



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 276 291**

51 Int. Cl.:  
**G01F 1/58** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **04727328 .9**

86 Fecha de presentación : **14.04.2004**

87 Número de publicación de la solicitud: **1616152**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **18.01.2006**

54

Título: **Transductor de flujo magnético y medidor de flujo que incorpora el mismo.**

30

Prioridad: **14.04.2003 GB 0308446**

73

Titular/es: **Sentec Limited**  
**Brunswick House, 61-69 Newmarket Road**  
**Cambridge CB5 8EG, GB**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.06.2007**

72

Inventor/es: **Glauser, Antony Robert y**  
**Knill, Alexander Charles**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.06.2007**

74

Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 276 291 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

Transductor de flujo magnético y medidor de flujo que incorpora el mismo.

### Campo de la invención

La presente invención se refiere a transductores y en particular a medidores de flujo de agua magnéticos.

### Antecedentes de la invención

En un medidor de agua de utilidad convencional, un transductor de flujo mecánico (típicamente desplazamiento positivo o turbina sencilla/multichorro) está acoplado a un mecanismo registrador que mide el número de ciclos repetitivos del transductor. Este mecanismo con frecuencia es un odómetro mecánico. La conexión de éste a la electrónica que se requiere para una lectura de medidor remota puede ser problemática y costosa, incluso cuando el odómetro es reemplazado por un registrador en estado sólido que tiene contadores digitales.

El uso de un transductor de flujo que también está en estado sólido reduce dichos problemas de conexión. Dicho transductor de flujo es un transductor de flujo magnético de un tipo que es muy conocido: GB1303730A describe un transductor en donde los electrodos comprenden hilo conductor alargado que contiene cobre rodeado por un material aislante permeable. SU800650B describe un medidor de flujo en donde un electrodo está envuelto por un sistema protector en la forma de un par galvánico que consta de un electrodo de rejilla hecho de material catalítico para reincorporación de oxígeno y está directamente acoplado a un ánodo que rodea el electrodo de medición y está hecho de material potencial estacionario con respecto a la reincorporación de oxígeno. US3299703 reclama un medidor de flujo en donde los electrodos están colocados en cavidades formadas en la pared interna de un conducto de flujo y en donde un agente de humidificador es colocado en las cavidades entre los electrodos y el líquido. JP54116960A describe un medidor de flujo en donde un par de electrodos son suministrados con un potencial positivo para mantener limpias las superficies del electrodo. Dicho transductor de flujo también se muestra a manera de ejemplo en la vista transversal de la figura 1. El tubo de flujo 101 incorpora un transductor magnético 109 que comprende un par de electrodos 102 colocados a través de un diámetro del tubo 101, por lo menos con una parte de una superficie de cada electrodo 102 en contacto estrecho con el fluido 108 en el tubo. Las piezas de los polos magnéticos 103 se colocan a través del diámetro ortogonal del tubo 101 y están unidas por un circuito magnético 104. Como es muy conocido en la técnica, el campo magnético 107 imparte una fuerza sobre especies cargadas que se mueven con un medio a granel (iones en el caso de agua), ocasionando que las especies cargadas migren en una dirección ortogonal tanto al campo magnético como en la dirección del movimiento del fluido a granel. El desplazamiento mutuo de las especies opuestamente cargadas da como resultado un campo eléctrico a lo largo de la dirección de migración, el cual se acumula hasta que la fuerza electrostática en un ión determinado es equilibrada por la fuerza magnética. Debido a que la fuerza magnética depende implícitamente en la velocidad del flujo del medio a granel, la medición del campo eléctrico opuesto (o diferencia potencial) provee un medio conveniente para determinar la ve-

locidad de flujo, mientras que la integración con el paso del tiempo permite que se calcule el volumen total que ha pasado a través del tubo. La circuitería para procesar las señales de electrodo para obtener dichas mediciones es muy conocida en la técnica y en consecuencia no se describe con mayor detalle en la presente invención.

Como es bien conocido, puede ser conveniente alternar el campo magnético aplicado para superar varias limitaciones de una medición de campo estático. Dicha limitación es impuesta por la naturaleza de los electrodos empleados para medir la diferencia potencial eléctrica en el fluido. Un electrodo ideal formará una conexión eléctrica perfecta con el fluido, sin una barrera de energía para el intercambio de carga en cualquier forma a través de la interconexión sólido-líquido. Pocas veces se observa esto en sistemas prácticos, y es mucho más probable que esté presente una diferencia potencial eléctrica a través de la interconexión. La diferencia potencial con frecuencia se define de manera deficiente, y varía aleatoriamente con el tiempo, de tal manera que muestra un espectro de ruido que es inversamente proporcional a la frecuencia ( $1/f$ ). Por lo tanto, una medición de campo estático (DC) estará sujeta a errores grandes instantáneos.

La alternación del campo magnético aplicado a una frecuencia conocida  $f_0$  supera parcialmente este problema: como se muestra en la figura 2, esto da como resultado que la señal eléctrica deseada 201 también esté presente en la frecuencia  $f_0$ , la cual es elegida para que sea significativamente superior que la frecuencia característica del espectro de ruido del electrodo 202. La medición de la amplitud de señal eléctrica  $a$  provee una indicación de la velocidad de flujo que está sustancialmente libre de errores.

Una razón adicional para aplicar un campo magnético alterno es que la impedancia eléctrica de señal pequeña de los electrodos típicos, tal como se percibe por medio de un circuito de medición fijo entre ellos, también cae con una frecuencia en aumento. Por lo tanto, se puede permitir que el circuito de medición extraiga más corriente de la fuente de señal, sin ocasionar errores sustanciales. La principal ventaja es que se puede adoptar un diseño de circuito de medición más económico y más simple.

Para entender el comportamiento dependiente de la frecuencia de los electrodos, es útil considerar un modelo eléctrico simple de la figura 3 que con frecuencia se aplica a la interconexión sólido-líquido 301, que consiste de un resistor 302 en paralelo con un condensador 303. El intercambio directo de especies cargadas entre el sólido 304 y el líquido 305 es expresado por el flujo de corriente a través del resistor 302, mientras que el condensador 303 representa la tendencia de las especies cargadas a acumularse en los alrededores de la interconexión, sin cruzarla en realidad. A frecuencias sustancialmente arriba de 1 Hz, el condensador 303 generalmente provee la ruta más sencilla para el flujo de una corriente de señal pequeña a través de una interconexión sólido-líquido.

En el dispositivo de la figura 1 se logra un campo magnético alterno a través de bobinas 105 devanadas alrededor de una parte del circuito magnético 104 y suministradas con una forma de onda de corriente alterna conveniente. Además, para reducir el consumo de energía se provee un circuito magnético 104 con uno o más elementos 106 que muestran remanencia magnética para que las bobinas solo necesiten ser

energizadas cuando se requiera cambiar el estado del campo magnético.

La presente invención tiene como objetivo una reducción adicional todavía en el consumo de energía de transductores de flujo magnético.

#### Descripción de invención

Por consiguiente, la invención consta de un transductor de flujo magnético de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2. Un electrodo como se define en una de estas reivindicaciones tiene una energía de ruido menor a frecuencias por debajo de 5 Hz que un electrodo que comprende aleación de metal de carbono o resistente a la corrosión.

La invención se basa en el reconocimiento de que, al emplear un electrodo que tiene energía de ruido menor a bajas frecuencias que los electrodos convencionalmente empleados en medidores de agua, la frecuencia del campo magnético alterno se puede reducir para la misma señal a una relación de ruido que a su vez reduce el consumo de energía del transductor.

En contraste, los electrodos de transductores de flujo magnético conocidos se eligen por su inmunidad a los efectos de la corrosión y, en consecuencia, están hechos de aleaciones de metal resistentes a la corrosión tal como acero inoxidable o Hastelloy. En dichos transductores conocidos, el potencial electroquímico a través de la interconexión está definido de manera deficiente, permitiendo variaciones grandes durante periodos más prolongados de tiempo, del orden de segundos. Sin embargo, debido a que transductores conocidos operan en una frecuencia de campo magnético mucho mayor que 1 Hz, esto no ha ocasionado problemas. Por lo tanto, expresado de forma diferente, un electrodo de acuerdo con la presente invención tiene una característica de ruido a frecuencias de campo magnético de alrededor de 1 Hz que es menor que aquella de un electrodo que comprende aleación de metal resistente a la corrosión.

El electrodo de acuerdo con la invención está configurado para que una corriente galvánica fluya a través de su interconexión con el fluido del flujo. Una corriente galvánica surge debido al movimiento o intercambio de especies cargadas a través de la interconexión sólido-líquido. Ésta es distinta de la corriente de desplazamiento que fluye entre el líquido y los electrodos del sensor en medidores de flujo magnético conocidos y que fluye como resultado de que láminas opuestas de carga se acumulan o dispersan en cualquier lado de una interconexión sin cruzar realmente el límite de fase. La configuración de la corriente galvánica mejora significativamente la impedancia eléctrica y las características de ruido del electrodo.

Además, el electrodo de acuerdo con la invención está configurado para que la corriente galvánica sea portada por iones. Los iones de plata son particularmente convenientes debido a que la plata sólida es estable en agua durante un periodo prolongado de tiempo y no se corroe significativamente. Además, no es tóxica y es un aditivo para alimentos permitido (E174). La plata también está cerca del cobre en la serie electroquímica, reduciendo el riesgo de corrosión electrolítica no deseada en tubos de agua. También es biocidal, ayudando a evitar el estancamiento y formación de biopelículas problemáticas en y alrededor de los electrodos.

Además, la colocación de un metal y una sal de ese metal interpuesta entre el metal y el fluido del flujo ayuda al intercambio de carga entre el conductor y

el fluido que está debajo de la corriente galvánica. La sal o compuesto iónico de preferencia es moderadamente soluble en el fluido del flujo del cual se va a medir y, por lo tanto, es retenido en el electrodo. En los casos donde el metal es plata, el compuesto iónico puede ser una sal de haluro de plata. Además, en los casos donde el fluido es agua, dichas sales de haluro de plata son convenientemente formadas por los iones más comúnmente presentes en agua de la llave (cloruro, fluoruro). Los haluros de plata forman unas semiceldas electroquímicas estables en contacto con el metal.

De acuerdo con la invención, la capa de sal de metal es depositada electroquímicamente en una superficie de metal, por ejemplo, mediante anodización o comprende una capa sinterizada de sal de metal en una superficie de metal. El grosor de la capa afectará la impedancia del electrodo: si es muy gruesa, está agregará una impedancia en serie excesiva al circuito eléctrico total, mientras que si es muy delgada, la concentración será insuficiente para mantener las reacciones electroquímicas requeridas. Por lo tanto, el grosor de la capa de preferencia se elige, por ejemplo, empíricamente, para que yazca entre estos dos extremos de tal forma que la impedancia del electrodo esté a un mínimo.

La mejora adicional en las características eléctricas y de ruido se puede lograr a través de un electrodo que tiene una superficie de metal que ha sido raspada para incrementar su área activa. Esto se puede lograr de manera conveniente rebajando parte de la sal de metal nuevamente a metal, lo cual típicamente da como resultado un resurgimiento de metal que no es uniforme y es áspero.

De preferencia, se equilibrará un par de electrodos del transductor de flujo magnético para reducir al mínimo el potencial de compensación entre los dos. Cada electrodo actúa como una semicelda electroquímica separada, con una diferencia potencial correspondiente con relación al líquido. Si los electrodos no son idénticos, la diferencia entre los dos potenciales de semicelda estará presente entre las terminales de los electrodos, y esto puede ocasionar problemas con la posterior circuitería de amplificación (por ejemplo, saturación).

Las ventajas de baja energía de la invención anterior se mejoran adicionalmente gracias a la reducción en el consumo de energía obtenido cuando el campo magnético es generado por medios que muestran la remanencia magnética, tal como se analizó anteriormente. La invención también comprende un medidor de flujo que incorpora dicho transductor magnético, en donde el bajo consumo de energía del transductor también hace posible el uso de energía de batería (que se muestra en 110 en la figura 1) y las ventajas en términos de facilidad de instalación que esto conlleva.

#### Breve descripción de las figuras

La invención se ilustra en forma de diagrama, a manera de ejemplo, en las figuras anexas, en donde:

La figura 1 es una vista transversal de un tubo de flujo equipado con un transductor de flujo magnético;

La figura 2 ilustra las características de amplitud/frecuencia de la señal de los electrodos.

La figura 3 es un modelo eléctrico simple de la interconexión sólido-líquido.

La figura 4 muestra un electrodo de una primera modalidad de la invención.

La figura 5 ilustra el intercambio galvánico de carga totalmente reversible entre el fluido y el metal.

La figura 6 ilustra una disposición en donde se pueden formar los electrodos de la invención.

La figura 7 muestra un electrodo preparado utilizando la disposición de la figura 6.

La figura 8 muestra la construcción de un segundo electrodo de acuerdo con la invención.

La figura 9 muestra la construcción de un tercer electrodo de acuerdo con la invención.

La figura 10 muestra la construcción de un cuarto electrodo de acuerdo con la invención.

La figura 11 es una gráfica de densidad de ruido contra frecuencia para varios materiales de electrodo.

#### Descripción detallada de la invención

La figura 4 muestra un electrodo de una primera modalidad de la invención y comprende un elemento de metal 401 (por ejemplo, un cable, una placa, o una película que cubre completamente un conductor subyacente) recubierto con un compuesto iónico 402 del mismo metal, el cual es moderadamente soluble en el fluido del flujo que se va a medir 403.

En el ejemplo que se muestra, el metal 401 es plata, en donde el compuesto anexo 402 es cloruro de plata. La figura 5 ilustra el intercambio galvánico de carga completamente reversible entre el fluido 403 y el metal 401 por medio de iones de plata que cruzan el límite de fase entre el electrodo de plata sólido 401 y la capa de cloruro de plata hidratado 402. El potencial eléctrico a través de la interconexión queda definido por la ecuación de Nernst, la cual a su vez depende de la concentración en superficie de  $AgCl$  y la concentración líquida de iones  $Cl$ . Aunque estas cantidades no serán constantes, normalmente se espera que varíen en una escala de tiempo mucho mayor que el periodo del campo magnético alterno. De acuerdo con la invención, la escala de tiempo de esta variación es significativamente más prolongada que para una superficie de electrodos que no posee un mecanismo de intercambio de iones controlado. Por consiguiente, la operación a una frecuencia más baja es facilitada debido a que se reduce la energía de ruido. La figura 11 muestra (curva C) la variación en ruido  $N$  con frecuencia  $f$  para electrodos que comprenden cloruro de plata en comparación con electrodos convencionales de carbono o acero (curvas A y B). La línea base se muestra en D.

La capa de compuesto iónico 402 puede ser formada por reacción espontánea de la superficie de metal con especies ordinariamente presentes en el fluido. Por ejemplo, los electrodos de plata tienen probabilidades de reaccionar con los agentes de tratamiento (o residuos) en un suministro de agua clorada, produciendo finalmente cloruro de plata.

La figura 6 ilustra un aparato para ejecutar un método para incrementar la cantidad de compuesto iónico para situaciones en donde las reacciones espontáneas son insuficientes. Se provee un tercer electrodo 604 para hacer contacto con el fluido 603, además de los electrodos de medición 601 y 602. El electrodo 604 no tiene que estar hecho del mismo material que los electrodos 601 y 602 (por ejemplo, grafito o acero sería suficiente). A intervalos determinados por la electrónica de control 605, se aplica un potencial sustancial entre el electrodo 604 y los electrodos de medición 601 y 602. Para el sistema de cloruro de plata descrito arriba, los electrodos de medición 601 y 602 se mantendrían a un potencial positivo con respecto

al electrodo 604, suficiente para ocasionar que una cantidad de la plata en los electrodos 601 y 602 reaccione con especies iónicas negativamente cargadas en las inmediaciones. Las especies iónicas de preferencia serían cloruro, y el potencial aplicado entre los electrodos se puede elegir para favorecer dicha reacción.

El intervalo y la duración del tratamiento anterior se pueden determinar en un número de formas. En la ejecución más simple, los intervalos a los cuales se aplicó se determinarían antes de la instalación. Alternativamente, los intervalos se pueden calcular de acuerdo con las propiedades de la señal eléctrica detectada por la unidad de medición 606. Por ejemplo, una variación aleatoria elevada en la señal de los electrodos (es decir, más ruido) indicaría que la impedancia del electrodo está aumentando, con mayor probabilidad debido al agotamiento del compuesto iónico. Esto se podría utilizar para desencadenar un ciclo de tratamiento para restaurar el recubrimiento. Alternativamente, el estado del recubrimiento del electrodo se podría determinar utilizando una medición de impedancia activa aplicada por la unidad 406.

La figura 7 muestra un electrodo preparado utilizando el método anterior y que comprende una sección plana de plata 701 recubierta electroquímicamente con una película delgada de cloruro de plata 702. Colocada en contacto directo con el líquido que fluye 703, y de preferencia alineada con la pared del tubo de flujo para reducir la turbulencia y el ruido de medición correspondiente así como la incertidumbre, su superficie tenderá a corroerse con el paso del tiempo debido a los materiales en partículas que están en el líquido, ayudando así a mantener una superficie de electrodo activa.

Un área de superficie más grande, junto con un depósito persistente de cloruro de plata, se puede lograr mediante el uso de cloruro de plata sinterizado sobre un electrodo de respaldo de metal, como se muestra en 801 y 802 respectivamente en la figura 8. Como se muestra, el electrodo 802 es monolítico, es decir, una sola pieza sólida de alambre o placa. Sin embargo, también es posible una construcción sinterizada. También se puede incluir plata metálica en la forma de gránulos en la capa de cloruro de plata sinterizada 801, la proporción de gránulos de plata se elige para que un número sustancial haga contacto eléctrico entre sí. Dicha mezcla de plata y gránulos de cloruro de plata se puede formar en un tercer elemento metálico monolítico tal como una varilla o placa de plata.

La figura 9 muestra una construcción de electrodos más robusta de acuerdo con la presente invención que también es más estable con el tiempo y menos susceptible al agotamiento e interferencia de la contaminación o efectos de flujo. Se coloca una placa de plata monolítica 901 detrás de un elemento poroso protector, tal como una fritada 902, con un depósito interpuesto 903 de cloruro de plata, el cual puede constar de gránulos de cloruro de plata y/o plata, un polvo o un sinterizado.

La figura 10 representa un material compuesto de las figuras 7 y 8, con gránulos sinterizados de cloruro de plata 1001 colocados en una cavidad central 1002 dentro de un elemento de plata sólido 1003. La sección sinterizada provee el electrodo más estable bajo condiciones propicias, mientras que la plata expuesta (que se muestra con una capa de cloruro de plata en 1004) es mejor para hacer frente a condiciones desa-

fiantes, por ejemplo, agua sucia, en donde los elementos porosos tienen mayor probabilidad de bloquearse.

Se apreciará que la capa de cloruro de plata formada sobre el metal es muy gruesa, ésta agrega una impedancia en serie excesiva al circuito eléctrico total. Si es demasiado delgada, la concentración es insuficiente para mantener las reacciones electroquímicas requeridas. La cantidad óptima de cloruro se puede determinar monitoreando la impedancia eléctrica del electrodo en un electrolito estable, ya sea durante la fabricación del electrodo, o durante la operación posterior. El tratamiento catódico o anódico se debería aplicar hasta que la impedancia esté a su punto factible más bajo.

En la práctica, el componente medido de la impedancia puede ser capacitancia, resistencia o una combinación de las dos. Éste se puede medir entre la terminal del electrodo y la terminal de un segundo electrodo inmerso en el mismo electrolito y que puede ser otro electrodo de medidor de flujo. Alternativamente, se pueden mantener dos electrodos en el mismo potencial eléctrico medio durante el tratamiento de tal forma que se pueda aplicar un pequeño potencial alterno diferencial para medir la impedancia de señal pequeña entre ellos (por ejemplo, conectando las terminales de los electrodos entre sí con un inductor).

También es importante equilibrar los electrodos para garantizar el mínimo potencial de compensación eléctrica entre los dos. Cada electrodo actúa como una semicelda electroquímica separada, con una diferencia potencial correspondiente con relación al líquido. Si los electrodos no son idénticos, la diferencia entre los potenciales de las dos semiceldas estará presente entre las terminales de los electrodos, y esto puede ocasionar problemas con la circuitería de amplificación posterior (por ejemplo, saturación).

Para este fin, los electrodos pueden ser tratados hasta que alcancen un potencial de semicelda electroquímica común. Esto puede involucrar uno o más de anodización, catodización, exposición a un agente químico o luz, como se describe en otro apartado de este documento, el potencial de la semicelda del

electrodo se mide contra una semicelda estándar fija, o contra un segundo electrodo que no se está tratando al mismo tiempo. Alternativamente, el tratamiento puede involucrar la conexión de las terminales de dos o más electrodos similares entre sí durante un periodo de tiempo, mientras que los electrodos son inmersos en un electrolito conductor común. Dicho acondicionamiento de electrodos puede ser aplicado durante la vida operativa del instrumento terminado, por la electrónica huésped, así como durante la fabricación inicial.

Las características eléctricas y de ruido del electrodo se pueden mejorar aumentando su área de superficie activa y reduciendo así su impedancia de interconexión. Esto se puede lograr a través de técnicas de raspado electroquímicas y mecánicas. Además, al invertir el flujo de la corriente en el tratamiento de anodización descrito anteriormente, AgCl se puede convertir nuevamente en Ag metálico, el resurgimiento del metal es en forma de dendritas de Ag metálico que se forman entre el AgCl, surgiendo de la superficie de metal. Esto también tiene el efecto de aumentar el área de superficie activa del electrodo de plata y es aplicable tanto a construcciones monolíticas como sinterizadas, en donde se puede utilizar para cultivar dendritas de plata metálica entre los gránulos.

El paso de aumentar el área de superficie se puede alternar con el paso de formar cloruro de plata como se describió anteriormente. También se puede llevar a cabo utilizando otros medios conocidos de reducción, por ejemplo calentamiento en gas hidrógeno o exposición a la luz.

Se debería entender que la invención se ha descrito a manera de ejemplos únicamente y que se puede realizar una amplia variedad de modificaciones sin apartarse del alcance de la invención. En particular, la invención no está restringida a plata o su compuesto iónico o sal, cloruro de plata. El oro y platino también pueden producir buenos resultados. De manera similar, la invención también aplica a fluidos que no sean agua.

## REIVINDICACIONES

1. Un transductor magnético (109) para medir el flujo de un fluido, en el que el transductor tiene electrodos (102) y un campo magnético alterno (107), en donde un electrodo comprende un metal (401) y una capa (402) de una sal de ese metal dispuesta de tal manera que está interpuesta entre el metal y el fluido (403), en el que la capa ha sido depositada o sinterizada electroquímicamente.

2. Un transductor magnético (109) para medir el flujo de un fluido, en el que el transductor tiene electrodos (102) y un campo magnético alterno (107), en donde un electrodo comprende un metal (401) y una capa (402) de una sal de ese metal dispuesta de tal manera que está interpuesta entre el metal y el fluido (403), en el que la capa ha sido reducida de nuevo a metal.

3. El transductor magnético de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la capa (402) de sal es moderadamente soluble en dicho fluido (403) cuyo flujo se va a medir.

4. El transductor magnético de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado** porque el metal (401) es plata.

5. El transductor magnético de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado** porque la capa (402) de sal comprende sal de haluro de plata.

6. El transductor magnético de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado** porque dicha sal de haluro de plata es cloruro de plata o fluoruro de plata.

7. El transductor magnético de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, **caracteriza-**

**do** porque dicha capa (402) es depositada electroquímicamente.

8. El transductor magnético de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, **caracterizado** porque dicha capa (402) es sinterizada.

9. El transductor magnético de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el grosor de la capa (402) es tal que la impedancia del electrodo está a un mínimo.

10. El transductor magnético de acuerdo con cualquier reivindicación, cuando depende de la reivindicación 1, **caracterizado** porque la superficie del electrodo es raspada para incrementar su área activa.

11. El transductor magnético de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado** porque la capa (402) es parcialmente reducida nuevamente a metal.

12. El transductor magnético de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, **caracterizado** porque un par de electrodos (102) del transductor magnético es equilibrado para reducir al mínimo el potencial de compensación entre los dos.

13. El transductor magnético de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende medios (103, 104, 105) para generar el campo magnético alterno (107), dichos medios muestran remanencia magnética.

14. Un medidor de flujo que incorpora un transductor magnético de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

15. El medidor de flujo de acuerdo con la reivindicación 14, **caracterizado** porque el medidor es energizado con batería (110).

35

40

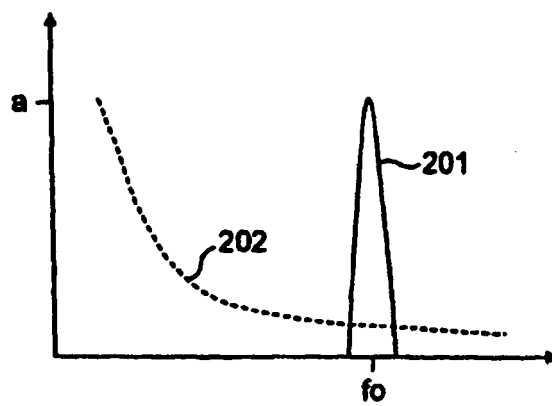
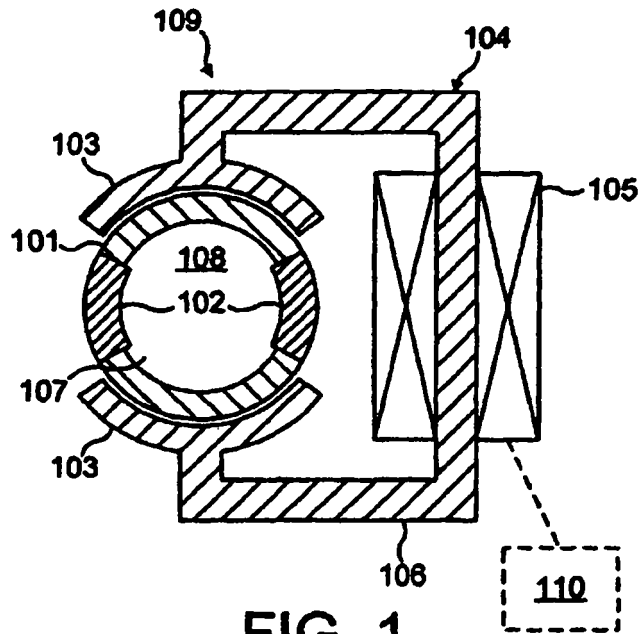
45

50

55

60

65



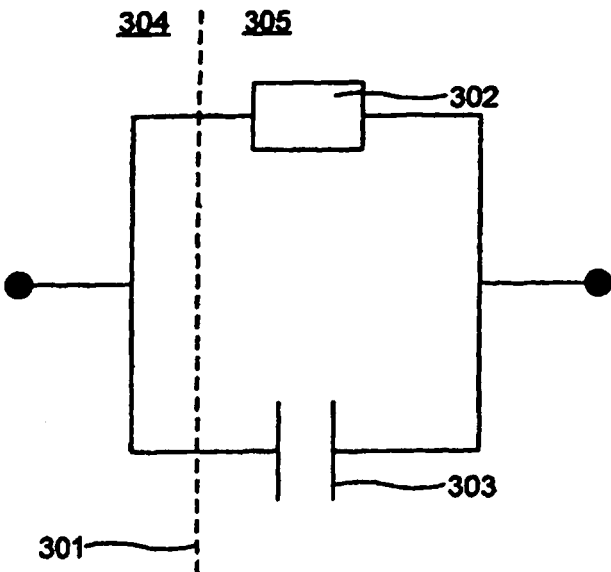


FIG. 3

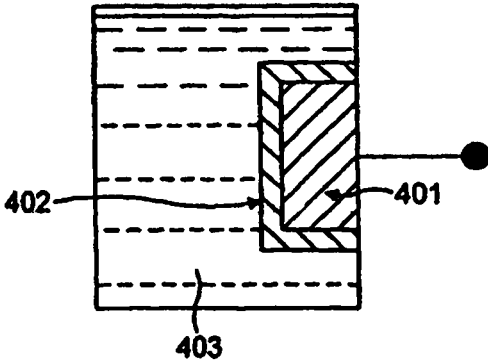


FIG. 4

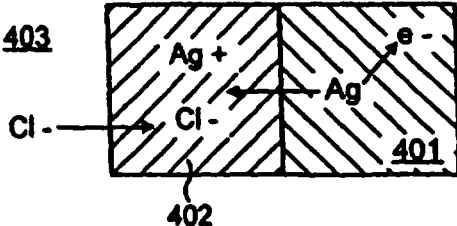


FIG. 5

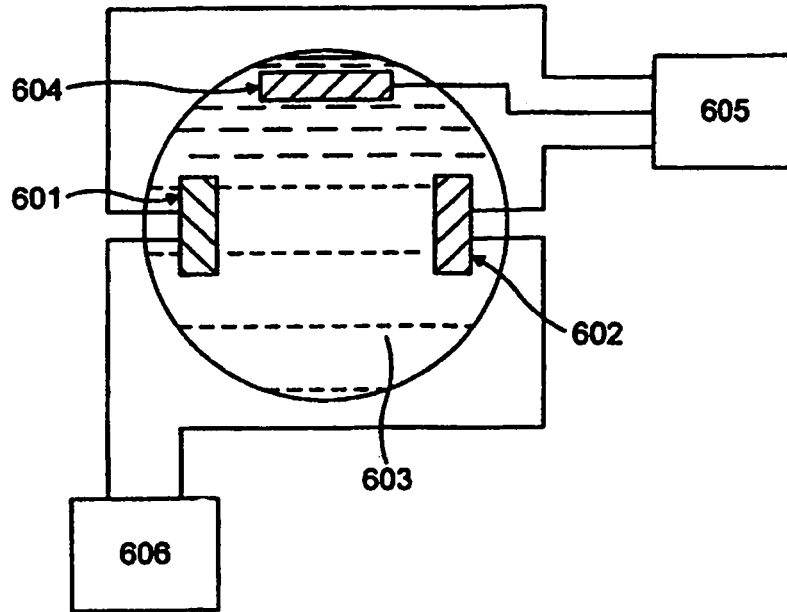


FIG. 6

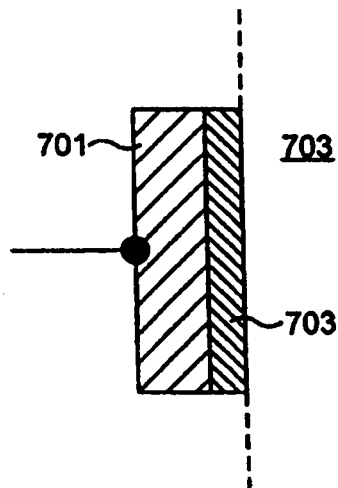


FIG. 7

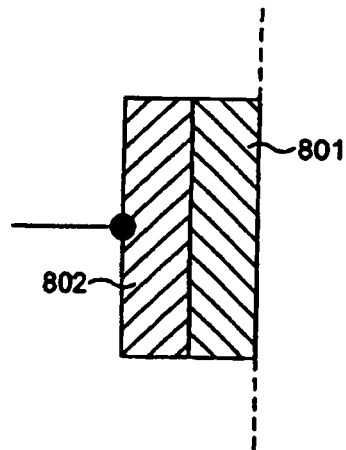


FIG. 8

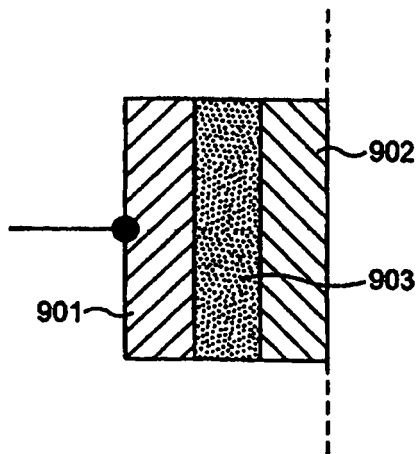


FIG. 9

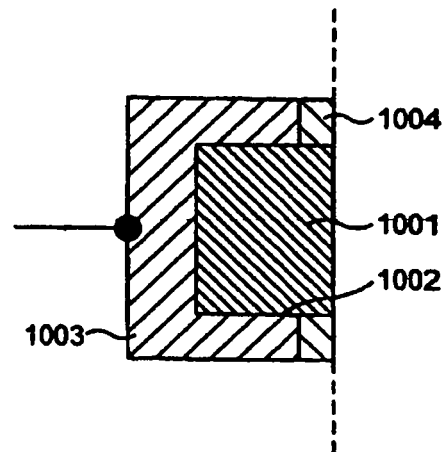


FIG. 10

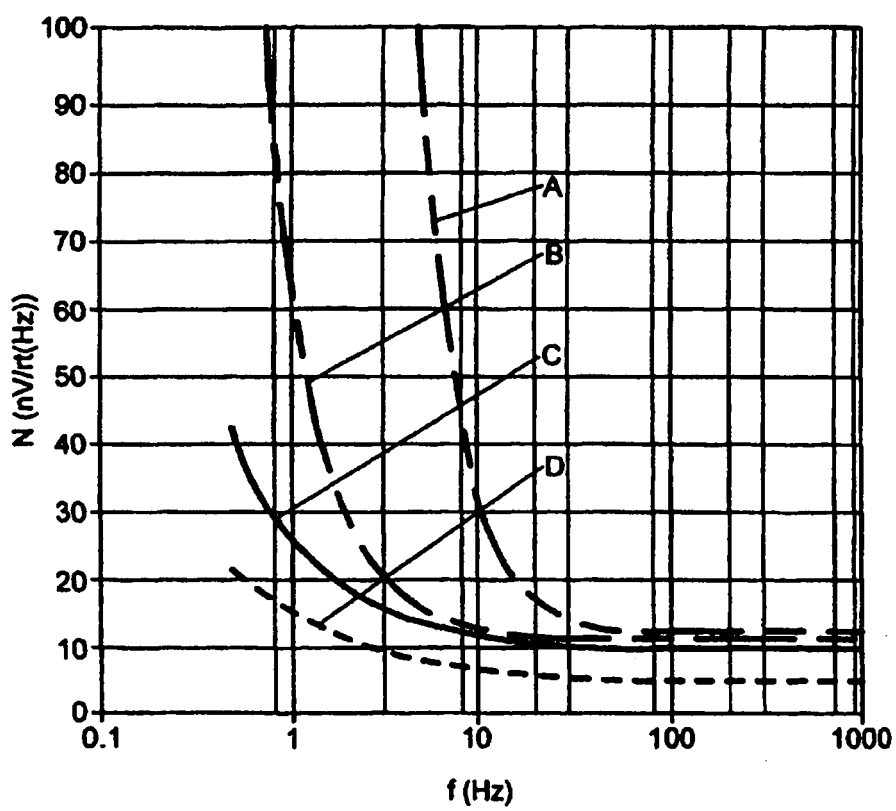


FIG. 11