



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 297 559**

51 Int. Cl.:
G01B 21/04 (2006.01)
B25J 9/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **05009161 .0**
86 Fecha de presentación : **26.04.2005**
87 Número de publicación de la solicitud: **1593930**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **09.11.2005**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para la medición de piezas.**

30 Prioridad: **06.05.2004 DE 10 2004 023 033**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.05.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.05.2008

73 Titular/es: **CLAAS Fertigungstechnik GmbH**
Dieselstrasse 6
48361 Beelen, DE

72 Inventor/es: **Herrmann, Günter y**
Hilbk-Kortenbruck, Frank

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 297 559 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

Dispositivo y procedimiento para la medición de piezas.

5 El invento se refiere a un procedimiento para la medición de piezas por medio de un sistema de medición conducido por un manipulador, con preferencia un robot de trabajo de varios ejes así como a un dispositivo correspondiente para la medición de piezas con un manipulador y con un sistema de medición dispuesto en el manipulador, caracterizado porque el sistema de medición puede ser desplazado en el espacio por medio del manipulador. El invento se refiere, además, a un soporte para piezas para su utilización en un procedimiento de esta clase.

10 Los procesos de montaje y de fabricación modernos se basan de manera creciente en la utilización de robots de montaje y de fabricación, cuyos actores se pueden variar, desde el punto de vista de su posición, de manera giratoria alrededor de una gran cantidad de ejes de rotación para obtener una elevada flexibilidad del movimiento del robot en el espacio. Sin embargo, los procesos de producción cada vez más complejos también exigen una gran precisión del movimiento de los actores del robot. Al mismo tiempo, la precisión del movimiento decrece en parte al aumentar la cantidad de ejes de rotación. Este comportamiento se debe esencialmente a la gran cantidad de piezas del robot y a sus tolerancias de construcción así como al número creciente de cojinetes de eje de rotación y a sus holguras. Para que estos sistemas de robot puedan ejecutar a pesar de ello movimientos muy precisos, es necesario reajustarlos en parte con procedimientos de calibrado muy laboriosos con intervalos de tiempo definidos.

20 En el pasado se realizaron numerosos esfuerzos para simplificar estos procedimientos de calibrado. A través del documento EP 1 302 285, por ejemplo, se conoce un procedimiento de calibrado de esta clase, que, utilizando relaciones matemáticas complejas, divulga un procedimiento de calibrado eficaz, pero estructurado a pesar de ello de manera sencilla, para el reajuste de los movimientos de un robot. Sin embargo, estos procedimientos de calibrado no se prestan, debido a las relaciones matemáticas complejas y del coste técnico en parte elevado para la aplicación del procedimiento, para mejorar la precisión del movimiento de los robots de montaje y de fabricación en la medida, que permita asignarles actores, que hagan posibles mediciones con alta precisión de piezas, en especial en el trasfondo de las condiciones ambientales continuamente variables en el entorno de trabajo de los robots. Para la realización de mediciones con alta precisión de piezas se establecieron por ello procedimientos de medición, que se realizan en salas de medición en condiciones de laboratorio. Aparte del elevado coste en tiempo necesario para la ejecución de estos métodos de medición, poseen estos, sobre todo, el inconveniente de que sólo se pueden integrar con limitaciones en las líneas de montaje y de fabricación. Por el contrario, los sistemas de robots, cuyos sensores pudieran realizar mediciones con una precisión alta, se prestarían perfectamente para la integración en las líneas de montaje y de fabricación, pero a una integración de esta clase se opone la insuficiente precisión del movimiento de los segmentos del robot.

35 A través del documento WO 01/00370 se conoce la utilización de robots de montaje y de fabricación, cuyo campo de movimiento está dotado de una gran cantidad de posiciones de calibrado, de manera, que el robot de montaje pueda ser calibrado en varios puntos. Sin embargo, una disposición de esta clase del robot de montaje en la posición de calibrado y en la posición de montaje o de medición adopta posiciones diferentes, de manera, que surgen tolerancias debidas a la holgura de los cojinetes, que generalmente no permiten una medición con alta precisión de piezas.

40 El documento EP-A- 1 512 940 publicado el 09.03.2005 describe un dispositivo para la medición de piezas por medio de al menos un sistema de medición acoplado en acción con un manipulador. Al manipulador se asigna al menos un dispositivo de medición de contornos, que trabaja con el procedimiento de la intersección de luz laser, que genera una superficie de sensorización, que barre de manera óptica una zona de medición. En esta zona de medición se disponen al menos un objeto de medida y al menos una característica de referencia asociada con el objeto de medida. De esta manera se garantiza, que la medición de la distancia y/o de la posición del objeto de medida con relación al objeto de referencia se produce con independencia del movimiento del manipulador.

50 Por ello, un objetivo del presente invento es indicar un procedimiento y un dispositivo para la medición de piezas con un sistema de medición conducido con un manipulador, en especial conducido con un robot, que eviten los inconvenientes descritos del estándar de la técnica y que combinen la gran flexibilidad del movimiento de los manipuladores, en especial de los sistemas de robots, con la exactitud de medición de los procedimientos de medición con alta precisión.

55 Este problema se soluciona con un procedimiento según la reivindicación 1 y con un dispositivo según la reivindicación 5.

60 En el procedimiento propuesto se disponen, de acuerdo con el invento, de manera descentralizada características de referencia en diferentes posiciones próximas a una pieza a medir. Estas características de referencia están asignadas siempre a un objeto de medida, que se halle a una distancia pequeña de la correspondiente característica de referencia de la pieza a medir. En el caso del objeto de medida se puede tratar de un simple punto de medición de la pieza, pero también, por ejemplo, de una forma geométrica definida de un contorno de la pieza, un taladro, etc. de la pieza, es decir, que, además de puntos también se pueden medir líneas así como superficies completas de la pieza, que se extiendan en el espacio. Dentro del procedimiento según el invento se lleva después, antes de la medición de un objeto de medida, el sistema de medición por medio de un manipulador en primer lugar a una posición de calibrado. En la posición de calibrado se realiza por medio del sistema de medición una medición de la característica de referencia asignada al objeto de medida y al mismo tiempo se calibra el sistema de coordenadas del manipulador. A continuación se desplaza

ES 2 297 559 T3

el sistema de medición por medio del manipulador y por el camino más corto posible a una posición de medición en la que tiene lugar la medición del objeto de medida. La posición de calibrado y la posición de medición se pueden elegir en principio cualesquiera, siempre que desde estas posiciones se puedan medir con el sistema de medición utilizado la características de referencia correspondiente, respectivamente el correspondiente objeto de medida. Se obtiene un posicionado especialmente preciso del manipulador, porque el sistema de medición para la medición de la característica de referencia y para la medición de los objetos de medida de la pieza están dispuestos en el manipulador, estando el manipulador fijo, de manera desplazable linealmente a lo largo de un eje del sistema de medición y/o de manera giratoria alrededor de un eje del sistema de medición y porque durante el calibrado se mide la posición del eje del sistema de medición en un sistema de coordenadas fijo con relación a la característica de referencia.

Con la disposición descentralizada, según el invento, de las características de referencia y con la manera de proceder a la medición se garantiza, que la distancia absoluta entre la posición de calibrado en la que tuvo lugar el último calibrado del sistema de coordenadas antes de la medición de un objeto de medida y la posición de medición en la que tiene lugar la medición propiamente dicha del objeto de medida sea pequeña. Dado que los errores de posicionado del manipulador son, sin embargo, errores muy relativos, cuyo valor absoluto depende del camino recorrido, también conduce esto forzosamente a desviaciones absolutas muy pequeñas en el posicionado del sistema de medición con el manipulador. Por lo tanto, con el procedimiento según el invento se realizan mediciones considerablemente más exactas, de manera, que también son posibles mediciones con alta precisión de piezas grandes en las que sólo se admitan errores de tolerancia mínimas.

Un dispositivo correspondiente para la medición de piezas de acuerdo con este procedimiento tiene que poseer en primer lugar un manipulador y un sistema de medición dispuesto en el manipulador de tal modo, que el sistema de medición pueda ser desplazado en el espacio por medio del manipulador. Se consigue una flexibilidad especialmente grande de la medición de piezas con configuración compleja, cuando el manipulador se construye como robot de trabajo con varios ejes, que se pueda llevar de manera muy flexible a las posiciones más diversas de la pieza. Para la medición de la característica de referencia y para la medición de los objetos a medir de la pieza se dispone el sistema de medición, estando fijo el manipulador, de manera desplazable linealmente a lo largo de un eje del sistema de medición y/o de manera giratoria alrededor de un eje del sistema de medición y durante el calibrado se mide la posición del eje del sistema de medición en un sistema de coordenadas fijo con relación a la característica de referencia. Con el acoplamiento desplazable linealmente o giratorio del sistema de medición a través de un eje adicional del sistema de medición, con preferencia en el extremo exterior del manipulador, se puede conseguir de una manera muy sencilla, que una zona de medición sea barrida por la superficie de sensorización del dispositivo de medición del contorno para realizar así una medición exacta de toda la zona y de los objetos que se hallan en ella, sin que se tenga que desplazar el propio manipulador. En el calibrado se mide en este caso con preferencia la posición exacta (es decir las coordenadas en el espacio y la orientación) del eje del sistema de medición en un sistema de coordenadas fijo con relación a la característica de referencia y con ello a la pieza, respectivamente el soporte para piezas.

Además, el dispositivo tiene que poseer una serie de posiciones descentralizadas distintas en la proximidad de una característica de referencia de una pieza a medir, que estén asignadas al menos a un objeto de medida, que se halle a una distancia pequeña de la característica de referencia correspondiente en la pieza a medir.

El dispositivo necesita también un dispositivo de mando apropiado, que se diseña de tal modo, que el sistema de medición sea llevado en primer lugar por el manipulador, antes de una medición en un objeto de medida, a una posición de calibrado en la que se realiza, para el calibrado del sistema de coordenadas del manipulador por medio del sistema de medición, una medición de la característica de referencia correspondiente, siendo desplazado después el sistema de medición por medio del manipulador a una posición de medición en la que tiene lugar la medición del objeto de medida correspondiente.

Las reivindicaciones subordinadas y la descripción contienen configuraciones y perfeccionamientos especialmente ventajosos del invento. En especial el dispositivo según el invento también se puede configurar de manera análoga a las reivindicaciones subordinadas e inversamente.

En un ejemplo de ejecución muy especialmente preferido se asigna al menos a una característica de referencia un grupo de objeto de medida en la pieza a medir. Según la precisión requerida se puede calibrar, por ejemplo antes de la medición de la totalidad del grupo de objetos de medida, el sistema de coordenadas del manipulador por medio de esta característica de referencia asignada a este grupo de objetos de medida, que se halla en la zona del grupo de objetos de medida. A continuación tiene lugar la medición de los objetos de medida de este grupo. Una vez realizadas las mediciones en todos los objetos de medida del grupo correspondiente se puede atacar otro grupo de objetos de medida, donde se procede nuevamente en primer lugar, por medio de la característica de referencia situada allí, a un nuevo calibrado del sistema de coordenadas del manipulador. En el caso de mediciones, que deban ser realizadas con una precisión especialmente grande se puede atacar también nuevamente, antes de cada medición individual de un objeto de medida de un grupo de objetos de medida, la característica de referencia correspondiente, para calibrar también el sistema de coordenadas entre la medición de los diferentes objetos de medida. Fundamentalmente también es posible asignar a un objeto de medida o a un grupo de objetos de medida varias características de referencia y la exactitud de la medición puede ser mejorada adicionalmente, por ejemplo por interpolación.

El dispositivo para la medición de piezas posee con preferencia un soporte para piezas, que posee medios adecuados, por ejemplo garras de sujeción o análogos para soportar la pieza en una posición definida en el soporte para

ES 2 297 559 T3

piezas. Los medios de soporte pueden depender en este caso de la clase del soporte para piezas y de la pieza a soportar así como de su posición en el espacio, por ejemplo del hecho de que la pieza repose sobre el soporte para piezas o esté suspendida de él. En principio es suficiente, que se cuide, que una posición definida sobre el soporte para piezas sea mantenida con seguridad. Así por ejemplo, la pieza podría ser depositada sobre un soporte para pieza, que posea como medios de soporte configuraciones o salientes especiales con los que se centra en una posición definida la pieza colocada sobre él.

Además, este soporte para piezas tiene que poseer varias características de referencia dispuestas en el soporte para piezas en posiciones definidas y distintas en la proximidad de la pieza posicionada. Esta construcción tiene la ventaja de que las características de referencia tengan que ser posicionadas de nuevo para la medición de cada pieza, sino que pueden permanecer en el soporte para piezas y de que para la medición sólo se tenga que posicionar la pieza de manera adecuada en el soporte para piezas. Fundamentalmente también es posible utilizar en una cadena de procesos varios soportes para piezas, que posean la misma construcción y que posean características de referencia idénticas en las mismas posiciones.

Para poder utilizar un soporte para piezas de esta clase de una manera universal posee este con preferencia, además de los medios soporte para el posicionado definido de una pieza en el soporte para piezas, una cantidad de elementos de fijación de características de referencia dispuestos en distintas posiciones definidas en el soporte para piezas, sobre los que se puedan posicionar las características de referencia correspondientes. De esta manera se pueden medir por ejemplo las piezas más diversas sobre el mismo soporte para piezas, agregando, según la clase y la forma de la pieza, características de referencia, es decir, que se posicionan adicionalmente en el soporte para piezas o se retiran características de referencia, cuando estas no se necesiten para la pieza correspondiente o fueran un obstáculo al colocar la pieza sobre el soporte para piezas. Fundamentalmente, este soporte para piezas también puede contener adicionalmente características de referencia posicionadas de manera fija, que no se puedan variar. En los elementos de fijación de las características de referencia se puede tratar por ejemplo de orificios roscados o de aprisionamiento o análogos. Es esencial, que las características de referencia posean una posición precisa exactamente definida con relación al sistema de coordenadas del soporte para piezas y con ello también con relación entre sí. Según la clase de la característica de referencia utilizada también se debe cuidar la orientación correcta en el espacio.

Como sistema de medición se puede utilizar fundamentalmente cualquier sistema de medición capaz de realizar mediciones con alta precisión. Sin embargo, para ellos se prefiere de manera especial un sistema de medición, que trabaje sin contacto.

Como sistema de medición sin contacto se puede utilizar por ejemplo un sistema de registro de imágenes, como por ejemplo un sistema de cámaras o análogos. Con la evaluación de las imágenes se puede determinar la posición en el espacio del sistema de medición con relación al característica de referencia a medir, respectivamente el objeto de medida o, inversamente, la posición del objeto de medida, respectivamente del característica de referencia con relación al sistema de coordenadas del sistema de medición, respectivamente el manipulador. El concepto "posición" abarca por lo demás en el sentido de esta memoria -siempre que no se diga explícitamente otra cosa- no sólo la ubicación, sino también la orientación del sistema de medición, respectivamente de una pieza, objeto de medida, un característica de referencia o cualquier otro objeto en el espacio.

Un sistema de medición de alta precisión, que se puede realizarse constructivamente de maneras sencilla, es un dispositivo de medición de contornos, que comprende una fuente de señales para generar una superficie de sensorización y una unidad de registro, que reproduzca la zona de intersección de la superficie de sensorización con una zona de medición. Como fuente de señales se puede utilizar en este caso con preferencia un laser. Con un sistema de medición de esta clase se pueden realizar la medición de la característica de referencia y una medición de los objetos de medida de la pieza con la ayuda de un procedimiento de intersección de luz laser. Estos procedimientos de intersección de luz laser se utilizan ya para numerosos procesos de medición.

Las características de referencia representan en relación con el soporte para piezas, respectivamente la pieza puntos de referencia geométricos fijos en el espacio, cuyas posiciones en el espacio están almacenadas en el sistema de medición con preferencia en una unidad de cálculo correspondiente. Dado que las distancias de los objetos de medida medidos a la correspondiente característica de referencia se pueden determinar exactamente por medio de sistemas de procesamiento de datos con una estructura sencilla y las distancias entre las diferentes características de referencia en el soporte para piezas también con conocidas con exactitud, también es posible determinar así sobre separaciones grandes, sólo con errores relativamente pequeños, las distancias entre los diferentes objetos de medida en la pieza. El error, que es preciso aceptar en este caso es entonces esencialmente del orden de magnitud del error relativo de la posición del manipulador con relación a las distancias pequeñas entre los objetos de medida y las características de referencia correspondientes, respectivamente entre las posiciones de calibrado y de medición correspondientes. El error absoluto generado de esta manera es nuevamente muy pequeño en relación con la distancia total entre los objetos de medida. Por lo tanto, también es posible reproducir en un sistema de coordenadas del espacio la forma geométrica de piezas grandes midiendo las posiciones de objetos de medida individuales muy distanciados entre sí en la pieza, de tal modo, que estos datos de medición no sólo se pueden utilizar para la evaluación cualitativa de la forma geométrica de los diferentes objetos de medida, sino también para la totalidad de la pieza. Por lo tanto, es posible determinar los errores de forma y de posición de los diferentes objetos de medida en la pieza, pero también los errores de forma de la totalidad de la pieza. Para realizar de una manera sencilla un calibrado completo del sistema de coordenadas del manipulador y, en especial, para determinar en una medición la posición exacta del eje del sistema de medición en

ES 2 297 559 T3

todos sus grados de libertad se ofrece la utilización como características de referencia de cuerpos geométricos, con preferencia cuerpos geométricos con forma de pirámide. Al barrer las características de referencia con la superficie de sensorización de un dispositivo de medición de contornos, se puede determinar de una manera muy sencilla, por medio de la posición de los cantos de un cuerpo geométrico de esta clase, la posición exacta del sistema de medición que emite la superficie de sensorización.

El invento se describirá en lo que sigue con detalle haciendo referencia al dibujo adjunto por medio de ejemplos de ejecución. Los elementos iguales se designan con símbolos de referencia idénticos. En el dibujo muestran:

La figura 1, una vista en perspectiva de un manipulador con un sistema de medición durante la medición de una característica de referencia.

La figura 2, una representación en perspectiva de otra ejecución de un manipulador con sistema de medición durante la medición de un objeto de medida.

La figura 3, una representación de la medición de una pieza con una estructura geométrica compleja.

La figura 4, una vista en planta de un soporte para piezas con varias características de referencia y con una pieza con varios detalles.

En la figura 1 se representa un manipulador 10 construido como robot 10 de montaje y de fabricación, llamado de manera abreviada robot 10 de trabajo en lo que sigue. Este robot 10 de trabajo está anclado en la parte inferior de manera fija al suelo B por medio de un zócalo 11. El robot 10 de trabajo posee de manera en sí conocida varios segmentos 12 a 14, que forman en su conjunto el portaútiles. Los diferentes segmentos 12 a 14 se pueden mover alrededor de una gran cantidad de ejes 15 a 19 de rotación horizontales y verticales.

El segmento 14 exterior del robot 10 de trabajo soporta en el ejemplo de ejecución representado un dispositivo de sujeción, construido a modo de un sistema de conducción lineal con una carril 22 de guía y un carro 23 de guía. El carril 22 de guía está fijado en este caso al segmento 14 exterior del robot 10 de trabajo. Al carro 23 de guía se fija nuevamente una pieza 25 de adaptación, que soporta el sistema 20 de medición. El sistema 20 de medición se puede desplazar por lo tanto a lo largo del eje 21 lineal del sistema de medición, permaneciendo fijo el robot 10 de trabajo.

El sistema 20 de medición posee un dispositivo 26 de medición de contornos, en este caso un sensor de intersección de luz laser, fijado de manera rígida a giro a la pieza 25 de adaptación. Este dispositivo 26 de medición de contornos comprende de manera en sí conocida una fuente de rayo laser, cuyo rayo laser es desviado y dividido con un sistema 28 de espejos y lentes, de manera, que con él se cubra una superficie 35 de sensorización. Un procedimiento de medición con una superficie 35 de sensorización de esta clase formada a partir de un rayo laser se conoce también como procedimiento de intersección de luz laser y por ello también como sensor de intersección de luz laser. En principio también se pueden utilizar para construir un sensor de esta clase otros procedimientos ópticos, que generen un campo de sensorización superficial o puntiforme.

El dispositivo 26 de medición de contornos posee en su zona alejada del sistema 28 de espejos y lentes un objetivo 33 protegido con una mirilla 34. Este abarca la zona 37 de intersección entre la superficie 35 de sensorización y una zona de medición 36 y la transmite a un detector 32, llamado también unidad 32 de registro. Este detector 32 reproduce la zona 37 de intersección. Por medio de una unidad 29 electrónica de señales se pueden preparar las señales del detector como señales de salida para su procesamiento ulterior. La unidad 29 de señales también gobierna aquí el laser 27 y el sistema 28 de espejos y lentes.

Las señales de salida llegan a un dispositivo 30 de mando en el que se halla también una unidad 31 de cálculo en la que están almacenados, respectivamente se pueden calcular diferentes sistemas de coordenadas así como las posiciones de diferentes objetos dentro de estos sistemas de coordenadas.

Para realizar una medición se desplaza linealmente el sistema 20 de medición, estando fijo el robot 10 de trabajo, a lo largo del eje 21 del sistema de medición, barriendo la superficie 35 de sensorización, respectivamente la zona 37 de intersección una zona 36 de medición sobre un soporte 7 para piezas, respectivamente una pieza 1. El tamaño de la zona 36 de medición depende del grado de divergencia del rayo laser en el sistema 28 de espejos y lentes y del camino de desplazamiento del carro 23 de guía en el carril 22 de guía.

En la figura 1 se representa esquemáticamente cómo una pieza 1 es posicionada sobre un soporte 7 para piezas. Tanto el soporte 7 para piezas, como también la pieza 1 se representan muy pequeños en la figura 1. En la realidad se trata generalmente de piezas considerablemente mayores, si bien el invento también se puede utilizar fundamentalmente para piezas pequeñas. La pieza se puede atornillar en el caso más sencillo al soporte 7 para piezas, respectivamente puede ser sujeta por aprisionamiento o análogo. Sin embargo, fundamentalmente también puede ser colocada simplemente en un cavidad o análogo, que asegure el posicionado exacto de la pieza 1 en el soporte 7 para piezas. Según el soporte, también es posible, que el soporte 7 para piezas pase por delante del robot 10 de trabajo con el sistema 20 de medición suspendido lateralmente o incluso por encima de él.

ES 2 297 559 T3

En esta pieza 1 de la figura 1 se deben medir diferentes objetos 6 de medida, por ejemplo los cantos de la pieza o taladros. A una pequeña distancia junto a la pieza 1 se halla en el soporte 7 para piezas una característica 9 de referencia. En este caso se trata de un cuerpo con forma de pirámide, cuya posición (incluida la orientación de los ejes de la pirámide) sobre el soporte 7 para piezas es conocida con exactitud. Las coordenadas correspondientes están almacenadas en la unidad 31 de cálculo. Esta característica 9 de referencia está asignada a los objetos 6 de medida, que se hallan en la proximidad en la pieza 1. Sirve para el calibrado del sistema de coordenadas del robot 10 de trabajo antes de que este ataque los correspondientes objetos 6 de medida para su medición.

La figura 4 muestra una vista en planta de una pieza 1 de gran superficie, por ejemplo una pieza de carrocería, que se halla sobre un soporte 7 para piezas correspondientemente grande. Las dimensiones de esta pieza 1 deben ser medidas con tolerancias muy pequeñas. Para medir exactamente la pieza 1 es preciso, que el sistema 20 de medición sea desplazado con la ayuda del robot 10 de trabajo hasta una gran cantidad de objetos 6 de medida, que deben ser medidos. En los objetos 6 de medida representados en la figura 4 se trata de puntos de medición individuales en estructuras geométricas, por ejemplo en cantos o esquinas del contorno exterior de la pieza 1 así como de los contornos de detalles 2, 3, orificios 4 o taladros de la pieza 1, cuyas posiciones se deben determinar lo más exactamente posible.

La pieza 1 está fijada en este caso con la ayuda de elementos 8 sujeción a una parte exactamente definida sobre el soporte 7 para piezas. Además, sobre el soporte 7 para piezas se hallan, según el invento, en una gran cantidad de posiciones 9a,...,9is. A cada una de estas 9a,...,9is se asigna siempre un grupo de objetos 6 de medida, que se hallan a una distancia lo más pequeña posible del característica de referencia correspondiente, tratándose aquí nuevamente de un cuerpo de pirámide. La correspondencia de los diferentes objetos 6 de medida con las características 9a,...,9i de referencia se marca en la figura 4 con líneas de trazo discontinuo.

La medición de un grupo de objetos 6 de medida en la pieza 1 tiene lugar, según el invento de tal modo, que en primer lugar se ataca y mide la característica 9a,...,9i de referencia correspondiente. Esto significa, que con la ayuda del robot 10 de trabajo se lleva el sistema 20 de medición en primer lugar a una posición de calibrado, como se representa esquemáticamente en la figura 1. A continuación se desplaza el sistema 20 de medición, permaneciendo fijo el robot 10 de trabajo, a lo largo del eje 21 del sistema de medición, de tal manera, que la superficie 35 de sensorización barra una zona 36 de medición en la que se halla la característica 9a,...,9i de referencia. Con la ayuda de las coordenadas exactas de la característica 9a,...,9i de referencia correspondiente almacenadas en la unidad 31 de cálculo se puede calibrar entonces el sistema de coordenadas interno del robot 10 de trabajo. Al mismo tiempo se puede determinar también exactamente, con preferencia, la posición del eje 21 del sistema de medición en el espacio. El sistema de coordenadas del robot 10 de trabajo puede ser puesto a cero en la posición de calibrado, extendiéndose el eje 21 del sistema de medición a lo largo de un determinado eje del sistema de coordenadas.

Una vez determinadas así las coordenadas exactas del robot 10 de trabajo se puede desplazar este en la dirección de la pieza 1 hasta una posición de medición, por ejemplo inmediatamente por encima del objeto 6 de medida. En esta posición tiene lugar nuevamente un desplazamiento del sistema 20 de medición a lo largo del eje 21 del sistema de medición, de manera, que sea barrido el objeto 6 de medida, por ejemplo un punto determinado sobre la pieza 1. Esto se representa en la figura 2.

La figura 2 muestra también, además, una segunda variante del acoplamiento del sistema 20 de medición con el segmento 14 exterior del robot 10 de trabajo. El dispositivo 26 de medición de contornos está fijado en este caso a una pieza 29 de adaptación articulada de manera giratoria alrededor de un eje 40 del sistema de medición en un soporte 38 giratorio fijado a su vez de manera rígida al segmento 14 exterior del robot 10 de trabajo. También aquí se determina con medidores correspondientes la posición angular exacta del sistema 20 de medición con relación al segmento 14 exterior del robot de trabajo, utilizando para ello un medidor de ángulos de giro apropiado para mediciones extremadamente exactas.

Para poder generar las coordenadas de posición del alta precisión de los objetos 6 de medida y de las características 9a,...,9i de referencia es necesario, que la variación de la posición de la superficie 35 de sensorización se mida con sensores y se transmita al dispositivo 30 de mando, respectivamente a la unidad 31 de cálculo. De manera en sí conocida y por ello no representada con detalle se puede determinar esta variación de la posición por medio de un sistema 24 de medición de caminos. Según que la posición del dispositivo de medición de contornos se realice con un sistema de conducción lineal o con la ayuda de un eje de rotación se disponen, por ejemplo en el carril 22 de guía y/o el carro 23 de guía, respectivamente en al menos una de las piezas 38, 39 unidas entre sí de manera giratoria escalas de medida construidas con forma lineal o circular, cuyas marcas son leídas por sensores de posición dispuestos en la contrapieza correspondiente. Las escalas son en este caso generalmente de vidrio, estando las marcas usualmente grabadas o fresadas. Con un sistema 24 de medición de caminos de esta clase se determina, por ejemplo, la posición exacta del carro 23 de guía con relación al carril 22 de guía o la posición angular exacta del sistema 20 de medición con relación al segmento 14 exterior del robot 10 de trabajo y este valor es transferido a la unidad 30 de mando. En las figuras 1 y 2 sólo se representa *grosso modo* esquemáticamente un sistema 24 de medición de caminos de esta clase.

La figura 3 muestra el robot de trabajo con el sistema 20 de medición según la figura 2 durante la medición del contorno complejo de una pieza 1 colocada sobre el soporte 7 para piezas. El primer objeto 6b de medida es en este ejemplo de ejecución el contorno curvo del lado delantero en la figura de la pieza 1. Para la medición de este contorno tiene lugar previamente un calibrado de la característica 9a de referencia, que se halla inmediatamente delante del contorno. A continuación se debe medir el canto trasero recto de la pieza 1. Para ello se desplaza el robot 10 de

trabajo en primer lugar hasta encima de la característica 9b situada detrás del canto trasero. Con la medición de la características 9b de referencia por medio del sistema 20 de medición se realiza después un nuevo calibrado del sistema de coordenadas del robot en la nueva posición. Después se ataca y se mide en primer lugar el canto trasero de la pieza 1.

5 Con el procedimiento según el invento, respectivamente el dispositivo según el invento son posibles de manera sencilla mediciones de alta precisión, incluso en piezas grandes. Esto se manifiesta en especial en la vista en planta de la pieza en la figura 4. En la medición de una pieza 1 grande se deben determinar generalmente, entre otras, las dimensiones exteriores. Esto significa, que, por ejemplo, es preciso determinar lo más exactamente posible la distancia
10 entre la esquina superior derecha y la esquina inferior izquierda. Esto sólo es posible, si el robot 10 de trabajo ataca en primer lugar la esquina superior derecha y mide su posición y ataca a continuación la esquina inferior izquierda y realiza aquí una medición de la posición. Dado, sin embargo, que la magnitud del error de la determinación de la posición está relacionado con el camino recorrido por el robot 10 de trabajo, se produciría en la determinación de esta diagonal de la pieza un error muy grande. Con el procedimiento según el invento se reduce considerablemente este error, ya que antes de cada una de las mediciones individuales se calibra el sistema de coordenadas del robot 10 de trabajo por medio de una medición de las características 9a, 9b de referencia asignadas a las correspondientes esquinas. El error absoluto, que se produce en el posicionado del sistema 20 de medición del robot 10 de trabajo durante la medición de las dos esquinas, sólo equivale entonces esencialmente al error relativo referido a las distancias de las dos esquinas a medir a las características 9a, 9b correspondientes. Por ello, con este método se reduce considerablemente
20 el error, de manera, que con los sistemas de medición conducidos con un robot también se pueden medir piezas grande con una precisión suficiente. El procedimiento según el invento hace en especial posible el control de las tolerancias de forma y de posición de diferentes objetos de medida entre sí, como por ejemplo el alineamiento de taladros sobre distancias grandes.

25 Finalmente se destaca nuevamente, que en los dispositivos y las piezas representadas en las figuras sólo se trata de ejemplos de ejecución, que pueden ser modificados de muchas maneras sin abandonar el marco del invento. Así por ejemplo, en lugar de desplazar o girar para la medición el sistema 20 de medición en el segmento 14 exterior también se podría desplazar el zócalo 11 del robot 10 de trabajo a lo largo de una guía lineal construida con una precisión suficiente. Igualmente podría tener lugar, por ejemplo, siempre que la zona de medición alcanzable con la superficie
30 35 de sensorización sea suficientemente grade, una medición de varios objetos de medida en un proceso de medición durante un desplazamiento o un giro del sistema de medición alrededor del eje del sistema de medición. Igualmente, en el caso concreto de que un determinado objeto 6 de medida se halle muy cerca de la correspondiente característica 9, 9a,..., 9i de referencia se podría medir también esta características 9, 9a,...,9i de referencia junto con el objeto 6 de medida a medir.

35 **Lista de símbolos de referencia**

1	Pieza
40 2	Detalle
3	Detalle
4	Orificio
45 5	Contorno
6	Objeto de medida
50 7	Soporte para la pieza
8	Medio de sujeción
9	Característica de referencia
55 9aa – 9i	Característica de referencia
10	Manipulador
60 11	Zócalo
12 – 14	Segmentos
15 – 19	Ejes de rotación
65 20	Sistema de medición

ES 2 297 559 T3

21	Eje del sistema de medición
22	Carril de guía
5 23	Carro de guía
24	Sistema de medición de caminos
25	Pieza de adaptación
10 26	Dispositivo de medición de contornos
27	Fuente de luz laser
15 28	Sistema de espejos y lentes
29	Unidad de señales
30	Dispositivo de mando
20 31	Unidad de cálculo
32	Unidad de registro
25 33	Objetivo
34	Mirilla
35	Superficie de sensorización
30 36	Zona de medición
37	Zona de intersección
35 38	Soporte giratorio
39	Pieza de adaptación
40 40	Eje del sistema de medición
B	Suelo

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la medición de piezas (1) por medio de un sistema (20) de medición conducido con un manipulador (10), en el que se disponen de manera descentralizada en diferentes posiciones en la proximidad de una pieza (1) a medir características (9, 9a,...,9i) de referencia, que se asignan al menos a un objeto (6) de medida, que se halla en la pieza (1) a medir a una distancia pequeña de la característica (9, 9a,...,9i) de referencia, en el que, antes de la medición de un objeto (6) de medida se lleva en primer lugar el sistema (20) de medición, por medio del manipulador (10) a una posición de calibrado en la que, para el calibrado de un sistema de coordenadas del manipular (10) se realiza con el sistema (20) de medición una medición de la características (9, 9a,...,9i) de referencia asignada al objeto (6) de medida, en el que se desplaza después el sistema (20) de medición por medio del manipulador (10) a una posición de medición en la que tiene lugar la medición del objeto (6) de medida correspondiente, en el que el sistema (20) de medición para la medición de la característica (9, 9a,...,9i) de referencia, para la medición de los objetos (6) de medida está dispuesto, permaneciendo fijo el manipulador (10), de manera desplazable linealmente a lo largo de un eje (21) del sistema de medición y/o de manera giratoria alrededor de un eje (40) del sistema de medición y en el que se determina durante el calibrado la posición del eje (21, 40) del sistema de medición en un sistema de coordenadas fijo con relación a la características (9, 9a,...,9i) de referencia.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que a al menos una de las características (9, 9a,...,9i) de referencia se asigna un grupo de objetos (6) de medida en la pieza (1) a medir.

3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, en el que la medición de la característica (9, 9a,...,9i) de referencia y la medición de los objetos (6) de medida de la pieza (1) se realiza sin contacto con el sistema (20) de medición.

4. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que para la medición de la característica (9, 9a,...,9i) de referencia y para la medición de los objetos (6) de medida de la pieza (1) se utiliza un procedimiento de intersección de luz laser.

5. Dispositivo para la medición de piezas (1) con

- un manipulador (10),
- un sistema (20) dispuesto en el manipulador de tal modo, que el sistema (20) de medición pueda ser desplazado en el espacio por medio del manipulador (10),
- una cantidad de características (9, 9a,...,9i) de referencia dispuestas de manera descentralizada en diferentes posiciones en la proximidad de la pieza (1) a medir, que se asignan cada una al menos a un objeto (6) de medida, que se halle en la pieza (1) a medir a una distancia pequeña de la correspondiente característica (9, 9a,...,9i) de referencia
- y con un dispositivo (30) de mando configurado de tal modo, que el sistema (20) de medición sea llevado por medio del manipulador (10) y antes de una medición en un objeto de (6) de medida en primer lugar a una posición de calibrado en la que, para el calibrado de un sistema de coordenadas del manipulador (10), se realiza por medio del sistema (20) de medición, una medición de la característica (9, 9a,...,9i) de referencia asignada al objeto (6) de medida correspondiente,
- llevando después el sistema (20) de medición por medio del manipulador (10) a una posición de medición en la que tiene lugar la medición del objeto (6) de medida correspondiente y estando el sistema (20) de medición, para la medición de la características (9, 9a,...,9i) de referencia y para la medición de los objetos (6) de medida, dispuesto en el manipulador (10) de manera desplazable a lo largo de un eje (21) del sistema de medición y/o de manera giratoria alrededor de un eje (40) del sistema de medición y determinando durante el calibrado la posición del eje (21, 40) del sistema de medición en un sistema de coordenadas fijo con relación a la característica (9, 9a,...,9i) de referencia.

6. Dispositivo según la reivindicación 5, con un soporte (7) para piezas con medios (8) para soportar la pieza (1) en una posición definida en el soporte (7) para piezas y con una cantidad de características (9, 9a,...,9i) de referencia dispuestas en el soporte (7) para piezas en distintas posiciones definidas en la proximidad de una pieza (1) posicionada.

7. Dispositivo según la reivindicación 5 o 6, en el que el sistema (20) de medición es un sistema (20) de medición, que trabaja sin contacto.

8. Dispositivo según una de las reivindicaciones 5 a 7, en el que las características (9, 9a,...,9i) de referencia representan puntos de referencia geométricos fijos, cuya posición en el espacio está almacenada en una unidad (31) de cálculo.

9. Dispositivo según una de las reivindicaciones 5 a 8, en el que las características (9, 9a,...,9i) de referencia comprenden un cuerpo (9, 9a,...,9i) geométrico.

ES 2 297 559 T3

10. Dispositivo según una de las reivindicaciones 5 a 9, en el que el sistema (20) de medición comprende un dispositivo (26) de medición de contornos con una fuente (27, 28, 29) de señales para generar una superficie (35) óptica de sensorización y una unidad (32) de registro, que reproduce una zona (37) de intersección de la superficie (35) de sensorización con una zona (26) de medición.

5

11. Dispositivo según la reivindicación 10, en el que la fuente (27, 28, 29) de señales comprende una fuente (27) de luz laser.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

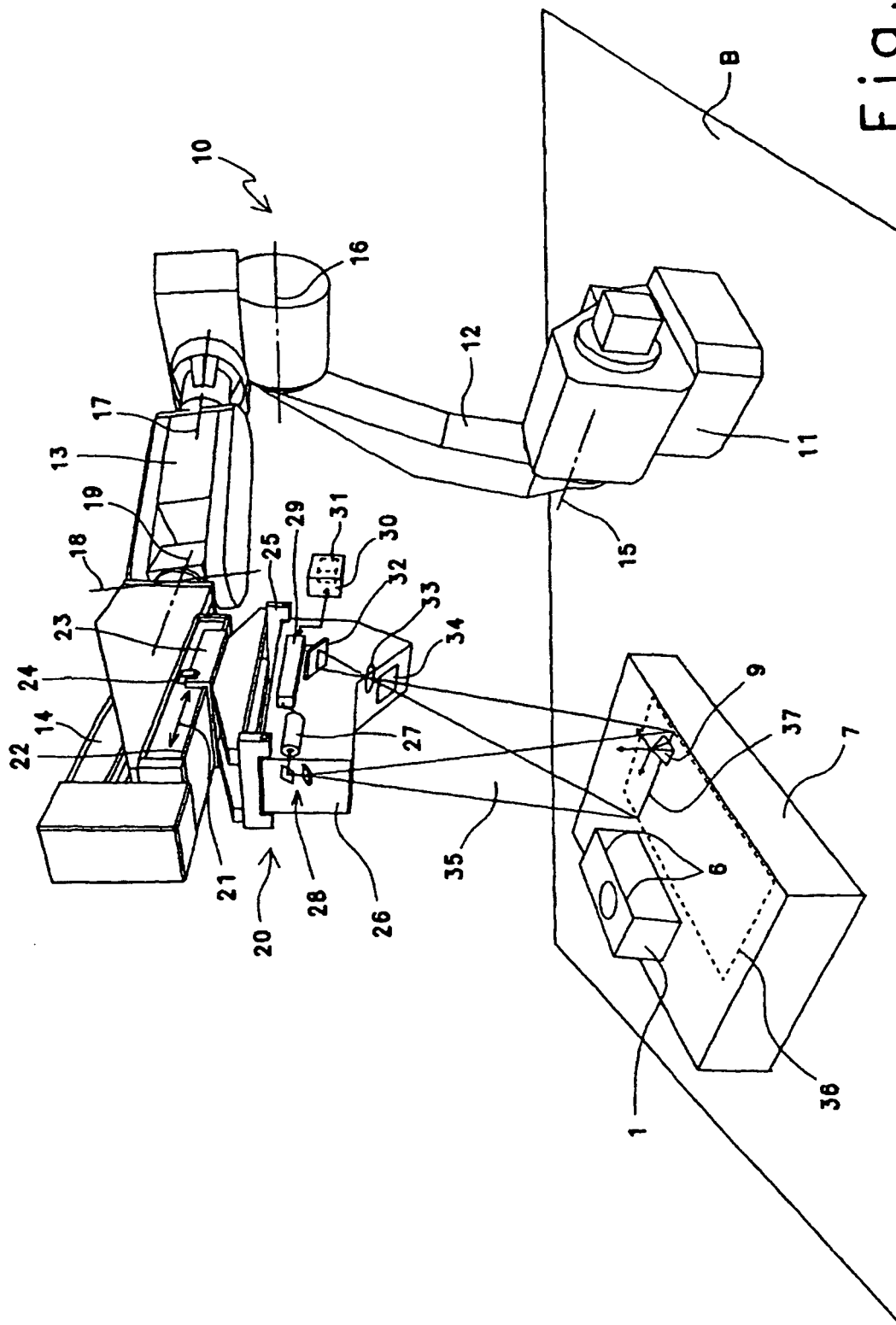


Fig. 1

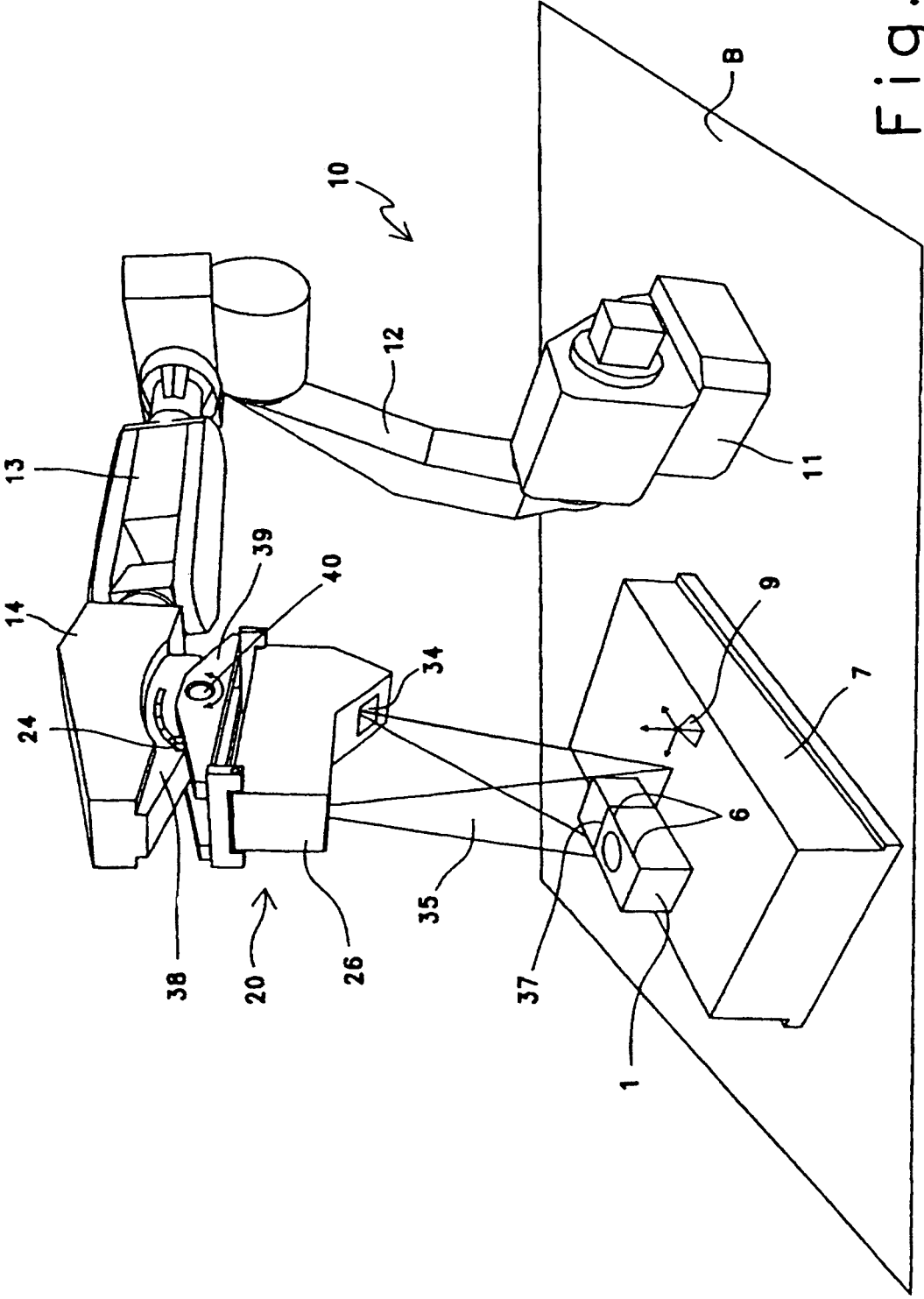


Fig.2

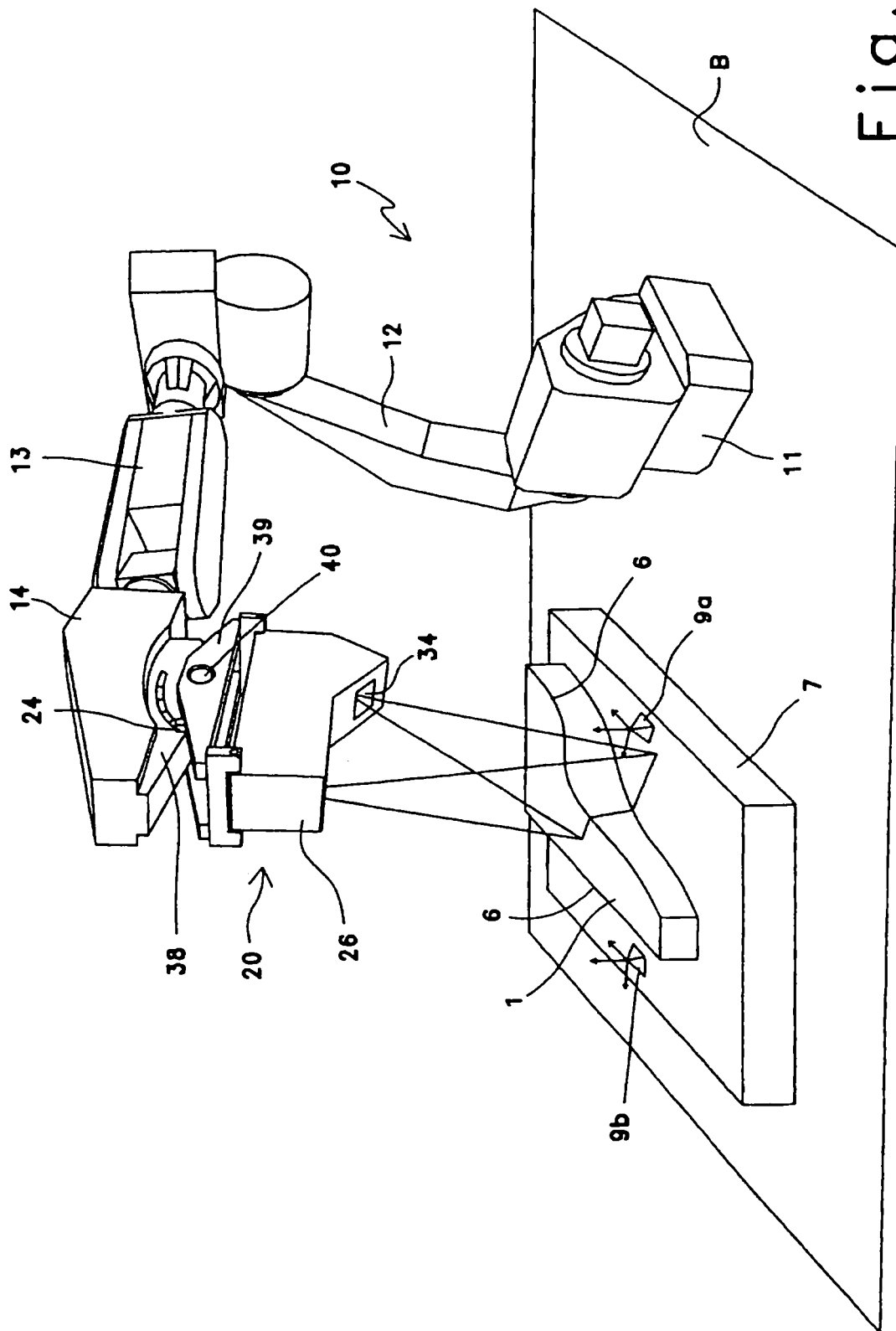


Fig. 3

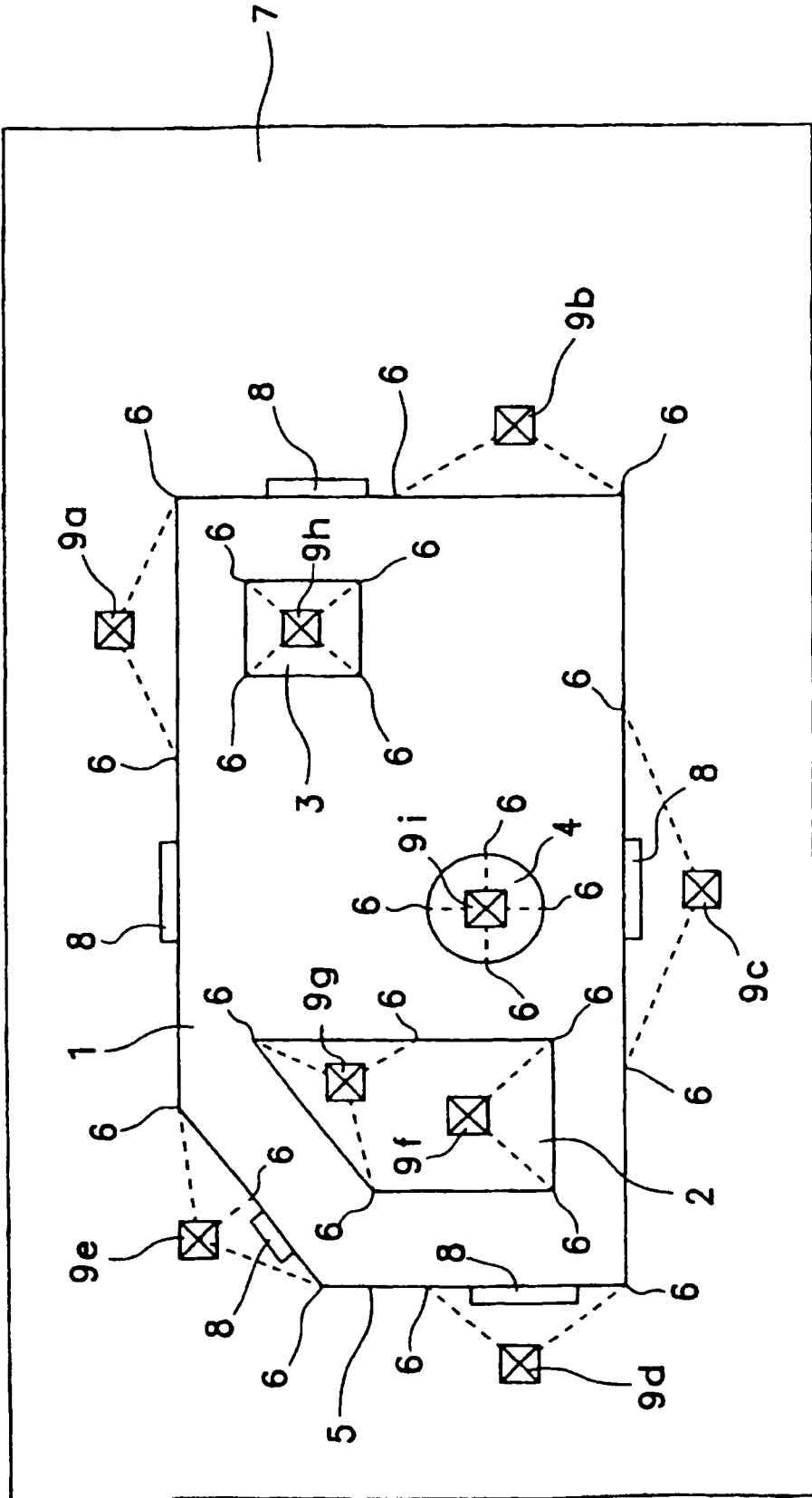


Fig. 4