(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 742 174**

(51) Int. Cl.:

G01B 15/02 (2006.01)
G01B 17/02 (2006.01)
G01B 21/08 (2006.01)
G01B 7/06 (2006.01)
G01B 11/06 (2006.01)
G01B 7/02 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.03.2016** **E 16162630 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.05.2019** **EP 3093613**

(54) Título: **Método para la medición y adaptación del espesor de pared de un tubo**

(30) Prioridad:

15.05.2015 AT 3062015

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.02.2020

(73) Titular/es:

TIROLER ROHRE GMBH (100.0%)
Innsbruckerstrasse 51
6060 Hall in Tirol, AT

(72) Inventor/es:

SCHREITEL, ANDREAS

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 742 174 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

Método para la medición y adaptación del espesor de pared de un tubo

La invención se refiere a un método con las características del preámbulo de la reivindicación 1.

Métodos para la medición o dispositivos para la medición de espesores de pared ya se conocen y se muestran, por ejemplo, en el documento DE 10 2013 218 045 A1. El equipo de medición radiométrico, mostrado en el estado de la técnica, se puede usar entre otros para el examen de un espesor de pared de un tubo. Después de que un cuerpo de colada, como por ejemplo un tubo, se retira de la coquilla de un dispositivo de centrifugado, se controla su espesor de pared. El espesor de pared debe alcanzar un valor de consigna - esto se determina mediante el equipo de medición radiométrico. Si se comprueba que el tubo no alcanza el espesor de pared mínimo, entonces este se considera como desecho. Para poder impedir espesores de pared demasiado bajos, se vierte sencillamente más material de colada en la coquilla del dispositivo de centrifugado, a fin de alcanzar en general un espesor de pared más grueso. No obstante, este espesor de pared demasiado grueso no siempre es necesario sin falta y conduce a que se necesite más material de colada de lo que es necesario realmente. Además, puede ser que, debido a la medición del espesor de pared que no se realiza directamente tras la retirada del tubo en el dispositivo de centrifugado, lotes completos de tubos no alcancen la medida mínima del espesor de pared y por consiguiente se consideren como desecho.

Otros dispositivos genéricos se muestran, por ejemplo, en el documento US 2010/169043 A1, el JP 2004 012366 A, el CN 102 059 257 A, el JP 2003 194536 A y el JP 2014 232031 A.

El objetivo de la invención es evitar las desventajas descritas anteriormente y especificar un método mejorado respecto al estado de la técnica para la medición y adaptación del espesor de pared.

Esto se consigue en el método según la invención mediante las características de la marca 30 de la reivindicación principal. Dado que la medición del espesor de pared del tubo se realiza sin contacto mediante el dispositivo de medición, se controla directamente su espesor de pared durante la retirada del tubo. Si este no alcanza el valor de consigna del espesor de pared, entonces se modifican los parámetros del método para la producción del siguiente tubo. Tras la modificación de estos parámetros, debido a las mediciones 35 mediante el dispositivo se genera un tubo con espesor de pared correcto. Cuando el tubo se saca de una coquilla situada en la dirección de centrifugado después del método de colada centrífuga en un estado estable en forma y se realiza la medición del espesor de pared mediante el dispositivo de medición al mismo tiempo que la retirada del tubo de la coquilla, entonces se ahorra un valioso tiempo de producción. Los datos determinados mediante el dispositivo de medición se reproducen inmediatamente en un ordenador, para modificar los parámetros del método, que son decisivos para la producción de otro tubo.

Cuando el espesor de pared de un tubo se modifica en el curso del método de colada centrífuga por los parámetros del método, entonces durante la producción de un tubo se puede influir en el espesor de pared del tubo a producir. Cuando los valores de medición obtenidos por el dispositivo de medición modifican este parámetro de método del método de colada centrífuga, entonces se puede producir un nuevo tubo debido a los valores de medición del tubo anteriores en la producción.

Cuando los parámetros del método de colada centrífuga se modifican de forma automatizada en función de los valores de medición medidos por el dispositivo de medición, se puede ahorrar un valioso tiempo de producción. No es necesario modificar manualmente los parámetros del método - como por ejemplo la velocidad de giro del dispositivo de centrifugado, la adición de material de colada y el avance durante la modificación de la posición del dispositivo de centrifugado en relación al canal de colada.

Cuando los datos de medición determinados por el dispositivo de medición se almacenan en un ordenador, después de la producción del tubo todavía se recurre también a estos valores de medición, lo que es necesario, por ejemplo, para el control de calidad y el aseguramiento de calidad. Cada tubo está documentado con su espesor de pared - p. ej. en el caso de derechos de garantía se puede recurrir a estos valores de medición. Además, a través de estos valores de medición determinados se puede establecer a largo plazo una amplia experiencia, que permite aumentar la rentabilidad durante la producción de los tubos.

Cuando la medición del espesor de pared del tubo mediante el dispositivo de medición se realiza sin contacto mediante un método de medición radiométrico - preferentemente mediante radiación gamma - entonces la medición se realiza de forma rápida y sin desgaste en los tubos. Un sistema de medición mecánico también se deterioraría o menoscabaría eventualmente debido al calor que parte del tubo después del método de colada tanto antes como ahora.

En este contexto se menciona que mediante la medición del dispositivo de medición se influye en al menos los siguientes parámetros del método durante el método de colada centrífuga. La velocidad de giro del dispositivo de centrifugado y/o cantidad de llenado del material de colada, preferentemente hierro fundido, en el dispositivo de

centrifugado y/o avance del dispositivo de centrifugado con respecto a y a lo largo de un canal de colada dispuesto en el dispositivo de centrifugado. Estos tres parámetros del método son los parámetros del método más importantes junto a la temperatura y viscosidad del material de colada, el ángulo con respecto al eje horizontal donde se gira el dispositivo de centrifugado / coquilla. Gracias a la modificación al menos de estos parámetros del método se modifica el espesor de pared del tubo.

A este respecto ha resultado como especialmente ventajoso cuando el método contiene las siguientes etapas del método:

- colada centrífuga de un tubo, en particular tubo de hierro fundido,
- activación del dispositivo de medición dispuesto directamente en el dispositivo de centrifugado para la obtención de los valores de medición respecto al espesor de pared del tubo,
- retirada del tubo estable en forma del dispositivo de centrifugado,
- medición del espesor de pared durante la retirada del tubo estable en forma del dispositivo de centrifugado y almacenamiento de los valores de medición determinados en un ordenador,
- preferentemente modificación automática de los parámetros del método del método de colada centrífuga por los valores de medición determinados del espesor de pared del ordenador y
- colada centrífuga de otro tubo con los parámetros del método adaptados que se deducen de la medición anterior del espesor de pared.

Al recorrer estas etapas de trabajo individuales se simplifica la producción económica de un tubo con un espesor de pared esencialmente uniforme respecto al estado de la técnica.

Otras particularidades y ventajas de la presente invención se explican más en detalle a continuación mediante la descripción de las figuras en referencia a los ejemplos de realización representados en los dibujos:

Aquí muestran:

La Figura 1 vista frontal del dispositivo de centrifugado con dispositivo de medición,
la Figura 2 representación esquemática del método de colada centrífuga inicio,
la Figura 3 representación esquemática del método de colada centrífuga final,
la Figura 4 representación esquemática de la retirada de tubo con medición simultánea y
la Figura 5 diagrama de flujo de método del método para la medición y adaptación del espesor de pared.

La figura 1 muestra un dispositivo de centrifugado 2 con una coquilla 6 situada en él que contiene un tubo 1. En el lado donde se retira el tubo 1 de la coquilla 6 se sitúa el dispositivo de medición 3. El dispositivo de medición 3 se compone esencialmente de un medio radiador 13 y un detector 14. Los rayos emitidos por el medio radiador 13 se reciben por el detector 14 y se reproducen en el ordenador 4. El detector 14 detecta el rayo debilitado y en el ordenador se determina por ello el valor de medición MW. La medida de la debilitación en la detección del valor de medición MW da información sobre el espesor de pared W del tubo generado 1 como única variable en la penetración de los rayos. Cuanto más grueso es el grosor de pared W del tubo generado 1 tanto más alto es el debilitamiento del rayo gamma en la determinación radiométrica del valor de medición MW. La determinación del valor medido MW se realiza a este respecto durante la extracción del tubo 1 de la coquilla 6. Para ello también está previsto un dispositivo de extracción 7, que saca el tubo 1 de la coquilla 6 después de la solidificación del material de colada 15 (no visible en la figura 1) del tubo 1.

La figura 2 muestra representado esquemáticamente el método de centrifugado de un tubo 1. El contorno exterior del tubo se predetermina por un molde metálico - la coquilla 6. La coquilla 6 se sitúa en un dispositivo de centrifugado 2 desplazable longitudinalmente. La coquilla 6 descansa en varios puntos sobre rodillos 9 y se mantiene por consiguiente en su posición. En la zona de enfriamiento 10, un medio de refrigeración - por ejemplo, agua - se ocupa desde fuera del enfriamiento de la coquilla 6. La coquilla 6 rota alrededor de su eje longitudinal L accionada por un motor eléctrico. En el ensanchamiento en el lado del manguito del tubo 1 a generar se inserta un núcleo 11 correspondiente a la forma interior de manguito del tubo en la coquilla 6. Este núcleo 11 está fabricado de arena y un aglutinante. Este núcleo 11 termina al mismo tiempo la coquilla 6. El dispositivo de centrifugado 2 así equipado está inclinado hacia el lado del manguito del tubo 1 y está dispuesto de forma desplazable longitudinalmente sobre la rampa 12. En el extremo superior de la carcasa de máquina 8 está dispuesto el canal de colada 5, que penetra en el interior de la coquilla 6. El dispositivo de centrifugado 2 desplazable longitudinal a lo largo del eje longitudinal L se puede mover con respecto al canal de colada 5. Debido a una velocidad de distribución uniforme regulada del material de colada 15 se consigue que durante el método de colada fluya una cantidad constante de material de colada 15 a través del canal de colada 5 en la coquilla 6. El canal de colada 5 penetra en la coquilla 6 al comienzo de la colada casi hasta el extremo de manguito del tubo 1. Aún antes de la afluencia del material de colada 15 se pone en rotación la coquilla 6. El material de colada 15 que sale en la punta del canal de colada 5 se recoge por la coquilla 6 giratoria, rellena en primer lugar el espacio entre el núcleo 11 y la coquilla 6 y a continuación durante el desplazamiento longitudinal mediante el avance v a lo largo de la rampa 12 del dispositivo de centrifugado 2 configura el vástago tubular por la fuerza centrífuga. El material de colada 15 se aplica espiralmente en la pared interior de la coquilla 6 debido a la superposición del movimiento de giro de la coquilla 6 o del avance v del dispositivo de centrifugado 2 a lo largo de la rampa 12 y discurre en estado líquido formando un tubo homogéneo 1.

Se produce un espesor de pared W más grueso o más delgado por la modificación de la cantidad del material de colada 12 para el método de colada, la velocidad de giro d de la coquilla 6 y el avance v del dispositivo de centrifugado 2 a lo largo de la rampa 12. La velocidad de giro d de la coquilla 6 se selecciona, por ejemplo, de modo que actúa una fuerza centrífuga de 15 a 30G sobre el material de colada fluido 15. A este respecto, el material de colada 15 se compacta y productos de oxidación eventuales que se forma durante el método de colada o las escorias arrastradas se desplazan hacia centro hacia el lado interior del tubo 1. Allí se pueden retirar fácilmente cuando el tubo 1 ha abandonado el dispositivo de centrifugado 2. Debido al enfriamiento y debido a la disminución de volumen que se produce del material de colada 15 tras el endurecimiento, el tubo 1 se suelta de la pared de la coquilla 6 y se puede extraer de la coquilla 6 en la dirección de lado del manguito del tubo 1. Este método posibilita tiempos de ciclo extremadamente cortos, ya que el tubo solidificado 1 se puede sacar de la coquilla 6 a los pocos segundos - directamente después se puede moldear el siguiente tubo 1, después de que se ha insertado un nuevo núcleo 11. En el dispositivo de centrifugado 2 o la máquina en la carcasa 8 está fijado el dispositivo de medición 3, que durante el método de centrifugado todavía no efectúa mediciones. Sólo durante la retirada del tubo 1 de la coquilla 6 se realiza una medición.

La figura 3 muestra el tubo 1 centrifugado terminado en la coquilla 6. Gracias a la zona de enfriamiento 10 se acelera el endurecimiento del material de colada 1 y el enfriamiento del tubo 1. Sólo cuando el tubo 1 es estable en forma, en tanto que el material de colada 15 endurece, se reduce la velocidad de giro d de la coquilla 6. El canal de colada 5 ha llegado casi al final del vástago de tubo del tubo 1. La coquilla 6 se ha llenado hasta su punto más elevado con material de colada 15.

La figura 4 muestra la retirada del tubo 1 de la abertura de la coquilla 6 del lado de manguito. Anteriormente todavía se ha retirado el núcleo 11 del manguito del tubo 1. Durante la retirada lineal del tubo 1 de la coquilla 6 a través del dispositivo de extracción 7 se puede girar ligeramente el tubo 1, por ejemplo, mediante el dispositivo de centrifugado 2, a fin de generar un tipo de medición espiral por el dispositivo de medición 3. A este respecto, el medio radiador 13 emite los rayos radiométricos que se reciben por el detector 14. El ordenador 4 controla y regula el método de medición y procesa los datos de medición MW determinados del espesor de pared W. a partir de estos datos de medición MW se calculan a continuación eventualmente nuevos parámetros del método VP, que durante la colada centrífuga del siguiente tubo 1 influyen en el espesor de pared W. Si el resultado de medición de los valores de medición MW se corresponden con el valor de consigna, los parámetros del método VP se pueden conservar y el siguiente tubo 1 se produce directamente. El dispositivo de medición 3 se monta en la zona exterior de la carcasa de máquina 8. La medición radiométrica se realiza a través del dispositivo de centrifugado 2. Dado que el debilitamiento del rayo de medición al atravesar la carcasa de máquina 8, la zona de enfriamiento 10 y la coquilla 6 siempre permanece constante, este se puede depositar como valor fijo en el ordenador 4. Sólo el espesor de pared que fluctúa eventualmente del tubo 1 se puede considerar como valor de medición variable MW. Este se puede determinar cuando el medio radiador 13 y el detector 14 se sitúan directamente en la periferia de la carcasa de máquina 8 y no sobresalen de esta o también la coquilla 6. Igualmente se puede realizar por consiguiente una medición indirecta a través de los componentes individuales del dispositivo de centrifugado 2 junto con la coquilla 6.

La figura 5 muestra un diagrama de flujo del método. El inicio es el método de centrifugado 100. En este se genera un tubo 1 debido a los parámetros del método (velocidad de giro d, cantidad de llenado em, avance v,...), un tubo 1 con un espesor de pared W. La siguiente etapa es el método de enfriamiento 105. Durante este se enfría el tubo 1 y a continuación se puede retirar de la coquilla 6. A ello le sigue el método de retirada 110 con la determinación simultánea 115 de los valores de medición MW. Si el valor de medición MW se detecta y se corresponde con la medida de consigna del espesor de pared W, entonces se puede iniciar directamente el siguiente método de centrifugado 100. Si el valor de medición MW no se corresponde con el espesor de pared W requerido, entonces se calculan los parámetros del método VP en la etapa de cálculo 120. En la etapa de adaptación 125 se adaptan los parámetros del método VP p. ej. en el dispositivo de centrifugado 2 y la admisión para el material de colada 15 y sólo después se inicia el siguiente método de centrifugado 100. Gracias a estos métodos, la producción de un tubo 1 se realiza con un espesor de pared W constante en la producción en serie.

Lista de referencias:

1	Tubo
2	Dispositivo de centrifugado
3	Dispositivo de medición
4	Ordenador
5	Canal de colada
6	Coquilla
7	Dispositivo de extracción
8	Carcasa de máquina
9	Rodillos
10	Zona de enfriamiento
11	Núcleo
12	Rampa
13	Medio radiador
14	Detector

15	Material de colada
100	Método de centrifugado
105	Método de enfriamiento
110	Método de retirada
115	Medición
120	Etapa de cálculo de VP
125	Etapa de adaptación de VP
W	Espesor de pared
L	Eje longitudinal (tubo)
MW	Valor de medición
VP	Parámetros del método
d	Velocidad de giro
em	Cantidad de llenado
v	Avance

REIVINDICACIONES

1. Método para la medición y adaptación del espesor de pared (W) de un tubo (1) fabricado mediante un método de colada centrífuga durante una producción en serie, donde el espesor de pared (W) se mide mediante un dispositivo de medición (3) dispuesto directamente en un dispositivo de centrifugado (2), donde la medición del espesor de pared (W) del tubo (1) se realiza sin contacto y de forma radiométrica mediante el dispositivo de medición (3), **caracterizado por que** la medición se realiza a través del dispositivo de centrifugado (2).

2. Método según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el tubo (1) se saca del dispositivo de centrifugado (2) después del método de colada centrífuga en un estado estable en forma y la medición del espesor de pared (W) se realiza por el dispositivo de medición (3) al mismo tiempo que la retirada del tubo (1) del dispositivo de centrifugado (2).

3. Método según la reivindicación 2, **caracterizado por que** el tubo (1) se gira alrededor de su eje longitudinal (L) en la retirada del dispositivo de centrifugado (2) y durante la medición por el dispositivo de medición (3).

4. Método según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** el espesor de pared (W) de un tubo (1) se modifica en el curso del método de colada centrífuga mediante los parámetros del método (VP).

5. Método según la reivindicación 4, **caracterizado por que** los parámetros del método (VP) del método de colada centrífuga se modifican en función de los valores de medición (MW) medidos por el dispositivo de medición (3).

6. Método según la reivindicación 5, **caracterizado por que** la modificación de los parámetros del método (VP) se realiza de forma automatizada independientemente de los valores de medición medidos (MW), donde en caso de necesidad se interviene manualmente en el método de la modificación de los parámetros del método (VP).

7. Método según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** los valores de medición (MW) determinados por el dispositivo de medición (1) se almacenan en un ordenador (4).

8. Método según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** la medición del espesor de pared (W) se realiza por el método de medición radiométrico mediante radiación gamma.

9. Método según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** el dispositivo de medición (3) presenta un medio radiador (13) y un detector (14), donde el detector (14) recibe los rayos emitidos por el medio radiador (13).

10. Método según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por que** mediante la medición del dispositivo de medición (3) se influye en al menos los parámetros del método (VP) siguientes durante el método de colada centrífuga:

- velocidad de giro (d) del dispositivo de centrifugado (2) y/o
- cantidad de llenado (em) del material de colada (15) - preferentemente hierro fundido - en el dispositivo de centrifugado (2) y/o
- avance (v) del dispositivo de centrifugado (2) con respecto a y a lo largo de un canal de colada (5) dispuesto en el dispositivo de centrifugado (2).

11. Método según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por que** el método contiene las siguientes etapas de trabajo:

- colada centrífuga de un tubo (1), en particular tubo de hierro fundido,
- activación del dispositivo de medición (3) dispuesto directamente en el dispositivo de centrifugado (2) para la obtención de los valores de medición (MW) respecto al espesor de pared (W) del tubo (1),
- retirada del tubo (1) estable en forma del dispositivo de centrifugado (2),
- medición del espesor de pared (W) durante la retirada del tubo (1) estable en forma del dispositivo de centrifugado (2) y almacenamiento de los valores de medición (MW) determinados en un ordenador (4),
- modificación automática de los parámetros del método (VP) del método de colada centrífuga mediante los valores de medición (MW) determinados del espesor de pared (W) del ordenador (4) y
- colada centrífuga de otro tubo (1) con los parámetros del método (VP) adaptados que se deducen de la medición anterior del espesor de pared (W).

Fig. 1

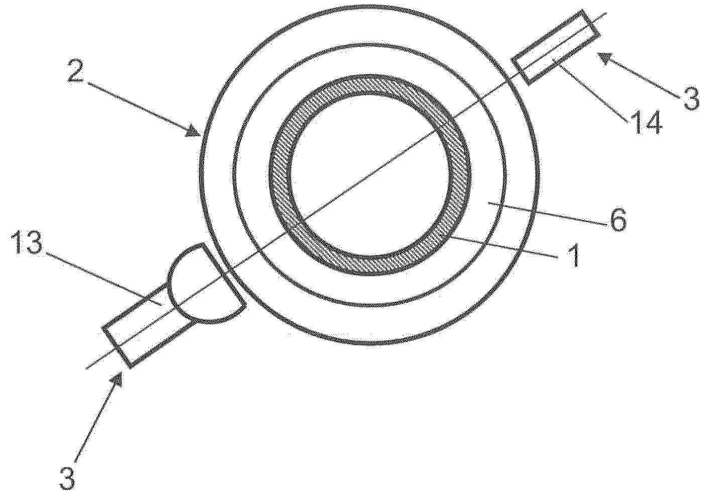

Fig. 2

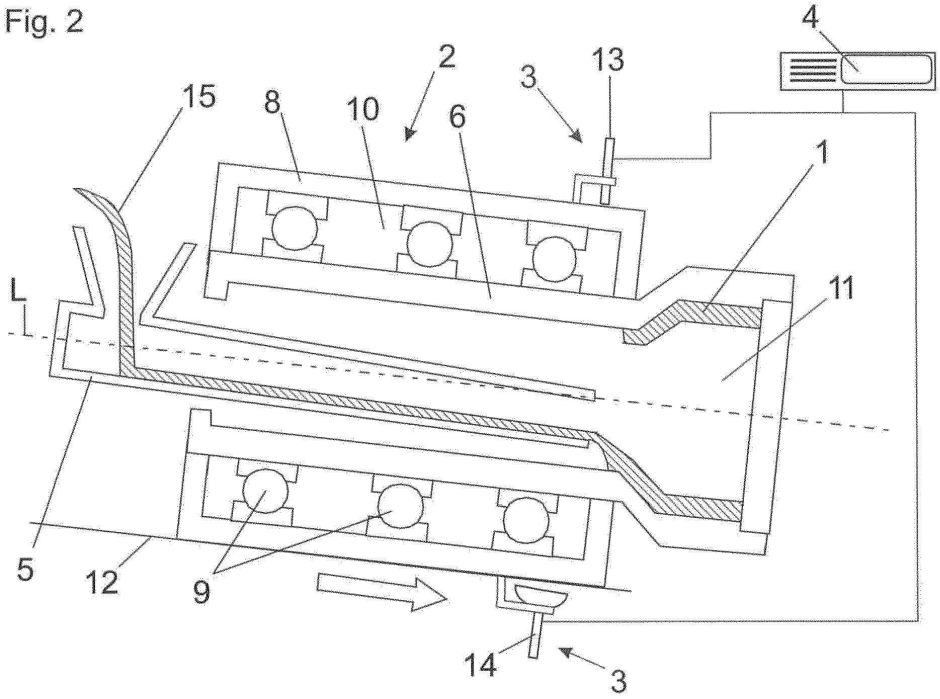

Fig. 3

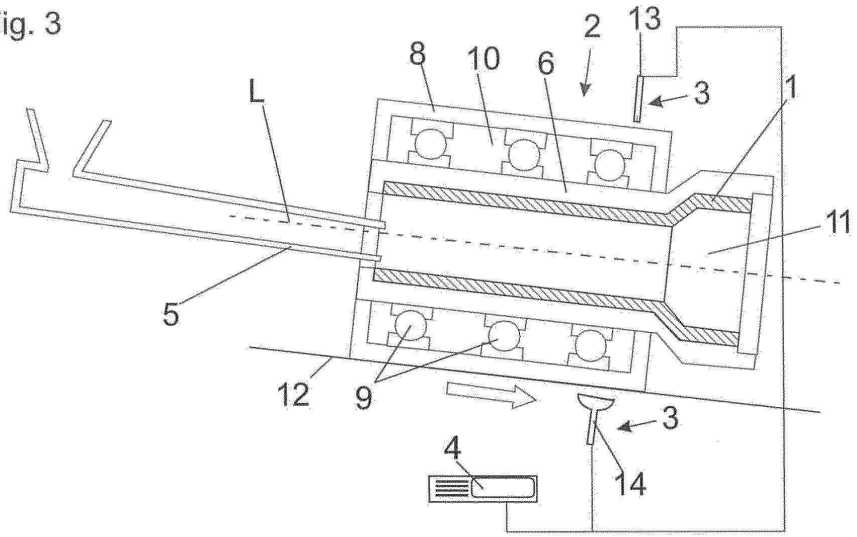

Fig. 4

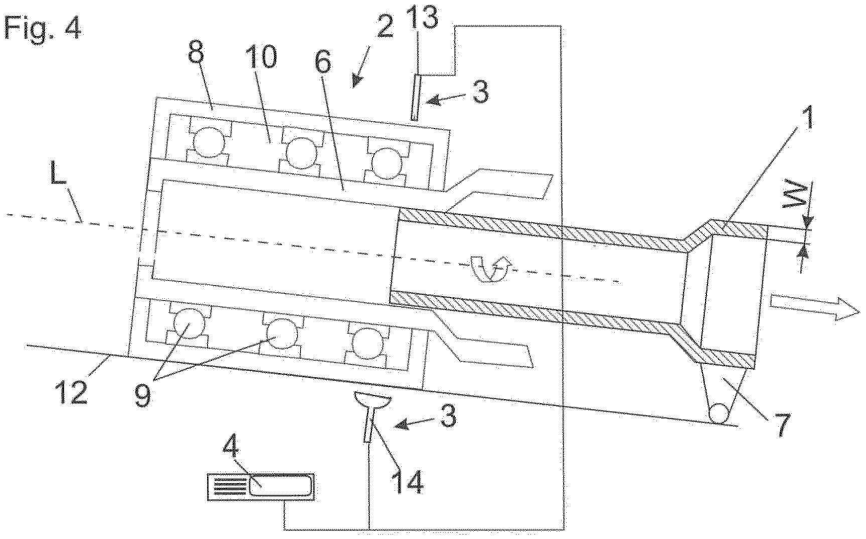
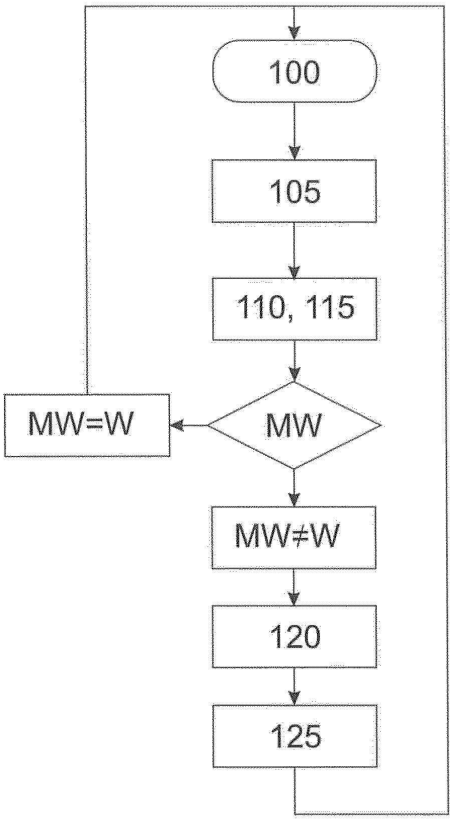
Fig. 5