



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 331 160**

51 Int. Cl.:  
**F04B 43/12** (2006.01)  
**F04B 49/02** (2006.01)  
**F04B 51/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07106678 .1**  
96 Fecha de presentación : **22.04.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1847712**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **24.10.2007**

54 Título: **Bomba peristáltica.**

30 Prioridad: **21.04.2006 NL 2000058**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**22.12.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**22.12.2009**

73 Titular/es: **Bredel Hose Pumps B.V.**  
**Sluisstraat 7**  
**7491 GA Delden, NL**

72 Inventor/es:  
**Oude Vrielink, Ronald Herman Hendrikus**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 331 160 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).

# ES 2 331 160 T3

## DESCRIPCIÓN

Bomba peristáltica.

5 La invención se refiere a una bomba peristáltica para hacer circular un medio, tal como un líquido, un gas, un lodo, un granulado o una combinación de dos o más de ellos, que comprende:

un alojamiento de bomba;

10 una superficie de presión presente en el alojamiento de bomba;

un tubo flexible elásticamente deformable, una parte del cual se sitúa contra la superficie de presión, cuyo tubo flexible tiene una entrada de medio y una salida de medio;

15 medios de presión con un cierto número de elemento de presión situados equidistantemente tal como levas o rodillos;

cuyos medios de presión son accionables de manera que los elementos de presión se mueven a lo largo del tubo flexible; y

20 cuyos elementos de presión durante la operación presionan la parte del tubo flexible en contacto con el elemento de presión relevante contra la superficie de presión mientras que se comprime y cierra localmente la parte de tubo flexible;

25 de tal manera que durante el accionamiento de los medios de presión, el medio es extraído a través de la entrada de medio y descargado a presión a través de la salida de medio;

cuya superficie de presión comprende:

30 una parte de alimentación que conecta a la entrada de medios y cuya distancia desde los elementos de presión desciende desde un primer valor, en el cual el tubo flexible está de manera sustancial totalmente indeformado y abierto cuando el elemento de presión está presente, hasta un segundo valor en el cual el tubo flexible está localmente comprimido y cerrado por el elemento de presión;

35 una parte intermedia con una distancia desde los elementos de presión que es sustancialmente constante, siendo esta distancia igual al segundo valor; y

una parte de salida, cuya distancia desde los elementos de presión aumenta desde el segundo valor al primer valor;

40 en la que la longitud de la parte de salida y/o la longitud de la parte de entrada es mayor que la distancia entre los elementos de presión medida a lo largo de la superficie de presión.

Dicha bomba se conoce, por ejemplo, del documento GB-A-783 884.

45 Debido a la compresión local, y por tanto al cierre del tubo flexible por los respectivos elementos de presión y el desplazamiento de esta compresión local bajo la influencia de los medios de presión accionados a lo largo del tubo flexible, el medio presente en el tubo flexible será empujado longitudinalmente. Después de que haya sido presionado un elemento de presión, la forma del tubo flexible es restablecida debido a sus propiedades elásticas. Debido a este mecanismo el medio es extraído al tubo flexible en el lado de succión.

50 Debido a ello se asegura que el tubo flexible está siempre cerrado por presión localmente por al menos un elemento de presión que actúa localmente, la bomba coopera cuando se cierra la válvula de manera que el lado de suministro y el lado de succión están separados uno de otro. Para este fin, la distancia entre los elementos de presión, medida a lo largo de la superficie de presión, es más pequeña o igual que la longitud de la parte intermedia.

55 Cuando un elemento de presión se aproxima al extremo del lado de salida se produce un incremento en el volumen del tubo flexible en este lado de salida. En una bomba peristáltica conocida de tipo estático esta aproximación de los elementos de presión al extremo del tubo flexible tiene lugar de una manera relativamente rápida y descontrolada. Esto da lugar en el lado de salida a un cambio temporal de velocidad en el flujo del medio. De la misma manera ocurre un cambio temporal de la velocidad en el lado de entrada. Debido a la aceleración y deceleración de los taponamientos del medio en el lado de entrada y en el lado de salida se producen fuertes fluctuaciones de presión en ambos lados. Este efecto, que se conoce como pulsación, es indeseable para muchas aplicaciones de la bomba. Este efecto, por ejemplo, influye en la precisión de la dispersión de la bomba que funciona volumétricamente así como en la vida útil del tubo flexible, entre otras razones como resultado de la fatiga del material. Una consecuencia indeseable de las pulsaciones son las fuerzas reactivas indeseables sobre los tubos flexibles a los que la bomba está conectada.

65 Se encuentra que la bomba conocida de la publicación WO-A-03/078 836 produce resultados que dejan algo que desear.

## ES 2 331 160 T3

En este sentido, es un objeto de la invención evitar al menos de una marea significativa el problema de dichas fluctuaciones de presión o fluctuaciones en la bomba peristáltica conocida.

5 También decisivo en la obtención de pulsaciones mínimas es el comportamiento de cierre del tubo flexible bajo a influencia de un elemento de presión pasante. Este comportamiento de cierre está fuertemente influenciado por la forma del tubo flexible. Un tubo flexible redondo puede, por ejemplo, de este modo estar diseñado de manera que bajo la influencia de un elemento de presión sufra un aleteado y compresión “normales” hasta que está completamente cerrado. El tubo flexible también puede estar diseñado de manera que durante la compresión, las zonas medias, que en reposo están orientadas respectivamente hacia la superficie de presión y los medios de presión, pierdan contacto  
10 respectivamente con la superficie de presión y el elemento de presión durante la presión, de manera que, con la misma distancia mutua entre un elemento de presión y la superficie de presión, el paso para el medio será menor que en el caso anteriormente mencionado del cambio de forma normal.

15 Alternativamente, el tubo flexible también puede tener una forma no redonda, por lo que se obtiene todavía otra característica de cierre.

Esta característica de cierre se debe tener en cuenta cuando se hace dicha elección con el fin de ser capaz de que la fuerza de las pulsaciones sea controlada y, si se desea, reducida a proporciones insignificantes.

20 Con respecto a lo anterior, la invención proporciona una bomba peristáltica del tipo expuesto en el preámbulo que tiene las características de acuerdo con la invención de que la longitud de la parte de alimentación de salida y/o la longitud de la parte de alimentación de entrada tiene un valor de entre 1,05 a 1,5 veces la distancia entre los elementos de presión medida a lo largo de la superficie de presión.

25 Se observará que del documento GB-A-2 290 582 se conoce una bomba peristáltica del tipo de rotación en la que se hace uso de una parte de entrada y una parte de salida, que tienen partes de superficie de presión situadas en un cilindro con un eje central correspondiente al eje de rotación del rotor. De acuerdo con esta publicación, una forma específica consigue que el tubo flexible experimente un cambio gradual de forma en ambas dichas zonas, por lo que de acuerdo con las especificaciones, se consigue una reducción en las pulsaciones. Se ha de observar que es posible, de acuerdo con la presente invención, realizar una aspiración posterior óptima. De este modo, es posible conseguir una bomba “ideal” en la que las pulsaciones serán prácticamente inexistentes tanto en el lado de entrada como en el lado de salida. En el caso en el que un cliente esté satisfecho con una determinada medida de pulsación en el lado de entrada y/o en el lado de salida, la bomba de acuerdo con la invención también está diseñada a la luz de estas especificaciones. En determinadas conducciones, puede incluso ser deseable que ciertas pulsaciones se produzcan en lado de entrada o en el lado de salida.  
35

De acuerdo con la invención, el diseño de la bomba puede, de este modo, ser modificado por medio de un programa de ordenador según los requisitos de la bomba o en base a los requisitos técnicos específicos del cliente.

40 Para evitar cambios bruscos de temperatura, y por tanto las correspondientes aceleraciones, deceleraciones y fuerzas elevadas que se manifiestan en las propias pulsaciones, que son capaces de producirse en el medio y en el tubo flexible en la posición de las transiciones entre la parte de alimentación de entrada, la parte intermedia y la parte de alimentación de salida la bomba preferiblemente tiene la característica especial de que la primera derivada de la distancia entre los elementos de presión y la superficie de presión es continua.

45 En una realización específica, la bomba tiene una característica especial que consiste en que la bomba de tipo lineal. “Lineal” significa una bomba en la que los elementos de presión siguen una trayectoria más menos lineal a lo largo de la superficie de presión, cuya superficie de presión igualmente tiene una forma más o menos lineal. Será evidente que, de acuerdo con las enseñanzas de la invención, la superficie de presión tiene tres partes, es decir, la parte de alimentación de entrada, la parte intermedia y la parte de alimentación de salida. Con los principios básicos dados de acuerdo con la invención, esta superficie de presión puede tener una forma adaptada a ello.  
50

Alternativamente, la superficie de presión puede, por ejemplo, ser completamente recta y los elementos de presión pueden ser guiados a lo largo de la superficie de contorno cuya variación de distancia de acuerdo con las enseñanzas de a invención es realizada.  
55

Del documento GB-A-783 884 es más conocida una bomba peristáltica para la circulación de un medio, cuya bomba es del tipo de rotación y comprende:

60 un alojamiento de bomba;

una superficie de presión curvada que está presente en este alojamiento de bomba y al menos una parte de la cual tiene forma general de arco circular con un eje central;

65 un tubo flexible elásticamente deformable, una parte del cual se sitúa contra la superficie de presión, cuyo tubo flexible tiene una entrada de medio y una salida de medio;

un rotor con un cierto número de elementos de presión, tales como levas o rodillos, situados en posiciones angulares y radiales iguales;

## ES 2 331 160 T3

cuyo rotor es accionable de forma giratoria alrededor de un eje central; y

5 cuyos elementos de presión durante el funcionamiento presionan la parte del tubo flexible en contacto con el elemento de presión en cuestión contra dicha parte de superficie de presión localmente comprimiendo y cerrando dicha parte de tubo flexible;

de manera que durante la rotación del rotor el medio es impulsado a través de la entrada de medio y descargado a presión a través de la salida de medio;

10 cuya superficie de presión comprende:

una parte de alimentación de entrada que conecta la entrada de medio y la distancia radial del cual desde el eje central disminuye en la dirección de rotación del rotor desde un primer valor, en el cual el tubo flexible está sustancialmente no deformado y abierto cuando el elemento de presión está presente, hasta un segundo valor en el que el tubo flexible está localmente totalmente comprimido y cerrado por el elemento de presión;

una parte intermedia, cuya distancia radial desde el eje central es sustancialmente constante, siendo esta distancia igual al segundo valor; y

20 una parte de alimentación de salida, cuya distancia radial desde el eje central aumenta en la dirección de rotación del rotor desde el segundo valor al primer valor, y a la cual se conecta la salida del medio;

en la que la longitud de la parte de alimentación de salida y/o la longitud de la parte de alimentación de entrada es mayor que la distancia entre los elementos de presión medida a lo largo de la superficie de presión.

25 Esta bomba es particularmente importante en el contexto de la invención debido a que tal bomba, generalmente referida como “bomba de tubo flexible” es muy común y es muy adecuada para la adaptación en términos de la enseñanza de la presente invención.

30 De acuerdo con la invención, esta bomba peristáltica de rotación expuesta tiene la característica de que la longitud de la parte de alimentación de salida y/o la longitud de la parte de alimentación de entrada tiene un valor de entre 1,05 y 1,5 veces la distancia entre los elementos de presión medida a lo largo de la superficie de presión.

35 Se ha de observar que aunque esta bomba de rotación tiene una construcción diferente, por ejemplo, de una bomba lineal de acuerdo con la invención, los principios implementados en la misma son, sin embargo, los mismos. Los resultados de las enseñanzas de acuerdo con la invención, es decir la reducción sustancial de las pulsaciones, pueden por tanto también ser fácilmente realizadas en la bomba de rotación.

40 Una realización preferida de la bomba de acuerdo con la invención tiene la característica especial de que la longitud de la parte de alimentación de entrada es sustancialmente igual a la longitud de la parte de alimentación de salida.

45 En una determinada realización, la bomba peristáltica de acuerdo con la invención tiene la característica especial de que dicha longitud de la parte de alimentación de entrada y/o la parte de alimentación de salida es un mínimo de aproximadamente un 5% mayor, y en algunas realizaciones 10% o 15% mayor que dicha distancia. Utilizando dicha realización, las pulsaciones en el lado de entrada y/o el lado de salida se pueden reducir a proporciones insignificantes.

Se han conseguido muy buenos resultados con una realización de ensayo en la cual la diferencia entre dicha longitud y dicha distancia equivale al 17%.

50 De este modo, en una bomba de acuerdo con la presente invención, el tubo flexible en cada parte de alimentación de entrada y/o parte de alimentación de salida son alternativamente contactados por uno y dos elementos de presión cuando los medios de presión o el rotor se desplazan sobre la parte de alimentación de entrada y/o la parte de alimentación de salida.

55 Una reducción sustancial en la amplitud de las fluctuaciones ya es realizada con una realización de la bomba en la que dicha longitud de la parte de alimentación de entrada y/o la parte de alimentación de salida es igual a un mínimo de la mitad de la longitud de la parte intermedia.

60 Las pulsaciones son reducidas a incluso proporciones menores con una realización en la cual la longitud de la parte de alimentación de entrada y/o la parte de alimentación de salida es sustancialmente igual a la longitud de la parte intermedia. En otras realizaciones, la longitud de la parte de alimentación de entrada y o la parte de alimentación de salida excede a la de la parte intermedia, por ejemplo en un 10% o 20%.

65 Una realización más tiene la característica especial de que, con vista a las propiedades mecánicas del tubo flexible, la forma de la parte de alimentación de entrada y/o la forma de la parte de alimentación de salida son elegidas de manera que en cualquier posición de los medios de presión, el cociente del desplazamiento de los medios de presión y el volumen del medio bombeado como resultado del mismo es constante, y no se producen fluctuaciones de presión en la entrada del medio y/o en la salida del medio.

## ES 2 331 160 T3

Es un objeto más de la invención realizar una bomba peristáltica del tipo descrito de tal manera que puede continuar funcionando, dentro de las tolerancias del diseño más tiempo que las bombas habituales de este tipo.

5 Como se conoce, cualquier material presenta un cierto envejecimiento. En una bomba peristáltica, este envejecimiento está determinado particularmente por el número de ciclos de compresión y expansión a los que el tubo flexible está sometido por los elementos de presión. Después de un cierto número de ciclos la elasticidad se perderá debido al envejecimiento, estando esto asociado a un cambio y particularmente a un deterioro, en las pulsaciones.

10 La invención, por tanto también tiene el objetivo de incrementar la vida útil de la bomba.

10 La bomba de acuerdo con la invención tiene para esta fin la característica de que la distancia de los medios de presión desde la parte intermedia de la superficie de presión en las regiones entre los elementos de presión tiene un valor tal que en estas regiones el tubo flexible está sometido a una precompresión, por lo que el área de superficie de flujo pasante (S) es reducida a un valor que equivale a un mínimo de aproximadamente 65% del área de superficie de flujo pasante no perturbada (S<sub>0</sub>).

15 En una realización específica, esta bomba tiene la característica de un valor del área de superficie de flujo pasante reducida (S/S<sub>0</sub>) que equivale a aproximadamente (80 ± 10) %, es decir entre 70% y 90%.

20 La invención también se refiere a la posibilidad de diseñar una bomba peristáltica del tipo descrito de manera que puede bombear un medio con fluctuaciones de presión muy pequeñas, y en la práctica insignificantes, o puede bombear en fluctuaciones de presión de un valor elegido.

25 En vista de ello, la invención proporciona también una bomba peristáltica del tipo descrito anteriormente que tiene la característica de que la diferencia entre dicha longitud y dicha distancia se determina diseñando la bomba de manera que el factor de calidad sea tan grande como sea posible, dadas las determinadas precondiciones y seleccionando los valores para los parámetros en cuestión,

30 cuyo factor de calidad está definido como la relación entre la velocidad media del medio y el tubo flexible y la amplitud de las fluctuaciones o pulsaciones del medio en el tubo flexible,

en donde, con el fin de hacer que dicha elección tenga en cuenta en los parámetros de diseño en cuestión del grupo al cual pertenecen:

35 - la distancia de los elementos de presión desde la parte intermedia de la superficie de presión;

- la forma de los elementos de presión;

40 - el espesor de pared del tubo flexible;

- las dimensiones externas lineales del tubo flexible;

- la forma de la sección transversal del tubo flexible;

45 - la composición del tubo flexible; y

- las propiedades mecánicas del tubo flexible.

50 Otro parámetro que tiene influencia en la vida útil del tubo flexible es la distancia máxima entre la parte intermedia de la superficie de presión y la superficie de soporte de los medios de presión entre los elementos de presión. Haciendo esta distancia más pequeña que el diámetro sin esfuerzo del tubo flexible. El tubo flexible puede ser precomprimido en toda la longitud de la parte intermedia, entre los elementos de presión.

55 Mediante la compresión repetida y haciendo que el tubo flexible se expanda de nuevo bajo la influencia de su propia elasticidad, el tubo flexible es plásticamente deformado en el transcurso de su vida de manera que ya no es capaz de adoptar su forma original. Este fenómeno se conoce como "consolidación de la compresión" ("compression set"). Esto se manifiesta en la práctica como una pérdida de caudal de bombeo. Haciendo que dicha distancia sea pequeña de la manera descrita anteriormente tal que el tubo flexible está sometido a la precompresión entre los elementos de presión, el tubo flexible es ya forzado a esta posición final en la etapa anterior en su vida útil. Esta medida también tiene un efecto positivo sobre las pulsaciones durante la vida del tubo flexible. De acuerdo con un aspecto de la invención, la pulsación se incrementará menos que cuando el tubo flexible es capaz de deformarse libremente. La calidad descrita por tanto disminuye menos durante la vida del tubo flexible, y el tubo flexible por tanto cumple sus especificaciones de diseño para un periodo largo.

65 También es posible eliminar el efecto negativo de la consolidación de la compresión aplicando un método para estabilizar el caudal de una bomba peristáltica como se ha definido por objeto de las reivindicaciones de patente adjuntas 1 a 12 para hacer circular un medio, tal como un líquido, un gas, un lodo, un granulado, o combinaciones de dos o más de los mismos, cuya bomba comprende:

## ES 2 331 160 T3

un alojamiento de bomba;

una superficie de presión presente en este alojamiento de bomba;

5 un tubo flexible elásticamente deformable, una parte del cual se sitúa contra la superficie de presión, cuyo tubo flexible tiene una entrada de medio y una salida de medio;

medios de presión con un número de elementos de presión situados equidistantemente tales como levas o rodillos;

10 cuyos medios de presión son accionables de manera que los elementos de presión se mueven a lo largo del tubo flexible; y

15 cuyos elementos de presión durante el funcionamiento presionan la parte del tubo flexible en contacto con el elemento de presión en cuestión contra la superficie de presión mientras que se comprime localmente y se cierra la parte de tubo flexible;

de tal manera que durante el accionamiento de los medios de presión el medio es impulsado a través de la entrada de medio y descargado a presión a través de la salida de medio;

20 cuya superficie de presión comprende:

25 una parte de alimentación de entrada que se conecta a la entrada de medio y cuya distancia desde los elementos de presión disminuye desde un primer valor, en el cual el tubo flexible está sustancialmente totalmente indeformado y abierto cuando el elemento de presión está presente, hasta un segundo valor en el cual el tubo flexible está localmente comprimido y cerrado por un elemento de presión;

una parte intermedia con una distancia desde los elementos de presión que es sustancialmente constante, siendo esta distancia igual al segundo valor; y

30 una parte de alimentación de salida, cuya distancia desde los elementos de presión aumenta desde el segundo valor al primer valor,

cuyo método comprende las siguientes etapas de:

35 (a) estimar o determinar estadísticamente, en base a un número de ensayos de la vida de las bombas que son sustancialmente las mismas; la expectativa de vida de la bomba expresada en o convertida al número de ciclos de bomba completados;

40 (b) activar la bomba después de la producción de la bomba; y

(c) desactivar la bomba una vez que la bomba, después de la etapa (b), ha estado en funcionamiento durante una fracción seleccionada de la vida útil estimada o determinada en la etapa (a).

45 En una realización específica este método tiene la característica especial de que la fracción se sitúa entre aproximadamente 10-30%. Después de la desactivación, la bomba puede ser inspeccionada para averiguar la condición del tubo flexible u otros componentes, y el tubo flexible u otros componentes se pueden remplazar si la sustitución está garantizada por su condición.

50 Alternativamente, después de la desactivación, el tubo flexible u otros componentes se pueden sustituir sin la inspección referente a su condición.

El documento WO-A-2004/011810 expone un método para controlar la condición de una bomba o al menos un componente del sistema que incluye una bomba cuyo componente o componentes no son parte de la bomba, incluye la etapa de generar una condición de ensayo predeterminada en la bomba o componente o componentes del sistema. 55 Durante el periodo en el cual tal condición de ensayo está presente, se obtienen las señales indicativas de la bomba o componente o componentes del sistema. El desgaste de la bomba, los cojinetes, la acumulación de los depósitos de la bomba o funcionamiento de las tuberías que forman parte del sistema de la bomba se pueden detectar o predecir y se puede tomar la acción correctora antes de que la bomba o el sistema fallen. Proporcionando un método de control de la condición de la bomba o sistema, *in situ*, es posible reducir la probabilidad de fallo de la bomba en el uso y la 60 necesidad de realizar frecuentes revisiones de la bomba.

El método de acuerdo con la invención expuesto anteriormente no es conocido ni resulta obvio de esta memoria de la técnica anterior.

65 La precompresión de acuerdo con la invención está además destinada a proporcionar un cierto número de ventajas:

(a) durante la vida de la bomba se produce una reducción menor del caudal de la bomba expresado con el cociente entre el volumen y el desplazamiento de los elementos de presión;

## ES 2 331 160 T3

(b) existe una variación menor en las pulsaciones restantes;

(c) la pulsación de presión a contra-presiones mayores es limitada comprada con la técnica anterior.

5 La ventaja (a) será expuesta más adelante con referencia a la figura 2.

Lo siguiente se ha de considerar como aclaración de las ventajas (b) y (c).

10 Los tubos flexibles son elementos flexibles, y por tanto no solo capaces de impulsar fluido sino también, aunque en una extensión limitada, amortiguar un cierto volumen. En el caso de presión interna esto puede causar un cierto linchamiento del tubo flexible. El amortiguamiento del líquido da lugar a variaciones en el caudal de la bomba. Las variaciones de velocidad por tanto se reforzarán, incluso en el caso de una bomba sustancialmente libre de pulsaciones.

15 Como consecuencia de la precompresión de acuerdo con la invención, la libertad del tubo flexible para hincarse está mecánicamente limitada. El resultado es que las pulsaciones de velocidad son reducidas. Se han encontrado ventajas particularmente en la fuerza disminuida de las vibraciones en los tubos flexibles conectados a la bomba, y en la propia bomba.

20 La precompresión proporciona una progresión plana, por tanto menos variable del caudal en el tiempo, una progresión más gradual en variaciones de contrapresión, y por tanto pulsaciones remanentes. La disposición óptima de la bomba se puede calcular para la situación en la que se toma una cantidad de líquido fija por unidad de tiempo. Cantidades de líquido demasiado grandes o demasiado pequeñas dan lugar a que la bomba funciones fuera de su rango de funcionamiento óptimo. Los cambios en las pulsaciones, por tanto ocurrirán tanto con respecto a la velocidad como con respecto a la presión.

25 La bomba libre de pulsaciones de acuerdo con la invención permite al usuario final de la bomba que en muchos casos sea suficiente con un medidor de flujo más barato.

30 La desventaja conocida de las bombas peristálticas de la técnica anterior el flujo de líquido negativo corto que se produce por media rotación (al menos en el caso de una configuración de 180° o de C con dos elementos de presión). Para las aplicaciones en las que se requiere una medida precisa, este flujo de líquido negativo de corta vida es muy indeseable. Sólo unos pocos medidores de flujo, la mayoría de los cuales son del tipo de flujo de masa (coriolis) con un muestreo avanzado rápido y altas frecuencias de filtro, son capaces de medir estas variaciones rápidas de caudal. Debido a que la bomba libre de pulsación de acuerdo con la invención tiene un flujo de líquido mucho más suave, es posible que sea suficiente con un tipo más simple de medidor de flujo, por ejemplo del tipo magnético o ultrasónico. Se puede hacer uso de frecuencias de muestreo más bajas. El filtrado es menos crítico.

40 Los medidores de flujo mecánicos también se pueden aplicar con la bomba de acuerdo con la invención. Dado que la velocidad de líquido es después siempre positiva durante el uso de la bomba de acuerdo con la invención, es posible que sea suficiente simplemente con el conteo de pulsos. En las bombas de la técnica anterior (particularmente a velocidades de desplazamiento más bajas de los medios de presión) también un flujo de líquido negativo produce la generación de pulsos. Un tacómetro de rotación puede después de todo no hacer distinción entre la dirección de rotación positiva o negativa, y por tanto un caudal de medio positivo o negativo.

45 La invención se aclarará a continuación con referencia a los dibujos adjuntos. En los dibujos:

la Figura 1 muestra una sección transversal a través de una bomba peristáltica 1 de acuerdo con la invención del tipo giratorio; y

50 la Figura 2 muestra una representación gráfica del caudal de la bomba en función del tiempo para una bomba de la técnica anterior y una bomba de acuerdo con la invención.

55 La Figura 1 muestra una sección transversal a través de una bomba peristáltica 1 de acuerdo con la invención del tipo giratorio. La bomba 1 comprende un alojamiento de bomba 2; una superficie de presión curvada que será descrita aquí, presente en este alojamiento de bomba 2 y que tiene tres partes 3, 4, 5, respectivamente; un tubo flexible elásticamente deformable 6, una parte del cual se sitúa contra la superficie de presión 3, 4, 5, cuyo tubo flexible 6 tiene una entrada de medio 7 y una salida de medio 8; un rotor 9 con cuatro elementos de presión 11, 12, 13, 14 que están situados en ángulos mutuos de 90°, y posiciones radiales iguales con relación al eje central del rotor 10, y que en esta realización son levas parcialmente cilíndricas con respectivos ejes centrales 15, 16, 17, 18; cuyo rotor 9 es accionable giratoriamente alrededor del eje central 10 por medio de medios de accionamiento (no mostrados); y cuyos medios de presión 11, 12, 13, 14 presionan durante el funcionamiento de la parte del alojamiento 6 en contacto con el elemento de presión en cuestión 11, 12, 13, 14 contra dicha superficie de presión 3, 4, 5 mientras que se comprime localmente y se cierra la parte del tubo flexible; de tal manera que durante la rotación del rotor, el medio es impulsado a través de la entrada de medio 7 y descargado a presión a través de la salida de medio 8. El medio impulsado se indica con la flecha 19. El medio descargado bajo presión se indica con la flecha 20.

Se apreciará que el rotor es poligonal con esquinas arqueadas que definen los elementos de presión 11, 12, 13, 14. En la realización mostrada, el rotor 9 es generalmente cuadrado, pero son posibles otras formas poligonales, tal como

## ES 2 331 160 T3

la hexagonal. El efecto de esta configuración es que la superficie del rotor entre los elementos de presión 11, 12, 13, 14, cuya superficie es plana en la realización mostrada, permanece en contacto con el tubo flexible en la parte intermedia 4 de la superficie de presión, de manera que precomprime el tubo flexible 6 como se expondrá más adelante.

5 Como ya se ha observado, la superficie de presión comprende tres partes:

una parte de alimentación de entrada 3 que se conecta a la entrada de medio 7 y la distancia radial de la cual desde el eje central 10 disminuye en la dirección de rotación 21 del rotor 9 desde un primer valor (flecha 22), en el cual el tubo flexible 6 está sustancialmente totalmente indeformado y abierto cuando un elemento de presión 11 está presente, hasta un segundo valor (flecha 23) en el cual el tubo flexible 6 está localmente totalmente comprimido y cerrado por un elemento de presión 12;

una parte intermedia 4, cuya distancia radial desde el eje es sustancialmente constante (véase las flechas 23 y 24 en donde se observa que la distancia entre la superficie de presión 4 y el eje 10 es constante a lo largo de esta trayectoria);  
15 y

una parte de alimentación de salida 5 cuya distancia radial desde el eje 10 disminuye en la dirección de rotación 21 del rotor 9 desde el segundo valor (flecha 24) hasta el primer valor (flecha 25).

20 En esta realización a modo de ejemplo, dichas partes, es decir, la parte de alimentación de entrada 3, la parte intermedia 4 y la parte de alimentación de salida 5, se extiende en ángulos de 110°, 90° y 110°. Estos ángulos están designados con los números de referencia 26, 27, 28 y se apreciará que estos ángulos son iguales a, o no mayores del 50% que el paso angular de los elementos de presión 11, 12, 13. La primera derivada de la distancia entre los elementos de presión 11, 12, 13 y la superficie de presión 3, 4, 5 es continua, siendo esto particularmente importante en la posición de las transiciones entre la parte de alimentación de entrada 3 y la parte intermedia 4 y entre la parte intermedia 4 y la parte de alimentación de salida 5.

La Figura 2 muestra el funcionamiento efectivo de la precompresión de acuerdo con la invención.

30 Como consecuencia de su construcción, las propiedades del material y la deformación continuamente repetida a través de la compresión, en particular en la posición de las zonas de compresión, los tubos flexibles aplicados a las bombas peristálticas presentan un caudal que disminuye gradualmente durante su vida. En la curva típica de caudal 51 en el tiempo se muestra en la figura 2, en la que la línea completa muestra la curva 51 que se podría producir si no se toman medidas de acuerdo con las enseñanzas de la invención. La precompresión es importante, en la que el tubo flexible es presionado cerrándose en cierta cantidad entre la superficie de presión y el elemento de presión. Esto tiene la finalidad de crear una situación en la que en el inicio de la vida del tubo flexible, el tubo flexible ya produce un caudal de flujo ligeramente menor que en la situación de precompresión, pero presenta un descenso relativamente menor en el caudal a lo largo de toda la vida útil.

40 La tangente 52 en la curva estándar 51 muestra un fuerte descenso en el caudal al principio de la vida del tubo flexible en el caso de la bomba de la técnica anterior.

La tangente 53 en la curva 54 para el tubo flexible de acuerdo con la invención muestra un descenso comparativamente muy pequeño en el caudal durante el resto de la vida del tubo flexible. Las curvas 51, 54 muestran que la mejora en el aplanamiento de la curva de caudal está presente particularmente al comienzo de la vida del tubo flexible.

El caudal más constante tiene en general las siguientes ventajas:

- Las propiedades del material de la bomba se mejoran, dependiendo del material de tubo flexible aplicado. Un mínimo caudal de descenso se puede conseguir en toda la vida útil.

- Dependiendo del tipo de proceso y de la precisión de medición demandada, la bomba se puede utilizar con medidor de flujo.

55 - Si la calibración es necesaria, es posible que sea suficiente una frecuencia de medida baja. Particularmente al inicio de su vida, la bomba conocida presenta un fuerte descenso en el caudal. La calibración puede tener lugar en intervalos relativamente cortos. El uso de la precompresión de acuerdo con las enseñanzas de la invención puede, dependiendo de la precisión deseada, o bien hacer que estas calibraciones sean totalmente innecesarias o bien hacer que sea posible que la frecuencia de calibración sea reducida sustancialmente.

60

65

# ES 2 331 160 T3

## REIVINDICACIONES

5 1. Una bomba peristáltica (1) para hacer circular un medio, tal como un líquido, un gas, un lodo, un granulado o una combinación de dos o más de los mismos, cuya bomba (1) comprende:

un alojamiento de bomba (2);

una superficie de presión (3, 4, 5) presente en el alojamiento de bomba (2);

10 un tubo flexible elásticamente deformable (6), una parte del cual se sitúa contra la superficie de presión, cuyo tubo flexible (6) tiene una entrada de medio (7) y una salida de medio (8);

15 medios de presión (9) con un cierto número de elementos de presión situados de forma equidistante (11, 12, 13, 14) tal como levas o rodillos;

cuyos medios de presión (9) son accionables de manera que los elementos de presión (11, 12, 13, 14) se mueven a lo largo del tubo flexible (6); y

20 cuyos elementos de presión (11, 12, 13, 14) durante el funcionamiento presionan parte del tubo flexible en contacto con elemento de presión en cuestión (11, 12, 13, 14) contra la superficie de presión (3, 4, 5) mientras que localmente se comprime y cierra la parte del tubo flexible;

25 de manera que durante el accionamiento de los medios de presión (9) el medio es impulsado a través de la entrada de medio (7) y descargado a presión a través de la salida de medio (8);

cuya superficie de presión (3, 4, 5) comprende;

30 una parte de alimentación de entrada (3) que conecta con la entrada de medio (7) y cuya distancia desde los elementos de presión (11, 12, 13, 14) disminuye desde un primer valor, en el cual el tubo flexible (6) está sustancialmente totalmente indeformado y abierto cuando un elemento de presión (11, 12, 13, 14) está presente, hasta un segundo valor en el que el alojamiento (6) está localmente comprimido y cerrado por el elemento de presión (11, 12, 13, 14);

35 una parte intermedia (4) con una distancia desde los elementos de presión (11, 12, 13, 14) que es sustancialmente constante, siendo esta distancia igual al segundo valor; y

una parte de alimentación de salida (5), cuya distancia desde los elementos de presión (11, 12, 13, 14) aumenta desde el segundo valor hasta el primer valor;

40 **caracterizada** porque

la longitud de la parte de alimentación de salida (5) y la longitud de la parte de alimentación de entrada (3) tiene un valor que esta comprendido entre 1,05 y 1,5 veces la distancia entre los elementos de presión (11, 12, 13, 14) medida a lo largo de la superficie de presión (3, 4, 5).

45 2. La bomba peristáltica (1) como se ha reivindicado en la reivindicación 1,

**caracterizada** porque

50 la primera derivada de la distancia entre los elementos de presión (11, 12, 13, 14) y la superficie de presión (3, 4, 5) es continua.

3. La bomba peristáltica (1) como se ha reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes,

55 **caracterizada** porque

la bomba (1) es de tipo lineal.

60 4. La bomba peristáltica (1) como se ha reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes para hacer circular un medio, cuya bomba (1) es del tipo giratorio y comprende:

un alojamiento de bomba (2);

65 una superficie de presión curvada (3, 4, 5) que está presente en este alojamiento de bomba (2) y al menos una parte del cual tiene forma general de arco con un eje central;

un tubo flexible elásticamente deformable (6) una parte del cual se sitúa contra la superficie de presión (3, 4, 5), cuyo tubo flexible (6) tiene una entrada de medio (7) y una salida de medio (8);

## ES 2 331 160 T3

un rotor (9) con un cierto número de elementos de presión (11, 12, 13, 14), tales como levas o rodillos, situados en posiciones angulares y radiales iguales;

cuyo rotor (9) es accionable giratoriamente alrededor de un eje central; y

cuyos elementos de presión (11, 12, 13, 14) durante el funcionamiento presionan la parte del tubo flexible en contacto con el elemento de presión en cuestión (11, 12, 13, 14) contra dicha parte de superficie de presión (3, 4, 5) mientras se comprime localmente y se cierra dicha parte de tubo flexible;

de tal manera que durante la rotación del rotor (9) el medio es impulsado a través de una entrada de medio (7) y descargado a presión a través de una salida de medio (8);

cuya superficie de presión (3, 4, 5) comprende:

una parte de alimentación de entrada (3) que se conecta a la entrada de medio (7) y la distancia radial de la cual desde el eje central disminuye en la dirección de rotación del rotor (9) desde un primer valor, en el cual el tubo flexible (6) está sustancialmente totalmente indeformado y abierto cuando un elemento de presión (11, 12, 13, 14) está presente, hasta un segundo valor en el que el tubo flexible (6) está localmente totalmente comprimido y cerrado por el elemento de presión (11, 12, 13, 14);

una parte intermedia (4), cuya distancia radial desde el eje central es sustancialmente constante, siendo esta distancia igual al segundo valor; y

una parte de alimentación de salida (5), cuya distancia radial desde el eje central aumenta en la dirección de rotación (9) desde el segundo valor hasta el primer valor, y a la cual se conecta la salida del medio (8);

**caracterizada** porque

la longitud de la parte de alimentación de salida (5) y/o la longitud de la parte de alimentación de entrada (3) tiene un valor de 1,05 a 1,5 x la distancia entre los elementos de presión (11, 12, 13, 14) medida a lo largo de la superficie de presión (3, 4, 5).

5. La bomba peristáltica (1) como se ha reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes,

**caracterizada** porque

la longitud de la parte de alimentación de entrada (3) es sustancialmente igual a la longitud de la parte de alimentación de salida (5).

6. La bomba peristáltica (1) como se ha reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes,

**caracterizada** porque

dicha longitud de la parte de alimentación de entrada (3) y/o la parte de alimentación de salida (5) es un mínimo de aproximadamente 5% mayor que dicha distancia.

7. La bomba peristáltica (1) como se ha reivindicado en la reivindicación 6,

**caracterizada** porque

dicha longitud de la parte de alimentación de entrada (3) y/o de la parte de alimentación de salida (5) es igual a un mínimo de la mitad de la longitud de la parte intermedia (4).

8. La bomba peristáltica (1) como se ha reivindicado en la reivindicación 7,

**caracterizada** porque

la longitud de la parte de alimentación de entrada (3) y/o de la parte de alimentación de salida (5) es sustancialmente igual a la longitud de la parte intermedia (4).

9. La bomba peristáltica (1) como se ha reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes,

**caracterizada** porque

con referencia a las propiedades mecánicas del tubo flexible (6) la forma de la parte de alimentación de entrada (3) y/o la forma de la parte de alimentación de salida (5) son elegidas de manera que en cualquier posición de los medios de presión (9) el cociente del desplazamiento de los medios de presión (9) y el volumen del medio bombeado como resultado del mismo es constante; y no se producen fluctuaciones de presión en el entrada del medio (7) y/o en la salida del medio (8).

## ES 2 331 160 T3

10. La bomba peristáltica (1) como se ha reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes,

**caracterizada** porque

5 la distancia de los medios de presión (9) desde la parte intermedia (4) de la superficie de presión (3, 4, 5) en las regiones entre los elementos de presión (11, 12, 13, 14) tiene un valor tal que en estas regiones el tubo flexible (6) está sometido a precompresión, por lo que el área de superficie de flujo pasante es reducida a un valor que equivale a un mínimo de aproximadamente el 65% del área de superficie de flujo pasante no perturbada.

10 11. La bomba peristáltica (1) como se ha reivindicado en la reivindicación 10,

**caracterizada** porque

el valor del área de superficie de flujo pasante equivale a aproximadamente  $(80 \pm 10)$  %.

15

12. La bomba peristáltica (1) como se ha reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes,

**caracterizada** porque

20 la diferencia entre dicha longitud y dicha distancia se determina diseñando la bomba (1) de manera que el factor de calidad es tan grande como sea posible, precondiciones determinadas dadas y seleccionado los valores para los parámetros en cuestión,

25 cuyo factor de calidad está definido como la relación entre la velocidad media del medio en el tubo flexible (6) y la amplitud de las fluctuaciones de velocidad o pulsaciones del medio en el tubo flexible (6),

en donde con el fin de realizar dicha elección se tienen en cuenta los parámetros de diseño en cuestión del grupo al que pertenecen:

30 - la distancia de los elementos de presión (11, 12, 13, 14) desde la parte intermedia (4) de la superficie de presión (3, 4, 5);

- la forma de los elementos de presión (11, 12, 13, 14);

35 - el espesor de pared del tubo flexible (6);

- las dimensiones externas lineales del tubo flexible (6);

- la forma de sección transversal del tubo flexible (6);

40

- la composición del tubo flexible (6); y

- las propiedades mecánicas del tubo flexible (6).

45 13. Un método para estabilizar el caudal de una bomba peristáltica (1) como se ha reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes,

cuyo método comprende las siguientes etapas:

50 (a) estimar o determinar estadísticamente, en base a un cierto número de ensayos de vida de las bombas (1) que son sustancialmente las mismas, la expectativa de vida de la bomba (1) expresada en, o convertida a, un número de ciclos de bombeo completados;

(b) activar la bomba (1) después de la producción de la bomba (1); y

55

(c) desactivar la bomba (1) una vez que la bomba (1) después de la etapa (b), haya estado en funcionamiento durante una fracción seleccionada de la vida útil estimada o determinada en la etapa (a).

14. El método como el reivindicado en la reivindicación 13,

60

**caracterizado** porque

la fracción está comprendida entre el 10-30%.

65

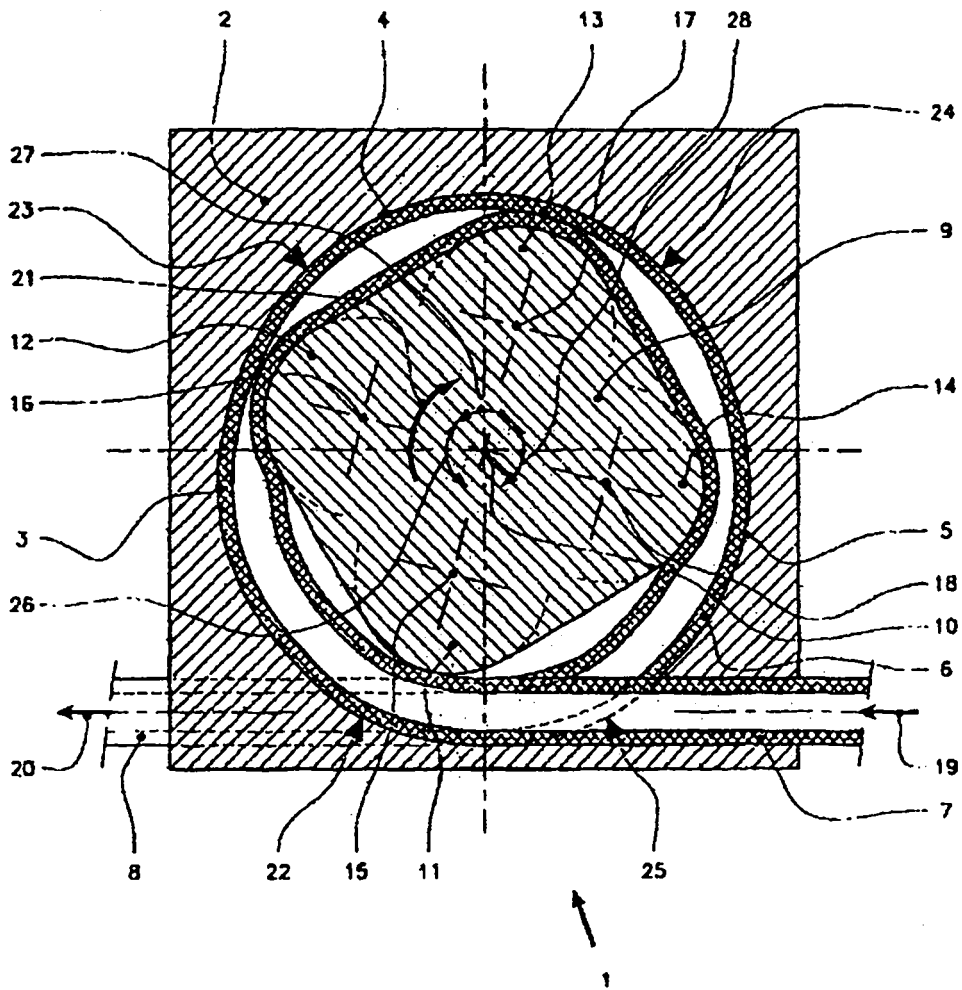


Fig. 1

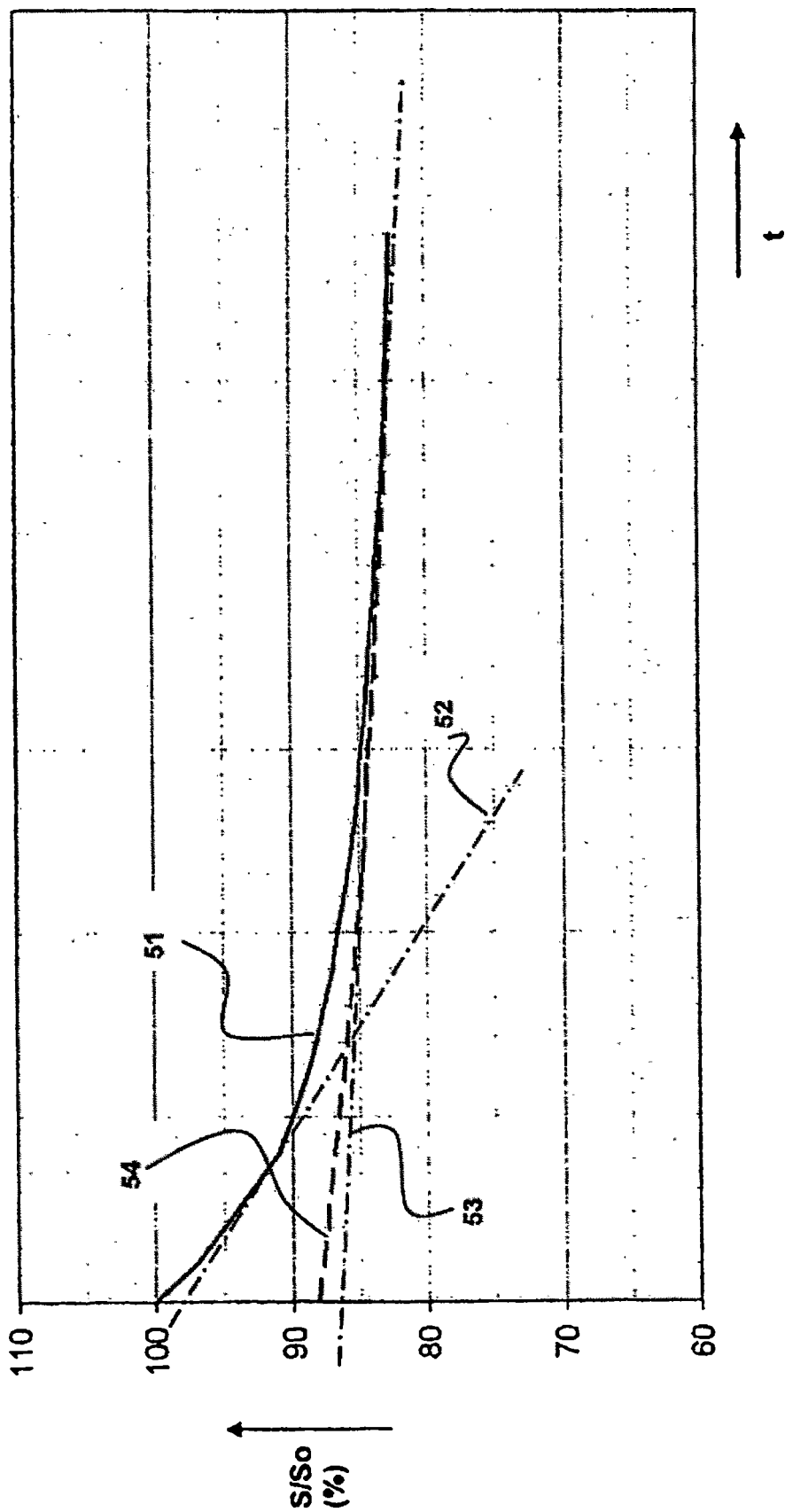


Fig. 2