

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 746 077**

51 Int. Cl.:

G01N 29/24 (2006.01)

G01N 29/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.08.2015 PCT/NO2015/050140**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.03.2016 WO16043596**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.08.2015 E 15775274 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2019 EP 3194955**

54 Título: **Dispositivo, procedimiento y sistema para transductor de señales ultrasónicas**

30 Prioridad:

19.09.2014 NO 20141142

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

04.03.2020

73 Titular/es:

ELOP AS (100.0%)

Nordvikveien 50

2316 Hamar, NO

72 Inventor/es:

BJERKE, WERNER;

MELANDSØ, FRANK y

MELANDSØ, TERJE

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 746 077 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, procedimiento y sistema para transductor de señales ultrasónicas

5 La presente invención se refiere a la emisión de señales ultrasónicas y a la recepción de señales ultrasónicas reflejadas que permiten el análisis no destructivo de materiales sólidos en carreteras, puentes, construcciones y similares.

10 Facilitar procedimientos y dispositivos de inspección satisfactorios para la recopilación de datos a fin de obtener imágenes del material en sí y de las construcciones internas, tales como refuerzos, y/o de defectos y fallos, para construcciones tales como carreteras, puentes o similares constituye un problema.

15 Se han facilitado soluciones de inspección de instalaciones tales como tuberías, contenedores, vías de ferrocarril y similares para la recopilación de datos y el seguimiento de posibles debilidades y fallos. Es habitual que la superficie del material que se va a inspeccionar sea lisa y que el contacto de acoplamiento entre las instalaciones y los transductores esté compuesto por un flujo continuo de agua entre los instrumentos y las instalaciones o, por ejemplo, la preparación de las instalaciones con gel de unión antes de que se ejecute la recopilación de datos de ultrasonidos.

20 Surgen problemas cuando se van a inspeccionar grandes construcciones utilizando la emisión y recepción de señales ultrasónicas para obtener imágenes subterráneas, ya que las herramientas disponibles son más adecuadas para el muestreo aleatorio de áreas pequeñas. Si estas herramientas se aplican a construcciones grandes, el consumo de tiempo será muy elevado si se requiere recopilar datos para la generación de un análisis completo o casi del 100 % de cobertura del material de construcción.

25 Otro problema es que los instrumentos para la inspección dinámica de materiales se fabrican normalmente para la inspección de tuberías, vías de ferrocarril y similares, donde las superficies de las construcciones son lisas y uniformes y donde la superficie de las construcciones que se van a examinar se mapea fácilmente al ser guiados los instrumentos a lo largo de las construcciones a través de la forma física de las construcciones, es decir, a lo largo de una vía férrea, a lo largo de una tubería, etc. El uso de este tipo de instrumentos en hormigón u otras superficies de carreteras habituales y similares generará un gran número de mediciones defectuosas debido a la falta de contacto entre el instrumento y el material objeto de comprobación, por ejemplo, bolsas de aire que se crean entre el instrumento y la superficie de prueba debido a protuberancias en la superficie, a objetos y obstáculos en la superficie o superficie irregular, lo que impide que la señal ultrasónica sea transmitida al material de prueba.

30 En el documento US 2013/0047729 se describe un aparato para detectar defectos en un carril ferroviario que incluye una unidad de búsqueda y una unidad de búsqueda de rodillos montada en un vehículo de prueba que está en contacto de rodadura con la superficie de rodadura de los carriles para inspeccionar cada carril.

35 No hay soluciones conocidas que proporcionen la recopilación de datos de ultrasonidos para la generación de un análisis subterráneo completo o casi del 100 % de cobertura utilizando medios de inspección ultrasónica de materiales de prueba de grandes construcciones, tales como puentes y edificios. El material de prueba puede ser, por ejemplo, infraestructuras de hormigón con barras de refuerzo en capas enterradas del hormigón, normalmente a 2-15 cm por debajo de la superficie del material de prueba, que son vulnerables al desgaste, y el estado del hormigón y los refuerzos determina la capacidad de la construcción. Un punto débil no detectado en el hormigón puede provocar el derrumbamiento de toda la construcción con daños potenciales a las personas y a la propiedad. Las inspecciones que utilizan técnicas de medición con capacidad limitada requieren mucho tiempo y un análisis completo o casi del 100 % del material de construcción suele ser muy costoso, y en muchos casos se omiten, lo que da lugar a inspecciones deficientes.

40 La inspección de construcciones más grandes a menudo se realiza como inspección visual y, si se detectan visualmente puntos débiles, se usan los instrumentos disponibles. A menudo, el procedimiento consiste en tomar una muestra del núcleo de la propia construcción y enviarla a un laboratorio para su posterior análisis y evaluación, lo que exige mucho tiempo y recursos. Los procedimientos y dispositivos existentes basados en ruedas ultrasónicas a menudo se basan en la emisión de señales de alta frecuencia y en mecanismos de medición, normalmente en el rango de múltiples MHz. Los mecanismos de inspección de señal de alta frecuencia no son adecuados para materiales como el hormigón y la madera.

45 [0009] Los mecanismos existentes de emisión de señales de baja frecuencia y de medición en el rango de kHz de ultrasonidos de baja frecuencia, 25 kHz - 500 kHz, se limitan a equipos de prueba estacionarios que utilizan sondas dispuestas, por ejemplo, en un punto débil sospechoso, y luego se realiza una secuencia de prueba de emisión de una señal ultrasónica, y la recepción y el almacenamiento/análisis de la señal recibida para el punto específico. A continuación, la sonda se mueve a otro lugar y se repite el proceso. El procedimiento es muy lento y excluye en todos los sentidos la inspección práctica de grandes áreas con una cobertura completa o cercana al 100 %.

50 Un problema en el análisis de construcciones subterráneas es detectar grietas verticales en las construcciones. La

medición basada únicamente en la reflexión de una grieta vertical debe, si se detecta, someterse a pruebas más detalladas y a análisis que requieren mucho tiempo.

5 La única alternativa práctica para comprobar grandes construcciones usando las tecnologías disponibles es usar soluciones basadas en radar. Los sistemas y dispositivos basados en tecnología de radar pueden cubrir grandes áreas, pero la mala resolución representa un problema no resuelto para estas tecnologías y no resultan adecuadas para encontrar fallos o indicaciones de fallos en evolución que requieren imágenes de alta resolución para su detección. Estos tipos de fallos pueden estar representados por refuerzos que comienzan a deteriorarse, pequeñas 10 bolsas de aire o grietas en el hormigón, áreas ocultas al radar debido a zonas de sombra detrás de rocas, refuerzos, secciones que contienen líquido, humedad o líquidos saturados u otros componentes de la construcción.

15 La presente invención proporciona un dispositivo de emisión y recepción de señales ultrasónicas para el análisis de material de prueba de grandes construcciones, incluyendo material de prueba con superficies irregulares y recopilación de datos por ultrasonidos. La presente invención es adecuada para su uso en análisis a varias profundidades, comprendiendo el rango de profundidad también la capa que va desde la superficie y hasta 15-20 cm en el material de prueba, pero sin excluir otras capas más enterradas. Dependiendo de los requisitos de relación S/N de los datos recibidos, la frecuencia de la señal emitida por el transductor y la fuerza, la velocidad de muestreo, el 20 rango de profundidad del análisis del material de prueba puede variar sustancialmente. El objetivo es permitir la identificación de puntos débiles y fallos subterráneos del material de construcción/prueba, tales como refuerzos defectuosos o deteriorados en una construcción de hormigón, puntos débiles debido a ramas ocultas o partes podridas en una construcción de madera u otros parámetros defectuosos en tales construcciones o similares. La presente invención proporciona una recopilación eficiente de datos utilizando tecnología de transductor ultrasónico, con la capacidad de utilizar emisiones de baja frecuencia en el rango de kHz de ultrasonidos de baja frecuencia, preferiblemente entre 25 kHz y 500 kHz, o más preferiblemente entre 75 kHz y 225 kHz, para un mejor rendimiento 25 en materiales de prueba tales como hormigón y madera o similares.

30 La presente invención puede usarse, además, para la emisión de señales ultrasónicas en rangos de frecuencia más altos hasta un rango de múltiples MHz, preferiblemente entre 0,5 MHz-10 MHz, o más preferiblemente entre 2 MHz y 6 MHz, o incluso más preferiblemente entre 4 MHz y 5 MHz, para la recopilación de datos de ultrasonidos de materiales de prueba más compactos, tales como acero, fibra de carbono, fibra de vidrio o similares.

Aunque algunos rangos de frecuencia han sido específicamente descritos en el presente documento, esto no limitará la presente invención y otras frecuencias pueden ser fácilmente seleccionadas.

35 La presente invención proporciona, además, un dispositivo que comprende una rueda provista de transductores ultrasónicos para la emisión y la recepción de la señal reflejada, comprendiendo la rueda una pluralidad de secciones circulares dispuestas en la dirección de la banda de rodadura de neumático/dirección de rodamiento, donde cada sección está alineada de manera perpendicular a un transductor o a un grupo de transductores, y cada 40 sección comprende una sección única de banda de rodadura de neumático. En el caso de que se encuentre un obstáculo cuando la rueda está en movimiento de rodadura, la influencia del obstáculo afectará principalmente a las secciones de la banda de rodadura de neumático que entran en contacto con el obstáculo, sin afectar a todas las demás secciones.

45 Por lo tanto, los aspectos de la presente invención pueden comprender mejorar la resolución de la imagen resultante de la recopilación y el análisis de datos, y mejorar la relación S/N en el muestreo junto con un menor consumo de tiempo de muestreo/inspecciones con cobertura para áreas de construcción/materiales de prueba más grandes, tales como puentes, edificios u otras construcciones mediante el uso de un concepto de rueda rodante de acoplamiento seco. Ejemplos de otras construcciones pueden ser, por ejemplo, una construcción de alas de avión, o un buque/tanque de gas diseñado para transportar GLP, GNL o gases químicos licuados a granel o similares. Para 50 lograr esta tarea, es necesario mejorar la velocidad de recopilación de datos y, además, combinar la velocidad de recopilación de datos con mecanismos que mejoren la relación S/N en las mediciones y, opcionalmente, proporcionar características para el posicionamiento absoluto o el posicionamiento relativo o ambos e incluir esta información en los datos recopilados.

55 La presente invención está optimizada para mejorar la eficiencia en la emisión de señales ultrasónicas y la recopilación de datos de ultrasonidos para el análisis de materiales, incluso cuando las superficies de los materiales no son uniformes, es decir, debido al desgaste o por la forma de construcción.

60 La presente invención también proporciona un procedimiento y un sistema para un estudio rápido y fiable de grandes construcciones en las que resultará insatisfactorio o imposible realizar un seguimiento manual de las porciones de la construcción que ya están cubiertas por los datos/muestras de prueba recopilados y, por lo tanto, la invención presenta un sistema y un procedimiento para realizar un seguimiento automático de las porciones de la construcción cubiertas por el dispositivo de prueba y garantizar una cobertura eficiente de la recopilación de datos de todas las porciones del material de construcción/prueba de una manera eficiente en términos de coste y tiempo.

65 La invención se define, de manera adicional, por las reivindicaciones independientes adjuntas, y otras realizaciones

de la invención se definen por las reivindicaciones dependientes asociadas adjuntas.

5 En el presente documento, se entenderá que el material de prueba comprende cualquier material sólido, tal como un mineral, metal o polímero, o compuestos de los mismos. Esto incluye, pero sin limitarse a, hormigón, cerámica, hierro, acero, aluminio, madera, fibra de carbono, fibra de vidrio, etc.

10 La emisión de señales ultrasónicas se entenderá en el presente documento como la emisión de cualquier onda acústica, incluyendo pulsos, que se desplace por medio de oscilaciones, incluyendo la compresión y la descompresión, del medio en el que se propaga. Para un medio sólido, la onda acústica puede adoptar diferentes modos, incluyendo, pero sin limitarse a, onda de presión longitudinal, onda de corte transversal, onda de superficie (Rayleigh) y otros.

15 En el presente documento, se entenderá que la recopilación de datos de ultrasonidos comprende la detección y el procesamiento de las reflexiones o transmisiones de las señales ultrasónicas emitidas anteriormente mencionadas. Se pueden recopilar y analizar diferentes propiedades de las señales, incluyendo, pero sin limitarse a, la amplitud, el tiempo de propagación, la fase y el contenido de frecuencia.

En el presente documento, GPS significará Sistema de Posicionamiento Global.

20 En el presente documento, se entenderá que la posición absoluta comprende los datos de posición geográfica definidos por un GPS o una triangulación de antena o similar.

25 En el presente documento se entenderá que los datos de posición relativa comprenden cualquier definición de posición relativa a un punto de posición predefinido fijo. La descripción de la posición relativa puede comprender la distancia en hasta 3 dimensiones y otros parámetros, tales como el tiempo y el volumen.

En el presente documento se entenderá que la lógica de control comprende todos los instrumentos y medios informáticos, remotos y en dispositivos o dispositivos portátiles, utilizados para:

- 30 - control de los transductores,
- recopilar, almacenar y transmitir los datos de los transductores,
- control de posición y dirección de movimiento de los sistemas de la invención,
- posicionamiento real en un área predefinida sobre la sección de un material de prueba,
35 - comunicación de estado y visualización de lo anterior
- procesamiento de datos recopilados y generación de resultados de análisis.

En el presente documento, a lo largo de la vía se entenderá como la dirección de movimiento del dispositivo de la invención.

40 En el presente documento, a través de la vía se entenderá como la dirección perpendicular al movimiento del dispositivo de la invención.

45 En el presente documento se entenderá por transductor o conjunto de transductores todo tipo de transductores ultrasónicos, incluyendo los módulos de transductores estándar o personalizados que comprendan lógica de control y otras características

50 En el presente documento, se entenderá que los refuerzos comprenden todo tipo de material que se utiliza para imponer un material de una estructura, que se puede encontrar nombrado en publicaciones como armaduras, revestimientos, barras de refuerzo, por ejemplo, entre otros. Si bien cualquier material con suficiente resistencia a la tracción podría usarse para reforzar el hormigón (las fibras de vidrio y basalto también son comunes), el acero y el hormigón tienen coeficientes de expansión térmica similares: un elemento estructural de hormigón reforzado con acero experimentará una tensión mínima como resultado de las expansiones diferenciales de los dos materiales interconectados causadas por cambios de temperatura.

55 En el presente documento, se entenderá que la membrana y la sección de banda de rodadura de neumático comprenden la estructura del neumático de la rueda, así como el neumático en sí y la banda de rodadura y otras construcciones/partes del soporte del neumático o parte de la banda de rodadura y el propio neumático.

60 En el presente documento, se entenderá que el fluido de acoplamiento comprende cualquier fluido con propiedades de transparencia coincidentes o requeridas para la transmisión ultrasónica que pasa a través del fluido. En muchos casos, se puede usar agua.

65 La invención se explica de manera adicional en las figuras adjuntas que deben interpretarse como ilustraciones de posibles realizaciones de la invención, pero no representan ninguna limitación del alcance de la invención.

La Figura 1 es una vista en perspectiva de una unidad de rodillos.

La Figura 2A es una vista en sección del rodillo cortado a través de una línea central vertical.

La Figura 2B es un detalle de perfil de una realización de secciones de la rueda alineadas con los transductores correspondientes.

5 La Figura 2C es un detalle de perfil de una realización de secciones de la rueda alineadas con los transductores correspondientes.

La Figura 3 es una vista en perspectiva del interior de la unidad de rodillos.

La Figura 4 es una vista frontal del interior de la unidad de rodillos.

La Figura 5 es una vista frontal de la unidad de rodillos.

La Figura 6 es una vista inferior del interior de la unidad de rodillos.

10 La Figura 7 es una vista en perspectiva de una unidad de dos rodillos con una sección de neumático de rueda parcialmente transparente.

La Figura 8 es una vista superior de una unidad de dos rodillos.

La Figura 9 es una vista lateral de una unidad portátil de tres rodillos.

La Figura 10 es una vista inferior de una unidad portátil de tres rodillos.

15 La Figura 11 es una vista superior de una unidad portátil de tres rodillos.

La Figura 12 es una vista frontal superior en perspectiva de una unidad portátil de tres rodillos.

La Figura 13 es un diagrama que muestra un ejemplo de geometría a lo largo de la trayectoria de conjuntos de transductores de emisión y recepción.

20 La Figura 14 es un diagrama que muestra un ejemplo de geometría transversal de transductores de emisión y recepción.

La Figura 15 es un sistema móvil de tres carros de dos rodillos.

La Figura 16 es una visión general de un escenario de trayectoria de seguimiento para el carro móvil.

25 La presente invención es un dispositivo de emisión de señales ultrasónicas y la recepción de señales reflejadas para el análisis del material de prueba, comprendiendo el dispositivo un conjunto de transductores ultrasónicos dentro de una construcción de rueda con un neumático segmentado adaptable flexible alrededor del conjunto de transductores para proporcionar una característica de movimiento de rodadura que también es un recinto sellado lleno de fluido alrededor del conjunto de transductor que proporciona un fluido de acoplamiento entre los transductores y el material del neumático que está en contacto de rodadura con el material de prueba.

30 La presente invención proporciona, además, un dispositivo para la emisión de señales ultrasónicas y recepción de señales reflejadas para el análisis no intrusivo de un material de prueba. El dispositivo comprende más de un conjunto de transductores dentro de construcciones de ruedas separadas con un neumático segmentado adaptable flexible alrededor de los conjuntos de transductores para proporcionar una característica de movimiento de rodadura que también es un recinto sellado lleno de fluido alrededor de los conjuntos de transductores que proporciona un medio de acoplamiento entre los transductores y el material del neumático que está en contacto de rodadura con el material de prueba.

40 La presente invención proporciona, además, un procedimiento para la emisión de señales ultrasónicas y la recepción de señales reflejadas para el análisis de un material de prueba mediante el uso de un dispositivo de la invención.

La presente invención proporciona, además, un sistema para la emisión de señales ultrasónicas y la recepción de señales reflejadas para el análisis de un material de prueba mediante el uso de un dispositivo de la invención.

45 La presente invención se ejemplifica en las figuras.

La construcción de la rueda del dispositivo ultrasónico 1 de una realización de la invención proporciona un recinto en forma de neumático 10, tal como se muestra en las Figuras 1 y 2.

50 El dispositivo ultrasónico comprende un eje 2 que proporciona una base 3 unida al eje sobre el cual se dispone un conjunto de transductores 20.

55 Los transductores 20 se ilustran como transductores de forma cilíndrica, pero se puede usar cualquier forma de transductor 20, y la forma y el tamaño pueden proporcionar características específicas relacionadas con la dirección de apertura de la señal que va a ser emitida por los transductores 20. La forma puede estar optimizada para rangos de frecuencia específicos de la señal emitida.

60 El tamaño y la forma del transductor 20 también se pueden personalizar para un rendimiento optimizado en relación con el hecho de si se va a usar solo para la emisión de señales, para la recepción de señales reflejadas del material de prueba o para ambos propósitos.

65 La fase de industrialización de la invención se usará para encontrar el tamaño, la forma y la tecnología óptimos para los transductores 20. El contorno frontal puede comprender, pero sin limitarse a: cilíndrico, rectangular, cuadrado, elíptico y otros, mientras que la forma de la superficie del transductor (frontal) puede comprender, pero sin limitarse a, una esfera sobresaliente, cóncava y convexa, una curva única o curva doble, una pirámide u otra. Se pueden seleccionar combinaciones de diferentes formas.

5 Se pueden proporcionar cables de alimentación y señalización 4 para el contacto entre la lógica de control (no mostrada) de los transductores 20 y medios externos, tales como una fuente de alimentación, instrumento(s), ordenador(es) y similares. Los cables pueden sustituirse total o parcialmente por medios de comunicación inalámbrica o medios de almacenamiento desmontables.

10 El eje 2 proporciona medios de unión periféricos para los rodamientos 5, tales como el sellado de los rodamientos de bolas que, a su vez, proporcionan bases de unión 6 para un neumático/sección de neumático 10. El neumático se une a la base de unión del neumático de forma estanca, es decir, con pegamento, abrazadera de tubo, soldadura o similar.

15 El neumático 10 y la parte exterior del rodamiento 5 girarán en correspondencia al movimiento del dispositivo sobre el material de prueba 15, mientras que el eje 2, la base del transductor 3 y los transductores 20 permanecerán en una posición angular fija con respecto al material de prueba 15 optimizado para la emisión de señales ultrasónicas y la recepción de señales reflejadas desde el material de prueba 15.

20 La posición y la dirección del conjunto de transductores pueden establecerse en varias posiciones predefinidas para proporcionar más de un ángulo y/o distancia posible de los transductores ultrasónicos en relación con el material que se va a comprobar/inspeccionar. Dependiendo del material y la forma de la rueda, el material de prueba y de si el transductor se usa para emitir o recibir o ambos, se establecerá la posición y el ángulo óptimos del transductor con respecto al material de prueba. La posición y el ángulo en una realización de la invención pueden cambiarse o alternarse entre posiciones y ángulos preestablecidos durante la operación.

25 En un escenario de aplicación, será ventajoso poder garantizar que el ángulo de la señal de emisión sea vertical en relación con el material de prueba. Se pueden usar mecanismos adicionales tomados de la tecnología del estado de la técnica en combinación con la presente invención para asegurar que la señal de emisión sea siempre perpendicular a la superficie del material de prueba o en un ángulo predefinido con respecto a la superficie del material de prueba.

30 Una de estas técnicas anteriores puede consistir en montar una rueda de sensor sesgada (no mostrada) que se mantiene en contacto con la superficie del material de prueba de modo que la posición del material de prueba en relación con el conjunto de transductores se conozca en todo momento.

35 En otros escenarios, puede ser deseable inclinar los transductores en un ángulo definido en relación con la superficie del material de prueba. Esto puede lograrse mediante mecanismos similares a los definidos anteriormente u otros mecanismos.

40 Las diversas implementaciones de la presente invención proporcionarán datos de posición que pueden estar vinculados a los datos de la señal recibida. Los datos de posición pueden comprender una posición absoluta definida por un GPS u otro dispositivo capaz de definir una posición absoluta y/o una posición relativa definida por una posición inicial definida específicamente para la construcción que se va a analizar, y por el movimiento medido/calculado a partir del punto de partida definido. Por ejemplo, esto puede consistir en hacer de la esquina sureste del puente un punto de partida, y dejar que una bola de seguimiento (no mostrada) montada en un carro de la invención mida cualquier movimiento relativo sobre la superficie desde el punto de partida. La información
45 obtenida de la bola de seguimiento y del punto de partida conocido puede usarse para definir una posición absoluta de cada objeto descrito en el análisis resultante construido a partir de los datos de ultrasonidos reflejados recibidos. En lugar de una bola de seguimiento, otro ejemplo sería utilizar técnicas de láser y giroscopio para medir la distancia a un punto de referencia y movimiento conocidos. El movimiento también se puede medir detectando el movimiento real de los neumáticos de la invención. También se incluyen otras herramientas de definición de posición
50 geográfica/relativa, aunque no se abordan explícitamente en el presente documento.

55 Un aspecto potencialmente ventajoso de la presente invención es poder inspeccionar el mismo material de prueba varias veces, realizándose cada prueba en momentos diferentes, por ejemplo, cada 5 años, cada año, cada mes o cada día y otros intervalos. Dado que se conocen los datos de posición, es posible detectar cambios exactamente en la misma ubicación que los análisis anteriores.

60 El neumático 10 proporciona un recinto sellado 7 alrededor del eje, la base del conjunto de transductores y el conjunto de transductores. El recinto se llena parcial o completamente con un fluido de acoplamiento 25, tal como agua. El fluido de acoplamiento proporciona una transmisión de señal mejorada entre el transductor 20 y la sección del neumático 11, 22, 24, 25 que están en contacto con el material de prueba 15.

65 El acoplamiento único a superficies irregulares se logra mediante el uso de un material elástico para la construcción de la rueda, donde la adaptación a la topografía de la superficie se utiliza en parte por las propiedades elásticas inherentes de las secciones del neumático 11, 22, 24. La adaptación también se puede mejorar por la forma de las secciones de neumático 11, 22, 24. Las formas pueden comprender, pero sin limitarse a: esfera cilíndrica, rectangular, cuadrada, piramidal, cónica, sobresaliente y/o circundante o cualesquiera otras formas de

protuberancias, cóncavas y convexas. Cada sección del neumático puede estar diseñada como una forma continua o repetitiva de una base de neumático trapezoidal, rectangular, triangular y arqueada o incluso una base de botón/orejeta puede mejorar el rendimiento de la señal de emisión y recepción. Se prefiere asegurar el contacto entre el neumático y el material de prueba cuando se produce la emisión y la recepción de la señal. Se pueden seleccionar combinaciones de diferentes formas.

El material elástico puede estar soportado por un material más duro 25 tal como se ilustra en la Figura 2C. El material de soporte puede tener propiedades acústicas/transparentes coincidentes con el material de acoplamiento elástico 24 en su exterior, y el fluido de acoplamiento 26 en su interior. El material de soporte puede ser, pero sin limitarse a, un tipo de compuesto polimérico, tal como un tipo de plástico.

Otro procedimiento para el acoplamiento a superficies irregulares puede consistir en usar una solución de membrana tal como se ilustra en la Figura 2B, donde la adaptación a la topografía de la superficie se utiliza por la presencia de un fluido de acoplamiento 26 detrás de una membrana 11, 22 compuesta por una sección de banda de rodadura 11 y una banda de rodadura de neumático 22. El fluido puede estar presurizado.

La sección de banda de rodadura de neumático 11, 24 en contacto con el material de prueba 15 se usa para ambos procedimientos de acoplamiento de un material elástico. La sección de banda de rodadura de neumático 11, 24 podría ser, pero sin limitarse a, un elastómero o material similar al caucho, tal como un tipo de poliuretano o caucho de nitrilo, u otros cauchos sintéticos o naturales, u otros tipos o compuestos de material polimérico con propiedades elásticas.

El material utilizado en la sección de banda de rodadura de neumático 11, 24 y el material de soporte 25 puede variar debido a diferentes propiedades que dependen de la frecuencia de la señal emitida, de modo que el material puede ser diferente para su uso en un material de prueba que requiere un rango de frecuencias, en comparación con otro material de prueba que requiere otro rango de frecuencias. La sección de banda de rodadura de neumático 11, 24 está formada de tal manera que una sección 12 de la sección de banda de rodadura de neumático 11, 24 está alineada para entrar en contacto con el material de prueba en un punto de contacto 27 en una línea recta entre un transductor o un número de transductores adyacentes y el material de prueba.

La forma de la sección de banda de rodadura de neumático 11, 24 está optimizada en forma y número de secciones 12 de manera que las bolsas de aire entre la sección de banda de rodadura de neumático 11, 24 y la superficie del material de prueba 15 se minimizan o eliminan, ya sea por una forma que exprime el aire potencialmente atrapado o por un patrón de rosca en la sección de banda de rodadura de neumático.

El acoplamiento deficiente debido a irregularidades en la superficie del material de prueba 15 se minimizará debido a la segmentación de la sección 12 de la rueda, y de la forma y elasticidad de la sección 11, 24 de la banda de rodadura de neumático.

De acuerdo con la invención, la sección 11 de la banda de rodadura de neumático 10 se forma como un conjunto de secciones circulares 12, estando cada sección 12 alineada de tal manera que cuando el neumático 10 rueda sobre el material de prueba 15, cada una de las secciones de la banda de rodadura de neumático 11 proporciona una sección dedicada de la rueda 1 que en cualquier momento comprende la trayectoria de señal natural para la señal ultrasónica emitida y/o recibida entre el transductor y el material de prueba.

En comparación con el estado de la técnica, la presente invención es mucho menos vulnerable a puntos desiguales en la superficie del material de prueba, ya que el pasar por encima de un obstáculo, tal como una pequeña piedra, solo causará una pérdida menor de datos de muestreo, por ejemplo, un 1/12 de la rueda recibe una señal de respuesta débil o nula desde el subsuelo. Las limitaciones en los datos de respuesta dependen del número de secciones circulares 12 de la rueda que se vean afectadas por la piedra. Un instrumento de la técnica anterior obtendría, por comparación con el mismo ejemplo de piedras, una muestra errónea de la totalidad o de la mayor parte del rango de prueba. El caso principal de la respuesta de señal deteriorada en el estado de la técnica es la existencia de bolsas de aire entre la membrana del instrumento y la superficie de prueba. El punto ciego para dicho instrumento del estado de la técnica será grande y dependerá del tamaño de la piedra. El efecto negativo de pasar por encima de un obstáculo puede reducirse aún más en la presente invención dependiendo de la flexibilidad del material de las secciones de la banda de rodadura de neumático. Si se selecciona un material flexible, es posible mantener el contacto con la superficie del material de prueba para todas las secciones de la rueda si se pasa sobre un obstáculo.

La rueda 1 se llena al menos parcialmente con un fluido de acoplamiento 26 hasta un nivel que asegura que el conjunto de transductores esté completamente envuelto en el fluido de acoplamiento 26, donde el fluido de acoplamiento 26 también llena el espacio entre la membrana 11 de la sección del neumático y el transductor correspondiente en la trayectoria de señal natural para la señal ultrasónica emitida y/o recibida entre el transductor y el material de prueba.

El dispositivo ultrasónico 1 de la invención descrito anteriormente se puede montar sobre un bastidor 70 tal como se

muestra en la Figura 7-8. Las figuras muestran la forma en que se montan dos ruedas de la invención sobre soportes/bastidores 70 mediante medios de montaje 71. Los cables de señalización 74 son conducidos a través del bastidor 70.

- 5 Otra realización de la invención se ilustra en la Figura 9-12 que muestra tres ruedas de la invención montadas en un bastidor portátil 120, donde una manija 121 está montada en el bastidor 120. El dispositivo portátil de la invención se puede operar para almacenar señales recibidas junto con información posicional calculada a partir de un punto de partida predefinido registrando el movimiento sobre el material de prueba mediante el movimiento de rodadura de las
10 ruedas de la invención u otros mecanismos tales como, por ejemplo, un dispositivo de ratón de ordenador (no mostrado) o medios de medición infrarrojos o similares (no mostrados).

El dispositivo portátil puede tener acceso integrado a bordo o mediante acoplamiento por cable, inducción o comunicación inalámbrica a: fuente de energía, memoria, lógica de control, puertos de control de entrada y salida, pantalla y audio.

- 15 Las luces indicadoras 150 pueden estar dispuestas en el bastidor para fines tales como indicar el estado de contacto entre el dispositivo y el material de prueba, el estado de alarma si se recibe un patrón de señal preestablecido, o si la señal recibida en una posición específica no es válida.

- 20 Las luces indicadoras pueden estar codificadas por colores, como por ejemplo luz roja si no hay contacto o luz verde cuando se detecta contacto entre el dispositivo y el material de prueba. Se pueden usar otros colores y patrones de cambio para diferentes propósitos. Uno de estos propósitos puede ser como un indicador de autocomprobación que se ejecutará antes de cada trabajo. También es posible usar luces en una rutina de calibración en la que, por ejemplo, el dispositivo se puede hacer rodar sobre un material de prueba conocido con una superficie conocida con
25 un resultado de prueba esperado conocido cuando los transductores emiten señales en línea con un patrón de prueba y frecuencias preestablecidos. Si se verifica la señal recibida esperada, se confirma que el dispositivo se está listo para su funcionamiento. El dispositivo verificado puede identificarse mediante un patrón de luz preestablecido mostrado por las luces indicadoras 150.

- 30 También se puede utilizar un ordenador conectado para fines de almacenamiento, calibración, prueba y evaluación de los resultados de la prueba. El ordenador se puede conectar por cable, comunicación inalámbrica o por transferencia de datos a través de un dispositivo de memoria de almacenamiento. Un dispositivo de memoria de almacenamiento puede montarse de manera extraíble en los circuitos electrónicos del dispositivo, o puede conectarse a través de una interfaz en el momento de la operación de transferencia.

- 35 El conjunto de transductores puede usarse en diferentes modos. Se muestran dos modos diferentes en las Figuras 13 y 14. Se pueden utilizar otros modos.

- 40 En la Figura 13, se muestra un modo para inspección a lo largo de la vía. Un conjunto de transductores, por ejemplo, la rueda de seguimiento de la invención, se utilizan para emitir señales al subsuelo del material de prueba y un conjunto de transductores, por ejemplo, la rueda delantera de la invención se usa como medio de recepción para recibir las señales emitidas que han viajado dentro y a través del material de prueba y se han reflejado a partir de este.

- 45 En la Figura 14, se muestra un modo para la inspección transversal. Esto se logra mediante la asignación de una serie de transductores en un conjunto de transductores para emitir la señal ultrasónica y un número de transductores del mismo conjunto de transductores para recibir la señal cuando se refleja desde el material de prueba. Un transductor puede emitir y recibir. En un escenario, un transductor en la sección periférica del conjunto de transductores está emitiendo señales en el subsuelo del material de prueba y uno o más transductores en la sección
50 media del conjunto de transductores reciben las señales reflejadas.

- Es posible usar más de un conjunto de transductores para la recepción, es decir, para el dispositivo portátil descrito anteriormente: un transductor en el conjunto posterior de transductores puede emitir, mientras que los dos conjuntos delanteros de transductores reciben, o incluso todos los conjuntos de los transductores pueden configurarse para recibir conjuntos de transductores donde también se emiten uno o más conjuntos de transductores.

- Una configuración probable en un sistema que comprende 3 conjuntos de transductores/ruedas, como en el ejemplo portátil anterior, es usar los transductores en el conjunto central de transductores para la emisión de señales ultrasónicas, y los dos conjuntos externos de transductores/ruedas para recibir la señal reflejada del material de
60 prueba.

También es posible usar un único dispositivo ultrasónico 1 de la invención, utilizando la geometría de vía transversal descrita anteriormente.

- 65 Los transductores pueden usarse solo para la emisión o la recepción o tanto para la emisión como para la recepción de señales ultrasónicas y reflejos. Un transductor que sirve como transductor de emisión y recepción para la misma

señal ultrasónica, es decir, el transductor emite una señal ultrasónica y luego espera los reflejos de la señal y luego recibe la señal reflejada, solo recibirá y detectará reflejos de objetos o similares o material en la trayectoria de la señal emitida. Si el objeto es una pequeña grieta vertical debajo del transductor, la señal reflejada puede ser muy débil y difícil de detectar. En la presente invención, un conjunto de transductores, donde cada transductor emite o
 5 recibe una señal ultrasónica, no solo mide las señales reflejadas, sino que también mide la señal transmitida a través del material de prueba y, por lo tanto, puede medir la falta de reflexión o, por ejemplo, la difracción del tiempo de vuelo. Estos tipos de mediciones proporcionarán una mejor relación S/N en los datos de medición. Dicha configuración podrá detectar la omisión de una señal reflejada. Por ejemplo, si la señal está obstruida por una bolsa de aire en el material de prueba y, por lo tanto, la propagación de la señal está gravemente obstruida, el transductor
 10 de recepción detectará que la señal no se recibe como se esperaba, y una conclusión puede indicar que existe un medio de bloqueo entre el transductor de emisión y el de recepción, tal como una grieta, un orificio, un medio no retransmisor u otro.

La capacidad adicional anterior para detectar la omisión de una reflexión puede ser utilizada por una configuración de transductor de rueda única de la invención, tal como se explica para la Figura 14 anterior. Se puede lograr un mejor efecto de análisis con la presente invención combinando la característica explicada en la Figura 14 con las características de uso de más de un conjunto de transductores (ruedas), un ejemplo del cual se explica para la configuración del transductor en la Figura 13 anterior. En relación con las grietas, obstrucciones y bolsas de aire, las diferentes configuraciones del transductor pueden optimizarse aún más para detectar grietas orientadas a la vía,
 15 bolsas de aire, obstrucciones, con la función de inspección transversal de la vía como se explica en la Figura 14 anterior, o en las grietas orientadas a la vía, bolsas de aire, obstrucciones, con la función de inspección a lo largo de la vía tal como se explica en la Figura 13.

En una realización de la invención, la invención puede usarse para encontrar bolsas de deslaminación/aire en estructuras de sándwich, tales como las usadas en barcos o alas (aviones, turbinas eólicas). Dichas estructuras de sándwich se pueden construir con múltiples capas de diferentes materiales. Todos con respuestas potencialmente diferentes presentan señales ultrasónicas relativas de frecuencias específicas. La presente invención puede controlarse de manera que se optimice la respuesta a la profundidad específica del material de prueba donde se encuentra una interfaz de capa sándwich específica. Por ejemplo, se podría examinar la interfaz entre la capa más
 20 interna de fibra de vidrio y el material del núcleo en una construcción de 3 capas que comprende una capa interna de fibra de vidrio, una capa externa de fibra de vidrio y una capa central de poliestireno. Se pueden usar otros materiales y otro número de capas.

Otro ejemplo de realización es usar la invención para detectar desprendimientos/bolsas de aire debajo de baldosas de construcción, como en el piso de un baño, donde la capa externa es de cerámica, y la capa interna es de hormigón o madera, posiblemente con una estructura de membrana impermeable al agua en el medio

También es posible maximizar la capacidad de detección ejecutando un régimen de emisión y recepción de señal reflejada donde se realiza un patrón más complejo que cambia dinámicamente las características de cada transductor individual a medida que se realiza la recopilación de datos de ultrasonidos. Un patrón sería dejar que cada transductor a su vez actúe como la única fuente de emisión de una señal ultrasónica, y dejar que todos los transductores de todas las ruedas (si hay más de una) reciban la señal emitida. De esta manera, es posible mapear el subsuelo en muchas direcciones desde la dirección de movimiento perpendicular a ambos lados del transductor de emisión. En la Figura 17 se indica un ejemplo que describe un transductor de emisión y 7 transductores de
 40 recepción indicados por las flechas 170. Aquí se utilizan tres conjuntos 221, 222, 223 (ruedas) de transductores. Todas las demás combinaciones pueden usarse desde 1 emisor y 1 a 48 (48 no es una limitación, sino el número utilizado en la Figura 17) receptores. Se pueden usar otras combinaciones de transductores.

El patrón final es dejar que todos los transductores sean a su vez el transductor de emisión, y que todos los transductores actúen como receptores para todas las reflexiones de una señal emitida. De esta manera, es posible mapear todo el material de prueba desde todos los ángulos, hacia los lados, hacia adelante, hacia atrás, en ángulo en todas las direcciones y directamente debajo. Usando el movimiento del dispositivo de la invención como otro parámetro, es posible realizar varias mediciones de este tipo cuando se mueve sobre el material de prueba. Por ejemplo, una bolsa de aire en el hormigón se explotaría a fondo desde muchas direcciones varias veces, y no se omitirán las fragilidades "ocultas".
 50

No hay límites para el tamaño de los conjuntos de transductores ni de las ruedas utilizadas.

Los ejemplos de regímenes de ejecución pueden incluir, pero sin limitarse a, diferentes técnicas de formación de haces. Un ejemplo de un régimen de ejecución puede ser SAFT (*Synthetic Aperture Focusing Technique*).
 60

Cuantos más datos de detección se recopilen, mejor será la relación S/N que se podrá lograr en el proceso de análisis cuando se analicen los datos.

El análisis de los datos recibidos del material de prueba puede proporcionar la compilación de imágenes detalladas en 2D y/o 3D del material de prueba a varias profundidades por debajo de la superficie del material de prueba,
 65

normalmente de 0 a 15 cm por debajo de la superficie del material de prueba.

La Figura 15 muestra un sistema en el que se combinan tres pares de dispositivos ultrasónicos 1 de la invención para proporcionar un sistema para la inspección de grandes volúmenes de material de prueba. Cada par de ruedas está montado en un soporte individual 70, y los tres soportes están montados en un carro 200. El carro comprende además un medio de cálculo/control 204, un dispositivo de medición láser 202 y una unidad de visualización 201. Cada par de ruedas se adapta de manera individual a la superficie, al igual que cada sección 12 de cada rueda se adapta de manera individual a la superficie.

El dispositivo en la Figura 15, o cualquier variación de un dispositivo de la invención, puede tener integrado a bordo o mediante acoplamiento por cable, inducción o comunicación inalámbrica acceso a: fuente de energía, almacenamiento de datos, lógica de control, puertos de control de entrada y salida, pantalla y audio.

Las luces indicadoras como se describe para el dispositivo portátil anterior (no mostrado en la Figura 16) pueden estar comprendidas en este sistema, así como en todas las versiones de las realizaciones de la invención, y para los mismos fines que se expusieron anteriormente.

El carro puede comprender medios de conducción del mismo, por ejemplo, un electromotor (no mostrado), características de control remoto y comprender, además, una fuente o fuentes de energía, manijas 205 para empujar y/o dirigir manualmente el carro y medios para comunicación inalámbrica con una unidad de control externa (no mostrada).

La unidad de control puede programarse de antemano para guiar el carro de modo que cubra todos los segmentos del material de prueba, tal como se ilustra en la Figura 16. En este caso, una representación de la vida real muestra la posición 200 del carro, la dirección del movimiento 211 y las áreas que tienen 212, 213, 214/aún no han sido inspeccionadas. Incluso puede ser posible distinguir entre la trayectoria anterior de inspección 212, la trayectoria actual de inspección 213 y la superposición 214 de la trayectoria actual 213 de inspección en relación con la trayectoria anterior de inspección 212.

Al comparar los datos recibidos y el resultado del análisis de estos con la correspondiente inspección realizada previamente, es posible detectar cambios en el subsuelo del material de prueba. Por ejemplo, puede ser posible seguir el deterioro de la barra de refuerzo en un puente de hormigón e iniciar acciones correctivas en una etapa temprana de deterioro.

La unidad láser puede usarse para medir la distancia con el fin de definir la posición del carro en el material de prueba.

Otro ejemplo de realización es usar un dispositivo de la presente invención para hacer un muestreo de una construcción de acero pintado. La presente invención es capaz de recoger muestras de señales ultrasónicas reflejadas que permiten que el análisis de datos descubra grietas y defectos de una manera única sin la necesidad de quitar pintura u otras capas de protección fijadas a la superficie de la construcción de acero.

Anteriores reivindicaciones de la solicitud prioritaria, ahora incluidas como parte de la descripción:

1. Dispositivo para la emisión y la recepción de una señal ultrasónica, estando formado el dispositivo como una rueda (1), en el que la rueda (1) comprende, además:

un conjunto de transductores (20) dispuestos sobre una base (3) unida a un eje (2); una sección de neumático (10) que proporciona un recinto sellado (7) alrededor del conjunto de transductores (20), comprendiendo la sección de neumático una pluralidad de secciones sobresalientes circulares (12) que comprende una sección de banda de rodadura de neumático (11, 22, 24, 25), y un fluido de acoplamiento (26) en el recinto sellado (7) que proporciona una transparencia acústica entre el conjunto de transductores y los puntos de contacto (27) de la sección de banda de rodadura de neumático (11, 24) hacia un material de prueba (15).

2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la sección de banda de rodadura de neumático (11, 22, 24, 25) está compuesta por un material elástico.

3. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende, además:

medios de unión (8) para medios soporte (5) dispuestos en ambos extremos periféricos del eje (2); medios de soporte (5) unidos a los medios de acoplamiento (8), y la sección de neumático (10) unida a las bases de unión (6) provistas en los medios de soporte (5) para proporcionar una capacidad de rodadura de la rueda (1) para el contacto de rodadura con el material de prueba (15).

4. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la sección de banda de rodadura de neumático (11,22) está formada en secciones circulares y en el que cada sección está alineada para abarcar uno o más

transductores (20) y en el que la sección de banda de rodadura de neumático (11,22) está en contacto directo con el fluido de acoplamiento (26) en el interior de la sección de banda de rodadura de neumático hacia los transductores (20).

5 5. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la sección de banda de rodadura de neumático (24, 25) comprende un material de soporte (25) que comprende un primer lado que proporciona una superficie de contacto al fluido de acoplamiento (26) y un segundo lado que proporciona una superficie a la que se une un material de acoplamiento (24), formando el material de acoplamiento (24) las secciones circulares del neumático 10.

10 6. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que los extremos periféricos del eje (2) comprenden medios de unión (71) para unir el dispositivo a un bastidor (70, 120).

7. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que se proporcionan cables eléctricos (74) para conectar el módulo transductor a la alimentación.

8. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que se proporcionan cables eléctricos (74) para conectar los transductores (20) a la lógica de control.

15 9. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el dispositivo comprende medios para la transmisión inalámbrica de datos de control y datos de señal recibidos.

10. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que el conjunto de transductores (20) comprende medios de unión ajustables a la base (3) o al eje (2) a fin de cambiar el ángulo y/o la distancia del conjunto de transductores (2) en relación con el material de prueba (15).

20 11. Dispositivo para la emisión de una señal ultrasónica y la recepción de la señal ultrasónica reflejada de un material de prueba (15), comprendiendo el dispositivo dos o más ruedas (1) como se describe en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que las ruedas (1) están unidas a un bastidor (70, 120).

12. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que cada transductor individual (20) en cada uno de los conjuntos de transductores (20) actúa como transductor de emisión o transductor de recepción, o tanto como transductor de emisión como transductor de recepción.

25 13. Sistema de emisión y recepción de señal ultrasónica, comprendiendo el sistema comprende:

uno o una pluralidad de dispositivos/ruedas de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 12, comprendiendo el sistema además un carro (120, 200) en el que están montadas una rueda o una pluralidad de ruedas (1), un mecanismo de control para dirigir el carro a lo largo de una trayectoria (211) sobre la superficie de un material de prueba (15), lógica de control (204) para controlar el carro, los transductores y el almacenamiento y la comunicación de datos.

35 14. Sistema de acuerdo con la reivindicación 13, comprendiendo el sistema, además, medios de navegación (202) para proporcionar una posición absoluta.

15. Sistema de acuerdo con las reivindicaciones 13 y 14, comprendiendo el sistema, además, medios de visualización (150, 201).

40 16. Sistema de acuerdo con las reivindicaciones 13 a 15, comprendiendo el sistema, además, medios de seguimiento para proporcionar una posición relativa.

17. Sistema de acuerdo con las reivindicaciones 13 a 16, en el que el mecanismo de control para dirigir el carro es una manija (121, 205) para guía manual o un motor de control remoto conectado a medios de conducción para mover el carro.

45 18. Sistema de acuerdo con las reivindicaciones 13 a 17, comprendiendo el sistema, además, medios informáticos para recibir los datos de señal ultrasónica recibidos y para procesar los datos.

19. Sistema de acuerdo con la reivindicación 18, en el que los medios informáticos son medios informáticos remotos.

20. Procedimiento de emisión y de recepción de señal ultrasónica para permitir el análisis de un material de prueba (15), comprendiendo el procedimiento la etapa de:

50 proporcionar uno o una pluralidad de sistemas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 19, comprendiendo el procedimiento las etapas de:

emitir señales ultrasónicas desde un transductor (20);
recibir reflejos de las señales ultrasónicas emitidas desde el material de prueba (15) con uno o una pluralidad de transductores (20);
55 almacenar y transferir las señales ultrasónicas recibidas a un medio informático y analizar las señales ultrasónicas recibidas.

60 21. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 20, el procedimiento comprende además la etapa de:

mover el carro (120, 200) a lo largo de un camino predefinido (211);
emitir señales ultrasónicas desde transductores individuales (20) de acuerdo con un patrón de emisión predefinido;
65 recibir la señal ultrasónica reflejada del material de prueba (15) con uno o una pluralidad de transductores configurados para recibir transductores para la señal ultrasónica individual emitida.

22. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 20 o 21, el procedimiento comprende además comparar el resultado del análisis de una sección de un material de prueba con un análisis previo de la misma sección del material de prueba, e identificar cambios en el material de prueba.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo transductor para la emisión y la recepción de una señal ultrasónica, estando formado el dispositivo como una rueda (1), en el que la rueda (1) comprende:
- 5 un conjunto de transductores (20) dispuestos sobre una base (3) unida al eje (2) de la rueda;
una sección de neumático (10) que proporciona un recinto sellado (7) alrededor del conjunto de transductores (20), comprendiendo la sección de neumático una sección de banda de rodadura (11, 22, 24, 25);
10 un fluido de acoplamiento (26) en el recinto sellado (7) que proporciona una transparencia acústica entre el conjunto de transductores y los puntos de contacto (27) de la sección de banda de rodadura de neumático (11, 24) hacia un material de prueba (15), y
en donde la sección de banda de rodadura de neumático (11, 22, 24, 25) está hecha de un material elástico, **caracterizado porque** la sección de banda de rodadura de neumático (11, 22, 24, 25) tiene una pluralidad de secciones sobresalientes circulares (12).
- 15 2. Dispositivo transductor de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende, además:
- medios de unión (8) para medios de soporte (5) dispuestos en ambos extremos periféricos del eje (2);
medios de soporte (5) unidos a los medios de acoplamiento (8), y
20 la sección del neumático (10) unida a las bases de unión (6) provistas en los medios de soporte (5) para proporcionar una capacidad de rodadura de la rueda (1) para el contacto de rodadura con el material de prueba (15).
3. Dispositivo transductor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cada sección circular está alineada para abarcar uno o más transductores (20) y en el que la sección de banda de rodadura de neumático (11,22) está en contacto directo con el fluido de acoplamiento (26) en el interior de la sección de banda de rodadura de neumático hacia los transductores (20).
- 25 4. Dispositivo transductor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la sección de banda de rodadura de neumático (24, 25) comprende un material de soporte (25) que comprende un primer lado que proporciona una superficie de contacto al fluido de acoplamiento (26) y un segundo lado que proporciona una superficie a la que está unido un material de acoplamiento (24), formando el material de acoplamiento (24) las secciones circulares del neumático 10.
- 30 5. Dispositivo transductor de acuerdo con una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que los extremos periféricos del eje (2) tienen medios de unión (71) para unir el dispositivo a un bastidor (70, 120).
6. Dispositivo transductor de acuerdo con una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que se proporcionan cables eléctricos (74) para conectar el conjunto de transductores (20) a la alimentación.
- 40 7. Dispositivo transductor de acuerdo con una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que se proporcionan cables eléctricos (74) para conectar los transductores (20) a la lógica de control.
8. Dispositivo transductor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el dispositivo comprende medios para la transmisión inalámbrica de datos de control y datos de señal recibidos.
- 45 9. Dispositivo transductor de acuerdo con una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que el conjunto de transductores (20) comprende medios de unión ajustables a la base (3) o al eje (2) a fin de cambiar el ángulo y/o la distancia del conjunto de transductores (2) en relación con el material de prueba (15).
- 50 10. Dispositivo transductor de acuerdo con una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que cada transductor individual (20) en cada una de las series de transductores (20) actúa como transductor de emisión o transductor de recepción, o tanto como transductor de emisión como transductor de recepción.
- 55 11. Dispositivo de transporte del transductor para la emisión de una señal ultrasónica y la recepción de una señal ultrasónica reflejada de un material de prueba (15), en el que el dispositivo comprende un bastidor (70, 120) y dos o más dispositivos transductores (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que las ruedas (1) están unidas al bastidor (70, 120).
- 60 12. Sistema de emisión y recepción de señal ultrasónica, estando el sistema **caracterizado porque** comprende:
- uno o una pluralidad de dispositivos transductores de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, comprendiendo el sistema además un carro (120, 200) en el que están montadas una rueda o una pluralidad de ruedas (1),
65 un mecanismo de control para dirigir el carro a lo largo de una trayectoria (211) sobre la superficie de un material de prueba (15),

lógica de control (204) para controlar el carro, los transductores, y el almacenamiento y la transmisión de los datos recibidos por los transductores.

- 5 13. Sistema de acuerdo con la reivindicación 12, comprendiendo el sistema, además, medios de navegación (202) para proporcionar una posición absoluta.
14. Sistema de acuerdo con las reivindicaciones 11 y 12, comprendiendo el sistema, además, medios de visualización (150, 201).
- 10 15. Sistema de acuerdo con las reivindicaciones 11 a 14, comprendiendo el sistema, además, medios de seguimiento para proporcionar una posición relativa.
- 15 16. Sistema de acuerdo con las reivindicaciones 11 a 15, en el que el mecanismo de control para dirigir el carro es una manija (121, 205) para guía manual o un motor de control remoto conectado a medios de conducción para mover el carro.
17. Sistema de acuerdo con las reivindicaciones 11 a 16, comprendiendo el sistema, además, medios informáticos para recibir los datos de señal ultrasónica recibidos y para procesar los datos.
- 20 18. Sistema de acuerdo con la reivindicación 17, en el que los medios informáticos son medios informáticos remotos.
19. Procedimiento de recepción y de emisión de señal ultrasónica para permitir el análisis de un material de prueba (15), estando el procedimiento **caracterizado porque** comprende la etapa de:
- 25 proporcionar uno o una pluralidad de sistemas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 18, emitir señales ultrasónicas desde al menos un transductor de un conjunto de transductores (20) de al menos uno de los sistemas;
- 30 recibir reflejos de las señales ultrasónicas emitidas por el material de prueba (15) con uno o una pluralidad de transductores del conjunto de transductores (20);
- almacenar y transferir las señales ultrasónicas recibidas a un medio informático y analizar las señales ultrasónicas recibidas.
20. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 19, comprendiendo el procedimiento, además, la etapa de:
- 35 mover el carro (120, 200) a lo largo de una trayectoria predefinida (211);
- emitir señales ultrasónicas desde transductores individuales del conjunto de transductores (20) de acuerdo con un patrón de emisión predefinido;
- 40 recibir los reflejos de señales ultrasónicas emitidas por el material de prueba (15) con uno o una pluralidad de transductores del conjunto de transductores (20) configurados para ser los transductores de recepción de la señal ultrasónica individual emitida.
21. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 19 o 20, comprendiendo el procedimiento, además, comparar el resultado del análisis de una sección de un material de prueba con un análisis previo de la misma sección del material de prueba, e identificar cambios en el material de prueba.
- 45

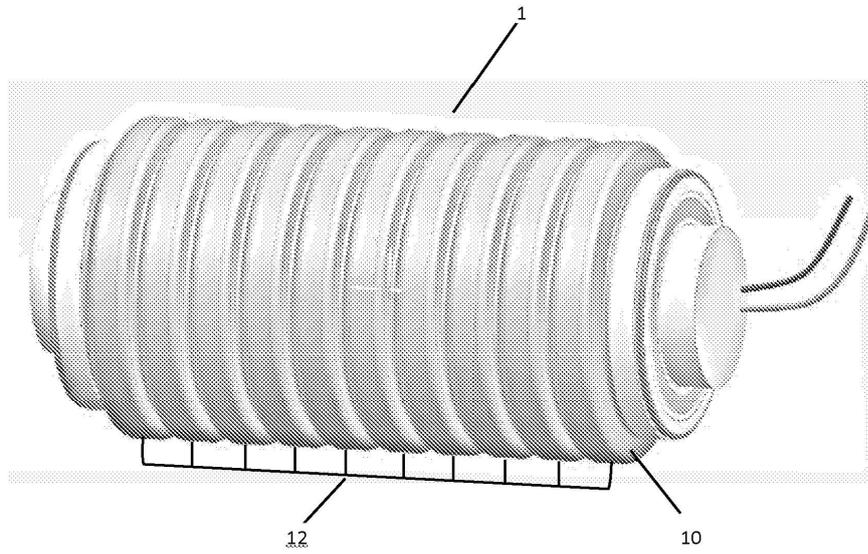


FIG. 1

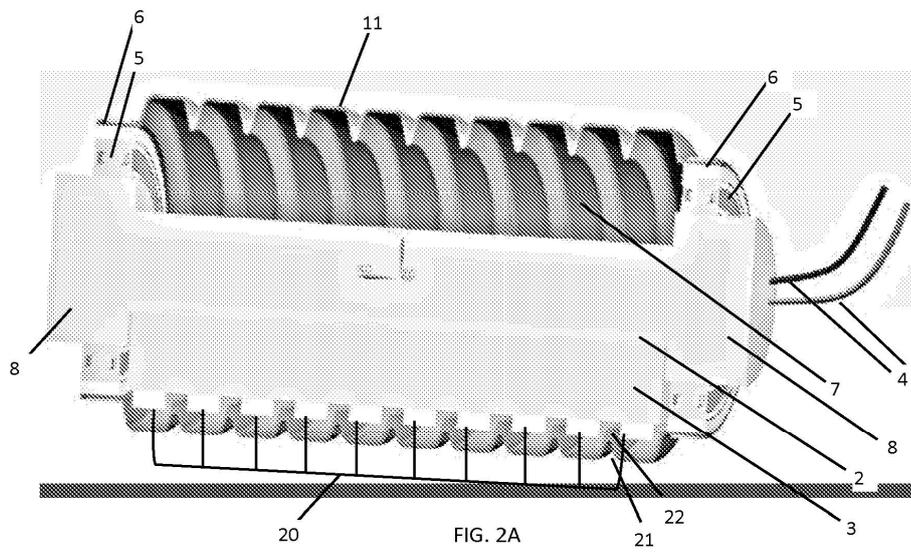


FIG. 2A

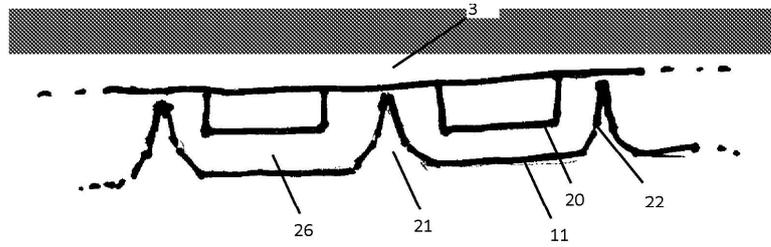


FIG. 2B

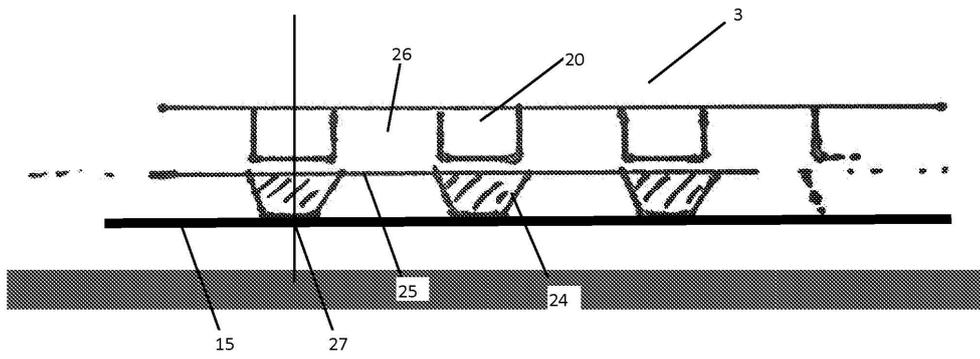


FIG. 2C

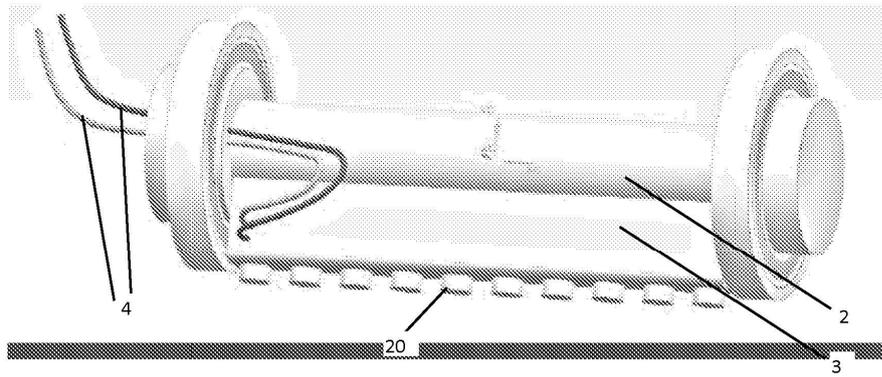


FIG. 3

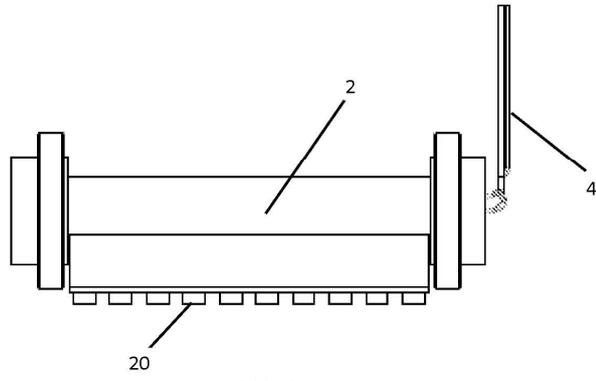


FIG. 4

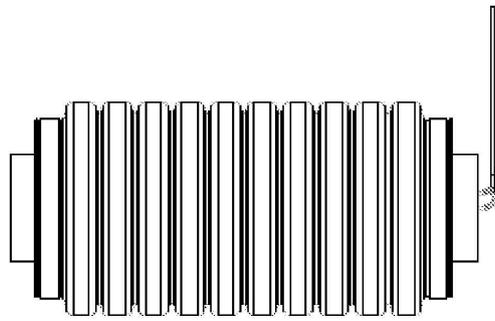


FIG. 5

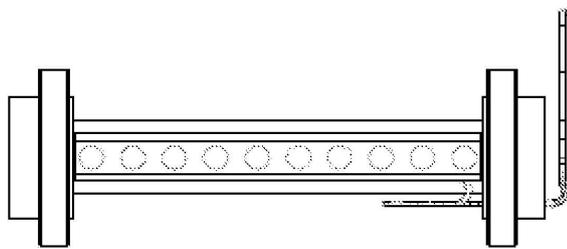


FIG. 6

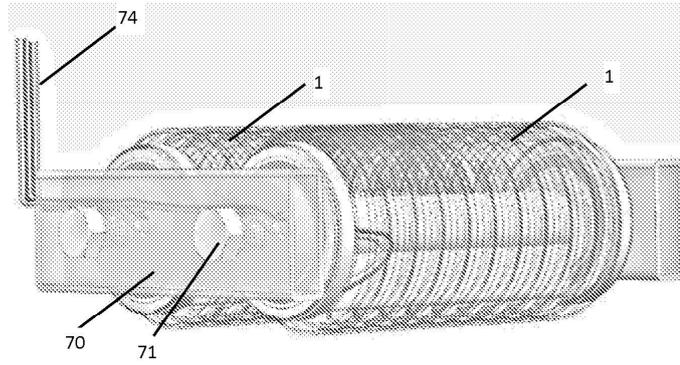


FIG. 7

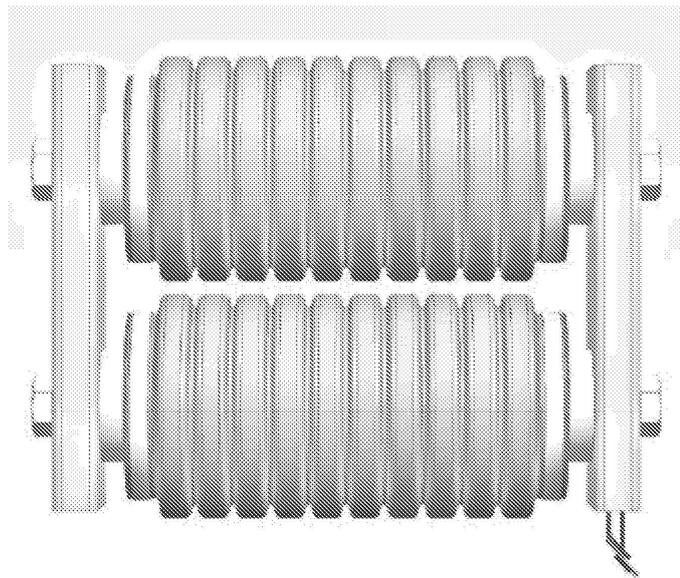


FIG. 8

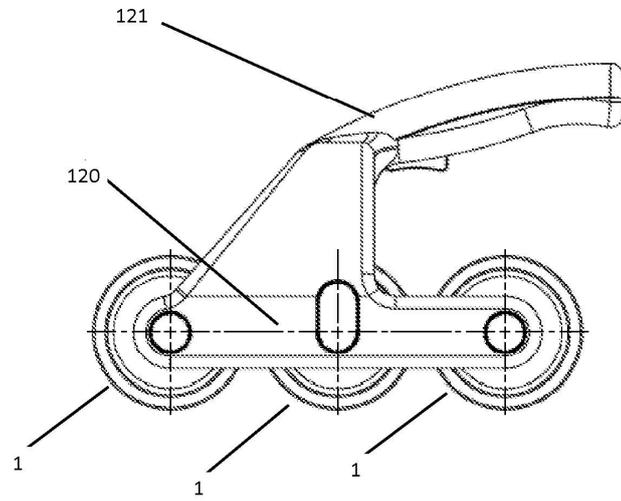


FIG. 9

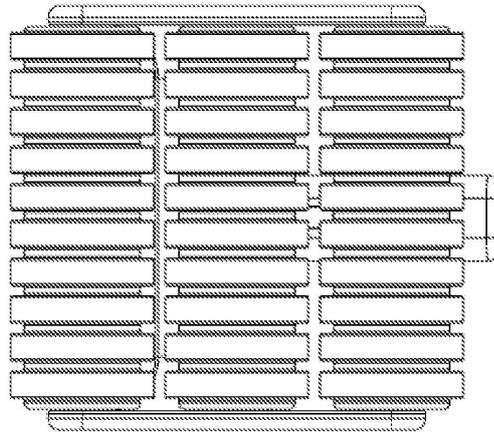


FIG. 10

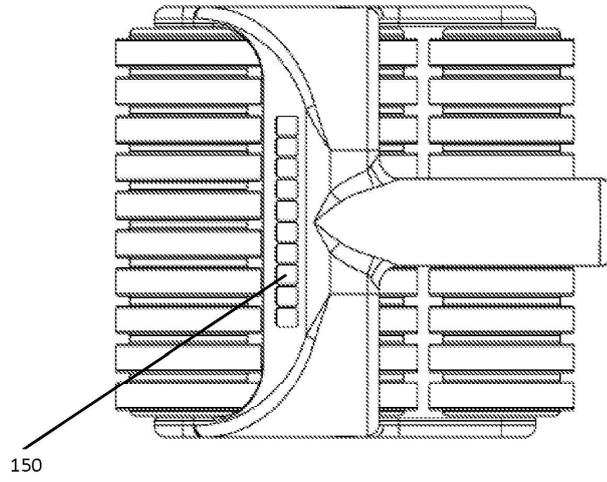
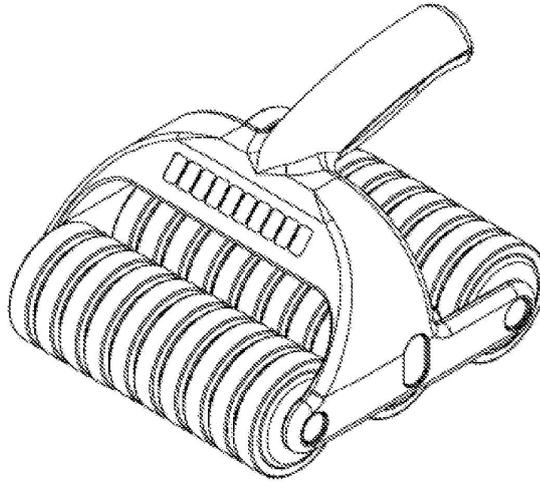


FIG. 11



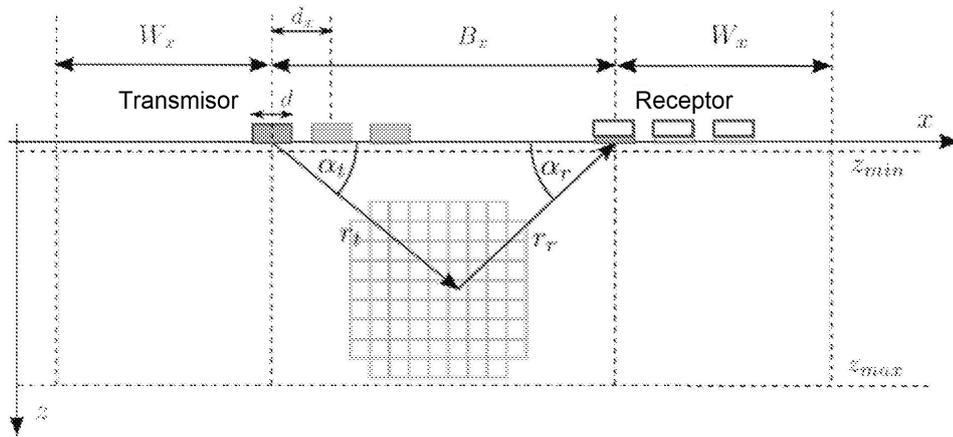


FIG. 13

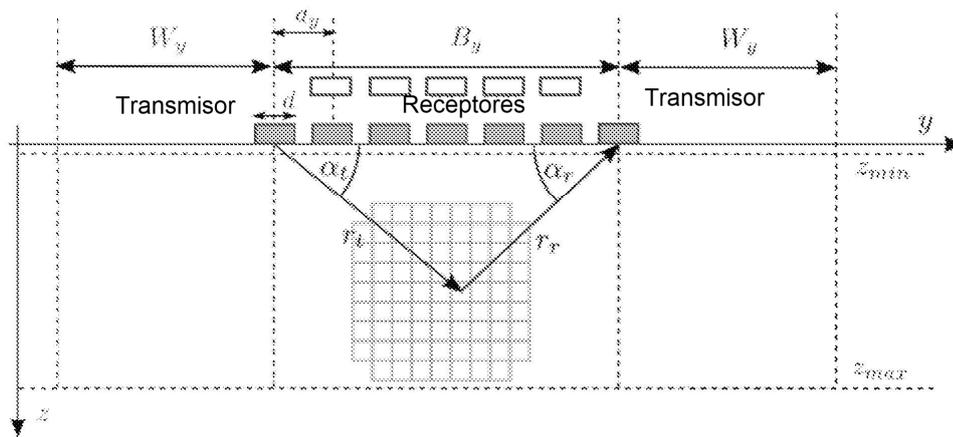
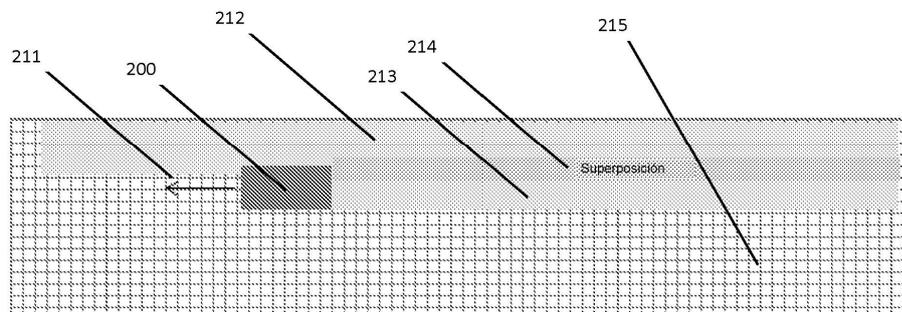
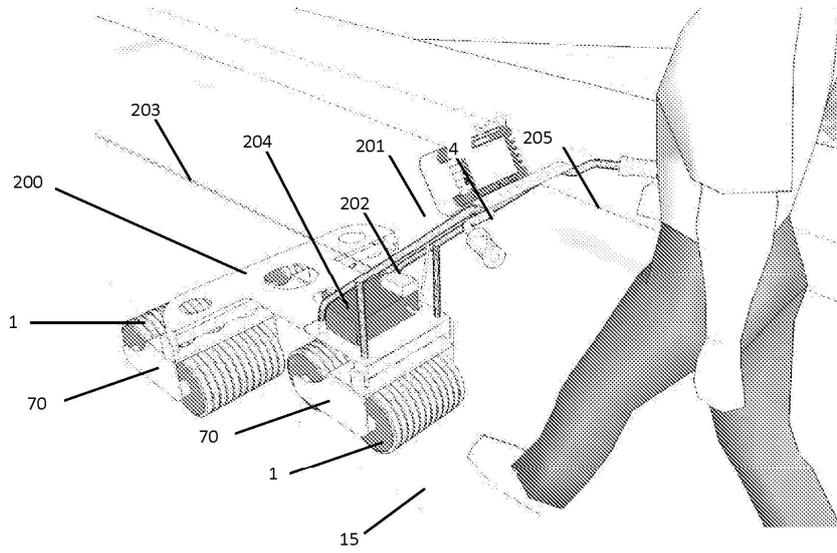


FIG. 14



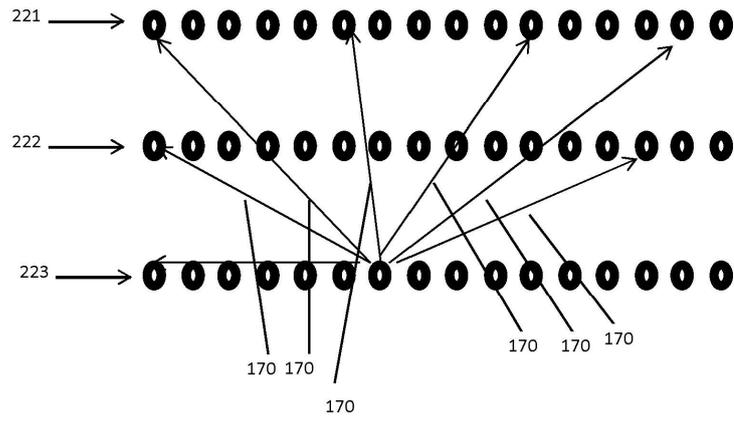


FIG. 17