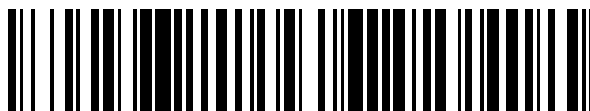


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 950 745**

51 Int. Cl.:

G01D 1/00 (2006.01)

G01D 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.05.2019** **PCT/EP2019/062171**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.11.2019** **WO19219586**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.05.2019** **E 19724426 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.06.2023** **EP 3794319**

54 Título: **Estructura de tubo metálico con una disposición de sensor**

30 Prioridad:

16.05.2018 EP 18172529

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

13.10.2023

73 Titular/es:

ALLEIMA TUBE AB (100.0%)
811 81 Sandviken, SE

72 Inventor/es:

SJÖBLOM, GUSTAF y
EWERT, ANTHONY

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 950 745 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

Estructura de tubo metálico con una disposición de sensor

Campo técnico

- 5 La presente descripción se refiere a una estructura de tubo metálico que tiene un sensor de película delgada. La estructura de tubo metálico ha de utilizarse en aplicaciones y operaciones a alta temperatura, tal como para temperaturas superiores a 300 °C. Más particularmente, la presente descripción se refiere a una estructura de tubo metálico con al menos un sensor de película delgada provisto en un tubo metálico, que puede integrarse en un sistema de tubos sin afectar el flujo de fluido en el sistema de tubos.

Antecedentes

- 10 Los tubos metálicos se utilizan en muchas aplicaciones diferentes dentro de diferentes industrias. En muchas de esas aplicaciones, los tubos están expuestos a diferentes tensiones, esfuerzos y/o compuestos/composiciones corrosivos que pueden causar el debilitamiento local del tubo metálico y, por lo tanto, pueden provocar fallos. Esto, a su vez, puede conducir a la sustitución de tubos y a un aumento de los costes. En algunos casos, por ello, se fijan sensores a estos tubos, cuyos sensores se utilizan para monitorizar los tubos. Sin embargo, es muy difícil proteger el sensor en el tubo contra el impacto ambiental.

- 15 El documento WO 2017/102227 describe un método para fabricar un tubo de metal. Los sensores son unidos al tubo de metal, dichos sensores registran y señalan, p. ej., parámetros físicos del tubo, tales como temperatura y/o tensión. Los sensores están protegidos contra las influencias medioambientales. Los sensores y las líneas de señal a los sensores están montados de forma protectora en una ranura prevista en el tubo. El montaje de sensores y líneas de señal en la ranura implica una gran cantidad de trabajo manual. Además, el montaje de sensores, tales como galgas extensiométricas, en la ranura es complicado y requiere una cantidad significativa de experiencia y trabajo de precisión. El uso tradicional de sensores de película delgada dentro de la técnica se basa en el uso de un adhesivo para montar el sensor en el tubo, lo que significa que el uso de sensores de película delgada está restringido a temperaturas inferiores a los 300 grados C. Además, es muy difícil lograr un método de montaje utilizando un adhesivo.
- 20 Por ejemplo, una galga extensiométrica requiere un pegado muy preciso para transferir el esfuerzo al sensor.

Por lo tanto, existe la necesidad de un tubo con sensores integrados y líneas de señal que puedan soportar altas temperaturas, tales como por encima de 300 °C y entornos hostiles.

Por lo tanto, todavía hay una necesidad de mejoras adicionales.

Compendio

- 30 La presente descripción proporciona una estructura de tubo metálico que puede fabricarse con procesos industriales, tal como con un proceso automatizado, es decir, con un proceso que requiere menos intervención humana y menos tiempo del hombre para su entrega. Esta descripción proporciona una estructura de tubo metálico que se utiliza preferiblemente como tubo para el transporte de fluidos, tales como vapor o líquido. La estructura de tubo metálico descrita también se puede usar como un tubo que se utiliza como elemento estructural, tal como los tubos utilizados en puentes y otras construcciones. Dado que la estructura de tubo metálico descrita implica tecnología de película delgada y no requiere aplicación manual de pegamento o tendido de líneas de señal, la estructura de tubo metálico es adecuada para ser producida utilizando un proceso industrial, tal como un proceso automatizado, por ejemplo, utilizando robots.

- 40 Según una realización, un tubo debe interpretarse como una estructura utilizada, ya sea como elemento de soporte de carga y/o como elemento de transporte de fluidos.

- Según un aspecto de la invención, esto se logra mediante una estructura de tubo metálico que tiene una extensión longitudinal. La estructura de tubo metálico comprende una primera porción tubular que tiene una superficie interior y una superficie exterior, en donde la primera porción tubular está hecha de un metal, y una estructura del sensor que comprende al menos un sensor y al menos una línea de señal del sensor, estando conectado el al menos un sensor a la al menos una línea de señal del sensor. El al menos un sensor está configurado para detectar un parámetro físico de la primera porción tubular. La estructura del sensor está dispuesta longitudinalmente sobre al menos una parte de la superficie exterior de la primera porción tubular.

- Además, la estructura del sensor está formada como un apilamiento de capas de película delgada, en donde el apilamiento comprende al menos una primera capa de película delgada eléctricamente aislante y al menos una capa de película delgada eléctricamente conductora, en donde la primera capa de película delgada eléctricamente aislante está unida mecánicamente a la superficie exterior de la primera porción tubular, en donde al menos la primera capa de película delgada eléctricamente aislante está dispuesta para aislar eléctricamente la al menos una capa de película delgada eléctricamente conductora de la primera porción tubular, en donde la al menos una línea de señal del sensor se extiende a lo largo de al menos una parte de la superficie exterior, en donde la al menos una línea de señal del sensor se extiende en el apilamiento, y en donde al menos una porción de la estructura del sensor está cubierta por

un elemento protector, estando dispuesto el elemento protector en contacto directo con la al menos una porción de la estructura del sensor y al menos una parte de la primera porción tubular. Las capas de película delgada de la estructura del sensor son típicamente resistentes al calor.

Dado que, en una estructura de tubo metálico de este tipo, la estructura del sensor, que comprende al menos un sensor y la al menos una línea de señal del sensor, está formada como un apilamiento de capas de película delgada, y dado que al menos una porción de la estructura del sensor está cubierta por el elemento protector, es posible la fabricación de la estructura de tubo metálico en un proceso industrial. Además, una estructura de tubo metálico de este tipo es mecánicamente rígida debido a que la estructura del sensor se forma como un apilamiento de capas de película delgada y del elemento protector. Además, la primera capa de película delgada eléctricamente aislante está unida mecánicamente a la superficie exterior del primer elemento tubular. Esto permite una lectura segura y fiable de al menos una propiedad física del primer elemento tubular dado que la estructura del sensor está unida mecánicamente a la superficie exterior de la primera porción tubular. Esto también permite que la estructura del sensor se pueda usar durante la aplicación y el funcionamiento a alta temperatura ya que la estructura del sensor se ha unido a la primera porción tubular sin el uso de un adhesivo.

En la presente solicitud, el término "unido mecánicamente" pretende interpretarse como enclavado mecánicamente. Por ejemplo, la primera capa eléctricamente aislante está unida mecánicamente a la superficie exterior de la primera porción tubular. Esto significa que la primera capa de aislamiento eléctrico se aplica mecánicamente a la superficie exterior de la primera porción tubular. En algunos casos, se puede usar una capa de unión, que preferiblemente es una capa de unión metálica tal como una aleación metálica que comprende cromo y/o níquel.

En consecuencia, se proporciona una estructura de tubo metálico con un sensor de película delgada en la superficie exterior de la primera porción tubular. El sensor de película delgada simplifica la integración de un sensor en o sobre la pared del tubo de la estructura del tubo metálico. Además, la presente descripción proporciona una estructura de tubo metálico que comprende una estructura del sensor con al menos un sensor en donde dicha estructura del sensor se ha adaptado para ser producida utilizando un proceso industrial, tal como un proceso industrial automatizado.

Más específicamente, la presente descripción proporciona una estructura del sensor formada como un apilamiento de capas de película delgada que pueden formarse en la primera porción tubular en un proceso industrial. También, el elemento protector puede disponerse en un proceso industrial sobre al menos una porción de la estructura de sensores y de la primera porción tubular. El proceso industrial para disponer el elemento protector puede comprender las etapas de operaciones de pulverización térmica o estirado.

El apilamiento de capas de película delgada se une mecánicamente a la primera porción tubular y el elemento protector se dispone en contacto directo (por ejemplo, sin huecos que afecten a la transferencia de calor) con al menos una porción de la estructura del sensor y la al menos parte de la primera porción tubular. Esto proporcionará una buena conductividad térmica entre la primera porción tubular y el elemento protector. Se pueden evitar bolsas de aire o cavidades llenas de pegamento entre el elemento protector y la primera porción tubular. Además, dado que el apilamiento de capas de película delgada está unido mecánicamente a la primera porción tubular, se puede proporcionar una buena conductividad térmica entre la primera porción tubular y el apilamiento de capas de película delgada que incluye el al menos un sensor. La tensión, en forma de alargamiento y contracción de la superficie exterior de la primera porción tubular, se transfiere desde la primera porción tubular al menos al sensor. El al menos un sensor puede seleccionarse, por ejemplo, de entre un sensor de temperatura, un sensor de esfuerzos o combinaciones de los mismos.

El elemento protector protegerá la estructura del sensor contra el desgaste y la manipulación brusca. En consecuencia, en algunas realizaciones, el elemento protector solo necesita cubrir una porción de la estructura del sensor, por lo que la porción que está sometida a un manejo brusco, p. ej., al instalar la estructura de tubo metálico en una pieza de equipo, las partes restantes de la estructura del sensor pueden disponerse expuestas en la superficie exterior de la primera porción tubular. Sin embargo, en otras realizaciones, el elemento protector puede cubrir sustancialmente toda la estructura del sensor o la estructura del sensor completa. El elemento protector puede ser considerablemente más grueso en una dirección radial de la estructura de tubo metálico que el apilamiento de capas de película delgada.

Tanto la primera porción tubular como el elemento protector están compuestos de un metal o una aleación metálica. La primera porción tubular y el elemento protector pueden comprender el mismo metal o aleación metálica o pueden comprender diferentes metales o aleaciones metálicas.

Como tal, la tecnología de película delgada es bien conocida y utilizada, p. ej., para producir revestimientos metálicos delgados, dispositivos semiconductores electrónicos, revestimientos duros en herramientas de corte y celdas solares. Según realizaciones, el al menos un sensor puede estar formado por la al menos una capa de película delgada eléctricamente conductora, y en donde la al menos una línea de señal puede estar formada por la al menos una capa de película delgada eléctricamente conductora. De esta manera, el al menos un sensor y la al menos una línea de señal pueden fabricarse en un proceso de fabricación automatizado. Así, el al menos un sensor y la al menos una línea de señal se forman en el mismo proceso industrial. Esto significa que el sensor y las líneas de señal se forman en el apilamiento de película delgada y, por lo tanto, se puede omitir el paso de conectar manualmente las líneas de señal al sensor.

Según la invención, el grosor de pared del primer elemento tubular es constante en una dirección tangencial de la primera porción tubular. Esto permitirá el uso de la estructura de tubo metálico en un sistema de tubo industrial con operación presurizada ya que no hay debilitamiento tangencial local de la pared del tubo.

5 Según realizaciones, la estructura del sensor puede comprender una segunda capa de película delgada eléctricamente aislante, y en donde la segunda capa de película delgada eléctricamente aislante puede estar dispuesta entre el elemento protector y el al menos uno del al menos un sensor y de la al menos una línea de señal del sensor por lo que se forma un aislador eléctrico entre el elemento protector y el al menos uno del al menos un sensor y de la al menos una línea de señal. De esta manera, el al menos un sensor y la al menos una línea de señal del sensor pueden aislarse eléctricamente de la primera porción tubular.

10 Según realizaciones, el elemento protector puede comprender una segunda porción tubular que se extiende alrededor de la primera porción tubular, en donde la segunda porción tubular está hecha de un metal o una aleación metálica que puede ser igual o diferente en comparación con la primera porción tubular y/o elemento protector. Por tanto, la segunda porción tubular puede estirarse sobre la primera porción tubular, o la segunda porción tubular puede ajustarse por contracción sobre la primera porción tubular. De esta manera, se proporcionan las etapas del proceso de fabricación para sujetar la segunda porción tubular a la primera porción tubular. Dichas etapas del proceso de fabricación pueden realizarse en procesos de fabricación automatizados. Además, esto también proporcionará una buena conexión térmica entre la primera y la segunda porción tubular.

15 Según realizaciones, la segunda porción tubular puede extenderse a lo largo del al menos un sensor ya lo largo de al menos parte de la al menos una línea de señal del sensor. De esta manera, el al menos un sensor y al menos una parte de la al menos una línea de señal del sensor pueden protegerse contra el desgaste y la manipulación brusca.

Según realizaciones, el elemento protector puede comprender un elemento de segmento que se extiende parcialmente alrededor de la primera porción tubular. De esta manera, se puede proporcionar un elemento protector, que requiere menos material que una porción tubular completa que se extiende alrededor de la primera porción tubular. Además, el elemento de segmento se puede colocar y fijar a la primera porción tubular en un proceso de fabricación automatizado.

25 Según realizaciones, el elemento de segmento se puede formar por proyección térmica. De esta manera, el elemento de segmento puede fabricarse en un proceso de fabricación automatizado.

Según realizaciones, una porción de extremo de la al menos una línea de señal del sensor puede estar expuesta. De esta manera, la porción del extremo expuesta puede ser accesible para conectar la al menos una línea de señal del sensor al equipo eléctrico, p. ej., a través de un conducto eléctrico. La porción de extremo de la al menos una línea de señal que está expuesta significa que la porción de extremo no está cubierta por el elemento protector ni por ninguna segunda capa de película delgada eléctricamente aislante. Así, la porción de extremo de la al menos una línea de señal del sensor queda descubierta.

30 Según realizaciones, la porción de extremo de la al menos una línea de señal del sensor puede estar dispuesta expuesta en la primera porción tubular. De esta manera, la porción de extremo de la al menos una línea de señal del sensor puede ser accesible en la primera porción tubular.

Según realizaciones, la estructura del sensor puede comprender un elemento de contacto que se extiende desde la estructura de tubo metálico, en donde una porción de la al menos una línea de señal del sensor puede extenderse a lo largo del elemento de contacto, y en donde la porción de extremo de la al menos una línea de señal del sensor puede disponerse expuesta sobre el elemento de contacto. De esta manera, el elemento de contacto se puede utilizar para conectar la al menos una línea de señal al equipo eléctrico. Tal elemento de contacto, y en consecuencia la porción de la al menos una línea de señal del sensor que se extiende a lo largo del elemento de contacto puede ser físicamente más fácilmente accesible para la conexión que la al menos una línea de señal del sensor que se extiende a lo largo de la primera porción tubular.

40 Según realizaciones, el al menos un sensor puede estar compuesto por una aleación metálica que comprende cromo y paladio, o cromo y platino, o cromo y níquel. De esta manera, se puede proporcionar un sensor duradero y preciso. Estos materiales pueden ser, p. ej., expuestos a altas temperaturas mientras mantienen una función adecuada del al menos un sensor. Además, estos materiales son adecuados para su uso en un sensor de galgas extensiométricas.

Según realizaciones, la capa de película delgada eléctricamente aislante puede estar compuesta de un óxido y/o un nitruro. De esta manera, se puede proporcionar una estructura del sensor duradera. Por ejemplo, los óxidos y los nitritos pueden proporcionar buenas propiedades de aislamiento eléctrico también en condiciones de alta temperatura y también proporcionan buenas propiedades dieléctricas a la estructura del sensor. Un ejemplo de un óxido, pero no limitado a él, es SiO_2 . El nitruro puede, por ejemplo, seleccionarse de Si_3N_4 .

Otras características y ventajas resultarán evidentes al estudiar las reivindicaciones adjuntas y la siguiente descripción detallada.

Breve descripción de los dibujos

Varios aspectos y/o realizaciones de la presente descripción, incluidas sus características y ventajas particulares, se entenderán fácilmente a partir de las realizaciones ejemplares analizadas en la siguiente descripción detallada y los dibujos adjuntos, en los que:

- 5 las Figs. 1 y 2 ilustran estructuras de tubos metálicos según realizaciones,
- las Figs. 3a y 3b ilustran primeras porciones tubulares de estructuras de tubo metálico según realizaciones,
- la Fig. 4 ilustra una estructura de tubo metálico según realizaciones, y
- la Fig. 5 ilustra una estructura de tubo metálico según realizaciones.

Descripción detallada

- 10 Los aspectos y/o realizaciones de la presente descripción se describirán a continuación con más detalle. Números similares se refieren a elementos similares en toda ella. Las funciones o construcciones bien conocidas no se describirán necesariamente en detalle por brevedad y/o claridad.

- 15 La Fig. 1 ilustra una estructura 2 de tubo metálico según realizaciones. La estructura 2 de tubo metálico tiene una extensión longitudinal L. La estructura 2 de tubo metálico comprende una primera porción tubular 4 que tiene una superficie interior 5 y una superficie exterior 7.

- La estructura 2 de tubo metálico comprende además una estructura 8 del sensor. La estructura 8 del sensor comprende al menos un sensor 10 y al menos una línea 12 de señal del sensor. En la Fig. 1 parte de la estructura 8 del sensor, el al menos un sensor 10 y la al menos una línea 12 de señal del sensor se indican con líneas discontinuas. El al menos un sensor 10 está conectado a la al menos una línea 12 de señal del sensor. El al menos un sensor 10 está configurado para detectar un parámetro físico de la estructura 2 de tubo metálico. La al menos una línea 12 de señal del sensor está configurada para conectar el al menos un sensor 10 a un equipo externo. La al menos una línea 12 de señal del sensor puede estar configurada en particular para conectar eléctricamente el al menos un sensor 10 a un equipo externo. Dependiendo del tipo de sensor 10, p. ej., se puede aplicar una tensión eléctrica a través del al menos un sensor 10, y/o se puede medir una tensión eléctrica a través del al menos un sensor 10. Tal aplicación y/o medición de tensión puede ser proporcionada por el equipo externo.

- Por lo tanto, se proporciona una estructura 2 de tubo metálico que puede usarse para monitorizar un parámetro físico de la estructura de tubo metálico. En consecuencia, el aparato relevante y/o el equipo de proceso y/o el proceso pueden ser monitorizados directa o indirectamente a través del al menos un sensor 10 previsto en la estructura 8 del sensor de la estructura 2 de tubo metálico.

- 30 Mencionados simplemente como algunos ejemplos: El parámetro físico de la estructura 2 de tubo metálico puede ser una temperatura de la primera porción tubular 4. El parámetro físico de la estructura 2 de tubo metálico puede ser el esfuerzo en la primera porción tubular 4.

- La estructura 2 de tubo metálico puede formar la longitud total de un tubo metálico requerido en el aparato, y/o equipo de proceso, y/o proceso relevantes. Alternativamente, la estructura 2 de tubo metálico puede formar parte de un tubo más largo, es decir, la estructura 2 de tubo metálico se une con una o más porciones de tubo para formar la longitud de tubo requerida.

- La estructura 8 del sensor está dispuesta longitudinalmente sobre al menos una parte de la superficie exterior 7 de la primera porción tubular 4. Es decir, la estructura 8 del sensor se extiende en la extensión longitudinal L de la estructura 2 de tubo metálico. El al menos un sensor 10 está dispuesto en la superficie exterior 7 de la primera porción tubular 4. La al menos una línea 12 de señal del sensor se extiende a lo largo de al menos una parte de la superficie exterior 7 de la primera porción tubular 4. Por lo tanto, el al menos un sensor 10 puede preverse en una posición particular de la estructura 2 de tubo metálico, convenientemente una posición en donde se ha de detectar el parámetro físico relevante. La al menos una línea 12 de señal del sensor forma una conexión eléctrica con al menos el sensor 10. La al menos una línea 12 de señal del sensor puede extenderse a lo largo de una distancia más corta o larga a lo largo de la extensión longitudinal L, dependiendo de dónde a lo largo de la estructura 2 de tubo metálico, la estructura 8 del sensor está conectada a un equipo eléctrico externo. Mencionado simplemente como ejemplo, la al menos una línea 12 de señal del sensor puede tener una longitud dentro de un intervalo de algunos centímetros hasta uno o más metros.

- En estas realizaciones, se muestran dos líneas 12 de señal del sensor y un sensor 10. Cada una de las líneas 12 de señal del sensor está conectada al sensor 10. Según realizaciones alternativas, se puede prever más de un sensor 10. Dependiendo del número y tipo de sensores 10, se pueden prever más de dos líneas 12 de señal del sensor, p.ej., tres o más líneas de señal del sensor.

La estructura 2 de tubo metálico comprende un elemento protector 14. El elemento protector 14 está configurado para proteger al menos una porción de la estructura 8 del sensor de, p. ej., uno o más de desgaste, manipulación brusca, calor, etc. Por ejemplo, el elemento protector 14 puede proteger la estructura 8 del sensor de estar sometida a altas

- temperaturas durante el uso de la estructura 2 de tubo metálico. La estructura 2 de tubo metálico puede ser, p. ej., sometida a gases de combustión y/o vapor sobrecalentado, solo por mencionar dos usos de la estructura 2 de tubo metálico. En otro ejemplo, el elemento protector 14 puede proteger la estructura 8 del sensor de daños durante la instalación de la estructura 2 de tubo metálico en un aparato y/o equipos de proceso. Por ejemplo, la estructura 2 de tubo metálico puede atravesar una pared o entrar en un tubo de mayor diámetro. En dichas canaletas de alimentación, una estructura 8 del sensor expuesta, es decir, no cubierta por el elemento protector 14, estaría sometida a abrasión y desgaste. Si la estructura 2 de tubo metálico se suelda a la pared o a un tubo de mayor diámetro en dichas canaletas de alimentación, el elemento protector 14 puede proporcionar una porción soldable de la estructura 2 de tubo metálico, protegiendo la estructura 8 del sensor situada debajo.
- El elemento protector 14 como se define anteriormente o posteriormente puede tener varias formas geométricas diferentes, algunas de las cuales se analizan en la presente memoria con respecto a diferentes realizaciones, véase también la Fig. 2. Los elementos protectores 14 según las diferentes realizaciones tienen en común que al menos una parte de la estructura 8 del sensor está cubierta por el elemento protector 14, y que el elemento protector 14 está dispuesto en contacto directo con al menos una porción de la estructura 8 del sensor y al menos una parte de la primera porción tubular 4.
- En las realizaciones de la Fig. 1, al menos una parte de la estructura del sensor 8 está cubierta por un elemento protector 14, el elemento protector 14 está dispuesto en contacto directo con la al menos una parte de la estructura 8 del sensor y al menos una parte de la primera porción tubular 4. El elemento protector 14 se extiende en una primera distancia 6 a lo largo de la extensión longitudinal L.
- En estas realizaciones, el elemento protector 14 comprende una segunda porción tubular 15 que se extiende alrededor de la primera porción tubular 4. Además, la segunda porción tubular 15 se extiende a lo largo del al menos un sensor 10 y a lo largo de al menos una parte de la al menos una línea 12 de señal del sensor.
- La segunda porción tubular 15 puede estirarse sobre la primera porción tubular 4. Tal estirado puede realizarse de manera conocida. Las porciones tubulares primera y segunda 4, 15 se estiran mediante un troquel. Como alternativa a l estirado, la segunda porción tubular 15 se puede ajustar por contracción sobre la primera porción tubular 4. Es decir, la segunda porción tubular 15 se calienta para que se expanda y luego se coloca alrededor de la primera porción tubular 4, y luego se deja enfriar. Dicho estirado y ajuste por contracción son ejemplos de procesos de fabricación para asegurar la segunda porción tubular 15 a la primera porción tubular 4.
- La segunda porción tubular 15 puede extenderse a lo largo de al menos parte de la primera porción tubular 4. Alternativamente, la segunda porción tubular 15 puede extenderse sustancialmente a lo largo de toda la primera porción tubular 4, p. ej., como se muestra en la Fig. 1. Una extensión a lo largo de al menos una parte de, o a lo largo de toda la primera porción tubular 4 es una extensión a lo largo de la extensión longitudinal L.
- La Fig. 2 ilustra una estructura 2 de tubo metálico según realizaciones. Estas realizaciones se parecen mucho a las realizaciones de la Fig. 1. En consecuencia, a continuación, se analizarán principalmente las diferencias entre estas realizaciones. Nuevamente, la estructura 2 de tubo metálico tiene una extensión longitudinal L y comprende una primera porción tubular 4 que tiene una superficie interna 5 y una superficie externa 7, y una estructura 8 del sensor. Nuevamente, la estructura 8 del sensor comprende al menos un sensor 10 y al menos una línea 12 de señal del sensor. También, la estructura 2 de tubo metálico comprende un elemento protector 14.
- En estas realizaciones, el elemento protector 14 comprende un elemento 17 de segmento que se extiende parcialmente alrededor de la primera porción tubular 4. En comparación con la segunda porción tubular 15 de las realizaciones de la Fig. 1, el elemento 17 de segmento no se extiende alrededor de toda la circunferencia de la primera porción tubular 4.
- Nuevamente, al menos una porción de la estructura 8 del sensor está cubierta por el elemento protector 14, es decir, en estas realizaciones, el elemento 17 de segmento. El elemento 17 de segmento está dispuesto en contacto directo con al menos una parte de la estructura 8 del sensor y en menos una parte de la primera porción tubular 4. El elemento 17 de segmento se extiende en una primera distancia 6 a lo largo de la extensión longitudinal L.
- En estas realizaciones ilustradas, el elemento 17 de segmento se extiende a lo largo de una parte de la línea 12 de señal del sensor de la estructura 8 del sensor. Según realizaciones alternativas, el elemento 17 de segmento puede extenderse a lo largo del al menos un sensor 10 y a lo largo de al menos parte de la al menos una línea 12 de señal del sensor.
- El elemento 17 de segmento puede extenderse a lo largo de al menos parte de la primera porción tubular 4, como en la Fig. 2. Alternativamente, el elemento 17 de segmento puede extenderse sustancialmente a lo largo de toda la primera porción tubular 4. Una extensión a lo largo de al menos parte de, o a lo largo de toda, la primera porción tubular 4 es una extensión a lo largo de la extensión longitudinal L.
- El elemento 17 de segmento se puede unir a la primera porción tubular 4 en varios procesos de fabricación automatizados, tal como por soldadura. Alternativamente, si el elemento 17 de segmento se extiende más de 180 grados alrededor de la primera porción tubular 4, el elemento 70 de segmento puede ajustarse por contracción a la

primera porción tubular 4, como se analizó anteriormente.

Según otra realización alternativa, el elemento 17 de segmento se puede formar por pulverización térmica.

En un proceso de pulverización térmica, se pulveriza un polvo de metal o de aleación metálica, con o sin una suspensión líquida, sobre la superficie relevante, en este caso al menos una porción de la estructura 8 del sensor y al menos una parte de la primera porción tubular 4. El material que forma el elemento 17 de segmento se puede calentar, p. ej., mediante plasma, arco eléctrico o llama de combustión. Como se mencionó anteriormente, el material que forma el elemento protector puede comprender un metal o una aleación metálica. El material se alimenta como polvo o en forma de alambre, frío o calentado hasta un estado fundido o semi-fundido. Partículas de pequeño tamaño del material frío, fundido o semi-fundido, p. ej., del orden de unos pocos o hasta varios μm de tamaño, son acelerados hacia la estructura del sensor y la primera porción tubular. Las partículas se adhieren principalmente de forma mecánica a la superficie de la primera porción tubular 4 y a la estructura 8 del sensor. El elemento 17 de segmento se construye mediante la pulverización de una o más capas de partículas. La estructura 8 del sensor y la primera porción tubular 14 pueden calentarse hasta cierto punto durante la pulverización térmica.

Según otra realización alternativa más, el elemento 17 de segmento puede formarse mediante fabricación aditiva, tal como impresión en 3D.

Las Figs. 3a y 3b ilustran las primeras porciones tubulares 4 de las estructuras de tubos metálicos según las realizaciones. Con referencia a las Figs. 3a y 3b, la estructura 8 del sensor de esta descripción se analizará con más detalle.

La estructura 8 del sensor de esta descripción está formada como un apilamiento 20 de capas de película delgada. El apilamiento 20 de capas de película delgada comprende al menos una primera capa 22 de película delgada eléctricamente aislante y al menos una capa 24 de película delgada eléctricamente conductora, véase la Fig. 3a. La primera capa 22 de película delgada eléctricamente aislante está dispuesta para aislar eléctricamente la al menos una capa 24 de película delgada eléctricamente conductora de la primera porción tubular 4. La primera capa 24 de película delgada aislante puede ser una estructura en sándwich de uno o más capas de material aislante.

La al menos una línea 12 de señal del sensor se extiende en el apilamiento 20 de capas de película delgada. Por ejemplo, la al menos una línea 12 de señal del sensor puede estar formada por la al menos una capa 24 de película delgada conductora de electricidad. Además, el al menos un sensor 10 puede estar formado por la al menos una capa 24 de película delgada conductora de electricidad.

El apilamiento 20 de capas de película delgada puede comprender una o más capas de película delgada eléctricamente conductoras además de la al menos una capa 24 de película delgada eléctricamente conductora. Por ejemplo, la al menos una línea 12 de señal del sensor puede estar formada por una capa de película delgada eléctricamente conductora, y el al menos un sensor 10 puede estar formado por una o más capas de película delgada eléctricamente conductoras diferentes. Por ejemplo, si el al menos un sensor 10 es un termopar, el al menos un sensor 10 puede comprender dos capas de película delgada metálica diferentes.

La estructura 8 del sensor puede comprender una segunda capa 26 de película delgada eléctricamente aislante, véase la Fig. 3b. La segunda capa 26 de película delgada eléctricamente aislante está dispuesta entre el elemento protector (no mostrado) y al menos uno de al menos un sensor 10 y/o de la al menos una línea 12 de señal del sensor por lo que se forma un aislante eléctrico entre el elemento protector y el al menos un sensor 10 y la al menos una línea 12 de señal. En las realizaciones ilustradas de la Fig. 3b, esto significa que la segunda capa 26 de película delgada eléctricamente aislante está dispuesta entre el elemento protector (no mostrado) y la al menos una capa 24 de película delgada eléctricamente conductora. En algunas áreas, la segunda capa 26 de película delgada eléctricamente aislante está dispuesta en la parte superior de la primera capa 22 de película delgada eléctricamente aislante y, por lo tanto, en aquellas áreas dispuestas entre la primera capa 22 de película delgada eléctricamente aislante y el elemento protector (no mostrado).

Según algunas realizaciones, la segunda capa 26 de película delgada eléctricamente aislante también puede proteger el al menos un sensor 10 y/o la al menos una línea 12 de señal del sensor. Por ejemplo, un óxido, tal como p. ej., Al_2O_3 (zafiro) o SiO_2 , proporcionará aislamiento eléctrico.

Además, el apilamiento 20 de capas de película delgada puede comprender una o más capas de película delgada adicionales. Por ejemplo, se puede disponer una capa de semilla entre la primera porción tubular 4 y la primera capa 22 de película delgada eléctricamente aislante. La capa de semilla puede ser eléctricamente aislante, semiconductora o eléctricamente conductora.

En las Figs. 3a y 3b, los grosores de las diferentes capas 22, 24, 26 del apilamiento 20 de capas de película delgada están muy exagerados.

Como se analizó anteriormente, dado que la estructura 8 del sensor de esta descripción se forma como un apilamiento 20 de capas de película delgada, la estructura 8 del sensor se puede fabricar en un proceso de fabricación automatizado.

Como se analizó anteriormente, la tecnología de película delgada como tal es bien conocida y se usa para producir

revestimientos y capas. En la tecnología de película delgada, las diferentes capas se depositan sobre el sustrato base, en este caso la primera porción tubular 4, y sobre cada otra de ellas. Las diferentes capas de película delgada se pueden formar, por ejemplo, mediante pulverización catódica o evaporación al vacío. Se puede proporcionar una capa de enmascaramiento para dar forma a una capa de película delgada aplicada posteriormente, siendo eliminada la

5 capa de enmascaramiento después de que se haya aplicado la capa de película delgada posterior.

Mencionado como ejemplo, cada una de las diferentes capas de película delgada del apilamiento 20 de capas de película delgada puede tener un grosor dentro de un intervalo de 0,01 - 5 μm .

10 Como alternativa a la deposición por pulverización catódica o evaporación, se puede utilizar la pulverización térmica atmosférica para formar el apilamiento 20 de capas de película delgada. Una ventaja de la pulverización térmica puede ser que el proceso no tiene que realizarse al vacío y, por lo tanto, puede ser menos costoso que la pulverización catódica o la evaporación al vacío. El enmascaramiento se realizaría pulverizando a través de una máscara de sombra o grabado con láser selectivo.

15 Mencionado como ejemplo, cada una de las diferentes capas de película delgada del apilamiento 20 de capas de película delgada puede tener un grosor dentro de un intervalo de 10 - 200 μm cuando las capas de película delgada se forman por pulverización térmica atmosférica.

La al menos una capa 24 de película delgada eléctricamente conductora y cualquier otra capa de película delgada eléctricamente conductora comprenden un metal o una aleación metálica. La aleación metálica puede comprender, por ejemplo, cromo.

20 Según algunas realizaciones, el al menos un sensor 10 puede estar compuesto de una aleación metálica que comprende cromo y paladio, o cromo y platino, o cromo y níquel.

La primera y la segunda capas 22, 26 de película delgada eléctricamente aislante y cualquier otra capa de película delgada eléctricamente aislante pueden estar compuestas por un óxido o un nitruro. El óxido se puede seleccionar, por ejemplo, de Al_2O_3 (zafiro) o SiO_2 . El nitruro puede, por ejemplo, seleccionarse a partir de Si_3N_4 .

25 El al menos un sensor 10 puede utilizarse, por ejemplo, como un sensor de temperatura, un sensor de tensión, un medidor de esfuerzo, un sensor de vibración, un sensor de conductividad, un sensor de presión, un sensor de campo magnético, un sensor de flujo de calor, un sensor de par, o una combinación de los mismos. Según las realizaciones, el al menos un sensor 10 puede seleccionarse de entre un sensor resistivo, un sensor capacitivo, un termopar o una combinación de los mismos.

30 En consecuencia, el al menos un sensor 10 está conectado al equipo electrónico 30 configurado para leer el al menos un sensor 10, véase la Fig. 2. El equipo electrónico 30 puede comprender una unidad de cálculo que puede tomar la forma de sustancialmente cualquier tipo adecuado de circuito de procesador o microordenador, formando una lógica de procesamiento que puede interpretar y ejecutar instrucciones. El equipo electrónico 30 puede comprender una unidad de memoria. La unidad de cálculo está conectada a la unidad de memoria, que proporciona a la unidad de cálculo, por ejemplo, el código de programa almacenado y/o los datos almacenados que la unidad de cálculo necesita

35 para permitirle realizar cálculos. La unidad de cálculo también puede estar adaptada para almacenar resultados parciales o finales de cálculos en la unidad de memoria.

El equipo electrónico 30 puede configurarse para interpretar y/o presentar una señal leída desde el al menos un sensor 10. Para interpretar la señal leída desde el al menos un sensor 10, el equipo electrónico 30 puede usar su lógica de procesamiento. A efectos de presentación, el equipo electrónico 30 puede comprender un dispositivo de salida, como

40 un dispositivo de visualización. El equipo electrónico 30 se puede conectar a otros equipos, tal como un equipo de control de procesos, que utiliza la señal leída procedente del al menos un sensor 10 o la interpretación de la señal por parte del equipo electrónico 30.

El equipo electrónico 30 puede configurarse para calcular datos relacionados con, p. ej., temperatura, esfuerzo, vibraciones, presión a lo largo del tiempo. Por lo tanto, el equipo electrónico 30 puede proporcionar información

45 relacionada, p. ej., con la fatiga.

Para que una señal del al menos un sensor 10 llegue al equipo electrónico 30, y/o para que el equipo electrónico 30 responda a una señal, tal como p. ej., una tensión, al menos al sensor 10, hay previstos conductores eléctricos 32. En consecuencia, el al menos un sensor 10 está conectado al equipo electrónico 30 a través de la al menos una línea 12 de señal del sensor y los conductores eléctricos 32. Según algunas realizaciones, parte de la conexión entre la al

50 menos una línea 12 de señal del sensor y el equipo electrónico 30 puede ser una conexión inalámbrica. Es decir, un transmisor o transceptor de señales inalámbricas está conectado a la al menos una línea 12 de señal del sensor, y un receptor o transceptor de señales inalámbricas está conectado al equipo electrónico 30. La transmisión de señales inalámbricas entre el transmisor o transceptor de señales inalámbricas y el receptor o transceptor de señales inalámbricas se puede realizar de cualquier manera conocida adecuada.

55 Para que la al menos una línea 12 de señal del sensor se conecte a los conductores eléctricos 32, una porción de la al menos una línea 12 de señal del sensor tiene que estar expuesta. Expuesta significa aquí que la al menos una línea

12 de señal del sensor está descubierta/no cubierta y, por lo tanto, accesible para establecer una conexión eléctrica entre la al menos una línea 12 de señal del sensor y los conductores eléctricos 32. Tal conexión eléctrica se puede lograr directamente, p. ej., soldando los conductores eléctricos 32 a la al menos una línea 12 de señal del sensor, o indirectamente previendo conectores eléctricos en la al menos una línea 12 de señal del sensor y, a su vez, conectando los conductores eléctricos 32 a los conectores eléctricos.

Según algunas realizaciones, una porción de la al menos una línea 12 de señal del sensor que está expuesta significa que una porción de la al menos una capa 24 de película delgada eléctricamente conductora está expuesta. Es decir, la al menos una capa 24 de película delgada eléctricamente conductora está descubierta y es accesible para establecer una conexión eléctrica con los conductores eléctricos 32.

Según realizaciones, una parte 16 de extremo de la al menos una línea 12 de señal del sensor está expuesta. Así, la porción de extremo expuesta es accesible para conectar la al menos una línea 12 de señal del sensor al equipo electrónico 30. En las Figs. 1 y 2, se indican las porciones 16 de extremo expuestas de la al menos una línea 12 de señal del sensor.

En las realizaciones de las Figs. 1 y 2, la porción 16 de extremo de la al menos una línea 12 de señal del sensor está dispuesta expuesta en la primera porción tubular 4. En las realizaciones de la Fig. 1, la segunda porción tubular 15 se extiende solo parcialmente sobre la estructura 8 del sensor, dejando las porciones 16 de extremo de la al menos una línea 12 de señal del sensor expuesta en la primera porción tubular 4 adyacente a la segunda porción tubular 15. En las realizaciones de la Fig. 2, el elemento 17 de segmento cubre solo una parte de la al menos una línea 12 de señal del sensor. Nuevamente, la porción 16 de extremo de la al menos una línea 12 de señal del sensor se deja expuesta en la primera porción tubular 4, en la realización ejemplificada a una distancia del elemento 17 de segmento.

La Fig. 4 ilustra una estructura 2 de tubo metálico según realizaciones. Estas realizaciones se parecen mucho a las realizaciones de la Fig. 1. En consecuencia, a continuación, se analizarán principalmente las diferencias entre estas realizaciones. Nuevamente, la estructura 2 de tubo metálico comprende una primera parte tubular 4 y una estructura 8 del sensor dispuesta sobre la superficie exterior de la primera porción tubular 4. Nuevamente, la estructura 8 del sensor comprende al menos un sensor 10 y al menos una línea 12 de señal del sensor. También, la estructura 2 de tubo metálico comprende un elemento protector 14 en forma de un segundo elemento tubular 15.

En estas realizaciones, la estructura 8 del sensor está cubierta por el elemento protector 14, es decir, en estas realizaciones, por el segundo elemento tubular 15.

La estructura 8 del sensor comprende un elemento 18 de contacto que se extiende desde la estructura 2 de tubo metálico. Una parte de la al menos una línea 12 de señal del sensor se extiende a lo largo del elemento 18 de contacto. La parte 16 de extremo de la al menos una línea 12 de señal del sensor está dispuesta expuesta sobre el elemento 18 de contacto. Por lo tanto, las porciones 16 de extremo expuestas de la al menos una línea 12 de señal del sensor son accesibles para la conexión al equipo electrónico sobre el elemento 18 de contacto.

La Fig. 5 describe una realización en la que el elemento 18 de contacto comprende una lengüeta metálica 51 que en un extremo está unida a la superficie exterior del primer elemento tubular 4 y en donde la línea de señal del sensor se extiende a lo largo de la lengüeta y las porciones 16 de extremo expuestas de la al menos una línea 12 de señal del sensor son accesibles para la conexión al equipo electrónico. Así, durante la fabricación, las líneas de señal se forman en el apilamiento de película delgada que se extiende sobre la lengüeta, lo que proporciona un medio flexible para la conexión. La lengüeta puede extenderse hasta una longitud arbitraria y proporcionar así cableado para el funcionamiento a alta temperatura de la estructura de tubo metálico. La lengüeta 51 se puede unir a la superficie exterior de la primera porción tubular por medio de soldadura por puntos o soldadura por láser antes de formar el apilamiento de película delgada.

Además, también se puede utilizar un elemento 18 de contacto en conexión con las realizaciones de la Fig. 2, estando dispuesto el elemento 18 de contacto en el elemento protector 14 en forma de elemento 17 de segmento. De forma similar, el elemento 18 de contacto se puede utilizar en conexión con realizaciones que comprenden un elemento protector 14 en forma de una segunda porción tubular 14, que no se extiende todo el recorrido hasta el final de la primera porción tubular 4, como en las realizaciones de la Fig. 1. En tales realizaciones, el elemento 18 de contacto está previsto a lo largo de la primera porción tubular 4, en lugar de en un extremo de la primera porción tubular 4.

La presente descripción también se refiere a un método para fabricar una estructura de tubo metálico como se define anteriormente o posteriormente, en donde el método comprende las etapas de:

- depositar la primera capa 22 de película delgada eléctricamente aislante sobre la primera porción tubular 4,
- depositar al menos una capa 24 de película delgada eléctricamente conductora sobre la primera capa 22 de película delgada eléctricamente aislante,
- definir la estructura 8 del sensor en la al menos una capa 24 de película delgada eléctricamente conductora
- disponer el elemento protector 14 sobre al menos una porción de la estructura 8 del sensor y sobre al menos

una parte de la primera porción tubular 4.

Para facilitar una buena adherencia entre la primera capa 22 de película delgada eléctricamente aislante y la superficie exterior 7 de la primera porción tubular 4, la superficie exterior 7 de la primera porción tubular 4 puede ser hecha rugosa, por ejemplo, mediante granallado o molienda. También se puede depositar una capa de unión metálica sobre la superficie exterior rugosa de la primera porción tubular 4. Dicha capa de unión metálica se puede formar depositando una capa de película delgada de cromo o níquel-cromo. Para facilitar el funcionamiento a alta temperatura, no se puede utilizar ningún material polímero en el apilamiento de película delgada.

La etapa de definir la estructura del sensor mediante grabado puede implicar grabado con láser. El grabado con láser puede ser selectivo y/o en combinación con la detección de punto final.

El método como se ha definido anteriormente también puede comprender, antes de la etapa de disponer el elemento protector 14, una etapa adicional de:

- depositar una segunda capa 26 de película delgada eléctricamente aislante sobre al menos una capa 24 de película delgada eléctricamente conductora y una porción de la primera capa 22 de película delgada eléctricamente aislante.

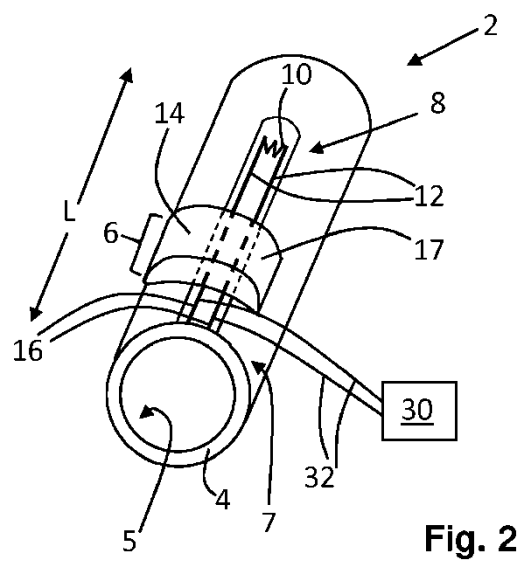
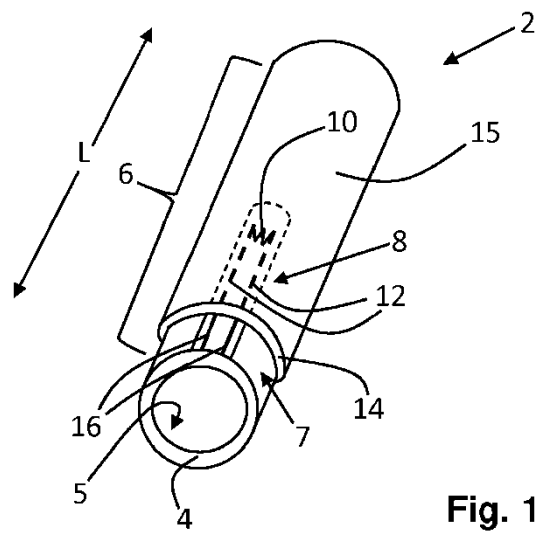
En una realización de la estructura de tubo metálico, en donde la primera porción tubular 4 es un tubo funcional, es decir, un tubo con el propósito especial de transportar un fluido y/o transportar una carga. Si la primera porción tubular se ha de utilizar en una operación presurizada, el primer elemento tubular 4 se dimensiona según las normas pertinentes asociadas con la operación presurizada. En la superficie exterior de la primera porción tubular 4 está formado el apilamiento de capas de película delgada, incluyendo la estructura 8 del sensor. Los sensores son preferiblemente un sensor de temperatura y una galga extensiométrica formados en el apilamiento de capas de película delgada. Además, el apilamiento de capas de película delgada comprende una capa exterior de una capa 26 de película delgada eléctricamente aislante. Esto permite que un elemento protector en forma de tubo de protección se coloque sobre la primera porción tubular y el apilamiento de capas de película delgada, sin cortocircuitar el sensor y las líneas de señal formadas en el mismo. Una estructura de tubo metálico de este tipo se puede utilizar ventajosamente en un horno de calentamiento con diferentes propósitos. Por ejemplo, para monitorizar la temperatura y la presión en un tubo en una pared de agua de un horno. Si se utiliza Al_2O_3 como capas aislantes se consiguen propiedades de transferencia de calor similares a las del acero inoxidable. Por lo tanto, el apilamiento de película delgada no afecta la transferencia de calor a través de la pared del primer elemento tubular. Además, el Al_2O_3 tiene una expansión térmica similar a la del acero, lo cual es ventajoso ya que limita el riesgo de grietas en las capas de aislamiento debido a la diferente expansión térmica.

Debe entenderse que lo anterior es ilustrativo de distintas realizaciones ejemplares y que la invención está definida únicamente por las reivindicaciones adjuntas. Una persona experta en la técnica se dará cuenta de que las realizaciones ejemplares pueden modificarse y que las diferentes características de las realizaciones ejemplares pueden combinarse para crear realizaciones distintas a las descritas en la presente memoria, sin apartarse del alcance de la invención, tal como se define en las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, la estructura de tubo metálico puede tener una forma diferente en sección transversal a la forma circular en sección transversal mostrada en la presente memoria. La forma en sección transversal puede ser, por ejemplo, ovalada, cuadrada, rectangular, triangular o cualquier otra forma poligonal. La segunda porción tubular 14 analizada en relación con las realizaciones de la Fig. 1 puede formarse en un proceso de pulverización térmica, como se analiza en conexión con las realizaciones de la Fig. 2.

REIVINDICACIONES

1. Una estructura (2) de tubo metálico que tiene una extensión longitudinal (L) que comprende
una primera porción tubular (4) que tiene una superficie interior (5) y una superficie exterior (7), en donde la primera porción tubular (4) está hecha de un metal, y
5 una estructura (8) del sensor que comprende al menos un sensor (10) y al menos una línea (12) de señal del sensor, estando conectado el al menos un sensor (10) con la al menos una línea (12) de señal del sensor, cuyo al menos un sensor (10) está configurado para detectar un parámetro físico de la primera porción tubular, y cuya estructura (8) del sensor está dispuesta longitudinalmente en al menos una parte de la superficie exterior (7) de la primera porción tubular, y
10 un elemento protector (14);
caracterizada por que
la estructura (8) del sensor está formada como un apilamiento (20) de capas de película delgada,
15 en donde el apilamiento (20) comprende al menos una primera capa (22) de película delgada eléctricamente aislante y al menos una capa (24) de película delgada eléctricamente conductora, en donde la primera capa de película delgada eléctricamente aislante está unida mecánicamente a la superficie exterior (7) de la primera porción tubular (4), en donde al menos la primera capa (22) de película delgada eléctricamente aislante está dispuesta para aislar eléctricamente la al menos una capa (24) de película delgada eléctricamente conductora de la primera porción tubular (4),
20 en donde la al menos una línea (12) de señal del sensor se extiende a lo largo de al menos una parte de la superficie exterior (7),
en donde al menos una línea (12) de señal del sensor se extiende en el apilamiento (20), y en donde al menos una porción de la estructura (8) del sensor está cubierta por el elemento protector (14), estando dispuesto el elemento protector (14) en contacto directo con la porción de la estructura (8) del sensor y al menos una parte de la primera porción tubular (4) y
25 en donde el grosor de la pared de la primera porción tubular (4) es constante en una dirección tangencial de la primera porción tubular.
2. La estructura de tubo metálico según la reivindicación 1, en donde el apilamiento de capas de película delgada comprende además una capa de unión metálica dispuesta entre, y en contacto con, la superficie exterior de la primera porción tubular (4) y la primera capa (22) de película delgada aislante eléctricamente.
- 30 3. La estructura (2) de tubo metálico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde al menos un sensor (10) está formado por la al menos una capa (24) de película delgada eléctricamente conductora, y en donde la al menos una línea (12) de señal está formada por la al menos una capa (24) de película delgada eléctricamente conductora.
4. La estructura (2) de tubo metálico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la estructura (8) del sensor comprende una segunda capa (26) de película delgada eléctricamente aislante, y en donde la segunda
35 capa (26) de película delgada eléctricamente aislante está dispuesta entre el elemento protector (14) y al menos uno del al menos un sensor (10) y la al menos una línea (12) de señal del sensor por lo que se forma un aislante eléctrico entre el elemento protector (14) y el al menos un sensor (10) y la al menos una línea (12) de señal.
5. La estructura (2) de tubo metálico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el elemento protector (14) comprende una segunda porción tubular (15) que se extiende alrededor de la primera porción tubular (4), en donde la segunda porción tubular (15) está hecha de un metal.
40
6. La estructura (2) de tubo metálico según la reivindicación 5, en donde la segunda porción tubular (15) se estira sobre la primera porción tubular (4), o en donde la segunda porción tubular (15) se ajusta por contracción sobre la primera porción tubular (4).
7. La estructura (2) de tubo metálico según la reivindicación 5 o 6, en donde la segunda porción tubular (15) se extiende
45 a lo largo del al menos un sensor (10) y a lo largo de al menos parte de la al menos una línea (12) de señal del sensor.
8. La estructura (2) de tubo metálico según cualquiera de las reivindicaciones 5-7, en donde la segunda porción tubular (15) se extiende a lo largo de al menos parte de la primera porción tubular (4), o sustancialmente a lo largo de toda la primera porción tubular (4).
9. La estructura (2) de tubo metálico según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 4, en donde el elemento protector (14) comprende un elemento (17) de segmento que se extiende parcialmente alrededor de la primera porción tubular (4).
50

10. La estructura (2) de tubo metálico según la reivindicación 9, en donde el elemento (17) de segmento es formado por pulverización térmica.
- 5 11. La estructura (2) de tubo metálico según la reivindicación 9 o 10, en donde el elemento (17) de segmento se extiende a lo largo de al menos parte de la primera porción tubular (4), o sustancialmente a lo largo de toda la primera porción tubular (4).
12. La estructura (2) de tubo metálico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde una parte (16) de extremo de la al menos una línea (12) de señal del sensor está expuesta.
13. La estructura (2) de tubo metálico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el al menos un sensor (10) se selecciona de entre un sensor resistivo, un sensor capacitivo, un termopar o una combinación de los mismos.
- 10 14. Un método para fabricar una estructura de tubo metálico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el método comprende las etapas de: depositar la primera capa (22) de película delgada aislante eléctricamente sobre la primera porción tubular (4), - depositar la al menos una capa (24) de película delgada eléctricamente conductora sobre la primera capa (22) de película delgada eléctricamente aislante, definiendo la estructura del sensor mediante grabado (o evaporación a través de una máscara de sombra) la al menos una capa (24) de película delgada eléctricamente conductora; y disponer el elemento protector (14) sobre al menos una porción de la estructura (8) del sensor y sobre al menos una parte de la primera porción tubular (4).
- 15 15. El método para fabricar una estructura de tubo metálico, según la reivindicación 14, que comprende además la etapa de: depositar una capa de unión metálica sobre la superficie exterior (7) de la primera porción tubular (4).



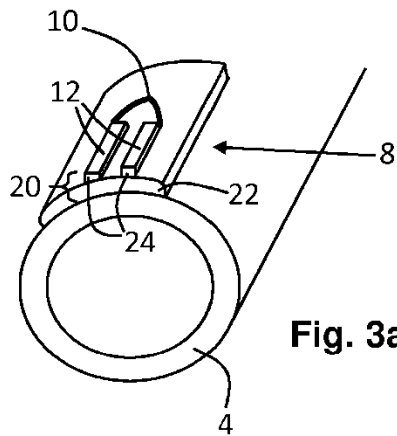


Fig. 3a

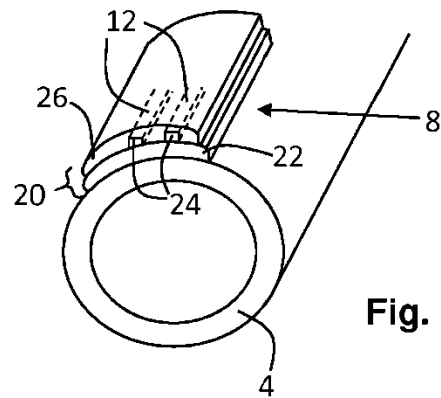


Fig. 3b

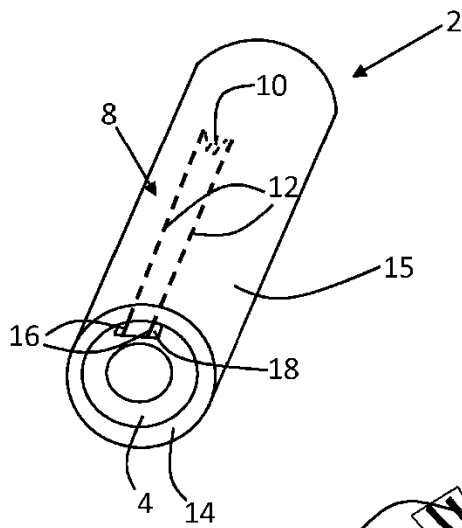


Fig. 4

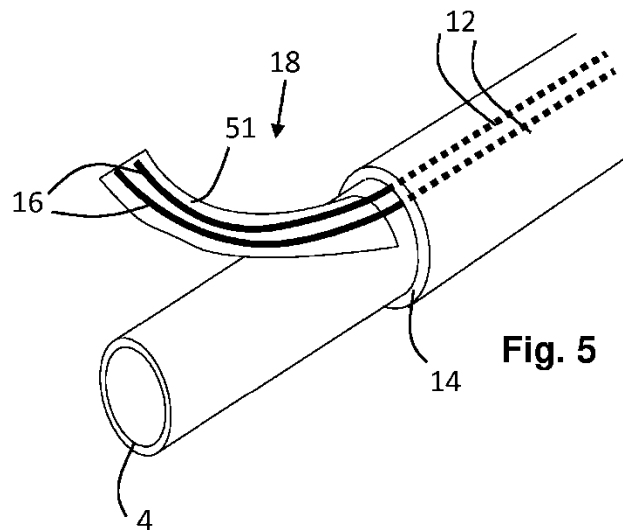


Fig. 5