

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 646 607**

51 Int. Cl.:

E01B 35/00 (2006.01)

G01B 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.06.2014** **E 14174674 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.08.2017** **EP 2960371**

54 Título: **Dispositivo para medir vías férreas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.12.2017

73 Titular/es:

HP3 REAL GMBH (100.0%)
Börsegasse 10/5
1010 Wien, AT

72 Inventor/es:

LICHTBERGER, BERNHARD

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 646 607 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

Dispositivo para medir vías férreas

5 La presente invención se refiere a un dispositivo para medir vías férreas, para controlar y regular máquinas constructoras de vías férreas, con dos vagones de medición, uno delantero y uno trasero, desplazables sobre un carril, así como un vagón de medición dispuesto en el medio y desplazable sobre un carril, en los que a los vagones de medición exteriores se asigna respectivamente por lo menos un transductor de posición orientado hacia el vagón de medición intermedio y en el vagón de medición intermedio se encuentra dispuesto un receptor.

10 Un dispositivo de este tipo se conoce por el documento EP 135 610 A1. A este respecto, el vagón de medición intermedio está equipado con un sistema óptico que está dirigido hacia el respectivo transductor de posición. Con esto se han de medir puntos espaciales desplazando el transmisor y el receptor conjuntamente por su distancia mutua en posiciones de intervalo y en base a los ángulos diferenciales determinados se determina una curva espacial. Sin embargo, un control activo de una máquina de trabajo que avanza de manera continua en función de los datos de medición no es posible con esto.

15 El uso de dos sensores ópticos para medir vías férreas se conoce por el documento US 4155176 A. Con esto se puede medir únicamente la dirección del carril en un plano. Un control activo de una máquina de trabajo que avanza de manera continua en función de los datos de medición tampoco es posible con esto.

Un dispositivo puramente óptico para medir vías férreas se desvela en el documento US 3107168 A. No se prevé una evaluación de los datos de medición registrados mediante sensores.

20 Este tipo de dispositivos ópticos de medición y de control para máquinas bateadoras de vías férreas sirven para detectar simultáneamente la posición real (lateral) de un carril y la posición de altura real del carril. De acuerdo con el estado de la técnica, para esto se guían sobre una máquina bateadora para vías férreas tres vagones de medición sobre el carril. Normalmente se emplean dispositivos de medición que usan cuerdas de acero (DE 10337976 A). Para la medición, una cuerda de acero se encuentra tensada entre el vagón de medición delantero y el vagón de medición trasero. El vagón intermedio lleva un sensor que mide la desviación radial de la cuerda. Debido a que en las máquinas bateadoras en la proximidad de este sensor también se encuentran dispuestas unidades compactadoras requeridas para compactar el lecho de balasto del carril, la cuerda muchas veces representa un obstáculo en arcos cerrados. Para que las unidades bateadoras no entren en conflicto con la cuerda, las cuerdas frecuentemente se desvían lateralmente por medios mecánicos en los puntos de sujeción exteriores. El error de medición producido esta manera se compensa electrónicamente.

30 Para medir la posición de altura de los carriles, sobre los dos rieles se suspenden los así llamados cables de nivelación. Los dos puntos de medición sobre los rieles se exploran normalmente por medio de transductores angulares. Las cuerdas de nivelación deben disponerse arriba, ya que en la zona inferior interfieren las unidades compactadoras y los mecanismos de rodadura de la máquina bateadora. Estas cuerdas de nivelación se extienden hasta el interior de las cabinas de las unidades compactadoras, pero allí limitan la libre movilidad del personal en la máquina. Las cuerdas de acero vibran (las frecuencias de compactación típicamente se ubican en 35 Hz) y dependiendo de la fuerza tensora del cable y del peso propio tienden a combarse, lo que resulta en una falta de exactitud de las mediciones. Durante el transporte de la máquina es necesario destensar los cables, ya que los vagones de medición se llevan a la posición de bloqueo. Estas cuerdas muchas veces se dañan durante el transporte o se enredan durante el proceso de tensión. La derivación de las cuerdas de nivelación en el arco de la vía en el exceso de altura del carril resulta en errores de sistema adicionales que deben compensarse matemáticamente (una así llamada medida de descenso). Los medidores de distancia empleados deben ser muy suaves en su funcionamiento y explorar con poca fuerza, con el fin de no adulterar el resultado de la medición. Los juegos de los elementos de arrastre están enganchados en las cuerdas de acero producen inexactitudes adicionales.

45 Por lo tanto, el objetivo de la presente invención consiste en crear un dispositivo, en particular un dispositivo óptico de medición y de control del tipo mencionado al principio, con el que se prevengan las desventajas de los dispositivos de medición con cuerdas de acero y con el que se asegure una mayor precisión de las mediciones, posibilidades de empleo más universales y una menor susceptibilidad a los fallos.

50 El objetivo planteado se resuelve de acuerdo con la presente invención a través de las características mencionadas en la reivindicación 1. De acuerdo con la invención, el vagón de medición delantero y el trasero están equipados con transductores de posición en forma de instalaciones de luz que emiten un patrón óptico. Al vagón de medición intermedio se asignan dos sensores ópticos dispuestos sobre un eje óptico, de los que un sensor está dirigido hacia el transductor de posición delantero y el otro hacia el transductor de posición trasero, o a los respectivos vagones de medición. En base a las distancias geométricamente conocidas de los vagones de medición entre sí y las escalas de representación de los sensores ópticos, se puede determinar la posición de los transductores de posición sobre la superficie del sensor, por ejemplo, de una cámara, a través de programas de evaluación de imágenes convencionales y en base a esto calcular la posición real del vagón de medición delantero y del vagón de medición trasero en el carril en lo referente a la altura y posición lateral. Una máquina constructora de vías férreas, por

ejemplo, una máquina bateadora para elevar y alinear el carril en una posición nominal, puede entonces controlarse y regularse de manera correspondiente mediante la comparación de las posiciones reales medidas y calculadas con las posiciones nominales del carril.

5 De acuerdo con la presente invención, al vagón de medición delantero y al vagón de medición trasero se asigna respectivamente por lo menos un transductor de posición, que a su vez comprende respectivamente por lo menos una luz de posición. Varias luces de posición se reúnen en una determinada disposición geométrica y tamaño para formar una unidad luminosa, con el fin de simplificar la evaluación de las imágenes. En una forma de realización de la presente invención está previsto que varias fuentes luminosas (en forma de lámparas incandescentes o de LED de alta potencia) se dispongan de manera luminosa en una forma geoméricamente evaluable y eventualmente en diferentes tonos de color. Dado el caso, el transductor de posición también puede ser un reflector irradiado por una fuente luminosa. También el reflector (en forma de banda) presenta preferentemente una forma geométrica definida.

10 Es particularmente ventajoso si sobre el balcón de medición intermedio se posicionan dos cámaras digitales o cámaras PSD, específicamente sensores de posición ópticos, en particular de una manera centrada y se ubican sobre un eje óptico de tal manera que una cámara está dirigida hacia adelante y la otra hacia atrás. Los sensores de posición ópticos son sensores que pueden medir la posición unidimensional o bidimensional de puntos de luz. Tales sensores se pueden dividir en dos categorías: Por una parte existen sensores analógicos, por ejemplo, diodos sensibles a la posición (PSD) que suministran información de posición lineal (continua), y por otra parte existen sensores digitales discretos, por ejemplo, cámaras CCD, cuya superficie está estructurada en forma de cuadrícula y que suministran una información de posición discreta. Las cámaras CCD para el uso en la presente invención deben presentar un tamaño de por lo menos 4 megapíxeles.

15 Si los vagones de medición se desvían en el arco lateralmente y en la posición de altura, entonces las cámaras toman las imágenes correspondientes. En base a la escala de representación de las cámaras se puede calcular la posición real de los vagones de medición y, por lo tanto, la posición de las cámaras con relación a ello. En caso de que con radios de carril muy estrechos no sea suficiente el campo visual de las cámaras, se propone disponer las unidades luminosas, por ejemplo, los reflectores, sobre una unidad de desplazamiento transversal con detección de la posición de desplazamiento. De esta manera, las lámparas de posición pueden desplazarse lateralmente dentro del campo visual de las cámaras con ayuda de una unidad de reajuste mecánica. El trayecto de reajuste se puede medir mediante un transductor de reajuste. Este trayecto de reajuste puede tomarse en cuenta en la evaluación matemática.

20 Para que las imágenes de las luces de posición o de los reflectores puedan determinarse de manera particularmente buena, se puede sustraer la imagen de fondo. Para esto, los transductores de posición que emiten luz y las cámaras se controlan de tal manera que se toma una imagen con las luces de posición (reflectores) encendidas y luego se toma una imagen con las luces de posición (reflectores) apagadas, para después sustraer estas imágenes entre sí. Por lo tanto, la imagen de fondo y los posibles errores de representación se eliminan del cálculo.

25 Las luces pueden realizarse para emitir luz en diferentes colores. Asimismo, los colores de la luz de las lámparas de posición pueden ser conmutables a través de un dispositivo de mando. El colorido de los diferentes elementos luminosos también puede realizarse de una manera variable de una toma imagen a otra toma de imagen (LED's de múltiples colores). Las ventajas se obtienen en la evaluación de las imágenes y en posibles pruebas de plausibilidad. Debido a que la velocidad de trabajo de, por ejemplo, las máquinas bateadoras es muy lenta (2,5 km/h como máximo), se puede partir de la suposición de que las dos imágenes tomadas son prácticamente idénticas en lo referente al trasfondo. Si las luces de posición están dispuestas en forma de cruz, entonces se puede calcular la inclinación transversal de los vagones de medición exteriores con respecto al vagón de medición que lleva las cámaras en base a los datos de imagen. Si el vagón de medición que lleva las cámaras está equipado con un medidor de inclinación transversal absoluta (péndulo, inclinómetro o algo similar), también se pueden calcular las inclinaciones absolutas de los vagones de medición exteriores. En las máquinas bateadoras, estas inclinaciones se miden a través de péndulos y se usan para controlar la máquina. La inclinación transversal no tiene que medirse necesariamente en el vagón de las cámaras, ya que la medición también se puede efectuar en uno de los vagones de medición exteriores. En base a los ángulos de inclinación determinados con la cámara, al conocerse la inclinación absoluta de uno de los vagones de medición se pueden calcular las inclinaciones de los otros vagones de medición.

30 Los procesos de alineación y elevación de una máquina bateadora trabajan con constantes de tiempo en el alcance de 0,3 a 0,5 s, por lo que una velocidad de toma de imágenes de 50 Hz es suficiente. Por medio del software de evaluación de imágenes convencional se puede determinar el centro de la cruz óptica y la inclinación de la cruz en la dirección transversal del carril de la imagen de cámara en coordenadas y ángulos.

35 Debido a los desgastes mecánicos de las ruedas de medición y otras magnitudes de influencia, los equipos de medición de las máquinas bateadoras tienen que ser calibrados periódicamente. En el caso ideal, el funcionamiento del equipo de medición siempre se debería comprobar al comienzo de una fase de trabajo. Los sistemas de medición convencionales con cuerdas de acero normalmente están equipados con circuitos de mando analógicos, que requieren un ajuste complejo; por esta razón, prácticamente es imposible efectuar una comprobación rápida y sencilla del equipo de medición antes de comenzar el trabajo. En la forma de realización de acuerdo con la presente invención, en una realización con varias luces de posición, éstas se pueden usar para calibrar la escala de representación gráfica. Debido a que las distancias y la disposición de las luces de posición son parámetros

definidos y predeterminados, en base a la imagen de los mismos sobre la superficie del sensor se puede calcular (calibrar) el parámetro de representación gráfica. Con este fin, los distintos elementos luminosos (LED's) de una lámpara de posición también se pueden conectar y activar separadamente. La calibración descrita puede efectuarse en todo momento de una manera automatizada y rápida, también inmediatamente antes de comenzar un trabajo de compactación de la vía.

En esta forma de realización de acuerdo con la presente invención es ventajoso el eje de medición óptico, libre de inercia, en lugar de los cables de acero. Además, el eje óptico se encuentra en particular en el centro del carril, en donde no actúa de manera interferente en la zona de las unidades de trabajo. Debido a que no existe ninguna derivación de una cuerda con los consiguientes errores de sistema, tal como sucede con las cuerdas de acero y los transductores de nivelación, la exactitud alcanzable de la medición se incrementa de manera sustancial. Adicionalmente, se omiten los daños de las cuerdas, que suelen presentarse con frecuencia durante el transporte y el equipamiento. La detección simultánea de la posición de alineación, la posición de altura y de la inclinación lateral de los vagones de medición representa una ventaja adicional. Además, con el uso de las cámaras digitales no se presentan desviaciones por desplazamiento debido a la temperatura, como normalmente es el caso con los sensores de odometría generalmente empleados.

El objeto de la presente invención se representa en los dibujos a título ejemplar. En los dibujos:

- La Fig. 1 muestra una disposición de medición con la cuerda de medición tensada y con un sensor de medición para la alineación del carril de acuerdo con el estado de la técnica en una vista desde arriba.
- La Fig. 2 muestra una vista lateral de la disposición de medición de acuerdo con la Fig. 1.
- La Fig. 3 muestra una disposición de medición de acuerdo con la presente invención en una vista desde arriba.
- La Fig. 4 muestra la disposición de medición de la Fig. 3 en una vista lateral.
- La Fig. 5 muestra una forma de realización de acuerdo con la presente invención de las luces de posición.
- La Fig. 6 muestra la forma de realización de acuerdo con la presente invención con péndulo en el vagón de medición de las cámaras y con imágenes de cámara representadas esquemáticamente.
- La Fig. 7 muestra imágenes de cámara con una representación simultánea de la desviación lateral y de altura de los vagones de medición exteriores.
- La Fig. 8 muestra una imagen compuesta de las dos imágenes de cámara de la Fig. 7.

En las instalaciones de medición con cuerda de acero 3 de acuerdo con el estado de la técnica (Fig. 1), en el carril 1 se mueven dos vagones de sujeción 2, 7. El vagón de medición de alineación intermedio 4 lleva un medidor de distancia 5, con el que se mide la desviación 6 de la cuerda de acero 3. Los vagones de sujeción 2, 7 y el vagón de medición de alineación 4 preferentemente forman parte de una máquina de construcción de vías férreas, en particular de un equipo de elevación y alineación. Dependiendo de la geometría conocida del carril, se puede determinar la desviación nominal. Mediante la comparación de la desviación real medida 6, el carril se lleva a la posición nominal por medio de unidades de alineación correspondientes y se fija allí mediante la compactación del balasto subyacente.

En los equipos de medición convencionales con cuerda de acero 13 para la altura del carril (Fig. 2), en el carril 1 se mueven dos vagones de nivelación 8, 12. Sobre el vagón de nivelación 9 se encuentra un transductor de nivelación 10 que mide la desviación de altura 11. Mediante la comparación de la altura nominal con la altura real medida de esta manera, la unidad de elevación de la máquina bateadora se dirige de tal forma que la desviación sea igual a cero y el carril se fija en esa posición mediante la compactación del balasto subyacente.

En una forma de realización de acuerdo con la presente invención para la alineación del carril (Fig. 3) los dos vagones de medición exteriores 15, 21 que se desplazan en el carril llevan transductores de posición 14, 20, específicamente lámparas de posición o bandas reflectoras. El vagón de medición intermedio de cámaras 22 lleva dos cámaras 16, 17 dispuestas sobre un eje óptico 34, de las que una cámara 16 está dirigida hacia atrás hacia el vagón de medición 14 y la otra cámara 17 está dirigida hacia adelante hacia el vagón de medición 21. Las zonas de ángulo de imagen (distancia focal que los objetivos) 18, 19 se seleccionan de tal manera que las luces de posición 14, 20 todavía son visibles para las cámaras con el radio de carril más pequeño a ser tratado.

De manera simultánea se mide la altura del carril (Fig. 4). La representación esquemática muestra la disposición de acuerdo con la presente invención desde un punto de vista lateral.

Una posible disposición de las luces de posición se muestra en la Fig. 5. Las luces de posición podrían realizarse como LED de alta potencia. A este respecto, para una fácil evaluación y comprobación de plausibilidad en la evaluación de las imágenes, los LED podrían estar realizados en diferentes colores y con conmutación de colores. Por ejemplo, el LED 23 podría emitir luz roja/verde, el LED 27 podría emitir luz verde/roja, el LED central 26 podría emitir luz blanca/verde y los LED 24 y 25 podrían emitir luz amarilla/blanca.

La disposición de acuerdo con la presente invención (Fig. 6) se muestra en forma simplificada para la alineación en el eje de carril 1. En el vagón de medición de las cámaras 22 se instala adicionalmente un medidor de inclinación lateral 35. Las desviaciones reales de las dos lámparas de posición exteriores 14, 20 con respecto a la posición de las cámaras 16, 17 son A y B. En la dirección longitudinal del carril, se define el eje de coordenadas x, la dirección

5 transversal del carril se define como eje y, mientras que el eje de altura se define como eje z. Los vagones de medición de posición exteriores, realizados para poder desplazarse sobre el carril, se encuentran ubicados a las distancias a y b desde el vagón de medición de las cámaras. Normalmente, a tiene una longitud de entre 4 y 6 m, mientras que b tiene una longitud de entre 8 y 12 m. Las desviaciones laterales son de hasta 0,8 m desde el centro del carril y las desviaciones de altura son de hasta 0,4 m desde la posición central. La desviación de las cámaras con respecto a la línea de conexión imaginaria de las los luces de posición resulta entonces en C. Las dos imágenes de cámara 28, 29 muestran la posición de las luces de posición 30, 31 en la pantalla de forma análoga a las distancias A' y B'.

10 Para la posición C de la cámara 16, 17 con relación a la línea de conexión de las dos luces de posición 14, 20 se obtiene entonces (con depuración de signos) (Fig. 7):

$$C = \frac{1}{a + b} \cdot (b \cdot A + a \cdot B)$$

donde A y B se calculan en base a las evaluaciones de cámara y la escala de imagen (M_1 , M_2) de la siguiente manera:

$$A = M_1 \cdot A'$$

$$B = M_2 \cdot B'$$

15 Con una desviación lateral y vertical de las luces de posición (Fig. 7), de manera simultánea con la desviación lateral también se determina la desviación vertical, de la siguiente manera:

$$Z = \frac{1}{a + b} \cdot (b \cdot X + a \cdot Y)$$

20 donde X e Y se calculan análogamente en base a las evaluaciones de cámara y la escala de imagen, de la siguiente manera:

$$X = M_1 \cdot X'$$

$$Y = M_2 \cdot Y'$$

25 La Fig. 8 muestra las luces de posición 32, 33 de la Fig. 7 en una imagen unificada 28, 29. Las dos luces de posición 32, 33 se inclinan ahora debido a la inclinación transversal existente en los vagones de medición exteriores por los ángulos α_A y α_B con respecto al eje de cámara. Para determinar las inclinaciones reales, el sistema de coordenadas se gira con ayuda de la inclinación de cámara medida α_K . De esta manera, mediante la medición de la inclinación de cámara se puede determinar la inclinación absoluta α_A del vagón de medición trasero y delantero α_B .

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para medir vías férreas, para controlar y regular máquinas constructoras de vías férreas, con dos vagones de medición exteriores (15, 21), uno delantero y otro trasero, desplazables sobre un carril, y con un vagón de medición dispuesto intermedio (22) y desplazable sobre un carril, estando asignado a cada uno de los vagones de medición exteriores (15, 21) por lo menos un transductor de posición (14, 20) orientado hacia el vagón de medición intermedio (22) y en el vagón de medición intermedio se encuentra dispuesto un receptor, **caracterizado porque** en el vagón de medición intermedio (22) están dispuestos por lo menos dos sensores ópticos (16, 17), en particular cámaras, como receptores dispuestos de tal manera sobre un eje óptico (34) que por lo menos un sensor óptico está dirigido hacia el vagón de medición trasero (15) y por lo menos otros sensor óptico está dirigido hacia el vagón de medición delantero (21) y porque las luces de posición (14, 20) son luces de posición (23, 24, 25, 26, 27) que en una determinada disposición geométrica están reunidas cada una formando una unidad luminosa de tal manera que emiten un patrón óptico, con el cual se calcula la posición real de los vagones de medición delantero y trasero en el carril en lo referente a la altura y la posición lateral mediante las distancias geoméricamente conocidas de los vagones de medición entre sí y las escalas de imagen de los sensores ópticos, y mediante la comparación con una posición nominal del carril se puede controlar y regular la máquina constructora de vías férreas.
2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** los sensores ópticos (16, 17) son cámaras digitales.
3. Dispositivo de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** los sensores ópticos son cámaras PSD (16, 17), específicamente sensores ópticos de posición.
4. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** las luces de posición (23, 24, 25, 26, 27) presentan diferentes colores de luz.
5. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** los colores de luz de las luces de posición (23, 24, 25, 26, 27) pueden conmutarse mediante un dispositivo de mando.
6. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** las distintas luces de posición (23, 24, 25, 26, 27) de un transductor de posición (14, 20) pueden ser conmutadas y controladas de manera independiente entre sí mediante un dispositivo de mando.
7. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** los transductores de posición (14, 20) que emiten luz y las cámaras (16, 17) se controlan de tal manera que las cámaras (16, 17) toman de manera alternada imágenes de transductores de posición que emiten luz (14, 20) e imágenes de transductores de posición apagados (14, 20).
8. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** a por lo menos uno de los vagones de medición (22) se encuentra asignado un medidor de inclinación transversal (34).
9. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** las unidades luminosas (14, 20) están dispuestas sobre una unidad de desplazamiento transversal con detección de la posición de desplazamiento.

FIG.1

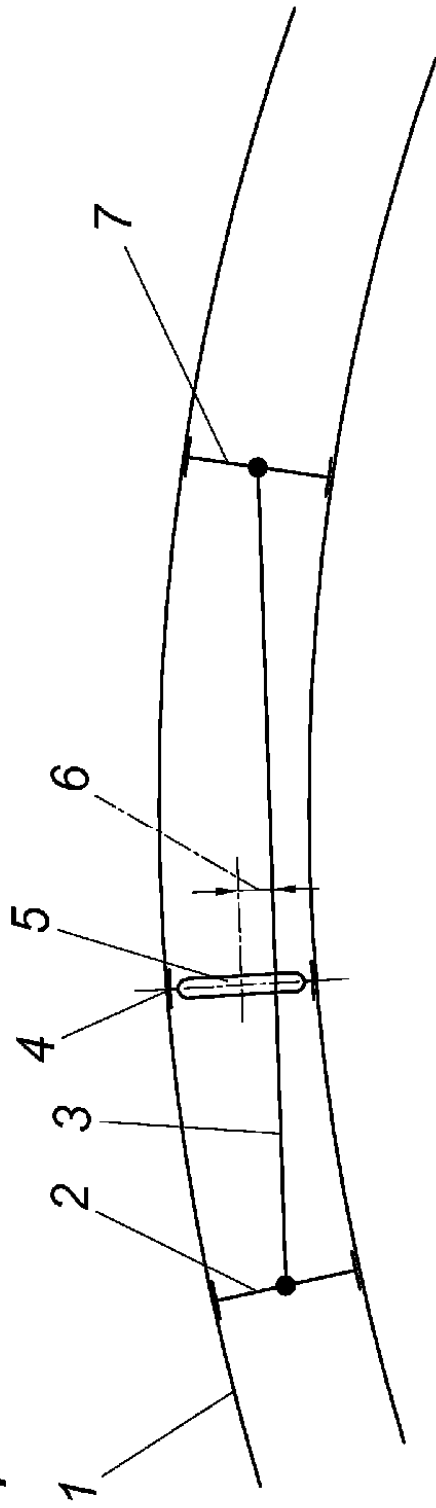


FIG.2

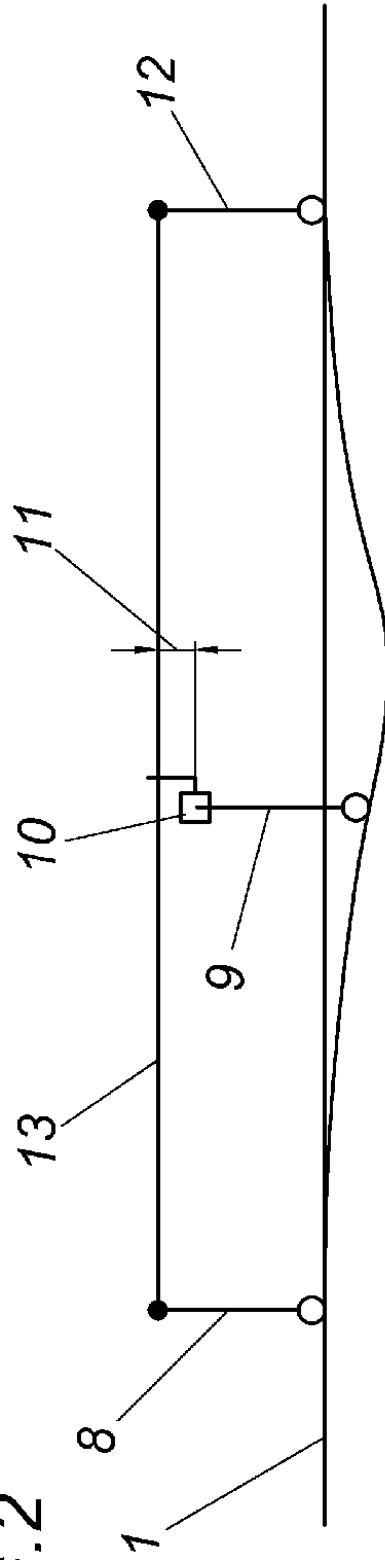


FIG.3

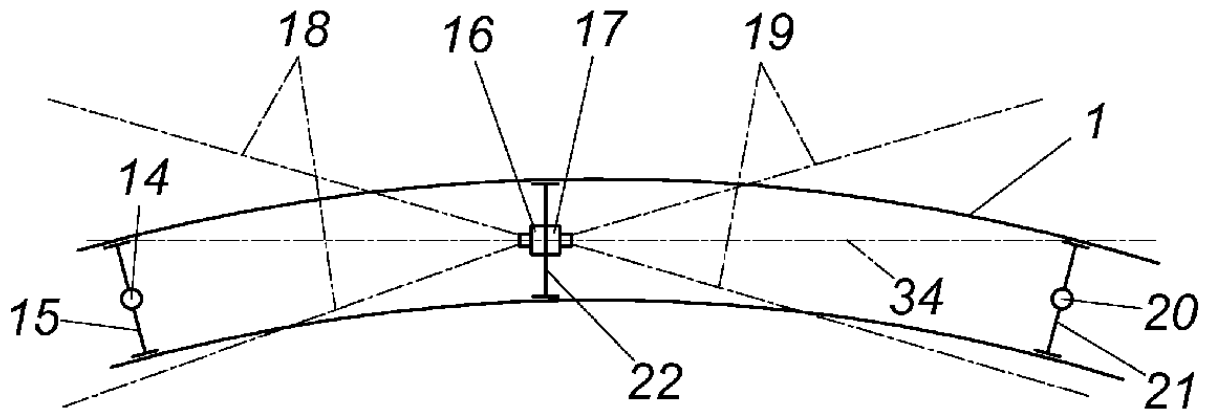


FIG.4

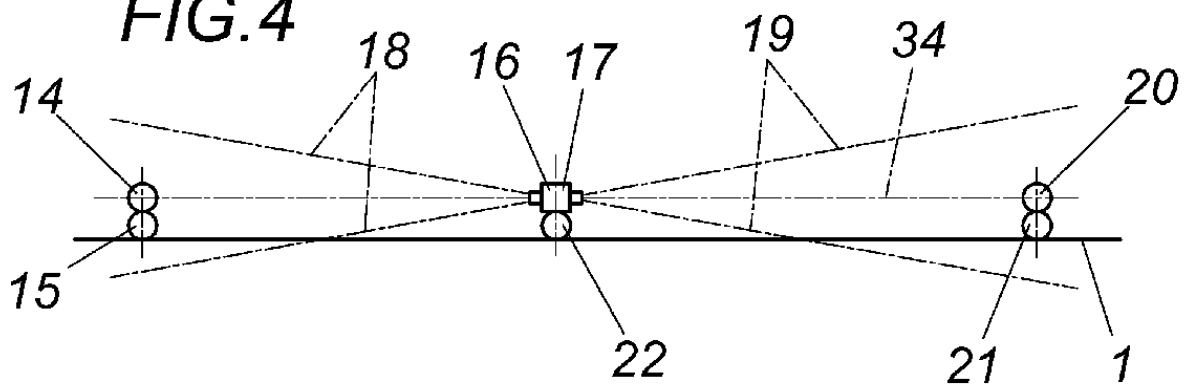


FIG.5

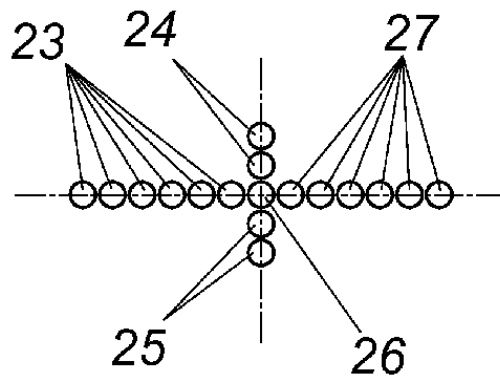


FIG.6

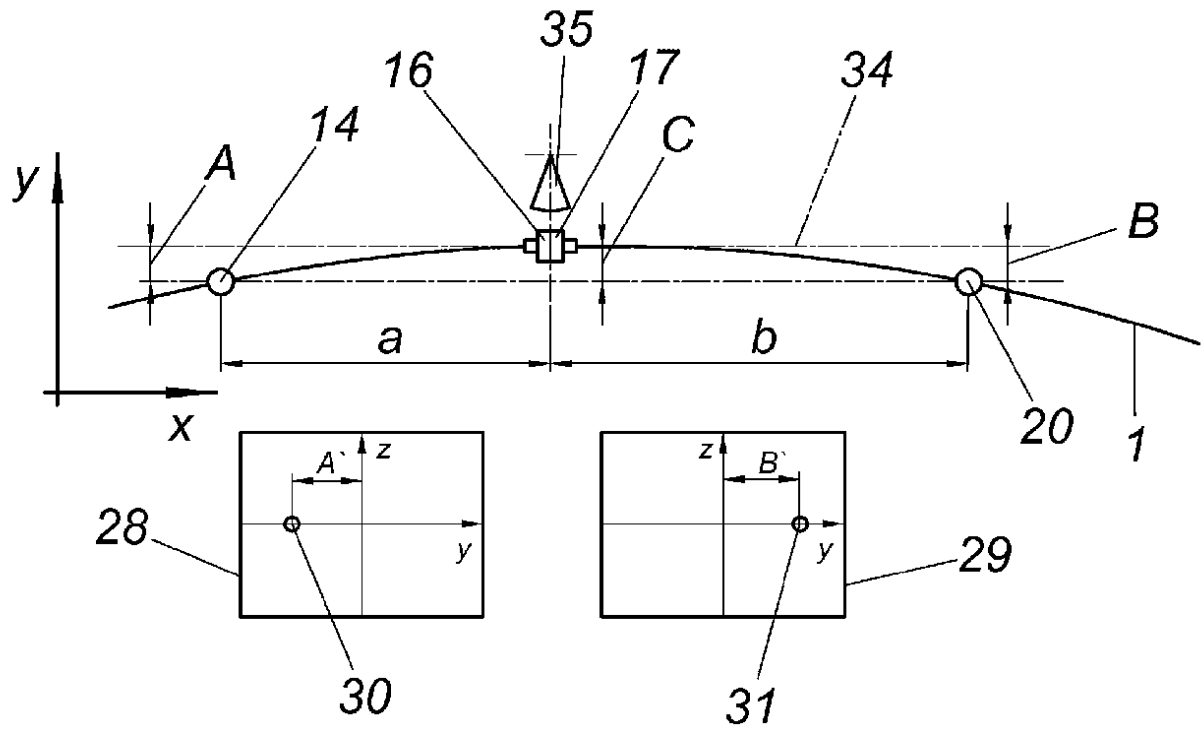


FIG.7

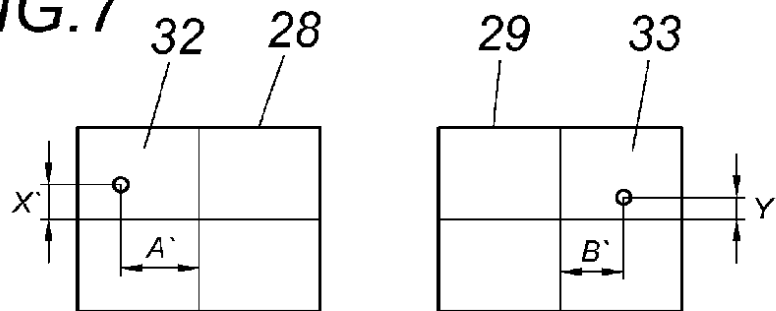


FIG.8

