Ante este trasfondo ya se debe hacer la objeción de que el dispositivo de medición conocido por el documento DE 10 2009 042 252 A1 eventualmente no puede corresponder a las precisiones de medición necesarias para una medición durante el proceso. El cabezal de medición asociado presenta una sonda de contacto y un prisma de medición que están acoplados, a través de una pluralidad de elementos de varillaje con una referencia dimensional absoluta. En la posición del cabezal de medición con respecto a la probeta pueden haber todas las desviaciones a lo

largo de los elementos individuales de la cadena cinemática del varillaje. Ello puede resultar desventajoso, en particular para la medición por secciones de piezas de trabajo excéntricas. La posición del cabezal de medición con respecto a la probeta, por ejemplo con respecto a su posición angular, puede presentar defectos.

5 Teniendo ello en cuenta, la invención está basada en el objeto de indicar una máquina herramienta, en particular una rectificadora, en la cual esté permitida una medición altamente precisa y altamente flexible de piezas de trabajo, con un esfuerzo reducido. De modo adicional se debe indicar un procedimiento para la medición de una pieza de trabajo, particularmente de un diámetro de la pieza de trabajo, que pueda ser realizado con una máquina herramienta de este tipo.

10 De acuerdo con la invención, este objeto se soluciona a través de una máquina herramienta, en particular una rectificadora, que comprende lo que sigue:

15 - un alojamiento de pieza de trabajo que comprende al menos un portapiezas destinado para recibir una pieza de trabajo,

- una unidad de herramienta que comprende un husillo de herramienta, comprendiendo en particular un cabezal rectificador, destinada para recibir y para accionar una herramienta, en particular al menos una muela, en la cual la unidad de herramienta puede ser desplazada con respecto a la pieza de trabajo por lo menos a lo largo de un eje de alimentación,

20 - un dispositivo de medición modular que está montado en la unidad de herramienta, presentando el dispositivo de medición por lo menos un palpador de medición, estando al menos un palpador de medición alojado en una parte del soporte que proporciona una pluralidad de posiciones teóricas definidas para al menos un palpador de medición,

25 y
- un dispositivo de control que está conectado con el dispositivo de medición y con la unidad de herramienta, estando el dispositivo de control configurado para captar las señales activadas por al menos un palpador de medición en el momento del contacto con una pieza de trabajo y determinar, por medio de una posición real de la unidad de herramienta, una posición real de al menos un palpador de medición.

30 De esta manera, se soluciona por completo el objeto de la invención.

La razón es que, de acuerdo con la invención, se puede proporcionar con un pequeño esfuerzo adicional una funcionalidad fuertemente ampliada. Mediante el acceso del dispositivo de control a unos datos de posición que, al desplazar la unidad de herramienta, de todos modos son captados o pueden ser captados sin esfuerzo adicional sustancial, la posición real de al menos un palpador de medición puede ser determinada de modo altamente preciso. Por ejemplo es posible, a través de un momento de activación de por lo menos un palpador de medición y la posición real asociada de la unidad de herramienta, determinar la posición real del palpador de medición. Dicha posición real permite sacar conclusiones con respecto a geometrías de la pieza de trabajo o dimensiones de la pieza de trabajo.

40 La pieza de soporte proporciona una pluralidad de posiciones teóricas para al menos un palpador de medición. De este modo, al menos un palpador de medición puede ser fijado en varias posiciones. Ello puede contribuir a poder cumplir con varias tareas de medición. Las tareas de medición pueden comprender por ejemplo una palpación radial de la pieza de trabajo. De manera adicional, las tareas de medición pueden comprender por ejemplo una palpación axial de la pieza de trabajo. Por lo menos un palpador de medición puede estar alojado en la pieza de soporte de tal manera que por ejemplo un brazo de palpación puede ser introducido en una cavidad o escotadura en la pieza de trabajo. Ello puede efectuarse en un principio de modo axial o radial. La cavidad o escotadura puede estar configurada por ejemplo como taladro o ranura. Un taladro puede estar realizado por ejemplo como taladro axial o taladro radial. Una ranura puede estar configurada por ejemplo como ranura longitudinal o ranura circunferencial. Las posiciones y orientaciones de definiciones diferentes de al menos un palpador de medición permiten una determinación exacta de una pluralidad de medidas.

50 De modo adicional, una pluralidad de posiciones teóricas definidas para al menos un palpador de medición puede permitir una palpación y medición de las piezas de trabajo que, en lo que se refiere a sus zonas dimensionales y magnitudes, presentan unas claras diferencias. De esta manera es posible medir, por ejemplo sin modificaciones sustanciales del equipo, tanto las piezas de trabajo relativamente "grandes" como relativamente "pequeñas". Asimismo es posible la captación de diversas tolerancias de posición y de forma. De manera preferente, dos palpadores de medición están alojados en la pieza de soporte. De este modo la pieza de trabajo puede ser medida con una flexibilidad aun más elevada. De acuerdo con una configuración preferida, por lo menos un palpador de medición está realizado como conmutador de activación (o: conmutador de disparo). En otras palabras, por lo menos un palpador de medición puede estar realizado por ejemplo con el fin de generar únicamente dos señales del estado. En este caso, puede tratarse del estado "no contacto" así como del estado "contacto". De esta manera, a través de una señal de "contacto" generada por al menos un palpador de medición, puede efectuarse una determinación de posición indirecta del palpador de medición, teniendo en cuenta la posición real de la unidad de herramienta. Pueden obtenerse informaciones, por ejemplo una geometría de la pieza de trabajo. La posición real de al menos un palpador de medición puede ser captada en un principio de manera absoluta o relativa.

En particular en caso de que la unidad de herramienta dispone de más de un eje desplazable para el desplazamiento de la misma, la posición real de por lo menos un palpador de medición puede ser captada en varias direcciones o ejes espaciales. La unidad de herramienta puede ser desplazada al menos a lo largo de un eje de alimentación con respecto a la pieza de trabajo. De acuerdo con ello, la posición real (absoluta o relativa) de por lo menos un palpador de medición puede ser captada sobre dicho eje. En caso de que la unidad de herramienta, adicionalmente, puede desplazarse a lo largo de al menos un eje adicional con respecto a la pieza de trabajo, la determinación de la posición real puede realizarse a través de una pluralidad correspondiente de ejes espaciales. Un movimiento de este tipo puede comprender por ejemplo un movimiento de avance. Por ejemplo se puede lograr una determinación de posición bidimensional o tridimensional de al menos un palpador de medición. Se entiende que la unidad de herramienta puede ser desplazada de modo directo o indirecto. Por regla general, un movimiento relativo puede existir entre la unidad de herramienta y la pieza de trabajo. En otras palabras, por lo tanto, también un movimiento de la pieza de trabajo con respecto a la unidad de herramienta puede representar un movimiento relativo entre la unidad de herramienta y la herramienta. También las posiciones reales, captadas con este movimiento, de la unidad de herramienta pueden ser utilizadas para la determinación de la posición real de al menos un palpador de medición. Además, la unidad de herramienta también puede ser desplazada de modo indirecto. Ello puede efectuarse por ejemplo a través de una mesa en cruz que permite un movimiento en dos direcciones espaciales.

En un principio es imaginable realizar, a través de objetos de referencia, un calibrado relativo o absoluto del dispositivo de medición modular. El calibrado puede referirse en particular a por lo menos un palpador de medición. Los objetos de referencia pueden estar previstos por ejemplo como geometrías de referencia, fijas o amovibles, en la máquina. Mediante la palpación de un objeto de referencia con posición conocida y/o geometría conocida, puede realizarse el calibrado. Un calibrado absoluto puede comprender una determinación exacta de la posición real de por lo menos un palpador de medición con respecto a la posición real de la unidad de herramienta. De esta manera es posible de captar por ejemplo unos puntos individuales de modo absoluto. Un calibrado relativo puede comprender por ejemplo la palpación de dos puntos definidos en un objeto de referencia. Por ejemplo en caso de que una distancia entre dichos puntos está conocida previamente, se puede realizar un calibrado relativo sin tener que captar las posiciones absolutas respectivas de por lo menos un palpador de medición.

En una realización perfeccionada preferente, el dispositivo de medición modular comprende por lo menos dos palpadores de medición que están alojados, a una distancia el uno con respecto al otro, en la pieza de soporte, presentando por lo menos dos palpadores de medición en una primera configuración de medición una distancia de base entre sí, que define un área de medición, en la cual la distancia de base se elige superior a una dimensión de referencia conocida, y en la cual el dispositivo de control está configurado de tal manera que capta una posición real de la unidad de herramienta a lo largo del eje de alimentación, y que determina, a base de una ruta de desplazamiento de la unidad de herramienta durante la palpación de una pieza de trabajo que está introducida en el área de medición, con por lo menos dos palpadores de medición, teniendo cuenta de la dimensión de referencia y/o de la distancia de base, una distancia real, en particular un diámetro real. En particular, por lo menos dos palpadores de medición pueden estar distanciados en una dirección paralela y/o alineada con respecto al eje de alimentación. La distancia de base puede ser determinada por ejemplo entre dos brazos de palpación de los palpadores de medición y/o sus bolas de palpación o elementos de contacto comparables. Por lo menos dos palpadores de medición pueden ser componentes de un elemento sobrepuesto de medición.

De acuerdo con esta realización perfeccionada, el elemento sobrepuesto de medición presenta, en comparación con la medida esperada de la pieza de trabajo a ser medida, una "medida excesiva" que, sin embargo, puede ser compensada durante la medición. Por ejemplo en caso de la medición de un diámetro de la pieza de trabajo, en un primer tiempo un primer palpador de medición entre al menos dos palpadores de medición, a través de un desplazamiento de la unidad de herramienta, en la cual está alojado el dispositivo de medición, es desplazado a lo largo del eje de alimentación hasta que pueda tener lugar una medición. A continuación, la pieza de trabajo es palpada por ejemplo en el lado opuesto, mediante un segundo palpador de medición entre por lo menos dos palpadores de medición, desplazando la unidad de herramienta de manera correspondiente a lo largo del eje de alimentación.

Con esta doble palpación se puede determinar la ruta de desplazamiento de la unidad de herramienta. Partiendo de la distancia de base que está determinada, utilizando la dimensión de referencia conocida, es posible determinar de manera sencilla la distancia real. De este modo, la máquina herramienta está configurada de manera especialmente ventajosa para realizar una medición que puede combinar los elementos de una medición absoluta y de una medición relativa. Unas inexactitudes de parte de la máquina, por ejemplo deformaciones causadas por el calentamiento durante el funcionamiento o similares, pueden influir en el resultado de la medición regularmente sólo a través de la distancia relativa de las dos posiciones reales absolutas de la unidad de herramienta a lo largo del eje de alimentación durante la palpación. La medición puede realizarse casi sin fallos.

Sobre el mismo elemento sobrepuesto de medición, en particular sobre la distancia de base entre por lo menos dos palpadores de medición, los factores de influencia de la máquina no pueden actuar de manera considerable. En comparación con la medición durante el proceso, en la cual el elemento sobrepuesto de medición debe ser ajustado de manera altamente precisa a la medida esperada, se da una flexibilidad claramente elevada. De esta manera se puede garantizar con un esfuerzo reducido una alta calidad de fabricación, también en el caso de fabricaciones individuales, series pequeñas o series medianas. En particular en el caso de estas aplicaciones, el tiempo requerido

para la medición, durante el cual, por ejemplo, no se puede realizar una intervención de la muela abrasiva, no tiene demasiado importancia. Se entiende que la capacidad para captar la posición real puede ser utilizada para detectar la ruta de desplazamiento. La ruta de desplazamiento puede corresponder a la distancia de dos posiciones reales de la unidad de herramienta a lo largo del eje de alimentación durante la palpación. Las posiciones reales pueden ser captadas de modo absoluto o relativo.

Por regla general, los cabezales de medición absoluta presentan por lo menos dos células complejas de medición a las cuales, en cada caso, está asociado un palpador. Condicionados por su estructura, los palpadores están dispuestos de manera móvil y están realizados por ejemplo en forma de tijeras o como brazos que pueden ser acercados el uno al otro, dispuestos sustancialmente paralelos el uno al otro. Por lo tanto, por regla general, los cabezales de medición absoluta están realizados de modo muy complejo. El peso y el tamaño a ser montado son importantes. Debido a los costes elevados de inversión, los cabezales de medición absoluta no suelen entrar en consideración como medios de medición para una pluralidad de aplicaciones. La estructura compleja de un cabezal de medición absoluta, en el cual las sondas de contacto están dispuestas de modo móvil las unas con respecto a las otras, muchas veces coincide con una reducción de la exactitud de medición. Dichos cabezales de medición, debido a su estructura compleja, solamente pueden ser realizados con costes elevados.

Frente a ello, la combinación del elemento sobrepuesto de medición con por lo menos dos palpadores de medición que, en la primera configuración de medición, presentan una distancia fija de base el uno al otro, con la unidad de herramienta desplazable – provista de todos modos – lleva a unas precisiones más elevadas de la medición, con una construcción mucho menos laboriosa y con unos costes reducidos. Tal como se ha mencionado inicialmente, una desviación por parte de la máquina, por ejemplo la llamada marcha térmica, únicamente puede influir en el resultado de la medición a través de un valor relativo reducido, a saber, la diferencia entre dos posiciones reales de la unidad de herramienta. Un calibrado del dispositivo de medición a través de la dimensión de referencia conocida puede provocar que una gran parte de la distancia de base entra en la determinación de la misma en cierto modo o casi libre de errores.

Con los cabezales de medición conocidos, de medición durante el proceso, por ejemplo en el caso de que una pluralidad de diámetros tiene que ser pulida en la misma pieza de trabajo en una sola sujeción de pieza, para cada uno de estos diámetros hay que proporcionar unos propios medios de medición, por ejemplo en cada caso un propio cabezal de medición. El elemento sobrepuesto de medición con "medida excesiva" puede permitir la comprobación de cada uno de estos diámetros durante la fabricación, sin que se tenga que soltar la sujeción de la pieza de trabajo. Asimismo, en este contexto, se puede tener como resultado una clara reducción del esfuerzo de inversión y de espacio, con unas precisiones casi idénticas.

Se comprende que el concepto de "introducción" debe ser entendido de modo relativo. Una introducción de la pieza de trabajo en el área de medición entre por lo menos dos palpadores de medición del dispositivo de medición puede realizarse por ejemplo también por el hecho de que los palpadores de medición son desplazados en la dirección hacia la pieza de trabajo. Los por lo menos dos palpadores de medición pueden estar realizados por ejemplo como palpadores táctiles de medición o como palpadores de medición que miden sin tacto.

En una realización perfeccionada preferida, al menos un palpador de medición está alojado en una pieza adaptadora que está adaptada a la pieza de soporte y puede ser fijada en una pluralidad de posiciones teóricas definidas en la pieza de soporte. Por ejemplo en caso de que están provistos dos palpadores de medición, a cada palpador de medición puede estar asociada una pieza adaptadora. Las piezas adaptadoras pueden estar alojadas de modo directo o indirecto en la pieza de soporte. Una sujeción indirecta puede efectuarse, incluyendo unas partes intermedias adicionales. A modo de ejemplo, la pieza de soporte puede disponer de una geometría definida de sujeción para al menos una pieza adaptadora, preferiblemente dos piezas adaptadoras. La geometría de sujeción pueda presentar por ejemplo superficies de ajuste y/o un plano definido de perforación para elementos de fijación. Se entiende que en por lo menos una pieza adaptadora puede estar prevista una geometría de ajuste que corresponde al menos en parte a la geometría de sujeción. Por lo menos una pieza adaptadora puede estar conectada por ejemplo de modo amovible con la pieza de soporte. A este efecto sirven por ejemplo las uniones atornilladas, uniones de apriete o similares. La unión puede presentar adicionalmente también unos elementos de ajuste, por ejemplo espigas de ajuste. Los elementos de ajuste pueden facilitar una ubicación de posición altamente precisa. Asimismo se entiende que por lo menos un palpador de medición puede estar alojado de modo directo o indirecto en la respectiva pieza de soporte. Un alojamiento indirecto puede efectuarse por ejemplo incluyendo una pieza de ajuste. En principio, las piezas adaptadoras pueden estar realizadas idénticas. Sin embargo también cabe la posibilidad de utilizar piezas adaptadoras realizadas de modo diverso. Se puede tratar por ejemplo de una primera pieza adaptadora así como una segunda pieza adaptadora, siendo la segunda pieza adaptadora diferente de la primera pieza adaptadora.

De acuerdo con una realización adicional, por lo menos dos palpadores de medición están alojados en la pieza de soporte, en una segunda configuración de medición, distanciados de tal manera los unos de los otros en una dirección espacial, que un palpador de medición puede palpar la pieza de trabajo axialmente. Ello puede efectuarse por ejemplo en una dirección Z que se extiende paralela con respecto a un eje de husillo de pieza de trabajo. La dirección Z puede corresponder por ejemplo a un eje de la pieza de trabajo. De este modo, la pieza de trabajo puede ser acercada axialmente con un palpador de medición axial y ser palpada, sin que el otro palpador de medición (disloca-

do axialmente) tenga contacto axial con la pieza de trabajo. Las palpaciones axiales pueden efectuarse por ejemplo para la determinación de dimensiones axiales de la pieza de trabajo. De modo adicional, a través de una pluralidad de palpaciones axiales puede determinarse por ejemplo una planeidad (también: nivelado) de una superficie axial de la pieza de trabajo.

5 De acuerdo con una forma de realización adicional, por lo menos un palpador de medición dispone de un brazo de palpación curvado, que termina en un ángulo con respecto a un eje longitudinal del palpador de medición. De este modo, al menos un palpador de medición, o el brazo de palpación del mismo, puede penetrar en escotaduras y cavidades en la pieza de trabajo. Adicionalmente, a través de un brazo de palpación curvado, es posible variar una distancia entre dos palpadores de medición. Se entiende que, por ejemplo en caso de que se utilizan dos o más palpadores de medición, únicamente uno de ellos o también una pluralidad de palpadores de medición pueden estar provistos de un brazo de palpación curvado. Los brazos de palpación de los palpadores de medición pueden ser intercambiados de modo regular, sin mucho esfuerzo. De esta manera, mediante la utilización de varias geometrías de brazos de palpación, la flexibilidad del dispositivo de medición puede ser aumentada más todavía. Bajo el concepto de brazo de palpación "curvado" se puede entender un brazo de palpación que puede comprender diversas geometrías. Por regla general, un brazo de palpación "recto" está realizado como cuerpo de rotación en forma de espiga o de varilla, cuyo eje coincide con el eje longitudinal del palpador de medición. El eje longitudinal del palpador de medición puede corresponder a una dirección de extensión principal del palpador de medición. Frente a ello, un brazo de palpación curvado puede ser curvado y/o acodado. En principio, un brazo de palpación curvado también puede presentar un acodado.

Según una forma de realización adicional, el dispositivo de medición dispone de un elemento sobrepuesto de medición en el cual están alojados al menos dos palpadores de medición, siendo el elemento sobrepuesto de medición giratorio para poder introducir la pieza de trabajo en el área de medición. De esta manera, el elemento sobrepuesto de medición puede ser desplazado, mediante un simple movimiento de giro, en dirección hacia la pieza de trabajo para poder realizar las palpaciones. Ello puede realizarse por ejemplo a través de un accionamiento lineal, por ejemplo un cilindro hidráulico. Gracias a la capacidad de giro se pueden evitar colisiones que pueden producirse por ejemplo al desplazar la unidad de herramienta durante un mecanizado de abrasión.

Al margen de dicho dispositivo de giro, por regla general, para el dispositivo de medición no se requieren más dispositivos de accionamiento separados. El elemento sobrepuesto de medición puede estar realizado por ejemplo en forma de U. En este caso, el primer y el segundo palpador de medición pueden formar los brazos de la U. El espacio interior de la U puede determinar el área de medición.

De acuerdo con un aspecto adicional, el dispositivo de medición presenta un mecanismo de acoplamiento mecánico que permite un giro entre una posición de medición y una posición fuera del acoplamiento.

El mecanismo de acoplamiento mecánico puede estar realizado especialmente de modo que ahorra espacio. A través del mecanismo de acoplamiento mecánico pueden estar definidas dos posiciones finales, a saber, por ejemplo la posición de medición y la posición fuera del acoplamiento. En particular la posición de medición puede ser realizada con una capacidad de reproducción elevada, mediante unas medidas constructivas como por ejemplo topes o similares.

En caso de que la posición de medición y la posición fuera del acoplamiento están definidas en el mecanismo de acoplamiento mecánico, por ejemplo a través de unas configuraciones mecánicas, para el accionamiento del dispositivo de medición se puede elegir un sencillo elemento de accionamiento o elemento de ajuste. De este modo se pueden evitar los dispositivos de control complejos para el mecanismo de acoplamiento mecánico. De manera alternativa, en lugar de un mecanismo de acoplamiento mecánico, pueden estar previstas por ejemplo unas articulaciones rotativas con un área de giro definida, o por ejemplo unos brazos de giro acoplados con motores controlables. Puede ser ventajoso si los motores presentan una alta exactitud de posicionamiento.

De acuerdo con una forma de realización adicional, la distancia de base y la distancia real presentan una proporción de aproximadamente 2:1 como máximo, preferentemente 1,5:1 como máximo, de modo más preferente 1,2:1 como máximo, de modo aun más preferente 1,1:1 como máximo. Más reducida la proporción entre la distancia de base y la distancia real, más reducidas serán las influencias de parte de la máquina a la hora de determinar la distancia real.

Frente a ello, en caso de una proporción importante entre la distancia de base y la distancia real, se puede producir una flexibilidad más elevada del dispositivo de medición. El elemento sobrepuesto de medición puede estar adecuado para una pluralidad de distancias reales, en particular, diámetros reales. Unas influencias por parte de la máquina se hacen sentir sustancialmente únicamente a través de la ruta de desplazamiento que corresponde aproximadamente a la diferencia entre la distancia de base y la distancia real.

La distancia de base puede ser determinada por medio del desplazamiento de la unidad de herramienta a lo largo del eje de alimentación y una palpación de ambos lados de la dimensión de referencia, recibida en el alojamiento de herramienta, teniendo cuenta de la ruta de desplazamiento de la unidad de herramienta. En caso de una proporción

reducida entre la distancia de base y la distancia de referencia, se puede garantizar una precisión elevada en la determinación de la distancia de base. Las precisiones más elevadas pueden ser alcanzadas si la dimensión de referencia corresponde casi a la distancia de base, es decir, si solamente es menor en una medida insignificante.

5 De acuerdo con una forma de realización adicional, al menos un palpador de medición entre los por lo menos dos palpadores de medición puede ser desviado en una región de proporcionalidad, estando el dispositivo de control configurado de tal manera que capta la desviación de al menos un palpador de medición. A este efecto, por lo menos un palpador de medición puede estar provisto de un sensor de recorrido para la captación de la desviación. Los sensores de recorrido pueden estar realizados por ejemplo como sensores de recorrido inductivos, sensores de recorrido capacitativos o como generadores de potenciómetros. Asimismo caben otros principios para captar la desviación. Una captación de la desviación puede efectuarse por ejemplo también a través de tiras extensibles de medición. También podrían llegar a aplicarse unos elementos piezométricos. Las sondas de contacto desviables permiten por regla general, al menos en la región de proporcionalidad, una captación de posición altamente precisa. La desviación de por lo menos un palpador de medición puede ser tenida en cuenta al determinar la distancia real. De esta manera es posible por ejemplo reconocer y compensar unas influencias absolutas de máquina durante el desplazamiento de la unidad de herramienta con el fin de palpar la herramienta. Si se conoce la desviación de al menos un palpador de medición, la ruta de desplazamiento de la unidad de herramienta puede ser corregida.

20 Frente a ello, según diversas formas de realización preferentes, puede resultar incluso preferible utilizar unos palpadores de medición que únicamente están configurados para emitir una señal de activación (también: señal de disparo). En otras palabras, los palpadores de medición pueden presentar dos estados ("contacto" o "no contacto"), pero no pueden emitir estados intermedios. En un principio, dichos palpadores de medición también pueden estar realizados de modo desviable. A través de una desviación mínima de un brazo de palpación se puede detectar por ejemplo una palpación. Una desviación de este tipo puede modificar por ejemplo el estado de un circuito integrado del palpador de medición (abrirlo o cerrarlo). Dichos palpadores de medición son más económicos que los cabezales de medición que presentan unos sistemas internos complejos de captación de recorrido.

30 De acuerdo con una realización perfeccionada, la pieza de trabajo puede ser alojada en un husillo de pieza de trabajo que puede ser accionado de manera selectiva en rotación alrededor de un eje del husillo de pieza de trabajo, estando el eje del husillo de pieza de trabajo dispuesto de modo preferente perpendicular con respecto al eje de alimentación, y presentando el husillo de pieza de trabajo preferiblemente un eje del husillo de herramienta que está dispuesto paralelo con respecto al eje del husillo de pieza de trabajo. Un husillo de pieza de trabajo configurado de esta manera también puede ser designado también como eje C. Un eje C controlable puede permitir una medición deliberada de distancias reales en varios puntos a lo largo del perímetro de la pieza de trabajo. A través de una palpación repetida de la pieza de trabajo con al menos un palpador de medición, es posible ampliar el campo de aplicación del dispositivo de medición. Particularmente en combinación con el husillo de pieza de trabajo que puede ser accionado de manera selectiva alrededor de su eje del husillo de pieza de trabajo, es decir el eje C, es posible captar por ejemplo faltas de redondeza de la pieza de trabajo. De esta manera también es posible comprobar las tolerancias de forma.

40 De acuerdo con una realización perfeccionada, la unidad de herramienta puede ser desplazada paralelamente al eje del husillo de pieza de trabajo, con respecto a la pieza de trabajo. De esta manera se pueden determinar las distancias reales en una pluralidad de diversas posiciones axiales de la pieza de trabajo alojada. Adicionalmente, un desplazamiento axial de la unidad de herramienta facilita una palpación axial de la pieza de trabajo a través de al menos un palpador de medición. De este modo, al margen de determinar medidas o distancias radiales, también es posible captar elementos de geometría axial o distancias.

50 Según un aspecto adicional, el dispositivo de control está configurado para desplazar, en un movimiento acoplado, la unidad de herramienta de manera selectiva a lo largo del eje de alimentación y para accionar el husillo de pieza de trabajo de manera selectiva alrededor del eje del husillo de pieza de trabajo. Un movimiento acoplado de este tipo permite la captación de geometrías excéntricas, por ejemplo, de espigas de elevación de un cigüeñal o de superficies de leva de un árbol de leva, u otras faltas de redondez. Es imaginable captar las respectivas distancias reales a través de la palpación bilateral con ambos palpadores de medición, a lo largo de determinadas posiciones de la pieza de trabajo circunferencial excéntrica. De modo adicional o alternativo es posible, por ejemplo a través de la palpación repetida, captar más allá de ello las inexactitudes de la superficie si la unidad de herramienta es desplazada de tal manera que el palpador de medición llega a tener contacto varias veces con la pieza de trabajo, durante la rotación de la misma. Con la ayuda de la funcionalidad antes mencionada también es posible captar por ejemplo ranuras longitudinales u otros elementos de geometría que se extienden esencialmente en el sentido axial en la pieza de trabajo. Se puede tratar asimismo de perfiles de arboles con chavetero, perfiles dentados, perfiles poligonales o similares.

65 De acuerdo con un aspecto adicional, el dispositivo de control está configurado para desplazar adicionalmente, en un movimiento acoplado, la unidad de herramienta de manera selectiva y paralelamente al eje del husillo de pieza de trabajo. De este modo se pueden detectar por ejemplo, al margen de las tolerancias de redondez que están limitadas por ejemplo a una posición axial de la pieza de trabajo, también las desviaciones de la forma cilíndrica. A este efecto, la unidad de herramienta con el dispositivo de medición puede ser desplazada durante la medición axial a lo

largo de la pieza de trabajo. La palpación puede realizarse por ejemplo a lo largo de una vía en forma de espiral sobre la pieza de trabajo.

5 La unidad de herramienta puede comprender por ejemplo una mesa en cruz o estar alojada en una mesa en cruz que proporciona guías para el eje de alimentación y el movimiento relativo (por ejemplo paralelo) con respecto al eje del husillo de pieza de trabajo. Sin embargo, se entiende que la unidad de herramienta también puede estar conformada o guiada de otra manera. En un principio, se podría renunciar por ejemplo a una mesa en cruz con dos guías. La unidad de herramienta podría estar alojada por ejemplo en una guía para el eje de alimentación. En este caso, un desplazamiento de la unidad de herramienta paralelo al eje del husillo de pieza de trabajo puede ser provocado en principio también por un movimiento de la pieza de trabajo alojada con respecto a la unidad de herramienta. Otras configuraciones son factibles.

10 De acuerdo con un aspecto adicional, el dispositivo de control está configurado para desplazar la unidad de herramienta con el dispositivo de medición de manera selectiva en una marcha rápida o una marcha de palpación. De esta manera es posible mantener un óptimo entre el ahorro de tiempo causado por el aumento de la velocidad de desplazamiento y la seguridad de funcionamiento. En la marcha de palpación, por ejemplo una marcha con velocidad reducida, la unidad de herramienta puede ser parada de modo abrupto. Ello puede producirse por ejemplo todavía en el caso de que el elemento sobrepuesto de medición señala que al menos uno de por lo menos dos palpadores de medición está palpando la pieza de trabajo con una fuerza de palpación determinada. Por el contrario, los movimientos de alimentación en los cuales no se teme por una colisión, pueden realizarse con elevadas aceleraciones o velocidades.

15 De acuerdo con una forma de realización adicional, el dispositivo de control está configurado para accionar y desplazar, a través de la distancia real de la pieza de trabajo, en particular del diámetro real, la unidad de herramienta y la herramienta, en un paso de procesamiento dispuesto aguas abajo, de manera selectiva. De esta manera es posible determinar, por ejemplo en el curso de la medición de la pieza de trabajo, un valor de corrección en el que se debe basar un procesamiento dispuesto aguas abajo. De esta manera, la pieza de trabajo puede llegar a adoptar, parte por parte, a través de mediciones y correcciones alternadas, de modo seguro, las dimensiones finales requeridas. A base del valor de corrección, el dispositivo de control puede alimentar la unidad de herramienta de modo enfocado y accionar la herramienta de modo definido.

20 De acuerdo con un aspecto adicional, el dispositivo de control está acoplado con un indicador de posición de la unidad de herramienta, en el cual se puede captar la posición real de la unidad de herramienta. El indicador de posición puede estar acoplado por ejemplo con una medida materializada incremental o absoluta que permite una captación altamente precisa de la posición real de la unidad de herramienta en el eje de alimentación. La comparación de diversas posiciones reales de la unidad de herramienta permite una determinación altamente precisa de la ruta de desplazamiento.

25 Adicionalmente, el objeto de la invención es solucionado a través de un procedimiento para la medición de una pieza de trabajo en una máquina herramienta, en particular una rectificadora, con las etapas siguientes:

- 30 - provisión de un dispositivo de medición modular que puede ser desplazado al menos a lo largo de un eje de alimentación con respecto a una pieza de trabajo que está montada en un alojamiento de pieza de trabajo, estando el dispositivo de medición montado en una unidad de herramienta que comprende un husillo de herramienta, comprendiendo el dispositivo de medición al menos un palpador de medición que está montado en una pieza de soporte, que proporciona una pluralidad de posiciones teóricas definidas para al menos un palpador de medición,
- 35 - desplazamiento de la unidad de herramienta con respecto a la pieza de trabajo,
- 40 - captación de señales que son activadas por al menos un palpador de medición durante la palpación de una pieza de trabajo, y
- 45 - determinación de una posición real de al menos un palpador de medición a través de una posición real de la unidad de herramienta.

50 De esta manera se puede proporcionar de modo sencillo, sin esfuerzo adicional considerable, una funcionalidad claramente más amplia. Una pluralidad de diversas tareas de medición puede ser realizada. Se pueden efectuar mediciones absolutas y/o relativas.

El procedimiento puede ser formado adicionalmente a través de las etapas siguientes:

- 55 - provisión de un dispositivo de medición modular que presenta por lo menos dos palpadores de medición que están montados, distanciados el uno del otro, en una pieza de soporte, que proporciona una pluralidad de posiciones teóricas definidas para los al menos dos palpadores de medición,
- 60 - preparación de una medición, que comprende:
- 65 - ajuste de una distancia de base entre los al menos dos palpadores de medición, que es elegida superior a una dimensión de referencia conocida de una forma geométrica de referencia y define una zona de medición,

- alojamiento de la forma geométrica de referencia en la máquina herramienta,
 - introducción de la dimensión de referencia en la zona de medición,
 - desplazamiento del dispositivo de medición con respecto a la forma geométrica de referencia y palpación de la dimensión de referencia con los palpadores de medición, detectando de esta manera las posiciones reales del dispositivo de medición, y detectando de este modo la ruta de desplazamiento del dispositivo de medición, y
 - determinación de la distancia de base teniendo en cuenta la dimensión de referencia y las posiciones reales del dispositivo de medición durante la palpación,

- realización de al menos una medición, en particular para determinar un diámetro de la pieza de trabajo, comprendiendo:

- alojamiento de una pieza de trabajo en la máquina herramienta, introducción de una forma geométrica de medición de la pieza de trabajo en la zona de medición,
 - palpación de la forma geométrica de medición de la pieza de trabajo con los palpadores de medición, y de este modo detección de la ruta de desplazamiento del dispositivo de medición, y
 - determinación de una distancia real de la forma geométrica de medición, teniendo en cuenta la distancia de base y la ruta de desplazamiento del dispositivo de medición durante la palpación.

Asimismo en este caso se entiende que la etapa de la introducción puede realizarse a través de un movimiento relativo entre la dimensión de referencia de la forma geométrica de referencia y el dispositivo de medición. A través del procedimiento es posible efectuar de manera sencilla un calibrado del dispositivo de medición. Posteriormente a ello, el dispositivo de medición con por lo menos dos palpadores de medición está apropiado para la medición de una pluralidad de geometrías de piezas de trabajo, siempre y cuando aquellas pueden ser introducidas en el área de medición.

Después de un único ajuste del dispositivo de medición a través de una dimensión de referencia conocida, el dispositivo de medición puede ser utilizado para una pluralidad de procesos de medición. La medición puede estar integrada por ejemplo en un circuito de fabricación que comprende por ejemplo, con una única sujeción de la pieza de trabajo, un tratamiento de desbaste, un mecanizado fino y un tratamiento de acabado.

Se entiende que las posiciones reales del dispositivo de medición que pueden ser consultadas para determinar la ruta de desplazamiento del dispositivo de medición, pueden entenderse por ejemplo como posiciones absolutas o como posiciones relativas con respecto a una medida materializada. Para la determinación de la distancia real, la ruta de desplazamiento del dispositivo de medición puede ser averiguada de manera relativa o absoluta.

El procedimiento puede ser realizado en particular con una máquina herramienta de acuerdo con uno de los aspectos antes mencionados. Se entiende que el procedimiento según uno o varios aspectos de la máquina herramienta antes mencionada puede ser perfeccionado.

El objeto de la invención es solucionado de modo adicional a través de un programa de control de máquina que dispone de un código de programa que está configurado para impulsar un dispositivo de control para que efectúe las etapas del procedimiento según uno de los aspectos antes mencionados, cuando el programa de control de máquina es ejecutado en el dispositivo de control.

Se entiende que las características, mencionadas previamente y a ser descritas a continuación, de la invención no sólo pueden ser utilizadas en la combinación indicada en cada caso, sino también en otras combinaciones o de manera separada, sin abandonar el marco de la presente invención.

Unas características y ventajas de la invención resultan de la descripción siguiente de varios ejemplos preferentes de realización, con referencia a los dibujos. Muestran:

- Fig. 1 una vista en planta de una máquina herramienta;
- Fig. 2 una vista parcial en perspectiva de una máquina herramienta en conformidad con la Fig. 1;
- Fig. 3a, 3b vistas laterales de un dispositivo de medición para la utilización en la máquina herramienta de acuerdo con la Fig. 2 en una posición fuera del acoplamiento y una posición de medición;
- Fig. 4 una vista esquemática simplificada de un elemento sobrepuesto de medición y una pieza de trabajo de referencia;
- Fig. 5a, 5b diversas posiciones del elemento sobrepuesto de medición de acuerdo con la Fig. 4 durante la palpación de una pieza de trabajo;
- Fig. 6a, 6b varias posiciones del elemento sobrepuesto de medición de acuerdo con la Fig. 4 durante la palpación de una pieza de trabajo, con un accionamiento modificado con respecto a la descripción según la Fig. 5a, 5b;
- Fig. 7 una vista del elemento sobrepuesto de medición de acuerdo con la Fig. 4 durante la captación de tolerancias de forma de una pieza de trabajo;
- Fig. 8 una vista del elemento sobrepuesto de medición de acuerdo con la Fig. 4 durante la palpación de una pieza de trabajo, que orbita de manera excéntrica;

Fig. 9 una vista en perspectiva de un dispositivo de medición adicional, que puede ser combinado por ejemplo con la máquina herramienta según la Fig. 2, encontrándose el dispositivo de medición en una primera configuración de módulo;

Fig. 10a, 10b vistas parciales en perspectiva del dispositivo de medición de acuerdo con la Fig. 9 en una segunda configuración de módulo y una tercera configuración de módulo;

Fig. 11 una vista en despiece en perspectiva de un kit de módulos, que dispone de una pieza de soporte y una primera pieza adaptadora así como una segunda pieza adaptadora;

Fig. 12 una vista lateral en despiece del kit de módulos según la Fig. 11;

Fig. 13 una vista esquemática fuertemente simplificada en perspectiva de una pieza de trabajo y de un elemento sobrepuesto de medición para ilustrar una tarea de medición;

Fig. 14a, 14b unas vistas frontales esquemáticas fuertemente simplificadas de una pieza de trabajo adicional y de un elemento sobrepuesto de medición para ilustrar una tarea de medición adicional;

Fig. 15 una vista esquemática en perspectiva fuertemente simplificada de aun otra pieza de trabajo y de un elemento sobrepuesto de medición para ilustrar aun otra tarea de medición adicional; y

Fig. 16 diagramas esquemáticas de flujo de un procedimiento para el calibrado de un dispositivo de medición y de un procedimiento para la medición de una pieza de trabajo.

En la Fig. 1 está representada una máquina herramienta que es identificada con 10 en su totalidad. La máquina herramienta 10, en el caso presente, está configurada como rectificadora. Se entiende que las representaciones que siguen no tienen que estar obligatoriamente realizadas a escala real. Más bien se pueden permitir desviaciones de una escala uniforme, por ejemplo por razones de visualización. Ello puede ser el caso por ejemplo en una comparación de varias figuras entre ellas, pero también en las ilustraciones en el seno de una sola figura. La máquina herramienta 10 dispone de una mesa 12 de máquina que puede estar realizada por ejemplo como parte de un armazón. Sobre la mesa de máquina 12 está alojado y guiado un alojamiento de la pieza de trabajo 14. El alojamiento de la pieza de trabajo 14 comprende un cabezal de husillo de pieza de trabajo que está provisto de un husillo de pieza de trabajo 16. Al husillo de pieza de trabajo 16 está asociado un contrapunto 18. Entre el husillo de pieza de trabajo 16 y el contrapunto 18 puede alojarse una pieza de trabajo (no representada en la Fig. 1).

El husillo de pieza de trabajo 16 comprende un eje del husillo de pieza de trabajo 20 alrededor del cual la pieza de trabajo puede ser accionada eventualmente de modo giratorio, compárese también una flecha identificada por 24. Al eje del husillo de pieza de trabajo 20 se puede referir por ejemplo también como eje C. Un eje C puede permitir un giro controlado, deliberado de una pieza de trabajo alojada en el alojamiento de la pieza de trabajo 14. Una flecha identificada con 22 distingue un movimiento de desplazamiento posible a lo largo de un llamado eje Z, compárese también la Fig. 2. A lo largo del eje Z puede producirse un movimiento relativo entre la pieza de trabajo y una herramienta de procesamiento. A este efecto, o la pieza de trabajo, o la herramienta, o ambos juntos pueden ser desplazados a lo largo del eje Z. El eje Z está situado paralelo al eje del husillo de pieza de trabajo 20, o está congruente con el mismo.

Adicionalmente, en la mesa de máquina 12 de la máquina herramienta 10 está alojada una unidad de herramienta 28. La unidad de herramienta 28 puede disponer de una mesa de herramienta 29. La mesa de herramienta 29 puede estar realizada por ejemplo como mesa en cruz. Otras configuraciones son posibles. La unidad de herramienta 28 comprende un husillo de herramienta 30 que, en el caso presente, está realizado por ejemplo como cabezal abrasivo. En el husillo de herramienta 30 está alojada una herramienta 32, aquí por ejemplo un disco abrasivo. La herramienta 32 puede ser puesta en rotación alrededor de un eje de husillo de herramienta 34 a través del husillo de herramienta 30, compárese una flecha identificada con 36. En la Fig. 1 la herramienta 32 solamente está visible por secciones. La unidad de herramienta 28 presenta adicionalmente una cubierta 38 que cubre gran parte de la herramienta 32.

Particularmente en caso de que la unidad de herramienta 28 comprende una mesa de herramienta 29 en forma de una mesa en cruz, el husillo de herramienta 30 puede ser desplazado a lo largo de una flecha identificada con 40 con respecto al alojamiento de la pieza de trabajo 14. La flecha 40 puede ser asociada también al eje Z, compárese la Fig. 2. Particularmente en caso de que el alojamiento de la pieza de trabajo 14 durante el procesamiento de la pieza de trabajo no está previsto para un desplazamiento longitudinal a lo largo de la flecha 22, el movimiento relativo entre la pieza de trabajo y la herramienta 32 puede realizarse a través de un desplazamiento del husillo de herramienta 30 con la herramienta 32 alojada en el mismo, a lo largo de la flecha 40.

Una flecha identificada con 42 describe una dirección de alimentación, que puede ser asociada con un eje X, compárese otra vez la Fig. 2. A lo largo del eje X puede producirse un transporte de la herramienta 32 en dirección hacia la pieza de trabajo para ser acoplada con la misma. El eje X también puede denominarse eje de alimentación, compárese el eje de alimentación 70 en la Fig. 2. El desplazamiento a lo largo del eje X o del eje de alimentación 70 puede ser guiado por ejemplo por medios apropiados de guía de la mesa de herramienta 29 y/o de la mesa de máquina 12.

A modo de ejemplo, en la Fig. 1 la unidad de herramienta 28 presenta adicionalmente un eje B 44. En la ilustración de acuerdo con la Fig. 1, el eje B' 44 se extiende perpendicularmente con respecto al plano de la vista. El eje B 44 permite un giro del husillo de herramienta 30, compárese una flecha girada 46. El eje B 44 puede permitir la provisión de una pluralidad de husillos de herramienta 30 con herramientas 32 en la unidad de herramienta 28. Estos

pueden ser llevados, en caso de necesidad, mediante un giro del eje B 44, hacia una posición de procesamiento. De esta manera se puede facilitar un procesamiento flexible, por ejemplo con herramientas 32 con diversos materiales abrasivos. De este modo es posible acoplar por ejemplo diversos discos abrasivos con la pieza de trabajo, para un tratamiento de desbaste, un mecanizado fino o un tratamiento de acabado, sin gastos particulares de equipamiento.

5 La asignación del eje B 44 al eje Z, compárense las flechas 22 y 40, o al eje X, compárese la flecha 42, puede ser realizada en principio también de modo diferente de la Fig. 1. A modo de ejemplo, el eje B 44 podría estar situado como alternativa también paralelo al eje del husillo de pieza de trabajo 20 o al eje de husillo de herramienta 34. En una configuración de este tipo por ejemplo una herramienta adicional podría estar alojada en una pluma girable que está alojada en el husillo de herramienta 30 y puede ser girada alrededor del eje del husillo de herramienta 34 en

10 dirección hacia la pieza de trabajo (no representada en la Fig. 1) para permitir el giro de la herramienta adicional.

Se entiende que la máquina herramienta 10 también puede estar realizada sin el eje B 44, particularmente en el caso de que está provisto un único husillo de herramienta 30.

15 En el husillo de herramienta 30 está alojado un dispositivo de medición 48, compárese también la Fig. 2. El dispositivo de medición 48 dispone de un elemento sobrepuesto de medición 50. Una flecha identificada con 52 indica que el dispositivo de medición 48 con el elemento sobrepuesto de medición 50 está alojado de modo giratorio en el husillo de herramienta 30.

20 De modo adicional, la máquina herramienta 10 dispone de un dispositivo de control 56 que puede estar configurado particularmente para activar el alojamiento de la pieza de trabajo 14 con el husillo de pieza de trabajo 16, la unidad de herramienta 28 con el husillo de herramienta 30, la herramienta 32 así como eventualmente el eje B 44 o el eje del husillo de pieza de trabajo 20 de modo enfocado para el accionamiento o el desplazamiento de los mismos. En este caso, los desplazamientos pueden realizarse por ejemplo a lo largo del eje X o del eje Z. Además, el dispositivo de control 56 puede estar configurado de tal manera que recibe unos parámetros de funcionamiento, por ejemplo parámetros de posición, por los componentes de la máquina herramienta 10. El dispositivo de control 56 puede comprender por ejemplo una unidad de captación, una unidad de valoración y una unidad de control.

25 En la Fig. 2 se representa un sistema de coordenadas 58 para la ilustración de los ejes X, Y, Z de la máquina herramienta 10. Se entiende que los ejes y direcciones indicados sirven únicamente para fines de ilustración y no para limitar el objeto de la revelación. Se entiende además que los movimientos de los componentes de la máquina herramienta 10, uno con respecto al otro, pueden realizarse en principio de manera relativa. Ello significa que, si un primer elemento debe ser desplazable con respecto a un segundo elemento, el movimiento puede ser realizado o por el primer elemento o por el segundo elemento. Asimismo cabe la posibilidad de que ambos elementos son desplazados juntos.

30 En la Fig. 2, en el husillo de herramienta 16 del alojamiento de la pieza de trabajo 14 está alojado un dispositivo de sujeción 60 de la pieza de trabajo que puede estar realizado por ejemplo como plato de sujeción. Por motivos de claridad, en la Fig. 2 se ha renunciado a la ilustración de diversos componentes de la máquina herramienta 10. Por ejemplo no se representa ningún contrapunto 18. Se entiende que, justamente en el caso de las piezas de trabajo cortas, puede ser suficiente un alojamiento unilateral en el dispositivo de sujeción 60 de la pieza de trabajo. Frente a ello, por ejemplo las piezas de trabajo que son especialmente largas y/o tienen paredes delgadas pueden ser apoyadas, al margen del husillo de pieza de trabajo 16 y del contrapunto 18, compárese la Fig. 1, adicionalmente a través de al menos un marco intercalado (no representado).

35 El dispositivo de medición 48 presenta una mímica de giro que puede estar realizada por ejemplo como mecanismo de acoplamiento mecánico 64. El dispositivo de medición 48 está alojado en el husillo de herramienta 30 (o de la unidad de herramienta 28) y puede ser desplazado conjuntamente con el mismo a lo largo del eje de alimentación 70. El eje de alimentación 70 puede corresponder al eje X o estar dispuesto paralelo al mismo. La flecha 42 indica el movimiento de vaivén correspondiente.

40 En la Fig. 2, el dispositivo de medición 48 se encuentra en la posición de medición. En la posición de medición, el elemento sobrepuesto de medición 50, que dispone de un primer palpador de medición 66 y un segundo palpador de medición 68, está desplazado o girado hacia la región del eje del husillo de pieza de trabajo 20.

45 En las Fig. 3a y 3b se describe una estructura ejemplar del dispositivo de medición 48. El dispositivo de medición 48 presenta un mecanismo de giro que está incorporado por el mecanismo de acoplamiento mecánico 64. En el caso presente, el mecanismo de acoplamiento mecánico 64 está realizado por ejemplo como doble balancín. Otros mecanismos para la realización de la funcionalidad de giro del dispositivo de medición 48 son imaginables.

50 El mecanismo de acoplamiento mecánico 64 presenta dos órganos de acoplamiento 72a, 72b que están realizados por ejemplo como balancines. Los balancines 72a, 72b están alojados de modo giratorio en el husillo de herramienta 30, compárese también la Fig. 2. Los balancines 72a, 72b están conectados en cada caso con órganos de acoplamiento 74a, 74b que están configurados por ejemplo como bielas. En las proporciones de longitud ilustradas en las Fig. 3a y 3b, tanto para los balancines 72a, 72b como para las bielas 74a, 74b, en caso de un giro, respectivamente

los unos hacia los otros, compárese la flecha 52, puede producirse una guía paralela. Otras proporciones de longitud son imaginables sin la menor dificultad.

5 Las bielas 74a, 74b están conectadas en su región delantera con una pluma girable 76. La pluma girable 76 está conectada con la biela 74a por ejemplo a través de una bisagra. La biela 74b está conectada con la pluma 76 por ejemplo a través de una ranura longitudinal. El mecanismo de acoplamiento mecánico 64 también puede estar configurado en el sentido de que cumple con determinadas condiciones admisibles en términos de espacio. En particular, a diferencia de un simple brazo de giro, pueden producirse ventajas en lo que se refiere al espacio. Sin embargo se entiende que el giro del dispositivo de medición 48 también puede realizarse de otra manera. En la Fig. 3a se indica un cilindro de ajuste 77 que está acoplado con el balancín 72b. Al desplegar el cilindro de ajuste 77, el mecanismo de acoplamiento mecánico 64 puede girar. Otros medios de accionamiento y puntos de articulación para el giro son posibles.

15 En la pluma 76 está alojada una pieza de soporte 80. La pieza de soporte 80 y la pluma 76 pueden estar realizadas en una sola pieza. La pieza de soporte 80 y la pluma 76, en un principio, también pueden estar realizadas en varias piezas. A cada uno de los palpadores de medición 66, 68 del elemento sobrepuesto de medición 50 está asociada un brazo de palpación 67, 69. Los brazos de palpación 67, 69 pueden comprender unas bolas de palpación o elementos similares de conformación, con los cuales pueden tener contacto con una pieza de trabajo.

20 La representación mostrada en la Fig. 3b puede corresponder por ejemplo a la posición de medición según la Fig. 2. Frente a ello, la Fig. 3a ilustra por ejemplo una posición fuera de acoplamiento del dispositivo de medición 48. En la posición de medición de acuerdo con la Fig. 3b, el elemento sobrepuesto de medición 50 con el primer palpador de medición 66 y el segundo palpador de medición 68 puede encerrar por ejemplo una pieza de trabajo de tal manera que se facilita una palpación bidireccional. Los palpadores de medición 66, 68 o sus brazos de palpación 67, 69 definen un área de medición 78, que determina el tamaño máximo de una pieza de trabajo a ser medida, o de un segmento de la pieza de trabajo a ser medido.

25 En la Fig. 4 se ilustra a modo de ejemplo como el elemento sobrepuesto de medición 50 del dispositivo de medición 48 con los palpadores de medición 66, 68 puede ser calibrado previamente a la medición. A este efecto, una geometría de referencia conocida 82, por ejemplo una pieza de trabajo de referencia, ha sido introducida en el área de medición 78. La pieza de trabajo de referencia con la geometría de referencia 82 puede estar alojada por ejemplo en el alojamiento de la pieza de trabajo 14 de la máquina herramienta 10. La introducción en el área de medición 78 puede efectuarse por ejemplo mediante un giro del dispositivo de medición 48.

30 La geometría de referencia 82 de la pieza de trabajo de referencia presenta una dimensión de referencia conocida 84. Con el fin de calibrar o contrastar el elemento sobrepuesto de medición 50, la dimensión de referencia 84 o la geometría de referencia 82 es palpada lateralmente de modo bidireccional con el primer palpador de medición 66 o el segundo palpador de medición 68. Los movimientos asociados del husillo de herramienta 30, compárese la Fig. 2, están indicados por las flechas 42a, 42b. A modo de ejemplo, el elemento sobrepuesto de medición 50 está conectado a través de la mímica de giro 64 (compárense Fig. 3a y Fig. 3b) y el husillo de herramienta 30 con un indicador de posición 92 y una medida materializada 90 que describe por ejemplo una posición real de la unidad de herramienta 28 a lo largo del eje de alimentación 70.

35 Se entiende que el elemento sobrepuesto de medición 50 o los palpadores de medición 66, 68 pueden colaborar de manera similar también con una medida materializada que describe por ejemplo una posición real de la unidad de herramienta 28 a lo largo de un eje longitudinal (o: eje de avance) (no representado en la Fig. 4). Dicho eje puede extenderse paralelamente con respecto al eje Z. De esta manera, una determinación de posición puede realizarse en dos dimensiones (2D). En caso de que la unidad de herramienta 28 debe poder desplazarse en su totalidad de modo directo o indirecto, y adicionalmente también a lo largo del eje Y con respecto a la pieza de trabajo, una determinación de posición puede efectuarse igualmente también a lo largo de dicho eje. De acuerdo con ello, según una forma de realización adicional, es posible determinar la posición del elemento sobrepuesto de medición 50 o de los palpadores de medición 66, 68 en tres dimensiones (3D).

40 Durante la palpación respectiva de la geometría de referencia 82 con el primer palpador de medición 66 y el segundo palpador de medición 68 es posible captar las posiciones reales asociadas. De manera sencilla, a partir de la distancia entre estas posiciones reales y la dimensión de referencia conocida 84, es posible determinar una distancia de base 86. La distancia de base 86 puede servir de base para todas las mediciones aguas abajo en las piezas de trabajo. Los datos de posición captados por el indicador de posición 92 pueden ser suministrados por ejemplo al dispositivo de control 56 para su valoración. La captación de posición puede realizarse también de otros modos. El indicador de posición 92 puede estar configurado por ejemplo como indicador incremental o como indicador absoluto. De manera adicional, se pueden utilizar por ejemplo principios de medición ópticos, inductivos, capacitativos o magnéticos.

45 En la Fig. 4, una flecha identificada con 88 indica adicionalmente que por ejemplo el segundo palpador de medición 68 puede estar realizado de modo desviable hasta una cierta medida. De acuerdo con algunas formas de realización dicha desviación del palpador de medición 68 puede ser captada y suministrada al dispositivo de control 56. El pri-

mer palpador de medición 66 puede estar configurado de la misma manera. Durante la palpación de la geometría de referencia 82 en el marco del proceso de calibrado, es posible calibrar por ejemplo el primer palpador de medición 66 y el segundo palpador de medición 68 en su posición neutra, a saber, sin desviación sustancial. A este efecto, por ejemplo, la posición real del husillo de herramienta 30 puede ser variada a lo largo del eje de alimentación 70 hasta que la señal de posición emitida en cada caso por los palpadores de medición 66, 68 sea aproximadamente cero. En dicha posición neutra, por ejemplo los llamados círculos de medición del primer y segundo palpador de medición 66, 68 pueden ponerse a cero, si posible y necesario. En las mediciones siguientes, la desviación del primer palpador de medición 66 o del segundo palpador de medición 68 puede ser tenida en cuenta durante la palpación adicionalmente a las posiciones reales del husillo de herramienta 30 a lo largo del eje de alimentación 70, para poder determinar las distancias exactas. Sin embargo, una funcionalidad de esta índole se refiere solamente a algunas formas ejemplares de realización que hacen uso de una funcionalidad ampliada de los palpadores de medición 66, 68. Según unas formas de realización alternativas preferibles, los palpadores de medición 66, 68 pueden presentar una conformación más sencilla.

En las Fig. 5a y 5b se representa a modo de ejemplo la determinación de un diámetro de una pieza de trabajo 96. En la Fig. 5a el primer palpador de medición 66 del elemento sobrepuesto de medición 50 viene apoyarse en la pieza de trabajo 96. Un desplazamiento subsiguiente del husillo de herramienta 30 y por lo tanto también del elemento sobrepuesto de medición 50 provoca que el segundo palpador de medición 68 en el lado opuesto viene apoyarse en la pieza de trabajo 96. La ruta de desplazamiento del husillo de herramienta 30 es ilustrada por una flecha identificada con 98. En conocimiento de la distancia de base 86, compárese Fig. 4, y de la ruta de desplazamiento 98, se puede determinar fácilmente una distancia real 100, en particular un diámetro real, de la pieza de trabajo 96. Unas mediciones similares para la determinación de distancia pueden ser realizadas en otras direcciones espaciales. En caso de una combinación de varios ejes de desplazamiento que sirven también de ejes de medición, es posible determinar distancias en el espacio bidimensional o incluso en el espacio tridimensional.

La desviación del palpador de medición 68 o del palpador de medición 66, indicada en la Fig. 4 por la flecha 88, puede proporcionar por ejemplo unos valores de corrección que pueden ser tenidos en cuenta al determinar la distancia real 100. De manera alternativa, durante la respectiva palpación del primer o del segundo palpador de medición 66, 68, el husillo de herramienta 30 puede ser desplazado durante tanto tiempo hasta que la señal emitida por los palpadores de medición 66, 68 corresponde aproximadamente a una posición neutra, a saber, una desviación cero o una desviación de casi cero. No obstante, estas variantes solamente se refieren a algunas conformaciones imaginables de los palpadores de medición 66, 68.

En la determinación de la distancia real 100, los factores de influencia de la parte de la máquina, por ejemplo la marcha térmica de la máquina herramienta 10, básicamente pueden influir en el resultado de medición solamente a través de la ruta de desplazamiento reducida 98. La "medida excesiva" que corresponde aproximadamente a la diferencia entre la distancia de base 86 y la distancia de referencia 84, permite una medición de una pluralidad de piezas diferentes de trabajo 96 con dimensiones diferentes.

En las Fig. 6a y 6b se describe un proceso de medición fundamentalmente similar a las Fig. 5a y 5b. Sin embargo, la palpación de la pieza de trabajo 96 se realiza con unas velocidades de alimentación o velocidades de palpación diferentes. Así puede ser por ejemplo ventajoso alimentar el palpador de medición 66 en un primer tiempo en una marcha rápida o urgente hacia una posición previa en la que el mismo aun no tiene contacto con la pieza de trabajo 96. Con el fin de evitar daños del elemento sobrepuesto de medición 50 o de la pieza de trabajo 96, partiendo de la posición previa, la alimentación sucesiva puede realizarse en una marcha de palpación hasta que el palpador de medición 66' llegue a palpar la pieza de trabajo 96.

De la misma manera puede efectuarse la palpación del palpador de medición 68, alimentándolo en un primer tiempo en una marcha rápida hacia una posición previa. A partir de la posición previa, la alimentación sucesiva o la palpación sucesiva puede realizarse en una marcha lenta de palpación, compárese una flecha identificada con 102a. El palpador de medición 68' ha palpado la pieza de trabajo 96. A partir de la ruta de desplazamiento 98 y la distancia de base conocida 86, la distancia real de la pieza de trabajo 96 puede ser determinada.

Fig. 7 muestra que el elemento sobrepuesto de medición 50 permite unas posibilidades de aplicación adicionales. La pieza de trabajo 96 a ser examinada en la Fig. 7 presenta una desviación de forma indicada por 104. En este caso se puede tratar de una desviación de redondez o de una desviación de forma cilíndrica, véanse a modo de ejemplo los símbolos de tolerancia identificados con 106a, 106b. El palpador de medición 66 puede estar configurado de modo desviable y, según algunas formas de realización, durante el giro de la pieza de trabajo 96 alrededor del eje del husillo de pieza de trabajo 20, puede captar la desviación de forma 104 de modo continuo o discontinuo. En este contexto puede ser preferible si el palpador de medición 66 dispone de una gran zona de proporcionalidad para poder captar también unas desviaciones importantes. No obstante, de acuerdo con unas formas de realización preferentes adicionales, está previsto configurar el palpador de medición 66 como conmutador de disparo (también: accionador de impulso de mando). De este modo, el propio palpador de medición 66 no tiene que captar de manera altamente precisa la desviación (por ejemplo de un brazo de palpación), sino puede generar por ejemplo, en caso de una determinada desviación, un impulso de activación (impulso de disparo). Dicha característica puede aplicarse también al palpador de medición 68.

Las tolerancias de forma cilíndrica pueden ser captadas por ejemplo cuando el husillo de herramienta 30, en el que está alojado el dispositivo de medición 48, es desplazado a lo largo del eje Z durante el giro de la pieza de trabajo 96 paralelo con respecto al eje del husillo de pieza de trabajo 20. De esta manera es posible por ejemplo palpar una superficie cilíndrica a lo largo de una vía helicoidal. De este modo, la pieza de trabajo 96 puede ser "escaneada".

En la Fig. 8, la pieza de trabajo 96 está realizada de tal manera que alrededor de una sección céntrica 108 circula una sección excéntrica alrededor del eje del husillo de pieza de trabajo 20. Las piezas de trabajo 96 de este tipo que están realizadas de modo excéntrico, al menos por secciones, pueden ser medidas por ejemplo en caso de que el dispositivo de control 56 está configurado para que accione el husillo de herramienta 30 a lo largo del eje X, a saber el eje de alimentación 70, y que accione al mismo tiempo la pieza de trabajo 96 alrededor del llamado eje C que, en el caso presente, coincide con el eje del husillo de pieza de trabajo 20. A modo de ejemplo, el movimiento acoplado puede seguir unos puntos esperados de contacto del primer palpador de medición 66 en la pieza de trabajo 96 durante el giro excéntrico de la misma. También de esta manera en un principio es posible captar por ejemplo tolerancias de redondez o tolerancias de forma cilíndrica. No obstante, también es imaginable accionar unas piezas de trabajo 96 excéntricas por secciones y captar en cada caso con los dos palpadores de medición 66, 68 las distancias reales, por ejemplo los diámetros reales, de modo análogo a las Fig. 5a, 5b o Fig. 6a, 6b.

Fig. 9 así como Fig. 10a y 10b muestran unas vistas en perspectiva de un dispositivo de medición modular 48, que puede estar alojado por ejemplo en la unidad de herramienta 28 de la máquina herramienta 10 de acuerdo con la Fig. 2. En las diversas representaciones, el dispositivo de medición 48 se encuentra en diversas configuraciones de módulo. El dispositivo de medición 48 puede estar realizado de modo giratorio para desplazar el elemento sobrepuesto de medición 50 de manera flexible y rápida entre una posición de medición y una posición fuera de acoplamiento, compárese Fig. 3a y Fig. 3b. El dispositivo de medición 48 puede presentar un mecanismo de acoplamiento mecánico que puede ser accionado a través de un accionamiento adecuado para facilitar el movimiento de giro. Un sistema de coordenadas X, Y, Z representado en la Fig. 9 ilustra los ejes asociados de la máquina herramienta, compárese también Fig. 2. El elemento sobrepuesto de medición 50 comprende una pieza de soporte 80 en la cual están alojados los palpadores de medición 66, 68. El palpador de medición 66 está alojado en la pieza de soporte 80 a través de una pieza adaptadora 110. El palpador de medición 68 está alojado a través de una pieza adaptadora 112 en la pieza de soporte 80. La pieza de soporte 80 está configurada de tal modo que aloja las piezas adaptadoras 110, 112 y por lo tanto los palpadores de medición 66, 68 en una pluralidad de posiciones teóricas definidas. De esta manera se pueden producir una pluralidad de configuraciones de módulo, de modo que el dispositivo de medición 48 en su totalidad puede ser empleado de manera altamente flexible para una pluralidad de tareas de medición.

Fig. 9 ilustra a modo de ejemplo una primera configuración de módulo. El primer palpador de medición 66 y el segundo palpador de medición 68 están alojados en la pieza de soporte 80 esencialmente paralelos el uno con respecto al otro y a la misma altura (con respecto al eje Y). El área de medición 78 (a lo largo del eje X) entre los brazos de palpación 67, 69 es ancha de modo que también unas piezas de trabajo más grandes pueden ser encerradas por los palpadores de medición 66, 68, por ejemplo para determinar un diámetro.

Fig. 10a muestra el dispositivo de medición 48 en una segunda configuración de módulo. A diferencia de su posición mostrada en la Fig. 9, la pieza adaptadora 110 está alejada de su posición original y está alojada lateralmente en la pieza de soporte 80, de modo indirecto a través de la pieza adaptadora 112. Por razones de transparencia, el palpador de medición 66 no está representado en la Fig. 10a. En la configuración de módulo mostrada en la Fig. 10a, el palpador de medición 66 puede estar alojado en cierto modo en una "posición de estacionamiento", axialmente desplazado (con referencia al eje Z, véase la Fig. 9) con respecto al palpador de medición 68. Sin embargo, el palpador de medición 66 e incluso la pieza adaptadora 110 también podrían estar alejados completamente de la pieza de soporte 80. A modo de ejemplo, en el palpador de medición 68 está alojado un brazo de palpación 69a curvado. El brazo de palpación 69a está acodado. Con el brazo de palpación 69a el palpador de medición 68, en la configuración de medición mostrada en la Fig. 10a, puede palpar axialmente una pieza de trabajo. De esta manera es posible determinar por ejemplo superficies axiales o distancias axiales. Adicionalmente, el brazo de palpación 69a puede penetrar en una cavidad o escotadura axial de una pieza de trabajo. De esta manera pueden captarse por ejemplo el diámetro interior y unos valores de medición similares.

Fig. 10b ilustra una tercera configuración de módulo posible del dispositivo de medición 48. Similarmente a la primera configuración de módulo mostrada en la Fig. 9, los palpadores de medición 66, 68 están alojados a lo largo del eje X (o: eje de alimentación), el uno distanciado con respecto al otro, en la pieza de soporte 80. En el palpador de medición 68 llega a utilizarse un brazo de palpación 69a curvado. Un extremo acodado del brazo de palpación 69a está orientado paralelo con respecto al eje X. De este modo, los palpadores de medición 66, 68 o los brazos de palpación 67, 69a encierran en la Fig. 10b un área de medición 78 (a lo largo del eje X) que, en principio, es más estrecha que el área de medición de las configuraciones de módulo representadas en la Fig. 9. Para compensar la altura (orientación en la dirección Y), la pieza adaptadora 112 para el palpador de medición 68 está alojada en una posición teórica en la pieza de soporte 80 que difiere de la posición teórica en la configuración de módulo ilustrada en la Fig. 9. De este modo puede ser asegurado que, incluso en caso de utilizar el brazo de palpación curvado 69a, los elementos de contacto o bolas de contacto relevantes de los brazos de palpación 67, 69a están dispuestos a la misma altura, a saber, presentan un valor idéntico a lo largo del eje Z. Mediante la configuración de módulo representada en la Fig. 10b es posible determinar básicamente, de manera similar a la Fig. 9, el diámetro y unos valores de distancia simila-

res. En este caso, las piezas de trabajo a ser medidas pueden presentar en principio unos diámetros más reducidos que en la Fig. 9. Adicionalmente, con esta configuración de medición, una pieza de trabajo también puede ser palpada radialmente (a lo largo del eje de alimentación o eje X), pudiendo penetrar el brazo de palpación 69a en las cavidades o escotaduras en la pieza de trabajo. De esta manera se pueden medir por ejemplo ranuras longitudinales, ranuras de cuña, ensambladuras a diente o similares.

Se entiende que se pueden imaginar unas configuraciones de módulo adicionales. Las configuraciones de medición representadas en las Fig. 9, 10a y 10b representan solamente unas configuraciones ejemplares. En principio, una configuración de módulo puede estar caracterizada por una posición teórica definida de uno de los palpadores de medición 66, 68. Adicionalmente una configuración de módulo también puede estar definida por una conformación de uno de los brazos de palpación 67, 69.

Fig. 11 y Fig. 12 ilustran una realización de un kit de módulos 114 en una representación en despiece. Al kit de módulos 114 pueden pertenecer en un principio también los palpadores de medición 66, 68, no representados en las Fig. 11 y 12. El kit de módulos 114 comprende la pieza de soporte 80, la primera pieza adaptadora 110 y la segunda pieza adaptadora 112. Con el kit de módulos 114 pueden realizarse por ejemplo las configuraciones de módulo representadas en las Fig. 9, 10a y 10b. Tal como se ha mencionado previamente, la pieza de soporte 80 puede estar realizada en una sola pieza, conjuntamente con la pluma girable 76. Fundamentalmente también es posible una realización por separado. En la pieza de soporte 80 pueden estar previstas unas superficies de contacto 116, 118 para las piezas adaptadoras 110, 112. En las piezas adaptadoras 110, 112 pueden estar previstas unas superficies antagónicas correspondientes (cubiertas en las Fig. 11 y 12). Además, tanto la pieza de soporte 80 como las piezas adaptadoras 110, 112 pueden presentar unos contornos adecuados de ajuste, por ejemplo taladros roscados y/o taladros de ajuste.

De este modo se puede efectuar una fijación altamente precisa de la posición de las piezas adaptadoras 110, 112 y por lo tanto de los palpadores de medición 66, 68. Ello puede ser asegurado incluso en el caso de que el dispositivo de medición 48 es modificado, es decir, en caso de que se produce por ejemplo un cambio de la respectiva configuración de módulo a través de una remodelación del kit de módulos 114. La superficie de contacto 116 puede estar configurada para el alojamiento de la pieza adaptadora 110. La superficie de contacto 118 puede estar configurada para el alojamiento de la pieza adaptadora 112. En un principio, también cabe la posibilidad de realizar las piezas adaptadoras 110, 112 de la misma manera. Según una forma de realización de este tipo, las superficies de contacto 116, 118 podrían estar realizadas igualmente parecidas o similares. De esta manera, el gasto de producción para las piezas adaptadoras 110, 112 podría ser reducido. No obstante, igualmente es imaginable realizar las piezas adaptadoras 110, 112 intencionalmente de forma diferente y adaptar las superficies de contacto 116, 118 de manera correspondiente. De acuerdo con una forma de realización adicional está previsto realizar las piezas adaptadoras 110, 112 de tal manera que al menos una de las piezas adaptadoras 110, 112 puede ser sujeta en la otra (véase la Fig. 10a).

Fig. 12 ilustra a través de unas líneas de punto y raya diversas configuraciones del kit de módulos 114, que pueden ser utilizadas para generar diversas configuraciones de módulo. La pieza adaptadora 110 puede estar alojada por ejemplo en una posición teórica en la superficie de contacto 116 de la pieza de soporte 80, compárese una línea identificada con 120a. Al margen de ello, la pieza adaptadora 110 puede estar sujeta en una posición teórica adicional en la pieza adaptadora 112, compárese una línea identificada con 120a. De esta manera, la pieza adaptadora 110 puede estar alojada de modo indirecto en la pieza de soporte 80. Por lo tanto es posible realizar algo como una "posición de estacionamiento" para la pieza adaptadora 110. La pieza adaptadora 112 puede ser alojada en diversas posiciones teóricas en la pieza de soporte 80, compárese unas líneas identificadas con 122a, 122b. Las posiciones teóricas 122a, 122b difieren sustancialmente a través de su posición en el eje Y. De este modo es posible compensar por ejemplo unas longitudes diferentes de los palpadores de medición 66, 68 o de sus brazos de palpación 67, 69. Se entiende que el sistema de coordenadas X, Y representado por motivos de ilustración en la Fig. 12 puede ser aplicado esencialmente cuando el dispositivo de medición 48 se encuentra en la configuración de medición, es decir, por ejemplo si el dispositivo de medición 48 está girado en dirección hacia una pieza de trabajo a ser medida.

Fig. 13 muestra una vista esquemática en perspectiva, fuertemente simplificada, de una pieza de trabajo 96a y de un elemento sobrepuesto de medición 50 con el fin de ilustrar una tarea de medición. Por motivos de transparencia, el elemento sobrepuesto de medición 50 con los palpadores de medición 66, 68 está representado de modo fuertemente simplificado, solamente a modo de símbolo. La configuración de módulo asociada puede corresponder por ejemplo a la representación mostrada en la Fig. 10b. La tarea de medición puede consistir por ejemplo en la palpación de una superficie axial de tope 126 de la pieza de trabajo 96a. La superficie de tope 126 puede seguir por ejemplo a continuación de un soporte de eje 124. La palpación axial (en dirección Z) de la superficie de tope 126 puede ser por ejemplo un componente de la determinación de una distancia axial. De manera adicional cabe la posibilidad de palpar varios puntos de la superficie de tope 126 para determinar una tolerancia de posición o tolerancia de forma. En este caso, se puede tratar por ejemplo de la planeidad de la superficie de tope 126. En la configuración representada, adicionalmente es posible determinar un diámetro del soporte de eje 124.

Fig. 14a y Fig. 14b muestran unas vistas frontales esquemáticas, fuertemente simplificadas, de una pieza de trabajo adicional 96b y de un elemento sobrepuesto de medición 50 para ilustrar una tarea de medición adicional. En princi-

pio, el elemento sobrepuesto de medición 50 puede encontrarse en una configuración de módulo que corresponde al elemento sobrepuesto de medición 50 en la Fig. 13. Otras configuraciones son imaginables. La tarea de medición ilustrada en las Fig. 14a, 14b puede ser realizada utilizando únicamente uno de los palpadores de medición 66, 68. Por esta razón, en un principio se ofrece por ejemplo también la configuración de medición representada en la Fig. 11a, si el brazo de palpación 69a del palpador de medición 68 está curvado y orientado de modo correspondiente. La pieza de trabajo 96b dispone de una ranura 128, en particular una ranura longitudinal, que está introducida en el soporte de eje 124. El brazo de palpación 69a puede penetrar radialmente en la ranura 128 con el fin de medirla. En un principio, el brazo de palpación 69a puede ser utilizado para palpar un fondo de ranura de la ranura 128. No obstante, el brazo de palpación 69a también puede ser utilizado para palpar las paredes laterales de la ranura 128. De esta manera, la ranura puede ser medida con poco esfuerzo, por completo o casi por completo. La palpación del brazo de palpación 69a del elemento sobrepuesto de medición 50 en las paredes laterales de la ranura 128 requiere un giro definido de la pieza de trabajo 96b, compárese una flecha identificada con 24 en la Fig. 14a y una flecha identificada con 24' en la Fig. 14b. Ello puede realizarse por medio de un giro definido de un husillo de pieza de trabajo 16 alrededor de un eje del husillo de pieza de trabajo 20. Tal como ya se ha mencionado previamente, una funcionalidad de este tipo puede ser caracterizada por ejemplo como funcionalidad de eje C. A través de una colaboración de la activación del llamado eje C y del accionamiento de la unidad de herramienta 28, la ranura 128 puede ser medida de modo altamente preciso.

Fig. 15 muestra una vista esquemática en perspectiva, fuertemente simplificada, de otra pieza de trabajo adicional 96c y de un elemento sobrepuesto de medición (en la Fig. 15 está representado solamente en parte) para ilustrar una tarea de medición adicional. En principio, el elemento sobrepuesto de medición puede encontrarse en una configuración de módulo que está representada por ejemplo en la Fig. 10a. En esta tarea de medición, un brazo curvado de palpación 69a del palpador de medición 68 puede penetrar axialmente en el taladro o la escotadura 129 de la pieza de trabajo. Siempre y cuando la longitud del segmento curvado y orientado en la dirección Z del brazo de palpación 69a sea suficiente, se podría determinar por ejemplo una profundidad del taladro o de la escotadura. No obstante, con el brazo de palpación 69a es posible realizar adicionalmente también una captación del diámetro interior del taladro o de la escotadura 129.

La configuración modular del dispositivo de medición 48 permite la realización de diversas tareas de medición con un único kit de módulos 114. Unos trabajos necesarios de modificación pueden ser efectuados sin mucho esfuerzo. Así cabe la posibilidad de determinar el diámetro exterior de las piezas de trabajo 96 de modo altamente preciso. De acuerdo con una tarea de medición modificada, puede efectuarse una captación de una cilindridad o excentricidad. Ello puede realizarse mediante un acoplamiento de los accionamientos del eje del husillo de pieza de trabajo 20 (eje C) y de la unidad de herramienta 28. Un desplazamiento definido de la unidad de herramienta 28 paralelamente al eje del husillo de pieza de trabajo 20 en la dirección Z permite un llamado posicionamiento longitudinal de al menos uno de los palpadores de medición 66, 68, es decir, por ejemplo una palpación axial de una superficie de tope. A través de un brazo de palpación con una curvatura correspondiente cabe la posibilidad de medir adicionalmente unos taladros axiales en la pieza de trabajo, por ejemplo para determinar el diámetro de los mismos. Un desplazamiento radial de la unidad de herramienta 28 (dirección X) facilita un llamado posicionamiento circunferencial, es decir, una palpación radial de la pieza de trabajo 96. Mediante la combinación de diversas funciones pueden realizarse también unas tareas complejas de medición, por ejemplo la medición de ranuras longitudinales o ranuras circunferenciales.

Fig. 16 ilustra diversas etapas de un procedimiento para la medición de piezas de trabajo que puede ser realizado por ejemplo con la máquina herramienta 10.

El procedimiento puede comprender un bloque inicial 130 que puede comprender por ejemplo un calibrado o una contrastación. En una primera etapa 132 se prepara una dimensión de referencia, por ejemplo de un cuerpo de referencia, y se introduce en el área de medición. La introducción puede realizarse por ejemplo a través de un giro de un dispositivo de medición.

En una etapa 134 dispuesta aguas abajo puede efectuarse una primera palpación de la dimensión de referencia, por ejemplo con un primer palpador de medición. La primera palpación 134 puede terminarse por ejemplo mediante las etapas 136, 138. La etapa opcional 136 puede comprender un calibrado eléctrico de un círculo de medición del primer palpador de medición. La etapa 138 puede contener una captación de una posición real a lo largo de un eje X o eje de alimentación.

A continuación puede seguir una etapa 140 que comprende una segunda palpación por medio de un segundo palpador de medición. La etapa 140 de la segunda palpación puede comprender las etapas 142, 144 que pueden terminar la etapa 140. La etapa opcional 142 puede comprender el calibrado eléctrico de un círculo de medición del segundo palpador de medición. La etapa 144 puede comprender la captación de una segunda posición real a lo largo del eje de alimentación o del eje X.

En una etapa dispuesta aguas abajo 146 se puede determinar, a partir de los valores captados y la dimensión de referencia conocida, una distancia de base que puede servir como base para mediciones ulteriores. Una etapa 148 termina el calibrado o la contrastación.

Un bloque identificado con 150 describe a modo de ejemplo la medición de una pieza de trabajo, utilizando la distancia de base averiguada previamente. En una primera etapa 152 se recibe una pieza de trabajo a ser medida y se introduce, por ejemplo mediante un giro del dispositivo de medición, en su área de medición.

5 En una etapa facultativa 154 se puede acercarse a una posición previa con una primera velocidad de alimentación. En una etapa adicional 156 se puede desplazar a una primera posición de medición en la que se realiza una primera palpación de la pieza de trabajo con el primer palpador de medición. El desplazamiento puede efectuarse por ejemplo con una segunda velocidad de alimentación. En una etapa adicional 158, los valores de posición vinculados con la primera palpación pueden ser registrados.

10 En una etapa facultativa 160 dispuesta aguas abajo se puede acercarse a una segunda posición previa con la primera velocidad de alimentación. Una etapa 162 dispuesta aguas abajo comprende el desplazamiento hacia una segunda posición de medición en la cual el segundo palpador de medición puede tener contacto con la pieza de trabajo 96. El desplazamiento puede realizarse por ejemplo con una segunda velocidad de alimentación. En una etapa adicional 164 se registran los valores de posición vinculados con la segunda palpación.

15 A continuación de la primera y la segunda palpación sigue una etapa 166 en la cual, partiendo de los datos obtenidos y la distancia de base, se determina una distancia real. El proceso de medición es cerrado por una etapa 168 que puede comprender por ejemplo también un giro del dispositivo de medición. Una flecha 170 indica que, después de un único calibrado, se puede realizar una pluralidad de mediciones. En este caso se pueden determinar varias distancias reales, siempre y cuando puedan ser introducidas en el área de medición.

20 Las etapas descritas del procedimiento pueden ser por ejemplo objeto de un programa de control de máquina.

REIVINDICACIONES

1. Máquina herramienta, en particular rectificadora, comprendiendo los elementos siguientes:

- 5 - un alojamiento de pieza de trabajo (14) que comprende al menos un portapiezas (16, 18) destinado para recibir una pieza de trabajo (96),
- una unidad de herramienta (28) que comprende un husillo de herramienta (30), comprendiendo en particular un cabezal rectificador, destinada para recibir y para accionar una herramienta (32), en particular al menos una muela abrasiva, en la cual la unidad de herramienta (28) puede ser desplazada con respecto a la pieza de trabajo (96) por lo menos a lo largo de un eje de alimentación (70),
- 10 - un dispositivo de medición (48) que está montado en la unidad de herramienta (28), presentando el dispositivo de medición (48) por lo menos un palpador de medición (66; 68), y
- un dispositivo de control (56) que está conectado con el dispositivo de medición (48) y con la unidad de herramienta (28), estando el dispositivo de control (56) configurado para captar las señales activadas por al menos un palpador de medición (66; 68) en el momento de la palpación de una pieza de trabajo (96) y determinar, por medio de una posición real de la unidad de herramienta (28), una posición real de al menos un palpador de medición (66; 68),

caracterizada por el hecho de que el dispositivo de medición (48) está realizado bajo la forma de un dispositivo de medición (48) modular y por el hecho de que al menos un palpador de medición (66; 68) está montado en una pieza de soporte (80) que proporciona una pluralidad de posiciones teóricas definidas para al menos un palpador de medición (66; 68).

2. Máquina herramienta (10) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que el dispositivo de medición (48) modular dispone de al menos dos palpadores de medición (66, 68) que están montados distanciados el uno del otro en la pieza de soporte (80), presentando los al menos dos palpadores de medición (66, 68) en una primera configuración de medición una distancia de base (86) el uno con respecto del otro, que define una zona de medición (78), estando la distancia de base (86) elegida superior a una dimensión de referencia (84) conocida, y estando el dispositivo de control (56) configurado de tal manera que capta una posición real de la unidad de herramienta (28) a lo largo del eje de alimentación (70) y que, a base de una ruta de desplazamiento (98) de la unidad de herramienta (28) durante la palpación de una pieza de trabajo (96) que está introducida en la zona de medición (78), determina una distancia real (100), en particular un diámetro real con los al menos dos palpadores de medición (66, 68), teniendo en cuenta la dimensión de referencia (84) y/o la distancia de base (86).

3. Máquina herramienta (10) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizada por el hecho de que al menos un palpador de medición (66, 68) está montado en una pieza adaptadora (110, 112) que está adaptada a la pieza de soporte (80) y puede ser fijada en la pieza de soporte (80) en una pluralidad de posiciones teóricas definidas.

4. Máquina herramienta (10) de acuerdo con la reivindicación 2 o 3, caracterizada porque por lo menos dos palpadores de medición (66, 68), en una segunda configuración de medición, están montados en la pieza de soporte (80) distanciados el uno con respecto del otro en una dirección espacial (40) de tal manera que un palpador de medición (66; 68) puede palpar la pieza de trabajo (96) en el sentido axial.

5. Máquina herramienta (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por el hecho de que por lo menos un palpador de medición (66; 68) dispone de un brazo de palpación curvado (67; 69) que se termina en un ángulo determinado con respecto a un eje longitudinal del palpador de medición (66; 68).

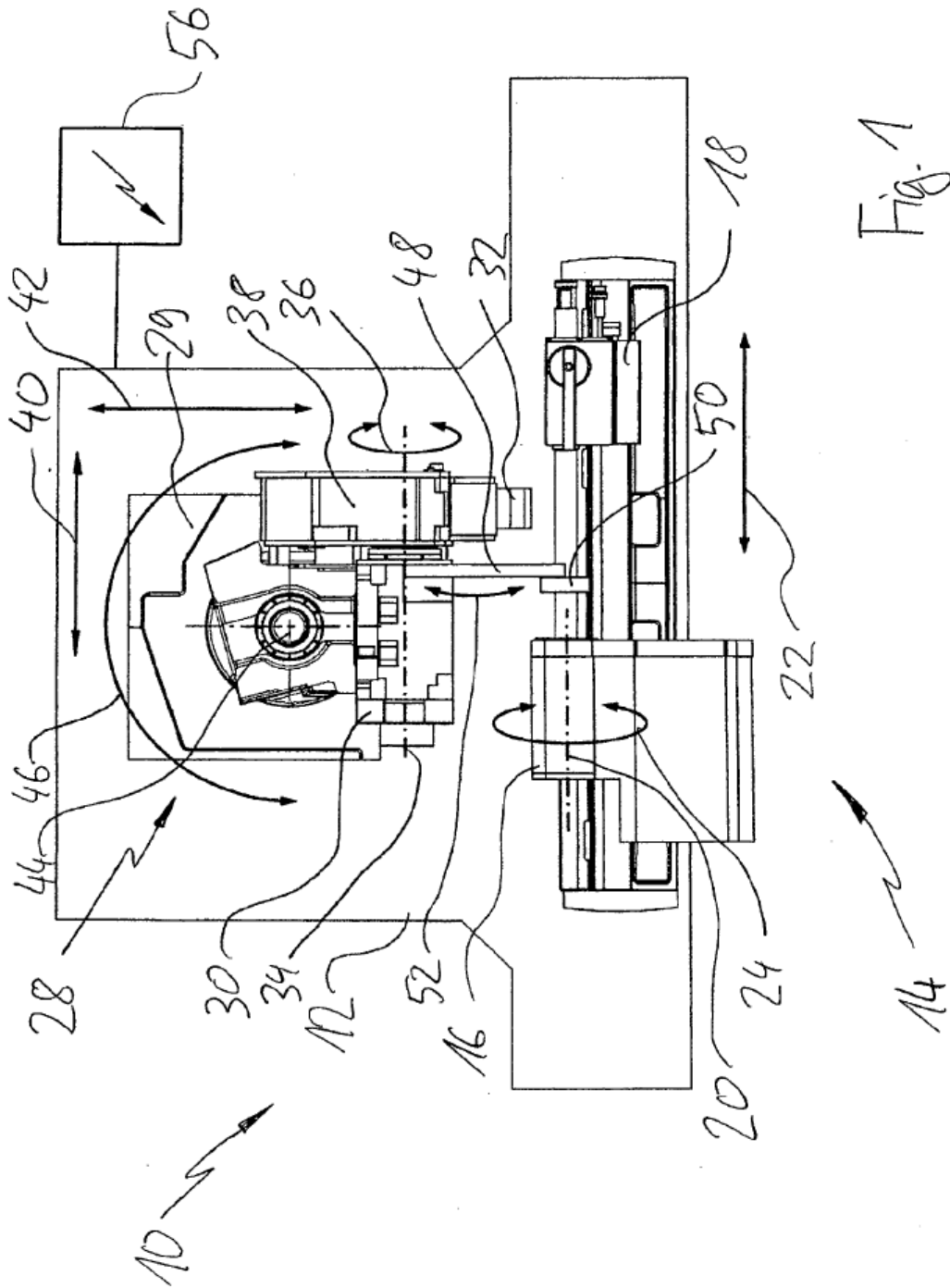
6. Máquina herramienta (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 5, caracterizada por el hecho de que el dispositivo de medición (48) presenta un elemento sobrepuesto de medición (50) en el cual están montados por lo menos dos palpadores de medición (66, 68), siendo el elemento sobrepuesto de medición (50) pivotable para introducir la pieza de trabajo (96) en la zona de medición (78).

7. Máquina herramienta (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por el hecho de que el dispositivo de medición (48) presenta un mecanismo de acoplamiento mecánico (64) que permite un giro entre una posición de medición y una posición fuera de acoplamiento.

8. Máquina herramienta (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por el hecho de que la pieza de trabajo (96) puede ser montada en un husillo portapiezas (16), que puede ser accionado en rotación de manera selectiva alrededor de un eje del husillo de la pieza de trabajo (20), estando el eje del husillo de la pieza de trabajo (20) dispuesto de modo preferente perpendicularmente con respecto al eje de alimentación (70) y presentando el husillo de herramienta (30) de modo preferente un eje de husillo de herramienta (34) que está dispuesto paralelamente al eje del husillo de la pieza de trabajo (20).

9. Máquina herramienta (10) de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizada porque la unidad de herramienta (28) puede ser desplazada paralelamente al eje de husillo de la pieza de trabajo (20) con respecto a la pieza de trabajo (96).

- 5 10. Máquina herramienta (10) de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, caracterizada por el hecho de que el dispositivo de control (56) está configurado de tal manera que, durante un movimiento acoplado, desplaza la unidad de herramienta (28) de manera selectiva a lo largo del eje de alimentación (70) y acciona de manera selectiva el husillo de la pieza de trabajo (16) alrededor del eje del husillo de la pieza de trabajo (20).
- 10 11. Máquina herramienta (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 o 10, caracterizada por el hecho de que el dispositivo de control (56) está configurado de tal manera que, durante un movimiento acoplado, desplaza adicionalmente la unidad de herramienta (28) de manera selectiva paralelamente con respecto al eje del husillo de la pieza de trabajo (20).
- 15 12. Máquina herramienta (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por el hecho de que el dispositivo de control (56) está configurado de tal manera que, a través de la distancia real (100) de la pieza de trabajo (96), en particular del diámetro real, acciona y desplaza la unidad de herramienta (28) y la pieza de trabajo (32) de manera selectiva en una operación de mecanizado dispuesta aguas abajo.
- 20 13. Procedimiento de medición de una pieza de trabajo en una máquina herramienta (10), en particular una rectificadora, comprendiendo las etapas siguientes:
- 25 - provisión de un dispositivo de medición (48) modular que puede ser desplazado al menos a lo largo de un eje de alimentación (70) con respecto a una pieza de trabajo (96) que está montada en un alojamiento de pieza de trabajo (14), estando el dispositivo de medición (48) montado en una unidad de herramienta (28) que comprende un husillo de herramienta (30), comprendiendo el dispositivo de medición (48) al menos un palpador de medición (66; 68) que está montado en una pieza de soporte (80), que proporciona una pluralidad de posiciones teóricas definidas para al menos un palpador de medición (66; 68),
 - 30 - desplazamiento de la unidad de herramienta (28) con respecto a la pieza de trabajo (96),
 - captación de señales que son activadas por al menos un palpador de medición (66; 68) durante la palpación de una pieza de trabajo (96), y
 - determinación de una posición real de al menos un palpador de medición (66; 68) a través de una posición real de la unidad de herramienta (28).
- 35 14. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, comprendiendo de modo adicional las etapas siguientes:
- 40 - provisión de un dispositivo de medición (48) modular que presenta por lo menos dos palpadores de medición (66, 68) que están montados, distanciados el uno del otro, en una pieza de soporte (80), que proporciona una pluralidad de posiciones teóricas definidas para al menos dos palpadores de medición (66, 68),
 - preparación de una medición, que comprende:
 - 45 - ajuste de una distancia de base (86) entre al menos dos palpadores de medición (66, 68), que es elegida superior a una dimensión de referencia (84) conocida de una forma geométrica de referencia (82) y define un área de medición (78),
 - alojamiento de la forma geométrica de referencia (82) en la máquina herramienta (10),
 - introducción de la dimensión de referencia (84) en el área de medición (78),
 - desplazamiento del dispositivo de medición (48) con respecto a la forma geométrica de referencia (82) y palpación de la dimensión de referencia (84) con los palpadores de medición (66, 68), detectando de esta manera las posiciones reales del dispositivo de medición (48), y detectando de este modo la ruta de desplazamiento (98) del dispositivo de medición (48), y
 - 50 - determinación de la distancia de base (86) teniendo en cuenta la dimensión de referencia (84) y las posiciones reales del dispositivo de medición (48) durante la palpación,
 - 55 - realización de al menos una medición, en particular para determinar un diámetro de la pieza de trabajo, comprendiendo:
 - alojamiento de una pieza de trabajo (96) en la máquina herramienta (10), introducción de una forma geométrica de medición de la pieza de trabajo (96) en el área de medición (78),
 - 60 - palpación de la forma geométrica de medición de la pieza de trabajo (96) con los palpadores de medición (66, 68), y de este modo captación de la ruta de desplazamiento del dispositivo de medición (48), y
 - determinación de una distancia real (100) de la forma geométrica de medición, teniendo en cuenta la distancia de base (86) y la ruta de desplazamiento del dispositivo de medición (48) durante la palpación.
- 60 15. Programa de control de máquina, que presenta un código de programa que está configurado para impulsar un dispositivo de control (56) para que ejecute las etapas del procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13 o 14 cuando el programa de control de máquina es ejecutado en el dispositivo de control (56).



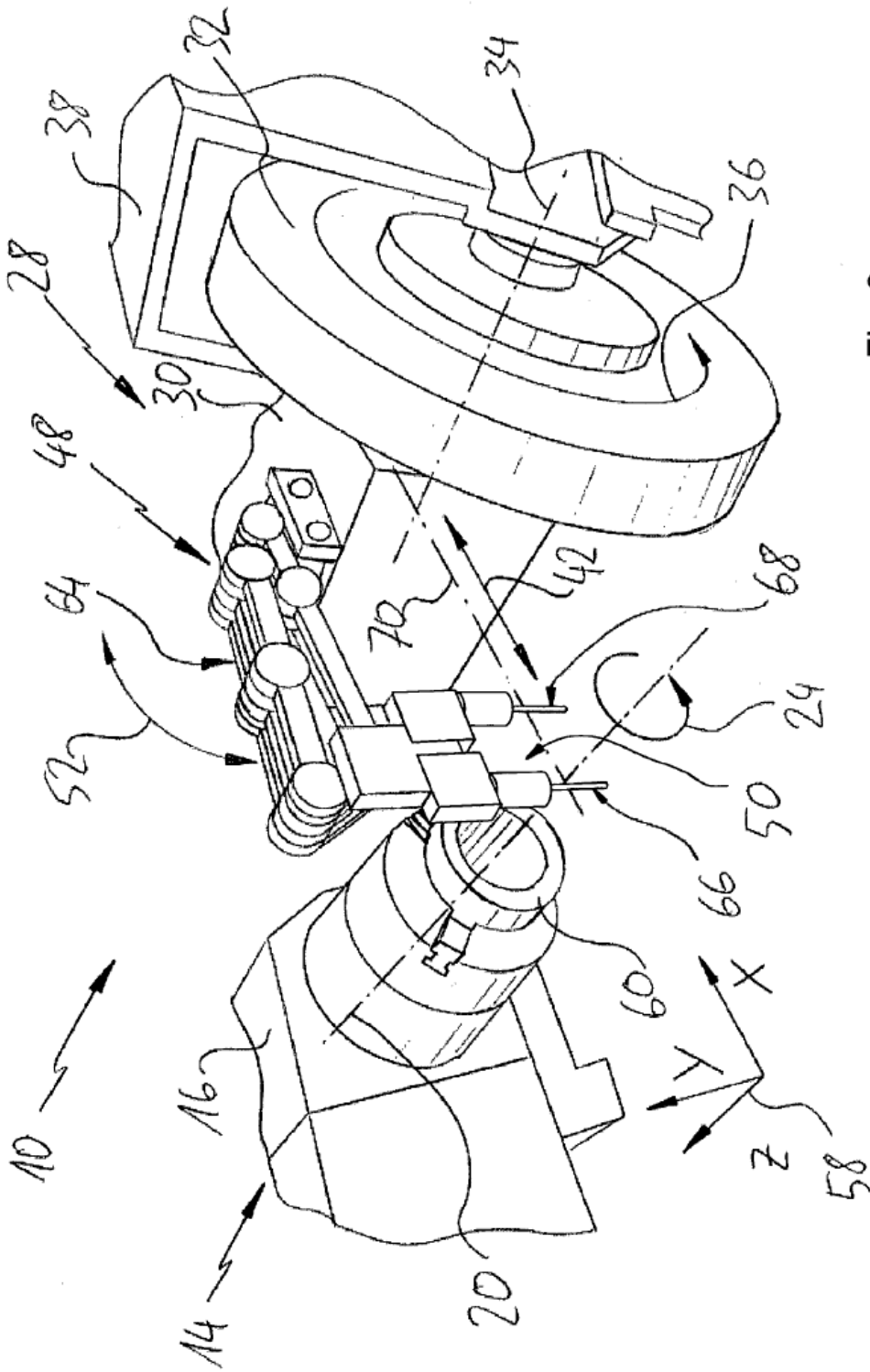


Fig. 2

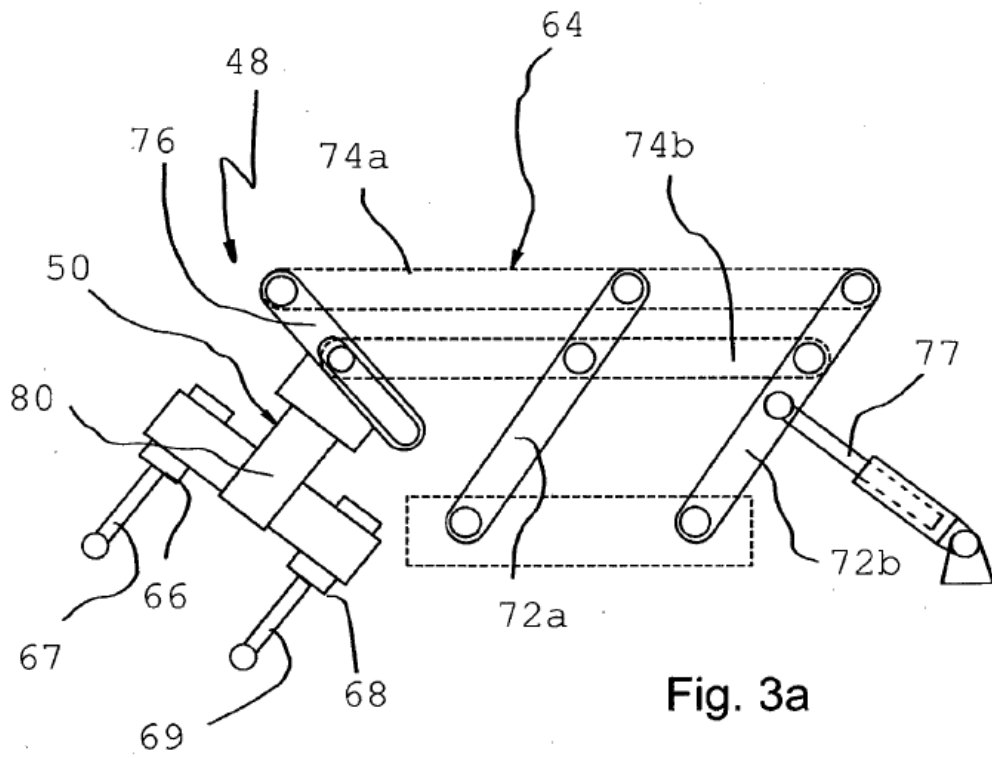


Fig. 3a

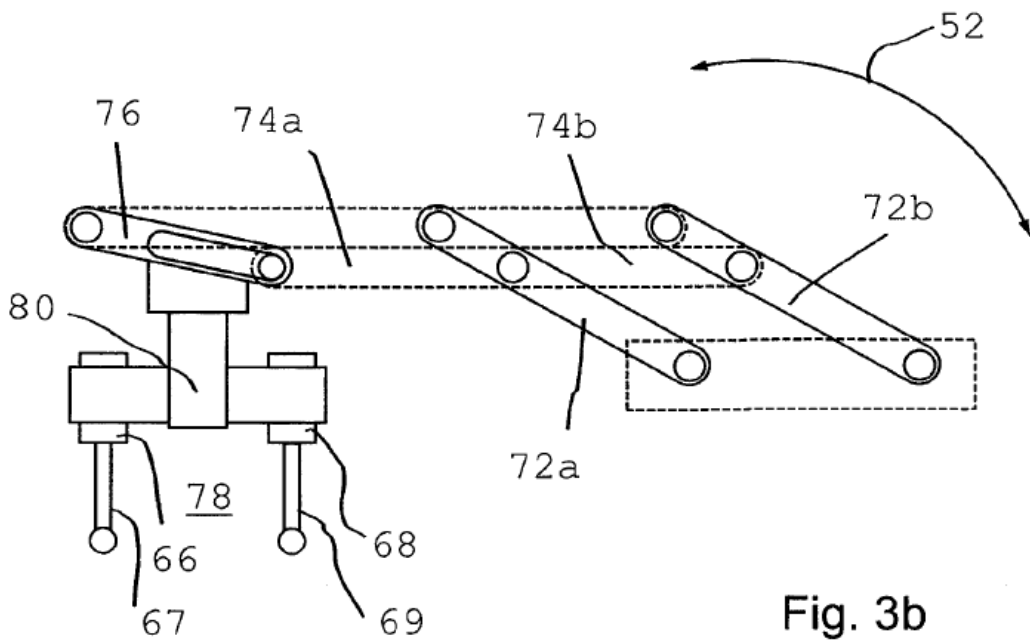


Fig. 3b

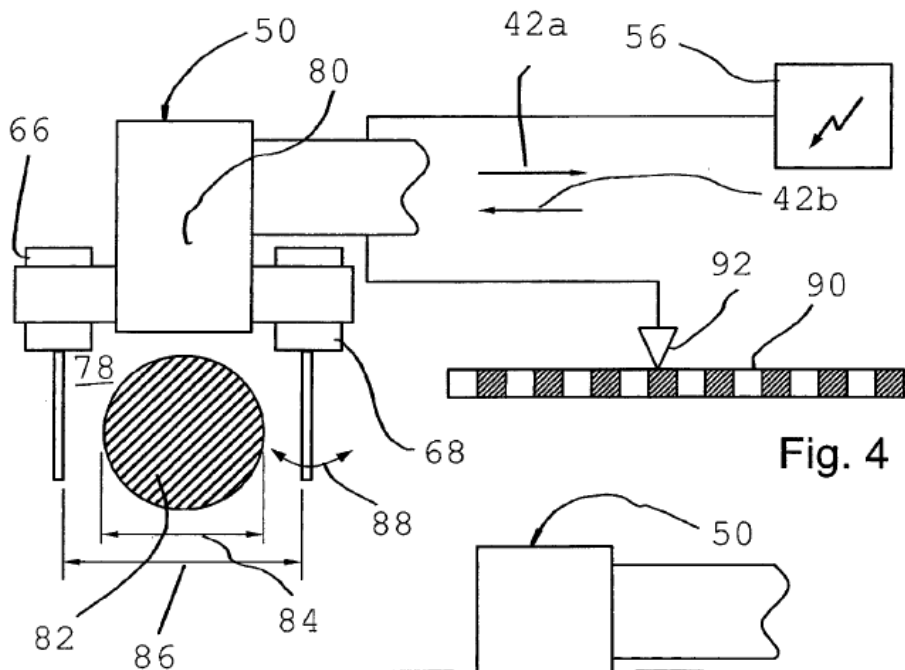


Fig. 4

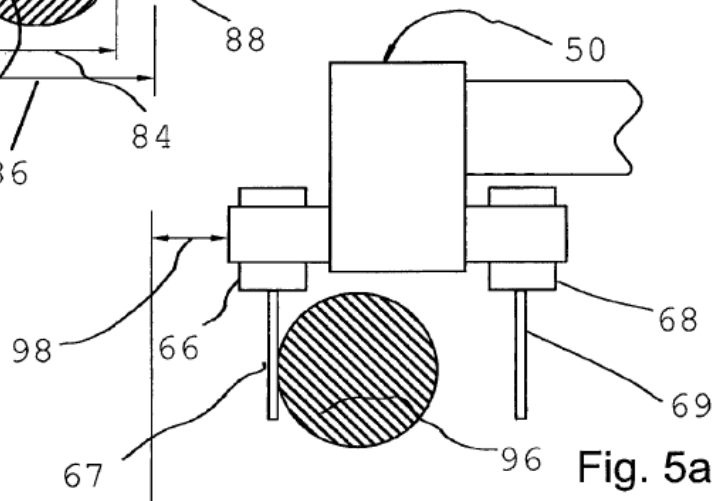


Fig. 5a

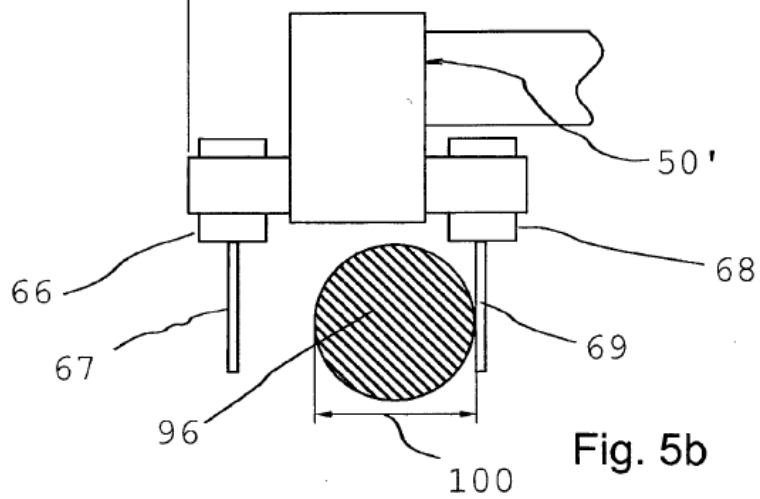
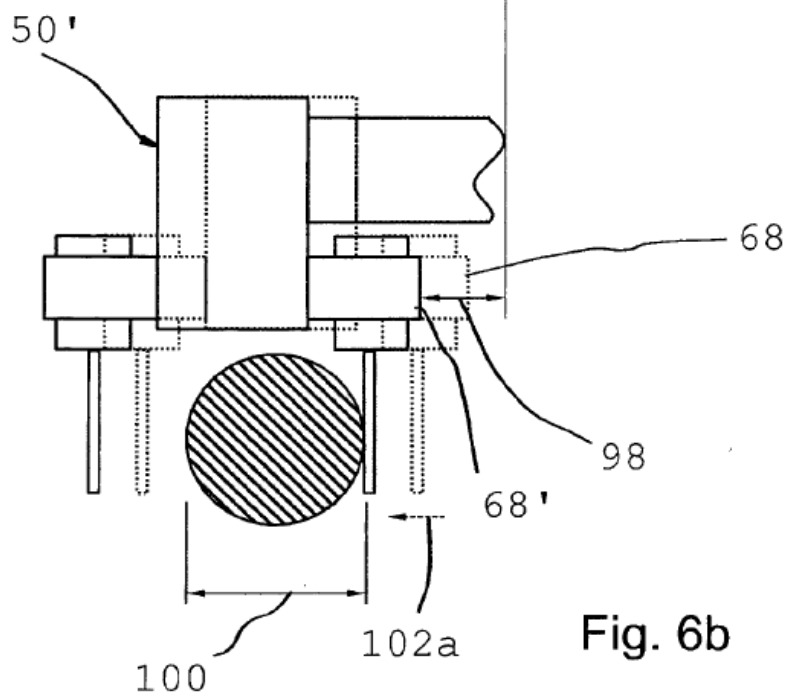
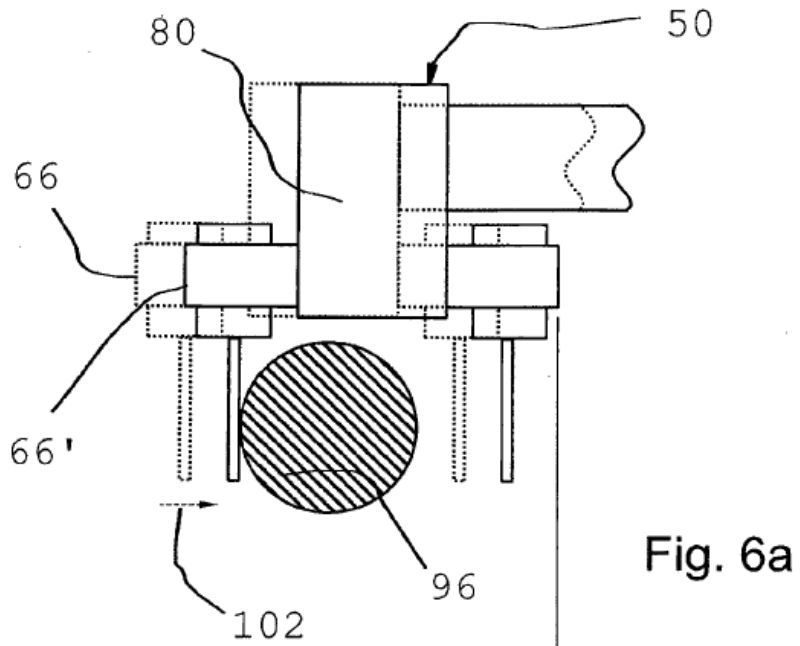


Fig. 5b



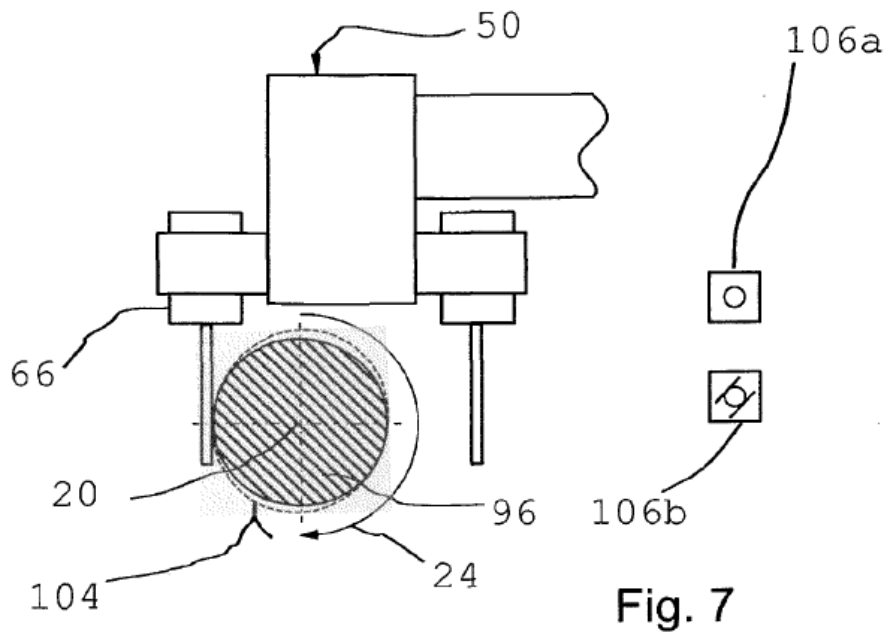


Fig. 7

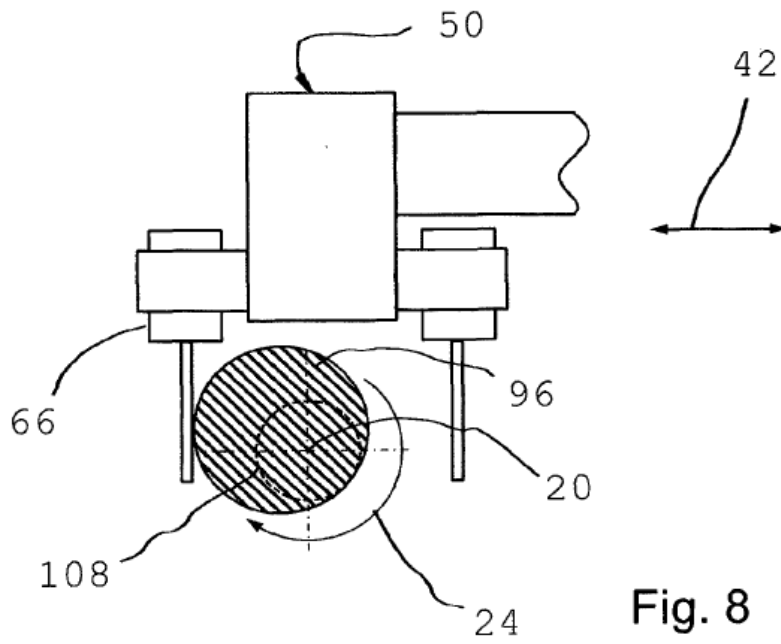


Fig. 8

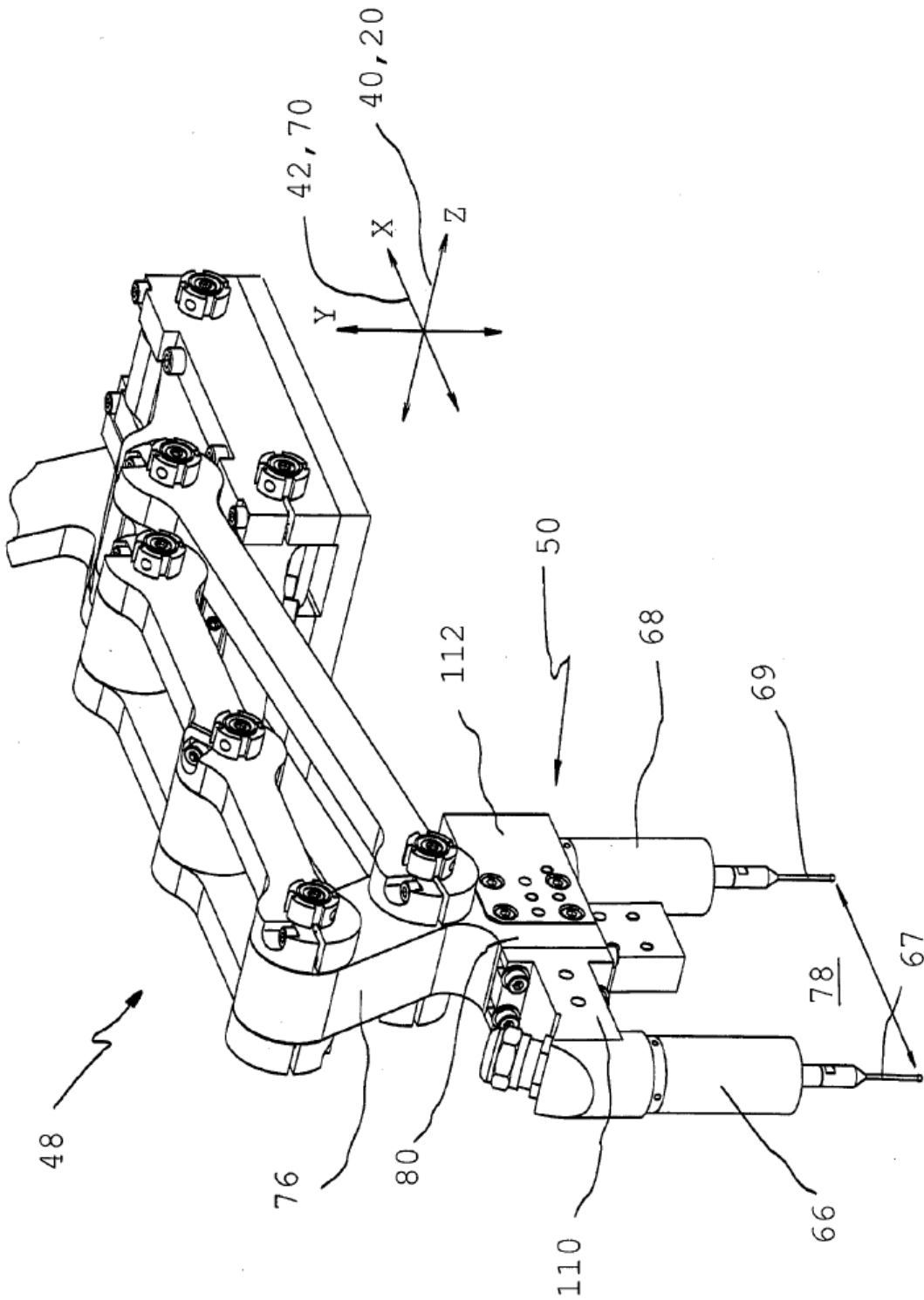


Fig. 9

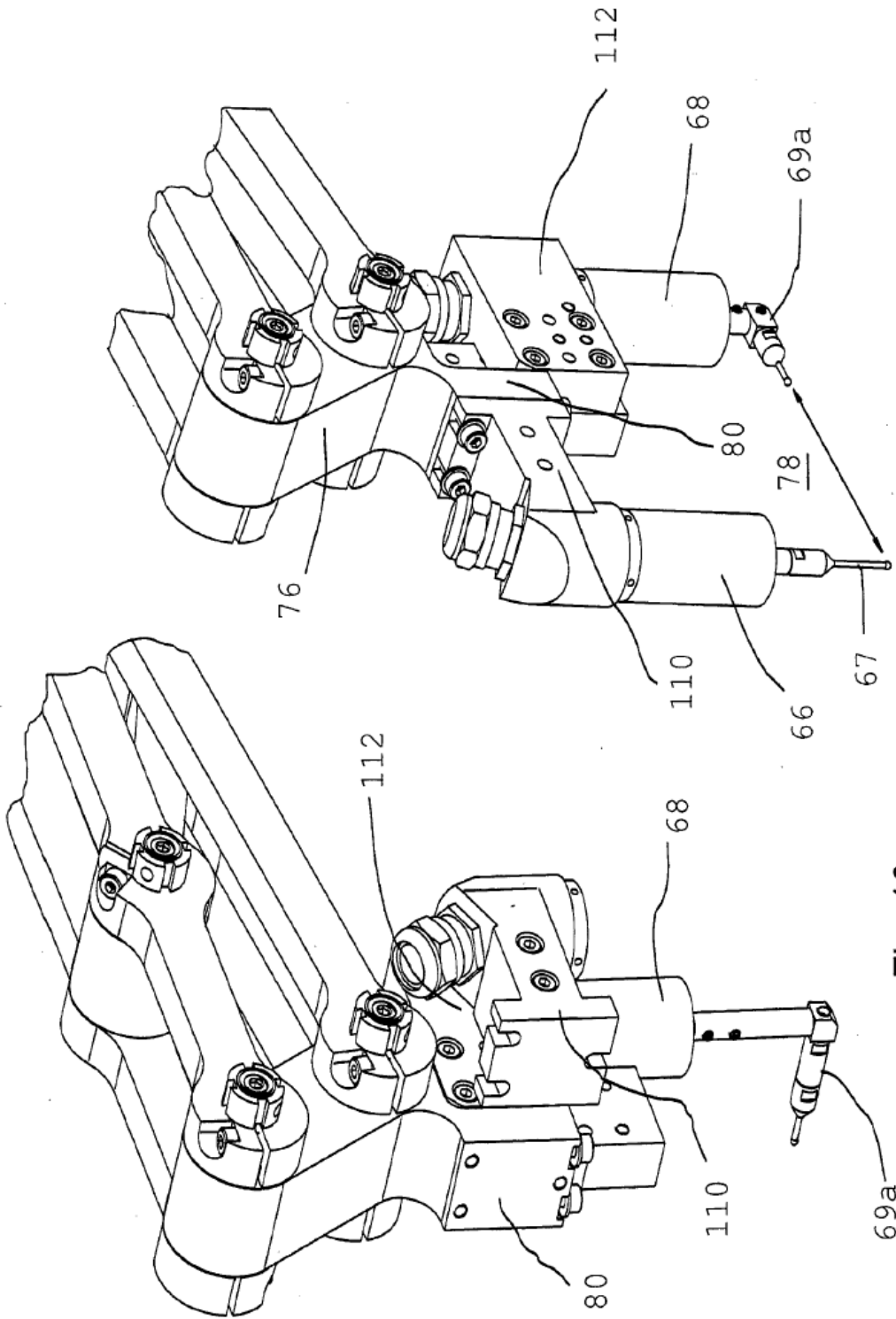


Fig. 10b

Fig. 10a

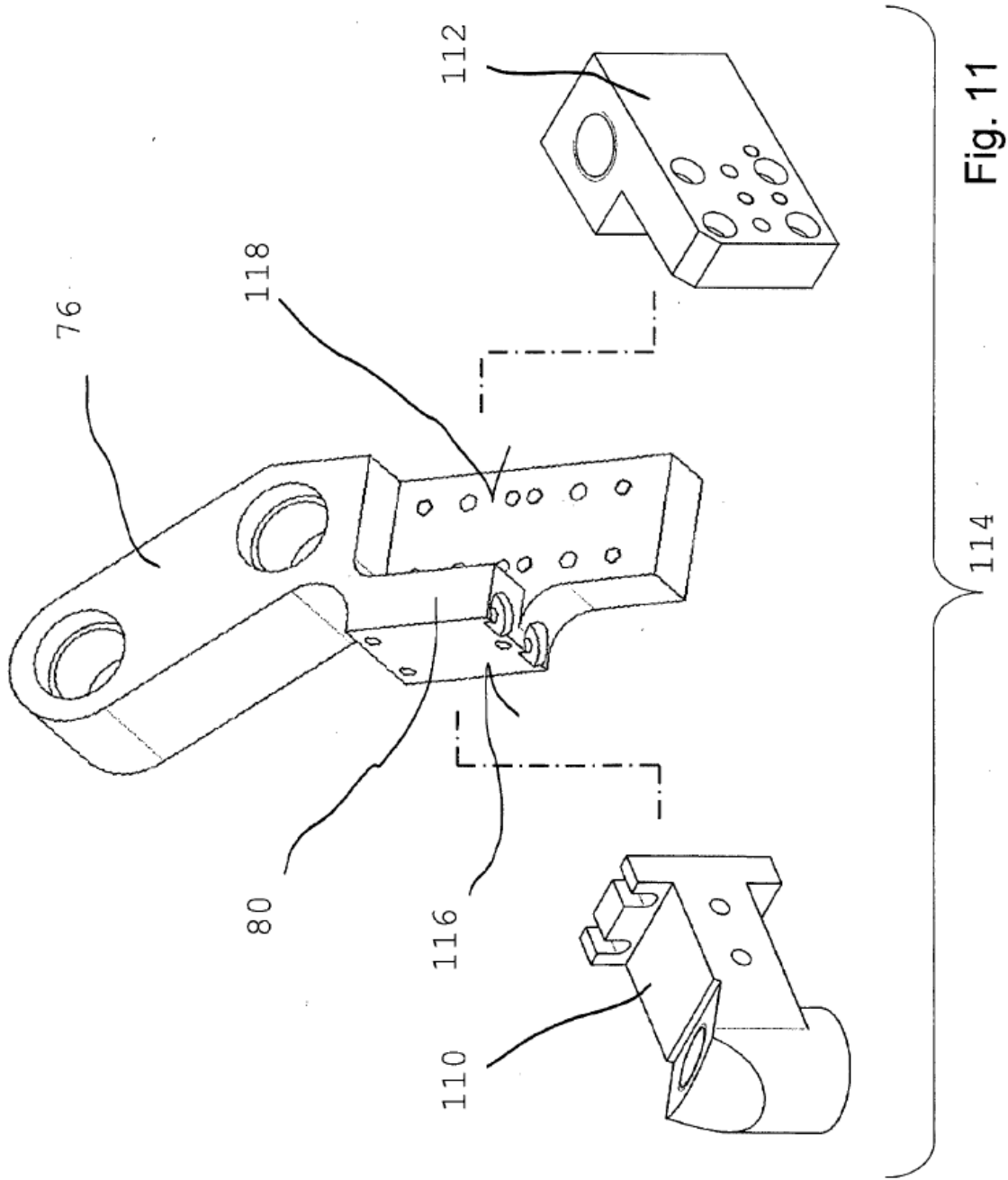


Fig. 11

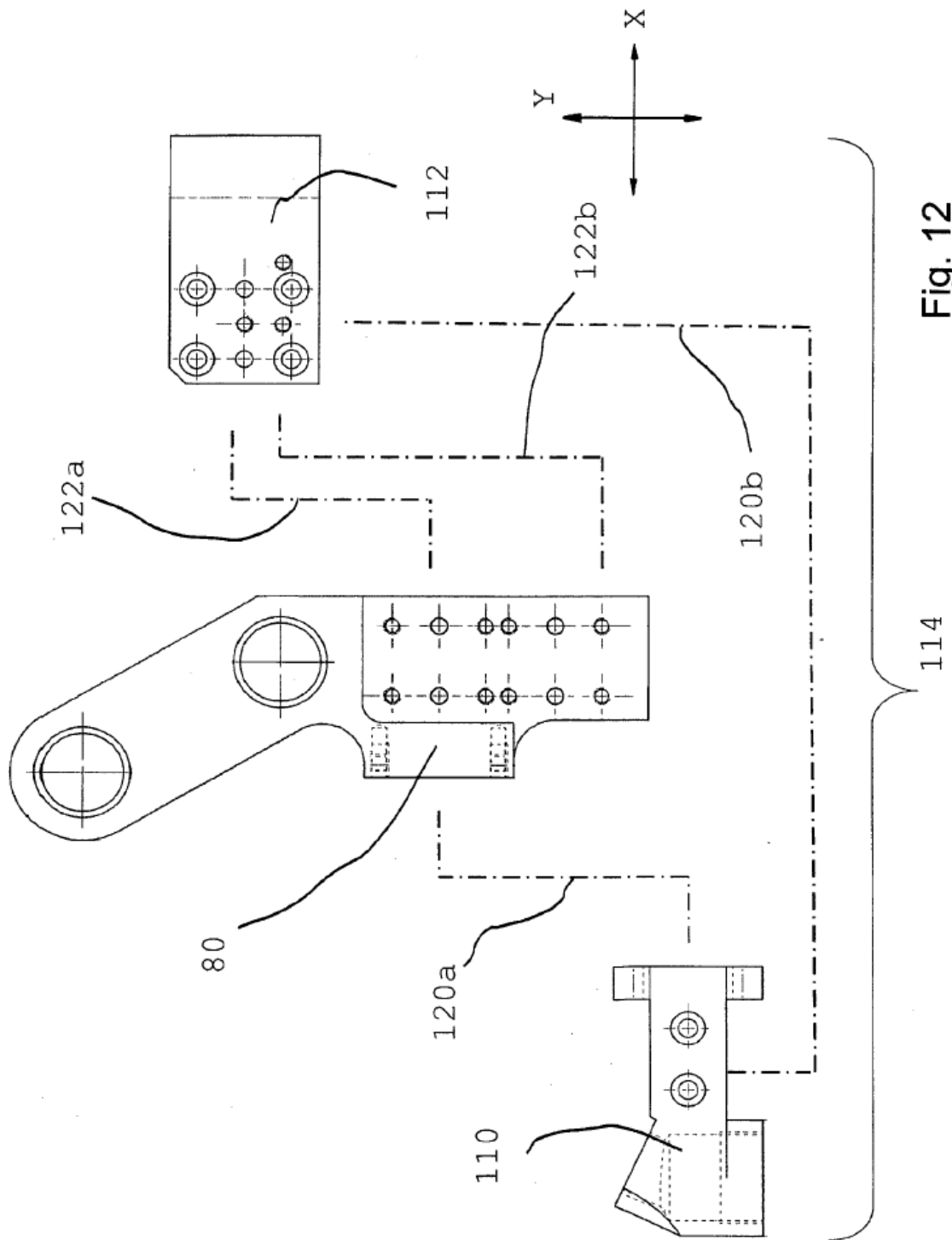
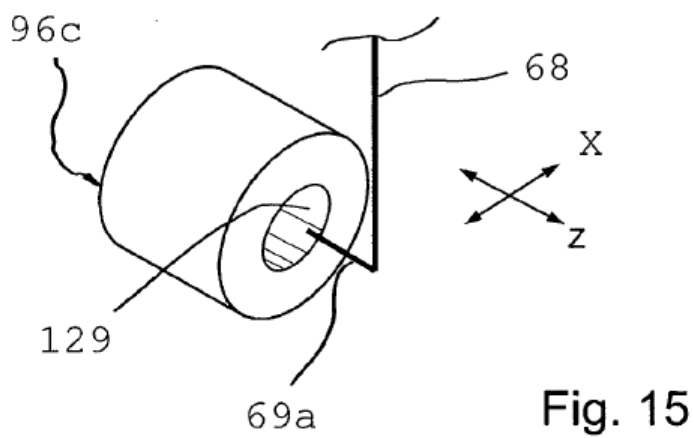
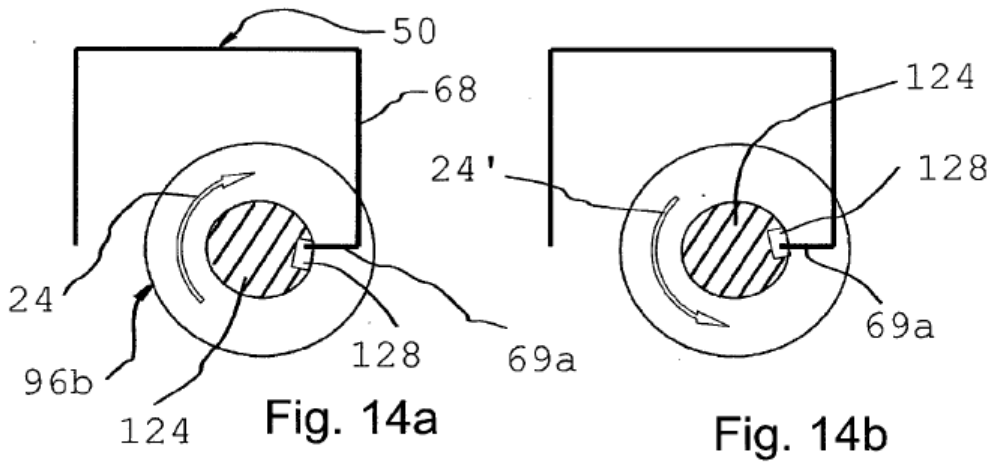
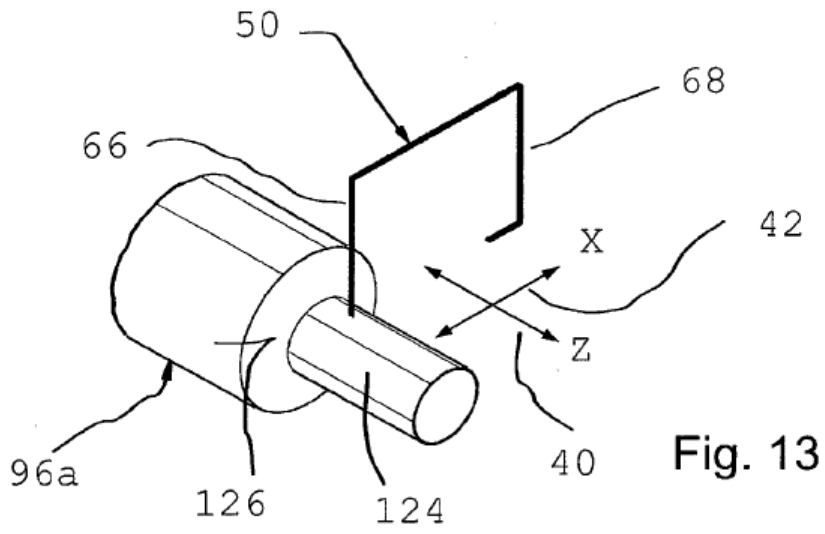


Fig. 12



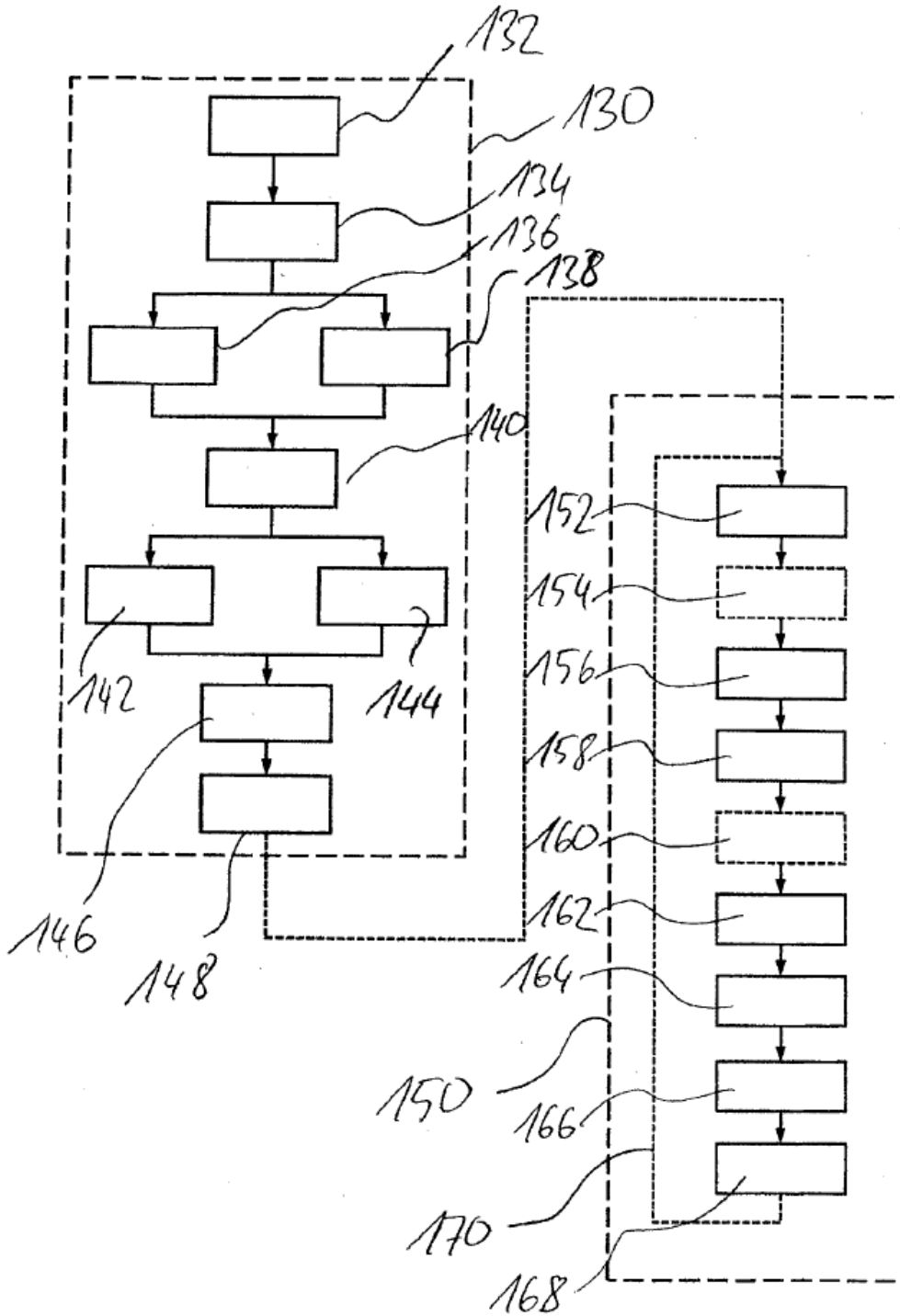


Fig. 16