



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 356 075**

51 Int. Cl.:  
**G01B 11/245** (2006.01)  
**G01B 11/25** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04100274 .2**  
96 Fecha de presentación : **26.01.2004**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1447645**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.08.2004**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para controlar la rectitud y torsión de un producto largo.**

30 Prioridad: **28.01.2003 IT UD03A0019**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**04.04.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**04.04.2011**

73 Titular/es: **DANIELI AUTOMATION S.p.A.**  
**Via Bonaldo Stringher 4**  
**33042 Buttrio, Udine, IT**

72 Inventor/es: **Ciani, Lorenzo**

74 Agente: **Isern Jara, Jorge**

**ES 2 356 075 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**

Procedimiento y dispositivo para controlar la rectitud y torsión de un producto largo.

**CAMPO DE LA INVENCION**

5 La presente invención se refiere a un procedimiento y dispositivo para controlar y medir en línea la rectitud y la presencia o ausencia de torsiones en un producto largo, tal como, por ejemplo, un producto de metal que sale de un proceso de laminación o de estirado.

10 La invención se aplica, de manera ventajosa pero no exclusiva, en el sector del control de calidad de productos largos en la industria del hierro y del acero, tal como una fabricación de barras, piezas redondas, barras en I, barras en T, barras en V o perfiles de cualquier otra forma geométrica deseada. De manera más exacta, la invención es aplicada ventajosamente en el control de calidad y de proceso a efectos de determinar, antes de la etapa de enderezado en frío, la rectitud y/o presencia de torsiones en perfiles para carriles, guías lineales u otras aplicaciones similares.

15 Si bien la siguiente descripción se referirá principalmente a la aplicación que se ha indicado, es evidente que la invención se podrá extender sustancialmente a cualquier aplicación en la que sea necesario verificar la rectitud de productos largos en forma de barras, varillas, flejes, alambres y perfiles de sustancialmente cualquier sección y material.

**ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

20 Es sabido, particularmente en el sector de la fabricación de hierro y acero, que es necesario llevar a cabo un control de calidad de la rectitud y de la presencia o ausencia de torsiones longitudinales en perfiles largos que salen de los procedimientos de laminación y/o estirado. Normalmente, este control se lleva a cabo en línea sobre el perfil que avanza sobre una línea de rodillos, una cinta u otros medios adecuados, por medio de una serie de medios de detección dispuestos uno después de otro.

25 Un método conocido de llevar a cabo este control prevé la utilización de una serie de palpadores de varilla separados entre sí a lo largo del perfil y situados en contacto con segmentos homólogos del perímetro del perfil. Los palpadores de varilla están dispuestos para determinar defectos en la rectitud, detectando una falta de alineación entre los puntos homólogos y midiendo posiblemente la entidad de la variación a efectos de señalar la presencia de defectos más allá de un límite de tolerancia permitido.

30 No obstante, los sistemas conocidos no son capaces de garantizar resultados totalmente fiables, dado que no pueden discriminar si una posible variación detectada es debida a un defecto de rectitud y/o a la presencia de torsiones a lo largo del perfil o a un desplazamiento inesperado del perfil con respecto a la posición nominal de avance. En realidad, si el perfil está desplazado incluso en pequeña magnitud con respecto a una posición nominal con respecto a la que se han situado y ajustado los palpadores de varilla, este desplazamiento puede provocar errores de lectura, que conducen a una evaluación errónea de la calidad del perfil.

35 La no identificación de perfiles que no son perfectamente rectos puede conducir a serias consecuencias, en particular en la fabricación de carriles para vías, guías lineales u otros productos similares.

Dispositivos de detección que detectan perfiles sin contacto son también conocidos y éstos utilizan emisores láser orientados de manera adecuada y combinados con un dispositivo de filmación, tal como una cámara de TV a efectos de captar la forma de un segmento de perímetro de un producto.

40 Utilizando dos, tres o más de estos dispositivos, dispuestos para llevar a cabo la detección en el mismo plano y orientado cada uno para cubrir, con su campo visual, un perímetro específico que es, como mínimo, parcialmente contiguo a los segmentos cubiertos por los otros dispositivos, es posible reconstruir la forma de perfiles con gran exactitud, incluso los que tienen una sección compleja. Un ejemplo de estos dispositivos se muestra en el documento JP-A-57-061907.

45 Estos dispositivos se utilizan, por ejemplo, en el sector de la fabricación de hierro y acero a efectos de controlar la forma y medir las dimensiones de las secciones de los perfiles que salen de los procesos de laminación y/o estirado y para verificar que se adaptan a las secciones nominales y/o tal como está previsto por las especificaciones. No obstante, estos dispositivos conocidos no son capaces de llevar a cabo controles o mediciones de la rectitud o verificar la posible presencia de torsiones a lo largo de los perfiles.

50 Los documentos DE-C-19721915 y WO 01/86227 muestran otros ejemplos de un detector óptico para perfiles de acero utilizables como carriles.

El solicitante ha diseñado, comprobado y realizado la presente invención para superar los inconvenientes del estado de la técnica y para obtener otras ventajas.

Es objetivo de la invención conseguir un dispositivo y un método capaces de detectar y/o de medir con extrema fiabilidad la rectitud de un producto largo, que tiene forma y tamaño constantes en longitud y para verificar la presencia o ausencia de torsiones longitudinales a lo largo de este producto, de manera que sustancialmente no pueda ser influenciado por las variaciones de posición del producto a controlar con respecto a su posición nominal.

## 5 RESUMEN DE LA INVENCION

La presente invención se define y caracteriza en las reivindicaciones independientes, mientras que las reivindicaciones dependientes describen otras características innovativas de la invención.

10 De acuerdo con la invención, como mínimo, tres dispositivos de detección para detectar, como mínimo, un segmento perimetral de la sección del producto a controlar están dispuestos en diferentes posiciones y alineados sobre la longitud de dicho producto, en una distancia conocida entre sí. Estos dispositivos están situados en una posición adyacente al producto a examinar, a efectos de ser capaces de detectar segmentos del perímetro del producto situados en diferentes planos, paralelos entre sí y sustancialmente, pero no necesariamente, ortogonales a la dirección de desarrollo longitudinal del producto.

15 A efectos de hacer la observación, estos dispositivos están orientados de manera tal que los respectivos campos de visión incluyen segmentos homólogos de las secciones del producto en correspondencia con los respectivos planos de lectura. En otras palabras, el producto es seccionado con una dirección sustancialmente ortogonal a su eje longitudinal, de acuerdo con una serie de planos paralelos, cada uno de ellos correspondiente a la posición del dispositivo de detección correspondiente.

20 Cada uno de estos dispositivos es adecuado para detectar y posiblemente memorizar y preprocesar por medio de una instrucción y unidad de proceso que gobierna y controla su funcionamiento, el perfil de la sección determinada por la intersección entre su plano de lectura y el producto a controlar.

25 De acuerdo con la invención, estos, como mínimo, tres dispositivos de detección son activados en el mismo momento para detectar y memorizar la imagen de la forma de un segmento de perímetro correspondiente de la sección del producto. Las imágenes memorizadas son comparadas a continuación por la unidad de control, por ejemplo, por medio de superposición virtual después de que se ha llevado a cabo el proceso apropiado a efectos de hacer uniforme y coherente la referencia de las posiciones recíprocas.

La comparación de estas imágenes permite detectar posibles efectos debidos a la falta de rectitud o a la presencia de torsiones longitudinales en el producto que está circulando.

30 El procedimiento, según la invención, puede proporcionar, en una realización preferente, una etapa preliminar de ajuste de los dispositivos de detección en la que un producto de muestra sin torsiones ni flexiones y ventajosamente presentando el mismo perfil del producto a controlar, es sometido a medición por estos dispositivos a efectos de obtener por los mismos una imagen modelo que luego es comparada con la imagen detectada del producto.

35 De acuerdo con una variante, los dispositivos de detección, por medio de la unidad de control, están conectados a una base de datos, de manera que las imágenes relativas a una serie de perfiles de muestra son memorizadas. Al inicio del proceso de control, la unidad de mando selecciona el perfil de muestra que corresponde al perfil del producto a controlar y utiliza esta muestra como modelo para la comparación con las imágenes reales detectadas en línea.

40 Tal como se apreciará de manera más detallada a continuación, la falta de rectitud del producto es detectada al comparar, como mínimo, tres imágenes tomadas por dispositivos respectivos de medición del perfil, mientras que la presencia o ausencia de torsiones es detectada por medio de una comparación entre, como mínimo, dos de estas imágenes.

45 Mediante la presente invención es posible conseguir una detección extremadamente rápida y fiable llevada a cabo en línea con el producto estacionario o móvil y sin comportar pérdidas de tiempo o complejidades en el proceso de producción.

Otra opción adicional ventajosa de la presente invención comporta la posibilidad de reconstrucción de todo el perfil de la barra por medio de estas detecciones y de llevar a cabo las mediciones deseadas y evaluaciones sobre el perfil reconstruido.

50 La reconstrucción del perfil de la barra se obtiene detectando en secuencia una serie de pares o grupos de tres, de puntos por los dispositivos de detección indicados anteriormente durante el movimiento progresivo relativo de la barra y de los detectores y por interpolación subsiguiente de dichos pares o grupos de tres de puntos homólogos, utilizando métodos conocidos. Se debe observar que, para garantizar la reconstrucción que se aproxima al perfil real de la barra de manera efectiva, el desplazamiento o translación de los pares de grupos de tres de puntos homólogos debe ser de un valor mucho menor que el valor de la distancia entre los puntos del mismo par o grupo de tres.

55

La posibilidad de reconstruir el perfil de la barra es particularmente ventajosa, dado que permite llevar a cabo las comprobaciones deseadas sobre la rectitud y presencia o ausencia de torsiones sobre el perfil virtual de la barra reconstruida con la ventaja, por ejemplo, de evitar limitaciones mecánicas relacionadas con el sistema que desplaza y transporta dicha barra.

## 5 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Estas y otras características de la presente invención quedarán evidentes de la siguiente descripción de una forma preferente de realización, que tiene carácter de ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 10 - la figura 1 es una vista en perspectiva del dispositivo según la invención, que comprende tres dispositivos de detección de perfiles;
- la figura 2 es una vista esquemática de una sección transversal del dispositivo de la figura 1;
- la figura 3 muestra un diagrama funcional de un dispositivo de detección de perfil utilizando la presente invención;
- 15 - las figuras 4a y 4b muestran dos gráficos relativos respectivamente a una medición de torsión y a una medición de rectitud llevadas a cabo con la presente invención.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS DIBUJOS

Con referencia a los dibujos adjuntos, un dispositivo para controlar la rectitud y las torsiones de productos largos (11), en este caso, perfiles metálicos con sección en "I" se ha indicado en su conjunto con el numeral de referencia (10).

- 20 Dicho dispositivo (10) comprende, en el presente caso, tres dispositivos (12) de detección de perfil de tipo óptico, respectivamente, (12a, 12b, 12c), idénticos entre sí y alineados según la longitud del producto (11). Cada uno de los dispositivos (12) tiene un campo visual relativo (13) que comprende, como mínimo, un segmento de perímetro de la sección del producto (11).

- 25 Cada uno de los dispositivos ópticos (12) comprende una placa de soporte (14) fijada rígidamente a la base (15) sobre la que se ha montado una extensión (16) orientada hacia el producto (11) a controlar. Sobre dicha extensión (16), se ha colocado un dispositivo de detección de imagen, tal como una cámara TV (17); sobre el plano de la placa (14) se ha montado un emisor (20) de un haz de rayos láser (19). El haz de rayos láser (19) se encuentra en un plano paralelo a la placa (14) e impacta en el producto (11) durante su desplazamiento, definiendo sustancialmente el plano de lectura de cada uno de los dispositivos (12). Los respectivos planos de lectura de los dispositivos (12) son paralelos entre sí y sustancialmente ortogonales al desarrollo longitudinal del producto (11) a controlar.
- 30

El producto (11) puede ser estacionario o puede avanzar en la dirección de desarrollo longitudinal, impulsado por una línea de rodillos, una cinta u otro tipo adecuado de medio transportador.

- 35 Cada uno de los dispositivos de detección (12) es adecuado para detectar el perfil de un segmento específico de sección del producto (11), siendo detectado dicho perfil en el mismo momento sobre diferentes planos distintos paralelos entre sí y alineados longitudinalmente. Para ser más exactos, tal como se puede apreciar en el detalle de la figura 3, cada dispositivo (12) detecta el perfil de un segmento de perímetro correspondiente a la intersección entre el plano de lectura definido por el haz de rayos láser (19) y el producto (11) que está situado, como mínimo, momentáneamente en el campo visual (13).

- 40 Las imágenes filmadas y memorizadas por cada uno de los dispositivos (12) se hacen, en primer lugar, coherentes, haciendo uniformes las referencias de los ejes principales o del baricentro de la sección detectada y a continuación se comparan entre sí.

Las figuras 4a y 4b muestran respectivamente los casos relativos a la medición de torsión y medición de rectitud en el producto (11).

- 45 La torsión es medida por comparación de los datos de la sección detectados, como mínimo, por dos dispositivos (12), por ejemplo, los dispositivos (12a) y (12b). Después de haber trasladado una de las dos secciones con respecto a la otra hasta que coincidan los baricentros respectivos, la posición relativa de los ejes principales de referencia X e Y de las secciones detectadas es considerado y comparado. La rotación relativa, en caso de que exista, de los dos sistemas de referencia antes mencionados, proporciona la indicación de la torsión longitudinal entre los dos puntos del producto (11) correspondientes a las posiciones de los dos dispositivos de detección (12a, 12b).
- 50

En el caso que se ha mostrado, la medición detectada por los dos dispositivos (12a) y (12b) ha identificado la presencia de un ángulo de torsión " $\alpha$ ", cuyo valor puede ser cuantificado por medio de algoritmos apropiados.

5 Para medir la rectitud es necesario utilizar, como mínimo, tres dispositivos de detección (12) y comparar y superponer las imágenes correspondientes (figura 4b). Tal como se puede apreciar en la figura, los tres segmentos de sección, identificados como (18a, 18b y 18c), están representados en un plano cartesiano con respecto a una referencia común sobre los ejes X e Y, y esto permite obtener una confirmación visual inmediata con respecto a la falta de rectitud del producto (11).

También en este caso, algoritmos de cálculo apropiados permitirían cuantificar la variación con respecto a la rectitud, permitiendo, por lo tanto, realizar las debidas correcciones en la subsiguiente etapa de rectitud.

10 Con referencia a la figura, una indicación de la falta de rectitud, en la hipótesis de que los planos de lectura de los dispositivos (12a, 12b y 12c) son equidistantes es el hecho de que  $D_{AB}$  es diferente de  $D_{AC}/2$ ; la entidad de la diferencia entre estos dos valores proporciona la medición de la falta de rectitud.

Tanto en la medición de la torsión como la medición de la falta de rectitud, de acuerdo con una variante, la invención prevé la utilización de algoritmos de cálculo y filtrado a efectos de identificar y separar posibles contribuciones a la entidad detectada de flexión o torsión determinados por factores externos.

15 Para ser más exactos, estas contribuciones se pueden determinar por acciones mecánicas, por ejemplo, teniendo una dirección transversal a la dirección de alimentación, aplicada sobre el producto (11) por los elementos de alimentación y arrastre del mismo en presencia de un producto que tiene elevadas características elásticas.

20 Estos cálculos y algoritmos de filtrado están basados en la identificación de las frecuencias típicas de resonancia del producto (11) objeto de medición y en la subsiguiente eliminación de los valores de falta de rectitud y torsión detectados con respecto al tiempo, de dichas contribuciones pertenecientes a las oscilaciones elásticas del producto (11) provocadas por esfuerzos externos.

25 En una evolución ventajosa de la invención, numerosas detecciones llevadas a cabo por los tres dispositivos de detección (12a, 12b, 12c) secuencialmente a cortos intervalos temporales, de manera que el valor de desplazamiento de translación entre puntos homólogos es mucho menor que la distancia entre los puntos de un mismo par o grupo de tres, se pueden utilizar para reconstruir el perfil completo del producto (11). Esta reconstrucción del perfil permite, por ejemplo, evaluar la rectitud y/o la presencia o ausencia de torsiones sin limitaciones relacionadas con los sistemas mecánicos que transportan y alimentan el propio producto (11).

Se pueden llevar a cabo modificaciones y variantes en la presente invención que permanecerán dentro del campo y ámbito de la misma.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo para el control de la rectitud y torsiones de un producto largo (11), que comprende, como mínimo, tres dispositivos ópticos de detección del perfil (12a, 12b, 12c), presentando cada uno de ellos un campo visual (13) que comprende, como mínimo, un segmento de perímetro (18a, 18b, 18c) de la sección de dicho producto (11), estando dispuestos dichos, como mínimo, tres dispositivos (12a, 12b, 12c) adyacentes y alineados a lo largo de dicho producto (11) y estando orientados a efectos de detectar segmentos de perímetro homólogos (18a, 18b, 18c) situados en diferentes planos, de manera que el dispositivo comprende también una unidad de control configurada para recibir y comparar entre sí las imágenes de la sección detectadas en el mismo instante por dichos dispositivos de detección (12a, 12b, 12c) por medio de la superposición virtual de las imágenes detectadas y determinar, de acuerdo con dicha comparación, la falta de rectitud y la presencia de torsión en dicho producto (11) y en el que la falta de rectitud en el producto es detectada por comparación de, como mínimo, tres imágenes tomadas por dichos dispositivos de detección (12a, 12b, 12c), mientras que la presencia o ausencia de torsiones es detectada por medio de la comparación entre un mínimo de dos de dichas imágenes.
- 10 2. Dispositivo, según la reivindicación 1, caracterizado porque dichos, como mínimo, tres dispositivo (12a, 12b, 12c) son adecuados para detectar el perfil en diferentes planos, sustancialmente paralelos entre sí y sustancialmente ortogonales a la dirección de desarrollo longitudinal del producto (11) y a una distancia recíproca conocida.
- 15 3. Dispositivo, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque cada uno de dichos dispositivos (12a, 12b, 12c) comprende, como mínimo, un elemento emisor (20) para emitir un haz de luz que intercepta, como mínimo, una parte de la sección del producto (11) y, como mínimo, unos medios (17) de detección de imagen.
- 20 4. Dispositivo, según la reivindicación 3, caracterizado porque dicho haz de luz es un haz de rayos láser (19).
- 25 5. Dispositivo, según la reivindicación 4, caracterizado porque dichos medios de detección de imagen consisten en una cámara de TV (17).
- 30 6. Procedimiento para controlar la rectitud o torsiones de un producto largo (11), en el que el procedimiento prevé una primera etapa en la que, como mínimo, tres dispositivos ópticos de detección de perfil (12a, 12b, 12c), cada uno de ellos presenta un campo visual (13) que comprende, como mínimo, un segmento de perímetro (18a, 18b, 18c) de la sección de dicho producto (11), estando dispuestos en una posición adyacente y alineados a lo largo de dicho producto (11) a efectos de detectar segmentos de perímetro homólogos (18a, 18b, 18c) situados a diferentes planos y sustancialmente ortogonales al desarrollo longitudinal del producto (11), una segunda etapa en la que dichos, como mínimo, tres dispositivos de detección (12a, 12b, 12c) son activados simultáneamente a efectos de detectar un segmento de perímetro relativo (18a, 18b, 18c) de dicha sección, de manera que el procedimiento comprende además una tercera etapa de comparación, de manera que las imágenes relativas a dichos segmentos de perímetro (18a, 18b, 18c) son virtualmente superpuestas y a continuación comparadas entre sí a efectos de comparar la falta de rectitud o la presencia de torsiones en dicho producto (11) y en el que una falta de rectitud en el producto es detectada por comparación de, como mínimo, tres imágenes tomadas por dichos dispositivos de detección (12a, 12b, 12c), mientras que la presencia o ausencia de torsiones es detectada por medios de comparación entre un mínimo de dos de dichas imágenes.
- 35 7. Procedimiento, según la reivindicación 6, caracterizado porque da a conocer una etapa preliminar de disposición de dichos dispositivos de detección (12a, 12b, 12c) en la que un producto de muestra, sin torsión o flexión, es sometido a medición por dichos dispositivos (12a, 12b, 12c) a efectos de confeccionar a partir de los mismos una imagen modelo a comparar con la imagen detectada del producto (11).
- 40 8. Procedimiento, según la reivindicación 6, caracterizado porque prevé la memorización, en una base de datos, de imágenes relativas a una serie de perfiles de muestra y para seleccionar, a partir de dicha base de datos al inicio de la etapa de control un perfil de muestra correspondiente al perfil de dicho producto (11), a efectos de utilizar dicha muestra como modelo durante la etapa de comparación con las imágenes detectadas.
- 45 9. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, caracterizado por prever una etapa de identificación y separación con respecto a la entidad detectada de flexión o torsión, contribuciones determinadas por acciones mecánicas aplicadas sobre un producto (11) que tiene elevadas características elásticas, basándose dicha etapa de identificación y separación en la identificación de frecuencias típicas de resonancia de dicho producto (11) y en la subsiguiente eliminación de dichas contribuciones pertenecientes a oscilaciones elásticas del propio producto (11).
- 50 10. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, caracterizado por prever la reconstrucción de todo el perfil de dicho producto (11) utilizando una serie de detecciones secuenciales realizadas por dichos dispositivos de detección (12a, 12b, 12c) e interpolando puntos homólogos relativos a dichas detecciones secuenciales entre sí.
- 55

11. Procedimiento, según la reivindicación 10, caracterizado porque prevé que la determinación de la falta de rectitud o presencia de torsiones en dicho producto (11) es llevada cabo sobre dicho perfil del producto reconstruido (11).

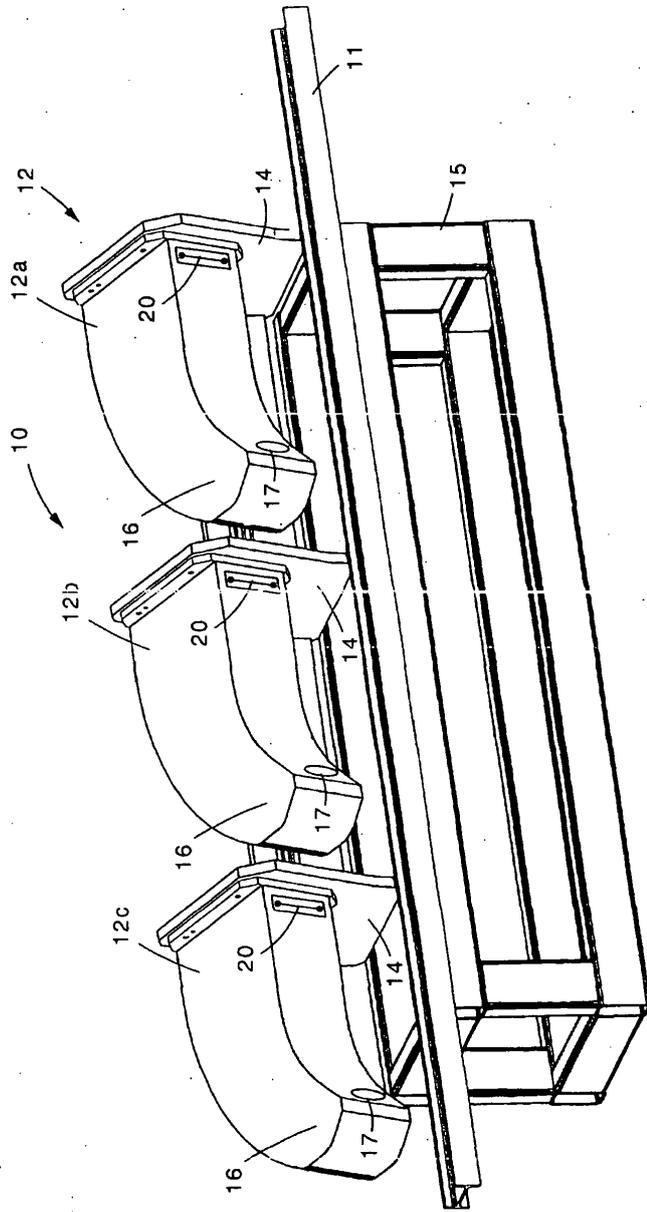


fig. 1

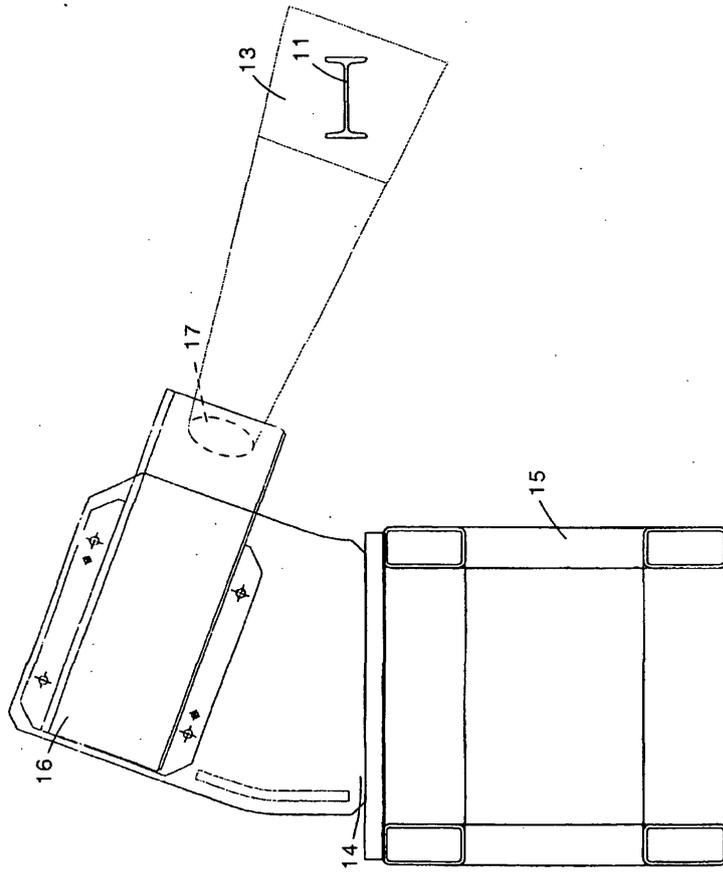


fig. 2

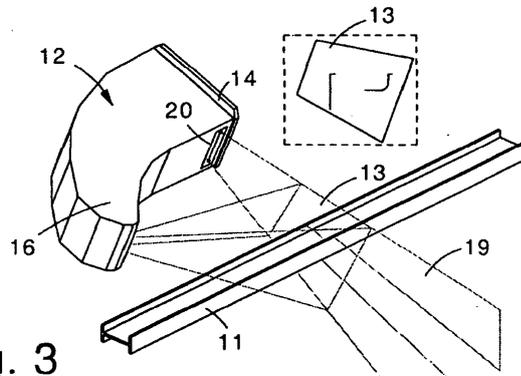


fig. 3

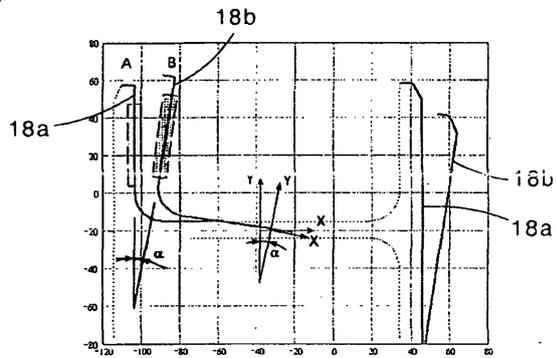


fig. 4a

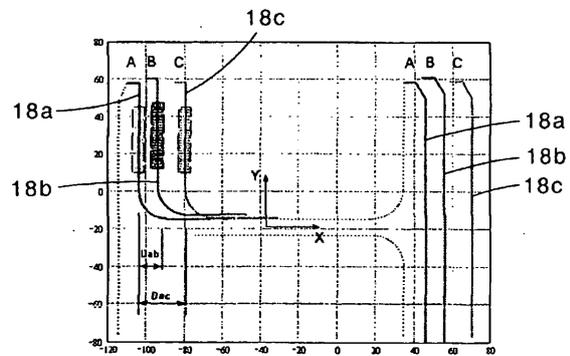


fig. 4b