

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 595 230**

51 Int. Cl.:

G01N 29/04 (2006.01)

G01N 29/07 (2006.01)

G01N 29/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.01.2006 E 10175825 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.08.2016 EP 2273259**

54 Título: **Método y aparato para detectar defectos en una cabeza de carril**

30 Prioridad:

17.02.2005 NL 1028325

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

28.12.2016

73 Titular/es:

SONIMEX B.V. (100.0%)

Lingewei 11

4004 LK Tiel

72 Inventor/es:

BESTEBREURTJE, PIETER

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 595 230 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

Método y aparato para detectar defectos en una cabeza de carril

La invención se relaciona con un método para detectar defectos en una cabeza de carril, cuya cabeza de carril se proporciona con un costado superior.

5 Un método de modo de transmisión, se conoce del documento WO 82/03920. Las figuras 1 a 3 de esta publicación internacional muestran cómo se transmite la radiación ultrasónica en la cabeza de carril por los transductores 75_{1c} y 75_{2c} y se recibe de nuevo fuera de la cabeza de carril después de reflexión en la cabeza de carril. Aquí, la radiación atraviesa una ruta 40 de transmisión, que se extiende en una dirección longitudinal del carril.

10 Adicionalmente, el documento WO82/03920 describe que se puede proporcionar una primera serie de transductores, en una primera rueda, para transmitir energía ultrasónica en la cabeza de carril en rutas paralelas en un primer ángulo, y la segunda serie de transductores que, medidas longitudinalmente, se disponen a lo largo del carril a una distancia de la primera serie, en una segunda rueda, para recibir energía.

Una ventaja de este método es que una cabeza de carril puede ser revisada para detectar defectos, por ejemplo, defectos y/o grietas de una manera no destructiva.

15 Una desventaja del método conocido es que las rutas de transmisión son relativamente largas. Como resultado, el método conocido es relativamente susceptible a la interferencia. Por lo tanto, en muchos casos, no se sabe exactamente lo que provoca un cambio detectado o interferencia de la radiación ultrasónica transmitida en el carril, por ejemplo qué tipo de defecto ha sido detectado por medio de radiación. Adicionalmente, el método conocido es, en particular, no muy adecuado para la detección de defectos longitudinales sustancialmente verticales en la cabeza de carril.

20 En el documento WO82/03920, se propone detectar defectos longitudinales de carril vertical (conocidos como "cabezas de hendidura vertical") por medio de transductores que transmiten radiación ultrasónica en una "ruta Z" a través de la cabeza de carril. Es un objeto del documento WO82/03920 detectar dichos defectos en prácticamente cada plano vertical de la cabeza de carril. Un inconveniente de dichas rutas de transmisión en forma de Z es que también son relativamente largas y por lo tanto dan como resultado una medición que es relativamente susceptible a interferencia. Adicionalmente, cuando se atraviesa una ruta Z, la radiación se refleja en la cabeza de carril varias veces, en los costados longitudinales y costado inferior de la cabeza de carril, que puede provocar interferencia adicional y dispersión de señal.

25 Adicionalmente, de la patente americana US 3,215,220, se conoce la detección de defectos transversales de cabeza de carril al utilizar ondas de corte. Este método es particularmente sensible a daños de superficies de la cabeza de carril, y por lo tanto no es adecuado para detectar defectos justo debajo de la superficie del carril, en la cabeza de carril.

30 La patente americana US 4,700,574 también se relaciona con la detección de defectos transversales, con transductores dispuestos centralmente en el carril, y la transmisión de señales ultrasónicas en el carril de una manera inclinada hacia abajo, y en una dirección longitudinal del carril. Aquí, el ángulo entre el plano central longitudinal del carril y una proyección horizontal del haz es $\alpha_1 = 20^\circ$, y mientras que el ángulo entre el plano central vertical del carril y una proyección vertical del haz es $\alpha_2 = 70^\circ$. Este método utiliza mediciones en modo eco.

El documento EP1447661 describe un método y aparato para inspeccionar y moler en molinos de rodillos.

La presente invención contempla una mejora de un método para detectar defectos en una cabeza de carril.

35 En un aspecto de la invención, un método para detectar defectos en una cabeza de carril, cuya cabeza de carril se proporciona con un costado superior, se caracteriza porque por lo menos una señal de sonido longitudinal ultrasónica se transmite en la cabeza de carril a través de este costado superior de cabeza, de tal manera que por lo menos una parte de la señal de sonido longitudinal se puede propagar a través de la cabeza de carril como una onda de arrastre cercana al costado superior de cabeza, mientras que por lo menos se detectan partes de la onda de arrastre que se han reflejado detrás de la cabeza de carril y salen del costado superior de cabeza.

40 Se encuentra que, de esta forma, también se pueden detectar los defectos transversales, que se ubican cerca de la superficie superior del carril en la cabeza de carril. La onda de arrastre se puede propagar en una dirección que es sustancialmente paralela a la dirección longitudinal del carril y que es sustancialmente paralela al costado superior de cabeza mencionado. En particular, esta onda de arrastre se puede propagar automáticamente paralela a la superficie de carril, y se encuentra de forma sorprendente que se interrumpe poco mediante, por ejemplo, abolladuras u otros daños de la superficie de carril. La onda de arrastre se propaga justo debajo de la superficie de carril. Por lo tanto, la onda de arrastre no se debe confundir con una onda de superficie, que solo está presente en la superficie. Adicionalmente a la

5 onda de arrastre, aquí, también se pueden transmitir otras señales de sonido longitudinales a través de la cabeza de carril, en diversos ángulos, para el propósito de detección de defectos transversales. Para esto, por ejemplo, se pueden utilizar diversas fuentes de sonido. Adicionalmente, una señal desde una fuente de sonido, por ejemplo, puede divergir, en particular cuando la fuente de sonido comprende un transductor con un cristal relativamente pequeño. En ese caso, una parte del sonido divergente puede formar la onda de arrastre mencionada que se propaga paralela al costado superior de la cabeza de carril, mientras que otra parte del sonido se mueve lejos del costado superior de la cabeza de carril. El presente método, por ejemplo, puede utilizar uno o más transductores, que, por ejemplo, operan en un único modo y/o modo doble (es decir modo de transmisión).

10 Aquí, se observa que el término longitudinal en "sonido longitudinal" no se relaciona directamente con la dirección longitudinal del carril, pero en el modo del sonido. Con sonido longitudinal, la onda de sonido de las señales de sonido es una onda longitudinal; aquí, la señal se propaga a través de las vibraciones, que son longitudinales a la dirección de movimiento de la onda. Otro modo de sonido es, por ejemplo, el modo transversal, donde el sonido se forma por ondas de corte.

15 Adicionalmente, la invención proporciona un aparato para detectar defectos en una cabeza de carril. Dicho aparato se conoce per se del documento WO82/03920.

20 De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un aparato para detectar defectos en una cabeza de carril del carril, caracterizado porque el aparato se proporciona con por lo menos una fuente de sonido que se dispone para transmitir por lo menos una señal de sonido longitudinal ultrasónica en la cabeza de carril a través del costado superior de cabeza mencionado, de tal manera que por lo menos una parte de la señal de sonido longitudinal se propaga a través de la cabeza de carril como una onda de arrastre cercana al costado superior de cabeza.

De esta manera, los defectos transversales sustancialmente verticales de la cabeza de carril, que se extienden sustancialmente transversales a la dirección longitudinal del carril, parece que también son capaces de detectarse en una forma sorprendentemente fiable.

25 Se describen elaboraciones de la invención adicionales en las subreivindicaciones. La invención ahora se explicará en más detalle sobre la base de una realización de ejemplo y con referencia a los dibujos, en los que:

La Figura 1 muestra una vista en elevación lateral esquemática de una realización de ejemplo de la invención, donde se muestran esquemáticamente las rutas de transmisión de las señales ultrasónicas;

La Figura 2 muestra una vista de plano superior esquemática de la vista en elevación lateral mostrada en la Figura 1

La Figura 3 muestra una vista en sección transversal esquemática sobre la línea III-III de la Figura 1

30 La Figura 4 muestra una vista en sección transversal esquemática sobre la línea IV-IV de la Figura 1

La Figura 5 muestra una vista en sección transversal esquemática sobre la línea V-V de la Figura 1

La Figura 6 muestra una vista en sección transversal esquemática sobre la línea VI-VI de la Figura 1, donde el quinto transductor opera como un transmisor y el sexto transductor como un receptor; y

35 La Figura 7 muestra una vista similar a la Figura 6, donde el sexto transductor opera como un transmisor y el quinto transductor como un receptor.

40 A menos que se indique expresamente lo contrario, en esta solicitud, "alrededor de", "aproximadamente", "sustancialmente" o términos similares significan, por lo menos, un valor que se desvía más del 20% y menos del 20% del valor respectivo dado. En particular, a menos que se indique expresamente lo contrario, en esta solicitud, "alrededor de", "aproximadamente", "sustancialmente" o términos similares significan, por lo menos, un valor que se desvía más y menos del 10% del valor respectivo dado. Más en particular, a menos que se especifique lo contrario, en esta solicitud, "alrededor de", "aproximadamente", "sustancialmente" o términos similares se entienden que significan, por lo menos, un valor que se desvía más y menos del 1% del valor respectivo dado. En la presente solicitud, las mismas o medidas correspondientes se designan con iguales o correspondientes símbolos de referencia.

45 Las Figuras 1 y 2 muestran esquemáticamente una realización de ejemplo de un aparato de acuerdo con la invención. La realización de ejemplo comprende un aparato U de medición, mostrado esquemáticamente por líneas discontinuas, que es móvil alrededor de un costado T superior de una cabeza 1 de carril de un carril R. El carril R es particularmente un carril para trenes. La dirección de movimiento del aparato U de medición, del cual se designa una dirección por la flecha K, es paralela a una dirección longitudinal L del carril R.

Se puede diseñar en sí mismo el aparato U de medición de diversas maneras conocidas en la práctica, y comprenden, por ejemplo, un tren de medición, o una parte del mismo, un aparato que se puede mover manualmente sobre el carril, y/o similares. El aparato U puede, por ejemplo, comprender una o más sondas de rodillos (como se muestra en el documento WO82/03920), pero eso no es necesario.

- 5 El aparato U de medición se proporciona con una serie de transductores 31, 32, 31', 32', 33, 34, 35, 36, 37, 38 que se disponen para introducir señales ultrasónicas en la cabeza 1 de carril y para recoger ecos y/o señales reflejadas procedentes de esas señales. Alternativamente, por ejemplo, se pueden utilizar otras fuentes de sonido y/o detectores de sonido para generar y/o detectar señales ultrasónicas. Así, por ejemplo, se pueden utilizar fuentes de láser para generar señales ultrasónicas.
- 10 Durante el uso, los transductores 31-38 están en contacto con el costado T superior de la cabeza 1 de carril de una manera adecuada, por ejemplo, directa o indirectamente, a través de un líquido, a través del aire o de una manera diferente. Los transductores, por ejemplo, se conectan a un control 8 (que sólo se muestra esquemáticamente en la Figura 1). El control 8, por ejemplo, se dispone para controlar los transductores y/o señales de procesamiento recibidas por los transductores. El control 8, por ejemplo, se puede disponer para distinguir las señales de sonido transversales detectadas por los transductores de señales de sonido longitudinales detectadas. El control 8, por ejemplo, se dispone para determinar, sobre la base de señales ultrasónicas detectadas por los transductores, si, y en donde se ubican cualesquier defectos, grietas, desperfectos u otras irregularidades en el objeto, y para determinar qué tipo de defectos están involucrados. La realización de ejemplo, por ejemplo, se puede proporcionar con uno o más programas de control, que están provistos de códigos de programa que hacen el control 8 por lo menos adecuado para llevar a cabo un método de acuerdo con la invención, por lo menos después que se ha cargado el control 8 con el programa de control.
- 15
- 20

Como las Figuras 1 a 3 muestran esquemáticamente, la cabeza 1 de carril se proporciona con un costado T superior, un costado B inferior y costados S longitudinales que se extienden entre el costado T superior y el costado B inferior. Luego, se extiende un centro central de la parte C de la cabeza 1 de carril, un patín vertical F (también llamado alma de carril) del carril R, cuyo patín F se proporciona con una base de carril G en el extremo remoto de la cabeza 1 de carril. El costado B inferior de cabeza mencionado se divide en dos partes del costado lateral B(1), B(2) por el patín vertical F (véase Figura 3). En particular, el carril R comprende una sección de carril estándar, simétrica, mientras que una extensión del costado B inferior de la cabeza de carril y una extensión del costado superior de la cabeza de carril T, vistos en una dirección lejos de la parte C de cabeza de carril central, incluyen un ángulo ϕ que es de aproximadamente 20° (véase Figura 3). Esta parte C de cabeza de carril central, en particular, se forma sustancialmente por la parte de la cabeza de carril que se extiende entre el costado superior de la cabeza de carril T y el alma del carril F.

25

30

Como las Figuras 1 y 2 muestran, la realización de ejemplo se proporciona con un primer transductor 31 ultrasónico para transmitir una primera señal 10 en la cabeza 1 de carril, a través del costado superior de la cabeza de carril T. La primera señal 10 puede, por ejemplo, comprender una señal transversal de sonido y/o una señal de sonido longitudinal, por lo menos cuando atraviesa la cabeza 1 de carril. La realización de ejemplo se proporciona adicionalmente con un segundo transductor 32 ultrasónico para recibir por lo menos una parte de la primera señal 10 mencionada desde la cabeza 1 de carril de nuevo. Como muestran las Figuras, el primer y segundo transductor 31, 32 están, por ejemplo, cada uno dispuesto a lo largo de un plano transversal virtual del aparato U. Este plano transversal se extiende sustancialmente en ángulos rectos con respecto a la dirección de movimiento K, es operativamente sustancialmente paralelo a un plano transversal virtual V del carril R (véanse Figuras 1 y 2), y de acuerdo con lo anterior intersecta el carril R sustancialmente en ángulo recto. Este plano transversal virtual del aparato U, a lo largo del cual se pueden disponer los transductores 31, 32, puede, por ejemplo, incluir ángulos de aproximadamente 90° con lados externos del carril R. La realización de ejemplo se dispone en particular para la detección de defectos por medio de mediciones de modo de transmisión.

35

40

Como la figura 3 muestra, el primer transductor 31 ultrasónico preferiblemente se ha colocado operativamente preferiblemente en dicha respectiva primera posición de transmisión/recepción ya que un respectivo primer dispositivo de transmisión/recepción se extiende sustancialmente transversal a una dirección longitudinal del carril, y se dirige un poco lejos de la parte C de cabeza de carril central. El segundo transductor 32 ultrasónico preferiblemente se ha colocado en dicha respectiva segunda posición de transmisión/recepción ya que un dispositivo de transmisión/recepción se extiende sustancialmente transversal a una dirección longitudinal del carril, y se dirige ligeramente hacia la parte C de la cabeza de carril central. Cada transductor 31, 32, por ejemplo se puede disponer de manera que sea capaz de ser llevado o movido entre diferentes posiciones, por ejemplo entre las posiciones de posicionamiento adecuadas, mientras que una de las posiciones de posicionamiento es, por ejemplo, sustancialmente idéntica a una posición de transmisión/recepción de detección de defectos mostrada en la Figura 3. En esta posición de posicionamiento, los transductores 31, 32, por ejemplo, se pueden utilizar en un método para el posicionamiento de por lo menos una parte del aparato U de medición, tal como los transductores en sí mismos, con respecto a una línea central o plano W longitudinal central, del carril.

45

50

55

De esta manera, el primer y segundo transductor 31, 32 pueden, por ejemplo, llevar a cabo una detección de defectos del carril, en el que la primera señal 10 atraviesa la cabeza 1 de carril solo sustancialmente en las direcciones transversales del carril y se extiende en un plano de transmisión que incluye, por ejemplo, un ángulo relativamente pequeño con un plano transversal virtual mencionado anteriormente del carril, por ejemplo un ángulo que está en el

rango de aproximadamente -10° a aproximadamente 10° . Este plano de transmisión puede intersectar el carril R, por ejemplo, sustancialmente de forma transversal.

El primer y segundo transductor 31, 32 se disponen preferiblemente al lado o cerca uno del otro, por ejemplo a una distancia que es más corta que el ancho de la cabeza 1 de carril (véase Figuras 2 y 3).

5 En particular, el primer transductor se puede llevar operativamente en dicha posición que cada primera señal 10 transmitida por el primer transductor 31:

- entra en la cabeza 1 de carril a través del costado T superior de cabeza;

- solo se refleja una vez por el costado B inferior de la cabeza de carril, y no por un costado longitudinal S de la cabeza 1 de carril;

10 - alcanza por lo menos una parte M de la cabeza de carril sustancialmente central; y

- puede salir de la cabeza 1 de carril a través del costado T superior de cabeza;

Mientras que el segundo transductor 32 mencionado se dispone para detectar las primeras señales 10 ultrasónicas que salen del costado T superior de la cabeza. Esto se explicará con más detalle a continuación con referencia a la Figura 3.

15 Como las Figuras 1, 2 y 4 muestran, se puede proporcionar adicionalmente el aparato U con transductores 31', 32', que están ligeramente desplazados en posición con respecto al primer y segundo transductores 31, 32. La operación de estos transductores 31', 32' se discute a continuación con referencia a la Figura 4.

Adicionalmente, la realización de ejemplo se proporciona con un tercer transductor 33 ultrasónico y un cuarto transductor 34 ultrasónico que operativamente se puede poner en dicha posición de transmisión respectiva y posición de recepción ya que un dispositivo de transmisión respectiva y dirección de recepción respectiva cada uno se extiende sustancialmente transversal a una dirección longitudinal L del carril, y se dirigen a una parte C de la cabeza de carril central (véase también Figura 5). El tercer y cuarto transductor 33, 34 también preferiblemente se disponen cada uno a lo largo de un plano transversal virtual de la dirección de movimiento K mencionada. Adicionalmente, el tercer y cuarto transductor 33, 34 se disponen operativamente preferiblemente al lado o cerca uno del otro, por ejemplo también a una distancia que es más corta que el ancho de la cabeza 1 de carril. El tercero y cuarto transductor 33, 34, en particular, cada uno se dispone para transmitir señales de sonido longitudinales a través de la cabeza 1 de carril y la recibir señales ultrasónicas procedentes de la cabeza 1 de carril, respectivamente.

30 Cabe señalar que, adicionalmente, las señales de sonido transversales se pueden propagar a través de la cabeza 1 de carril durante el uso del tercer o cuarto transductor 33, 34, bajo la influencia de ese transductor 33, 34; sin embargo, estas señales de sonido transversales no se muestran en la Figura 5. Cualesquier señales transversales se pueden distinguir fácilmente de las señales de sonido longitudinales, por ejemplo de forma automática y/o por el control 8. En primer lugar, se puede conseguir dicha distinción de forma automática en que el sonido transversal - que proviene de una misma fuente de sonido como una señal de sonido longitudinal mencionada anteriormente - no sale o apenas sale de la cabeza 1 de carril, o en diferentes ángulos. Se puede lograr una distinción adicional mediante el control 8, utilizando el hecho de que las señales de sonido longitudinales saldrán de la cabeza 1 de carril mucho antes que cualquier señal de sonido transversal correspondiente, debido a las diferentes velocidades del sonido. El control 8, por ejemplo, cada vez - después de la transmisión de una señal de sonido por la fuente 33 - puede determinar un tiempo de medición relativamente corto, del que ya se conoce que las señales de sonido más rápidas longitudinales pueden alcanzar al detector 34 dentro de ese período de medición. Las señales que son recibidas por el detector 34 fuera del período de medición, por ejemplo señales de sonido transversales más lentas, luego se pueden proyectar por el control 8. Cualesquier señales de sonido transversales se dejarán sustancialmente fuera de consideración en la discusión de la Figura 5.

45 Con el tercer y cuarto transductor 33, 34, por ejemplo, se pueden llevar a cabo mediciones de verificación, para verificar las mediciones llevadas a cabo por el primer y segundo transductor. Por otra parte, el tercer y cuarto transductor 33, 34 pueden, por ejemplo, ser utilizados de forma independiente del primer y segundo transductor 31, 32. Adicionalmente, a la inversa, el primer y segundo transductor 31, 32 se pueden utilizar para llevar a cabo mediciones de verificación, para verificar las mediciones llevadas a cabo por el tercer y cuarto transductor.

Adicionalmente, la realización de ejemplo se proporciona con un quinto transductor 35 dispuesto para transmitir por lo menos una segunda señal 20 ultrasónica a la cabeza 1 de carril, a través del costado T superior de cabeza mencionado, en un ángulo particular, sustancialmente paralelo al costado T superior de cabeza mencionado, de tal manera que por lo menos una parte de la segunda señal ultrasónica se puede propagar operativamente a través de la cabeza de carril como una onda de arrastre cercana al costado T superior de cabeza. Para este fin, la segunda señal 20 comprende sonido longitudinal, en oposición al sonido transversal (onda de corte) descrito en el documento 3,251,220. El aparato

adicionalmente se puede proporcionar con un sexto transductor 36 dispuesto para transmitir señales de sonido longitudinales en la cabeza 1 de carril en un ángulo ligeramente pequeño, y por ejemplo con un octavo transductor 38 para transmitir señales de sonido longitudinales en la cabeza 1 de carril en aún ángulos más pequeños. Adicionalmente, el quinto, sexto y octavo transductores 35, 36, 38, por ejemplo, son cada uno adecuados para detectar sonido ultrasónico que sale operativamente del costado T superior de cabeza.

El quinto y sexto transductor 35, 36, por ejemplo, se pueden utilizar de forma independiente del primer, segundo, tercer y cuarto transductor 31 a 34, o, por el contrario, en combinación con el mismo, para detectar defectos en la cabeza 1 de carril.

Las Figuras 1 y 2 muestran adicionalmente el uso de uno o más séptimos transductores 37 que se disponen cada uno para la transmisión de por lo menos otra segunda señal 20" en la cabeza 1 de carril sustancialmente en un carril de dirección longitudinal opuesta, para formar una onda de arrastre. Esta otra señal 20" también comprende sonido longitudinal. Por lo menos un séptimo transductor 37, por ejemplo, se puede utilizar en lugar del quinto, sexto y/o octavo transductor mencionado, o en combinación con el quinto, sexto y/o octavo transductor, por ejemplo para detectar defectos que se extienden en diferentes direcciones y/o cuando la realización de ejemplo se mueve operativamente en una dirección opuesta con respecto al carril R. Adicionalmente, por lo menos un séptimo transductor 37 puede, por ejemplo, llevar a cabo una medición de verificación con respecto a las mediciones realizadas por el quinto, sexto y/o octavo transductor, o viceversa.

Como la Figura 1 muestra, los diferentes pares de transductores mencionados se disponen cada uno a distancias longitudinales adecuadas entre sí, medidas en una dirección longitudinal del carril, de modo que los pares de transductores pueden probar sucesivamente una misma parte del carril para detectar defectos cuando el aparato U se mueve sobre la parte del carril .

Durante el uso de la realización de ejemplo, la cabeza 1 de carril del carril R se prueba para detectar defectos, por ejemplo grietas, por el aparato U. Aquí, el aparato U se puede mover a una velocidad deseada con respecto al carril R en la dirección de movimiento K mostrada, o en una dirección opuesta.

Como las Figuras 1 a 3 muestran, por lo menos una primera señal 10 ultrasónica se transmite de forma operativa a la cabeza 1 de carril a través del costado T superior de cabeza mencionado, por ejemplo, por el primer transductor 31. La Figura 3 muestra cómo la primera señal 10 se transmite a la cabeza 1 de carril por el primer transductor 31, en una dirección dirigida ligeramente lejos de la parte C del carril central y hacia el costado B inferior de la cabeza de carril, con el fin de luego ser reflejada por el costado B inferior de la cabeza de carril hacia la parte C de la cabeza de carril central. La señal 10 transmitida de este modo atraviesa un ruta 9 de transmisión 9, que comprende una parte 9a de ruta anterior aún no reflejada en la cabeza de carril, que se extiende desde el costado T superior de la cabeza de carril hasta un costado B inferior de la cabeza de carril, sustancialmente fuera de la parte C de cabeza de carril central, y una parte 9b de ruta posterior que se ha reflejado en la cabeza de carril, que se extiende el costado B inferior de la cabeza de carril B a través de la parte C la cabeza de carril central hasta la cabeza en el costado T. La ruta 9 se extiende en un plano de transmisión virtual mencionado anteriormente, cuyo plano de transmisión se extiende sustancialmente transversal a la dirección longitudinal L del carril R.

Como la figura 3 muestra claramente, cuando la primera señal 10 atraviesa la ruta 9 de transmisión, sólo se refleja una vez por el costado B inferior de la cabeza de carril, y no por un costado longitudinal S de la cabeza de carril. Aquí, una parte 9b de ruta reflejada de esta primera señal 10 se dirige hacia la parte C de la cabeza de carril central. Después de la primera señal 10 ha salido del costado T superior de cabeza, la señal 10, o una parte de la misma, se puede detectar por el segundo transductor 32.

En un aspecto de la invención, una parte 9a de señal aún no reflejada y la normal n1 del costado T superior de cabeza de carril mencionado incluyen un ángulo β de salida, que es menor que el ángulo ϕ incluido por una extensión del costado B inferior de la cabeza de carril y el costado T superior de cabeza de carril. Esta parte 9a de señal aún no reflejada es la parte de señal, en la cabeza 1 de carril, que aún no ha llegado al costado B inferior de cabeza 1 de carril. Esto parte 9a de señal aún no reflejada y la normal n1 del costado T superior de cabeza de carril mencionado puede, por ejemplo, incluir un ángulo β de salida que es menor de aproximadamente 20°. Un ángulo β de salida mencionado anteriormente puede, por ejemplo, ser aproximadamente la mitad del ángulo ϕ mencionado, que se incluye por una extensión del costado B inferior de cabeza de carril y una extensión del costado T superior de la cabeza de carril, por ejemplo aproximadamente 10°. Se ha encontrado que, con este ángulo de salida, se pueden obtener particularmente buenos resultados, en particular, con un carril que se proporciona con una sección de carril estándar. Aquí, la primera señal 10 atraviesa la parte C central de la cabeza de carril para probar sólo una vez, y cubrir una distancia particularmente corta. Adicionalmente, de esta manera, la primera señal 10 puede relativamente simplemente ser introducida en la cabeza 1 de carril, a través del costado superior del carril.

Alternativamente, la ruta 9 de transmisión se atraviesa por una primera señal 10 en orden inverso, mientras que el segundo transductor 32 se utiliza como un transmisor y el primer transductor 31 como receptor. En ese caso, la primera señal 10 se transmite desde el costado T superior de cabeza de carril a la parte C de cabeza de carril parte central, para

luego ser capaz de alcanzar el costado B inferior de la cabeza de carril con el propósito de reflexión. Una parte de señal aún no reflejada de la primera señal 10 y una normal n2 de este costado T superior de cabeza de carril luego, por ejemplo, puede incluir un ángulo β' de salida que es ligeramente mayor que el ángulo ϕ incluido por una extensión del costado B inferior de la cabeza de carril y una extensión del costado T superior de la cabeza de carril. Este último ángulo β' de salida, por ejemplo, puede comprender aproximadamente 30° , u otro ángulo adecuado (véase Figura 3).

Como la figura 3 muestra, un defecto 6 longitudinal de la cabeza de carril sustancialmente, que se extienden en una dirección longitudinal del carril, será capaz llevar a cabo una interferencia de la transmisión de la primera señal 10 ultrasónica, que puede dar lugar a la señal detectada por el segundo (o, alternativamente, primer) transductor total o parcialmente que cae fuera. De esta manera, dichos defectos se pueden detectar con precisión. La precisión de la detección de defectos es relativamente alta, porque la primera señal 10 sólo tiene que cubrir una distancia relativamente corta a través de la cabeza 1 de carril, y porque, adicionalmente, la primera señal sólo se refleja una vez en un costado de la cabeza de carril, es decir, sobre el costado B inferior de la cabeza de carril.

Preferiblemente, adicionalmente, las mediciones de verificación se llevan a cabo, por ejemplo por medio de los transductores 31', 32', cuyas posiciones se desplazan ligeramente en una dirección transversal horizontal X con respecto al primer y segundo transductor 31, 32 mencionados, como se muestra en la Figura 4. Las señales 10' transmitidas y recibidas por estos transductores 31', 32' desplazados atraviesan rutas 9' de transmisión correspondientes, de modo que, con el mismo, una parte C ligeramente diferente de la cabeza de carril central se puede probar para detectar defectos, por ejemplo, para verificar una detección de defectos realizada por el primer y segundo transductor 31, 32 por medio de señales 10 principales. Adicionalmente, estos transductores 31', 32', cuyas posiciones ligeramente diferentes de las del primer y segundo transductor 31, 32, pueden, por ejemplo, ser utilizado para probar otra parte C de la parte C de cabeza de carril central para detectar defectos, y/o una parte de la cabeza de carril que se encuentra justo al lado de la parte C central, manteniendo al mismo tiempo las ventajas mencionadas.

La figura 5 muestra un método diferente para la detección de defectos en la parte central de la cabeza 1 de carril, cuyo método es, por ejemplo, adecuado para la verificación de una detección de defectos realizada por el primer y segundo transductor 31, 32 mencionados. El método mostrado en la Figura 5 puede, adicionalmente, por ejemplo, ser independiente del primer y segundo transductor 31, 32. Como la figura 5 muestra, para tal fin, por el tercer transductor 33 mencionado, una primera señal 10" de sonido longitudinal se transmite en la cabeza 1 de carril, hacia la parte C de cabeza central. En un aspecto de la invención, la parte aún no reflejada de esa primera señal 10" de sonido longitudinal y una normal n3 del costado T superior de cabeza de carril incluyen un ángulo γ de salida que es preferiblemente de aproximadamente 30° . Se ha encontrado que dicho ángulo de salida γ produce sorprendentemente buenos y confiables resultados. Si, en este caso, no se presenta defecto vertical longitudinal en la parte C de la cabeza de carril central, la primera señal 10" de sonido longitudinal puede, por ejemplo, llegar al costado B inferior de la cabeza con el fin de ser reflejada, por ejemplo de tal manera que la señal reflejada parte, por ejemplo, se puede detectar por el primer transductor. En ese caso, tomará un cierto tiempo antes de que la transmisión de la señal 10" haya alcanzado el cuarto transductor después de transmisión. Cuando se presenta un defecto 6, entonces por lo menos una parte de la primera señal d 10" e verificación se puede reflejar y/o convertir por el defecto 6 y transmitirse hacia el cuarto transductor 34, que puede resultar en, por ejemplo, un periodo de transmisión más corto fácilmente detectable mencionado anteriormente.

Por otra parte, la señal de sonido longitudinal mencionada puede ser reflejada por el costado B inferior de la cabeza de carril mencionado de modo que la parte de señal reflejada sale de la cabeza 1 de carril a una distancia de la parte C de carril central mencionada, por ejemplo de tal manera que la señal sustancialmente no es recibida por el transductor/detector 34. Esto se muestra esquemáticamente en la Figura 5. En ese caso, la detección de una señal 10" de salida es una buena indicación de que un defecto 6 longitudinal vertical está presente en ese lugar en la cabeza 1 de carril. Luego, el cuarto transductor 34 que no recibe sonido ultrasónico es una indicación de que no se presenta el defecto vertical longitudinal.

Como se mencionó anteriormente, cualquier señal transversal que se produce puede ser fácilmente operativamente distinguida de las señales 10" de sonido longitudinales, por ejemplo automáticamente, al igual que como resultado de los ángulos de salida de las señales, y/o por el control 8.

Los datos de medición obtenidos por el tercero y cuarto transductor 33, 34, por ejemplo, se pueden combinar con datos de medición del primer y segundo transductor 31, 32 para complementarse entre sí, de modo que se puede lograr una detección óptima de los defectos 6 longitudinales verticales. Las señales 10 generadas y recibidas por el primer y segundo transductor 31, 32, por ejemplo, pueden comprender señales principales de detección, mientras que, las señales 10" utilizadas por el tercero y cuarto transductor 33, 34 sirven como señales de verificación. Por supuesto, estos pares de transductores 31, 32 y 33, 34 también se pueden utilizar en una función y/o orden inverso.

En un aspecto de la invención, el quinto y sexto transductor 35, 36 mencionados se utilizan para detectar defectos 16 transversales verticales. Como la figura 6 muestra, aquí, el quinto transductor 35 transmite por lo menos una segunda señal 20 ultrasónica de sonido longitudinal en la cabeza 1 de carril a través del costado T superior de cabeza mencionado sustancialmente paralelo al costado B inferior de cabeza, en la dirección de carril longitudinal, de manera

que por lo menos una parte de la segunda señal 20 de sonido ultrasónica longitudinal se puede propagar a través de la cabeza 1 de carril como una onda 21 de arrastre cerca del costado T superior de cabeza. Una parte señal aún no reflejada o convertida de la onda 21 de arrastre incluye un ángulo α_1 de salida con una normal n4 del costado superior de la cabeza de carril T de 90°. La onda 21 de arrastre se interrumpe poco por interferencias de la superficie del carril B.
 5 La onda 21 de arrastre puede ser incidente sobre un defecto 16 de carril transversal en ángulos sustancialmente rectos, con el fin de que, por ejemplo, se refleja de nuevo al sexto transductor 36 por el defecto 16 de carril.

Como la figura 6 muestra, el quinto transductor 35 puede, por ejemplo, transmitir terceras señales 22, 23 de sonido longitudinales en la cabeza de carril con ángulos α_1 de salida que son más pequeños de 90°. Dichas señales 22, 23 también luego se pueden reflejar por el defecto 16 vertical transversal y, por ejemplo - después de salir - ser detectadas por el sexto transductor 36. La salida de las últimas señales 22, 23 se muestra por la flecha 24 en la Figura 6.
 10

El quinto transductor 35 puede, por ejemplo, transmitir una señal 20 de sonido longitudinal divergente, de la cual determinadas partes pueden formar la onda 21 de arrastre mencionada y otras partes forman las terceras señales 22, 23 de sonido longitudinales mencionadas. Un eje principal O de dicha señal 20 divergente puede, por ejemplo, incluir un ángulo α_2 de salida con la normal n4 del costado T superior de cabeza de carril de aproximadamente 85°, o un ángulo diferente. Dicho quinto transductor 35 puede, por ejemplo, estar provisto de un cristal relativamente pequeño, en el que se proporciona una señal 20 que tiene una divergencia adecuada para la formación de ondas de arrastre, con el respectivo ángulo α_2 de salida. La divergencia de una señal 20 transmitida por el quinto transductor 35 se muestra por líneas discontinuas d en las Figuras 6 y 7.
 15

Preferiblemente, por lo menos dos segundas señales 20, 20' divergentes ultrasónicas diferentes se transmiten en el costado T superior de cabeza de carril en diferentes ángulos, véase Figuras 6 y 7. Por lo tanto, el sexto transductor 36 puede, por ejemplo, transmitir una segunda señal 20' divergente en la cabeza de carril, en un ángulo de incidencia ligeramente menor que aquel de la señal 20 transmitida por el quinto transductor 35, de tal manera que las partes 21', 22', 23' de dicha segunda señal 20' se pueden reflejar bajo la influencia de un defecto 16 transversal, y luego ser detectadas - después de salir - mediante, por ejemplo, el quinto transductor 35 y/o sexto transductor 36 mencionados.
 20 Un eje principal O' de dicha señal divergente, por ejemplo, puede incluir un ángulo α_2' de salida con la normal n4 del costado T superior de cabeza de carril de aproximadamente 70°, o un ángulo diferente.

La señal transmitida por el sexto transductor 36 preferiblemente también diverge de tal manera que resulta en ambas partes de la onda 21' de arrastre y partes 22' 23' de sonido longitudinal 'normal' en la cabeza 1 de carril (véase Figura 7). En ese caso, por ejemplo, las partes de la onda reflejadas se pueden detectar de nuevo por el quinto transductor 35, sexto transductor 36 u octavo transductor 38 (que se muestra en la Figura 7).
 25 30

Como las Figuras 6 y 7 muestran, adicionalmente, más transductores (uno de los cuales está designado por 38) se pueden disponer cerca del quinto y sexto transductor 35, 36 para transmitir señales de sonido longitudinales ultrasónicas en la cabeza 1 de carril y/o para recibir señales ultrasónicas reflejadas desde que la cabeza de nuevo.

Adicionalmente, cada vez, uno del transductor 35, 36 o 36, 38 puede transmitir una señal, de la que una parte reflejada en la cabeza 1 de carril se puede recibir por un transductor 36, 35 o 38, 36 cercano. Se encuentra que esto ofrece un método de detección particularmente confiable para la detección de defectos 16 transversales. Por otra parte, una señal transmitida por un transductor 35, 36, 37, 38, por ejemplo, se puede reflejar parcialmente de nuevo en ese transductor de nuevo por un defecto 16 transversal.
 35

En la realización de ejemplo de las Figuras 6 y 7, la detección de una señal ultrasónica que sale de la cabeza 1 de carril puede dar una buena indicación de que se presenta un defecto 16 vertical transversal en la cabeza 1 de carril. Debido a que las ondas 21, 21' de arrastre se utilizan con el mismo, adicionalmente, también se pueden detectar defectos transversales que son por lo general difíciles de detectar, que se encuentran justo debajo de la superficie del carril.
 40

Como se mencionó anteriormente, durante uso, además de, por ejemplo, un séptimo transductor 37 mencionado anteriormente se puede utilizar para transmitir por lo menos otra segunda señal 20" a la cabeza 1 de carril sustancialmente en una dirección longitudinal del carril opuesta para la formación de una onda de arrastre respectiva, por ejemplo cuando el aparato U de medición se mueve sobre el carril R en una dirección opuesta (véase Figura 2), y/o para detectar defectos que se extienden en direcciones particulares.
 45

Cabe decir que la invención no está limitada a la realización de ejemplo descrita. Son posibles varias modificaciones dentro del marco de la invención como se establece en las siguientes reivindicaciones.

Por lo tanto, los transductores mencionados y similares pueden cada uno ser diseñados y dispuestos de diferentes maneras. Los transductores pueden, por ejemplo, estar dispuestos en una o más formaciones de matriz, en la que diferentes transductores están, por ejemplo, dispuestos para transmitir y/o recibir señales en diferentes ángulos.
 50

Por ejemplo, se puede utilizar un transductor en un modo individual (transmisión o recepción), o en un modo doble (transmisión y recepción), que, por ejemplo, depende del diseño del transductor.

Adicionalmente, en lugar de transductores, por ejemplo, se pueden utilizar otros medios para generar y/o detectar señales ultrasónicas.

- 5 Adicionalmente, las señales ultrasónicas mencionadas pueden cada una en sí mismas mostrar una determinada forma de dispersión o divergencia de haces.

Reivindicaciones

- 5 1. Un método para detectar defectos transversales en una cabeza de carril, en el que la cabeza (1) de carril se proporciona con un costado superior (T), caracterizado porque por lo menos una señal (20) de sonido longitudinal ultrasónica se transmite en la cabeza (1) de carril a través de dicho costado superior de cabeza (T), de tal manera que por lo menos una parte de la señal (20) de sonido longitudinal se propaga a través de la cabeza de carril como una onda de arrastre cercana al costado superior de cabeza (T), en el que por lo menos se detectan partes de la onda de arrastre que se han reflejado detrás de la cabeza (1) de carril y salen del costado superior de cabeza (T).
- 10 2. Un método de acuerdo con reivindicación 1, en el que por lo menos dos diferentes señales (20, 20') de sonido longitudinal ultrasónicas se transmiten en el costado superior de la cabeza de carril (T) en diferentes ángulos.
- 15 3. Un método de acuerdo con reivindicación 1 o 2, en el que por lo menos una señal (20) de sonido longitudinal se transmite en la cabeza (1) de carril en una primera dirección longitudinal del carril para formar por lo menos una respectiva onda de arrastre, en el que por lo menos otra señal (20'') de sonido longitudinal se transmite en la cabeza de carril sustancialmente en una dirección longitudinal del carril opuesta para formar por lo menos una respectiva onda de arrastre.
- 20 4. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la onda (21) de arrastre incide sobre los defectos (16) en sustancialmente ángulos rectos, con el fin de ser reflejada de esta manera.
- 25 5. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que incluye transmitir una señal de sonido longitudinal divergente, de la cual ciertas partes forman la onda (21) de arrastre mencionada, y otras partes forman señales (22, 23) de sonido longitudinales, particularmente señales (22, 23) de sonido longitudinales con ángulos de salida que sean más pequeños de 90°.
- 30 6. Un aparato para detectar defectos en una cabeza de carril de un carril, configurado para llevar a cabo un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el aparato es móvil a través del costado superior (T) de la cabeza de carril, en una dirección particular de movimiento que es paralela a una dirección longitudinal del carril (L), en el que el aparato se proporciona con por lo menos una fuente (35, 36, 38) de sonido que se dispone para transmitir por lo menos una señal (20) de sonido longitudinal ultrasónica en la cabeza (1) de carril a través de dicho costado superior de cabeza (T), de tal manera que por lo menos una parte de la señal (20) de sonido longitudinal se propaga a través de la cabeza de carril como una onda de arrastre cercana al costado superior de cabeza (T), en el que el aparato se proporciona con por lo menos un detector (35, 36, 38) que se dispone para detectar señales ultrasónicas, en particular por lo menos partes de la onda de arrastre, que se han reflejado operativamente en la cabeza (1) de carril y salida del costado superior de cabeza (T).
- 35 7. Un aparato de acuerdo con reivindicación 6, proporcionado con por lo menos dos fuentes (35, 36, 38) de sonido para transmitir por lo menos dos diferentes señales (20, 20') de sonido longitudinal ultrasónicas en el costado superior de la cabeza de carril (T) en diferentes ángulos.
- 40 8. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 7, en el que el aparato se proporciona con por lo menos una fuente (35, 36, 38) de sonido que se dispone para transmitir por lo menos una dicha señal (20) de sonido longitudinal en la cabeza (1) de carril sustancialmente en una primera dirección longitudinal del carril para formar una respectiva onda de arrastre, en el que el aparato se proporciona con por lo menos otra fuente (37) de sonido que se dispone para transmitir por lo menos otra señal de sonido longitudinal en la cabeza (1) de carril sustancialmente en una dirección longitudinal del carril opuesta para formar una respectiva onda de arrastre.
- 45 9. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en el que durante operación, la onda de arrastre se propaga en una dirección que es sustancialmente paralela a la dirección longitudinal del carril y que es sustancialmente paralela al costado superior de cabeza (T), en el que la onda de arrastre se propaga automáticamente paralela a la superficie de carril, solo delante de la superficie de carril.
- 50 10. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, en el que la fuente (35) de sonido se configura para transmitir una señal de sonido longitudinal divergente, de la cual determinadas partes forman la onda (21) de arrastre mencionada, y otras partes forman señales (22, 23) de sonido longitudinales, particularmente señales (22, 23) de sonido longitudinales con ángulos de salida que sean más pequeños de 90°.
11. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, que comprende adicionalmente por lo menos una fuente (31, 32; 33, 34) de sonido que se puede poner operativamente en una posición tal que una primera señal (10) ultrasónica transmitida por la fuente (31, 32; 33, 34) de sonido:
 - ingresa a la cabeza (1) de carril a través del costado superior de cabeza (T);

ES 2 595 230 T3

- solo se refleja una vez por el costado inferior de la cabeza de carril (B), y no por un costado longitudinal (S) de la cabeza (1) de carril;
- alcanza por lo menos una parte de la cabeza de carril sustancialmente central (C); y
- sale la cabeza (1) de carril a través del costado superior de cabeza (T).

5

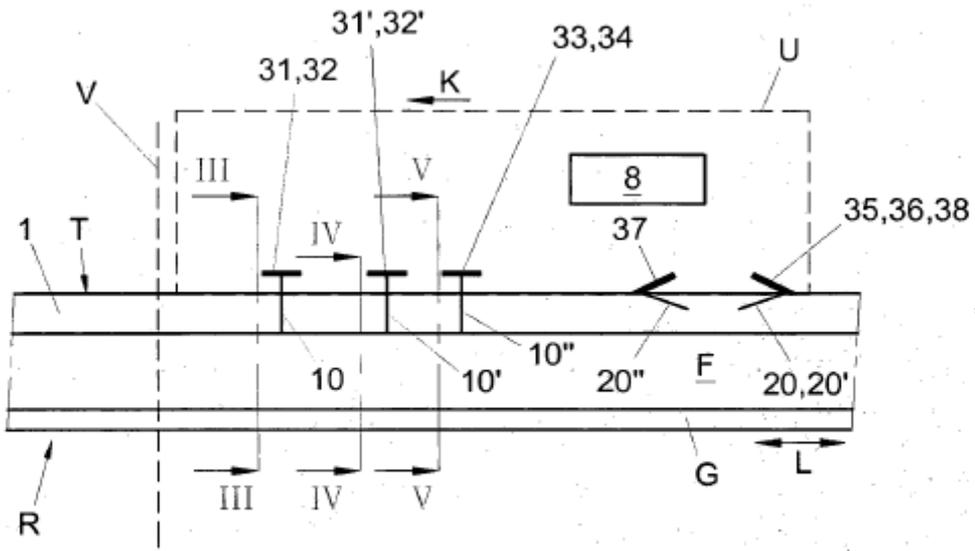


FIG. 1

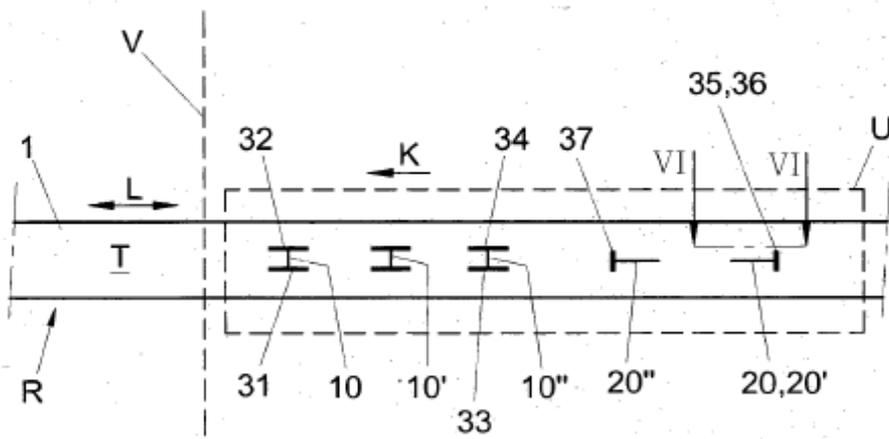


FIG. 2

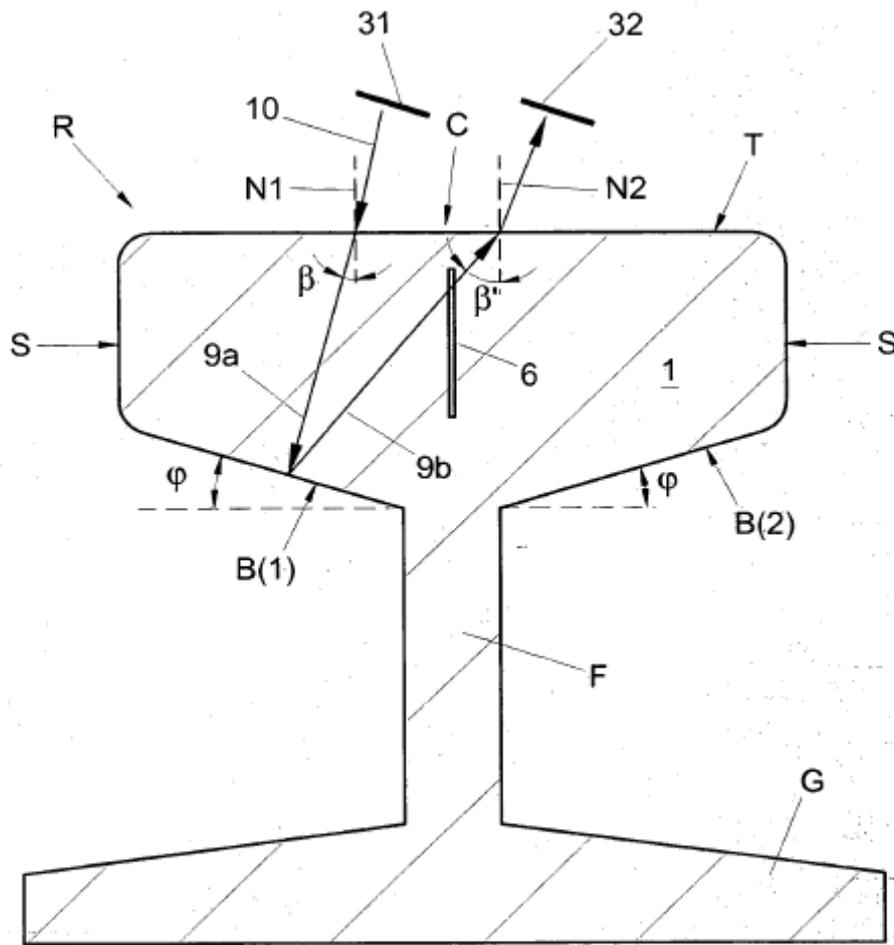


FIG. 3

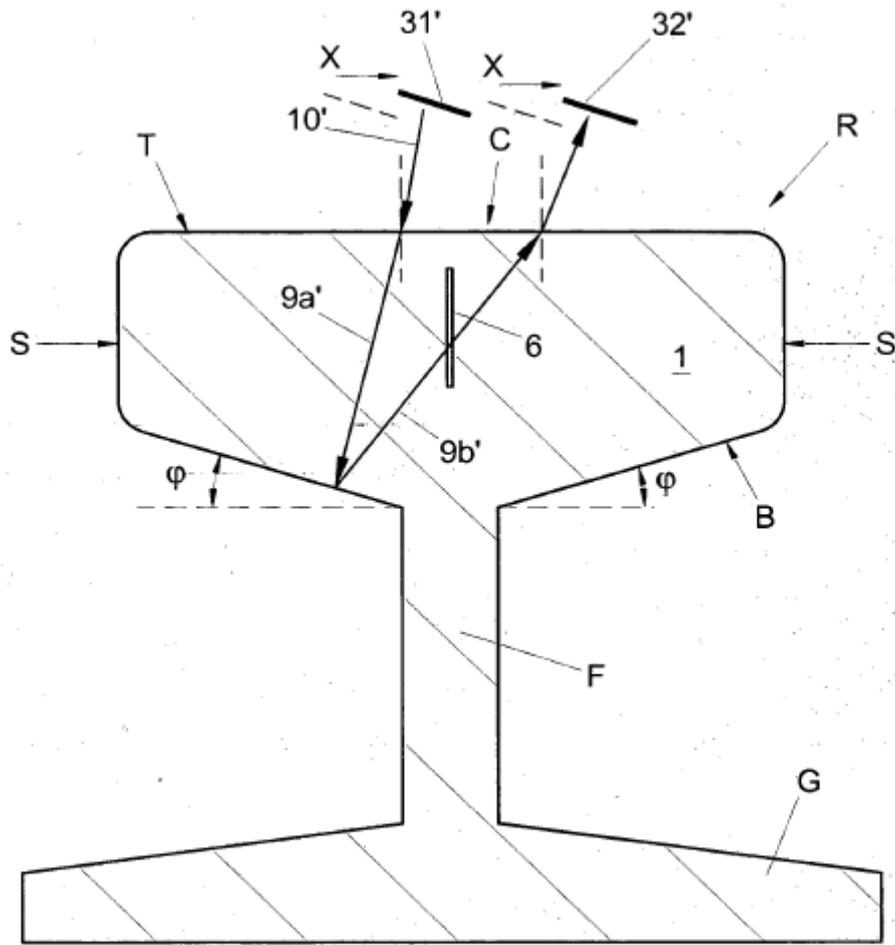


FIG. 4

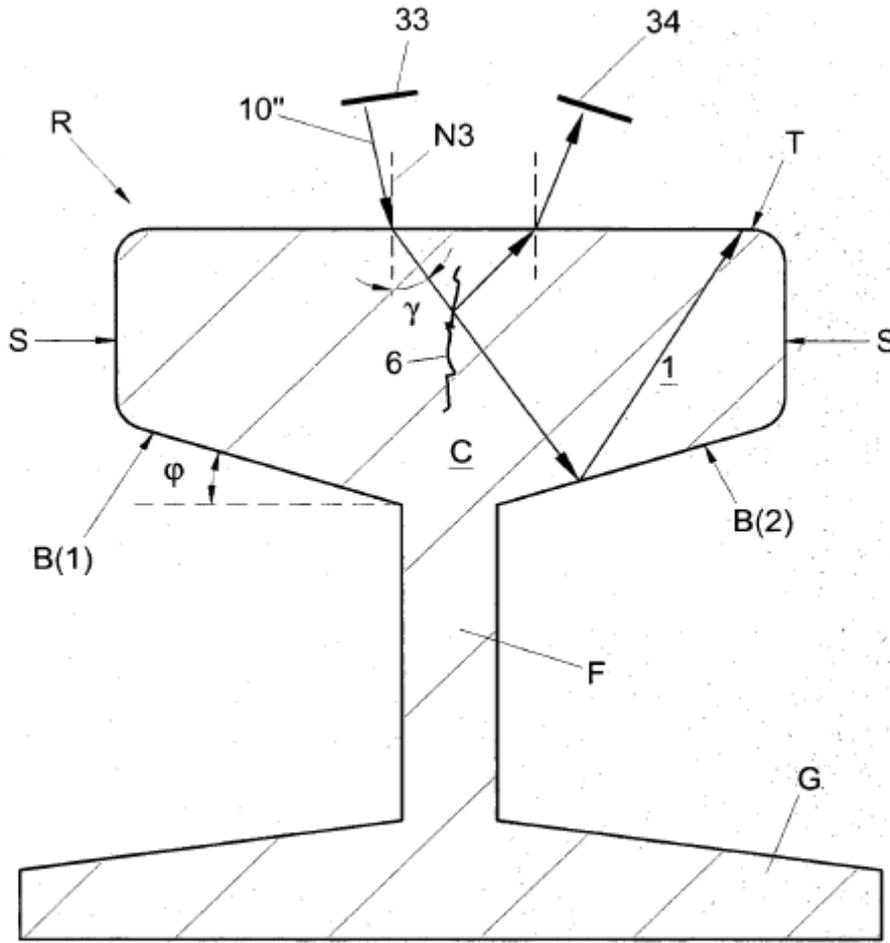


FIG. 5

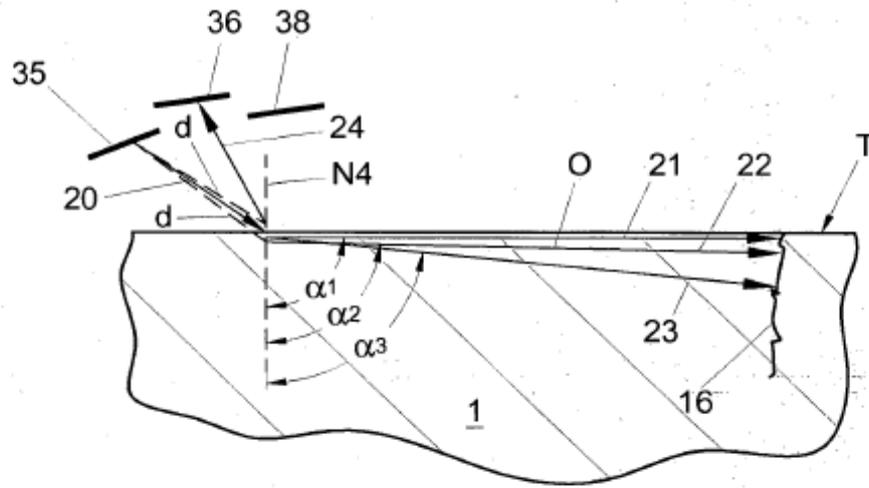


FIG. 6

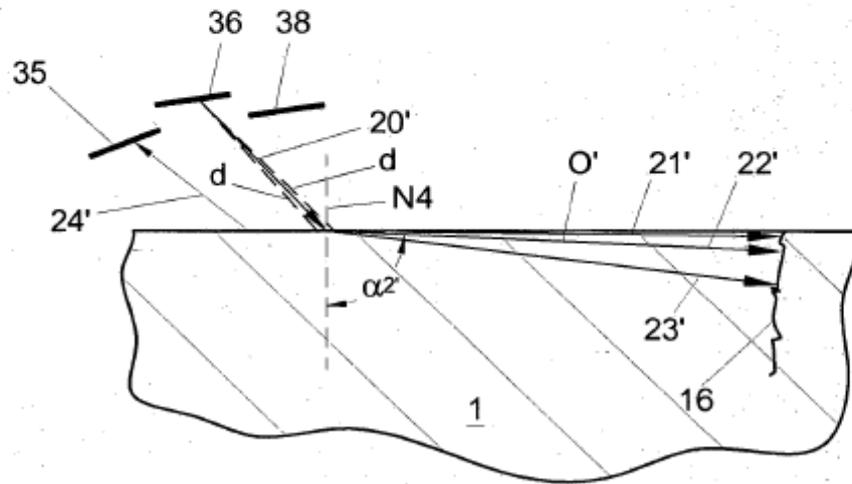


FIG. 7