



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



①① Número de publicación: **2 120 384**

②① Número de solicitud: 9602679

⑤① Int. Cl.⁶: G01F 1/36

①②

PATENTE DE INVENCION

B1

②② Fecha de presentación: **18.12.96**

④③ Fecha de publicación de la solicitud: **16.10.98**

Fecha de concesión: **23.03.99**

④⑤ Fecha de anuncio de la concesión: **01.05.99**

④⑤ Fecha de publicación del folleto de patente:
01.05.99

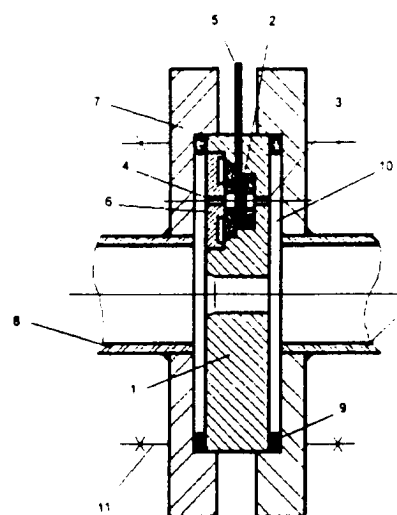
⑦③ Titular/es:
**Consejo Superior Investigaciones Científicas
Serrano, 117
28006 Madrid, ES
COPRECI, Sociedad Cooperativa Ltda, S.A.**

⑦② Inventor/es: **Krassow, Heiko Elmar;
Campabadal Segura, Francesca y
Lora-Tamayo d'Ócon, Emilio**

⑦④ Agente: **No consta**

⑤④ Título: **Medidor de caudal de elemento estrangulador con microsensar de presión incorporado.**

⑤⑦ Resumen:
Medidor de caudal de elemento estrangulador con microsensar de presión incorporado. Está basado en la medida de la presión diferencial existente entre la entrada y la salida de un elemento estrangulador de flujo, mediante un microsensar de presión incorporado en el mismo elemento. La ventaja principal que presenta el nuevo medidor consiste en la integración de diversos elementos en un único dispositivo, a diferencia de los medidores convencionales que consisten en un elemento primario que crea la diferencia de presión y uno secundario que mide dicha presión. Como consecuencia de la integración de los distintos elementos, el nuevo dispositivo se monta fácilmente en la tubería haciendo innecesaria la utilización de tuberías adicionales y/o válvulas entre los dispositivos primario y secundario.



ES 2 120 384 B1

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

DESCRIPCION

Medidor de caudal de elemento estrangulador con microsensar de presión incorporado.

Sector de la técnica

Metrología e ingeniería de control. Tecnología de sensores

Estado de la técnica

El caudalímetro basado en la medida de diferencia de presión se engloba en el conjunto más general de medidores de caudal que se caracterizan por realizar la medida sin dividir el fluido en cantidades aisladas. Un caudalímetro de presión diferencial está formado básicamente por dos elementos: un elemento primario que produce una estrangulación de la sección de la tubería y crea una diferencia de presión que depende de la velocidad y la densidad del fluido, y un elemento secundario que mide la diferencia de presión creada por el primero.

Las ecuaciones hidráulicas para este tipo de caudalímetros se basan en el teorema de Bernoulli, desarrollado en 1738. En 1797 Venturi publicó los principios del tubo que lleva su nombre y en 1887, C. Herschel comercializó los medidores de tipo Venturi. Desde entonces, los caudalímetros basados en la presión diferencial han jugado un importante papel en la medida de caudales volumétricos de fluidos en movimiento y se han desarrollado distintos dispositivos como elemento primario, entre ellos el tubo de Venturi, la tobera y el diafragma, que consiste en un disco delgado, agujereado en su centro con un orificio de cantos afilados y cortantes (*"Principles and Practice of Flowmeter Engineering"* L.K. Spink, (1958), *The Foxboro Company, Massachusetts, U.S.A.*)

A lo largo de este siglo se ha realizado una investigación extensiva que ha conducido a normativas estándar tanto nacionales como internacionales que describen los elementos primarios, su influencia en el comportamiento dinámico de los fluidos (*"DIN 1952 - Durchflussmessung mit Blenden, Düsen und Venturirohren in voll durchströmten Rohren mit Kreisquerschnitt"* Julio 1982, que coincide en su totalidad con la norma ISO 5167 (*"VDI/VDE-2041: Measurement of Fluid Flow with Primary Devices - Orifice Plates and Nozzles for Special Applications"*, Abril 1991 (*Fluid Meters - Their Theory and Application* ", Report de ASME, Research Committee on Fluid Meters, 6^a edición (1971), editado por H.S. Bean, Capítulo I-5) así como las distintas posibilidades de posicionamiento de las tomas de presión en sentido ascendente y descendente del fluido y las condiciones necesarias de instalación de los elementos secundarios (*"Fluid Meters - Their Theory and Application"*, Report de ASME, Research Committee on Fluid - Meters, 6^a edición (1971), editado por H.S. Bean, Capítulo II) (*"Tratado práctico de mediciones industriales"*, D. Choffat, Editores Técnicos Asociados, S.A., (1966), p. 216-280).

Los caudalímetros comerciales convencionales (*Tecflu Narcís Monturiol, 33. 08960 Sant Just Desvern (Barcelona) (Meriam Instruments, 10920 Madison Avenue, Cleveland, OH 44102)*) consisten en un elemento primario que estrangula

el fluido, p.e. un diafragma, y se ofrecen en ocasiones en combinación con dispositivos auxiliares como bridas de montaje. Las bridas, normalmente, proporcionan una conexión a las presiones anterior y posterior al diafragma, conexiones a las que hay que conectar un dispositivo secundario medidor de presión, como los tradicionales manómetros en forma de U o manómetros digitales. Caudalímetros de este tipo se usan con frecuencia en todas las ramas de la industria.

Descripción de la invención

Breve descripción de la invención

El objeto de esta invención es un dispositivo que puede ser usado como caudalímetro basado en la presión diferencial existente entre la cara anterior y la cara posterior de un elemento de estrangulación del fluido y midiendo dicha presión diferencial con un microsensar de presión incorporado en el mismo elemento estrangulador.

El problema técnico planteado consiste en desarrollar un caudalímetro basado en la medida de la presión diferencial que sea de un tamaño extremadamente reducido, de fácil instalación y de precio unitario muy bajo. Debe estar formado por un número de piezas inferior al de los caudalímetros convencionales ya existentes, hasta llegar, en el caso extremo, a una única pieza. Además debe proporcionar una salida eléctrica estándar para facilitar la adquisición de datos medidos y su posible tratamiento posterior.

A diferencia de los caudalímetros convencionales, consistentes en dos elementos separados, uno que crea la diferencia de presión y otro, conectado por tubería externa al primero, que mide dicha presión diferencial, el dispositivo propuesto representa una solución integrada que incorpora como mínimo un elemento medidor de presión y las conexiones a la tubería en el elemento primario.

Como consecuencia, el caudalímetro resultante tiene las ventajas de consistir en un, único dispositivo compacto de dimensiones reducidas, haciéndolo particularmente útil para: aplicaciones en sistemas de tuberías con diámetro interior pequeño. La incorporación de un microsensar de presión proporciona una señal eléctrica proporcional a la diferencia de presión y por tanto dependiente del caudal de fluido en la tubería. Además puede ser fácilmente montado mediante bridas estándar usando, por ejemplo, O-rings comerciales.

El diseño propuesto de caudalímetro permite evitar conexiones externas a la tubería. Esto facilita la aplicación considerablemente, ya que no son necesarias instalaciones ajenas a la tubería, que en el caso de que el fluido a medir sea de alta presión podrían ser amplias y complejas.

Descripción detallada de la invención

El principio básico del caudalímetro que se presenta se puede observar en la Figura 1. En ella se muestra una sección longitudinal del dispositivo de estrangulación montado entre bridas en una tubería, con el microsensar de presión incorporado en el dispositivo. En principio, cualquier elemento estrangulador, especialmente los mencionados en la literatura especializada, puede ser usado para producir una diferencia de presión en las caras anterior y posterior del elemento. El

caso mostrado en la Figura 1 corresponde a un diafragma con orificio concéntrico, cuyo grosor puede ser el mínimo que determine las dimensiones del microsensado de presión que se desee incorporar. Y en cuanto al material a usar, puede ser de cualquier tipo, y en el caso de aplicaciones de bajas dimensiones y producción en masa, puede ser de plástico inyectado.

El dispositivo instalado en la tubería provoca la aparición de una diferencia de presión entre sus caras que, según la ecuación de Bernoulli, es proporcional al cuadrado del caudal del fluido que circula por la tubería. El elemento sensor de presión, que actúa de elemento secundario, en esta solución compacta, se sitúa en una cavidad en el borde del diafragma. Utilizando un transductor de presión de manera que se transforme la señal de presión en una señal eléctrica (analógica, digital o de frecuencia), el dispositivo propuesto proporciona una señal eléctrica función del caudal de fluido. Para ello es necesario dotar al elemento sensor de conexiones físicas a las presiones existentes en las caras anterior y posterior del diafragma. En el caso de la Figura 1, esto se consigue mediante un agujero al menos, en cada una de las paredes de la cavidad en la que se encierra el microsensado de presión y que forman parte de las caras anterior y posterior del diafragma. De esta manera, la solución propuesta hace innecesaria la utilización de indicadores o transductores de presión externos conectados a la tubería. Así el dispositivo compacto se convierte en idóneo para aplicaciones tanto en tuberías de gran diámetro como para tuberías de diámetro inferior a una pulgada, o en aquellas en la que se disponga de poco espacio y se requiera un medidor de tamaño reducido.

Se ha demostrado que cámaras anulares en combinación con tomas en las esquinas o ranuras anulares, como las descritas en el estándar alemán DIN 1952, presentan ventajas puesto que permiten la medida de la presión promedio en el fluido a lo largo de la circunferencia de la tubería. En el dispositivo que se presenta, las ranuras anulares aparecen automáticamente cuando el diafragma se monta mediante bridas y usando O-rings comerciales como juntas, con lo que se substituyen las tomas de presión y las bridas con cámaras anulares usadas en las instalaciones de caudalímetros convencionales también basados en la medida de la diferencia de presión. Estas características hacen el diseño del diafragma muy simple y permiten una reducción de dimensiones sin perder las ventajas que presentan las técnicas estándar de mayor tamaño.

Finalmente, señalemos que el microsensado de presión incorporado se alimenta eléctricamente a través de un leadframe que a su vez también proporciona las señales eléctricas de salida.

Descripción detallada de los dibujos

Figura 1: Sección longitudinal del dispositivo estrangulador (1) con un microsensado de presión diferencial (2) incorporado en el borde del dispositivo. La diferencia de presión entre las caras del diafragma se mide mediante un sensor sobre el que actúa la presión a través de orificios (3 y 4). El

dispositivo incorpora un leadframe (5) que permite conectar, eléctricamente el sensor con el exterior. La cavidad en la que se aloja el sensor se cierra mediante una tapa (6) una vez se han realizado las soldaduras de conexión eléctrica entre el sensor y el leadframe. El dispositivo se monta entre bridas (7) en la tubería (8) utilizando, juntas tóricas (9). El montaje proporciona automáticamente unas ranuras anulares (10) que permiten la medida de la presión promedio del fluido a lo largo de la circunferencia de la tubería. El dispositivo puede ser montado entre bridas atornilladas (11).

Figura 2: Diseño de un diafragma (1) con orificio concéntrico (2) que incorpora una cavidad (3) en la que se aloja un microsensado de presión de silicio. La cavidad tiene un orificio (4) que constituye una de las tomas de presión, y se cierra mediante una tapa (5) que tiene a su vez un orificio (6) que proporciona la otra toma de presión.

Figura 3: Diseño de un leadframe de cuatro patillas: En las patillas interiores (1) se realizan las soldaduras del sensor de presión de silicio al leadframe. Este se inserta en el diafragma durante el proceso de fabricación de moldeo del dispositivo anclándose a través de los agujeros (2). Las patillas exteriores (3) proporcionan las conexiones eléctricas con el exterior del microsensado de presión incorporado en el diafragma.

Ejemplo de realización de la invención

En este apartado se describe el prototipo que se ha realizado en el Instituto de Microelectrónica de Barcelona-Centro Nacional de Microelectrónica basado en el caudalímetro objeto de esta invención.

En la Figura 2 se muestran los gráficos correspondientes a la parte principal del diafragma y de la tapa que cierra la cavidad en la que se aloja el microsensado de presión. Consiste en un elemento estrangulador del fluido que se puede considerar una mezcla entre una placa gruesa con orificio concéntrico y una tobera de cuarto de círculo (*"VDI/VDE-2041: Measurement of Fluid Flow with Primary Devices - Orifice Plates and Nozzles for Special Applications"* Abril 1991, pp. 11-15), puesto que el orificio presenta un perfil en forma de cuarto de círculo con el objeto de mejorar el perfil de las líneas de flujo, disminuir la pérdida de presión de línea y reducir los efectos de las fuerzas abrasivas sobre el orificio. Las dimensiones se han diseñado en base a su aplicación en tuberías de agua con diámetros interiores de 13 a 18 mm. Su espesor es de 10.4 mm y el diámetro exterior es de 50 mm con un orificio de 5.8 mm de diámetro. Al introducirse en la tubería, y para caudales en el rango de 0.2 a 20 l/min., el dispositivo produce una diferencia de presión máxima cercana a 30000 Pa y una pérdida máxima de presión de alrededor de 14000 Pa. Se ha realizado en material plástico (poliuretano).

La cavidad situada en el borde del dispositivo, se ha diseñado para alojar un microsensado de presión de silicio. El sensor usado ha sido diseñado y

fabricado en el IMB-CNM y consiste en un sensor de presión piezoresistivo de silicio integrado que convierte la diferencia de presión en una tensión eléctrica analógica. Mediante una técnica especial de encapsulado el sensor de presión puede medir presión diferencial en ambientes húmedos. Los contactos eléctricos entre el sensor de presión y el leadframe se realizan mediante soldadura de hilos por ultrasonidos. El diseño del leadframe se muestra en la Figura 3 y ha sido elaborado de una

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

placa niquelada de la aleación K65 de cobre y hierro. El leadframe proporciona cuatro terminales eléctricos que conectan eléctricamente el sensor con el exterior y está directamente incorporado al cuerpo básico del dispositivo durante el proceso de moldeo de este. Las patillas externas se han diseñado de dimensiones y espaciado adecuados para la utilización de conectores eléctricos estándar.

REIVINDICACIONES

1. Medidor de caudal de elemento estrangulador con microsensar de presión incorporado, **caracterizado** porque el dispositivo estrangulador (1) tiene un microsensar de presión diferencial (2) incorporado en el borde del dispositivo, la diferencia de presión entre las caras del diafragma se mide mediante un sensor sobre el que actúa la presión a través de orificios (3 y 4), el dispositivo incorpora un leadframe (5) que permite conectar eléctricamente el sensor con el exterior, la cavidad en la que se aloja el sensor se cierra mediante una tapa (6) una vez se han realizado las soldaduras de conexión eléctrica entre el sensor y el leadframe, el dispositivo se monta entre bridas (7) en la tubería (8) utilizando juntas tóricas (9), el montaje proporciona automáticamente unas ranuras anulares (10) que permiten la medida de la presión promedio del fluido a lo largo de la circunferencia de la tubería, el dispositivo puede ser

montado entre bridas atornilladas (11).

2. Medidor de caudal según la reivindicación 1 **caracterizado** porque el diseño del diafragma (1) tiene un orificio concéntrico (2) que incorpora una cavidad (3) en la que se aloja un microsensar de presión de silicio, la cavidad tiene un orificio (4) que constituye una de las tomas de presión, y se cierra mediante una tapa (5) que tiene a su vez un orificio (6) que proporciona la otra toma de presión.

3. Medidor de caudal según reivindicación 1 **caracterizado** porque contiene un leadframe de cuatro patillas: en las patillas interiores (1) se realizan las soldaduras del sensor de presión de silicio al leadframe, éste se inserta en el diafragma durante el proceso de fabricación de moldeo del dispositivo anclándose a través de los agujeros (2), las patillas exteriores (3) proporcionan las conexiones eléctricas con el exterior del microsensar de presión incorporado en el diafragma.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

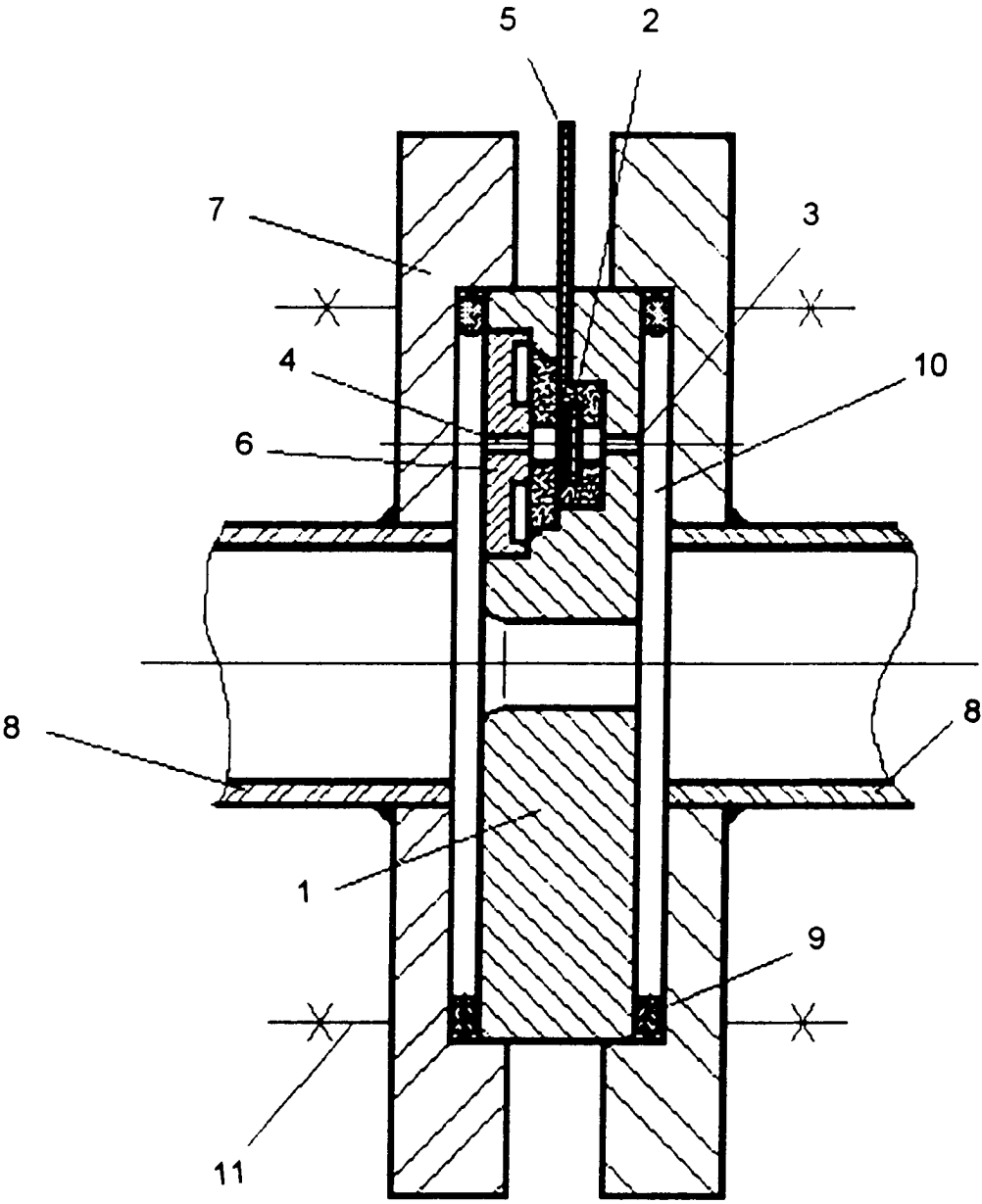


Figura 1

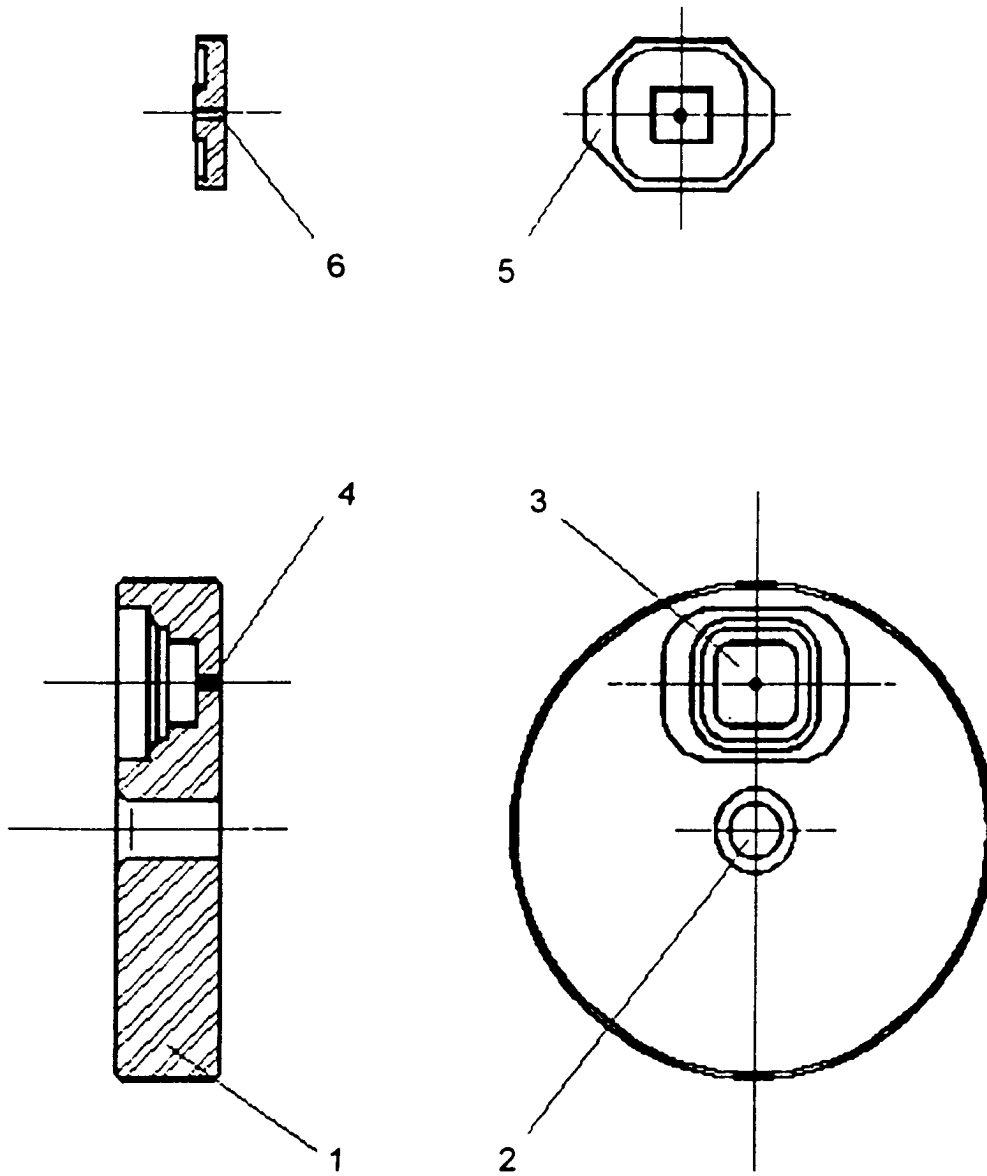


Figura 2

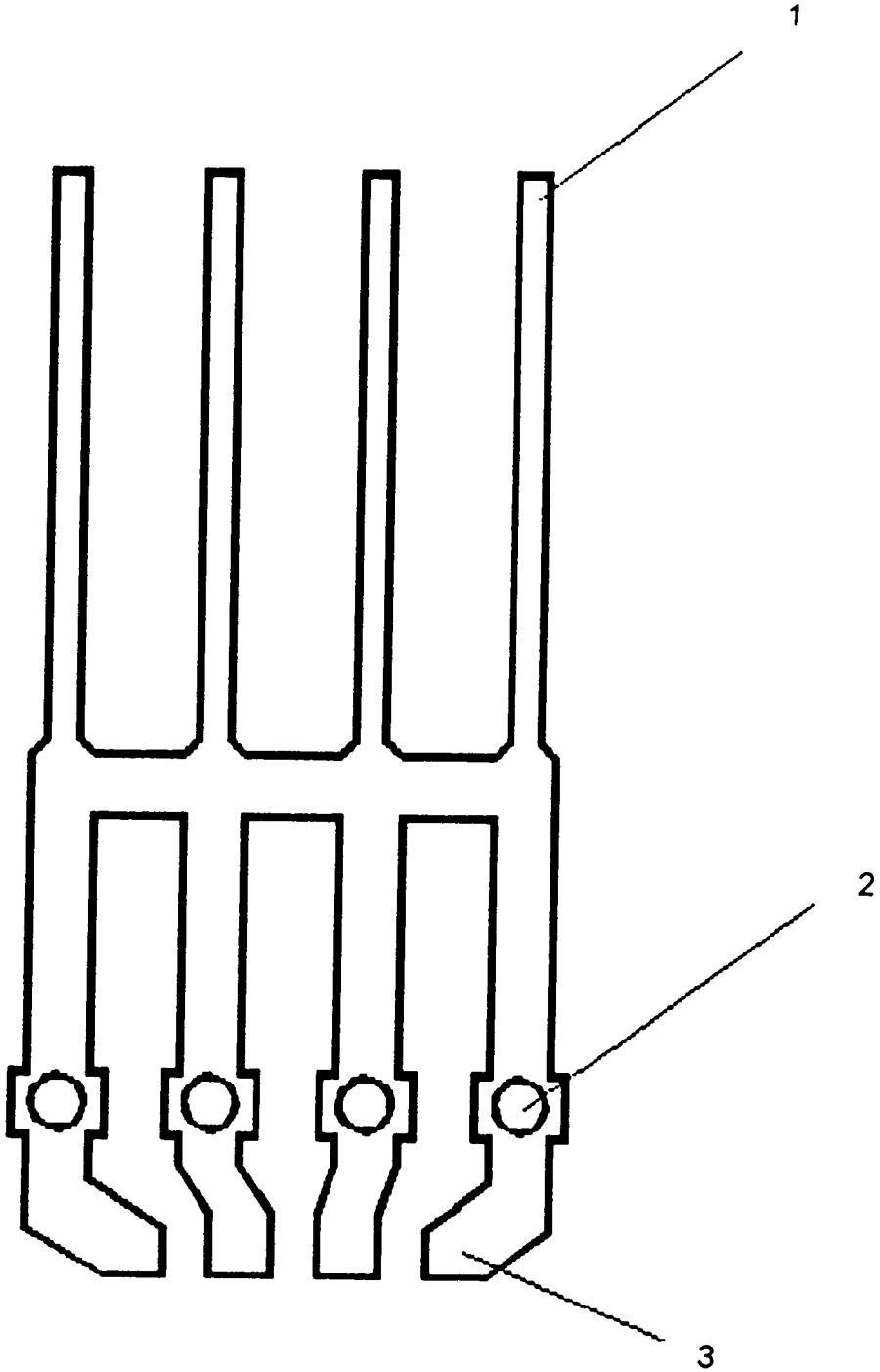


Figura 3



INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤ Int. Cl.⁶: G01F 1/36

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X Y	US-4249164-A (VINCENT V. TIVY) 03.02.1981 * Figura 1; columnas 2,3 *	1 2
Y	EP-639760-A (YOKOGAWA ELECTRIC CORPORATION) 22.02.1995 * Figura 1; columna 1, líneas 44-53 *	2
A	WO-9304342-A (SALFORD UNIVERSITY BUSINESS SERVICES LIMITED) 04.03.1993 * Página 5; figura 3 *	1,2
A	US-2614423-A (JAMES H. CARBONE) 21.10.1952 * Figura 1 *	1,2
A	US-4735098-A (FRED KAVLI y KYONG PARK) 05.04.1988 * Figuras 1,5 *	2
A	EP-733889-A (CATEYE Co. Ltd.) 25.09.1996 * Figuras 1,5,13A; columnas 4,5 *	3
A	US-5186044-A (SHINYA IGARASHI y KAORU UCHIYAMA) 16.02.1993 * Columna 4, líneas 27-47 *	3

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

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

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

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

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

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones n.º:

Fecha de realización del informe

17.09.98

Examinador

S. Fernández Díez-Picazo

Página

1/1