



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 283 946**

(51) Int. Cl.:

B23K 9/00 (2006.01)	B23K 9/025 (2006.01)
B23K 9/032 (2006.01)	B23K 26/30 (2006.01)
B23K 37/04 (2006.01)	B23K 9/127 (2006.01)
G05B 19/401 (2006.01)	G06T 7/00 (2006.01)
G01B 11/00 (2006.01)	G01B 11/25 (2006.01)
B63B 3/14 (2006.01)	B23K 26/03 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **04253466 .9**

(86) Fecha de presentación : **10.06.2004**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1486283**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **15.12.2004**

(54) Título: **Procedimiento para controlar la soldadura de una construcción tridimensional tomando una imagen bidimensional de la construcción y ajustando en tiempo real en la tercera dimensión.**

(30) Prioridad: **12.06.2003 FI 20030883**

(73) Titular/es: **Aker Yards Oy**
Telakkakatu 1
20240 Turku, FI

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.11.2007

(72) Inventor/es: **Gustafsson, Jukka y**
Veikkolainen, Mikko

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.11.2007

(74) Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

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

Procedimiento para controlar la soldadura de una construcción tridimensional tomando una imagen bidimensional de la construcción y ajustando en tiempo real en la tercera dimensión.

La presente invención se refiere a un procedimiento de control de soldadura en un sistema de coordenadas X-Y-Z tridimensional según el preámbulo de la reivindicación 1 (ver, por ejemplo, US-A-6.226.395).

Especialmente en la construcción de embarcaciones, no ha sido posible la realización de soldaduras robotizadas de piezas moldeadas debido, por una parte, a problemas de programación y, por la otra, a la exactitud de la fabricación. En la práctica, la exactitud dimensional de la pieza y su exactitud de posicionamiento no han alcanzado un nivel suficientemente alto para la robotización basada, por ejemplo, en la información obtenida del sistema de diseño. Se han realizado esfuerzos para resolver los problemas especificando la fabricación de los componentes y la exactitud de posicionamiento y desarrollando sistemas de programación basados, por ejemplo, en simulación. No obstante, se han encontrado graves problemas tanto en la realización técnica como en el coste.

El documento FI20001907 da a conocer un procedimiento de soldadura plana de piezas mediante la utilización de un robot de soldadura y un sistema de visión artificial. Así, la construcción que debe soldarse, dispuesta sobre una superficie de soporte, se fotografía primero y, a continuación, basándose en el mapa de imágenes generado, se identifican y determinan los puntos que deben soldarse y los parámetros de soldadura relacionados con los mismos, y dichos parámetros se introducen en la máquina de soldadura para controlar la soldadura. Preferentemente, también pueden utilizarse en la soldadura programas de macros programables. Este procedimiento es ventajoso en sí mismo, pero no es aplicable a la soldadura de piezas curvadas tridimensionales.

La patente US nº 5.999.642 da a conocer un procedimiento y una disposición para fotografiar una estructura tridimensional para su soldadura. En el procedimiento, la construcción se fotografía escaneando con un número de cámaras suficiente y/o desde diversos ángulos para definir completamente la construcción que debe soldarse y, posteriormente, la información constructiva se pasa a un programa de soldadura que controla un robot de soldadura. De este modo se genera información visual completa de toda la estructura tridimensional y, por medio de esta información, el funcionamiento del robot de soldadura se controla en el mundo real. Así, el procedimiento se refiere, en primer lugar, a un modelo matemático de la construcción que debe soldarse, producido para una memoria de ordenador. Es laborioso y su procesamiento de imagen resulta complicado y, por lo tanto, el procedimiento completo consume bastante tiempo y mediante su utilización no pueden evitarse inexactitudes relacionadas con el proceso de soldadura en la práctica.

El documento US-B-6.226.395 da a conocer un procedimiento en el cual la pieza de trabajo se escanea para crear un modelo matemático tridimensional de la misma. El controlador desglosa el modelo en planos, identificando los planos que se cruzan y seleccionando la línea de intersección de los dos planos como línea de soldadura. A continuación, la pie-

za de trabajo se suelda a lo largo de la línea de soldadura.

El documento Patent Abstracts of Japan vol. 1997, nº 10, da a conocer un procedimiento de control del movimiento de una torcha calefactora utilizada en el equipo de curvado automático por calor para curvar una chapa de forro del casco en una configuración determinada. Unos estiletes transportados por un sistema transportador de tránsito detectan los cambios de inclinación de la chapa de forro según un modelo de calentamiento deseado. El movimiento de los estiletes es detectado por potenciómetros y las señales de salida de los potenciómetros se suministran a medios operativos que controlan los motores para ajustar la altura vertical y la orientación de la torcha calefactora. En consecuencia, este procedimiento exige el contacto de los estiletes con la estructura de soldadura.

Según el documento EP-A-0520894, se utiliza detección de láser para medir parámetros de soldadura, pero se refiere solamente a planos de soldadura bidimensionales X-Y. Por lo tanto, no mide la posición del eje Z de soldadura de una estructura dispuesta en una base de soporte tridimensional para proporcionar el control del equipo de soldadura en la dirección del eje Z.

Un objetivo de la presente invención es disponer un procedimiento innovador, tan sencillo y fácil de realizar como sea posible, de soldadura de una estructura tridimensional utilizando un robot de soldadura o similar, mediante el cual se eliminen los inconvenientes relacionados con dichos procedimientos conocidos.

La presente invención dispone un procedimiento de control de soldadura según la reivindicación 1. Las características preferidas u opcionales de la invención se definen en las demás reivindicaciones. Según la invención, la soldadura se realiza de modo que el control del equipo de soldadura en el plano X-Y se basa en un mapa de imágenes suministrado y en los datos de control determinados basándose en el mismo, y el nivel de la superficie que debe soldarse en la dirección del eje Z, es decir, en el eje vertical, del sistema de coordenadas se mide de forma continua, y la información del nivel así determinada se transfiere al sistema de control del equipo de soldadura para controlar el equipo de soldadura en tiempo real también en la dirección del eje Z. Según la invención, basta con obtener información visual bidimensional sobre las piezas moldeadas para suministrar una base para el control del equipo de soldadura, es decir un robot de soldadura o un manipulador, que debe completarse con la medición y el ajuste vertical en tiempo real. De este modo, las superficies curvadas de la construcción que deben soldarse pueden ser proyectadas en un plano por el robot de soldadura y no es necesaria la complicada operación de fotografiar previamente la estructura tridimensional.

El seguimiento con láser dirigido a la superficie que debe soldarse se utiliza para medir el nivel, monitorizándose dicho seguimiento con láser en tiempo real mediante medios de cámara, proporcionando información basándose en la cual se determina el nivel actual de la superficie que debe soldarse. Preferentemente, para el seguimiento con láser se utilizan tres punteros láser dirigidos de modo que se cruzan y sus haces proporcionan tres puntos. Dichos puntos de medición son fotografiados por los medios de cámara y basándose en la información visual adquirida

se determina el nivel actual de la superficie que debe soldarse mediante cálculo basado en el cambio de la distancia mutua entre dichos puntos de medición. Los datos de control del eje Z se calculan preferentemente a través de una distancia más larga para evitar la información incorrecta generada por estructuras de intersección posiblemente existentes en el objeto que debe soldarse.

Para medir el nivel de la superficie que debe soldarse, los medios de cámara se encuentran preferentemente unidos al mismo sistema transportador tal como un robot y el equipo de soldadura. El propio control en la dirección del eje Z puede realizarse de forma independiente, actuando en paralelo con el control del robot de soldadura, o puede integrarse con el control del robot.

Dicho nivel de información se transfiere al sistema de control del equipo de soldadura, que está dispuesto para mantener constante una distancia entre el equipo de soldadura y la superficie que debe soldarse. Además, el control del equipo de soldadura puede estar asistido por la monitorización del surco de soldadura, por ejemplo mediante el arco de soldadura, o por monitorización óptica del surco de soldadura, para corregir pequeños errores de posicionamiento del equipo de soldadura.

Preferentemente se utilizan dispositivos de iluminación con un reductor de luz para igualar las condiciones de luz. De este modo, puede eliminarse con la mayor eficacia posible el efecto de los cambios en las condiciones de iluminación al establecer el mapa de imágenes.

El procedimiento resulta especialmente aplicable a la soldadura robotizada de piezas moldeadas de embarcaciones.

A continuación se describirá la invención, únicamente a título de efecto, considerada conjuntamente con los dibujos adjuntos, en los cuales

la figura 1 representa el principio de una disposición para soldadura robotizada que aplica el procedimiento según la invención; y

la figura 2 ilustra el sistema de medición de la distancia basado en punteros láser aplicado en el procedimiento según la invención.

En las figuras, la referencia numérica 1 indica una construcción que debe soldarse, que en este caso es una pieza moldeada utilizada en la construcción de embarcaciones y presenta una pluralidad de estructuras de soporte tanto longitudinales como transversales, una parte esencial de las cuales puede soldarse por medio de un robot controlable. La pieza moldeada 1 se coloca sobre una base de soporte 2, situada dentro de la zona de trabajo de un pórtico de robot 3. Sobre el pórtico de robot 3 se encuentra situado un robot de soldadura 4 y, además, el sistema comprende medios de cámara 5. En la práctica, el pórtico de robot está dispuesto sobre un trayecto de raíles y por lo tanto es desplazable respecto a la zona de trabajo. En caso necesario, pueden disponerse diversos pórticos de robot sobre el mismo trayecto de raíles y cada pórtico puede presentar uno o dos robots de soldadura 4. Los robots de soldadura 4 necesitan poder desplazarse dentro de la zona de trabajo en todas las direcciones X, Y y Z.

Los medios de cámara 5 pueden comprender una o diversas cámaras, por ejemplo cámaras digitales, y pueden estar situadas de diversos modos, por ejemplo sobre el propio pórtico, junto con el equipo de soldadura o separadas del mismo, o en estructuras que

rodean el pórtico. Dependiendo de las condiciones de iluminación, el sistema también puede incluir diversos dispositivos de iluminación, por ejemplo lámparas halógenas (no mostradas), las cuales preferentemente están equipadas con reductores de luz para que las condiciones de iluminación predominantes puedan mantenerse tan constantes como sea posible para garantizar un resultado fotográfico exitoso.

Debido a las formas de curvatura y doble curvatura de la superficie, el procedimiento según la invención también requiere un sistema aplicable para la medición de la distancia vertical, que ilustra la figura 2. La medición de la distancia se basa preferentemente en tres punteros láser 6, que se dirigen de modo que se crucen y sus haces formen un triángulo formado por tres puntos 7 sobre la superficie de la pieza moldeada 1. Al cambiar el nivel y la postura de la superficie cuando la zona de la chapa se curva cambia también la distancia entre los puntos de los haces láser. Los puntos de medición 7 son fotografiados de forma continua por los medios de cámara 5, que se encuentran dispuestos preferentemente en el mismo sistema transportador que el robot de soldadura. En caso necesario, la cámara utilizada para la medición de la distancia puede estar separada de los medios de cámara utilizados para el fotografiado general de la construcción 1. Basándose en el cambio de la distancia mutua entre los puntos de medición, se determina por cálculo el nivel de la superficie que debe soldarse. El sistema de medición de la distancia se utiliza para controlar el robot de soldadura en la dirección vertical, es decir, e la dirección del eje Z. Gracias al control del nivel en tiempo real, las superficies curvadas, desde el punto de vista del robot, pueden presentarse planas, aplicándose preferentemente datos de control bidimensionales y un sistema de soldadura robotizada desarrollado para piezas planas a piezas tridimensionales.

Los datos de control para el eje Z se calculan preferentemente a lo largo de una distancia más larga para evitar información incorrecta generada por las estructuras que se cruzan. El control a lo largo del eje Z puede ser independiente, de modo que actúe en paralelo con el control del robot de soldadura, o puede estar integrado con el control del robot de soldadura para que actúe bajo el control de dicho robot.

El principio operativo del procedimiento según la invención es básicamente como sigue. Una pieza moldeada, en la cual secciones del perfil se encuentran unidas a un panel de chapa mediante soldadura por puntos, se coloca sobre una base de soporte en la zona de trabajo del robot de soldadura. La zona de trabajo se fotografía mediante medios de cámara, y puede utilizarse una iluminación adecuada cuando sea necesario para facilitar la identificación. La soldadura realizada por el robot de soldadura se basa en programas de macros preprogramados, cuyos datos de entrada está formada por los datos de forma suministrados por los medios de cámara. En el caso más sencillo, se forma una denominada imagen esqueleto de la pieza moldeada en el plano X-Y, en la cual se identifican puntos de soldadura específicos y se seleccionan tipos de soldadura adecuados con los parámetros de soldadura correspondientes. Un operador efectúa la programación del robot de soldadura. El robot de soldadura puede iniciar el proceso de soldadura una vez determinada la primera soldadura. El control de la soldadura en la dirección del eje Z se realiza mediante monito-

rización en tiempo real, como se ha descrito anteriormente, manteniendo constante el sistema de control del nivel la distancia entre el robot de soldadura y la superficie que debe soldarse.

En la soldadura también puede utilizarse el seguimiento de la costura para corregir los errores de posicionamiento del cabezal de soldadura del robot. El seguimiento de la costura puede llevarse a cabo, por ejemplo, de modo que la corriente de soldadura varíe según la longitud de alambre libre, cuando se trata de soldadura con tensión eléctrica constante (MIG/MAG). En el seguimiento de la costura a través del arco, cuando la costura se suelda utilizando un mecanismo de oscilación, la corriente de soldadura es igualmente intensa en ambas caras del mismo

punto en el caso de una costura simétrica. Cuando la distancia del cabezal de soldadura a la superficie de fusión de la costura varía, la corriente de soldadura no es igualmente intensa, y estos valores se miden y se cambia el trayecto en el seguimiento de la costura para posibilitar la igualación de las posibles desviaciones de los valores de corriente.

Una ventaja importante del procedimiento según la invención es que la coordenada Z ausente de la imagen de la cámara en el estadio de programación debe ser suministrada o determinada por cálculo.

La invención no se encuentra limitada por la aplicación anteriormente descrita, sino que pueden concebirse diversas modificaciones dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el control de soldaduras en un sistema de coordenadas X-Y-Z tridimensional, cuyo procedimiento se dispone una estructura soldada mediante diversas piezas dispuestas en una base de soporte tridimensional (2) en un montaje según la construcción (1) que debe soldarse, se fotografía la construcción (1) que debe soldarse y se elabora un mapa de imágenes de la construcción (1), por medio de cuyo mapa de imágenes se identifican los puntos de soldadura de la construcción y se determinan los parámetros de soldadura de los mismos, especialmente el punto de inicio y el tipo de soldadura, así como el procedimiento de soldadura que debe utilizarse, y estos datos de control se transfieren a un sistema de control del equipo de soldadura, **caracterizado** porque la soldadura se realiza de modo que el control del equipo de soldadura en el plano X-Y se basa en dicho mapa de imágenes y dichos datos de control, y porque el nivel de la superficie que debe soldarse en la dirección del eje Z, es decir en el eje vertical, en el sistema de coordenadas se mide de forma continua mediante el seguimiento láser (6) dirigido a la superficie que debe soldarse para medir el nivel, monitorizándose el seguimiento láser (6) en tiempo real mediante unos medios de cámara (5), los cuales suministran información, basándose en la cual se determina el nivel actual de la superficie que debe soldarse, y la información de nivel determinada de este modo se transfiere al sistema de control del equipo de soldadura para controlar el equipo de soldadura en tiempo real también en la dirección del eje Z.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque se utilizan tres punteros láser (6) para

el seguimiento de láser, estando dirigidos dichos punteros (6) para que se crucen y sus haces dispongan tres puntos (7), y porque dichos puntos de medición son fotografiados por los medios de cámara (5) y basándose en la información visual adquirida se determina el nivel actual de la superficie que debe soldarse mediante cálculo basándose en el cambio de la distancia mutua entre dichos puntos de medición (7).

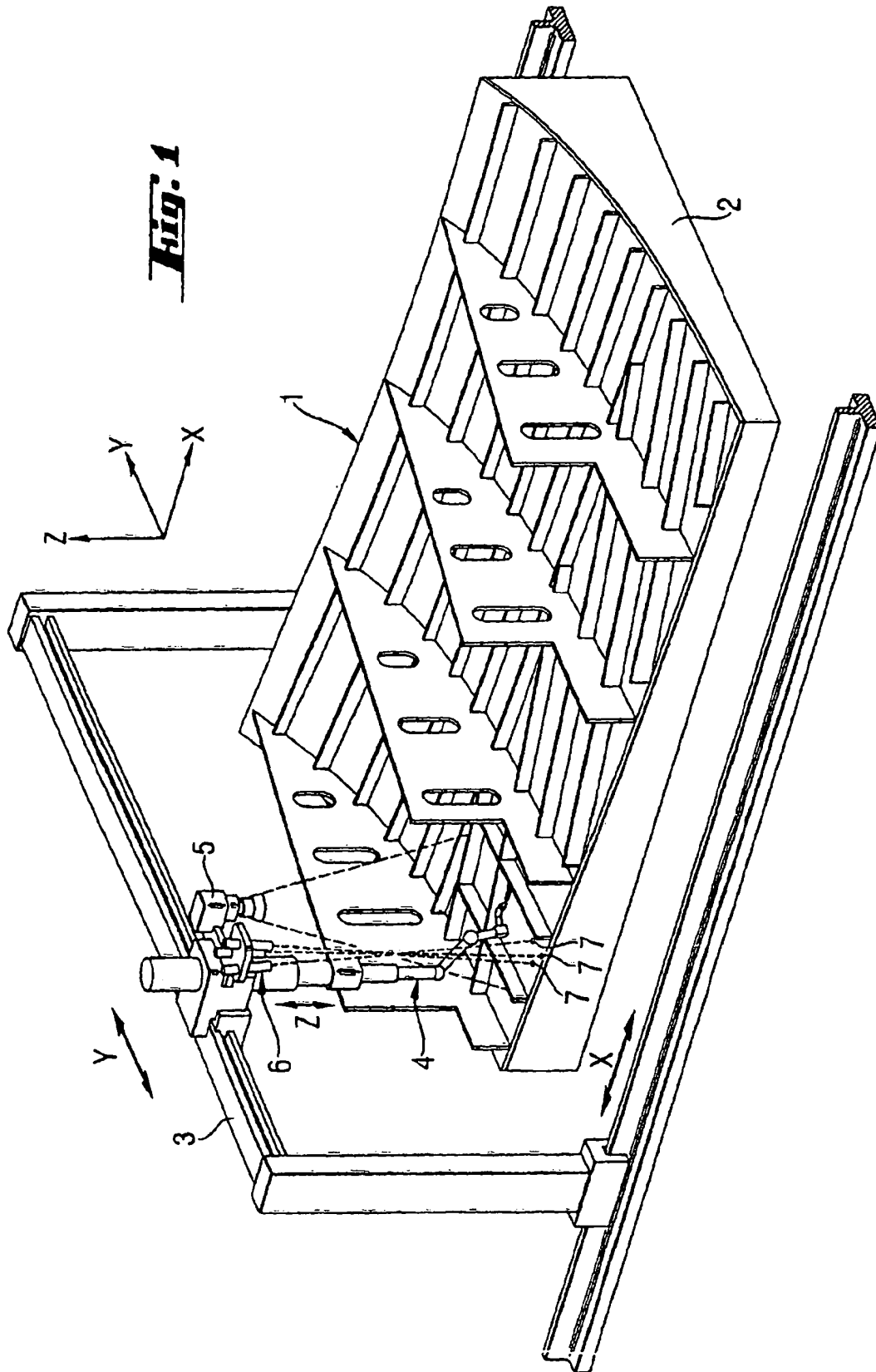
3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque para medir el nivel de la superficie que debe soldarse los medios de cámara (5) están fijados al mismo sistema transportador que el robot de soldadura (4) provisto con el equipo de soldadura.

4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque dicha información de nivel se transfiere al sistema de control del equipo de soldadura que está dispuesto para mantener constante la distancia entre el equipo de soldadura y la superficie que debe soldarse.

5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el control del equipo de soldadura es asistido por monitorización de la costura de soldadura, por ejemplo mediante el arco de soldadura o por monitorización óptica de la costura de soldadura para corregir los pequeños errores de posicionamiento del equipo de soldadura.

6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque se utilizan dispositivos de iluminación dotados de un reductor de luz para igualar las condiciones de iluminación.

7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el procedimiento se aplica a la soldadura robotizada de piezas moldeadas de embarcaciones.



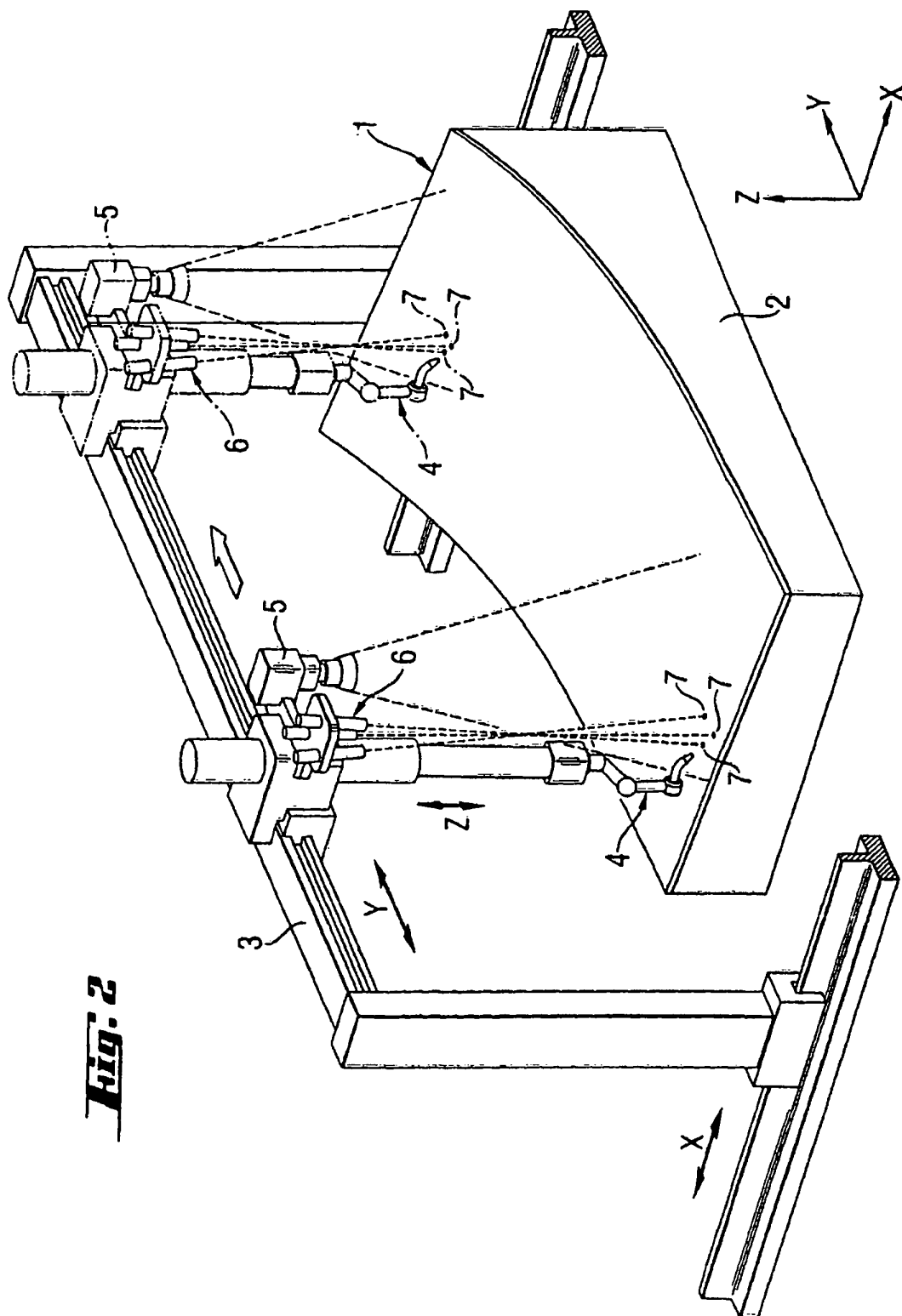


Fig. 2