(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 557 429**

(51) Int. Cl.:
B29C 44/34 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.02.2008 E 10176525 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.10.2015 EP 2272648**

(54) Título: **Aparato y método para dosificar una mezcla de un gas y un material fluido**

(30) Prioridad:

16.02.2007 US 890377 P
13.11.2007 US 939150

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.01.2016

(73) Titular/es:

NORDSON CORPORATION (100.0%)
28601 Clemens Road
Westlake, OH 44145-1119, US

(72) Inventor/es:

GANZER, CHARLES P.

(74) Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 557 429 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

Aparato y método para dosificar una mezcla de un gas y un material fluido

Referencia cruzada a las solicitudes relacionadas

La presente solicitud reivindica el beneficio de la solicitud provisional de los Estados Unidos con Nº 60/890.377, presentada el 16 de febrero de 2007.

Campo de la invención

La presente invención se refiere, en general, a aparatos y métodos de dosificación y, más en particular, a aparatos y métodos para formar y dosificar una mezcla de un gas y un material fluido.

Antecedentes de la invención

Los medios y materiales fluidos, tal como materiales poliméricos como adhesivos de fusión en caliente termoplásticos, revestimientos poliméricos, pinturas, y otros materiales termoplásticos y / o termoestables, pueden espumarse antes de dosificarse. Para ese fin, los sistemas de dosificación convencionales pueden introducir un gas, tal como nitrógeno, dióxido de carbono, o suministro de aire comprimido, en solución con un material fluido presurizado. Se arrastran volúmenes del gas compresible en el material fluido incompresible. Cuando se dosifica el material fluido, los volúmenes arrastrados de gas se expanden con rapidez y quedan atrapados en el interior del material fluido para generar un material fluido espumado. Estas células atrapadas comprenden pequeñas burbujas de gas distribuidas a través de la totalidad del material fluido.

Un material fluido que puede dosificarse en un estado espumado es un adhesivo de fusión en caliente fundido. Un efecto de las burbujas de gas es actuar como pequeños aislantes, lo que prolonga el tiempo abierto de un adhesivo de fusión en caliente espumado para la colocación del producto. Otro efecto de las burbujas de gas es reducir la viscosidad de trabajo del adhesivo de fusión en caliente de tal modo que el adhesivo de fusión en caliente espumado es más extensible. Debido a que el adhesivo de fusión en caliente espumado se extiende con más facilidad para cubrir más área superficial, el consumo de adhesivo se reduce.

Los adhesivos de fusión en caliente espumados presentan un rendimiento mejorado que se caracteriza por una fuerza de unión elevada, unos tiempo de curado más prolongados, una unión más fuerte a superficies porosas o irregulares, la capacidad de dosificar sobre superficies inclinadas o verticales, y una unión mejorada a materiales conductores. Los adhesivos de fusión en caliente espumados reducen los costes mediante la reducción del consumo de adhesivo. La apariencia del producto se mejora por la capacidad de unir materiales termosensibles, la blancura del adhesivo, y la estrecha línea de unión.

Los selladores representan otro material fluido que puede dosificarse en un estado espumado para crear sellos de espuma de célula cerrada que actúan como barreras de larga duración efectivas frente al aire, el polvo, el vapor y los fluidos en diversas aplicaciones. El sellador puede ser cualquier material que pueda bombearse, tal como poliuretano, silicona o plastisol. Debido a que se usa un gas, los selladores espumados retienen sus propiedades físicas fundamentales, tal como resistencia a la temperatura y resistencia química. El uso de esta tecnología de “espuma en el sitio” para los selladores reduce el uso de materiales costosos tales como poliuretanos y siliconas, mejora la compresibilidad y la elasticidad, y reduce el tiempo de endurecimiento. Los selladores espumados pueden aplicarse por dispositivos robóticos, lo que requiere menos trabajo que aplicar manualmente juntas cortadas a troquel. La colocación de juntas de espuma en el sitio automatizada aumenta la producción, reduce el trabajo y los costes de material, y mejora la calidad a través de una colocación de juntas precisa y consistente.

A pesar de que los sistemas de dosificación convencionales para materiales fluidos espumados son adecuados para su fin previsto, no obstante sería deseable proporcionar aparatos de dosificación simplificados para introducir, de manera eficiente y económica, un gas en un material fluido.
A partir del documento EP 0 509 323 A2 así como a partir de los documentos WO 02/14044 A1 y EP 0 428 873 A2 se conocen unos sistemas de dosificación, que pueden usarse con el fin de dosificar una mezcla de gas y material fluido.

Sumario de la invención

De acuerdo con una realización, un dispositivo de inyección de gas incluye un cuerpo principal que tiene una entrada configurada para recibir un gas presurizado, una salida configurada para expulsar el gas presurizado, un paso de gas que conecta la entrada y la salida, y un orificio de control en el paso de gas. El orificio de control está configurado para medir un caudal del gas presurizado que fluye hasta la salida. El dispositivo de inyección de gas incluye además un elemento de control de flujo en el paso de gas. El elemento de control de flujo tiene un primer estado en el que el gas presurizado puede fluir en el paso de gas desde la entrada a través del orificio de control hasta la salida y un segundo estado en el que se bloquea que el gas presurizado fluya hasta la salida.

De acuerdo con otra realización, se proporciona un aparato para dosificar una mezcla de un gas presurizado y un material fluido. El aparato comprende un dispositivo de mezclado que incluye una cámara de mezclado que confina una corriente del material fluido y una mezcladora en el interior de la cámara de mezclado. La mezcladora está configurada para combinar el gas presurizado con la corriente del material fluido para formar la mezcla. Un dosificador está acoplado en comunicación de fluidos con la cámara de mezclado. El dosificador está configurado para recibir y dosificar la mezcla. El aparato incluye además un dispositivo de inyección de gas que tiene una entrada configurada para recibir el gas presurizado, una salida que está acoplada con el dispositivo de mezclado, y un paso de gas entre la entrada y la salida. El dispositivo de inyección de gas está configurado para comunicar el gas presurizado desde la entrada a través del paso de gas hasta la salida y desde la salida al interior de la cámara de mezclado.

De acuerdo con otra realización, un método comprende inyectar un gas presurizado en una corriente de un material fluido a través de una cámara de mezclado, combinar el gas presurizado con el material fluido en el interior de la cámara de mezclado para formar la mezcla, y dosificar la mezcla. El gas presurizado se suministra directamente a la cámara de mezclado.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos, que se incorporan en y constituyen una parte de la presente memoria descriptiva, ilustran realizaciones de la invención y, junto con una descripción general que se ha dado en lo que antecede, y la descripción detallada de las realizaciones que se da en lo sucesivo, sirven para explicar los principios de la invención.

La figura 1 es una vista en perspectiva de diagrama de una realización de un sistema de dosificación para dosificar una mezcla de un gas y un material fluido en la que el sistema de dosificación incluye un dispositivo de mezclado y un dispositivo de inyección de gas que está acoplado con la cámara de mezclado.

La figura 1A es una vista en perspectiva de una porción del dispositivo de mezclado de la figura 1 con el dispositivo de inyección de gas desmontado de la cámara de mezclado.

La figura 2 es una vista desde arriba del dispositivo de mezclado de la figura 1.

La figura 3 es una vista lateral de una porción del dispositivo de mezclado de la figura 1.

La figura 4 es una vista en sección transversal del dispositivo de mezclado que se toma en general a lo largo de la línea 4-4 en la figura 2.

La figura 5 es una vista en sección transversal del dispositivo de mezclado que se toma en general a lo largo de la línea 5-5 en la figura 2.

La figura 6 es una vista en perspectiva de la mezcladora que se usa en el dispositivo de mezclado de la figura 1.

La figura 7 es una vista en perspectiva del dispositivo de inyección de gas de la figura 1 que se ilustra como desmontado de la cámara de mezclado del sistema de dosificación.

La figura 7A es una vista en sección transversal que se toma en general a lo largo de la línea 7A-7A en la figura 7 en la que la punta de aguja del dispositivo de inyección de gas se muestra separada del asiento de sellado para inyectar gas en el material fluido en el interior de una cámara de mezclado del dispositivo de mezclado.

La figura 8 es una vista en sección transversal ampliada de una porción inferior del dispositivo de inyección de gas de la figura 7A.

La figura 9 es una vista en sección transversal ampliada de una porción de la figura 8.

La figura 10 es una vista en sección transversal similar a la figura 10 en la que la punta de aguja se encuentra en contacto con el asiento de sellado.

La figura 11 es una vista en sección transversal ampliada de una porción diferente de la figura 7A.

La figura 11A es una vista en sección transversal ampliada de una porción de la figura 11.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Con referencia a las figuras 1, 1A, 2, y 3, se proporciona un sistema de dosificación 10 para dosificar un material fluido espumado, tal como un adhesivo de fusión en caliente fundido o licuado espumado. El sistema de dosificación 10 incluye al menos un dosificador 12, un suministro 14 del material fluido, y un dispositivo de mezclado 16 que

acopla el dosificador 12 y el suministro 14.

El dosificador 12 está configurado de una manera que comprende un experto en la materia para dosificar el material fluido espumado en volúmenes discretos, tal como perlas o puntos, para proporcionar un patrón interrumpido y no continuo sobre un sustrato móvil, o para dosificar el material fluido espumado como tiras o perlas continuas. El dosificador 12 puede comprender una pistola, un módulo, una pistola de mano, etc. En una realización específica, el dosificador 12 puede ser cualquier dosificador de masa fundida en caliente convencional, incluyendo pero sin limitarse a dosificadores de tipo de válvula de aguja, capaces de accionar de manera selectiva un vástago de válvula en relación con un asiento de sellado para descargar de manera intermitente cantidades de la mezcla de gas y de material fluido a partir de un orificio de descarga y proporcionar un corte de admisión de flujo seguro. El dosificador 12 puede accionarse de manera neumática por el funcionamiento de una válvula de solenoide que suministra presión de aire a un cilindro de aire para alejar el vástago de válvula del asiento de sellado, permitiendo de ese modo que la mezcla de gas y de material fluido fluya hasta el orificio de descarga. Como alternativa, el dosificador 12 puede accionarse de manera eléctrica e incluir una bobina que genera un campo electromagnético para mover una armadura en relación con un polo estacionario, en la que el vástago está acoplado físicamente con la armadura para mover el vástago de válvula en relación con el asiento de sellado. El orificio de descarga del dosificador 12 puede estar definido en una boquilla que puede retirarse e intercambiarse con facilidad con otras boquillas similares para variar la configuración del orificio de descarga para dosificar cantidades, corrientes, puntos o perlas del material fluido espumado que se caracterizan por un tamaño diferente y / o una forma diferente. El dosificador 12 también puede incluir un accionador que se acciona manualmente para iniciar la dosificación.

Con referencia a las figuras 1, 1A, y 2-5, el dosificador 12 está acoplado en comunicación de fluidos con un acceso de salida 20 a partir del dispositivo de mezclado 16 mediante un adaptador en codo 19 montado en el acceso de salida 20 mediante, por ejemplo, un enganche roscado y un tubo flexible 18 en conexión con el adaptador en codo 19. Otro módulo o pistola (que no se muestra) puede estar acoplado con otro acceso de salida 22 del dispositivo de mezclado 16, que está taponado con el tapón 15 tal como puede verse en la figura 4. El suministro 14 está acoplado en comunicación de fluidos con un acceso de entrada 25 con el dispositivo de mezclado 16 mediante un adaptador en codo 23 montado en el acceso de entrada 25 mediante, por ejemplo, un enganche roscado y un tubo flexible de suministro 24 en conexión con el adaptador en codo 23. Los tubos flexibles 18, 24, que incluyen una luz con extremos abiertos opuestos que tiene acoplamientos roscados o adaptadores de liberación rápida, están configurados para soportar la presión de fluido que se aplica por el material fluido presurizado sin rotura. Los tubos flexibles 18, 24 pueden estar aislados y / o calentarse con elementos de calentamiento activos con el fin de reducir la pérdida de calor procedente de materiales fluidos calentados.

El suministro 14 puede ser cualquier fuente de material fundido bombeado bajo presión que aprecie un experto en la materia. La corriente de material fluido se bombea de manera forzada desde el suministro 14 al dispositivo de mezclado 16 a una presión de fluido positiva, por ejemplo en un intervalo de 200 psi a 2000 psi (de 1,38 MPa a 13,8 MPa). El suministro 14 puede comprender una unidad de masa fundida en caliente que incluye un depósito calentado para contener y licuar un material polimérico sólido o semisólido y una bomba para bombear el material polimérico licuado a partir del depósito. Como alternativa, el suministro 14 puede comprender un fusor de tambor en forma de recipiente de transporte, tal como un barril o tambor de 55 galones (208 l), un cubo de 5 galones (18,9 l), etc., que contiene un material polimérico, tal como un adhesivo de fusión en caliente, y un elemento de calentamiento insertado en el extremo abierto del recipiente de transporte. El elemento de calentamiento licua el material sólido en el recipiente de transporte para bombear en el estado licuado directamente desde el recipiente de transporte al dispositivo de mezclado 16. El suministro 14 también puede suministrar otros tipos de materiales fluidos incluyendo, pero sin limitarse a, materiales fluidos fríos (que pueden calentarse para aumentar la viscosidad como una ayuda en la dosificación), revestimientos poliméricos, pinturas, otros materiales termoplásticos y / o termoestables, y selladores como poliuretano, silicona y plastisol.

Con referencia a las figuras 1, 1A, y 2-6, el dispositivo de mezclado 16 incluye un cuerpo de mezclado 26 con una pared lateral 28, una cámara de mezclado tubular 30 limitada por la pared lateral 28, y una mezcladora 32 que está dispuesta en el interior de la cámara de mezclado 30. El dispositivo de mezclado 16 se calienta mediante calentadores (que no se muestran), tal como elementos de calentamiento por resistencia de estilo cartucho, embebidos en unas perforaciones (que no se muestran) formadas en la pared lateral 28. Los calentadores se conectan mediante un cable eléctrico 36 con un controlador de temperatura adecuado (que no se muestra) que proporciona energía eléctrica para una conversión resistiva por los calentadores en energía térmica transferida al cuerpo de mezclado 26 y, posteriormente, una transferencia de calor al material fluido en el interior de la cámara de mezclado 30. Un sensor de temperatura convencional (que no se muestra), tal como un detector de temperatura por resistencia (RTD, *resistance temperature detector*), un termistor o un termopar, puede proporcionar una señal de realimentación de temperatura para su uso por el controlador de temperatura en la regulación de la potencia que se proporciona a través del cable eléctrico 36 a los calentadores. Los calentadores se usan para garantizar que el material fluido se encuentra dentro de un intervalo de temperaturas aceptable cuando este se dosifica a partir del dosificador 12.

La mezcladora 32 incluye un eje central 38 que se extiende en sentido longitudinal a través de la cámara de mezclado 30, un cuerpo cilíndrico 39 acoplado físicamente con el eje central 38 mediante unos tornillos de ajuste 37

y acoplado de manera rígida para su rotación con el eje central 38, y las aletas 40 que sobresalen hacia fuera con respecto al cuerpo cilíndrico 39 hacia la superficie interior opuesta de la pared lateral 28 de la cámara de mezclado 30. Un extremo del eje central 38 está soportado para su rotación en relación con la pared lateral 28 del cuerpo de mezclado 26 mediante un casquillo o cojinete 34 en un extremo abierto de la cámara de mezclado 30. Un cojinete de empuje 41, el cual llena un diámetro interior central hueco del casquillo 34, proporciona un soporte de carga de empuje para el eje central 38. El casquillo 34 y el cojinete de empuje 41 se montan entre sí y se afianzan al cuerpo de mezclado 26 con pasadores roscados convencionales. El extremo opuesto del eje central 38 sobresale a su través. El extremo opuesto del eje central 38 sobresale a través de un casquillo 42 situado en el extremo abierto opuesto de la cámara de mezclado 30.

El material fluido está limitado en el interior de la cámara de mezclado 30 en una región entre los casquillos 34, 42. Los casquillos 34, 42 incluyen diversos miembros de sellado que ayudan a confinar el material fluido en el interior de la cámara de mezclado 30. Un carenaje 47 y una tapa 49 afianzados mediante pasadores convencionales al cuerpo de mezclado 26 cubren de manera protectora el extremo del dispositivo de mezclado 16 opuesto al extremo que está acoplado con el motor 48.

Un extremo del eje central 38 sobresale a través de un diámetro interior central hueco del casquillo 42. Otro cojinete de empuje 44 que está situado en el extremo abierto opuesto de la cámara de mezclado 30 también proporciona un soporte de carga de empuje para este extremo del eje central 38. El extremo saliente del eje central 38 se acopla mediante un elemento de acoplamiento 45 con un eje de accionamiento 46 de un motor 48. El elemento de acoplamiento 45, así como el cojinete de empuje 44, pueden formarse a partir de un material que tiene una conductividad térmica baja de tal modo que la transferencia de calor se reduce desde el cuerpo de mezclado 26 al motor 48, el cual tiene una construcción convencional entendida por un experto en la materia. Un separador 50 separa el motor 48 con respecto al cuerpo de mezclado 26 con el fin de aislar térmicamente el motor 48 con respecto al cuerpo de mezclado 26. El separador 50 incluye unas ranuras que promueven el enfriamiento. El motor 48, que puede incluir una caja de engranajes u otro tipo de transmisión de accionamiento, acciona la rotación motorizada de los ejes acoplados 38, 46 para mover las aletas 40 en relación con la pared lateral 28 de la cámara de mezclado 30.

Como alternativa, la mezcladora 32 puede ser cualquier otro tipo de mezcladora dinámica o una mezcladora estática convencional, tal como se reconocerá por un experto en la materia, que sea compatible con su instalación en la cámara de mezclado 30. Las mezcladoras estáticas convencionales, las cuales no tienen parte móvil alguna, son dispositivos que tienen una serie de elementos o deflectores internos, tal como una serie de elementos con hélices levógiras y dextrógiras alternantes que están orientados en ángulos rectos uno con respecto a otro. En la patente de los Estados Unidos de cesión común con Nº 5.480.589, la divulgación de la cual se incorpora por referencia en el presente documento en su totalidad, se divulgan mezcladoras estáticas representativas. En la patente de los Estados Unidos de cesión común con Nº 4.778.631, la divulgación de la cual se incorpora por referencia en el presente documento en su totalidad, se divulgan mezcladoras dinámicas representativas.

Tal como se muestra del mejor modo en la figura 6, las filas de las aletas 40 sobre la mezcladora 32 están distribuidas a lo largo de la longitud del cuerpo cilíndrico 39 (y la longitud del eje central 38) y filas adyacentes de las aletas 40 están separadas por un canal de flujo 51. La rotación de las aletas 40 en relación con la pared lateral estacionaria 28 funciona para combinar o mezclar de manera homogénea el gas que se introduce bajo presión en la cámara de mezclado 30, tal como se describe en lo sucesivo, con el material fluido a presión en el interior de la cámara de mezclado 30. El material fluido presurizado se suministra continuamente desde el suministro 14 hasta el acceso de entrada 25, fluye a través de la cámara de mezclado 30, y sale a través del acceso de salida 20. La punta de cada aleta 40 tiene un huelgo estrecho con la pared lateral 28. El material fluido y el gas se fuerzan a través de los huecos entre aletas adyacentes 40, a medida que giran las aletas 40, para mezclar, agitar y revolver el material de gas y de fluido.

Las aletas 40, que se confeccionan a partir de una rosca helicoidal inicialmente continua que se extiende a lo largo de la longitud del cuerpo 39, tienen una disposición helicoidal enrollada de manera similar a lo largo de la longitud del cuerpo 39. Debido a que el eje central 38 de la mezcladora 32 se gira continuamente por el funcionamiento del motor 48, la disposición helicoidal de las aletas 40 tiende a forzar el material fluido hacia el acceso de entrada 25, lo que retarda el flujo directo de la mezcla hacia el acceso de salida 20. Por lo tanto, el material fluido que fluye a través de la cámara de mezclado 30 y el gas presurizado entrante se dividen repetidamente por las aletas 40 en corrientes menores y, a continuación, se recombinan, creando de este modo una combinación o mezcla sustancialmente homogénea.

Un elemento de control de flujo en la forma representativa de una válvula de retención cargada por resorte 52 (figura 4) se encuentra en el acceso de entrada 25 entre la cámara de mezclado 30 y el suministro 14. La válvula de retención 52, la cual tiene una construcción convencional, evita que el material fluido cargado con gas se infiltre en el tubo flexible de suministro 24 y se transporte aguas arriba hasta el suministro 14.

Un manómetro 54 se comunica con la cámara de mezclado 30 para detectar y medir la presión del material fluido que fluye a través del cuerpo de mezclado 26. El manómetro 54 tiene un indicador de presión, tal como un

cuadrante, visible desde el exterior del dispositivo de mezclado 16 para indicar la presión medida. El manómetro 54 se encuentra en un extremo de un conector en codo 56 que se acopla mediante, por ejemplo, un enganche roscado con un acceso en el cuerpo de mezclado 26 que se comunica con la cámara de mezclado 30. Un observador puede ver la lectura en el manómetro 54 para, por ejemplo, ajustar un parámetro operativo del dispositivo de mezclado 16. Habitualmente, la presión del gas que se está introduciendo en la cámara de mezclado 30 se mantiene a de aproximadamente 100 psi a aproximadamente 400 psi mayor que la presión del material fluido en el interior de la cámara de mezclado 30. En general, la presión de gas dependerá de la viscosidad y el caudal del material fluido.

Con referencia a las figuras 1, 5, 7, 7A, 8, y 9, se usa un dispositivo de inyección 60 para inyectar una corriente medida de gas presurizado en la cámara de mezclado 30. El dispositivo de inyección 60 incluye un cuerpo principal 62 que sobresale con respecto al cuerpo de mezclado 26, un diámetro interior 65 en el interior del cuerpo principal 62 que conduce a una salida de gas 66 en una boquilla 95, y un par de cavidades o cámaras de accionador 66, 68 en un extremo opuesto del cuerpo principal 62. El cuerpo principal 62 puede formarse a partir de múltiples componentes que se montan junto con miembros de sellado y pasadores apropiados.

Un vástago de válvula o aguja 70 está acoplado en un extremo con un pistón 71 que está dispuesto en el interior de la cámara de accionador 66 y un pistón 72 que está dispuesto en el interior de la cámara de accionador 68. Un extremo opuesto de la aguja 70 porta una punta de aguja 74, que está dispuesta en una cámara de gas 64 definida en el interior del diámetro interior 65. La punta de aguja 74 puede tener una conexión roscada segura con el extremo de la aguja 70. El extremo de entrada de la punta de aguja 74 está conformado para entrar en contacto y acoplarse con una línea de contacto sobre un asiento de sellado 76, que también está dispuesto en el diámetro interior 65, cuando el dispositivo de inyección 60 está cerrado. El asiento de sellado 76 se porta sobre la porción tubular 75 de un conjunto de tamiz de entrada 92, que se encuentra en el interior del diámetro interior 65 del cuerpo principal 62. Un anillo de sellado 127 está dispuesto en una muesca con forma de anillo para suministrar un sello entre el cuerpo principal 62 y la porción tubular 75 del conjunto de tamiz de entrada 92.

La aguja 70 y la punta de aguja 74 están configuradas para que tengan un movimiento alternativo en sentido axial mediante el movimiento de los pistones 71, 72 para desplazar la punta de aguja 74 hasta su contacto y pérdida de contacto con el asiento de sellado 76 para colocar el dispositivo de inyección 60 en el estado cerrado, tal como se muestra del mejor modo en la figura 10, y un estado abierto, tal como se muestra del mejor modo en las figuras 8 y 9. Cuando la punta de aguja 74 se encuentra en contacto con el asiento de sellado 76, se impide que el gas fluya a partir de la cámara de gas 64 más allá del asiento de sellado 76 y se impide que el material fluido fluya en el sentido opuesto más allá del asiento de sellado 76. La punta de aguja 74 puede formarse a partir de un material compatible, tal como una poliimida, que cede y se comprime ligeramente cuando entra en contacto de manera forzada con el asiento de sellado 76, que puede fabricarse a partir de un metal como acero inoxidable. Como alternativa, la punta de aguja 74 también puede fabricarse a partir de un metal, tal como acero inoxidable, si se recubre en tándem con el asiento de sellado 76.

Un suministro de presión de aire 73 se acopla mediante un tubo flexible 77 con una entrada de un adaptador en T 79, que tiene un vástago central que se acopla mediante, por ejemplo, un enganche roscado con un acceso que se extiende a través del cuerpo principal 62 del dispositivo de inyección 60 hasta la cámara de accionador 66. Una salida del adaptador en T 79 se acopla mediante un tubo flexible de puente 59 con un adaptador en codo 58 que tiene un vástago que se acopla mediante, por ejemplo, un enganche roscado con un acceso que se extiende a través del cuerpo principal 62 del dispositivo de inyección 60 hasta la cámara de accionador 68. El suministro de presión de aire 73 está acoplado con las cámaras de accionador 66, 68 para presurizar de manera simultánea las cámaras de accionador 66, 68 y expulsar de manera simultánea presión de aire desde las cámaras de accionador 66, 68. El suministro de presión de aire 73 puede incluir un solenoide para conmutar el suministro de aire presurizado a las cámaras de accionador 66, 68 y la expulsión de aire presurizado desde las cámaras de accionador 66, 68. El solenoide del suministro de presión de aire 73 está acoplado de manera eléctrica con el controlador 126 para regular el suministro de presión de aire a las cámaras de accionador 66, 68.

Los pistones 71, 72 se mueven de manera neumática en relación con el cuerpo principal 62 cuando se introduce suficiente presión de aire en las cámaras de accionador respectivas 66, 68 sobre un lado de los pistones 71, 72 que se encuentra más cerca de la punta de aguja 74. Los pistones 71, 72, cada uno de los cuales porta un anillo de sellado que proporciona un contacto sellado con la superficie interior de la respectiva de las cámaras de accionador 66, 68, mueve la aguja 70 en un sentido 78 que separa la punta de aguja 74 del asiento de sellado 76 y comprime un mecanismo de retorno por resorte 80 (figura 7A). Cuando la punta de aguja 74 está separada del asiento de sellado 76 en un estado abierto, se permite que fluya gas más allá del asiento de sellado 76. Cuando la presión de aire en las cámaras de accionador 66, 68 se alivia de manera simultánea, el mecanismo de retorno por resorte 80 desplaza de manera automática la aguja 70 de manera opuesta al sentido 78 y hacia la salida de gas 66 hasta que la punta de aguja 74 entra en contacto con el asiento de sellado 76 para reestablecer la posición cerrada. Se proporciona un mecanismo de ajuste de carrera 82 (figura 7A) que puede girarse en el sentido de las agujas del reloj o en el sentido contrario al de las agujas del reloj hasta la cantidad de desplazamiento de la aguja 70.

El accionador abierto por aire y de retorno por resorte para la aguja 70 puede sustituirse por un accionador abierto por aire y cerrado por aire. En la presente realización alternativa, el mecanismo de retorno por resorte 80 puede

eliminarse y sustituirse por la presión de aire que se aplica en las cámaras de accionador 66, 68 sobre el lado opuesto de los pistones 71, 72 respectivos para mover el pistón 72 y la aguja 70 en un sentido opuesto al sentido 78 para cerrar el dispositivo de inyección 60 y cerrar el flujo de gas. En otras realizaciones alternativas, la aguja 70 puede accionarse de manera eléctrica, moverse mediante un accionamiento giratorio, o moverse mediante imanes, en contraposición a accionarse de manera neumática.

Una entrada 84 para suministrar gas al dispositivo de inyección 60 penetra a través de la pared periférica del cuerpo principal 62 para comunicarse con la cámara de gas 64. La punta de aguja 74 está dispuesta en la cámara de gas 64. El cuerpo principal 62 tiene otra entrada sin usar 83 que se comunica con el diámetro interior 65 que se bloquea y se sella por un tapón desmontable 81. Un suministro de gas 86 se acopla mediante un tubo flexible 87 con un paso de entrada 85 en un accesorio fijo de entrada 88 que se comunica con la entrada 84 con el dispositivo de inyección 60. El suministro de gas 86 suministra un flujo presurizado de un gas, tal como un gas inerte como nitrógeno o dióxido de carbono, o suministro de aire comprimido opcionalmente deshumidificado para tener un contenido de vapor de agua reducido, que se inyecta por el dispositivo de inyección 60 en el material fluido en el interior de la cámara de mezclado 30.

El accesorio fijo de entrada 88 se afianza al cuerpo principal 62 usando un anillo de montaje 89 y pasadores convencionales. Un tamiz de filtro 90, que está dispuesto en el paso de entrada 85 del accesorio fijo de entrada 88, retira partículas del gas que llega antes de que el flujo se introduzca en la entrada 84 y se suministre al dispositivo de inyección 60. Un anillo de sellado 90a adecuado puede suministrarse entre el cuerpo principal 62 y el anillo de montaje 89 en el punto de unión de la entrada 84 y el paso de entrada 85 para evitar que escape gas entre el cuerpo principal 62 y el accesorio fijo de entrada 88.

Con referencia a las figuras 11 y 11A, el dispositivo de inyección 60 incluye el conjunto de tamiz de entrada 92, un botón de orificio 94 y una válvula de retención mecánica 96 que están dispuestos en una porción del diámetro interior 65 entre el asiento de sellado 76 y la salida de gas 66. El botón de orificio 94 está dispuesto entre el conjunto de tamiz de entrada 92 y la válvula de retención 96. Un orificio de control 98 y un paso 100 con un área en sección transversal sustancialmente más grande que el orificio de control 98 se extienden a través del botón de orificio 94 para definir una porción del paso de gas a través del dispositivo de inyección 60. El conjunto de tamiz de entrada 92 incluye un tamiz de filtro 101 que está colocado aguas arriba del orificio de control 98 y entre el orificio de control 98 y el asiento de sellado 76.

Cuando la punta de aguja 74 está separada del asiento de sellado 76, fluye gas al interior de una cámara de gas 102 definida en el conjunto de tamiz de entrada 92, a través del orificio de control 98, y al interior de otra cámara de gas 104 definida entre el conjunto de tamiz de entrada 92 y un asiento 114 de la válvula de retención 96. La cámara de gas 102 incluye dos regiones conectadas de diferente diámetro interior, de las cuales el paso 100, de diámetro interior más pequeño, está acoplado directamente con el orificio de control 98. El orificio de control 98 mide el flujo de gas desde la cámara de gas 102 hasta la cámara de gas 104. El orificio de control 98 puede tener un diámetro efectivo, d, en el intervalo de aproximadamente 0,001 pulgadas (aproximadamente 0,00254 centímetros) a aproximadamente 0,002 pulgadas (aproximadamente 0,00508 centímetros), o cualquier otro diámetro efectivo para medir el flujo de gas. El orificio de control 98 tiene un diámetro interior efectivo que es significativamente más pequeño que el diámetro interior del paso 100. El orificio de control 98 se encuentra aguas arriba con respecto a la cámara de gas 104 y aguas abajo con respecto al asiento de sellado 76 y la cámara de gas 102. Las cámaras de gas 102, 104 y el orificio de control 98 definen de manera efectiva un espacio contiguo cargado con gas entre el asiento de sellado 76 y el asiento 114.

Los tamices de filtro 90, 101 tienen un tamaño efectivo de tamiz para retener partículas que tienen unas dimensiones mayores que el diámetro efectivo, d, del orificio de control 98, que funciona para reducir el riesgo de obstrucción. Por ejemplo, los tamices de filtro 90, 101 pueden tener un tamaño de tamiz de aproximadamente 10 micras (0,0004 pulgadas) a aproximadamente 15 micras (0,0006 pulgadas) para su uso con un orificio de control 98 que tiene un diámetro efectivo de aproximadamente 0,001 pulgadas (aproximadamente 0,00254 centímetros).

La válvula de retención 96 está dispuesta en el interior de un diámetro interior central 97 de la boquilla 95. La válvula de retención 96 incluye un émbolo 106, un cuerpo 108, una arandela de retención de resorte 110 y un elemento de desvío en la forma representativa de un resorte de compresión 112 con espiras comprimidas entre el émbolo 106 y la arandela de retención de resorte 110. El exterior del cuerpo 108 de la válvula de retención 96 incluye una serie de características anulares 99 que están configurados para afianzar la válvula de retención 96 en el interior del diámetro interior central 97 en un acoplamiento sellado y en una ubicación fija.

Cuando la válvula de retención 96 está cerrada, la culata del émbolo 106 entra en contacto con el asiento 114, que está definido por un borde anular que rodea la sección de extremo curvada hacia dentro del cuerpo 108. Cuando está asentada, la culata del émbolo 106 sobresale hacia la porción cilíndrica cercana de la cámara de gas 104. El émbolo 106 de la válvula de retención 96 incluye una faldilla inferior con unos accesos 116 que dirigen el gas que pasa desde la sección cilíndrica de la cámara de gas 104 entre el émbolo 106 y el asiento 114 hasta el espacio 118 en el interior del cuerpo 108 en el que está confinado el resorte de compresión 112. Cuando el material fluido se desplaza fuera del espacio 118 al interior de la cámara de mezclado 30, el espacio 118 comprende un paso de gas

que se acopla mediante una abertura de huelgo 120 en la arandela de retención de resorte 110 y otro paso 138 en el interior del cuerpo 108 con la salida de gas 66.

Cuando el dispositivo de inyección 60 está funcionando y cerrado, normalmente el material fluido se encuentra presente en el interior del espacio 118. No obstante, cuando el dispositivo de inyección 60 se está abriendo, está abierto, o realizando una transición de abierto a cerrado de tal modo que el émbolo 106 tiene una relación de no contacto con el asiento 114, la presión de fluido del gas en la cámara de gas 104 impide que el material fluido en el espacio 118 pase del asiento 114 y se introduzca en la cámara de gas 104. Por lo tanto, la válvula de retención 96 impide que el material fluido en la cámara de mezclado 30 se infiltre en el dispositivo de inyección 60 y alcance el orificio de control 98, lo que protege el orificio de control 98 frente a contaminación por el material fluido.

La boquilla 95 tiene un acoplamiento roscado, que se indica en general por el número de referencia 91, con el cuerpo principal 62. Un anillo de sellado 121 está dispuesto en una muesca con forma de anillo para suministrar un sello de fluido entre la boquilla 95 y el botón de orificio 94. La boquilla 95 incluye un anillo de sellado 122 que establece un acoplamiento sellado con una abertura de entrada 124 (figuras 1A, 5) que penetra a través de la pared lateral 28 del cuerpo de mezclado 26 del dispositivo de mezclado 16. El gas presurizado expulsado a partir de la salida de gas 66 se introduce en la cámara de mezclado 30 en el interior del cuerpo de mezclado 26 a través de la abertura de entrada 124.

Una brida de montaje 128 se sujeta con pasadores roscados convencionales (por ejemplo, tornillos de cabeza) al cuerpo principal 62 del dispositivo de inyección 60. La brida de montaje 128, a su vez, se sujeta con pasadores roscados convencionales (por ejemplo, tornillos de cabeza) al cuerpo de mezclado 26 en un área de sujeción sustancialmente plana 136 (figura 1A) definida en la pared lateral 28, lo que acopla de manera mecánica el dispositivo de inyección 60 con el dispositivo de mezclado 16.

Un sistema de control en la forma representativa de un controlador 126 está acoplado de manera eléctrica con el solenoide del suministro de presión de aire 73 para las cámaras de accionador 66, 68 y con el accionador para el dosificador 12. El controlador 126 está configurado para conmutar el solenoide del suministro de presión de aire 73 en coordinación con el funcionamiento del dosificador 12. De esta manera, el gas se introduce desde el dispositivo de inyección 60 en la cámara de mezclado 30 solo cuando la mezcla de gas y de material fluido se dosifica a partir del dosificador 12. Cuando la mezcla de gas y de material fluido se está dosificando, el controlador 126 asegura que se introduce continuamente gas por el dispositivo de inyección 60 en la cámara de mezclado 30, cuando el material fluido está fluyendo continuamente a través de la cámara de mezclado 30. La mezcla de gas y de material fluido se dirige en última instancia a través del acceso de salida 20 y el tubo flexible 18 hacia el dosificador 12. Cuando el material fluido no está fluyendo a través de la cámara de mezclado 30, el dispositivo de inyección 60 se cierra de tal modo que no necesariamente se introduce gas en el material fluido estático en la cámara de mezclado 30. De esta manera, el flujo de gas se regula de tal modo que no se introduce gas en exceso en volumen estático alguno de material fluido que se encuentre en la cámara de mezclado 30.

El controlador 126 puede ser un controlador lógico programable (PLC, *programmable logic controller*), un procesador de señales digitales (DSP, *digital signal processor*), u otro controlador basado en microprocesador con una unidad de procesamiento central (CPU, *central processing unit*) capaz de ejecutar un soporte lógico almacenado en una memoria y llevar a cabo las funciones que se describen en el presente documento, tal como entenderán los expertos. El controlador 126 puede incluir un dispositivo de interfaz humano - máquina (HMI, *human machine interface*) con dispositivos de salida, tal como visualizadores alfanuméricos, una pantalla táctil, y otros indicadores visuales, y controles y dispositivos de entrada, tal como un teclado alfanumérico, un dispositivo apuntador, teclados numéricos, botones pulsadores, perillas de control, etc., capaces de aceptar instrucciones o entradas procedentes del operador y de transmitir la entrada introducida a la CPU del controlador 126.

Cuando se acciona para su funcionamiento, el dosificador 12 puede proporcionar una señal eléctrica al controlador 126. Como alternativa, el controlador 126 también puede controlar el funcionamiento del dosificador 12 para dosificar la mezcla de gas / material fluido, o puede comunicarse con otro el controlador (que no se muestra) que controla el funcionamiento del dosificador 12. Como alternativa, el controlador 126 también puede estar acoplado con un sensor (que no se muestra) que supervisa la presión o el flujo del gas que se está suministrando desde el dispositivo de inyección 60 hasta el material fluido que fluye en la cámara de mezclado 30 y usar la presión supervisada, así como un caudal medido del material fluido, para regular de manera dinámica la inyección de gas en el material fluido. El controlador 126 puede estar acoplado con un sensor que detecta el contenido de gas del material dosificado.

El sistema de dosificación 10 incluye componentes adicionales tales como pasadores, cojinetes, miembros de sellado, tubos flexibles, cableado, etc. (algunos de los cuales se muestran en las figuras pero no se describen de manera específica) que son necesarios para montar un sistema operativo para generar y dosificar la mezcla de gas y de material fluido. La construcción y la colocación de estos componentes convencionales se entienden por un experto en la materia.

Durante el uso y con referencia a las figuras 1, 1A, 2-7, 7A, 8-11, y 11A, gas presurizado, tal como nitrógeno, dióxido de carbono, o suministro de aire comprimido, se suministra desde el suministro de gas 86 a la entrada 84 que

penetra a través del cuerpo principal 62. Cuando el dosificador 12 se acciona, el controlador 126 da lugar a que el suministro de presión de aire 73 presurice las cámaras de accionador 66, 68 con una presión de aire suficiente para mover los pistones 71, 72 y la aguja 70 en el sentido 78 para separar la punta de aguja 74 del asiento de sellado 76. Cuando la punta de aguja 74 está separada del asiento de sellado 76 en el estado abierto, se suministra continuamente gas nuevo a partir del suministro de gas 86 para sustituir el gas que se inyecta a través de la salida 66 en la cámara de mezclado 30. De manera específica, fluye gas nuevo a través de la entrada 84 y el paso de entrada 85 al interior de la cámara de gas 64, desde la cámara de gas 64 más allá del asiento de sellado 76 al interior del conjunto de tamiz de entrada 92, a través del orificio de control 98 y el paso 100 del botón de orificio 94 y al interior de la cámara de gas 102 en el conjunto de tamiz de entrada 92 y, a continuación, al interior de la cámara de gas 104, desde la cámara de gas 104 más allá del asiento 114 de la válvula de retención 96 y hasta el espacio 118.

La combinación de la presión de fluido del material fluido en el interior de la cámara de mezclado 30 y la fuerza de desvío procedente del resorte de compresión 112 que se aplica al émbolo 106 cooperan para mantener el émbolo 106 en una relación de contacto con el asiento 114 sobre el cuerpo 108 de la válvula de retención 96. El gas presurizado se mantiene en el interior de la cámara de gas 104 hasta que la presión de gas alcanza una presión suficiente para vencer las fuerzas opuestas que se aplican al émbolo 106 por la presión de fluido que se aplica por el material fluido y la fuerza de desvío que se aplica por el resorte de compresión 112. Cuando esta presión de gas umbral se consigue en el interior de la cámara de gas 104, el émbolo 106 se separa del asiento 114 y fluye gas a través del asiento 114, a través de los accesos 116, al interior del espacio 118 en el interior del cuerpo 108, a través de la abertura de holgura 120 en la arandela de retención de resorte 110 y, en última instancia, hasta la salida de gas 66.

La velocidad a la que el gas fluye desde el asiento 114 hasta la salida de gas 66 se mide principalmente por las dimensiones del orificio de control 98, el cual presenta la región de la conductancia más baja. El caudal de gas que se descarga a partir de la salida de gas 66 se elige para que coincida con el caudal de material fluido a través de la cámara de mezclado 30 y para reflejar la cantidad deseada de gas que va a introducirse en el material fluido para proporcionar la reducción de densidad deseada para la mezcla de gas y de material fluido que se descarga a partir del dosificador 12 (figura 1). El caudal puede modificarse mediante la sustitución del botón de orificio 94 con un botón de orificio diferente (que no se muestra) que tiene un orificio de control con un área en sección transversal diferente (es decir, unas dimensiones diferentes) y / o mediante el cambio de la presión del gas que se suministra desde el suministro de gas 86 hasta el dispositivo de inyección 60.

Se cree que la interfase entre el material fluido y el gas en las proximidades del asiento 114 se encuentra en, o cerca de, la línea de contacto entre el émbolo 106 y el asiento 114. El movimiento del émbolo 106 en el momento de la elevación con respecto al asiento 114 debería controlarse para no superar la separación mínima requerida para permitir el paso de gas. El movimiento del émbolo 106 en exceso con respecto a esta separación mínima puede permitir un intercambio de gas y de material fluido a lo largo del asiento 114 que permite que el material fluido se introduzca en la cámara de gas 104 y que, en última instancia, contamine el orificio de control 98.

El control sobre el inicio y la terminación del flujo de gas a la cámara de mezclado 30 puede optimizarse mediante la minimización del volumen colectivo de las cámaras de gas 102, 104. En particular, este volumen determina, al menos en parte, el tiempo de respuesta del dispositivo de inyección 60 para iniciar y terminar el flujo de gas a la cámara de mezclado 30. En una realización de la invención, el volumen de las cámaras de gas 102, 104 es de aproximadamente 1 centímetro cúbico o menos.

El gas presurizado se incorpora en el material fluido presurizado en el interior de la cámara de mezclado 30 como burbujas comprimidas definidas por huecos cargados con gas. La presión que se aplica por el material fluido comprime las burbujas. Cuando la mezcla de gas y de material fluido se dosifica a partir del dosificador 12, los volúmenes arrastrados de gas en las burbujas se expanden con rapidez y quedan atrapados después de la expansión en el interior del material fluido para generar un material fluido espumado. Las células atrapadas comprenden pequeñas burbujas de gas distribuidas a través de la totalidad del volumen del material fluido. La distribución de burbujas puede ser homogénea o no homogénea dependiendo, entre otras variables, del tipo de material fluido, de la reducción de densidad deseada, del tiempo de residencia en la cámara de mezclado 30 de la mezcladora 32, y del caudal del material fluido. Las burbujas de gas desplazan un porcentaje del material fluido para producir, principalmente, ahorros de material, así como para alterar / mejorar las propiedades mecánicas de la mezcla dosificada.

En una realización alternativa, el dispositivo de mezclado 16 puede incorporarse en un colector de distribución para un sistema de dosificación, en contraposición usarse por un cuerpo de mezclado 26 separado. El cuerpo de mezclado 26 del dispositivo de mezclado 16 incluye otra abertura de entrada 130 (figura 5), que se muestra como tapada por un tapón 132 (figura 5) que se acopla mediante un enganche roscado con la abertura 130, para la instalación de otro dispositivo de inyección opcional (que no se muestra), similar al dispositivo de inyección 60, para suministrar gas al material fluido en el interior de la cámara de mezclado 30. El dispositivo de inyección adicional puede usarse para aumentar de manera efectiva la velocidad a la que el gas se introduce en el material fluido en el interior de la cámara de mezclado 30.

El dispositivo de mezclado 16 gestiona la introducción de gas en el material fluido que fluye en la cámara de mezclado 30. El gas se introduce por la inyección a un caudal de gas uniforme sobre la totalidad del ciclo de dosificación de material fluido. La minimización del volumen de gas aguas arriba del orificio de control 98 y aguas abajo con respecto al orificio de control 98 puede funcionar para minimizar los retardos en la inyección de gas al comienzo y al final de cada ciclo de dosificación. El sistema de dosificación 10 y el dispositivo de mezclado 16 proporcionan un dispositivo autónomo, de bajo coste y compacto que puede integrarse virtualmente en cualquier sistema de dosificación de material fluido y usarse para dosificar una amplia diversidad de materiales fluidos diferentes. La presión de gas apropiada puede determinarse a partir de la observación del material fluido espumado dosificado.

La simplicidad del dispositivo de mezclado 16 puede proporcionar ventajas de coste en comparación con los esquemas y los dispositivos de mezclado convencionales que se usan en la producción de materiales fluidos espumados. Por ejemplo, el dispositivo de mezclado 16 no requiere un sistema de control sofisticado para controlar de manera dinámica la introducción de gas en el material fluido sobre la base de la realimentación a partir de las mediciones de caudal. Como otro ejemplo, el dispositivo de mezclado 16 no requiere una bomba de engranajes de dos fases para introducir el gas en el material fluido.

La presión de gas del gas que se descarga a partir de la salida 66 para la inyección en el material fluido supera la presión de fluido del material fluido. El dispositivo de inyección 60 controla el flujo de gas al interior del fluido con el fin de mantener un caudal consistente de gas en el fluido, en particular cuando el flujo del material fluido se conmuta a encendido y apagado. En esta situación, el dispositivo de inyección 60 se conmuta a encendido y apagado al unísono con el flujo de fluido a través de la cámara de mezclado 30 en un intento de mantener la relación deseada de gas con respecto a material fluido (es decir, reducción de densidad). El orificio de control 98 del dispositivo de inyección 60 funciona como un dispositivo de medición para controlar el flujo de gas cuando el dispositivo de inyección 60 está abierto. Además, la válvula de retención 96 evita que el material fluido migre aguas arriba hasta el orificio de control 98 y los pasos 100, 102 y, como consecuencia, dé lugar al bloqueo de la trayectoria de flujo de gas. Tal como se ha descrito en lo que antecede, la interfase entre el material fluido y el gas se encuentra cerca del asiento 114 pero entre el asiento 114 y la salida 66.

Cuando el dispositivo de inyección 60 y el dosificador 12 están cerrados (es decir, sin flujo de gas o de líquido), existe un diferencial de presión (en favor del fluido) dando lugar a que la válvula de retención 96 se mantenga cerrada por el material fluido. Poco tiempo después de que el dosificador 12 se abra, el dispositivo de inyección 60 se abre también. El gas comienza a fluir al interior del material fluido en la cámara de mezclado 30 con un breve retardo de tiempo hasta que la presión de gas vence la presión de fluido que actúa sobre el émbolo 106 sobre la válvula de retención 96. La duración de este retardo de tiempo viene determinada, principalmente, por la presión de gas y el volumen de gas en la cámara de gas 104 entre el orificio de control 98 y la válvula de retención 96. La disminución del volumen de gas en la cámara de gas 104 reduce el retardo de tiempo.

Cuando el equilibrio de fuerzas entre el gas y el fluido se desplaza para dar lugar a que el émbolo 106 de la válvula de retención 96 se desasiente con respecto al asiento 114, comienza a introducirse gas en la cámara de mezclado 30. La velocidad de introducción de gas desde el dispositivo de inyección 60 al interior de la cámara de mezclado 30 puede ser inicialmente rápida como un aumento brusco inicial de la presión de gas cuando el émbolo 106 se empuja fuera de su asiento 114 y, finalmente, alcanza una condición de funcionamiento en estado estacionario. Una vez que se consigue la condición de funcionamiento en estado estacionario, la relación de gas con respecto a líquido permanece relativamente constante con el tiempo.

A la conclusión del ciclo de dosificación de fluido, se cierran el dosificador 12 y el dispositivo de inyección 60. El gas continúa fluyendo hasta que la presión de gas en las cámaras de gas 102, 104 se purga, lo que permite que el equilibrio de fuerzas se desplace y, finalmente, da lugar a que el émbolo 106 de la válvula de retención 96 vuelva a asentarse sobre el asiento 114 y detenga el flujo de gas.

El volumen de las cámaras de gas 102, 104 entre el orificio de control 98 y el asiento 114 de la válvula de retención 96 es un factor en la determinación del tiempo de respuesta de la válvula de retención 96. La minimización del volumen de las cámaras de gas 102, 104 hace el funcionamiento de la válvula de retención 96 más síncrono con el funcionamiento del dosificador 12. Esta sincronía ayuda a minimizar las oscilaciones o la variación en la reducción de densidad del material fluido de proceso. Cuando el dispositivo de inyección 60 se conmuta a un estado abierto, las cámaras de gas 102, 104 han de cargarse con gas a la presión de nivel de presión de gas de suministro para elevar el émbolo 106 con respecto al asiento 114 e iniciar de ese modo el flujo de gas. La reducción del volumen de las cámaras de gas 102, 104 aumenta la velocidad a la que las cámaras de gas 102, 104 pueden llevarse hasta el nivel de presión de suministro de gas al comienzo de un ciclo de dosificación. Además, la minimización del volumen de las cámaras de gas 102, 104 permite que la presión de gas en la cámara de gas 104, la cual mantiene el émbolo 106 elevado con respecto al asiento 114, se purgue en un tiempo más corto que conforme el dispositivo de inyección 60 se conmuta al estado cerrado. La capacidad de aliviar rápidamente la presión de gas en las cámaras de gas 102, 104 promueve un pronto cese del flujo de gas a partir de la salida de gas 66 del dispositivo de inyección 60.

Las referencias en el presente documento a expresiones tales como “vertical”, “horizontal”, etc. se hacen a modo de ejemplo, y no a modo de limitación, para establecer un marco de referencia. Se entiende que pueden emplearse diversos otros marcos de referencia. En consecuencia, el uso de estas y otras palabras direccionales en la descripción no debería usarse para implicar dirección absoluta particular alguna.

Aparato y métodos para generar y dosificar una mezcla que contiene gas presurizado y un material fluido. El aparato incluye un dispositivo de mezclado que tiene una cámara de mezclado y una mezcladora en el interior de la cámara de mezclado. Un dispositivo de inyección de gas, que está acoplado con el dispositivo de mezclado, inyecta el gas presurizado en el material fluido en la cámara de mezclado. La mezcladora funciona para combinar el gas presurizado con el material fluido para formar una mezcla, que se dosifica subsiguientemente a partir de un dosificador que está acoplado con el dispositivo de mezclado.

La invención se describe además mediante las siguientes realizaciones:

Realización 1. Un dispositivo de inyección de gas que comprende:

un cuerpo principal que tiene una entrada configurada para recibir un gas presurizado, una salida configurada para expulsar el gas presurizado, un paso de gas que conecta dicha entrada y dicha salida, y un orificio de control en dicho paso de gas, configurado dicho orificio de control para medir un caudal del gas presurizado a dicha salida; y

un elemento de control de flujo en dicho paso de gas, teniendo dicho elemento de control de flujo un primer estado en el que el gas presurizado puede fluir en dicho paso de gas desde dicha entrada a través de dicho orificio de control hasta dicha salida y un segundo estado en el que se bloquea que el gas presurizado fluya hasta dicha salida.

Realización 2. El dispositivo de inyección de gas con las características de la realización 1, en el que dicho elemento de control de flujo se encuentra en dicho paso de gas entre dicho orificio de control y dicha salida.

Realización 3. El dispositivo de inyección de gas con las características de la realización 1, en el que dicho elemento de control de flujo incluye un émbolo, un asiento entre dicha salida y dicho orificio de control, y un elemento de desvío que aplica una fuerza de desvío que empuja dicho émbolo hasta su contacto con dicho asiento, dicho émbolo móvil en relación con dicho asiento para proporcionar los estados primero y segundo de dicho elemento de control de flujo.

Realización 4. El dispositivo de inyección de gas con las características de la realización 3, en el que dicho émbolo es móvil en relación con dicho asiento para proporcionar el primer estado cuando una presión de fluido entre dicho émbolo y dicha entrada supera una suma de la fuerza de desvío y una presión de fluido entre dicho émbolo y dicha salida, y dicho émbolo móvil para proporcionar el segundo estado cuando la presión de fluido entre dicho émbolo y dicha salida supera la suma de la fuerza de desvío y la presión de fluido entre dicho émbolo y dicha entrada.

Realización 5. El dispositivo de inyección de gas con las características de la realización 4, en el que dicho émbolo tiene una relación de no contacto con dicho asiento en dicho primer estado de dicho elemento de control de flujo, y dicho émbolo tiene una relación de contacto con dicho asiento en dicho segundo estado de dicho elemento de control de flujo.

Realización 6. El dispositivo de inyección de gas con las características de la realización 3, en el que dicho cuerpo principal incluye además una cámara de gas entre dicho asiento y dicho orificio de control.

Realización 7. El dispositivo de inyección de gas con las características de la realización 6, en el que dicha cámara de gas tiene un volumen de aproximadamente un centímetro cúbico o menos.

Realización 8. El dispositivo de inyección de gas con las características de la realización 1, en el que dicho cuerpo principal incluye un asiento de sellado en dicho paso de gas entre dicha entrada y dicha salida, y que comprende además:

una punta de aguja móvil en relación con dicho asiento de sellado entre una posición abierta en la que dicha punta de aguja está separada de dicho asiento de sellado para permitir que el gas presurizado fluya más allá de dicho asiento de sellado y una posición cerrada en la que dicha punta de aguja entra en contacto con dicho asiento de sellado para bloquear un flujo del gas presurizado; y

un accionador acoplado de manera mecánica con dicha punta de aguja, adaptado dicho accionador para mover dicha punta de aguja en relación con dicho asiento de sellado entre dichas posiciones abierta y cerrada.

Realización 9. El dispositivo de inyección de gas con las características de la realización 8, en el que dicho orificio de control se encuentra entre dicho asiento de sellado y dicha salida.

Realización 10. El dispositivo de inyección de gas con las características de la realización 1, en el que dicho orificio de control tiene un diámetro efectivo de aproximadamente 0,00254 centímetros a aproximadamente 0,00508

centímetros.

Realización 11. Un aparato para dosificar una mezcla de un gas presurizado y un material fluido, comprendiendo el aparato:

un dispositivo de mezclado que incluye una cámara de mezclado que confina una corriente del material fluido y una mezcladora en el interior de dicha cámara de mezclado, configurada dicha mezcladora para combinar el gas presurizado con la corriente del material fluido para formar la mezcla;

un dosificador que está acoplado en comunicación de fluidos con dicha cámara de mezclado, configurado dicho dosificador para recibir y dosificar la mezcla; y

un dispositivo de inyección de gas que tiene una entrada que está configurada para recibir el gas presurizado, una salida que está acoplada con dicha cámara de mezclado de dicho dispositivo de mezclado, y un paso de gas entre dicha entrada y dicha salida, configurado dicho dispositivo de inyección de gas para comunicar el gas presurizado desde dicha entrada a través de dicho paso de gas hasta dicha salida y desde dicha salida al interior de dicha cámara de mezclado.

Realización 12. El aparato con las características de la realización 11 en el que dicho dispositivo de inyección de gas incluye además un asiento de sellado en dicho paso de gas entre dicha entrada y dicha salida, una punta de aguja, y un accionador que está acoplado con dicha punta de aguja, configurado dicho accionador para mover dicha punta de aguja en relación con dicho asiento de sellado entre una posición abierta en la que dicha punta de aguja está separada de dicho asiento de sellado para permitir que el gas presurizado fluya más allá de dicho asiento de sellado y una posición cerrada en la que dicha punta de aguja entra en contacto con dicho asiento de sellado para bloquear un flujo del gas presurizado.

Realización 13. El aparato con las características de la realización 12 que comprende además:

un sistema de control que está acoplado de manera eléctrica con dicho accionador de dicho dispositivo de inyección de gas, configurado dicho sistema de control para dar lugar a que dicho accionador mueva dicha punta de aguja desde la posición cerrada hasta la posición abierta cuando dicho dosificador se acciona para dosificar la mezcla.

Realización 14. El aparato con las características de la realización 11, en el que dicho dispositivo de inyección de gas incluye un elemento de control de flujo incluye un émbolo, un asiento entre dicha salida y dicho orificio de control, y un elemento de desvío que aplica una fuerza de desvío que empuja dicho émbolo hasta su contacto con dicho asiento, dicho émbolo móvil en relación con dicho asiento para proporcionar un primer estado en el que el gas presurizado puede fluir en dicho paso de gas desde dicha entrada a través de dicho orificio de control hasta dicha salida y un segundo estado en el que se bloquea que el gas presurizado fluya hasta dicha salida.

Realización 15. El aparato con las características de la realización 14, en el que dicho émbolo es móvil en relación con dicho asiento para proporcionar el primer estado cuando una presión de fluido del gas presurizado entre dicho émbolo y dicha entrada supera una suma de la fuerza de desvío y una presión de fluido del material fluido entre dicho émbolo y dicha salida, y dicho émbolo móvil para proporcionar el segundo estado cuando la presión de fluido del gas presurizado entre dicho émbolo y dicha salida supera la suma de la fuerza de desvío y la presión de fluido del material fluido entre dicho émbolo y dicha entrada.

Realización 16. El aparato con las características de la realización 11, en el que dicho sistema de inyección incluye un orificio de control que se encuentra en dicho paso de gas entre dicha entrada y dicha salida, configurado dicho orificio de control para medir un caudal del gas presurizado a dicha salida.

Realización 17. El aparato con las características de la realización 11 que comprende además:

un sistema de control que está acoplado de manera eléctrica con el dosificador y con dicho dispositivo de inyección de gas, operativo dicho sistema de control para regular la inyección del gas presurizado desde dicho dispositivo de inyección de gas en el material fluido en dicha cámara de mezclado.

Realización 18. Un método para dosificar una mezcla de un material fluido y un gas presurizado, comprendiendo el método:

inyectar el gas presurizado en una corriente del material fluido que fluye a través de una cámara de mezclado;

combinar el gas presurizado con el material fluido en el interior de la cámara de mezclado para formar la mezcla; y

dosificar la mezcla.

Realización 19. El método con las características de la realización 18 que comprende además:

cesar la dosificación de la mezcla para interrumpir la corriente del material fluido de tal modo que el material fluido está estático en el interior de la cámara de mezclado; y
cesar la inyección del gas presurizado en el material fluido estático cuando se interrumpe la corriente del material fluido.

Realización 20. El método con las características de la realización 18 en el que inyectar el gas comprende además:

accionar un dispositivo de inyección de gas para dar lugar de forma selectiva a que el gas presurizado se inyecte en la cámara de mezclado

Realización 21. El método con las características de la realización 20 en el que inyectar el gas comprende además:

medir un caudal del gas presurizado con un orificio de control cuando el dispositivo de inyección de gas se acciona de forma selectiva hasta un estado abierto en la que el gas presurizado se inyecta en la corriente del material fluido.

Realización 22. El método con las características de la realización 21 que comprende además:

evitar el reflujo del material fluido hasta el orificio de control del dispositivo de inyección de gas cuando el dispositivo de inyección de gas se acciona de forma selectiva hasta un estado cerrado para interrumpir la inyección de gas presurizado en el material fluido.

Realización 23. El método con las características de la realización 20 que comprende además:

interrumpir la corriente del material fluido a través de la cámara de mezclado; y
cesar la inyección del gas presurizado en el material fluido al dar lugar a que el dispositivo de inyección de gas se accione de forma selectiva hasta un estado cerrado cuando se interrumpe la corriente del material fluido

Realización 24. El método con las características de la realización 18 en el que inyectar el gas comprende además:

controlar un caudal del gas presurizado al material fluido.

Realización 25. El método con las características de la realización 18 que comprende además:

evitar el reflujo del material fluido al interior de un dispositivo de inyección de gas que está configurado para inyectar el gas presurizado en la cámara de mezclado.

A pesar de que la invención se ha ilustrado mediante una descripción de diversas realizaciones y, a pesar de que estas realizaciones se han descrito con un detalle considerable, no es la intención de los solicitantes de la presente invención restringir o limitar en modo alguno el alcance de las reivindicaciones adjuntas a tal detalle. A los expertos en la materia se les aparecerán con facilidad ventajas y modificaciones adicionales. Por lo tanto, la invención, en sus aspectos más amplios, no se limita a los detalles específicos, métodos representativos y ejemplos ilustrativos que se muestran y se describen.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para dosificar una mezcla de un gas presurizado y un material fluido, comprendiendo el aparato:

un dispositivo de mezclado (16) que incluye una cámara de mezclado (30) que confina una corriente del material fluido y una mezcladora (32) en el interior de dicha cámara de mezclado (30), configurada dicha mezcladora (32) para combinar el gas presurizado con la corriente del material fluido para formar la mezcla;
un dosificador (12) que está acoplado en comunicación de fluidos con dicha cámara de mezclado (30), configurado dicho dosificador (32) para recibir y dosificar la mezcla; y
un dispositivo de inyección de gas (60) que tiene una entrada (84) que está configurada para recibir el gas presurizado, una salida (66) que está acoplada con dicha cámara de mezclado (30) de dicho dispositivo de mezclado (16), y un paso de gas entre dicha entrada (84) y dicha salida (66), configurado dicho dispositivo de inyección de gas (60) para comunicar el gas presurizado desde dicha entrada (84) a través de dicho paso de gas hasta dicha salida (66) y desde dicha salida (66) al interior de dicha cámara de mezclado (30) y que incluye un orificio de control (98) que se encuentra en dicho paso de gas entre dicha entrada (84) y dicha salida (66), estando configurado dicho orificio de control (98) para medir un caudal del gas presurizado a dicha salida (66);

caracterizado por que dicho dispositivo de inyección (60) incluye un elemento de control de flujo (96) que incluye un émbolo (106), un asiento (114) entre dicha salida (66) y dicho orificio de control (98), y un elemento de desvío (112) que aplica una fuerza de desvío que empuja dicho émbolo (106) hasta su contacto con dicho asiento (114), dicho émbolo (106) móvil en relación con dicho asiento (114) para proporcionar un primer estado en el que el gas presurizado puede fluir en dicho paso de gas desde dicha entrada (84) a través de dicho orificio de control (98) hasta dicha salida (66) y un segundo estado en el que se bloquea que el gas presurizado fluya hasta dicha salida (66).

2. El aparato de la reivindicación 1 en el que dicho dispositivo de inyección de gas (60) incluye además un asiento de sellado (76) en dicho paso de gas entre dicha entrada (84) y dicha salida (66), una punta de aguja (74), y un accionador que está acoplado con dicha punta de aguja (74), configurado dicho accionador para mover dicha punta de aguja (74) en relación con dicho asiento de sellado (76) entre una posición abierta en la que dicha punta de aguja (74) está separada de dicho asiento de sellado (76) para permitir que el gas presurizado fluya más allá de dicho asiento de sellado (76) y una posición cerrada en la que dicha punta de aguja (74) entra en contacto con dicho asiento de sellado (76) para bloquear un flujo del gas presurizado.

3. El aparato de la reivindicación 2 que comprende además:

un sistema de control (126) que está acoplado de manera eléctrica con dicho accionador de dicho dispositivo de inyección de gas (60), configurado dicho sistema de control (126) para dar lugar a que dicho accionador mueva dicha punta de aguja (74) desde la posición cerrada hasta la posición abierta cuando dicho dosificador (12) se acciona para dosificar la mezcla.

4. El aparato de la reivindicación 1 en el que dicho émbolo (106) es móvil en relación con dicho asiento (114) para proporcionar el primer estado cuando una presión de fluido del gas presurizado entre dicho émbolo (106) y dicha entrada (84) supera una suma de la fuerza de desvío y una presión de fluido del material fluido entre dicho émbolo (106) y dicha salida (66), y dicho émbolo (106) móvil para proporcionar el segundo estado cuando la presión de fluido del gas presurizado entre dicho émbolo (106) y dicha salida (66) supera la suma de la fuerza de desvío y la presión de fluido del material fluido entre dicho émbolo (106) y dicha entrada (84).

5. El aparato de la reivindicación 1 que comprende además:

un sistema de control (126) que está acoplado de manera eléctrica con el dosificador (12) y con dicho dispositivo de inyección de gas (60), operativo dicho sistema de control (126) para regular la inyección del gas presurizado desde dicho dispositivo de inyección de gas (60) en el material fluido en dicha cámara de mezclado (30).

6. Un método para dosificar una mezcla de un material fluido y un gas presurizado, comprendiendo el método:

inyectar el gas presurizado en una corriente del material fluido que fluye a través de una cámara de mezclado (30);
accionar un dispositivo de inyección de gas (60) para dar lugar de forma selectiva a que el gas presurizado se inyecte en la cámara de mezclado (30);
medir un caudal del gas presurizado con un orificio de control (98) cuando el dispositivo de inyección de gas (60) se acciona de forma selectiva hasta un estado abierto en la que el gas presurizado se inyecta en la corriente del material fluido;
combinar el gas presurizado con el material fluido en el interior de la cámara de mezclado (30) para formar la mezcla;
dosificar la mezcla; y
evitar el reflujo del material fluido hasta el orificio de control (98) del dispositivo de inyección de gas (60) cuando el dispositivo de inyección de gas (60) se acciona de forma selectiva hasta un estado cerrado para interrumpir la

inyección de gas presurizado en el material fluido.

7. El método de la reivindicación 6 que comprende además:

cesar la dosificación de la mezcla para interrumpir la corriente del material fluido de tal modo que el material fluido está estático en el interior de la cámara de mezclado (30); y
cesar la inyección del gas presurizado en el material fluido estático cuando se interrumpe la corriente del material fluido.

8. El método de la reivindicación 6 que comprende además:

interrumpir la corriente del material fluido a través de la cámara de mezclado (30); y
cesar la inyección del gas presurizado en el material fluido al dar lugar a que el dispositivo de inyección de gas (60) se accione de forma selectiva hasta un estado cerrado cuando se interrumpe la corriente del material fluido

9. El método de la reivindicación 6 en el que inyectar el gas comprende además:

controlar un caudal del gas presurizado al material fluido.

10. El método de la reivindicación 6 que comprende además:

evitar el reflujo del material fluido al interior de un dispositivo de inyección de gas (60) que está configurado para inyectar el gas presurizado en la cámara de mezclado (30).

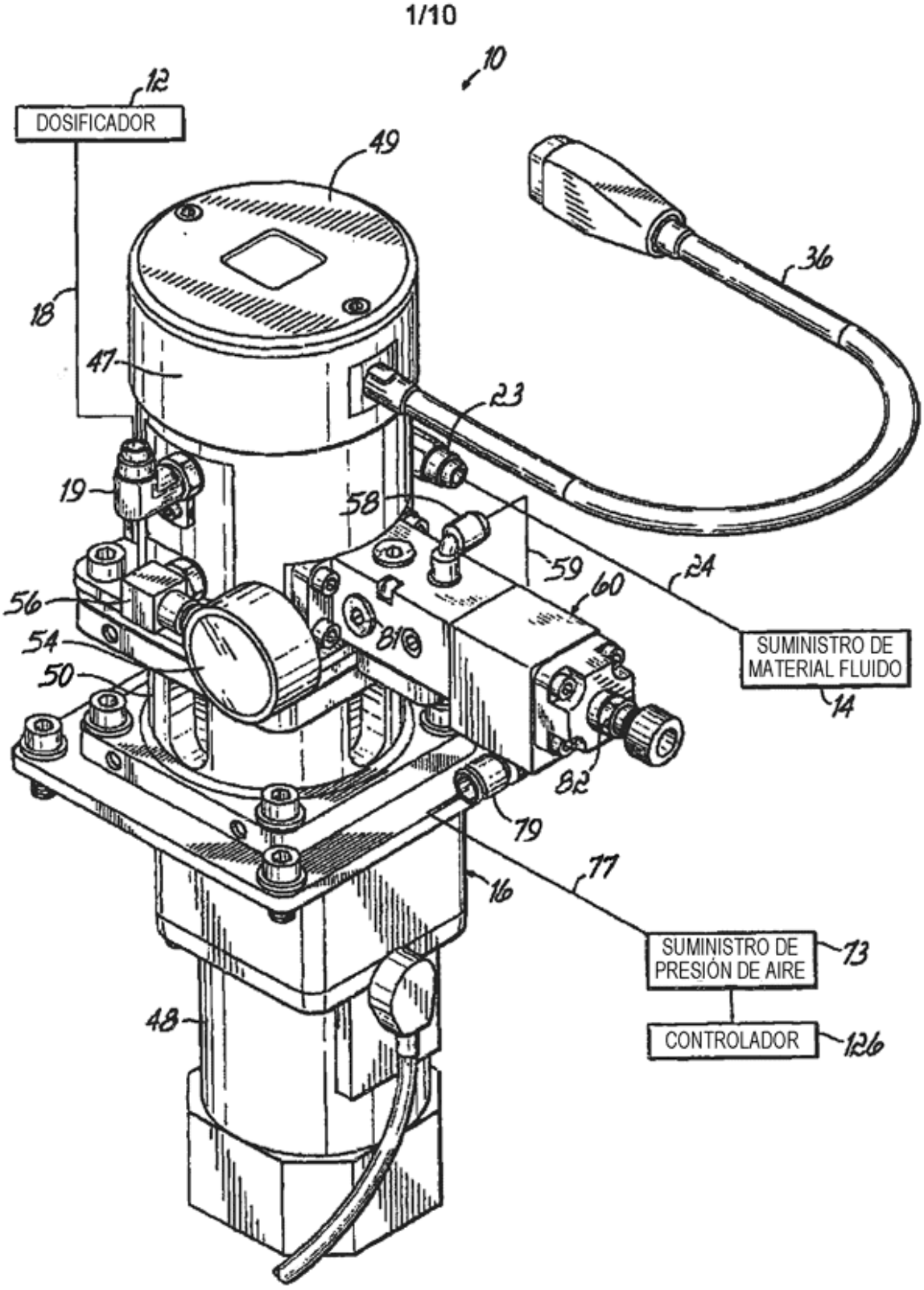
1/10
10
12
DOSIFICADOR
49
36
18
47
23
19
58
59
24
60
56
54
81
50
SUMINISTRO DE MATERIAL FLUIDO
14
82
79
77
16
SUMINISTRO DE PRESIÓN DE AIRE
73
48
CONTROLADOR
126

FIG. 1

2/10

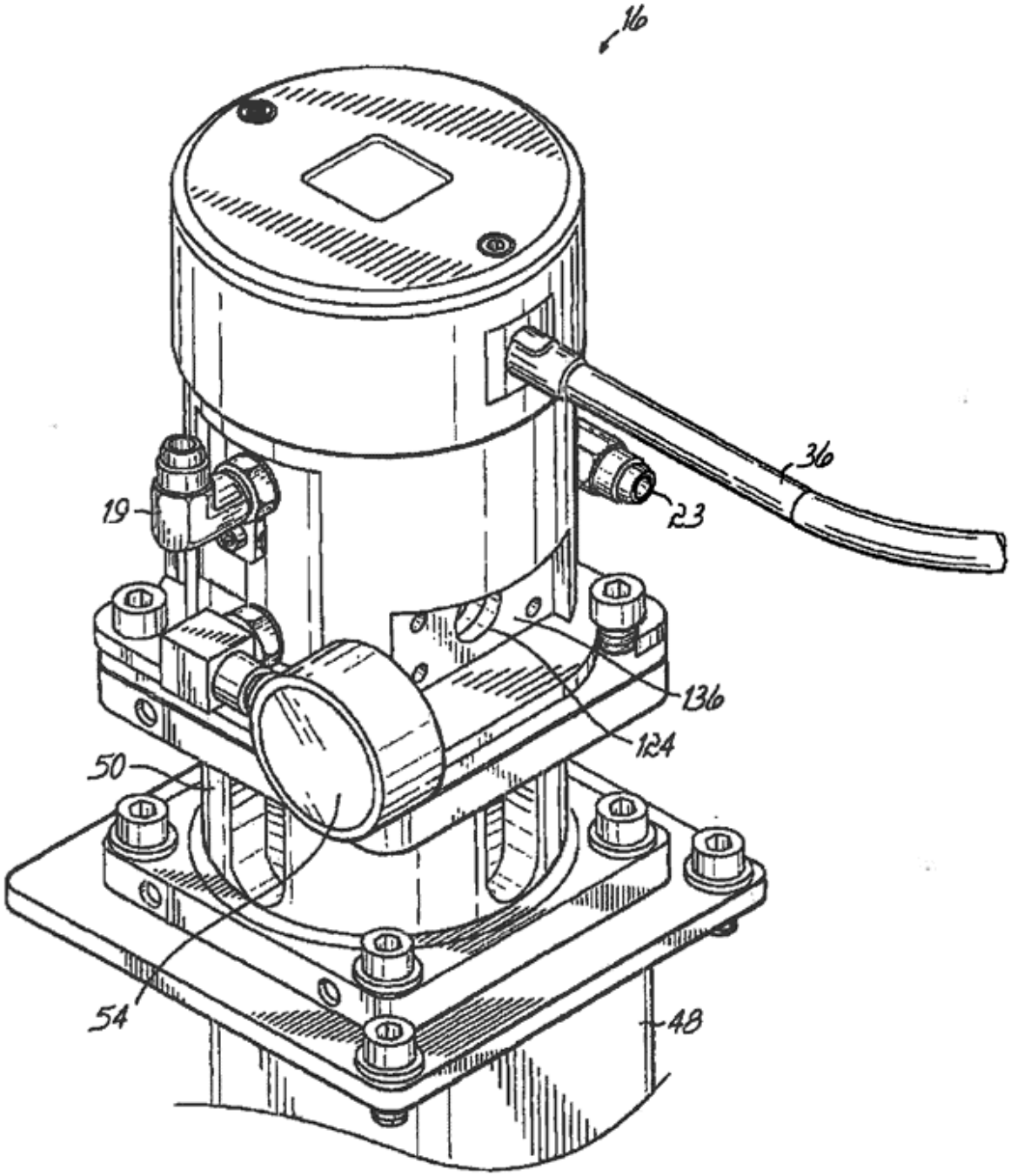

FIG. 1A

3/10

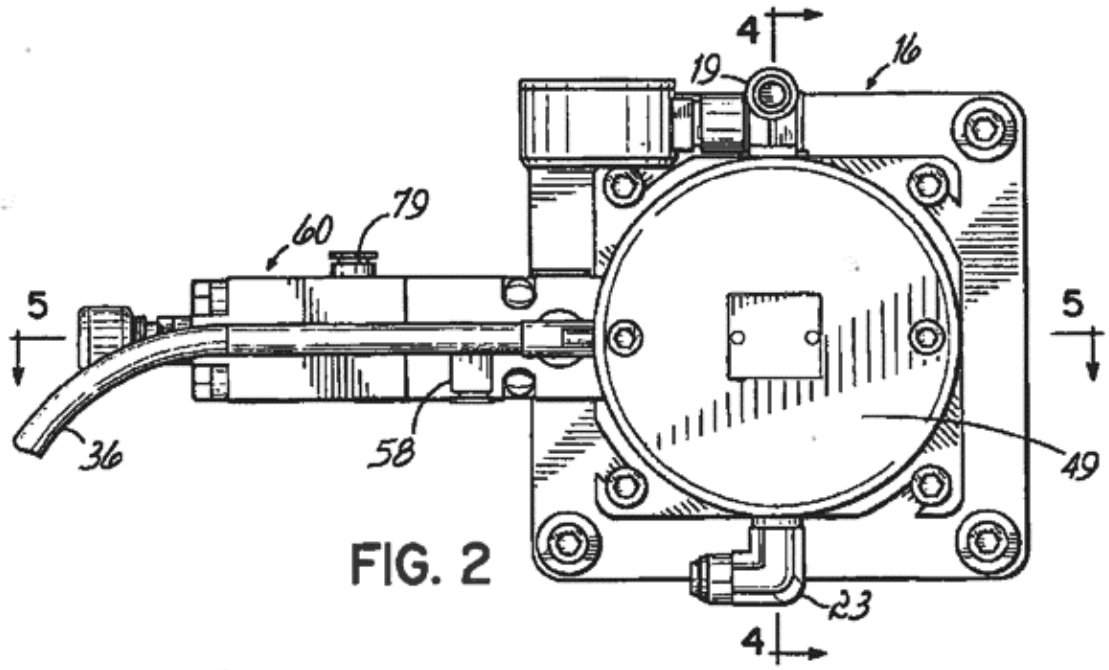

FIG. 2

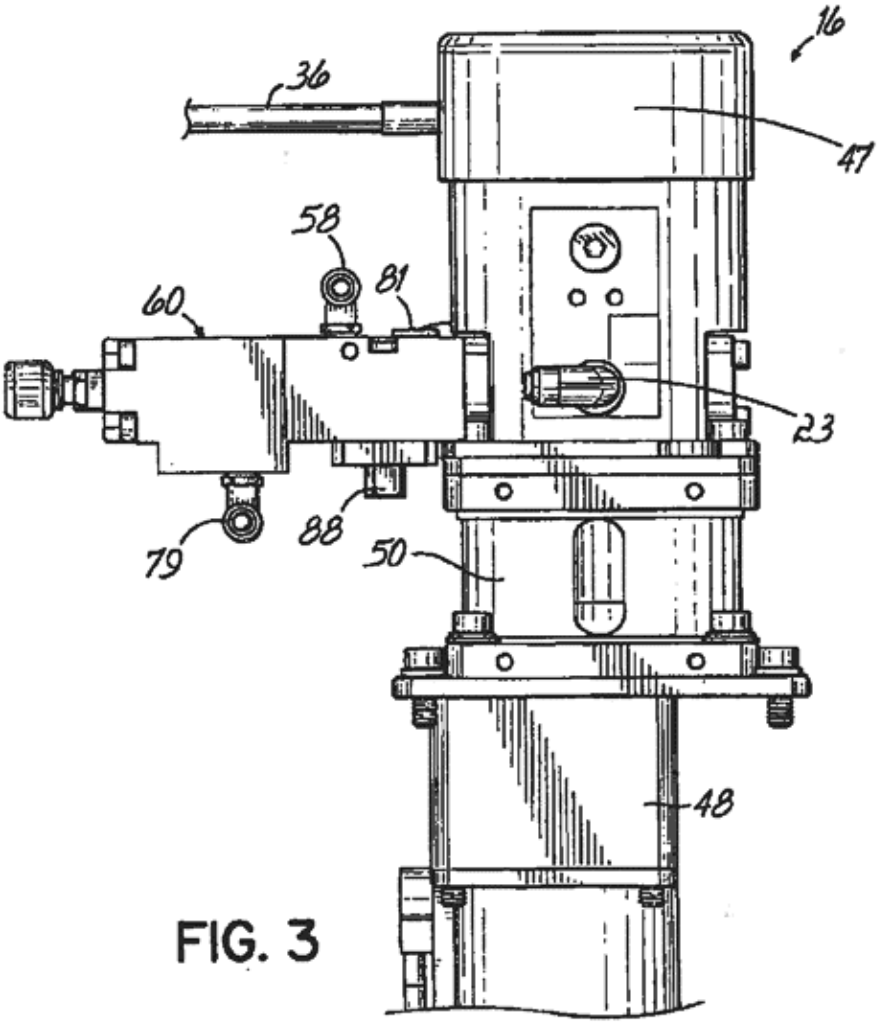

FIG. 3

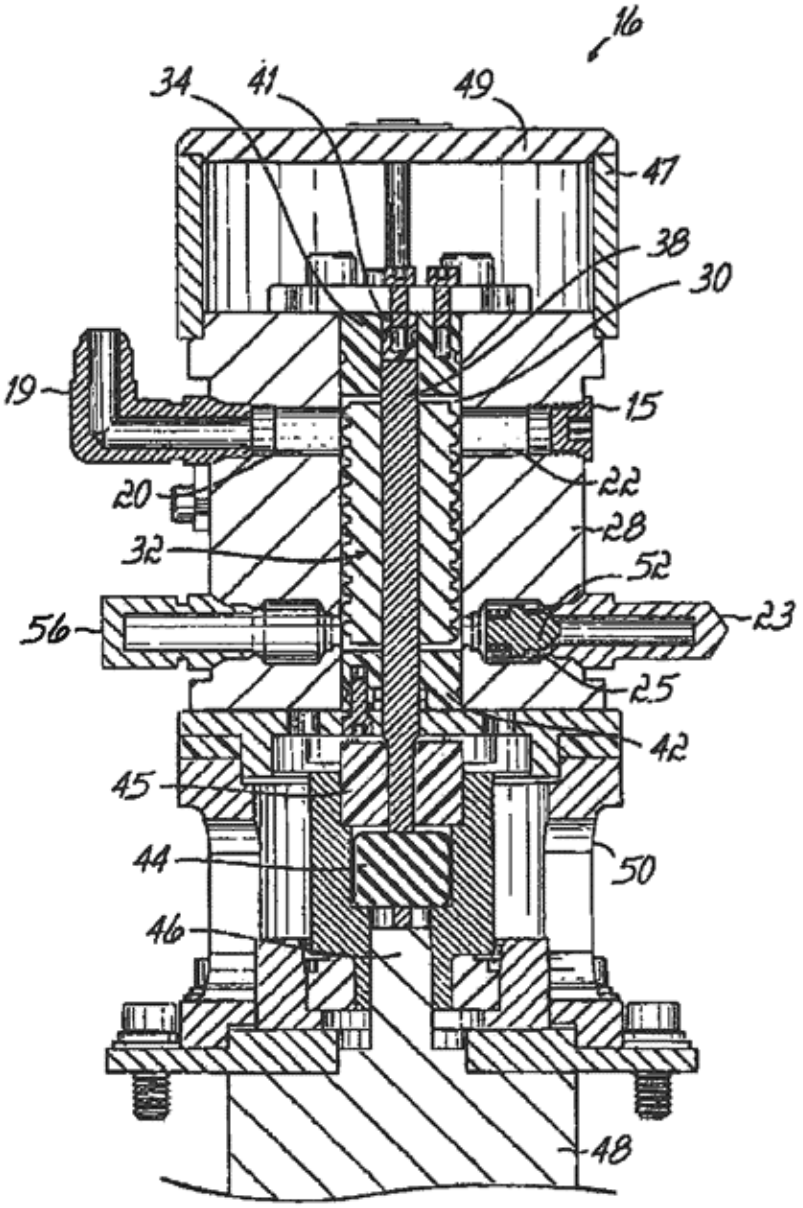

FIG. 4

5/10

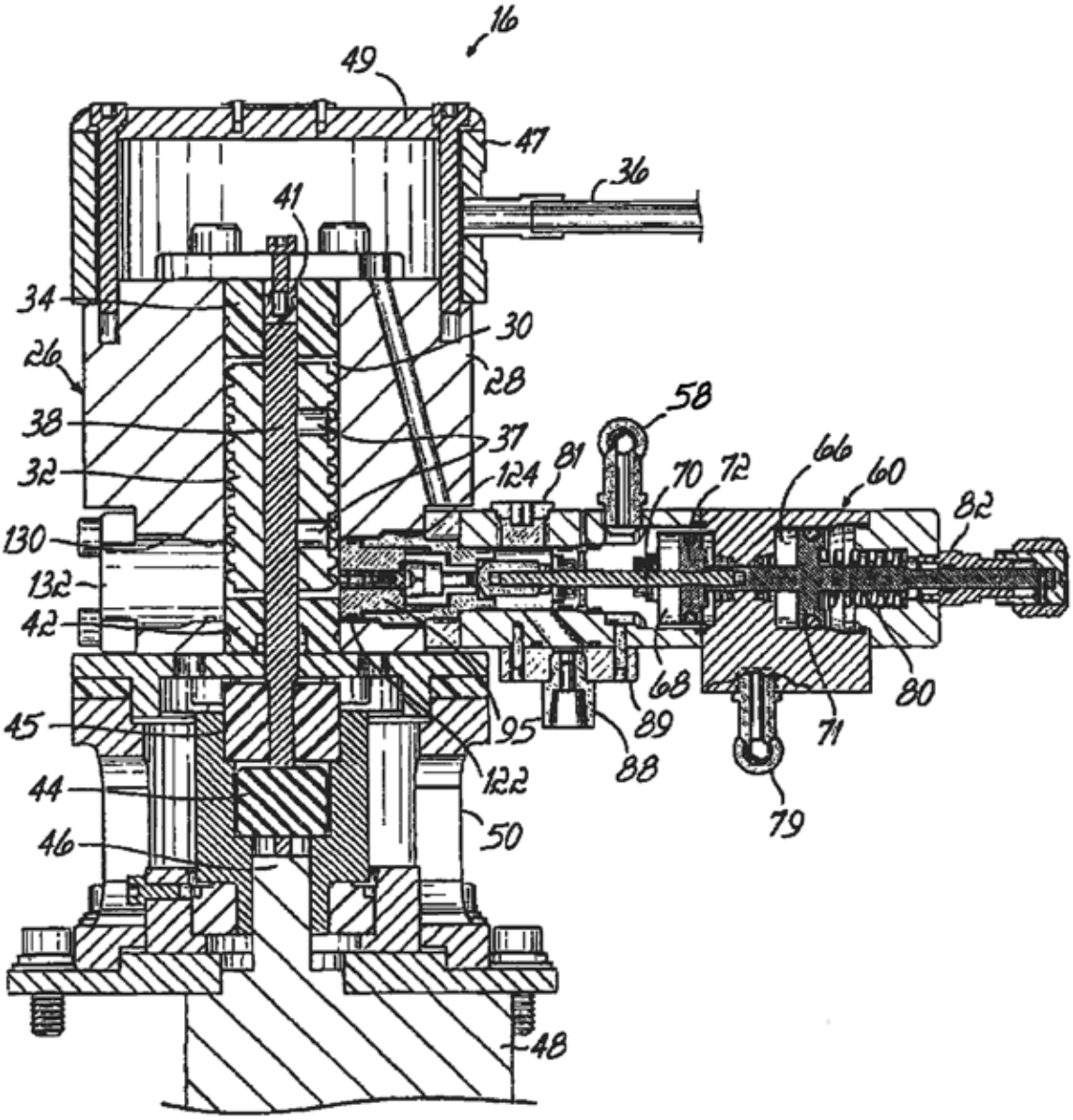
16
49
47
36
41
34
30
26
28
58
38
37
81
66
32
124
70
72
60
82
130
132
42
68
80
45
95
89
71
88
44
122
79
46
50
48

FIG. 5

6/10

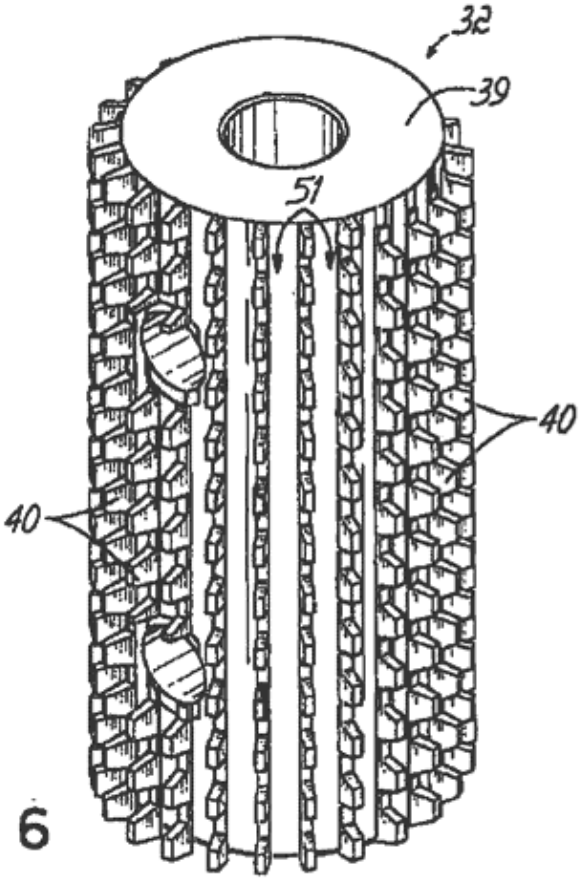

FIG. 6

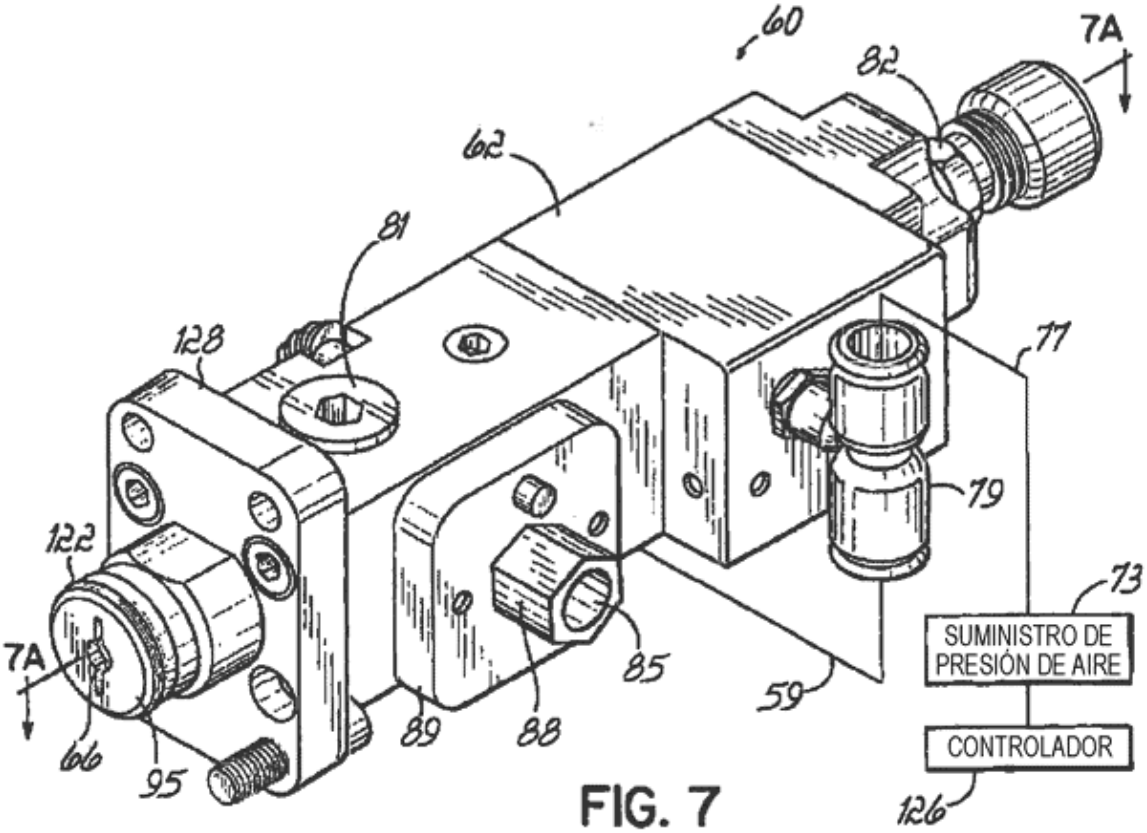

FIG. 7

7/10

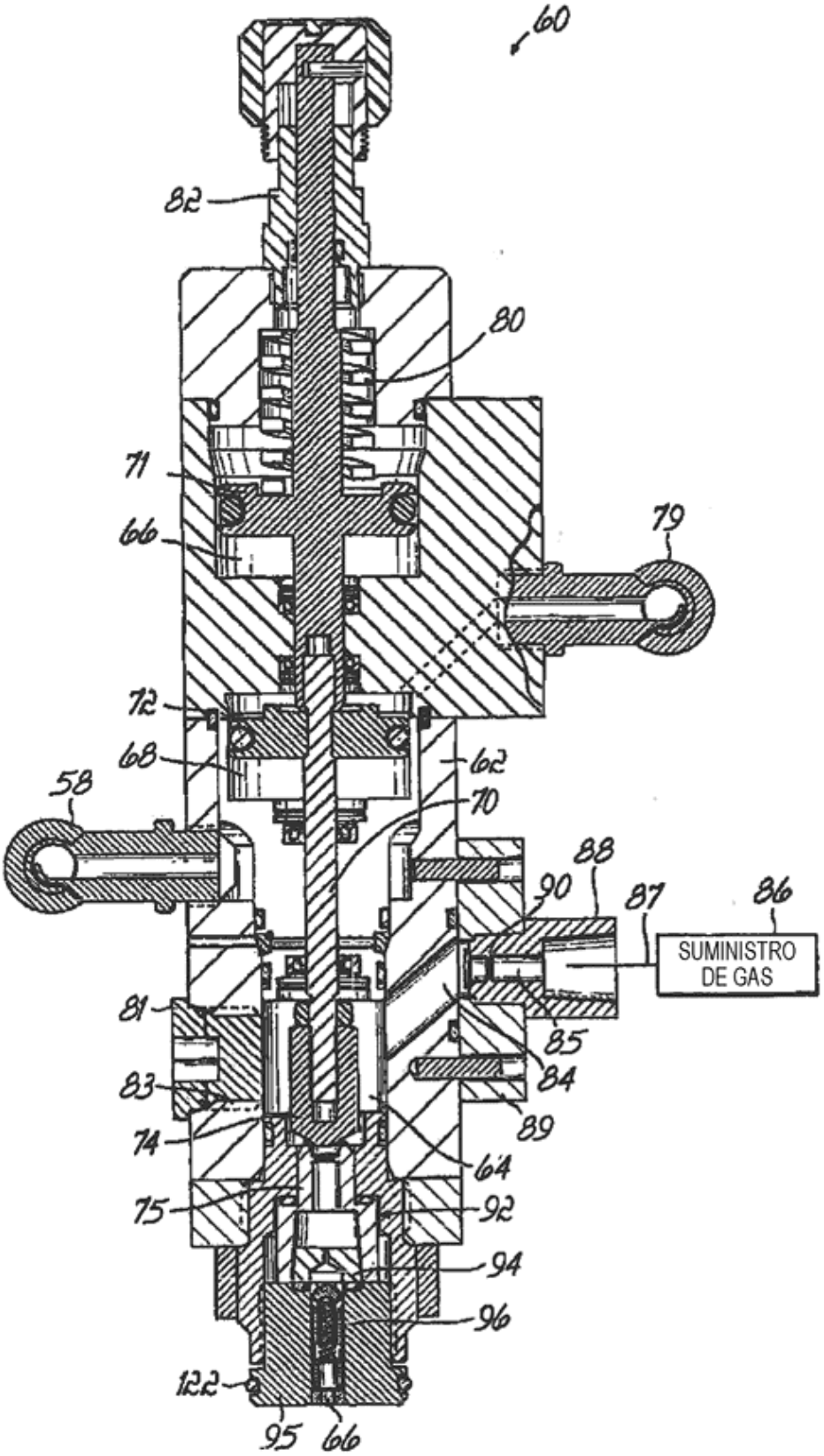
60
82
80
71
66
79
72
68
62
58
70
88
90
87
86
SUMINISTRO DE GAS
81
85
83
84
89
74
64
75
92
94
96
122
95
66

FIG. 7A

8/10

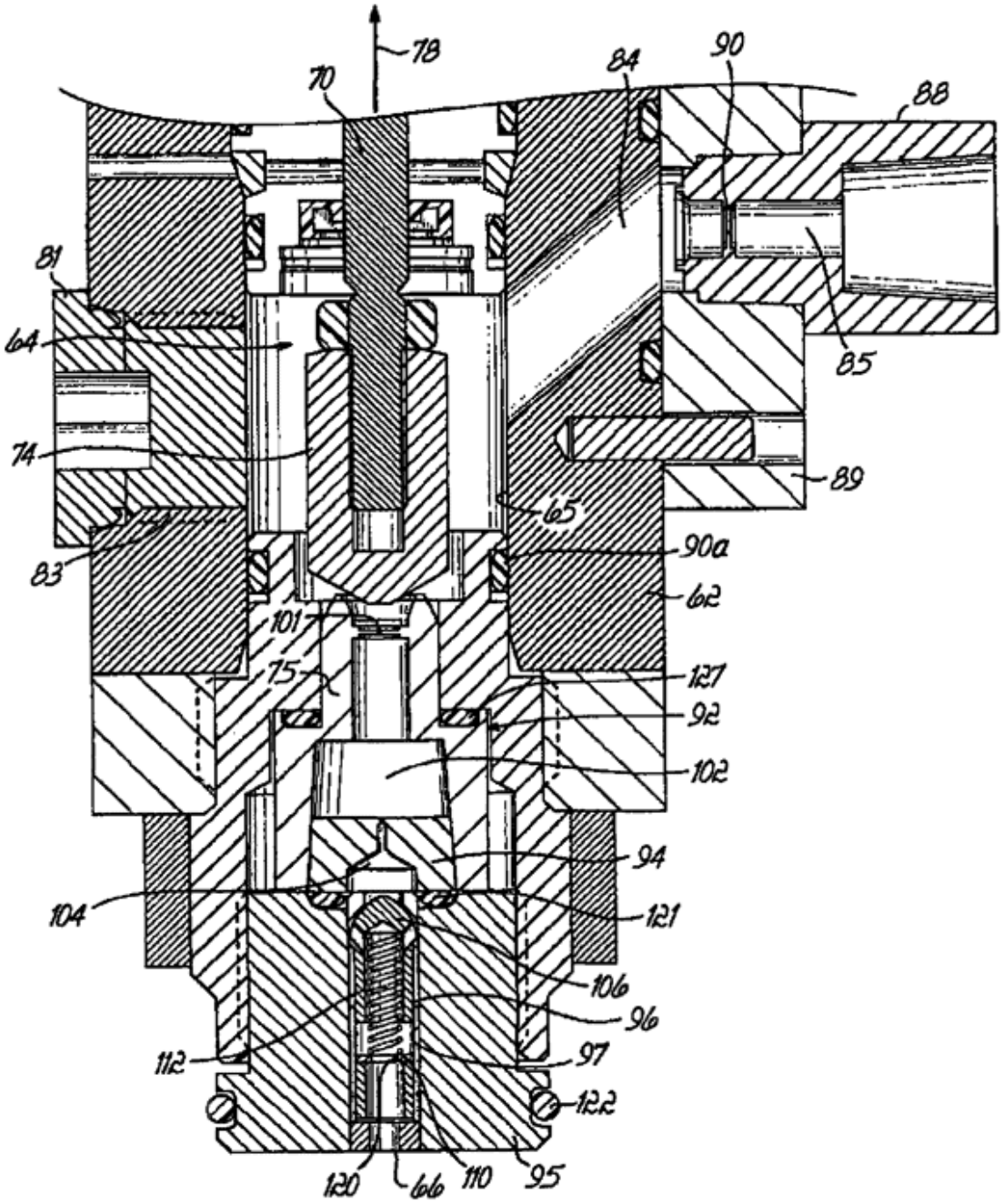
78
70
84
90
88
81
64
85
74
89
65
83
90a
62
101
75
127
92
102
94
104
121
106
96
112
97
122
120
66
110
95

FIG. 8

9/10

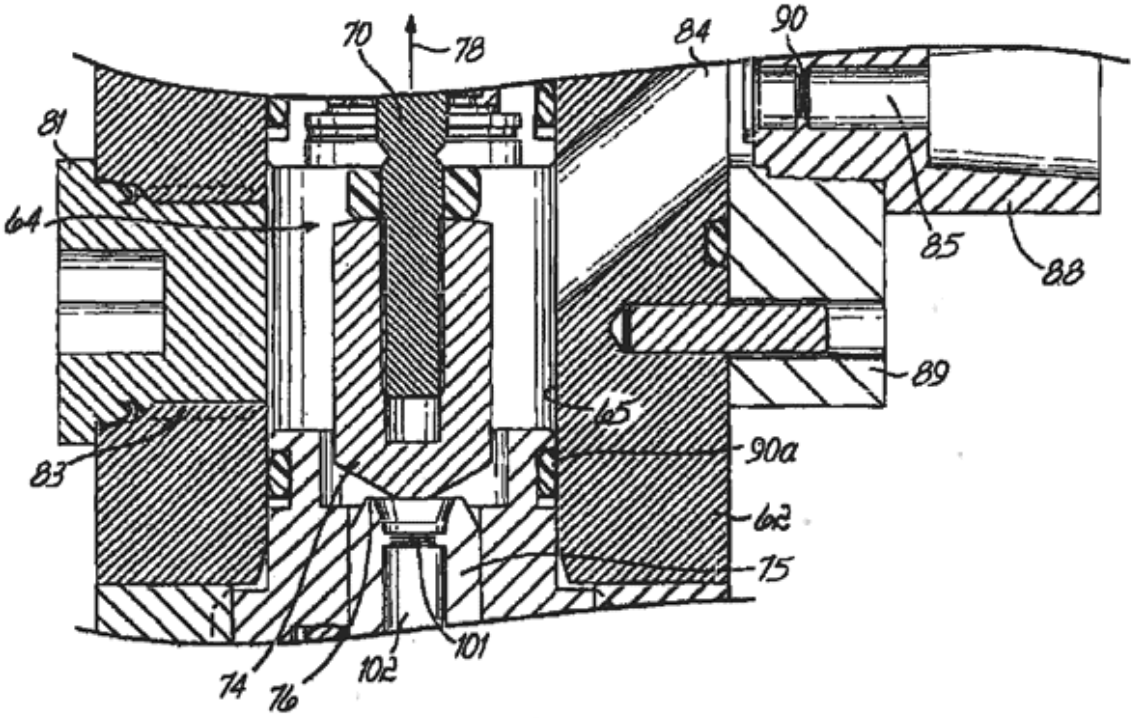

FIG. 9

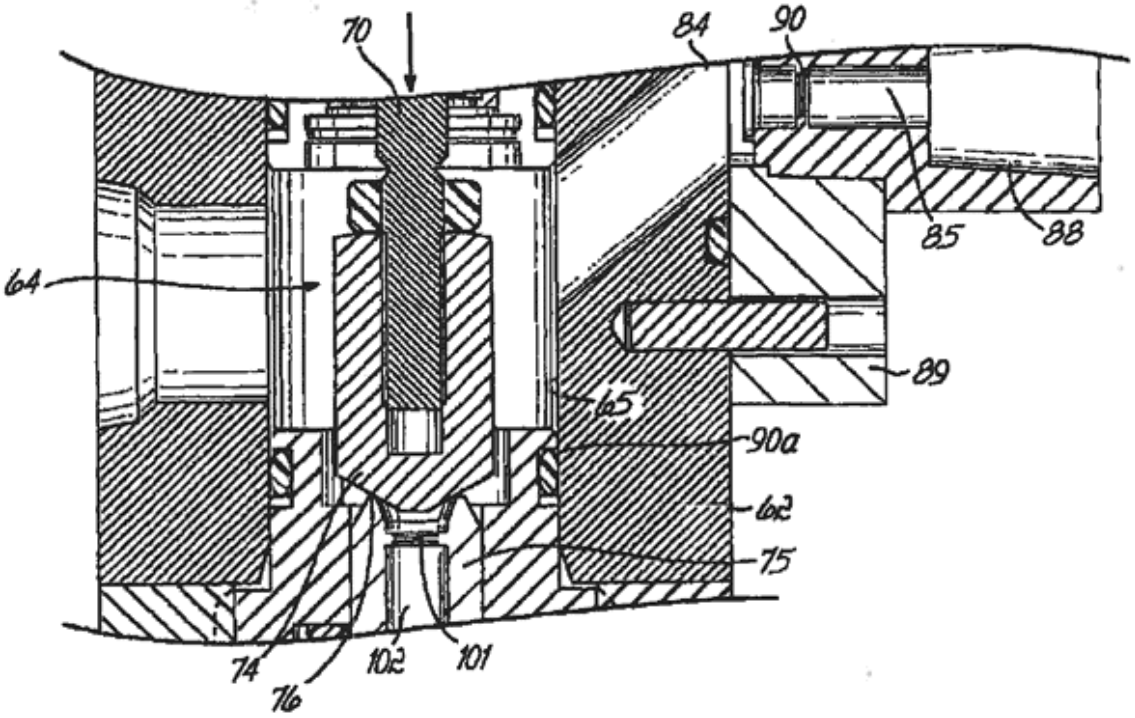

FIG. 10

10/10

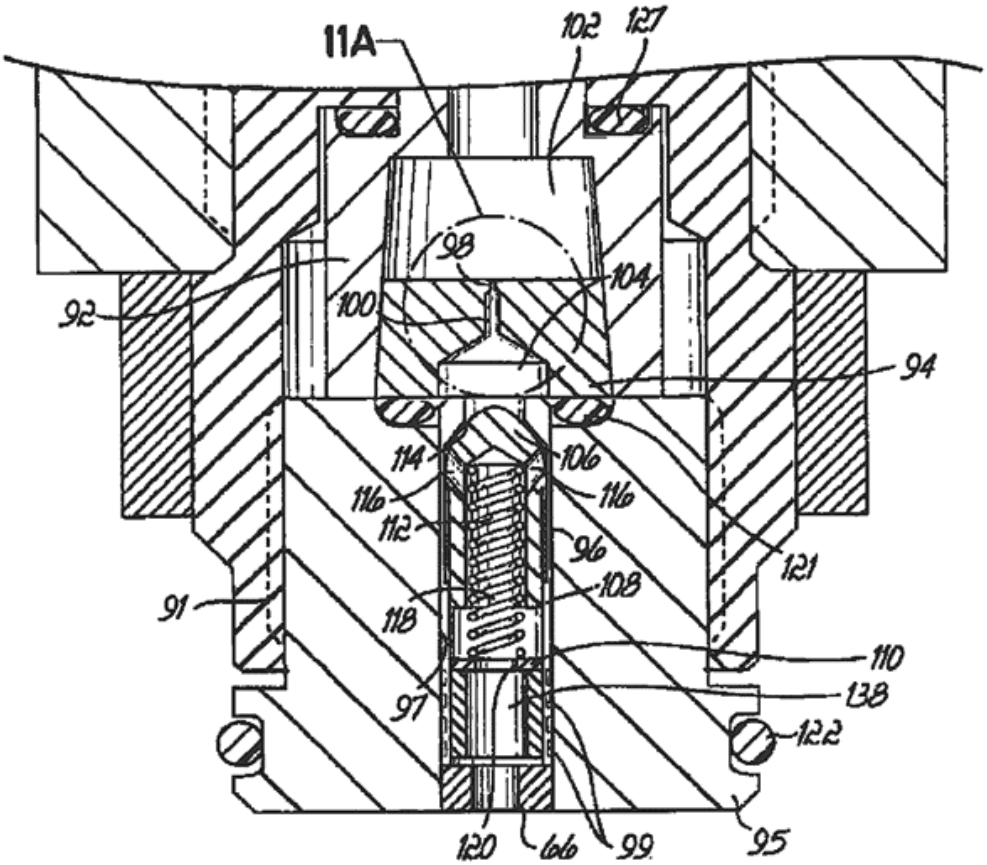

FIG. 11

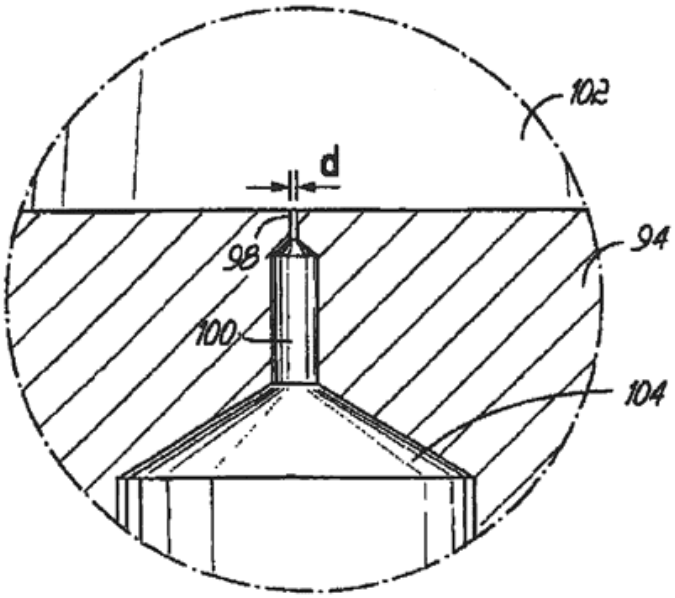

FIG. 11A