

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 543 021**

51 Int. Cl.:

A61F 9/007 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.06.2012 E 12737398 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2015 EP 2709575**

54 Título: **Control de potencia por nivel de vacío para pieza de mano de facoemulsificación**

30 Prioridad:

08.07.2011 US 201113178845

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

14.08.2015

73 Titular/es:

**ALCON RESEARCH, LTD. (100.0%)
6201 South Freeway
Fort Worth, Texas 76134, US**

72 Inventor/es:

**GORDON, RAPHAEL;
SALEHI, AHMAD y
TEODORESCU, DAN**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 543 021 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

Control de potencia por nivel de vacío para pieza de mano de facoemulsificación.

5 Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere a la cirugía de facoemulsificación y, más particularmente, al control de una pieza de mano de facoemulsificación que es capaz de impartir movimiento longitudinal y torsional a una punta de corte.

10 El ojo humano funciona para proporcionar visión transmitiendo luz a través de una parte exterior transparente denominada córnea y enfocando la imagen por medio de una lente cristalino sobre una retina. La calidad de la imagen enfocada depende de muchos factores, incluyendo el tamaño y la forma del ojo, y la transparencia de la córnea y el cristalino. Cuando la edad o una enfermedad provocan que el cristalino llegue a ser menos transparente, la visión se deteriora debido a la luz disminuida que puede transmitirse a la retina. Esta deficiencia en el cristalino del
15 ojo se conoce médicamente como catarata. Un tratamiento aceptado para esta condición es la retirada quirúrgica del cristalino y la sustitución de la función del cristalino por una lente intraocular artificial (IOL).

En los Estados Unidos, la mayoría de los cristalinos cataratosos se retiran por una técnica quirúrgica denominada facoemulsificación. Una pieza de mano quirúrgica típica adecuada para intervenciones de facoemulsificación consta de una pieza de mano de facoemulsificación ultrasónicamente accionada, una aguja de corte hueca aneja rodeada por un manguito de irrigación y una consola de control electrónico. El conjunto de pieza de mano se sujeta a la consola de control por un cable eléctrico y un entubado flexible. A través del cable eléctrico, la consola varía el nivel de potencia transmitido por la pieza de mano a la aguja de corte aneja. El entubado flexible suministra fluido de irrigación al sitio quirúrgico y extrae fluido de aspiración del ojo a través del conjunto de pieza de mano.
20

La parte operativa en una pieza de mano típica es una barra o cuerno resonante, hueco, centralmente localizado, sujeto directamente a un conjunto de cristales piezoeléctricos. Los cristales suministran la vibración ultrasónica requerida necesaria para accionar el cuerno y la aguja de corte aneja durante la facoemulsificación, y son controlados por la consola. El conjunto de cristal/cuerno está suspendido dentro del cuerpo o carcasa hueco de la pieza de mano por unas monturas flexibles. El cuerpo de la pieza de mano termina en una parte o morro cónico de diámetro reducido en el extremo distal del cuerpo. Típicamente, el morro cónico está externamente roscado para aceptar el manguito de irrigación hueco, que rodea la mayoría de la longitud de la aguja de corte. Asimismo, el ánima del cuerno está internamente roscada en su extremo distal para recibir las roscas externas de la punta de corte. El manguito de irrigación tiene también un ánima internamente roscada que está atornillada sobre las roscas externas del morro cónico. La aguja de corte se ajusta de manera que su punta sobresalga sólo una cantidad predeterminada más allá del extremo abierto del manguito de irrigación.
25

Durante la intervención de facoemulsificación, la punta de la aguja de corte y el extremo del manguito de irrigación se insertan en la cápsula anterior del ojo a través de una pequeña incisión en el tejido exterior del ojo. El cirujano pone la punta de la aguja de corte en contacto con el cristalino del ojo, de modo que la punta vibrante fragmente el cristalino. Los fragmentos resultantes son aspirados hacia fuera del ojo a través del ánima interior de la aguja de corte, junto con la solución de irrigación proporcionada al ojo durante la intervención, y hacia un depósito de desechos.
30

Se aplica potencia a la pieza de mano para hacer vibrar la aguja de corte. En general, la amplitud del movimiento (o vibración) de la aguja es proporcional a la potencia aplicada. En sistemas de facoemulsificación convencionales, la aguja vibra hacia delante y hacia atrás produciendo una carrera de aguja longitudinal. En sistemas mejorados, puede hacerse vibrar a la aguja en un movimiento de retorcimiento o torsional. Una manera de conseguir el movimiento de retorcimiento o torsional se describe en la patente US nº 7.651.490. El movimiento de retorcimiento o torsional de la punta de corte ha demostrado ser una manera muy efectiva de retirar material del cristalino. El movimiento de retorcimiento o torsional de la punta de corte evita la repulsión que puede ocurrir con el movimiento longitudinal tradicional de la punta de corte y lleva a una retirada del cristalino más efectiva. Sin embargo, en algunos casos, debido a que el movimiento torsional o de retorcimiento de la punta de corte impide la repulsión del material del cristalino, tal movimiento induce un atascamiento u oclusión de la punta de corte. El movimiento longitudinal puede utilizarse para limpiar una punta ocluida empujando el material del cristalino hacia fuera de la punta. Por tanto, durante la cirugía de catarata pueden ser deseables tanto el movimiento longitudinal como el movimiento torsional o de retorcimiento dependiendo de las circunstancias. Además, puede ser deseable también controlar el tipo de movimiento basado en un estado ocluido de la punta de corte.
35

Los documentos EP 1.990.032 A1, WO 2010/014937 A1 y US 2008/146989 A1 son representativos del estado de la técnica.
40

Sumario de la invención

65 La presente invención proporciona un sistema de facoemulsificación oftálmica de acuerdo con las reivindicaciones siguientes. En las formas de realización compatibles con la presente invención, se hace funcionar una pieza de

5 mano quirúrgica oftálmica proporcionando una serie de impulsos de potencia a la pieza de mano, presentando cada uno de la serie de impulsos de potencia una primera parte que produce movimiento torsional de una punta de corte, una segunda parte que produce movimiento torsional y longitudinal simultáneo de la punta de corte, y una tercera parte que produce movimiento longitudinal de la punta de corte; midiendo la presión de vacío; alterando la duración de la primera parte cuando aumenta la presión de vacío; alterando la duración de la segunda parte cuando aumenta la presión de vacío; y alterando la duración de la tercera parte cuando aumenta la presión de vacío.

10 Debe entenderse que tanto la descripción general anterior como la siguiente descripción detallada son a modo de ejemplo y explicación solamente y están destinadas a proporcionar una explicación adicional de la invención según se reivindica. La siguiente descripción, así como la práctica de la invención, exponen y sugieren ventajas y fines adicionales de la invención.

Breve descripción de los dibujos

15 Los dibujos adjuntos, que se incorporan a esta memoria y que constituyen una parte de la misma, ilustran varias formas de realización de la invención y, junto con la descripción, sirven para explicar la invención.

La figura 1 es un diagrama de los componentes en la trayectoria de fluido de un sistema de facoemulsificación.

20 Las figuras 2A-2D son vistas en perspectiva del extremo distal de una aguja de facoemulsificación y un manguito de irrigación según la presente invención.

La figura 3 es un diagrama de un modo de controlar la potencia como respuesta al nivel de vacío según la presente invención.

25 Las figuras 4A-4F son diagramas de impulsos de potencia según la presente invención.

Descripción detallada de las formas de realización preferidas

30 Se hace referencia ahora en detalle a formas de realización típicas de la invención, ejemplos de las cuales se ilustran en los dibujos adjuntos. Siempre que sea posible, los mismos números de referencia se utilizan en todos los dibujos para referirse a partes iguales o similares.

35 En una forma de realización de la presente invención, la figura 1 es un diagrama de los componentes en la trayectoria de fluido de un sistema de facoemulsificación. La figura 1 ilustra la trayectoria de fluido a través del ojo 1145 durante una cirugía de cataratas. Los componentes incluyen una fuente de fluido de irrigación 1105, un sensor de presión de irrigación 1130, una válvula de irrigación 1135, un conducto de irrigación 1140, una pieza de mano 1150, un conducto de aspiración 1155, un sensor de presión de aspiración 1160, una válvula de purga 1165, una bomba 1170, un depósito 1175 y una bolsa de drenaje 1180. El conducto de irrigación 1140 proporciona fluido de irrigación al ojo 1145 durante la cirugía de cataratas. El conducto de aspiración 1155 retira fluido y partículas de cristalino emulsificadas del ojo durante la cirugía de cataratas.

45 Cuando el fluido de irrigación sale de la fuente de fluido de irrigación 1105, se desplaza a través del conducto de irrigación 1140 y hacia el ojo 1145. Un sensor de presión de irrigación 1130 mide la presión del fluido de irrigación en el conducto de irrigación 1140. Se proporciona también una válvula de irrigación opcional 1135 para un control de conexión/desconexión de irrigación. El sensor de presión de irrigación 1130 se implementa por cualquiera de una pluralidad de sensores de presión de fluido comercialmente disponibles y puede localizarse en cualquier lugar en la trayectoria del fluido de irrigación (en cualquier lugar entre la fuente de irrigación 1105 y el ojo 1145).

50 Una pieza de mano 1150 se coloca en el ojo 1145 durante una intervención de facoemulsificación. La pieza de mano 1150 tiene una aguja hueca (como se ve en la figura 2) que se hace vibrar ultrasónicamente en el ojo para romper en pedazos el cristalino enfermo. Un manguito localizado alrededor de la aguja proporciona fluido de irrigación desde el conducto de irrigación 1140. El fluido de irrigación pasa a través del espacio entre el exterior de la aguja y el interior del manguito (como se muestra más claramente en la figura 2A). Se aspiran fluido y partículas de cristalino a través de la aguja hueca. De esta manera, el paso interior de la aguja hueca está acoplado para fluido al conducto de aspiración 1155. La bomba 1170 extrae el fluido aspirado del ojo 1145. Un sensor de presión de aspiración 1160 mide la presión en el conducto de aspiración. Puede utilizarse una válvula de purga opcional para purgar el vacío creado por la bomba 1170. El fluido aspirado pasa a través del depósito 1175 y entra en la bolsa de drenaje 1180.

60 Cuando la aguja hueca está completa o parcialmente ocluida con una partícula de cristalino (una "oclusión"), el sensor de presión de aspiración 1160 detecta un incremento en la presión de vacío en el conducto de aspiración 1155. Debido a que la bomba 1170 continúa funcionando durante la intervención quirúrgica para retirar el cristalino enfermo, cuando tiene lugar una oclusión, la presión de vacío aumenta en el conducto de aspiración 1155 hasta un límite de vacío (el límite de vacío depende de la bomba 1170). El límite de vacío obtenible por la bomba 1170 es generalmente el nivel de vacío máximo que la bomba 1170 puede producir en el sistema. En funcionamiento normal, la bomba 1170 se desconectará antes de que se alcance el límite de vacío. Cuando la aguja hueca no está ocluida,

la bomba 1170 funciona para producir una presión de vacío relativamente constante en el conducto de aspiración 1155. La diferencia entre esta presión de vacío “normal” y el límite de vacío puede ser muy significativa. Una oclusión es generalmente un evento transitorio que dura un promedio de unos pocos segundos – la partícula de cristalino que ocluye la aguja hueca se rompe finalmente en pedazos y se aspira fuera del ojo (una “rotura de oclusión”). Cuando tiene lugar una rotura de oclusión, la presión de vacío en el conducto de aspiración 1155 (y el ojo también) disminuye rápidamente a medida que el fluido y las partículas de cristalino son aspirados desde el ojo. Esta fluctuación de presión no es deseable, ya que puede llegar a colapsar la cámara anterior del ojo.

El sensor de presión de aspiración 1160 y el sensor de presión de irrigación 1130 pueden detectar un incremento en la presión relacionado con una oclusión y una reducción en la presión asociada a una rotura de oclusión. El incremento en la presión asociada a una oclusión es gradual, ya que aumenta durante unos pocos segundos. La reducción en la presión asociada a una rotura de oclusión es mucho más rápida. Cuando aumenta la presión medida por el sensor de presión de irrigación 1130 o el sensor de presión de aspiración 1160, es probable que haya ocurrido una oclusión. La presión medida aumenta gradualmente durante unos pocos segundos hasta un ajuste de vacío que puede estar o no en el límite de vacío. Cuando se alcanza este ajuste de vacío, la bomba 1170 se desconecta para impedir un incremento adicional en la presión.

La figura 2A es una vista en perspectiva del extremo distal de una pieza de mano de facoemulsificación según la presente invención. En la figura 2, una aguja de facoemulsificación 1210 está rodeada por un manguito de irrigación 1230. La aguja de facoemulsificación 1210 tiene un extremo abierto 1220 a través del cual se aspiran partículas de cristalino del ojo durante la cirugía de cataratas. El manguito de irrigación 1230 tiene una abertura opcional 1240 a través de la cual el fluido de irrigación fluye hacia dentro del ojo. La aguja 1210 y el manguito 1230 se insertan ambos en la cámara anterior del ojo durante la cirugía de cataratas. Cuando se aplica potencia a la pieza de mano, la aguja 1210 vibra ultrasónicamente en un modo longitudinal, un modo torsional o en ambos modos simultáneamente. Esto se ve más claramente en las figuras 2B-2D. En la figura 2B, la aguja 1210 vibra en modo longitudinal (hacia delante y hacia atrás). En la figura 2C, la aguja 1210 vibra en modo torsional (o en una manera de torsión o barrido). En la figura 2D, la aguja 1210 vibra simultáneamente en ambos modos longitudinal y torsional.

Los dos diferentes modos (longitudinal y torsional) producen dos diferentes movimientos de la aguja como se muestra en las figuras 2B-2D. En general, el modo longitudinal puede actuar para cortar un cristalino cataratoso impactando el extremo de la aguja 1210 contra el cristalino al igual que un martillo neumático. El modo torsional puede actuar para cortar un cristalino con un barrido de lado a lado del extremo de la aguja 1210. Dependiendo de la geometría de la aguja, el movimiento de torsión impartido a la aguja 1210 en el modo torsional produce generalmente un barrido de lado a lado del extremo de la aguja 1210. En otros casos, el extremo de la aguja 1210 barre en arco. En cualquier caso, el modo torsional puede ser más efectivo al cortar un cristalino debido a que permite una aspiración a través de un extremo abierto 1220 de la aguja 1210 para mantener el material del cristalino sobre la aguja 1210 para un corte más efectivo. Además, en el modo torsional, cada barrido de la aguja 1210 actúa para cortar el cristalino. Por el contrario, el modo longitudinal produce un movimiento de martillo neumático que impacta en el cristalino solamente en una dirección hacia delante (y no en una dirección de retorno). Además, el modo longitudinal puede actuar para repeler el material del cristalino alejándolo de la aguja, lo que puede reducir la eficiencia del corte. Sin embargo, cuando el extremo abierto 1220 de la aguja 1210 es ocluido o bloqueado por material del cristalino, el efecto de repulsión del modo longitudinal puede ser efectivo para limpiar el material que pueda ser deseable.

Cuando ambos son hechos funcionar simultáneamente, la aguja 1210 se mueve longitudinal y torsionalmente al mismo tiempo. La cantidad de movimiento longitudinal y torsional puede ser controlada de manera independiente, como se explica a continuación. En algunos casos, este movimiento combinado puede ser más efectivo para cortar el cristalino y/o limpiar material de cristalino del extremo abierto 1220 de la aguja 1210.

La figura 3 es un diagrama de un modo de controlar la potencia como respuesta a la presión de vacío según la presente invención. El primer gráfico de la figura 3 representa la presión de vacío (V) a lo largo del tiempo. El segundo gráfico de la figura 3 (gráfico A) representa un modo de controlar la potencia (P) como respuesta al vacío (V) en el primer gráfico. El tercer gráfico en la figura 3 (gráfico B) representa un segundo modo de controlar la potencia (P) como respuesta al vacío (V) en el primer gráfico.

El primer gráfico representa una oclusión y una rotura de oclusión. Como se hace notar con respecto a la figura 1, la presión de vacío aumenta a lo largo del tiempo cuando tiene lugar una oclusión hasta que se alcanza un ajuste de vacío. Tras la rotura de oclusión, la presión de vacío disminuye rápidamente. En la figura 3, el vacío diana (designado por “Diana”) es un ajuste de vacío que puede ser seleccionado por un operador de la consola de facoemulsificación o puede ser programado previamente. El vacío diana es una presión de vacío seleccionada del rango de presiones de vacío posibles que pueden ser creadas por la bomba 1170. Un rango de presión de vacío se establece a partir del vacío diana (el rango de Min. a Max. como se ve en el primer gráfico de la figura 3). El vacío Min. puede ser una fracción del vacío diana, mientras que el vacío Max puede ser un múltiplo del vacío diana. Por ejemplo, el vacío Min. puede ser el 75% del vacío diana, mientras que el vacío Max. puede ser el 125% del vacío diana. Sin embargo, puede utilizarse cualquier porcentaje, fracción o múltiplo para calcular el vacío Min. y el vacío Max.

El gráfico A de la figura 3 muestra un modo de controlar la potencia aplicada a una pieza de mano de facoemulsificación como respuesta a una presión de vacío. El gráfico A muestra la aplicación de potencia en el modo de impulsos. En el modo de impulsos se pulsa potencia aplicada a la pieza de mano. En el modo de impulsos, cada impulso tiene una amplitud, un tiempo de conexión y un tiempo de desconexión (de potencia cero como se muestra, pero alternativamente de un nivel de potencia reducido). De esta manera, el modo de impulsos puede caracterizarse por una amplitud de impulsos y un ciclo de servicio de impulsos. Los impulsos blancos (o partes blancas de impulsos) indican un movimiento torsional de la punta de corte – se aplica potencia a la pieza de mano de tal manera que resulte un movimiento torsional de la punta de corte. La parte negra de los impulsos indica un movimiento longitudinal de la punta de corte – se aplica potencia a la pieza de mano de tal manera que resulte un movimiento longitudinal de la punta de corte. De esta manera, se controla la potencia para producir un movimiento torsional o longitudinal de la punta de corte.

Como se ve en el gráfico A de la figura 3, cuando la presión de vacío está por debajo del vacío Min., cada uno de los impulsos de potencia produce un movimiento torsional de la punta de corte. Cuando aumenta la presión de vacío pasando de vacío Min. a vacío Max., una primera parte del impulso de potencia produce un movimiento torsional de la punta de corte (denotado por el área blanca), y una segunda parte del impulso de potencia produce un movimiento longitudinal de la punta de corte (denotado por el área negra). Cuando aumenta la presión de vacío, una parte mayor del impulso de potencia produce un movimiento longitudinal de la punta de corte. Debe recordarse que el movimiento longitudinal de la punta de corte puede utilizarse para despejar una oclusión. Por tanto, cuando aumenta la presión de vacío (lo que indica que está presente una oclusión), se aplican mayores periodos de movimiento longitudinal a la punta de corte en un intento por despejar la oclusión. Cuando aumenta la duración de la oclusión (y aumenta la presión de vacío), se imparte más movimiento longitudinal a la punta de corte durante cada impulso de potencia. Esto se ve en los impulsos de potencia cuarto, quinto y sexto en el gráfico A. Por ejemplo, la cantidad de movimiento longitudinal puede ser proporcional a la presión de vacío.

Cuando la presión de vacío excede el vacío Max., cada impulso de potencia produce cantidades aproximadamente iguales de movimiento torsional y longitudinal en la punta de corte. Alternativamente, la cantidad de movimiento longitudinal puede incrementarse hasta cualquier nivel deseado (por ejemplo, 25% torsional, 75% longitudinal; 10% torsional, 90% longitudinal; 0% torsional, 100% longitudinal). Aunque el gráfico A muestra que el movimiento torsional es seguido por el movimiento longitudinal, los impulsos de potencia pueden ser tales que el movimiento longitudinal sea seguido por el movimiento torsional. Además, la duración de cada tipo de impulso de potencia (torsional y longitudinal) puede ajustarse a cualquier periodo deseado.

El gráfico B es similar al gráfico A excepto en que tanto la amplitud como la duración del impulso longitudinal son controladas como respuesta al nivel de vacío. El gráfico B muestra la aplicación de potencia en el modo de impulsos. En modo de impulsos se pulsa la potencia aplicada a la pieza de mano. En el modo de impulsos cada impulso tiene una amplitud, un tiempo de conexión y un tiempo de desconexión (de potencia cero como se muestra, pero alternativamente de un nivel de potencia reducido). De esta manera, el modo de impulsos puede caracterizarse por una amplitud de impulsos y un ciclo de servicio de impulsos. Los impulsos blancos (o partes blancas de impulsos) indican un movimiento torsional de la punta de corte – se aplica potencia a la pieza de mano de tal manera que resulte un movimiento torsional de la punta de corte. La parte negra de los impulsos indica un movimiento longitudinal de la punta de corte – se aplica potencia a la pieza de mano de tal manera que resulte un movimiento longitudinal de la punta de corte. De esta manera, se controla la potencia para producir un movimiento torsional o longitudinal de la punta de corte.

Como se ve en el gráfico B de la figura 3, cuando la presión de vacío está por debajo del vacío Min., cada uno de los impulsos de potencia produce un movimiento torsional de la punta de corte. Cuando aumenta la presión de vacío pasando de vacío Min. a vacío Max., una primera parte del impulso de potencia produce un movimiento torsional de la punta de corte (denotado por el área blanca), y una segunda parte del impulso de potencia produce un movimiento longitudinal de la punta de corte (denotado por el área negra). La segunda parte del impulso tiene una amplitud que es proporcional al nivel de vacío. En este caso, cuando aumenta el nivel de vacío pasando de vacío Min. a vacío Max., la amplitud de la parte de impulso que produce un movimiento longitudinal de la punta aumenta desde una amplitud inferior hasta una amplitud superior. Además, cuando aumenta la presión de vacío, una parte mayor del impulso de potencia produce un movimiento longitudinal de la punta de corte. Debe recordarse que el movimiento longitudinal de la punta de corte puede utilizarse para despejar una oclusión. Por tanto, cuando aumenta la presión de vacío (lo que indica que está presente una oclusión), se aplican periodos y amplitudes mayores de movimiento longitudinal a la punta de corte en un intento por despejar la oclusión. Cuando aumenta la duración de la oclusión (y aumenta la presión de vacío), se imparte más movimiento longitudinal a la punta de corte durante cada impulso de potencia. Esto se ve en los impulsos de potencia cuarto, quinto y sexto en el gráfico A. Por ejemplo, la cantidad de movimiento longitudinal puede ser proporcional a la presión de vacío.

Cuando la presión de vacío excede el vacío Max., cada impulso de potencia produce cantidades aproximadamente iguales de movimiento longitudinal y torsional en la punta de corte. Alternativamente, la cantidad de movimiento longitudinal puede incrementarse hasta cualquier nivel deseado (por ejemplo, 25% torsional, 75% longitudinal; 10% torsional, 90% longitudinal; 0% torsional, 100% longitudinal). Aunque el gráfico A muestra que el movimiento

torsional es seguido por el movimiento longitudinal, los impulsos de potencia pueden ser tales que el movimiento longitudinal sea seguido por el movimiento torsional. Además, pueden emplearse otras variaciones de amplitud de impulso. Por ejemplo, la amplitud de la parte longitudinal del impulso de potencia puede ser menor, igual o mayor que la amplitud de la parte torsional del impulso de potencia. Además, la duración de cada tipo de impulso de potencia (torsional y longitudinal) puede ajustarse a cualquier periodo deseado.

Las figuras 4A-4F son diagramas de impulsos de potencia según la presente invención. Puede utilizarse cualquiera de estos impulsos de potencia en conjunción con los impulsos de la figura 3 o para sustituirlos. En las figuras 4A-4F, el impulso blanco (o la parte blanca de un impulso) representa un movimiento torsional de la punta de corte – se aplica potencia a la pieza de mano de tal manera que resulte un movimiento torsional de la punta de corte. Los impulsos negros (o la parte negra de los impulsos) representan un movimiento longitudinal de la punta de corte – se aplica potencia a la pieza de mano de tal manera que resulte un movimiento longitudinal de la punta de corte. Los impulsos grises (o la parte gris de los impulsos) representan una combinación de movimiento longitudinal y torsional en la punta de corte – se aplica potencia a la pieza de mano de tal manera que resulte un movimiento longitudinal y torsional en la punta de corte. De esta manera, se controla la potencia para producir un movimiento torsional, longitudinal o torsional y longitudinal simultáneo de la punta de corte.

La figura 4A representa un impulso de potencia con una primera parte que produce un movimiento torsional de la punta de corte y una segunda parte que produce un movimiento torsional y longitudinal simultáneo de la punta de corte. La duración del movimiento torsional y longitudinal simultáneo de la punta de corte puede ser proporcional a la presión de vacío. Cuando aumenta la presión de vacío, la duración del impulso que produce un movimiento torsional puede reducirse, mientras que la duración del impulso que produce un movimiento torsional y longitudinal simultáneo puede aumentar de una manera similar a la representada en el gráfico A de la figura 3. Además, los porcentajes relativos de movimiento torsional y longitudinal pueden ser controlados adicionalmente de tal manera que se modifique la relación de movimiento longitudinal a movimiento torsional (o la relación de potencia longitudinal a potencia torsional). Por ejemplo, la proporción de movimiento torsional y longitudinal simultáneo puede modificarse de tal manera que un movimiento relativamente más longitudinal (y un movimiento relativamente menos torsional) esté presente en la punta de corte.

La figura 4B representa un impulso de potencia con una primera parte que produce un movimiento torsional de la punta de corte y una segunda parte que produce un movimiento torsional y longitudinal simultáneo de la punta de corte. La amplitud y la duración del movimiento torsional y longitudinal simultáneo de la punta de corte puede ser proporcional a la presión de vacío. Cuando aumenta la presión de vacío, la amplitud y la duración del impulso que produce un movimiento torsional puede reducirse, mientras que la duración del impulso que produce un movimiento torsional y longitudinal simultáneo puede aumentar de una manera similar a la representada en el gráfico B de la figura 3. Además, los porcentajes relativos de movimiento torsional y longitudinal pueden ser controlados adicionalmente de tal manera que se modifique la relación de movimiento longitudinal a movimiento torsional (o la relación de potencia longitudinal a potencia torsional). Por ejemplo, la proporción de movimiento torsional y longitudinal simultáneo puede modificarse de tal manera que un movimiento relativamente más longitudinal (y un movimiento relativamente menos torsional) esté presente en la punta de corte.

La figura 4C representa un impulso de potencia con una primera parte que produce un movimiento torsional de la punta de corte, una segunda parte que produce un movimiento torsional y longitudinal simultáneo de la punta de corte, y una tercera parte que produce un movimiento longitudinal de la punta de corte. La duración del movimiento torsional y longitudinal simultáneo de la punta de corte puede ser proporcional a la presión de vacío. Cuando aumenta la presión de vacío, la duración del impulso que produce un movimiento torsional puede reducirse, mientras que la duración del impulso que produce un movimiento torsional y longitudinal simultáneo puede aumentar de una manera similar a la representada en el gráfico A de la figura 3. Asimismo, la duración del movimiento longitudinal de la punta de corte puede ser proporcional a la presión de vacío. Cuando aumenta la presión de vacío, la duración del impulso que produce un movimiento torsional puede reducirse, mientras que la duración del impulso que produce un movimiento longitudinal puede aumentar de una manera similar a la representada en el gráfico A de la figura 3. En otra forma de realización de la presente invención, la parte del impulso que produce un movimiento torsional de la punta de corte puede reducirse cuando aumenta la presión de vacío, mientras que la parte restante del impulso de potencia puede incluir una primera parte que produce un movimiento torsional y longitudinal simultáneo de la punta de corte y una segunda parte que produce un movimiento longitudinal de la punta de corte. Las partes primera y segunda pueden modificarse adicionalmente de tal manera que la cantidad de movimiento longitudinal aumente en proporción a la presión de vacío, mientras que la cantidad de movimiento torsional y longitudinal simultáneo disminuye como respuesta a la presión de vacío. Además, los porcentajes relativos de movimiento torsional y longitudinal pueden controlarse adicionalmente de tal manera que se modifique la relación de movimiento longitudinal a movimiento torsional (o la relación de potencia longitudinal a potencia torsional). Por ejemplo, la proporción de movimiento torsional y longitudinal simultáneo puede modificarse de tal manera que un movimiento relativamente más longitudinal (y un movimiento relativamente menos torsional) esté presente en la punta de corte.

La figura 4D representa un impulso de potencia con una primera parte que produce un movimiento torsional de la punta de corte, una segunda parte que produce un movimiento torsional y longitudinal simultáneo de la punta de corte, y una tercera parte que produce un movimiento longitudinal de la punta de corte. La amplitud y la duración del

movimiento torsional y longitudinal simultáneo de la punta de corte pueden ser proporcionales a la presión de vacío. Cuando aumenta la presión de vacío, la duración del impulso que produce un movimiento torsional puede reducirse, mientras que la amplitud y la duración del impulso que produce un movimiento torsional y longitudinal simultáneo pueden aumentarse de una manera similar a la representada en el gráfico A de la figura 3. Asimismo, la amplitud y la duración del movimiento longitudinal de la punta de corte pueden ser proporcionales a la presión de vacío. Cuando aumenta la presión de vacío, la duración del impulso que produce un movimiento torsional puede reducirse, mientras que la amplitud y la duración del impulso que produce un movimiento longitudinal pueden aumentar de manera similar a la representada en el gráfico B de la figura 3. En otra forma de realización de la presente invención, la parte del impulso que produce un movimiento torsional de la punta de corte puede reducirse cuando aumenta la presión de vacío, mientras que la parte restante del impulso de potencia puede incluir una primera parte que produce un movimiento torsional y longitudinal simultáneo de la punta de corte y una segunda parte que produce un movimiento longitudinal de la punta de corte. Las partes primera y segunda pueden modificarse adicionalmente de tal manera que la amplitud y la duración del movimiento longitudinal aumenten en proporción a la presión de vacío, mientras que la amplitud y la duración del movimiento torsional y longitudinal simultáneo disminuyen como respuesta a la presión de vacío. Además, los porcentajes relativos de movimiento torsional y longitudinal pueden controlarse adicionalmente de tal manera que se modifique la relación de movimiento longitudinal a movimiento torsional (o la relación de potencia longitudinal a potencia torsional). Por ejemplo, la proporción de movimiento torsional y longitudinal simultáneo puede modificarse de tal manera que un movimiento relativamente más longitudinal (y un movimiento relativamente menos torsional) esté presente en la punta de corte.

La figura 4E representa un impulso de potencia con una primera parte que produce un movimiento torsional de la punta de corte y una segunda parte que produce un movimiento torsional y longitudinal simultáneo de la punta de corte. La duración del movimiento torsional y longitudinal simultáneo de la punta de corte puede ser proporcional a la presión de vacío. Cuando aumenta la presión de vacío, la duración del impulso que produce un movimiento torsional puede reducirse, mientras que la duración del impulso que produce un movimiento torsional y longitudinal simultáneo puede aumentar de una manera similar a la representada en el gráfico A de la figura 3. Además, la amplitud del movimiento torsional y longitudinal simultáneo de la punta de corte puede ser proporcional a la presión de vacío. Cuando aumenta la presión de vacío, la duración del impulso que produce un movimiento torsional puede reducirse, mientras que la amplitud del impulso que produce un movimiento torsional y longitudinal simultáneo puede aumentar de una manera similar a la representada en el gráfico B de la figura 3. Además, los porcentajes relativos de movimiento torsional y longitudinal pueden ser controlados adicionalmente de tal manera que se modifique la relación de movimiento longitudinal a movimiento torsional (o la relación de potencia longitudinal a potencia torsional). Por ejemplo, la proporción de movimiento torsional y longitudinal simultáneo puede modificarse de tal manera que un movimiento relativamente más longitudinal (y un movimiento relativamente menos torsional) esté presente en la punta de corte. En la figura 4E, el impulso que produce un movimiento torsional y longitudinal simultáneo de la punta de corte se divide en dos impulsos cuya duración y amplitud pueden modificarse de cualquier manera.

La figura 4F representa un impulso de potencia con una primera parte que produce un movimiento torsional de la punta de corte y una segunda parte que produce un movimiento longitudinal de la punta de corte. La duración del movimiento de la punta de corte puede ser proporcional a la presión de vacío. Cuando aumenta la presión de vacío, la duración del impulso que produce un movimiento torsional puede reducirse, mientras que la duración del impulso que produce un movimiento longitudinal puede aumentar de manera similar a la representada en el gráfico A de la figura 3. Además, la amplitud del movimiento longitudinal de la punta de corte puede ser proporcional a la presión de vacío. Cuando aumenta la presión de vacío, la duración del impulso que produce un movimiento torsional puede disminuir, mientras que la amplitud del impulso que produce un movimiento longitudinal puede aumentar de una manera similar a la representada en el gráfico B de la figura 3. En la figura 4E, el impulso que produce un movimiento torsional y longitudinal simultáneo de la punta de corte se divide en dos impulsos cuya duración y amplitud pueden modificarse de cualquier manera.

Puede apreciarse por lo anterior que la presente invención proporciona una pieza de mano mejorada para cirugía de facoemulsificación y un controlador mejorado para hacer funcionar la pieza de mano. La presente invención proporciona un controlador para controlar impulsos de potencia sobre la base de una presión de vacío o un nivel de vacío. La presente invención se ilustra aquí a modo de ejemplo y pueden hacerse diversas modificaciones por un experto ordinario en la materia.

Otras formas de realización de la invención serán evidentes para los expertos en la materia a partir de la consideración de la memoria y la práctica de la invención aquí descrita. Se pretende partir de la consideración de la memoria y la puesta en práctica de la invención divulgada en la presente memoria. Se pretende que la memoria y los ejemplos sean considerados únicamente a título ejemplificativo, con el alcance de la invención que se indica en las siguientes reivindicaciones.

REIVNDICACIONES

1. Sistema de facoemulsificación oftálmica, que comprende:
- 5 una pieza de mano (1150) que incluye una aguja o punta de corte (1210), y unos medios ultrasónicos para hacer vibrar la punta de corte hacia delante y hacia atrás con el fin de producir una carrera de aguja longitudinal, y de hacer vibrar la punta de corte en un movimiento de retorcimiento o torsional;
- unos medios (1160) para medir una presión de vacío en un conducto de aspiración (1155);
- 10 estando dicho sistema adaptado para proporcionar una serie de impulsos de potencia a la pieza de mano, presentando cada uno de la serie de impulsos de potencia:
- una primera parte que produce un movimiento torsional de una punta de corte;
- 15 una segunda parte que produce un movimiento longitudinal y torsional simultáneo de la punta de corte; y
- una tercera parte que produce un movimiento longitudinal de la punta de corte;
- 20 estando dicho sistema adaptado para alterar la duración de la primera parte de la serie de impulsos de potencia como respuesta a un incremento de una presión de vacío medida; y estando dicho sistema adaptado para alterar la duración de la segunda parte de la serie de impulsos de potencia como respuesta a un incremento de una presión de vacío medida; y estando dicho sistema adaptado para alterar la duración de la tercera parte de la serie de impulsos de potencia como respuesta a un incremento de una presión de vacío medida.
- 25 2. Sistema de facoemulsificación oftálmica según la reivindicación 1, adaptado asimismo para alterar la amplitud de la segunda parte como respuesta a un incremento de una presión de vacío medida.
3. Sistema de facoemulsificación oftálmica según la reivindicación 1, adaptado asimismo para alterar la amplitud de la tercera parte como respuesta a un incremento de una presión de vacío medida.
- 30 4. Sistema quirúrgico de facoemulsificación oftálmica según la reivindicación 1, en el que la alteración de la duración de la primera parte como respuesta a un incremento de una presión de vacío medida comprende asimismo la disminución de la duración de la primera parte como repuesta a un incremento de una presión de vacío medida.
- 35 5. Sistema de facoemulsificación oftálmica según la reivindicación 1, en el que la alteración de la duración de la tercera parte como respuesta a un incremento de una presión de vacío medida comprende asimismo el incremento de la duración de la tercera parte como respuesta a un incremento de una presión de vacío medida.

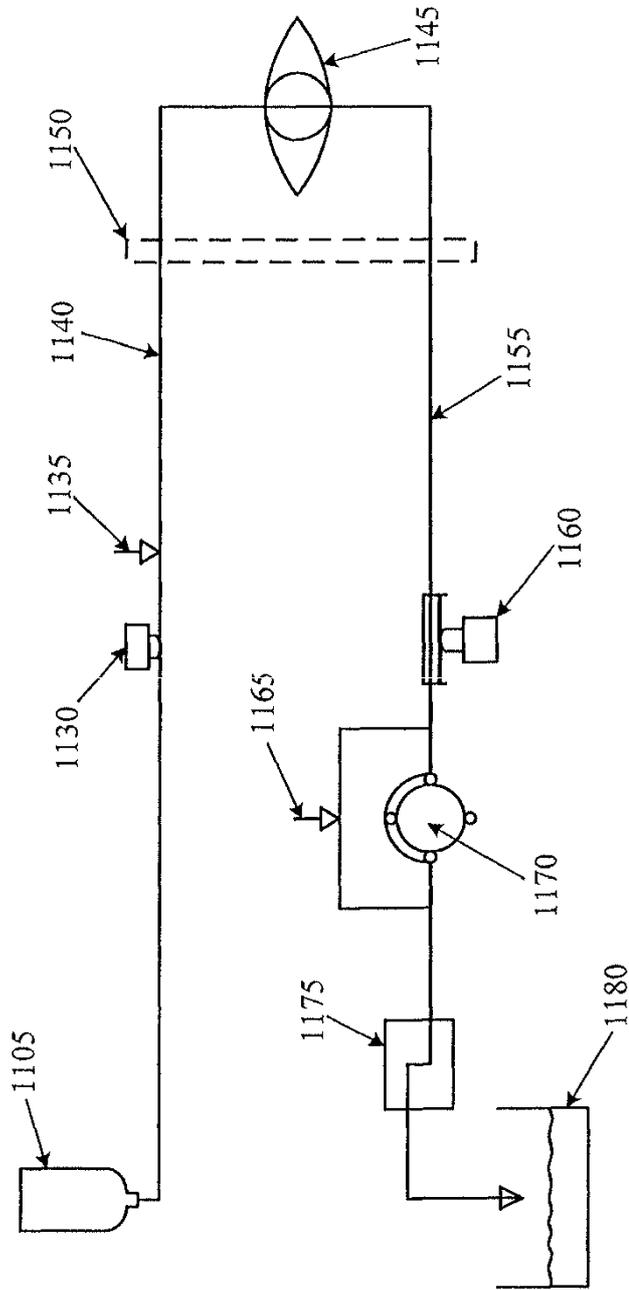


Fig. 1

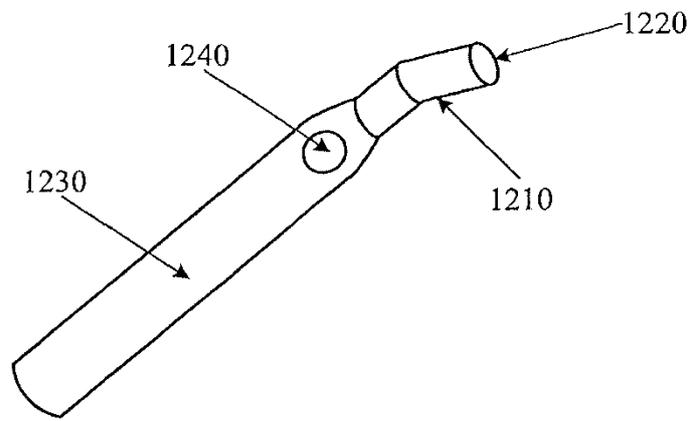


Fig. 2A

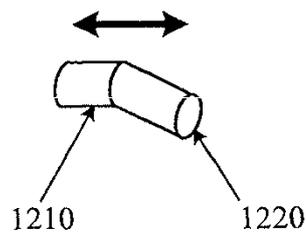


Fig. 2B

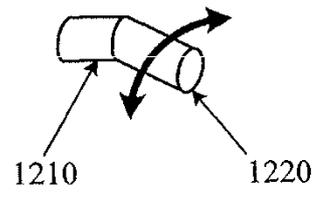


Fig. 2C

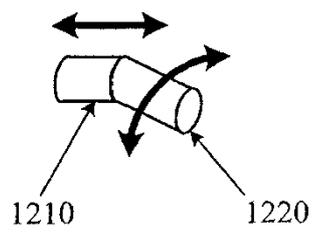


Fig. 2D

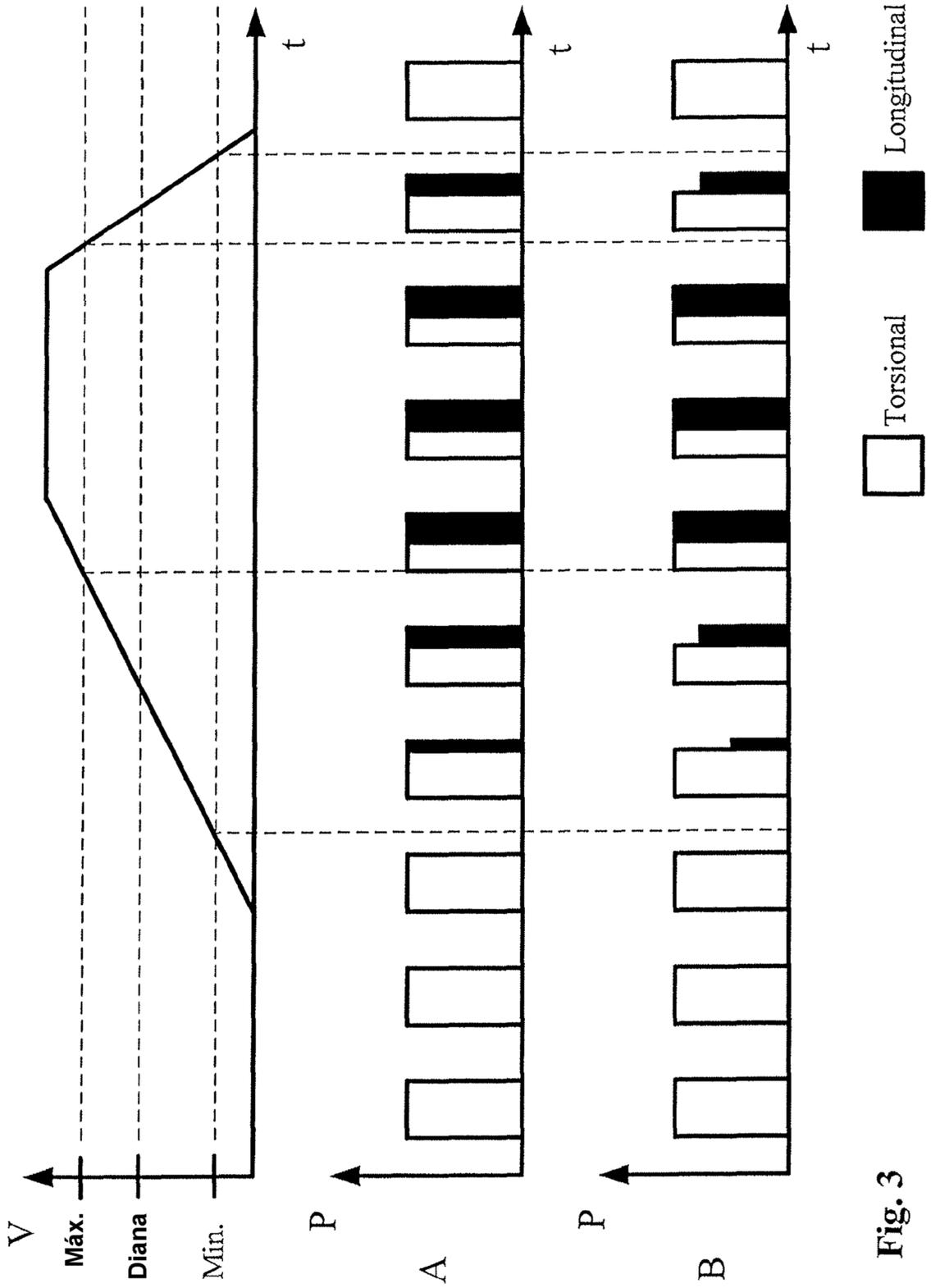


Fig. 3

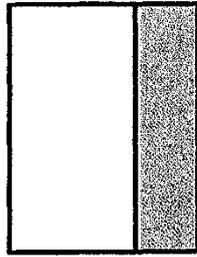


Fig. 4A

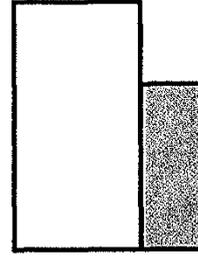


Fig. 4B

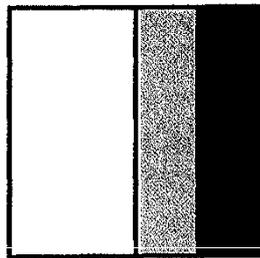


Fig. 4C

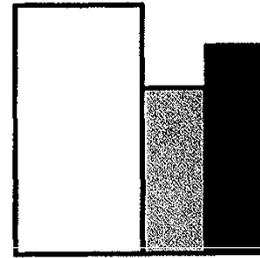


Fig. 4D

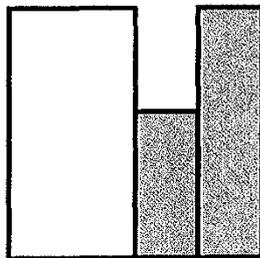


Fig. 4E

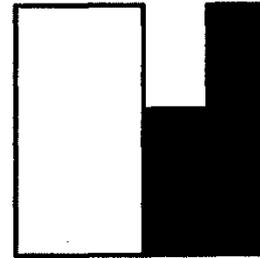


Fig. 4F

