

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 644 027**

51 Int. Cl.:

G01F 1/66 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.05.2003** **E 03012006 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.07.2017** **EP 1387149**

54 Título: **Cuadralímetro ultrasónico y método para su funcionamiento**

30 Prioridad:

31.07.2002 DE 10235032

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

27.11.2017

73 Titular/es:

**DIEHL METERING GMBH (100.0%)
Industriestrasse 13
91522 Ansbach, DE**

72 Inventor/es:

HAUENSTEIN, GÜNTHER

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 644 027 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

Cuadálímetro ultrasónico y método para su funcionamiento

5 La presente invención se refiere, por una parte, a un método para hacer funcionar un caudalímetro ultrasónico de acuerdo con la reivindicación 1 y, en segundo lugar, a un caudalímetro ultrasónico, en particular para llevar a cabo el método anteriormente mencionado de acuerdo con la reivindicación 3. Los caudalímetros son aptos para registrar velocidades de flujo y, en base a ello, registrar caudales. Además, se los puede utilizar en combinación con mediciones de diferencias de temperatura para registrar y compensar el consumo de calor.

10 En la patente europea EP 0 451 355 A1 se describe un medidor para determinar el caudal de un líquido en circulación mediante un tubo de medición de interior reflectante. En particular, se propone configurar la longitud L del tubo de medición de modo que sea menor que la mitad de la distancia de reflexión A, puesto que gran parte de las ondas ultrasónicas todavía no se ha reflejado en la pared interna del tubo de medición al atravesarlo.

15 En la patente europea EP 0 897 102 A1 se describe un medidor de caudal con una carcasa con puertos de entrada y de salida, entre los cuales fluye un medio en dirección axial a la sección de medición. En el trayecto entre el orificio de entrada o salida a la sección de medición ultrasónica, la carcasa está rodeada en este caso por un cuerpo de material absorbente de ultrasonido. De esta manera se evita el hecho de que una parte del impulso ultrasónico emitido por el transductor ultrasónico en la fase de transmisión se refleje dentro del tubo de medición. La longitud del tubo de medición debe determinarse de tal manera que no se produzcan reflexiones en la pared.

20 En la patente europea EP 0 790 490 A1 se describe además un transductor ultrasónico que funciona sin guía de ondas. Para minimizar la reflexión del sonido en el tubo de medición o en el transductor ultrasónico se propone, por un lado, fijar el borde frontal del tubo de medición con un ángulo de manera tal que el sonido reflejado no se vuelva a reflejar ni en el tubo de medición ni directamente en el transductor ultrasónico. Además, se propone que la superficie del borde frontal inclinado sea ondulada para reflejar el sonido de forma difusa o bien que esté revestida con un material absorbente de ultrasonido.

25 La patente EP 0 559 938 A1 describe un caudalímetro con una pluralidad de espejos en el interior de un accesorio del tubo de medición para la propagación y reflexión de impulsos ultrasónicos.

30 El documento WO 86/02723 describe un transductor ultrasónico con el que se evitan ecos de sonido no deseados que se producen como consecuencia de la reflexión en los transductores. Para este propósito, los máximos de onda de sonido estrechamente limitados así como una línea de onda de sonido estrechamente definida entre los máximos se generan mediante proyecciones o depresiones en el lado activo del transductor. Además, se propone que los máximos de onda de sonido antes mencionados en la zona marginal no entren en la sección de medición o bien que sean absorbidos sonora dentro de la sección de medición. Para ello, el interior del tubo de medición se recubre con un material que absorbe el sonido.

35 La patente europea EP 0 081 663 A1 trata sobre un transmisor de valores medidos para determinar el caudal en un líquido en circulación. Para reducir la influencia armónica que afecta adversamente el resultado de la medición se propone proporcionar transductores ultrasónicos con un respectivo electrodo parcial de manera que tengan un comportamiento de resonancia individual con una forma de oscilación en forma de campana y/o el tubo de medición tenga un diseño de pared delgada y/o el tubo de medición esté revestido con material que absorba sonido.

La patente europea EP 0 897 102 A1 describe un caudalímetro ultrasónico cuyo tubo de medición está recubierto con un material que absorbe el sonido.

40 La patente europea EP 0 451 355 A1 trata sobre un transmisor de valores medidos para determinar el caudal de un líquido en circulación, en el que la longitud L del tubo de medición es más corta que la mitad de la distancia de reflexión de manera que el tubo de medición no actúa como guía de ondas porque la mayoría de las ondas de sonido no ha sufrido aún ninguna reflexión en su pared interna al pasar a través del tubo de medición.

45 La presente invención proporciona un método genérico por medio del cual se puede lograr una alta precisión de medición con un diseño estructural simple de caudalímetro ultrasónico. Además, el método está destinado a permitir la producción de caudalímetros ultrasónicos de dimensiones muy diferentes. Además, la presente invención tiene por objeto proporcionar el medidor de flujo ultrasónico correspondiente.

El objeto anteriormente mencionado se logra mediante el método de la presente invención cuyas características se describen en la caracterización de la reivindicación 1.

Un campo de ultrasonido con forma de campana es una radiación sonora sin una ocurrencia significativa de lóbulos secundarios.

Debido a que las señales ultrasónicas se generan como un campo ultrasónico en forma de campana, no son necesarias medidas estructurales sobre la superficie activa del transductor ultrasónico ni sobre la configuración de la disposición de tubo de medición. Además, la distancia L del transductor se puede seleccionar libremente. La distancia del transductor L puede determinarse fuera de los límites especificados en el mismo en comparación con los diseños anteriores, en los que deben tenerse en cuenta las leyes de los mínimos o máximos de reflexión dentro del tubo de medición. La libre elección de la distancia del transductor L permite utilizar una carcasa de caudalímetro ultrasónico normalizada con respecto a la separación del transductor para diferentes mediciones de flujo, por lo cual solo se utilizan tubos de medición de diferentes diámetros como piezas de repuesto. Como resultado de ello, se puede reducir significativamente el costo de producción de caudalímetros ultrasónico con distintas dimensiones de caudal. La característica de que la sección de medición no está diseñada como una guía de ondas asegura que no se produzcan reflexiones dentro del tubo de medición o, al menos que casi no se produzcan, y por lo tanto, no afecta a la precisión de la medición. Además, puesto que no hay reflexión dentro del tubo de medición, se incrementa la vida útil del caudalímetro ultrasónico debido a que la sedimentación en el interior del tubo ya no tiene ninguna influencia. La idea aquí es aceptar deliberadamente un índice de absorción de energía sonora relativamente alto, que es inofensiva, como se ha determinado, ya que los componentes de energía sonora restantes (en ausencia de partes donde hay reflexión) son suficientes para una medición precisa.

Un campo de ultrasonido en forma de campana se puede lograr de acuerdo con la invención con un transductor y un espejo distante, tan pequeño que sólo pueda transmitir el lóbulo principal.

El campo de ultrasonido es irradiado convenientemente por una superficie plana activa de un transductor ultrasónico. Por lo tanto, no se necesitan medidas especiales para la configuración de la superficie del transductor ultrasónico.

En cuanto a la libre elección de la distancia L del transductor, ésta se sitúa convenientemente fuera de la distancia calculada A del transductor al primer máximo teórico de reflexión Y o al mínimo teórico de reflexión X.

El objeto anteriormente mencionado se logra mediante el caudalímetro ultrasónico de la presente invención cuyas características se describen en la caracterización de la reivindicación 3.

El hecho de que la sección de medición no esté diseñada como una guía de ondas que excluye completa o casi completamente una reflexión da lugar a la posibilidad de diseñar el caudalímetro ultrasónico de una manera estructuralmente sencilla y rentable en contraste con las leyes teóricas de la teoría de la reflexión y al mismo tiempo permite asegurar una mayor exactitud de medición. El campo ultrasónico en forma de campana es generado por un transductor ultrasónico en combinación con un espejo. De acuerdo con la invención, la capa límite debe estar diseñada de tal manera que, en la medida de lo posible, no se produzca ninguna reflexión y que, al mismo tiempo, la capa intermedia asegure una óptima absorción del sonido. De acuerdo con la invención, la capa intermedia es una capa de agua. Con el fin de evitar sustancialmente las reflexiones en la capa límite, se forma convenientemente un grosor de pared menor o igual que 1.5 mm.

Según otra forma de realización de la invención, el caudalímetro ultrasónico comprende un tubo de medición con un espejo de alta reflexión.

Convenientemente, también se proporciona una distancia de transductor constante L para diferentes geometrías del tubo de medición. De esta manera, en la producción en series de medidores para distintas dimensiones de flujo se puede llevar a cabo la estandarización de las piezas del caudalímetro.

En particular, para distintas dimensiones de flujo se puede usar una carcasa uniforme con tubos de medición diseñados.

Las mejoras ventajosas de la presente invención se explican con más detalle a continuación en referencia a las figuras.

Se muestra lo siguiente: La Figura 1 muestra la sección de medición de un caudalímetro ultrasónico; la Figura 2 muestra la sección de medición de la Figura 1 con referencia a los valores máximo y mínimo de reflexión teórica, la Figura 3 muestra otra forma de realización de la sección de medición en la que se utilizan espejos para desviar las señales ultrasónicas, la Figura 4 muestra otra forma de realización de la sección de medición con espejos en el tubo de medición y la Figura 5 muestra un detalle del revestimiento del tubo de medición o el tubo de medición de la forma de realización de acuerdo con la presente invención.

El número de referencia 1 de la Figura 1 indica una sección de medición para su uso en un caudalímetro ultrasónico en su totalidad como antecedente tecnológico para una mejor comprensión. Comprende un tubo de medición rectilíneo

2 y un primer transductor 4 con una superficie activa 7 para producir un impulso de sonido, así como un segundo transductor 5 para recibir el impulso de sonido generado por el primer transductor 4.

El interior del tubo de medición 2 está revestido 3 con material que absorbe sonido.

5 El número de referencia 6 designa un campo ultrasónico en forma de campana que se crea en el tubo de medición 2, producido por el primer transductor 4. Para ello, el primer transductor 4 presenta una superficie plana activa 7.

10 Las secciones 10 del lóbulo ultrasónico que inciden en el revestimiento 3 son absorbidas por el revestimiento 3, es decir no se reflejan. La sección restante 9 del lóbulo de ultrasonido, que está todavía dentro del tubo de medición, se desplaza hacia el segundo transductor 5, disminuyendo inevitablemente la energía sonora del lóbulo ultrasónico que se extiende sobre la longitud del tubo de medición 2. Se utiliza el componente de sonido libre de reflexión 9 restante de la diferencia de tiempo de propagación.

El tiempo de propagación se detecta también en la dirección opuesta a la dirección ilustrada en la Figura 1 para conseguir una diferencia de tiempo.

15 La representación según la Figura 2 muestra la disposición del primer transductor 4 con respecto del segundo transductor 5 tomando en cuenta el comportamiento de reflexión teórico. En la patente europea EP 0 451 355 A1 se hace referencia a este comportamiento de reflexión teórico. La característica especial es que el segundo transductor 5 está dispuesto en un punto que está más alejado del primer transductor 4 que el primer máximo de reflexión Y. Por esta razón, la longitud L de la sección de medición 1 puede mantenerse constante para diferentes diámetros de tubo de medición sin sacrificar la precisión de la medición. Se deduce que, con la misma precisión de medición, la cantidad de piezas puede reducirse considerablemente para diferentes caudalímetros.

20 En la realización de la Figura 2, el segundo transductor 5 está situado entre el primer máximo de reflexión Y y el primer mínimo de reflexión X. La distancia entre el primer máximo de reflexión X y el transductor 4 se identifica con la letra A en la Figura 2. Esta forma de realización permite ajustar la longitud L de la sección de medición 1 según se desee.

Según la forma de realización de la Figura 1 el lóbulo ultrasónico en forma de campana 6 entra completamente en el tubo de medición.

25 Este material de absorción acústica tiene una impedancia $Z_0 \leq 2 \cdot 10^6 \text{ kg/m}^2 \text{ segundo}$. La impedancia Z_0 del material que absorbe sonido del revestimiento 3 es deseablemente menor que la del medio (por ejemplo, a una temperatura de 20 °C). Se proporcionan convenientemente como material absorbente de sonido, PTFE, PVDF, silicona, caucho blando, VITON o EPDM.

30 En caso de que se deba usar agua caliente de hasta 150° C, se debe usar preferentemente PVDF como material que absorbe sonido.

De acuerdo con una realización alternativa (que no se muestra), en lugar de un revestimiento del tubo de medición 2, el propio tubo de medición 2 puede estar hecho en un material que absorbe el sonido.

35 La función sin guía de ondas según la presente invención se produce cuando más del 70 %, en particular más del 85 %, de los componentes de sonido que inciden en la superficie del tubo de medición 2 no se reflejan en la sección de medición.

El grosor de pared del revestimiento 3 o del tubo de medición 2 hecho de material que absorbe sonido se elige de tal manera que se pueda absorber suficiente energía sonora. El grosor de la pared en este caso se encuentra en un intervalo mayor o igual que 1,5 mm, preferiblemente de aproximadamente 2 mm.

40 La Figura 3 muestra una forma de realización de un caudalímetro ultrasónico de acuerdo con la presente invención que utiliza espejos insertados 8. Como resultado de ello, se puede generar un campo ultrasónico en forma de campana y se puede realizar un montaje ventajoso de los transductores.

Con respecto al grosor de la pared y la elección del material, las indicaciones preparadas para las formas de realización de las Figuras 1 y 2 se aplican a la forma de realización de la Figura 3.

45 La Figura 4 muestra una forma de realización modificada del caudalímetro ultrasónico. Con el fin de asegurar una reflexión dirigida dentro del tubo de medición 2, que funciona sin guía de ondas, se coloca en la mitad de la sección de medición 1, un espejo 15 equidistante entre los dos transductores 4, 5. El espejo 15 asegura la reflexión de sólo las partes sonoras que inciden sobre la pared en esta región. El segundo transductor 5 de la presente está situado

en el mínimo de reflexión de las señales de ultrasonido reflejadas por el espejo 15. El espejo 15 puede estar dispuesto dentro en el tubo de medición 2 o parcialmente en regiones periféricas.

- 5 El número de referencia 5 muestra una sección parcial de la estructura del revestimiento 3 o la conversión del tubo de medición 2 de acuerdo con la presente invención. La estructura comprende una capa límite 11 que está diseñada de tal manera que produzca la menor reflexión posible. Con este fin, la capa límite 11 tiene preferiblemente un grosor de pared de menos de 1,5 mm. A continuación, se encuentra una capa intermedia que absorbe las señales ultrasónicas que atraviesan la capa límite 11. La capa intermedia 12 tiene una impedancia $Z_{intermedia}$ inferior o igual que la impedancia del medio Z_{medio} . De acuerdo con la invención la capa intermedia 12 es una capa de agua. A continuación se encuentra una capa exterior adicional 14.
- 10 La presente invención asegura, por un lado, un aumento de la vida útil y por otro, la posibilidad de reducir las dimensiones del caudalímetro ultrasónico sin sacrificar la precisión de medición. Por lo tanto, la invención proporciona una contribución muy particular al arte pertinente.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método para el funcionamiento de un caudalímetro ultrasónico donde el tiempo de desplazamiento de las señales por una sección de medición se mide con un tubo de medición (2) que comprende la sección de medición (1), en ambas direcciones y una diferencia de tiempo de desplazamiento calculado mediante el mismo para determinar el caudal de agua y donde el tubo de medición (2) está configurado sin guía de ondas que excluye completa o casi completamente las reflexiones mediante (a) el tubo de medición (2) que comprende una capa límite (11) y una capa intermedia (12) contigua al lado externo de la capa límite y que tiene una capa de agua y (b) la capa límite (11) configurada de modo que las señales ultrasónicas atraviesan la capa límite (11) hacia la capa intermedia (12) caracterizado porque las señales ultrasónicas se generan como campo ultrasónico en forma de campana (6) donde el campo en forma de campana es generado por un transductor ultrasónico (4,5) en combinación con un espejo (8).
- 10 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado porque el campo ultrasónico (6) es emitido por una superficie activa uniformemente plana (7) del transductor ultrasónico (4, 5).
- 15 3. Caudalímetro ultrasónico para realizar en particular el método de acuerdo con una las reivindicaciones precedentes que tiene un primer transductor ultrasónico (4), un segundo transductor ultrasónico (5) o reflector, una sección de medición (1) formada por el primer transductor ultrasónico (4) y un segundo transductor ultrasónico (5) o por el primer transductor ultrasónico (4) y el reflector y un tubo de medición (2) que encierra la sección de medición (1) en donde el tubo de medición (2) no tiene guía de ondas que excluye completa o casi completamente las reflexiones mediante (a) el tubo de medición que comprende una capa límite (11) y una capa intermedia (12) contigua al lado exterior y tiene la forma de una capa de agua y donde (b) la capa límite (11) está configurada de manera tal que las señales ultrasónicas atraviesan la capa límite (11) hasta la capa intermedia (12) caracterizado porque las señales ultrasónicas se generan como un campo ultrasónico en forma de campana (6) donde el campo ultrasónico en forma de campana es generado por un transductor ultrasónico (4,5) en combinación con un espejo (8).
- 20 4. Un caudalímetro de acuerdo con la reivindicación 3 caracterizado porque el grosor de la pared de la capa límite (11) es menor o igual a 1.5 mm.
- 25 5. Caudalímetro de acuerdo con la reivindicación 3 o 4 CARACTERIZADO PORQUE se proveen espejos (8) con una reflectividad relativamente alta para desviar las señales ultrasónicas.

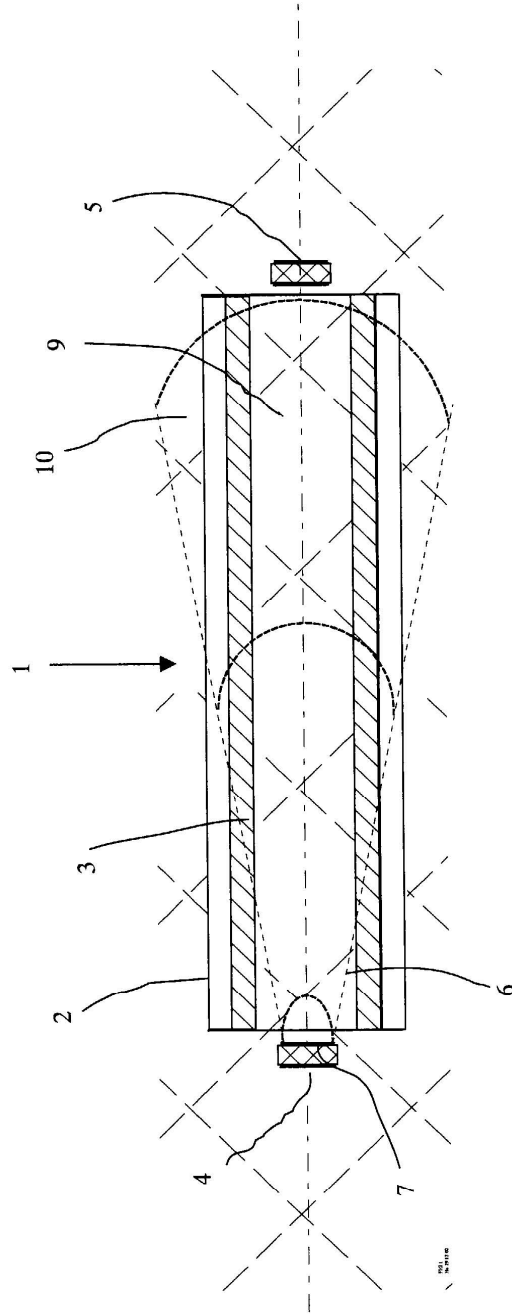


Fig. 1

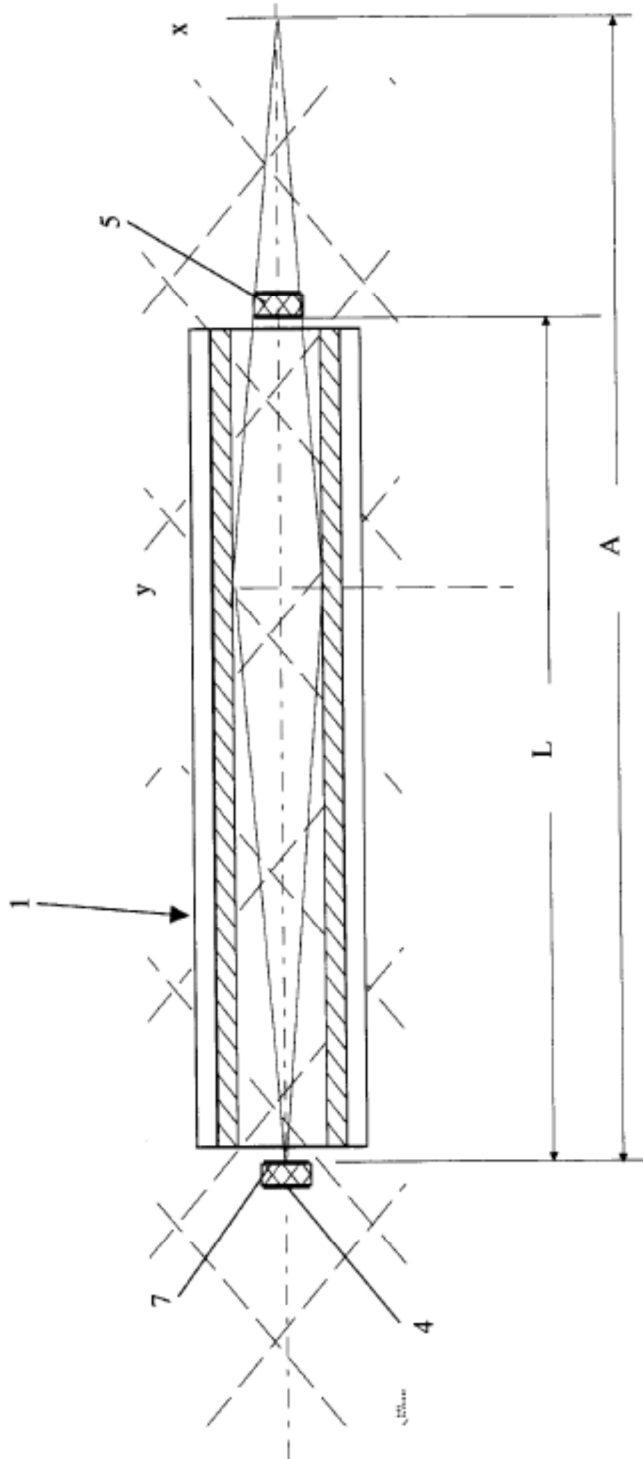


Fig. 2

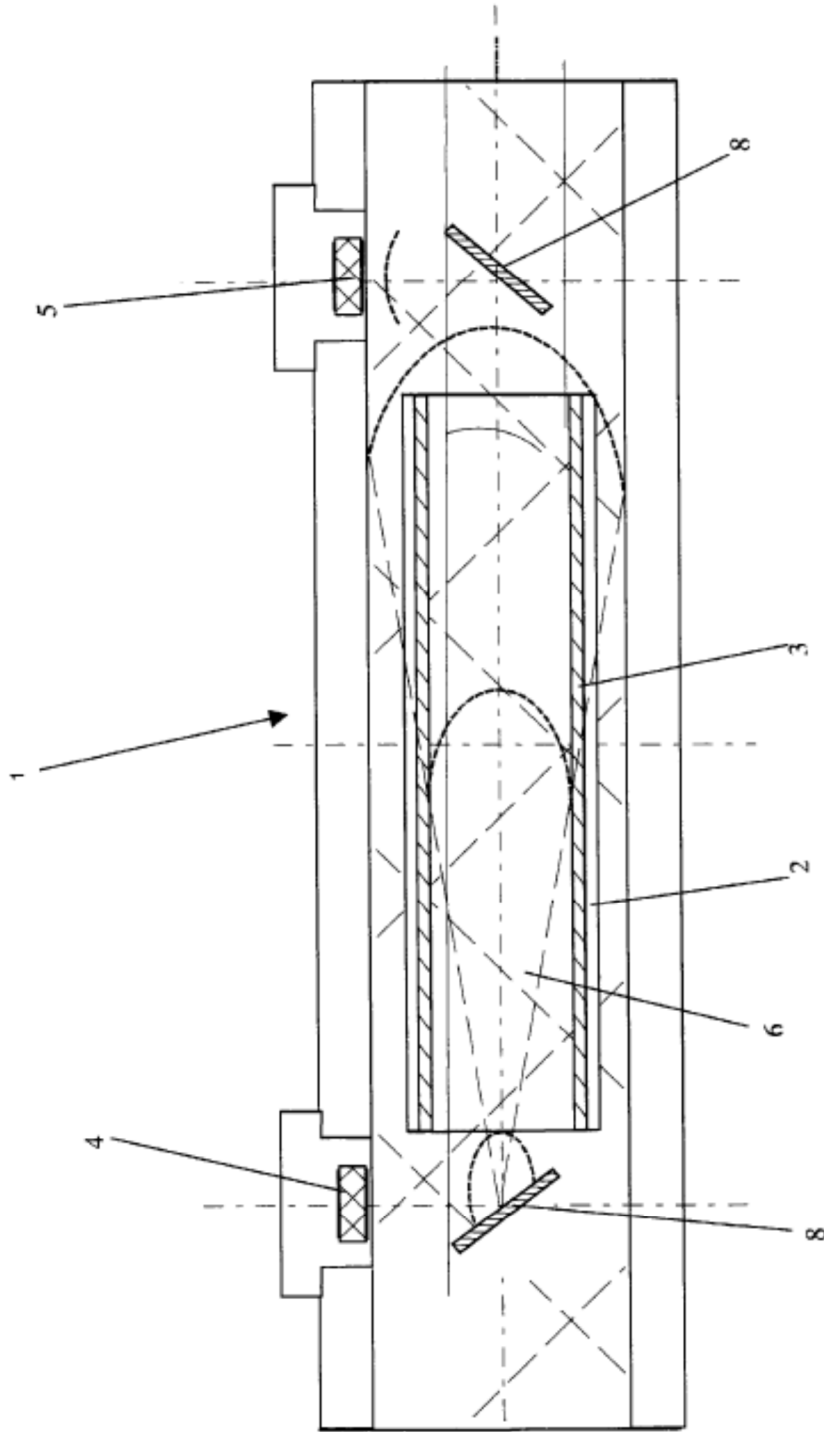


Fig. 3

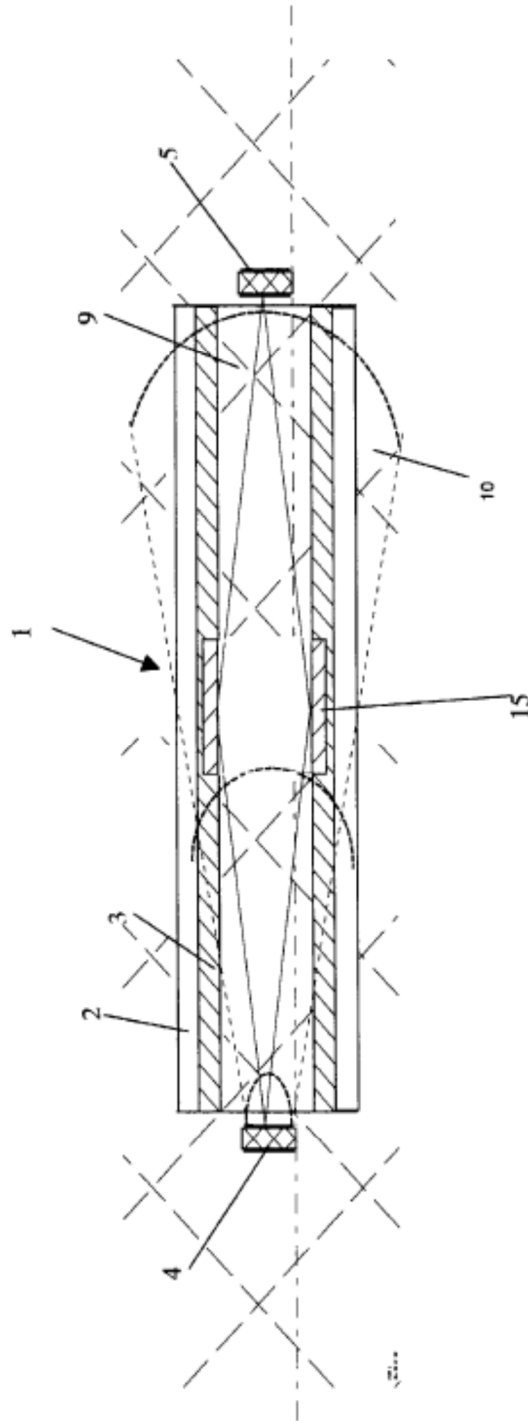


Fig. 4

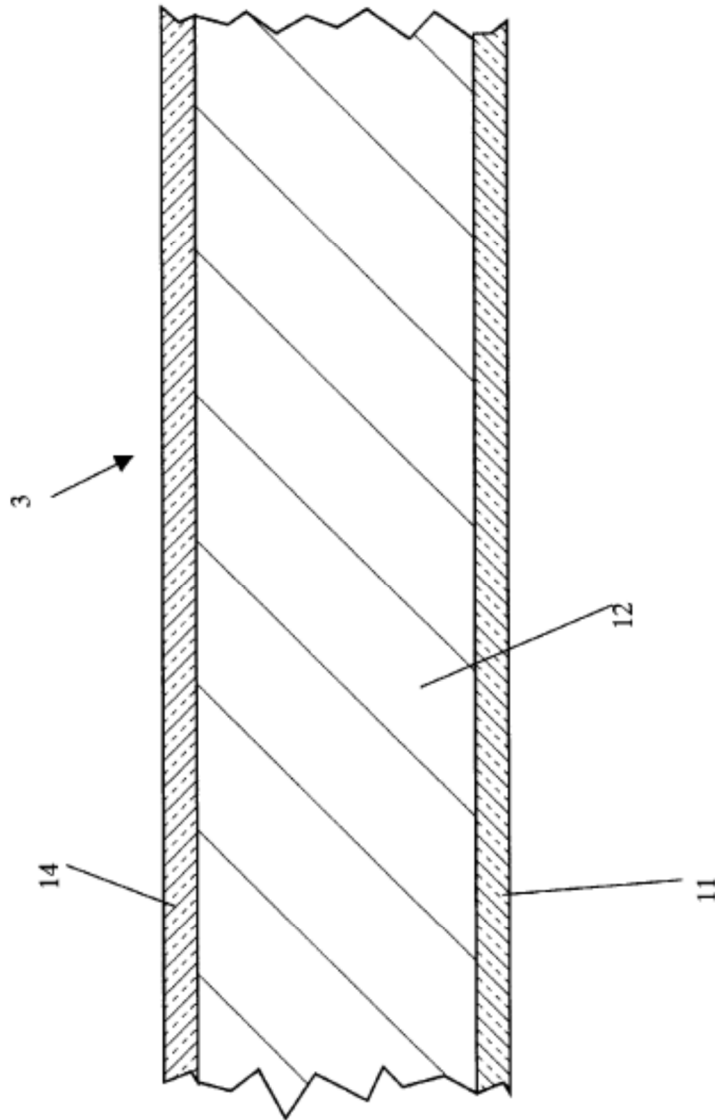


Fig. 5