

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 464 451**

51 Int. Cl.:

**F02M 47/02** (2006.01)

**F02M 63/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.02.2008** **E 08101850 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.04.2014** **EP 2093410**

54 Título: **inyector de fuel con una disposición de control de válvula mejorada**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**02.06.2014**

73 Titular/es:

**DELPHI INTERNATIONAL OPERATIONS  
LUXEMBOURG S.À R.L. (100.0%)  
Avenue de Luxembourg  
4940 Bascharage , LU**

72 Inventor/es:

**LECLUSE, ERIC;  
ENTERS, RICHARD y  
CHARLEUX, ERIC**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 464 451 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**

Inyector de fuel con una disposición de control de válvula mejorada

5 La presente invención se refiere a un inyector de fuel con una disposición de control de válvula mejorada para posicionar una aguja de válvula de un inyector de fuel en una posición donde se produce la inyección de fuel, y en una posición donde se evita la inyección de fuel. En particular, la presente invención se refiere a una disposición de control de válvula que utiliza una válvula de corte para controlar el flujo de fuel a alta presión entre un suministro de fuel a alta presión y una cámara de control de aguja de válvula de inyección para eliminar las pérdidas estáticas del inyector, reducir las pérdidas dinámicas y mejorar el rendimiento del inyector, en particular la robustez del inyector y la velocidad de apertura y cierre de la aguja de válvula.

10 Es conocido controlar el movimiento de una aguja de válvula de un inyector de fuel, para iniciar y detener la inyección de fuel, mediante el uso de una válvula de descarga accionada por un actuador para controlar la presión del fuel dentro de una cámara de control de aguja de válvula. Una disposición de control de válvula de este tipo se describe en el documento EP 1 163 440. En la disposición descrita, una superficie de empuje dispuesta en el extremo de la aguja de válvula que es distal con relación al asiento de la válvula puede estar sujeta a una fuerza causada por el fuel a presión dentro de la cámara de control de aguja cuando actúa contra la misma, y una superficie de empuje intermedia dispuesta entre los extremos distal y proximal de la aguja de válvula puede estar sujeta a una fuerza provocada por el fuel a presión dentro de una cámara anular asociada en el cuerpo de la boquilla.

20 El fuel de una fuente de suministro de fuel a alta presión puede fluir hacia el interior de la cámara de control de aguja de válvula a través de un orificio de entrada (INO) en el conducto de entrada. El fuel puede fluir hacia fuera de la cámara de control de aguja de válvula hacia un depósito o drenaje de baja presión a través de un orificio de vertido (SPO), cuando la válvula de descarga es abierta por un actuador de solenoide. El fuel fluye hacia el interior de la cámara anular dentro del cuerpo de la boquilla desde la fuente de suministro de fuel a alta presión y fluye hacia el exterior de la cámara a través de los orificios de inyección que se abren y se cierran a medida que la aguja de válvula asciende o desciende respectivamente.

25 Durante el funcionamiento, para elevar la aguja de válvula y así abrir los orificios de inyección se abre la válvula de descarga, bajo el control directo del actuador de solenoide. El fuel dentro de la cámara de control de aguja de válvula puede entonces fluir hacia fuera del drenaje de baja presión a través del SPO. Como el INO está presente en la línea de suministro de fuel de alta presión hacia la cámara de control de aguja de válvula, la presión del fuel dentro de la cámara de control de aguja de válvula se reduce y por tanto se reduce la fuerza hacia abajo aplicada a la aguja de válvula como resultado del fuel que actúa sobre la superficie de empuje distal. El fuel a alta presión todavía actúa sobre la superficie de empuje intermedia de la aguja de válvula y la fuerza ascendente resultante aplicada a la superficie de empuje de aguja de válvula es mayor que la fuerza descendente aplicada a la aguja de válvula y por tanto la aguja de válvula comienza a moverse hacia arriba. Cuando los orificios de inyección se abren el fuel dentro de la cámara en el cuerpo de la boquilla fluye hacia fuera hacia un cilindro de motor, que está a una presión relativamente baja, y por tanto se reduce la presión de fuel dentro de la cámara anular en el cuerpo de la boquilla. A medida que se reduce la presión del fuel dentro de la cámara anular en el cuerpo de boquilla, la fuerza ascendente que actúa sobre la aguja de válvula se reduce. Sin embargo, en este punto la fuerza ascendente que actúa sobre la superficie de empuje es todavía mayor que la fuerza descendente aplicada a la aguja de válvula y por tanto la aguja de válvula permanece en una posición elevada y la inyección de fuel a través de los orificios de inyección continúa.

40 Para hacer descender la aguja de válvula, cerrar los orificios de inyección y así detener la inyección de fuel, la válvula de descarga se desplaza hasta una posición cerrada. Esto se consigue deteniendo el suministro de corriente eléctrica al solenoide y bajo la acción directa de un muelle de compresión helicoidal que actúa sobre el miembro de válvula de descarga. Esto cierra la salida de la cámara de control de aguja de válvula al drenaje de baja presión y por tanto, como el fuel a alta presión todavía está siendo suministrado a la cámara de control de aguja, a través del INO, se eleva la presión del fuel dentro de la cámara de control de aguja. La fuerza hacia abajo aplicada a la válvula se hace mayor que la fuerza ascendente y por tanto la aguja de válvula se desplaza hacia abajo.

50 Esta disposición de control de válvula según la técnica anterior emplea una válvula de descarga equilibrada hidráulicamente. Es necesario utilizar una válvula de descarga equilibrada hidráulicamente porque se utiliza un pequeño actuador de solenoide para controlar el movimiento de la válvula de descarga y dicho actuador no es capaz de generar suficiente fuerza como para cerrar la válvula desequilibrada contra la alta presión del fuel dentro de la cámara de control de aguja de válvula que actúa contra el mismo. Es deseable utilizar un pequeño actuador de solenoide, ya que esto permite que el actuador se coloque dentro del cuerpo del inyector. Además, se consigue una reducción de costes asociada al uso de un actuador pequeño.

55 Una desventaja de las válvulas equilibradas hidráulicamente es que presentan pérdidas estáticas. Se trata de pérdidas a través de la válvula de descarga desde el lado de alta presión, es decir, la cámara de control de aguja de válvula, hacia el drenaje de baja presión y se incrementan debido a las altas presiones y temperaturas del fuel a las que está sujeta la válvula de descarga. Estas pérdidas estáticas requieren una capacidad de bombeo mayor y

provoca que la energía se malgaste, ya que fuel a presión escapa al drenaje de baja presión.

Como se ha mencionado anteriormente, no es posible utilizar una válvula desequilibrada debido a que la fuerza necesaria para accionarla sólo podría ser suministrada por un actuador de solenoide más grande, que no cabría dentro del cuerpo del inyector, o por un tipo de actuador diferente, como un actuador piezo-eléctrico, que sería excesivamente caro.

También, la disposición de control de la técnica anterior presenta pérdidas de fuel dinámicas cuando se eleva la aguja de la válvula. Las pérdidas dinámicas se producen entre la entrada de fuel de alta presión y el depósito o drenaje de baja presión, a través de la cámara de control de pistón cuando se abre la válvula de descarga. Las pérdidas dinámicas constituyen una desventaja por las mismas razones que se mencionaron anteriormente con relación a las pérdidas estáticas.

El orificio de entrada y el orificio de vertido están presentes en la disposición de control de válvula de la técnica anterior para permitir la mayor velocidad de cierre de la aguja de la válvula, es decir, el retardo más pequeño entre el cierre de la válvula de descarga y el momento en que la presión de fuel dentro de la cámara de control de la aguja de la válvula alcanza un nivel en el que la fuerza descendente aplicada a la válvula es mayor que la fuerza aplicada hacia arriba, y para permitir la mayor velocidad de apertura de la aguja de la válvula, es decir, el menor retardo entre la apertura de la válvula de descarga y el momento en que la presión de fuel dentro de la cámara de control de la aguja de la válvula se reduce hasta un nivel en el que la fuerza ascendente aplicada a la aguja de la válvula es mayor que la fuerza descendente aplicada a la aguja.

Para tener la mayor velocidad de cierre en la aguja de la válvula, es necesario llenar la cámara de control de la aguja de la válvula lo más rápidamente posible. La situación ideal sería tener una entrada de fuel sin restricciones, es decir, sin ningún orificio de entrada y con una salida de fuel fuertemente restringida, es decir, un orificio de vertido pequeño. Sin embargo, también es deseable tener una velocidad de apertura elevada en la aguja de la válvula y ello requiere que la cámara de control de la aguja de la válvula se vacíe lo más rápidamente posible a través del conducto de salida. En este caso, es deseable tener una salida de fuel sin restricciones, es decir, ningún orificio de vertido y una entrada de fuel fuertemente restringida, es decir, un orificio de entrada pequeño.

Por tanto, existe un conflicto entre los requisitos para una apertura rápida y un cierre rápido de la aguja de la válvula. Se busca un compromiso y el orificio de entrada y el orificio de salida se ajustan para que proporcionen las mejores características de operación que se puedan conseguir.

Por tanto, la disposición de control de la técnica anterior está limitada debido a que presenta niveles indeseables de pérdidas estáticas y dinámicas y tiene un tiempo de retardo entre el accionamiento de la válvula de descarga y el movimiento de la aguja de la válvula excesivamente largo.

El documento DE 102006000461 A1 describe un inyector de fuel

Por tanto, sería deseable una disposición de control de válvula que proporcione una reducción el tiempo de movimiento de la aguja de la válvula y que también pueda utilizar un actuador pequeño y de bajo coste que no presente problemas de pérdidas estáticas.

En consecuencia, la presente invención proporciona un inyector de fuel para un motor de combustión interna de ignición por compresión que comprende una válvula de inyección de fuel que tiene un miembro de válvula de inyección móvil, durante el uso, bajo la acción de la presión de fuel dentro de una cámara de control de miembro de válvula de inyección que actúa sobre el mismo, entre una posición cerrada y una posición abierta, un conducto de suministro de fuel a alta presión a la cámara de control de miembro de válvula de inyección, y un actuador operable para abrir cerrar una válvula de descarga conectada entre la cámara de control de miembro de válvula de inyección y un conducto de salida de fuel con un depósito o drenaje de baja presión, caracterizado por que se proporciona una válvula de corte en el conducto de suministro de fuel a alta presión, teniendo la válvula de corte un miembro de válvula de corte móvil, durante el uso, bajo la acción de la presión de fuel entre una cámara de control de miembro de válvula de corte que actúa sobre el mismo, entre una posición cerrada y una posición abierta, donde la cámara de control de miembro de válvula de corte es conectable al depósito o drenaje de baja presión a través de la válvula de descarga, y donde existe un conducto de transferencia de fuel abierto dispuesto entre la cámara de control de miembro de válvula de inyección y la cámara de control de miembro de válvula de corte, independientemente del estado de operación del inyector de fuel.

Durante el uso, la operación de la válvula de corte tiene el efecto de variar la relación entre la tasa a la que se puede suministrar fuel a la cámara de control de aguja de válvula de inyección y la tasa a la que se puede drenar fuel desde la cámara de control de aguja de válvula de inyección. Esto permite optimizar más fácilmente el mando hidráulico del inyector y por tanto permite un mejor rendimiento del inyector. A diferencia de las disposiciones de control de la técnica anterior, no son necesarios otros elementos, como un NPO o una sección diferencial. Una sección diferencial puede estar en la forma de un pistón con un diámetro más grande que el de la aguja. De este modo, el fuel a presión dentro de la cámara de control actúa sobre un área mayor que el fuel a presión dentro del cuerpo de boquilla de modo que la fuerza neta, que actúa para cerrar la válvula de aguja, aumenta. Un NPO es un

5 orificio que reduce la presión dentro del cuerpo de boquilla durante la inyección. La caída de presión da como resultado que las superficies de empuje orientadas hacia abajo de la válvula estén expuestas al fuel a una presión menor que las superficies de empuje orientadas hacia arriba, es decir, aquellas que están en la parte superior de la  
 10 aguja de la válvula. De nuevo, esto aumenta la fuerza neta que actúa para cerrar la válvula de aguja. En la presente invención, no es necesario un NPO, sección diferencial, o similares debido a que hay un elevado flujo de entrada a la cámara de control, lo que proporciona la fuerza de cierre neta requerida. La presente invención también permite reducir las pérdidas dinámicas. Esto es ventajoso porque unas menores pérdidas de fuel a presión significa que el sistema de inyección de fuel utiliza menos energía. También, como la presión del fuel que pasa a través del conducto de salida de fuel se reduce, la válvula de descarga puede estar desequilibrada, eliminando así las pérdidas  
 15 estáticas, y seguir siendo operable por un actuador comparable al que se utilizaba anteriormente con una válvula de descarga equilibrada.

15 Preferiblemente, la válvula de corte comprende un cuerpo de válvula de corte dentro del cual el miembro de válvula de corte, que está en forma de pistón, es móvil de manera deslizante dentro de una cámara de pistón, estando el cuerpo de válvula conectado de manera fluida en el primer extremo a la cámara de control de miembro de válvula de corte, y estando conectada de manera fluida al conducto de transferencia de fuel a alta presión en un segundo extremo y a una cámara de fuel intermedia entre los dos extremos, y el cuerpo de válvula está dotado de un asiento de válvula en la posición intermedia y el segundo extremo, y el pistón está dotado de una cara de válvula complementaria que es acoplable al asiento de válvula para formar un cierre estanco dentro del conducto de transferencia de fuel a alta presión cuando la válvula de corte se cierra.

20 Preferiblemente, el pistón tiene en un primer extremo, proximal al primer extremo del cuerpo de válvula, una primera superficie de empuje en comunicación fluida con el cuerpo de control de miembro de válvula de corte, tiene en un segundo extremo proximal al segundo extremo del cuerpo de válvula, una segunda superficie de empuje en comunicación fluida con la cámara de control de miembro de válvula de inyección, y tiene entre los dos extremos una primera superficie de empuje intermedia, proximal al primer extremo del pistón, y una segunda superficie de empuje intermedia, proximal al segundo extremo del pistón, donde la primera superficie de empuje intermedia y la segunda superficie de empuje intermedia están en comunicación fluida con la cámara de fuel intermedia.

30 Preferiblemente, donde el miembro de válvula de corte está desequilibrado. Es ventajoso tener un miembro de válvula desequilibrado, por ejemplo un pistón, ya que esto se puede utilizar para reducir el retardo con el cual el miembro de válvula de corte se mueve hacia abajo cuando se cierra la válvula de descarga y por tanto aumenta la velocidad con la que el miembro de válvula de inyección, por ejemplo una aguja de válvula, se cierra. El miembro de válvula de cierre está desequilibrado porque existe una diferencia entre el área de la sección del miembro de válvula de corte expuesta a una fuerza del fuel a presión que provoca que el miembro de válvula de corte se desplace en una primera dirección, por ejemplo hacia abajo, y el área de la sección del miembro de válvula de corte expuesta a una fuerza del fuel a presión que provoca que el miembro de válvula de corte se desplace en una segunda dirección, opuesta a la primera dirección, por ejemplo hacia arriba. En la realización preferida de la presente invención, el mayor área de la sección del miembro de válvula de corte está sujeto al fuel a presión que lo fuerza en dirección hacia abajo.

40 Alternativamente, el miembro de válvula de corte puede estar equilibrado. Si el miembro de válvula de corte está equilibrado, esto significa que las áreas de la sección sujetas a las fuerzas en ambas direcciones por el fuel a presión son iguales, y el retardo con el que el miembro de válvula de corte se mueve hacia abajo, y por tanto la velocidad de cierre de la válvula de inyección puede aumentarse optimizando el sistema hidráulico para obtener los flujos preferidos de entrada y salida de las cámaras de control.

Preferiblemente, un elemento elástico impulsa el miembro de válvula de corte hasta una posición en la que la válvula de corte está abierta.

45 Preferiblemente, se proporciona una restricción en el conducto de transferencia de fuel. Esto es ventajoso porque permite optimizar la velocidad de movimiento del miembro de válvula de inyección. Durante la fase de apertura de la válvula de inyección de fuel, cuando el miembro de válvula de inyección, típicamente una aguja de válvula, se mueve hacia arriba es necesario tener medios para controlar la velocidad de movimiento del miembro de válvula de inyección. En la técnica anterior, esto se ha conseguido utilizando una restricción en el conducto de entrada de fuel.  
 50 En la presente invención no hay restricción en el conducto de entrada de fuel. En lugar de ello, la velocidad de movimiento del miembro de válvula de inyección se controla con el efecto compresivo dentro de la cámara de control de miembro de válvula de inyección. Cuando se abre la válvula de descarga, la presión dentro de la cámara de control de miembro de válvula de inyección se reduce y el miembro de válvula de inyección comienza a moverse hacia arriba. La reducción de presión dentro de la cámara de control de miembro de válvula de inyección se controla mediante la restricción, típicamente un orificio, dentro del conducto de transferencia de fuel que conecta la cámara de control de miembro de válvula de inyección con el depósito o drenaje de baja presión. A medida que el miembro de válvula de inyección se mueve hacia arriba, el volumen de la cámara de control de miembro de válvula de inyección se reduce y esto tiende a aumentar la presión en su interior. El efecto de la restricción en el conducto de transferencia y la reducción en el volumen de la cámara de control de miembro de válvula de inyección definen una  
 55 presión de equilibrio dentro de la cámara de control de miembro de válvula de inyección durante la fase de apertura  
 60

que controla la velocidad de apertura del miembro de válvula de inyección.

Preferiblemente, el inyector de fuel comprende además un conducto de suministro de fuel restringido conectado entre un conducto de suministro de fuel a alta presión y la cámara de control de miembro de válvula de corte. Es ventajoso proporcionar este conducto de suministro de fuel restringido para facilitar la optimización del sistema hidráulico.

En una segunda realización alternativa de la presente invención, el inyector de fuel puede comprender un conducto de suministro de fuel restringido conectado entre un conducto de suministro de fuel a alta presión y la cámara de control de miembro de válvula de corte y un conducto de suministro de fuel restringido conectado directamente entre un conducto de suministro de fuel a alta presión y una cámara de control de miembro de válvula de inyección. La ventaja de esta segunda realización es que un orificio de entrada en el conducto de suministro de fuel restringido hacia la cámara de control de miembro de válvula de inyección facilita la optimización del mando hidráulico del sistema al proporcionar un grado de libertad adicional para conseguir un flujo controlado mejorado.

Proporcionar el conducto de suministro de fuel restringido facilita un llenado más rápido de la cámara de control de miembro de válvula de inyección cuando la válvula de descarga se cierra, y esto da como resultado un cierre más rápido del miembro de válvula. En la primera realización, existe un retardo entre el cierre de la válvula de descarga y el desplazamiento del miembro de válvula de corte para abrir la línea de suministro de fuel a alta presión a la cámara de control de miembro de válvula de inyección porque se necesita algún tiempo para que la cámara de control de miembro de válvula de corte se llene con fuel a presión, debido a la restricción proporcionada en la línea de suministro de fuel a la cámara de control del miembro de válvula de corte. La capacidad de cerrar la aguja de válvula más rápidamente facilita inyecciones de menor duración. También, el orificio del conducto de suministro de fuel restringido proporciona un grado de libertad extra que permite una mejor optimización del sistema hidráulico.

En una cuarta realización alternativa de la presente invención, el inyector de fuel puede comprender además un conducto de suministro de fuel restringido conectado directamente entre un conducto de suministro de fuel a alta presión y la cámara de control de miembro de válvula de inyección. Esto es ventajoso para proporcionar este conducto de suministro de fuel restringido para facilitar la optimización del sistema hidráulico.

Uno de los aspectos críticos de la presente invención es el retardo hidráulico entre la apertura y cierre de la válvula de descarga y la apertura o cierre de la válvula de inyección. Para cerrar la válvula de inyección rápidamente es necesario recargar la cámara de control del miembro de válvula de corte rápidamente. En la realización preferida de la presente invención esto se consigue suministrando fuel directamente a la cámara de control del miembro de válvula de corte desde el suministro de fuel a alta presión (a través de una restricción). Sin embargo, es posible llevar a cabo la invención sin tener un suministro de fuel a alta presión a la cámara de control del miembro de válvula de corte. La cuarta realización de la presente invención utiliza ese sistema. En esta realización, se proporciona una línea de fuel a alta presión hacia la cámara de control del miembro de válvula de inyección y se utiliza para llenar la cámara de control del miembro de válvula de corte a través de un conducto de transferencia de fuel desde la cámara de control del miembro de válvula de inyección.

Ahora se describirá una realización preferida de la presente invención haciendo referencia a las figuras adjuntas, en las que:

La Figura es una vista esquemática parcial de un inyector de fuel que comprende una válvula de aguja de inyección y una disposición de control de válvula de aguja de inyección de acuerdo con una realización preferida de la presente invención, para controlar la elevación y descenso de la aguja de válvula de la válvula de aguja. La aguja de válvula se muestra en una posición asentada de tal manera que los orificios de inyección están cerrados.

La Figura 2 es una vista esquemática ampliada de la disposición de control de aguja de válvula de inyección de la Figura 1.

La Figura 3 es una vista esquemática parcial de un inyector de fuel que comprende una válvula de aguja de inyección y una disposición de control de aguja de válvula de inyección de acuerdo con una segunda realización de la presente invención, para controlar la elevación y descenso de la aguja de válvula de la válvula de aguja. La aguja de válvula se muestra en una posición asentada de modo que los orificios de inyección están cerrados.

La Figura 4 es una vista esquemática parcial de un inyector de fuel que comprende una válvula de aguja de inyección y una disposición de control de aguja de válvula de inyección de acuerdo con una tercera realización de la presente invención, para controlar la elevación y descenso de la aguja de válvula de la válvula de aguja. La aguja de válvula se muestra en una posición asentada de modo que los orificios de inyección están cerrados.

La Figura 5 es una vista esquemática parcial de un inyector de fuel que comprende una válvula de aguja de inyección y una disposición de control de aguja de válvula de inyección de acuerdo con una cuarta realización de la presente invención, para controlar la elevación y descenso de la aguja de válvula de la válvula de aguja. La aguja de válvula se muestra en una posición asentada de modo que los orificios de inyección están cerrados.

La Figura 6 es una vista esquemática parcial de un inyector de fuel que comprende una válvula de aguja de inyección y una disposición de control de aguja de válvula de inyección de acuerdo con una quinta realización de la presente invención, para controlar la elevación y descenso de la aguja de válvula de la válvula de aguja. La aguja de válvula se muestra en una posición asentada de modo que los orificios de inyección están cerrados.

5 Un inyector 1 de fuel, como se muestra en la Figura 1, está dotado de una disposición 3 de control de aguja de válvula de acuerdo con una realización preferida de la presente invención. El inyector 1 de fuel comprende una disposición convencional de una válvula de aguja que tiene una aguja 5 de válvula ubicada dentro del cuerpo 7 de la boquilla del inyector.

10 La aguja 5 de válvula es alargada, tiene un perfil de sección transversal circular y comprende en un extremo inferior una cara 9 de válvula que tiene una forma complementaria a la de un asiento 11 de válvula dispuesto en el cuerpo 7 de boquilla, de modo que cuando la cara 9 de la válvula entra en contacto con el asiento 11 de válvula se forma un sellado estanco entre ambos.

15 Hacia su extremo superior, la aguja 5 de válvula está dotada de una superficie 13 de guía que se acopla al cuerpo 7 de boquilla de un modo tal que la aguja 5 de válvula puede deslizarse con relación al cuerpo 7 de boquilla. Esta separación entre la aguja 5 de válvula y el cuerpo 7 de boquilla se minimiza para minimizar el flujo de fuel a presión a través de la sección 13 de guía desde una cámara 15 de suministro de fuel, ubicada entre la cara 9 de la válvula y la sección 13 de guía. La cámara 15 de suministro de fuel es anular y es alimentada por una línea 17 de fuel a alta presión que alimenta el interior de una cavidad 19 anular dentro del cuerpo 7 de boquilla. La parte inferior de la  
20 sección 13 de guía está dotada de una superficie 21a de empuje troncocónica intermedia y la parte inferior de la aguja 5 de válvula está dotada de una superficie 21b de empuje troncocónica proximal. El fuel a presión dentro de la cámara de suministro de fuel actúa sobre las superficies 21a y 21b de empuje.

25 En su extremo superior, la aguja 5 de válvula está dotada de unas superficies 23a, 23b de empuje distales formadas por la parte superior de una guía 24 de muelle cilíndrica y la superficie anular a su alrededor, respectivamente. Estas superficies 23a, 23b de empuje distales forman la pared inferior de una cámara 25 de control de aguja de válvula. La pared superior y las paredes laterales de la cámara 25 de control de la aguja de válvula están formadas por el cuerpo 7 de boquilla.

Dentro de la cámara 25 de control de aguja de válvula se proporciona un muelle 27 de compresión helicoidal que se asienta sobre la superficie 23b de empuje distal y la pared 28 superior de la cámara 25 de control de aguja de válvula.

30 La disposición 3 de control de aguja de válvula comprende un pistón de sección transversal circular que se muestra generalmente mediante el número de referencia 29 dentro de una cámara 31 de pistón de sección transversal circular.

35 La cámara 31 de pistón tiene un perfil escalonado formado a partir de tres taladros concéntricos. Comprende un taladro 33 superior, que tiene el diámetro más pequeño, un taladro 34 intermedio que tiene un diámetro mayor y un taladro 35 inferior que tiene el diámetro más grande. El taladro 33 superior está abierto en sus extremos superior e inferior. En su extremo inferior, el taladro 33 superior se abre hacia dentro del extremo superior del taladro 34 intermedio, que a su vez se abre hacia el interior del taladro 35 inferior, que en su extremo inferior tiene una abertura que se comunica con una abertura 36 en la pared 38 superior de la cámara 25 de control de aguja de válvula.

40 El pistón 29 comprende una porción 37 de válvula inferior cilíndrica, que tiene un diámetro mayor que el taladro 34 intermedio y un diámetro menor que el taladro 35 inferior, una porción 39 intermedia concéntrica cilíndrica que tiene un diámetro más pequeño que el taladro 33 superior, y una porción 41 de guía superior concéntrica cilíndrica que tiene un diámetro justo más pequeño que el taladro 33 superior, de modo que el pistón 29 es guiado dentro del taladro 33, y de deslizarse con relación al mismo, y de modo que se minimiza el flujo de fuel a través de la porción 41 de guía.

45 El pistón 29 está dotado de una superficie 43 de empuje inferior sobre la superficie inferior de la porción 37 de válvula, una primera superficie 45 de empuje anular intermedia sobre la superficie superior de la porción 37 de válvula, una segunda superficie de empuje anular intermedia sobre la superficie interior de la porción 41 de guía y una superficie 49 de empuje superior sobre la superficie superior de la porción 41 de guía. El área de la primera superficie 45 de empuje anular intermedia es mayor que el área de la segunda superficie 47 de empuje anular intermedia.  
50

55 La porción 41 de guía se extiende fuera del taladro 33 superior entrando en una cámara 51 de control de pistón. La superficie 49 de empuje superior forma en parte la pared inferior de la cámara 51 de control de pistón. La parte restante de la pared inferior, y la pared superior y las paredes laterales están formados por el cuerpo del inyector 1 de fuel. Dentro de la cámara 51 de control de pistón hay un muelle 53 de compresión helicoidal que se asienta sobre la superficie 49 de empuje y la pared superior de la cámara 51 de control de pistón.

Una línea 55 de entrada de fuel a alta presión está conectada al taladro 34 intermedio de la cámara 31 de pistón. Un

5 conducto 57 de entrada de fuel, dispuesto en un orificio 58 de entrada, está conectado a la cámara 51 de control de pistón. Un conducto 59 de salida de fuel, dotado de un orificio 60 de vertido, conecta la cámara 51 de control de pistón con un depósito o drenaje de baja presión. Una válvula 61 de descarga está conectada al conducto 59 de salida de fuel. La válvula de descarga está también dotada de un orificio. Sin embargo, el orificio de la válvula 61 de descarga es menos restrictivo que el orificio 60 de vertido. Un conducto 63 de transferencia de fuel, dotado de un orificio 64, conecta la cámara 51 de control de pistón y la cámara 25 de control de aguja de válvula.

10 En funcionamiento, cuando no se desea realizar una inyección de fuel desde el inyector 1 de fuel, la válvula 61 de descarga se cierra bajo la operación de un actuador (no mostrado) de modo que una fuerza descendente neta actúa sobre la aguja 5 de válvula para mantener la cara 9 de válvula contra el asiento 11 de válvula. La fuerza descendente neta es el resultado de una fuerza del fuel a alta presión dentro de la cámara 25 de control de aguja de válvula que actúa hacia abajo sobre las superficies 23a, 23b de empuje distales de la aguja 5 de válvula, en combinación con una fuerza de muelle descendente generada por el muelle 27, siendo mayor que la fuerza ascendente generada por el fuel a alta presión dentro de la cámara 15 de suministro de fuel (suministrado a través de la línea 17 de fuel a alta presión) que actúa sobre la superficie 21a de empuje intermedia y la superficie 21b de empuje proximal de la aguja 5 de válvula.

15 El fuel a alta presión es suministrado a la cámara 25 de control de la aguja de válvula desde dos fuentes. El primer suministro se origina en el conducto 57 de entrada de fuel, pasa a través del orificio 58 de entrada, pasa a través de la cámara 51 de control de pistón y luego entra en la cámara 25 a través del orificio 64 en el conducto 63 de transferencia. El segundo suministro se realiza desde el conducto 55 de entrada de fuel a alta presión, a través de la cámara 31 de pistón.

20 La primera acción que tiene que realizarse para aumentar la presión del fuel dentro de la cámara 25 de control de aguja de válvula es cerrar la salida 59 desde la cámara 51 de control de pistón cerrando la válvula 61 de descarga utilizando el actuador de solenoide (no mostrado). Esto evita que el fuel suministrado a la cámara 51 de control de pistón, desde el conducto 57 de entrada de fuel, salga al drenaje de baja presión a través del conducto 59 de salida de fuel. El fuel a alta presión del conducto 57 de entrada llena la cámara 51 de control de pistón, aumentando así la presión del fuel dentro de la cámara 51 de control de pistón. También, se transfiere fuel a alta presión a la cámara 25 de control de aguja de válvula a través del orificio 64 en el conducto 63 de transferencia, aumentando así la presión de fuel dentro de la cámara 25 de control de aguja de válvula.

25 La segunda acción que es necesario realizar para aumentar la presión de fuel dentro de la cámara 25 de control de aguja de válvula es abrir una conexión para fuel entre el conducto 55 de entrada de fuel a alta presión y la cámara 25 de control de aguja de válvula. Para conseguir esto, debe aplicarse una fuerza descendente neta sobre el pistón 29 de modo que se mueva hacia abajo de tal modo que la porción 37 de válvula inferior se separe del taladro 35 de pistón intermedio. Cuando la presión de fuel dentro de la cámara 51 de control de pistón se haya elevado hasta un nivel en el que la fuerza generada por el fuel a presión que actúa sobre la superficie 49 de empuje superior del pistón 29, en combinación con la fuerza descendente aplicada por el muelle 53 y en combinación con la fuerza generada por el fuel a alta presión de la línea 55 que actúa sobre la primera superficie 45 de empuje intermedia, es mayor que la fuerza ascendente que actúa sobre la superficie 43 de empuje inferior por el fuel que pasa a través de la abertura 36 desde la cámara 25 de control de aguja de válvula, en combinación con la fuerza generada por el fuel a alta presión de la línea 55 que actúa sobre la segunda superficie 47 de empuje intermedia, el pistón se mueve hacia abajo.

30 Cuando el pistón 29 se mueve hacia abajo la superficie superior de la porción 37 de válvula inferior se separa de la superficie superior del taladro 35 inferior. Esto abre una conexión fluida para el fuel entre el conducto 55 de entrada de fuel y la cámara 25 de control de aguja de válvula. Esto da como resultado el que la cámara 25 de control de aguja de válvula se llene rápidamente con fuel a alta presión del conducto 55 de entrada de fuel.

35 Durante el funcionamiento, cuando se desea realizar una inyección de fuel desde el inyector 1 de fuel, la aguja 5 de válvula debe elevarse alejándose del asiento 11 de válvula mediante la aplicación de una fuerza ascendente neta a la aguja 5 de válvula. Para conseguir esto, la presión del fuel dentro de la cámara 25 de control de aguja de válvula debe reducirse.

40 La primera etapa es abrir el conducto 59 de salida de fuel desde la cámara 51 de control de pistón mediante la apertura de la válvula 61 de descarga utilizando el actuador de solenoide (no mostrado). Esto permite que el fuel a alta presión dentro de la cámara 51 de control de pistón y el fuel a alta presión que fluye hacia el interior de la cámara 51 de control de pistón desde el conducto 57 de entrada de fuel a alta presión y desde el conducto 63 de transferencia de fuel, sea venteadado hacia el drenaje o depósito de baja presión y por tanto, como primer paso, se reduce la presión del fuel dentro de la cámara 51 de control de pistón.

45 Ventear la cámara 25 de control de aguja de válvula a través del conducto 63 de transferencia de fuel permite reducir la presión del fuel dentro de la cámara 25 de control de aguja de válvula.

Ventear la cámara 51 de control de pistón también tiene el efecto de que la fuerza neta que actúa sobre el pistón 29 actúa en sentido ascendente debido a que la fuerza aplicada sobre la superficie 43 de empuje inferior, como

5 resultado del fuel a presión dentro de la cámara 25 de control de aguja de válvula que actúa a través de la abertura 36, en combinación con la fuerza aplicada a la segunda superficie 47 de empuje intermedia, como resultado de la presión del fuel del conducto 55 de entrada de fuel, es mayor que la fuerza que actúa sobre primera superficie 45 de empuje intermedia, por la presión del conducto 55 de entrada de fuel, en combinación con la fuerza que actúa sobre la superficie 49 de empuje superior, por la presión del fuel dentro de la cámara 51 de control de pistón, y en combinación con la fuerza del muelle 53 que actúa hacia abajo sobre el pistón 29.

El movimiento ascendente del pistón 29 coloca la superficie superior de la porción 37 de válvula inferior en contacto con la superficie superior del taladro 35, eliminando así la conexión fluida entre el conducto 55 de entrada de fuel y la cámara 25 de control de aguja de válvula.

10 Como la cámara 25 de control de aguja de válvula ya no es alimentada con fuel a alta presión del conducto 55 de entrada de fuel y el fuel dentro de la cámara 25 de control de aguja de válvula es venteado a través del conducto 63 de transferencia de fuel y el conducto 59 de salida, la presión en la cámara 25 de control de aguja de válvula se reduce. En este punto, la fuerza neta que actúa sobre la aguja 5 de válvula actúa en una dirección ascendente porque las fuerzas descendentes que actúan sobre las superficies 23a, 23b de empuje distales, por la presión del fuel dentro de la cámara 25 de control de pistón y el muelle 27 son menores que las fuerzas ascendentes que actúan sobre las superficies 21a, 21b de empuje. Por tanto, la aguja 5 de válvula se mueve hacia arriba, abriendo los orificios de inyección y permitiendo la inyección de fuel.

15 Cuando se necesita disminuir la inyección, se utiliza el procedimiento descrito arriba para colocar la aguja 5 de válvula contra el cuerpo 7 de boquilla.

20 El conducto 57 de entrada de fuel a la cámara 51 de control de pistón, y el conducto 59 de salida de fuel y el conducto 63 de transferencia de fuel desde el mismo, están dotados de orificios 58, 60, 64 respectivamente. El objeto del orificio 60 de vertido es reducir el efecto de la tolerancia sobre la elevación del miembro de válvula de la válvula 61 de descarga. La distancia según la cual el miembro de válvula de descarga es elevado de su asiento de válvula cambia el área de flujo de la válvula. El orificio 60 de vertido reduce la presión de fuel directamente por debajo de la válvula 61 de descarga cuando está abierto. Al reducir la presión de fuel, los cambios en el área de flujo tienen un menor efecto sobre el flujo a través de la válvula. Se disminuye así la sensibilidad del sistema a la tolerancia en la elevación de la válvula de descarga.

25 El orificio dentro de la válvula 61 de descarga se proporciona para reducir el nivel de presión al que está sujeta la válvula 61 de descarga. Esto es porque la válvula 61 de descarga es una válvula desequilibrada, es decir, sólo está sometida a alta presión en un lado (estando conectado el otro lado al depósito de baja presión), de modo que cuando más alta es la presión en el lado de altas presiones de la válvula 61 mayor es el actuador de solenoide requerido para cerrarla. Como el actuador de solenoide debe encajar dentro del cuerpo de inyector, su tamaño está limitado y por tanto su fuerza de cierre está limitada, de modo que la presión a la que está sometida la válvula 61 de descarga debe elegirse en consecuencia.

30 El orificio 58 de entrada está dispuesto en el conducto 57 de entrada de fuel para reducir la tasa de flujo que entra en la cámara 51 de control de pistón. Si no se dispusiese la restricción 58, la tasa de flujo de entrada en la cámara 51 sería mayor que la tasa de flujo posible que se aleja de la cámara 51 a través del conducto 59 de salida de fuel que está restringido por el orificio 60, con el resultado de que no sería posible descargar la cámara 51 para abrir la aguja de válvula para la inyección.

35 Durante la fase de apertura de la válvula de aguja, cuando la aguja 5 de válvula se mueve hacia arriba, es necesario tener medios mediante los cuales se pueda controlar la velocidad de movimiento de la aguja 5 de válvula. En la presente invención, la velocidad de movimiento de la aguja 5 de válvula es controlada con el efecto compresivo dentro de la cámara 25 de control de aguja de válvula. Cuando la válvula 61 de descarga se abre, la presión dentro de la cámara 25 de control de aguja de válvula se reduce y la aguja 5 de válvula comienza a desplazarse hacia arriba. La reducción en la presión dentro de la cámara 25 de control de aguja de válvula está controlada por el orificio 64, dentro del conducto 63 de transferencia de fuel. A medida que la aguja 5 de válvula se mueve hacia arriba, el volumen de la cámara 25 de control de aguja de válvula se reduce y esto tiende a aumentar la presión en su interior. El efecto del orificio 64 y la reducción de volumen de la cámara 25 de control de aguja de válvula definen una presión de equilibrio dentro de la cámara 25 de control de aguja de válvula durante la fase de apertura que controla la velocidad de apertura de la aguja 5 de válvula.

40 Una segunda realización de la presente invención se muestra en la Figura 3. Esta realización tiene todas las características de la primera realización (los elementos equivalentes reciben números de referencia con el prefijo 2) y además un conducto 270 de suministro de fuel entre una línea 217 de suministro de fuel a alta presión y la cámara 225 de control de aguja de válvula.

45 50 Durante el funcionamiento, la segunda realización difiere de la primera realización en que la cámara 225 de control de aguja de válvula puede llenarse con fuel a alta presión del conducto 270 de suministro de fuel además de llenarse a través de la abertura 236 y el conducto 263 de transferencia de fuel. Al optimizar el mando hidráulico del inyector, el conducto 270 de suministro de fuel proporciona un grado adicional de libertad para la optimización.

Una tercera realización de la presente invención se muestra en la Figura 4. Esta realización tiene todas las características de la primera realización (los elementos equivalentes reciben números de referencia con el prefijo 3) excepto por que no hay conducto de entrada de fuel a la cámara 351 de control de pistón.

5 Durante el funcionamiento, la tercera realización difiere de la primera realización en que la cámara 351 de control de pistón puede llenarse solamente a través del conducto 363 de transferencia de fuel. Al optimizar el mando hidráulico inyector, la ausencia de un conducto de suministro de fuel a la cámara de control de pistón quita un grado de libertad para la optimización.

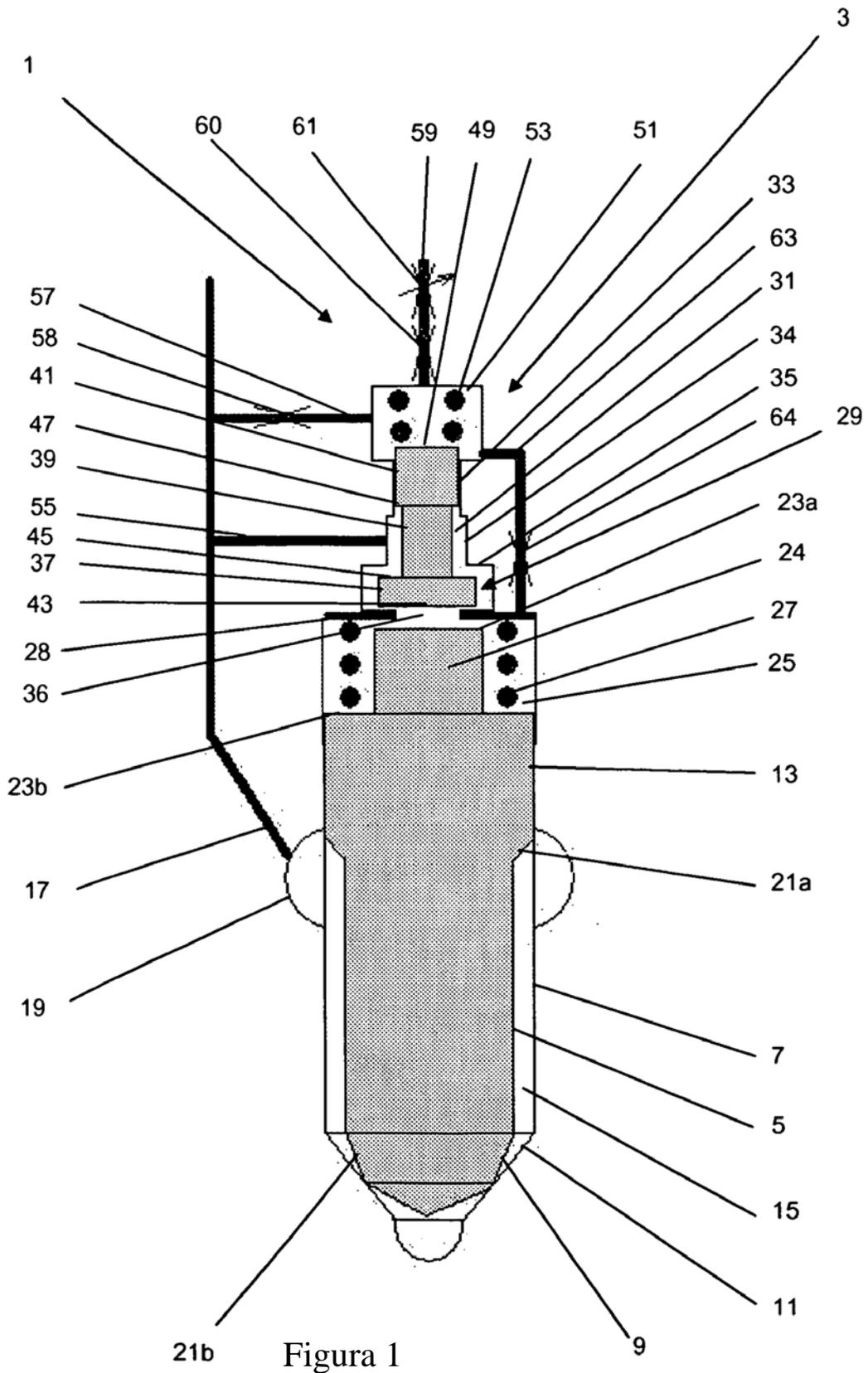
10 Una cuarta realización de la presente invención se muestra en la Figura 5. Esta realización tiene todas las características de la primera realización (los elementos equivalentes reciben números de referencia con el prefijo 4) excepto por que no hay conducto de entrada de fuel a la cámara 451 de control de pistón y hay un conducto 470 de suministro de fuel restringido entre la línea 417 de suministro de fuel a alta presión y la cámara 425 de control de aguja de válvula

15 Durante el funcionamiento, la cuarta realización difiere de la primera realización por que la cámara 451 de control de pistón sólo puede llenarse a través del conducto 463 de transferencia de fuel. Sin embargo, la cámara 425 de control de aguja de válvula puede llenarse con fuel a presión del conducto 470 de suministro de fuel. En consecuencia, se mantiene el número de grados de libertad para optimizar el mando hidráulico del inyector.

20 Una quinta realización de la presente invención se muestra en la Figura 6. Esta realización tiene todas las características de la primera realización (los elementos equivalentes reciben números de referencia con el prefijo 5). Sin embargo, la disposición 503 de válvula de control tiene una disposición de pistón equilibrado. El uso de una disposición de pistón equilibrado afectará a la optimización de los diferentes parámetros debido a que el retardo de cierre aumentará en comparación con un pistón desequilibrado (con un pistón desequilibrado, se consigue más rápidamente una fuerza neta necesaria para mover el pistón hacia abajo).

## REIVINDICACIONES

1. Un inyector (1) de fuel para un motor de combustión interna de ignición por compresión que comprende una válvula de inyección de fuel que tiene un miembro (5) de válvula de inyección móvil, durante el uso, bajo la influencia de la presión de fuel dentro de una cámara (25) de control miembro de válvula de inyección que actúa sobre el mismo, entre una posición cerrada y una posición abierta, un conducto (17) de suministro de fuel a alta presión a la cámara (25) de control de miembro de válvula de inyección, y un actuador operable para abrir y cerrar una válvula (61) de descarga conectada entre la cámara (25) de control de miembro de válvula de inyección y un conducto (59) de salida de fuel a un depósito o drenaje de baja presión, caracterizado por que se proporciona una válvula de corte en el conducto (17) de suministro de fuel a alta presión, teniendo la válvula de corte un miembro (29) de válvula de corte móvil, durante el uso, bajo la influencia de la presión de fuel dentro de una cámara (51) de control de miembro de válvula de corte que actúa sobre el mismo, entre una posición cerrada y una posición abierta, donde la cámara (51) de control de miembro de válvula de corte es conectable al depósito o drenaje de baja presión a través de la válvula (61) de descarga, y donde hay un conducto (63) de transferencia de fuel abierto dispuesto entre la cámara (25) de control de miembro de válvula de inyección y la cámara (51) de control de miembro de válvula de corte, independientemente del estado de operación del inyector (1) de fuel.
2. Un inyector (1) de fuel de acuerdo con la reivindicación 1, donde la válvula de corte comprende un cuerpo de válvula de corte dentro del cual un miembro (29) de válvula de corte, que adopta la forma de un pistón, es móvil de manera deslizante dentro de una cámara (31) de pistón, estando el cuerpo de válvula conectado de manera fluida en un primer extremo a la cámara (51) de control de miembro de válvula de corte, y estando conectado de manera fluida al conducto (17) de transferencia de fuel a alta presión en un segundo extremo y a una cámara (34) de fuel intermedia entre los dos extremos, y el cuerpo de válvula está dotado de un asiento de válvula entre la cámara (34) intermedia y el segundo extremo, y el pistón (29) está dotado de una cara de válvula complementaria acoplada al asiento de válvula para formar un cierre estanco dentro del conducto (55) de transferencia de fuel a alta presión cuando la válvula de corte está cerrada.
3. Un inyector (1) de fuel de acuerdo con la reivindicación 2, donde el pistón tiene en un primer extremo, proximal al primer extremo del cuerpo de válvula, una primera superficie (49) de empuje en comunicación fluida con la cámara (51) de control de miembro de válvula de corte, tiene en un segundo extremo proximal al segundo extremo del cuerpo de válvula, una segunda superficie (43) de empuje en comunicación fluida con la cámara (25) de control de miembro de válvula de inyección, y tiene intermedia entre los dos extremos una primera superficie (47) de empuje intermedia, proximal al primer extremo del pistón (29), y una segunda superficie (45) de empuje intermedia, proximal al segundo extremo del pistón (29), donde la primera superficie (47) de empuje intermedia y la segunda superficie (45) de empuje intermedia están en comunicación fluida con la cámara (34) de fuel intermedia.
4. Un inyector (1) de fuel de acuerdo con cualquiera de la reivindicación 1, la reivindicación 2 o la reivindicación 3, donde el miembro (29) de válvula de corte está desequilibrado.
5. Un inyector (1) de fuel de acuerdo con cualquiera de la reivindicación 1, la reivindicación 2 o la reivindicación 3, donde el miembro (29) de válvula de corte está equilibrado.
6. Un inyector (1) de fuel de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde un elemento (53) elástico impulsa el miembro (29) de válvula de corte hacia una posición en la que la válvula de corte está abierta.
7. Un inyector (1) de fuel de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde se dispone una restricción (64) en el conducto (63) de transferencia de fuel.
8. Un inyector (1) de fuel de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende un conducto (57) de suministro de fuel restringido conectado entre el conducto (17) de suministro de fuel a alta presión y la cámara (51) de control de miembro de válvula de corte.
9. Un inyector (201) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende un conducto (270) de suministro de fuel restringido conectado entre un conducto (217) de suministro de fuel de alta presión y la cámara (225) de control de miembro de válvula de inyección.





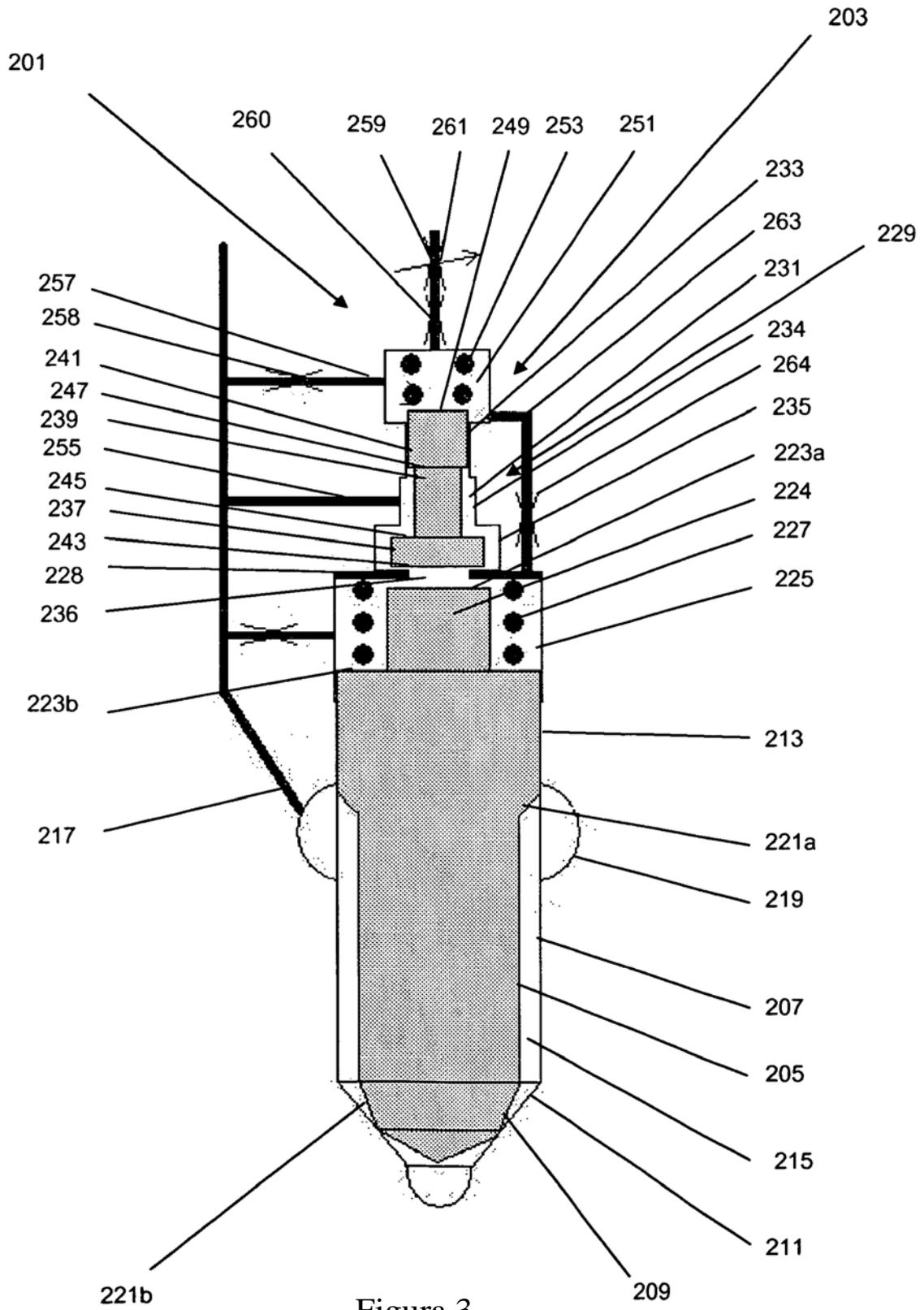


Figura 3

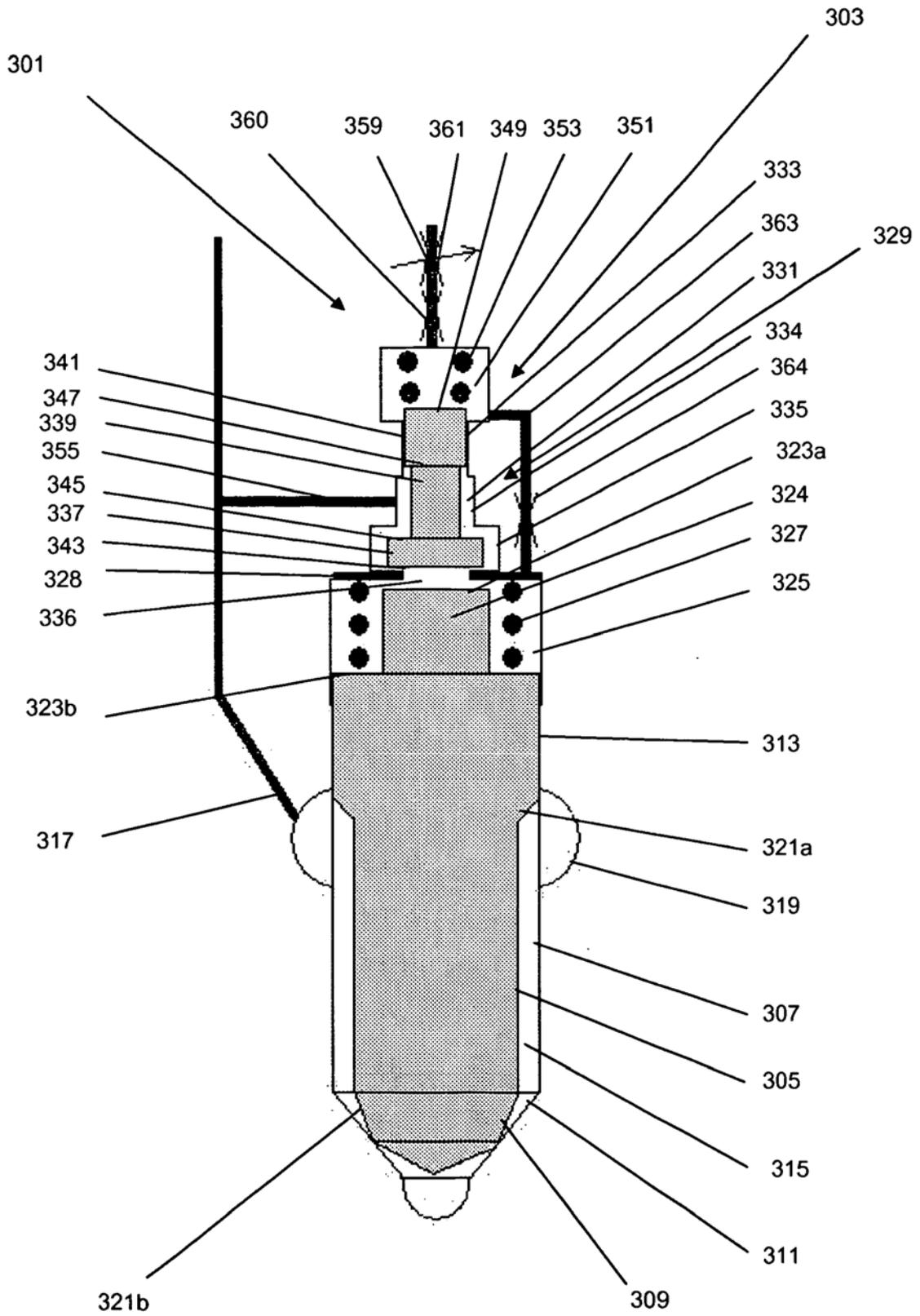


Figura 4

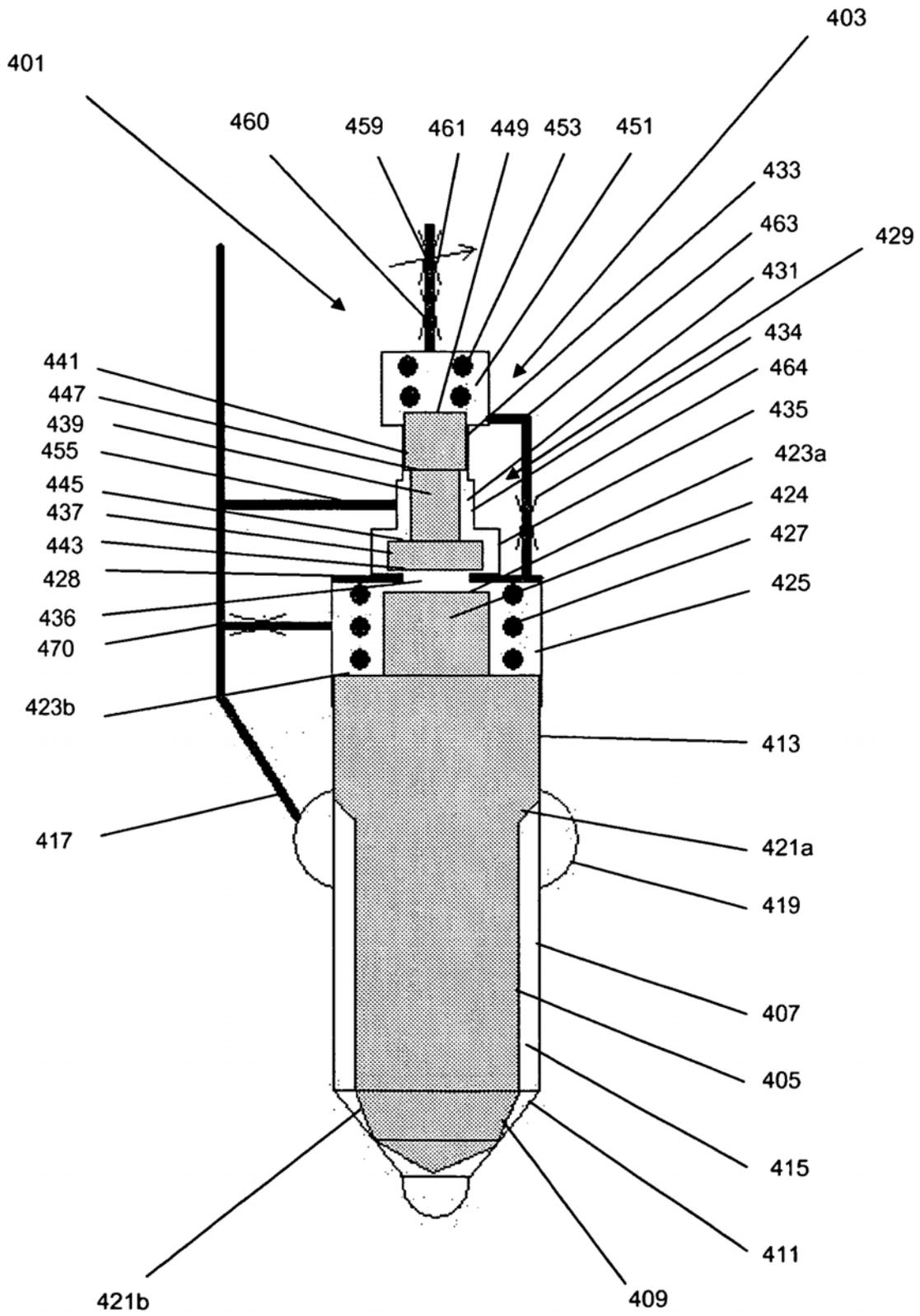


Figura 5

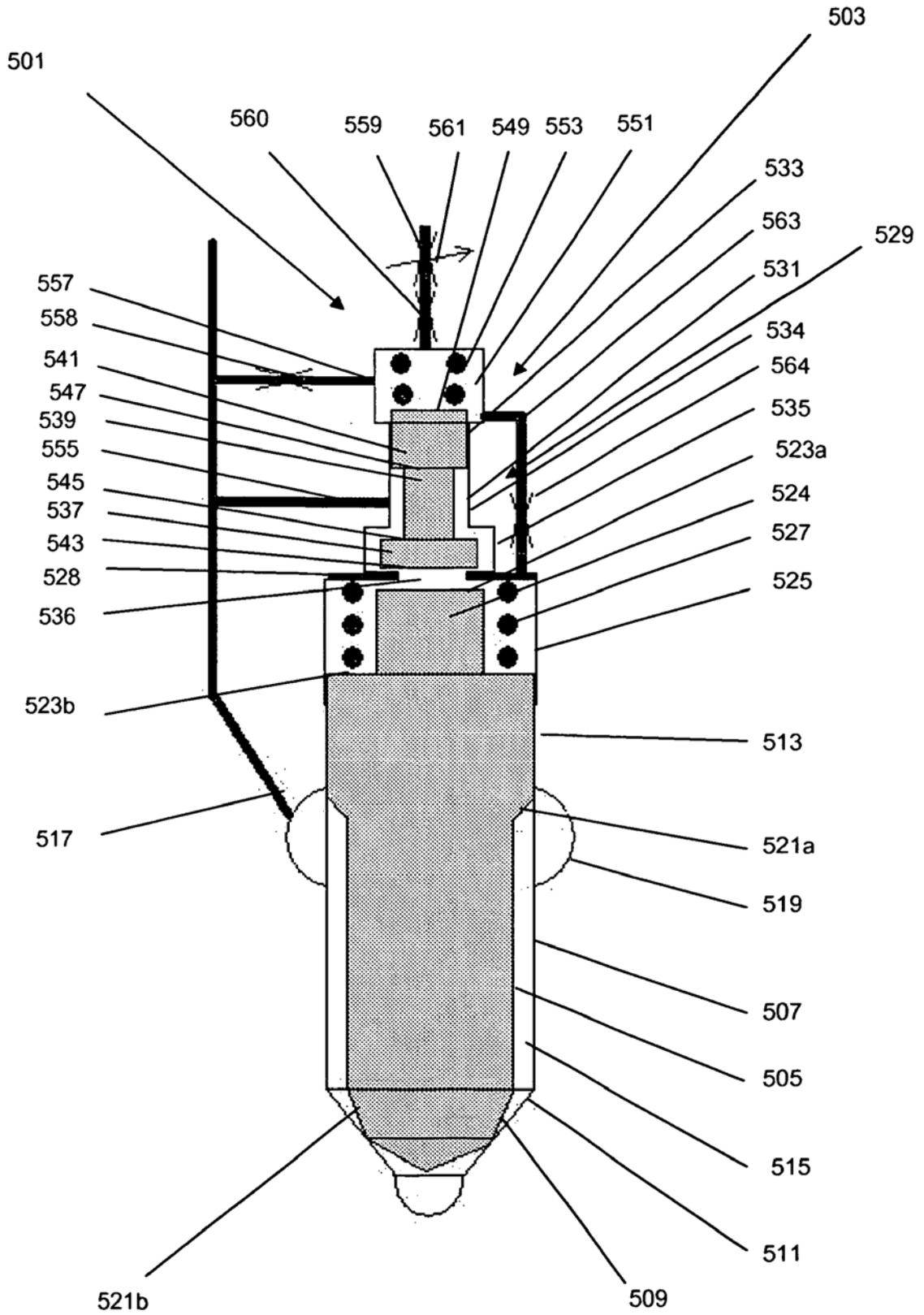


Figura 6