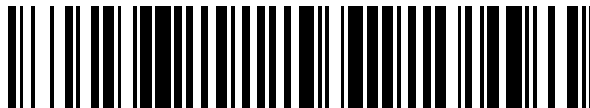


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 400 978**

51 Int. Cl.:

B24C 3/32 (2006.01)

B24C 5/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.09.2008 E 08799501 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2012 EP 2212059**

54 Título: **Sistema de tobera de perfil bajo para la formación de chorros de fluido dirigidos lateralmente**

30 Prioridad:

18.09.2007 US 901961

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

15.04.2013

73 Titular/es:

**FLOW INTERNATIONAL CORPORATION (100.0%)
23500 - 64TH AVENUE SOUTH
KENT, WA 98032, US**

72 Inventor/es:

**HASHISH, MOHAMED;
CRAIGEN, STEVE;
SCHUMAN, BRUCE;
ULLRICH, ECKHARDT y
OROVA, JENO**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 400 978 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

Sistema de tobera de perfil bajo para la formación de chorros de fluido dirigidos lateralmente.

Antecedentes de la invención

Campo de la invención

- 5 La invención presente se refiere en general a aparatos para generar chorros de fluido y, en particular, a aparatos para generar chorros de fluido de alta presión dirigidos lateralmente.

Descripción de la técnica afín

10 Los sistemas de chorro de fluido convencionales han sido usados para limpiar, cortar, o tratar piezas a ser elaboradas presurizando fluido y luego descargando el fluido presurizado contra las piezas a ser elaboradas. Con frecuencia, los sistemas de chorro de fluido tienen sistemas de tobera recta que requieren una holgura operativa significativa alrededor de la pieza a ser elaborada y, en consecuencia, pueden no ser adecuados para tratar piezas a ser elaboradas en lugares remotos o dentro de espacios reducidos.

15 Por ejemplo, los sistemas de tobera son con frecuencia esbeltos y tienen longitudes axiales grandes lo que los hace inadecuados para tratar muchos tipos de piezas a ser elaboradas. Un sistema de tobera convencional puede tener un largo tubo de alimentación recto, una cabeza de corte y un largo tubo de mezcla recto alineados con y aguas abajo del tubo de alimentación. Un orificio de piedra preciosa puede estar situado entre el tubo de alimentación y el tubo de mezcla dentro de la cabeza de corte. Durante el tratamiento el fluido fluye a lo largo de un camino lineal extremadamente largo que se extiende a través del tubo de alimentación, orificio, y tubo de mezcla dispuestos linealmente.

20 Además, dichos sistemas de tobera lineales, también sistemas de tobera en ángulo, son conocidos, por ejemplo, por la patente alemana DE 20 2005018 108 U1. Este documento describe una cabeza de tobera hecha de dos componentes independientes que están fijados uno a otro por medio de tornillos. Ambos componentes comprenden rebajos formados en lados adyacentes en los que está dispuesto un orificio de tobera. El flujo de fluido es redirigido por medio de un ángulo formado en el conducto de flujo de fluido para que el fluido presurizado salga de la cabeza de tobera en otra dirección distinta de la que es distribuido.

25 Los chorros de fluido pueden ser usados para tratar varios tipos de piezas a ser elaboradas, tales como componentes de avión. Desgraciadamente, numerosos sitios de componentes de avión proporcionan una holgura mínima. Puede resultar difícil o imposible tratar adecuadamente estas zonas debido a la gran longitud axial conjunta de los sistemas de tobera de chorro de fluido convencionales. Por ejemplo, los largueros de avión pueden tener bordes de unos 38,1 mm entre sí. Las toberas convencionales tienen longitudes axiales mayores de 38,1 mm y, en consecuencia, no son adecuadas para ser usadas en espacios tan reducidos. Otros tipos de piezas para ser elaboradas pueden de igual manera tener configuraciones a las que no se puede acceder adecuadamente mediante sistemas de chorro de fluido tradicionales.

35 La descripción presente está dirigida a superar uno o más de los inconvenientes explicados anteriormente, y/o a proporcionar ventajas no relacionadas o relacionadas adicionales mediante el sistema de tobera de perfil bajo que tiene las configuraciones de la reivindicación independiente 1.

Resumen breve de la invención

40 Algunas realizaciones de sistemas de tobera de perfil bajo descritas en la memoria presente incluyen el desarrollo de un sistema de descarga de chorro de fluido que tiene un sistema de tobera dimensionado para adaptarse dentro de espacios relativamente pequeños. Por ejemplo, un sistema de tobera de perfil bajo de un sistema de descarga de chorro de fluido puede ser hecho navegar a través de espacios estrechos para acceder a una región objeto, incluso a regiones interiores remotas de una pieza a ser elaborada. Los sistemas de tobera de perfil bajo pueden adaptarse dentro de varias configuraciones que incluyen, sin estar limitadas a, aberturas, orificios, canales, espacios de separación, cámaras, cavidades, y similares, así como otras configuraciones que pueden proporcionar acceso a un lugar objeto. Durante una secuencia de tratamiento única, el sistema de tobera puede pasar a través de cualquier número de configuraciones de varios tamaños y geometrías.

50 Los sistemas de tobera descritos en la memoria presente pueden descargar un chorro de fluido con una orientación basada en uno o más criterios de tratamiento, tal como una distancia de separación deseada. Diferentes sistemas de toberas pueden descargar chorros de fluido con orientaciones diferentes. Incluso aunque sistemas de dos toberas puedan tener las mismas o similares dimensiones exteriores, los sistemas de dos toberas pueden descargar chorros de fluido con orientaciones diferentes.

Los sistemas de tobera de algunas realizaciones de sistemas de tobera de perfil más bajo pueden descargar un chorro de fluido en una dirección lateral con respecto a una dirección de desplazamiento del flujo de fluido de alimentación. Debido a que el chorro de fluido es dirigido lateralmente hacia fuera, el sistema de tobera puede ser

insertado en y operado dentro de espacios relativamente pequeños. El flujo de fluido dentro del sistema de tobera puede ser redirigido una o más veces para reducir dimensiones seleccionadas del sistema de tobera. En algunas realizaciones, el flujo de fluido aguas arriba de un orificio de tobera es redirigido una vez usando, por ejemplo, un conducto en ángulo.

5 En alguna realización de sistemas de tobera de perfil bajo, una dirección primaria de desplazamiento del flujo de fluido aguas arriba del orificio de tobera no está alineada con respecto a una dirección secundaria de desplazamiento del flujo de fluido aguas abajo del orificio. En algunas realizaciones, por ejemplo, la suma de los vectores de la velocidad del flujo del chorro de fluido que sale por el orificio de tobera no está alineada con la suma de los vectores de la velocidad del flujo del flujo de fluido de un conducto de fluido de alimentación que está aguas
10 arriba del orificio de tobera.

En alguna realización de sistemas de tobera de perfil bajo, los sistemas de tobera pueden incluir una o más lumbreras de flujo secundarias situadas en varios lugares a lo largo de un camino de flujo del sistema de tobera. Los fluidos (p. ej., agua, soluciones salinas, aire, gases, y similares), medios, agentes grabadores, y otras sustancias adecuadas para descargar por medio de un sistema de tobera pueden ser descargados por medio de lumbreras de
15 flujo secundarias para alterar uno o más criterios de flujo deseados, incluyendo, sin estar limitados a, coherencia del chorro de fluido, dispersión del chorro de fluido, proporciones de los constituyentes del chorro de fluido (ya sea por peso o por volumen), turbulencia del flujo, dispersión del chorro de fluido, u otras configuraciones del flujo, así como otros parámetros de flujo relacionados con la actuación de los chorros de fluido. Las lumbreras de flujo secundarias pueden ser orientadas perpendicular u oblicuamente con respecto a la dirección del flujo de fluido que pasa a través del conducto del que se alimentan las lumbreras de flujo secundarias.
20

En algunas realizaciones de sistemas de tobera de perfil bajo, un sistema de descarga de chorro de fluido para generar un chorro de fluido abrasivo a alta presión comprende un sistema de descarga de medios configurado para descargar medio abrasivo, un sistema configurado para descargar fluido, y un sistema de tobera. El sistema de tobera incluye una entrada de medio en comunicación de fluido con el sistema de descarga de medio, una entrada
25 de fluido en comunicación de fluido con el sistema de descarga de fluido, un orificio de tobera en comunicación de fluido con la entrada de fluido y configurado para generar un chorro de fluido usando el fluido que fluye a través de la entrada de fluido, y un conducto de descarga a través del que pasa el chorro de fluido generado por el orificio de tobera. El conducto de descarga comprende una salida a través de la que el chorro de fluido sale del sistema de tobera. El sistema de tobera comprende además un conducto de flujo de fluido y un conducto de flujo de medio. El
30 conducto de flujo de fluido se extiende entre la entrada de fluido y la salida del conducto de descarga. El conducto de flujo de fluido tiene una sección aguas arriba y una sección aguas abajo. El orificio de tobera está interpuesto entre las secciones de aguas arriba y de aguas abajo de tal manera que el fluido de la sección de aguas arriba pasa a través del orificio de tobera para generar el chorro de fluido de la sección de aguas abajo. La sección de aguas arriba comprende un redirector de flujo que recibe flujo de fluido que se desplaza en una primera dirección y
35 descarga el flujo de fluido en una segunda dirección hacia el orificio de tobera. La primera dirección es sustancialmente diferente de la segunda dirección. El conducto del flujo de medio se extiende entre la entrada del medio y la sección de aguas abajo del conducto de flujo de fluido de tal manera que el medio abrasivo que pasa a través del conducto de medio es mezclado con el chorro de fluido, generado por el orificio de tobera, que pasa a lo largo de la sección de aguas abajo del conducto de flujo de fluido.

40 En algunas realizaciones de sistemas de tobera de perfil bajo, un sistema de descarga de chorro de fluido para producir un chorro de fluido abrasivo a alta presión comprende un sistema de tobera para generar un chorro de fluido abrasivo a alta presión. El sistema de tobera comprende un conducto de alimentación de fluido, un orificio de tobera, un conducto de alimentación de medio, y una salida. El conducto de alimentación de medio incluye una primera sección, una segunda sección, y un redirector de flujo entre la primera y la segunda secciones. El redirector
45 de flujo está configurado para recibir un flujo de fluido que se desplaza en una primera dirección a través de la primera sección y para dirigir el flujo de fluido en una segunda dirección en ángulo con respecto a la primera dirección. El orificio de tobera está aguas abajo de la segunda sección del conducto de alimentación de fluido y está configurado para generar un chorro de fluido. El abrasivo se descarga a través del conducto de alimentación de medio en un chorro de fluido generado por el orificio de tobera para formar un chorro de fluido de medio abrasivo a alta presión. El chorro de fluido de medio abrasivo a alta presión sale del sistema de tobera a través de la salida.
50

En algunos ejemplos se muestra un método para producir un chorro de agua abrasivo a alta presión mediante un sistema de tobera. El método comprende pasar un flujo de fluido a través de una sección aguas arriba de un conducto de fluido de alimentación del sistema de tobera. El flujo de fluido es pasado a través de una sección en
55 ángulo del conducto de fluido de alimentación de tal manera que el flujo de fluido descargado fuera de la sección en ángulo se desplaza en una dirección diferente a la del flujo de fluido aguas arriba de la sección en ángulo. El flujo de fluido es pasado también a través de un orificio de tobera. El orificio de tobera está situado aguas abajo de la sección en ángulo del conducto del fluido de alimentación. Un flujo de medio abrasivo es descargado hacia el flujo de fluido que sale del orificio de tobera para formar un chorro de agua abrasivo a alta presión.

Descripción breve de las diversas vistas de los dibujos

5 En los dibujos se usan los mismos números de referencia para identificar elementos o actos similares. Los tamaños y posiciones relativas de los elementos de los dibujos no han sido necesariamente dibujados a escala. Por ejemplo, las formas de varios elementos y ángulos pueden no estar dibujadas a escala, y alguno de estos elementos puede estar arbitrariamente agrandado y situado para mejorar la legibilidad del dibujo.

La Figura 1 es una vista en alzado de un sistema de descarga de chorro de fluido tratando una pieza a ser elaborada, según una de las realizaciones ilustradas.

La Figura 2 es una vista en alzado de un sistema de tobera de perfil bajo, en donde algunos componentes internos del sistema de tobera están dibujados con líneas de trazos.

10 La Figura 3A es una vista en sección transversal parcial de un sistema de tobera de perfil bajo para un sistema de descarga de chorro de fluido, según una realización.

La Figura 3B es una vista en sección transversal del sistema de tobera de perfil bajo de la Figura 3A.

La Figura 4 es una vista en alzado lateral de una montura de orificio, según una realización.

15 La Figura 5 es una vista en sección transversal de la montura de orificio de la Figura 4 tomada a lo largo de la línea 5-5 de la Figura 4.

La Figura 6 es una vista en sección transversal de una montura de orificio según una realización.

La Figura 7 es una vista en sección transversal de un ejemplo de una montura de orificio.

La Figura 8 es una vista en sección transversal de un sistema de tobera generando un chorro de fluido dirigido lateralmente tratando una pieza a ser elaborada, según una realización.

20 La Figura 9 es una vista en sección transversal de un sistema de tobera generando un chorro de fluido dirigido lateralmente tratando una pieza a ser elaborada, según otra realización.

La Figura 10 es una vista en sección transversal de un sistema de tobera con una lumbrera secundaria para una cámara de mezcla, según una realización.

25 Las Figuras 11-13 son vistas en sección transversal de porciones de sistemas de tobera, según algunas realizaciones.

La Figura 14 es una vista en sección transversal de un ejemplo de sistema de tobera que tiene un conjunto de orificio retirable.

La Figura 15 es una vista del fondo del sistema de tobera de la Figura 14.

30 La Figura 16 es una vista en sección transversal del cuerpo principal de tobera y una vista en despiece ordenado de un conjunto de orificio retirado del cuerpo principal de tobera.

La Figura 17 es una vista en sección transversal de un ejemplo de un sistema de tobera que tiene un conjunto de orificio retirable.

La Figura 18 es una vista en sección transversal de un sistema de tobera modular, según una realización.

Descripción detallada de la invención

35 La descripción siguiente se refiere a sistemas para generar y descargar chorros de fluido adecuados para limpiar, realizar abrasión, cortar, fresar, o realizar otro tratamiento a las piezas a ser elaboradas. Los chorros de fluido pueden ser usados para tratar convenientemente una amplia variedad de configuraciones que tienen diferentes formas, tamaños, y caminos de acceso. Por ejemplo, un sistema de descarga de chorro de fluido puede tener un sistema de tobera para descargar a través de aberturas, canales u orificios profundos o estrechos, así como otros
40 lugares de acceso difícil, además de lugares de acceso fácil (p. ej., una superficie exterior de una pieza a ser elaborada). Se describen sistemas de descarga de chorro de fluido con sistemas de tobera de perfil bajo en el contexto de regiones de tratamiento de piezas a ser elaboradas con holguras mínimas porque tienen una utilidad particular en este contexto. Por ejemplo, los sistemas de tobera de perfil bajo pueden ser hechos navegar dentro y a través de piezas relativamente pequeñas para acceder y luego tratar regiones interiores remotas de la pieza a ser
45 elaborada.

La Figura 1 muestra un sistema de descarga de chorro de fluido 100 para tratar una pieza 102, ilustrada como un miembro generalmente con forma de U con paredes laterales en oposición 120, 122 que definen un canal bastante estrecho 124. En general, el sistema de descarga de chorro de fluido 100 incluye un sistema de tobera de perfil bajo 130 configurado para generar un chorro de fluido 134 capaz de tratar una amplia variedad de materiales. El chorro

de fluido 134 puede estar orientado a un ángulo seleccionado con respecto a la dirección de desplazamiento del flujo de fluido del sistema de tobera aguas arriba del orificio de tobera y/o a la dirección de movimiento del sistema de tobera.

5 El chorro de fluido ilustrado 134 está dirigido en una dirección que no está alineada con respecto a un eje longitudinal 136 del sistema de tobera 130, reduciendo de esta manera la holgura operativa del sistema de tobera 130 en comparación con la holgura operativa de las toberas convencionales. El sistema de tobera 130 puede tener una dimensión D_C relativamente pequeña para reducir la holgura necesaria para tratar la pieza a ser elaborada 102 y, en algunas realizaciones, para reducir también una distancia entre una porción trasera del sistema de tobera 130 y la superficie 152 a ser tratada. La dimensión D_C puede ser más pequeña que una longitud en la dirección longitudinal de una tobera convencional dispuesta linealmente. Como se usa en la memoria presente, y se explica a continuación, la expresión "chorro de fluido" puede referirse a un chorro que comprende fluido solamente (o una mezcla de fluidos) o un chorro de fluido de medio que comprende a la vez fluido y medio. Un chorro de fluido que comprende sólo fluido puede estar bien adaptado a limpiar o a texturizar efectivamente un sustrato. Un chorro de fluido de medio puede incluir medios (p. ej., partículas abrasivas) arrastrados dentro de varios tipos de fluidos, como se detalla adicionalmente a continuación. Un chorro de fluido con medios que comprenden un medio en forma de abrasivo puede ser denominado en general como un chorro de fluido abrasivo.

20 El sistema de descarga de chorro de fluido 100 puede incluir una fuente de fluido a presión 138 configurada para presurizar un fluido usado para producir el chorro de fluido 134 y una fuente de medio 140 configurada para suministrar el medio. En algunas realizaciones, incluyendo la realización ilustrada de la Figura 1, el fluido presurizado procedente de la fuente de fluido a presión 138 fluye a través de un sistema de descarga de fluido 144 y dentro del sistema de tobera 130. El medio procedente de la fuente de medio 140 fluye a través de un sistema de descarga de medio 146 y dentro del sistema de tobera 130. El sistema de tobera 130 combina el medio y el fluido y a continuación genera el chorro de fluido dirigido hacia fuera 134 con forma de un chorro de fluido abrasivo (ilustrado con una orientación generalmente horizontal).

25 Aunque el sistema de tobera ilustrado 130 está situado entre las paredes laterales 120, 122 y se extiende verticalmente, el sistema de tobera puede tener otras orientaciones. El sistema de descarga de medio 146, el sistema de descarga de fluido 144, y el sistema de tobera 130 pueden cooperar para generar chorros de fluido con varias orientaciones, y pueden conseguir también un amplio intervalo de parámetros de flujo del chorro de fluido, incluyendo, sin estar limitados a, régimen del flujo volumétrico, velocidad del flujo, nivel de homogeneidad del chorro de fluido 134, composición del chorro de fluido 134 (p. ej., relación de medio al fluido presurizado), y combinaciones de éstos.

35 Varios tipos de piezas a ser elaboradas pueden ser procesados con el sistema de descarga de chorro de fluido 100. La pieza a ser elaborada 102 ilustrada en la Figura 1 tiene un par de paredes separadas 120, 122 y una base 123 que se extiende entre las paredes laterales 120, 122. El sistema de tobera 130 está situado en el canal 124 y tiene una anchura relativamente pequeña D_w . Dichos canales 124 son inadecuados para recibir sistemas de tobera tradicionales con alturas superiores a la anchura D_w . El sistema de tobera 130 puede permanecer separado de las paredes laterales 120, 122 mientras que el chorro de fluido 134 es descargado contra la superficie 152 a ser tratada. Debido a que el sistema de tobera 130 tiene una dimensión D_C , relativamente pequeña, el sistema de tobera 130 puede ser hecho navegar convenientemente a través del canal 124 sin hacer contacto con, y posiblemente dañar o estropear a, una o ambas paredes laterales 120, 122, incluso aunque mantenga unas distancias de separación deseables.

45 La pieza a ser elaborada 102 puede estar formada, total o parcialmente, de uno o más metales (p. ej., acero, titanio, aluminio, y similares), materiales compuestos (p. ej., materiales compuestos reforzados con fibra, materiales compuestos de cerámica-metal, y similares), polímeros, plásticos, o cerámicas, así como otros materiales que pueden ser tratados con un chorro de fluido. Los subsistemas, subconjuntos, componentes, y configuraciones del sistema de descarga de chorro de fluido 100 explicados a continuación pueden ser modificados o alterados según la configuración de la pieza a ser elaborada y de las características a ser tratadas.

50 La orientación del sistema de tobera 130 puede ser seleccionada según los caminos de acceso para alcanzar la región objeto. Por consiguiente, ha de entenderse que el sistema de tobera 130 puede tener una variedad de orientaciones deseadas, incluyendo una generalmente vertical (ilustrada en la Figura 1), generalmente horizontal (véase, p. ej., las Figuras 8, 9 y 18), o puede tener una orientación cualquiera entre ellas. Así, el sistema de tobera 130 puede tener un amplio intervalo de posiciones diferentes durante una rutina de tratamiento.

55 El sistema de tobera 130 de la Figura 1 puede estar destinado a presiones ultra altas, presiones medias, presiones bajas, o combinaciones de éstas. Los sistemas de tobera de presión ultra alta pueden operar a presiones iguales a o superiores a 276 MPa aproximadamente. Las toberas de presión ultra alta están especialmente bien adaptadas a cortar o a fresar materiales duros (p. ej., metales tales como acero o aluminio). La pieza a ser elaborada ilustrada 102 puede comprender un material duro, que es cortado rápidamente con el chorro de fluido ultra alto. Las toberas de presión media pueden operar a una presión dentro del intervalo de 103 MPa aproximadamente hasta 276 MPa aproximadamente. Las toberas de presión media que operan a una presión por debajo de los 276 MPa están especialmente bien adaptadas para tratar materiales blandos, tales como materiales plásticos. Las toberas de baja

presión pueden operar a una presión inferior a 103 MPa aproximadamente. El sistema de tobera 130 puede ser usado también con fluido a otras presiones de trabajo.

5 Siguiendo con la referencia a la Figura 1, la fuente de medio 140 puede contener un medio en la forma de un abrasivo que es finalmente arrastrado por el chorro de fluido 134. Aunque pueden usarse muchos tipos de abrasivos diferentes, algunas realizaciones usan partículas del orden de una malla de 120 aproximadamente ó más fina. Por ejemplo, en algunas realizaciones, las partículas (p. ej., granate) son del orden de una malla de 80 aproximadamente ó más fina. El tamaño particular de los abrasivos puede ser seleccionado según el régimen de abrasión, régimen de corte, textura de la superficie deseada, y similares. El abrasivo puede ser seco o húmedo (p. ej., un abrasivo húmedo en una forma acuosa) dependiendo de si el chorro de fluido 134 erosiona, texturiza, corta, graba, pule, limpia o realiza otro tratamiento. La fuente de medio 140 puede tener también otros tipos de medios. Por ejemplo, el medio de la fuente 140 puede ser un fluido (p. ej., líquido, gas, o una mezcla de éstos) usado para limpiar, pulir, cortar, grabar, y similares. Por ejemplo, el medio puede ser un fluido o ácido para grabar (p. ej., ácido clorhídrico, ácido nítrico, ácido fluorhídrico, ácido sulfúrico, ácido fluorosulfúrico, y otros fluidos capaces de retirar material de la pieza a elaborar).

10 El sistema de descarga de medio ilustrado 146 se extiende desde la fuente de medio 140 al sistema de tobera 130 y, en una realización, incluye un conducto intermedio 160 que se extiende entre la fuente de medio 140 y un aislante de aire opcional 162. Como se muestra en las Figuras 1-3A, la línea de alimentación de medio 170 tiene un extremo aguas arriba 172 y un extremo aguas abajo 174 acoplados al aislante de aire 162 y una entrada de medio 200 del sistema de tobera 130 (Figura 3A), respectivamente. El medio procedente de la fuente de medio 140 puede pasar a través del conducto intermedio 160, aislante de aire 162, y línea de alimentación 170 y a continuación pasar al interior de la entrada de medio 200.

15 El régimen del flujo de medio dentro del sistema de tobera 130 puede ser aumentado o disminuido según el proceso de manufacturación. En algunas realizaciones, el medio es abrasivo y el régimen del flujo de abrasivo es igual a o menor que 3,2 kg/min, 2,3 kg/min, 0,5 kg/min, ó 0,23 kg/min aproximadamente, o intervalos que incluyen dichos regímenes de flujo. En algunas realizaciones, el régimen del flujo de abrasivo es igual a o menor que 0,5 kg/min aproximadamente para producir el chorro de fluido abrasivo 134 que está especialmente bien adaptado para tratar con precisión el material objeto con un impacto mínimo sobre otro material no objeto en la proximidad del material objeto.

20 Un sistema de actuación puede trasladar y/o hacer que el sistema de tobera 130 gire según se desee o se necesite. En algunas realizaciones, incluyendo la realización ilustrada de la Figura 1, hay dispuesto un sistema de actuación 199 para mover selectivamente el conjunto de tobera 130 con respecto a la pieza a ser elaborada 102. El sistema de actuación 199 puede ser de la forma de una mesa de posicionamiento X-Y-Z conducida por un par de mecanismos de conducción. La mesa de posicionamiento puede tener cualquier número de grados de libertad. Unos motores (p. ej., motores de pasos) pueden conducir la mesa para controlar el movimiento del sistema de tobera 130. Pueden usarse otros tipos de sistemas de posicionamiento que emplean correderas lineales, sistemas de raíl, motores, y similares para mover y actuar selectivamente el sistema de tobera 130 según se necesite o se desee. La patente americana U.S. Nº 6.000.308, que se incorpora en su totalidad en la memoria presente como referencia, describe sistemas, componentes, y mecanismos que pueden ser usados para controlar el sistema de tobera 130.

25 La Figura 2 muestra el sistema de tobera 130 que incluye un conducto de flujo de fluido 217 y un conducto de flujo de medio 219. Según se usa en la memoria presente, la expresión "conducto" es una expresión amplia e incluye, pero no está limitada a, un tubo, manguera, orificio, canal, u otra estructura adecuada para conducir una sustancia, tal como fluido o medio. Un cuerpo principal de tobera 260 puede definir por sí mismo una porción al menos del conducto de flujo de fluido 217. Por ejemplo, se puede retirar material del cuerpo principal de tobera 260 para formar una sección del conducto de flujo de fluido 217 situada aguas arriba de un redirector de flujo en ángulo 221. El conducto de flujo de fluido ilustrado 217 de la Figura 2 incluye una sección aguas arriba con forma de L 312 y una sección aguas abajo 314. La sección de aguas arriba 312 del conducto de flujo de fluido 217 puede incluir el redirector de flujo 221 con la forma de un codo. Las Figuras 2 y 3A muestran un conducto de flujo de fluido 217 que se extiende entre la entrada de fluido 270 y el conjunto de mezcla 240.

30 El redirector de flujo 221 de las Figuras 2 y 3A es una sección no lineal (p. ej., una sección en ángulo) del conducto del flujo de fluido 217 formado por medio de un tratamiento de flexión. En algunas realizaciones, el redirector de flujo 221 es un codo en ángulo u otro tipo de accesorio fijo o variable. Así, el redirector de flujo 221 y las secciones de aguas arriba y de aguas abajo 312, 314 pueden ser de una construcción de una sola pieza o de múltiples piezas.

35 El redirector de flujo 221 de la Figura 2 puede recibir fluido que pasa a través de la sección de aguas arriba 312 en una primera dirección (indicada por la flecha 227) y descargar el fluido en una segunda dirección (indicada por la flecha 229) hacia un orificio de tobera 318. La sección de aguas abajo 314 se extiende entre una salida 274 y el orificio de tobera 318. El orificio de tobera 318 está situado entre las secciones de aguas arriba y de aguas abajo 312, 314 de tal manera que el fluido procedente de la sección de aguas arriba 312 pasa a través del orificio de tobera 318 para generar el chorro de fluido que pasa dentro de la sección de aguas abajo 314.

Una distancia D_{OE} entre el orificio de tobera 318 y la salida 274 puede ser seleccionada según la amplitud de la holgura para tratar la pieza a ser elaborada. La distancia D_{OE} puede ser igual a o menor que 5,08 cm aproximadamente. En algunas realizaciones, la distancia D_{OE} puede ser igual a o menor que 3,81 cm aproximadamente. En algunas realizaciones, la distancia D_{OE} está dentro del intervalo de 2,54 cm aproximadamente hasta 7,62 cm aproximadamente. En algunas realizaciones, la distancia D_{OE} está dentro del intervalo de 1,90 cm aproximadamente hasta 5,08 cm aproximadamente. También son posibles otras dimensiones.

El orificio de tobera 318 de la Figura 2 tiene una línea central 323 cerca del borde o superficie más exterior 327 del sistema de tobera 130. Se puede minimizar una longitud L_1 entre el centro de línea 323 y el borde 327 para aumentar la flexibilidad del proceso. En sí, una longitud L_2 desde la línea central 323 hasta la pieza a ser elaborada 120 puede ser relativamente pequeña para tener acceso a lugares sin mucha holgura. Para una mayor flexibilidad del tratamiento, la longitud L_1 es menor que 12,7 mm aproximadamente. En algunas realizaciones, la longitud L_1 es menor que 3,81 mm aproximadamente para tratar configuraciones relativamente pequeñas. En algunas realizaciones, la longitud L_1 es 2,54 mm aproximadamente para que el sistema de tobera 130 pueda tratar convenientemente el rincón 331 de la pieza a ser elaborada 102. En algunas realizaciones, la longitud L_1 es mayor que 2,54 mm aproximadamente para tratar piezas a ser elaboradas con mayor holgura. Otras longitudes L_1 son también posibles. Varios tipos de componentes fluidos pueden formar porciones del conducto de flujo de fluido 217. La Figura 3A muestra la sección de aguas abajo 314 del conducto de flujo de fluido 217 que incluye un conjunto de mezcla 240 y un conducto de descarga 250. El conjunto de mezcla 240 de la Figura 3A está en comunicación con un conjunto de alimentación de fluido 220 y un conjunto de alimentación de medio 230. El conducto de descarga 250 está situado aguas abajo del conjunto de mezcla 240 y está configurado para generar el chorro de fluido ilustrado 134.

En general, el fluido fluye a través del conjunto de alimentación de fluido 220 y dentro del conjunto de mezcla 240. El medio puede pasar a través del conjunto de alimentación de medio 230 y dentro del conjunto de mezcla 240 de tal manera que una cantidad seleccionada de medio 484 es arrastrada por el flujo de fluido 485 que pasa a través del conjunto de mezcla 240. El fluido y el medio arrastrado fluyen a continuación a través del conducto de descarga 250 formando de esta manera el chorro de fluido 134. El conjunto de alimentación de fluido 220, el conjunto de alimentación de medio 230, y el conjunto de mezcla 240 están dispuestos en el cuerpo o alojamiento principal 260 del conjunto de tobera 130.

El conjunto de alimentación de fluido 220 de la Figura 3A incluye una entrada de fluido 270 acoplada a una línea de alimentación de fluido 272 del sistema de descarga de fluido 144. Como se describe en la memoria presente, la expresión "entrada" es una expresión amplia que incluye, sin estar limitada a, una configuración que sirve como una entrada. Entradas ejemplares pueden incluir, pero no están limitadas a, conectores (ya sean roscados o sin roscar), orificios (p. ej., un orificio roscado internamente), pasos, y otros tipos de componentes adecuados para recibir una sustancia que puede fluir. La entrada de fluido ilustrada 270 es un conector que tiene un canal 280, una porción de montura 290 temporal o permanentemente acoplada al cuerpo principal de tobera 260, y una porción de acoplamiento 300 temporal o permanentemente acoplada a la línea de alimentación del fluido 272.

Haciendo referencia a las Figuras 3A y 3B, la sección de aguas arriba 312 del conducto de flujo de fluido 217 incluye una primera sección 317 que se extiende aguas arriba desde el redirector de flujo 221 y una segunda sección 319 que se extiende aguas abajo desde el redirector de flujo 221. En general, una porción sustancial de la primera sección 317 se extiende principalmente en una primera dirección (indicada por las flechas 334). La segunda sección de aguas abajo 319 se extiende principalmente en una segunda dirección (indicada por las flechas 336) diferente de la primera dirección. El redirector de flujo ilustrado 221 puede guiar fluido desde la primera sección 317 hasta la segunda sección 319, y de esta manera reduce la holgura de trabajo necesaria para operar el sistema de tobera 130 en comparación con la holgura de trabajo requerida para operar sistemas de tobera convencionales dispuestos linealmente.

En algunas realizaciones, incluyendo la realización ilustrada en la Figura 3B, el redirector de flujo 221 define un ángulo α entre la primera y segunda secciones 317, 319. El ángulo α ilustrado es de 90 grados aproximadamente. El flujo redirector puede definir también otros ángulos α según se explica haciendo referencia a las figuras 8 y 9. Adicionalmente, el sistema de tobera 130 puede tener más de un redirector de flujo 221.

Como se aprecia mejor en la Figura 3B, el conjunto de mezcla 240 incluye el orificio de tobera 318 para producir un chorro de fluido, una cámara de mezcla 380, y una montura de orificio 390 situados entre el orificio de tobera 318 y la cámara de mezcla 380. La expresión "orificio de tobera" según se usa en la memoria presente se refiere en general, pero no está limitada a, un componente o configuración que tiene una abertura o hueco que produce un chorro de fluido adecuado para tratar una pieza. Varios tipos de piedras preciosas, dispositivos que producen chorro de fluido, o dispositivos que producen chorro de corte, pueden ser usados para conseguir las configuraciones de flujo deseadas del chorro de fluido 134. En algunas realizaciones, un orificio del orificio de tobera 318 tiene un diámetro dentro del intervalo de unos 0,025 mm aproximadamente hasta unos 0,5 mm aproximadamente. Pueden usarse también orificios de tobera con orificios que tengan otros diámetros, si es necesario o si así se desea.

Un miembro de cierre 400 puede formar un cierre hermético para reducir, limitar, o eliminar sustancialmente cualquier escape de fluido al conjunto de mezcla 240. El miembro de cierre ilustrado 400 es generalmente un

miembro compresible anular que rodea el orificio de tobera 318 sellando de esta manera la interfaz entre el orificio de tobera 318 y el cuerpo principal de tobera 260. Adicionalmente, el miembro de cierre 400 puede ayudar a mantener el orificio de tobera 318 en una posición deseada. Para formar el miembro de cierre 400 pueden usarse polímeros, cauchos, metales, y combinaciones de éstos.

5 El sistema de tobera 130 puede emplear varios tipos de monturas de orificio. Las Figuras 4 y 5 muestran la montura de orificio 390 que incluye un cuerpo principal de la montura 410 y un tubo de guía 458 que sobresale hacia fuera desde el cuerpo principal de la montura 410. El tubo de guía 458 puede estar temporal o permanentemente acoplado al cuerpo principal de la montura 410. Por ejemplo, puede usarse un ajuste por presión, ajuste por interferencia, o ajuste por contracción para acoplar el tubo de guía 458 al cuerpo principal de la montura 410.

10 Las Figuras 3A y 4 muestran el cuerpo principal de la montura 410 incluyendo configuraciones de aplicación 424 para aplicar configuraciones complementarias 426 del cuerpo principal de tobera 260. Las configuraciones de aplicación ilustradas 424 tienen la forma de roscados externos que se conjugan con roscados internos 426. Las configuraciones de aplicación 424, 426 cooperan para limitar o impedir sustancialmente el movimiento axial del cuerpo principal de la montura 410 con respecto al cuerpo principal de tobera 260, incluso cuando un flujo de fluido a presión ultra alta pasa a través del conjunto de mezcla 240.

15 Para retirar y reemplazar el orificio de tobera 318, la montura de orificio 390 puede ser hecha girar convenientemente para moverla axialmente fuera de una cavidad de recepción 430 del cuerpo principal de tobera 260. Después de que el orificio de tobera 318 ha sido retirado, puede instalarse otro orificio de tobera. De esta manera, el orificio de tobera 318 puede ser reemplazado cualquier número de veces durante la vida de trabajo del sistema de tobera 130.

20 Siguiendo con la referencia a las Figuras 4 y 5, el cuerpo principal de la montura 410 incluye una porción agrandada 440 para aplicar el cuerpo principal de tobera 260, una porción de asiento 444 para mantener el orificio de tobera 318 en una posición deseada, y una porción apuntada 448 que se extiende entre la porción agrandada 440 y la porción de asiento 444. La porción agrandada 440 tiene un perímetro exterior que es mayor que el perímetro exterior de la porción de asiento 444. La porción apuntada 448 tiene un perímetro exterior que decrece gradualmente entre la porción agrandada 440 y la porción de asiento 444. Como se muestra en la Figura 3A, la porción agrandada 440 puede apoyarse contra una superficie interior del cuerpo principal de tobera 260. La porción de asiento 444 puede impulsar el orificio de tobera 318 contra el cuerpo principal de tobera 260 para limitar o eliminar sustancialmente un movimiento no deseado del orificio de tobera 318.

30 Haciendo referencia a la Figura 5, el cuerpo principal de la montura 410 y el tubo de guía 458 cooperan para definir un canal 470. El canal 470 se extiende entre una cara de asiento 474 de la porción de asiento 444 y un extremo aguas abajo 462 del tubo 458. El cuerpo principal de la montura 410 puede tener una región escalonada 472 para recibir el tubo 458.

35 El tubo 458 puede ayudar a guiar el flujo de fluido a través del conjunto de mezcla 240. Por ejemplo, como se muestra en las Figuras 3A y 3B, el tubo 458 sobresale dentro de y dirige el flujo de fluido 485 a través de la cámara de mezcla 380. El extremo de aguas abajo 462 del tubo 458 puede ser situado aguas arriba, dentro, o aguas abajo del flujo de medio 484 que es introducido dentro del flujo de fluido 485, dependiendo de la interacción deseada del flujo de medio 484 y del flujo de fluido 485.

40 El tubo 458 puede estar formado de materiales diferentes adecuados para hacer contacto con diferentes tipos de flujos. Para mejorar las características de desgaste, el tubo 458 puede estar hecho, total o parcialmente, de un material endurecido que puede estar expuesto repetidamente al chorro de fluido que sale del orificio de tobera 318. El material endurecido puede ser más duro que el material (p. ej., acero) que forma el cuerpo principal de la montura 410 para mantener el daño al tubo 458 por debajo de o a un nivel aceptable. El tubo 458, por ejemplo, puede erosionar menos que los materiales tradicionales usados para formar monturas de orificio y, en consecuencia, puede retener su forma original incluso después de un uso extendido. El cuerpo principal de la montura 410, más blando, puede limitar el daño al cuerpo principal de tobera 260.

45 Los materiales endurecidos pueden incluir, sin estar limitados a, carburo de tungsteno, carburo de titanio, y otros materiales muy resistentes a la abrasión o al fuerte desgaste, que pueden resistir la exposición a los chorros de fluido. Pueden usarse varios tipos de medios de ensayo (p. ej., el ensayo de dureza Rockwell o el ensayo de dureza Brinell) para determinar la dureza de un material. En algunas realizaciones ejemplares no limitadoras, el tubo 458 está hecho, total o parcialmente, de un material que tiene una dureza que es superior a 3 R_c (Escala C de Rockwell), 5 R_c, 10 R_c, ó 20 R_c aproximadamente, de la dureza del cuerpo principal de la montura 410 y/o del cuerpo principal de tobera 260. El tubo 458 puede estar hecho, total o parcialmente, de un material que tenga una dureza superior a 62 R_c, 64 R_c, 66 R_c, 67 R_c, y 69 R_c aproximadamente, o intervalos que comprendan dichos valores de dureza. En algunas realizaciones, la montura de orificio 390 puede estar formada, total o parcialmente, de un material duradero (p. ej., uno o más metales con propiedades de fatiga deseables, tal como la dureza) y el tubo 458 puede estar formado, total o parcialmente, de un material muy resistente al desgaste. En algunas realizaciones, por ejemplo, la montura de orificio 390 está formada de acero y el tubo 458 está formado de carburo de tungsteno.

La Figura 6 muestra una montura de orificio 492 con un tubo completamente cubierto 490. Un extremo de aguas arriba 494 y un extremo de aguas abajo 496 del tubo 490 son adyacentes o están enrasados con las caras respectivas 500, 502 de la montura de orificio 492. La Figura 7 muestra una montura de orificio 510 sin un tubo separado. Una cubierta 516 puede estar aplicada a una superficie interior de un orificio pasante de la montura de orificio 510. La cubierta 516 puede comprender un material endurecido, u otros materiales adecuados muy resistentes al desgaste.

Haciendo referencia de nuevo a la Figura 3B, el conducto de descarga 250 incluye la salida 274, una entrada 530, y un canal 520 que se extiende entre la salida 274 y la entrada 530. El medio 484 puede ser combinado con el chorro de fluido en la cámara de mezcla 380 para formar un chorro de fluido abrasivo 337 que pasa dentro y a través del canal 520. El chorro de fluido abrasivo 337 pasa a lo largo del canal 520 y es finalmente descargado por la salida 274 como el chorro de fluido 134.

El conducto de descarga 250 puede ser un tubo de mezcla, tubo canalizador, u otro tipo de conducto configurado para producir un flujo deseado (p. ej., un flujo coherente con forma de un chorro redondo, chorro en abanico, etc.). El conducto de descarga 250 puede tener una longitud axial L_{DC} que es igual a o menor que 5,1 cm aproximadamente. En algunas realizaciones, la longitud L_{DC} está dentro del intervalo de 1,3 cm aproximadamente hasta 5,1 cm. En algunas realizaciones, la longitud L_{DC} puede ser igual a o menor que 2,5 cm aproximadamente. El diámetro medio del canal 520 puede ser igual o menor que 1,3 mm aproximadamente. En algunas realizaciones, el diámetro medio del canal 520 está dentro del intervalo de 0,05 mm aproximadamente hasta 1,3 mm aproximadamente. La longitud L_{DC} , diámetro del canal 520, y otros parámetros de diseño pueden ser seleccionados para conseguir la acción de mezcla deseada de la mezcla de fluido que pasa a través del canal. En algunas realizaciones, una relación de la longitud L_{DC} al diámetro medio del canal 520 es igual a o menor que 25, 20, ó 15 aproximadamente, o intervalos que incluyan dichas relaciones. En algunas realizaciones, la relación de la longitud L_{DC} a un diámetro medio del canal 520 está dentro del intervalo de 15 aproximadamente hasta 25 aproximadamente.

La distancia relativamente pequeña entre la salida 274 y el orificio de tobera 318 puede ayudar a reducir el tamaño del sistema de tobera 130. En algunas disposiciones ejemplares, la distancia desde la salida 274 al orificio de tobera 318 está dentro del intervalo de 1,3 cm aproximadamente hasta 7,6 cm aproximadamente. Dichas disposiciones permiten una mejora de la mezcla de abrasivos, si existe alguna, y el fluido de alta presión de alimentación F. En algunas realizaciones, la distancia desde la salida 274 hasta el orificio de tobera 318 está dentro del intervalo de 0,64 cm aproximadamente hasta 5,1 cm aproximadamente. En dichas realizaciones, la dimensión D_C del sistema de tobera 130 (véase la Figura 1) puede ser menor que 10,16 cm, 12,70 cm, ó 15,24 cm aproximadamente, permitiendo de esta manera que el sistema de tobera 130 sea pasado a través de espacios relativamente pequeños.

Haciendo referencia de nuevo a la Figura 3A, la línea de alimentación de medio 170 está en comunicación de fluido con la entrada de medio 200 del conjunto de alimentación de medio 230. La entrada de medio 200 define un canal 540 para que el medio fluya a través de él. Una porción de montura 546 de la entrada de medio 200 está temporal o permanentemente acoplada al cuerpo principal de tobera 260. Una porción de acoplamiento 550 de la entrada de medio 200 está temporal o permanentemente acoplada a la línea de alimentación de medio 170. Un conducto de descarga de medio 558 que define un paso de medio 560 se extiende entre la entrada de medio 200 y el conjunto de mezcla 240. El conducto de descarga de medio ilustrado 558 es generalmente paralelo al conducto del flujo de fluido 217, aunque no se requiera esto. En algunas realizaciones, el conducto de descarga de medio 558 puede ser situado en un plano diferente del que tiene el conducto de fluido 217.

El conjunto de alimentación de medio 230 incluye además una salida de medio 570 situada aguas arriba del conducto de descarga 250 y aguas abajo de la montura de orificio 390 con respecto al fluido que fluye desde el orificio de tobera 318. El medio 484 que procede de la salida de medio 570 puede combinarse con el flujo de fluido que procede de la montura de orificio 390 para formar el fluido abrasivo que entra en el conducto de descarga 250.

Las Figuras 8 y 9 muestran sistemas de tobera orientados horizontalmente que pueden ser generalmente similares al sistema de tobera 130 de la Figura 1. Un sistema de tobera 580 de la Figura 8 trata un bisel 582 de una pieza a ser elaborada 586. Un conducto de descarga 590 del sistema de tobera 580 descarga un chorro de fluido 588 con un ángulo agudo β (ilustrado con 45 grados aproximadamente) con respecto a un eje longitudinal 592 del sistema de tobera 580. Otros ángulos son también posibles. Por ejemplo, la Figura 9 muestra un sistema de tobera 632 que incluye un conducto de descarga 620 que descarga un chorro de fluido 622 con un ángulo obtuso β (ilustrado con 100 grados aproximadamente) con respecto a un eje longitudinal 630 del sistema de tobera 632. El ángulo β puede ser seleccionado según el criterio de tratamiento relacionado con el proceso a ser realizado. Son posibles también otros ángulos (p. ej., ángulos ortogonales a una segunda sección no lineal 614).

El sistema de tobera 580 de la Figura 8 incluye además un conducto de descarga de fluido 598 que tiene un redirector de flujo 596 que tiene una forma bastante similar a una V (visto lateralmente). El redirector de flujo ilustrado 596 incluye una primera sección no lineal 612 y la segunda sección no lineal 614 conectada a la primera sección en ángulo 612. Las secciones no lineales ilustradas 612, 614 son secciones en ángulo y, debido a que cada una de las secciones en ángulo 612, 614 define un ángulo obtuso, el fluido puede fluir a través del redirector de flujo 596 sin causar daños significativos a las superficies interiores del redirector de flujo 596.

La tobera del sistema 580 puede generar el chorro de fluido 588 con un régimen de flujo relativamente elevado, incluso si el chorro de fluido 588 está en un ángulo agudo β relativamente pequeño para tratar superficies en ángulo, tales como las del borde 582 de la Figura 8. El sistema de tobera 580 puede acceder a lugares con holgura relativamente pequeña para procesar superficies en ángulo. El número y la configuración de las secciones no lineales del redirector de flujo 596 pueden ser seleccionados basándose en parámetros operativos, tales como el régimen de flujo, el tamaño del sistema de tobera 580, y la orientación y la posición del chorro de fluido 588 deseados, así como otros parámetros que pueden afectar a la velocidad y calidad del tratamiento.

La Figura 10 muestra un sistema de tobera 648 que incluye una lumbrera secundaria 650 para descargar un fluido A (indicada por las flechas 658) dentro de un dispositivo de mezcla 654. El flujo del fluido A, tal como aire, puede ser usado para ajustar uno o más criterios de flujo del chorro de fluido 670. La lumbrera secundaria ilustrada 650 se extiende entre una salida 681 situada a lo largo de una cámara de mezcla 684 y una entrada 683 situada a lo largo de la superficie más exterior 690 de un cuerpo principal de tobera 692. El aire que pasa a través de la lumbrera secundaria 650 puede ayudar a impedir que el medio impacte con la sección de aguas abajo de la montura de orificio 699 y puede por tanto reducir el desgaste de la montura de orificio 699. Un colchón de aire puede ser formado dentro de la cámara de mezcla 684. Por ejemplo, una corriente de flujo de aire puede formar un colchón de aire que se extiende entre la salida 681 y un conducto de descarga 700 para reducir o limitar daños (p. ej., desgaste o erosión) a la cámara de mezcla 684, especialmente a la superficie en oposición a la entrada de medio 702. La corriente de flujo de aire A puede dirigir el medio, el fluido F, u otra materia dentro de la cámara de mezcla 684 dentro y a través del conducto de descarga 700. Incluso si el medio (u otra materia) golpea las superficies de la cámara de mezcla 684, la corriente de flujo de aire A puede servir como un colchón de aire que reduce la velocidad de impacto del medio para reducir o limitar el daño a las superficies de la cámara de mezcla 684. El medio, el fluido F, y el aire A pueden por tanto mezclarse entre sí en la cámara de mezcla 684 mientras que mantienen el daño al sistema de tobera 648 en o por debajo de un nivel aceptable.

Las Figuras 11-13 ilustran dispositivos de mezcla que pueden ser generalmente similares entre sí y, por consiguiente, la descripción siguiente de uno de los dispositivos de mezcla se aplica por igual al otro, a menos que se indique otra cosa. La Figura 11 muestra un dispositivo de mezcla 710 que incluye una montura de orificio 714 apresada entre un cuerpo principal de tobera 716 y un colector 718 que tiene una entrada al colector 722 para recibir medio desde un conducto de alimentación de medio 726. Una superficie de cierre 759 forma un cierre hermético entre la montura de orificio 714 y el cuerpo principal de tobera 716. Un conducto de descarga 730 está acoplado al cuerpo principal de tobera 716 por medio de un acoplador 734.

La montura de orificio 714 incluye una porción de cierre apuntada 760 (ilustrada como una superficie aproximadamente troncocónica) para hacer contacto con el cuerpo principal de tobera 716, un tubo de guía 744, y un cuerpo agrandado 746 generalmente entre la porción de asiento 760 y el tubo de guía 744. Debido a que el colector 718 retiene axialmente la montura de orificio 714, la longitud axial de la montura de orificio 714 de la Figura 11 puede ser más pequeña que la longitud axial de la montura de orificio 390 de las Figuras 3A y 3B. La montura de orificio 714 de la Figura 11 puede tener una longitud axial más pequeña porque no necesita alojar roscados externos u otras configuraciones de acoplamiento.

La porción de asiento ilustrada 760 de la montura de orificio 714 y una superficie complementaria 759 del cuerpo principal de tobera 716 son ambas generalmente troncocónicas para facilitar el autocentrado de la montura de orificio 714. Adicionalmente, cuando la montura de orificio 714 es impulsada contra la superficie 759, puede formarse un cierre 760. Varios tipos de materiales pueden ser usados para formar la porción de asiento 760 y la superficie 759 de la montura de orificio 714. Puede usarse uno o más metales para formar una porción al menos de la porción de asiento 760 y de la superficie 759 para formar el cierre deseado 760.

Debido a que el colector 718 impulsa la montura de orificio 714 contra el cuerpo principal de tobera 716, el colector 718 puede experimentar fuerzas de compresión significativas. La montura de orificio 714 ó el colector 718 ó ambos pueden experimentar cargas de compresión significativas sin sufrir daños apreciables causados por, por ejemplo, fracturas (p. ej., microfracturas), flexión, deformación plástica, y otros modos de fallo. Materiales adecuados para formar, total o parcialmente, la montura de orificio 714 y/o el colector 718 incluyen, sin estar limitados a, metales (p. ej., acero, aluminio, y similares), materiales cerámicos, y otros materiales seleccionados según la resistencia a la fractura, características de desgaste, límite de deformación, y similares. Por ejemplo, la montura de orificio 714 está hecha de acero y el colector 718 está hecho de material cerámico.

El acoplador 734 puede acoplar con seguridad el conducto de descarga 730 dentro del cuerpo principal de tobera 716. El acoplador 734 puede tener configuraciones de aplicación (p. ej., roscados externos) que se conjugan con configuraciones de aplicación complementarias (p. ej., roscados internos) del cuerpo principal de tobera 716. El acoplador 734 puede ser convenientemente movido axialmente a través del cuerpo principal de tobera 716 hasta que éste aprieta contra el colector 718, que a su vez aprieta contra la montura de orificio 714.

Puede usarse un ajuste por interferencia, ajuste por presión, ajuste por contracción, u otro tipo de ajuste para limitar o eliminar sustancialmente movimientos no deseados del conducto de descarga 730 con respecto al acoplador 734. Pueden usarse también otros medios de acoplamiento. Por ejemplo, pueden usarse uno o más adhesivos, soldaduras, retenes (p. ej., tornillos de fijación), o un conjunto de roscados complementarios. En algunas

realizaciones puede aplicarse un adhesivo entre una superficie exterior del conducto de descarga 730 y una superficie interior del acoplador 734.

5 La ventilación de las monturas de orificio puede ser usada para ajustar la coherencia del chorro, así como otros criterios de flujo. Por ejemplo, la ventilación puede crear una zona de presión más alta en el extremo de aguas arriba del paso de flujo de orificio 744 que la presión en la zona de la cámara de mezcla y, por consiguiente, el medio que pasa a través del paso de flujo de orificio 744 no se desplaza aguas arriba. La Figura 12 muestra una lumbrera secundaria 818 que se extiende a través de una montura de orificio 820 y de un cuerpo principal de tobera 826. La lumbrera secundaria 818 incluye una lumbrera secundaria interior 822 y una lumbrera secundaria exterior 832. La lumbrera secundaria interior 822 se extiende entre una separación entre la montura de orificio 820 y el cuerpo principal de tobera 826 y un canal 845. La lumbrera secundaria exterior 832 se extiende entre la separación y la superficie exterior 832 del cuerpo principal de tobera 826.

10 En algunas realizaciones, incluyendo la realización ilustrada en la Figura 12, una línea de alimentación secundaria 840 está en comunicación con la lumbrera secundaria exterior 832 y una fuente de fluido secundaria 844. La fuente de fluido secundaria 844, de algunas realizaciones, presuriza una sustancia (p. ej., un fluido, medio, y similares) que es descargada a un régimen de flujo seleccionado dentro de la montura de orificio 820 por medio de una lumbrera secundaria 818 para ajustar uno o más criterios de flujo, tales como la dispersión del chorro de fluido, coherencia del chorro de fluido, y otros criterios de flujo que dan lugar al comportamiento del chorro de fluido, así como la relación de constituyentes del chorro de fluido. La fuente de fluido secundaria 844 puede incluir una bomba (p. ej., una bomba de baja presión) u otros tipos de dispositivos de presurización.

15 Alternativamente, la lumbrera secundaria exterior 832 puede estar expuesta al medio ambiente que la rodea. El aire extraído del medio ambiente que la rodea a través de la lumbrera secundaria 818 puede mezclarse con el chorro de fluido que pasa a través del canal 845 de la montura de orificio 820.

20 La Figura 13 muestra una montura de orificio 856 que tiene un extremo de aguas abajo 866 situado para aplicar un flujo de medio. La montura de orificio 856 incluye un tubo de guía 858 que se extiende aguas abajo de una porción al menos de una entrada de medio colector 860 con respecto a la dirección del flujo de fluido primario (indicada por la flecha 862). El extremo de aguas abajo ilustrado 866 del tubo 858 está situado aguas abajo, con respecto a la dirección del flujo de fluido primario, de la entrada de medio colector 860. El medio abrasivo que pasa a través de la entrada de medio colector 860 puede golpear y fluir alrededor del tubo 858 y a continuación mezclarse con el fluido primario que fluye fuera del tubo 858.

25 La Figura 14 ilustra un sistema de tobera 900 sin una cámara de mezcla para reducir adicionalmente el tamaño del sistema de tobera 900. El sistema de tobera 900 incluye un dispositivo de mezcla 902 con uno o más componentes retirables. Los componentes del dispositivo de mezcla 902 pueden ser retirados para realizar una operación de mantenimiento (p. ej., ya sea en el componente o en el sistema de tobera mismo), reemplazar el componente, y/o realizar inspecciones.

30 El dispositivo de mezcla 902 de la Figura 14 incluye un conjunto de orificio retirable 906 dentro de una ranura receptora 910 de un cuerpo principal de tobera 912 (véase la Figura 15) y un conducto de descarga esbelto 916. Si es necesario o si así se desea, el conjunto de orificio entero 906 puede ser retirado convenientemente del sistema de tobera 900 para ser desmontado, como se muestra en la Figura 16.

35 Haciendo referencia a las Figuras 14 y 16, el conjunto de orificio 906 incluye un cierre de cara 970, un orificio de tobera 972, y una montura de orificio 974 que tienen una sección receptora 978. La sección receptora 978 rodea y retiene a la vez el cierre de cara 970 y el orificio de tobera 972. La Figura 14 muestra el orificio de tobera 972 entre el cierre de cara 970 y una pared de fondo 980 de la montura de orificio 974. Una pared cilíndrica 984 de la sección de recepción 978 puede recibir estrechamente y mantener una alineación apropiada del orificio de tobera 972 y del cierre de cara 970.

40 Con respecto a la Figura 16, una cara frontal 990 de la montura de orificio 974 y una superficie frontal 992 del cierre de cara 970 pueden estar enrasadas generalmente para que el conjunto de orificio 906 pueda ser deslizado dentro y fuera de la ranura receptora 910 sin que haya una interferencia apreciable entre el cierre de cara 970 y el cuerpo principal de tobera 912. En el ejemplo ilustrado, la cara frontal 990 y una cara trasera 996 de la montura de orificio 974 pueden deslizarse fácilmente contra una superficie frontal correspondiente 999 y una superficie trasera 1000 de la ranura receptora 910.

45 El cierre de cara 970 de la Figura 16 incluye un cuerpo principal 1002 y un miembro de cierre 1004 dispuestos en una ranura 1006 (Figura 14) que se extiende circunferencialmente alrededor del cuerpo principal 1002. El cuerpo principal 1002 define un orificio central 1010 e incluye una superficie exterior 1012 (Figura 16) dimensionada para ajustarse estrechamente dentro de la sección receptora 978 de la montura de orificio 974.

50 El miembro de cierre 1004 de la Figura 16 puede ser un anillo tórico, un miembro compresible anular, u otro tipo de componente capaz de formar una interfaz hermética entre el cierre de cara 970 y la montura de orificio 974. La ranura ilustrada 1006 y el miembro de cierre 1004 están situados generalmente a medio camino a lo largo de la

longitud axial del miembro de cierre 1004. La ranura 1006 y el miembro de cierre 1004 pueden estar también en otros lugares, y pueden usarse otros tipos de dispositivos de cierre.

Pueden emplearse varios tipos de medios de retención para retener los dispositivos de mezcla en posiciones deseadas en el cuerpo principal de tobera. Las Figuras 14 y 15 muestran un miembro de retención 1030 que rodea una porción del conjunto de orificio 906. El miembro de retención 1030 está acoplado fijamente a una superficie interior 1034 de la ranura 910 y puede retener estrechamente el conjunto de orificio 906 para mantener una alineación apropiada de los canales 1010, 1040, 950. Adicional o alternativamente, pueden usarse uno o más clips, mordazas, pasadores, fiadores, o soportes de retención para mantener uno o más componentes del sistema de tobera 900, si fuera necesario o si así se deseara.

Un conjunto de montura externo 920 para retener el conducto de descarga 916 está acoplado al cuerpo principal de tobera 912. El conjunto de montura externo 920 incluye una placa protectora 921 que puede ser impulsada contra y cubrir una sección del cuerpo principal de tobera 912. La placa protectora 921 puede ser en general una lámina plana hecha de un material endurecido adecuado para proteger el cuerpo principal de tobera 912, incluso aunque la placa protectora 921 golpee la pieza a elaborar. El conducto de descarga 916 de la Figura 14 está configurado para combinar un flujo de fluido primario y un flujo de medio secundario. El conducto de descarga 916 incluye una lumbrera secundaria 944 situada a lo largo del canal 950. Un conducto de flujo de medio 940 incluye una superficie interior formada de un material endurecido. El conducto de flujo de medio ilustrado 940 es un miembro tubular capaz de resistir el desgaste por abrasión y está situado en el cuerpo principal de tobera 912. El flujo de medio que pasa a través de la lumbrera secundaria 944 y el flujo de fluido primario procedente del conjunto de orificio 906 pueden ser combinados en una sección de mezcla 1060 del canal 950.

Como se muestra en la Figura 16, la longitud en la dirección longitudinal L_{DC} del conducto de descarga 916 puede ser relativamente grande debido a la corta longitud del conjunto de orificio 906. Debido a que el conducto de descarga 250 define una cámara de mezcla, la longitud en la dirección longitudinal L_{DC} del conducto de descarga 916 puede ser aumentada para conseguir la cantidad de mezcla deseada. Una longitud L_{OA} del conjunto de orificio 906 puede ser relativamente pequeña debido a que no tiene roscados exteriores. En algunos ejemplos, la longitud L_{OA} del conjunto de orificio 906 está dentro del intervalo de 2,5 mm aproximadamente hasta 12,7 mm aproximadamente. En algunos ejemplos, la longitud L_{OA} del conjunto de orificio 906 es 5,1 mm aproximadamente. En algunos ejemplos, la longitud en la dirección longitudinal L_{DC} del conducto de descarga 916 está dentro del intervalo de 12,7 mm aproximadamente hasta 76,2 mm aproximadamente. Dichos conductos de descarga 916 están bien preparados para recibir una amplia variedad de medios y producir chorros de agua abrasivos enfocados coherentemente. En algunos ejemplos, la longitud en la dirección longitudinal L_{DC} está dentro del intervalo de 25,4 mm aproximadamente hasta 76,2 mm aproximadamente. Si el conducto de descarga 916 resulta dañado, el conjunto de montura 920 puede ser operado para liberar y retirar el conducto de descarga dañado 916.

La Figura 17 muestra un conjunto de tobera 1100 que puede ser similar en general al conjunto de tobera 900 de la Figura 16. En general, el conjunto de tobera 1100 incluye un conjunto de orificio 1104 interpuesto entre un cierre de cara 1108 y un conducto de descarga 1110. El conjunto de orificio 1104 incluye una montura de orificio con forma de disco delgado 1112 para reducir adicionalmente el tamaño del conjunto de tobera 1100. Un orificio de tobera 1111 está situado en un rebajo dispuesto centralmente 1113 de la montura de orificio 1112. El conjunto de tobera 1100 incluye además un cuerpo principal de tobera 1114 en el que el cierre de cara 1108 está situado en un extremo aguas abajo 1118 del conducto de alimentación de fluido 1120. El cierre de cara 1108 y el extremo de aguas abajo 1118 del conducto de alimentación de fluido 1120 cooperan para formar un redirector de flujo en ángulo 1122.

El cierre delantero 1108 está dimensionado para ajustarse dentro de un orificio receptor 1124 del cuerpo principal 1114 e incluye un paso de flujo 1128 con una superficie en sección transversal axial variable para acelerar el flujo de fluido. En la realización ilustrada de la Figura 17, el paso 1128 del cierre de cara 1108 se estrecha hacia dentro desde una abertura de entrada 1130 hasta una abertura de salida 1132. El cierre de cara 1108 puede estar hecho, total o parcialmente, de un metal, polímeros, plástico, caucho, y otros materiales adecuados que hagan contacto con el orificio de montura 1112 y a través del que fluye el fluido primario.

La Figura 18 ilustra un sistema de tobera 1200 con un conjunto de alimentación de fluido modular 1202 y un conjunto de alimentación de medio modular 1204. El conjunto de alimentación de fluido 1202 incluye un conducto de flujo de fluido 1230 que puede estar acoplado de manera retirable a un cuerpo principal 1214 del sistema de tobera 1200. De manera similar, el conjunto de alimentación de medio 1204 puede incluir un conducto de flujo de medio 1234 que puede estar acoplado de manera retirable al cuerpo principal 1214. En realizaciones alternativas, el conducto de flujo de fluido 1230 y el conducto de flujo de medio 1234 pueden estar acoplados permanentemente al cuerpo principal 1214 del sistema de tobera 1200.

Como se ha mencionado anteriormente, los sistemas de descarga de fluido y los sistemas de tobera expuestos en la memoria presente pueden ser usados en numerosas aplicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de tobera de perfil bajo para un sistema de descarga de chorro de fluido abrasivo a alta presión, que comprende:
- una salida de tobera (274) para descargar un chorro de fluido abrasivo desde el sistema de tobera (130);
- 5 un orificio de tobera (318) situado aguas arriba de la salida de tobera (274) y configurado para generar un chorro de fluido;
- un conducto de flujo de fluido (217) que tiene una sección de aguas arriba (312) situada aguas arriba del orificio de tobera (318) y una sección de aguas abajo (314) situada aguas abajo del orificio de tobera (318), comprendiendo la
- 10 sección de aguas arriba (312) un codo en ángulo (221) para recibir un flujo de fluido que se desplaza en una primera dirección y para descargar el flujo de fluido que se desplaza en una segunda dirección hacia el orificio de tobera (318), siendo la primera dirección diferente de la segunda dirección;
- un conducto de flujo de medio (219) acoplado a la sección de aguas abajo del conducto de flujo de fluido (217), estando configurado el conducto de flujo de medio (219) para descargar el medio abrasivo que se mezcla con un
- 15 chorro de fluido generado por el orificio de tobera (318) para formar el chorro de fluido abrasivo descargado fuera de la salida de tobera (274);
- una montura de orificio (390) situada entre el orificio de tobera (318) y la salida (274), comprendiendo la montura de orificio (390) un canal (470) a través del que pasa el chorro de fluido y un cuerpo principal (410) para aplicar el
- 20 orificio de tobera (318), **caracterizado por que** la montura de orificio (390) comprende además un tubo de guía (458) acoplado al cuerpo principal (410), definiendo el tubo de guía (458) al menos una porción del canal (470) y comprendiendo un material endurecido.
2. El sistema de tobera de la reivindicación 1, en donde el tubo de guía (458) comprende un diámetro interior casi constante a lo largo de una longitud axial de éste.
3. El sistema de tobera de la reivindicación 1 ó la 2, que comprende además una cámara de mezcla (380), y donde un extremo aguas abajo del tubo de guía (458) sobresale dentro de dicha cámara de mezcla (380).
- 25 4. El sistema de tobera de la reivindicación 1, en donde el tubo de guía (458) se extiende aguas abajo de al menos una porción de un extremo aguas abajo del conducto de flujo de medio (219) con respecto a una dirección de desplazamiento del chorro de fluido.
5. El sistema de tobera de la reivindicación 1, en donde la montura de orificio (390) incluye una lumbrera secundaria (832) a través de la que fluye el fluido secundario de tal manera que el fluido secundario y el chorro de
- 30 fluido se combinan en el canal (470) de la montura de orificio (390).
6. El sistema de tobera de la reivindicación 1, que comprende además:
- una cámara de mezcla (684) que define al menos una porción de la sección de aguas abajo (314) del conducto de flujo de fluido (217) dentro de la que el medio que fluye a través del conducto de flujo de medio (219) se combina
- 35 con el chorro de fluido; y
- una lumbrera secundaria (658) conectada a la cámara de mezcla (684) y a través de la que se ventila el fluido.
7. El sistema de tobera de la reivindicación 1, en donde la salida de tobera (274) y el orificio de tobera (318) están separados por una distancia igual o inferior a 5,1 cm aproximadamente.
8. El sistema de tobera de la reivindicación 1, en donde el orificio de tobera (318) define una línea central (323), y una distancia (L_1) entre la línea central (323) del orificio de tobera (318) y un borde exterior (327) de un extremo del
- 40 sistema de tobera (130) es igual o menor que 12,7 mm aproximadamente.
9. El sistema de tobera de la reivindicación 1, en donde un extremo aguas arriba (494) y un extremo aguas abajo (496) del tubo de guía (490) están generalmente enrasados con las caras respectivas (500, 502) de la montura de orificio (492).
10. El sistema de tobera de la reivindicación 1, en donde el tubo de guía (458) está hecho de un material que
- 45 tiene una dureza que es mayor que 3 R_c aproximadamente de la dureza del cuerpo principal (260, 410).

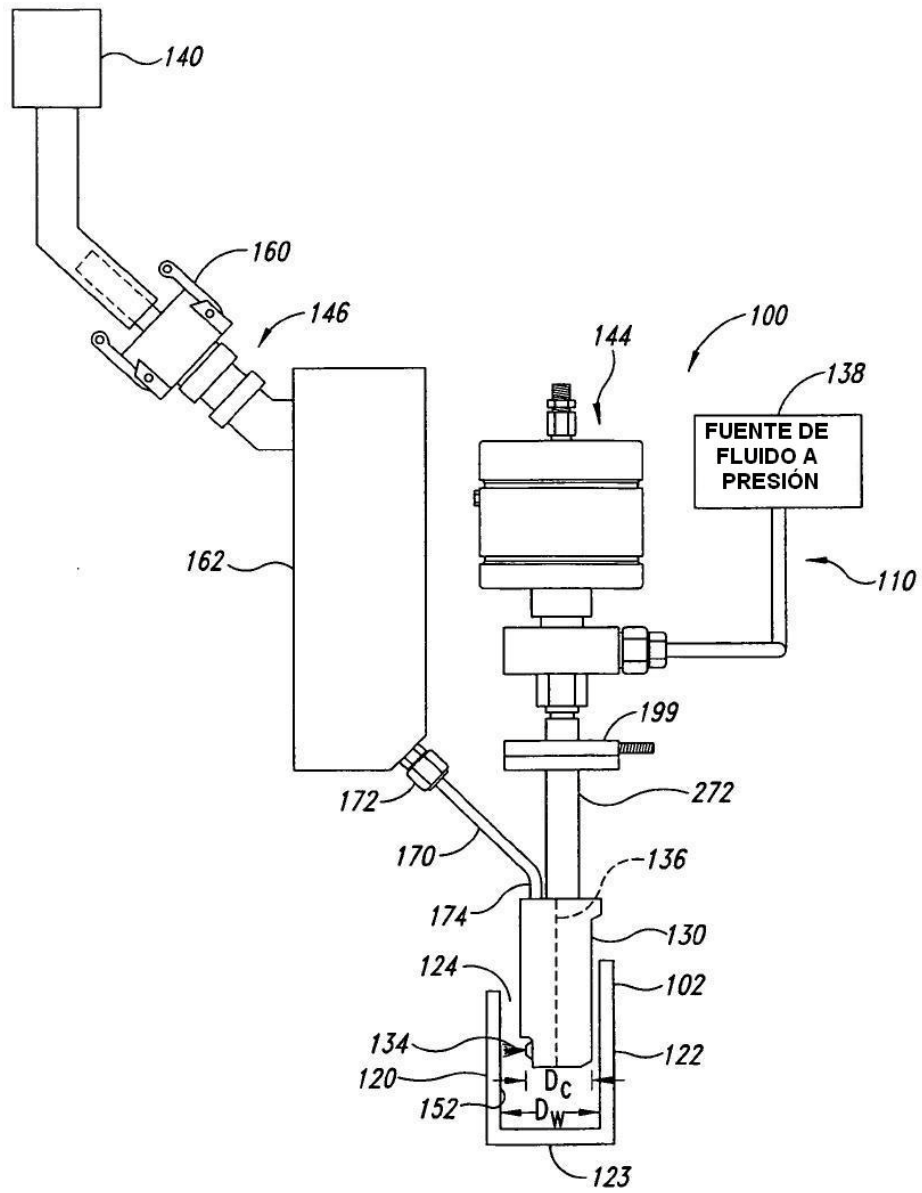


FIG. 1

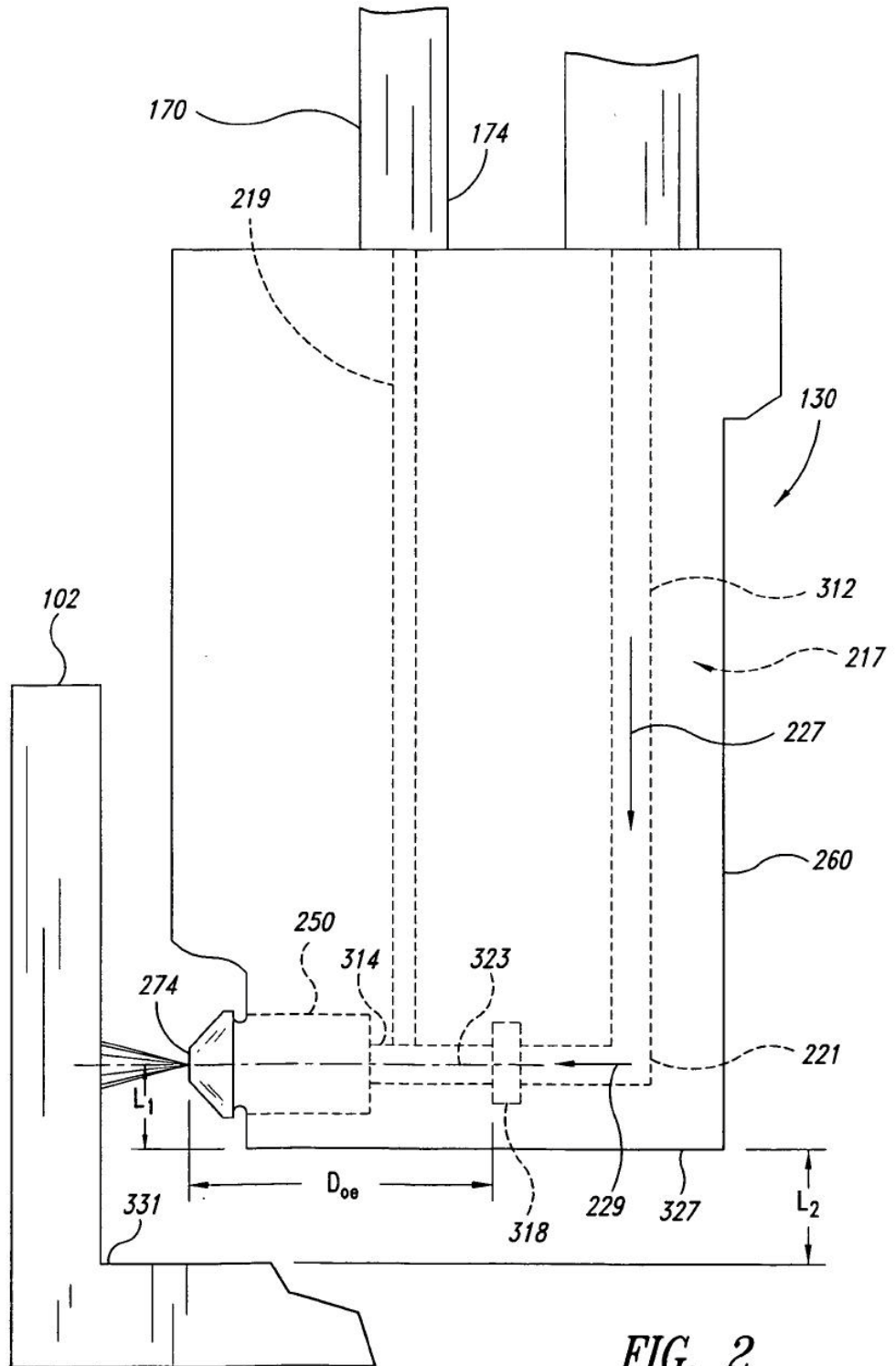
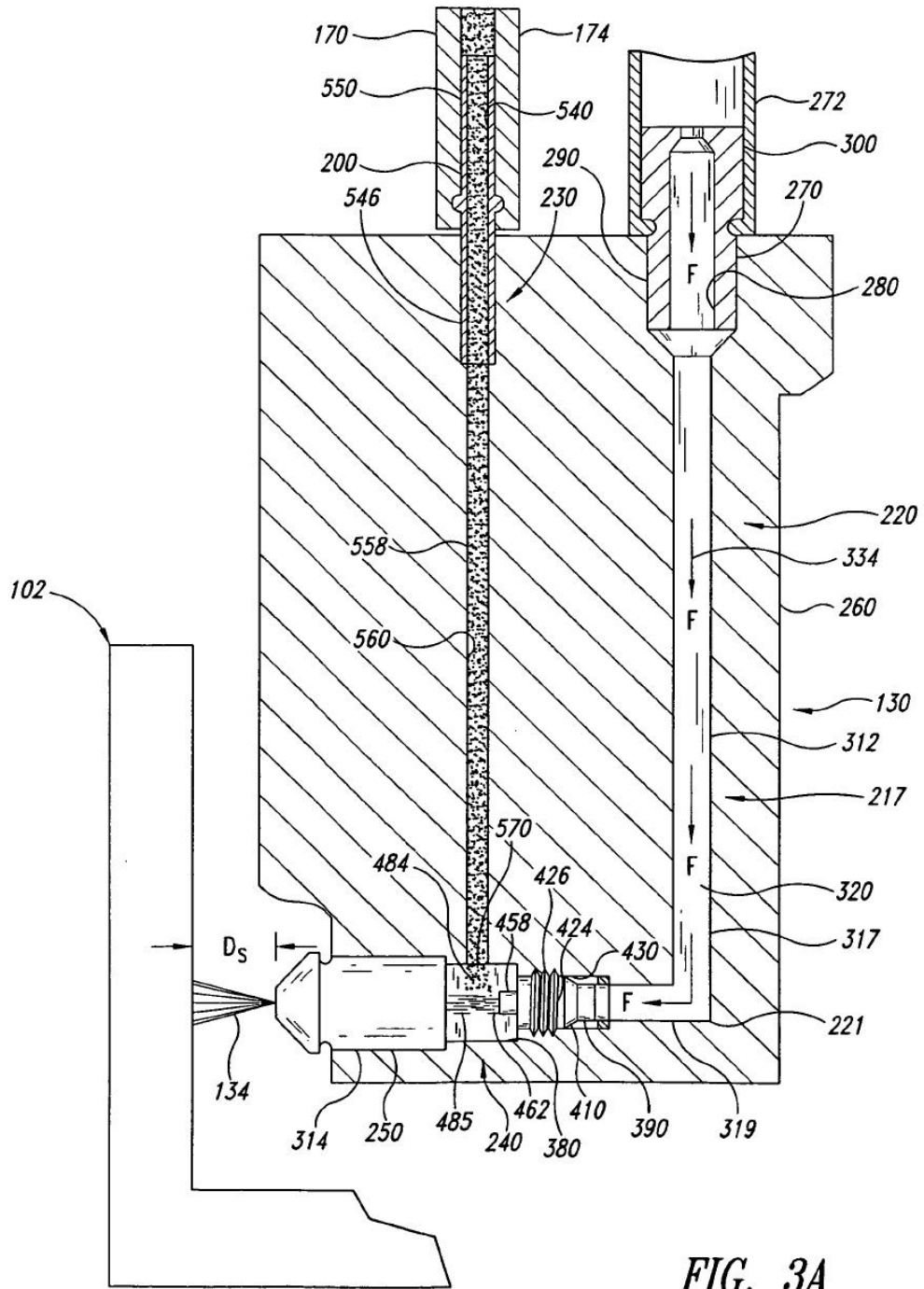
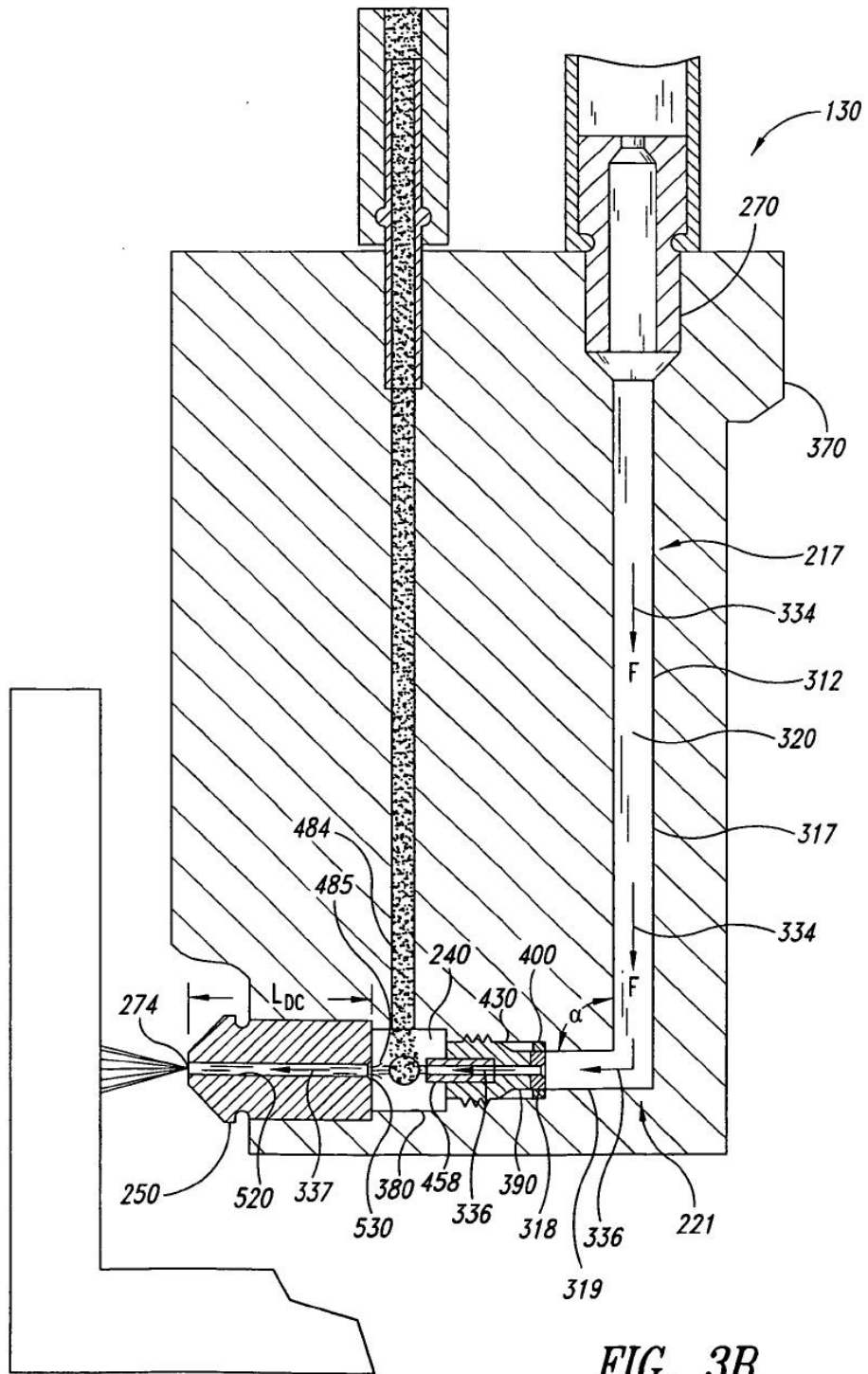


FIG. 2





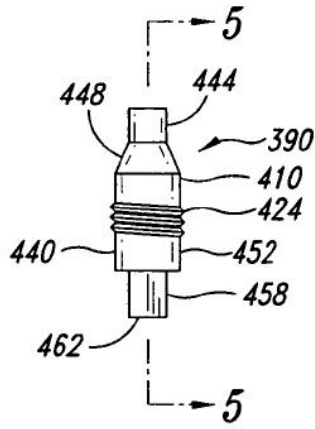


FIG. 4

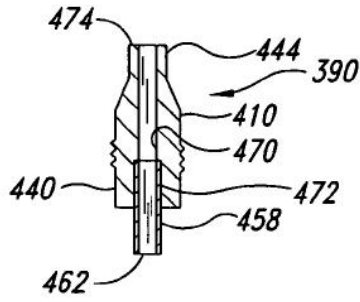


FIG. 5

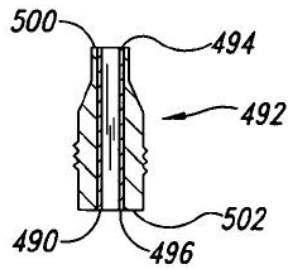


FIG. 6

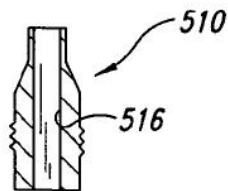


FIG. 7

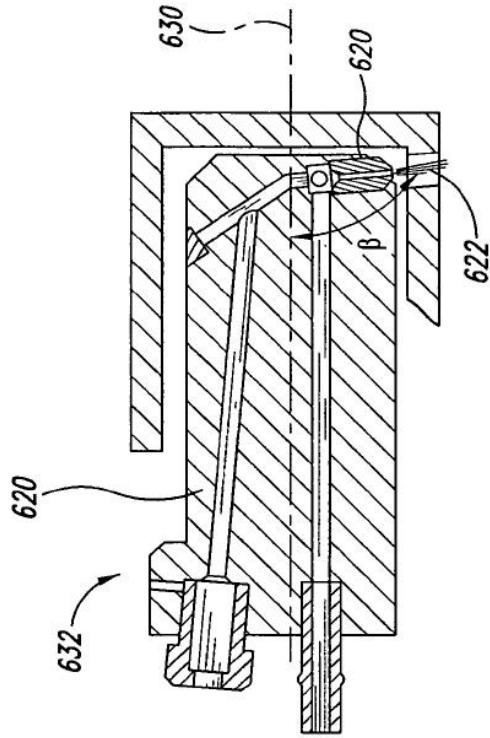


FIG. 9

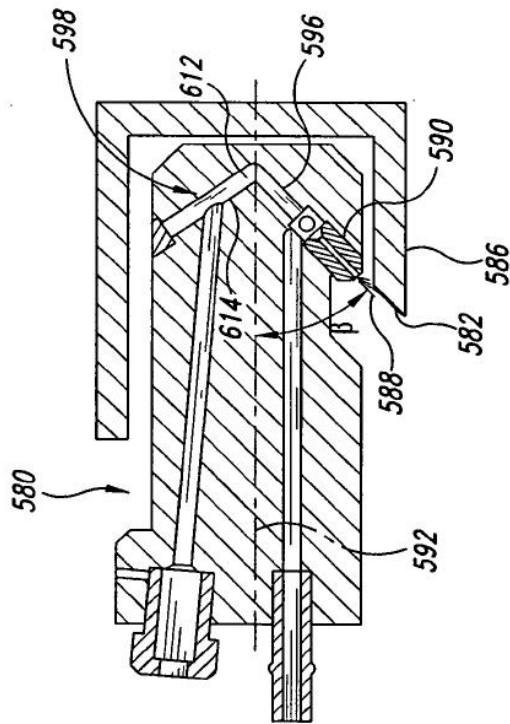
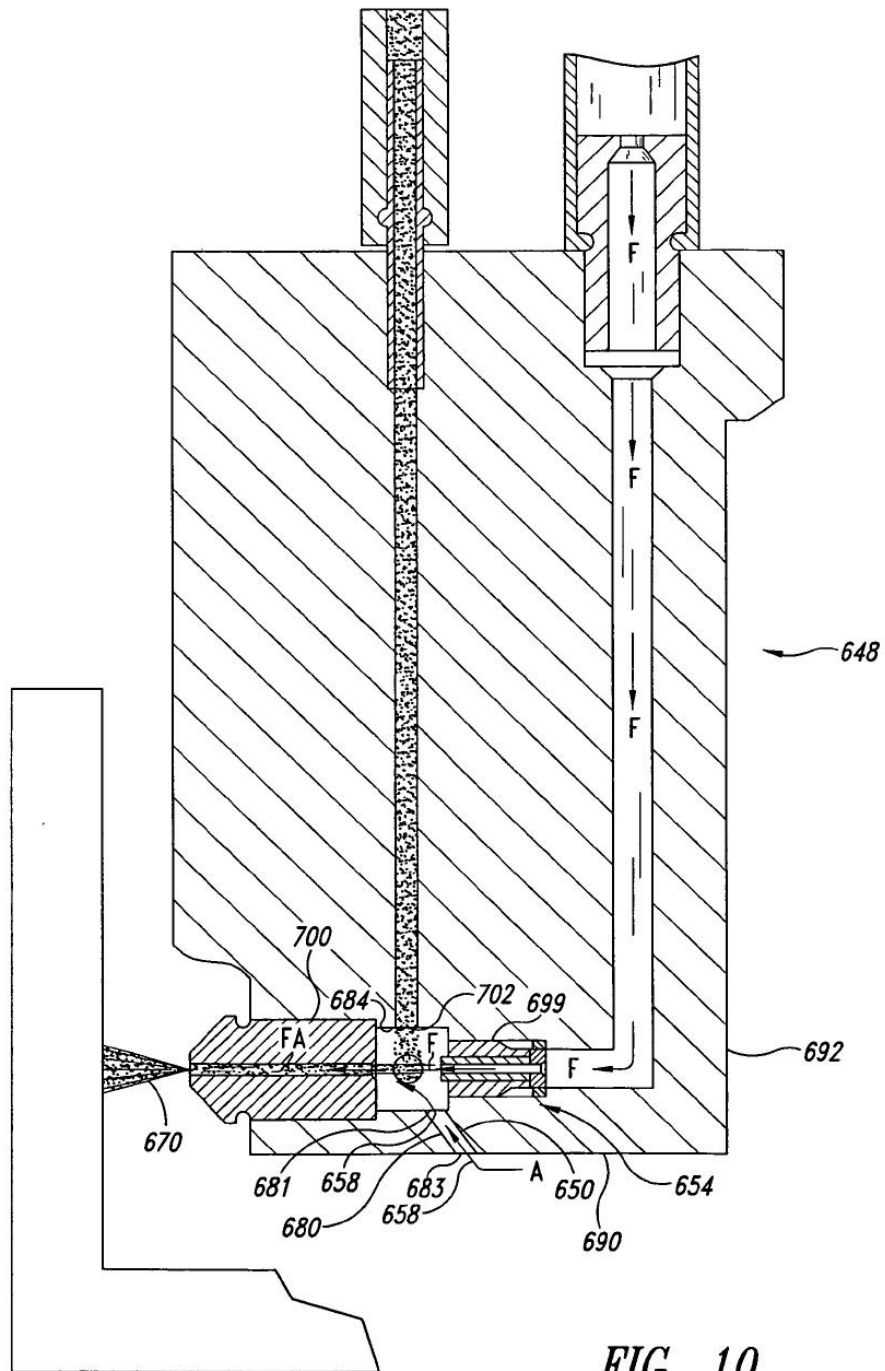


FIG. 8



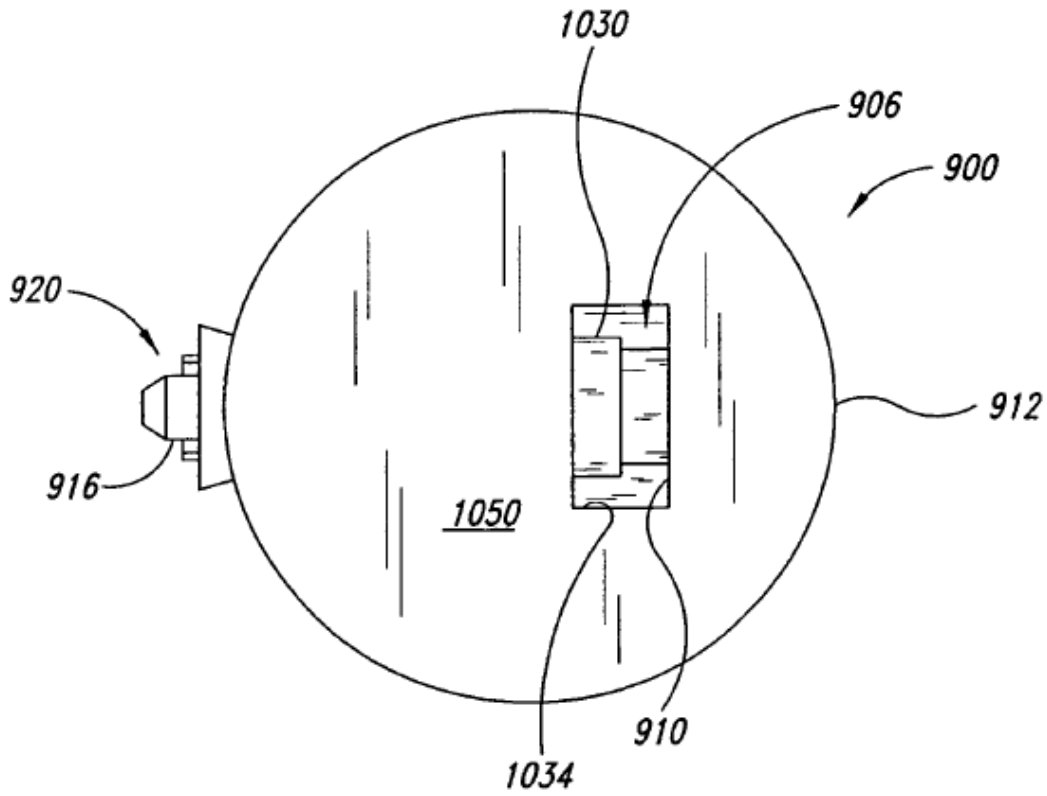
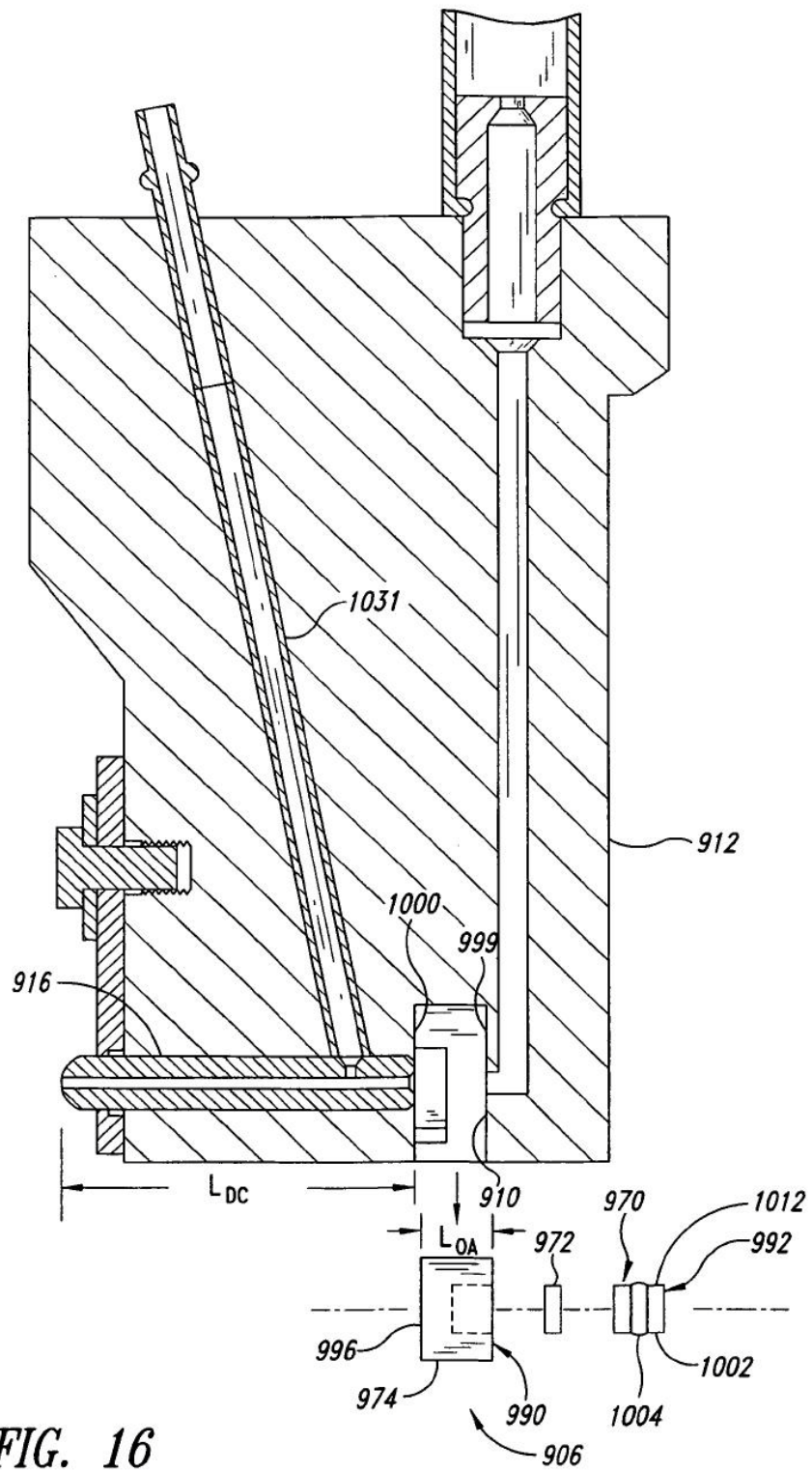


FIG. 15



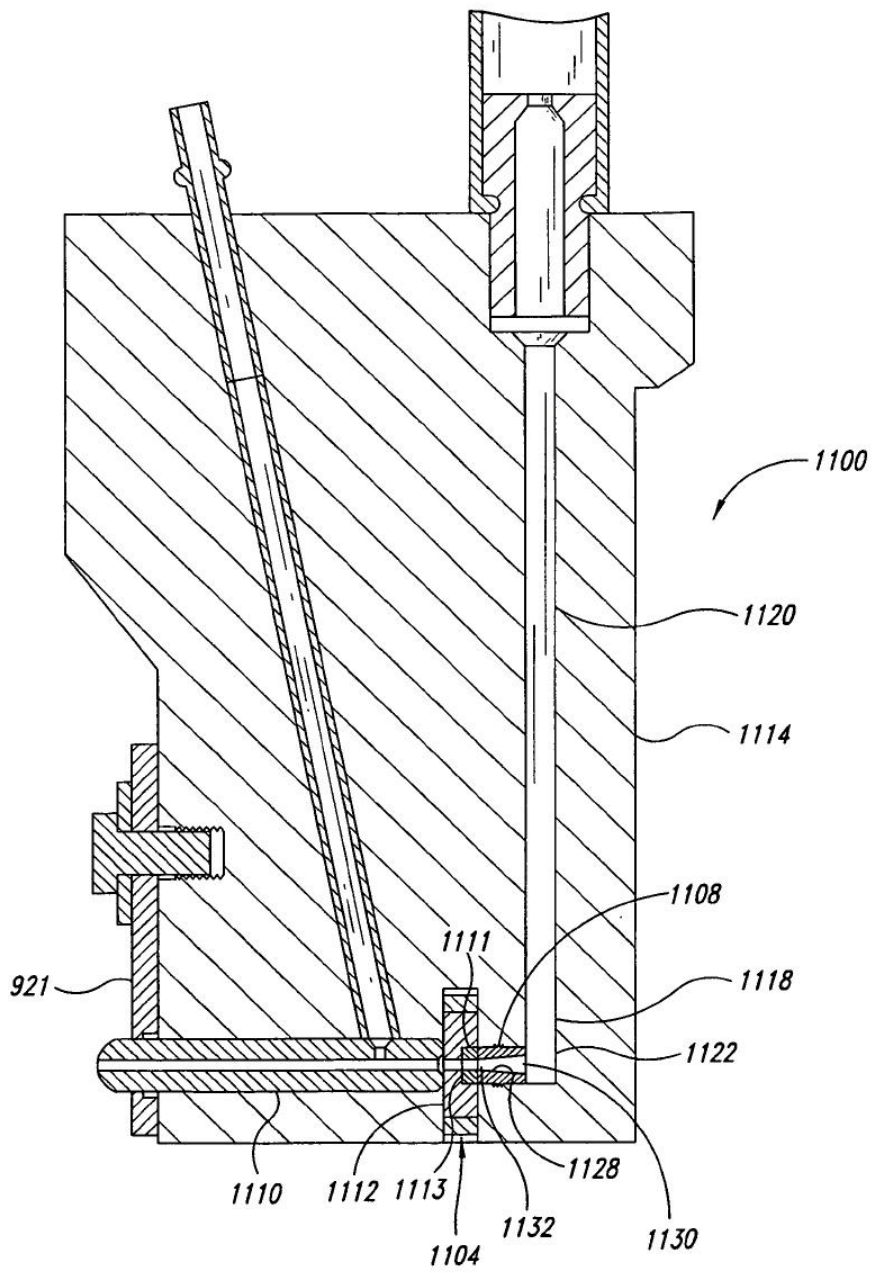


FIG. 17

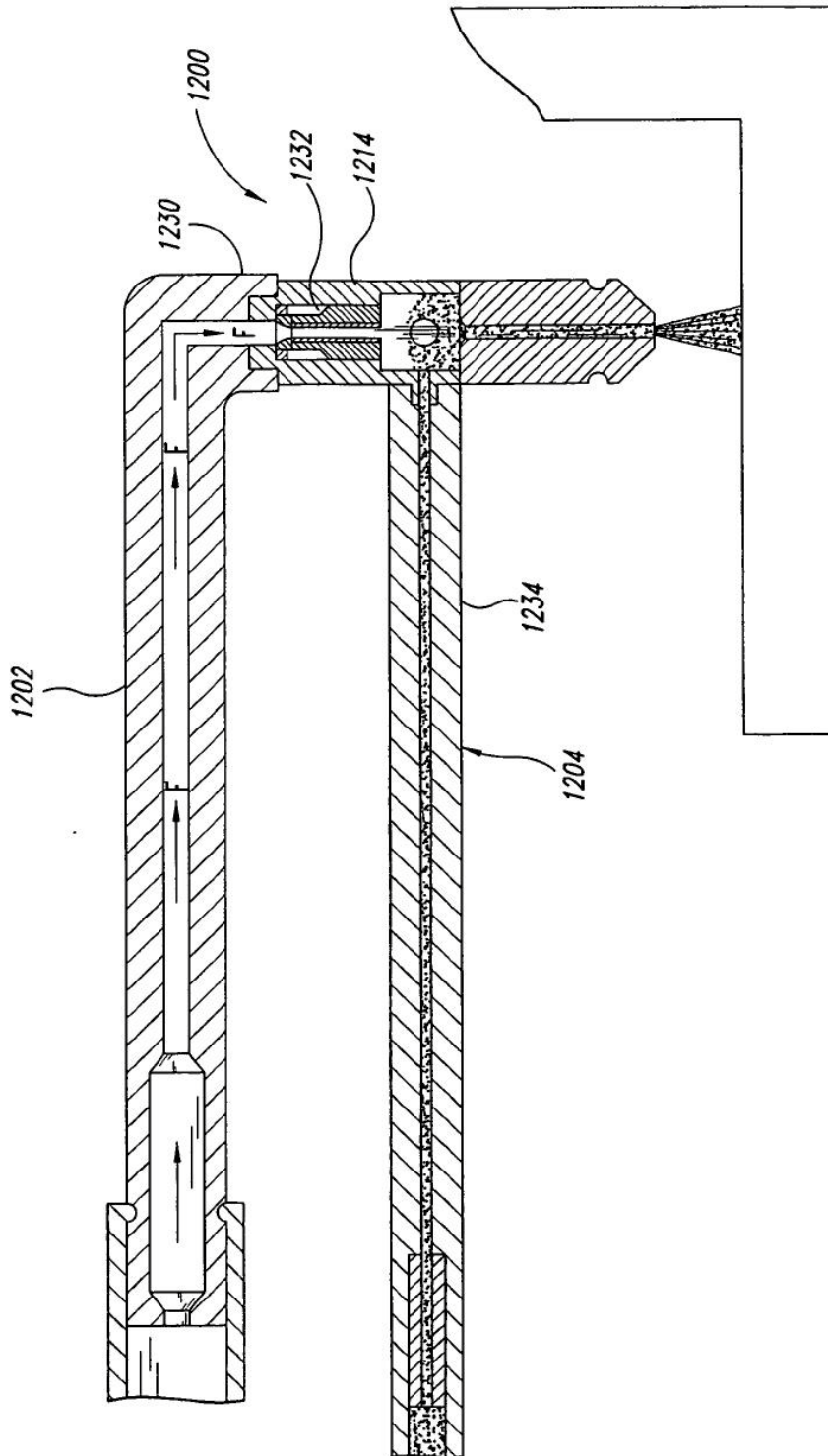


FIG. 18