



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 321 778**

⑫ Número de solicitud: 200600930

⑬ Int. Cl.:

G01N 29/04 (2006.01)

G01N 29/24 (2006.01)

G21C 17/017 (2006.01)

⑭

PATENTE DE INVENCION

B1

⑮ Fecha de presentación: **11.04.2006**

⑯ Prioridad: **13.04.2005 US 11/104,839**

⑰ Fecha de publicación de la solicitud: **10.06.2009**

Fecha de la concesión: **19.02.2010**

⑱ Fecha de anuncio de la concesión: **04.03.2010**

⑲ Fecha de publicación del folleto de la patente:
04.03.2010

⑳ Titular/es: **GENERAL ELECTRIC COMPANY**
1 River Road
Schenectady, New York 12345, US

㉑ Inventor/es: **Smith, Jarred;**
Welsh, Christopher M. y
Davis, Trevor James

㉒ Agente: **Carpintero López, Francisco**

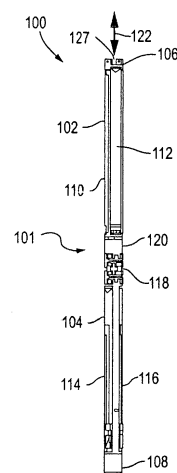
㉓ Título: **Sonda de inspección de tubería.**

㉔ Resumen:

Sonda de inspección de tubería.

Una sonda (100) para inspeccionar una tubería que incluye un alojamiento (101) dimensionado para su inserción dentro de la tubería y una pluralidad de patillas (112) estabilizadoras que tienen un primer extremo (106) fijado al alojamiento (101) y un segundo extremo (108) que se puede extender desde el alojamiento (101). Las patillas (112) estabilizadoras están configuradas para entrar en contacto con la superficie interna de la tubería. Una pluralidad de brazos (116) sensores que se pueden extender desde el alojamiento (101) y que pueden girar respecto de las patillas (112) estabilizadoras. Un motor (111) proporciona la rotación de los brazos (116) sensores respecto de las patillas (112) estabilizadoras.

FIG. 1



Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

DESCRIPCIÓN

Sonda de inspección de tubería.

5 Objeto de la invención

La presente invención se refiere a un aparato para inspeccionar el interior de una tubería y más específicamente se refiere a una sonda para inspeccionar el interior de una tubería.

10 Antecedentes de la invención

Las tuberías, tales como tubos o equipos de forma cilíndrica, están a menudo contruidos a partir de segmentos soldados que están sometidos a tensión o desgaste. Por lo tanto, a menudo se necesita inspeccionar la superficie interior de la tubería durante los procedimientos de mantenimiento buscando grietas y la integridad de una unión de soldadura. Por ejemplo, un recipiente a presión de reactor (RPV) de un reactor de agua hirviendo (BWR) típicamente tiene tuberías sumergidas que tienen soldaduras interiores que necesitan ser inspeccionadas durante mantenimientos rutinarios. Las bombas de chorro tubulares huecas que tienen tuberías internas están dispuestas dentro de una corona para proporcionar el flujo de agua requerido del núcleo del reactor. Las bombas de chorro incluyen una parte superior conocida como el mezclador de entrada, y una parte inferior, conocida como el difusor. El mezclador de entrada y el difusor, debido a su gran tamaño, se forman soldando juntas una pluralidad de secciones cilíndricas y cónicas. Específicamente, los extremos respectivos de las secciones cilíndricas adyacentes están unidos por una soldadura circunferencial. Durante el funcionamiento del reactor, los cordones de soldadura circunferenciales pueden experimentar agrietamiento por corrosión bajo tensiones (IGSCC) y agrietamiento intergranular por corrosión bajo tensiones asistidas por irradiación (IASCC) en zonas afectadas por el calor de soldadura que puede reducir la integridad estructural de la bomba de chorro.

Es importante examinar periódicamente las soldaduras del mezclador de entrada y del difusor de la bomba de chorro para determinar si se ha producido cualquier agrietamiento. Aunque se pueden llevar a cabo los exámenes en la corona o región entre un carenado y una pared de un recipiente de presión, es probable que estos exámenes sean sólo inspecciones parciales debido a las limitaciones de acceso en la región anular del reactor. Por lo tanto, el examen de las soldaduras de la bomba de chorro es realizado por una herramienta de inspección dispuesta en el interior del mezclador de entrada de la bomba de chorro y dentro del difusor de la bomba de chorro. Tal herramienta de inspección lleva a cabo exámenes ultrasónicos y/o de corriente de Foucault de las soldaduras de bomba de chorro desde el interior del mezclador de entrada y el difusor de la bomba de chorro en un reactor nuclear.

Típicamente, el personal operacional situado en un puente de aprovisionamiento de combustible por encima de la superficie de la piscina manipula un sistema de distribución de herramienta que está conectado a una entrada de bomba de chorro para la inserción de una sonda de inspección. La larga sonda de inspección cilíndrica se inserta a través de la estrecha abertura de la entrada de bomba de chorro y está fijada y posicionada en vertical dentro de la bomba de chorro por un cable guía. Una vez en el interior, la sonda de inspección se activa de manera que los brazos que contienen sensores se extienden a partir del cuerpo cilíndrico largo de la sonda de inspección. Los brazos de detección de la sonda de inspección son girados por un motor sobre la sonda de inspección para proporcionar una exploración radial de las superficies interiores de la bomba de chorro. La sonda de inspección incluye a menudo una masa de estabilización en un esfuerzo para estabilizar la sonda en la tubería.

45 Descripción de la invención

Como se reconoce por los inventores de la presente invención, las sondas actuales no previenen la rotación de las partes no-detectoras del cuerpo de sonda y por lo tanto, la posición giratoria de los sensores no puede ser seguida o determinada. Igualmente, tales sondas se pueden usar típicamente en una tubería sustancialmente vertical donde los propios brazos sensores centran la sonda dentro de la tubería entrando en contacto con la superficie interna de la tubería cuando giran. Esto es en parte debido al acoplamiento suspendido de la sonda de inspección en la tubería vertical de la bomba de chorro y la incapacidad de limitar el movimiento o de establecer una posición de referencia radial dentro de la tubería. Los inventores de la presente invención han desarrollado con éxito una sonda de inspección mejorada para su inserción y la inspección del interior de una tubería que puede ser o no una tubería dispuesta en vertical. Estabilizando una parte de la sonda dentro de la tubería, la presente invención puede también proporcionar la determinación y el seguimiento de la posición de rotación de los elementos de detección y por lo tanto las mediciones de los sensores se pueden correlacionar con una posición giratoria que permite la posición de cualquier defecto identificado.

Según un aspecto de la invención, una sonda para inspeccionar una tubería incluye un alojamiento dimensionado para su inserción dentro de la tubería y una pluralidad de patillas estabilizadoras que tienen un primer extremo fijado al alojamiento y un segundo extremo que se puede extender a partir del alojamiento. Las patillas estabilizadoras están configuradas para entrar en contacto con la superficie interior de la tubería. Una pluralidad de brazos sensores se puede extender a partir del alojamiento y se puede girar respecto de las patillas estabilizadoras. Un motor proporciona la rotación de los brazos sensores respecto de las patillas estabilizadoras.

Según otro aspecto de la invención, una sonda de inspección de tubería incluye un alojamiento dimensionado para su inserción dentro de la tubería y que tiene una primera parte y una segunda parte. La sonda incluye al menos

una junta flexible que acopla la primera parte y la segunda parte y un husillo para acoplar giratoriamente la primera parte a la segunda parte. Una pluralidad de patillas estabilizadoras tiene un primer extremo fijado a la primera parte del alojamiento y un segundo extremo que se puede extender a partir del alojamiento. Las patillas estabilizadoras están configuradas para entrar en contacto con la superficie interna de la tubería. Un elemento aplicador proporciona la retención de las patillas estabilizadoras dentro del alojamiento y un accionador de patillas estabilizadoras está configurado para extender el segundo extremo de las patillas estabilizadoras a partir de dicho alojamiento. La sonda incluye también una pluralidad de brazos sensores, teniendo cada uno de los brazos sensores un primer extremo fijado a la segunda parte y un segundo extremo que se puede extender a partir de la segunda parte y que tiene un sensor. Al menos un accionador de brazos proporciona la extensión del segundo extremo de los brazos sensores a partir del alojamiento a una posición extendida de detección.

Un motor proporciona la rotación de la segunda parte respecto de la primera parte.

Según otro aspecto más de la invención, una sonda para inspeccionar una superficie interna de una tubería, incluye un alojamiento dimensionado para la inserción dentro de la tubería y que tiene una primera parte y una segunda parte y al menos una junta flexible que acopla la primera parte y la segunda parte. Un husillo proporciona un acoplamiento giratorio de la primera parte a la segunda parte. Una pluralidad de patillas estabilizadoras incluye un primer extremo fijado a la primera parte del alojamiento y un segundo extremo que se puede extender a partir del alojamiento y cada uno está configurado para entrar en contacto con la superficie interna de la tubería. La sonda incluye también un accionador de patillas estabilizadoras configurado para extender el segundo extremo de las patillas estabilizadoras a partir de dicho alojamiento y una pluralidad de brazos sensores, teniendo cada uno de los brazos sensores un primer extremo fijado a la segunda parte y un segundo extremo que se puede extender a partir de la segunda parte. Cada segundo extremo incluye también un sensor. La sonda tiene al menos un accionador de brazos para extender el segundo extremo de los brazos sensores a partir de dicho alojamiento a una posición extendida de detección. Un motor proporciona la rotación de la segunda parte respecto de la primera parte.

Según otro aspecto adicional de la invención, una sonda para inspeccionar una superficie interna de una tubería que incluye un alojamiento dimensionado para su inserción dentro de la tubería, teniendo el alojamiento una primera parte y una segunda parte. Una pluralidad de patillas estabilizadoras está configurada para entrar en contacto con la superficie interior de la tubería. Cada patilla estabilizadora tiene un primer extremo fijado al alojamiento y un segundo extremo que se puede extender a partir del alojamiento. La sonda incluye un medio para extender cada una de las patillas estabilizadoras a partir de una posición dentro del alojamiento hasta una posición en la cual el segundo extremo entra en contacto con la superficie interna de la tubería. La sonda incluye también una pluralidad de brazos sensores, teniendo cada uno de dichos brazos sensores un primer extremo fijado a la segunda parte y un segundo extremo que se puede extender a partir de la segunda parte y que tiene un sensor. La sonda incluye, además, un medio para extender cada uno de los brazos sensores a partir de una posición dentro del alojamiento hasta una posición que posiciona el sensor cerca de la superficie interna de la tubería y medios para hacer girar los brazos sensores respecto de las patillas estabilizadoras.

Otros aspectos de la presente invención serán en parte evidentes y en parte indicados más adelante. Se ha de entender que diversos aspectos de la invención pueden ser realizados individualmente o en combinación con otro. Igualmente se ha de entender que la descripción detallada y los dibujos, aunque indican algunas realizaciones ejemplares de la invención, están concebidos únicamente con carácter ilustrativo y no han de interpretarse como que limitan el alcance de la invención.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en perspectiva de una sonda de tubería en una posición colapsada según una realización ejemplar de la invención.

La figura 2 es una vista en perspectiva de una sonda de tubería en una posición de extensión radial según una realización ejemplar de la invención.

La figura 3 es una vista en perspectiva de un conjunto de husillo para una sonda de tubería según una realización ejemplar de la invención.

La figura 4 es una vista en perspectiva del eje del husillo para su uso en una sonda de tubería según otra realización de la invención.

La figura 5 es una vista en perspectiva de un brazo sensor que tiene una punta de sensor aplicada y con suspensión cardan para su uso en una tubería según una realización ejemplar de la invención.

La figura 6 es una vista lateral de un brazo sensor que se acopla a un accionador de brazos sensores e incluye un elemento pasivo de aplicación según una realización ejemplar de la invención.

La figura 7 es una vista lateral de un segmento sensor con un brazo sensor extendido que tiene un elemento pasivo de aplicación según una realización ejemplar de la invención.

La figura 8 es una vista de un segmento sensor que tiene tres brazos sensores y tres accionadores de brazos sensores de cilindro neumático según una realización ejemplar de la invención.

La figura 9 es una vista de una válvula de distribución de aire para coordinar la actuación de los tres brazos sensores de cilindro neumático según una realización ejemplar de la invención.

Los símbolos de referencias iguales indican elementos o características iguales en los dibujos.

Realizaciones preferentes de la invención

La siguiente descripción es de naturaleza meramente ejemplar y no pretende de modo alguno limitar la invención, sus aplicaciones o sus usos. Como se ha indicado, los símbolos o números de referencia iguales en las diversas figuras indican elementos o características iguales a lo largo de los dibujos. Por lo tanto, la descripción de los elementos, características o partes comunes en las figuras previamente presentadas no se repiten posteriormente.

En una realización de la invención, una sonda para inspeccionar una parte interna de una tubería incluye un alojamiento dimensionado para su inserción dentro de la tubería y una pluralidad de patillas estabilizadoras que tiene un primer extremo fijado al alojamiento y un segundo extremo que se puede extender a partir del alojamiento. Las patillas estabilizadoras están configuradas para entrar en contacto con la superficie interna de la tubería. Una pluralidad de brazos sensores se puede extender a partir del alojamiento y se puede girar respecto de las patillas estabilizadoras.

Un ejemplo de tal sonda se ilustra en la figura 1. Como se muestra, la sonda (100) tiene el alojamiento (101) con un primer segmento o parte (102) y un segundo segmento (104), y un primer extremo (106) y un segundo extremo (108). Aunque la sonda (100) y/o el alojamiento (101) pueden tener diversas formas y dimensiones, la sonda (100) tiene en diversas realizaciones una forma preferida alargada y cilíndrica con un diámetro exterior inferior al diámetro interior de la tubería al cual se insertará y operará la sonda. El primer segmento (102) incluye una o más cámaras o cavidades (110) que están dimensionadas para capturar y retener una pluralidad de patillas estabilizadoras (112). La figura 1 ilustra las patillas (112) estabilizadoras en una posición colapsada dentro de las cavidades (110) de las patillas y la figura 2 ilustra las patillas (112) estabilizadoras en una posición radial extendida. Como se muestra, cada patilla (112) estabilizadora, en esta realización ejemplar, tiene un extremo fijado giratoriamente al primer segmento (102) y un segundo extremo que se extiende radialmente a partir de la parte de cuerpo del primer segmento (102). Igualmente, el segundo segmento (104) incluye una o más cámaras o cavidades (114) que están dimensionadas para capturar y retener una pluralidad de brazos (116) sensores. La figura 1 ilustra los brazos (116) sensores en una posición colapsada dentro de las cavidades (114) de brazos sensores y la figura 2 ilustra brazos (116) sensores en una posición de extensión radial. Como se muestra, cada brazo (116) sensor, en esta realización ejemplar, tiene un extremo fijado giratoriamente al segundo segmento (104) y un segundo extremo que está radialmente extendido a partir de la parte cuerpo del segundo segmento (104). Aunque las figuras 1 y 2 ilustran el primer segmento (102) como un segmento superior y el segundo segmento (104) como un segmento inferior, esta posición se puede invertir en otras realizaciones de la invención.

El primer segmento (102) está acoplado flexiblemente al segundo segmento (104) mediante una junta o acoplador flexible (118) que proporciona flexibilidad entre los dos segmentos y permite de este modo la inserción de la sonda (100) dentro de una tubería que tiene acceso limitado. Adicionalmente, un acoplador (120) giratorio proporciona la rotación del segundo segmento (104) respecto del primer segmento (102). El acoplador (120) giratorio incluye un motor (no mostrado) y puede incluir otros componentes que incluyen, a título de ejemplo, un cojinete, un engranaje, un husillo, y un eje (no mostrado).

Típicamente, la sonda (100) está soportada o enganchada para su operación mediante un cable de soporte (no mostrado) fijado al primer extremo (106). Adicionalmente, una o más líneas (122) operacionales, como se mencionará con más detalle más adelante, pueden entrar en la sonda a través de una cavidad (127) o un orificio en el primer extremo (106).

Una vez que la sonda (100) está colocada dentro de una tubería, las patillas (112) estabilizadoras se extienden radialmente a partir de la cavidad (110) de patillas como se muestra en la figura 2. La sonda (100) ejemplar puede tener cada patilla (112) estabilizadora extendida radialmente por uno o más soportes o guías (124) y puede tener un elemento (113) de fricción sobre un extremo. Estas guías (124) pueden extender las patillas (112) estabilizadoras por uno o más accionadores (no mostrados). Los elementos (113) de fricción pueden estar configurados para entrar en contacto y enganchar la superficie o pared interna de una tubería con algunos grados de fricción. Los elementos (113) de fricción pueden estar compuestos por cualquier tipo de material, tal como goma, o pueden ser dentados u otra característica del extremo de la patilla (112) estabilizadora que pueda incrementar el contacto de fricción de la patilla (112) estabilizadora con la superficie interna de la tubería.

Adicionalmente, una o más de las guías (124) o los accionadores pueden estar aplicados por un elemento (115) aplicador, tal como un resorte, para situar las patillas (112) estabilizadoras en una posición normalmente abierta o normalmente cerrada. En una realización preferida, uno o más resortes (no mostrado) pueden estar configurados para aplicar las guías (124) para colapsar normalmente las patillas (112) estabilizadoras dentro de las cavidades (110) de patillas. Un accionador (125), tal como un cilindro neumático o hidráulico, puede ejercer una fuerza contraria a la aplicación normal del elemento (115) aplicador para mover las guías (124) hacia arriba y poner en voladizo un

extremo de cada guía (124) hacia afuera. De tal manera, un extremo no-fijado de cada patilla (112) estabilizadora, que puede incluir el elemento (113) de fricción, se extiende radialmente para entrar en contacto con la superficie interna de la tubería circundante. La cantidad de la fuerza hacia fuera ejercida por el accionador (125) sobre las patillas (112) estabilizadoras y los elementos (113) de fricción se puede ajustar y vigilar para proporcionar la estabilidad apropiada de las patillas (112) estabilizadoras respecto de la tubería.

Algunas realizaciones pueden también proporcionar una extensión sustancialmente similar o fuerza hacia fuera sobre cada patilla (112) estabilizadora, que puede dar como resultado la pluralidad de patillas (mostradas a título de ejemplo como tres patillas) que centran la sonda (100) dentro de la tubería. Adicionalmente, teniendo las patillas (112) estabilizadoras aplicadas a una posición colapsada, la sonda (100) se puede extraer más fácilmente de una tubería si se produce un fallo de la sonda (100), tal como la pérdida o el corte de una señal o línea operacional.

Los brazos (116) sensores se extienden también radialmente a partir de la cavidad (114) de los brazos por uno o más accionadores (126) de brazos. En la realización ejemplar de la figura 2, cada brazo (116) sensor que tiene un sensor (117) sobre un extremo puede también incluir un accionador (126) de brazos asociado al brazo (116) sensor para disponer el brazo (116) sensor en la posición deseada. Típicamente, los brazos (116) sensores estarán (por defecto) en una posición colapsada dentro de las cavidades (114) de brazos. Igualmente, uno o más elementos aplicadores (no mostrados) se pueden usar para colapsar cada brazo (116) sensor. Cada accionador (126) de brazo cuando recibe la entrada o señal de actuación necesaria extiende al menos una porción del brazo (116) sensor asociado a partir de la cavidad (114) de brazos hacia fuera como se muestra en la figura 2. La cantidad de extensión de los brazos (116) sensores se puede ajustar durante el funcionamiento en base a los requisitos particulares. Por ejemplo, los brazos (116) sensores se pueden extender para entrar en contacto con la superficie interior de las paredes de la tubería si el sensor (117) o la operación de detección requieren el contacto. En caso contrario, los brazos (116) sensores se pueden extender sólo parcialmente entre el cuerpo sensor y las paredes de la tubería. El presente diseño permite esta colocación parcial, ya que la sonda se puede centrar y estabilizar en la tubería mediante las patillas (112) estabilizadoras que están separadas de los brazos (116) sensores.

Como se muestra, un extremo del brazo (116) sensor incluye un sensor (117). El sensor (117) puede ser cualquier tipo de sensor y puede haber más de un sensor por brazo (116) sensor. Adicionalmente, el sensor (117) puede estar fijado al extremo del brazo (116) sensor mediante un cardan o una junta y puede incluir un miembro aplicador. El cardan sensor puede proporcionar la alineación del sensor (117) con una superficie interna de la tubería. El elemento aplicador puede retener el sensor (117) o la punta de detección en un plano con el brazo (116) sensor, durante la operación normal, para permitir de este modo que la punta de detección se colapse también dentro de la cavidad de sensores (114). El cardan y el elemento aplicador también pueden permitir que el sensor se ajuste o se alinee con la superficie de detección de la tubería como se requiere cuando los brazos (116) sensores están en la posición extendida.

Se puede proporcionar un motor (111) bien en el primer segmento (102) o bien en el segundo segmento (104) y proporcionar una fuerza giratoria para hacer girar los brazos (116) sensores respecto de las patillas (112) estabilizadoras. Como se muestra en la figura 2, a título de ejemplo, el motor (111) puede estar incluido dentro de la parte inferior del primer segmento (102) adyacente a y posiblemente dentro del acoplador (120) giratorio. Sin embargo, los expertos en la técnica han de entender, que otras posiciones y colocaciones de el motor (111) son posibles y siguen estando dentro del ámbito de la invención.

La figura 2 ilustra también un acoplamiento flexible (128) próximo al primer extremo (106) para proporcionar un enlace flexible con un cable de soporte externo (no mostrado). Igualmente las líneas (122) operacionales, tales como (130) (línea de energía eléctrica), (132) (línea de accionadores) y (134) (línea de sensores) proporcionan conectividad operacional a los sistemas externos operacionales y de control (no mostrados). Estos pueden incluir una línea (130) de energía eléctrica para uno o más sistemas de sonda que incluyen la utilización del motor (111), una línea (132) de accionadores para proporcionar aire u otro fluido hidráulico para hacer funcionar uno o más accionadores (125) de patillas y accionadores (126) de brazos, y una línea de sensores (134) para la comunicación de una señal detectada o características de sensores a partir de sensores sobre la sonda a un sistema operacional externo. Adicionalmente, en algunas realizaciones, se puede incluir un resolucionador (136) para seguir y determinar la posición radial de los brazos (116) de detección respecto de las patillas (112) estabilizadoras. El resolucionador (136) genera una señal indicativa de la posición radial o las coordenadas radiales de uno o ambos brazos (116) de detección y las patillas (112) estabilizadoras o el segundo segmento (104) o el primer segmento (102) al cual están respectivamente acopladas. En la realización ejemplar de la figura 2, el resolucionador (136) está ilustrado, posicionado en, o cerca de, la posición inferior del segundo segmento (104). Sin embargo, los expertos en la técnica han de entender que el resolucionador (136) puede estar posicionado en otras posiciones sobre la sonda (100) y que también proporcionan la determinación de la posición radial relativa. En una realización adicional, la sonda (100) puede incluir uno o más dispositivos de detección, tales como un sensor de vídeo o una cámara (no mostrada). Por ejemplo, en algunas realizaciones, una cámara de vídeo puede estar dispuesta sobre el segmento (102) superior para exhibir el segmento (104) inferior, y/o para ver el despliegue de las patillas estabilizadoras (112) o los brazos (116) de detección. La señal de vídeo puede ser retransmitida a un sistema de soporte o pantalla de visualización vista por un operador para permitir la vigilancia de una o más operaciones de los brazos de detección, tal como su rotación. En otras realizaciones, una cámara de vídeo puede también estar dispuesta para exhibir un área detectada por sensores (117).

Haciendo referencia ahora a la figura 3, se ilustra un acoplador (120) giratorio para acoplar el primer elemento (102) y el segundo segmento (104) según una realización ejemplar. En este ejemplo, se muestra el acoplador (120) giratorio

ES 2 321 778 B1

asociado al primer segmento (102). Sin embargo, en otras realizaciones, uno o más componentes del acoplador (120) giratorio pueden estar asociados con el segundo segmento (104). En la realización ejemplar de la figura 3, el primer segmento (102) está terminado en un extremo con una placa (302) de husillo. El motor (111) puede estar situado dentro del cuerpo del primer segmento (102) y está operativamente acoplado a un accionamiento (304) por motor que se extiende más allá de la placa (302) de husillo. Un mando (306) de transferencia (306) recibe energía giratoria del mando (304) por motor. La placa (302) de husillo puede también incluir uno o más pasos (308) que pueden aceptar una o más líneas operacionales (no mostradas) que se conectan entre el primer segmento (102) y el segundo segmento (104).

Un eje del husillo (no mostrado) puede estar dispuesto sobre la placa de husillo y proporcionar la conectividad giratoria entre los dos segmentos (102) y (104).

En la realización ilustrada de la figura 3, el eje del husillo (310) incluye también un paso (308) en su base para aceptar esta o más líneas (122). Sin embargo, como el acoplador (120) giratorio proporciona una rotación entre el primer segmento (102) y el segundo segmento (104), el eje del husillo (310) incluye un paso central (312) para el paso continuo de las líneas (122) operacionales. De esta manera, las líneas operacionales (122) no se retuercen durante el funcionamiento giratorio del acoplador (120) giratorio. Una corona dentada (314) es accionada por un mando (302) de transferencia para accionar la rotación del segundo segmento (104). Se puede incluir un cojinete (316) para proporcionar una rotación mejorada del acoplador (120) giratorio. Un acoplador de husillo (no mostrado) se puede colocar sobre los otros componentes del acoplador giratorio (120). El acoplador de husillo puede incluir sobre su superficie interna (no mostrada) un mecanismo de rueda conjugada para recibir energía giratoria de la corona dentada (314). El acoplador de husillo puede incluir una o más características de conjugación que proporciona el acoplamiento del acoplador (120) giratorio a otro componente, tal como el acoplador (118) flexible.

La figura 4 proporciona una vista en perspectiva detallada del eje del husillo (310) según una realización ejemplar de la invención. Como se muestra, el eje del husillo (310) puede incluir un reborde (402), un eje (404), un extremo (406) de eje y un extremo (408) de acoplamiento. Adicionalmente, el reborde (402) puede incluir uno o más dispositivos de fijación o medios de fijación, tales como, a título de ejemplo, unos agujeros de montaje.

Como se ha indicado anteriormente, uno o más brazos (116) sensores pueden estar configurados para incluir uno o más sensores (117). La figura 5 ilustra una realización ejemplar de un extremo o punta de detección de un brazo (116) sensor. En este ejemplo, el brazo (116) sensor incluye un extremo (502) de suspensión cardan, que está fijado al brazo (116) sensor con una articulación (504) o dispositivo flexible similar. Un sensor (117) está fijado al extremo (502) de suspensión cardan y está situado para detectar óptimamente una característica de la tubería que se va a inspeccionar. Adicionalmente, un resorte (no mostrado en la figura 5) puede proporcionar una aplicación hacia el extremo (502) de suspensión cardan de manera que el extremo (502) de suspensión cardan está normalmente situado en el mismo plano que el brazo (116) sensor. De esta manera, el extremo (502) de suspensión cardan está dispuesto para quedar encerrado por el cuerpo del segundo segmento (104) cuando el brazo (115) sensor esté colapsado dentro de la cavidad (114) de brazo. Sin embargo, cuando los brazos (116) sensores están extendidos y entran en contacto con una superficie interna de la tubería, el extremo (502) de suspensión cardan gira alrededor de la articulación (504), de manera que el sensor (117) se alinea óptimamente con el plano de la superficie interna de la tubería.

En referencia ahora a la figura 6, un brazo (116) sensor está acoplado al accionador (126) de brazo mediante una articulación (602) o una junta flexible similar. En algunas realizaciones, cada brazo (116) sensor puede también incluir un elemento (604) de aplicación pasiva. El elemento (604) de aplicación pasiva puede incluir, a título de ejemplo, una cuña, rampa o superficie curvada. El elemento (604) de aplicación pasiva del brazo (116) sensor puede funcionar conjuntamente con una o más características del cuerpo del segundo segmento (104) para proporcionar una aplicación inicial hacia el exterior del brazo (116) sensor cuando el accionador (126) del brazo sensor empieza a moverse desde la posición colapsada a la posición extendida. Como se muestra en la figura 7, un segundo elemento (702) de aplicación pasiva también puede ser una cuña, rampa, superficie curvada o reborde, que cuando se coloca en contacto con un elemento (604) de aplicación pasiva en movimiento ascendente, proporciona una presión hacia afuera al brazo (116) sensor para forzar, al menos una parte, del brazo sensor a extenderse radialmente desde una cavidad (114) de brazo. En una realización, ambos elementos (604) y (702) de aplicación pasiva son cuñas. A medida que los brazos (116) sensores se extienden radialmente, los accionadores (126) de brazo giran hacia fuera y proporcionan la extensión radial requerida a los brazos (116) sensores. Como se muestra en la figura 7, un segundo extremo (802) de cada uno de los accionadores (126) de brazo está acoplado al cuerpo del segundo segmento (104) por una articulación, eje o elemento flexible o giratorio similar. Como se ha indicado anteriormente, cada accionador (126) de brazo puede ser cualquier tipo de accionador que incluya un cilindro hidráulico, una disposición de motor y engranaje de tornillo sinfín, o un conjunto de accionamiento similar.

También, como se muestra en la figura 8, cada accionador (126) de brazo es un cilindro neumático montado sobre un acoplamiento (804) giratorio e incluye un orificio (806) de admisión de aire para el control accionable del accionador (126) de brazo. Aunque puede haber menos de uno o más de un accionador (126) de brazo asociado a cada brazo (116) sensor, en una realización preferida hay tres brazos (116) sensores, cada uno con un accionador (126) de brazo de cilindro neumático asociado. Para permitir igualar la extensión de cada brazo sensor (116) y la cantidad de presión aplicada por el brazo (116) sensor a la superficie interna de la tubería, se puede proporcionar un dispositivo de coordinación, tal como una válvula (902) de distribución de aire, como se muestra en la figura 9. La válvula de distribución de aire (902) puede tener una pluralidad de orificios de admisión de aire y orificios (904) de salida para

proporcionar el suministro de aire coordinado a los diversos accionadores (126) de brazo. Por ejemplo, cuando la sonda (100) incluye tres brazos (116) sensores y tres accionadores (126) de brazo, la válvula (902) de distribución de aire puede incluir un único agujero de admisión (904) y tres agujeros (904) de salida. Una realización de la válvula (902) de distribución de aire incluiría una cámara de aire externa (no mostrada) que recibe el aire de accionamiento desde el único agujero (904) de admisión y proporciona una distribución idéntica a cada uno de los tres agujeros (904) de salida. De esta manera, cada accionador (126) de brazo recibe una cantidad sustancialmente igual de aire de accionamiento. Adicionalmente, esto puede reducir el número de líneas (122) operacionales requeridas para extender los brazos (116) sensores.

Las diversas realizaciones ejemplares de la sonda (100) de inspección descrita en la presente memoria descriptiva pueden proporcionar la inspección mejorada de una tubería interior. Las patillas (112) estabilizadoras pueden centrar y estabilizar la sonda dentro de la tubería, proporcionando de este modo a los brazos sensores la capacidad de situarse óptimamente en el interior de la tubería para realizar una operación de inspección o detección. Adicionalmente, la estabilización radial del primer segmento (102) de la sonda (100) puede proporcionar la determinación o el seguimiento mejorado de la posición giratoria de cada sensor (117) dentro de la tubería. Por lo tanto, las características detectadas por el sensor (117) se pueden asociar más precisamente a una posición circunferencial particular dentro de la tubería, mejorando de este modo la capacidad del personal operativo en la identificación y la corrección de los defectos detectados. Algunas de las mejoras y ventajas, además de otras, son proporcionadas por las diversas realizaciones de la invención.

Cuando se describen los elementos o características de la presente invención o las realizaciones de la misma, los artículos “un” “una”, “el”, “la” y “dicho”, “dicha” están concebidos para significar que hay uno o más de los elementos o características. Los términos “comprende”, “incluye”, y “tiene” están concebidos para ser inclusivos y significan que puede haber elementos o características adicionales además de los específicamente descritos.

Los expertos en la técnica reconocerán que se pueden hacer diversos cambios en las realizaciones ejemplares e implementaciones descritas anteriormente sin salirse del ámbito de la invención. En consecuencia, todo lo contenido en la descripción anterior o lo mostrado en los dibujos anexos debería interpretarse con carácter ilustrativo y no limitativo.

Además, se ha de entender que las etapas descritas en la presente memoria descriptiva no deben interpretarse como que requieren necesariamente su realización en el orden particular mencionado o ilustrado. Se ha de entender igualmente que se pueden emplear etapas adicionales o alternativas

Listado de piezas

- 100 Sonda
- 101 Alojamiento
- 102 Primera parte o segmento
- 104 Segundo segmento
- 106 Primer extremo
- 108 Segundo extremo
- 110 Cavidades
- 111 Motor
- 112 Patillas estabilizadoras
- 113 Elemento de fricción
- 114 Cavidad de brazos sensores
- 115 Elemento de aplicación
- 116 Brazo sensor
- 117 Sensor
- 118 Junta o acopiador flexible

ES 2 321 778 B1

	120	Acoplador giratorio
	122	Líneas operacionales
5	124	Soportes o guías
	125	Accionadores
	126	Accionador de brazo
10	127	Cavidad
	128	Acoplamiento flexible
15	130	Línea de energía eléctrica
	132	Línea de accionador
	134	Línea de sensores
20	136	Resolucionador
	302	Placa de husillo
25	304	Accionamiento por motor
	306	Mando de transferencia
30	308	Pasos
	310	Eje del husillo
	312	Paso
35	314	Corona dentada
	316	Cojinete
40	402	Reborde
	404	Eje
45	406	Extremo de eje
	408	Extremo de acoplamiento
50	502	Extremo de suspensión cardan
	504	Articulación
	506	Resorte
55	602	Articulación
	604	Elemento de aplicación pasiva
60	702	Elemento de aplicación pasiva
	704	Segundo elemento de aplicación pasiva
65	802	Segundo extremo del brazo

ES 2 321 778 B1

804 Acoplamiento giratorio

806 Admisión de aire

5

902 Válvula de distribución de aire

904 Orificios de entrada/salida

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Sonda (100) de inspección de tubería, **caracterizada** porque comprende: un alojamiento (101) dimensionado para su inserción dentro de la tubería;
una pluralidad de patillas (112) estabilizadoras que tienen un primer extremo (106) fijado al alojamiento (101) y un segundo extremo (108) que se puede extender desde el alojamiento (101) y configuradas para entrar en contacto con la superficie interna de la tubería;
una pluralidad de brazos (116) sensores que se pueden extender desde el alojamiento (101) y que pueden girar respecto de las patillas (112) estabilizadoras; y
un motor (111) para la rotación de los brazos (116) sensores respecto de las patillas (112) estabilizadoras.
2. La sonda (100) según la reivindicación 1 **caracterizada** porque dicho alojamiento (101) tiene una primera parte (102) y una segunda parte (104), estando dichas patillas (112) estabilizadoras acopladas ala primera parte (102) y estando dichos brazos (116) sensores acoplados a la segunda parte (104), incluyendo dicho motor (111) que gira dicha segunda parte (104) brazos (116) sensores respecto de la primera parte (102).
3. La sonda (100) según la reivindicación 1, **caracterizada** porque comprende, además, un elemento (115) de aplicación para retener las patillas (112) de estabilización dentro del alojamiento (101) y un accionador (125) de patillas estabilizadoras configurado para extender el segundo extremo (108) de las patillas (112) estabilizadoras desde la posición retenida dentro del alojamiento (101) a una posición extendida que entra en contacto con la superficie interna de la tubería.
4. La sonda (100) según la reivindicación 1, **caracterizada** porque comprende, además, una pluralidad de accionadores (126) de brazos sensores configurados para extender los brazos (116) sensores desde una posición dentro del alojamiento (101) a una posición de detección extendida en la cual un extremo sensor del brazo (116) sensor está situado cerca de la superficie interna de la tubería, teniendo cada brazo (116) sensor un accionador (126) de brazo sensor asociado.
5. La sonda (100) según la reivindicación 4, **caracterizada** porque comprende, además, un dispositivo de accionamiento de brazo sensor configurado para coordinar el control de los accionadores (126) sensores de brazo, en la cual el dispositivo de accionamiento de brazo sensor incluye una válvula (902) de distribución de aire y cada accionador (126) de brazo sensor es un cilindro neumático, estando dicha válvula (902) de distribución de aire configurada para recibir una entrada de aire y proporcionar aire de accionamiento a cada cilindro (126) neumático de brazo sensor.
6. La sonda (100) según la reivindicación 4, **caracterizada** porque comprende, además, uno o más elementos (702) de aplicación pasiva asociados a cada brazo (116) sensor, estando dichos elementos (702) de aplicación pasiva dimensionados y dispuestos para ayudar a la extensión radial de los brazos (116) sensores a partir de la posición dentro del alojamiento. (101).
7. La sonda (100) según la reivindicación 1 **caracterizada** porque cada brazo (116) sensor incluye un sensor (117) configurado para detectar una característica de la superficie interna de la tubería y en la cual cada brazo (116) sensor incluye un primer extremo (106) fijado al alojamiento (101) y un segundo extremo (108) que se puede extender desde el alojamiento (101) y configurado para entrar en contacto con la superficie interna de la tubería, y en la cual cada sensor (117) está fijado cerca del segundo extremo (108).
8. La sonda (100) según la reivindicación 7, **caracterizada** porque cada brazo (116) sensor incluye una parte (502) cardan sobre el segundo extremo (108) aplicada para estar normalmente dispuesta a lo largo de un plano del brazo (116) sensor, y pudiendo girar respecto de un plano de la superficie interna de la tubería cuando entra en contacto con la superficie interna.
9. La sonda (100) según la reivindicación 1, **caracterizada** porque comprende, además,
un resolucionador (136) para proporcionar una señal indicativa de la posición radial de los brazos (116) sensores respecto de las patillas (112) estabilizadoras; y
un sensor de vídeo fijado en relación con las patillas (112) estabilizadoras y configurado para ver al menos un brazo (116) sensor,
en la cual cada segundo extremo (108) de cada patilla (112) estabilizadora incluye un elemento (113) de fricción para entrar en contacto de fricción con la superficie interna de la tubería.
10. La sonda (100) de la reivindicación 1, **caracterizada** porque el motor (111) está configurado para hacer rotar los brazos sensores (116) en dirección horaria en aproximadamente 360 grados y posteriormente hacer rotar los brazos sensores (116) en dirección antihoraria en aproximadamente 360 grados.

FIG. 1

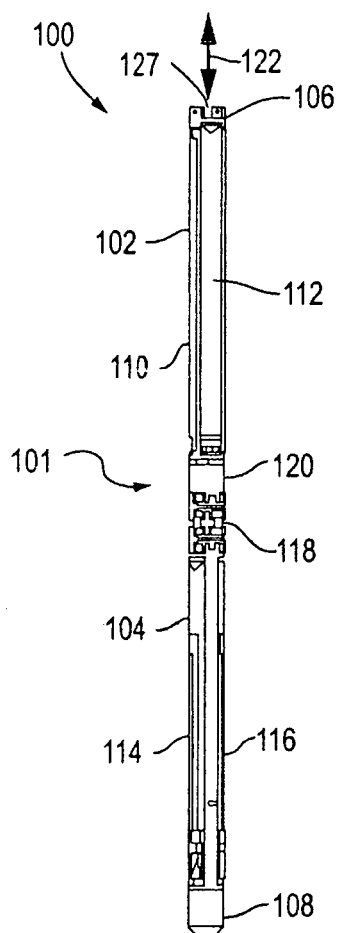


FIG. 2

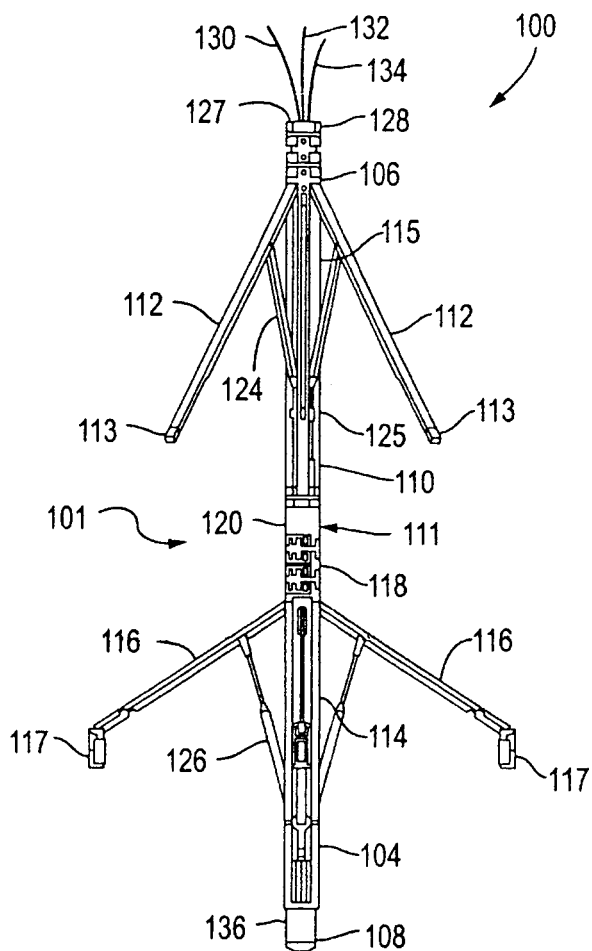


FIG. 3

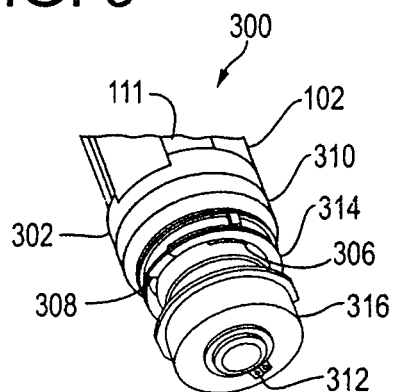


FIG. 4

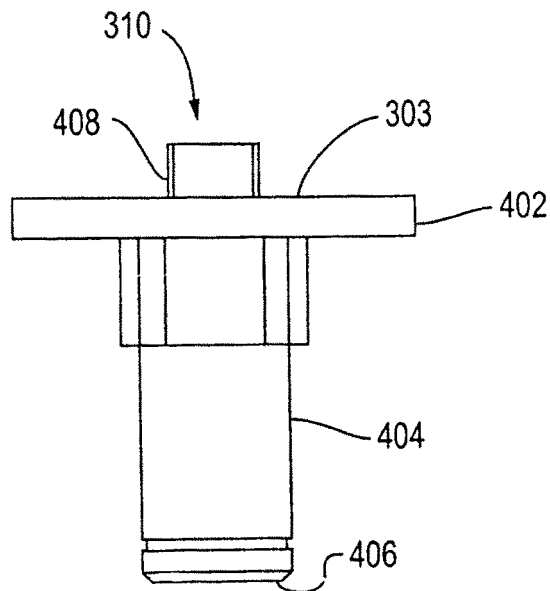


FIG. 5

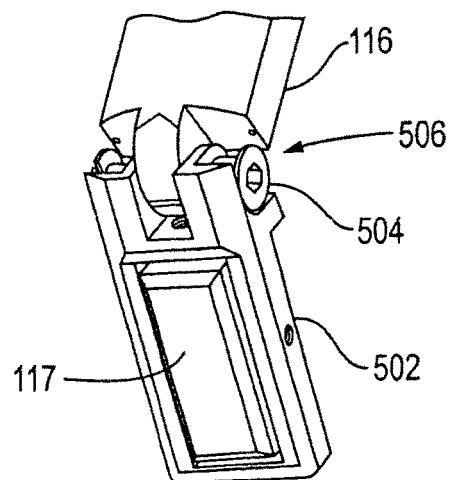


FIG. 6

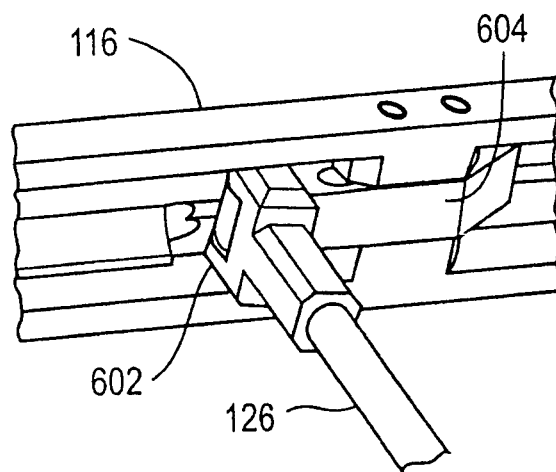


FIG. 7

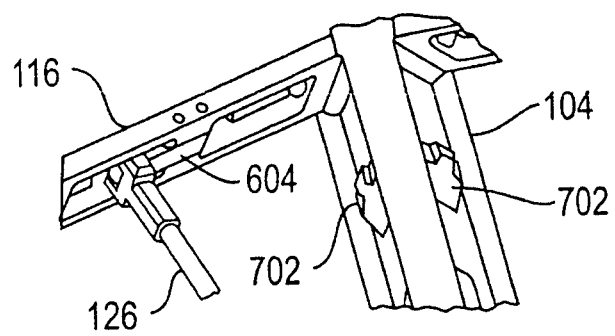


FIG. 8

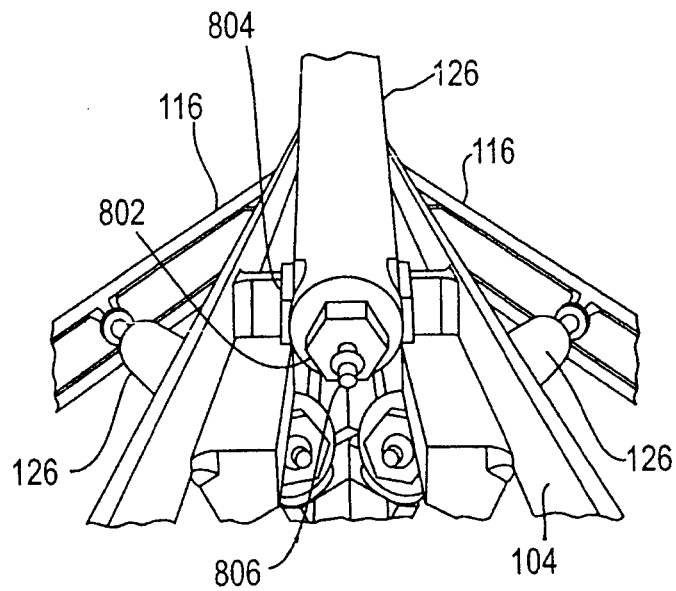
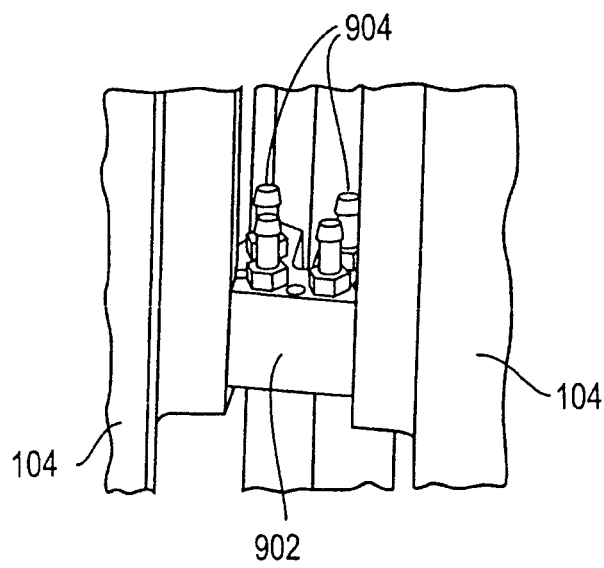


FIG. 9





OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 321 778

⑫ Nº de solicitud: 200600930

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 11.04.2006

⑭ Fecha de prioridad: 13.04.2005

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.: Ver hoja adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑯ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	US 6076407 A (LEVESQUE et al.) 20.06.2000, todo el documento; figuras.	1-10
Y	US 4131018 A (MULLER et al.) 26.12.1978, todo el documento; figuras.	1-10
A	US 4581938 A (WENTZELL et al.) 15.04.1986, todo el documento; figuras.	1,2,4,5,8, 10
A	US 2002080905 A1 (PAILLAMAN et al.) 27.06.2002, párrafos [0031],[0033]-[0034]; figuras 5,6.	1,2,4,5,7
A	US 2854758 A (OWEN et al.) 07.10.1958, todo el documento; figura 1.	1,2
A	US 3809607 A (MURRAY et al.) 07.05.1974, todo el documento; figuras 1,2.	1,2

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe

27.05.2009

Examinador

B. Tejedor Miralles

Página

1/2

CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

G01N 29/04 (2006.01)

G01N 29/24 (2006.01)

G21C 17/017 (2006.01)