

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 694 144**

51 Int. Cl.:

B21D 5/02 (2006.01)

G01B 11/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.10.2012** **E 12188434 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.10.2018** **EP 2719475**

54 Título: **Sistema y método de medición para medir un ángulo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.12.2018

73 Titular/es:

NIVORA IP B.V. (100.0%)
Kwinkweerd 11
7241 CL Lochem, NL

72 Inventor/es:

LICHTENBERG, MARCUS HERMANUS

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 694 144 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema y método de medición para medir un ángulo

5 La invención se relaciona con un sistema de medición para medir un ángulo entre un primer plano a través de una primera área de superficie y un segundo plano a través de una segunda área de superficie de un objeto, con una máquina plegadora para plegar un objeto, con un método para medir el ángulo entre un primer plano a través de una primera área de superficie y un segundo plano a través de una segunda área de superficie de un objeto y un método para plegar una lámina.

10 El documento EP1102032A1 describe un método para medir un ángulo de plegado de una lámina en una máquina plegadora. Se usa un escáner soportado de manera giratoria para medir la distancia a una parte inferior de una lámina en varias posiciones giratorias del escáner. Las mediciones se realizan en un plano que es perpendicular a la dirección longitudinal de la lámina y del elemento.

15 Los medios de procesamiento determinan un perfil de distancia que comprende los puntos de coordenadas para todas las distancias medidas (hasta la lámina y hasta el elemento de la máquina plegadora). Se ajustan dos líneas a través del perfil de distancia. El ángulo entre las dos líneas es tomado como el ángulo entre la lámina y el elemento. El ángulo de plegado se determina como de 360 grados menos dos veces el ángulo entre la lámina y el elemento. Según el documento EP1102032A1 es ventajoso evitar tener que medir el ángulo del escáner con respecto a la mesa sobre el cual se montan el escáner y el elemento.

20 Sin embargo, usar el escáner para medir la distancia a tanto el lado inferior de la lámina en diversas posiciones giratoria del escáner como al elemento de la máquina plegadora en varias posiciones giratorias del escáner requiere que tanto el lado inferior como el elemento se puedan medir con el escáner. Sin embargo, escanear el elemento requiere un tiempo de escáner el cual no se puede usar para escanear el lado inferior de la lámina y por tanto reduce el rendimiento de la máquina plegadora.

El objetivo de la invención es proporcionar un sistema de medición según la reivindicación 1.

25 El sistema de medición según la invención se usa para medir el ángulo entre un primer plano a través de una primera área de superficie y un segundo plano a través de una segunda área de superficie en un objeto así como una medición del ángulo entre la primera área de superficie y la segunda área de superficie. En el sistema de medición según la invención la inclinación proporciona información para enlazar las coordenadas medidas en el sistema de coordenadas de medición en la dirección opuesta a la fuerza de la gravedad. Ya que el segundo plano no está necesariamente en el mismo ángulo a la dirección opuesta a la fuerza de la gravedad, se usa la información sobre el ángulo entre el segundo plano y la dirección opuesta a la fuerza de la gravedad para determinar el ángulo entre el primer plano y el segundo plano.

35 La determinación del ángulo de plegado de una lámina es un ejemplo de determinación de medición del ángulo entre dos planos que se dirigen a lo largo de las superficies de la lámina plegada. Ya que el inclinómetro proporciona información sobre la relación entre el sistema de coordenadas de medición y la dirección opuesta a la dirección de la fuerza de la gravedad, que se toma ahora como referencia, no se requiere ningún tiempo de la disposición del sensor para realizar las mediciones en el elemento y se puede determinar rápido el ángulo.

En una realización adicional del sistema de medición según la invención, la dirección opuesta a la fuerza de la gravedad forma un eje de un sistema (X''Y''Z'') de coordenadas usado por el inclinómetro, y el dispositivo de procesamiento se dispone

- 40
- para determinar las coordenadas de la pluralidad de puntos de medición en el sistema de coordenadas de referencia en base a la inclinación medida;
 - para estimar una especificación de una línea en el primer plano sobre las coordenadas de la pluralidad de puntos de medición en el sistema de coordenadas de referencia;
- 45
- para proyectar la línea sobre un plano perpendicular a la intersección en un sistema de coordenadas objetivo, comprendiendo el sistema de coordenadas objetivo un eje Z opuesto a la dirección de la fuerza de la gravedad;
 - para determinar el ángulo entre el eje Z y la proyección de la línea; y
 - para determinar el ángulo entre el primer plano y el segundo plano del objeto en base al ángulo determinado y la información del ángulo entre el segundo plano y la dirección opuesta a la dirección de la fuerza de la gravedad.
- 50

Según la realización adicional la inclinación compone la información a ser usada por los medios de procesamiento para realizar la transformación de los sistemas de coordenadas para determinar las coordenadas de los puntos de medición en el sistema de coordenadas de referencia. Después de la estimación de una especificación de la línea en

- 5 el sistema de coordenadas de referencia, la línea se proyecta sobre un plano perpendicular a la intersección. Ya que el primer y el segundo punto de medición tienen una distancia diferente a la intersección, las coordenadas del primer y del segundo punto de medición son suficientes para estimar una especificación de una línea en el primer plano, no siendo la línea paralela a la intersección. Ya que la línea no es paralela a la intersección, se puede determinar el ángulo entre el eje Z y la proyección de la línea, y se puede determinar de una manera simple ya que el eje Z es parte del sistema de coordenadas del objeto. Finalmente se usan los medios de procesamiento para determinar el ángulo entre la primera área de superficie y la segunda área de superficie en base al ángulo determinado y la información sobre el ángulo entre el segundo plano y la dirección opuesta a la dirección de la fuerza de la gravedad.
- 10 La realización adicional proporciona la ventaja de unos requisitos simples para el dispositivo de procesamiento y de ser rápida, como las transformaciones de coordenadas, las estimaciones de las especificaciones de línea y las proyecciones se pueden realizar rápido.
- 15 En una realización adicional del sistema de medición según la invención, la disposición del sensor comprende un escáner montado de manera giratoria dispuesto para medir la coordenada de un primer punto de medición de una pluralidad de puntos de medición mediante el envío de radiación de medición en una primera dirección de medición y para medir una segunda coordenada de un segundo punto de medición mediante el envío de radiación de medición en una segunda dirección de medición.
- 20 Como el escáner se monta de manera giratoria, puede enviar la radiación de medición en diferentes posiciones. Mediante el envío de la radiación de medición en las diferentes direcciones, se pueden medir las coordenadas de la pluralidad de puntos de medición en la primera área de medición.
- 25 Se puede realizar el giro de manera rápida y precisa, lo que contribuye a una determinación rápida del ángulo entre el primer plano y el segundo plano.
- En otra realización, el sistema de medición según la invención comprende
- una disposición de sensor adicional para medir las coordenadas en un sistema de coordenadas de medición adicional de una pluralidad de puntos de medición adicional en la segunda área de superficie, comprendiendo la pluralidad de puntos de medición adicional un tercer punto de medición a una tercera distancia de la intersección y un cuarto punto de medición a una cuarta distancia de la intersección, difiriendo la cuarta distancia de la tercera distancia;
 - un inclinómetro adicional para medir una inclinación adicional del sistema de coordenadas de medición adicional en la dirección opuesta a la dirección de la fuerza de la gravedad;
 - los medios de procesamiento que se disponen además para determinar el ángulo entre el primer plano y el segundo plano en base a las coordenadas medidas de los puntos de medición adicionales y la inclinación adicional medida.
- 30 Según esta realización, se dispone el sistema de medición para medir el ángulo entre el segundo plano y la dirección opuesta a la dirección de la fuerza de la gravedad similar a la disposición para medir el ángulo entre el primer plano y la dirección opuesta a la dirección de la fuerza de la gravedad, información la cual se usa para determinar el ángulo entre el primer plano y el segundo plano. Según la realización, la dirección opuesta a la dirección de la fuerza de la gravedad es tomada como referencia y el ángulo entre el segundo plano.
- 35 En una realización adicional del sistema de medición según la invención, la dirección opuesta a la fuerza de la gravedad forma un eje de un sistema de coordenadas de referencia adicional usado por el inclinómetro adicional. También los medios de procesamiento se disponen además
- para determinar las coordenadas de la pluralidad adicional de puntos de medición en el sistema de coordenadas de referencia adicional en base a la inclinación adicional medida;
 - para estimar una especificación de una línea adicional en el segundo plano en base a las coordenadas de la pluralidad de puntos de medición adicional en el sistema de coordenadas de referencia adicional;
 - para proyectar la línea adicional sobre un plano perpendicular a la intersección en el sistema de coordenadas del objeto;
 - para determinar un ángulo adicional entre la proyección de la línea adicional y el eje Z;
 - para determinar el ángulo entre el primer plano y el segundo plano del objeto en base al ángulo determinado y el ángulo adicional determinado.
- 40
- 45
- 50 Según la realización adicional la inclinación adicional compone la información a ser usada por los medios de procesamiento para realizar la transformación de los sistemas de coordenadas para determinar las coordenadas de los puntos de medición adicionales en el sistema de coordenadas de referencia adicional. Después de estimar una

- especificación de la línea adicional en el sistema de coordenadas de referencia adicional, la línea adicional se proyecta en un plano perpendicular a la intersección. Ya que el tercer y el cuarto punto de medición tienen una distancia diferente a la intersección, las coordenadas del primer y del segundo punto de medición son suficientes para estimar la especificación de la línea adicional en el segundo plano, no siendo la línea adicional paralela a la intersección. Ya que la línea adicional no es paralela a la intersección, se puede determinar el ángulo entre el eje Z y la proyección de la línea, y se puede determinar de manera simple ya que el eje Z es parte del sistema de coordenadas del objeto. Finalmente los medios de procesamiento se usan para determinar el ángulo entre el área de la primera superficie y el área de la segunda superficie en base al ángulo determinado y la información sobre el ángulo entre el segundo plano y la dirección opuesta a la fuerza de la gravedad.
- 5
- 10 La realización adicional proporciona la ventaja de unos requisitos simples para el dispositivo de procesamiento y de ser rápida, como las transformaciones de coordenadas, las estimaciones de las especificaciones de línea y las proyecciones se pueden realizar rápido.
- En aún una realización adicional, una máquina plegadora para plegar un objeto comprende una disposición de medición según la invención. Ya que la máquina plegadora comprende una disposición de medición según la invención, el objeto se puede mover sin tener que extraer el objeto.
- 15
- En una realización adicional la máquina plegadora comprende un sensor de orientación para medir una primera orientación del sistema de coordenadas de medición con respecto a los puntos cardinales; los medios de procesamiento que se disponen además para usar la primera orientación medida y un valor almacenado para la segunda orientación de una dirección longitudinal de la máquina plegadora con respecto a los puntos cardinales para determinar las coordenadas de la pluralidad de puntos de medición en el sistema de coordenadas del objeto.
- 20
- Mediante la medición de la primera orientación con respecto a los puntos cardinales y el valor almacenado para una segunda orientación de la dirección longitudinal de la máquina plegadora, se recopila la información sobre la dirección del eje en los sistemas de coordenadas. Los medios de procesamiento usan esta información para determinar las coordenadas de los puntos de medición en el sistema de coordenadas de los puntos de medición del sistema de coordenadas del objeto. Por lo tanto la máquina plegadora requiere menos calibración o una fabricación menos precisa para asegurar el alineamiento del sistema de coordenadas del objeto con el sistema de coordenadas de medición.
- 25
- En una realización adicional la máquina plegadora comprende un primer sensor de orientación para medir una primera orientación del sistema de coordenadas de medición con respecto a los puntos cardinales y un segundo sensor de orientación para medir la orientación del sistema de coordenadas del objeto con respecto a los puntos cardinales, siendo los medios de procesamiento dispuestos además para usar el sensor de la primera orientación medida y de la segunda orientación medida para determinar las coordenadas de la pluralidad de puntos de medición en el sistema de coordenadas del objeto.
- 30
- Midiendo la primera orientación y la segunda orientación con respecto a los puntos cardinales se obtiene la información de las orientaciones relativas entre el sistema de coordenadas de medición y el sistema de coordenadas del objeto. Esta información es usada por los medios de procesamiento. Esto se puede usar de manera ventajosa para posicionar el sistema de medición en una ubicación y orientación desconocidas con respecto a la máquina plegadora.
- 35
- La invención también proporciona un método según la reivindicación 9.
- 40 Según el método el ángulo entre un primer plano a través de una primera área de superficie y un segundo plano a través de una segunda área de superficie en un objeto se determina como una medición del ángulo entre el área de la primera superficie y el área de la segunda superficie. En el método según la invención la inclinación proporciona la información para enlazar las coordenadas medidas en el sistema de coordenadas de medición a la dirección opuesta a la fuerza de la gravedad. Ya que el segundo plano no está necesariamente en el mismo ángulo que la dirección opuesta a la fuerza de la gravedad, la información sobre el ángulo entre el segundo plano y la dirección opuesta a la fuerza de la gravedad se usa para determinar el ángulo entre el primer plano y el segundo plano.
- 45
- La determinación del ángulo de plegado de una lámina es un ejemplo de la determinación de la medición del ángulo entre dos planos que se dirigen a lo largo de las superficies de la lámina plegada. Ya que el inclinómetro proporciona información sobre la relación entre el sistema de coordenadas de medición y el sistema de coordenadas de referencia, no se requiere ningún tiempo de la disposición de sensor para realizar las mediciones sobre el elemento y el ángulo se puede determinar rápido.
- 50
- En una realización adicional del método, determinar el ángulo entre en primer plano y el segundo plano en base a las coordenadas medidas de la pluralidad de puntos de medición, la inclinación medida y la información sobre el ángulo entre el segundo plano y la dirección de la fuerza de la gravedad comprende
- 55
- usar la inclinación medida para determinar las coordenadas de la pluralidad de puntos de medición en un sistema de coordenadas de referencia del cual la dirección opuesta a la fuerza de la gravedad forma un eje;

- estimar una especificación de una línea en el primer plano en base a las coordenadas de la pluralidad de puntos de medición en el sistema de coordenadas de referencia;
- 5 – proyectar la línea sobre un plano perpendicular a la intersección en un sistema de coordenadas del objeto, comprendiendo el sistema de coordenadas del objeto un eje Z paralelo a la dirección de la fuerza de la gravedad;
- determinar un ángulo entre el eje Z y la proyección de la línea; y
- determinar el ángulo entre el primer plano y el segundo plano en base al ángulo determinado y la información sobre el ángulo entre el segundo plano y la dirección de la fuerza de la gravedad.

10 Según la realización adicional la inclinación compone la información a usar para realizar una transformación de los sistemas de coordenadas para determinar las coordenadas de los puntos de medición en el sistema de coordenadas de referencia. Después de estimar la especificación de la línea en el sistema de coordenadas de referencia, la línea se proyecta sobre un plano perpendicular a la intersección. Ya que el primer y el segundo punto de medición tienen una distancia diferente a la intersección, las coordenadas del primer y del segundo punto de medición son suficientes para estimar la especificación de una línea en el primer plano, no siendo la línea paralela a la intersección. Ya que la línea no es paralela a la intersección, se puede determinar el ángulo entre el eje Z y la proyección de la línea, y se puede determinar de una manera simple ya que el eje Z es parte del sistema de coordenadas del objeto. Finalmente el ángulo entre la primera área de superficie y la segunda área de superficie se determina en base al ángulo determinado y la información del ángulo entre el segundo plano y la dirección opuesta a la dirección de la fuerza de gravedad.

20 La realización adicional del método proporciona la ventaja de unos requisitos simples para el dispositivo de procesamiento y de ser rápida, como las transformaciones de coordenadas, las estimaciones de las especificaciones de línea y las proyecciones se pueden realizar rápido.

En una realización adicional de la invención, el método comprende

- 25 – medir una primera orientación del sistema de coordenadas de medición con respecto a los puntos cardinales;
- determinar las coordenadas de la pluralidad de puntos de medición en el sistema de coordenadas de referencia en base a la primera orientación medida y un valor almacenado para una segunda orientación de la intersección con respecto a los puntos cardinales.

30 Midiendo la primera orientación con respecto a los puntos cardinales y el valor almacenado para la segunda orientación en la intersección, se puede recopilar la información sobre la dirección del eje en los sistemas de coordenadas. Los medios de procesamiento usan esta información para determinar las coordenadas de los puntos de medición en el sistema de coordenadas del objeto. Por lo tanto este método se puede aplicar con bajas restricciones en la calibración y una fabricación menos precisa para asegurar el alineamiento del sistema de coordenadas del objeto con el sistema de coordenadas de medición.

35 En una realización adicional de la invención, el método comprende

- medir las coordenadas del primer punto de medición emitiendo la radiación de medición en una primera dirección de medición;
- usar los medios de control para girar un escáner alrededor de un eje del sistema de coordenadas de medición;
- 40 – medir las coordenadas del segundo punto de medición emitiendo la radiación de medición en una segunda dirección de medición; y
- usar la información sobre la diferencia entre la primera dirección de medición y la segunda dirección de medición para determinar la segunda inclinación.

45 Girando el escáner alrededor, cambia la dirección de medición para que se puedan medir las coordenadas de varios puntos de medición en la pluralidad de puntos de medición. El giro se puede realizar de manera rápida y precisa.

En una realización adicional de la invención, el método comprende

- 50 – medir las coordenadas en un sistema de coordenadas de medición adicional de una pluralidad de puntos de medición adicional en la segunda área de superficie, comprendiendo la pluralidad de puntos de medición adicional un tercer punto de medición a una tercera distancia de la intersección y un cuarto punto de medición a una cuarta distancia de la intersección, difiriendo la cuarta distancia de la tercera distancia;

- medir una inclinación adicional del sistema de coordenadas de medición a la dirección opuesta a la dirección de la fuerza de la gravedad;
- determinar el ángulo entre el primer plano y el segundo plano en base a las coordenadas medidas de los puntos de medición adicional y la inclinación adicional medida.

5 Según esta realización, el sistema de medición se dispone para medir el ángulo entre el segundo plano y la dirección opuesta a la dirección de la fuerza de la gravedad similar a la disposición para medir el ángulo entre el primer plano y la dirección opuesta a la dirección de la fuerza de la gravedad, información la cual se usa para determinar el ángulo entre el primer plano y el segundo plano. Según la realización, la dirección opuesta a la dirección de la fuerza de la gravedad es tomada como una referencia y el ángulo entre el segundo plano. Por lo tanto no hay necesidad de
10 medir las posiciones de un elemento de una máquina plegadora para determinar este ángulo.

En una realización adicional de la invención, el paso de determinar el ángulo entre el primer plano y el segundo plano en base a las coordenadas medidas de los puntos de medición adicionales y la inclinación adicional medida comprende

- 15 – determinar las coordenadas de la pluralidad de puntos de medición adicionales en el sistema de coordenadas de referencia adicional en base a la inclinación adicional medida;
- estimar una especificación de una línea adicional en el segundo plano en base a las coordenadas de la pluralidad de puntos de medición adicional;
- proyectar la línea adicional sobre un plano perpendicular a la intersección en el sistema de coordenadas del objeto;
- 20 – determinar un ángulo adicional entre la proyección de la línea adicional y el eje Z; y
- determinar el ángulo entre el primer plano y el segundo plano en base al ángulo determinado y el ángulo adicional determinado.

Según la realización adicional la inclinación adicional constituye la información a usar para realizar una transformación de los sistemas de coordenadas para determinar las coordenadas de los puntos de medición
25 adicionales en el sistema de coordenadas de referencia. Después de estimar una especificación de la línea adicional en el sistema de coordenadas de referencia, la línea adicional se proyecta sobre un plano perpendicular a la intersección. Ya que el tercer y el cuarto punto de medición tienen una distancia diferente a la intersección, las coordenadas del primer y del segundo punto de medición son suficientes para estimar una especificación de una línea adicional en el segundo plano, no siendo la línea adicional paralela a la intersección. Como la línea adicional
30 no es paralela a la intersección se puede determinar el ángulo entre el eje Z y la proyección de la línea, y se puede determinar de una manera simple ya que el eje Z es parte del sistema de coordenadas del objeto. Finalmente, el ángulo entre la primera área de superficie y la segunda área de superficie se determina en base al ángulo determinado y a la información sobre el ángulo entre el segundo plano y la dirección opuesta a la dirección de la fuerza de la gravedad.

35 La realización adicional proporciona la ventaja de unos requisitos simples para el dispositivo de procesamiento y de ser rápida, como las transformaciones de coordenadas, las estimaciones de las especificaciones de línea y las proyecciones se pueden realizar rápido.

En aún una realización adicional de la invención, el método comprende plegar una lámina en una máquina plegadora, determinar el ángulo entre el primer plano y el segundo plano, y cambiar el ángulo entre el primer plano y
40 el segundo plano realizando una operación de plegado adicional en el objeto en la máquina plegadora.

El ángulo determinado proporciona retroalimentación sobre el ángulo entre el primer plano y el segundo plano del plegado de la lámina. El ángulo se optimiza en base a esta retroalimentación en la operación de plegado adicional.

Las realizaciones de la invención se describirán ahora, a modo de ejemplo sólo, con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos en los que los símbolos de referencia correspondientes indican partes correspondientes, y en
45 los que:

- La Figura 1 representa una vista lateral de una disposición de sensor según la invención y de una lámina apoyada en una máquina plegadora
- La Figura 2 muestra las posiciones de una pluralidad de puntos de medición en una primera área de superficie en la lámina
- 50 – La Figura 3 muestra una máquina plegadora que comprende una disposición de sensor adicional

- La Figura 4 muestra las posiciones de una pluralidad de puntos de medición adicional en una segunda área de superficie en la lámina

Realizaciones

5 En una realización de la invención, que se representa en la figura 1, una máquina (54) plegadora comprende un sistema (1) de medición. La máquina (54) plegadora comprende una mesa (2) que comprende un sistema (3) de llaves para la fijación de un elemento (4). El elemento (4) comprende un troquel de apoyo que tiene un hueco (5) para apoyar una lámina (6). La máquina (54) plegadora comprende además un segundo elemento (7) que comprende un punzón móvil para plegar la lámina (6) de una manera conocida entre el elemento (4) y el segundo elemento (7). La dirección (YY) longitudinal (no mostrada) del elemento (4), del segundo elemento (7) y del hueco (5) está en una dirección perpendicular al plano del dibujo.

10 La máquina (54) plegadora comprende además una estructura (8) para apoyar la mesa (2). Esta estructura (8) soporta además el sistema de accionamiento (no mostrado) para el segundo elemento (7). El sistema de accionamiento comprende un dispositivo de presión hidráulica ajustable conocido para plegar la lámina (6) a un ángulo de plegado deseado.

15 En uso, se coloca una lámina (6) sobre el elemento (4) y el segundo elemento (7) es movido hacia la lámina (6) por el sistema de accionamiento (no mostrado). Por consiguiente la lámina (6) es movida dentro del hueco por el segundo elemento (7), pero como la lámina (6) está soportada por el elemento (4), se dobla a lo largo de la dirección (XX) longitudinal. En la realización, el hueco (5) y el segundo elemento (7) son simétricos. El sistema de accionamiento se dispone para llevar el segundo elemento a lo largo de la dirección de movimiento paralela a la dirección del eje Z de un sistema ($X_f Y_f Z_f$) de coordenadas Cartesiano del objeto, a través del cual un movimiento del segundo elemento (7) en la dirección del elemento (4) corresponde a un signo negativo. La máquina plegadora se estabiliza tras la instalación para que la dirección de movimiento y la dirección Z_f sean paralelas a la dirección de la fuerza de la gravedad. El eje Y_f del sistema (XYZ) de coordenadas del objeto es paralelo a la dirección longitudinal (YY) del hueco (5). En esta realización el hueco (5) es simétrico alrededor de un plano de simetría (indicado mediante una línea de puntos), que comprende el eje Y_f (o la dirección longitudinal del hueco (5)) y el eje Z_f . La coordenada X_f del sistema de coordenadas del objeto ($X_f Y_f Z_f$) se elige para ser perpendicular al plano de simetría del hueco (5). El segundo elemento (7) se dispone para ser simétrico alrededor del plano de simetría. Con esta disposición, se espera que el pliegue en la lámina (6) sea simétrico alrededor de este plano de simetría también. Disponer la dirección de movimiento para ser paralela a la dirección de la fuerza de la gravedad y el uso de la simetría es ventajoso para evitar que la máquina (54) plegadora se incline o se desvíe con respecto a su entorno mientras esté en uso bajo la influencia del gran peso de la máquina (54) plegadora y las grandes fuerzas usadas para plegar por ejemplo láminas (6) de metal gruesas. Con el propósito de entender la invención, también se introduce un sistema (XYZ) de coordenadas del objeto, que en esta realización es igual al sistema ($X_f Y_f Z_f$) de coordenadas del objeto excepto en la posición de origen. Por tanto, la dirección del eje X es igual a la dirección del eje X_f , la dirección del eje Y es igual a la dirección del eje Y_f , la dirección del eje Z es igual a la dirección del eje Z_f .

35 La máquina (54) plegadora comprende también un sistema (1) de medición que está soportado por la estructura (8). El sistema de medición comprende un sensor (9), que comprende un escáner (10) soportado de manera giratoria. El escáner (10) puede medir y determinar la distancia entre el escáner (10) y la lámina (6) enviando una radiación (XX) al objeto en la dirección (XX) de medición y recibiendo la radiación reflejada. Con este propósito el escáner (10) comprende una fuente de radiación. En esta realización se usa un Escáner M2D de la Línea MEL, que es un escáner de láser para el escaneo del contorno del perfil, comercializado por Microelektronik GmbH, Eching/Alemania. Las realizaciones alternativas están basadas en otros escáneres que están basados por ejemplo en el principio del sónar, el principio de la triangulación por láser.

40 El sensor (9) comprende además un medio (11) de control para controlar la posición giratoria del escáner (10) y de este modo la dirección de medición. Mientras mantiene las ubicaciones y las orientaciones relativas de la lámina (6) y el sistema (1) de medición fijo, mediante el cambio de la dirección de medición, se pueden medir las distancias a las diferentes ubicaciones en la lámina (6).

45 El sistema (1) de medición se monta con un ángulo (C) de montaje con respecto a la mesa (2) de tal manera que el sensor (9) pueda medir las distancias en un plano que tiene la dirección (YY) longitudinal como su normal, esto es como su perpendicular a la dirección (YY) longitudinal. El sensor (9) es un sensor de dos dimensiones, lo que significa que el escáner (10) se dispone para ser girado alrededor de un eje de rotación. Para alinear el eje de rotación a la dirección (YY) longitudinal, el sistema (1) de medición comprende además una parte (12) de montaje para montar el sistema (1) de medición a la estructura (8). En una realización la parte (12) de montaje comprende dos superficies (13, 14) de referencia. Estas son soportadas en dos correspondientes superficies (15, 16) de referencia sobre la estructura (8). Las correspondientes superficies (15, 16) de referencia se intersectan a lo largo de una línea que es paralela a la dirección (YY) longitudinal. Ya que las superficies (15, 16) correspondientes soportan las superficies (13, 14) de referencia, las superficies (13, 14) de referencia también se intersectan a lo largo de una línea que es paralela a la dirección (YY) longitudinal.

El sensor (9) se dispone para medir el valor de una pluralidad de distancias (D1, D2) entre el sensor (9) y una pluralidad de puntos (S1, S2) de medición en el lado de la lámina (6) que mira al sensor (9). Esto se muestra en la figura 2. Las diferentes ubicaciones están en diferentes direcciones de medición a partir de un sistema (X'Y'Z') de coordenadas de medición del sensor que coincide con el origen de la fuente de radiación del escáner (10). El eje Y' del sistema (X'Y'Z') de coordenadas de medición es paralelo a la dirección (YY) longitudinal. Como el eje Y del sistema (XYZ) de coordenadas del objeto es también paralelo a la dirección (YY) longitudinal, el eje Y y el eje Y' son paralelos. El eje X del sistema de coordenadas de medición es paralelo a la superficie del escáner (10) que mira a la lámina (6). En la realización se usa un sistema de coordenadas Cartesiano, pero también se podrían usar otros sistemas de coordenadas. El eje Z del sistema de coordenadas de medición se extiende desde el escáner (10) en la dirección de la lámina. Las direcciones de medición corresponden a los ángulos de medición con el eje Z' y el plano X'Z', según el escáner (10) se dispone para girar sólo alrededor del eje Y'. El origen del sistema (X'Y'Z') de coordenadas se elige de manera tal que el escáner gire alrededor del eje Y' para facilitar un procesamiento más fácil y por tanto más rápido después.

El sensor (9) se dispone para transferir los valores medidos de la pluralidad de distancias (D1, D2) y los correspondientes ángulos de medición a un dispositivo (18) de procesamiento. Los medios de procesamiento se representan en la Figura 1. Los valores medidos y las direcciones de medición correspondientes se transfieren a través de una conexión (51) por cable. En una realización alternativa los valores medidos y las correspondientes direcciones de medición se transfieren de manera inalámbrica, por ejemplo a través de una conexión por Bluetooth o por LAN Inalámbrica (WLAN). Las direcciones de medición se transfieren a los medios (18) de procesamiento en el sistema (X'Y'Z') de coordenadas de medición del sensor.

El sistema (1) de medición comprende además un inclinómetro (50) para medir el valor de la inclinación del sensor (9) con respecto al campo gravitacional de la tierra, esto es la dirección de la fuerza de la gravedad. El inclinómetro proporciona mediciones en un sistema (X''Y''Z'') de coordenadas de referencia Cartesiano. En este sistema (X''Y''Z'') de coordenadas de referencia, el eje Z'' es paralelo a la dirección de la fuerza de la gravedad. Sin embargo, un movimiento alejado del centro de gravedad de la tierra corresponde a un aumento positivo de la coordenada Z''. Por razones de simplicidad, se supone en la presente memoria que el eje Y'' es paralelo a la dirección (XX) longitudinal, y por lo tanto es también paralelo a la dirección del eje Y' del sistema de coordenadas de la medición. Con estas orientaciones del eje Y'' y del eje Z'', el eje X'' está en el plano X'Z' del sistema de coordenadas de la medición. Esto es ventajoso ya que las transformaciones descritas a continuación son las más simples y se pueden realizar por lo tanto más rápido. El valor medido de la inclinación del sensor (9) se transfiere también a los medios (18) de procesamiento en el sistema (X''Y''Z'') de coordenadas de referencia.

Los medios (18) de procesamiento se disponen para calcular las coordenadas de las ubicaciones en la lámina (6) en el sistema (X'Y'Z') de coordenadas de medición en base a los valores para la pluralidad de distancias (D1, D2) y los ángulos correspondientes con el eje Z' en el plano X'Z'. Se ha de observar que el plano X'Z' coincide con el plano XZ ya que el eje Y y el eje Y' son paralelos y porque ambos sistemas de coordenadas son Cartesianos. Sin embargo, las coordenadas de la pluralidad de puntos (S1, S2) de medición difieren en el sistema XYZ de coordenadas y los sistemas X'Y'Z' de coordenadas.

Los medios (18) de procesamiento se usan entonces para realizar una transformación de coordenadas para expresar las coordenadas de la pluralidad de puntos de medición en la lámina (6) en el sistema (X''Y''Z'') de coordenadas de referencia. Esto se hace en base a la información de que el eje Y' y el eje Y'' son paralelos el uno con el otro y la inclinación medida del sensor (9).

Los medios (18) de procesamiento se disponen para ajustar una línea (21) recta a través de las coordenadas calculadas en el sistema (X''Y''Z'') de coordenadas de referencia. Esto se hace de manera ventajosa mediante el uso del criterio de mínimos cuadrados, ya que éste es más rápido y proporciona el mejor ajuste para el tipo de errores de medición que se esperan, esto es errores de medición distribuidos. El ajuste corresponde a la siguiente fórmula:

$$X'' = C1 + \alpha Z''$$

en donde C1 representa una compensación el valor de la cual no es relevante. Ya que el pliegue es paralelo al eje Y del sistema de coordenadas del objeto, el siguiente paso es proyectar el ajuste sobre el plano XZ, esto es sobre el plano perpendicular al eje Y. Esto significa que la proyección será paralela al eje Y. Ahora ya que la combinación de hechos de que el eje Z y el eje Z'' sean paralelos, que el eje Y y el eje Y'' sean paralelos, que el sistema (XYZ) de coordenadas del objeto sea Cartesiano y que el sistema (X''Y''Z'') de coordenadas de referencia sea Cartesiano, el eje X y el eje X'' son paralelos. Sin embargo los orígenes del sistema (XYZ) de coordenadas del objeto y del sistema (X''Y''Z'') de coordenadas de referencia no coinciden. Por lo tanto, al proyectar la línea ajustada sobre el plano XZ, esto es al proyectar la línea ajustada paralela al eje Y, la línea se puede representar como

$$X = C2 + \alpha Z$$

en donde C2 representa una compensación el valor de la cual no es relevante. La pendiente (α) de la línea corresponde a las tangentes del ángulo entre la dirección de movimiento de la máquina (54) plegadora y la lámina

(6). Este ángulo puede ser por lo tanto calculado mediante el cálculo del arco tangente de la pendiente de la línea (α).

5 Ya que se espera que el pliegue sea simétrico alrededor del plano de simetría y como este plano de simetría comprende la dirección de movimiento y por tanto el eje Z, el ángulo de plegado es calculado ahora por los medios (18) de procesamiento, multiplicando el ángulo entre la dirección de la fuerza de la gravedad y la lámina (6) por dos.

10 El ángulo de plegado calculado se transfiere a un sistema (53) de control a través de una segunda conexión (251) por cable de la máquina (54) de plegado. El sistema de control compara el ángulo de plegado calculado con un ángulo de plegado deseado y controla el sistema de accionamiento para ajustar la distancia entre el elemento (4) y el segundo elemento (7) para aumentar el área de plegado. Proporcionando continuamente ángulos de plegado al sistema (53) de control se puede obtener de manera precisa el ángulo de plegado de la lámina (6). Cuando la diferencia entre el ángulo de plegado calculado y el ángulo de plegado deseado está por debajo de un valor de umbral, el sistema (53) de control controla el sistema de accionamiento para aumentar la distancia entre el elemento (4) y el segundo elemento (7) para que la lámina (6) se pueda extraer y se pueda colocar una segunda lámina (6) en la máquina (54) plegadora.

15 En una realización descrita anteriormente, el escáner (10) se usa para medir una pluralidad de distancias (D1, D2) correspondientes a una pluralidad de puntos de medición sobre la lámina (6). En una realización alternativa, la pluralidad de distancias comprende un mayor número de distancias. Aumentando el número de distancias medidas, se aumenta la precisión del ajuste y por lo tanto la precisión del ángulo de plegado calculado. En una realización alternativa adicional, el escáner (10) se usa para medir la distancia (D1) al menos dos veces para aumentar la
20 precisión de las mediciones.

En una realización adicional, los medios (18) de procesamiento se integran en el sistema (53) de control de la máquina (54) plegadora.

25 En una realización alternativa, el escáner no se gira alrededor del eje Y' del sistema (X'Y'Z') de coordenadas de medición, pero en su lugar es movido por los medios (11) de control en la dirección X' mientras mantiene la misma dirección de medición. Como se describió anteriormente, se mide una pluralidad de distancias (D1, D2). Los medios (18) de procesamiento se disponen para calcular las coordenadas de las ubicaciones sobre la lámina (6) en el sistema (X'Y'Z') de coordenadas de medición en base a los valores para la pluralidad de distancias (D1, D2), el ángulo correspondiente entre la dirección de medición y el eje Z' en el plano X'Z' y las coordenadas correspondientes del escáner en la dirección X'. Como antes, los medios (18) de procesamiento se disponen
30 además para calcular las posiciones de las ubicaciones en la lámina (6) en el sistema (X''Y''Z'') de coordenadas de referencia en base a las coordenadas de las ubicaciones en la lámina (6) en el sistema (X'Y'Z') de coordenadas de medición, el valor medido de la inclinación del sensor (9) en el sistema (X''Y''Z'') de coordenadas de referencia y la información de las orientaciones relativas del sistema de coordenadas del objeto y del sistema de coordenadas de referencia. En una realización alternativa, el escáner (10) se mueve en una combinación de direcciones en el
35 sistema de coordenadas de medición, o se aplica una combinación de movimiento y giro. Una limitación para las combinaciones útiles puede ser entendida imaginando un sistema (RST) de coordenadas de la lámina en donde el eje R es paralelo a la dirección longitudinal del pliegue. El eje T es el normal a un primer plano a lo largo de una primera superficie de la lámina (6) donde la radiación de medición se refleja. Un segundo plano se sitúa en el otro lado del pliegue y a lo largo de una segunda superficie de la lámina (6). Tanto la primera superficie como la segunda
40 superficie miran hacia fuera del plano de simetría de la lámina (6). El primer plano y el segundo plano se intersectan a lo largo de una línea de intersección. El eje S representa la dirección en la que se mide la distancia desde los puntos de medición a la línea de intersección. Para ser capaces de calcular el ángulo entre el primer plano y la dirección de movimiento (que se encuentra en el plano de simetría de la lámina (6), se deben obtener las mediciones en al menos dos coordenadas S diferentes (o dos distancias diferentes desde la línea de intersección). Si sólo se
45 obtuvieron dos mediciones y ambas son desde los puntos de medición en la misma coordenada S, los puntos de medición tendrían las mismas coordenadas X y Z en el sistema de coordenadas del objeto. Tener las mismas coordenadas X y Z significa que no se puede ajustar ninguna línea (21) a través de estos puntos en el plano XZ.

50 En una realización de la invención, la máquina plegadora comprende un sistema (1001) de medición adicional colocado en el otro lado del hueco (5). Esto se muestra en la figura 3. El sistema (1001) de medición adicional y sus elementos tienen la misma función que el sistema (1) de medición y los elementos correspondientes, excepto porque se dispone para medir en ubicaciones de la lámina (6) en el otro lado del hueco y por lo tanto del pliegue. Comprende por lo tanto elementos similares tales como un sensor (1009) adicional, un escáner (1010) adicional y unos medios (1011) de control adicionales así como una conexión (155) por cable adicional a los medios (18) de procesamiento. El escáner (1010) adicional es del mismo tipo que el escáner (10) y se gira en la manera
55 correspondiente al giro del escáner (10). El sistema (1001) de medición adicional se monta con un ángulo (FC) de montaje adicional con respecto a la mesa (2) y comprende una parte (1012) de montaje adicional que comprende dos superficies (1013, 1014) de referencia adicionales. Las dos superficies (1013, 1014) de referencia adicionales se apoyan en dos superficies (1015, 1016) de referencia correspondientes adicionales en la estructura (8). Las superficies (1015, 1016) de referencia correspondientes adicionales se intersectan a lo largo de una línea que es
60 paralela a la dirección longitudinal, esto es el eje Y del sistema de coordenadas del objeto.

5 El sensor (1009) adicional se dispone para medir el valor de una pluralidad de distancias (D1001, D1002) adicionales entre el sensor (1009) adicional y unos puntos de medición adicionales en el lado de la lámina (6) que mira al sensor (1009) adicional. Los puntos de medición adicionales están en una pluralidad de direcciones de medición adicionales desde el origen de un sistema (K'L'M') de coordenadas de medición del sensor. Este origen del sistema (K'L'M') de coordenadas de medición del sensor coincide con la fuente de radiación del escáner (1010) adicional. El eje L del sistema (K'L'M') de coordenadas de medición del sensor es paralelo a la dirección (XX) longitudinal y por lo tanto es paralelo al eje Y alrededor del cual gira el escáner (10). El eje K' del sistema de coordenadas de medición adicional es paralelo a la superficie del escáner (1010) adicional que mira a la lámina (6). En la realización se usa un sistema de coordenadas Cartesiano, pero se podrían usar otros sistemas de coordenadas también. El eje M del sistema de coordenadas de medición se extiende desde el escáner (1010) adicional en la dirección de la lámina (6). Las direcciones de medición adicionales corresponden a ángulos de medición adicionales con el eje M' en el plano K'M', ya que el escáner (1010) se dispone para girar sólo alrededor del eje L'. El origen del sistema (K'L'M') de coordenadas se elige de manera tal que el escáner gire alrededor del eje L' para facilitar un procesamiento posterior más fácil y por tanto más rápido.

15 El sensor (1009) adicional se dispone para transferir los valores medidos de la pluralidad de distancias (D1001, D1002) adicionales y los correspondientes ángulos de medición adicionales al dispositivo (18) de procesamiento a través de una conexión (1051) por cable adicional.

20 El sistema (1001) de medición adicional comprende además un inclinómetro (1050) adicional para medir un valor adicional de la inclinación del sensor (1009) adicional con respecto a la dirección de la fuerza de la gravedad. El inclinómetro (1050) adicional proporciona las mediciones en un sistema (K''L''M'') de coordenadas de referencia adicional. En este sistema (K''L''M'') de coordenadas de referencia adicional, el eje M'' es paralelo a la dirección de la fuerza de la gravedad. Por razones de simplicidad, se supone en la presente memoria que el eje L'' es paralelo a la dirección (XX) longitudinal, y por lo tanto es también paralelo a la dirección del eje Y' y del eje Y''. Con estas orientaciones el eje K'' está en el plano K'M' del sistema de coordenadas de medición adicional. También, con estas orientaciones, y ya que la dirección de la fuerza de la gravedad es igual cuando es medida por el inclinómetro (50) y el inclinómetro (1050) adicional, el sistema (K''L''M'') de coordenadas de referencia adicional coincide con el sistema (X''Y''Z'') de coordenadas de medición aparte de una diferente posición de los orígenes correspondientes. El valor adicional de la inclinación del sensor (1009) adicional se transfiere a los medios (18) de procesamiento en el sistema de coordenadas de referencia adicional.

30 Los medios (18) de procesamiento se disponen para calcular las coordenadas de los puntos de medición adicionales en la lámina (6) de una manera similar a como calculan las coordenadas de los puntos de medición. Sin embargo, los medios (18) de procesamiento calculan las coordenadas de los puntos de medición adicionales en el sistema (K'L'M') de coordenadas de medición adicional en base a los valores de la pluralidad de distancias (D1001, D1002) adicionales y los ángulos de medición adicionales correspondientes de las direcciones de medición adicionales correspondientes al eje M' en el plano K'M'. Se ha de observar que el plano K'M' es paralelo al plano XZ ya que el eje Y y el eje L' son paralelos y ya que ambos sistemas de coordenadas son Cartesianos. Sin embargo, las coordenadas de un punto en el plano K'M' difieren de las coordenadas en el plano XZ cuando se proyecta sobre el plano XZ a lo largo del eje Y.

40 Los medios (18) de procesamiento se usan entonces para realizar una transformación de coordenadas para expresar las coordenadas adicionales de los puntos de medición adicionales en la lámina (6) en el sistema (K''L''M'') de coordenadas de referencia adicional. Esto se hace en base a la información de que el eje L' y el eje L'' son paralelos el uno con el otro y a la inclinación medida del sensor (9).

Los medios (18) de procesamiento se disponen para ajustar una línea (1021) recta adicional a través de las coordenadas calculadas en el sistema (K''L''M'') de coordenadas de referencia adicional en base a la fórmula

45
$$K'' = C3 + \beta M''$$

Esto se hace usando el criterio de mínimos cuadrados por las mismas razones que para ajustar la línea (21). C3 representa una compensación adicional el valor de la cual no es relevante. Ahora, debido a la combinación de hechos de que el eje Z y el eje M'' sean paralelos, el eje Y y el eje L'' sean paralelos, que el sistema de coordenadas del objeto sea Cartesiano y que el sistema (K''L''M'') de coordenadas de referencia adicional sea Cartesiano, el eje X y el eje K'' son paralelos. Incluso aunque los orígenes del sistema (XYZ) de coordenadas del objeto y el sistema (K''L''M'') de coordenadas de referencia adicional no coincidan, la línea (1021) recta adicional se representa en el plano XZ como

50
$$X = C4 + \beta Z$$

55 El valor de la compensación C4 no es relevante. La pendiente (β) adicional de la línea (1021) adicional corresponde a las tangentes del ángulo adicional entre la dirección de movimiento de la máquina (104) plegadora y la lámina (6). Este ángulo adicional es calculado por los medios (18) de procesamiento como el arco tangente de la pendiente (β) adicional de la línea (1021) adicional.

Observe que tanto el ángulo como el ángulo adicional son ángulos al eje Z en el plano XZ. Finalmente, los medios (18) de procesamiento calculan el ángulo de plegado añadiendo el ángulo y el ángulo adicional.

5 En una realización alternativa el escáner (1010) es movido por los medios (1011) de control adicionales en lugar de ser girado, o se aplica una combinación de giro y movimiento similar a la que se fuerza sobre el escáner (10). De manera alternativa los medios (1011) de control adicionales y los medios de control son de un tipo diferente, o incluso aplican un principio de medición diferente (sónar, triangulación por láser) y se mueven o giran de una forma diferente.

10 En una realización adicional, el sistema (1) de medición comprende un sensor (60) de orientación para determinar la orientación del sistema (X'Y'Z') de coordenadas de medición con respecto al campo magnético de la tierra. El sistema (1001) de medición adicional comprende un sensor (1060) para determinar la orientación con respecto al campo magnético de la tierra. La máquina plegadora comprende un segundo sensor (61) de orientación. Las mediciones del sensor (60) de orientación, del sensor (106) de orientación adicional y del segundo sensor (61) de orientación son usadas por los medios (18) de procesamiento para verificar el alineamiento de los diferentes ejes de los sistemas de coordenadas para comprobar si las orientaciones se desvían.

15 De manera alternativa, el sistema (1) de medición comprende un sensor (60) de orientación para medir la orientación del sistema (X'Y'Z') de coordenadas de medición con respecto a los puntos cardinales. La máquina (54) plegadora comprende un segundo sensor (61) de orientación para medir la orientación del sistema (XYZ) de coordenadas del objeto con respecto a los puntos cardinales. Para esta realización no es relevante si hay presente un sistema (1001) de medición adicional. En esta realización, el eje Y' del sistema (X'Y'Z') de coordenadas de medición no es paralelo a la dirección longitudinal. Las orientaciones medidas por el sensor (60) de orientación y el segundo sensor (61) de orientación son usadas por los medios (18) de procesamiento para hacer las transformaciones de coordenadas adecuadas. Esto es especialmente ventajoso ya que el apoyo del sistema (1) de medición es menos importante. Por ejemplo las superficies correspondientes pueden intersectar a lo largo de cualquier línea. El sistema (1) de medición que comprende un sensor (6) de orientación y la máquina (54) plegadora que comprende un segundo sensor de orientación es también ventajoso para ganar libertad para posicionar el sistema (1) de medición por ejemplo en las realizaciones en donde el sistema (1) de medición no está conectado de forma fija a la máquina (54) plegadora. Además, en base a la orientación medida de los sistemas de coordenadas, el plano X'Z' en el que se realizan las mediciones no necesita ser perpendicular a la dirección longitudinal. También, las coordenadas de las ubicaciones en la lámina (6) medidas con un sensor en 3D se pueden calcular ahora y mediante transformaciones de coordenadas adecuadas ser usadas para calcular el ángulo de plegado.

35 En una realización adicional el sistema (1) de medición comprende una posición y sistema (70) de referencia de actitud y rumbo (AHRS) que comprende el inclinómetro (50) y el sensor (60) de orientación. El AHRS se dispone también para proporcionar información sobre la aceleración. El sistema (1) de medición se mueve a lo largo de la estructura (8), por ejemplo sobre un carril, para recopilar datos de medición en una pluralidad de ubicaciones a lo largo de la dirección longitudinal, esto es en una pluralidad de coordenadas Y. Las aceleraciones según son medidas por el AHRS (70) se integran para dar un desplazamiento. El desplazamiento es transmitido a los medios (18) de procesamiento. Los medios de procesamiento usan el desplazamiento y los datos de medición en la pluralidad de ubicaciones a lo largo de la dirección longitudinal para ajustar un plano a través de las ubicaciones en la lámina (6) de la cual se mide la distancia de esta manera. Los medios (18) de procesamiento se disponen para calcular el ángulo entre el plano ajustado y el eje Z' y de una manera análoga como se describe anteriormente para calcular el ángulo de plegado en base al ángulo entre el plano ajustado y el eje Z' multiplicando el ángulo por dos.

45 En una realización adicional, se posicionan una pluralidad de sistemas de medición (no mostrados) en diferentes coordenadas Y'. La pluralidad de sistemas de medición proporcionan información sobre la distancia de la lámina (6) en los sistemas de coordenadas de medición correspondientes y la relación entre los sistemas de coordenadas de medición y los sistemas de coordenadas de referencia según es medida por los inclinómetros y los sensores de orientación comprendidos en la pluralidad de sistemas de medición. La información se combina para ajustar un plano a través de las ubicaciones de la lámina (6) y para calcular el ángulo con la dirección de la fuerza de la gravedad y finalmente el ángulo de plegado de una manera similar a la que se ha descrito anteriormente pero con modificaciones que son claras para una persona experta en la técnica.

50 Aunque se han descrito anteriormente realizaciones específicas de la invención, será apreciado por una persona de habilidad ordinaria en la técnica que la invención puede ser puesta en práctica de otra manera distinta a la descrita, pero aún de acuerdo con las enseñanzas anteriores. Las descripciones anteriores están orientadas a ser ilustrativas, no limitantes. Por ejemplo, la invención puede tomar la forma de un programa informático que contienen una o más secuencias de instrucciones legibles por una máquina que describen el método anteriormente descrito, o un medio de almacenamiento de datos (por ejemplo una memoria semiconductora, un disco magnético u óptico) que tienen dicho programa informático almacenado en éste. También, el elemento (4) puede ser movido hacia y desde el segundo elemento (7) o ambos pueden ser movidos hacia y desde el uno respecto al otro. Además, el sistema (1) de medición que comprende el inclinómetro (50) y en algunas realizaciones también el sensor (60) de orientación puede estar soportado por el elemento (4) o por el sistema (3) de llaves. De manera similar, pero independientemente el sistema (1001) de medición adicional que comprende el inclinómetro (1050) adicional puede estar soportado por el

- 5 elemento (4) o por el sistema (3) de llaves. Además, los medios de procesamiento se pueden ubicar en otra parte, por ejemplo en la mesa de soporte o en el sistema (1) de medición. Como otro ejemplo, el sensor puede estar inclinado también para ajustar la dirección de medición. Aún como otro ejemplo, se pueden usar múltiples sensores, en donde cada uno sólo mide la distancia a un punto de medición siempre que las coordenadas medidas de los puntos de medición se puedan expresar todas en un sistema de coordenadas de medición único. Por lo tanto la relación entre los sistemas de coordenadas de medición de cada sensor y las direcciones de medición deberían conocerse. También en la práctica se pueden usar diferentes palabras para indicar lo mismo. Por ejemplo, las máquinas plegadoras pueden ser referidas también como prensas plegadoras.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (1) de medición para medir un ángulo entre un primer plano a través de una primera área de superficie y un segundo plano a través de una segunda área de superficie de un objeto, que comprende
 - 5 – una disposición (9) de sensor para medir las coordenadas en un sistema (X'Y'Z') de coordenadas de referencia de una pluralidad de puntos de medición en la primera área de superficie, comprendiendo la pluralidad de puntos de medición un primer punto (S1) de medición a una primera distancia de la intersección entre el primer plano y el segundo plano y un segundo punto (S2) de medición a una segunda distancia de la intersección, difiriendo la segunda distancia de la primera distancia;
 - 10 – un inclinómetro (50) para medir la inclinación del sistema (X'Y'Z') de coordenadas de medición en la dirección opuesta a la dirección de la fuerza de la gravedad;
 - un dispositivo (18) de procesamiento para determinar el ángulo entre el primer plano y el segundo plano en base a las coordenadas medidas de la pluralidad de puntos de medición, la inclinación medida y la información sobre el ángulo entre el segundo plano y la dirección opuesta a la fuerza de la gravedad.
- 15 2. Un sistema (1) de medición según la reivindicación 1, en donde la dirección opuesta a la fuerza de la gravedad forma un eje de un sistema (X''Y''Z'') de coordenadas de referencia usado por el inclinómetro (50); y en donde se dispone el dispositivo de procesamiento
 - para determinar las coordenadas de la pluralidad de puntos de medición en el sistema de coordenadas de referencia en base a la inclinación medida;
 - 20 – para estimar una especificación de una línea en el primer plano en base a las coordenadas de la pluralidad de puntos de medición en el sistema de coordenadas de referencia;
 - para proyectar la línea sobre un plano perpendicular a la intersección en un sistema de coordenadas del objeto, comprendiendo el sistema de coordenadas del objeto un eje Z opuesto a la dirección de la fuerza de la gravedad;
 - para determinar el ángulo entre el eje Z y la proyección de la línea; y
 - 25 – para determinar el ángulo entre el primer plano y el segundo plano del objeto en base al ángulo determinado y la información sobre el ángulo entre el segundo plano y la dirección opuesta a la dirección de la fuerza de la gravedad.
- 30 3. Un sistema (1) de medición según la reivindicación 1 o 2, en donde la disposición (9) de sensor comprende un escáner soportado de manera giratoria para medir una coordenada de un primer punto (S1) de medición de la pluralidad de puntos de medición mediante el envío de una radiación de medición en una primera dirección de medición y para medir una segunda coordenada de un segundo punto (S2) de medición mediante el envío de una radiación de medición en una segunda dirección de medición.
- 35 4. Un sistema (1) de medición según la reivindicación 1, 2, o 3 que comprende
 - una disposición (1009) de sensor adicional para medir las coordenadas en un sistema de coordenadas de medición adicional de una pluralidad de puntos de medición adicional en la segunda área de superficie , comprendiendo la pluralidad de puntos de medición adicional un tercer punto (S1001) de medición a una tercera distancia de la intersección y un cuarto punto (S1002) de medición a una cuarta distancia de la intersección, difiriendo la cuarta distancia de la tercera distancia;
 - 40 – un inclinómetro (1050) adicional para medir una inclinación adicional del sistema de coordenadas de medición adicional en la dirección opuesta a la dirección de la fuerza de la gravedad;
 - los medios (18) de procesamiento siendo dispuestos además para determinar el ángulo entre el primer plano y el segundo plano en base a las coordenadas medidas de los puntos de medición adicionales y la inclinación adicional medida.
- 45 5. Un sistema (1) de medición según la reivindicación 4, en donde la dirección opuesta a la fuerza de la gravedad forma un eje de un sistema (K''L''M'') de coordenadas de referencia usado por el inclinómetro adicional; y en donde los medios (18) de procesamiento se disponen además
 - para determinar las coordenadas de la pluralidad de puntos de medición adicional en el sistema de coordenadas de referencia adicional en base a la inclinación adicional medida;
 - 50 – para estimar una especificación de una línea adicional en el segundo plano en base a las coordenadas de la pluralidad de puntos de medición adicional en el sistema de coordenadas de referencia adicional;

- para proyectar la línea adicional sobre un plano perpendicular a la intersección en el sistema de coordenadas del objeto;
 - para determinar un ángulo adicional entre la proyección de la línea adicional y el eje Z;
 - para determinar el ángulo entre el primer plano y el segundo plano del objeto en base al ángulo determinado y el ángulo adicional determinado.
- 5
6. Una máquina plegadora para plegar un objeto que comprende una disposición (1) de medición según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.
7. Una máquina plegadora según la reivindicación 6, que comprende un sensor (60) de orientación para medir una primera orientación del sistema de coordenadas de medición con respecto a los puntos cardinales; estando además los medios de procesamiento dispuestos para usar la primera orientación medida y un valor almacenado para una segunda orientación de una dirección longitudinal de la máquina plegadora con respecto a los puntos cardinales para determinar las coordenadas de la pluralidad de puntos de medición en el sistema de coordenadas del objeto.
- 10
8. Una máquina plegadora según la reivindicación 6, que comprende un sensor (60) de orientación para medir una primera orientación del sistema de coordenadas de medición con respecto a los puntos cardinales y un segundo sensor (61) de orientación para medir una segunda orientación del sistema de coordenadas del objeto con respecto a los puntos cardinales, estando además los medios de procesamiento dispuestos para usar la primera orientación medida y la segunda orientación medida para determinar las coordenadas de la pluralidad de puntos de medición en el sistema de coordenadas del objeto.
- 15
9. Un método para medir un ángulo entre un primer plano a través de una primera área de superficie y un segundo plano a través de una segunda área de superficie de un objeto (6), que comprende
- 20
- usar una disposición (9) de sensor para medir las coordenadas en un sistema (X'Y'Z') de coordenadas de medición de una pluralidad de puntos (S1, S2) de medición sólo en la primera área de superficie, comprendiendo la pluralidad de puntos de medición un primer punto (S1) de medición a una primera distancia de la intersección entre el primer plano y el segundo plano y un segundo punto (S2) de medición a una segunda distancia de la intersección, difiriendo la segunda distancia de la primera distancia;
 - medir una inclinación del sistema (X'Y'Z') de coordenadas de medición en la dirección opuesta a la fuerza de la gravedad; y
 - determinar el ángulo entre el primer plano y el segundo plano en base a las coordenadas medidas de la pluralidad de puntos de medición, la inclinación medida y la información sobre el ángulo entre el segundo plano y la dirección opuesta a la fuerza de la gravedad.
- 25
- 30
10. Un método según la reivindicación 9, en donde determinar el ángulo entre el primer plano y el segundo plano en base a las coordenadas medidas de la pluralidad de puntos de medición, la inclinación medida y la información sobre el ángulo entre el segundo plano y la dirección de la fuerza de la gravedad comprende
- 35
- usar la inclinación medida para determinar las coordenadas de la pluralidad de puntos de medición en un sistema de coordenadas de referencia del cual la dirección opuesta a la fuerza de la gravedad forma un eje;
 - estimar la especificación de una línea en el primer plano en base a las coordenadas de la pluralidad de puntos de medición en el sistema de coordenadas de referencia;
 - proyectar la línea sobre un plano perpendicular a la intersección en un sistema de coordenadas del objeto, comprendiendo el sistema de coordenadas del objeto un eje Z paralelo a la dirección de la fuerza de la gravedad;
 - determinar el ángulo entre el eje Z y la proyección de la línea; y
 - determinar el ángulo entre el primer plano y el segundo plano en base al ángulo determinado y la información sobre el ángulo entre el segundo plano y la dirección de la fuerza de la gravedad.
- 40
11. Un método según la reivindicación 10, que comprende
- 45
- medir una primera orientación del sistema de coordenadas de medición con respecto a los puntos cardinales;
 - determinar las coordenadas de la pluralidad de puntos de medición en el sistema de coordenadas del objeto en base a la primera orientación medida y el valor almacenado de la segunda orientación de la intersección con respecto a los puntos cardinales.

12. Un método según la reivindicación 9, 10 u 11, que comprende
- medir las coordenadas del primer punto (S1) de medición emitiendo radiación de medición en una primera dirección de medición;
 - usar los medios (11) de control para girar un escáner (10) alrededor de un eje del sistema de coordenadas de medición;
 - medir las coordenadas del segundo punto (S2) de medición emitiendo radiación de medición en una segunda dirección de medición; y
 - usar la información sobre la diferencia entre la primera dirección de medición y la segunda dirección de medición para determinar la segunda inclinación.
13. Un método según la reivindicación 9, 10, 11 o 12, que comprende
- medir las coordenadas en un sistema de coordenadas de medición adicional de una pluralidad de puntos (S1001, S1002) de medición en la segunda área de superficie, comprendiendo la pluralidad de puntos (S1001, S1002) de medición adicional un tercer punto (S1001) de medición a una tercera distancia de la intersección y un cuarto punto (S1002) de medición a una cuarta distancia de la intersección, difiriendo la cuarta distancia de la tercera distancia;
 - medir una inclinación adicional del sistema de coordenadas de medición en una dirección opuesta a la dirección de la fuerza de la gravedad;
 - determinar el ángulo entre el primer plano y el segundo plano en base a las coordenadas medidas de los puntos de medición adicionales y la inclinación adicional medida.
14. Un método según la reivindicación 13, en donde determinar el ángulo entre el primer plano y el segundo plano en base a las coordenadas medidas de los puntos de medición adicionales y la inclinación adicional medida comprende
- determinar las coordenadas de la pluralidad de puntos (S1001, S1002) de medición en el sistema de coordenadas de referencia en base a la inclinación adicional medida;
 - estimar una especificación de una línea adicional en el segundo plano en base a las coordenadas de la pluralidad de puntos de medición adicional;
 - proyectar la línea adicional sobre un plano perpendicular a la intersección en el sistema de coordenadas del objeto;
 - determinar el ángulo adicional entre la proyección de la línea adicional y el eje Z; y
 - determinar el ángulo entre el primer plano y el segundo plano en base al ángulo determinado y al ángulo adicional determinado.
15. Un método para plegar una lámina que comprende los pasos del método según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, comprendiendo plegar una lámina (6) en una máquina (54) plegadora, determinar el ángulo entre el primer plano y el segundo plano, y cambiar el ángulo entre el primer plano y el segundo plano realizando una operación de plegado adicional sobre el objeto en la máquina (54) plegadora.

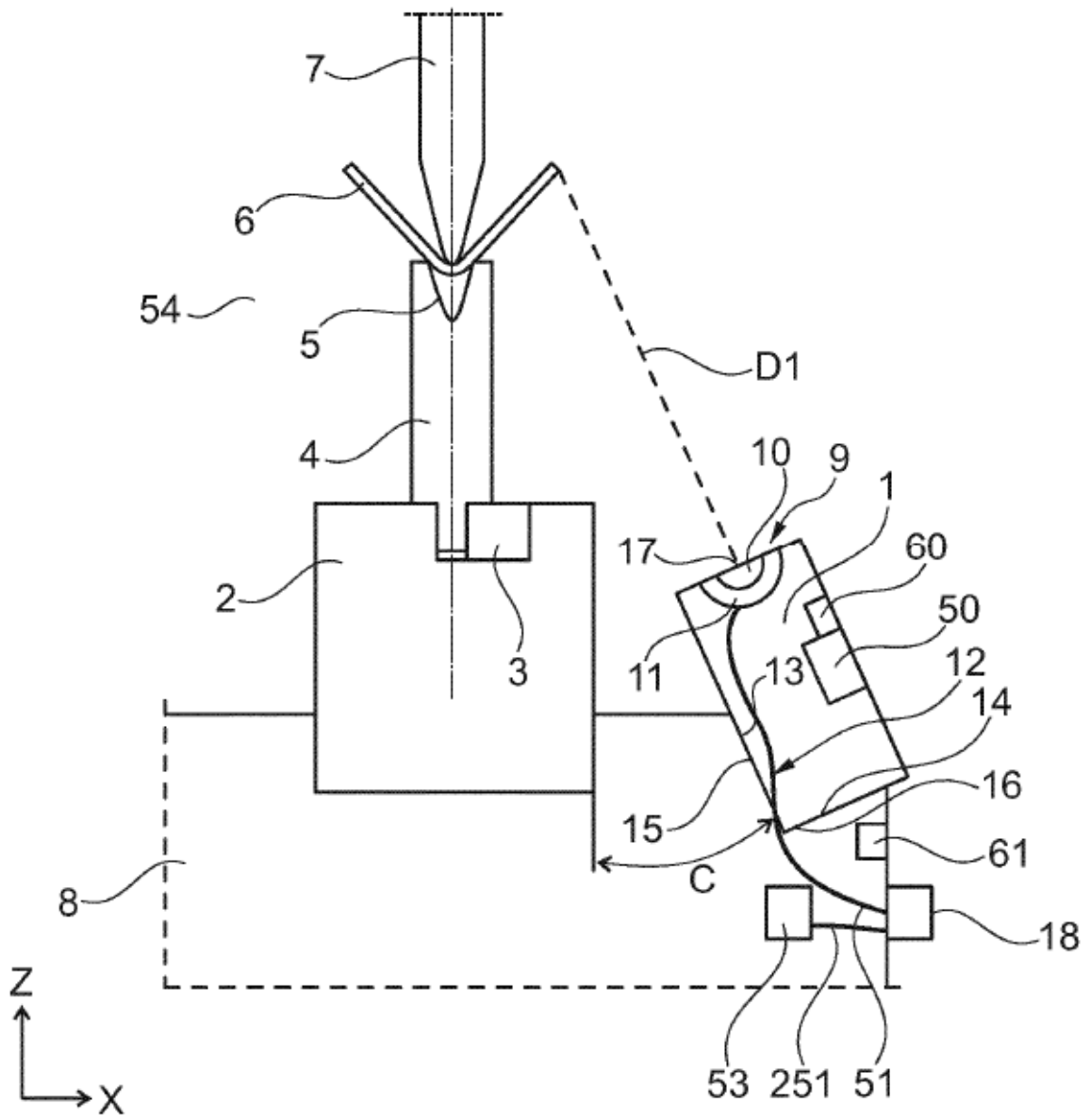


Fig. 1

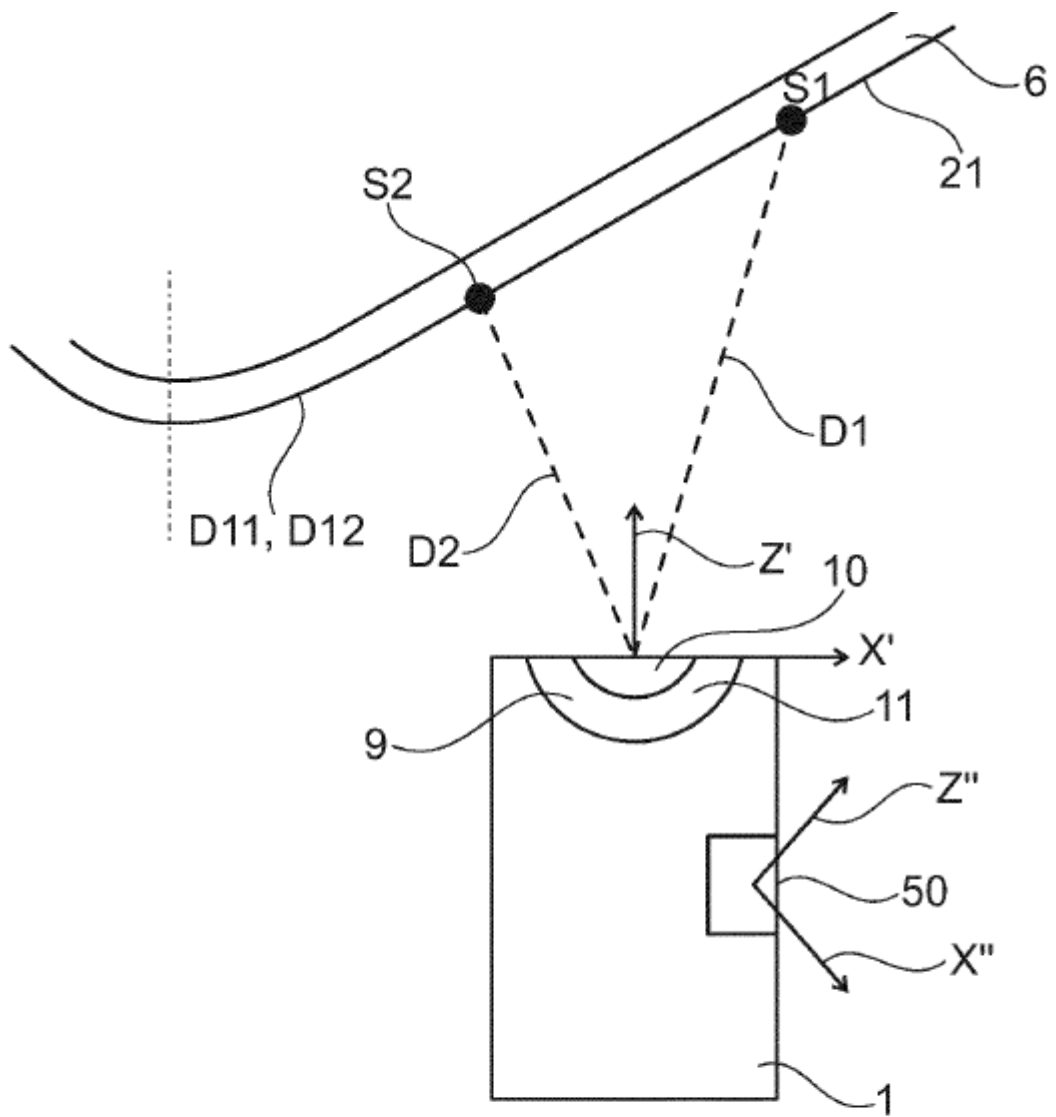


Fig. 2

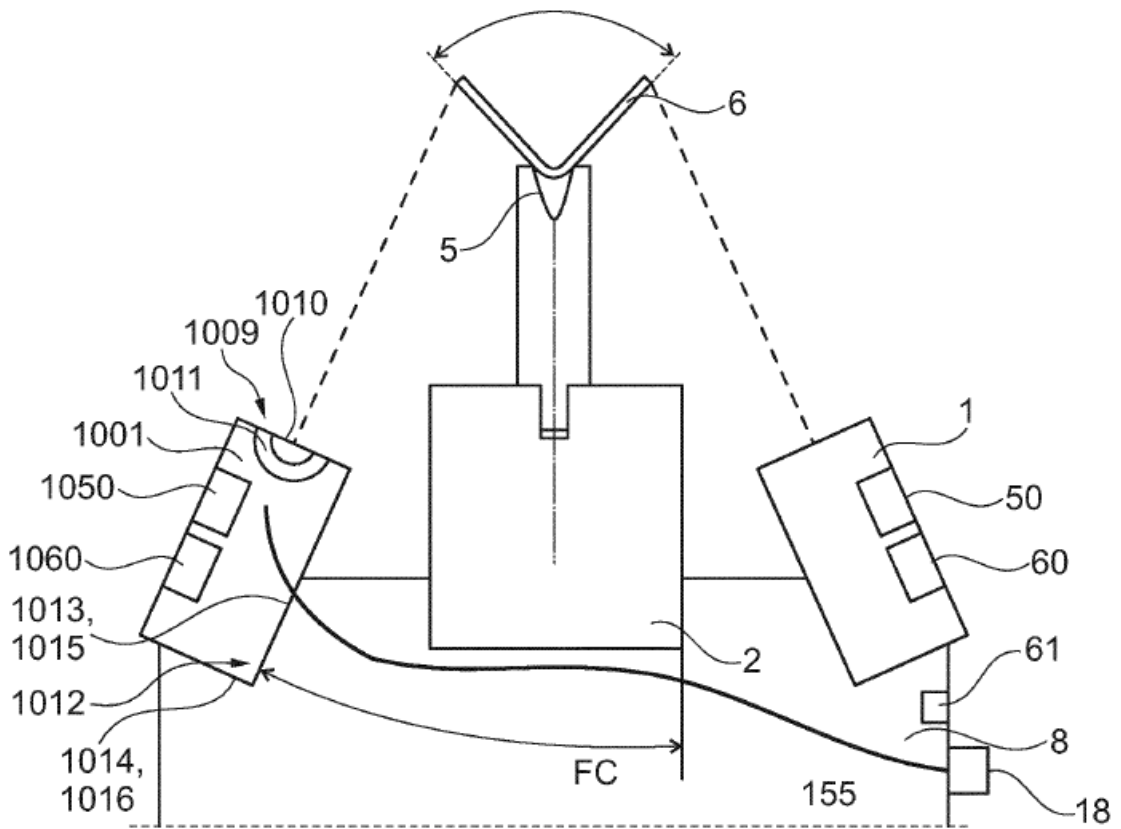


Fig. 3

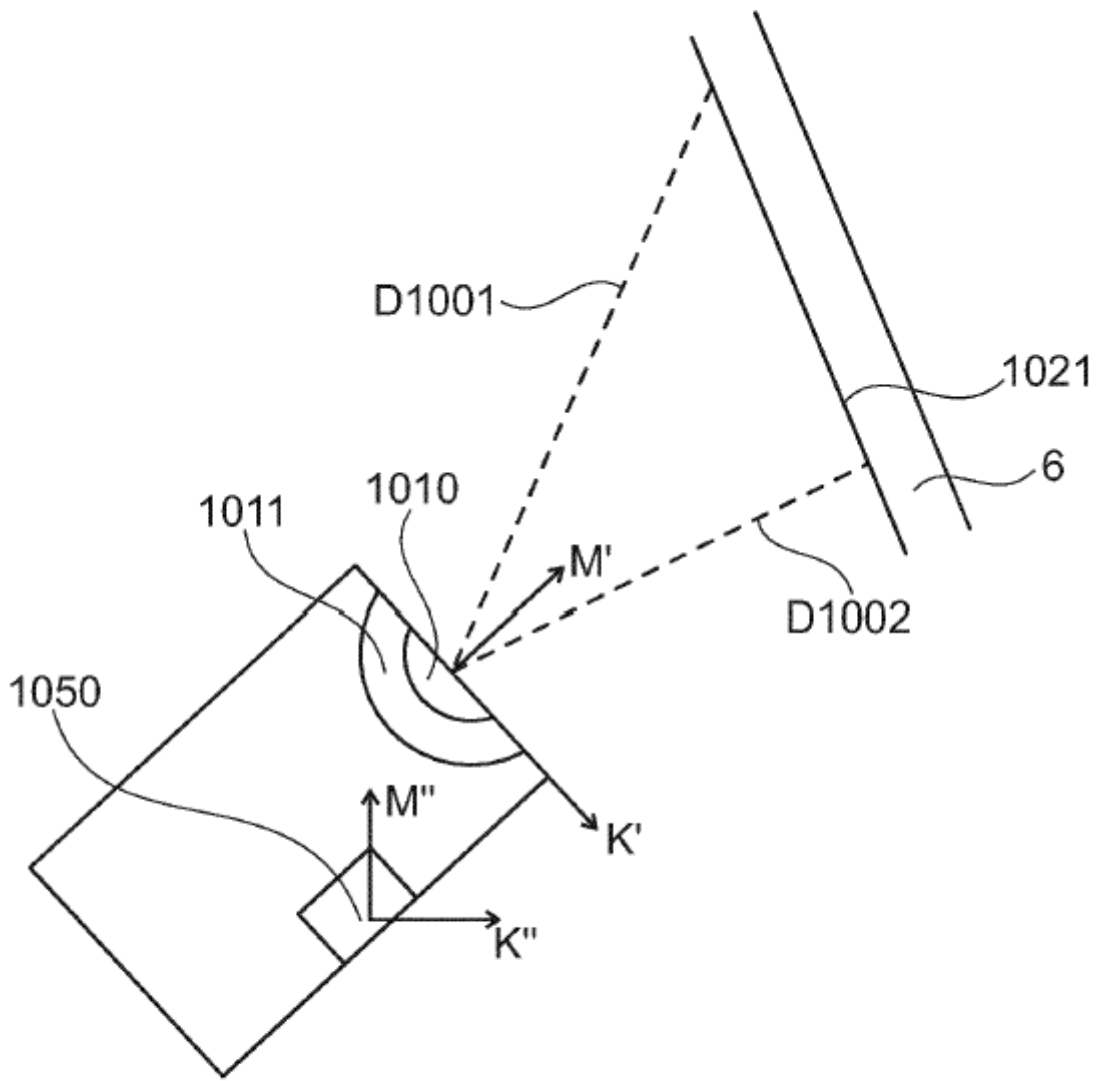


Fig. 4