

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 638 862**

51 Int. Cl.:

G01B 11/245 (2006.01)

G01B 11/10 (2006.01)

G06T 7/60 (2007.01)

G01N 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.10.2005 PCT/FI2005/000464**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.05.2006 WO06045888**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.10.2005 E 05804109 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.05.2017 EP 1805482**

54 Título: **Método y sistema para determinar las propiedades de una superficie de revolución**

30 Prioridad:

27.10.2004 FI 20041385

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

24.10.2017

73 Titular/es:

**MAPVISION OY LTD (100.0%)
TIETAJANTIE 10
02130 ESPOO, FI**

72 Inventor/es:

NIINI, ILKKA

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 638 862 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método y sistema para determinar las propiedades de una superficie de revolución

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un método y un sistema para determinar un eje de simetría. En particular, la invención se refiere a determinar la dirección y posición del eje de simetría de un artículo u orificio en forma de revolución.

Antecedentes de la invención

10 En la producción industrial, el control de calidad se ha convertido en una parte cada vez más importante del proceso de fabricación. A medida que los productos se complican, las tolerancias se reducen y aumentan los lotes de fabricación, diversos sistemas de visión artificial han demostrado ser buenos debido a su velocidad y a la forma de medición sin contacto del artículo.

15 Sin embargo, el número de problemas que son adecuados para ser resueltos utilizando sistemas de visión artificial a menudo es restringido. Típicamente, la visión artificial puede utilizarse para llevar a cabo operaciones de medición y comprobación separadas en dos dimensiones. En caso de que haya más de un objeto que se está midiendo, cada medición es realizada generalmente utilizando diferentes dispositivos de imágenes e incluso diferentes estaciones de medición o células de fabricación. En ese caso, no hay manera de encontrar las relaciones y mediciones mutuas entre los detalles del artículo completo. Un ejemplo típico de una situación como esta representa un artículo en el cual se situarán orificios perforados, con suficiente precisión, en la misma línea recta con el propósito de instalar el eje en un punto posterior. En ese caso, cada uno de los orificios puede estar dentro de las tolerancias en lo que se refiere, por ejemplo, a sus dimensiones y redondez, pero sin embargo el eje no se puede instalar debido a las ubicaciones mutuas erróneas de los orificios.

20 El problema puede resolverse, normalmente, utilizando una tecnología de visión artificial tridimensional. Es conocido en el estado de la técnica, por ejemplo, una disposición tal y como se divulga en la patente F111755 con cuyo uso puede implementarse la medición dimensional mencionada anteriormente.

25 Un sistema de medición tridimensional convencional tiene la limitación de que aunque permite una medición precisa de puntos individuales, la determinación de la ubicación y posición de un solo componente fijado al todo puede aún puede resultar problemática. Típicamente, este tipo de situación sucede cuando no se puede obtener un número suficiente de observaciones precisas en lo que se refiere al componente, por ejemplo, midiendo un conjunto de puntos conocidos. El componente no contiene necesariamente tantos detalles como puntos visibles o detalles que podrían distinguirse unos de otros de manera que se podrían determinar todos los grados de libertad relacionados con la ubicación del componente. Un componente convencional de este tipo es una tuerca, un manguito roscado o un cilindro soldado al orificio exterior del mismo. El sistema de visión artificial se puede utilizar para medir el diámetro y posición del orificio, pero la parte soldada no ofrece dichos detalles para ser contemplados por la cámara que se podría utilizar para determinar la dirección o posición del eje de la misma. La posición o lugar erróneos del componente guiarán al perno o eje que se va a montar en el mismo en la posición errónea. Lo que es peor, esto evitará el montaje del producto final. La medición del lugar de un componente, de forma óptica, desde el lado de montaje no es a menudo posible debido a la estructura de cubierta sólida. Además, la posición precisa del componente, basada en los valores de medición dados por el exterior, no garantiza la posición o colocación correcta del orificio cilíndrico o roscado incluido en el mismo, lo que finalmente, sin embargo decidirá si la instalación del eje o del perno se implementará de forma exitosa.

30 Una manera convencional de asegurar el lugar de un componente y la dirección del eje del mismo es utilizar un calibre mecánico, posiblemente fijado a una plantilla de medición especial. En caso de que el calibre encaje en el orificio, lo hará el artículo. Si, a su vez, el calibre no encaja, el artículo será descartado. Este método es, sin embargo, muy laborioso e inflexible especialmente cuando se fabrican productos en series muy grandes. Un calibre es lento para trabajar con él y es una parte con desgaste mecánico, y normalmente se necesitan varios calibres para fijar un objeto (calibres de tolerancia superior e inferior). Un modelo de producción moderno que está basado en métodos de control de calidad estadísticos requiere, adicionalmente, recolectar los datos de medición más versátiles en el proceso de fabricación que la estimación aproximada "vale o no" que puede dar un calibre.

35 La publicación de referencia US 2002/0029127 A1 da a conocer una disposición en la cual la posición del eje intermedio de un artículo cilíndrico o con forma de revolución se mide utilizando un sistema de cámara estéreo. Este tipo de sistema implica, sin embargo, serías desventajas, las cuales impiden su utilización en un uso industrial. La disposición de la publicación de referencia utiliza dos cámaras para producir una imagen estéreo, y el número de cámaras no se puede incrementar para aumentar la precisión. Además, el sistema de la publicación de referencia se basa en una tecnología convencional en la cual las formas de los artículos se determinan basándose en las líneas límite reflejadas. Las líneas límites son, sin embargo, no visibles fácilmente si el objeto que se va a medir es, por ejemplo, un orificio taladrado; en cambio en ese caso la medición está limitada a la embocadura del orificio mientras que la geometría real del orificio permanece desconocida. Aplicaciones industriales, sin embargo, a menudo utilizan orificios que pueden ser rectos o inclinados, y que pueden estar provistos de un roscado, de manera que es deseable

la medición de la geometría del orificio. Adicionalmente, se debe notar que la disposición de la publicación de referencia utiliza un modelo matemático aproximado y conversiones matemáticas adicionales que seguramente debilitan la exactitud de la medición.

- 5 Además se dan a conocer soluciones del estado de la técnica anterior en las siguientes publicaciones. El documento WO00/029809 da a conocer un sistema de medida que utiliza rayos láser. El documento US 5949086 da a conocer un sistema para medir objetos en movimiento. El documento JP 2004248813 da a conocer un método para inspeccionar roscados de un orificio. El documento US 4315688 da a conocer un método para controlar la calidad de roscados utilizando un cabezal de inspección.

Objetivo de la invención

- 10 El método y el sistema de la invención permiten determinar la dirección y posición del eje de simetría de artículos u orificios en forma de revolución. La invención es particularmente útil como parte del sistema de medición tridimensional en el cual las posiciones (usualmente denominadas centros de proyección) y las orientaciones de los dispositivos de generación de imágenes son ya conocidas y los resultados de medición están en las mismas coordenadas con las mediciones tridimensionales obtenidas mediante otros métodos.

- 15 Resumen de la invención

La presente invención comprende un método y un sistema para determinar la dirección y posición del eje de simetría de un artículo u orificio en forma de revolución. El sistema de la invención toma imágenes del artículo que se va medir utilizando al menos dos dispositivos de generación de imágenes, normalmente cámaras electrónicas. Dispuestas en conjunción con las cámaras hay fuentes de iluminación que están situadas preferiblemente tan cerca como sea posible al eje óptico de cada cámara de manera que la luz entra en el objeto que se va medir con una precisión suficiente desde la misma dirección que la dirección de la cámara. La superficie del artículo que se va a medir será tal que refleja la luz hacia atrás. Desde el punto de vista de la invención, esta no es, sin embargo, una limitación significativa como en la práctica de todos artículos, excepto para algunos objetos transparentes o a modo de espejo tales como éstos. Las cámaras son utilizadas para medir o bien los rayos de luz reflejados que vuelven directamente hacia o la banda de reflexión formada por estos que es visible en la imagen, y basándose en esto se forman los vectores de observación entre diferentes puntos de reflexión, es decir, puntos de observación y los centros de proyección de las cámaras. Se forman planos de observación basándose en los vectores de observación o las bandas de reflexión de cada cámara, los cuales, cuando se combinan intersectan con los planos de observación (planos de reflexión) formados por otras cámaras. La intersección de los planos de observación es paralela al eje de simetría del artículo, y su posición corresponde a la posición del eje de simetría dentro de la precisión de medición.

Normalmente es necesario expresar la posición del eje de simetría con respecto a alguna superficie determinada de forma separada u otro plano del artículo que está siendo medido. Un ejemplo típico es una superficie que tiene una tuerca embebida en la misma. La línea límite del orificio en la superficie se puede medir de forma separada, y basándose en ello se puede determinar un plano cuya intersección con la línea espacial correspondiente al eje de simetría da la posición nominal del eje de simetría. El método puede, sin embargo, ser utilizado de forma independiente, independientemente de otros métodos de medición. Se debe notar, sin embargo, que la invención se puede utilizar para el propósito de determinar el eje de simetría de un artículo utilizando la superficie exterior del artículo siempre que el artículo no contenga un orificio o el eje de simetría determinado por la superficie exterior sea de una cantidad más esencial en lo que se refiere a la calidad. Este puede ser el caso, por ejemplo, cuando está prevista una clavija cilíndrica con un tubo fuera de la clavija.

La presente invención es particularmente ventajosa, de forma específica, cuando se miden superficies interiores roscadas o rectas de un cuerpo de revolución, por ejemplo, cuando el artículo está provisto de una barra (un eje) montado en el mismo, cuya orientación se determina mediante el cuerpo de revolución. Cuando la dirección y posición del cuerpo de revolución son conocidas, se puede calcular la orientación de la barra que se va instalar y su capacidad de aceptación con respecto a las tolerancias dadas. Además, la invención es ventajosa en cualquier aplicación en la que sea necesario obtener información de medición en la orientación paralela de varios cuerpos de revolución diferentes.

Adicionalmente a la dirección y posición del eje de simetría, la invención permite calcular el radio del artículo o del orificio que está siendo medido. Cuando se mide el radio, el dispositivo de iluminación dispuesto en conjunción con el dispositivo de iluminación de la primera cámara del sistema se utiliza para iluminar el artículo. Esta iluminación es reflejada utilizando la segunda cámara del sistema, permitiendo obtener, basándose en las observaciones, una línea de intersección de la envolvente del objeto de medición. Basándose en la posición de esta línea de intersección y basándose en la posición previamente calculada del eje es posible calcular la longitud del radio del artículo u orificio.

En caso de que la superficie interior o exterior del artículo que se está midiendo esté provista de roscados, es ventajoso utilizar al menos tres cámaras. Estas tres cámaras son utilizadas para reflejar primero la reflexión generada por el aparato de iluminación de uno mismo, justo como en el caso de dos cámaras. El roscado de un artículo puede ser, por ejemplo, un roscado de tornillo, un roscado de perno, un roscado de tuerca o similares. Los planos de reflexión son generados basándose en los resultados de medición que permiten determinar en el medio del artículo un cilindro

virtual cuyo punto intermedio y radio pueden calcularse. Basándose en el radio del artículo u orificio, el radio del cilindro virtual y el perfil del roscado del artículo es posible calcular el paso de roscado del artículo.

5 En un modo de realización de la invención, el artículo que se va a fabricar es proporcionado, mediante soldadura, con una parte a la cual está fijado el cabezal del eje. Con el fin de que el cabezal del eje pueda ser fijado a la pieza opuesta, será paralelo al resto de las sujeciones del eje en el artículo. La presente invención permite calcular la dirección del eje midiendo la posición y dirección del eje de simetría de la pieza opuesta. La posición y dirección son combinadas con el resto de los datos de medición del artículo, permitiendo evaluar si el eje encaja en el artículo. El método de la invención no necesita algunos métodos de visión artificial convencionales tales como el reconocimiento de las líneas límite.

10 En un modo de realización de la invención, hay artículos fabricados y medidos que son parcialmente cuerpos de revolución, por ejemplo, tales como los que tienen la forma de un semicírculo. En el caso de que el artículo que está siendo medido esté dispuesto en el borde exterior de un cuerpo de revolución, el eje de simetría se puede formar fuera del artículo. Este tipo de aplicaciones, por ejemplo, una forma taladrada o torneada en la esquina de algún otro artículo. Medir formas tales como estas por medio de un calibre mecánico es difícil. Por tanto, la presente invención tiene además la ventaja de ser versátil ya que es adecuada para clarificar la dirección y posición del eje de simetría de muchos tipos de forma simétricas, así como el radio de un cuerpo de revolución y posiblemente también el paso de roscado.

20 En comparación con el estado de la técnica anterior, la invención proporciona la ventaja de que permite una medición confiable y suficientemente simple de artículos que hasta ahora habían sido difíciles de medir. El sistema de la presente invención puede ser utilizado para medir, por ejemplo, orificios con roscados que han sido taladrados con una inclinación. Este tipo de orificio permite medir la posición y dirección del eje de simetría, el radio del orificio y el paso de roscado. Debido a la confiabilidad y simplicidad, el sistema de medición se puede implementar y se puede aplicar ya que es ventajoso de implementar y cumple los requerimientos de calidad impuestos por la industria. La implementación de la invención es flexible y por lo tanto su exactitud de medición se puede mejorar mediante el uso de más de una cámara.

25 La invención es definida en las reivindicaciones 1 y 9 independientes adjuntas.

Lista de figuras

La figura 1 representa un sistema de la invención;

La figura 2 representa un método de la invención;

30 La figura 3 representa el sistema de la figura 1 mostrado desde arriba;

La figura 4 representa un sistema de la invención utilizando un cilindro virtual, mostrado desde arriba; y

La figura 5 representa un método de la invención.

Descripción detallada de la invención

35 La figura 1 representa un sistema de la invención. El presente sistema comprende al menos dos cámaras. Típicamente, hay más cámaras, pero debido a la claridad, el presente ejemplo utiliza sólo dos cámaras CAM1 y CAM2. Ambas cámaras han sido conectadas a un servidor 111 a través de una conexión de telecomunicaciones para procesar datos.

40 Dispuestos en conjunción con las cámaras hay iluminadores 12 y 14 anulares. El tipo del iluminador no impone ningún requerimiento específico; en su lugar se puede utilizar cualquier iluminador convencional. Si es necesario, puede haber más de un iluminador. De forma preferible, el iluminador consiste en un conjunto de LEDs dispuestos alrededor de la cámara. En ese caso, las luces emitidas sustancialmente desde la dirección de la cámara, lo cual es importante para la determinación de la posición del eje de acuerdo con la invención. Si el iluminador está dispuesto más lejos de la cámara, entonces la precisión de medición de la disposición con respecto a la posición sufre, pero incluso en ese caso la determinación de la dirección del eje es lo suficientemente precisa. Con una disposición óptica especial, la luz puede también ser emitida directamente desde el eje óptico a través de lentes del dispositivo de generación de imágenes.

45 En el ejemplo mostrado en la figura 1, el sistema de cámara está dispuesto para tomar imágenes de un artículo 10. El artículo 10 tiene un orificio 11 taladrado en el mismo que tiene en la superficie interior del mismo un roscado de tuerca, por ejemplo, un roscado triangular en perfil. En lugar del roscado, se puede medir todos los tipos de otras superficies, siempre que se refleje de vuelta una cantidad de luz suficiente desde ellas a la cámara.

50 El presente sistema mide la dirección del eje de simetría de un orificio 11 de un artículo 10 de acuerdo a lo que se va mostrar en la siguiente sección, donde el proceso de medición se describe primero para cada cámara de forma específica. El proceso de medición utiliza, por ejemplo, la cámara CAM1, en donde el artículo es iluminado utilizando un iluminador 12. La cámara es utilizada para tomar una imagen del artículo, con lo que se forman los vectores 16 y 17 de observación. Los vectores 16 y 17 de observación son reflejados en vuelta a la cámara desde la envolvente (mostrada mediante una línea discontinua) del orificio 11 tal y como se ve desde la cámara CAM1. El vector 16 de

observación es normalmente reflejado desde el punto visible más alto mientras que el vector 17 de observación normalmente desde el punto visible más bajo. De esta manera, los vectores 16 y 17 de observación forman con la envolvente del orificio un plano que tiene la forma de un triángulo. Una medición correspondiente se realiza utilizando la cámara CAM2, permitiendo obtener vectores 18 y 19 de observación que forman un segundo plano junto con la envolvente del orificio tal y como se ve desde la cámara CAM2. El plano puede también calcularse por medio de una línea de reflexión o recta (mostrada mediante una línea discontinua) medida directamente desde la imagen.

Los planos por tanto formados intersectan entre sí dentro del orificio y forman una línea de intersección es paralela al eje de simetría del orificio y está dispuesta en el eje intermedio del orificio con la precisión de medición. La precisión de medición del sistema puede incrementarse utilizando varias cámaras y calculando el eje de simetría a partir de varios valores.

La figura 2 muestra un método de la invención para determinar el eje de simetría, que es preferiblemente realizado utilizando el equipo del tipo mostrado en la figura 1. En el método, se ilumina un artículo utilizando un aparato de iluminación, etapa 20. La iluminación es realizada con una precisión suficiente en la dirección de la cámara de medición. Típicamente, este es un aparato de iluminación dispuesto en conjunción con la cámara. De forma preferible, el aparato de iluminación consiste, por ejemplo, en un iluminador anular dispuesto alrededor de las ópticas de la cámara, o varias fuentes de iluminación que han sido fijadas a diferentes lados de la cámara de manera que el punto intermedio de la luz total está dispuesto muy cercano al punto intermedio del sistema de lentes de la cámara y al mismo tiempo cercano al eje óptico. El artículo iluminado es reflejado utilizando al menos un total de dos cámaras. El método de la presente invención necesita al menos dos cámaras, pero para mejorar la previsión de medición, normalmente se utilizan varias cámaras.

Cuando el artículo ha sido reflejado, se forman planos de reflexión basándose en las observaciones de imagen. Los planos de reflexión son formados entre el artículo y la cámara de medición basándose en la luz que fue reflejada de vuelta a la superficie del objeto que está siendo medido. Los planos son calculados basándose en las observaciones de imagen y en la información de posición de las cámaras en un sistema de información en el cual los planos de reflexión son también combinados para obtener una línea de intersección, etapa 23. En el presente sistema y método, combinar los planos de reflexión significa formar la sección de los planos para obtener una intersección. Como un resultado de la combinación de los planos de reflexión, se obtiene una línea de intersección basándose en la cual se determinan la posición y dirección del eje de simetría, etapa 24. En caso de que se utilicen más de dos cámaras, la posición del eje de simetría se calcula basándose en más de una intersección de los planos utilizando algunos de los métodos de adaptación y ajuste matemáticos previamente conocidos. En el caso de que la posición de un plano se desvíe de forma significativa de las otras, se puede descartar.

Las figuras 1 y 2 muestran un caso simplificado que es bien aplicable para determinar la posición y dirección del eje de simetría de artículos de superficies lisas. En caso de que la superficie interior del artículo sea rugosa, o si se desea medir sus otras propiedades tales como el radio o el paso de roscado, se necesitan entonces propiedades adicionales basándose en la misma invención, que son explicadas a continuación con referencia las figuras 3 y 4.

La figura 3 ilustra la determinación de propiedades, normalmente, de un artículo de superficie lisa de una manera similar a la mostrada en la figura 1. Debido a la claridad, la figura 3 es mostrada desde arriba, pero en lo que se refiere a su disposición básica, corresponde la figura 1, de manera que las cámaras de las figuras corresponden unas con las otras. En el modo de realización como en el mostrado en la figura 3, la dirección y posición del eje de simetría son determinadas tal y como se muestra en la figura 1. Adicionalmente a esto, en la figura 3, se determina también el radio r_1 del artículo, el cual es obtenido clarificando la posición de algunas líneas rectas espaciales en la envolvente 32 del objeto de medición y combinando esta información con la posición del eje intermedio del objeto de medición. En contraste a la figura 1, el objeto es ahora iluminado utilizando el iluminador de la primera cámara 30, pero la imagen es tomada utilizando la segunda cámara 31, y viceversa, respectivamente. Cuando las cámaras son utilizadas para reflejar la reflexión formada por sus propios iluminadores, es posible obtener la intersección de los planos en el medio del artículo. Cuando, a su vez, se utiliza el sistema que comprende dos cámaras para reflejar las reflexiones formadas por los iluminadores de ambas cámaras de manera que el iluminador no es el de la cámara, sino que es el iluminador de la otra cámara en el sistema, se produce una intersección correspondiente en la envolvente 32 del objeto de medición. En la figura, los planos formados por la luz de las cámaras se representan mediante rayos 33 y 34. Éstos planos son medidos cuando las cámaras reflejan sus propios aparatos de iluminación. De forma correspondiente, los rayos 35 y 36 representan planos que son formados cuando la luz es reflejada utilizando la otra cámara. Basándose en estos planos 35 y 36, así como en la línea intermedia del artículo calculada a partir de los planos 33 y 34, es posible calcular el radio r_1 del artículo.

La figura 4 ilustra un caso de medición más complicado en el cual el lado interior del artículo que está siendo medido está provisto de un roscado. Por el efecto del roscado, los planos de observación de las cámaras no intersectan en el eje intermedio, en su lugar pasan siempre en el mismo lado, es decir una distancia estándar resultante de otras propiedades de un roscado y artículo particulares. En ese caso, se forma un cilindro virtual alrededor del eje de simetría del artículo cuyo radio es determinado basándose en el paso de roscado y el artículo o el orificio del mismo. Debido a esto, cuando se compara a la situación mostrada en la figura 3, la determinación del eje intermedio del artículo y el paso de roscado no se puede realizar utilizando sólo dos cámaras; en su lugar se necesitan al menos tres cámaras para la medición. Debido a que la determinación del eje intermedio de un artículo u orificio no se puede realizar de

5 forma confiable, no es posible calcular su radio tampoco. Este problema se resuelve utilizando varias cámaras 40, 41 y 42 de manera que por medio de los planos de observación calculados basándose en ellas es posible determinar el cilindro 44 virtual formado en el medio del artículo. Para determinar la forma del cilindro virtual, son necesarios al menos tres planos que la toquen. Éstos planos están formados basándose en las observaciones realizadas por las cámaras cuando están reflejando sus propios iluminadores. Posteriormente, es posible calcular el radio r_2 del cilindro virtual y la posición del eje intermedio. El radio r_2 de la envolvente 43 del artículo que se está midiendo es calculado de una manera similar a la mostrada en la figura 3. En el ejemplo de la figura 4, el paso p del roscado se calcula por medio de los radios r_1 y r_2 como sigue:

$$p = \frac{2 \pi r_1 r_2 \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{\sqrt{r_1^2 - r_2^2}}$$

10 En la ecuación anterior, α corresponde al ángulo del triángulo del perfil básico del roscado, y se obtiene normalmente a partir de un estándar conocido del sistema de roscado, y es, por ejemplo, el ángulo de un triángulo equilátero, es decir 60° . Si r_2 es sólo una fracción del valor de r_1 , como es normalmente el caso, entonces es posible utilizar una ecuación aproximada:

$$p = 2 \pi r_2 \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

15 Se debe notar que las configuraciones con dos y tres cámaras utilizadas en el sistema sólo cumplen los requerimientos mínimos de cámaras, y que se puede calcular el cilindro virtual tanto para artículos con un roscado interior como con un roscado exterior.

20 Incrementando el número de cámaras, es posible mejorar la precisión de medición, y también se pueden eliminar los resultados de medición claramente erróneos de la mayoría de observaciones utilizando métodos matemáticos-estadísticos. Normalmente, hay varios pares de iluminadores/cámaras. También se debe notar que la disposición de las cámaras afecta al éxito de la medición. Las cámaras deben estar situadas de manera que sea fácil para ellas percibir los patrones de iluminación que se van a formar de las superficies interiores de los artículos dispuestos en diferentes posiciones. Típicamente, esto significa un ángulo de aproximadamente 30-60 grados con respecto al eje del artículo que está siendo medido, pero es posible utilizar un ángulo que permita lograr un patrón de iluminación observable.

25 La figura 5 describe el método funcional del sistema como el mostrado en la figura 3. El método se inicia iluminando el artículo con el aparato de iluminación de la primera cámara, etapa 50. La luz reflejada del artículo es reflejada utilizando la segunda cámara, etapa 51. Posteriormente, los planos de medición son formados a partir de las observaciones por tanto reflejadas, etapa 52. Posteriormente, los planos de medición son combinados para obtener una intersección de planos, etapa 53. Cuando los planos de medición han sido combinados, se determina la posición de la envolvente o bordes, etapa 54. Posteriormente, es posible calcular el radio del orificio o artículo basándose en la posición de la envolvente y en la posición del eje determinado utilizando el método de la figura 2, etapa 55. Por tanto, se debe notar que el método de la figura 5 para calcular el radio puede utilizarse solamente junto con el método de la figura 2 debido a que para calcular el radio, se necesita tanto la posición de la envolvente calculada en la figura 35 como la posición del eje de simetría calculada en la figura 2.

40 El método correspondiente a la figura 4 es similar a los métodos descritos anteriormente. En la determinación de la posición del eje de simetría, el método sólo se desvía en lo que se refiere a la determinación del cilindro virtual. El caso de medida como el ilustrado por el sistema 3 de la figura es de hecho un caso especial en el caso de medición de la figura 4, debido a que si en la disposición de la figura 3, fue determinado el cilindro virtual correspondiente al caso de medición de la figura 4, entonces se podría reducir para formar una línea recta espacial, con lo que los planos tangenciales del cilindro también podrían intersectar en la misma línea recta. Por tanto, en las etapas 23 y 24 del método de la figura 2, después de que se hayan combinado los planos de medición, se forma un cilindro virtual a partir de las observaciones cuya línea recta intermedia es la posición del eje de simetría. Es obvio para un experto en la materia que cuando se determina el cilindro virtual o el eje intermedio, se utilizará el método de observaciones de adaptación o de ajuste en caso de que haya más pares de iluminadores/cámaras del número mínimo requerido, debido a que los vectores o planos de observación calculados a partir de las observaciones realizadas por las diferentes cámaras no son normalmente compatibles debido a la inexactitud de la medición. De forma similar, es obvio para un experto en la materia que calcular el paso de roscado, se aplicarán en el método las ecuaciones presentadas en conjunción con la figura 4 después de que se hayan determinado los radios del artículo y el cilindro virtual.

50 La invención no está limitada meramente a los ejemplos de sus modos de realización referidos anteriormente. Sino que son posibles muchas variaciones dentro del alcance definido por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método para determinar un eje de simetría de un artículo, un orificio o alguna otra forma de revolución, comprendiendo el método las etapas de:
- 5 iluminar el artículo, orificio u otra forma con un aparato de iluminación desde la dirección de los dispositivos de generación de imágenes que utilizan los aparatos de iluminación;
- generar resultados de medición tomando imágenes del artículo, orificio u otra forma utilizando al menos dos dispositivos de generación de imágenes, en los cuales las líneas rectas de reflexión producidas por los aparatos de iluminación y visibles para cada dispositivo de generación de imágenes forman un plano de reflexión con el centro de proyección del dispositivo de generación de imágenes;
- 10 combinar los resultados de medición medidos por los dispositivos de generación de imágenes individuales para formar un resultado final; y
- determinar la dirección y posición del eje de simetría calculándolas para una o más intersecciones de los planos de reflexión mencionados anteriormente.
- 15 2. El método como el definido en la reivindicación 1, caracterizado porque las medidas del artículo, orificio u otra forma tienen una forma simétrica de revolución.
3. El método como el definido en la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque el aparato de iluminación está dispuesto alrededor del dispositivo de generación de imágenes, de forma simétrica.
4. El método como el definido en la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque el aparato de iluminación está dispuesto en el medio de las ópticas de la cámara.
- 20 5. El método como el definido en cualquiera de las reivindicaciones 1-4, caracterizado porque el método además comprende las etapas de:
- iluminar el artículo utilizando el aparato de iluminación dispuesto en conjunción con un primer dispositivo de generación de imágenes;
- 25 generar segundos resultados de medición redactando la luz del aparato de iluminación dispuesto en conjunción con el primer dispositivo de generación de imágenes mencionada anteriormente utilizando un segundo dispositivo de generación de imágenes;
- combinar los segundos resultados de medición para calcular la posición de la segunda línea de intersección en la envolvente del objeto de medición; y
- 30 calcular el radio del artículo basándose en la posición del eje de simetría mencionado anteriormente y de la segunda línea de intersección.
6. El método como el definido en cualquiera de las indicaciones anteriores 1-5, caracterizado porque, basándose en los primeros resultados de medición, se determina un cilindro virtual alrededor del eje de simetría del artículo.
7. El método como el definido en la reivindicación 6, caracterizado porque se calcula el radio del cilindro virtual basándose en las mediciones.
- 35 8. El método como el definido en la reivindicación 7, caracterizado porque se calcula el paso de un roscado del artículo basado en el radio del artículo o el orificio del mismo, el radio del cilindro virtual anteriormente mencionado y el perfil de roscado.
9. Un sistema para determinar el eje de simetría de un artículo, un orificio u alguna otra forma de revolución, comprendiendo el sistema:
- 40 el artículo que se va a medir;
- al menos dos aparatos de iluminación para iluminar el artículo, orificio u otra forma que se va a medir;
- al menos dos cámaras (CAM1, CAM2) para medir el artículo, orificio u otra forma que se va a medir; y
- una unidad (111) de procesamiento central para calcular los resultados de medición;
- caracterizado porque en el sistema
- 45 los aparatos de iluminación están dispuestos para iluminar el artículo, orificio u otra forma que se va a medir desde la dirección de las cámaras;

la superficie del orificio o de la otra forma que se va a medir está dispuesta para reflejar la luz de vuelta hacia la cámara;

5 las cámaras están dispuestas para medir las reflexiones, con lo que las líneas rectas de reflexión producidas por los aparatos de iluminación y visibles para cada dispositivo de generación de imágenes forman un plano de reflexión con el centro de proyección de la cámara; y

la unidad (111) de procesamiento central está dispuesta para determinar el eje de simetría combinando los planos de reflexión medidos por las cámaras así como calculando la dirección y posición de su una o más intersecciones.

10. El sistema como el definido en la reivindicación 9, caracterizado porque el artículo o forma que se va a medir es una forma simétrica de revolución.

10 11. El sistema como el definido en la reivindicación 9 o 10, caracterizado porque el aparato de iluminación, que comprende un conjunto de fuentes de iluminación dispuestas, es un iluminador central dispuesto alrededor de la cámara.

15 12. El sistema como el definido en la reivindicación 9 o 10, caracterizado porque el aparato de iluminación, que comprende un conjunto de fuentes de alimentación dispuestas, es una iluminación dispuesta en el medio de las ópticas de la cámara.

20 13. El sistema como el definido en cualquiera de las reivindicaciones 9-12, caracterizado porque el sistema está dispuesto además para reflejar la luz producida por el aparato de iluminación dispuesto en conjunción con la primera cámara utilizando la segunda cámara para determinar la posición de la envolvente del artículo, y la unidad (111) de procesamiento central está además dispuesta para calcular el radio del artículo basándose en la posición del eje de simetría y la envolvente del artículo.

14. El sistema como el definido en cualquiera de las reivindicaciones 9-13, caracterizado porque el sistema de más comprende al menos una tercera cámara para determinar un cilindro virtual alrededor del eje de simetría del artículo.

15. El sistema como el definido en la reivindicación 14, caracterizado porque la unidad (111) de procesamiento central está dispuesta para calcular el radio del cilindro virtual basándose en las mediciones.

25 16. El sistema como el definido en la reivindicación 15, caracterizado porque la unidad (111) de procesamiento central está dispuesta para calcular el paso de roscado del artículo basándose en el radio del artículo u orificio, el radio del cilindro virtual mencionado anteriormente y el perfil de roscado.

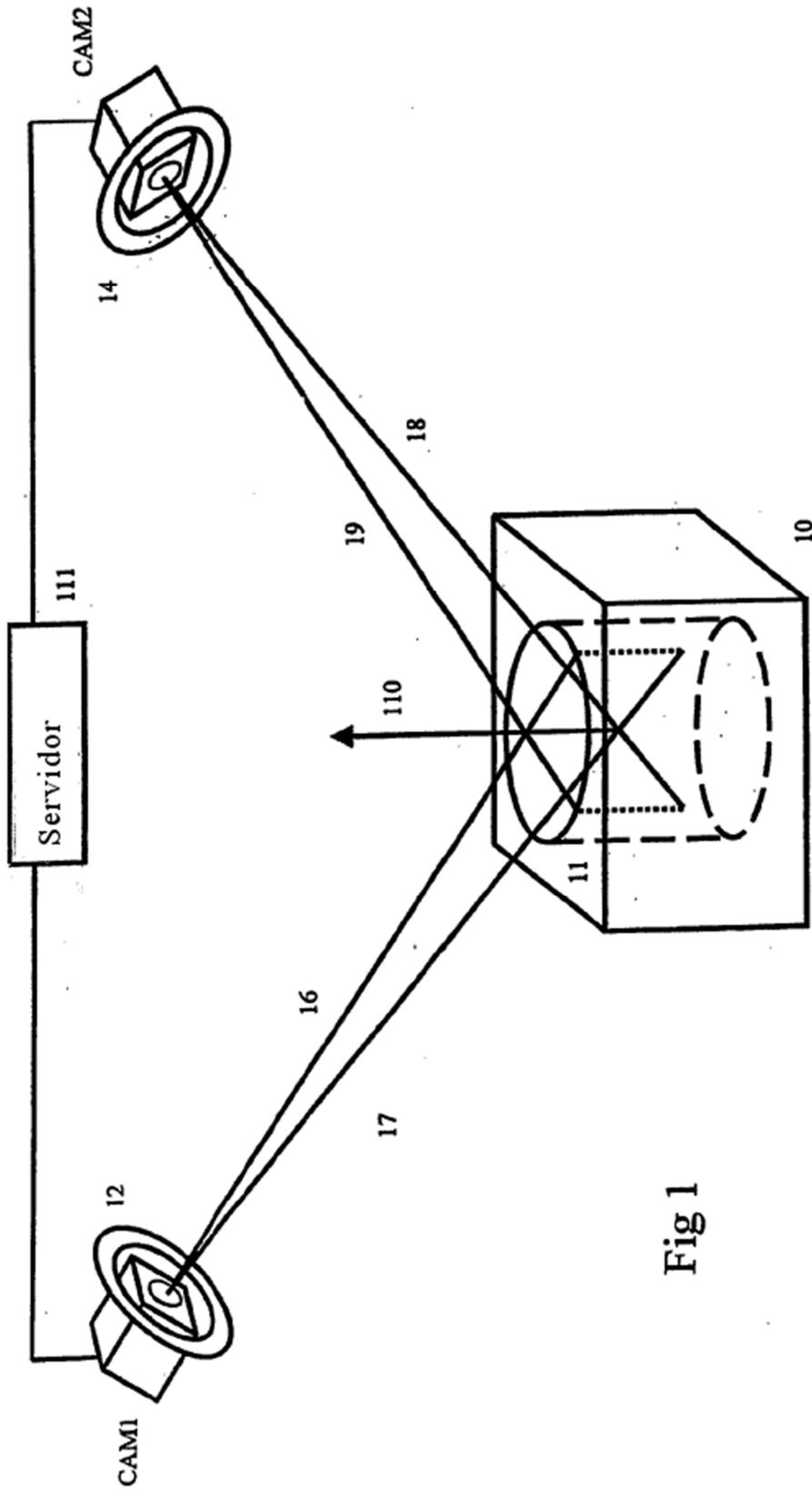


Fig 1

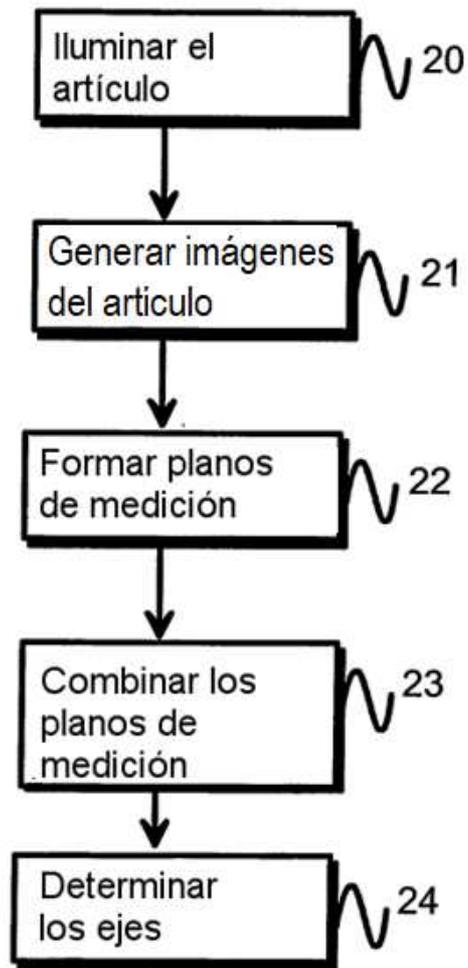


Fig. 2

Fig. 3

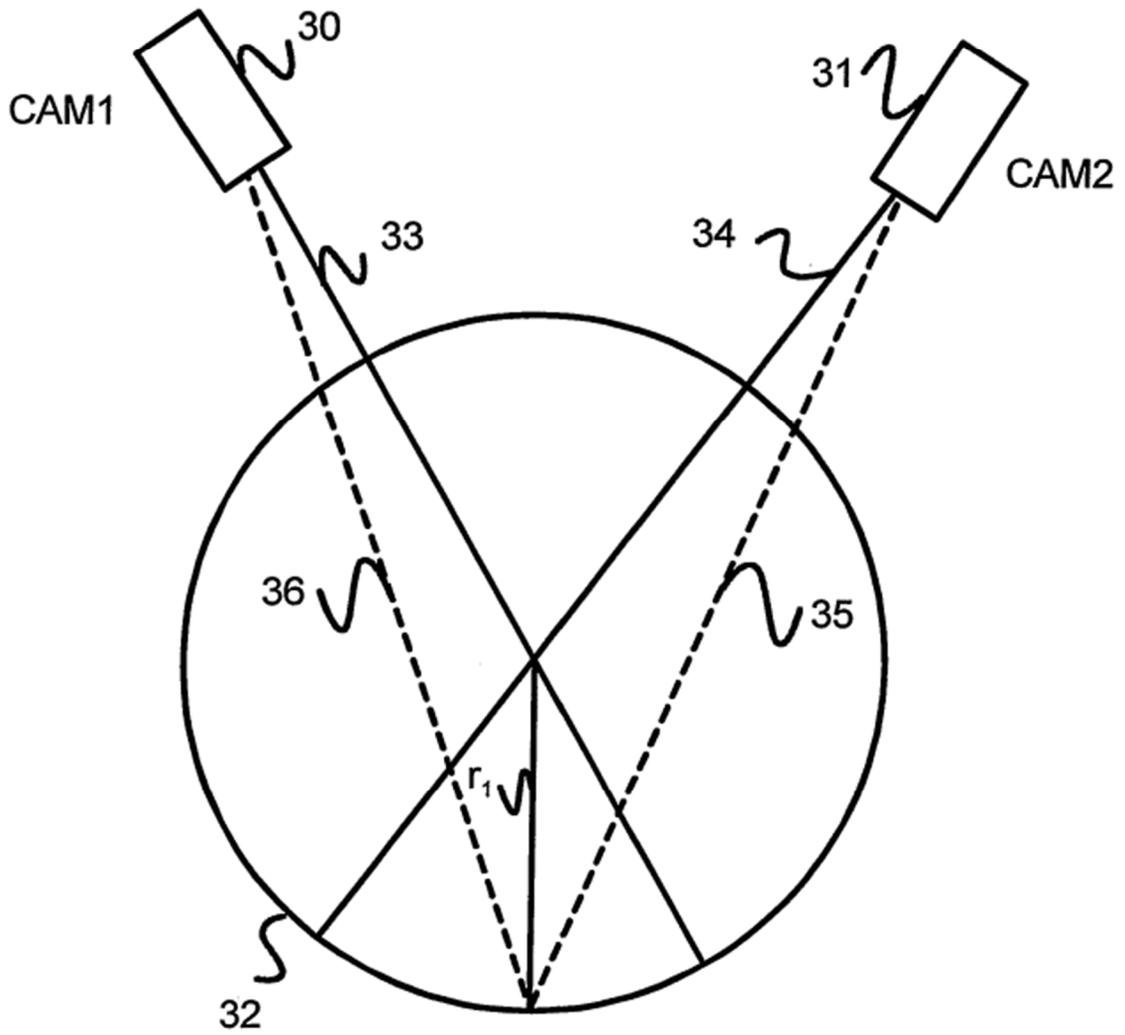
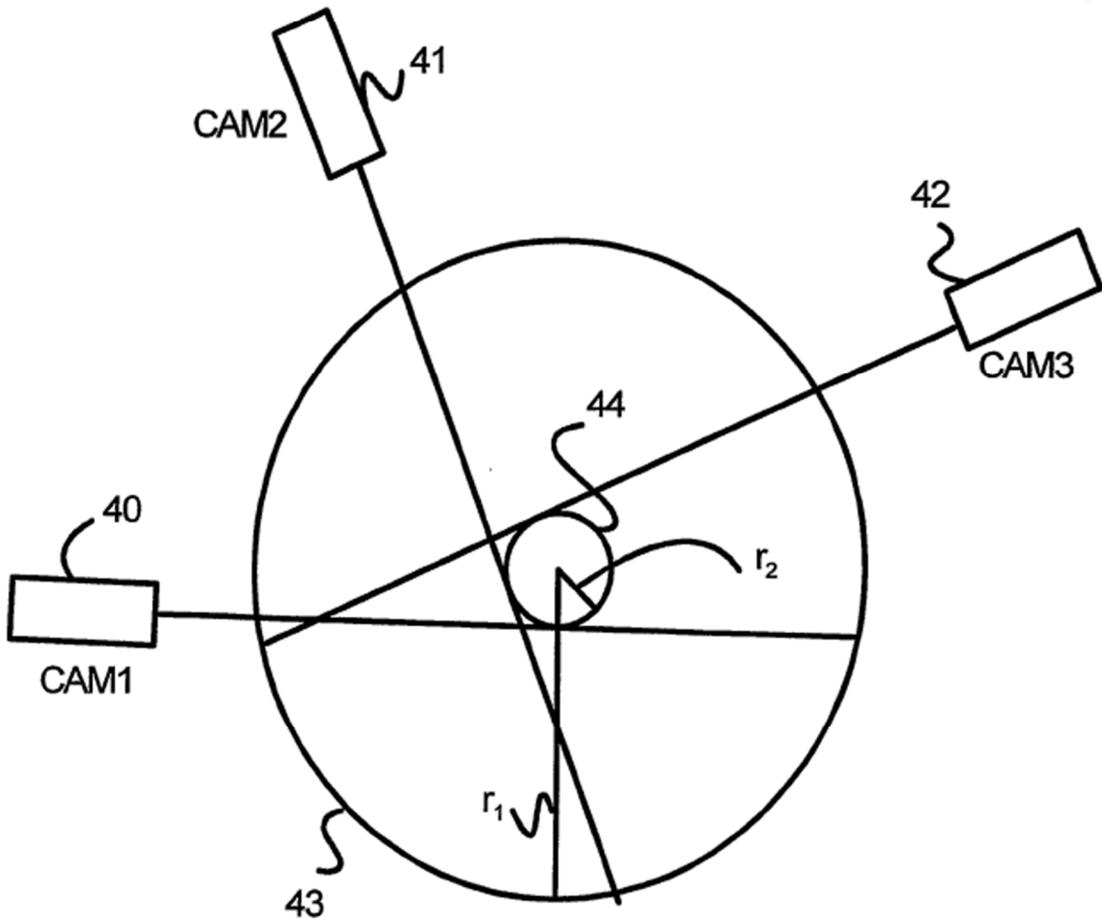


Fig. 4



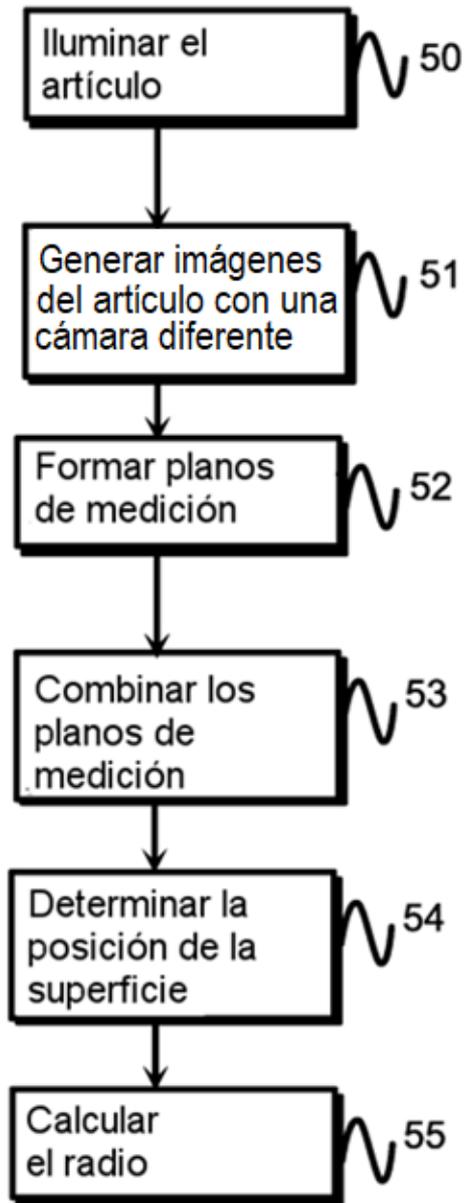


Fig. 5