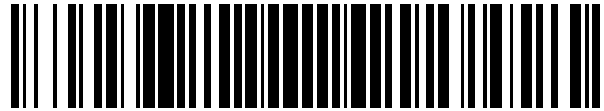


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 399 486**

51 Int. Cl.:

**G01F 1/58** (2006.01)

**A61M 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.12.2008 E 08862473 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.01.2013 EP 2231219**

54 Título: **Electrodos embutidos para detectar flujo en un sistema quirúrgico oftálmico**

30 Prioridad:

**17.12.2007 US 957841**

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

**01.04.2013**

73 Titular/es:

**BAUSCH & LOMB INCORPORATED (100.0%)  
ONE BAUSCH & LOMB PLACE  
ROCHESTER, NY 14604-2701, US**

72 Inventor/es:

**JONES, ROSS, PETER;  
LUTWYCHE, MARK, IAN y  
POOLEY, DAVID, MARTIN**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 399 486 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**

Electrodos embutidos para detectar flujo en un sistema quirúrgico oftálmico

**5 Campo**

La presente invención se refiere a la detección de un caudal de aspiración en un sistema de bomba quirúrgica. Más particularmente, la presente solicitud se refiere a un sensor de flujo para su uso con sistemas de bomba quirúrgica.

**10 Antecedentes**

Las afirmaciones en esta sección proporcionan simplemente información antecedente relacionada con la presente descripción y pueden no constituir técnica anterior.

15 El flujo y el caudal de tejido y fluidos a través de un tubo de aspiración son de interés durante operaciones, incluyendo operaciones oftálmicas. La medición del caudal de aspiración quirúrgico puede ser valiosa, ya que puede posibilitar el control seguro del equipo quirúrgico oftálmico. En la mayoría de los sistemas basados en desplazamiento positivo, se ha sabido que el flujo se infiere a partir de la frecuencia del ciclo, es decir, la velocidad de rotación, de la bomba de aspiración. Sin embargo, esta inferencia puede no ser válida en situaciones en las que hay diferenciales de presión variables en el sistema de bomba. Las variaciones de presión pueden producirse como resultado de cambios en la altura del frasco de irrigación-fluido, cambios en la viscosidad del aspirado, y cambios en las condiciones de oclusión en el extremo distal del tubo de aspiración. Para sistemas de aspiración a base de vacío disponibles en el mercado conocidos previamente no ha sido factible ninguna medición de flujo, ni podía inferirse con precisión el flujo a partir del nivel de vacío. Esto es debido a que el caudal real varía con la viscosidad del aspirado y el estado de oclusión del tubo de aspiración. Por lo tanto, la medición directa del caudal es difícil de conseguir y típicamente, impráctica para sistemas basados en vacío.

El documento WO-A-03/047652 describe un depósito de recogida para su uso con un sistema de control de caudalímetro, un depósito de recogida que incluye un cartucho de paredes rígidas adaptado para conectarse a tubos de aspiración y un par de electrodos situados de modo que los electrodos sean conectables eléctricamente a un caudalímetro, en el que, en funcionamiento, los electrodos están expuestos al fluido y el tejido que son aspirados desde el sitio quirúrgico, de modo que el caudalímetro indica un caudal del fluido y el tejido desde el sitio quirúrgico.

El documento US-A-2004/0040385 describe un caudalímetro magneto-inductivo que sirve para medir el caudal de un medio en movimiento, que incorpora un conducto de medición, un canal del electrodo de muestreo que se extiende a través de la pared del conducto de medición, y un electrodo de muestreo, que está situado en un canal del electrodo de muestreo de tal manera que el cabezal de su electrodo de muestreo esté embutido desde la pared interna del conducto de medición.

Por lo tanto, sería deseable tener un sensor de flujo viable, de bajo coste que pudiera incorporarse de forma económica en un sistema desechable o reutilizable para medir directamente el caudal. Dicha medición de flujo puede permitir nuevos modos de operación, particularmente para sistemas basados en vacío.

**Resumen**

45 De acuerdo con un aspecto de la presente solicitud, se proporciona un medio de detección para permitir el control del caudal de aspiración, que incluye una cámara de terminales del electrodo para detectar el flujo a su través. La cámara de terminales del electrodo tiene una entrada en comunicación con un canal de flujo para recibir fluido y material viscoelástico aspirado desde un sitio quirúrgico, y una salida que se estrecha gradualmente en un canal de flujo en comunicación con un depósito de recogida de aspiración. El extremo de salida tiene un estrechamiento gradual que es suficiente para facilitar el flujo y hacer que el material viscoelástico entre en la cámara de terminales del electrodo para fluir sustancialmente en una parte central de la cámara. La cámara de terminales del electrodo incluye, además, primer y segundo terminales del electrodo dispuestos en lados generalmente opuestos de la cámara de terminales del electrodo de manera separada. Los primer y segundo terminales del electrodo están situados a una distancia del centro de la cámara que es suficiente para prohibir sustancialmente el contacto por parte de los electrodos con materiales viscoelásticos que fluyen a través de la parte central de la cámara.

En otro aspecto más de la presente solicitud, se proporciona un sistema de bomba quirúrgica oftálmica para controlar el caudal de aspiración. El sistema comprende un conjunto de electrodo desechable que incluye una cámara de terminales del electrodo en su interior, y un canal de flujo que se extiende a través de la cámara de terminales del electrodo para recibir fluido y material viscoelástico que es aspirado desde un sitio quirúrgico. La cámara de terminales del electrodo incluye una primera área cóncava, que está separada del canal de flujo que se extiende a través de la cámara de terminales del electrodo. La cámara también incluye una segunda área cóncava, que está separada del canal de flujo que se extiende a través de la cámara de terminales del electrodo. La cámara de terminales del electrodo incluye, además, un extremo de salida que se estrecha gradualmente en el canal de flujo, donde el extremo de salida tiene un estrechamiento gradual que es suficiente para dirigir el flujo de material

viscoelástico a través del centro de la cámara y lejos de las primera y segunda áreas cóncavas. La cámara de terminales del electrodo, incluye, además, un primer y segundo terminales del electrodo hechos de un metal resistente a la corrosión, conductor de la electricidad, que se disponen respectivamente en las primera y segunda áreas cóncavas, próximos a, y separados una distancia del canal de flujo. El primer terminal del electrodo y el segundo terminal del electrodo están separados una distancia que es suficiente para evitar cualquier material viscoelástico que fluye a través de la cámara, de modo que el flujo de materiales viscoelásticos no impacte sobre ninguno de los primer y segundo terminales del electrodo.

Áreas de aplicabilidad adicionales se volverán evidentes a partir de la descripción proporcionada en este documento. Debe entenderse que la descripción y los ejemplos específicos pretenden solamente servir como ilustración y no pretenden limitar el alcance de la presente descripción.

### Breve descripción de los dibujos

Los dibujos descritos en este documento son para fines de ilustración solamente y no pretenden limitar el alcance de la presente descripción de ninguna manera.

La figura 1 es una vista recortada parcial de un canal de flujo y cámara de detección, de acuerdo con la presente solicitud;

La figura 2 es una sección de un dispositivo de medición de flujo quirúrgico que tiene la cámara de detección, de acuerdo con un aspecto de la presente solicitud; y

La figura 3 es una vista parcial que muestra un dispositivo de medición de flujo incorporado en un cartucho de recogida, de acuerdo con un aspecto de la presente solicitud.

### Descripción detallada

La siguiente descripción es de naturaleza meramente ejemplar y no pretende limitar la presente descripción, solicitud o usos. Debe entenderse que en los dibujos, números de referencia correspondientes indican partes y elementos similares o correspondientes.

Los sistemas de aspiración quirúrgica oftálmica pueden clasificarse ampliamente como a base de flujo o a base de vacío. Los sistemas de bomba a base de flujo intentan mantener un caudal constante o controlado a través de una trayectoria de aspiración en intervalos de vacío específicos. Un bucle de retroalimentación o control puede usarse para garantizar la constancia del sistema impulsor en diferentes condiciones de carga. Un bucle de control de retroalimentación adicional puede existir entre un sensor de vacío en la vía de aspiración y el motor, para limitar la cantidad de vacío en el depósito de recogida de aspiración.

Los sistemas a base de vacío también tienen bucles de control de retroalimentación, en los que la señal desde un sensor de vacío en las trayectorias de aspiración se compara con el nivel de vacío deseado preestablecido. A continuación se envían señales de error a un generador de vacío, tal como un valor proporcional y cámara de venturi, para aumentar o reducir el nivel de vacío. En algunas situaciones, la emulación de un sistema de bomba a base de flujo mediante un sistema de bomba a base de vacío puede ser deseable. Dicha emulación se ha descrito en las Patentes de Estados Unidos N° 6.599.277 y 6.634.237, concedidas a Bausch & Lomb Incorporated, que se incorporan por la presente como referencia. La presente solicitud describe una estructura inventiva para permitir la colocación eficaz de sensores en una trayectoria de flujo de aspiración.

La presente solicitud describe diversas realizaciones que proporcionan una solución para la medición del caudal de aspiración oftálmico. Las diversas realizaciones utilizan, preferiblemente, un caudalímetro electromagnético de efecto Hall aislado, que aprovecha el hecho de que la solución salina usada habitualmente en cirugía oftálmica es conductora de la electricidad. El efecto Hall implica el desarrollo de un potencial de voltaje a través de los fluidos conductores que fluyen entre conductores portadores de corriente, cuando se someten a un campo magnético. Por lo tanto, puede inducirse un voltaje a través de un depósito de recogida de aspiración, si se aplica un campo magnético. Sin embargo, el efecto Hall genera una señal eléctrica muy pequeña debido a bajas sensibilidades de campo. Dicha medición de flujo en un sistema de bomba quirúrgica oftálmica incluye la aplicación de una fuente de campo magnético o imán electromagnético.

Se ha descubierto que, si un material viscoelástico entra en contacto con los conductores, se genera una gran cantidad de ruido y las mediciones de flujo se interrumpen. Por lo tanto, la presente solicitud describe una disposición y orientación inventivas para la colocación de los conductores para evitar el contacto con materiales viscoelásticos que están en el chorro de flujo de aspiración.

En referencia a la figura 1, se muestra una primera realización de un dispositivo de medición de flujo 100 para un sistema de bomba quirúrgica oftálmica para controlar el caudal de aspiración. El sistema de bomba quirúrgica oftálmica para proporcionar control del caudal de aspiración incluye una cámara de terminales del electrodo 102 que tiene una entrada 104 y una salida 106. La entrada de la cámara de terminales del electrodo 102 está en comunicación con un canal de flujo 108 para recibir fluido y material viscoelástico aspirado desde un sitio quirúrgico.

La salida de la cámara de terminales del electrodo 106 está en comunicación con un canal de flujo 108 en comunicación con un depósito de recogida de aspiración. Aunque el canal de flujo 108 se muestra en una posición vertical tal como se muestra en la figura 1, que minimiza los efectos de la gravedad sobre el flujo de fluidos a través de la cámara 102, el canal de flujo 108 también puede posicionarse en orientaciones diferentes de la vertical.

La primera realización de un sistema de bomba quirúrgica oftálmica con una cámara de detección de flujo 102 incluye, además, primer y segundo terminales del electrodo 130 y 140 dispuestos en lados generalmente opuestos de la cámara de terminales del electrodo 102, y separados una distancia predeterminada con respecto al canal de flujo. En la primera realización, el canal de flujo 108 tiene una anchura en el intervalo de aproximadamente 0,030 pulgadas a aproximadamente 0,050 pulgadas (aproximadamente 1,2 milímetros a aproximadamente 2,0 milímetros), y más preferiblemente una anchura de aproximadamente 0,038 pulgadas (aproximadamente 1,5 milímetros). Los primer y segundo terminales del electrodo 130 y 140 están cada uno posicionados a una distancia predeterminada de la línea central del canal de flujo 108/la cámara 102. Esta distancia es suficiente para evitar sustancialmente el contacto de materiales viscoelásticos que fluyen a través del canal de flujo y la parte central de la cámara con los primer y segundo terminales del electrodo 130 y 140. En la primera realización, la distancia desde las superficies delanteras respectivas 132 y 142 de los terminales 130 y 140 a la línea central del canal de flujo 108/la cámara 102 es de al menos aproximadamente 0,046 pulgadas/1,8 milímetros a aproximadamente 0,116 pulgadas/4,6 milímetros (o como alternativa de aproximadamente 0,030 a aproximadamente 0,100 pulgadas desde los lados del canal de flujo 108). Con respecto a la anchura del canal de flujo de aproximadamente 0,030 a 0,050 pulgadas, los primer y segundo terminales del electrodo 130 y 140 están separados preferiblemente una distancia predeterminada de al menos aproximadamente 0,115 pulgadas (aproximadamente 4,5 milímetros).

La entrada 104 a la cámara de terminales del electrodo 102 preferiblemente tiene esquinas afiladas 122. La esquina afilada 122 formada entre la superficie 112 y las paredes laterales del canal de flujo ayuda a guiar o dirigir el material viscoelástico a través del centro de la cámara de terminales del electrodo 102 a lo largo de la proyección del canal de flujo 108. Por lo tanto, la esquina afilada 122 hace que o empuja al material viscoelástico para que se separe de la capa límite 105 y siga fluyendo a través del centro de la cámara de terminales del electrodo 102. La salida 106 de la cámara de terminales del electrodo 102 incluye, además, una superficie estrechada 120. La superficie estrechada 120 está en un ángulo con respecto al canal de flujo 108 que es suficiente para hacer que una capa límite lisa 109 se forme a lo largo de la superficie 120, que crea una región de flujo laminar entre las superficies estrechadas opuestas 120. El material viscoelástico es dirigido hacia el centro de la cámara 102 por las esquinas afiladas 122 y es empujado hacia la salida 106 por las superficies estrechadas 120, que actúan como embudos para dirigir el flujo a través de la cámara 102 y hacia la salida 106. Las superficies estrechadas 120 actúan como un embudo para dirigir el flujo de fluidos y materiales viscoelásticos a través de la región de flujo laminar entre las capas límite 109 representadas en la figura 1.

La cámara de terminales del electrodo 102 incluye, preferiblemente, primer y segundo huecos 110 y 116 en la cámara de terminales del electrodo 102 configurados para alojar a los primer y segundo terminales del electrodo 130 y 140 respectivamente. Los primer y segundo huecos 110 y 116 pueden incluir además recintos 114 y 118 que rodean a los electrodos 130 y 140, recintos que tienen una anchura en el intervalo de aproximadamente 0,075 pulgadas a aproximadamente 0,115 pulgadas (aproximadamente 3,0 milímetros a aproximadamente 4,5 milímetros). Los primer y segundo huecos se disponen de forma simétrica en lados opuestos de la cámara de terminales del electrodo 102, y separados de la parte central 102 de la cámara una separación suficiente para minimizar el impacto del flujo de material viscoelástico sobre los primer y segundo terminales del electrodo 130 y 140. El extremo de salida 106 tiene una superficie estrechada 120 en un ángulo que es suficiente para dirigir una cantidad sustancial de flujo a través de la parte central de la cámara, de modo que el flujo de materiales viscoelásticos no impacta sobre ninguno de los primer y segundo terminales del electrodo. Específicamente, el extremo de salida 106 de la cámara 102 tiene una superficie 120 en un ángulo con respecto al canal de flujo 108 que es suficiente para hacer que capas límite lisas 109 se formen a lo largo de las superficies 120, y crear una región de flujo laminar entre ambas. Las superficies estrechadas 120 y las esquinas cuadradas 122 hacen que el material viscoelástico y el fluido fluyan sustancialmente en una parte central de la cámara 102. Las superficies estrechadas 120 actúan como un embudo para dirigir el flujo de fluidos y materiales viscoelásticos en la región de flujo laminar y a través de la salida 106. De este modo, los materiales viscoelásticos aspirados desde un sitio quirúrgico que entran en la cámara fluirán sustancialmente en una región de flujo laminar central, y a través de la salida. Por consiguiente, las esquinas cuadradas 122 en la entrada y las superficies estrechadas 120 en la salida de la cámara posibilitan que el flujo facilitado evite el contacto de materiales viscoelásticos con los terminales del electrodo 130 y 140. Esto es crítico, dado que se ha descubierto que el contacto de materiales viscoelásticos o tejidos embarullará la señal generada en los terminales del electrodo, y afectará de forma adversa a la capacidad de detección de flujo del sistema de bomba quirúrgica oftálmica.

El fluido que fluye a través de la cámara de terminales del electrodo 102 comprende generalmente una solución salina conductora de la electricidad. Por consiguiente, los primer y segundo terminales del electrodo 130 y 140 se disponen opuestos entre sí en relación separada que es suficiente para generar al menos una señal eléctrica indicativa del caudal del fluido que fluye a través de la cámara de terminales del electrodo 102. Dado que el efecto Hall genera una señal eléctrica muy pequeña debido a las bajas sensibilidades de campo, los primer y segundo terminales del electrodo 130 y 140 están chapados con un metal conductor de la electricidad resistente a la

corrosión, para ayudar a prolongar las características de conducción de la electricidad de los terminales. Los terminales 130 y 140 están preferiblemente chapados con oro, y también pueden estar chapados con otros materiales, tales como platino. La cámara de terminales del electrodo 102 puede incluir, además, uno o más terminales del electrodo adicionales, tal como el terminal 150, que puede usarse para establecer una señal de tierra o referencia para comparación con la al menos una señal generada por los terminales del electrodo 130 y 140.

La cámara de terminales del electrodo y el canal de flujo mostrados en la figura 1, preferiblemente forman un conjunto de electrodo desechable que está adaptado para conectarse a, o incorporarse en, un sistema de bomba quirúrgica oftálmica. Los primer y segundo electrodos proporcionan al menos una señal que es indicativa del caudal de fluido que fluye a través del conjunto de electrodo desechable. Dicho conjunto de electrodo desechable se usa preferiblemente en un sistema de bomba quirúrgica oftálmica.

En una segunda realización mostrada en las figuras 2 y 3, se proporciona un sistema de bomba quirúrgica oftálmica para controlar el caudal de aspiración. El sistema comprende un conjunto de electrodo desechable, que incluye una cámara de terminales del electrodo en su interior, y un canal de flujo que se extiende a través de la cámara de terminales del electrodo para recibir fluido y material viscoelástico que es aspirado desde un sitio quirúrgico. La cámara de terminales del electrodo incluye una primera área cóncava, que está separada del canal de flujo que se extiende a través de la cámara de terminales del electrodo. La cámara también incluye una segunda área cóncava, que está separada del canal de flujo que se extiende a través de la cámara de terminales del electrodo. La cámara de terminales del electrodo incluye, además, un extremo de salida que se estrecha gradualmente en el canal de flujo, donde el extremo de salida tiene un estrechamiento que es suficiente para dirigir el flujo de material viscoelástico a través del centro de la cámara y lejos de las primera y segunda áreas cóncavas. La cámara de terminales del electrodo incluye, además, primer y segundo terminales del electrodo hechos de un metal resistente a la corrosión, conductor de la electricidad, que se disponen respectivamente en las primera y segunda áreas cóncavas, próximos a y separados una distancia del canal de flujo. Los primer y segundo terminales del electrodo están separados una distancia que es suficiente para evitar cualquier material viscoelástico que fluye a través de la cámara, de modo que el flujo de materiales viscoelásticos no impacte sobre ninguno de los primer y segundo terminales del electrodo.

Durante el uso, el conjunto de electrodo desechable está preferiblemente conectado a un sistema de bomba quirúrgica oftálmica 152, mostrado en la figura 3. El dispositivo eléctrico de control o un procesador (no se muestra), preferiblemente responde a al menos una señal de entrada proporcionada por los terminales del electrodo 130 y 140, para controlar una válvula proporcional o cámara venturi (no se muestra) de una bomba de vacío o venturi para emular una bomba peristáltica manteniendo un caudal constante de fluidos y tejidos a través del canal de flujo 108. Preferiblemente, el dispositivo de medición 160 de la figura 2 está incorporado en un cartucho desechable 156, tal como se muestra en la figura 3. La realización preferida comprende una trayectoria de aspiración 154 conectada al dispositivo de medición 160 y un instrumento quirúrgico oftálmico (no se muestra), pero el canal de flujo 108 también podría incluir otras trayectorias que permiten que los fluidos y tejidos sean transportados lejos del sitio quirúrgico. Una bomba venturi o de vacío puede utilizarse para crear un nivel de vacío para aspirar fluido y tejido desde el sitio quirúrgico, de un ojo por ejemplo, a través del canal de flujo de recogida 108 hasta un cartucho de depósito de recogida 156. Una bomba venturi disponible en el mercado que podría adaptarse a la presente solicitud, es una bomba venturi comercializada como Millenim™ de Bausch & Lomb Incorporated o el sistema de vacío disponible en el sistema Stellaris™. Los terminales de electrodo de medición de flujo están conectados eléctricamente a circuitos de control (no se muestran), para modificar el nivel de vacío de la bomba y, de este modo, mantener un caudal deseado del fluido y el tejido que están siendo aspirados desde el sitio quirúrgico.

Preferiblemente, la cámara de terminales del electrodo 102 está incluida en un cartucho de paredes rígidas 156, de modo que el cartucho será operativo y no se repliegue durante el funcionamiento cuando un nivel de vacío es aplicado por una bomba venturi. Dicho depósito de recogida ejemplar se muestra en las figuras 2 y 3. Los electrodos 130 y 140 se muestran en la figura 2 y se incorporan en un dispositivo de medición.

De este modo, se ha mostrado un sistema de bomba quirúrgica oftálmica de la invención que proporciona un caudalímetro de aspirado de bajo coste. Además, dicho sistema puede usarse para aplicaciones junto con un sistema de bomba a base de de vacío o venturi para emular a una bomba de desplazamiento positivo. La señal de salida del caudal detectado obtenida de los terminales del electrodo 130 y 140 puede usarse en un bucle de control de retroalimentación para ajustar el nivel de vacío. Este bucle de control de retroalimentación es, preferiblemente, parte de los circuitos de control (no se muestran) que miden el caudal y comparan ese caudal con el caudal deseado. Si el caudal detectado es inferior al deseado, un nivel del generador de vacío se aumenta para generar vacío adicional y aumentar el caudal. A la inversa, si el caudal es demasiado alto, el nivel del generador de vacío se reduce, dando como resultado un caudal reducido. Usando de esta manera el diseño del sistema de control, las características de una bomba a base de flujo pueden emularse usando una bomba de vacío o venturi.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de bomba quirúrgica oftálmica para proporcionar control del caudal de aspiración, que comprende:

5 una cámara de terminales del electrodo (102) que tiene una entrada (104) en comunicación con un canal de flujo (108) para recibir fluido y material viscoelástico aspirado desde un sitio quirúrgico, y una salida (106) y primer y segundo terminales del electrodo (120, 140) dispuestos en lados generalmente opuestos de la cámara de terminales del electrodo (102) de manera separada, **caracterizado por que**  
 10 dicha salida se estrecha en el canal de flujo (108) teniendo la salida (106) un ángulo de estrechamiento que es suficiente para facilitar el flujo y hacer que el material viscoelástico que entra en la cámara de terminales del electrodo (102) fluya sustancialmente en una parte central de la cámara y a través de la salida.; y **por que** los primer y segundo terminales del electrodo (130, 140) están, cada uno, posicionados a una distancia del centro de la cámara (102) que es suficiente para evitar sustancialmente el contacto con materiales viscoelásticos que fluyen a través de la cámara.

15 2. El sistema de bomba quirúrgica oftálmica de la reivindicación 1, en el que la cámara de terminales del electrodo (102) está incorporada en un cartucho de recogida (156).

20 3. El sistema de bomba quirúrgica oftálmica de la reivindicación 1 ó 2, que comprende, además, primer y segundo huecos (110, 116) en la cámara de terminales del electrodo (102) configurados para alojar a los primer y segundo terminales del electrodo (130, 140), estando los primer y segundo huecos (110, 116) dispuestos de forma simétrica en lados opuestos de la cámara de terminales del electrodo (102) y separados de la parte central de la cámara una separación suficiente para impedir que el flujo de material viscoelástico impacte sobre los primer y segundo terminales del electrodo (130, 140).

25 4. El sistema de bomba quirúrgica oftálmica de la reivindicación 3, en el que la salida de la cámara (106) está orientada verticalmente por encima de la entrada de la cámara (104), incluyendo la salida de la cámara (106) una parte estrechada en un ángulo con respecto al canal de flujo (108) que es suficiente para establecer una región de flujo laminar para dirigir material viscoelástico a través de una parte central de la cámara (102), de modo que el flujo de materiales viscoelásticos no impacte sobre ninguno de los primer y segundo terminales del electrodo (130, 140).

30 5. El sistema de bomba quirúrgica oftálmica de la reivindicación 1 ó 2, en el que la entrada (104) de la cámara de terminales del electrodo (102) incluye esquinas afiladas (122) formadas entre la abertura de entrada de la cámara y las paredes laterales del canal de flujo, que guían o dirigen el material viscoelástico a través del centro de la cámara de terminales del electrodo (102).

35 6. El sistema de bomba quirúrgica oftálmica de la reivindicación 5, en el que la salida (106) tiene una superficie estrechada en un ángulo que hace que los materiales viscoelásticos guiados a través del centro de la cámara (102) por las esquinas afiladas (122) sean dirigidos sustancialmente hacia la salida (106) de la cámara (102), de modo que el flujo de materiales viscoelásticos no impacte sobre ninguno de los primer y segundo terminales del electrodo (130, 140).

40 7. El sistema de bomba quirúrgica oftálmica de la reivindicación 1 ó 2, en el que dicho fluido comprende una solución salina conductora de la electricidad, y los primer y segundo terminales del electrodo (130, 140) se disponen opuestos entre sí en una relación separada suficiente para generar al menos una señal eléctrica indicativa del caudal de dicho fluido que fluye a través de la cámara de terminales del electrodo (102).

45 8. El sistema de bomba quirúrgica oftálmica de la reivindicación 1 ó 2, en el que la cámara de terminales del electrodo (102) y el canal de flujo (108) forman un conjunto de electrodo desechable que está adaptado para conectarse a un sistema de bomba quirúrgica oftálmica, y los primer y segundo electrodos proporcionan al menos una señal indicativa del caudal de fluido que fluye a través del conjunto de electrodo desechable.

50 9. El sistema de bomba quirúrgica oftálmica de la reivindicación 1 ó 2, en el que los primer y segundo terminales del electrodo están chapados con un metal conductor de la electricidad, resistente a la corrosión.

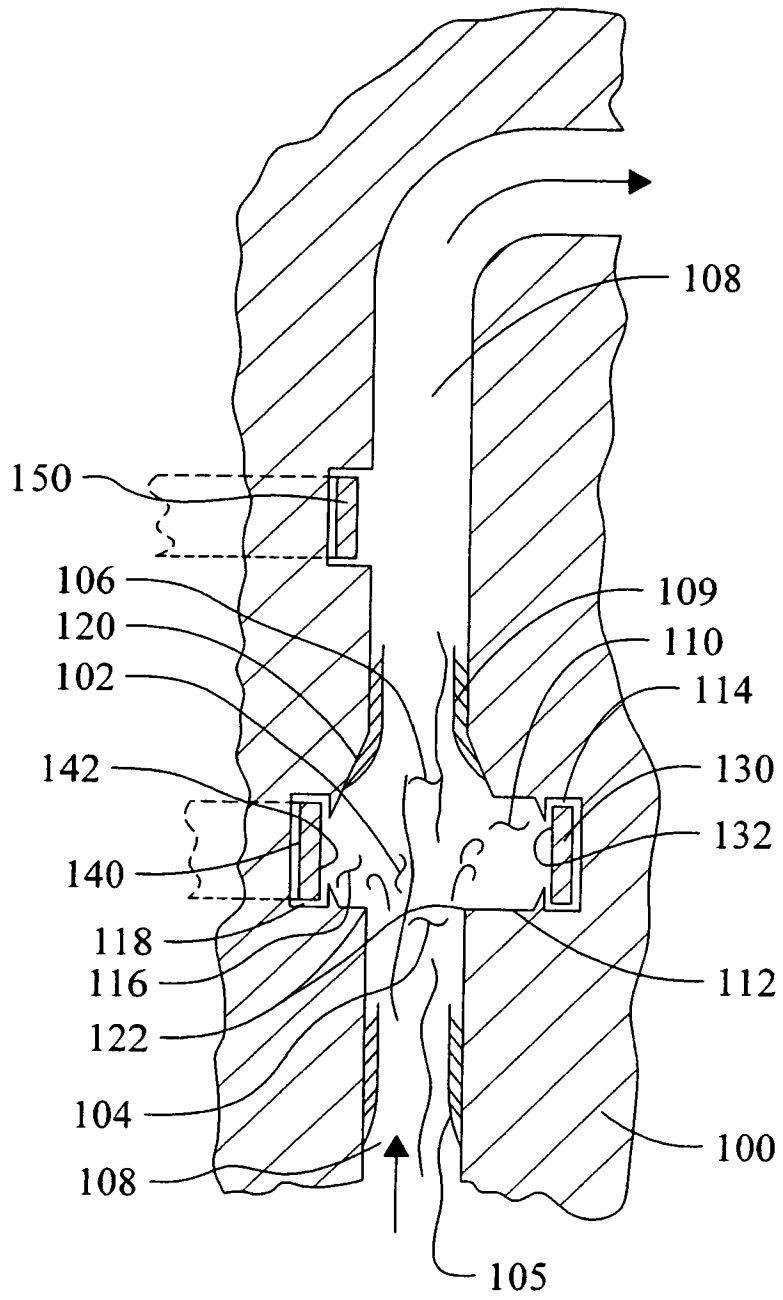


Fig. 1

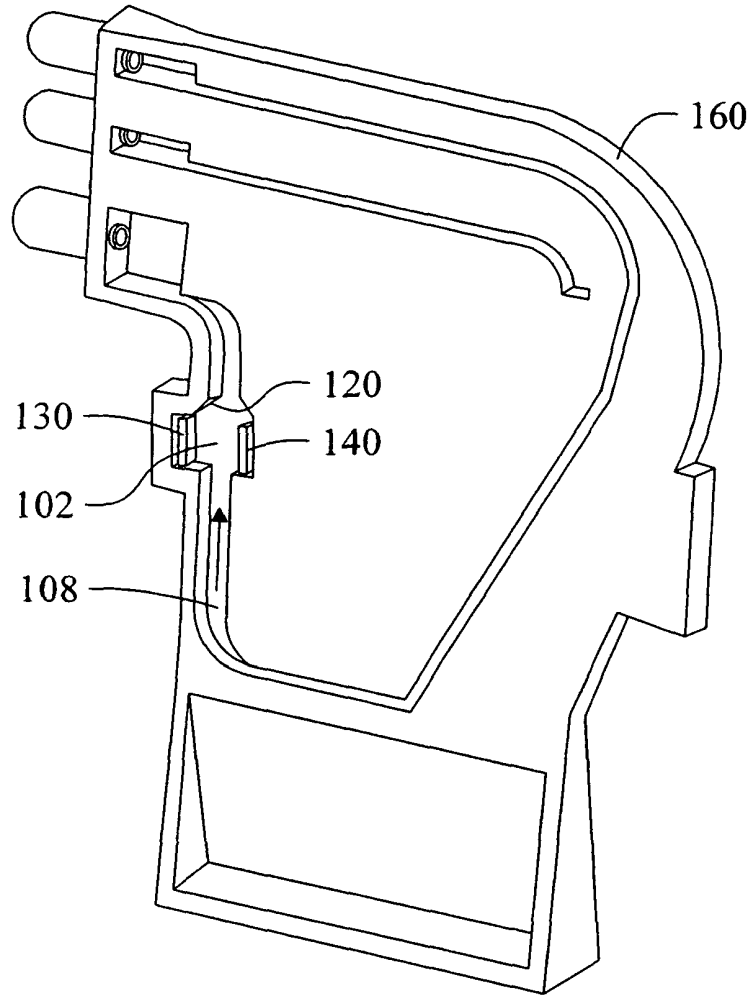


Fig. 2



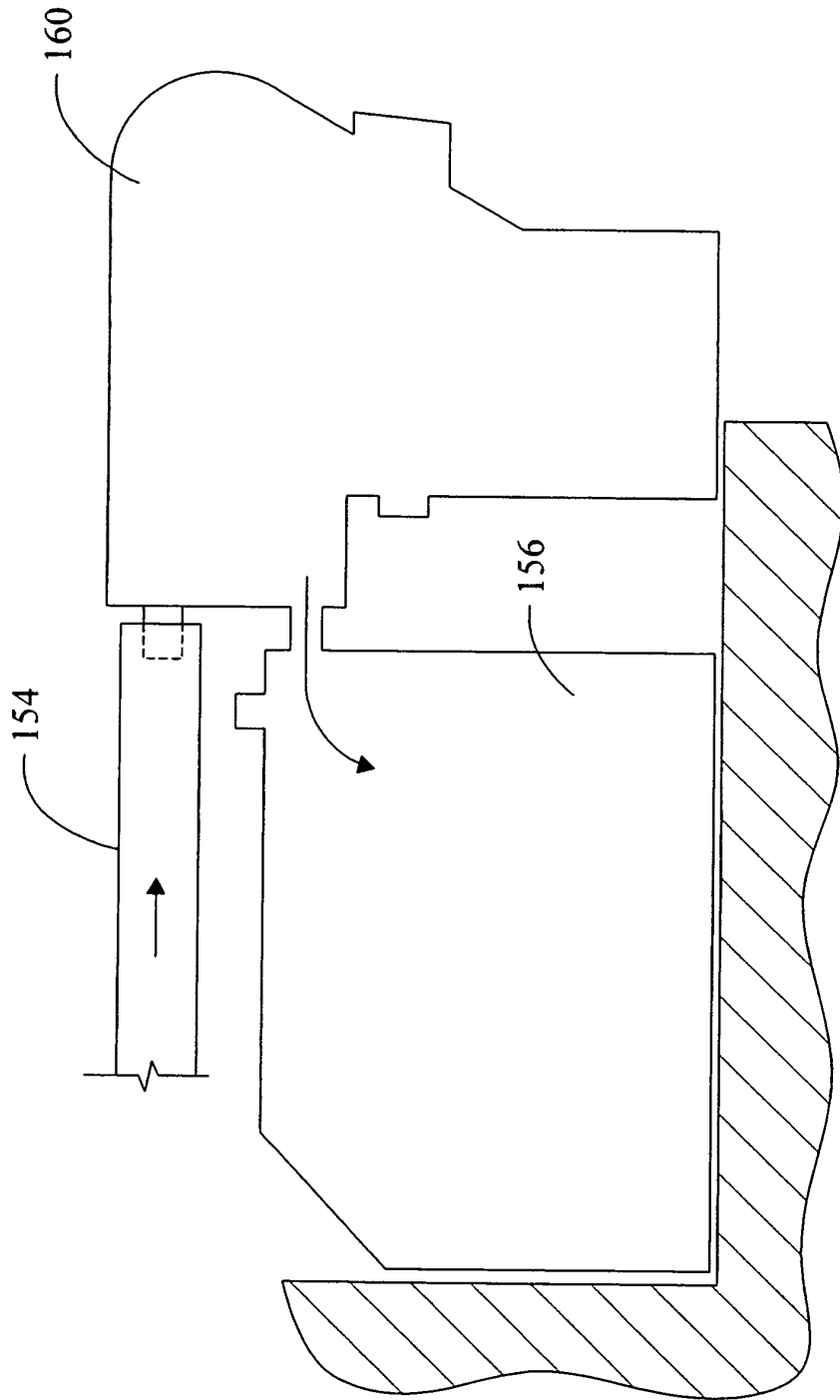


Fig. 3

152