

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 795 650**

51 Int. Cl.:

G01N 21/95 (2006.01)

B29C 67/00 (2007.01)

G01N 3/20 (2006.01)

G01N 21/954 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.12.2010 PCT/IB2010/055866**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.06.2011 WO11073936**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.12.2010 E 10810943 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.03.2020 EP 2513639**

54 Título: **Aparato y procedimiento para el examen de la pared interna de una porción de tubo, en particular para evaluar el nivel de degradación de un tubo de materia plástica**

30 Prioridad:

18.12.2009 FR 0906161

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

24.11.2020

73 Titular/es:

**R+I ALLIANCE (100.0%)
Tour CB21 16 Place de l'Iris
92040 Paris La Defense, FR**

72 Inventor/es:

**RABAUD, BENJAMIN;
GLUCINA, KARL y
COHENNEC, CHRISTOPHE**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 795 650 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

Aparato y procedimiento para el examen de la pared interna de una porción de tubo, en particular para evaluar el nivel de degradación de un tubo de materia plástica

5 La invención se refiere a un aparato para el examen de la pared interna de un tubo dándole la vuelta a una porción de tubo cuya sección se abre en un arco de circunferencia, en particular en aproximadamente un cuarto de circunferencia.

La invención se refiere más particularmente, pero no exclusivamente, a dicho aparato para caracterizar la degradación de tubos de materia plástica, particularmente de tubos de polietileno, más particularmente aún de tubos de polietileno utilizados en redes de distribución de agua potable.

10 La utilización de materiales plásticos, y particularmente del polietileno, para la realización o la rehabilitación de las redes de distribución de agua potable ha aumentado considerablemente a partir de estos últimos años. En efecto, las conducciones de polietileno presentan numerosas ventajas: facilidad de realización, mejor resistencia a la corrosión que las conducciones metálicas, coste atractivo.

15 Sin embargo, desde hace algún tiempo, han aparecido formaciones de grietas prematuras en las conducciones de polietileno, particularmente en redes donde la desinfección final está asegurada por dióxido de cloro. Las investigaciones realizadas han evidenciado que estas grietas se producen por una degradación prematura de la pared interna de las conducciones en cuestión. La degradación es causada por una oxidación del polietileno en contacto con el agua. Esta oxidación produce la aparición de microgrietas de las cuales algunas pueden atravesar la pared y salir al exterior.

20 Existe un cierto número de técnicas experimentales de laboratorio que permiten cuantificar el deterioro del polietileno.

En particular, un ensayo experimental de laboratorio consiste en dar la vuelta a una porción de tubo cuya sección se abre en un arco de circunferencia para examinar la zona dada la vuelta y la presencia eventual de desgarros o de separación de materia que se manifieste en forma de grietas.

25 Este método de examen de tubos dándoles la vuelta es especialmente recomendado para los tubos de polietileno, pero puede aplicarse con tubos realizados en otras materias plásticas.

Chung S. et al. "An examination of field failure of plastic piping system components in potable water applications" Proceedings of the Antec Conference, Cincinnati, 2007, proporciona una técnica de análisis dándole la vuelta.

30 El documento JP2003344240 A1 describe un aparato para el examen de la pared interna de un tubo por despliegue. El documento US 15505141 describe un dispositivo para darle la vuelta a una armadura de neumático.

35 La invención tiene por objeto, sobre todo, proporcionar un aparato que permita realizar de forma rápida y reproducible la operación de darle la vuelta a la porción de tubo tanto en un laboratorio como sobre el terreno. Conviene, para eso, que el aparato tenga un peso relativamente reducido y pueda ser fácilmente utilizado. La solución propuesta corresponde a un aparato según la reivindicación 1, y a un procedimiento según la reivindicación 8.

Según la invención, un aparato para el examen de la pared interna de un tubo por la vuelta de una porción de tubo cuya sección es abierta por un arco de circunferencia, en particular por aproximadamente un cuarto de circunferencia, se caracteriza por que comprende:

- 40 - dos barras paralelas próximas, montadas de forma deslizante en un bastidor y que pueden desplazarse en su plano, barras alrededor de las cuales puede acoplarse la concavidad de la porción abierta del tubo, con su eje geométrico paralelo a las barras,
- un medio de empuje según una dirección sustancialmente ortogonal al plano medio de las barras, adecuado para apoyarse contra la zona convexa exterior de la porción de tubo,
- 45 - y un medio de separación adecuado para separar las barras en respuesta al empuje ejercido contra la zona convexa de la porción de tubo,

estando el conjunto previsto para permitir dar la vuelta completamente a la porción de tubo a uno y otro lado de la zona de empuje.

50 El medio de empuje comprende, para ponerse en contacto con la porción de tubo, un elemento cilíndrico intercambiable, de eje geométrico paralelo a las barras, situado por el lado convexo de la porción de tubo al lado opuesto de las barras, estando el elemento cilíndrico soportado en cada extremo por un empujador desplazado por un vástago.

El diámetro del elemento cilíndrico es ventajosamente al menos igual al espesor de la porción de tubo para darle la vuelta. La longitud del elemento cilíndrico es al menos sustancialmente igual a la de las barras.

De preferencia, el medio de empuje comprende un amplificador de fuerza para desplazar el elemento cilíndrico contra la porción de tubo. Este amplificador de fuerza puede ser accionado manualmente o por un motor eléctrico.

5 El medio de separación de las barras puede comprender una doble leva adecuada para cooperar con un soporte deslizante asociado con cada barra, desplazándose esta leva por el empujador para provocar la separación de las barras durante el empuje.

Ventajosamente, el aparato comprende un dispositivo de observación desplazable con medio óptico de aumento, en particular una lupa con un cuadrado de recuento, para observar la superficie interna de la porción de tubo dada la vuelta.

10 El dispositivo de observación puede comprender un aparato toma vistas digital, conectado de preferencia con medios de tratamiento de la imagen con software adecuado para determinar un grado de deterioro del tubo.

15 La invención se refiere igualmente a un procedimiento de análisis del nivel de deterioro de un tubo de material plástico, particularmente de polietileno, según el cual se extrae una porción de tubo de la cual un arco de circunferencia es retirado para abrir la sección, caracterizado por que la porción abierta del tubo es dada la vuelta con un aparato tal como se ha definido anteriormente, y la pared interna de la zona dada la vuelta es observada para determinar el nivel de degradación del tubo.

De preferencia, la porción de tubo es dada la vuelta a velocidad de desplazamiento constante del medio de empuje.

En el caso de un tubo de polietileno negro, una apreciación visual de la degradación puede ser realizada según un ábaco constituido por un conjunto de representaciones de referencia de porciones dadas la vuelta de tubo que corresponden a diversos niveles de degradación.

20 Un ábaco para la realización del procedimiento definido anteriormente está constituido por un conjunto de representaciones de referencia de porciones de tubo dadas la vuelta con un aparato tal como se ha definido anteriormente, correspondiente a diversos niveles de degradación.

25 La invención consiste, aparte de las disposiciones expuestas más arriba, en un cierto número de otras disposiciones de las cuales será más explícitamente cuestión a continuación a propósito de ejemplos de realización descritos con referencia a los dibujos adjuntos, pero que no son en modo alguno limitativos. En estos dibujos:

La figura 1 es una vista en perspectiva de un aparato según la invención, cuando las barras de separación están próximas una contra la otra, y cuando una porción de tubo está instalada alrededor de las mismas.

La figura 2 es una vista a menor escala, bajo otro ángulo al de la Figura 1, del aparato al comienzo del empuje y de la separación de las barras, encontrándose la superficie mayor delantera del bastidor retirada para facilitar la lectura.

30 La figura 3 muestra, similarmente a la Figura 2, el aparato al final del empuje y de la vuelta de la porción de tubo con, por encima, una porción de tubo dada la vuelta tomada del aparato.

La figura 4 ilustra en perspectiva, a menor escala, el aparato sobremontado por un dispositivo de observación constituido por un aparato toma vistas digital conectado con una unidad de tratamiento de imágenes.

35 La figura 5 es una representación de una porción de superficie interna de un tubo de polietileno negro con un nivel nulo de degradación.

La figura 6 muestra, similarmente a la Figura 5, una parte de la superficie interna de un tubo cuyo nivel de degradación es bajo.

Las figuras 7 a 9 muestran, similarmente a la Figura 6, porciones de la superficie interna de un tubo cada vez más degradadas.

40 Haciendo referencia a la Figura 1 de los dibujos, se puede apreciar un aparato A para dar la vuelta de una porción 1 de tubo abierta en un arco de circunferencia. La porción 1 tiene la forma de un anillo abierto que se extiende según aproximadamente tres cuartos de circunferencia y abierto según un cuarto. Esta porción 1 es tomada de un conducto de material plástico, particularmente de polietileno negro para redes de distribución de agua, y presenta generalmente un diámetro externo de 20 mm a 50 mm, pudiendo el espesor de pared variar entre 2 y 7 mm. Este ejemplo no es limitativo. El aparato A puede igualmente servir para dar la vuelta a porciones de tubo de otro material, por ejemplo porciones de tubos metálicos.

45 El aparato A comprende un bastidor 2 en forma de paralelepípedo rectángulo, cuyas paredes periféricas son verticales en la representación de la Figura 1. El bastidor está abierto por su parte superior. A título de ejemplo no limitativo, este bastidor puede tener una anchura de aproximadamente 150 mm, una altura de aproximadamente 220 mm, y una profundidad de aproximadamente 55 mm.

Dos barras 3a, 3b adyacentes están montadas de forma deslizante en el plano común de sus ejes geométricos que es un plano horizontal en la representación de la Figura 1. Cada barra 3a, 3b está soportada, en sus extremos, por

ES 2 795 650 T3

un brazo de un soporte 4a, 4b en forma de estribo, montado de forma deslizante en unas ranuras horizontales 5 previstas en las paredes longitudinales verticales del bastidor 2.

5 Muelles de compresión R están previstos entre las paredes transversales del bastidor 2 y la superficie enfrentada de los soportes 4a, 4b con el fin de empujar estos soportes uno hacia el otro y para aproximar las barras 3a, 3b que pueden hacer contacto una con la otra en posición de partida.

10 La concavidad de la porción abierta 1 del tubo puede acoplarse alrededor de las barras 3a, 3b aproximadas como se ha ilustrado en la Figura 1, estando el arco de abertura de la porción 1 orientado hacia lo alto. La porción 1 se dispone con el fin de admitir el mismo plano vertical mediador que el conjunto de las barras 3a, 3b. Cada soporte 4a, 4b está provisto por sus lados de un dedo 6a, 6b que atraviesa una abertura oblonga 7a, 7b prevista en las grandes superficies verticales del bastidor 2. Los dedos 6a, 6b sobresalen hacia el exterior y se apoyan contra unas rampas inclinadas 8a, 8b de una doble leva 9 en forma de U girada hacia arriba, constituyendo un medio de separación. Las rampas 8a, 8b convergen hacia lo alto de tal forma que la subida de la leva 9 provoque la separación de los dedos 6a, 6b, de los soportes 4a, 4b y de las barras 3a, 3b. Los dedos 6a, 6b y una leva 9 están previstos por cada lado del bastidor 2.

15 Un medio de empuje P está previsto para apoyarse contra la zona convexa exterior de la porción 1. Este medio de empuje P comprende un vástago 10 (Figuras 2 y 3) ortogonal al plano de los ejes geométricos de las barras 3a, 3b, y por consiguiente vertical cuando las barras están dispuestas en un plano horizontal.

20 El desplazamiento vertical del vástago 10 está asegurado por un medio 11 amplificador de fuerza, particularmente de engranajes, en particular con par de rueda y tornillo sin fin. El accionamiento del amplificador de fuerza es asegurado por la tracción en rotación de un eje 12, bien sea por medio de una manivela o de un volante (no representado) accionado manualmente, o por medio de un motor, particularmente eléctrico, (no representado).

25 Un empujador 13, en forma de estribo doble o de farol, está fijado en el extremo superior del vástago 10. Este empujador comprende una placa de base 14 (Figuras 2 y 3) en la cual está previsto un orificio central atravesado por un extremo roscado del vástago 10 para la fijación del empujador 13 por una tuerca. Cada extremo lateral de la placa 14 es solidario de un marco 15 (Figuras 2 y 3) que presenta una abertura rectangular central, situado en un plano paralelo a la superficie grande vertical adyacente del bastidor. El borde horizontal superior del marco 15 soporta el extremo de un elemento cilíndrico intercambiable 16 de eje geométrico paralelo a las barras 3a, 3b, que constituyen el órgano de empuje propiamente dicho. Este elemento cilíndrico 16 se pone en contacto con la porción 1, inicialmente contra su generatriz exterior equidistante de los extremos del arco abierto de la porción 1.

30 El aparato comprende ventajosamente un dispositivo de observación 17 (Fig. 4) desplazable, con medios ópticos de aumento, en particular una lupa 18 con una unidad de recuento cuadrada que define una unidad de superficie, por ejemplo de 3,1 mm². En este cuadrado el observador puede enumerar un cierto número de trazos o elementos característicos de la zona examinada. El dispositivo 17 puede comprender una caja soporte 19, desplazable, colocada sobre el bastidor 2 del aparato. La lupa 18 está situada en el centro de la superficie superior de la caja 19. El dispositivo de observación 17, situado por encima de la superficie superior abierta de la caja, permite examinar la superficie interna de la porción de tubo dada la vuelta.

35 El dispositivo de observación 17 puede comprender un aparato toma vistas digital 20 cuyo objetivo es mantenido por encima, o en el lugar, de la lupa 18, para la toma de fotos digitales de la superficie interna examinada de la porción de tubo dada la vuelta. Ventajosamente, el aparato toma vistas 20 está conectado con medios 21 de tratamiento de la imagen con software adecuado para determinar un grado de deterioro del tubo. De preferencia medios de visualización 22 están previstos y conectados con los medios de tratamiento 21 para visualizar las imágenes y/o los resultados.

Dicho esto, para evaluar el estado de degradación de un conducto de polietileno, según la invención, se realiza como sigue.

45 En un laboratorio, o sobre el terreno, se toma de un conducto de polietileno a examinar un anillo cuya longitud axial puede ser de aproximadamente 10 mm. Generalmente, el conducto presenta un diámetro externo de 20 a 50 mm y un espesor de pared que varía entre 2 y 7 mm.

Se corta, en el anillo circular tomado, un arco de aproximadamente un cuarto de vuelta con el fin de obtener una porción en sección abierta, extendiéndose en aproximadamente tres cuartos de vuelta.

50 Un equipo (no representado) está previsto para permitir realizar el anillo de tres cuartos de vuelta. Este equipo está constituido por plantillas cónicas superpuestas sobre las cuales se introduce el anillo del tubo completo. Según el diámetro interno del tubo, el anillo completo detiene su recorrido en una posición más o menos alta. Dos cuchillas situadas con un ángulo de 90° una con relación a la otra, permiten entonces el corte de un anillo abierto, que se extiende sobre tres cuartos de vuelta, como consecuencia de la puesta en contacto de forma manual de las cuchillas y del anillo. Según el estado de suciedad de la pared interna del conducto, el operario tendrá que limpiarla con la ayuda de una toallita limpiadora o de un trapo húmedo.

La pieza de ensayo, formada por el anillo de tres cuartos de vuelta, constituye la porción 1 que es entonces colocada en el aparato A de la invención. Las barras 3a, 3b se encuentran en contacto una con la otra y la porción 1 se coloca, como se ha ilustrado en la Fig. 1, con su parte abierta vuelta hacia lo alto. El elemento cilíndrico de empuje 16 es seleccionado de forma que su diámetro se adapte al diámetro y al espesor de la porción 1.

5 El medio de empuje P es entonces accionado bien sea manualmente, o por un motor no representado, con el fin de elevar el vástago 10 que empuja el elemento cilíndrico 16 contra la parte convexa inferior de la porción 1 cuyos extremos están retenidos por las barras 3a, 3b. Estas barras se separan una de la otra a medida que se va produciendo la subida del elemento 16 como consecuencia de la cooperación de las rampas 8a, 8b con los dedos 6a, 6b.

10 La carga aplicada por el elemento cilíndrico 16 horizontal hace que el anillo del conducto se dé la vuelta. El elemento cilíndrico 16 es intercambiable según el espesor de la pared del tubo. La vuelta del anillo se facilita por las levas 9 que producen, al comienzo del recorrido del elemento 16, la separación de las dos barras 3a, 3b. El recorrido vertical del elemento cilíndrico 16 horizontal es detenido por unos topes (no representados) ajustados según el diámetro del tubo del cual proviene la porción 1. Bajo la acción de los muelles de retroceso R, las dos barras deslizantes 3a, 3b aproximan los dos bordes exteriores del anillo.

La acción conjugada de separación de las barras 3a, 3b y del empuje por el elemento cilíndrico 16 contra la superficie exterior de la porción 1 provoca un aplastamiento relativo de la porción 1 como se ha ilustrado en la Fig. 2, seguido de una vuelta completa. Esta porción 1 se encuentra enrollada, sustancialmente en 180°, sobre el elemento cilíndrico 16 bajo la forma de un caballete cuya superficie exterior es entonces la superficie interna de la porción 1.

20 Las observaciones sobre la superficie interna de la porción 1 dada la vuelta pueden realizarse entonces mientras se encuentra aún en el aparato A.

La pieza de ensayo así dada la vuelta puede ser mantenida en esta posición con la ayuda de un órgano de sujeción 22 en forma de U acoplado, en la horizontal, a uno y otro lado de los brazos vueltos de la porción 1 para sujetarla en este estado, después de la separación del elemento cilíndrico 16. Se obtiene entonces una muestra 23 como se ha ilustrado en la Fig. 3, que puede conservarse para la realización de un análisis complementario.

25 La vuelta completa de la porción 1 del conducto se realiza de preferencia a velocidad constante. La pared interna de la sección del tubo presenta, después de la vuelta, un radio de curvatura convexo, cuando presentaba un radio de curvatura cóncavo antes de la operación. El radio de curvatura de la pared externa del tubo dado la vuelta es sustancialmente igual al radio del elemento cilíndrico 16 que es él mismo igual a al menos el doble del espesor de la pared de la sección 1.

30 Una vez la operación de vuelta realizada, el dispositivo de observación 17 con aumento se sitúa por encima de la superficie interna de la porción 1 de tubo. Una iluminación adicional integrada en el dispositivo óptico facilita la observación. Después de la puesta a punto del sistema de aumento, bien sea una fotografía de la pared interna puede ser realizada, o una observación a simple vista.

35 Para realizar la fotografía del diseño de degradación de la pared interna del tubo, el aparato toma vistas digital 20 es fijado en el dispositivo de observación. La foto digital realizada es transferida a un software 21 de tratamiento de imagen. Este último está previsto para permitir la conversión a la forma binaria de la foto realizada. La conversión a la forma binaria se aplicará para diferenciar las zonas fragilizadas del material de las zonas intactas. Sobre la base de los objetos convertidos a la forma binaria a partir de la foto, el software está previsto incluso para medir los parámetros físicos que los definen (ejemplo: anchura, longitud, superficie, rugosidad, diámetro de Feret,...).

40 Los resultados obtenidos son entonces transmitidos a los medios de visualizado 22, particularmente constituidos por una hoja de cálculo. Esta hoja de cálculo permite, mediante el estudio de parámetros físicos que definen los objetos binarios, definir por dicotomía la intensidad del fenómeno de fragilización de la pared interna de la conducción de polietileno estudiada, en particular en una escala de siete niveles discretos que van de un estado no degradado a un estado muy fuertemente degradado.

45 En variante, es posible realizar una apreciación visual del estado de degradación utilizando un ábaco constituido por un conjunto de fotografías o representaciones de referencia, ilustradas en las Figuras 5-9, y que permite evaluar el nivel de degradación del tubo en una escala que comprende varios niveles discretos. El operario identifica el nivel de degradación del tubo estudiado en comparación con el ábaco.

50 Las fotografías de referencia de las Figuras 5 a 9, ilustran una zona de la pared interna del conducto aproximada. La observación de la porción 1 dada la vuelta es realizada con la ayuda de un dispositivo de aumento de tipo lupa que comprende una unidad de recuento cuadrada. Por comparación con las representaciones de las Figuras 5-9, la intensidad del fenómeno de degradación puede ser evaluada visualmente según cuatro niveles considerando el número y el tamaño de las zonas de polietileno de color negro, no degradadas.

55 La Figura 5 corresponde a un nivel nulo de degradación N0, con una zona única negra de polietileno no degradada.

ES 2 795 650 T3

La Figura 6 corresponde a un nivel N1 de degradación que se caracteriza por la presencia de más de 100 zonas fragmentadas de color negro y de anchura inferior a 0,10 mm que corresponden al polietileno sin degradar en un rectángulo de 3,1 mm² de superficie.

5 La Figura 7 corresponde a un nivel N2 de degradación que presenta entre 2 y 20 zonas continuas de color negro y de anchura inferior a 0,2 mm.

La Figura 8 corresponde a un nivel de degradación N3 que presenta entre 20 y 100 zonas fragmentadas de color negro y de anchura superior a 0,2 mm que corresponden al polietileno sin degradar.

10 En último lugar, la Figura 9 corresponde a un nivel máximo de degradación N4 que se caracteriza por la aparición de una macro-fisuración en forma de una zona blanca 24 orientada según la dirección de las generatrices de la zona cilíndrica dada la vuelta.

Al término de la comparación de la zona dada la vuelta con el ábaco de las Figuras 5 a 9, el operario, según el nivel de degradación observado, podrá decidir la renovación o la reparación del conducto con fugas.

15 Las operaciones mencionadas más arriba, así como las Figuras 5 a 9 que constituyen el ábaco, se refieren a un conducto de polietileno negro. Para materias plásticas diferentes, las indicaciones generales proporcionadas son aplicables pero las zonas no degradadas presentarán colores en correspondencia con las de la materia plástica considerada.

Por ejemplo, si el operario observa un nivel de degradación de N0 a N1, no es necesario sustituir el conducto, sino que podrá realizarse una simple reparación.

20 Si el nivel de degradación es igual a N2, la sustitución del conducto podrá ser considerada en un futuro relativamente próximo.

Si el nivel de degradación es igual a N3 o N4, el conducto deberá ser sustituido sin tardar.

El aparato y el procedimiento conformes a la invención permiten, no solamente en laboratorio, sino también sobre el terreno, evaluar el estado de un conducto en el cual se ha producido una fuga.

25 A título preventivo, tales evaluaciones podrán ser realizadas antes incluso que se produzca una fuga para determinar si la sustitución de los conductos hay que considerarla en un futuro próximo o lejano.

REIVINDICACIONES

1. Aparato para el examen de la pared interna de un tubo por la vuelta de una porción de tubo cuya sección es abierta en un arco de circunferencia, en particular en aproximadamente un cuarto de circunferencia, que comprende:
- 5 - dos barras paralelas próximas (3a, 3b), montadas de forma deslizada en un bastidor (2) y que pueden ser desplazadas en su plano, barras alrededor de las cuales puede acoplarse la concavidad de la porción abierta (1) del tubo, con su eje geométrico paralelo a las barras,
- un medio de empuje (P) según una dirección sustancialmente ortogonal al plano medio de las barras, adecuado para apoyarse contra la zona convexa exterior de la porción (1) de tubo,
- 10 - y un medio de separación (9) adecuado para separar las barras en respuesta al empuje ejercido contra la zona convexa de la porción de tubo,
- estando el conjunto previsto para permitir dar la vuelta a la porción de tubo a uno y otro lado de la zona de empuje, comprendiendo el medio de empuje (P), para ponerse en contacto con la porción (1) de tubo, un elemento cilíndrico (16) intercambiable, de eje geométrico paralelo a las barras, situado por el lado convexo de la porción de tubo opuesta a las barras, estando el elemento cilíndrico (16) soportado en cada extremo por un empujador (13) desplazado por un vástago (10), de tal forma que la acción conjugada de separación de las barras y del empuje por el elemento cilíndrico provoque un aplastamiento relativo y luego una vuelta completa de la porción (1), que se encuentra al final enrollada, sustancialmente 180°, sobre el elemento cilíndrico.
- 15 2. Aparato según la reivindicación 1, caracterizado por que el diámetro del elemento cilíndrico (16) es al menos igual al espesor de la porción (1) de tubo a dar la vuelta.
- 20 3. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el medio de empuje (P) comprende un amplificador de fuerza (11) para desplazar el elemento cilíndrico (16) contra la porción de tubo.
4. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el medio de separación de las barras comprende una doble leva (9) adecuada para cooperar con un soporte deslizante (4a, 4b) asociado con cada barra, siendo esta leva (9) desplazada por el empujador (13) para provocar la separación de las barras durante el empuje.
- 25 5. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende un dispositivo de observación (17) desplazable con medio óptico de aumento para observar la superficie interna de la porción de tubo dada la vuelta.
6. Aparato según la reivindicación 5, caracterizado por que el dispositivo de observación comprende un aparato toma vistas digital (20), conectado con medios de tratamiento de la imagen (21) con software adecuado para determinar un grado de degradación del tubo.
- 30 7. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende además un ábaco constituido por un conjunto de representaciones de referencia de porciones de tubo dadas la vuelta con el indicado aparato, y que corresponden a diversos niveles de degradación (N0-N4).
- 35 8. Procedimiento de análisis del nivel de degradación de un tubo de materia plástica, particularmente de polietileno, según el cual se toma una porción de tubo del cual se retira un arco de circunferencia para abrir la sección, caracterizado por que la porción abierta (1) del tubo es dada la vuelta con un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, y la pared interna de la zona dada la vuelta es observada para determinar el nivel de degradación del tubo.
- 40 9. Procedimiento de análisis según la reivindicación 8, caracterizado por que la porción de tubo (1) es vuelta a velocidad de desplazamiento constante del medio de empuje (P).
10. Procedimiento de análisis, según la reivindicación 8 o 9, de un tubo de polietileno negro, caracterizado por que una apreciación visual de la degradación es realizada según un ábaco constituido por un conjunto de representaciones de referencia de porciones dadas la vuelta de tubo que corresponden a diversos niveles de degradación (N0 – N4).
- 45

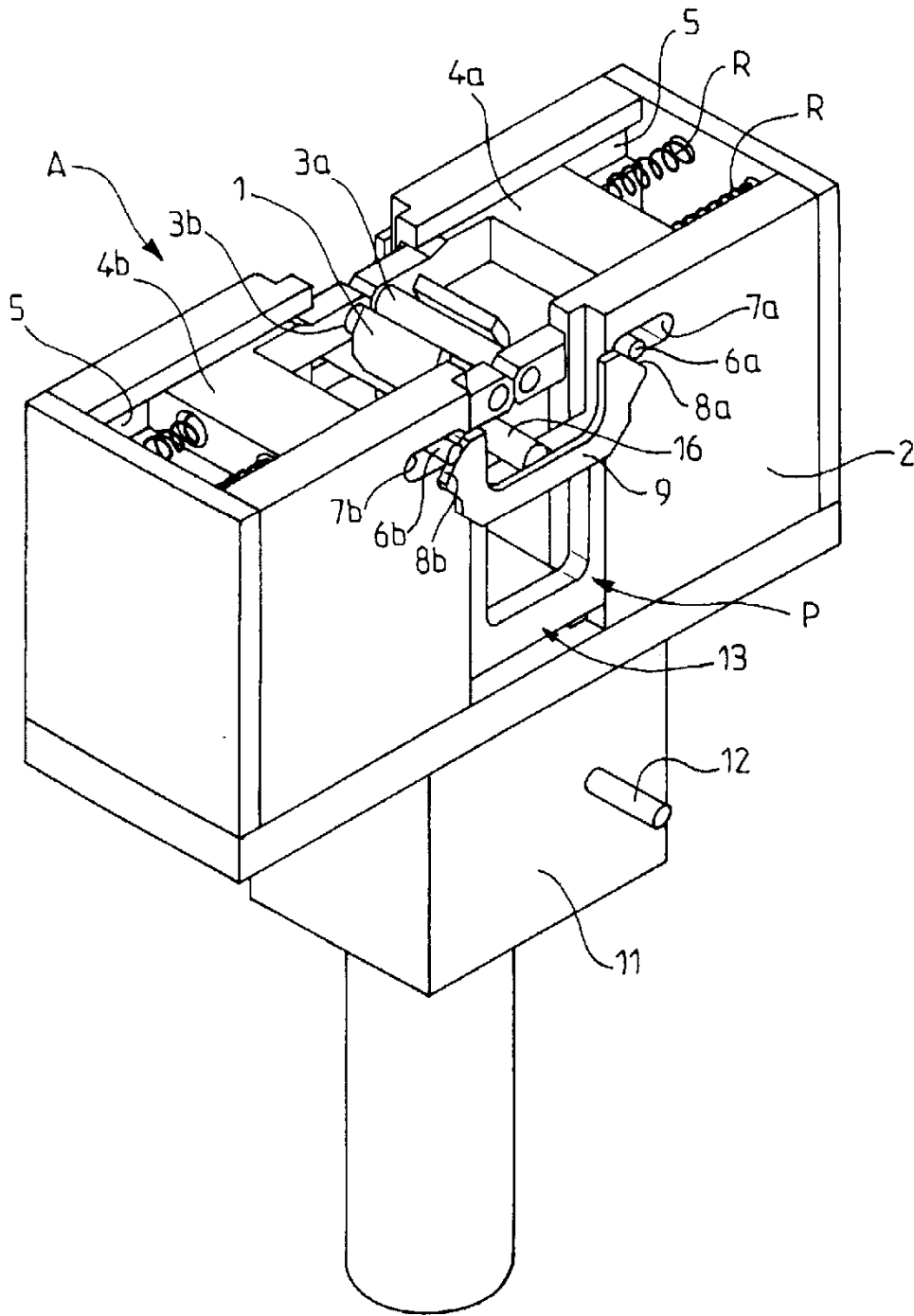


FIG.1

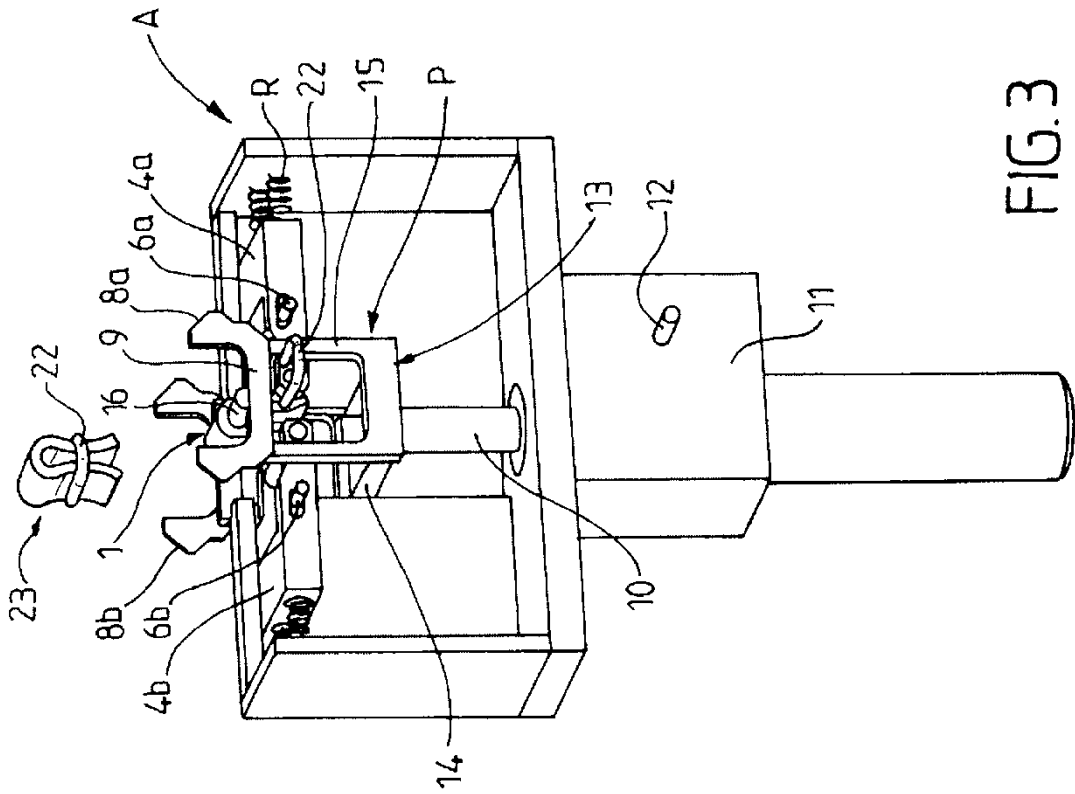


FIG. 3

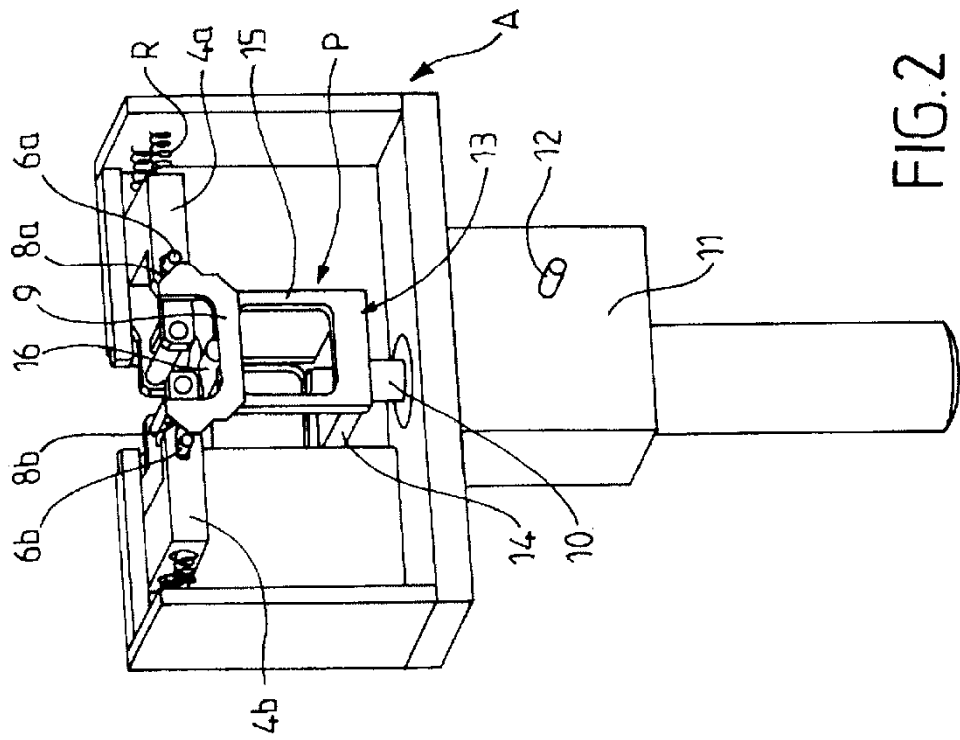


FIG. 2

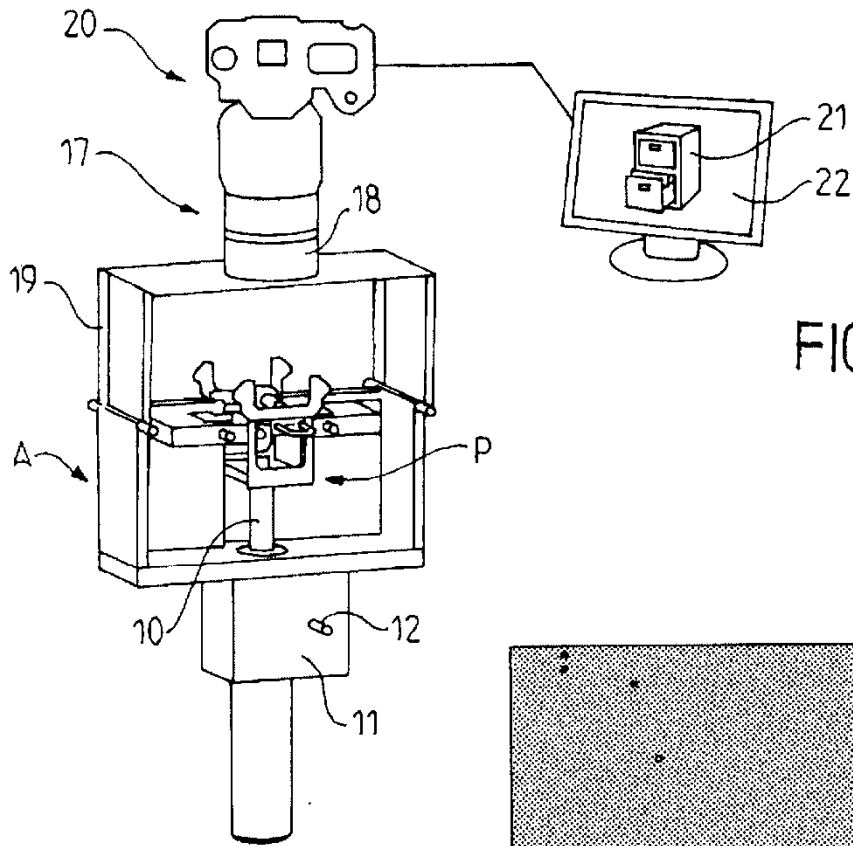


FIG.4

FIG.5

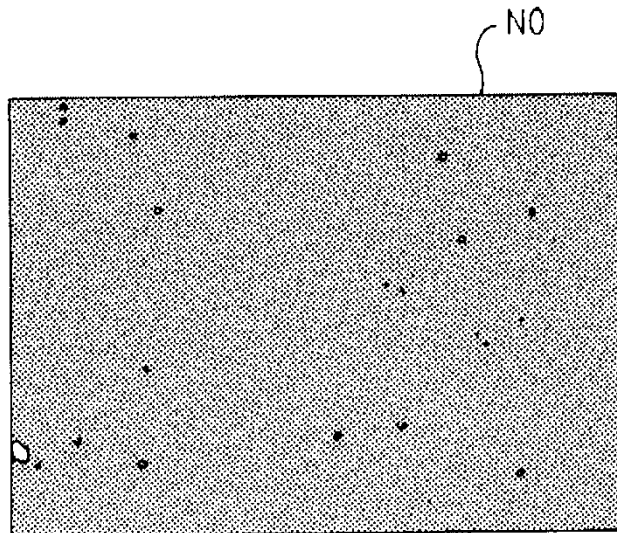


FIG.6

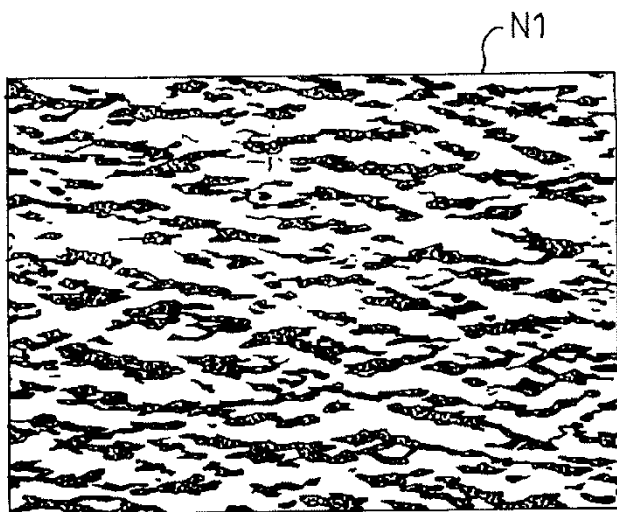


FIG.7

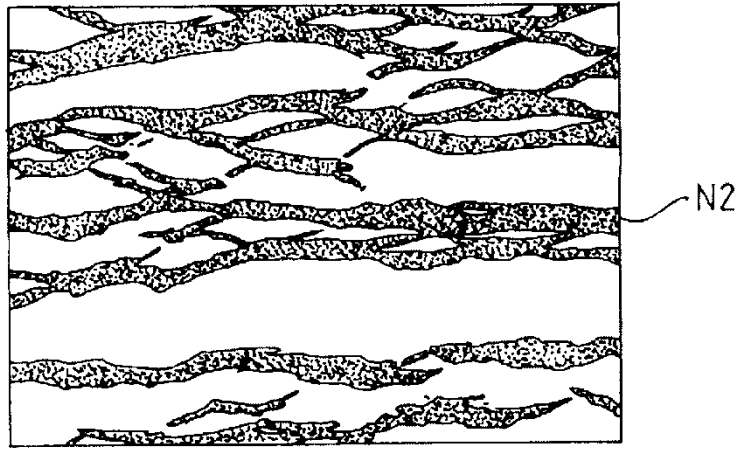


FIG.8

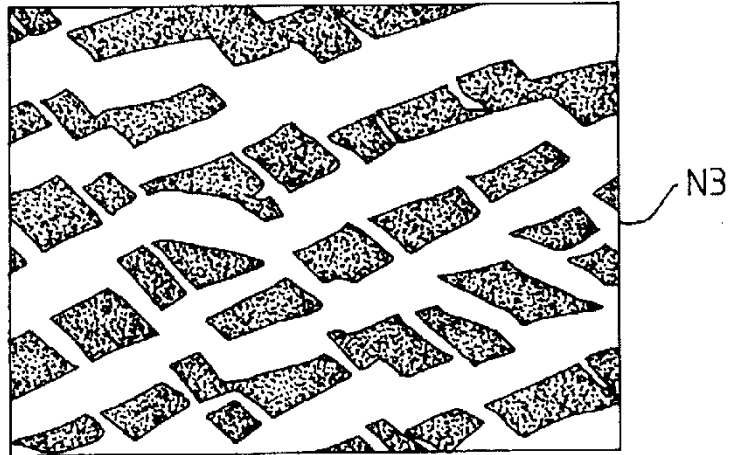


FIG.9

