



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 280 476**

51 Int. Cl.:

G01B 5/004 (2006.01)

G01B 5/008 (2006.01)

G01B 7/004 (2006.01)

G01B 7/008 (2006.01)

G01B 21/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA

T5

96 Número de solicitud europea: **02025368 .8**

96 Fecha de presentación : **14.11.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1316777**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.06.2003**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la medición tridimensional de piezas de trabajo en una máquina herramienta.**

30 Prioridad: **22.11.2001 DE 101 57 174**

45 Fecha de publicación de la mención y de la traducción de patente europea: **16.09.2007**

45 Fecha de la publicación de la mención de la patente europea modificada BOPI: **24.05.2010**

45 Fecha de publicación de la traducción de patente europea modificada: **24.05.2010**

73 Titular/es: **m & h inprocess messtechnik GmbH**
Am Langholz 11
88289 Waldburg, DE

72 Inventor/es: **Madlener, Wolfgang y**
Veil, Wilfried

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 280 476 T5

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para la medición tridimensional de piezas de trabajo en una máquina herramienta.

5 La invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo para la medición tridimensional de piezas de trabajo en una máquina herramienta de acuerdo con el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 8, respectivamente.

Estado de la técnica

10 Para la medición de piezas de trabajo en máquinas herramientas se emplean regularmente palpadores de medición. Éstos generan durante el contacto con una pieza de trabajo o poco después una señal, a partir de la cual se determina un valor de medición en combinación con coordenadas XYZ de una instalación para el desplazamiento del palpador de medición.

15 Especialmente en máquinas herramientas se plantea, sin embargo, el problema de que se emplean palpadores de medición comparativamente robustos, para calcular una cierta sensibilidad a las vibraciones para la evitación de circuitos erróneos.

20 Los palpadores de medición robustos presentan, sin embargo, siempre una exactitud de medición física comparativamente grande. Ésta depende, además, por ejemplo, de la dirección de marcha con relación a una superficie de la pieza de trabajo y de la velocidad de aproximación.

25 Esto se debe a que la posición de un pivote palpador en un alojamiento de palpador de medición no se puede reproducir con exactitud. Por otro lado, velocidades de aproximación diferentes conducen a deformaciones de diferente magnitud (especialmente flexión) en el pivote palpador y, por lo tanto, a diferentes tiempos de retardo para la resolución de una señal de medición.

30 No obstante, para conseguir en las máquinas herramientas una exactitud de medición aceptable, se calibra un palpador de medición antes del proceso de medición en una bolsa de medición. Cuando se conoce la posición de la bola de medición, se pueden determinar para algunos puntos de calibración sobre la superficie de la bolsa de medición unos valores de corrección, a partir de los cuales se interpolan entonces todos los otros valores de corrección para otros puntos.

35 El valor de medición tomado en un punto se puede corregir para una exactitud mejorada con un valor de corrección correspondiente. En este caso, se procura que el valor de corrección interpolado de un punto se refiera a la superficie esférica, estando el plano tangencial en este punto al menos aproximadamente paralelo al plano tangencial en el punto de medición en la pieza de trabajo.

40 Sin embargo, a través de la interpolación resultan errores considerables. Solamente en el caso excepcional coincide casualmente la alineación del punto de medición con uno de los puntos de calibración, que se ha utilizado para la interpolación de los puntos restantes en la superficie de la bolsa de calibración.

45 Para no tener que recurrir a valores de corrección interpolados, se propone en la publicación de patente alemana DE 43 25 602 C1 un procedimiento para la medición táctil de piezas de trabajo, en el que para la medición de una pieza de trabajo, especialmente para la medición en serie de piezas de trabajo iguales, se transmiten los puntos de medición de la pieza de trabajo sobre la superficie de una bola de calibración de diámetro conocido de acuerdo con la dirección. Con el palpador, que está asociado a cada punto de medición individual, se calcula una desviación en las direcciones de exploración individuales de la pieza de trabajo sobre la bolsa y se tiene en cuenta durante la exploración de la pieza de trabajo en la magnitud calculada.

Cometido y ventajas de la invención

55 La invención tiene el cometido de mejorar la medición tridimensional de piezas de trabajo en una máquina herramienta con un gasto comparativamente reducido con respecto a la exactitud de la medición.

Este cometido se soluciona a través de las reivindicaciones 1 y 8.

En las reivindicaciones dependientes se indican desarrollos ventajosos y convenientes de la invención.

60 En primer lugar, la invención parte de un procedimiento para la medición tridimensional de piezas de trabajo en una máquina herramienta con un palpador de medición, en la que en la máquina herramientas las coordenadas teóricas de una pieza de trabajo a fabricar están disponibles en forma procesable por ordenador como coordenadas XYZ de la máquina herramienta para el movimiento de la herramienta para la fabricación de la pieza de trabajo. El núcleo de la invención reside en que se seleccionan puntos de medición discrecionales sobre la pieza de trabajo, en que se aproximan puntos de calibración a un cuerpo de calibración conocido, es decir, un cuerpo, cuyas coordenadas superficiales son conocidas por el sistema, en los que un plano tangencial respectivo para el punto de calibración está al menos aproximadamente en paralelo a un plano tangencial de al menos un punto de medición discrecional seleccionado, en

el que las coordenadas de los puntos de calibración respectivos en el cuerpo de calibración son calculadas sobre la base de datos de los puntos de medición discrecionales y de las coordenadas teóricas, y en el que para cada proceso de exploración en el cuerpo de calibración se determina un valor de corrección, y en que con el palpador de medición se mide en los puntos de medición seleccionados, en el que un vector de aproximación normalizado y una velocidad de aproximación para la aproximación de un punto de calibración y de un punto de medición respectivo en la pieza de trabajo, a saber, un punto de medición con un plano tangencial, que está paralelo al plano tangencial del punto de calibración, son al menos esencialmente iguales y en el que el valor de corrección calculado en cada caso de un punto de calibración se utiliza en el cuerpo de calibración para la determinación del valor de medición de un punto de medición correspondiente con plano tangencial al menos aproximadamente paralelo al punto de calibración. Por plano tangencial se entiende en el sentido de la invención el plano que se extiende perpendicularmente a una perpendicular sobre la superficie de la pieza de trabajo en el punto de medición o bien en el punto de calibración. Si el punto de medición se encuentra en un plano, entonces el plano tangencial de cada punto de este plano coincide con el plano propiamente dicho. La invención aprovecha el hecho de que en las máquinas herramientas controladas por ordenador para la medición en piezas de trabajo con palpadores de medición, que se mueven como herramientas en la máquina herramienta, para su calibración se pueden utilizar los datos de las piezas de trabajo, que están presentes de todos modos en una forma utilizable por el ordenador y que son necesarios para un movimiento de la herramienta. De este modo, los valores de corrección obtenidos normalmente a través de interpolación se pueden sustituir de una manera asombrosamente sencilla por valores de corrección en lo que se refiere a puntos de calibración de un cuerpo de calibración, por ejemplo de una bola de medición, que poseen, al menos en principio, la misma alineación en un sistema de coordenadas XYZ. De esta manera se pueden evitar esencialmente errores casuales, que no pueden ser detectados a través de interpolación, lo que en último término más exactos los resultados de la medición.

Si deben realizarse mediciones en una pluralidad de lugares en la pieza de trabajo, entonces el proceso de medición se puede realizar también asistido por ordenador, de tal manera que se emplean vías de desplazamiento lo más cortas posible para el palpador de medición.

Por otra parte, el proceso de calibración para la determinación de un valor de corrección y el proceso de medición propiamente dicho se pueden ejecutar en secuencia diferente. Por ejemplo, no es necesario que se determinen valores de corrección para puntos en una bola de calibración para medir a continuación de la manera deseada en puntos correspondientes de la pieza de trabajo. En su lugar, se puede realizar también en primer lugar una medición en puntos deseados de la pieza de trabajo y a continuación se puede calcular en puntos correspondientes de la bola de calibración el valor de corrección correspondiente para el cálculo de un valor de medición corregido.

Para mejorar adicionalmente la exactitud durante la medición en una pluralidad de puntos de medición en la pieza de trabajo, se propone, además, que se calibre un punto y luego se aproxime el punto de medición respectivo a la pieza de trabajo para la medición. Otra posibilidad puede consistir en que se calibren puntos de medición por bloques y luego se exploren en cada caso los puntos de medición correspondientes en la pieza de trabajo.

Para la consecución de una alta capacidad de reproducción en una medición y, por lo tanto, una exactitud grande, se propone, además, que los vectores de aproximación para el punto de medición y los puntos de calibración estén al menos aproximadamente ortogonales al plano tangencial. De esta manera se excluyen esencialmente los movimientos relativos de la bola de medición de un palpador de medición con respecto a la superficie de medición y, por lo tanto, las fricciones no deseadas.

De una manera preferida, no sólo las direcciones de los vectores de aproximación, sino también sus valores absolutos en el punto de calibración y en el punto de medición correspondiente son al menos aproximadamente iguales. De este modo se puede mejorar adicionalmente la exactitud de la medición.

Para la optimización adicional de la exactitud de medición se propone, además, que se seleccione comparativamente corta la relación de tiempo entre la calibración y la medición. De este modo, se pueden eliminar en gran medida las influencias en función del tiempo sobre el proceso de medición, por ejemplo las influencias térmicas o el comportamiento de un accionamiento en la fase de calentamiento y, por ejemplo, al cabo de 2 horas.

En un dispositivo para la medición tridimensional de piezas de trabajo en una máquina herramienta, en la que las coordenadas teóricas de una pieza de trabajo a fabricar están disponibles en forma procesable por ordenador como coordenadas XYZ de la máquina herramienta para el movimiento de la herramienta para la fabricación de la pieza de trabajo, y que comprende un palpador de medición y una unidad de ordenador, los aspectos esenciales de la invención residen en que la unidad de ordenador está diseñada para la selección de puntos de medición discrecionales sobre la pieza de trabajo, en los que el palpador de medición debe realizar una medición en la pieza de trabajo real fabricada y para la ejecución de un proceso de palpación del palpador de medición en un cuerpo de calibración conocido en puntos de calibración, en los que un plano tangencial respectivo está al menos aproximadamente en paralelo a un plano tangencial de al menos un punto de medición discrecional seleccionado. Es esencial que la unidad de ordenador calcule los puntos de calibración respectivos en el cuerpo de calibración sobre la base de datos de los puntos de medición respectivos y de las coordenadas teóricas. La unidad de ordenador determina, además, para cada proceso de palpación en el cuerpo de calibración un valor de corrección y está diseñada para la aproximación del palpador de medición a los puntos de medición seleccionados en la herramienta fabricada para la realización de una medición. El valor de corrección calculado en cada caso de un punto de calibración en el cuerpo de calibración es utilizado para la determinación del valor de medición de un punto de medición con un plano tangencial al menos aproximadamente en

ES 2 280 476 T5

paralelo al punto de calibración respectivo. Para el proceso de aproximación es importante que un vector de aproximación normalizado y una velocidad de aproximación durante la aproximación del punto de calibración respectivo y del punto de medición respectivo en la pieza de trabajo (4) sean al menos esencialmente iguales.

- 5 La unidad de ordenador puede ser proporcionada a través de un PC externo. En una solución preferida, sin embargo, se puede utilizar también como unidad de ordenador el ordenador de control de la máquina herramienta. De este modo, se puede ahorrar un PC externo.

10 Dibujos

Un ejemplo de realización de la invención se representa en los dibujos y se explica en detalle con indicación de otras ventajas y detalles. La figura muestra en una vista tridimensional muy esquemática la estructura de medición para la medición tridimensional de una pieza de trabajo.

15

Descripción del ejemplo de realización

- 20 En la figura se representan una bola de calibración 1, un palpador de medición 2 con pivote palpador 3 y una pieza de trabajo 4 con relación a un sistema de coordenadas XYZ. Después de la mecanización de la pieza de trabajo 4 a través de una herramienta (no se representa) en una máquina herramienta (no se representa) es necesario regularmente verificar la estabilidad dimensional de la herramienta 4. A tal fin se aproximan normalmente varios puntos de medición en la pieza de trabajo 4 con el palpador de medición 2.

- 25 En máquinas herramientas se emplean, en general, palpadores de medición robustos, que tienen de una manera correspondiente una exactitud de repetición comparativamente grande.

Para la reducción de la inexactitud física se calculan valores de corrección, por ejemplo, con respecto a puntos de medición 5, 6, 7 en una bola de calibración 1.

30

- 35 A tal fin, se determinan para los puntos de medición 5, 6, 7 deseados con la ayuda de coordenadas de ordenador para la pieza de trabajo 4, que están disponibles de todos modos en forma utilizable por el ordenador en la máquina herramienta para el movimiento de las herramientas necesarias, unos puntos de calibración 8, 9, 10 en la bola de calibración 1, en los que los planos tangenciales 8a, 9a, 10a están en cada caso paralelos a los planos tangenciales 5a, 6a, 7a respectivos de los puntos 5, 6, 7. Es decir, que el plano tangencial 8a está paralelo al plano tangencial 5a y así sucesivamente.

- 40 Estos puntos en la bola de calibración 1 son aproximados ahora con el palpador de medición 2 y se calculan en cada caso valores de corrección, siendo comparadas las coordenadas reales conocidas de la bola de calibración con las coordenadas medidas.

Los puntos 8, 9, 10 son aproximados de tal forma que la dirección de aproximación está al menos aproximadamente perpendicular al plano tangencial 8a, 9a, 10a respectivo.

- 45 Adicionalmente se mantiene fija para cada punto la distancia de un punto de partida con respecto a este punto así como la velocidad de aproximación. De una manera preferida, las distancias respectivas y las velocidades de aproximación en los puntos 8, 9, 10 son iguales.

- 50 Durante la medición en la pieza de trabajo 4, por ejemplo en el punto 5, se utiliza ahora el mismo vector de aproximación que en el punto de calibración 8 con la misma velocidad de aproximación. Es decir, que la dirección de aproximación está perpendicular a los planos tangenciales 5a, 8a y la distancia desde el punto de partida hasta el punto de medición 5 es la misma que existía durante la realización de la medición de calibración en el punto de calibración 8.

- 55 Para la determinación del valor de medición en el punto de medición 5 se corrige el valor de medición medido en la medida el valor de corrección calculado anteriormente en el punto de calibración 8.

- 60 Puesto que en el punto de calibración 8 se lleva a cabo el mismo movimiento de aproximación que en la medición en el punto de medición 8, el valor de corrección calculado en el punto de calibración es aplicable al menos aproximadamente también para la medición en el punto de medición 5.

En la medición en el punto de medición 6 se utiliza de una manera correspondiente el valor de corrección en el punto de calibración 9 y en la medición en el punto de medición 7 se utiliza el valor de corrección del punto de calibración 10 en la bola de medición.

65

En este caso, hay que procurar que el movimiento de aproximación del palpador de medición al menos de los puntos de medición correspondientes y de los puntos de calibración sea en cada caso el mismo.

ES 2 280 476 T5

Por medio de esta medida se pueden evitar errores, que aparecen normalmente en el caso de una interpolación de valores de corrección, que se obtienen, por ejemplo, en la bola de calibración a partir de una red de puntos de calibración predeterminados fijamente.

- 5 El modo de proceder de acuerdo con la invención se puede aplicar de una manera sencilla, puesto que para la determinación de los puntos de calibración individuales se utilizan los datos de la pieza de trabajo que ya están presentes en el ordenador.

Lista de signos de referencia

10	1	Bola de calibración
	2	Pulpador de medición
15	3	Pivote palpador
	4	Pieza de trabajo
	5	Punto de medición
20	5a	Plano tangencial
	6	Punto de medición
25	6a	Plano tangencial
	7	Punto de medición
	7a	Plano tangencial
30	8	Punto de calibración
	8a	Plano tangencial
35	9	Punto de calibración
	9a	Plano tangencial
	10	Punto de calibración
40	10a	Plano tangencial

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la medición tridimensional de piezas de trabajo (4) con un palpador de medición (2) en una máquina herramienta, en la que las coordenadas teóricas de una pieza de trabajo a fabricar están disponibles en forma procesable por ordenador como coordenadas XYZ de la máquina herramienta para el movimiento de la herramienta para la fabricación de la pieza de trabajo en forma procesable por ordenador, **caracterizado** porque se seleccionan puntos de medición (5, 6, 7) discrecionales sobre la pieza de trabajo (4), porque se aproximan puntos de calibración (8, 9, 10) a un cuerpo de calibración (1) conocido, en los que un plano tangencial (8a, 9a, 10a) respectivo está al menos aproximadamente en paralelo a un plano tangencial (5a, 6a, 7a) de al menos un punto de medición (5, 6, 7) discrecional seleccionado, en el que las coordenadas de los puntos de calibración respectivos en el cuerpo de calibración son calculadas sobre la base de datos de los puntos de medición (5, 6, 7) discrecionales y de las coordenadas teóricas, y en el que para cada proceso de exploración en el cuerpo de calibración (1) se determina un valor de corrección, y porque con el palpador de medición se mide en los puntos de medición seleccionados, en el que un vector de aproximación normalizado y una velocidad de aproximación para la aproximación de un punto de calibración (8, 9, 10) y de un punto de medición (5, 6, 7) respectivo en la pieza de trabajo (4) son al menos esencialmente iguales, porque los vectores de aproximación para el punto de medición y los puntos de calibración están al menos aproximadamente ortogonales al plano tangencial y en el que el valor de corrección calculado en cada caso de un punto de calibración (8, 9, 10) se utiliza en el cuerpo de calibración (1) para la determinación del valor de medición de un punto de medición (5, 6, 7) correspondiente.

2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque el proceso de aproximación de los puntos de medición (5, 6, 7) en la pieza de trabajo se lleva a cabo de tal forma que se establecen trayectos lo más cortos posible.

3. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque en primer lugar se lleva a cabo la medición en los puntos de medición (5, 6, 7) seleccionados y luego se realiza la determinación de un valor de corrección correspondiente en el cuerpo de calibración (1), para calcular a partir de ello valores de medición corregidos.

4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el vector de aproximación para el punto de medición (5, 6, 7) respectivo y para el punto de calibración (8, 9, 10) correspondiente está al menos aproximadamente ortogonal al plano tangencial (5a, 6a, 7a, 8a, 9a, 10a) respectivo.

5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la relación temporal entre calibración y medición se selecciona comparativamente corta.

6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque se calibra un punto (8) y luego se mide el punto de medición (5) correspondiente en la pieza de trabajo.

7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque se calibran varios puntos (8, 9) y luego se miden los puntos de medición (5, 6) correspondientes.

8. Dispositivo para la medición tridimensional de piezas de trabajo (4) en una máquina herramienta, en la que las coordenadas teóricas de una pieza de trabajo (4) a fabricar están disponibles en forma procesable por ordenador como coordenadas XYZ de la máquina herramienta para el movimiento de la herramienta para la fabricación de la pieza de trabajo, con un palpador de medición (2) y una unidad de ordenador, **caracterizado** porque la unidad de ordenador está diseñada para la selección de puntos de medición (5, 6, 7) discrecionales sobre la pieza de trabajo (4), en los que el palpador de medición (2) debe realizar una medición en la pieza de trabajo (4) real fabricada y para la ejecución de un proceso de palpación del palpador de medición (2) en un cuerpo de calibración (1) conocido en puntos (8, 9, 10), en los que un plano tangencial (8a, 9a, 10a) respectivo está al menos aproximadamente en paralelo a un plano tangencial (5a, 6a, 7a) de al menos un punto de medición (5, 6, 7) discrecional seleccionado, en el que la unidad de ordenador calcula los puntos de calibración (8, 9, 10) respectivos en el cuerpo de calibración (1) sobre la base de datos de los puntos de medición (5, 6, 7) respectivos y de las coordenadas teóricas y en el que la unidad de ordenador determina para cada proceso de palpación en el cuerpo de calibración (1) un valor de corrección y porque la unidad de ordenador está diseñada para la aproximación del palpador de medición a los puntos de medición (5, 6, 7) seleccionados en la herramienta fabricada para la realización de una medición, en el que los vectores de aproximación normalizados y las velocidades de aproximación para la aproximación de los puntos de calibración (8, 9, 10) respectivos y de los puntos de medición (5, 6, 7) respectivos en la pieza de trabajo (4) son al menos esencialmente iguales, porque los vectores de aproximación para el punto de medición y los puntos de calibración están al menos aproximadamente ortogonales al plano tangencial y en el que el valor de corrección calculado en cada caso de un punto de calibración (8, 9, 10) se utiliza en el cuerpo de calibración (1) para la determinación del valor de medición de un punto de medición (5, 6, 7) con un plano tangencial (5a, 6a, 7a) al menos aproximadamente en paralelo al punto de calibración (8, 9, 10).

9. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado** porque la unidad de ordenador es la de un PC externo.

ES 2 280 476 T5

10. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8 ó 9, **caracterizado** porque la unidad de ordenador es un ordenador de control de la máquina herramienta.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

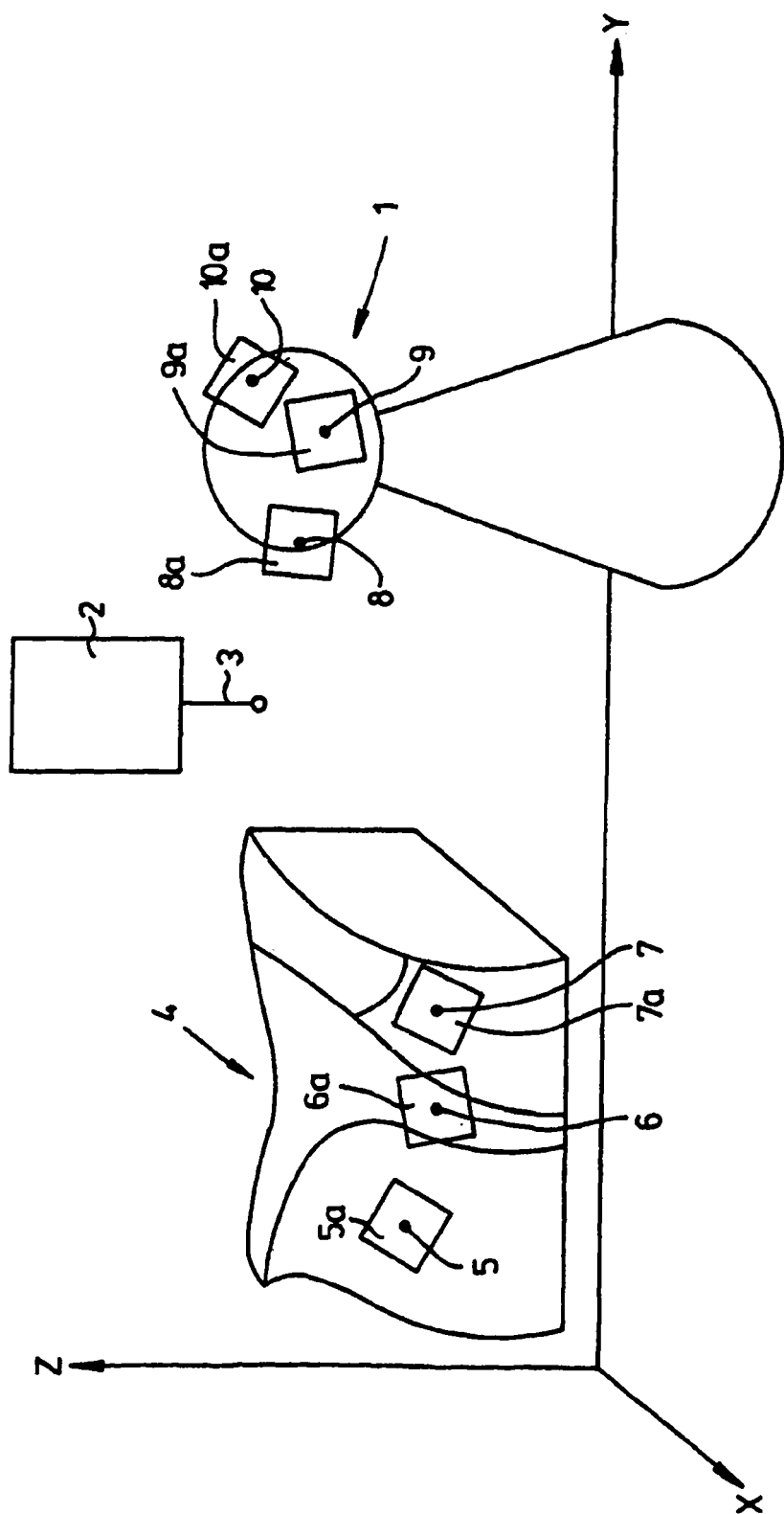


Fig. 1