

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 904 944**

51 Int. Cl.:

F16K 31/04 (2006.01)
F16K 31/50 (2006.01)
F16K 1/54 (2006.01)
F16K 25/00 (2006.01)
F16K 41/12 (2006.01)
F16K 27/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.01.2020** **E 20153614 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.12.2021** **EP 3686466**

54 Título: **Obturador de válvula de control de flujo proporcional con aguja de control de flujo**

30 Prioridad:

28.01.2019 US 201916258993

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

06.04.2022

73 Titular/es:

MAC VALVES, INC. (100.0%)
30569 Beck Road
Wixom, Michigan 48393, US

72 Inventor/es:

WILLIAMS, KEVIN C. y
SOBKA, DAVID M.

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 904 944 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

Obturador de válvula de control de flujo proporcional con aguja de control de flujo

La presente invención se refiere a válvulas de control de flujo operadas por un motor de paso a paso y que están obturadas por un diafragma e incluyen una aguja de control de flujo.

- 5 Esta sección proporciona información de antecedentes relacionada con la presente invención que no es necesariamente el estado de la técnica.

Las válvulas de control de flujo pueden ser operadas por un motor de paso a paso para mejorar la repetibilidad de las posiciones de los miembros de la válvula para las válvulas que requieren una mayor precisión en el control de la variabilidad del flujo entre una posición totalmente abierta y una posición totalmente cerrada. Las aplicaciones que requieren un suministro preciso de volumen de fluido o presión de fluido a un dispositivo de trabajo pueden beneficiarse de la precisión proporcionada por un motor de paso a paso en comparación con otros actuadores de válvulas conocidos. Sin embargo, las válvulas de control de flujo accionadas por motor de paso a paso conocidas suelen requerir un sistema de engranajes o un sistema de accionamiento multidireccional para cambiar la fuerza de rotación del motor de paso a paso a una fuerza longitudinal utilizada para trasladar un miembro de válvula de una manera recíproca entre las posiciones de válvula abierta y cerrada. Por lo tanto, los sistemas de accionamiento comunes pierden fuerza de operación para accionar múltiples piezas móviles. La complejidad, la pérdida de potencia y la tolerancia de las múltiples piezas móviles de los sistemas conocidos también disminuyen la precisión de la posición y la repetibilidad de las posiciones de las válvulas, que son algunas de las principales razones para utilizar un motor de paso a paso para el accionamiento de las válvulas en primer lugar.

20 El miembro de válvula utilizado en las típicas válvulas de control de flujo accionadas por motor de paso a paso, tal como una válvula de obturador, controla el flujo de un fluido, tal como aire presurizado, a través de un colector. Tales colectores pueden formar parte de equipos tales como clasificadores, máquinas de envasado, procesadores de alimentos, máquinas de fabricación de papel y otros similares. El miembro de válvula suele incluir un sobremoldeado de goma y/o el miembro de válvula se cierra contra un asiento de válvula de goma para crear un cierre hermético a los fluidos. Tales válvulas de control de flujo pueden funcionar durante millones de ciclos. Con el tiempo, el sobremoldeado de goma del miembro de válvula y/o el asiento de goma de la válvula pueden desgastarse o deformarse permanentemente, reduciendo la precisión (es decir, la resolución de flujo) de la válvula de control de flujo.

En las válvulas de control de flujo típicas, el miembro de válvula está dispuesto de forma deslizante dentro de un cuerpo de válvula. En la posición cerrada, un miembro de válvula se mantiene generalmente en contacto con un asiento de válvula del cuerpo de válvula. En la posición abierta, el motor de paso a paso generalmente mueve el miembro de válvula separándolo del asiento de válvula formando un espacio libre entre ellos. Como se indica en la Patente US número 3.985.333 a Paulsen un diafragma en forma de fuelle puede ser utilizado para proporcionar un cierre entre el cuerpo de válvula y el miembro de válvula. Tales diafragmas pueden evitar que los contaminantes se introduzcan en la carcasa del motor al mismo tiempo que permiten el movimiento longitudinal del miembro de válvula.

35 El cuerpo de válvula está diseñado para ser recibido en un orificio provisto en el colector. El colector suele incluir múltiples pasajes que están dispuestos en comunicación de fluido con el orificio del colector. En funcionamiento, la válvula de control de flujo controla el flujo de fluido entre estos múltiples pasajes. Las juntas tóricas suelen estar dispuestas en el exterior del cuerpo de válvula para sellar el cuerpo de válvula dentro del orificio del colector.

El documento DE - 9218213U divulga una válvula de control de flujo que comprende un conjunto de carcasa en el que se forma una cámara de flujo con dos conexiones de trayectoria de perturbación. Un cuerpo de válvula que es movable linealmente se aloja, al menos parcialmente, dentro de la cámara de flujo y una parte de accionamiento lineal de un accionamiento lineal se conecta al cuerpo de válvula que está alojado, al menos parcialmente, en un espacio de accionamiento dentro del conjunto de carcasa. Un sistema de sellado separa la cámara de flujo del espacio de accionamiento. El documento US - A - 2013/142675 divulga un dispositivo de control de fluidos en el que se impide que un cuerpo de válvula sea presionado forzosamente contra un asiento de válvula y se evita que una carga excesiva actúe sobre un motor. Un dispositivo de ajuste de caudal incluye una primera porción de aplicación y una segunda porción de aplicación que puede moverse con respecto a la primera porción de aplicación y transmitir y recibir una fuerza rotativa. El dispositivo de ajuste del caudal incluye un cuerpo de válvula que ajusta una abertura de un pasaje de caudal y una varilla que está acoplada al cuerpo de válvula. El dispositivo de ajuste del caudal incluye además una porción de tornillo macho y una porción de tornillo hembra que están engranadas de manera que se alimentan una respecto a la otra en la dirección axial, una porción que se proyecta que restringe el movimiento de la segunda porción de aplicación y un primer cilindro que restringe el movimiento de la varilla. Otras válvulas de control de flujo se divulgan en los documentos EP - A - 3045788, US - A - 5419531, US - A - 5351936, US - A - 2017/002931 y US - A - 2001/022353.

55 Aunque las válvulas de control de flujo accionadas por motores de paso a paso aumentan la precisión del volumen de fluido o de la presión de fluido que se puede suministrar a un dispositivo de trabajo, todavía se necesitan válvulas de control de flujo con una precisión mejorada. En particular, sigue existiendo la necesidad de válvulas de control de flujo que puedan proporcionar una mejor resolución de flujo con bajos caudales de fluido.

Visto de esta manera desde un aspecto, la presente invención proporciona una válvula de control de flujo que comprende:

- 5 un cuerpo de válvula que tiene un extremo distal del cuerpo de válvula, un extremo proximal del cuerpo de válvula, un puerto que se extiende a lo largo de un eje longitudinal, y un asiento de válvula situado en el citado extremo distal del cuerpo de válvula;
- un puerto de entrada y un puerto de salida que se extienden cada uno a través del citado cuerpo de válvula hasta el citado orificio, teniendo el citado puerto de salida una superficie interior;
- 10 un miembro de válvula dispuesto deslizablemente en el citado orificio, incluyendo el citado miembro de válvula un cabezal de accionamiento y un obturador, incluyendo el citado obturador un extremo distal de obturador y un extremo proximal de obturador, y el citado cabezal de accionamiento que tiene un orificio roscado;
- un motor de paso a paso que tiene un árbol que está aplicado enroscablemente con el citado orificio roscado en el citado cabezal de accionamiento, operando el citado motor de paso a paso para desplazar longitudinalmente el citado miembro de válvula en una dirección longitudinal, paralela al citado eje longitudinal, entre una posición cerrada y una posición abierta;
- 15 incluyendo el citado miembro de válvula una superficie de aplicación de asiento que entra en contacto con el citado asiento de válvula en la citada posición cerrada y que se desplaza separándose del citado asiento de válvula en la citada posición abierta;
- un diafragma que se extiende entre el citado cuerpo de válvula y el citado miembro de válvula y que está conectado a los mismos, de manera que el citado diafragma se deflecta en respuesta al movimiento del citado miembro de válvula a lo largo del citado eje longitudinal; y
- 20 una aguja de control de flujo montada en el citado obturador que sobresale del citado extremo distal de obturador y es recibida al menos parcialmente en el citado puerto de salida cuando el citado miembro de válvula está en la citada posición cerrada, cooperando la citada aguja de control de flujo con la citada superficie interior del citado puerto de salida para definir un orificio de flujo de salida que varía en tamaño cuando el citado miembro de válvula se mueve entre las citadas posiciones cerrada y abierta,
- 25 en el que un orificio de obturador incluye roscas internas y una porción de cilindro de la aguja de control de flujo incluye roscas de cilindro que se enroscan y se aplican a las roscas internas en el orificio de obturador,
- en el que la rotación de la aguja de control de flujo en el orificio de obturador cambia la posición longitudinal de la aguja de control de flujo en relación con el extremo distal de obturador para afinar el caudal de fluido y adaptarse a las variaciones debidas a las tolerancias de fabricación,
- 30 en el que la citada superficie de aplicación de asiento está situada en el citado extremo distal de obturador y está radialmente hacia fuera de la citada aguja de control de flujo.

De acuerdo con este diseño, la interfaz entre la aguja de control de flujo y la superficie interior del puerto de salida controla el caudal en lugar de la interfaz entre la superficie de aplicación de asiento del miembro de válvula y el asiento de válvula del cuerpo de válvula. En otras palabras, la interfaz entre la aguja de control de flujo y la superficie interior del puerto de salida controla el caudal y la interfaz entre la superficie de aplicación de asiento del miembro de válvula y el asiento de válvula del cuerpo de válvula crea un cierre hermético a los fluidos cuando el miembro de válvula está en la posición cerrada (es decir, flujo cero). Debido a que la interfaz de sellado está separada de la interfaz de control de flujo, las variaciones y deformaciones en las proximidades de la interfaz de sellado no afectan a la interfaz de control de flujo, lo que resulta en una mayor precisión (es decir, resolución de flujo).

Otras áreas de aplicabilidad se harán evidentes a partir de la descripción proporcionada en la presente memoria descriptiva. La descripción y los ejemplos específicos de este sumario están pretendidos únicamente con fines ilustrativos y no pretenden limitar el alcance de la presente invención.

Dibujos

45 Los dibujos descritos en la presente memoria descriptiva son sólo con fines ilustrativos de las realizaciones seleccionadas y no de todas las posibles implementaciones, y no pretenden limitar el alcance de la presente invención, en la que:

- la figura 1 es una vista en perspectiva lateral de una válvula de control de flujo ejemplar que no forma parte de la presente invención y se proporciona únicamente con fines ilustrativos;
- 50 la figura 2 es una vista lateral parcial en sección transversal de la válvula de control de flujo que se ilustra en la figura 1;

la figura 3 es una vista en sección transversal lateral ampliada de la válvula de control de flujo que se ilustra en la figura 1, en la que la válvula de control de flujo se muestra en posición cerrada;

la figura 4 es otra vista en sección transversal lateral ampliada de la válvula de control de flujo que se ilustra en la figura 1, en la que la válvula de control de flujo se muestra en posición abierta;

5 la figura 5 es una vista en perspectiva lateral de otra válvula de control de flujo ejemplar construida de acuerdo con la presente invención;

la figura 6 es una vista en sección transversal parcial de la válvula de control de flujo ejemplar que se ilustra en la figura 5;

10 la figura 7 es una vista en sección transversal lateral ampliada de la válvula de control de flujo ejemplar que se ilustra en la figura 5, en la que la válvula de control de flujo se muestra en posición cerrada;

la figura 8 es otra vista en sección transversal lateral ampliada de la válvula de control de flujo ejemplar que se ilustra en la figura 5, en la que la válvula de control de flujo se muestra en posición abierta; y

la figura 9 es una vista en sección transversal parcial de la válvula de control de flujo ejemplar de la figura 5 que se muestra instalada en un colector.

15 Los números de referencia correspondientes indican las partes correspondientes en las diversas vistas de los dibujos.

Las realizaciones ejemplares se describirán a continuación de forma más completa con referencia a los dibujos que se acompañan. Estas realizaciones ejemplares se proporcionan para que esta invención sea exhaustiva y transmita plenamente el alcance a los expertos en la técnica. Se exponen numerosos detalles específicos, tales como ejemplos de componentes, dispositivos y procedimientos específicos, para proporcionar una comprensión completa de las realizaciones de la presente invención. Será evidente para los expertos en la técnica que no es necesario emplear detalles específicos, que las realizaciones ejemplares pueden ser realizadas en muchas formas diferentes y que ninguna de ellas se debe interpretar como una limitación del alcance de la invención. En algunas realizaciones ejemplares, no se describen en detalle procesos bien conocidos, estructuras de dispositivos bien conocidas y tecnologías bien conocidas.

25 La terminología utilizada en la presente memoria descriptiva tiene por objeto describir únicamente realizaciones ejemplares particulares y no pretende ser limitativa. Tal y como se utilizan en la presente memoria descriptiva, las formas singulares "un", "una" y "el", "ella" pueden incluir también las formas plurales, a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Los términos "comprende", "comprendiendo" "incluyendo" y "teniendo" son inclusivos y, por lo tanto, especifican la presencia de características, números, pasos, operaciones, elementos y/o componentes declarados, pero no excluyen la presencia o adición de una o más características, números, pasos, operaciones, elementos, componentes y/o grupos de ellos. Los pasos del procedimiento, procesos y operaciones descritas en la presente memoria descriptiva no deben interpretarse como que requieren necesariamente su realización en el orden particular explicado o ilustrado, a menos que se identifique específicamente como un orden de realización. También se debe entender que se pueden emplear pasos adicionales.

35 Cuando se hace referencia a un elemento o capa que está "sobre", "aplicado a", "conectado" o "acoplado a" otro elemento o capa, puede estar directamente sobre, aplicado, conectado o acoplado al otro elemento o capa, o puede haber elementos o capas intermedias. Por el contrario, cuando se dice que un elemento está "directamente sobre", "directamente aplicado a" o "directamente conectado a" o "directamente acoplado a" otro elemento o capa, puede no haber elementos o capas intermedias. Otras palabras utilizadas para describir la relación entre elementos deben ser interpretada de forma similar (por ejemplo, "entre" en contraposición a "directamente entre", "adyacente" en contraposición a "directamente adyacente", etc.). Tal y como se utiliza en la presente memoria descriptiva, el término "y/o" incluye cualquiera y todas las combinaciones de uno o más de los elementos enumerados asociados.

40 Aunque los términos primero, segundo, tercero, etc. pueden ser utilizados en la presente memoria descriptiva para describir varios elementos, componentes, regiones, capas y/o secciones, estos elementos, componentes, regiones, capas y/o secciones no deben estar limitados por estos términos. Estos términos sólo se pueden utilizar para distinguir un elemento, componente, región, capa o sección de otra región, capa o sección. Los términos tales como "primero", "segundo" y otros términos numéricos utilizados en la presente memoria descriptiva no implican una secuencia u orden, a menos que el contexto lo indique claramente. De esta manera, un primer elemento, componente, región, capa o sección que se explique más adelante podría denominarse segundo elemento, componente, región, capa o sección sin apartarse de las enseñanzas de las realizaciones ejemplares.

50 Los términos relativos al espacio, tales como "interior", "exterior", "debajo", "abajo", "inferior", "arriba", "superior", y otros similares, pueden ser utilizados en la presente memoria descriptiva para facilitar la descripción de la relación de un elemento o característica con otro(s) elemento(s) o característica(s) como se ilustra en las figuras. Los términos relativos al espacio pueden abarcar diferentes orientaciones del dispositivo en uso o funcionamiento, además de la orientación representada en las figuras. Por ejemplo, si al dispositivo de las figuras se da la vuelta, los elementos descritos como "por debajo" de otros elementos o características se orientarían entonces "por encima" de los otros

elementos o características. De esta manera, el término ejemplar "abajo" puede abarcar tanto una orientación de arriba como de abajo. El dispositivo puede estar orientado de otra manera (girado 90 grados o en otras orientaciones) y los descriptores espacialmente relativos utilizados en la presente memoria descriptiva se interpretan en consecuencia.

Haciendo referencia a las figuras 1 - 4, se muestra una válvula de control de flujo **10**. La válvula de control de flujo **10** se proporciona sólo con fines ilustrativos y no forma parte de la presente invención. La válvula de control de flujo **10** incluye un cuerpo de válvula **11** que se extiende a lo largo de un eje longitudinal **12**. Se debe apreciar que los términos "longitudinal", "longitudinalmente", "axial" y "axialmente", cuando se usan en la presente memoria descriptiva, significan a lo largo o paralelo al eje longitudinal **12**. El cuerpo de válvula **11** tiene una primera porción **13** del cuerpo de válvula que define un extremo distal **14** del cuerpo de válvula y una segunda porción **15** del cuerpo de válvula que define un extremo proximal **16** del cuerpo de válvula. En el ejemplo ilustrado, la primera y la segunda porciones **13**, **15** del cuerpo de válvula están conectadas una a la otra por una primera conexión roscada **17**. La primera porción **13** del cuerpo de válvula incluye un asiento de válvula **18** que está situado en el extremo distal **14** del cuerpo de válvula. El cuerpo de válvula **11** incluye un puerto **19** que se extiende a través de las porciones primera y segunda **13**, **15** del cuerpo de válvula y coaxialmente a lo largo del eje longitudinal **12**. El orificio **19** tiene un diámetro de orificio **20**. El cuerpo de válvula **11** puede estar hecho de varios materiales, incluyendo sin limitación, acero inoxidable o latón niquelado.

Un puerto de entrada **21** se extiende a través de la primera porción **13** del cuerpo de válvula desde el orificio **19** hasta una cara con puerto **22** del cuerpo de válvula **11**. Un puerto de salida **23** se extiende a través de la primera porción **13** del cuerpo de válvula desde el orificio **19** hasta una cara final **24** del cuerpo de válvula **11**. En el ejemplo ilustrativo que se muestra en las figuras 1 - 4, el puerto de entrada **21** y el puerto de salida **23** tienen superficies interiores **25a**, **25b**. El puerto de salida **23** está alineado coaxialmente con el eje longitudinal **12** y el puerto de entrada **21** está dispuesto perpendicularmente al eje longitudinal **12**. El asiento de válvula **18** está situado entre el puerto de entrada **21** y el puerto de salida **23**. Opcionalmente, uno o más miembros de sellado **26**, tales como juntas tóricas, pueden colocarse en una o más ranuras circunferenciales **27** creadas en la primera porción del cuerpo de válvula **13** en lados opuestos del puerto de entrada **21**.

Un miembro de válvula **28** está dispuesto de forma deslizante en el orificio **19** y está orientado coaxialmente con el eje longitudinal **12**. El miembro de válvula **28** incluye un obturador **30**. El obturador **30** se extiende entre un extremo de obturador distal **31** y un extremo de obturador proximal **32**. En el ejemplo ilustrado, el obturador **30** incluye un primer segmento de obturador **33** que define el extremo distal de obturador **31** y un segundo segmento de obturador **34** que define el extremo proximal de obturador **32**. El primer segmento de obturador **33** se recibe por deslizamiento en la primera porción del cuerpo de válvula **13** y el segundo segmento de obturador **34** se recibe por deslizamiento en la segunda porción del cuerpo de válvula **15**. El segundo segmento de obturador **34** se extiende longitudinalmente entre el primer segmento de obturador **33** y el cabezal de accionamiento **29**. Los segmentos primero y segundo de obturador **33**, **34** están conectados por una segunda conexión roscada **35**. El cabezal de accionamiento **29** tiene un orificio roscado hembra **36**. El obturador **30** puede estar hecho de varios materiales, incluyendo sin limitación, aluminio, acero inoxidable o plástico.

Un adaptador de accionamiento **37** está conectado al extremo proximal del cuerpo de válvula **16** por medio de una tercera conexión roscada **38**. El adaptador de accionamiento **37** incluye una cavidad de recepción **39** del cabezal que recibe al menos una parte del cabezal de accionamiento **29**. Como se explicará con más detalle a continuación, el adaptador de accionamiento **37** puede tener opcionalmente roscas externas **40** para su instalación. Un motor de paso a paso **41** está conectado al adaptador de accionamiento **37**. El motor de paso a paso **41** funciona para hacer rotar un árbol **42** que se acopla enroscablemente al orificio roscado **36** en el cabezal de accionamiento **29** para desplazar longitudinalmente el miembro de válvula **28** en una dirección longitudinal sobre un rango de posiciones longitudinales entre una posición cerrada (figura 3) y una posición abierta (figura 4).

El árbol roscado macho **42** está conectado y se extiende desde el motor de paso a paso **41**. El árbol roscado macho **42** del motor de paso a paso **41** se recibe enroscablemente en el orificio roscado hembra **36** creado en el cabezal de accionamiento **29**. El árbol roscado macho **42** puede estar conectado directa o indirectamente al motor de paso a paso **41** y ser accionado por éste. El árbol roscado macho **42** se recibe directamente en el orificio roscado hembra **36** y está alineado coaxialmente con respecto al eje longitudinal **12**. Por lo tanto, la rotación del árbol roscado macho **42** mueve directamente en sentido axial el cabezal de accionamiento **29** en función de las revoluciones completas o parciales del árbol roscado macho **42**, para mover el miembro de válvula **28** entre las posiciones de apertura y cierre. La forma de la cavidad de recepción **39** del cabezal impide la rotación del cabezal de accionamiento **29**, de modo que la rotación del árbol roscado macho **42** se convierte en un desplazamiento axial del cabezal de accionamiento **29**. El paso de las roscas en el árbol roscado macho **42** y el orificio roscado hembra **36** puede variar y pueden ser seleccionados para proporcionar diferentes longitudes de carrera y velocidades de actuación. A modo ejemplo y sin limitación, la longitud de carrera del miembro de válvula **28** en la realización que se ilustra es de aproximadamente 0,35 milímetros.

La rotación del árbol roscado macho **42** del motor de paso a paso **41** en una primera dirección de rotación desplaza longitudinalmente el miembro de válvula **28** en el orificio **19** desde la posición cerrada (figura 3) a la posición abierta (figura 4) y la rotación del árbol roscado macho **42** en una segunda dirección de rotación opuesta devuelve el miembro de válvula **28** desde la posición abierta (figura 4) a la posición cerrada (figura 3), y viceversa. La rotación incremental

del motor de paso a paso **41** en la primera y segunda direcciones de rotación hace rotar el árbol roscado macho **42** dentro del orificio roscado **36** del cabezal de accionamiento **29**, lo cual traslada incrementalmente (es decir, mueve) el miembro de válvula **28** en la primera y segunda direcciones longitudinales.

El cabezal de accionamiento **29** está desconectado (es decir, separado) del segundo segmento de obturador **34** del miembro de válvula **28**. No obstante, el cabezal de accionamiento **29** hace tope con el extremo proximal **32** del obturador del miembro de válvula **28**, de manera que el cabezal de accionamiento **29** impulsa el miembro de válvula **28** entre la posición cerrada (figura 3) y la posición abierta (figura 4). El extremo proximal **32** del obturador se mantiene en contacto con el cabezal de accionamiento **29** por medio de un miembro de empuje **43** que empuja el obturador **30** hacia el cabezal de accionamiento **29**. En este ejemplo ilustrativo, el miembro de empuje **43** es un muelle helicoidal que está dispuesto entre un reborde **44** del cuerpo de válvula **11**, que se extiende radialmente hacia el interior del puerto **19** y una brida **45** que se extiende radialmente hacia el exterior desde el extremo proximal **32** del obturador. Como resultado, el miembro de empuje **43** se extiende helicoidalmente sobre una porción del segundo segmento de obturador **34** y presiona contra el reborde **44** del cuerpo de válvula **11** y la brida **45** del segundo segmento de obturador **34** para ayudar a mantener el contacto entre el extremo proximal **32** del obturador y el cabezal de accionamiento **29**. El miembro de empuje **43** aplica una fuerza de empuje al obturador **30** que actúa para empujar el obturador **30** hacia el cabezal de accionamiento **29**.

La posición longitudinal del miembro de válvula **28** es repetible basándose en parte en el deslizamiento limitado entre las roscas del árbol roscado macho **42** y el orificio roscado hembra **36**. La fuerza de empuje que el miembro de empuje **43** aplica al obturador **30** y, por lo tanto, al cabezal de accionamiento **29**, mitiga los cambios dimensionales axiales resultantes de las holguras de la rosca y/o del desgaste para mejorar aún más la repetibilidad de la posición longitudinal del miembro de válvula **28**. El miembro de válvula **28** incluye un miembro de aplicación de asiento **46** que define una superficie de aplicación de asiento **47**. La superficie de aplicación de asiento **47** del miembro de aplicación de asiento **46** entra en contacto con el asiento de válvula **18** cuando el miembro de válvula **28** está en la posición cerrada. La superficie de aplicación **47** del asiento del miembro de aplicación **46** del asiento está separada del asiento **18** de la válvula cuando el miembro de válvula **28** está en la posición abierta. Aunque son posibles otras configuraciones, en este ejemplo ilustrativo, el miembro de aplicación **46** del asiento está hecho de un material resiliente tal como el caucho que está sobremoldeado en el primer segmento de obturador **33** en el extremo distal **31** del obturador. Alternativamente, el asiento de válvula **18** puede estar hecho de un material elástico. La interfaz entre la superficie de aplicación **47** del asiento del miembro de aplicación **46** del asiento y el asiento **18** de la válvula funciona como una interfaz de sellado que detiene el flujo de fluido desde el puerto de entrada **21** al puerto de salida **23** (es decir, crea una condición de flujo cero a través de la válvula de control de flujo **10**) cuando el miembro de válvula **28** está en la posición cerrada.

La válvula de control de flujo **10** incluye un diafragma **48** que se extiende radialmente hacia adentro desde el cuerpo de válvula **11** hasta el miembro de válvula **28**. En este ejemplo ilustrativo, una porción circular exterior del diafragma **48** se recibe entre las porciones proximal y distal **13, 15** del cuerpo de válvula y una porción circular interior del diafragma **48** se recibe entre los segmentos primero y segundo **33, 34** del obturador. Más específicamente, la primera conexión roscada **17** entre las porciones proximal y distal **13, 15** del cuerpo de válvula permite que la porción circular exterior del diafragma **48** se sujete entre las porciones proximal y distal **13, 15** del cuerpo de válvula y la segunda conexión roscada **35** entre los segmentos primero y segundo **33, 34** del obturador permite que la porción circular interior del diafragma **48** se sujete entre los segmentos primero y segundo **33, 34** del obturador.

El diafragma **48** deflexa en respuesta al movimiento del miembro de válvula **28** a lo largo del eje longitudinal **12**. El diafragma **48** proporciona un sellado atmosférico para la válvula de control de flujo **10** para evitar que un fluido, tal como el aire presurizado o el agua, y los contaminantes entren en la cavidad de recepción **39** del cabezal en el adaptador de accionamiento **37** y el motor de paso a paso **41**. Aunque son posibles otras configuraciones, el diafragma **48** mostrado en este ejemplo ilustrativo tiene una porción en forma de fuelle con una sección transversal en forma de U que aumenta la flexibilidad del diafragma **48**.

Una aguja de control de flujo **49**, montada en el primer segmento **33** del obturador, sobresale del extremo distal **31** del obturador del miembro de válvula **28**. Al menos una parte de la aguja de control de flujo **49** se recibe en el puerto de salida **23** cuando el miembro de válvula **28** está en la posición cerrada (figura 3). La aguja de control de flujo **49** se extiende a lo largo del eje longitudinal **12** entre un extremo distal **50** de la aguja de control de flujo y un extremo proximal **51** de la aguja de control de flujo. Aunque son posibles otras disposiciones dependiendo de la carrera del miembro de válvula **28**, en este ejemplo ilustrativo, el extremo distal **50** de la aguja de control de flujo permanece alineado concéntricamente dentro del puerto de salida **23** del cuerpo de válvula **11** en las posiciones abierta y cerrada de la válvula de control de flujo **10**.

La aguja de control de flujo **49** tiene un diámetro de aguja **52** que varía en el extremo distal **50** de la aguja de control de flujo. Más particularmente, el extremo distal **50** de la aguja de control de flujo tiene una superficie estrechada progresivamente **53** que coopera con la superficie interior **25b** del puerto de salida **23** para definir un puerto de flujo de salida **54** que es creado por el espacio entre la superficie estrechada progresivamente **53** del extremo distal **50** de la aguja de control de flujo y la superficie interior **25b** del puerto de salida **23** cuando la válvula de control de flujo **10** está en la posición abierta (figura 4). Debido a la forma estrechada progresivamente del extremo distal **50** de la aguja de control de flujo, el puerto de flujo de salida **54** varía en tamaño cuando el miembro de válvula **28** se mueve entre las

posiciones cerrada y abierta. Más particularmente, el orificio de flujo de salida **54** tiene un área de sección transversal en forma de anillo circular que varía en tamaño dependiendo de la posición longitudinal del miembro de válvula **28**. En este ejemplo ilustrativo, el área transversal máxima del orificio de flujo de salida **54** es de aproximadamente 2 milímetros cuadrados cuando el miembro de válvula **28** está en la posición abierta.

La superficie estrechada progresivamente **53** de la aguja de control de flujo **49** proporciona al extremo distal **50** de la aguja de control de flujo una forma tronco - cónica. Aunque son posibles otras disposiciones, en el ejemplo ilustrativo de las figuras 2 - 4, la aguja de control de flujo **49** incluye un pasaje radial **55** que se sitúa longitudinalmente entre los extremos distal y proximal **50**, **51** de la aguja de control de flujo, en el que el diámetro de la aguja de control de flujo **49** pasa de un diámetro mayor a una porción de cilindro de menor diámetro en el extremo proximal **51** de la aguja de control de flujo. El escalón radial **55** se extiende radialmente hacia el interior de manera que el escalón radial **55** es transversal al eje longitudinal **12**. El primer segmento de obturador **33** del miembro de válvula **28** tiene un puerto **57** del obturador que se extiende a lo largo del eje longitudinal **12** hasta el extremo distal **31** del obturador. La porción de cilindro **56** de la aguja de control de flujo **49** se recibe en un ajuste a presión dentro del puerto **57** del obturador. La aguja de control de flujo **49** puede estar hecha de varios materiales, incluyendo, sin limitación, acero inoxidable cuando el fluido que pasa por la válvula de control de flujo **10** es un líquido y aluminio cuando el fluido que pasa por la válvula de control de flujo **10** es aire.

En la posición de cierre de la válvula mostrada en la figura 3, la cara de aplicación de asiento de válvula **18** en el extremo distal de obturador **31** se mantiene en contacto con el asiento de válvula **18** en la primera porción del cuerpo de válvula **13**. En consecuencia, la válvula de control de flujo **10** impide el flujo de fluido entre los puertos de entrada y salida **21**, **23** cuando la válvula de control de flujo **10** está en la posición de válvula cerrada. En la posición de apertura de la válvula mostrada en la figura 4, la superficie de aplicación de asiento **47** en el extremo distal **31** del obturador se aleja del asiento de válvula **18** en la primera porción del cuerpo de válvula **13**, proporcionando así un trayecto de flujo desde el puerto de entrada **21** al puerto de salida **23**. A medida que el motor de paso a paso **41** impulsa el miembro de válvula **28** entre la posición cerrada (figura 3) y la posición abierta (figura 4), el diafragma **48** se flexiona para acomodar la traslación del miembro de válvula **28**.

Con referencia a las figuras 5 - 8, se ilustra una válvula de control de flujo **100** de acuerdo con la presente invención. Muchos de los elementos de la válvula de control de flujo **100** mostrados en las figuras 5 - 8 son los mismos o sustancialmente los mismos que los elementos de la válvula de control mostrados en las figuras 2 - 4, excepto como se indica a continuación. Los elementos equivalentes compartidos entre las realizaciones tienen sus correspondientes números de referencia, en el que se ha utilizado las centenas para etiquetar los elementos equivalentes en las figuras 5 - 8.

La válvula de control de flujo **100** que se ilustra en las figuras 5 - 8 incluye una aguja de control de flujo ajustable **149**. Más específicamente, el puerto **157** del obturador incluye roscas internas **158** y la porción de cilindro **156** de la aguja de control de flujo **149** incluye roscas de cilindro **159** que se enroscan en las roscas internas **158** del puerto del obturador **157** y se aplican a ellas. Una junta tórica **160** se proporciona opcionalmente en la porción de cilindro **156** de la aguja de control de flujo **149** cerca del pasaje radial **155** para proporcionar un cierre hermético al fluido entre la porción de cilindro **156** de la aguja de control de flujo **149** y el puerto **157** del obturador. El extremo distal **150** de la aguja de control de flujo incluye una interfaz de herramienta **161** que permite el ajuste rotacional de la aguja de control de flujo **149** dentro del puerto **157** del obturador. La rotación de la aguja de control de flujo **149** dentro del puerto **157** del obturador cambia la posición longitudinal de la aguja de control de flujo **149** con respecto al segmento distal **130** del obturador y, por lo tanto, una distancia longitudinal medida entre el extremo distal **150** de la aguja de control de flujo y el extremo distal **131** del obturador. Ajustando la posición longitudinal de la aguja de control de flujo **149** en relación con el obturador **130**, el tamaño del área de la sección transversal del puerto de flujo de salida **154** puede ajustarse para afinar el caudal de fluido a través de la válvula de control de flujo **100**. Esta posibilidad de ajuste también se adapta a las variaciones debidas a las tolerancias de fabricación. Por ejemplo, la válvula de control de flujo **100** puede ser fácilmente ajustada durante el proceso de fabricación, en el que la aguja de control de flujo **149** es desplazada hacia atrás (es decir, desenroscada) hasta que la superficie estrechada progresivamente **153** en el extremo distal **150** de la aguja de control de flujo hace contacto inicial con la superficie interna **125b** del puerto de salida **123** cuando el miembro de válvula **28** está en la posición cerrada. Si se produce un desgaste, este proceso puede repetirse para restablecer las tolerancias adecuadas entre la aguja de control de flujo **149** y el puerto de salida **123**.

En la realización mostrada en las figuras 5 - 8, la superficie interior **125b** del puerto de salida **123** en la primera porción **113** del cuerpo de válvula tiene una forma inclinada, tipo embudo. Al menos una parte de la superficie estrechada progresivamente **153** del extremo distal de la aguja de control de flujo **150** entra en contacto con la superficie interior **125b** del puerto de salida **123** cuando el miembro de válvula **128** está en posición cerrada (figura 7). La superficie estrechada progresivamente **153** del extremo distal **150** de la aguja de control de flujo está dispuesta en un primer ángulo **162** con respecto al eje longitudinal **112**. La superficie interior **125b** del puerto de salida **123** está dispuesta en un segundo ángulo **163** con respecto al eje longitudinal **112**. El primer ángulo **162** es diferente del segundo ángulo **163** en al menos un grado. Esta disposición ayuda a evitar que el extremo distal **131** del obturador se atasque en el puerto de salida **123** cuando el miembro de válvula **128** está en posición cerrada.

Haciendo referencia a la figura 9, se muestra la válvula de control de flujo **100** instalada en un colector **264**. El colector **264** incluye un orificio **265** del colector. El cuerpo de válvula **111** de la válvula de control de flujo **100** se inserta de

forma deslizante en el orificio 265 del colector y las roscas externas **140** del adaptador de accionamiento **137** se aplican enroscablemente en una porción roscada **266** del orificio 265 del colector. Los miembros de sellado **126**, como las juntas tóricas, colocados en las ranuras circunferenciales **127** creadas en el cuerpo de válvula **111** entran en contacto con el orificio 265 del colector y crean un cierre de fluido. Cuando el cuerpo de válvula **111** se instala en el orificio 265 del colector, los puertos de entrada y salida **121**, **123** se colocan en comunicación de fluido con los pasajes de entrada y salida **267**, **268** del colector **264**, respectivamente. En funcionamiento, la válvula de control de flujo **100** controla el flujo de fluido, como el aire presurizado, entre los pasajes de entrada y salida **267**, **268** en el colector **264**.

La válvula de control de flujo **100** de la presente invención proporciona un control de flujo variable mediante la rotación incremental del motor de paso a paso **141**. La rotación incremental del motor de paso a paso **141** se traduce en una traslación longitudinal del miembro de válvula **128**. Además, a medida que el miembro de válvula **128** se mueve hacia una posición abierta, se crea una caída de presión a través de los puertos de entrada y salida **121**, **123**. Debido a que el puerto **119** en el que se recibe de forma deslizante el miembro de válvula **128** tiene diámetros iguales en los puntos de contacto del miembro de válvula **128** y el cuerpo de válvula **111**, cada sección de puerto equilibra las fuerzas que actúan sobre el miembro de válvula **128**.

La válvula de control de flujo **100** de la presente invención ofrece varias ventajas. La precisión (es decir, la resolución de flujo) a través de la válvula de control de flujo **100** divulgada en la presente memoria descriptiva se mejora significativamente porque el orificio de flujo de salida **154** está definido por la interfaz (es decir, la separación) entre la superficie estrechada progresivamente **153** de la aguja de control de flujo **149** y la superficie interna **125b** del puerto de salida **123** en lugar de la interfaz (es decir, la separación) entre el asiento de válvula **118** y el miembro de aplicación de asiento **146**. En las válvulas típicas, el miembro de aplicación de asiento **146** y/o el asiento de válvula **118** se desvían y rebotan pequeñas cantidades cuando el miembro de válvula **128** se mueve entre las posiciones abierta y cerrada, lo que resulta en pequeños cambios en el espacio entre estos dos componentes. Además, el miembro de aplicación de asiento **146** y/o el asiento de válvula **118** pueden desgastarse y/o pueden deformarse permanentemente con el tiempo debido a los ciclos repetidos de la válvula. Estas variaciones limitan la precisión de las válvulas típicas, sobre todo en los caudales más bajos. La válvula de control de flujo **100** divulgada en la presente memoria descriptiva tiene un puerto de flujo de salida **154** (es decir, interfaz de control de flujo) que está separado de la interfaz de sellado entre el asiento de válvula **118** y el miembro de aplicación de asiento **146**. Como resultado, la deflexión, el rebote, el desgaste y la deformación en el asiento de válvula **118** y/o el miembro de aplicación de asiento **146** no afectan a la interfaz entre la aguja de control de flujo **149** y el puerto de salida **123**, aumentando la precisión de la válvula de control de flujo **110**. Por ejemplo, se ha comprobado que la válvula de control de flujo **110** divulgada en la presente memoria descriptiva tiene una resolución mejorada a caudales de 670 mililitros por minuto hasta 30 mililitros por minuto a una presión de 199,95 kPa (29 libras por pulgada cuadrada).

REIVINDICACIONES

1. Una válvula de control de flujo (100) que comprende:

un cuerpo de válvula (111) que tiene un extremo distal (114) del cuerpo de válvula, un extremo proximal (116) del cuerpo de válvula, un orificio (119) que se extiende a lo largo de un eje longitudinal (112), y un asiento de válvula (118) situado en el citado extremo distal (114) del cuerpo de válvula;

un puerto de entrada (121) y un puerto de salida (123) que se extienden cada uno a través del citado cuerpo de válvula (111) hasta el citado orificio (119), teniendo el citado puerto de salida (123) una superficie interior (125b);

un miembro de válvula (128) dispuesto de forma deslizante en el citado orificio (119), incluyendo el citado miembro de válvula (128) un cabezal de accionamiento (129) y un obturador (130), incluyendo el citado obturador (130) un extremo distal (131) del obturador y un extremo proximal (132) del obturador y teniendo el citado cabezal de accionamiento (129) un orificio roscado (136);

un motor de paso a paso (141) que tiene un árbol (142) que se aplica enroscablemente al citado orificio roscado (136) en el citado cabezal de accionamiento (129), operando el citado motor de paso a paso (141) para desplazar longitudinalmente el citado miembro de válvula (128) en una dirección longitudinal, paralela al citado eje longitudinal (112), entre una posición cerrada y una posición abierta;

incluyendo el citado miembro de válvula (128) una superficie de aplicación de asiento (147) que entra en contacto con el citado asiento de válvula (118) en la citada posición cerrada y que se desplaza separándose del citado asiento de válvula (118) en la citada posición abierta;

un diafragma (148) que se extiende entre el citado cuerpo de válvula (111) y el citado miembro de válvula (128) y está conectado a los mismos, de manera que el citado diafragma (148) se deflecta en respuesta al movimiento del citado miembro de válvula (128) a lo largo del citado eje longitudinal (112); y

una aguja de control de flujo (149) montada en el citado obturador (130) que sobresale del citado extremo distal (131) del obturador y es recibida al menos parcialmente en el citado puerto de salida (123) cuando el citado miembro de válvula (128) está en la citada posición cerrada, cooperando la citada aguja de control de flujo (149) con la citada superficie interior (125b) del citado puerto de salida (123) para definir un puerto de flujo de salida (154) que varía en tamaño cuando el citado miembro de válvula (128) se mueve entre la citadas posiciones cerrada y abierta,

en el que un orificio (157) del obturador incluye roscas internas (158), y una porción de cilindro (156) de la aguja de control de flujo (149) incluye roscas de cilindro (159) que enroscan y se aplican a las roscas internas (158) en el orificio (157) del obturador

en el que la rotación de la aguja de control de flujo (149) en el orificio (157) del obturador cambia la posición longitudinal de la aguja de control de flujo (149) en relación con el extremo distal (131) del obturador para ajustar el caudal de fluido y adaptarse a las variaciones debidas a las tolerancias de fabricación,

caracterizada porque la citada superficie de aplicación (147) del asiento está situada en el citado extremo distal (131) del obturador y está radialmente hacia fuera de la citada aguja de control de flujo (149).

2. La válvula de control de flujo (100) como se ha reivindicado en la reivindicación 1, en la que la citada aguja de control de flujo (149) se extiende entre un extremo distal (150) de la aguja de control de flujo y un extremo proximal (151) de la aguja de control de flujo.

3. La válvula de control de flujo (100) como se ha reivindicado en la reivindicación 2, en la que el citado extremo distal (150) de la aguja de control de flujo incluye una superficie estrechada progresivamente (153) que coopera con la citada superficie interior (125b) del citado puerto de salida (123) para definir un área de sección transversal del citado orificio de flujo de salida (154) que varía en tamaño dependiendo de la posición longitudinal del citado miembro de válvula (128).

4. La válvula de control de flujo (100) como se ha reivindicado en la reivindicación 3, en la que la citada superficie estrechada progresivamente (153) proporciona al citado extremo distal (150) de la aguja de control de flujo una forma tronco - cónica.

5. La válvula de control de flujo (100) de acuerdo con la reivindicación 4, en la que la citada superficie interior (125b) del citado puerto de salida (123) tiene una forma inclinada, similar a un embudo.

6. La válvula de control de flujo (100) de acuerdo con la reivindicación 5, en el que al menos una parte de la citada superficie estrechada progresivamente (153) del citado extremo distal (150) de la aguja de control de flujo entra en contacto con la citada superficie interior (125b) del citado puerto de salida (123) cuando el citado miembro de válvula (128) está en la citada posición cerrada y en el que la citada superficie estrechada progresivamente (153)

del citado extremo distal (150) de la aguja de control de flujo está dispuesta en un primer ángulo (162) con respecto al citado eje longitudinal (112) y la citada superficie interior (125b) del citado puerto de salida (123) está dispuesta en un segundo ángulo con respecto al citado eje longitudinal (112).

- 5 7. La válvula de control de flujo (100) como se ha reivindicado en la reivindicación 6, en la que el citado primer ángulo (162) es diferente del citado segundo ángulo (163) en al menos un grado para evitar la unión cuando el citado miembro de válvula (128) está en la citada posición cerrada.
8. La válvula de control de flujo (100) como se ha reivindicado en la reivindicación 4, en la que la citada aguja de control de flujo (149) incluye un escalón radial (155) que está posicionado longitudinalmente entre los citados extremos distal y proximal (150, 151) de la aguja de control de flujo, en el que la citada aguja de control de flujo (149) realiza la transición desde un diámetro mayor a un diámetro menor.
- 10 9. La válvula de control de flujo (100) como se ha reivindicado en la reivindicación 4, en la que la citada superficie interior (125b) del citado puerto de salida (123) tiene una forma cilíndrica.
10. La válvula de control de flujo (100) como se ha reivindicado en la reivindicación 2, en la que el puerto (157) del obturador se extiende a lo largo del citado eje longitudinal (112) hasta el citado extremo distal (131) del obturador.
- 15 11. La válvula de control de flujo (100) como se ha reivindicado en la reivindicación 1, en la que el citado extremo distal (150) de la aguja de control de flujo incluye una interfaz de herramienta (161) que permite el ajuste rotacional de la citada aguja de control de flujo (149) dentro del citado puerto (157) del obturador, de manera que la rotación de la citada aguja de control de flujo (149) dentro del citado puerto (157) del obturador cambia una distancia longitudinal medida entre el citado extremo distal (150) de la aguja de control de flujo y el citado extremo distal (131) del obturador.
- 20 12. La válvula de control de flujo (100) como se ha reivindicado en la reivindicación 2, en la que la citada aguja de control de flujo (149) tiene un diámetro que varía en el citado extremo distal (150) de la aguja de control de flujo.
13. La válvula de control de flujo (100) como se ha reivindicado en cualquier reivindicación anterior, en la que al menos uno de entre el citado asiento (118) de la válvula y la citada superficie de aplicación (147) del asiento está hecho de un material resiliente.
- 25 14. La válvula de control de flujo (100) como se ha reivindicado en cualquier reivindicación anterior, en la que el citado obturador (130) incluye un primer segmento (133) del obturador que define el citado extremo distal (131) del obturador y un segundo segmento (134) del obturador que se extiende entre el citado primer segmento (133) del obturador y el citado cabezal de accionamiento (129) y en el que una porción del citado diafragma (148) está sujeta entre los citados segmentos primero y segundo (133, 134) del obturador.
- 30 15. La válvula de control de flujo (100) como se ha reivindicado en cualquier reivindicación anterior, en la que el citado obturador (130) se separa del citado cabezal de accionamiento (129) y el citado extremo proximal (132) del obturador se mantiene en contacto con el citado cabezal de accionamiento (129) mediante un miembro de empuje (143) que fuerza al citado obturador (130) hacia el citado cabezal de accionamiento (129).
- 35

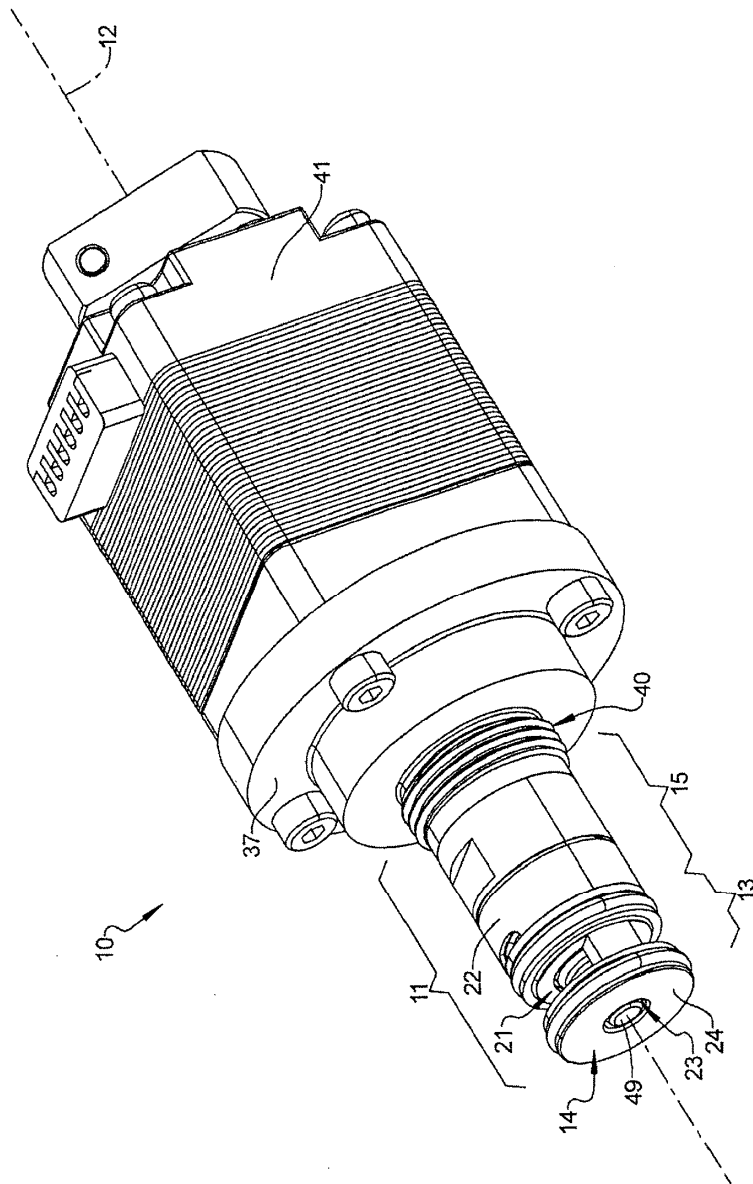


FIG. 1

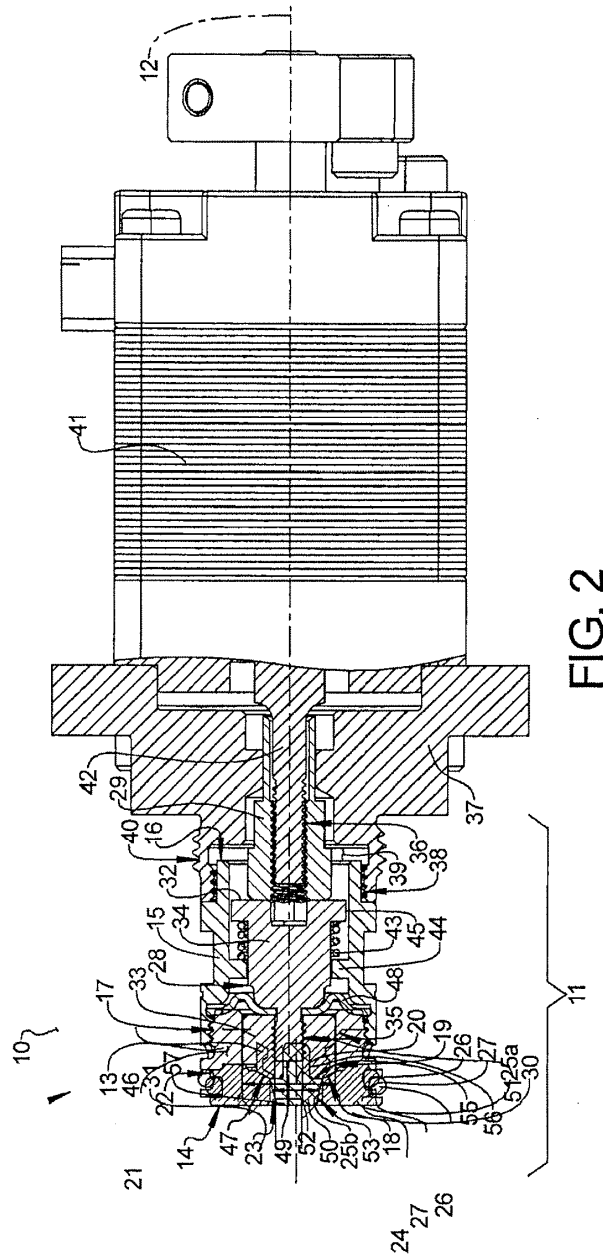


FIG. 2

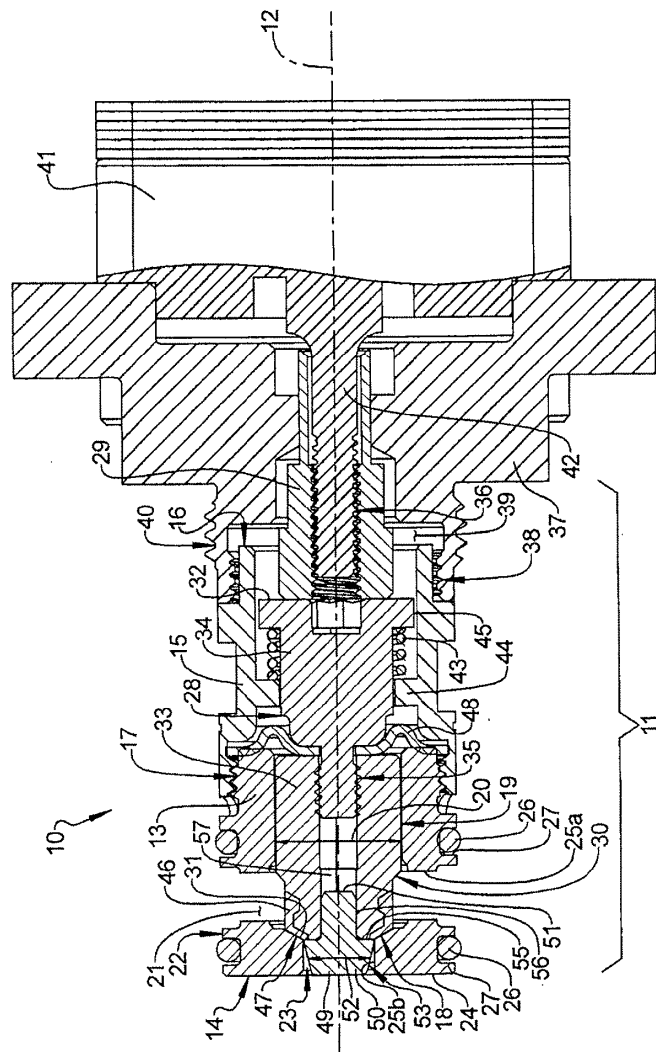


FIG. 3

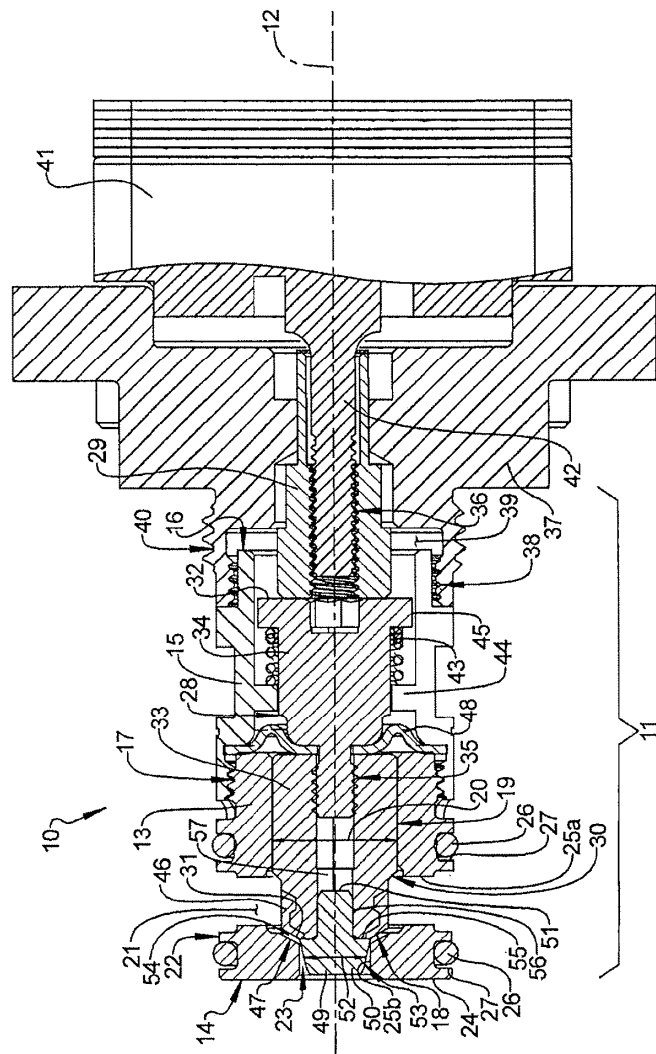


FIG. 4

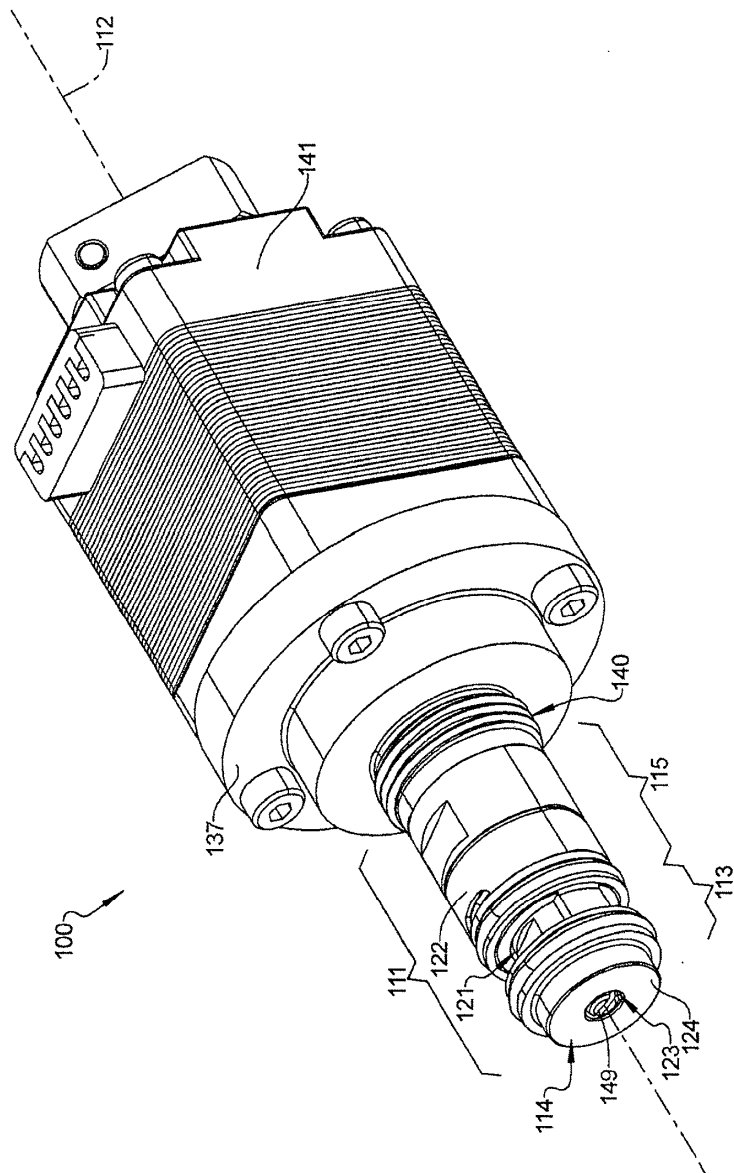


FIG. 5

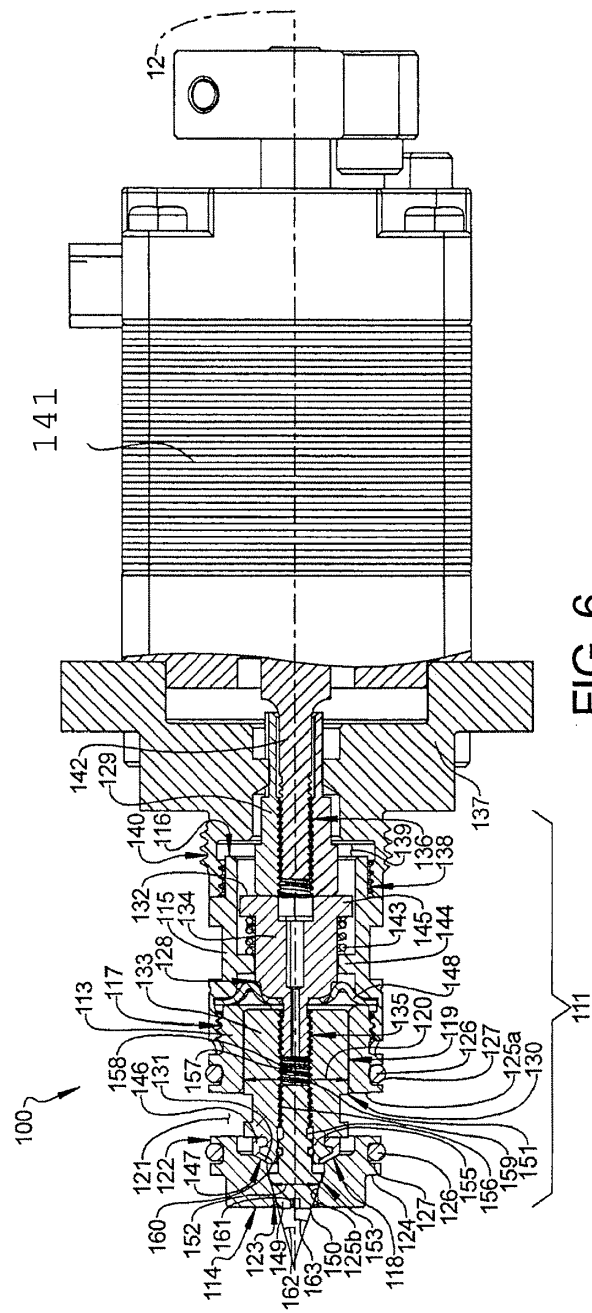
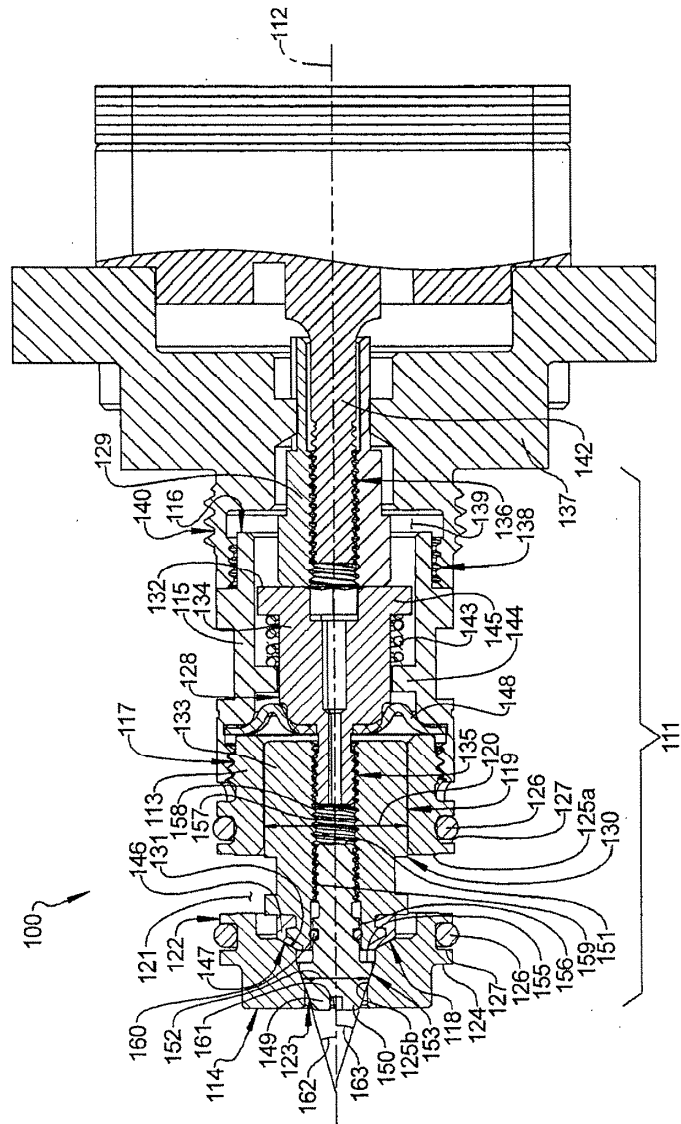


FIG. 6



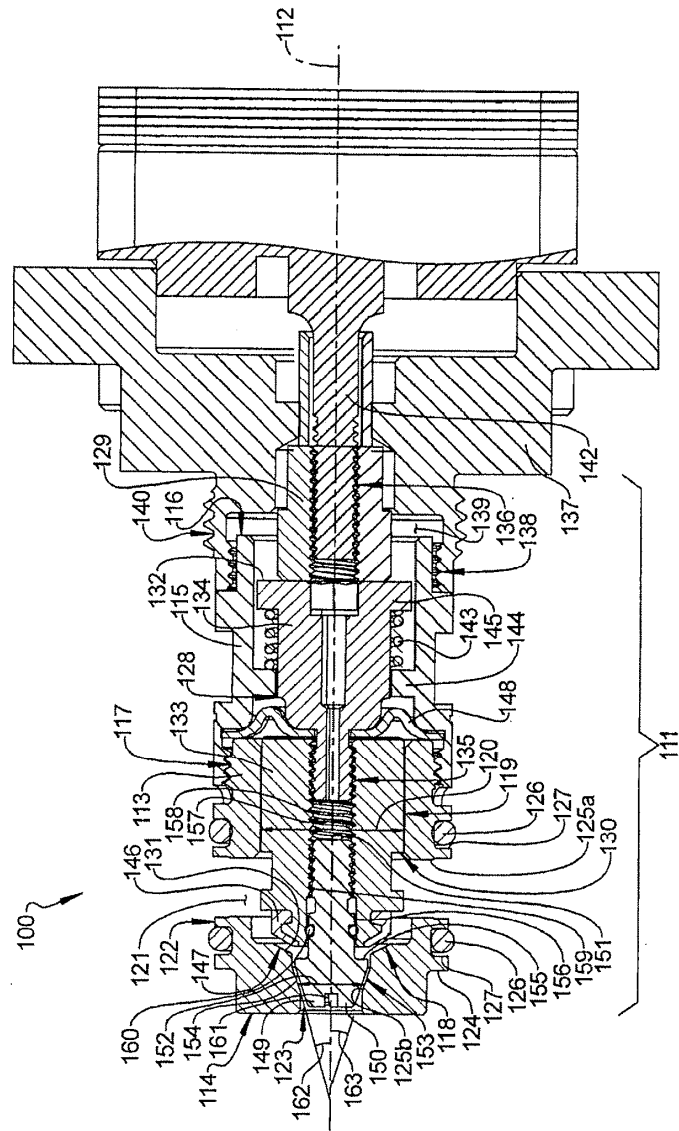


FIG. 8

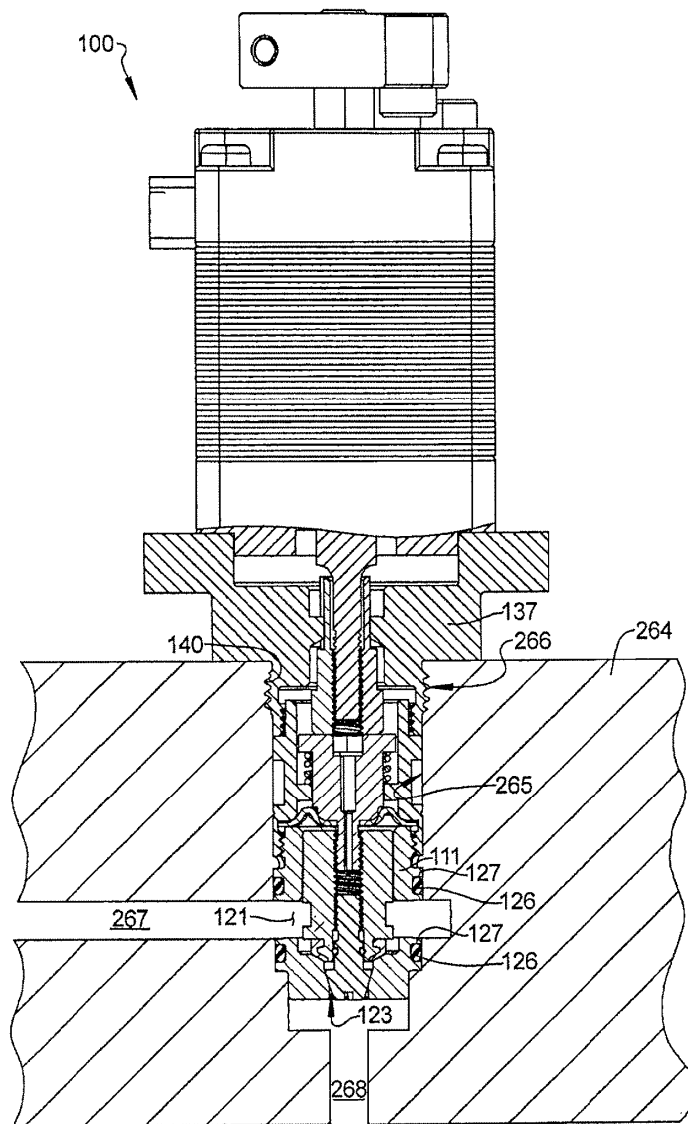


FIG. 9