

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 805 298**

51 Int. Cl.:

G01C 15/00 (2006.01)

G01B 11/03 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.01.2007 PCT/US2007/060847**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.08.2007 WO07090002**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.01.2007 E 07762881 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2020 EP 1982145**

54 Título: **Sistema de corrección de alineación y métodos de uso del mismo**

30 Prioridad:

03.02.2006 US 347355

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

11.02.2021

73 Titular/es:

**GILSON, INC. (100.0%)
BOX 620027 3000 PARMENTER STREET
MIDDLETON, WI 53562-0027, US**

72 Inventor/es:

**NORTON, ROBERT, J. y
DAVIS, CHRISTOPHER, J.**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 805 298 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

Sistema de corrección de alineación y métodos de uso del mismo

5 Esta invención está relacionada con un sistema de corrección de alineación y un método para corregir errores de alineación en una máquina. Más específicamente, la invención usa esferas reflectantes de luz y un láser para localizar puntos específicos que luego pueden usarse para determinar factores de corrección.

10 Unos robots cartesianos, según se fabrican, normalmente tienen tres fuentes principales de error corregible en su movimiento a ubicaciones objetivo. El primero es un error de compensación, un desplazamiento en X o Y que no varía sobre el área de la cama. El segundo componente de error es la inexactitud de la escala, donde un movimiento ordenado resulta sistemáticamente en más o menos movimiento de lo solicitado. La tercera fuente de error es inclinación, cuando un movimiento solicitado en X crea un movimiento involuntario en Y, o un movimiento solicitado en Y crea un movimiento involuntario en X.

15 Estos tres errores, compensación, inexactitud de la escala e inclinación son errores específicos de la máquina y no se pueden preestablecer para todos los robots fabricados. Para cada máquina fabricada, cada uno de los errores debe determinarse y establecerse los factores de corrección. Los factores de corrección también se deben volver a determinar y restablecer ocasionalmente debido a una serie de eventos, incluida la operación de rutina, cuando la máquina se mueve o golpea, o como parte de un programa de mantenimiento regular.

20 Debido a la necesidad de establecer los factores de corrección para cada máquina, es deseable un sistema de corrección de alineación simple y confiable y un método para determinar esos factores. Por la presente se proporciona dicho sistema y método. La publicación "Una técnica de calibración extrínseca basada en objetivo de bola para metrología 3-D de alta precisión utilizando sensores de banda láser disponibles" por Chenggang Che y Jun Ni, (Ingeniería de precisión, 24 (200) páginas 210-219) divulga un método basado en objetivo de bola para la calibración extrínseca de un sistema tridimensional, de eje múltiple, de escaneo de luz estructurada.

25 La publicación "Un método simplificado para la calibración extrínseca de sensores de luz estructurada utilizando un objetivo de bola única" por Xie Zexiao, Chengguo Zhang y Qiumei Zhang (Diario internacional de máquinas herramienta y fabricación 44 (2004) páginas 1197-1203) divulga un enfoque basado en objetivo de bola única para la calibración extrínseca de un sistema de eje múltiple, de escaneo de luz estructurada.

30 El documento US 2001/0000904 A1 divulga un método y aparato de medición de bulto de soldadura. Un bulto de referencia de los bultos de soldadura se detecta utilizando un micro cabezal óptico láser.

De acuerdo con la invención, se proporciona un sistema de corrección de alineación y un método para corregir errores de alineación en una máquina como se define en las reivindicaciones independientes.

35 En general, la fuente de luz y el sensor están ubicados en un brazo accionado de un robot cartesiano o trazador X-Y. La fuente de luz puede ser cualquier fuente de luz, incluyendo, aunque sin limitarse a, fuentes de luz láser. La base comprende una superficie con ubicaciones objetivo que se encuentran sustancialmente dentro de un plano único, estando cada ubicación objetivo ajustada para recibir un objeto reflectante de luz. En algunas realizaciones de la presente invención, el objeto reflectante de luz es una esfera que refleja la luz. La base puede tener una única ubicación objetivo, dos ubicaciones objetivo, tres ubicaciones de destino, o más, dependiendo del número de ubicaciones necesarias para corregir con precisión los errores. Además, uno o más objetos reflectantes de luz pueden colocarse en una de las ubicaciones objetivo. El plano de la sonda debería ubicarse a una distancia del plano base de manera que la sonda pueda iluminar cada ubicación objetivo con un haz de luz y el sensor pueda detectar la luz reflejada de cualquier objeto reflectante de luz ubicado en dicha ubicación objetivo. Los objetos reflectantes de luz permiten que la luz y el sensor detecten un punto específico. En el caso donde el objeto reflectante de luz es una esfera reflectante de luz, el punto específico es el vértice de la curvatura de la esfera. Una vez que se localiza la posición de uno o más de los objetos, esas posiciones ubicadas se pueden usar para calcular los factores de corrección para ajustar las tres fuentes principales de error inherentes a cualquier robot cartesiano o sistema de trazador X-Y. La invención también proporciona un método para corregir errores de alineación usando el sistema descrito anteriormente iluminando uno o más de los objetos reflectantes de luz con el haz de luz de la sonda, y detectando la luz reflejada de los objetos con un sensor en la sonda. El error de alineación se puede calcular así a partir de la luz reflejada detectada.

40 El error de alineación determinado por el método puede ser uno o más de errores de compensación, inexactitud de escala o inclinación.

45 Se describirá la presente invención a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:-

La figura 1 es una vista en perspectiva de un sistema de corrección de alineación.

La figura 2 es una vista ortográfica de un sistema de corrección de alineación.

50 La figura 3 es una representación de una posible disposición de esferas reflectantes de luz.

La figura 4 es una representación de un láser y un centro de esfera reflectante de luz que no están alineados.

La figura 5 es una representación de un láser y un centro de esfera reflectante de luz que están alineados.

La figura 6 es un gráfico de la intensidad de luz reflejada en función de la posición a medida que el láser escanea a través del centro de una esfera reflectante de luz.

La figura 7 es una representación de tres direcciones de escaneo para la ubicación de la posición.

5 Como se muestra en las figuras 1 y 2, el sistema de corrección de alineación 10 de la presente invención tiene un brazo de robot cartesiano 50, o equivalentemente, un trazador X-Y, montado de tal manera que esté dispuesto verticalmente sobre una base (es decir, cama) 100, ocupando tanto el robot como la base planos sustancialmente paralelos.

10 La superficie de la base tiene una serie de agujeros o depresiones en las que se pueden colocar los objetos 70 que reflejan la luz. Cada uno de los agujeros o depresiones se conoce como un punto de referencia, o equivalentemente, una ubicación objetivo. Como se usa en la presente solicitud, los objetos reflectantes de luz pueden incluir esferas. Las esferas reflectantes de luz de la presente invención pueden incluir esferas o partes de esferas que reflejan la luz. 15 Las esferas reflectantes de luz adecuadas para su uso en los sistemas de corrección de alineación de la invención incluyen acero inoxidable disponible comercialmente, titanio, carburo de silicio, carburo de tungsteno o cojinetes de bolas de cerámica; otras esferas recubiertas de metal como, aunque sin limitarse a, esferas hechas de vidrio, plástico, madera, cerámica o piedra; y otras superficies convexas reflectantes como espejos y vidrio. Las esferas reflectantes de luz no necesitan ser esferas completas; pueden ser semiesféricas o menos, siempre que la luz se pueda reflejar desde la esfera, o parte de una esfera, y mientras se pueda determinar el vértice de la esfera. 20

La base, además de ser la ubicación de los puntos de referencia, también puede ser un soporte para bastidores, como soportes para tubos de ensayo, placas de micro-concentración, o cualquier bastidor o soporte para muestras individuales o múltiples. El robot o trazador también puede tener un control de coordenadas Z; sin embargo, el control de coordenadas Z no es vital para alinear el aparato por encima de puntos específicos en la base. 25

El robot cartesiano del sistema de corrección de alineación es parte de un accionador X-Y adaptado para moverse a cualquier coordenada X-Y sobre la superficie de la base. El robot cartesiano puede tener una sonda conectada a través de la cual se puede entregar un material a la base o a un bastidor asociado con la base. La sonda puede ser una sonda de entrega que puede estar diseñada para entregar materiales sólidos que se recogen en una ubicación y se depositan en otra ubicación, o el robot y la sonda pueden estar diseñados para entregar materiales líquidos a la base o a un bastidor asociado con la base. 30

El sistema de corrección de alineación también puede tener una fuente de luz y un sensor 230 en el robot cartesiano. En algunas realizaciones, la fuente de luz puede ser una fuente de luz láser. La fuente de luz y el sensor pueden ser una sonda de alineación que está conectada de manera removible o permanente al robot cartesiano, o la fuente de luz y el sensor pueden estar montados en lugar de una sonda de entrega, que luego se puede volver a conectar una vez que se complete el procedimiento de alineación. La fuente de luz y el sensor se pueden colocar dentro de un plano que es sustancialmente paralelo al plano base, a una distancia del plano base de manera que el láser pueda iluminar cada ubicación objetivo con un haz de luz y el sensor pueda detectar la luz reflejada de cualquier objeto reflectante de luz ubicado en o cerca de la base. El haz láser se coloca sustancialmente perpendicular al plano de la base. 35 40

La fuente de luz y el sensor pueden combinarse en una sola unidad, tales como un sensor óptico láser retrorreflectante u otro sensor óptico de luz retrorreflectante. Un sensor óptico láser retrorreflectante tiene una fuente láser y un sensor láser. La fuente láser produce un haz láser que, al brillar contra una superficie reflectante, se reflejará de regreso al sensor que luego detecta la presencia del haz láser reflejado y también mide la intensidad del haz láser reflejado. Las disposiciones de este tipo están disponibles comercialmente y se pueden adaptar fácilmente para unirse a un trazador X-Y o conjunto de robot cartesiano. Las fuentes comerciales incluyen, pero no se limitan a: los sensores ópticos láser de la serie LV de Keyence International (Woodcliff Lake, NJ), sensores láser de la serie scanCONTROL y optoNCDT de Micro-Epsilon (Raleigh, NC) y sensores láser coaxiales de tipo retrorreflectante (p. ej., LS-H91F) del grupo Matsushita/Panasonic, Aromat Corporation (Nueva Providencia, NJ). 45 50

Como se usa en la presente invención, "sustancialmente paralelo" o "sustancialmente perpendicular" tiene la intención de describir, dentro de la tolerancia del sistema, alineación entre objetos que están destinados a ser paralelos o perpendiculares, pero que, debido a la variación en la fabricación normal u otras fuerzas externas, no son perfectamente paralelos o perpendiculares. Por tanto, debe entenderse que una alineación es sustancialmente paralela o sustancialmente perpendicular cuando cualquier variación desde perfectamente paralela o perpendicular no afecta negativamente al método de alineación del sistema como un todo. Por ejemplo, como entendería un experto en la materia, el caso de tener los planos paralelos del robot y la base desplazados 5° cuando solo están dispuestos unos respecto de otros unas pocas pulgadas puede ser perfectamente aceptable, sin embargo, si están dispuestos unos respecto de otros unos pocos pies, 5° de desplazamiento puede no ser aceptable. En el caso de ser sustancialmente perpendicular, si un error posicional de 1 mm es tolerable, entonces puede ser deseable que un movimiento de 100 mm tenga una precisión de +/- 0.5°. Por consiguiente, debe evaluarse sustancialmente paralelo o sustancialmente perpendicular para cada sistema particular fabricado, con la intención de que los elementos sean perpendiculares o paralelos, pero se puede tolerar un cierto número de grados de variación desde la colocación paralela o perpendicular. 55 60 65

Como se describió anteriormente, para cada robot cartesiano fabricado, los errores de compensación, inexactitud de escala, y de inclinación pueden necesitar determinarse individualmente, o dos o los tres errores pueden necesitar determinarse. Las ecuaciones para la corrección de errores se pueden representar como:

5

$$X' = K_1 + (K_2 * X) + (K_3 * Y)$$

$$Y' = K_4 + (K_5 * Y) + (K_6 * X)$$

10 Las seis constantes, K₁ a K₆, deben encontrarse experimentalmente para cada máquina producida y K₄ correcta para el error de compensación, K₂ y K₅ correctas para la inexactitud de escala, y K₃ y K₆ correctas para el error de inclinación. En estas ecuaciones, los términos X e Y representan la ubicación solicitada de la sonda, mientras que X' e Y' representan la ubicación real alcanzada. Se puede realizar así un análisis de regresión múltiple para determinar las coordenadas de corrección de error adecuadas. Para métodos computacionales para análisis de regresión múltiple, véase Irwin Miller y John E. Freund, Probabilidad y Estadística para Ingenieros, sección 12.4, en 245-254 (Dr. Albert A. Bennett ed., 1965).

15

Para encontrar los valores adecuados para estas constantes, las ubicaciones de cada punto de referencia, o ubicación objetivo, en un conjunto de puntos de referencia, deben determinarse con precisión. Estos puntos de referencia deben alinearse con precisión con las características de la cama del robot cartesiano, o la base, que sostienen los bastidores o tareas que se supone que el robot debe abordar. Para garantizar que los puntos de referencia se coloquen con precisión, pueden fabricarse en la base, o pueden ser parte de una rejilla asociada con la base de tal manera que la posición de los puntos de referencia con respecto al brazo del robot sea reproducible cada vez que la rejilla se une a la base. Esto se puede lograr a través de mecanizado, perforación, golpeteo u otra forma de colocar los puntos de referencia y las características en la misma posición en la cama cada vez que se deben determinar los factores de corrección de errores.

20

25

Una posible disposición de puntos de referencia se basa en agujeros, depresiones o bolsillos circulares cortados en la cama. Los centros de estos agujeros se colocan con precisión en ubicaciones que permiten calcular las constantes de corrección. La figura 3 muestra solo una de las muchas disposiciones posibles de agujeros, depresiones o bolsillos circulares, en la cama 100. Para determinar con precisión los factores de corrección, los puntos de referencia incluyen ventajosamente, pero no requieren, dos puntos de referencia 110, 120 colocados diagonalmente en lados opuestos del espacio de trabajo. La información generada a partir de estos puntos de referencia contribuye al cálculo constante de inexactitud de escala. Otros puntos de referencia 130, 140, 150 se pueden colocar en ubicaciones cercanas al centro del área de trabajo, a lo largo de la diagonal opuesta. La información generada a partir de estos puntos de referencia contribuye principalmente a la precisión de las constantes de error de compensación, K₁ y K₄. Se puede colocar otro punto de referencia 160 en una tercera esquina del espacio de trabajo y ayuda a establecer con precisión las constantes de corrección de inclinación. Como muestra la figura 3, es deseable, aunque no necesario, elegir estas ubicaciones para los puntos de referencia de modo que no haya dos coordenadas X, o no haya dos coordenadas Y iguales. El número de puntos de referencia, y/o su ubicación exacta, puede variar dependiendo de varios factores, incluido el tipo o tamaño del aparato o la aplicación prevista. Está bien comprendido por el experto en la materia seleccionar el número apropiado y la ubicación de los puntos de referencia en función de la divulgación en este documento.

30

35

40

45 Con el sistema de robot cartesiano preparado como se describe en detalle anteriormente, el método descrito a continuación se puede utilizar para corregir los errores de alineación. El método de la invención tiene varias etapas, incluyendo:

50

55

- (1) posicionar la fuente de luz retrorreflectante y el sensor del sistema de corrección de alineación sobre uno de los objetos reflectantes de luz en una de las ubicaciones objetivo;
- (2) iluminar el objeto reflectante de luz con un haz de luz;
- (3) detectar la luz reflejada desde el objeto reflectante de luz con el sensor;
- (4) reposicionar la fuente de luz y el sensor en relación con el objeto reflectante de luz hasta que la luz reflejada esté al máximo y registrar la posición de la fuente de luz y el sensor en el máximo; y
- (5) repetir las etapas anteriores para cada ubicación objetivo que tenga un objeto reflectante de luz y determinar el error de alineación a partir de los datos recopilados en la etapa 4. El error de alineación puede ser uno o más de error de compensación, inexactitud de escala o inclinación.

60

65

Como parte del método, una vez que los puntos de referencia se colocan con precisión en, o sobre, la cama o base como se describió antes, la posición aparente de esas ubicaciones se puede medir colocando objetos reflectantes de luz en cada ubicación en la base. En algunas realizaciones, el objeto reflectante de luz es una esfera reflectante de luz. Cuando el objeto reflectante de luz es una esfera, y la esfera reflectante de luz se coloca en un agujero o depresión, el vértice de la esfera se ubicará automáticamente en el centro del agujero o depresión. El vértice de la esfera que se encuentra en el centro del agujero o depresión se conoce como autocentrado. Para ayudar en el autocentrado de la esfera reflectante de luz, el diámetro del agujero o depresión puede ser el mismo que el diámetro de la esfera reflectante de luz. De manera alternativa, el diámetro del agujero o depresión puede ser menor que el de la esfera

reflectante de luz, tal que el fondo de la esfera no toque el fondo del agujero o la depresión, sino que esté suspendido en el agujero por el reborde del agujero. En cualquier caso, la esfera reflectante de luz está opcionalmente restringida en su movimiento para que el punto de referencia pueda determinarse con precisión. Debido a que las esferas reflectantes de luz son autocentrantes, se pueden colocar de forma rápida y precisa con la mano sobre la cama. No se requieren herramientas especializadas u otros aparatos de colocación. No obstante, también se contempla que la base pueda tener agujeros para recibir una clavija, tornillo u otro medio de fijación para las esferas, la clavija o el tornillo con una parte superior redondeada, esférica, o semiesfera que realiza la misma función que una esfera completa. Otras formas esféricas que se pueden usar son arcos de una esfera que se puede montar en o sobre la base. De nuevo, las esferas, hemisferios o arcos pueden ser cualquier superficie convexa que sea reflectante.

Una vez que las esferas reflectantes 70 se colocan en la base 100 (figura 4), y se centran en un agujero 215, o depresión, una fuente de luz y un sensor, o un sensor óptico láser retrorreflectante 230, puede montarse en el accionador del robot de manera que pueda compararse con el uso eventual de la herramienta. Dicho de otro modo, el sensor óptico láser retrorreflectante 230 puede montarse en sustancialmente la misma ubicación en que una sonda de suministro estaría o está ubicada.

La ubicación del punto de referencia se determina localizando el vértice de cada objeto reflectante de luz como se muestra en las figuras 4, 5 y 6. Esto se puede lograr dirigiendo el haz láser 240 hacia la esfera y a lo largo el mismo camino que recorrería la sonda. Normalmente, la posición inicial del haz no se alineará con precisión con el centro de referencia o el vértice de la esfera reflectante. El resultado es que el haz láser se refleja 250 lejos del sensor, y el sensor informaría de una pequeña cantidad de luz reflejada que indica que el haz no está en el objetivo. A medida que se escanea el haz láser a través de la superficie de la esfera reflectante, se determinan máximos y mínimos de luz reflectante. Figura 4. Cuando se encuentra un máximo, el sensor óptico láser retrorreflectante se escanea en una segunda dirección, a lo largo de esa línea central máxima, perpendicular a la dirección del primer escaneo, para encontrar los máximos de reflexión en esa segunda dirección, hasta que el haz láser 240 se alinee 350 con el centro óptico láser. Figura 5. En este caso, la cantidad máxima de luz se devuelve al sensor y así se localiza el vértice de la esfera reflectante.

La figura 6 es una ilustración de un escaneo a través del centro de la esfera reflectante. La cantidad de luz reflejada se muestra en función del recorrido de la sonda. El sensor detecta un mínimo de luz en los extremos y está saturado en el centro, o vértice, de la esfera reflectante de luz.

En algunas realizaciones, determinar la ubicación de un único punto de referencia puede ser suficiente para determinar los factores de corrección para una fuente de error. En otras realizaciones, se puede ubicar más de un punto de referencia para determinar los factores de corrección para una o más fuentes de error. En otras realizaciones adicionales, dos, tres, cuatro, o más puntos de referencia pueden ubicarse para determinar los factores de corrección para todas las fuentes de error.

En general, los escaneos se realizan en tres pases. Figura 7. Primero se realiza un escaneo aproximado en una dirección X 510 para localizar la línea central aproximada de la esfera. En esta línea central, se realiza un escaneo en una dirección Y 520, que encuentra el centro Y. Usando el centro Y, se repite el escaneo de dirección X 530, dando un valor central X más preciso. La línea central X más precisa es el resultado del proceso de escaneo iterativo para aproximar más estrechamente el verdadero centro de la esfera 70 en términos de X e Y. Las iteraciones podrían realizarse varias veces, resultando cada iteración de escaneo en una lectura ligeramente más precisa de las líneas centrales X o Y que lo determinado en la iteración anterior. Por supuesto, las definiciones de las direcciones X e Y son arbitrarias y un experto en la materia reconocerá de inmediato que las tres iteraciones de escaneo pueden realizarse primero en Y, después X, y luego Y. Como etapa final en el método, todas las ubicaciones de puntos de referencia se pueden escanear para obtener un conjunto completo de mediciones X e Y para esas ubicaciones de puntos de referencia conocidas, para determinar el error de alineación. La regresión lineal múltiple, de las posiciones en las que se ubicaron las esferas reflectantes de luz, entonces puede usarse para determinar los factores de corrección (Kx).

Los sistemas y métodos de la presente invención ofrecen ventajas de seguridad. Por ejemplo, la superficie de un cojinete de bolas es fuertemente convexa y puede hacer que la luz láser diverja. Debido a este efecto, es probable que la luz láser reflejada perdida sea más segura para la vista humana que la luz láser reflejada desde, por ejemplo, una superficie plana. Así mismo, el láser utilizado puede tener una potencia lo suficientemente baja como para no presentar un riesgo de seguridad.

La invención se ha descrito con referencia a diversas realizaciones específicas e ilustrativas. No obstante, debe entenderse que se pueden hacer muchas variaciones y modificaciones mientras permanecen dentro del alcance de la invención definida en las reivindicaciones independientes.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de corrección de alineación (10) que comprende
 - 5 (a) una base (100) que tiene una superficie base con una o más ubicaciones objetivo, en donde cada ubicación objetivo está equipada para recibir un objeto reflectante de luz;
 - (b) uno o más objetos reflectantes de luz (70), cada uno colocado en una de las ubicaciones objetivo; y
 - (c) un brazo robótico cartesiano (50) con una sonda que está fijada a este de manera removible o permanente, en donde la sonda es una fuente de luz y un sensor (230) para detectar la luz reflejada, la sonda colocada dentro de
 - 10 un plano de sonda sustancialmente paralelo a un plano de la base y a una distancia del plano de la base, en donde la sonda está configurada para iluminar cada ubicación objetivo con un haz de luz (240) y el sensor está configurado para detectar luz reflejada desde cualquier objeto reflectante de luz (70) ubicado en dicha ubicación objetivo para determinar una posición del objeto reflectante de luz (70), en donde el brazo robótico cartesiano (50) está configurado para
 - 15 posicionar la sonda sobre uno de los objetos reflectantes de luz en una de las ubicaciones objetivo, reposicionar la sonda con respecto al objeto reflectante de luz hasta que la intensidad de la luz reflejada sea la cantidad máxima, y registrar la posición de la sonda en la cantidad máxima para cada ubicación objetivo que tenga un objeto reflectante de luz;
 - 20 en donde el sistema de corrección de alineación está configurado para determinar un error de alineación basado en los datos recopilados de dicho reposicionamiento de la sonda y dicho registro de la posición de la sonda y una ubicación conocida de punto de referencia de los uno o más objetos reflectantes de luz (70).
- 25 2. El sistema de corrección de alineación (10) de la reivindicación 1, en donde la fuente de luz es un láser y, en donde la sonda es un sensor óptico láser retrorreflectante.
3. El sistema de corrección de alineación (10) de la reivindicación 1, en donde el objeto reflectante de luz (70) es una esfera reflectante de luz y, en donde la esfera reflectante de luz se selecciona de un grupo que consiste en un cojinete
 - 30 de bolas, una esfera recubierta de metal, una esfera de cerámica, una esfera de vidrio reflectante o una esfera de plástico reflectante.
4. El sistema de corrección de alineación (10) de la reivindicación 1 en donde bien:
 - 35 la superficie base comprende una depresión o agujero para contener un objeto reflectante de luz en cada ubicación objetivo; o el haz de luz es sustancialmente perpendicular al plano de la base; o se coloca un objeto reflectante de luz en cada ubicación objetivo.
- 40 5. El sistema de corrección de alineación (10) de la reivindicación 1 en donde la superficie base comprende dos pares de esquinas, y en donde la superficie base tiene forma rectangular.
6. El sistema de corrección de alineación (10) de la reivindicación 5, en donde al menos dos ubicaciones objetivo se colocan a lo largo de una primera diagonal que se extiende entre las esquinas opuestas de la superficie base y, en donde dos o más ubicaciones objetivo se colocan en una segunda diagonal que se extiende entre un segundo par de
 - 45 esquinas opuestas en la superficie base.
7. El sistema de corrección de alineación (10) de la reivindicación 1 en donde la base está adaptada para contener recipientes para recibir líquidos y, en donde los recipientes para recibir líquidos se seleccionan de bastidores de tubos de ensayo o placas de microconcentración.
 - 50
8. El sistema de corrección de alineación (10) de la reivindicación 8 en donde el brazo robótico cartesiano (50) es un robot de manipulación de líquidos.
9. El sistema de corrección de alineación (10) de la reivindicación 1, en donde:
 - 55 cada ubicación objetivo se ajusta para recibir una esfera reflectante de luz; el plano en el que se mueve el brazo robótico cartesiano (50) y la base están dispuestos verticalmente entre sí y ocupan planos sustancialmente paralelos; dicho uno o más objetos reflectantes de luz (70) son esferas; y
 - 60 dicha fuente de luz es un láser.
10. Un método para corregir errores de alineación en una máquina usando el sistema de corrección de alineación (10) de la reivindicación 1 que comprende:
 - 65 iluminar, en una primera posición, el uno o más objetos reflectantes de luz con el haz de luz (240) de la sonda del sistema de corrección de alineación (10);

- detectar la luz reflejada desde los uno o más objetos reflectantes de luz (70) con el sensor de sonda (230) en la primera posición;
posicionar la sonda del sistema de corrección de alineación (10) de la reivindicación 1 en la primera posición sobre uno de los objetos reflectantes de luz en una de las ubicaciones objetivo;
5 reposicionar la sonda en relación con el objeto reflectante de luz hasta que la intensidad de la luz reflejada sea una cantidad máxima y registrar la posición de la sonda en la cantidad máxima;
repetir las etapas anteriores para cada ubicación objetivo que tenga un objeto reflectante de luz; y
determinar el error de alineación en función de los datos recopilados en la etapa de reposicionamiento y una ubicación conocida del punto de referencia del objeto reflectante de luz.
10
11. El método de la reivindicación 10, en donde el error de alineación es uno o más de error de compensación, inexactitud de escala o inclinación.
12. El método de la reivindicación 10 en donde el reposicionamiento de la sonda comprende:
15 un primer escaneo a lo largo de una primera línea x para determinar una primera coordenada x, en donde la primera línea x es un eje x aproximado del objeto reflectante de luz y la primera coordenada x corresponde a una cantidad máxima de la intensidad de la luz reflejada detectada durante el primer escaneo; y
un segundo escaneo a lo largo de una primera línea y para determinar una primera coordenada y, en donde la primera línea y pasa a través de la primera coordenada x y la primera coordenada y corresponde a una cantidad máxima de la intensidad de la luz reflejada detectada durante el segundo escaneo.
20
13. El método de la reivindicación 12, en donde el reposicionamiento comprende además:
un tercer escaneo a lo largo de una segunda línea x para determinar una segunda coordenada x, en donde la segunda línea x pasa a través de la primera coordenada y, la segunda coordenada x corresponde a una cantidad máxima de la intensidad de la luz reflejada detectada durante el tercer escaneo, y la coordenada x corresponde a un centro del objeto reflectante de luz.
25

FIG. 1

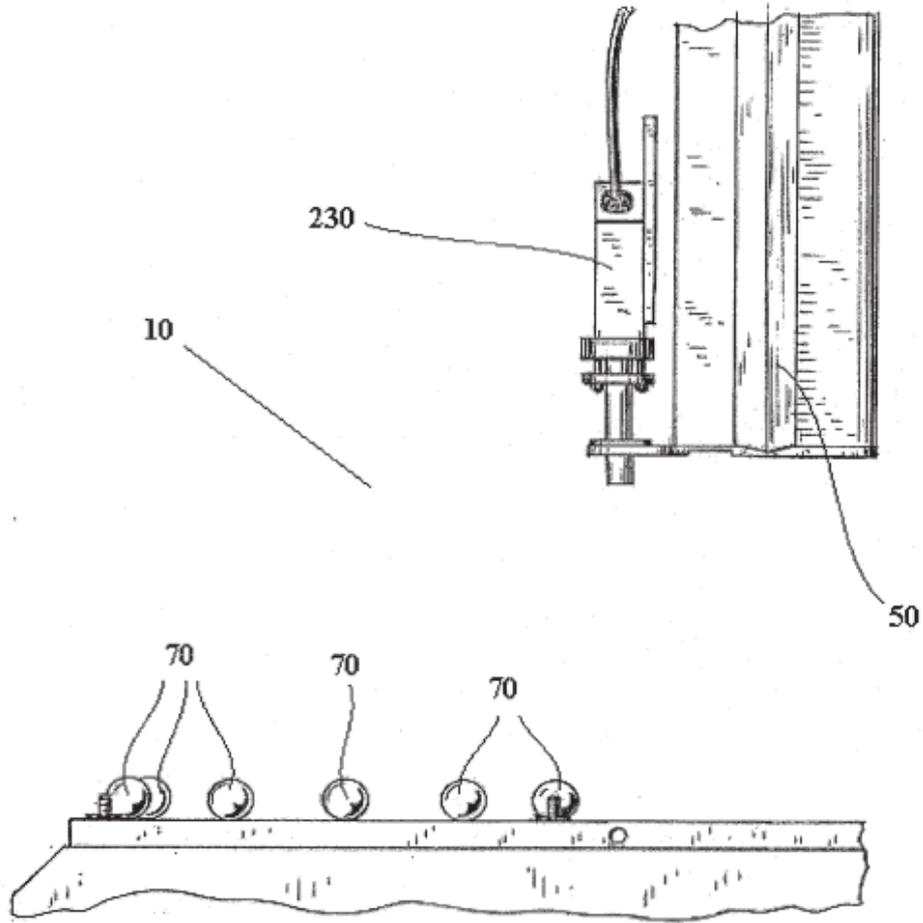


FIG. 2

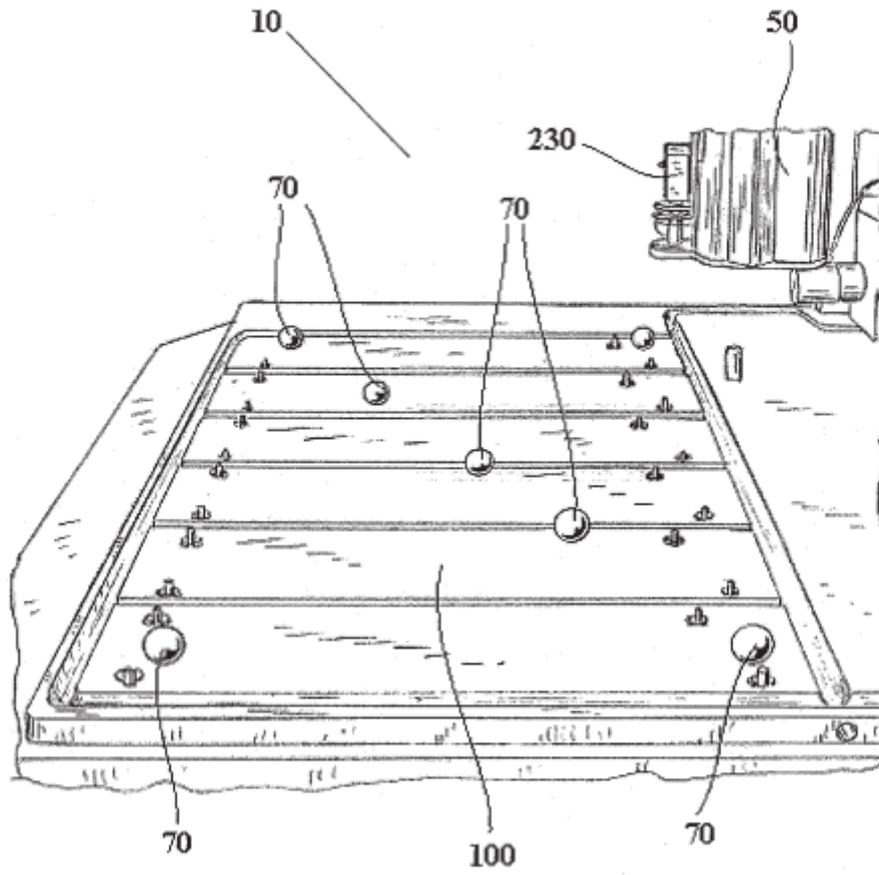


FIG. 3

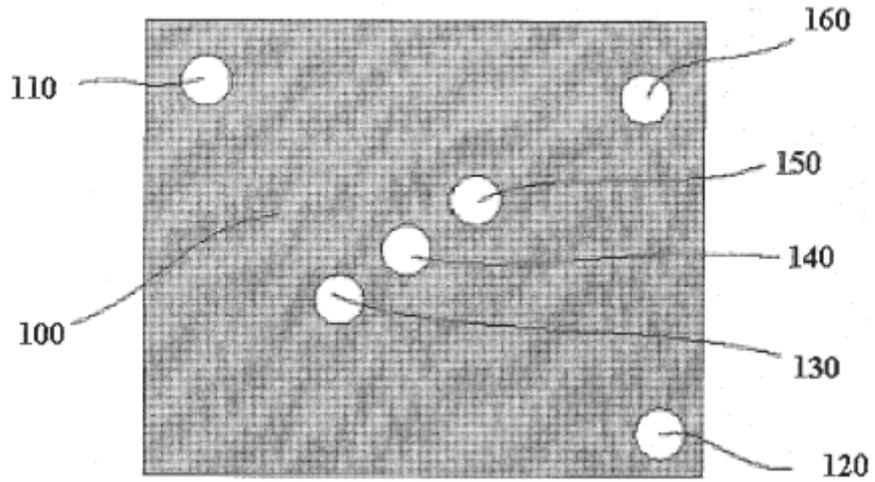


FIG. 4

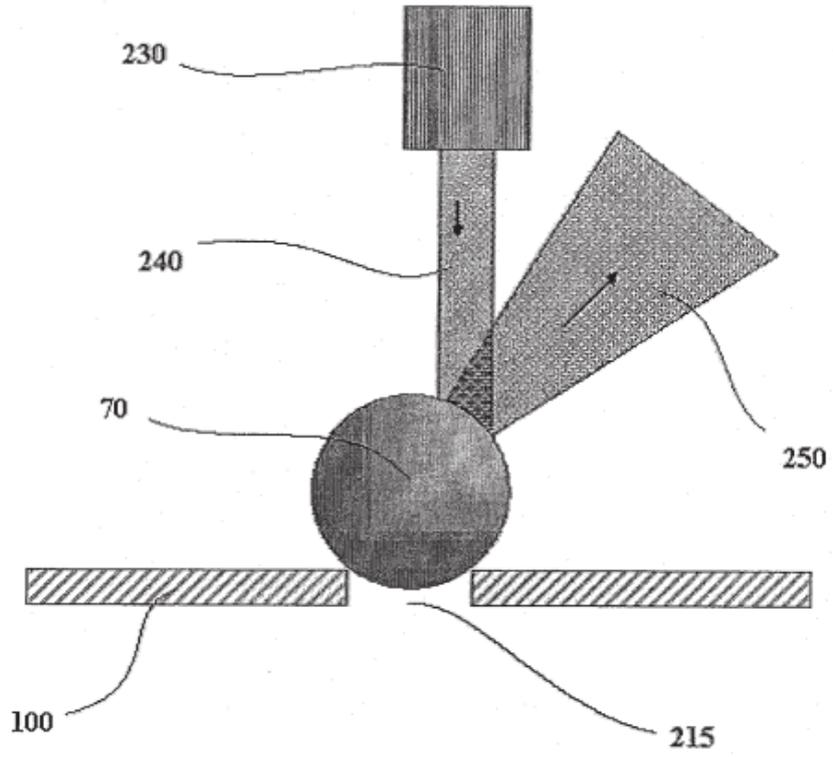


FIG. 5

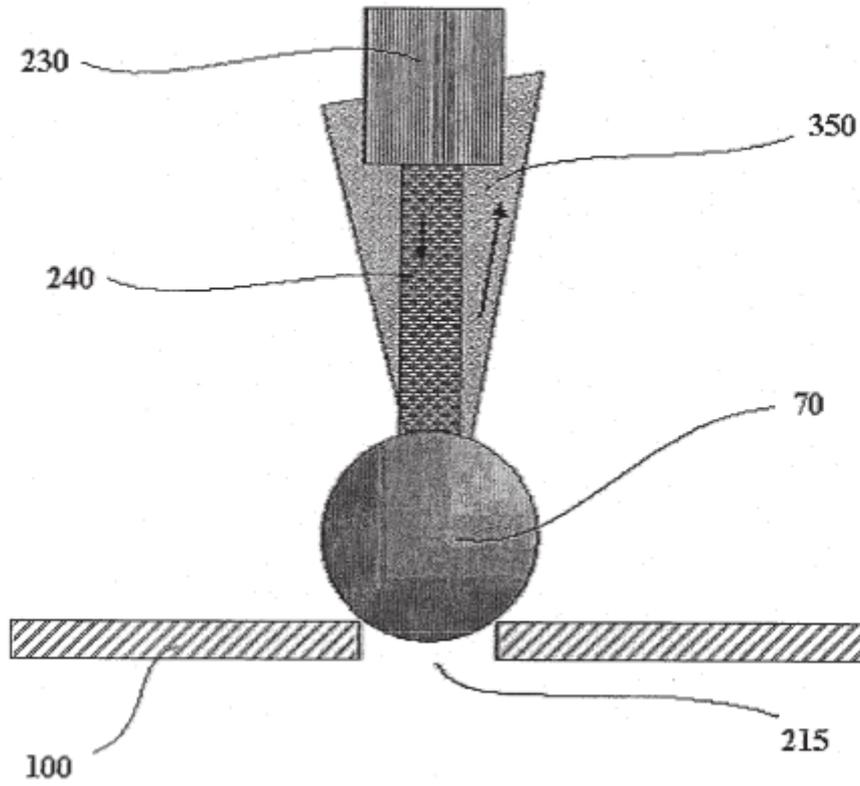


FIG. 6

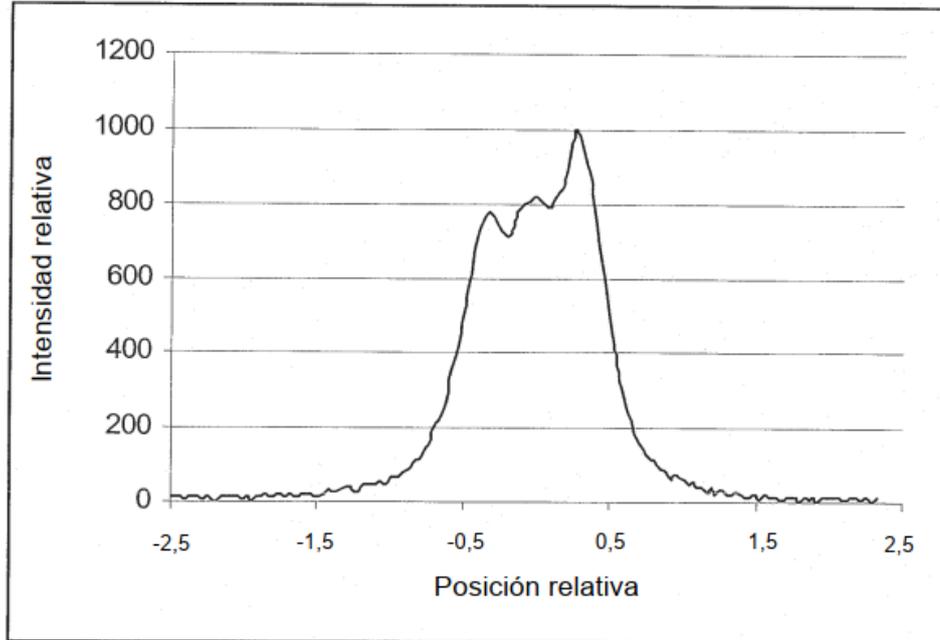


FIG. 7

