

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 567 314**

51 Int. Cl.:

**B29C 70/38**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.03.2013 E 13159440 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.01.2016 EP 2639048**

54 Título: **Equipo para tender fibras**

30 Prioridad:

**15.03.2012 DE 102012102204**

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

**21.04.2016**

73 Titular/es:

**DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND  
RAUMFAHRT E.V. (100.0%)**

**Linder Höhe  
51147 Köln, DE**

72 Inventor/es:

**KROMBHOLZ, CHRISTIAN;  
RÖSTERMUNDT, DIRK y  
PERNER, MARCUS**

74 Agente/Representante:

**LOZANO GANDIA, José**

**ES 2 567 314 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).

**EQUIPO PARA TENDER FIBRAS**

**DESCRIPCIÓN**

5 La invención se refiere a un equipo para tender fibras, para fabricar una napa de fibras de una pieza de compuesto de fibras, con una herramienta para colocar bandas de fibras, un cabezal de colocación, configurado para tender bandas de fibras sobre la herramienta y una unidad de control, configurada para controlar el equipo para tender fibras tal que en posiciones de colocación predeterminadas se coloquen las bandas de fibras sobre la herramienta mediante el cabezal de colocación. La invención se refiere igualmente a un procedimiento de fabricación para ello.

10 En la fabricación de piezas grandes de materiales de compuesto de fibras se utilizan para fabricar una napa de fibras sobre una herramienta conformadora grandes instalaciones de pórtico, que se conocen por el estado de la técnica. Sobre un sistema de bobinado de fibras están dispuestas las bandas de fibras, denominadas la mayoría de las veces tapes (cintas) o tows (cables de filamentos), que se colocan mediante un cabezal de colocación sobre la herramienta, para constituir la forma geométrica de la pieza de compuesto de fibras a fabricar a partir de varias capas de laminado. En función del tamaño de la instalación de pórtico, no es infrecuente que tanto el cabezal de colocación como también las bobinas de material a transportar consigan tener la dimensión de un carro pequeño con un peso a menudo superior a una tonelada. Debido a la gran masa y a la gran extensión, tanto la movilidad como la dinámica de los procesos cinemáticos son limitadas.

15 La planificación de las posiciones de colocación de las distintas bandas de fibras sobre la herramienta se simula y genera en una programación offline. A continuación se tienden las bandas de fibras a lo largo de las posiciones generadas por la programación offline, pudiendo producirse inexactitudes en el proceso debido al tamaño y al peso de las instalaciones de pórtico utilizadas, lo que da lugar a una colocación imprecisa de las bandas de fibras sobre la herramienta. En particular en la fabricación de grandes piezas críticas para la seguridad puede dar lugar una distancia indeseada, demasiado grande, entre dos bandas de fibras contiguas, a que se deseche la pieza y con ello a un aumento de los costes del proceso de fabricación. El documento JP-A-2010 25 3789 da a conocer un equipo para tender fibras según el preámbulo de la reivindicación 1.

20 Otro aspecto adicional de la fabricación de napa de fibras para grandes piezas de materiales de compuesto de fibras es la distribución de la presión de contacto sobre el rodillo de presión al tender las bandas de fibras sobre la herramienta. Se ha comprobado que debido al tamaño y al peso de las instalaciones de pórtico utilizadas, tanto la presión de contacto como también la distribución de la presión de contacto al realizar el tendido oscila de tal forma que en parte ya no pueden realizarse calidades reproducibles al fabricar las piezas. Así una presión de contacto demasiado elevada en determinadas zonas de las bandas de fibras puede conducir a que una compactación demasiado intensa en esta zona dañe las fibras o la adherencia en la matriz de fibras, lo cual origina puntos defectuosos dentro de la pieza.

25 Es por lo tanto objetivo de la presente invención indicar un equipo para tender fibras y el correspondiente procedimiento de fabricación con el que pueda aumentarse la seguridad del proceso y la exactitud del proceso al fabricar grandes piezas de materiales de compuesto de fibras.

El objetivo se logra con el equipo para tender fibras según las características de la reivindicación 1.

30 Se propone así detectar la posición de un borde de una banda de fibras ya colocada sobre la herramienta con ayuda de un dispositivo de detección y utilizar la posición del borde así detectada correspondiente a un borde de la banda de fibras a continuación para la correspondiente corrección de las posiciones de colocación predeterminadas para las bandas de fibras a colocar.

35 Conociendo la posición real de una banda de fibras ya colocada sobre la herramienta, puede orientarse la banda de fibras a colocar con gran exactitud respecto a la banda de fibras ya colocada, con lo que en las distintas zonas no se originan solapes de las bandas de fibras colocadas ni tampoco grandes huecos que podrían dar lugar a puntos defectuosos en la posterior pieza. En lugar de ello pueden lograrse incluso en grandes y pesadas instalaciones de pórtico y/o instalaciones de robots, que presentan de forma inherente al sistema una mayor inexactitud en el proceso al colocar las bandas de fibras, una distancia constante y uniforme entre las distintas bandas de fibras, lo cual aumenta la exactitud del proceso y la repetitividad.

Bajo banda de fibras se entiende un semiacabado de fibras plano que puede colocarse sobre una herramienta y con ello puede formar la pieza de fibras en varias capas de laminado.

40 Ventajosamente está configurado el dispositivo detector de bordes tal que se capta la posición de un borde de una banda de fibras contigua que limita al menos por un lado con la banda de fibras a colocar.

## ES 2 567 314 T3

De esta manera puede tenderse la banda de fibras a colocar a una distancia predeterminada exactamente junto a la banda de fibras ya tendida.

5 En particular es especialmente ventajoso para ello que el dispositivo detector de bordes tenga al menos un sensor de bordes de fibras, dispuesto distanciado delante del cabezal de colocación en la dirección de tendido y que de esta manera puede captar en avance la posición del borde de las fibras, en particular de las bandas de fibras contiguas. Un tal sensor de bordes de fibras puede ser por ejemplo un sensor de corte por láser.

10 Es especialmente ventajoso aquí que el equipo para tender bandas de fibras presente además también un dispositivo detector de la presión de contacto, configurado para captar la magnitud y/o dirección de una presión de contacto real, que actúa sobre la banda de fibras al tender una banda de fibras mediante el cabezal de colocación y estando previsto un dispositivo regulador configurado para regular la magnitud y/o la dirección de la presión de contacto que actúa sobre la banda de fibras al tender la banda de fibras  
15 en función de la magnitud y/o dirección detectada de la presión de contacto real y de la magnitud y/o dirección de la presión de contacto de consigna existente.

20 Con ayuda del correspondiente sistema sensórico puede captarse la magnitud y/o dirección de la presión de contacto real en ese momento al tender la banda de fibras, que puede utilizarse con ayuda de un dispositivo regulador para regular la fuerza de contacto en cuanto a la magnitud y/o dirección durante el tendido de las bandas de fibras en función de las presiones de contacto prescritas como consigna. De esta manera puede lograrse una presión de contacto constante durante todo el proceso de fabricación.

25 La determinación de la dirección de la presión de contacto que actúa permite además evitar que por ejemplo debido a una distribución de fuerzas no uniforme al tender las bandas de fibras, se produzcan compactaciones de material o aplastamientos, que en la posterior pieza originan puntos defectuosos.

30 La magnitud y/o dirección de la presión de contacto real puede no obstante determinarse también a partir de datos internos de la máquina correspondientes al equipo para tender fibras.

Una enorme ventaja frente a los equipos de tendido usuales consiste en que puede realizarse una corrección y/o regulación completa del conjunto mientras se colocan las bandas de fibras teniendo en cuenta las exigencias del material y del proceso. En particular cuando se utilizan materiales sensibles a la presión, como por ejemplo materiales esponjosos y estructuras alveolares, sobre los que deben colocarse  
35 bandas de fibras, puede evitarse regulando la presión de contacto un defecto debido a una presión de contacto demasiado alta.

Otra ventaja adicional consiste además en que con ayuda de esta regulación propuesta de la presión de contacto puede lograrse una presión de contacto constante durante la colocación de las bandas de fibras, lo que aumenta considerablemente la exactitud del proceso de colocación. Ventajosamente está constituido el dispositivo detector de la presión de contacto tal que el mismo puede captar un ángulo de inclinación del cabezal de colocación respecto a la superficie de la herramienta y basándose en ello determinar a continuación la dirección de la presión real de contacto a partir del ángulo de inclinación.

45 Alternativa o adicionalmente a ello puede estar configurado el dispositivo detector de la presión también para captar un par de inclinación del cabezal de colocación y basándose en ello determinar a continuación la dirección de la presión real de contacto a partir del par de inclinación. Un tal par de inclinación puede determinarse por ejemplo con ayuda de sensores de aceleración o datos internos de la máquina.

50 En una forma de ejecución ventajosa presenta el cabezal de colocación un rodillo de apriete para tender la banda de fibras sobre la herramienta y tiene al menos un sensor de fuerza para detectar la magnitud de la presión real de contacto, que está colocado entre el rodillo de apriete y el cabezal de colocación. De esta manera puede determinarse la magnitud de la presión de contacto sin que influya notablemente la dinámica de la instalación, en particular la longitud de la cadena cinemática y las fuerzas exteriores.

55 Tal como ya se ha indicado, es por lo demás también muy especialmente ventajoso que el cabezal de colocación tenga un rodillo de apriete para tender la banda de fibras sobre la herramienta y que el dispositivo de regulación para regular la dirección de la presión de contacto esté equipado tal que se logre una distribución esencialmente uniforme de la presión de contacto sobre el rodillo de apriete. De esta manera pueden evitarse en particular aplastamientos de material transversalmente respecto a la dirección de tendido.

60 Además es muy especialmente ventajoso que el dispositivo corrector esté equipado además para corregir la posición de tendido predeterminada para la banda de fibras a colocar en función de una distancia predeterminada a la banda de fibras contigua y/o a otra banda de fibras ya tendida. De esta manera  
65 puede corregirse la posición de tendido programada offline en el sentido de lograr una distancia constante

entre las distintas bandas de fibras, lo cual genera una exactitud del proceso y repetitividad especialmente elevadas.

5 El objetivo se logra por lo demás también mediante un procedimiento para fabricar una napa de fibras de una pieza de compuesto de fibras según las características de la reivindicación 9.

Ventajosas realizaciones del procedimiento se encuentran en las correspondientes reivindicaciones subordinadas.

10 La invención se describirá en base a la adjunta figura a modo de ejemplo. Se muestra en

figura 1 representación esquemática del equipo para tender fibras correspondiente a la invención.

15 La figura 1 muestra esquemáticamente el equipo para tender fibras 1 correspondiente a la invención con una herramienta 2, sobre la que con ayuda de un cabezal de colocación 3 pueden tenderse bandas de fibras 4a, 4b. En muchos sistemas de pórtico o sistemas de robots se denomina el cabezal de colocación del equipo de tendido también actuador terminal.

20 La herramienta 2 es una herramienta conformadora, que define la posterior geometría de la napa de fibras que resulta de las bandas de fibras 4a, 4b (y otras no representadas) tendidas.

25 El cabezal de colocación 3 o actuador terminal puede estar situado en una gran instalación de pórtico o instalación de robots (no representada), configurada tal que el cabezal de colocación 3 puede llevarse mediante la herramienta 2 a posiciones de tendido predeterminadas y con ello pueden colocarse las bandas de fibras en sus posiciones de tendido definidas sobre la herramienta 2. No obstante también puede pensarse en que el actuador terminal 3 esté dispuesto rígidamente y la herramienta 2 esté dispuesta sobre una base móvil tal que mediante un desplazamiento en la dirección X y/o Y puede ajustarse la posición de colocación deseada.

30 En el ejemplo de ejecución de la figura 1 está unido el cabezal de colocación 3 a través de la correspondiente cadena de control con una unidad de control 5, configurada para controlar el equipo de colocación de fibras tal que en determinadas posiciones de colocación las bandas de fibras se coloquen mediante el cabezal de colocación 3 sobre la herramienta 2. Para ello puede desplazarse, tal como ya se ha mencionado, por ejemplo el cabezal de colocación en la dirección X e Y así como en la dirección Z o bien girar en los tres ángulos espaciales.

40 En el marco de la invención está previsto ahora un dispositivo detector de bordes 6 en el equipo para tender fibras 1, equipado para detectar una posición del borde correspondiente a un borde de la banda de fibras 7 de una banda de fibras contigua 4a o bien de la banda de fibras 4b a tender en ese momento. Un tal dispositivo detector de bordes 6 puede presentar por ejemplo como sensor de bordes de fibras un sensor de corte por láser.

45 También el dispositivo detector de bordes 6 puede estar dispuesto en la instalación de pórtico no representada tal que el mismo está colocado rígidamente respecto al cabezal de colocación 3 y puede desplazarse con el cabezal de colocación 3 en la dirección correspondiente.

50 Mediante la correspondiente cadena de actuación y comunicación está unido el dispositivo detector de bordes 6 con un dispositivo corrector 8, que recibe la posición del borde de la banda de fibras 7 captado por el dispositivo detector de bordes 6. El dispositivo corrector 8 está unido con la unidad de control 5 y puede ser parte integrante de la unidad de control 5. El dispositivo corrector 8 está configurado tal que corrige la posición de tendido predeterminada de una banda de fibras 4b a colocar en base a la posición detectada para el borde de la banda de fibras 7 correspondiente a la banda de fibras 4a contigua, ya tendida, tal que resulta una distancia constante durante todo el proceso de fabricación entre ambas bandas de fibras 4a y 4b.

55 También puede pensarse en que el dispositivo corrector 8 disponga de accionamientos internos y/o ejes adicionales externos y corrija la posición de colocación predeterminada en base a la posición del borde de la banda de fibras 7 tal que mediante una modificación adicional de la posición del cabezal de colocación 3 se corrija la posición de tendido predeterminada y se mantenga una distancia constante con la banda de fibras 4a contigua.

60 También puede pensarse en que el dispositivo corrector 8 esté unido con el cabezal de colocación 3 y los accionamientos tal que adicionalmente al control mediante la unidad de control 3 para ajustar las posiciones de tendido predeterminadas, se induzcan modificaciones de posición adicionales, que den lugar a una corrección de la posición de tendido predeterminada. Así puede pensarse por ejemplo en que el cabezal de colocación 3 gire alrededor del eje Z, para realizar una corrección correspondiente en la dirección Y de la posición de tendido en base a la posición detectada del borde de la banda de fibras 7.

## ES 2 567 314 T3

Cuando las correcciones son grandes, puede impedirse mediante el giro del cabezal de colocación 3 alrededor del eje Z un desplazamiento del material en la dirección Y.

- 5 Además presenta el cabezal de colocación 3 en el ejemplo de ejecución de la figura 1 sensores adicionales de fuerza y de par, con los cuales puede determinarse la presión de contacto en cuanto a magnitud y/o dirección (dispositivo de detección de la presión de contacto). Así presenta el cabezal de colocación 3 en el extremo inferior un rodillo de apriete 10, con el que deben colocarse las bandas de fibras a colocar sobre la herramienta 2 con una determinada presión de contacto. Con ayuda de los sensores de fuerza y de par 9 puede detectarse la magnitud de la presión de contacto que actúa en ese momento al colocar la banda de fibras 4b sobre la banda de fibras 4a. Además pueden medirse con ayuda de un sistema sensórico de par 9 los pares alrededor del eje X y del eje Y. Adicional o alternativamente a ello pueden también determinarse un ángulo de inclinación del cabezal de colocación 3 respecto a la herramienta 2.
- 10
- 15 Los sensores de fuerza y/o de par 9 están unidos con un dispositivo de regulación 11, que en función de la magnitud y/o dirección determinada para la presión de contacto real medida y de una magnitud y/o dirección de una presión de contacto de consigna, controla el cabezal de colocación 3 tal que se ajusta la presión de contacto deseada en cuanto a magnitud y/o dirección. Así puede girarse por ejemplo el cabezal de colocación 3 alrededor del eje X o del eje Y, para lograr una distribución de la presión de contacto lo más uniforme posible sobre el rodillo de apriete 10. Mediante un desplazamiento en la dirección Z puede adicionalmente regularse la correspondiente magnitud de la presión de contacto y adaptarse a la presión de contacto de consigna deseada.
- 20
- 25 De esta manera es posible una colocación optimizada en cuanto a material y a proceso para fabricar piezas de compuesto de fibras con la tecnología Fiber Placement (colocación de fibras) y Tape Laying (tendido de cintas).

REIVINDICACIONES

1. Equipo para tender fibras (1), para fabricar una napa de fibras de una pieza de compuesto de fibras, con
- 5 - una herramienta (2) para colocar bandas de fibras (4a, 4b),  
 - un cabezal de colocación (3), configurado para tender bandas de fibras (4a, 4b) sobre la herramienta (2) y  
 - una unidad de control (5), configurada para controlar el equipo para tender fibras (1) tal que en
- 10 posiciones de colocación predeterminadas se coloquen las bandas de fibras (4a, 4b) sobre la herramienta (2) mediante el cabezal de colocación (3),  
 en el que
- un dispositivo detector de bordes (6), configurado para detectar una posición del borde de al menos un borde de la banda de fibras (7) de al menos una banda de fibras (4a) ya tendida sobre la herramienta (2) y
- 15 - un dispositivo corrector (8) previsto, equipado para corregir una posición de tendido predeterminada de una banda de fibras (4b) a colocar en función de la posición detectada para el borde de la banda de fibras (7) correspondiente a la banda de fibras (4a) contigua, ya tendida, de las que al menos hay una,
- 20 **caracterizado porque** el cabezal de colocación (3) puede girar alrededor del eje Z, para realizar la correspondiente corrección de la dirección de colocación en base a la posición detectada del borde de la banda de fibras (7), estando definido el eje Z como perpendicular a la superficie de tendido.
2. Equipo para tender fibras (1) según la reivindicación 1,  
**caracterizado porque** el dispositivo detector de bordes (6) está configurado tal que se capta la posición del borde de una banda de fibras contigua (7), que limita al menos por un lado con la banda de fibras a colocar (4b).
- 25 3. Equipo para tender fibras (1) según la reivindicación 1 ó 2,  
**caracterizado porque** el dispositivo detector de bordes (6) tiene al menos un sensor de bordes de fibras, dispuesto distanciado delante del cabezal de colocación (3) en una dirección de tendido.
- 30 4. Equipo para tender fibras (1) según una de las reivindicaciones precedentes,  
**caracterizado porque**
- 35 - está configurado un dispositivo detector de la presión de contacto (9), configurado para captar la magnitud y/o dirección de una presión de contacto real, que actúa sobre la banda de fibras (4b) al tender una banda de fibras (4b) mediante el cabezal de colocación (3) y
- está previsto un dispositivo regulador (11), configurado para regular la magnitud y/o la dirección de la presión de contacto que actúa sobre la banda de fibras (2) al tender la banda de fibras (4b) en función de la magnitud y/o dirección detectada de la presión de contacto real y de la magnitud y/o dirección de una presión de contacto de consigna predeterminada.
- 40 5. Equipo para tender fibras (1) según la reivindicación 4,  
**caracterizado porque** el dispositivo detector de la presión de apriete (9) está equipado para captar un ángulo de inclinación del cabezal de colocación (3) respecto a la superficie de la herramienta (2) y/o para captar un par de inclinación del cabezal de colocación (3) y para determinar la dirección de la presión real de contacto a partir del ángulo de inclinación y/o par de inclinación.
- 45 6. Equipo para tender fibras (1) según una de las reivindicaciones precedentes,  
**caracterizado porque** el cabezal de colocación (3) tiene un rodillo de apriete (10) para tender la banda de fibras sobre la herramienta (2) y al menos un sensor de fuerza para detectar la magnitud de la presión real de contacto está colocado entre el rodillo de apriete (10) y el cabezal de colocación (3).
- 50 7. Equipo para tender fibras (1) según una de las reivindicaciones precedentes,  
**caracterizado porque** el cabezal de colocación (3) tiene un rodillo de apriete (10) para tender la banda de fibras (4b) sobre la herramienta (2) y el dispositivo de regulación (11) para regular la dirección de la presión de contacto está equipado tal que se logra una distribución uniforme de la presión de contacto sobre el rodillo de apriete (10).
- 55 8. Equipo para tender fibras (1) según una de las reivindicaciones precedentes,  
**caracterizado porque** el dispositivo corrector (5) está equipado para corregir la posición de tendido predeterminada de una banda de fibras a colocar (4b) en función de la posición captada del borde de la banda de fibras (7) de una banda de fibras ya tendida (4a), de las que al menos hay una, y en función de una distancia predeterminada.
- 60 9. Procedimiento para fabricar una napa de fibras de una pieza de compuesto de fibras, en el que las bandas de fibras se colocan sobre una herramienta mediante un cabezal de colocación, con
- 65

- aportación de un equipo para tender fibras con una herramienta para colocar bandas de fibras y un cabezal de colocación, configurado para tender bandas de fibras sobre la herramienta y
  - aportación de posiciones de tendido predeterminadas en las que deben colocarse las bandas de fibras sobre la herramienta mediante el cabezal de colocación,
  - 5 - detección de una posición del borde correspondiente a al menos un borde de una banda de fibras de al menos una banda de fibras ya colocada sobre la herramienta mediante un dispositivo detector de bordes,
  - corrección de una posición de tendido predeterminada de una banda de fibras a colocar sobre la herramienta en función de la posición del borde de la banda de fibras correspondiente a la banda
  - 10 de fibras ya colocada, de las que al menos hay una, mediante una unidad de corrección,  
**caracterizado por**
  - el control del dispositivo para tender fibras mediante una unidad de control tal que la banda de fibras a colocar mediante el cabezal de colocación se coloca en la posición de tendido predeterminada, corregida, sobre la herramienta, girando el cabezal de colocación alrededor del
  - 15 eje Z, para realizar la correspondiente corrección de la dirección de tendido en base a la posición detectada del borde de la banda de fibras (7), estando definido el eje Z como perpendicular a la superficie de tendido.
10. Procedimiento según la reivindicación 9,  
20 **caracterizado por** la detección de una posición del borde de una banda de fibras contigua ya colocada sobre la herramienta, que limita al menos por un lado con una banda de fibras a colocar.
11. Procedimiento según la reivindicación 9 ó 10,  
25 **caracterizado por**
- captar la magnitud y/o dirección de una presión de contacto real, que actúa al tender la banda de fibras mediante el cabezal de colocación sobre la banda de fibras mediante un dispositivo de captación de la presión de contacto del equipo para tender fibras y
  - 30 regulación de la magnitud y/o dirección de la presión de contacto que actúa sobre la banda de fibras al tender la banda de fibras en función de la magnitud captada y/o dirección de la presión de contacto real y de la magnitud y/o dirección de una presión de contacto de consigna predeterminada mediante un dispositivo regulador del equipo para tender fibras.
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 11,  
35 **caracterizado por** la captación de un ángulo de inclinación del cabezal de colocación respecto a la superficie de la herramienta y/o captación de un par de inclinación del cabezal de colocación y determinación de la dirección de la presión de contacto real a partir del ángulo de inclinación detectado y/o par de inclinación mediante el dispositivo detector de la presión de contacto.
13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 12,  
40 **caracterizado por** la regulación de la dirección de la presión de contacto tal que se logra una distribución uniforme de la presión de contacto sobre un rodillo de apriete dispuesto en el cabezal de colocación para tender la banda de fibras.

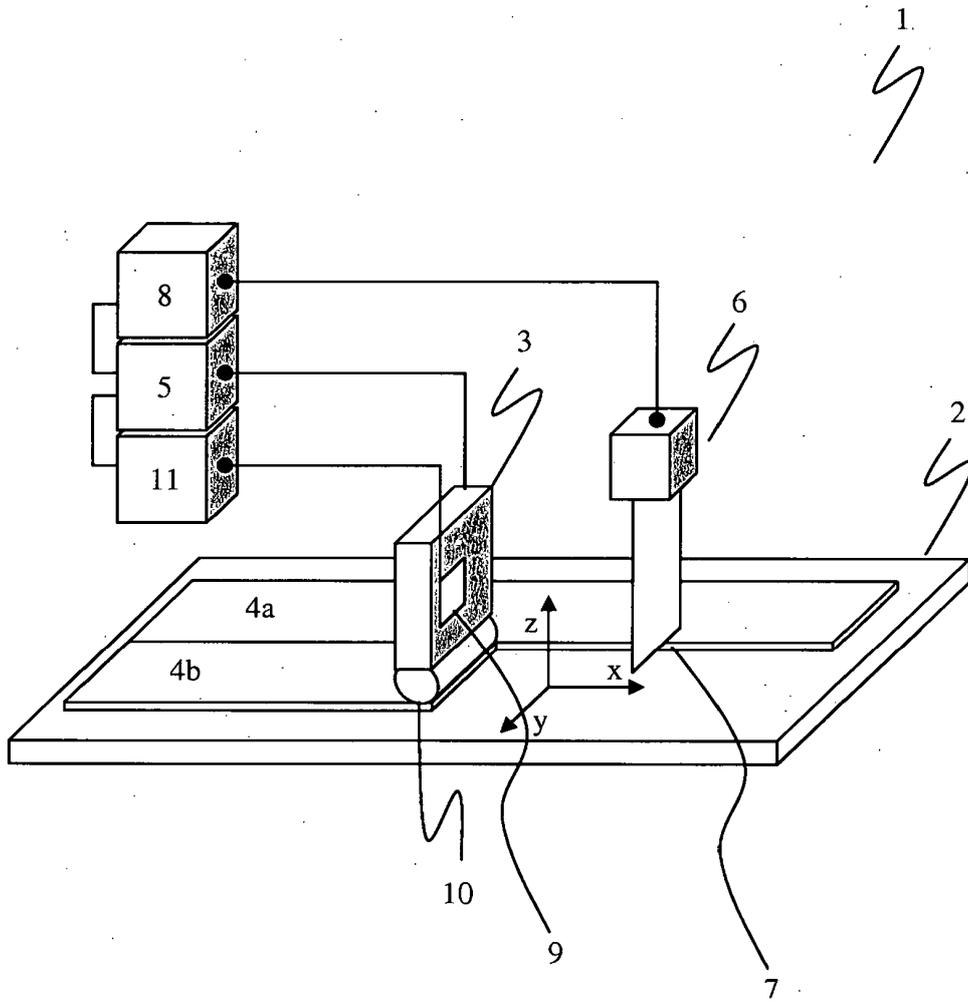


figura 1