

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 978 503**

51 Int. Cl.:

F16L 55/28 (2006.01)

G01C 7/06 (2006.01)

G01N 21/954 (2006.01)

G03B 37/00 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.07.2019** **E 19187622 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2024** **EP 3599510**

54 Título: **Sistema de inspección de cavidades**

30 Prioridad:

23.07.2018 DE 102018212216

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
13.09.2024

73 Titular/es:

IBAK HELMUT HUNGER GMBH & CO. KG
(100.0%)
Wehdenweg 122
24148 Kiel, DE

72 Inventor/es:

BÖTTCHER, MARCUS

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 978 503 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema de inspección de cavidades

- 5 La invención se refiere a un sistema de inspección de cavidades, en particular a un sistema de inspección de cavidades para la inspección y/o el tratamiento de tuberías de alcantarillado y pozos.

10 Los sistemas de inspección de cavidades se conocen, por ejemplo, en forma de sistemas de inspección de tuberías de alcantarillado o robots para tuberías de alcantarillado, que se utilizan para inspeccionar y, dado el caso, rehabilitar tuberías de alcantarillado. Este tipo de robots para tuberías de alcantarillado suelen controlarse por estaciones de control dispuestas fuera de la tubería de alcantarillado, a través de las cuales los robots para tuberías de alcantarillado pueden moverse a las posiciones deseadas y las cámaras de los sistemas pueden controlarse para poder observar zonas específicas en la tubería de alcantarillado. Estas zonas son en particular zonas dañadas. Alternativa o
15 adicionalmente también pueden moverse herramientas de tratamiento como fresas, para realizar operaciones de tratamiento.

El documento DE 20 2013 100 437 U1 da a conocer un dispositivo para medir distancias en tuberías. Para ello, el dispositivo presenta un diodo emisor de luz que emite un haz de luz. El haz de luz reflejado se detecta y mediante un procedimiento de triangulación se calcula una distancia. El documento DE 203 08 761 U1 da a conocer un carro de
20 alcantarillado para analizar tuberías de alcantarillado con una fuente de luz que está configurada para generar marcas en la pared interna de la tubería de alcantarillado, que se capturan en una imagen de vídeo y que pueden utilizarse para determinar deformaciones de la tubería de alcantarillado. El documento DE 10 2013 211 795 A1 da a conocer un dispositivo detector para reconocer estructuras ocultas en paredes de alcantarillas, en el que mediante una antena emisora se generan señales electromagnéticas. Éstas se evalúan y mediante las señales pueden reconocerse en particular bifurcaciones cerradas. El documento US 2008/0021662 A1 da a conocer un sistema de inspección de
25 tuberías de alcantarillado, que presenta dos cámaras, una con una resolución lo suficientemente alta como para generar una imagen de vídeo para observar la tubería de alcantarillado y otra cámara con una resolución menor cuya imagen se evalúa para reconocer bordes mediante funciones matemáticas.

- 30 El objetivo de la invención es mejorar un sistema de inspección de cavidades en el sentido de que puedan realizarse fácilmente operaciones de análisis y/o tratamiento en una cavidad que debe analizarse.

Este objetivo se alcanza mediante un sistema de inspección de cavidades con las características indicadas en la reivindicación 1. A partir de las reivindicaciones dependientes, la descripción siguiente y las figuras adjuntas se deducen formas de realización preferidas.
35

El sistema de inspección de cavidades según la invención está configurado para analizar y/o tratar cavidades, como por ejemplo pozos o tuberías, en particular tuberías de alcantarillado. El sistema de inspección de cavidades según la invención presenta una unidad de inspección configurada para su introducción en una cavidad. Esta unidad de
40 inspección presenta al menos un dispositivo sensor en forma de cámara, con cuya ayuda puede analizarse y observarse el interior de la cavidad. El dispositivo sensor está configurado para detectar una forma, es decir, por ejemplo, el aspecto y/o la geometría de una pared de la cavidad. Para ello, por ejemplo, los datos generados por el dispositivo sensor, como por ejemplo una imagen captada por la cámara, pueden transmitirse a través de un enlace de comunicación adecuado a una estación de control situada fuera de la cavidad. Además, también es posible una grabación y una evaluación u observación posterior. Además, el sistema de inspección de cavidades presenta un
45 dispositivo de control, que sirve y está configurado para controlar la unidad de inspección. Este dispositivo de control presenta un dispositivo de evaluación conectado al dispositivo sensor. Mientras que en el caso del dispositivo sensor se trata de una cámara, el dispositivo de evaluación está configurado como dispositivo de evaluación de imágenes. El dispositivo de evaluación está configurado para evaluar de manera automatizada los datos o la información proporcionados por el dispositivo sensor. Para ello, el dispositivo de evaluación está formado preferiblemente por un sistema informático, por ejemplo, un software adecuado, que se ejecuta en un sistema informático.
50

Según la invención está previsto que el dispositivo de evaluación presente un módulo de reconocimiento de estructuras. Este módulo de reconocimiento de estructuras sirve para, de manera automatizada, reconocer estructuras
55 determinadas en una forma detectada por el dispositivo sensor, es decir, en imágenes captadas por una cámara, por ejemplo, en una pared de la cavidad. Estas estructuras pueden ser, por ejemplo, zonas dañadas como fisuras o agujeros en la pared de la cavidad, por ejemplo, de una pared de una tubería de alcantarillado, conexiones, juntas de componentes, etc. El módulo de reconocimiento de estructuras está configurado y se comunica con el dispositivo sensor o la cámara de tal modo que recibe datos o información del dispositivo sensor y los evalúa, de manera que, en la forma detectada, por ejemplo, en una imagen captada, reconozca de manera automatizada estructuras
60 determinadas. El dispositivo de control está configurado de tal modo que, basándose en las estructuras reconocidas de manera automatizada, a su vez puede realizar determinadas operaciones o acciones de manera automatizada. Para ello, el dispositivo de control está configurado de tal modo que, al reconocer una estructura determinada, por ejemplo, una zona dañada, inicia al menos una acción del sistema de inspección de cavidades. Para ello, el módulo

de reconocimiento de estructuras proporciona información o comandos de control, que hacen que el dispositivo de control realice dicha al menos una acción. Esta configuración del sistema de inspección de cavidades permite al menos en parte operaciones de inspección o tratamiento automatizadas en la cavidad, al reconocer el módulo de reconocimiento de estructuras de manera automatizada estructuras determinadas en los datos adquiridos, como por ejemplo en una imagen, y al realizar el dispositivo de control, al reconocer una estructura determinada, de manera automatizada una acción determinada. De este modo se simplifica la operación de análisis o tratamiento en la cavidad, porque no todas las acciones tienen que iniciarse ni desencadenarse manualmente. Además, mediante un reconocimiento de estructuras automatizado puede iniciarse una evaluación más fiable y, dado el caso, un tratamiento más fiable de la cavidad, porque de este modo puede implementarse una elevada precisión de observación de manera constante.

En el caso del dispositivo sensor descrito se trata de al menos una cámara, aunque adicionalmente pueden emplearse otros dispositivos sensores adecuados para detectar al menos en parte una forma o estructura de una pared de una cavidad. A este respecto, pueden utilizarse combinaciones de diferentes sensores, evaluando el dispositivo de evaluación preferiblemente en conjunto los datos adquiridos de los mismos. El al menos un dispositivo sensor podría presentar adicionalmente también una cámara ToF (cámara de tiempo de vuelo), una cámara de campo luminoso, un sonar, un radar, un sensor de distancia, un sensor láser de distancia, un sensor láser y/o sensores similares.

El módulo de reconocimiento de estructuras puede estar configurado de tal modo que reconozca estructuras determinadas, por ejemplo, basándose en diferencias de brillo, en el contraste y/o en diferencias de color en los datos adquiridos y, en particular, en la imagen captada. Además, preferiblemente, el módulo de reconocimiento de estructuras puede estar configurado para reconocer líneas y/o bordes en la imagen captada, pudiendo reconocerse este tipo de líneas y/o bordes de la manera indicada, por ejemplo, basándose en diferencias de brillo, en el contraste y/o en diferencias de color en una imagen captada. El reconocimiento de estructuras determinadas, como por ejemplo agujeros o zonas dañadas, puede producirse comparando los datos adquiridos, como por ejemplo los datos de imagen adquiridos, con las estructuras previamente conocidas. El módulo de reconocimiento de estructuras puede presentar una memoria de datos o una base de datos con datos de estructura o estar conectado a una memoria de datos con datos de estructura y estar configurado para reconocer estructuras mediante la comparación de la información o la información de imagen adquirida con los datos de estructura procedentes de la memoria de datos.

El módulo de reconocimiento de estructuras puede presentar un reconocimiento de patrones o un sistema de reconocimiento de patrones para reconocer estructuras en los datos o datos de imagen adquiridos. A este respecto, puede tratarse de sistemas para el reconocimiento sintáctico, estático y/o estructural de patrones. De este modo pueden reconocerse de manera automatizada estructuras determinadas deseadas como, por ejemplo, fisuras, bifurcaciones, manguitos y otras estructuras que deben reconocerse en cavidades o, de manera particularmente preferida, tuberías de alcantarillado mediante el módulo de reconocimiento de estructuras. Para ello pueden utilizarse o tenerse en cuenta datos de estructura previamente depositados, pudiendo estar configurado el módulo de reconocimiento de estructuras, además, preferiblemente, también de tal modo que actualice automáticamente una memoria de datos con los datos de estructura depositados.

La imagen captada por la cámara, en la que se reconocen las estructuras mediante el módulo de reconocimiento de estructuras, puede ser una imagen única. Sin embargo, alternativa o adicionalmente es posible realizar el reconocimiento basándose en una pluralidad de imágenes únicas y/o en un vídeo. A este respecto, el reconocimiento de estructuras se produce esencialmente en tiempo real, es decir, directamente al introducir la unidad de inspección en la cavidad o al desplazar la unidad de inspección por la cavidad. Durante el desplazamiento, la unidad de inspección se mueve mediante un accionamiento propio o mediante un elemento de avance adecuado a través de la cavidad, por ejemplo, a través de una tubería de alcantarillado. La evaluación en tiempo real permite un análisis muy rápido de la cavidad. Además, permite medidas directas para un análisis adicional y, dado el caso, para un tratamiento.

La al menos una acción iniciada por el dispositivo de control al reconocer estructuras determinadas puede comprender, por ejemplo, un movimiento de al menos un elemento de la unidad de inspección o un movimiento de una cámara, un movimiento de al menos un accionamiento de la unidad de inspección, una adquisición de valores medidos, un almacenamiento de datos, una adaptación de una iluminación, una limpieza de un dispositivo sensor, como por ejemplo de una cámara y/o una adaptación de una alimentación de fluido. Cualquiera de estas medidas puede realizarse individualmente o en combinación, es decir, también simultáneamente o en una secuencia predeterminada como una sola acción.

De manera particularmente preferida, la al menos una acción iniciada por el dispositivo de control puede comprender un movimiento, preferiblemente un giro y/o un cambio en la distancia focal de una cámara. Así, por ejemplo, cuando en una cavidad el módulo de reconocimiento de estructuras reconoce una estructura que va a analizarse más de cerca, el dispositivo de control puede girar la cámara de manera automatizada de tal modo que la estructura reconocida pueda analizarse más de cerca. Para el giro, la cámara presenta preferiblemente un accionamiento de giro adecuado, que puede controlar el dispositivo de control. Alternativa o adicionalmente, la cámara puede estar dotada de un sistema

para realizar un cambio en la distancia focal, es decir, un zoom que puede controlar el dispositivo de control, que permite observar las estructuras que van a analizarse de forma ampliada.

5 Otra acción podría ser que el dispositivo de control controlara un accionamiento de la unidad de inspección de tal modo que la unidad de inspección se aproximara por ejemplo más a una estructura que va a analizarse. Alternativa o
adicionalmente, un dispositivo de flexión de una unidad de inspección también podría controlarse y moverse mediante
el dispositivo de control de tal modo que la unidad de inspección se desvíe por ejemplo hacia una bifurcación,
reconocida anteriormente por el módulo de reconocimiento de estructuras como estructura determinada. También
sería posible cambiar el brillo y/o la orientación de la iluminación mediante dispositivos de iluminación
10 correspondientes, que puede controlar el dispositivo de control, por ejemplo, también para poder analizar mejor y más
de cerca una estructura determinada. Como alimentación de fluido podría cambiarse, por ejemplo, una presión de
lavado o encenderse y/o apagarse una alimentación de agente de lavado. Como adquisición de valores medidos
podría iniciarse, por ejemplo, una medición de altura o medición de diámetro o similar en la cavidad. Para ello puede
activarse un sistema de medición acoplado al dispositivo de control para registrar uno o varios valores de medición
15 por el dispositivo de control de manera correspondiente. Del mismo modo, el dispositivo de control podría comprender
como acción una adquisición de datos, un registro, almacenamiento y/o transmisión de datos, por ejemplo, con fines
de documentación como acción. Por ejemplo, al reconocer una estructura determinada como una zona dañada en la
pared de una cavidad, podría captarse una imagen de la misma y almacenarse.

20 Según la invención el dispositivo de control está configurado de tal modo que determina la posición de una estructura
reconocida por el módulo de reconocimiento de estructuras e inicia un posicionamiento de la unidad de inspección y/o
de la cámara con respecto a la estructura reconocida. Es decir, como se describió anteriormente, el dispositivo de
control puede controlar, por ejemplo, un accionamiento de giro y/o un dispositivo de zoom de la cámara en función de
la posición reconocida, para poder observar la estructura reconocida más de cerca. A este respecto, la posición es
25 preferiblemente una posición con respecto a la posición actual de la unidad de inspección. Alternativa o adicionalmente
la unidad de inspección puede moverse de la manera descrita anteriormente controlando su accionamiento en función
de la posición determinada. Así, por ejemplo, la unidad de inspección puede desplazarse, en particular avanzar, una
medida determinada en función de la posición reconocida, hacia una estructura reconocida para analizarla más de
cerca o, por ejemplo, para poder desviar la unidad de inspección hacia una bifurcación reconocida más adelante o
30 para poder realizar un tratamiento.

El módulo de reconocimiento de estructuras está configurado en particular de tal modo que capta estructuras en una
zona o imagen, situada delante de la unidad de inspección o que muestra la zona delante de la unidad de inspección.
Es decir, las estructuras reconocidas se sitúan preferiblemente con una distancia delante de la unidad de inspección,
35 de modo que de manera particularmente preferida el dispositivo de control determine la distancia de la posición de la
estructura reconocida con respecto a la unidad de inspección en la dirección de avance de la unidad de inspección.
Entonces, esto permite mover la unidad de inspección preferiblemente por esta distancia o por una medida que
depende de esta distancia para alcanzar una situación definida con respecto a la posición de la estructura reconocida.
La determinación de posición puede realizarse de manera particularmente preferida mediante datos de imagen de una
40 imagen captada. Por tanto, el dispositivo de control puede estar configurado de tal modo que realice una evaluación
de los datos de imagen de tal modo que determine la posición de la estructura reconocida. El dispositivo de control
está configurado de tal modo que determina la posición de una estructura reconocida teniendo en cuenta al menos un
valor de medición adquirido anteriormente o en ese momento y/o los datos depositados en una base de datos. Así,
para la determinación de posición, puede tenerse en cuenta, por ejemplo, un diámetro ya conocido o medido de la
45 cavidad, por ejemplo, de una tubería de alcantarillado. Alternativamente puede realizarse, por ejemplo, una medición
de la distancia actual con respecto a la estructura reconocida mediante un sistema de medición de la distancia
adecuado. Para ello, por ejemplo, puede utilizarse un sistema de medición láser y/o un sistema de medición por
triangulación. Alternativa o adicionalmente es posible determinar configuraciones determinadas de la cavidad
mediante datos depositados anteriormente en una memoria de datos o una base de datos. Por ejemplo, en las tuberías
50 de alcantarillado se conocen determinadas dimensiones o determinados componentes normalizados. Si, por ejemplo,
en los datos de imagen, en particular utilizando el módulo de reconocimiento de estructuras, puede reconocerse una
forma o estructura aproximada, entonces las dimensiones exactas pueden extraerse de una memoria de datos
asignando las posibles configuraciones conocidas basándose en los componentes normalizados.

55 Según otra forma de realización posible de la invención, la unidad de inspección puede presentar al menos una
herramienta de tratamiento, por ejemplo, una fresa, y el dispositivo de control puede estar configurado para controlar
esta herramienta de tratamiento, preferiblemente en función de una estructura reconocida por el módulo de
reconocimiento de estructuras. Esta herramienta de tratamiento puede servir en una tubería de alcantarillado, por
ejemplo, para fresar un revestimiento interior colocado en las posiciones de las bifurcaciones. El módulo de
60 reconocimiento de estructuras puede reconocer, por ejemplo, estructuras determinadas en forma de hendiduras o
protuberancias, que aparecen en el revestimiento interior en las zonas de las bifurcaciones o las desembocaduras.
Entonces, el dispositivo de control, por ejemplo, con ayuda de la determinación de posición descrita anteriormente,
puede mover la herramienta de tratamiento hacia una posición tal que pueda tratarse la estructura reconocida como
desembocadura o bifurcación mediante la herramienta de tratamiento, por ejemplo, que pueda fresarse una

desembocadura. Alternativa o adicionalmente es posible controlar el propio proceso de tratamiento de manera automatizada, al reconocer el dispositivo de control si la herramienta de tratamiento trata la estructura de la manera deseada. A este respecto, por ejemplo, puede compararse una estructura reconocida por el módulo de reconocimiento de estructuras con una estructura objetivo y la herramienta de tratamiento puede controlarse de tal modo que se realice un tratamiento hasta que la estructura reconocida se corresponda con la estructura objetivo. Así, por ejemplo, de manera automatizada puede tratarse un manguito de bifurcación.

De manera particularmente preferida, el módulo de reconocimiento de estructuras está configurado para realizar un aprendizaje o autoaprendizaje, de modo que preferiblemente mejore la precisión de reconocimiento de manera continua y, dado el caso, también pueda adaptarse a las condiciones variables del entorno. A este respecto, por el término "autoaprendizaje" se entenderá en particular cualquier tipo de aprendizaje o entrenamiento. El proceso de aprendizaje puede facilitarse proporcionando al módulo de reconocimiento de estructuras datos de base para el reconocimiento de estructuras, determinados anteriormente de manera experimental y que forman parte del módulo de reconocimiento de estructuras en su estado tal como se entrega. Preferiblemente se realiza un entrenamiento previo del módulo de reconocimiento de estructuras. Entonces, basándose en los datos de base y/o el estado de entrenamiento previo, es posible poner en funcionamiento, por ejemplo, el módulo de reconocimiento de estructuras. A continuación, además, preferiblemente, mediante el autoaprendizaje puede mejorar el reconocimiento de estructuras, al actualizarse por ejemplo los datos de estructura y/o dichos datos de base en una memoria de datos de manera continua mediante el propio módulo de reconocimiento de estructuras. A este respecto, puede tratarse de una memoria de datos local en el módulo de reconocimiento de estructuras o también de una memoria de datos remota. Alternativa o adicionalmente, el módulo de reconocimiento de estructuras también puede mejorarse o actualizarse como parte de actualizaciones regulares o irregulares con respecto a sus propiedades y capacidades.

Según otra forma de realización preferida de la invención, no sólo el módulo de reconocimiento de estructuras está configurado de forma que realice un aprendizaje o autoaprendizaje, sino que todo el sistema de inspección o tratamiento de cavidades está configurado de este modo. Así, es posible entrenar o aprender todo un proceso, como por ejemplo el reconocimiento y el fresado automático de una conexión en una tubería de alcantarillado. Para ello, preferiblemente el dispositivo de control, que está configurado para controlar todo el sistema, presenta una inteligencia artificial como, por ejemplo, una red neuronal, que preferiblemente puede estar configurada como se describió anteriormente y como se describirá más adelante.

El módulo de reconocimiento de estructuras presenta una inteligencia artificial y al menos una red neuronal, cuyo uso permite reconocer estructuras en los datos de imagen. Esta red neuronal o esta inteligencia artificial pueden aprenderse o entrenarse para reconocer estructuras deseadas de manera recurrente. El aprendizaje puede producirse, por ejemplo, con datos existentes, como por ejemplo datos de imagen, en los que las estructuras que van a reconocerse están etiquetadas o, dado el caso, se etiquetan manualmente por un operador en un proceso de aprendizaje o durante una operación posterior.

El módulo de reconocimiento de estructuras puede estar configurado localmente en el sistema de inspección de cavidades y por ejemplo en la unidad de inspección o un dispositivo de control conectado a la unidad de inspección. Alternativamente el módulo de reconocimiento de estructuras puede estar configurado en un sistema informático centralizado, que se comunica con el dispositivo de control y preferiblemente con los dispositivos de control de varias unidades de inspección. A este respecto, puede tratarse de un enlace de comunicación, que permite un reconocimiento de estructuras en tiempo real. Alternativamente también puede ser posible que los datos registrados por el dispositivo de inspección, como por ejemplo los datos de imagen, se almacenen y se transmitan al módulo de reconocimiento de estructuras en uno o varios momentos seleccionados. Puede ser una transmisión en momentos regulares, pudiendo ser los intervalos de tiempo muy cortos, del orden de segundos, o pudiendo ser también más largos. La conexión de varias unidades de inspección a un sistema informático centralizado tiene la ventaja de que de este modo puede producirse un entrenamiento o autoaprendizaje del módulo de reconocimiento de estructuras basándose en los datos o datos de imagen de varias unidades de inspección, de modo que la precisión de reconocimiento pueda mejorarse muy rápidamente.

Además, es posible que el módulo de reconocimiento de estructuras se comunique con un sistema informático centralizado de tal modo que el módulo de reconocimiento de estructuras transmita datos sobre estructuras reconocidas al sistema informático centralizado y/o reciba datos para el reconocimiento de estructuras del sistema informático centralizado. Esto puede realizarse en línea de manera continua o en momentos predeterminados o, por ejemplo, también en forma de actualizaciones de datos o software manuales. Mediante un intercambio de datos entre el módulo de reconocimiento de estructuras y el sistema informático centralizado es posible actualizar varios módulos de reconocimiento de estructuras basándose en todos los datos adquiridos por estos módulos de reconocimiento de estructuras y, así, mejorar la precisión de reconocimiento. Así, los módulos de reconocimiento de estructuras pueden aprender entre sí y uno de otro.

Para permitir una transmisión de datos, el módulo de reconocimiento de estructuras puede comunicarse con el sistema informático centralizado a través de una red de comunicación y preferiblemente a través de Internet. La red de

comunicación puede ser una red local o regional, que conecte las unidades de inspección con un sistema informático centralizado, por ejemplo, en un centro o estación de control, en un ámbito espacial determinado más reducido. Alternativamente es posible una conexión a través de una red de comunicación como Internet, que permite la conexión en red en casi cualquier lugar. Esta conexión en red puede incluir una conexión de teléfono móvil, una conexión WLAN o similar. También sería posible un intercambio de datos manual mediante un soporte de datos como un disco duro o una memoria USB, estando dotado para ello el dispositivo de control preferiblemente de una interfaz adecuada o una conexión adecuada. De este modo es posible, conectar también aparatos alejados entre sí de tal modo que diferentes módulos de reconocimiento de estructuras aprendan uno de otro y puedan actualizarse o mejorarse de manera continua.

El módulo de reconocimiento de estructuras está configurado de manera particularmente preferida como módulo de software, que se ejecuta en un sistema informático en la cámara y/o un sistema informático en la unidad de inspección y/o un sistema informático en un sistema informático conectado a la unidad de inspección. Cuando el módulo de reconocimiento de estructuras se implementa en un ordenador o en un sistema informático en la cámara o la unidad de inspección, esto permite crear un sistema de inspección de cavidades en forma de unidad de inspección autónoma, que a modo de robot puede desplazarse de manera autónoma por una cavidad y analizarla. Así, el sistema de inspección de cavidades puede estar configurado de manera particularmente preferida como robot para cavidades o tuberías de alcantarillado de funcionamiento autónomo. En función del rendimiento disponible, el módulo de reconocimiento de estructuras puede estar integrado en cualquier posición en el sistema de inspección de cavidades. De manera conveniente, el módulo de reconocimiento de estructuras podría estar integrado en un sistema informático en una estación de control para una unidad de inspección, que queda fuera de la cavidad. En esta estación de control, generalmente se dispone de más espacio de instalación para los sistemas informáticos necesarios.

A continuación, se describirá la invención a modo de ejemplo mediante las figuras adjuntas. En éstas muestra:

la figura 1, esquemáticamente, una vista en sección de una tubería de alcantarillado con un sistema de inspección de cavidades según la invención en una primera posición,

la figura 2, una vista en planta de la cámara de la unidad de inspección según la figura 1,

la figura 3, una vista según la figura 1 con la unidad de inspección en una segunda posición y

la figura 4, esquemáticamente, una imagen captada por la cámara de la unidad de inspección según la figura 1.

A continuación, se describirá la invención a modo de ejemplo mediante un sistema de inspección de cavidades para una tubería de alcantarillado. Debe entenderse que las características descritas a continuación en combinación también podrían implementarse individualmente y en otras combinaciones.

La figura 1 muestra una tubería de alcantarillado 2 con una unidad de inspección 4 dispuesta en la misma en forma de carro. La unidad de inspección 4 puede desplazarse en el interior de la tubería de alcantarillado 2 sobre ruedas 6, una o varias de las cuales pueden ser accionadas. De este modo, la unidad de inspección 4 puede moverse en la dirección longitudinal X en la tubería de alcantarillado 2 hacia delante y atrás. En su extremo posterior, la unidad de inspección 4 está conectada a través de un cable de alimentación 8 a un dispositivo de control 10, que en este ejemplo de realización está dispuesto por fuera de la tubería de alcantarillado 2. El cable de alimentación 8 sirve, por un lado, para la comunicación de datos, por otro lado, sirve para suministrar energía a la unidad de inspección 4 y, además, también puede servir para la alimentación de agente de lavado.

En su extremo anterior, la unidad de inspección 4 presenta una cámara 12 giratoria, que forma un dispositivo sensor. Alternativa o adicionalmente pueden estar dispuestas varias cámaras con diferentes direcciones de visualización en la unidad de inspección 4 u otros dispositivos sensores adecuados. A continuación, se describirá la invención adicionalmente con el ejemplo de una cámara como dispositivo sensor. Sin embargo, debe entenderse que la invención también puede implementarse de manera correspondiente con otros dispositivos sensores, en particular combinaciones de dispositivos sensores diferentes.

Una imagen captada por la cámara 12, en particular una imagen de vídeo, se transmite a través del cable de alimentación 8 al dispositivo de control 10 y aquí puede visualizarse en un monitor 14. La unidad de control 10 presenta además unos elementos de mando 16 que sirven para un manejo o ajuste por parte de un operador. Mediante los elementos de mando 16 es posible ajustar manualmente el control de la unidad de inspección 4 y, dado el caso, la evaluación de la imagen. En la posición mostrada en la figura 1 de la cámara 12, la dirección de visualización de la lente 18 se dirige hacia delante en la dirección del eje longitudinal x, de modo que la cámara 12 capte esencialmente una imagen, como la representada esquemáticamente en la figura 4.

Como se representa en la figura 2, que muestra una vista en planta esquemática del lado frontal de la cámara 12, la lente 18 está rodeada por varios dispositivos de iluminación 20, que preferiblemente también puede controlar el dispositivo de control 10.

En la figura 1, en el carro o la unidad de inspección 4 esquemáticamente todavía se muestra una herramienta de tratamiento en forma de fresa 22, que puede desplegarse en la dirección radial con respecto al eje longitudinal x. En la imagen o imagen de vídeo captada por la cámara 12 pueden reconocerse estructuras en y dentro de la pared de la tubería de alcantarillado 2. En la figura 1 se muestran como ejemplo de tales estructuras esquemáticamente el intersticio 24 de la junta o el manguito entre dos tramos de tubería, una bifurcación 26 así como una zona dañada 28 en forma de fisura.

Según la invención el dispositivo de control 10 presenta un dispositivo de evaluación de imágenes 30 que, de manera automatizada, evalúa la imagen captada por la cámara 18, como se muestra a modo de ejemplo en la figura 4. El dispositivo de evaluación de imágenes 30 presenta un módulo de reconocimiento de estructuras 32 que está configurado para, de manera automatizada, reconocer estructuras determinadas en la imagen. Para ello, el módulo de reconocimiento de estructuras 32 utiliza preferiblemente según la invención una inteligencia artificial, por ejemplo, una red neuronal. Este sistema puede estar configurado en particular de modo que realice un autoaprendizaje o que pueda aprender, de modo que, de forma autónoma, pueda reconocer estructuras determinadas. Así, en la imagen captada, como se muestra en la figura 4, puede identificarse por ejemplo la zona dañada 28 en forma de fisura mediante el módulo de reconocimiento de estructuras 32. Alternativamente también sería posible reconocer, por ejemplo, el intersticio 24 o la desembocadura de la bifurcación 26 en la imagen de manera automatizada. Sin embargo, a continuación, sólo se seguirá describiendo el ejemplo de la fisura 28. Basándose en la estructura reconocida (en este caso, la zona dañada 28), el dispositivo de control 10 puede realizar de manera automatizada al menos una acción. Ésta se inicia, por ejemplo, basándose en una señal de reconocimiento emitida por el módulo de reconocimiento de estructuras 32, que indica el reconocimiento de una estructura determinada.

Así, mediante sistemas de medición adicionales o directamente a partir de la imagen captada, el dispositivo de control 10 puede reconocer la distancia a de la zona dañada 28 reconocida con respecto a la unidad de inspección 4 y, a continuación, puede hacer avanzar la unidad de inspección 4 por la distancia a en la tubería de alcantarillado 2, como se muestra en la figura 3. En la figura 3, la unidad de inspección 4 se encuentra en la posición avanzada. En la figura 3 el dispositivo de control 10 no se muestra de nuevo. Se entiende que tiene la misma configuración que la mostrada en la figura 1. Como acción adicional, el dispositivo de control 10 controla un accionamiento de giro de la cámara 12 de tal modo que la lente 18 se dirija en dirección radial con respecto al eje longitudinal x frontalmente hacia la zona dañada 28 reconocida, de modo que ahora pueda observarse en detalle en el monitor 14. Este proceso de aproximación y posicionamiento puede iniciarlo el dispositivo de control 10 de manera completamente automática, de modo que entonces un operador sólo tenga que observar la zona dañada 28 con exactitud. Se entiende que la cámara 12 también podría estar dotada adicionalmente de un zoom, para poder observar una zona dañada aún más de cerca. Alternativa o adicionalmente el dispositivo de control 10 también podría controlar los dispositivos de iluminación 20, para cambiar la iluminación para una observación más de cerca.

Alternativa o adicionalmente también sería posible que el dispositivo de control 10 controlara la herramienta de tratamiento 22 de manera automatizada para, preferiblemente con la observación de la cámara 12, de manera automatizada iniciar una operación de tratamiento, por ejemplo, un fresado de la desembocadura de la bifurcación 26. Alternativa o adicionalmente la cámara 12 podría estar dotada de un accionamiento de avance 34, que permitiera hacer avanzar la cámara 12 a la bifurcación 26 tras un posicionamiento correspondiente de la unidad de inspección 4. Esto también puede producirse de manera automatizada, cuando el módulo de reconocimiento de estructuras 32 ha reconocido la bifurcación 26. Es decir, la unidad de inspección 4 se posiciona de manera correspondiente mediante el dispositivo de control 10 y la cámara 12 se introduce automáticamente en la bifurcación 26.

Al reconocer una estructura 24, 26, 28 correspondiente mediante el módulo de reconocimiento de estructuras 32, el dispositivo de control 10 puede iniciar cualquier acción, que en principio pueden incluir todas las funcionalidades de un dispositivo de inspección, por ejemplo, también un lavado, una adaptación de una alimentación de agente de lavado, una medición, un almacenamiento de datos, etc. La medición podría ser, por ejemplo, una medición de altura mediante un sensor de posición y/o situación 36 en la unidad de inspección 4. Así, por ejemplo, tras detectar una zona dañada 38 podría registrarse y documentarse su posición o situación.

El módulo de reconocimiento de estructuras 32 puede estar configurado con el dispositivo de control 10 como sistema autónomo. Sin embargo, también es posible que el dispositivo de control 10 se comuniquen con un sistema informático 40 centralizado a través de un enlace de comunicación 38, como se representa esquemáticamente en la figura 1. Así, el módulo de reconocimiento de estructuras 32 podría situarse completa o parcialmente en otro lugar distinto del sistema informático 40 centralizado, transmitiéndose entonces los datos de imagen registrados por el dispositivo de control 10 al sistema informático 40 centralizado a través de la interfaz de comunicación 38. Alternativa o adicionalmente es posible que el módulo de reconocimiento de estructuras 32 aprenda a través del sistema informático 40 centralizado o proporcionarle datos de base para el reconocimiento de estructuras. Para ello, el módulo de

reconocimiento de estructuras 32 puede transmitir sus datos de estructura registrados o reconocidos al sistema informático 40 centralizado, de modo que aquí puedan actualizarse los datos de base, que entonces a su vez pueden ponerse a disposición del módulo de reconocimiento de estructuras 32 y preferiblemente de módulos de reconocimiento de estructuras 32 adicionales a través de los enlaces de comunicación 38 correspondientes. Así, el sistema informático 40 centralizado puede conectarse a través de Internet, de modo que así muchos sistemas de inspección de cavidades con muchos módulos de reconocimiento de estructuras 32 aprendan unos de otros y puedan actualizarse en conjunto.

Además, sería posible integrar todo el dispositivo de control 10 en la cámara 12 o la unidad de inspección 4, de modo que podría estar configurado como cámara de desplazamiento autónomo o robot o robot de alcantarillado de desplazamiento y funcionamiento autónomo.

Debe entenderse que es posible una amplia variedad de combinaciones posibles de un módulo de reconocimiento de estructuras 32 con una amplia variedad de actuadores y/o sensores en una unidad de inspección, que también deben considerarse parte de la invención.

Lista de símbolos de referencia

2 - tubería de alcantarillado

4 - unidad de inspección

6 - ruedas

8 - cable de alimentación

10 - dispositivo de control

12 - cámara

14 - monitor

16 - elementos de mando

18 - lente

20 - dispositivos de iluminación

22 - herramienta de tratamiento

24 - intersticio

26 - bifurcación

28 - zona dañada

30 - dispositivo de evaluación de imágenes

32 - módulo de reconocimiento de estructuras

34 - accionamiento de avance

36 - sensor de situación

38 - enlace de comunicación

40 - sistema informático centralizado

a - distancia

x - eje longitudinal

REIVINDICACIONES

1. Sistema de inspección de cavidades con

- 5 una unidad de inspección (4) configurada para su introducción en una cavidad (2), que presenta al menos un dispositivo sensor (12) con una cámara, con la que puede observarse el interior de la cavidad y que está configurada para detectar una forma de una pared de la cavidad,
- 10 así como un dispositivo de control (10) para controlar la unidad de inspección (4), que presenta un dispositivo de evaluación (30) conectado al dispositivo sensor (12),
- presentando el dispositivo de evaluación (30) un módulo de reconocimiento de estructuras (32), que está configurado de tal modo que reconoce estructuras (24, 26, 28) en la forma detectada por el dispositivo sensor (12),
- 15 caracterizado por que
- el dispositivo de evaluación es un dispositivo de evaluación de imágenes, en el que el módulo de reconocimiento de estructuras (32) presenta una red neuronal y está configurado de tal modo que reconoce estructuras (24, 26, 28) determinadas en una imagen captada por la cámara (12), y
- 20 el dispositivo de control (10) está configurado de tal modo que al reconocer una estructura (24, 26, 28) determinada mediante el módulo de reconocimiento de estructuras (32) inicia al menos una acción del sistema de inspección de cavidades,
- 25 por que determina la posición (a) de una estructura (24, 26, 28) reconocida por el módulo de reconocimiento de estructuras (32) e inicia un posicionamiento de la unidad de inspección (4) y/o de la cámara (12) con respecto a la estructura (24, 26, 28) reconocida,
- 30 y por que determina la posición (a) de una estructura (24, 26, 28) reconocida teniendo en cuenta al menos un valor de medición adquirido anteriormente o en ese momento y/o datos depositados en una base de datos.

2. Sistema de inspección de cavidades según la reivindicación 1, caracterizado por que el al menos un dispositivo sensor presenta al menos una cámara ToF, una cámara de campo luminoso, un sonar, un radar, un sensor de distancia y/o un sensor láser.

- 35 3. Sistema de inspección de cavidades según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el módulo de reconocimiento de estructuras (32) está configurado de tal modo que reconoce estructuras (24, 26, 28) mediante diferencias de brillo, el contraste y/o diferencias de color en la imagen captada.

- 40 4. Sistema de inspección de cavidades según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el módulo de reconocimiento de estructuras (32) está configurado para reconocer líneas y/o bordes en la imagen captada.

- 45 5. Sistema de inspección de cavidades según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el módulo de reconocimiento de estructuras (32) presenta una memoria de datos con datos de estructura o está conectado a una memoria de datos con datos de estructura y está configurado para el reconocimiento de estructuras mediante la comparación de la información o la información de imagen adquirida con los datos de estructura.

- 50 6. Sistema de inspección de cavidades según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la imagen captada por la cámara (12), en la que se reconocen las estructuras (24, 26, 28) mediante el módulo de reconocimiento de estructuras (32), es una imagen única, una pluralidad de imágenes únicas y/o un vídeo.

7. Sistema de inspección de cavidades según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la al menos una acción iniciada por el dispositivo de control (10) comprende un movimiento de al menos un elemento de la unidad de inspección (4) o de una cámara (12), un movimiento de al menos un accionamiento (6) de la unidad de inspección (4), una adquisición de valores medidos, un almacenamiento de datos, una adaptación de una iluminación (20), una limpieza del dispositivo sensor y/o una adaptación de una alimentación de fluido.
- 55

8. Sistema de inspección de cavidades según la reivindicación 7, caracterizado por que la al menos una acción iniciada por el dispositivo de control (10) comprende un movimiento, preferiblemente un giro, y/o un cambio en la distancia focal de una cámara (12).
- 60

9. Sistema de inspección de cavidades según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el dispositivo de control (10) está configurado de tal modo que determina la posición de la estructura (24, 26, 28) reconocida a partir de los datos de imagen de una imagen captada por la cámara (12).

10. Sistema de inspección de cavidades según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la unidad de inspección (4) presenta al menos una herramienta de tratamiento (22) y el dispositivo de control (10) está configurado para controlar esta herramienta de tratamiento (22), preferiblemente en función de una estructura (24, 26, 28) reconocida por el módulo de reconocimiento de estructuras (32).
11. Sistema de inspección de cavidades según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el módulo de reconocimiento de estructuras (32) está configurado para realizar un autoaprendizaje.
- 10 12. Sistema de inspección de cavidades según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el módulo de reconocimiento de estructuras (32) está configurado en un sistema informático (40) centralizado, que se comunica con el dispositivo de control (10) y preferiblemente con los dispositivos de control (10) de varias unidades de inspección (4).
- 15 13. Sistema de inspección de cavidades según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el módulo de reconocimiento de estructuras (32) se comunica con un sistema informático (40) centralizado de tal modo que el módulo de reconocimiento de estructuras (32) transmita datos sobre estructuras reconocidas al sistema informático (40) centralizado y/o reciba datos para el reconocimiento de estructuras del sistema informático (40) centralizado.
- 20 14. Sistema de inspección de cavidades según la reivindicación 12 o 13, caracterizado por que el módulo de reconocimiento de estructuras (32) se comunica con el sistema informático (40) centralizado a través de una red de comunicación (38) y preferiblemente a través de Internet.
- 25 15. Sistema de inspección de cavidades según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el módulo de reconocimiento de estructuras (32) es un módulo de software, que se ejecuta en un sistema informático en el dispositivo sensor o la cámara (12) y/o en la unidad de inspección (4) y/o en un sistema informático conectado a la unidad de inspección (10).

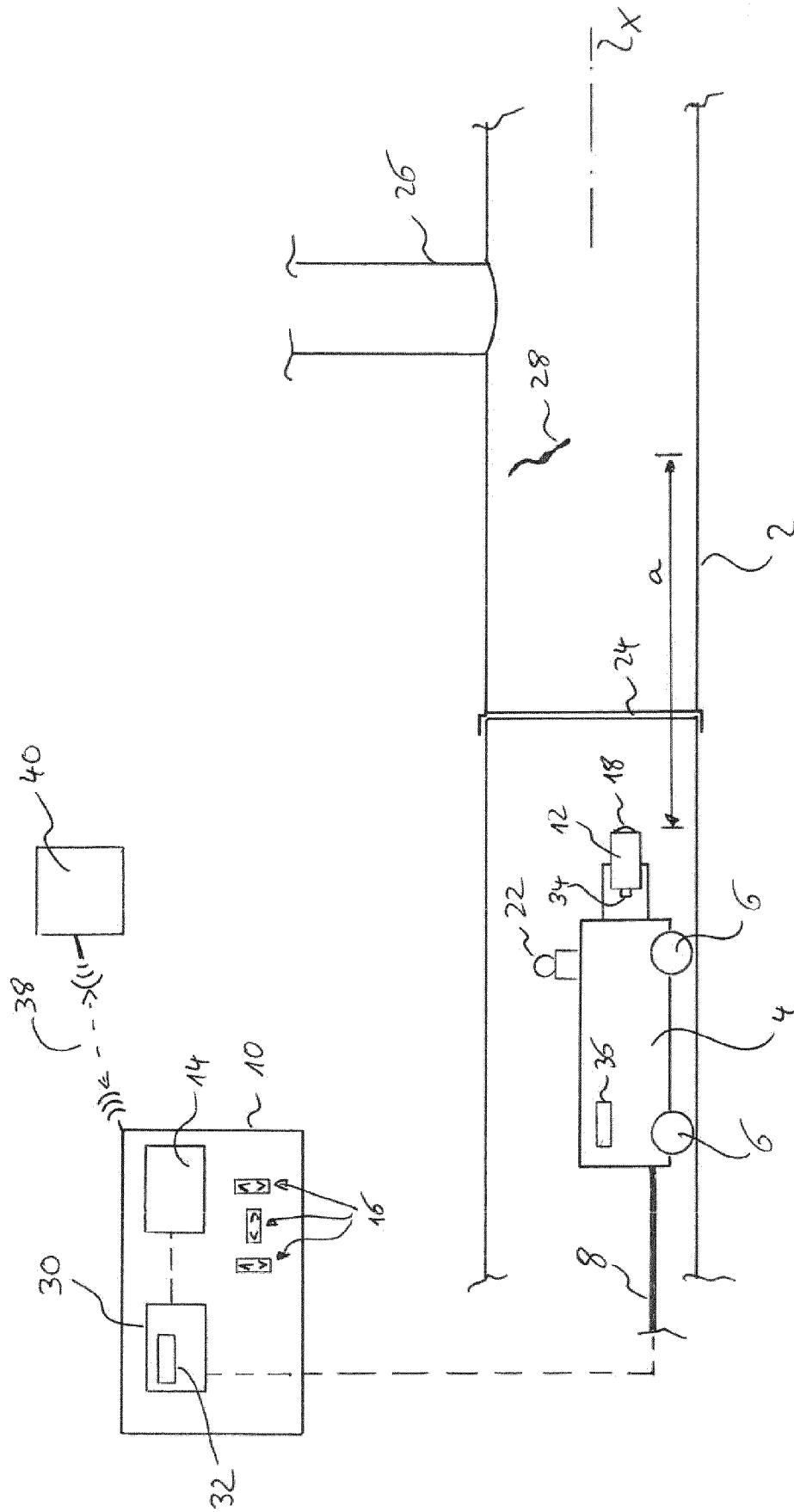


Fig. 1

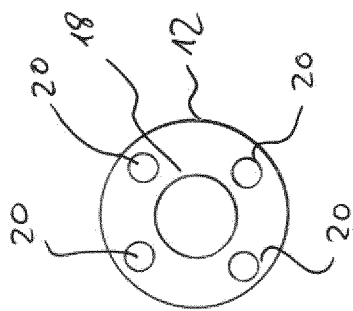


Fig. 2

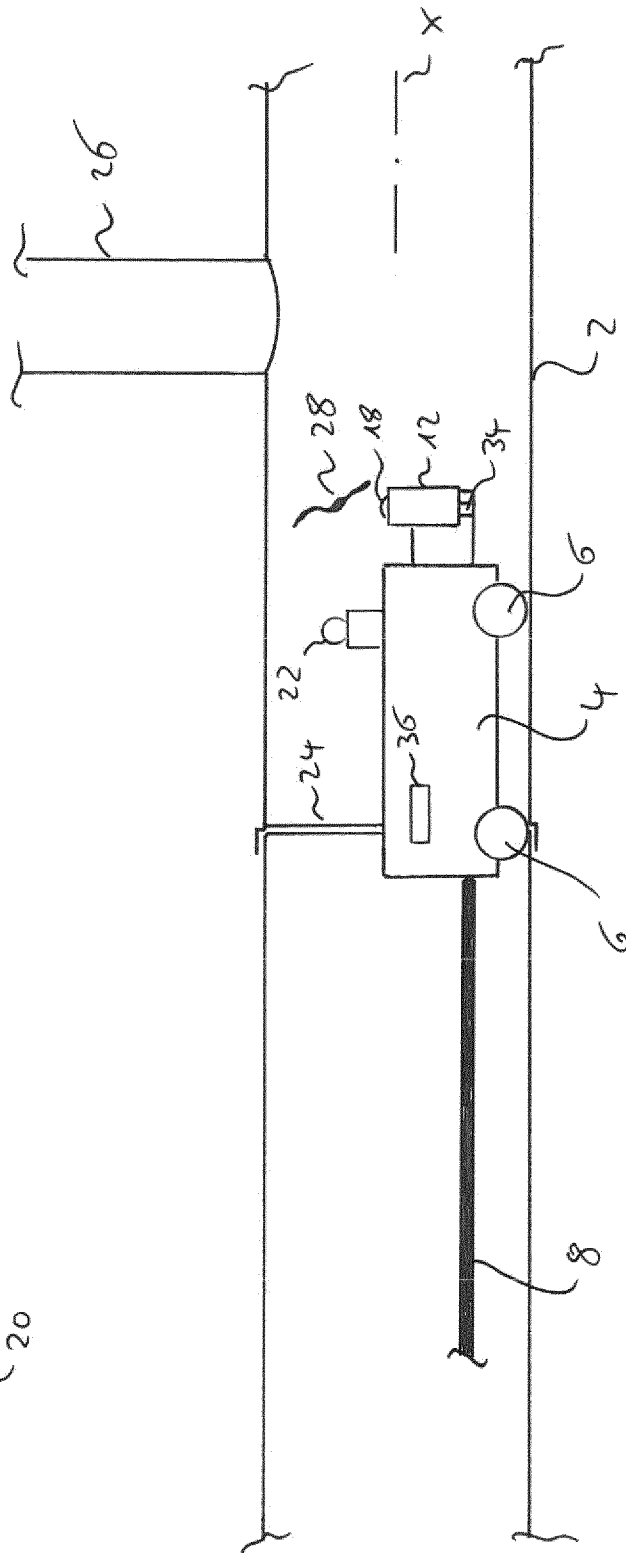


Fig. 3

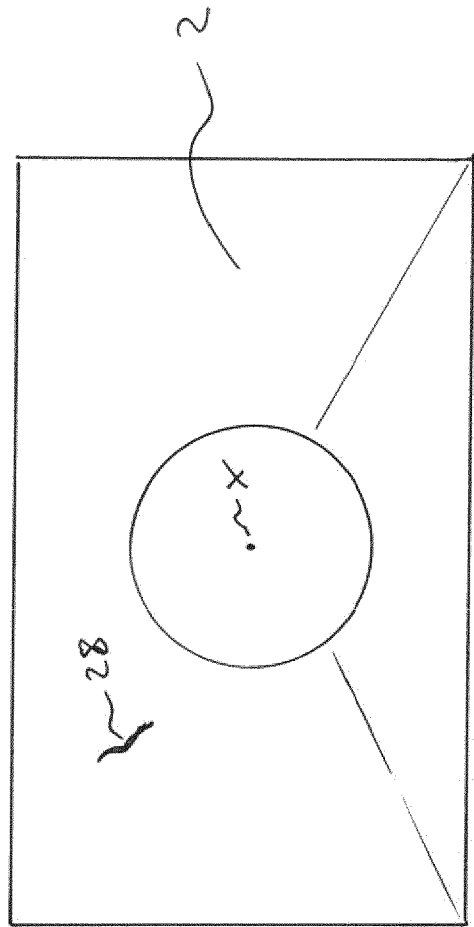


Fig. 4