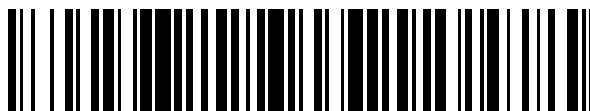


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 790 376**

51 Int. Cl.:

F04F 5/10 (2006.01)

F04F 5/46 (2006.01)

F04D 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.11.2011 PCT/GB2011/052163**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.05.2012 WO12059773**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.11.2011 E 11782465 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2020 EP 2635816**

54 Título: **Eyector y método**

30 Prioridad:

05.11.2010 GB 201018721

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

27.10.2020

73 Titular/es:

**TRANSVAC SYSTEMS LIMITED (100.0%)
Monsal House 1 Bramble Way
Alfreton, Derbyshire DE55 4RH, GB**

72 Inventor/es:

SHORT, GARY

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 790 376 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

Eyector y método

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a eyectores y a un método para expulsar un fluido. En particular, pero no exclusivamente, la invención se refiere a eyectores adecuados para su ubicación en un entorno submarino.

Antecedentes

Es conocido el uso de un eyector para bombear un fluido. Los eyectores emplean un fluido de alta presión (el "motor") para comprimir fluido de baja presión (fluido "arrastrado" o fluido de "succión") a una presión intermedia. El fluido a presión intermedia se expulsa entonces del eyector como un fluido de "descarga".

10 La FIG. 1 es una ilustración esquemática de un eyector conocido 1. El eyector 1 tiene una entrada motriz 10 a través de la cual puede entrar un fluido motriz en el eyector 1. Por ejemplo, el fluido motriz puede ser bombeado por una bomba (no mostrada) a través de la entrada motriz 10.

15 La velocidad del fluido motriz aumenta a medida que pasa a través de una porción 40 de boquilla del eyector 1 antes de ser inyectado a través de una abertura 44 de salida de la porción 40 de boquilla en un vértice de la porción 40 de boquilla hacia una abertura 52 de entrada de una porción 50 de difusor. La porción 50 de difusor proporciona un conducto de fluido en forma de Venturi. Es decir, un diámetro del conducto inicialmente disminuye a lo largo de una longitud de la porción 50 de difusor hasta un diámetro menor que el de la abertura 52 de entrada antes de aumentar de diámetro hacia una abertura 54 de salida de la porción 50 de difusor.

20 La abertura 44 de salida de la porción 40 de boquilla y la abertura 52 de entrada de la porción 50 de difusor están en comunicación fluida con una entrada 20 de fluido de succión del eyector 1. El eyector 1 está dispuesto de tal manera que un flujo de fluido motriz que sale de la abertura 44 de salida de la porción de boquilla y entra en la porción 50 de difusor crea una caída de presión en la entrada 20 de fluido de succión de tal manera que el fluido de succión es absorbido hacia el interior de la porción 50 de difusor a través de la entrada 20 de fluido de succión, siendo arrastrado en el flujo de fluido motriz a través de la porción 50 de difusor.

25 La porción 50 de difusor está dispuesta para mezclar el fluido motriz y los fluidos de succión y reducir una velocidad de flujo de los fluidos aumentando así la presión de los fluidos. Debe entenderse que este es un proceso inverso al que ocurre en la porción 40 de boquilla donde se produce un aumento en la velocidad del fluido motriz, reduciendo así una presión del fluido motriz a medida que sale de la porción 40 de boquilla a través de la abertura 44 de salida.

30 Eyectores tales como el eyector 1 de la Fig. 1 son útiles para bombear fluidos que pueden tener cantidades relativamente grandes de sólidos contenidos en ellos, tales como suspensiones o lodos. Tales fluidos pueden bombearse usando un fluido motriz que no tiene sólidos suspendidos en el mismo o al menos una cantidad relativamente pequeña de sólidos. El fluido motriz puede ser un líquido o un gas o cualquier otro fluido adecuado. El fluido de succión puede ser un líquido o un gas o cualquier otro fluido adecuado.

35 Los eyectores tienen la ventaja de que pueden fabricarse sin piezas móviles y, por lo tanto, pueden disfrutar de una vida útil sustancialmente más larga que las bombas mecánicas convencionales en muchas aplicaciones. Por ejemplo, una bomba mecánica puede experimentar un desgaste relativamente rápido al bombear un lodo debido a la concentración relativamente alta de sólidos contenidos en el lodo. Por el contrario, dado que el eyector 1 de la fig. 1 no tiene partes móviles, puede usarse para bombear el lodo durante un período de tiempo mucho más largo antes de que se requiera mantenimiento.

40 Por lo tanto, debe entenderse que puede usarse una bomba mecánica convencional para bombear a través del eyector 1 un fluido motor que tiene una concentración relativamente baja de sólidos en el mismo. Dado que la bomba no necesita exponerse al fluido de succión, que puede tener una concentración relativamente alta de sólidos en el mismo, la vida útil de la bomba mecánica no se reduce indebidamente por la presencia de sólidos en el fluido de succión.

45 El documento US2005/0064255 describe un sistema de generación de energía eléctrica en el que un sistema de celda de combustible está provisto de recirculación de celda de flujo. El aparato tiene un conjunto eyector que tiene dos eyectores dispuestos en paralelo con una entrada de succión común. El aparato tiene dos entradas de flujo motriz (una para cada eyector) y una salida de descarga. Uno de los eyectores está optimizado para condiciones de bajo flujo de fluido y el otro para condiciones de alto flujo de fluido.

50 El documento CN1308991 describe un inyector de vapor que tiene tres eyectores dispuestos en paralelo. Los eyectores tienen una abertura de entrada de fluido motriz común, una abertura de entrada de fluido de succión común y una abertura de salida de fluido de descarga común.

El documento JP7167100 describe un eyector de líquido que tiene un par de difusores dispuestos en una configuración paralela. Como en el caso del aparato descrito en CN1308991 los eyectores tienen una abertura de entrada de fluido motriz común, una abertura de entrada de fluido de succión común y una abertura de salida de fluido de descarga

común.

Es deseable proporcionar un aparato eyector que tenga una velocidad de bombeo de fluido de succión aumentada para un tamaño de eyector dado. Esto se debe a que en algunas aplicaciones donde el espacio es escaso, como algunas aplicaciones submarinas, es importante reducir la longitud total instalada del eyector tanto como sea posible.

- 5 En algunas aplicaciones, se proporciona un eyector para bombear petróleo o gas desde la cabeza de un pozo. En algunas aplicaciones, el uso de un eyector puede aumentar la cantidad de petróleo o gas que puede extraerse de un pozo en una cantidad sustancial a un costo relativamente bajo. Por lo tanto, es deseable emplear tecnología de expulsión en los sistemas de recuperación de petróleo y gas para hacer un mejor uso de la disminución de los recursos naturales.
- 10 Por lo tanto, un objetivo de las realizaciones de la invención es proporcionar un aparato eyector que pueda hacerse más compacto que el aparato eyector conocido para una velocidad de bombeo objetivo dada, tal como una velocidad volumétrica o de flujo másico objetivo dada.

Declaración de la invención

Las realizaciones de la invención pueden entenderse con referencia a las reivindicaciones adjuntas.

- 15 De acuerdo con la reivindicación 1 de la invención, se proporciona un aparato de bombeo de fluido que comprende una pluralidad de eyectores, el aparato tiene al menos una entrada de fluido motriz dispuesta para suministrar fluido motriz al aparato, al menos una entrada de fluido de succión dispuesta para suministrar fluido de succión al aparato y una salida de descarga común desde la cual el fluido motriz y el fluido de succión que han pasado a través de los eyectores es expulsado del aparato, cada eyector tiene una porción de inyector respectiva y una porción de difusor respectiva, estando dispuesta la porción de inyector para inyectar fluido motriz desde al menos uno de dicho al menos una entrada de fluido motriz en la porción de difusor para así absorber el fluido de succión hacia el interior de la porción de difusor desde al menos uno de dicha al menos una entrada de fluido de succión, la porción de difusor tiene una porción Venturi, cada eyector tiene una porción de estabilización de flujo respectiva aguas abajo de la porción Venturi del mismo, estando dispuesta la porción de estabilización de flujo para estabilizar un flujo de fluido motriz y fluido de succión a través del mismo antes de que los flujos respectivos de fluido a través de cada eyector se encuentren aguas abajo de los eyectores, donde la porción de estabilización de flujo comprende un conducto de estabilización de flujo de diámetro sustancialmente constante y una longitud sustancialmente igual a al menos el diámetro del mismo.

Debe entenderse que el conducto de estabilización de flujo puede formarse integralmente con la porción Venturi, por ejemplo, mediante fundición, moldeado o mecanizado a partir de una sola pieza de material.

- 30 Debe entenderse que cuando el fluido pasa a través de un dispositivo Venturi, inicialmente pasa a través de una porción convergente del dispositivo a lo largo de la cual un diámetro interno del dispositivo Venturi se reduce a lo largo de la dirección del flujo hasta una porción estrechada y posteriormente aumenta nuevamente en una porción divergente aguas abajo de la porción estrechada hacia una salida del dispositivo Venturi.

- 35 Debe entenderse que la velocidad de flujo del fluido que sale del dispositivo Venturi es menor que la del fluido que pasa a través de la porción estrechada del Venturi. A medida que el fluido pasa a lo largo de la porción divergente, el fluido intenta llenar la porción divergente y típicamente se forman corrientes de Foucault a medida que lo hace.

Los presentes inventores han descubierto que la distancia a lo largo de la cual el flujo se estabiliza aguas abajo del Venturi se puede reducir ventajosamente proporcionando una porción de estabilización del flujo inmediatamente aguas abajo de la porción Venturi de cada eyector.

- 40 En algunas disposiciones en las que se asumen condiciones de flujo laminar aguas abajo del Venturi, el flujo puede asumir condiciones de flujo laminar a una distancia más corta aguas abajo del Venturi debido a la presencia de la porción de estabilización de flujo.

- 45 Las realizaciones de la invención tienen la ventaja de que debido a que el flujo de fluido a través de cada eyector es estabilizado por la porción de estabilización de flujo de cada eyector antes de que se combinen los flujos, la estabilización de flujo puede lograrse en una longitud instalada más corta del aparato que si cada eyector no está dotado de su propia porción de estabilización de flujo individual. En otras palabras, si se permite que el fluido que sale de la porción Venturi de un eyector se mezcle inmediatamente con el fluido que sale de la porción Venturi de otro eyector como en la técnica anterior descrita anteriormente, se producirá una estabilización del flujo a lo largo de una longitud mayor aguas abajo de las porciones Venturi que en el caso de que cada eyector tenga su propia porción de estabilización de flujo inmediatamente aguas abajo de su porción Venturi.

- 50 Por lo tanto, las realizaciones de la invención tienen la ventaja de que pueden proporcionarse con una longitud instalada reducida en comparación con eyectores conocidos de una eficiencia de bombeo comparable.

Debe entenderse que se pueden proporcionar realizaciones de la invención que tengan una longitud instalada reducida sin comprometer un caudal de fluido arrastrado para un caudal motriz dado bajo un conjunto dado de presiones de

contorno y / o condiciones de contorno.

5 Por lo tanto, si se utilizase un aparato que tiene un diseño similar al aparato conocido identificado anteriormente, como JP7167100, donde los eyectores no están provistos de una porción de estabilización de flujo, un flujo de fluido desde la porción Venturi de cada eyector hacia la porción de colector inmediatamente aguas abajo de cada eyector no puede circular de manera estable. Esto tiene la desventaja de que se produce una reducción en la eficiencia del aparato, reduciendo así la velocidad de bombeo del aparato para un caudal de fluido motriz dado.

10 Las realizaciones de la presente invención tienen la ventaja de que se puede instalar una porción curva a una distancia menor aguas abajo de una salida de la porción Venturi de cada eyector y aun así mantener una velocidad de bombeo requerida en comparación con eyectores que tienen porciones Venturi de dimensiones similares, pero sin las porciones de estabilización de flujo asociadas a cada Venturi. Si el flujo de fluido que no se ha estabilizado encuentra una porción doblada, se produce una reducción en la eficiencia del sistema como se indicó anteriormente, lo que resulta en una tasa de bombeo menor en condiciones comparables.

Ventajosamente, el conducto de estabilización de flujo tiene sustancialmente el mismo diámetro que un extremo aguas abajo de la porción Venturi.

15 Debe entenderse que en algunas realizaciones el conducto de estabilización de flujo puede ser de un diámetro diferente al extremo aguas abajo de la porción Venturi.

La porción de estabilización de flujo tiene preferiblemente una longitud igual a al menos un diámetro de la misma.

Más preferiblemente, la porción de estabilización de flujo tiene una longitud igual al menos al doble del diámetro de la misma.

20 La porción de estabilización de flujo puede tener una longitud seleccionada al menos de entre tres veces, cuatro veces, cinco veces, seis veces, siete veces, ocho veces, nueve veces, diez veces, quince veces, veinte veces, cincuenta veces y una cien veces su diámetro.

Preferiblemente, la porción de estabilización de flujo tiene una longitud de al menos cinco veces el diámetro de la misma.

25 Preferiblemente, la porción de estabilización de flujo tiene una longitud en el intervalo desde aproximadamente 6 a aproximadamente 10 veces el diámetro de la misma.

El aparato puede comprender además una porción de colector entre los eyectores y la salida de descarga, comprendiendo la porción de colector un conducto dispuesto para recibir fluido que fluye desde las porciones de difusor de los eyectores del aparato.

30 El aparato puede estar provisto además de un conducto curvo que es un conducto que tiene una porción curva, estando provisto el conducto curvo aguas abajo de la pluralidad de eyectores.

El conducto curvo puede estar dispuesto para girar una dirección del flujo de fluido a través de uno seleccionado de entre al menos sustancialmente 45°, al menos 90° y sustancialmente 180°.

El conducto curvo puede disponerse aguas abajo de la porción del colector.

35 El aparato puede proporcionarse en combinación con un conducto curvo, que es un conducto que tiene una porción curva en la que el conducto se dobla a través de un ángulo θ , donde θ no es cero, la porción curva se dispone aguas abajo de la salida de descarga común en la que el fluido que fluye a través de la pluralidad de eyectores es conducido para fluir a través del conducto curvo.

40 Puede disponerse el conducto curvo donde θ toma un valor dado por uno seleccionado entre $30^\circ \leq \theta < 60^\circ$, $60^\circ \leq \theta < 90^\circ$, $90^\circ \leq \theta < 120^\circ$, $120^\circ \leq \theta < 150^\circ$ y $150^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$.

Opcionalmente, θ puede tomar un valor de uno seleccionado de entre sustancialmente 45°, sustancialmente 90° y sustancialmente 180°.

La pluralidad de eyectores puede estar dispuesta en una configuración sustancialmente paralela.

La porción de inyector de al menos uno de los eyectores puede comprender una pluralidad de inyectores.

45 El aparato puede tener una entrada de fluido motriz separada para cada eyector, por lo que se puede evitar que un flujo de fluido motriz hacia una porción de boquilla de la porción de inyector de un eyector se mezcle con un flujo de fluido motriz hacia la porción de boquilla de otro eyector.

El aparato puede tener una entrada de fluido motriz común dispuesta para suministrar fluido motriz a cada uno de la pluralidad de eyectores.

El aparato puede ser operable para evitar un flujo de fluido a través de la porción de inyector de uno de entre la pluralidad de eyectores.

Esta característica tiene la ventaja de que permite controlar una tasa de bombeo del aparato sin ajustar el caudal de fluido motriz externo al aparato.

- 5 Alternativamente o, además, el aparato puede ser operable para evitar un flujo de fluido a través de la porción de inyector de cada uno de entre una pluralidad de eyectores.

Esta característica tiene la ventaja de permitir un mayor rango de control de la tasa de bombeo.

El aparato puede funcionar para evitar un flujo de fluido a través de la porción de difusor de uno de entre la pluralidad de eyectores.

- 10 Alternativamente, o además, el aparato puede ser operable para evitar un flujo de fluido a través de la porción de difusor de cada uno de entre una pluralidad de eyectores.

Uno de entre la pluralidad de eyectores puede tener una porción que tiene un tamaño diferente de la porción correspondiente de otro de entre los eyectores.

- 15 Esta característica tiene la ventaja de que, en algunas realizaciones, la velocidad de bombeo del aparato puede controlarse con mayor precisión.

Dicho uno de entre la pluralidad de eyectores puede tener una porción que tiene un diámetro diferente de la porción correspondiente del otro de entre los eyectores.

Alternativamente o además, dicho uno de entre la pluralidad de eyectores puede tener una porción que tiene una longitud diferente de la longitud de la porción correspondiente del otro eyector.

- 20 Dicha porción puede seleccionarse de entre la porción de inyector, la porción de difusor, la porción Venturi y la porción de estabilización de flujo.

Esto tiene la ventaja de que se pueden proporcionar eyectores que tienen componentes de un tamaño que está optimizado para una aplicación dada.

- 25 Opcionalmente, el conducto de estabilización de flujo tiene sustancialmente el mismo diámetro que un extremo aguas abajo de la porción Venturi

Además, opcionalmente, el conducto de estabilización de flujo tiene una longitud sustancialmente igual a una o dos veces, o de dos a tres veces, el diámetro del mismo.

- 30 El conducto de estabilización de flujo puede tener una relación $R=L/D$ de longitud L a diámetro D donde R está dado sustancialmente por uno seleccionado de entre $3 \leq R < 4$, $4 \leq R < 5$, $5 \leq R < 6$, $6 \leq R < 7$, $7 \leq R < 8$, $8 \leq R < 9$, $9 \leq R < 10$, $11 \leq R < 15$, $15 \leq R < 20$, $20 \leq R < 50$, $50 \leq R < 100$, $R \geq 100$.

En otro aspecto de la invención, se proporciona un aparato de acuerdo con el primer aspecto instalado en un sistema submarino.

En otro aspecto adicional de la invención, se proporciona un aparato de acuerdo con el primer aspecto ubicado en un sistema subacuático y dispuesto para bombear un fluido en el sistema subacuático.

- 35 En un aspecto de la invención según la reivindicación 15, se proporciona un método de bombeo de un fluido que comprende los pasos de: proporcionar un flujo de fluido motriz a cada uno de una pluralidad de eyectores para así absorber fluido de succión a través de cada eyector y expulsar fluido de descarga absorbido a través de los expulsores a través de una salida de descarga común, cada eyector tiene una porción de inyector respectiva y una porción de difusor respectiva, comprendiendo el método inyectar fluido motriz en la porción de difusor para así extraer el fluido de succión hacia el interior de la porción de difusor, la porción de difusor tiene una porción Venturi, cada eyector tiene una respectiva porción de estabilización de flujo aguas abajo de la porción Venturi del mismo, el método comprende además estabilizar un flujo de fluido desde la porción de difusor a medida que pasa a través de la porción de estabilización de flujo antes de que los flujos de fluido respectivos a través de cada eyector se encuentren aguas abajo de los eyectores, el paso de hacer pasar el fluido a través de la porción de estabilización de flujo que comprende hacer pasar el fluido a través de un conducto que tiene un diámetro sustancialmente constante y una longitud sustancialmente igual a al menos el diámetro del mismo.
- 40
- 45

- En un ejemplo, se proporciona un aparato de bomba de fluido que comprende una pluralidad de eyectores, el aparato tiene al menos una entrada de fluido motriz dispuesta para suministrar fluido motriz al aparato, al menos una entrada de fluido de succión dispuesta para suministrar fluido de succión al aparato y una salida de descarga común desde la cual el fluido motriz y el fluido de succión que han pasado a través de los eyectores pueden ser expulsados del aparato, cada eyector tiene una porción de inyector respectiva y una porción de difusor respectiva, estando dispuesta la porción
- 50

de inyector para inyectar fluido motriz de al menos uno de dicha al menos una entrada de fluido motriz hacia el interior de la porción de difusor para así absorber el fluido de succión hacia el interior de la porción de difusor desde al menos una de dicha al menos una entrada de fluido de succión, la porción de difusor tiene una porción Venturi, cada eyector tiene una porción de estabilización de flujo respectiva aguas abajo de la porción Venturi del mismo, la porción de estabilización de flujo está dispuesta para estabilizar un flujo de fluido motriz y fluido de succión a través de la misma antes de que los flujos respectivos de fluido a través de cada eyector se encuentren aguas abajo de los eyectores, en donde la porción de estabilización de flujo comprende un conducto de estabilización de flujo que tiene sustancialmente el mismo diámetro que un extremo aguas abajo de la porción Venturi y una longitud sustancialmente igual a al menos un diámetro del mismo.

En otro ejemplo, se proporciona un método de bombeo de un fluido que comprende los pasos de: proporcionar un flujo de fluido motriz a cada uno de una pluralidad de eyectores para así absorber fluido de succión a través de cada eyector y expulsar fluido de descarga absorbido a través de los eyectores a través de una salida de descarga común, cada eyector tiene una porción de inyector y una porción de difusor, el método comprende inyectar fluido motriz en la porción de difusor para así absorber el fluido de succión hacia el interior de la porción de difusor, la porción de difusor tiene una porción Venturi, el método comprende además estabilizar un flujo de fluido desde la porción de difusor antes de la expulsión a través de la salida de descarga común.

Debe entenderse que la referencia a la porción Venturi incluye la referencia a cualquier dispositivo adecuado para inducir el efecto Venturi en un flujo de fluido a través de la porción de difusor de los eyectores. Es decir, una reducción en la presión del fluido que resulta cuando un fluido fluye a través de una sección estrechada de una tubería o tubo.

20 Breve descripción de los dibujos

Ahora se describirán realizaciones de la invención con referencia a las figuras adjuntas en las que:

La Figura 1 muestra un eyector conocido;

La Figura 2 muestra un aparato eyector de acuerdo con una realización de la invención;

La Figura 3 muestra el aparato de la Figura 2 en sección transversal que muestra una trayectoria de flujo de fluido a través del aparato; y

La Figura 4 muestra el aparato eyector de la FIG. 2 instalado en un sistema submarino de recuperación de petróleo / gas.

Descripción detallada

FIG. 2 muestra el aparato eyector 100 de acuerdo con una realización de la presente invención. El aparato 100 tiene una porción 100B de cuerpo que tiene una única entrada 110 de fluido motriz, una única entrada 120 de fluido de succión y una única abertura 154 de salida. El fluido que ingresa al aparato 100 a través de cualquiera de las entradas 110, 120 está dispuesto para ser descargado desde el aparato 100 a través de la abertura 154 de salida.

El aparato 100 tiene cuatro eyectores, tres de los cuales se muestran en la FIG. 2 etiquetados como 101, 102 y 103 respectivamente. Cada eyector 101, 102, 103 tiene un inyector 140 que tiene una porción 140A, 140B, 140C de boquilla. Cada una de las porciones 140A, 140B, 140C de boquilla tiene una abertura 141A, 141B, 141C de entrada respectiva dispuesta respectivamente en comunicación fluida con la entrada 110 de fluido motriz.

Cada porción 140A, 140B, 140C de boquilla tiene una abertura 144 de salida de boquilla dispuesta para inyectar fluido de entrada desde las porciones 140A, 140B, 140C de boquilla hacia el interior de una porción 150 de difusor correspondiente de cada eyector 101, 102, 103 etiquetada como 150A, 150B, 150C respectivamente.

Cada porción 150 de difusor tiene una porción Venturi 155 y una porción 157 de estabilización o estabilizadora de flujo dispuesta aguas abajo de la porción Venturi 155.

Cada porción Venturi 155 tiene una sección convergente 155CON a lo largo de la cual disminuye un diámetro de la porción Venturi, una sección de garganta 155T de diámetro sustancialmente constante y una sección divergente 155DIV a lo largo de la cual el diámetro de la porción Venturi aumenta nuevamente.

La porción 157 de estabilización de cada porción 150A, 150B, 150C de difusor se proporciona inmediatamente aguas abajo de la sección divergente 155DIV. La porción 157 de estabilización tiene la forma de un conducto que tiene un diámetro sustancialmente igual al de la sección divergente 155DIV de la porción Venturi 155 en el extremo aguas abajo de esa sección 155DIV.

Las porciones 157 de estabilización de los eyectores 101, 102, 103 tienen una longitud de aproximadamente seis veces su diámetro. Para mayor claridad, en la Fig. 2 se muestra una sola porción 157A de estabilización, que forma parte del eyector 101.

En algunas realizaciones, las porciones 157 de estabilización tienen una longitud de aproximadamente seis a aproximadamente diez veces su diámetro. Otras longitudes también son útiles.

En un extremo aguas abajo de cada uno de los eyectores 101, 102, 103, las porciones 157 de estabilización están en comunicación fluida con la abertura 154 de salida por medio de una porción 170 de colector.

5 El aparato está dispuesto para bombear fluido de succión a través de la entrada 120 de fluido de succión y a través de las porciones 150 de difusor de los eyectores 101, 102, 103 cuando un fluido motriz es forzado a través de la entrada 110 de fluido motriz. Se produce una disminución de la presión en la abertura de entrada a cada una de las porciones 150 de difusor a medida que se inyecta fluido motriz desde los inyectores 140 hacia el interior de las porciones 150 de difusor, arrastrando así el fluido de succión a través de la entrada 120 de fluido de succión.

10 La presencia de las porciones 157 de estabilización de cada uno de los eyectores 101, 102, 103 hace que se establezcan condiciones de flujo estables en el fluido que fluye a través de cada uno de los eyectores 101, 102, 103 antes de que el fluido sea expulsado del aparato 100. Esto tiene la ventaja de que, si se proporciona un conducto que tiene una curva en el mismo aguas abajo del aparato 100, la velocidad de bombeo del aparato 100 no se reduce en la misma medida que el aparato correspondiente que tiene eyectores 101, 102, 103 que no tienen partes 157 estabilizadoras.

15 La característica relativa a la presencia de una porción curva que no reduce la velocidad de bombeo en la misma medida tiene la ventaja de que se puede proporcionar un aparato que sea más compacto. En algunas realizaciones, el aparato tiene una longitud reducida en comparación con el aparato de la técnica anterior.

20 FIG. 3 muestra el aparato 100 de la realización de la Fig. 2 en sección transversal a través de un par de eyectores 102, 103 del aparato 100. Se muestra la trayectoria de flujo del fluido motriz FM desde las porciones 140B, 140C de boquilla, junto con la trayectoria de flujo del fluido de succión FS hacia el interior del aparato 100 a través de la entrada 120 de fluido de succión.

Se puede ver que el fluido motriz FM inyectado a través de las porciones 140B, 140C de boquilla de cada eyector 102, 103 está dispuesto para pasar hacia el interior de las respectivas porciones 150B, 150C de difusor.

25 Como se describió anteriormente, el fluido de succión FS se absorbe a través de la entrada 120 de fluido de succión y es arrastrado por el flujo del fluido motriz FM que pasa de los inyectores 140 a las porciones 150 de difusor. Por lo tanto, el fluido de succión arrastrado en el fluido motriz, FMS, fluye a través de las porciones 150 de difusor.

Se puede ver que el fluido motriz / de succión FMS que ingresa a las porciones 157B, 157C de estabilización respectivas circula de manera estable dentro de las porciones 157B, 157C de estabilización antes de salir del aparato a través de la abertura 154 de salida.

30 En algunas realizaciones de la invención, se proporciona una válvula en cada uno de los cuatro inyectores 140 operable para evitar el flujo de fluido desde el respectivo inyector 140A, B, C hacia la porción 150 de difusor correspondiente. Esta característica permite que la velocidad de bombeo del aparato 100 sea variable de acuerdo con la demanda y / o el tipo de fluido de succión FS a bombear.

35 En algunas realizaciones, los respectivos eyectores 101, 102, 103 están dispuestos para proporcionar diferentes caudales respectivos a través de los mismos, por ejemplo, en la relación 1: 2: 3: 4. Por lo tanto, en algunas realizaciones, el aparato 100 puede funcionar para variar una velocidad de bombeo del 10% al 100% en incrementos del 10%. Debe entenderse que otras disposiciones también son útiles, como otros caudales relativos, otros números de eyectores, etc.

40 En algunas realizaciones, el aparato está dispuesto para permitir que el fluido fluya en una dirección inversa a través de una de las porciones 150A, B, C de difusor de uno o más de los cuatro eyectores 101, 102, 103 de regreso a las entradas de las porciones de difusor si el fluido no se inyecta en esa porción 150 de difusor desde el respectivo inyector 140A, B, C. Esto tiene la ventaja de que el flujo de fluido a través del aparato 100 puede manipularse para obtener condiciones de flujo óptimas para una aplicación dada o tipo de fluido de succión FS.

45 El aparato puede estar dispuesto para permitir esta dirección inversa del flujo de fluido al terminar un suministro de fluido a uno o más de los inyectores 140A, B, C de modo que el fluido motor no se inyecte en el difusor 150 correspondiente.

Debe entenderse que, como se describió anteriormente, esto se puede lograr proporcionando una válvula dentro del inyector 140A, B, C respectivo o proporcionando una válvula aguas arriba del inyector 140A, B, C para evitar un flujo de fluido hacia el inyector 140A, AC.

50 Por lo tanto, debe entenderse que para una presión de entrada de fluido motriz dada en la entrada 110 motriz, la presión de entrada de fluido de succión en la entrada 120 de succión y la presión de fluido de descarga en la abertura 154 de salida, puede reducirse la velocidad del flujo de fluido a través de la entrada 120 de succión y hacia afuera a través de la abertura 154 de salida evitando el flujo de fluido a través de uno o más de los inyectores 140A, B, C y permitiendo la recirculación de algo de fluido de descarga a través de una o más de las porciones 150B, C de difusor antes de que pase a través de la abertura 154 de salida de fluido.

5 Debe entenderse que tales realizaciones de la invención tienen la ventaja de que no se requiere disponer una válvula (tal como una válvula de mariposa) en una ruta de flujo de fluido de succión FS (que puede ser un lodo en algunas aplicaciones) o fluido de succión arrastrado en el fluido motriz FMS (que es un lodo diluido en algunas aplicaciones). La provisión de una válvula en un flujo de lodo es indeseable debido a problemas con respecto al movimiento de la válvula y al cierre de la válvula, además del desgaste de la válvula. Al proporcionar la válvula en el flujo de fluido motriz (típicamente el líquido no es un lodo o un gas), este problema puede evitarse.

10 Además, al permitir que el fluido fluya en una dirección inversa a través de un difusor 150, puede eliminarse la necesidad de proporcionar una ruta de retorno separada para el fluido de succión arrastrado en el fluido motriz FMS desde (digamos) la porción 170 de colector de regreso a las entradas de la porción 150 de difusor para reducir el caudal motriz, de succión y de descarga. Este camino de retorno requeriría una válvula en el mismo que estaría expuesta a los fluidos de aspiración y motriz (como lodo) y, por lo tanto, el aparato tendría las desventajas asociadas. Sin embargo, debe entenderse que dicha disposición puede emplearse en algunas realizaciones de la invención.

15 Por lo tanto, algunas realizaciones de la invención tienen la ventaja de que el control del caudal de fluido de succión puede efectuarse sin cambiar la presión del fluido en la entrada de fluido motriz, la entrada de fluido de succión o la salida de fluido de descarga del aparato. Además, algunas realizaciones tienen la ventaja de que el control del caudal de fluido se puede realizar sin necesidad de colocar una válvula en una trayectoria de flujo de fluido de succión o fluido de succión arrastrado en el fluido motriz.

Otras disposiciones también son útiles.

20 FIG. 4 muestra el aparato 100 de la Fig. 2 instalado en un sistema submarino de recuperación de petróleo en el que el aparato está dispuesto para bombear lechada desde una salida de un separador 105. El separador 105 puede estar dispuesto para separar sólidos y líquidos bombeados desde un pozo de petróleo submarino, estando acoplada una salida del separador a una entrada 120 de fluido de succión del aparato 100.

25 Una entrada 110 motriz del aparato 100 está acoplada a una bomba 171 de fluido motriz dispuesta para bombear fluido motriz a través de la misma. De este modo, el aparato 100 está dispuesto para bombear fluido desde el separador 105 arrastrado en fluido motriz hacia fuera del aparato 100 a través de la salida 154 de fluido.

Se puede ver que un conducto 185 de fluido está acoplado a la salida 154 de fluido del aparato 100. Se proporciona una curva 185B en el conducto 185.

30 Debe entenderse que una longitud instalada del aparato 100 desde la entrada 110 motriz hasta la curva 185B para una eficiencia de bombeo dada puede hacerse menor que la que sería posible en un eyector conocido que no tiene una porción de estabilización de flujo aguas abajo de la porción Venturi 155B, C de cada eyector 101A, B, C. Esto tiene la ventaja de permitir una reducción en el tamaño y el costo del aparato 100 y, a su vez, del sistema de recuperación de petróleo bajo el agua.

En algunas realizaciones, el aparato de acuerdo con una realización de la invención puede emplearse para bombear un fluido tal como un líquido, gas o lodo desde una fuente a un separador. Otros arreglos también son útiles.

35 A lo largo de la descripción y las reivindicaciones de esta memoria, las palabras "comprenden" y "contienen" y variaciones de las palabras, por ejemplo "que comprende" y "comprende", significa "que incluye, pero no se limita a", y no pretenden excluir (y no excluyen) otros restos, aditivos, componentes, enteros o pasos.

40 A lo largo de la descripción y las reivindicaciones de esta especificación, el singular abarca el plural a menos que el contexto requiera lo contrario. En particular, cuando se usa el artículo indefinido, debe entenderse que la memoria contempla la pluralidad y la singularidad, a menos que el contexto requiera lo contrario.

Debe entenderse que los enteros, las características, los compuestos, los restos químicos o los grupos descritos junto con un aspecto, realización o ejemplo particular de la invención son aplicables a cualquier otro aspecto, realización o ejemplo descrito aquí, a menos que sea incompatible con ellos.

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Aparato (100) de bomba de fluido que comprende una pluralidad de eyectores (101, 102, 103), teniendo el aparato (100) al menos una entrada (110) de fluido motriz dispuesta para suministrar fluido motriz al aparato (100), al menos una entrada (120) de fluido de succión dispuesta para suministrar fluido de succión al aparato (100) y una salida (154) de descarga común desde la cual el fluido motriz y el fluido de succión que han pasado a través de los eyectores (101, 102, 103) es expulsado del aparato (100)
- cada eyector (101, 102, 103) tiene una porción (140) de inyector respectiva y una porción (150) de difusor respectiva, estando dispuesta la porción (140) de inyector para inyectar fluido motriz desde al menos una de dichas al menos una entrada (110) de fluido motriz hacia el interior de la porción (150) de difusión para así extraer fluido de succión hacia el interior de la porción (150) de difusión desde al menos una de dichas al menos una entrada (120) de fluido de succión, teniendo la porción (150) de difusor una porción Venturi (155),
- 10 **caracterizado porque** cada eyector (101, 102, 103) tiene una porción (157) de estabilización de flujo respectiva aguas abajo de la porción Venturi (155) del mismo, estando dispuesta la porción (157) de estabilización de flujo para estabilizar un flujo de fluido motriz y fluido de succión a través de la misma antes de que los respectivos flujos de fluido a través de cada eyector (101, 102, 103) se encuentren aguas abajo de los eyectores (101, 102, 103),
- 15 en donde la porción (157) de estabilización de flujo comprende un conducto de estabilización de flujo de diámetro sustancialmente constante y que tiene una longitud sustancialmente igual o mayor que el diámetro del mismo.
- 2.** Aparato (100) de bomba de fluido según la reivindicación 1, en el que la pluralidad de eyectores (101, 102, 103) están dispuestos en una configuración sustancialmente paralela.
- 20 **3.** Aparato (100) de bomba de fluido según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la porción (140) de inyector de al menos uno de los eyectores (101, 102, 103) comprende una pluralidad de inyectores (140).
- 4.** Aparato (100) de bomba de fluido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores que tiene una entrada (110) de fluido motriz común dispuesta para suministrar fluido motriz a cada uno de la pluralidad de eyectores (101, 102, 103).
- 25 **5.** Aparato de bombeo de fluido (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 que tiene una entrada (110) de fluido motriz separada para cada eyector (101, 102, 103) mediante el cual puede evitarse que un flujo de fluido motriz hacia una porción (140) de boquilla de la porción (140) de inyector de un eyector (101, 102, 103) se mezcle con un flujo de fluido motriz hacia una porción (140) de boquilla de la porción (140) de inyector de otro eyector (101, 102, 103).
- 30 **6.** Aparato (100) de bomba de fluido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, operable para evitar un flujo de fluido a través de la porción de (140) inyector de uno o más de la pluralidad de eyectores (101, 102, 103).
- 7.** El Aparato (100) de bomba de fluido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores operable para evitar un flujo de fluido a través de la porción (150) de difusor de uno o más de la pluralidad de eyectores (101, 102, 103), y/o operable para permitir un flujo inverso de fluido a través de la porción (150) de difusor de uno o más de la pluralidad de eyectores (101, 102, 103).
- 35 **8.** Aparato (100) de bomba de fluido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que uno de entre la pluralidad de eyectores (101, 102, 103) tiene una porción que tiene un tamaño diferente de la porción correspondiente de otro de los eyectores (101, 102, 103).
- 9.** Aparato (100) de bomba de fluido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que uno de entre la pluralidad de eyectores (101, 102, 103) tiene una porción que tiene un diámetro y/o una longitud diferente de la porción correspondiente de otro de los eyectores (101, 102, 103).
- 40 **10.** Aparato (100) de bomba de fluido según cualquiera de las reivindicaciones 8 o 9, en el que dicha porción es una seleccionada entre la porción (140) de inyector, la porción (150) de difusor, la porción Venturi (155) y la porción (157) de estabilización de flujo.
- 11.** Dispositivo de bomba de fluido (100) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, acoplado a un sistema de separación que funciona para separar líquido de sólidos.
- 45 **12.** Aparato (100) de bomba de fluido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el conducto (157) de estabilización de flujo tiene sustancialmente el mismo diámetro que un extremo aguas abajo de la porción Venturi (155).
- 13.** Aparato (100) de bomba de fluido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende además una porción (170) de colector entre los eyectores (101, 102, 103) y la salida (154) de descarga, comprendiendo la porción (170) de colector un conducto dispuesto para recibir fluido que sale de las respectivas porciones (157) de estabilización
- 50

de flujo de los eyectores (101, 102, 103) y para dirigir el fluido hacia la salida (154) de descarga.

5 **14.** Aparato (100) de bomba de fluido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en combinación con un conducto curvo que es un conducto que tiene una parte curva en la que el conducto se curva a través de un ángulo θ , donde θ no es cero, estando dispuesta la porción curva aguas abajo de la salida de descarga común, donde el fluido que fluye a través de la pluralidad de eyectores es conducido para fluir a través del conducto curvo.

15. Un método para bombear un fluido que comprende los pasos de:

proporcionar un flujo de fluido motriz a cada uno de una pluralidad de eyectores (101, 102, 103) para así absorber fluido de succión a través de cada eyector (101, 102, 103) y expulsar fluido de descarga absorbido a través de los expulsores (101, 102, 103) a través de una salida (154) de descarga común,

10 cada eyector (101, 102, 103) tiene una porción (140) de inyector respectiva y una porción (150) de difusor respectiva, comprendiendo el método inyectar fluido motriz en la porción (150) de difusor para así absorber el fluido de succión hacia el interior de la porción (150) de difusor, teniendo la porción (150) de difusor una porción Venturi (155),

15 **caracterizado porque** cada eyector (101, 102, 103) tiene una porción (157) de estabilización de flujo respectiva aguas abajo de la porción Venturi (155) del mismo, el método comprende además estabilizar el flujo de fluido desde la porción (155) de difusor a medida que pasa a través de la porción (157) de estabilización de flujo antes de que los flujos de fluido respectivos a través de cada eyector (101, 102, 103) se encuentren aguas abajo de los eyectores (101, 102, 103),

20 el paso de hacer pasar el fluido a través de la porción (157) de estabilización de flujo que comprende hacer pasar el fluido a través de un conducto que tiene un diámetro sustancialmente constante y una longitud sustancialmente igual o mayor que el diámetro del mismo.

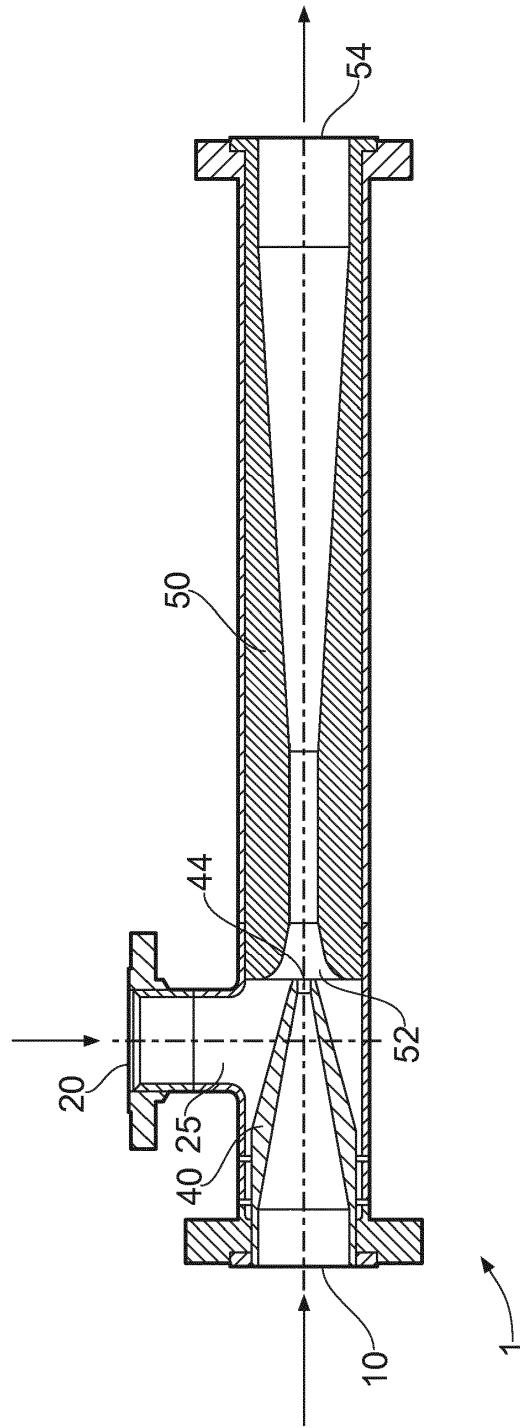


FIG. 1 (Técnica anterior)

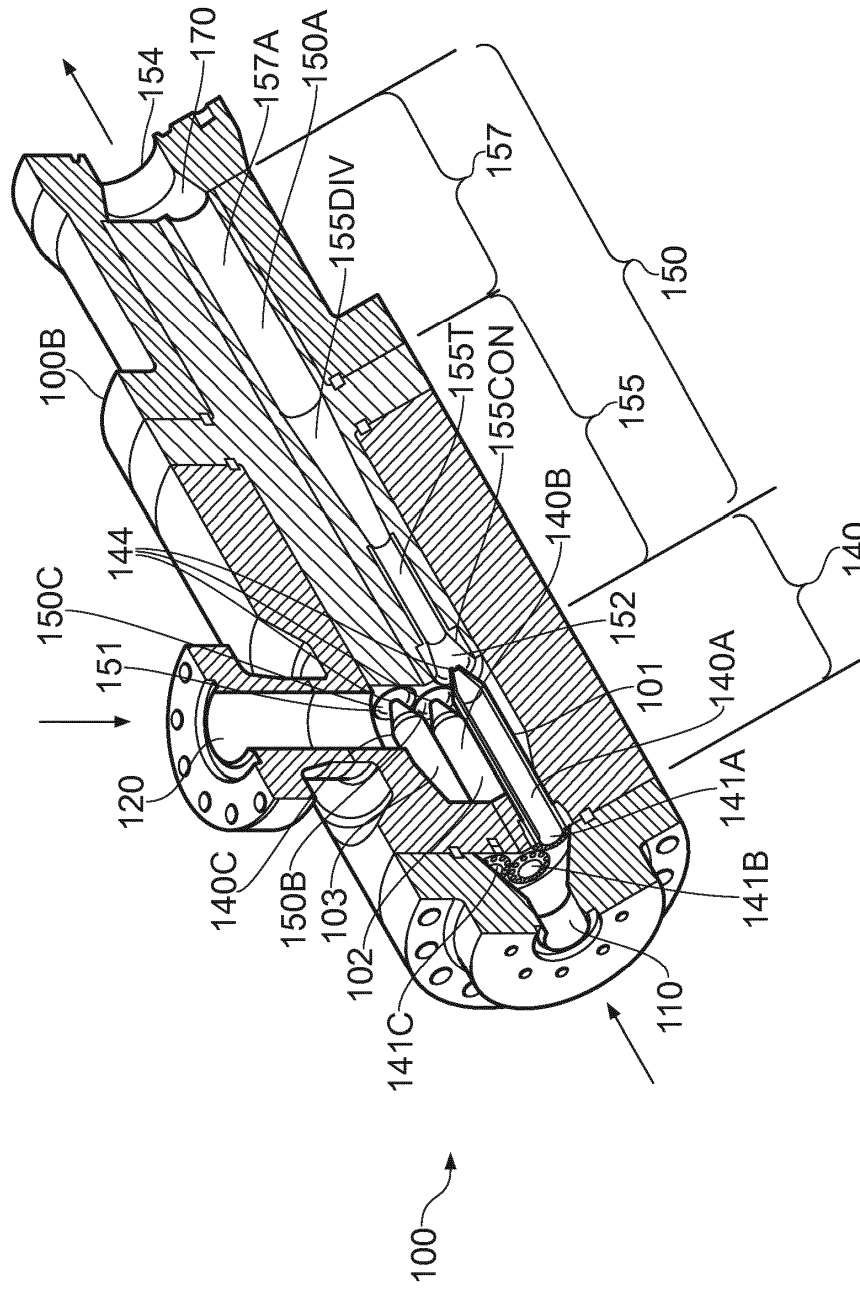


FIG. 2

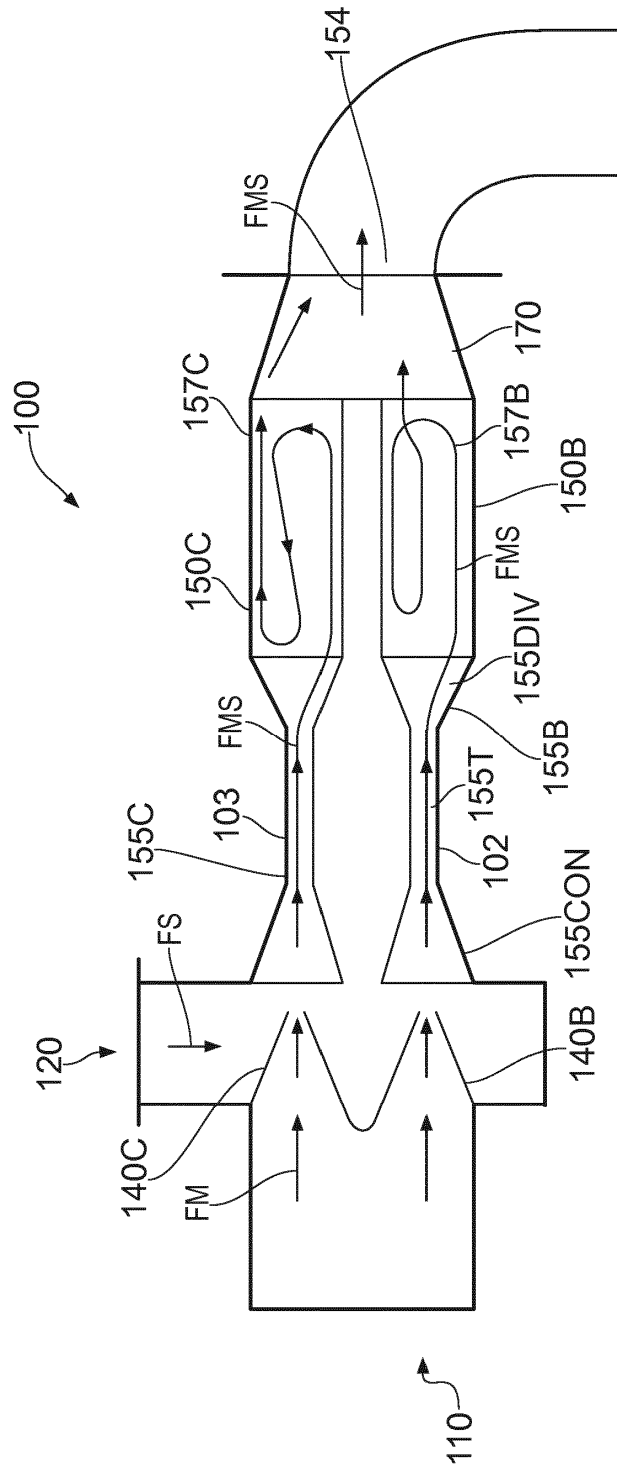


FIG. 3

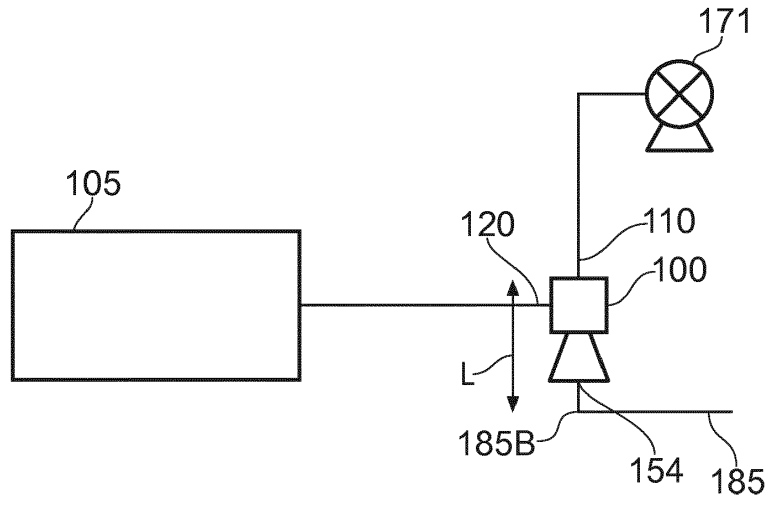


FIG. 4