



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **1 066 111**

⑫ Número de solicitud: U 200701774

⑮ Int. Cl.:
F02M 61/04 (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

⑫ Fecha de presentación: **22.08.2007**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **16.12.2007**

⑰ Solicitante/s: **Delphi Technologies, Inc.**
P.O. Box 5052
Troy, Michigan 48007, US

⑱ Inventor/es: **Cooke, Michael**

⑲ Agente: **Carpintero López, Francisco**

⑳ Título: **Inyector de combustible.**

ES 1 066 111 U

DESCRIPCIÓN

Inyector de combustible.

Objeto de la invención

La presente invención se refiere a un inyector de combustible para su utilización en un sistema de inyección de combustible para un motor de combustión interna. Más en particular, aunque no exclusivamente, la presente invención se refiere a un inyector de combustible para su utilización en un motor de combustión interna de ignición por compresión en el que una primera y segunda agujas de válvula pueden operar para controlar la inyección de combustible en un espacio de combustión a través de una pluralidad de salidas de tobera.

Antecedentes de la invención

Las denominadas "toberas de orificios variables" (VON) permiten que se varíe el número de orificios que se utilizan para inyectar combustible en el espacio de combustión para diferentes cargas del motor. Normalmente, una tobera de este tipo incluye un cuerpo de tobera que está dotado de un hueco dentro del cual puede moverse una primera aguja de válvula exterior bajo el control de un actuador. El hueco del cuerpo de la tobera define una superficie de asiento con la que la aguja de válvula exterior puede ajustarse para controlar la inyección de combustible a través de un primer conjunto de salidas de tobera previsto en una primera posición axial en la pared del cuerpo de tobera. La propia aguja de válvula exterior está dotada de una abertura de hueco que se extiende longitudinalmente en la punta de la válvula y dentro de la que puede moverse una segunda aguja de válvula interior. La aguja de válvula interior sobresale desde la abertura de la aguja de válvula exterior y puede ajustarse con la superficie de asiento para controlar la inyección de combustible a través de un segundo conjunto de salidas previsto en una segunda posición axial, inferior, en la pared del cuerpo de la tobera.

En una tobera de inyección conocida de este tipo, como se describe en la solicitud de patente europea en tramitación junto con la presente N° EP 04250928.1 del solicitante, el flujo de combustible hacia un primer conjunto (superior) de salidas de tobera se controla mediante una aguja de válvula exterior y el flujo de combustible hacia un segundo conjunto (inferior) de salidas de tobera se controla mediante una aguja de válvula interior. Con el fin de entregar el combustible a través de las salidas superiores, la aguja de válvula exterior sola puede operar para desajustarse de su asiento pero la aguja de válvula interior permanece asentada. Con el fin de entregar el combustible a través de las salidas inferiores además de las salidas superiores, se permite a la aguja de válvula exterior moverse más allá de una distancia predeterminada, de manera que su movimiento se transmite a la aguja de válvula interior, provocando así que la aguja de válvula interior se desajuste o eleve de su asiento. Durante esta fase de operación, tanto el primer como el segundo conjunto de salidas están abiertos para proporcionar una tasa de entrega de combustible relativamente alta.

Una tobera de inyección de este tipo permite la selección de una pequeña área de salidas de tobera total con el fin de optimizar las emisiones del motor con cargas de motor relativamente bajas. Por otro lado, puede seleccionarse una gran área de salidas de tobera total para aumentar el flujo de combustible total

con cargas del motor relativamente altas.

Debido a la secuencia en la que se elevan las agujas de válvula alejándose de sus superficies de asiento asociadas, la característica de entrega de combustible tiende a parecerse a un perfil denominado "forma de bota" (como puede verse en la figura 1A) que se caracteriza por un aumento graduado en la entrega de combustible y un corte de entrega brusco al final de la inyección. Una tasa de inyección con forma de bota se reconoce como beneficiosa para emisiones de escape y ruido del motor. Sin embargo, en ciertas aplicaciones se reconoce que se prefiere una característica de inyección de "forma cuadrada", como se muestra en la figura 1B, y ésta no puede conseguirse fácilmente utilizando diseños de tobera conocidos del tipo descrito.

La solicitud de patente europea 0967383 describe un inyector de combustible que tiene una aguja de válvula exterior y una aguja de válvula interior que puede deslizarse dentro de un hueco en la aguja de válvula exterior. El inyector descrito enseña una disposición en la que una junta sustancialmente estanca a los fluidos se forma entre las agujas de válvula exterior e interior.

La presente invención se propone proporcionar un inyector de combustible mejorado frente a estos antecedentes.

Según un primer aspecto de la presente invención se proporciona un inyector de combustible para su utilización en un motor de combustión interna, presentando el inyector de combustible una tobera de inyección que comprende un cuerpo de tobera dotado de un hueco de tobera, un elemento de válvula exterior alojado dentro del hueco de tobera y que puede ajustarse con una primera región de asiento para controlar la entrega de combustible a través de un primer conjunto de una o más salidas de tobera. El propio elemento de válvula exterior está dotado de un hueco de válvula exterior, dentro del que está alojado un elemento de válvula interior, pudiendo ajustarse el elemento de válvula interior con una segunda región de asiento para controlar la entrega de combustible a través de un segundo conjunto de una o más salidas de tobera. El inyector comprende además una cámara de control de inyección para el combustible y medios de control de presión para controlar la presión del combustible dentro de la cámara de control de inyección. Una primera superficie asociada con el elemento de válvula interior y una segunda superficie asociada con el elemento de válvula exterior están expuestas a la presión del combustible dentro de la cámara de control de inyección. Ambos elementos de válvula están ajustados a sus respectivas regiones de asiento cuando la cámara de control está a una presión de combustible intermedia. Las superficies primera y segunda están dispuestas de manera que cuando se aumenta la presión del combustible dentro de la cámara de control de inyección hasta una presión relativamente alta, se provoca que uno del elemento de válvula exterior o el elemento de válvula interior se desajuste de su respectiva región de asiento y cuando se reduce la presión del combustible dentro la cámara de control de inyección hasta una presión relativamente baja, se provoca que el otro del elemento de válvula exterior o el elemento de válvula interior se desajuste de su respectiva región de asiento.

En una realización preferida, la cámara de control está dispuesta de modo que una disminución en la pre-

sión del combustible dentro de la cámara de control de inyección provoca que el elemento de válvula exterior se desajuste de la primera región de asiento y en la que un aumento en la presión del combustible dentro de la cámara de control de inyección provoca que el elemento de válvula interior se desajuste de la segunda sección de asiento.

En diseños propuestos anteriormente de inyectores de combustible piezoeléctricos, la pila piezoeléctrica se desenergiza de un nivel de tensión relativamente alta, de 200 V por ejemplo, hasta un nivel de tensión baja, por ejemplo 0 V, con el fin de iniciar la inyección. Puesto que la entrega de combustible sólo tiene en cuenta un pequeño porcentaje del tiempo de funcionamiento total de un inyector dado, la pila se mantiene a un nivel de tensión alta para una gran proporción del funcionamiento del inyector. Esto puede ocasionar efectos adversos tales como migración de iones gradual dentro del material piezoeléctrico de la pila que, con el tiempo, puede reducir la eficacia de la pila piezoeléctrica o incluso dar como resultado fallo del actuador completo debido a descargas eléctricas disruptivas.

La presente invención proporciona la flexibilidad para inyectar selectivamente a través del primer y segundo conjunto de salidas mientras que reduce los efectos de tensiones aplicadas medias relativamente altas. Con el fin de comenzar la inyección a través de cualquier conjunto de salidas, la pila piezoeléctrica se energiza o desenergiza a niveles de tensión alta o baja en relación con una tensión de mantenimiento intermedia o nominal. Por ejemplo, durante la no inyección la pila piezoeléctrica puede mantenerse a una tensión nominal, por ejemplo 80 V. Con el fin de elevar el elemento de válvula interior, puede energizarse la pila a un nivel relativamente alto, por ejemplo 200 V, y con el fin de elevar el elemento de válvula exterior, puede desenergizarse la pila a un nivel relativamente bajo, por ejemplo -20 V. Como resultado, la tensión CC media a largo plazo sobre la pila piezoeléctrica se reduce, lo que protege contra el deterioro prematuro del material del que está formada la pieza piezoeléctrica.

La invención es particularmente adecuada para sistemas de inyección de combustible que operan sobre el principio de ignición por compresión de carga homogénea (HCCI) con el propósito de reducir las emisiones de escape nocivas. Puesto que la invención permite la inyección selectivamente a través de o bien el primero o bien el segundo conjunto de salidas, o incluso ambos simultáneamente en algunas realizaciones, los ángulos incluidos de cada conjunto de salidas pueden elegirse individualmente para optimizar las emisiones durante condiciones de funcionamiento tanto de carga baja como de plena carga.

Aunque el elemento de válvula exterior y el elemento de válvula interior pueden moverse independientemente entre sí, en una realización preferida el inyector de combustible puede además incluir medios de acoplamiento para acoplar el movimiento del elemento de válvula exterior al elemento de válvula interior cuando el elemento de válvula exterior se aleja de la primera región de asiento.

En la práctica, es conveniente que el elemento de válvula interior se acople de manera fija a un elemento portador de válvula interior, estando definida la primera superficie mediante el elemento portador. Sin embargo, debería apreciarse que el elemento de

válvula interior y el portador de válvula pueden ser también una parte unitaria.

Los medios de acoplamiento incluyen preferiblemente una superficie de tope, asociada con el elemento de válvula exterior, que puede ajustarse con una superficie de actuación conjunta asociada con el elemento de válvula interior. La superficie de tope puede estar formada por un saliente adecuado definido por el elemento de válvula exterior. Sin embargo, se prefiere que la superficie de tope se proporcione mediante un elemento de detención anular alojado dentro del hueco del elemento de válvula exterior, haciendo tope la superficie de tope con la superficie de actuación conjunta cuanto tanto el elemento de válvula exterior como el elemento de válvula interior están asentados.

El elemento de detención anular puede también definir una segunda superficie que está separada una distancia predeterminada de un hombro definido por el elemento de válvula interior. Por tanto, la segunda superficie sirve para impedir el movimiento del elemento de válvula interior alejándose de su región de asiento una cantidad mayor que la distancia predeterminada.

Aunque los medios de control de presión pueden incluir cualquier dispositivo para controlar la presión del combustible dentro de la cámara de control de inyección, preferiblemente los medios de control de presión comprenden un actuador piezoeléctrico que incluye una pila de elementos piezoeléctricos que tienen una longitud de pila. Todavía preferiblemente, el actuador piezoeléctrico está dispuesto dentro de un volumen de acumulador para alojar combustible a presión de inyección. El modo preferido de funcionamiento es para un aumento en la longitud de la pila provocar un aumento en la presión del combustible dentro de la cámara de control y una reducción en la longitud de la pila para provocar una reducción de la presión del combustible dentro de la cámara de control.

Los medios de control de presión pueden incluir además un pistón de control que tenga una superficie que defina el volumen de control, junto con las superficies primera y segunda, y en los que el pistón puede funcionar para controlar el volumen de la cámara de control. Con el fin de garantizar que el elemento de válvula interior se desvíe para ajustarse con su región de asiento, el pistón de control puede definir una cámara del muelle que alberga un muelle que aplica una fuerza al elemento portador de válvula.

En una realización preferida, el inyector incluye medios de amortiguación para amortiguar el movimiento del elemento de válvula interior a medida que se provoca que se aleje de la segunda región de asiento con el fin de impedir el movimiento oscilatorio del elemento de válvula interior. Preferiblemente, los medios de amortiguación incluyen un paso limitado previsto en el pistón de control que conecta de manera fluida la cámara del muelle al volumen de acumulador.

También se prefiere que el inyector incluya medios de flujo limitado para igualar la presión entre la cámara de control y el volumen de acumulador. Los medios de flujo limitado proporcionan una propiedad de seguridad puesto que, en el caso de fallo del actuador, el combustible a presión de conducto puede fluir hacia dentro, o hacia fuera de la cámara de control a una tasa limitada para garantizar que los elementos de

válvula interior y exterior están hechos para ajustarse con sus respectivas regiones de asiento.

Preferiblemente, los medios de flujo limitado son un paso de flujo limitado previsto en el pistón de control.

En una realización preferida adicional, el elemento de válvula exterior está dotado de una línea de asiento superior y una línea de asiento inferior que pueden ajustarse con la primera región de asiento en posiciones respectivas en cualquier lado del primer conjunto de una o más salidas. Se prefiere que las líneas de asiento primera y segunda estén definidas mediante bordes superior e inferior, respectivamente, de una ranura anular prevista sobre la aguja de válvula exterior.

Preferiblemente, el hueco del cuerpo de la tobera define una primera cámara de entrega (superior) y una segunda cámara de entrega (inferior) para entregar el combustible al primer y segundo conjunto de salidas.

Preferiblemente, la actuación conjunta entre la primera línea de asiento y la primera región de asiento controla el flujo de combustible entre la primera cámara de entrega y el primer conjunto de salidas y la actuación conjunta entre la segunda línea de asiento y la primera región de asiento controla el flujo de combustible entre una segunda cámara de entrega y el primer conjunto de salidas. Además, el elemento de válvula interior puede incluir al menos una línea de asiento para controlar la entrega de combustible entre la segunda cámara de entrega y el segundo conjunto de salidas.

Preferiblemente, la primera cámara de entrega está dispuesta para comunicarse con la segunda cámara de entrega a través de una vía de flujo de comunicación, que puede estar definida, al menos en parte, mediante una región del hueco del elemento de válvula exterior. Como alternativa, la vía de flujo de comunicación puede estar definida, al menos en parte, mediante pasos de flujo previstos dentro del elemento de válvula interior.

Según un segundo aspecto de la invención, se proporciona una tobera de inyección para su utilización en un inyector de combustible como se describió anteriormente.

Propiedades preferidas y/u opcionales del primer aspecto de la invención pueden incorporarse solas o en combinación apropiada dentro del segundo aspecto de la invención.

Breve descripción de la invención

A modo de ejemplo, se describirá a continuación la invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

las figuras 1A y 1B, respectivamente, muestran características de entrega de combustible de forma “de bota” y “cuadrada”;

la figura 2 es una vista en sección de un inyector de combustible que incorpora una tobera de inyección según una realización de la presente invención;

la figura 3A es una vista en sección ampliada de la tobera de inyección de la figura 2 cuando está en una posición de no inyección;

la figura 3B es una vista en sección ampliada de la tobera de inyección de la figura 3A;

la figura 3C es una vista en sección ampliada de la tobera de inyección de las figuras 3A y 3B;

la figura 4A es una vista en sección de la tobera de inyección de las figuras 2, 3A, 3B y 3C cuando está en una primera posición de inyección;

la figura 4B es una vista en sección ampliada de la tobera de inyección de la figura 4A;

la figura 5A es una vista en sección de la tobera de inyección de las figuras 2, 3A, 3B, 3C, 4A y 4B cuando está en una segunda posición de inyección;

la figura 5B es una vista en sección ampliada de la tobera de inyección de la figura 5A;

la figura 6 es una vista en sección ampliada de una tobera de inyección según una realización alternativa de la invención;

la figura 7A es una vista en sección de una tobera de inyección según otra realización de la invención;

la figura 7B es una vista en sección ampliada de la tobera de inyección de la figura 7A; y

la figura 8 es una vista en sección de una tobera de inyección según otra realización de la presente invención.

Realización preferente de la invención

En la siguiente descripción, los términos “superior” e “inferior” se utilizan teniendo en consideración la orientación de la tobera de inyección como se muestra en los dibujos. Sin embargo, no está previsto que esta terminología limite la tobera de inyección a una orientación particular. Asimismo, los términos “aguas arriba” y “aguas abajo” se utilizan con respecto a la dirección del combustible que fluye a través de la tobera de una entrada de combustible hasta salidas de combustible.

Haciendo referencia a la figura 2, se muestra un inyector de combustible piezoeléctrico, al que se hace referencia en general como 2, que incluye un cuerpo 4 de inyector y una tobera de inyector, ala que se hace referencia en general como 6, que está fijada a un extremo del cuerpo 4 de inyector por medio de una tuerca 8 ciega.

El combustible se suministra al inyector 2 a través de una entrada 10 de inyector desde, por ejemplo, un conducto común u otra fuente apropiada de combustible a presión, que también está dispuesta para suministrar combustible a uno o más inyectores. La entrada 10 del inyector está ubicada en un extremo del inyector 2 distal desde la tobera 6 de inyector. El combustible a presión se comunica desde la entrada 10, a través de un paso de entrada en la forma de una perforación 12 y un volumen 14 de acumulador cilíndrico, estando previstos ambos en el cuerpo 4 de inyector, hasta una disposición 16 de válvula de aguja prevista en la tobera 6 de inyector.

El volumen 14 de acumulador alberga un actuador 12 piezoeléctrico, que puede operar para controlar la entrega de combustible desde el inyector 2. El actuador 18 piezoeléctrico comprende una pila 20 de elementos piezoeléctricos dispuestos dentro del volumen 14 de acumulador, y un conector 22 eléctrico que se extiende a través de una abertura 24 superior en el cuerpo 4 de inyector para permitir que la pila 20 se conecte a un suministro externo de potencia (no mostrado). En funcionamiento, el volumen 14 de acumulador está lleno con combustible a alta presión para aplicar una carga hidrostática a la pila 20.

El actuador 18 piezoeléctrico está acoplado a la disposición 16 de válvula mediante un medio 26 de transmisión de carga dispuesto dentro de una región inferior del volumen 14 de acumulador. Variar la tensión aplicada a la pila 20 provoca que la pila 20 se extienda y se contraiga controlando así la posición axial del medio 26 de transmisión de carga. A su vez, la posición axial del medio 26 de transmisión de carga con-

trola el volumen de, y por tanto la presión del combustible dentro de, una cámara 28 de control de válvula, el medio de transmisión de carga y el actuador piezoeléctrico constituyen juntos un medio de control de presión.

Haciendo referencia ahora a la figura 3A, que muestra la tobera 6 de inyector y el medio 26 de transmisión de carga con más detalle, la tobera 6 de inyector incluye un cuerpo 30 de tobera dotado de un hueco 32 axial ciego dentro del que un primer elemento 34 de válvula (exterior) en la forma de una aguja está alojado de manera deslizable. El hueco 32 termina en un volumen 36 de saco y, en su extremo ciego, define una superficie 38 de asiento de forma cónica.

El cuerpo 30 de tobera está dotado de un primer y un segundo conjunto de salidas 40, 42 a través de las que se entrega el combustible a presión en un espacio de combustión asociado, en funcionamiento. Los extremos de entrada del primer y segundo conjunto de salidas 40, 42 se extienden radialmente alejándose de la superficie 38 de asiento de manera que sus extremos de salida se abren en la superficie exterior del cuerpo 30 de la tobera. El primer conjunto de salidas 40 son de diámetro relativamente grande proporcionando un área de flujo relativamente grande para que se inyecte combustible en el motor y el segundo conjunto de salidas 42 son de un diámetro más pequeño proporcionando un área de flujo menor para el combustible. Sin embargo, se apreciará que el primer conjunto de salidas 40 puede formarse como alternativa para proporcionar un área de flujo menor para el combustible en relación con el segundo conjunto de salidas 42. También se apreciará que sólo se muestra en las figuras una única salida de cada uno de los conjuntos primero y segundo de salidas 40, 42 con la salida de cada conjunto estando dispuesta en una posición axial diferente a lo largo del eje principal del cuerpo 30 de tobera. Sin embargo, en la práctica, cada conjunto de salidas puede incluir una pluralidad de salidas.

Debería mencionarse en este punto que aunque los diseños de toberas actuales incluyen en general dos o más salidas de tobera en un conjunto, el término "conjunto" se aplica también a una única salida. Por lo tanto, en la anterior descripción, una referencia al término "salidas" debe interpretarse como que significa una o más salidas.

El combustible a presión se recibe por el cuerpo 30 de la tobera desde el volumen 14 de acumulador a través de un paso 44 de entrada de la tobera y se suministra hacia una cámara 46 anular definida entre el hueco 32 del cuerpo de tobera y una región 34a de extremo superior ampliada del elemento 34 de válvula exterior. La región 34a de extremo superior tiene un diámetro sustancialmente igual al del hueco 32 del cuerpo de tobera de manera que la actuación conjunta ente estas partes sirve para guiar el movimiento del elemento 34 de válvula exterior a medida que este se desliza dentro del hueco 32, en funcionamiento. La cara superior de la región 34a de extremo superior se encuentra sustancialmente alineada con un saliente 30a que se extiende hacia arriba definido por el cuerpo 30 de la tobera en situaciones en las que el elemento 34 de válvula exterior está asentado.

Una región 34b de extremo inferior del elemento 34 de válvula exterior es más delgada que el cuerpo 32 de tobera para definir un espacio entre los mismos de modo que el combustible puede desplazarse de la

cámara 46 anular hasta una primera cámara 48 de entrega. La primera cámara 48 de entrega está ubicada en las proximidades del extremo ciego del hueco 32 del cuerpo de tobera y está definida entre la superficie exterior del elemento 34 de válvula exterior y una región del hueco 32 del cuerpo de la tobera aguas arriba de los conjuntos primero y segundo de salidas 40, 42. El elemento 34 de válvula exterior puede ajustarse con una región 50 de asiento de válvula definida por la superficie 38 de asiento para controlar la entrega del combustible a través del primer conjunto de salidas 40.

El propio elemento 34 de válvula exterior está dotado de un hueco 52 pasante axial dispuesto para alojar un conjunto 54 de válvula interior a través del mismo. El conjunto 54 de válvula interior incluye un elemento 56 portador de válvula que tiene un extremo superior que sobresale desde el hueco 52 de válvula superior y termina en una parte 56a de cabeza cilíndrica de forma similar a un pistón que tiene un diámetro mayor que el del hueco 52 de válvula exterior. La cara inferior de la parte 56a de cabeza se opone a la cara de extremo superior del elemento 34 de válvula exterior y definen juntas, en parte, la cámara 28 de control. El extremo del elemento 56 portador distal desde la parte 56a de cabeza está dotado de una perforación que define un hueco 58 ciego dentro del está alojada de manera fija un elemento 60 de válvula interior a modo de aguja. El elemento 60 de válvula interior puede ajustarse con una región 62 de asiento de válvula definida por la superficie 38 de asiento para controlar la entrega de combustible a través del segundo conjunto de salidas 42.

El medio 26 de transmisión de carga incluye un elemento 64 de pistón ubicado dentro del volumen 14 de acumulador y dispuesto entre la pila 20 y el cuerpo 30 de tobera. El elemento 64 de pistón es de forma sustancialmente cilíndrica y tiene un diámetro menor que el del volumen 14 de acumulador para permitir el movimiento relativo con el mismo. Por tanto se permite al combustible a presión fluir pasando la superficie exterior del elemento 64 de pistón al paso 44 de entrada de la tobera previsto en el cuerpo 30 de tobera.

El elemento 64 de pistón está dotado de un hueco 66 longitudinal, cuyo extremo superior se abre en un rebaje 68. El rebaje 68 superior aloja de manera fija una pieza 70 de extremo de la pila 20 piezoeléctrica de manera que se transmite el movimiento de la pieza 70 de extremo debido a la extensión y contracción de la pila 20 al elemento 64 de pistón. El extremo inferior del hueco 66 del elemento de pistón se abre en un segundo rebaje 72 previsto en un segundo extremo inferior del elemento 64 de pistón. El rebaje 72 inferior aloja el saliente 30a definido por el cuerpo 30 de boquilla de manera que el hueco 66 de elemento de pistón aloja la parte 56a de cabeza del elemento 56 portador, que se extiende más allá del extremo superior del elemento 34 de válvula exterior. La cámara 28 de control está definida por tanto mediante superficies asociadas con el elemento 34 de válvula exterior, el conjunto 54 de válvula interior, el cuerpo 30 de tobera y el elemento 64 de pistón.

En virtud de que sus caras de extremo opuestas están expuestas a la presión del combustible dentro de la cámara 28 de control, la presión del combustible en la misma actúa sobre el elemento 34 de válvula exterior y el elemento 56 portador en direcciones axiales relativamente opuestas.

Un muelle 74 helicoidal está dispuesto dentro del hueco 66 del elemento de pistón entre la pieza 70 de extremo de la pila 20 piezoeléctrica y la parte 56a de cabeza del elemento 56 portador para desviar el elemento 60 de válvula interior para que se ajuste con su región 62 de asiento. El hueco 66 define así una cámara 67 de muelle. La cámara 67 de muelle se comunica con el volumen 14 de acumulador por medio de un orificio 75 previsto en el elemento 64 de pistón. Por tanto se permite que el combustible fluya a través del orificio 75 según el movimiento de la parte 56a de cabeza. Preferiblemente el orificio puede estar limitado para amortiguar el movimiento de la parte 56a de cabeza.

Cuando la pila 20 piezoeléctrica está en el nivel de energización como se muestra en las figuras 3A, 3B y 3C, la presión del combustible dentro de la cámara 28 de control es sustancialmente igual a la presión del combustible dentro del volumen 14 de acumulador, puesto que la cámara 28 de control se comunica con el volumen de acumulador por medio de un orificio 76 limitado. Para los fines de esta descripción, se hará referencia al nivel de energización de la pila 20 piezoeléctrica en este punto como un "nivel de energización intermedio" y se hará referencia a la presión del combustible dentro de la cámara 28 de control como una "presión del combustible intermedia".

Cuando la pila 20 piezoeléctrica está en el nivel de energización intermedio, la presión del combustible dentro de la cámara 28 de control que actúa sobre la cara superior de la región 34a de extremo ampliada del elemento 34 de válvula exterior proporciona una fuerza que obliga al elemento 34 de válvula exterior a ajustarse con su región 50 de asiento que es mayor que la fuerza opuesta que actúa sobre el elemento 34 de válvula exterior en virtud de superficies 78 de empuje previstas sobre su superficie externa. A la inversa, la presión del combustible en la cámara 28 de control que actúa sobre la superficie expuesta de la parte 56a de cabeza del elemento 56 portador proporciona una fuerza que obliga al elemento 60 de válvula interior a desajustarse de su asiento que es menor que la fuerza opuesta proporcionada por el muelle 74 y la presión en la cámara 67 de muelle. Por tanto, el elemento 60 de válvula interior permanece asentado. Como resultado, cuando la presión del combustible dentro de la cámara 28 de control es sustancialmente igual a la presión del combustible dentro del volumen 14 de acumulador, la entrega de combustible no tiene lugar ni a través del primero ni del segundo conjuntos de salidas 40, 42.

Se apreciará que el orificio 76 limitado proporciona una función de seguridad en el caso de fallo del inyector puesto que permitirá igualar la presión del combustible dentro de la cámara 28 de control con la presión del combustible en el volumen 14 de acumulador, lo que garantiza que el inyector 2 permanezca en un estado de no inyección.

La figura 3B muestra la punta del cuerpo de la tobera con mayor detalle. El elemento 60 de válvula interior es de forma escalonada e incluye una parte 60a de diámetro ampliado y una parte 60b de cuello más estrecha, estando separadas las dos partes mediante un hombro 80 anular que define una superficie de tope. La parte 60b de cuello tiene un diámetro que es sustancialmente el mismo que el del hueco previsto en el elemento 56 portador de manera que forma un ajuste con apriete con el mismo. El movimiento del

elemento 56 portador está acoplado por tanto directamente al elemento 60 de válvula interior. La región 60a de diámetro ampliado es en general de forma cilíndrica y tiene un diámetro ligeramente menor que el hueco 52 previsto en el elemento 34 de válvula exterior para definir un ajuste deslizante con el mismo. Como resultado, la región 60a de diámetro ampliado sirve para guiar el movimiento del elemento 60 de válvula interior a medida que se ajusta y desajusta de la región 62 de asiento de válvula interior para controlar la inyección del combustible a través del segundo conjunto de salidas 42.

Hacia su punta, el elemento 34 de válvula exterior está dotado de pasos 82 radiales, por medio de los cuales el hueco 52 del elemento 34 de válvula exterior se comunica con la primera cámara 48 de entrega. Además, la región 60a de diámetro ampliado del elemento 60 de válvula interior está dotada de un paso de flujo en la forma de un hueco 84 ciego que se extiende axialmente que se comunica con el hueco 52 del elemento de válvula exterior, y por tanto con la primera cámara 48 de entrega, por medio de perforaciones 86 radiales previstas en el elemento 60 de válvula interior. En la realización mostrada, las perforaciones 82, 86 radiales previstas en los elementos 60, 34 de válvula tanto exterior como interior están dispuestos en alineación axial mutua cuando ambos elementos 60, 34 están asentados.

El hueco 84 y las perforaciones 86 radiales previstas en el elemento 60 de válvula interior, junto con las perforaciones 82 radiales previstas en el elemento 34 de válvula exterior, definen juntos una vía de comunicación a lo largo de la cual el combustible puede fluir de la primera cámara 48 de entrega hasta el volumen 36 de saco, que constituye por tanto una segunda cámara de entrega.

En esta realización, tanto los elementos 60, 34 de válvula interior como exterior están dotados de asientos primero y segundo que se ajustan con sus regiones 62, 50 de asiento respectivas de la superficie 38 de asiento en líneas de asiento axialmente por encima y por debajo del primer y segundo conjuntos de salidas 40, 42, respectivamente. Haciendo referencia a la figura 3C, que muestra parte de la punta de la tobera de inyector con mayor detalle, el elemento 34 de válvula exterior está conformado para definir una región 88 ranurada o rebajada que define, en bordes superior e inferior respectivos de la misma, una línea 90 de asiento superior y una línea 92 de asiento inferior que se ajusta con la región 50 de asiento de la superficie 38 de asiento axialmente por encima y por debajo del primer conjunto de salidas 40, respectivamente, cuando el elemento 34 de válvula exterior está asentado. Por lo tanto, la actuación conjunta entre la primera línea 90 de asiento y la región 50 de asiento controla el flujo de combustible entre la primera cámara 48 de entrega y el primer conjunto de salidas 40 y la actuación conjunta entre la segunda línea 92 de asiento y la región 50 de asiento controla el flujo de combustible entre la segunda cámara 36 de entrega y el primer conjunto de salidas 40, en particular en situaciones en las que la aguja 60 de válvula interior está elevada de su asiento 62.

De una manera similar a la del elemento 34 de válvula exterior, la región inferior del elemento 60 de válvula interior está dotada de una región 94 ranurada o rebajada que define, en bordes superior e inferior respectivos de la misma, líneas 96, 98 de asiento

superior e inferior que están dispuestas para ajustarse con la región 62 de asiento inferior axialmente por encima y por debajo del segundo conjunto de salidas 42, respectivamente, cuando el elemento 60 de válvula interior está asentado. Dicho de otra manera, el segundo conjunto de salidas 42 está dispuesto entre las posiciones en las que las líneas 96, 98 de asiento se ajustan con la región 62 de asiento.

Haciendo referencia una vez más a la figura 3B, un elemento 100 de detención anular con la forma de un anillo está alojado dentro del hueco 52 del elemento 34 de válvula exterior y aloja la parte 60b de cuello del elemento 60 de válvula interior a través del mismo. El elemento 100 de detención es una parte separada y distinta y está acoplado al elemento 34 de válvula exterior a través de contacto de fricción entre la superficie exterior del elemento 100 de detención y la superficie interna del hueco 52. El elemento 100 de detención incluye una primera cara 102 de extremo superior y una segunda cara 104 de extremo inferior y está dispuesto en el hueco 32 durante la fabricación de manera que la cara 102 de extremo superior hace tope con una superficie 101 de actuación conjunta del portador 56 de válvula interior cuando el elemento 34 de válvula exterior y el elemento 60 de válvula interior están asentados. La cara 104 de extremo inferior del elemento 100 de detención está separada del hombro 80 del elemento 60 de válvula interior una distancia "d" que está predeterminada en la fabricación.

Cuando se provoca que el elemento 34 de válvula exterior se eleve de su región 50 de asiento, en funcionamiento, el elemento 100 de detención está ajustado con el portador 56 de válvula interior y así se provoca también que el elemento 60 de válvula interior se eleve de su región 62 de asiento una cantidad correspondiente. Como alternativa, cuando el elemento 60 de válvula interior está elevado desajustado de su región 62 de asiento, en funcionamiento, puede moverse axialmente una cantidad igual a la distancia "d" predeterminada en cuyo punto el hombro 80 se ajusta con el elemento 100 de detención. La fuerza que obliga al elemento 34 de válvula exterior a ajustarse con su región 50 de asiento es mayor que la fuerza opuesta que eleva el elemento 60 de válvula interior de modo que el elemento 100 de detención sirve para limitar el movimiento del elemento 60 de válvula interior más allá de la distancia "d" predeterminada. Debería apreciarse que la cara 104 de extremo inferior del elemento 100 de detención y el hombro 80 de tope del elemento 60 de válvula interior están con máxima separación (es decir, la distancia "d" predeterminada) cuando los elementos 60, 34 de válvula tanto interior como exterior están asentados.

Ahora se describirá el funcionamiento del inyector. Inicialmente, el inyector 2 está en un estado de no inyección como se muestra en las figuras 3A, 3B y 3C y la presión del combustible dentro de la cámara 28 de control está en un nivel intermedio. En este punto, la fuerza debida a la presión del combustible que actúa sobre las superficies 78 de empuje del elemento 34 de válvula exterior es insuficiente para vencer la fuerza opuesta debida a la presión del combustible dentro de la cámara 28 de control que actúa sobre la cara de extremo superior del elemento 34 de válvula exterior. De manera similar, la presión del combustible dentro de la cámara 28 de control no ejerce suficiente fuerza sobre la parte 56a de cabeza del elemento 56 portador para vencer la fuerza opuesta proporcionada por

el muelle 74 y la presión del combustible dentro de la cámara 67 del muelle. Como resultado, no tienen lugar la inyección.

Con el fin de provocar que tenga lugar la inyección a través del segundo conjunto de salidas 42 sólo, se energiza (extiende) la pila 20, lo que provoca que el pistón 64 de control se mueva en una dirección descendente como se ilustra en las figuras 4A y 4B. El movimiento descendente del elemento 64 de pistón disminuye el volumen de la cámara 28 de control y, como resultado, sube la presión del combustible en la misma a un nivel relativamente alto de manera que se obliga a la parte 56a de cabeza del elemento 56 portador axialmente hacia arriba dentro del hueco 66 del elemento 64 de pistón contra la fuerza opuesta del muelle 74. El elemento 60 de válvula interior se desajusta por tanto de su región 62 de asiento permitiendo que el combustible fluya de la primera cámara 48 de entrega hasta la segunda cámara 36 de entrega a través de la vía 82, 84, 86 de comunicación. Desde la segunda cámara 36 de entrega, el combustible fluye pasando la línea 98 de asiento inferior del elemento 60 de válvula interior y a través del segundo conjunto de salidas 42 hacia una cámara de combustión asociada (no mostrada).

El elemento 60 de válvula interior puede continuar moviéndose alejándose de su región 62 de asiento hasta que se haya movido a través de una distancia igual a la distancia "d" de manera que el hombro 80 se ajuste con la cara 104 de extremo inferior del elemento 100 de detención. El elemento 34 de válvula exterior se mantiene ajustado con su región 50 de asiento debido a la presión del combustible dentro de la cámara 28 de control que ejerce una fuerza descendente que es mayor que la fuerza ascendente ejercida por el elemento 60 de válvula interior. Por tanto, se impide el movimiento adicional del elemento 60 de válvula interior.

Para terminar la inyección a través del segundo conjunto de salidas 42, se desenergiza la pila 20 (vuelve al nivel intermedio) provocando el movimiento ascendente del elemento 64 de pistón y aumentando así el volumen de la cámara 28 de control de manera que la presión del combustible en la misma vuelve al nivel intermedio. Como resultado, la fuerza ascendente sobre la parte 56a de cabeza del elemento 56 portador se reduce y se obliga al elemento 60 de válvula interior a desajustarse de su región de asiento bajo la influencia del muelle 74 y la presión del combustible dentro de la cámara 67 de muelle, terminando así la entrega de combustible a través del segundo conjunto de salidas 42.

El estado de inyección anterior da como resultado un volumen relativamente bajo de entrega de combustible que tiene una tasa de flujo característica de forma aproximadamente cuadrada que es particularmente adecuada para periodos de baja carga del motor.

Además de proporcionar la capacidad para inyectar una cantidad relativamente pequeña de combustible que tenga una característica de entrega de forma cuadrada durante condiciones de baja carga del motor, la invención proporciona la flexibilidad para entregar una cantidad mayor de combustible si fuera necesario, por ejemplo, durante condiciones de carga del motor relativamente altas, como se describirá ahora.

Con el fin de provocar la inyección a través tanto del primero como del segundo conjunto de salidas 40, 42 simultáneamente, la pila 20 se desenergiza (con-

trae) lo que provoca que el elemento 64 de pistón se mueva en una dirección ascendente axialmente como se ilustra mediante las figuras 5A y 5B. El movimiento ascendente del elemento 64 de pistón aumenta el volumen de la cámara 28 de control y reduce así la presión del combustible en la misma a un nivel relativamente bajo. Como resultado, la fuerza neta que actúa sobre el elemento 34 de válvula exterior que le obliga a ajustarse con su región 50 de asiento se reduce a una cantidad menor que la fuerza debida a la presión del combustible que actúa sobre las superficies 78 de empuje, provocando así que el elemento 34 de válvula exterior se desajuste de su región 50 de asiento. Como el elemento 100 de detención está ajustado con el portador 56 de válvula interior cuando los elementos 34, 60 de válvula tanto exterior como interior están asentados, el movimiento ascendente del elemento 34 de válvula exterior también provoca que el elemento 60 de válvula interior se eleve de su región 62 de asiento simultáneamente de manera que se permite que el combustible fluya a través de tanto el primer como el segundo conjuntos de salidas 40, 42. Debería apreciarse que la fuerza ejercida sobre el elemento 34 de válvula exterior debido a la presión del combustible que actúa sobre las superficies 78 de empuje también es mayor que la fuerza opuesta del muelle 74 y la presión del combustible dentro de la cámara 67 del muelle que actúa sobre la parte 56a de cabeza del elemento 56 portador.

En virtud de la primera y segunda líneas 90, 92, 96, 98 líneas de asiento previstas sobre cada uno de los elementos 34, 60 de válvula exterior e interior, junto con la vía 82, 84, 86 de comunicación entre la primera y segunda cámaras 48, 36 de entrega, se permite que el combustible fluya hasta el primer conjunto de salidas 40 desde direcciones tanto aguas arriba como aguas abajo. En primer lugar, el combustible puede fluir de la primera cámara 48 de entrega, pasando por la línea 90 de asiento superior prevista sobre el elemento 34 de válvula exterior, hasta las salidas 40. Además, el combustible puede fluir de la primera cámara 48 de entrega hasta la segunda cámara 36 de entrega a través de la vía 82, 84, 86 de comunicación y de la segunda cámara 36 de entrega, pasando por la segunda línea 92 de asiento hasta las salidas 40.

Aunque en la realización anterior los elementos 60, 34 de válvula tanto exterior como interior se describen como que tienen líneas de asiento gemelas, debería apreciarse que los elementos 60, 34 de válvula interior y exterior pueden estar dotados de disposiciones de asiento alternativas. Por ejemplo, en una realización alternativa, como se muestra en la figura 6, el elemento 60 de válvula interior puede estar dotado de una parte de punta 106 esférica que define un único asiento 108 para ajustarse con la superficie 38 de asiento. Se apreciará que el segundo conjunto de salidas 42 están dispuestas en una posición inferior axialmente en esta realización. En una región axialmente por encima de la punta 106 esférica, el elemento 60 de válvula interior está dotado de una región 110 de diámetro reducido de manera que se define un paso 112 de flujo de combustible de forma anular entre la superficie exterior del elemento 60 de válvula interior y el hueco 32 del elemento 34 de válvula exterior. Por tanto, una segunda cámara 113 de entrega está definida entre la línea 92 de asiento inferior del elemento 34 de válvula exterior y el asiento 108 del elemento 60 de válvula interior.

Aunque la invención como se describió es más apropiada para suministrar una característica de inyección de "forma cuadrada" en condiciones del motor tanto de baja carga como de plena carga, elevando únicamente el elemento 60 de válvula interior o, como alternativa, los elementos 60, 34 de válvula tanto interior como exterior simultáneamente, también es posible hacer funcionar la tobera de inyección de la invención para obtener una característica de inyección de "forma de bota" aproximada si se desea.

Para conseguir una característica de inyección de forma de bota, se energiza (extiende) inicialmente la pila 20 para aumentar la presión del combustible en la cámara 28 de control hasta un nivel relativamente alto de manera que se provoca que el elemento 60 de válvula interior se desajuste de su región 62 de asiento, como se ha descrito. Por tanto, tendrá lugar una tasa de entrega de combustible relativamente baja. Poco después de que la pila 20 se ha extendido, la pila 20 se desenergiza rápidamente para provocar una contracción rápida correspondiente de la pila 20, tirando del elemento 64 de pistón en una dirección ascendente de manera que se reduce la presión del combustible dentro de la cámara 28 de control. Como resultado, se obligará al elemento 34 de válvula interior a reajustarse con la región 62 de asiento y se provocará que el elemento 34 de válvula exterior se desajuste de su región 50 de asiento casi simultáneamente. Por lo tanto, se entregará el combustible a través de tanto el primer como el segundo conjuntos de salidas 40, 42. Para terminar la inyección, el nivel de energización de la pila 20 se hace volver al nivel intermedio para garantizar que los elementos 60, 34 de válvula tanto interior como exterior están reasentados.

En la práctica, es probable que pueda tener lugar un pequeño retardo entre el reajuste del elemento 60 de válvula interior con su región 62 de asiento y el desajuste de la aguja 34 de válvula exterior con su región 50 de asiento. Sin embargo, si el cambio de presión dentro de la cámara 28 de control y el movimiento correspondiente de los elementos 60, 34 de válvula interior y exterior son suficientemente rápidos, los efectos perjudiciales sobre potencia disponible del motor y las emisiones de escape son insignificantes o, al menos, están limitados a niveles aceptables.

Ahora se hará referencia a una realización alternativa adicional, como se muestra en las figuras 7A y 7B, que difiere de aquellas realizaciones descritas previamente según sigue.

El elemento 100 de detención está situado dentro del hueco 52 de manera que se define una primera holgura que tiene una longitud L1 entre la cara 104 de extremo inferior del elemento 100 de detención y el hombro 80 del elemento 60 de válvula interior. Una segunda holgura que tiene una longitud L2 está definida entre la cara 102 de extremo superior del elemento 100 de detención y la superficie 101 de actuación conjunta del elemento 56 portador cuando tanto el elemento 60 de válvula interior como el elemento 34 de válvula exterior están ajustados con sus respectivas regiones 50, 62 de asiento. Dicho de otra manera, el elemento 100 de detención está dispuesto en una posición axial ligeramente inferior dentro del hueco 52 del elemento 34 de válvula exterior en relación con la posición el elemento de detención en realizaciones anteriores. El posicionamiento del elemento 100 de detención de esta manera permite que se determine la característica de entrega de combustible en la fabrica-

ción con el fin de ajustarse a una aplicación de motor particular.

Para inyectar a través del conjunto inferior de salidas 42 sólo, se energiza (extiende) la pila 20 para subir la presión dentro de la cámara 28 de control y por lo tanto provocar que el elemento 60 de válvula interior se desajuste de su región 62 de, asiento. Una vez que el elemento 60 de válvula interior se ha movido a través de una distancia igual a la holgura L1, el hombro 80 hace tope con la superficie 104 inferior del elemento 100 de detención impidiendo el movimiento adicional del elemento 60 de válvula interior alejándose de su región 62 de asiento. El elemento 100 de detención, y por tanto el elemento 34 de válvula exterior, no pueden elevarse en este momento puesto que la presión del combustible en la cámara 28 de control es alta.

La inyección de combustible a través de las salidas 42 inferiores se termina mediante la desenergización (repliegue) de la pila 20 de manera que la presión del combustible dentro de la cámara 28 de control vuelve al nivel intermedio. Como resultado, el elemento 60 de válvula interior se reajusta con su región 62 de asiento bajo la influencia del muelle 74 y la presión del combustible dentro de la cámara 67 del muelle. Puesto que el combustible a presión se entrega sólo a través de las salidas 42 inferiores, el volumen de combustible entregado es relativamente bajo.

Si se requiere entregar un volumen mayor de combustible, la pila 20 se desenergiza (repliega) tirando del elemento 64 de pistón en una dirección ascendente, lo que reduce la presión del combustible dentro de la cámara 28 de control hasta un nivel relativamente bajo. Como resultado, la fuerza debida a la presión del combustible que actúa sobre las superficies 78 de empuje del elemento 34 de válvula exterior es mayor que la fuerza debido a la presión del combustible dentro de la cámara 28 de control que actúa sobre la cara superior de la aguja 34 de válvula exterior, provocando por tanto que el elemento 34 de válvula exterior se desajuste de su región 50 de asiento. Por lo tanto, el combustible a presión se inyecta sólo a través del conjunto superior de salidas 40. El elemento 60 de válvula interior se mantiene ajustado con su región 62 de asiento debido a la fuerza del muelle 74 que actúa sobre la cabeza 56a y debido a la alta presión del combustible dentro de la cámara 67 del muelle en comparación con la cámara 28 de control despresurizada.

La desenergización adicional de la pila 20 provoca la despresurización adicional del combustible dentro de la cámara 28 de control de modo que el elemento 34 de válvula exterior se eleva a través de una distancia mayor que L2. El movimiento del elemento 34 de válvula exterior más allá de la distancia L2 provoca que se eleve la aguja 60 de válvula interior alejándose también de su región 62 de asiento y, por lo tanto, el combustible a presión se entrega a través de tanto el primer como el segundo conjuntos de salidas 40, 42 juntos.

Además del elemento 100 de detención resituado, la presente invención difiere de las realizaciones descritas anteriormente en que la región del hueco 52 en el extremo superior del elemento 34 de válvula exterior define un rebaje 114 de diámetro relativamente grande. El rebaje 114 aloja un muelle 116 helicoidal a través del cual está alojado el portador 56 de válvula de manera que un extremo superior del muelle 116 ha-

ce tope con la cara inferior de la parte 56a de cabeza y un extremo inferior del muelle 116 hace tope con una formación 118 de escalones prevista en el rebaje 114. El muelle 116 sirve para obligar a la aguja 34 de válvula exterior a ajustarse con su región 50 de asiento cuando se elimina la presión del combustible del sistema. Esto debería compararse con las realizaciones descritas anteriormente en las que la superficie 101 de actuación conjunta del elemento 56 portador está ajustada con la superficie 102 superior del elemento 100 de detención cuando tanto el elemento 34 de válvula exterior como el elemento 60 de válvula interior están asentados, obligándose al elemento 34 de válvula exterior a ajustarse con su región 50 de asiento a través del elemento 100 de detención y el muelle 74 que actúa sobre la parte 56a de cabeza del elemento 56 portador.

Una diferencia adicional es que se omite el paso 84 en el elemento 60 de válvula interior, y se sustituye con caras 120 planas sobre la superficie exterior del elemento 60 de válvula interior. Las caras 120 planas, junto con el hueco 52, definen una vía de comunicación para que el combustible fluya de la primera cámara 48 de entrega hasta la segunda cámara 113 de entrega. La provisión de las caras 120 planas sobre la parte de extremo inferior del elemento 60 de válvula inferior mantiene una baja resistencia al flujo de combustible, mientras que mejora el guiado proporcionado al elemento 60 de válvula interior.

El muelle 116 adicional ubicado en el rebaje 14 del elemento 34 de válvula exterior podría incorporarse en cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente. Sin embargo, debería apreciarse que sería necesaria una reducción mayor de la presión del combustible dentro de la cámara 28 de control con el fin de vencer la fuerza proporcionada por el muelle 116 y provocar que el elemento 34 de válvula exterior se desajuste de su región 50 de asiento.

Debería apreciarse también que las caras 120 planas previstas sobre el elemento 60 de válvula interior de esta realización pueden proporcionar una alternativa a los pasos 84, 86 de flujo de combustible internos al elemento 60 de válvula interior o la región 110 de diámetro reducido de la figura 6.

Una realización alternativa adicional, como se muestra en la figura 8, proporciona la flexibilidad para entregar selectivamente combustible a través de o bien el primer conjunto de salidas 40 o bien el segundo conjunto de salidas 42 exclusivamente. Una vez más, las partes iguales están denotadas por números de referencia iguales y sólo se describirán en este momento las diferencias entre realizaciones anteriores.

El elemento 100 de detención se omite y se proporciona un elemento 122 de válvula interior de forma unitaria dentro del hueco 52 del elemento 34 de válvula exterior. Debería apreciarse, sin embargo, que el elemento 122 de válvula interior puede no ser una parte unitaria sino que puede estar formado de múltiples partes. Puesto que el elemento 100 de detención se omite, se permite que el elemento 122 de válvula interior se mueva independientemente del elemento 34 de válvula exterior.

Habiendo descrito realizaciones preferidas particulares de la presente invención, ha de apreciarse que las realizaciones a las que se hace referencia son sólo ejemplares y que pueden hacerse variaciones y modificaciones sin apartarse del alcance de la invención como se expone en las reivindicaciones adjuntas.

Por ejemplo, aunque la superficie 102 de tope se proporciona mediante el elemento 100 de detención debería apreciarse que la superficie 102 de tope también podría proporcionarse mediante una formación adecuada, tal como un escalón definido en el hueco 52 del elemento 34 de válvula exterior, que actuaría

conjuntamente con el elemento 60 de válvula interior. En general se prefiere un elemento 100 de detención separado, sin embargo, puesto que es más cómodo fabricar y pulir de manera precisa una superficie de elevación sobre el mismo.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un inyector (2) de combustible para su utilización en un motor de combustión interna, presentando el inyector (2) de combustible una tobera (6) de inyección **caracterizado** porque comprende:

un cuerpo (30) de tobera que está dotado de un hueco (32) de tobera;

un elemento (34) de válvula exterior alojado dentro del hueco (32) de tobera y que puede ajustarse con una primera región (50) de asiento para controlar la entrega de combustible a través de un primer conjunto de una o más salidas (40) de tobera, estando dotado el elemento (34) de válvula exterior de un hueco (52) de válvula exterior;

un elemento (60) de válvula interior alojado dentro del hueco (52) de válvula exterior y que puede ajustarse con una segunda región (62) de asiento para controlar la entrega de combustible a través de un segundo conjunto de una o más salidas (42) de tobera;

una cámara (28) de control de inyección para el combustible;

medios (18, 26) de control de presión para controlar la presión del combustible dentro de la cámara (28) de control de inyección;

una primera superficie asociada con el elemento (60) de válvula interior que está expuesta a la presión del combustible dentro de la cámara (28) de control de inyección;

una segunda superficie asociada con el elemento (34) de válvula exterior que está expuesta a la presión del combustible dentro de la cámara (28) de control de inyección; y

en el que, cuando la cámara de control está a una presión del combustible intermedia, ambos elementos de válvula están ajustados con sus respectivas regiones de asiento, y, la primera y segunda superficies están dispuestas de manera que cuando se aumenta la presión del combustible dentro de la cámara (28) de control de inyección desde la presión del combustible intermedia hasta una presión relativamente alta, se provoca que uno del elemento (34) de válvula exterior o el elemento (60) de válvula interior se desajuste de su respectiva región (50, 62) de asiento y cuando se reduce la presión del combustible dentro de la cámara (28) de control de inyección desde la presión del combustible intermedia hasta una presión relativamente baja, se provoca que el otro del elemento (34) de válvula exterior o el elemento (60) de válvula interior se desajuste de su respectiva región (50, 62) de asiento.

2. El inyector (2) de combustible según la reivindicación 1, **caracterizado** porque una disminución en la presión del combustible dentro de la cámara (28) de control de inyección provoca que el elemento (34) de válvula exterior se desajuste de la primera (50) región de asiento y en el que un aumento en la presión del combustible dentro de la cámara (28) de control de inyección provoca que el elemento (60) de válvula interior se desajuste de la segunda (62) región de asiento.

3. El inyector (2) de combustible según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, **caracterizado** porque el elemento (60) de válvula interior está acoplado a un elemento (56) portador de válvula interior, estando definida la primera superficie por el elemento (56) portador.

4. El inyector (2) de combustible según una cual-

quiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque incluye medios de acoplamiento para acoplar el movimiento del elemento (34) de válvula exterior al elemento (60) de válvula interior cuando se provoca que el elemento (34) de válvula exterior se aleje de la primera región (50) de asiento.

5. El inyector (2) de combustible según la reivindicación 4, **caracterizado** porque los medios de acoplamiento incluyen una superficie (102) de tope asociada con el elemento (34) de válvula exterior, que puede ajustarse con una superficie (101) de actuación conjunta asociada con el elemento (60) de válvula interior.

6. El inyector (2) de combustible según la reivindicación 5, **caracterizado** porque la superficie (102) de tope se proporciona mediante un elemento (100) de detención anular alojado dentro del hueco (52) del elemento (34) de válvula exterior, haciendo tope la superficie (102) de tope con la superficie (101) de actuación conjunta cuando tanto el elemento (34) de válvula exterior como el elemento (60) de válvula interior están asentados.

7. El inyector (2) de combustible según la reivindicación 6, **caracterizado** porque el elemento (100) de detención anular define una segunda superficie (104) que está separada, una distancia (d) predeterminada, de un hombro (80) definido por el elemento (60) de válvula interior, sirviendo la segunda superficie (104) para impedir el movimiento del elemento (60) de válvula interior alejándose de su región (62) de asiento una cantidad mayor que la distancia (d) predeterminada.

8. El inyector (2) de combustible según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque los medios de control de presión incluyen un actuador (18) piezoeléctrico que tiene una pila (20) de elementos piezoeléctricos con una longitud de pila, estando dispuesta la pila (20) dentro de un volumen (14) de acumulador para recibir el combustible a presión de inyección, por lo que un aumento en la longitud de la pila (20) provoca un aumento de la presión del combustible dentro de la cámara (28) de control de inyección y una reducción en la longitud de la pila (20) provoca una reducción de la presión del combustible dentro de la cámara (28) de control de inyección.

9. El inyector (2) de combustible según la reivindicación 8, **caracterizado** porque los medios de control de presión incluyen además un pistón (64) de control que tiene una superficie que define la cámara (28) de control de inyección, junto con las superficies primera y segunda, y en el que el pistón (64) de control puede operar para controlar el volumen de la cámara (28) de control de inyección.

10. El inyector (2) de combustible según la reivindicación 9, **caracterizado** porque el pistón (64) de control define una cámara (67) de muelle que alberga un muelle (74) que sirve para desviar el elemento (60) de válvula interior hacia la segunda región (62) de asiento.

11. El inyector (2) de combustible según la reivindicación 10, **caracterizado** porque incluye además medios de amortiguación para amortiguar el movimiento del elemento (60) de válvula interior a medida que se provoca que se aleje de la segunda región (62) de asiento.

12. El inyector (2) de combustible según la reivindicación 11, **caracterizado** porque los medios de amortiguación incluyen un paso (75) limitado previs-

to en el pistón (64) de control, en el que el paso limitado conecta de manera fluida la cámara (67) de muelle al volumen (14) de acumulador.

13. El inyector (2) de combustible según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, **caracterizado** porque incluye además medios (76) de flujo limitado para igualar la presión entre la cámara (28) de control y el volumen (14) de acumulador.

14. El inyector (2) de combustible según la reivindicación 13, **caracterizado** porque los medios de flujo limitado incluyen un paso (76) de flujo limitado previsto en el pistón (64) de control, en el que el paso (76) de flujo limitado conecta de manera fluida la cámara (28) de control de inyección al volumen (14) de acumulador.

15. El inyector (2) de combustible según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizado** porque el elemento (34) de válvula exterior está dotado de una línea (90) de asiento superior y una línea (92) de asiento inferior que pueden ajustarse con la primera región (50) de asiento en posiciones respectivas a cualquier lado del primer conjunto de una o más salidas (40).

16. El inyector (2) de combustible según la reivindicación 15, **caracterizado** porque las líneas (90, 92) de asiento primera y segunda están definidas mediante bordes superior e inferior, respectivamente, de una ranura (88) anular prevista sobre la aguja (34) de válvula exterior.

17. El inyector (2) de combustible según la reivindicación 15 o la reivindicación 16, **caracterizado** porque la actuación conjunta entre la primera línea (90) de asiento y la primera región (50) de asiento controla el flujo de combustible entre una primera cámara (48) de entrega y el primer conjunto de salidas (40) y la actuación conjunta entre la segunda línea (92) de asiento y la primera región (50) de asiento controla el flujo de combustible entre una segunda cámara (36, 113) de entrega y el primer conjunto de salidas (40), y en el que la primera cámara (48) de entrega se comunica con la segunda cámara (36, 113) de entrega a través de una vía de flujo de comunicación.

18. El inyector (2) de combustible según la reivindicación 17, **caracterizado** porque el elemento (60) de válvula interior comprende al menos una línea de asiento para controlar la entrega de combustible entre la segunda cámara (36, 113) de entrega y el segundo conjunto de salidas (42).

19. El inyector (2) de combustible según la reivindicación 17 o la reivindicación 18, **caracterizado** porque la vía de flujo de comunicación está definida, al menos en parte, por una región del hueco (52) en el elemento (34) de válvula exterior.

20. El inyector (2) de combustible según la reivindicación 17 o la reivindicación 18, **caracterizado** porque la vía de flujo de comunicación está definida, al menos en parte, por pasos (84, 86) de flujo previstos en el elemento (60) de válvula interior.

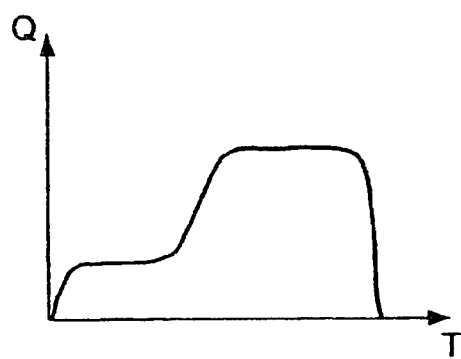


Fig.1A

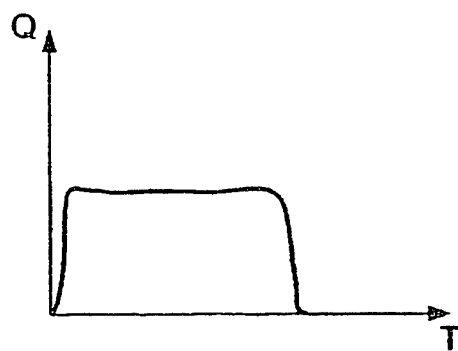
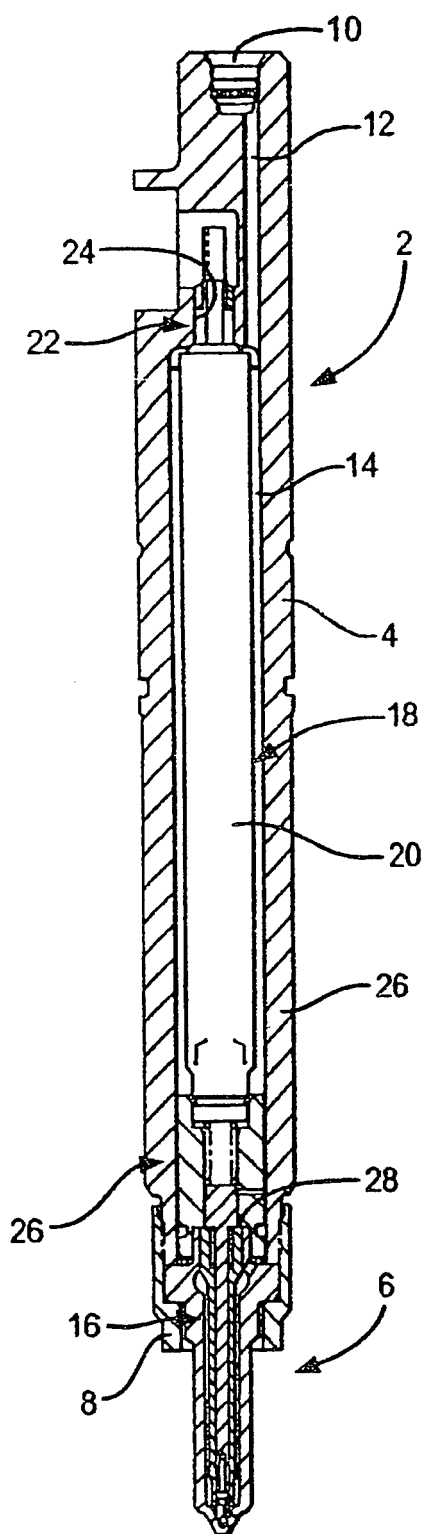
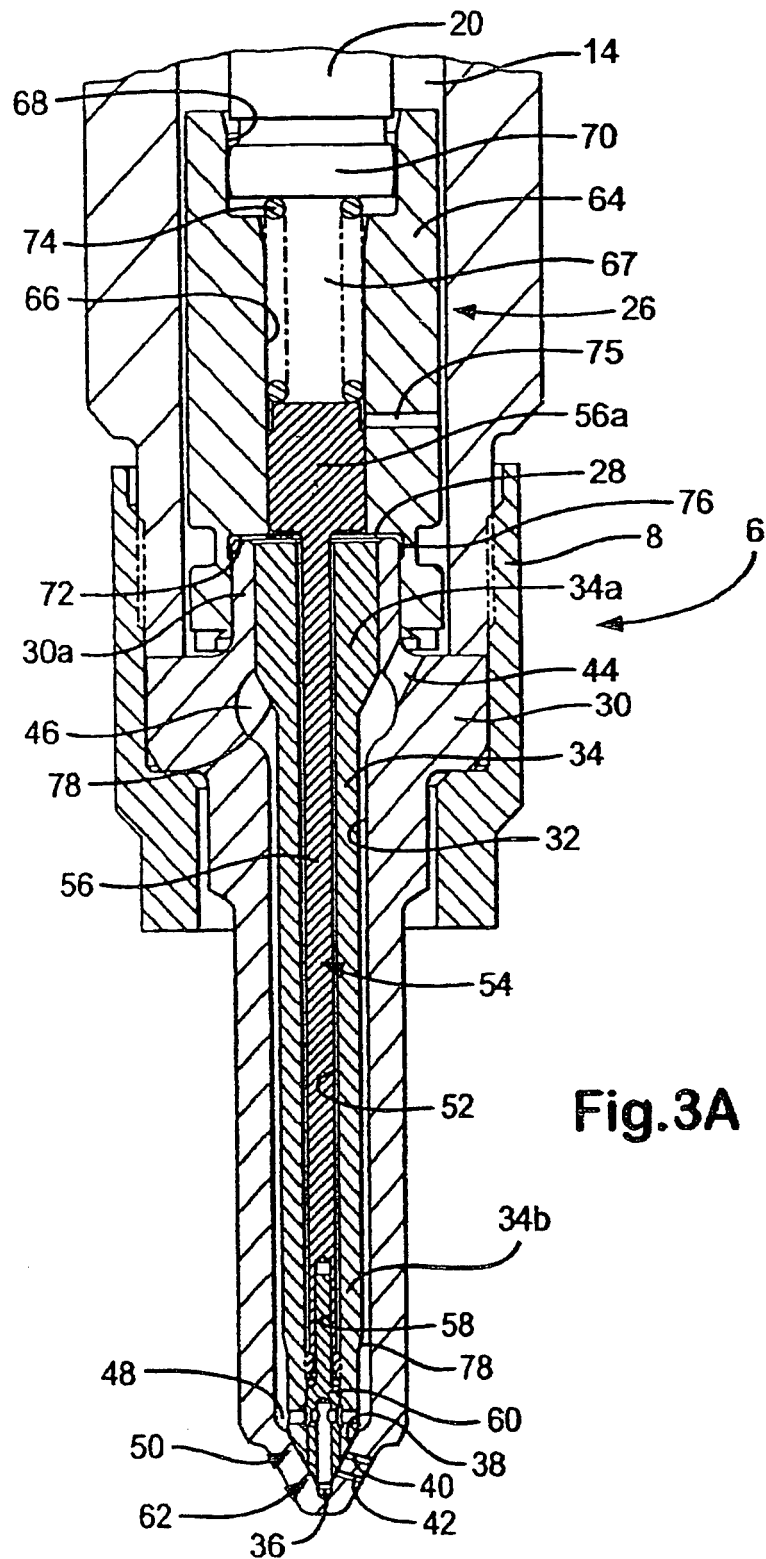


Fig.1B





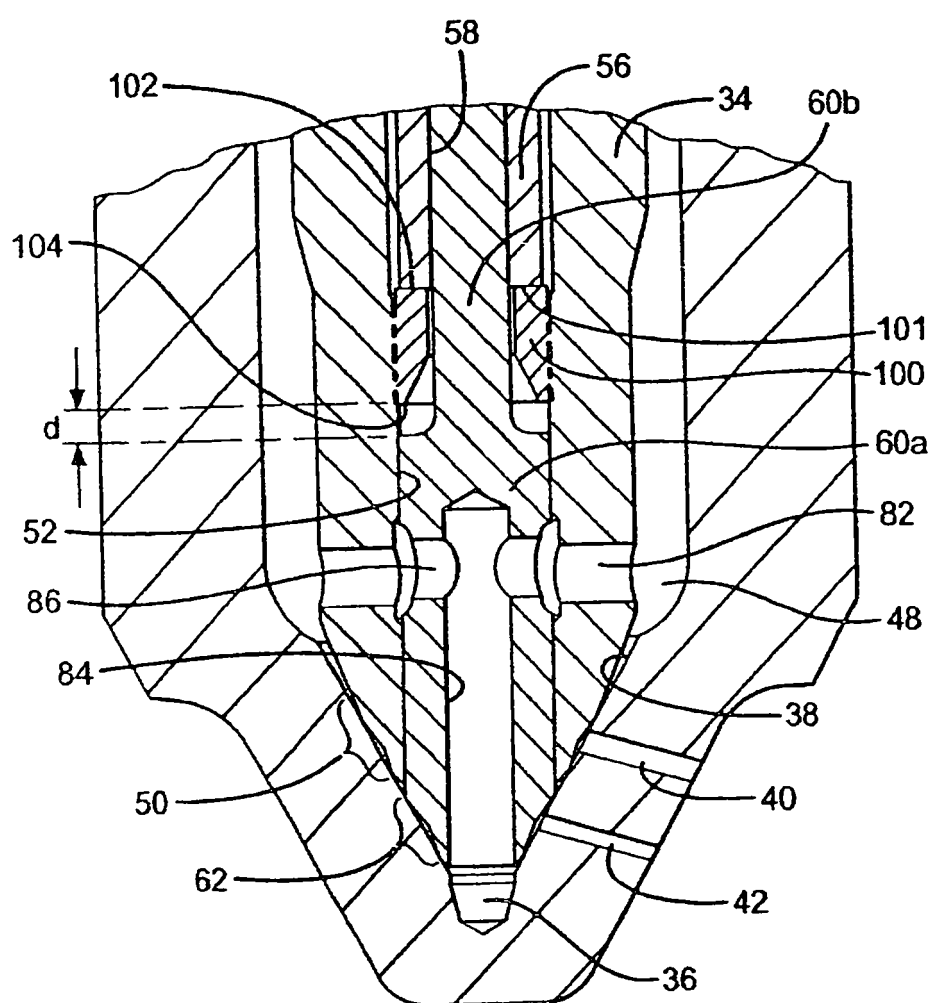
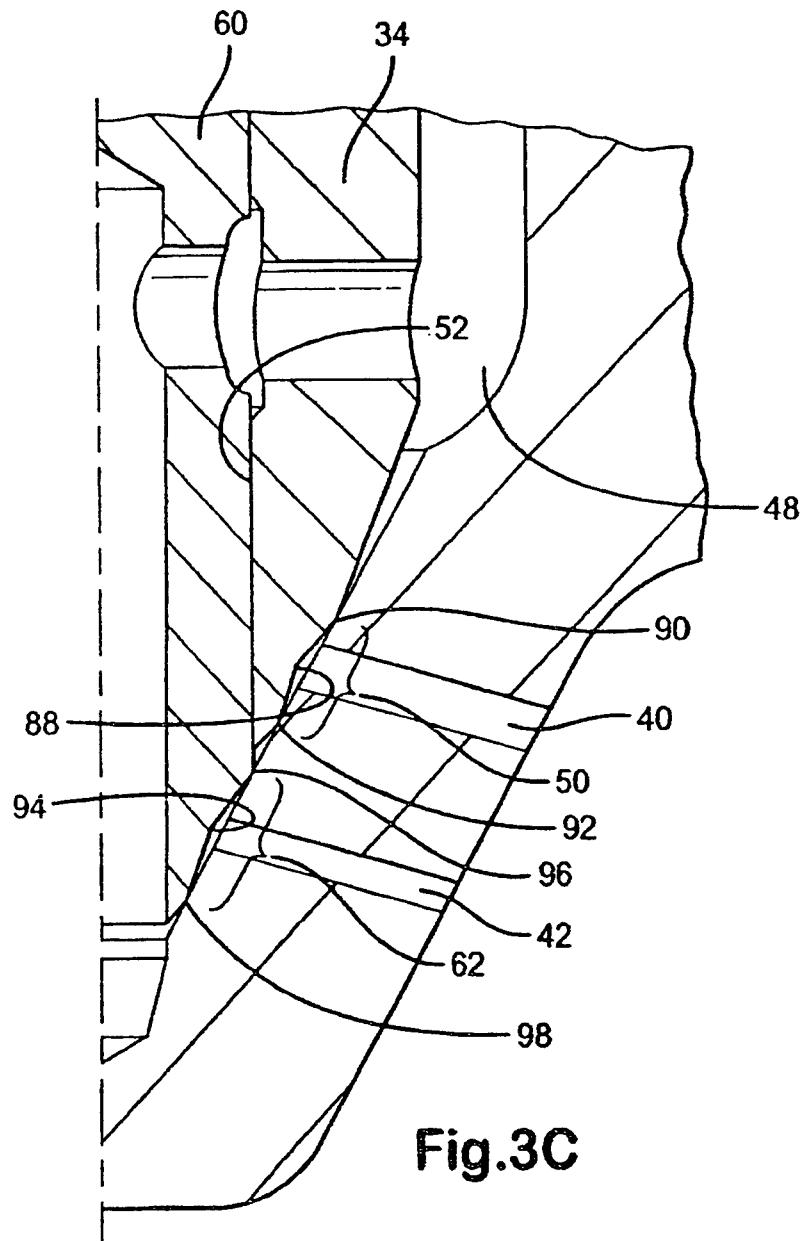
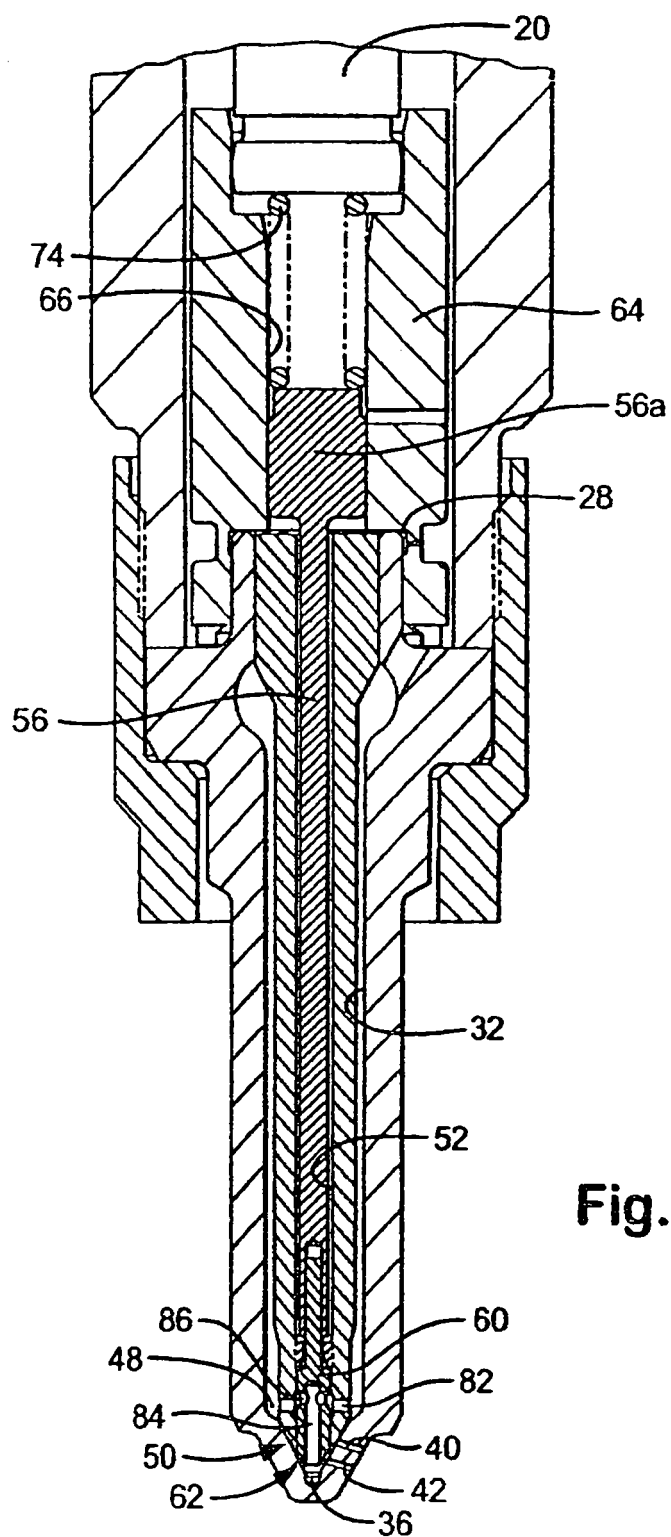


Fig.3B





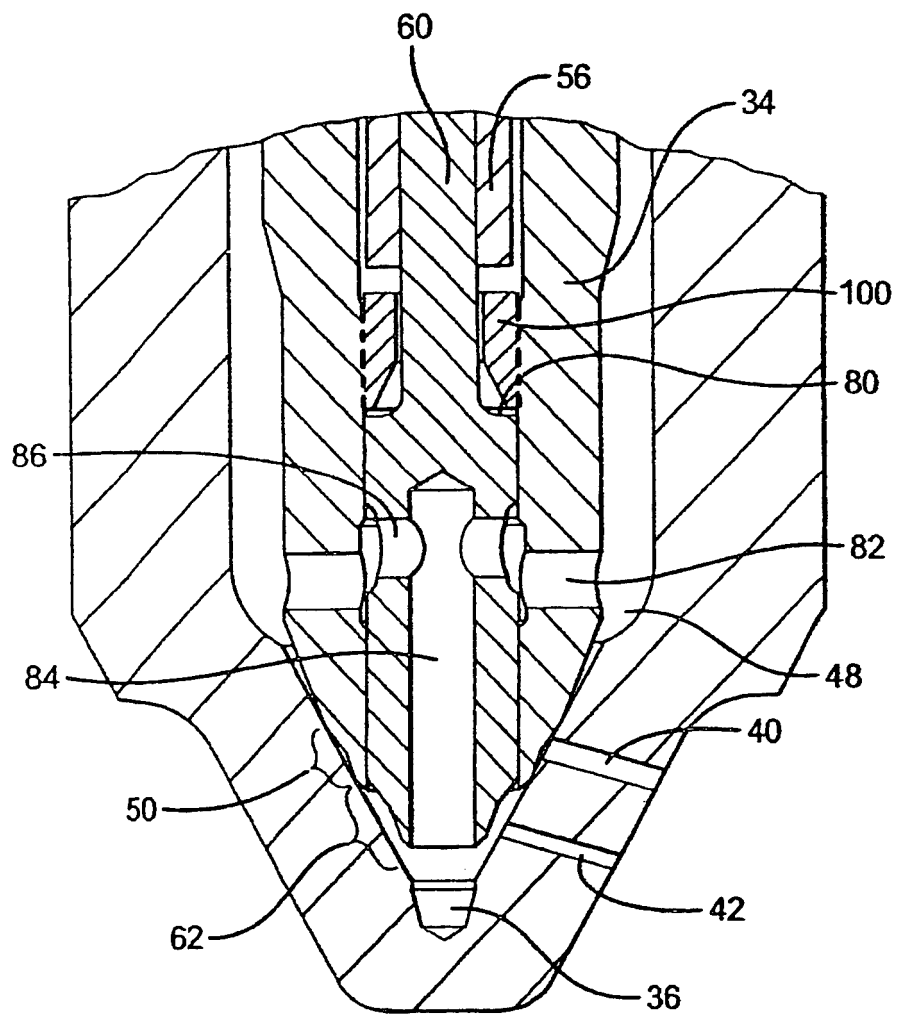
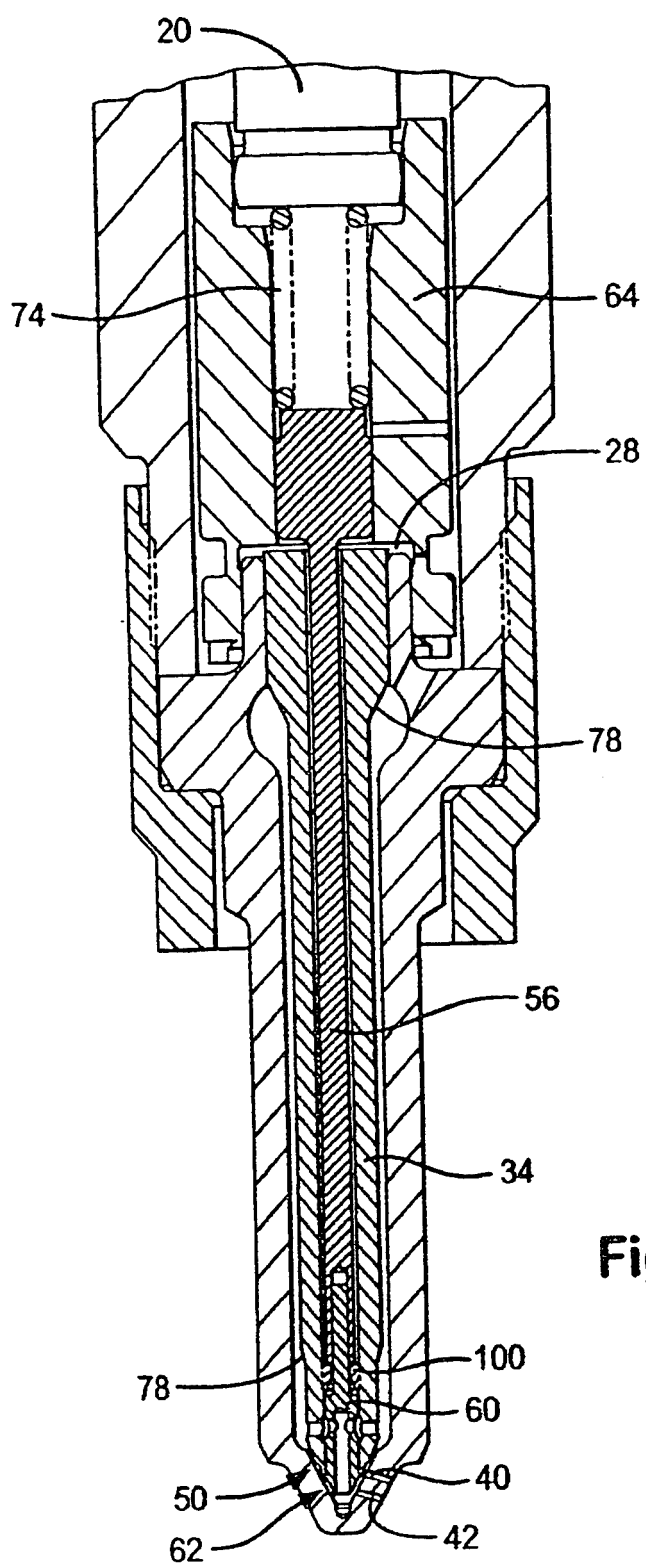


Fig.4B



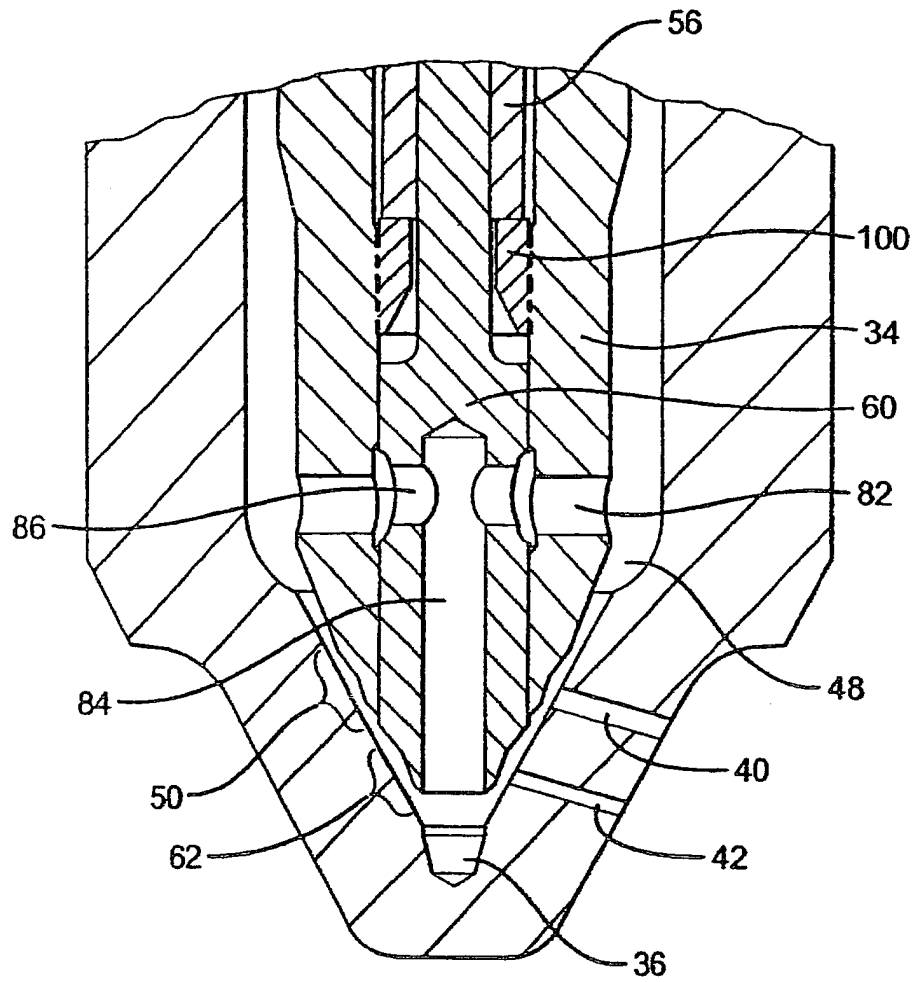


Fig.5B

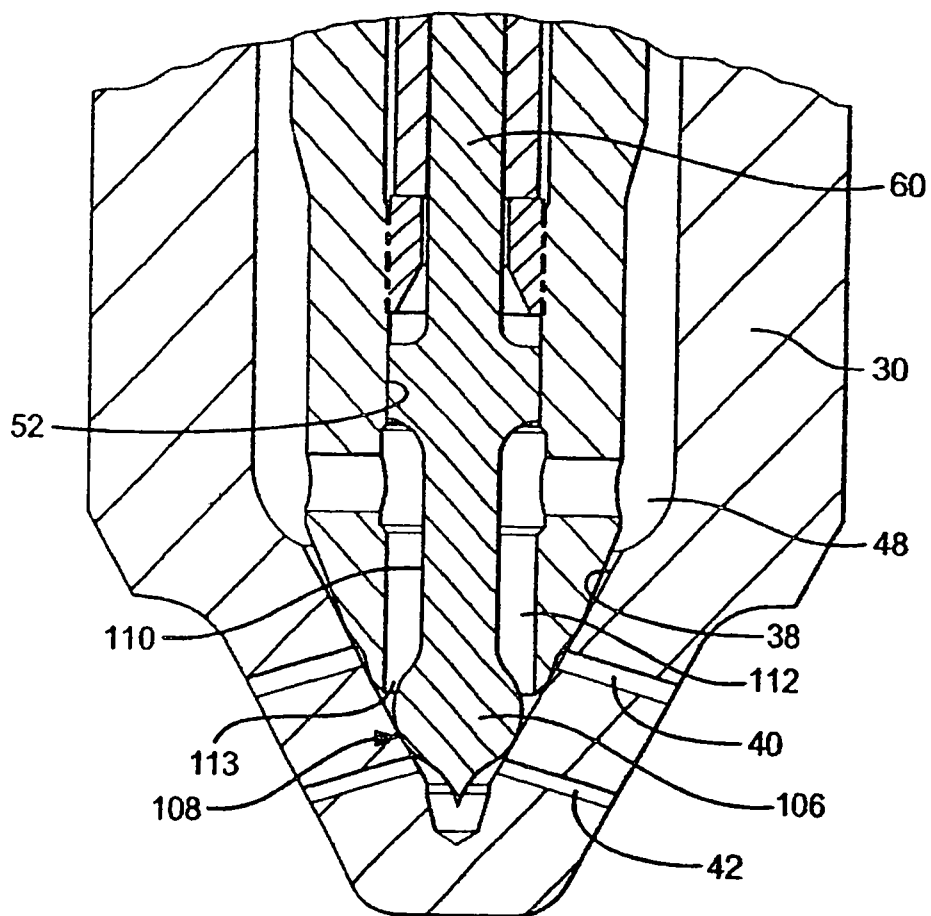
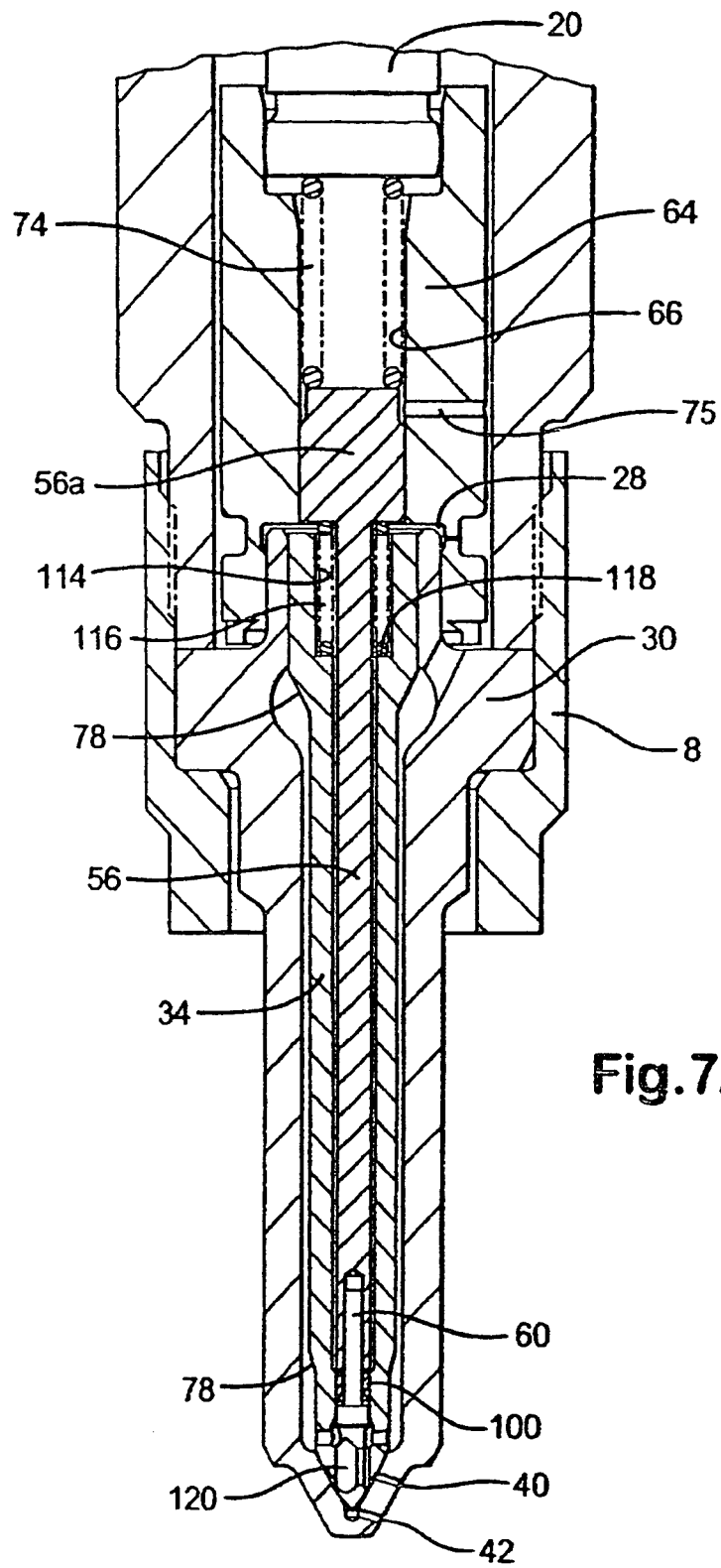


Fig.6



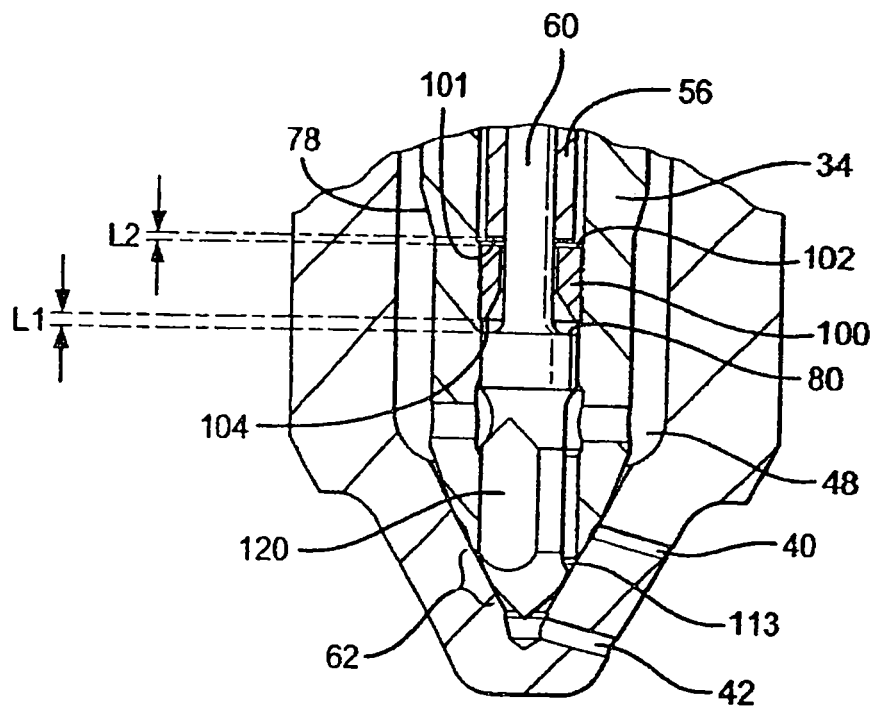


Fig.7B

