(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 291 318**

(51) Int. Cl.:
B63H 11/12 (2006.01)
B63H 11/14 (2006.01)
B63H 11/16 (2006.01)
F02K 1/06 (2006.01)
F02K 1/15 (2006.01)
F02K 1/30 (2006.01)
F01K 23/00 (2006.01)
F01K 23/04 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Número de solicitud europea: **01937871 .0**
(86) Fecha de presentación : **07.06.2001**
(87) Número de publicación de la solicitud: **1286885**
(87) Fecha de publicación de la solicitud: **05.03.2003**

(54) Título: **Sistema de propulsión.**

(30) Prioridad: **07.06.2000 AU PQ8024**
23.02.2001 AU PR3311
23.02.2001 AU PR3312
23.02.2001 AU PR3310

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.03.2008

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.03.2008

(73) Titular/es: **Pursuit Dynamics plc.**
Shackleton House Kingfisher Way
Hinchingbrooke Business Park
Huntingdon, Cambridgeshire PE29 6HB, GB

(72) Inventor/es: **Burns, Alan, Robert**

(74) Agente: **González Palmero, Fe**

ES 2 291 318 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).

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

DESCRIPCIÓN

Sistema de propulsión.

Campo de la invención

Esta invención se refiere a un sistema de propulsión.

La invención ha sido concebida particularmente, aunque no únicamente, como un sistema de propulsión para propulsar un vehículo acuático. En una aplicación tal, una fuerza propulsiva para el vehículo acuático se origina típicamente a partir de la generación de un chorro de agua que comunica empuje al vehículo acuático. Sin embargo, el sistema de propulsión puede tener otras aplicaciones; por ejemplo, el sistema de propulsión se puede usar para propulsar una corriente de líquido a la manera de una bomba. Tal uso puede tener aplicación particular, por ejemplo, en la extinción de incendios en la que se propulsa una corriente de agua sobre un fuego.

Estado actual de la técnica

Se conocen varios sistemas para propulsión de vehículos acuáticos, que incluyen propulsores accionados por motor y unidades de propulsión a chorro que producen empuje por descarga de una corriente de fluido.

Las unidades de propulsión a chorro están adquiriendo una popularidad creciente en embarcaciones de recreo y mercantiles por su capacidad de poco calado y sus reducidas necesidades de mantenimiento en comparación con el sistema convencional de propulsión por hélice. Un sistema de propulsión a chorro de vapor/vapor de agua para buques se conoce por el documento USA3779200.

El documento US3.402.555 (Piper) desvela un sistema de tobera de chorro de vapor para propulsión de vehículos acuáticos. En el sistema de tobera, se genera y se descarga vapor de agua a alta presión para proporcionar la propulsión. El sistema de tobera incluye una tobera que tiene un extremo de entrada y un extremo de salida. El vapor penetra en la tobera por el extremo de entrada. El agua bruta de la masa de agua por medio de la que se va a propulsar el vehículo acuático se introduce en la tobera de manera que se convierte en vapor para complementar al vapor de agua ya presente en la tobera. La propulsión no es proporcionada por un flujo de eyección de agua, sino más bien por la generación y descarga de vapor a alta presión.

Una unidad de propulsión por chorro de agua para vehículo acuático conocida es la fabricada por Hamilton Jet en Nueva Zelanda. Una unidad de propulsión por chorro de agua de este tipo utiliza un impulsor accionado por motor para extraer agua a través de una abertura de fondo de aspiración sobre la parte inferior del vehículo acuático y para descargar el agua a presión a través de un orificio de descarga, propulsando con ello el vehículo acuático. El impulsor típicamente es accionado a través de un árbol motor desde un motor de combustión interna. El uso de un impulsor en un sistema convencional de propulsión por chorro de agua tiene varios inconvenientes, incluyendo la cavitación y otras limitaciones de rendimiento. Asimismo, existe una pérdida significativa de energía térmica desde el motor de combustión interna usado para accionar el impulsor.

Se han planteado varias propuestas orientadas a la propulsión de vehículos acuáticos usando una corriente de agua impulsada por un fluido a alta presión para proporcionar empuje. El fluido a alta presión comunica la cantidad de movimiento a la corriente de agua, que se descarga como un chorro de agua. Típicamente, tales propuestas implican un conducto que proporciona un paso de flujo que tiene un orificio de admisión y un orificio de salida, estando tanto el orificio de admisión como el de salida abiertos al agua por cuyo intermedio se va a propulsar el vehículo acuático. El fluido motor a alta presión se inyecta en el conducto para entrar en contacto con el agua del conducto y transferir en consecuencia la cantidad de movimiento a la misma, haciendo que una corriente de agua circule a través del conducto y se descargue en forma de chorro desde el orificio de salida para proporcionar empuje propulsor. Una disposición tal se desvela en el documento US5.344.345 (Nagata), en el que el fluido motor comprende agua a presión y aire comprimido. Otra disposición tal se desvela en el documento US5.598.700 (Varshay), en el que el fluido motor comprende un gas comprimido.

La presente invención se propone proporcionar un sistema de propulsión destinado a generar una corriente de fluido que utiliza un fluido motor sin depender únicamente de la transferencia de la cantidad de movimiento.

Exposición de la invención

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de propulsión que comprende un paso de flujo que tiene un orificio de admisión destinado a estar en comunicación con una fuente de fluido de trabajo y un orificio de salida, una zona de mezcla distribuida dentro del paso de flujo entre el orificio de admisión y el orificio de salida, medios para introducir en la zona de mezcla un fluido motor compresible caliente, por lo que la interacción entre el fluido motor y el fluido de trabajo en la zona de mezcla desarrolla una reducción de presión en la zona de mezcla para provocar la extracción de fluido de trabajo desde dicha fuente al interior de la zona de mezcla y su propulsión hacia el orificio de salida, y medios para airear el fluido de trabajo con un gas de aireación antes de la interacción del fluido motor en la zona de mezcla, por lo que se crea un régimen de fluido trifásico en la zona de mezcla en virtud de la interacción del gas de aireación, el fluido de trabajo y el fluido motor.

El fluido motor compresible está caliente en el sentido de que está a una temperatura mayor que la temperatura del fluido de trabajo que penetra en la zona de mezcla. Típicamente, el fluido motor está a una temperatura de por lo menos 40°C por encima de la temperatura del fluido de trabajo, y preferentemente más de aproximadamente 70°C por encima de la temperatura del fluido de trabajo.

La interacción entre el fluido motor compresible caliente y el fluido de trabajo implica un contacto del fluido motor con el fluido de trabajo que provoca un rápido enfriamiento del fluido motor, para producir la reducción de presión en la cámara de mezcla. De hecho, la rápida reducción de presión es una implosión dentro de la zona de mezcla. La característica de compresibilidad del fluido motor permite un cambio de volumen a consecuencia del rápido enfriamiento del fluido motor.

La interacción entre el fluido motor compresible y el fluido de trabajo preferentemente también implica la transferencia de la cantidad de movimiento desde el fluido motor hasta el fluido de trabajo.

Se cree que el contacto entre el fluido motor y el fluido de trabajo en la zona de mezcla dentro del paso de flujo también puede provocar un desprendimiento de gases (y oxígeno en particular) desde el fluido de trabajo cuando este último es un líquido, y en particular agua. El gas desprendido puede ayudar en la transferencia de la cantidad de movimiento desde el fluido motor hasta el fluido de trabajo. Asimismo, las burbujas del gas desprendido pueden expandirse al ser calentadas en la zona de mezcla y, al hacerlo, aplicar presión y, de este modo, trabajo, al fluido de trabajo, ayudando más así en la propulsión del fluido de trabajo hacia el orificio de salida. Con carácter añadido, los gases desprendidos pueden servir para reducir el rozamiento superficial entre el fluido de trabajo y el límite circundante del paso de flujo.

Según se ha referido anteriormente, el fluido de trabajo puede comprender agua y dicha fuente puede comprender una masa de agua. En el caso de un sistema de propulsión para vehículo acuático, el fluido de trabajo comprendería agua extraída de la masa de agua en o sobre la que se acomoda el vehículo acuático. En tal caso, la masa de agua es típicamente un lago, un río, un estuario o el mar.

El fluido motor compresible puede comprender un fluido sustancialmente gaseoso apto para una rápida reducción de presión al ser expuesto a la influencia refrigerante del líquido de trabajo. El fluido gaseoso puede comprender un gas o una mezcla gaseosa. El fluido gaseoso puede tener además partículas tales como gotitas líquidas arrastradas en su interior.

El fluido motor puede comprender, por ejemplo, un vapor condensable tal como vapor de agua, o gases de escape procedentes de un procedimiento de combustión tal como en un motor de combustión interna o una turbina de gas.

El vapor de agua es un fluido motor particularmente apropiado, ya que puede generarse fácilmente y eficazmente. Asimismo, el vapor de agua puede expandirse con facilidad y es apto para una reducción rápida de volumen a consecuencia de la condensación para generar el efecto de implosión necesario.

El vapor de agua es una forma de fluido motor particularmente apropiada en la que el fluido de trabajo es agua. En tal caso, la fuente de la que se extrae el agua como fluido de trabajo también puede proveer agua de la que se genera el vapor. Con carácter añadido, por la relación entre el vapor de agua y el agua líquida, en la que el vapor es la fase evaporada del agua, no existe ninguna contaminación indeseable del agua usada como fluido de trabajo al entrar en contacto con el vapor de agua usado como fluido motor. Esto puede ser de importancia cuando el sistema de propulsión se usa para propulsar vehículos acuáticos a través de una masa de agua, pues ello evita la contaminación de la masa de agua por el fluido motor.

El fluido motor es un fluido polifásico, tal como una mezcla de vapor de agua, aire y gotitas de agua. El aire y las gotitas de agua pueden estar en forma de bruma. Un fluido polifásico tal proporciona el beneficio de incrementar el caudal másico del fluido motor. Aún más, sirve para incrementar la densidad del fluido motor, acercándola a la densidad del fluido de trabajo para potenciar con ello la transferencia de cantidad de movimiento. La transferencia de cantidad de movimiento es más eficaz cuanto más cerca está la densidad del fluido motor de la densidad del fluido de trabajo.

Durante el funcionamiento del sistema de propulsión, el fluido motor puede inyectarse en el fluido de trabajo de forma constante o de forma intermitente tal como en forma de impulsos.

Los caudales del fluido motor y del fluido de trabajo se pueden seleccionar según el caudal de fluido de trabajo que se desee descargar en el orificio de salida. Cuando el fluido motor es vapor de agua y el fluido de trabajo es agua, se han revelado eficaces los caudales másicos de vapor respecto del agua en una proporción que se extiende desde aproximadamente 1:10 hasta 1:150 dentro del régimen de funcionamiento del sistema de propulsión. Sin embargo, otras proporciones también pueden ser eficaces.

El gas de aireación puede comprender aire o cualquier otro gas o mezcla gaseosa apropiados. La aireación del fluido de trabajo produce una mezcla bifásica que tiene cierta compresibilidad. Se cree que la aireación tiene el efecto de disminuir la densidad de la mezcla bifásica en comparación con el fluido de trabajo, ayudando así en la transferencia del fluido de trabajo a lo largo del paso de flujo hacia la cámara de mezcla. La densidad inferior de la mezcla bifásica

también es ventajosa debido que la densidad está más cerca de la densidad del fluido motor, ayudando así en la transferencia de la cantidad de movimiento. La transferencia de la cantidad de movimiento aumenta a medida que la densidad de la mezcla bifásica se aproxima a la densidad del fluido motor. El procedimiento de aireación también puede reducir el rozamiento superficial entre el fluido de trabajo y el límite circundante del paso de flujo. Con carácter añadido, el procedimiento de aireación puede ayudar en la transferencia de la cantidad de movimiento desde el fluido motor hasta el fluido de trabajo. Asimismo, las burbujas del gas de aireación en el fluido de trabajo reciben calor del fluido de trabajo, habiéndose calentado el propio fluido de trabajo a través del intercambio de calor como resultado del contacto con el fluido motor caliente. Aún más, puede haber contacto directo entre el fluido motor caliente y las burbujas del gas de aireación con fines de intercambio de calor. Las burbujas de gas calentadas pueden expandirse al salir de la zona de mezcla y, al hacerlo, aplicar presión y, de este modo, trabajo, al fluido de trabajo, ayudando más así en la propulsión del fluido de trabajo hacia el orificio de salida.

La sección del paso de flujo entre el orificio de admisión y la zona de mezcla puede ser de cualquier perfil apropiado, incluyendo el perfil de una tobera divergente. Un perfil tal puede ayudar en el procedimiento de aireación, particularmente extrayendo el gas de aireación al interior del paso de flujo.

La introducción del gas de aireación en el fluido de trabajo durante el procedimiento de aireación puede ser por medio de tiro abierto o se puede regular a fin de lograr el grado de aireación deseado. Un tiro abierto es particularmente apropiado cuando el gas de aireación es aire, ya que éste puede extraerse sencillamente del entorno circundante. La regulación se puede lograr de cualquier manera apropiada, tal como restringiendo el flujo de gas de aireación (por ejemplo, por medio de una válvula) o potenciando el flujo del gas de aireación entregándolo a presión.

La amplitud de la aireación se puede variar selectivamente para influir sobre la amplitud del empuje producido en el orificio de salida.

Cuando el fluido de trabajo es agua y el gas de aireación es aire, se ha hallado que el volumen requerido de aire respecto del agua es no mayor que aproximadamente 1:10 en volumen. En determinadas condiciones de funcionamiento, el volumen requerido de aire respecto del agua puede ser relativamente bajo, típicamente en la proporción de aproximadamente 1:300 en volumen.

La sección del paso de flujo entre el orificio de admisión y la zona de mezcla puede comprender una cámara de toma que termina en una abertura de descarga que tiene un área de sección transversal más pequeña que el área de sección transversal de la zona de mezcla, en la ubicación en la que la abertura de descarga se abre sobre la zona de mezcla. Una disposición tal da cabida a la expansión del fluido de trabajo en la zona de mezcla, puesto que es particularmente beneficiosa en el caso en que el fluido de trabajo es un líquido que se ha aireado.

La sección del paso de flujo que define la zona de mezcla preferentemente se contrae de forma progresiva en el sentido del flujo de fluido de manera que acelera el flujo de fluido de trabajo hacia el orificio de salida, y también ayuda en la transferencia de cantidad de movimiento desde el fluido motor hasta el fluido de trabajo. Preferentemente, la zona de mezcla se contrae hasta un tamaño que crea un estado obstruido en el paso de flujo de fluido.

Los medios de inyección destinados a inyectar el fluido motor en la zona de mezcla pueden comprender unos medios de tobera.

El tipo de tobera utilizada depende de las exigencias de propulsión.

En una forma de realización, el medio de tobera puede comprender una única tobera o una pluralidad de toberas ubicadas a intervalos distanciados a lo largo de la cámara de mezcla en el sentido del flujo del fluido de trabajo.

Los medios de tobera pueden estar configurados como una tobera subsónica, sónica o supersónica. Sin embargo, para proporcionar mayor empuje, es ventajoso que los medios de tobera estén configurados como una tobera supersónica.

Preferentemente, los medios de tobera están distribuidos adyacentes a una superficie límite del paso de flujo.

En una disposición, los medios de tobera se pueden extender alrededor de un perímetro del paso de flujo. En una disposición tal, los medios de tobera pueden comprender un paso de tobera de configuración anular. El paso anular puede quedar definido, por ejemplo, entre órganos primero y segundo selectivamente móviles entre sí con objeto de variar el tamaño del paso de flujo de la tobera. El primer órgano puede definir la zona de mezcla y el segundo órgano puede definir la abertura de admisión del paso sobre la zona de mezcla, estando distribuido el paso de tobera anular alrededor de la abertura de descarga del paso de admisión.

En otra disposición, los medios de tobera pueden comprender un paso de tobera configurado como una rendija. En tal forma de realización, la rendija puede quedar definida entre dos elementos de tobera separados.

Los dos elementos de tobera pueden ser móviles entre sí con objeto de variar selectivamente el tamaño del paso de tobera entre los mismos.

Preferentemente se proporciona un medio de control de la tobera para efectuar el movimiento de las secciones de tobera unas en relación con las otras. Típicamente, un elemento de tobera está fijo y el otro es selectivamente móvil según la acción del medio de control de la tobera.

El paso de flujo puede tener una sección de salida que se extiende desde la zona de mezcla y termina en el orificio de salida, estando configurado el orificio de salida como un difusor. Esta disposición es particularmente apropiada cuando la zona de mezcla se contrae hasta un punto en que crea un estado obstruido en el flujo de fluido, según se ha mencionado previamente. Preferentemente queda definida una garganta entre la zona de mezcla y la sección de salida. Cuando existe un estado de flujo obstruido, éste se establece típicamente en la garganta. El paso de flujo puede comprender una parte definida entre dos superficies opuestas, de las que por lo menos una es selectivamente móvil con relación a la otra, con objeto de variar el área de sección transversal de la parte del paso de flujo definida entre las mismas. Dicha parte termina preferentemente en el orificio de salida e incluye la sección de salida.

En una disposición, las dos superficies opuestas son superficies planares.

Preferentemente, las dos superficies opuestas son angularmente móviles entre sí. Esto puede lograrse estando una de las superficies opuestas montada sobre pivote con relación a la otra superficie.

Preferentemente se proporciona un medio de control destinado a controlar selectivamente el movimiento relativo entre las dos superficies opuestas.

Pueden proporcionarse medios para desviar selectivamente el fluido motor, induciéndolo con ello a circular en un sentido inverso a lo largo del paso de flujo para descargarse hacia fuera a través del orificio de admisión. De esta manera, el sistema de propulsión puede utilizarse para proporcionar un empuje inverso.

Pueden proporcionarse medios para variar selectivamente el tamaño del orificio de admisión.

De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, se proporciona un sistema de propulsión que comprende un paso de flujo que tiene un orificio de admisión destinado a estar en comunicación con una fuente de líquido de trabajo y un orificio de salida, una zona de mezcla distribuida dentro del paso de flujo entre el orificio de admisión y el orificio de salida, medios de aireación para airear el líquido de trabajo con un gas de aireación antes de entregar el mismo en la cámara de mezcla, y un medio de tobera para introducir un chorro de fluido motor compresible caliente en la zona de mezcla en un sentido de flujo hacia el orificio de salida, por lo que se crea en la zona de mezcla un régimen de fluido trifásico en virtud de la interacción del gas de aireación, el líquido de trabajo y el fluido motor y por lo que la interacción entre el fluido motor y el líquido de trabajo en la zona de mezcla desarrolla una reducción de presión con relación a la presión de admisión para provocar la extracción del líquido de trabajo, desde dicha fuente al interior de la zona de mezcla, y su propulsión hacia el orificio de salida.

La aireación del líquido de trabajo produce una mezcla bifásica que tiene cierta compresibilidad.

De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, se proporciona un sistema de propulsión que comprende un paso de flujo que tiene un orificio de admisión, destinado a estar en comunicación con una fuente de fluido de trabajo, y un orificio de salida, una zona de mezcla distribuida dentro del paso de flujo entre el orificio de admisión y el orificio de salida, y un medio de tobera para inyectar un vapor condensable en la zona de mezcla en un sentido de flujo hacia el orificio de salida, por lo que la interacción entre el vapor condensable y el líquido de trabajo en la zona de mezcla hace que el vapor condense, proporcionando una reducción del volumen para crear un efecto succionador destinado a provocar la extracción del líquido de trabajo desde dicha fuente al interior de la zona de mezcla y su propulsión hacia el orificio de salida, y medios para airear el fluido de trabajo con un gas de aireación antes de la interacción del fluido motor en la zona de mezcla, por lo que se crea en la zona de mezcla un régimen de fluido trifásico en virtud de la interacción del gas de aireación, el fluido de trabajo y el vapor condensable.

De acuerdo con un aspecto adicional más de la invención, se proporciona un sistema de propulsión para un vehículo acuático acomodado sobre o en una masa de agua, comprendiendo el sistema de propulsión un paso de flujo que tiene un orificio de admisión destinado a estar en comunicación con la masa de agua y un orificio de salida, una zona de mezcla distribuida dentro del paso de flujo entre el orificio de admisión y el orificio de salida, por lo que una corriente de agua extraída como fluido de trabajo de la masa de agua a través del orificio de admisión puede penetrar en la zona de mezcla, y un medio de inyección para inyectar un fluido motor compresible caliente al interior de la zona de mezcla en un sentido de flujo hacia el orificio de salida, por lo que se produce una interacción entre el fluido motor y el agua en la zona de mezcla.

El sistema de propulsión puede proporcionarse en cualquier ubicación apropiada sobre el vehículo acuático. Es particularmente conveniente ubicar el sistema de propulsión de tal manera que el orificio de salida quede ubicado adyacente a la popa del vehículo acuático de manera que proporcione al vehículo acuático un empuje de popa. Sin embargo, el sistema de propulsión puede ubicarse de tal manera que proporcione al vehículo acuático empuje de proa o, de hecho, puede ubicarse de tal modo que el orificio de salida descargue en cualquier ubicación entre la proa y la popa del vehículo acuático.

Puede haber una ventaja particular en ubicar el orificio de salida en una región por debajo del casco del vehículo acuático porque la aireación resultante del agua adyacente al casco del vehículo acuático reduce el efecto de resistencia de rozamiento sobre el vehículo acuático.

De acuerdo con un aspecto adicional más de la invención, se proporciona un vehículo acuático que tiene un sistema de propulsión según uno cualquiera de los aspectos de la invención según se han detallado anteriormente.

De acuerdo con un aspecto adicional más de la invención, se proporciona un sistema de propulsión para un vehículo acuático acomodado sobre o en una masa de agua, comprendiendo el sistema de propulsión un paso de flujo que tiene un orificio de admisión destinado a estar en comunicación con la masa de agua y un orificio de salida, una zona de mezcla distribuida dentro del paso de flujo entre el orificio de admisión y el orificio de salida, por lo que una corriente de agua extraída de la masa de agua a través del orificio de admisión puede penetrar en la zona de mezcla, y a introducir en la zona de mezcla un fluido motor compresible caliente, por lo que la interacción entre el fluido motor y el agua en la zona de mezcla desarrolla una zona de presión reducida para provocar la extracción de una corriente de agua desde la masa de agua al interior de la zona de mezcla y su propulsión hacia el orificio de salida, y medios para airear el fluido de trabajo con un gas de aireación antes de la interacción del fluido motor en la zona de mezcla, por lo que se crea en la zona de mezcla un régimen de fluido trifásico en virtud de la interacción del gas de aireación, el agua y el fluido motor, estando el sistema de propulsión desprovisto de impulsor u otro dispositivo mecánico destinado a generar flujo de fluido a lo largo del paso de flujo para proporcionar empuje en el orificio de salida.

Preferentemente, tanto el orificio de admisión como el orificio de salida del sistema de propulsión del vehículo acuático están posicionados de tal modo que, durante el uso, se encuentran abiertos hacia el interior de la masa de agua o en la que esté acomodado el vehículo acuático.

De acuerdo con un aspecto adicional más de la invención, se proporciona un sistema de accionamiento para un vehículo acuático, comprendiendo el sistema de accionamiento un sistema de propulsión que es según se ha definido anteriormente en este documento y que puede incluir adicionalmente cualquiera de las características preferidas anteriormente detalladas.

De acuerdo con un aspecto adicional más de la invención, se proporciona un sistema de accionamiento para un vehículo acuático adaptado para acomodarse sobre o en una masa de agua, comprendiendo el sistema de accionamiento un generador de vapor, destinado a generar un suministro de vapor de agua, y un sistema de propulsión, comprendiendo el sistema de propulsión un paso de flujo que tiene un orificio de admisión destinado a estar en comunicación con la masa de agua y un orificio de salida, una zona de mezcla distribuida dentro del paso de flujo entre el orificio de admisión y el orificio de salida, por lo que una corriente de agua extraída de la masa de agua a través del orificio de admisión puede penetrar en la zona de mezcla, y un medio de inyección para inyectar vapor de agua generado por el generador de vapor al interior de la zona de mezcla en un sentido de flujo hacia el orificio de salida, por lo que la interacción entre el vapor de agua y el agua en la zona de mezcla provoca la extracción de agua desde la masa de agua al interior de la zona de mezcla y su propulsión hacia el orificio de salida, y medios para airear el agua con un gas de aireación antes de la interacción del vapor de agua en la zona de mezcla, por lo que se crea en la zona de mezcla un régimen de fluido trifásico en virtud de la interacción del gas de aireación, el agua y el vapor de agua.

El sistema de accionamiento puede comprender además un sistema de recuperación de calor adaptado para recuperar calor residual en el agua que se origine del contacto con el vapor de agua.

Preferentemente el generador de vapor comprende una caldera adaptada para generar calor a partir de la combustión de un combustible, estando adaptado el medio de recuperación de calor para recuperar también por lo menos cierto calor residual en los gases de combustión procedentes de la caldera.

De acuerdo con un aspecto adicional más de la invención, se proporciona un procedimiento de generación de un flujo de fluido que comprende las etapas de: proporcionar un paso de flujo que tiene un orificio de admisión y un orificio de salida; ubicar el orificio de admisión del paso de flujo de forma que esté en comunicación con una fuente de fluido principal desde la que se va a establecer el flujo de fluido; e introducir un fluido motor en el paso de flujo para que interaccione con el fluido principal en el paso de flujo, a fin de desarrollar una reducción de presión en una zona del paso de flujo destinada a provocar la extracción de fluido principal desde dicha fuente al interior de dicha zona y su propulsión hacia el orificio de salida; y que comprende además la etapa de airear el fluido principal con un gas de aireación antes de la introducción del fluido motor en el fluido principal, por lo que se crea en el paso de flujo un régimen de fluido trifásico en virtud de la interacción del gas de aireación, el fluido principal y el fluido motor.

De acuerdo con un aspecto adicional más de la invención, se proporciona un procedimiento de generación de un flujo de fluido que comprende las etapas de: proporcionar un paso de flujo que tiene un orificio de admisión y un orificio de salida; ubicar el orificio de admisión del paso de flujo de forma que esté en comunicación con una fuente de fluido desde la que se va a establecer el flujo de fluido; e inyectar un vapor condensable en el paso de flujo para que interaccione con el fluido de su interior, a fin de proporcionar una reducción de volumen a consecuencia de la condensación del vapor para crear un efecto succionador en una zona del paso de flujo destinado a provocar la extracción de fluido desde dicha fuente al interior de dicha zona y su propulsión hacia el orificio de salida; y que comprende además la etapa de airear el fluido con un gas de aireación antes de la introducción del vapor condensable

en el fluido, por lo que se crea en el paso de flujo un régimen de fluido trifásico en virtud de la interacción del gas de aireación, el fluido y el vapor condensable.

De acuerdo con un aspecto adicional más de la invención, se proporciona un procedimiento de propulsión de un vehículo acuático a través de una masa de agua, comprendiendo el procedimiento las etapas de: proporcionar al vehículo acuático un paso de flujo que tiene un orificio de admisión y un orificio de salida, estando ambos abiertos sobre la masa de agua; e introducir un fluido motor en el paso de flujo a fin de desarrollar una reducción de presión en una zona del paso de flujo para provocar la extracción de agua desde la masa de agua, a través del orificio de entrada, al interior de dicha zona, y su propulsión hacia el orificio de salida como una corriente para propulsar el vehículo acuático; y que comprende además la etapa de airear el agua con un gas de aireación antes de la introducción del fluido motor en el agua, por lo que se crea en el paso de flujo un régimen de fluido trifásico en virtud de la interacción del gas de aireación, el agua y el fluido motor.

De acuerdo con un aspecto adicional más de la invención, se proporciona un procedimiento de propulsión de un vehículo acuático a través de una masa de agua, comprendiendo el procedimiento las etapas de: proporcionar al vehículo acuático un paso de flujo que tiene un orificio de admisión y un orificio de salida, estando ambos abiertos sobre la masa de agua; e introducir un vapor condensable tal como vapor de agua en el paso de flujo para proporcionar una reducción de volumen a consecuencia de la condensación del vapor y crear con ello un efecto succionador en una zona del paso de flujo destinado a provocar la extracción de agua desde la masa de agua, a través del orificio de entrada, al interior de dicha zona, y su propulsión hacia el orificio de salida como una corriente para propulsar el vehículo acuático; y que comprende además la etapa de airear el agua con un gas de aireación antes de la introducción del vapor condensable en el agua, por lo que se crea en el paso de flujo un régimen de fluido trifásico en virtud de la interacción del gas de aireación, el agua y el vapor condensable.

Cada aspecto de la invención según se expone anteriormente en este documento puede comprender además un sistema de recuperación de calor destinado a recuperar calor de una fuente de calor, comprendiendo el sistema de recuperación de calor un circuito de refrigerante que tiene un intercambiador de calor expuesto a la fuente de calor, con objeto de extraer calor de la misma a fin de vaporizar un refrigerante en el circuito de refrigerante, y medios asociados al circuito de refrigerante destinados a convertir energía calorífica del refrigerante vaporizado en par de torsión.

Los medios para convertir energía calorífica del vapor de refrigerante en par de torsión pueden comprender un impulsor en el circuito de refrigerante sobre el que actúa el vapor de refrigerante.

De acuerdo con un aspecto adicional más de la invención, se proporciona un sistema de accionamiento para un vehículo acuático acomodado sobre o en una masa de agua, comprendiendo el sistema de accionamiento un sistema de propulsión según se ha expuesto anteriormente en este documento, una caldera destinada a generar un suministro de vapor de agua, teniendo la caldera una cámara de combustión y un conducto de escape por cuya extensión se descargan los gases de escape procedentes de la cámara de combustión, y un sistema de recuperación de calor destinado a recuperar calor residual en los gases de escape, comprendiendo el sistema de recuperación de calor un circuito de refrigerante que tiene un intercambiador de calor expuesto al conducto de escape con objeto de extraer calor de los gases de escape, a fin de vaporizar un refrigerante en el circuito de refrigerante, y medios asociados al circuito de refrigerante para convertir energía calorífica del refrigerante vaporizado en par de torsión.

De acuerdo con un aspecto adicional más de la invención, se proporciona un sistema de accionamiento para un vehículo acuático acomodado sobre o en una masa de agua, comprendiendo el sistema de accionamiento un sistema de propulsión según se ha expuesto anteriormente en este documento y un sistema de recuperación de calor destinado a recuperar calor residual en el agua que circula a lo largo del paso de flujo después de la introducción de vapor de agua en el agua, comprendiendo el sistema de recuperación de calor un circuito de refrigerante que tiene un intercambiador de calor expuesto al paso de flujo con objeto de extraer calor del agua que circula a lo largo del paso de flujo, a fin de vaporizar un refrigerante en el circuito de refrigerante, y medios asociados al circuito de refrigerante para convertir energía calorífica del refrigerante vaporizado en par de torsión.

De acuerdo con un aspecto adicional más de la invención, se proporciona un sistema de accionamiento para un vehículo acuático acomodado sobre o en una masa de agua, comprendiendo el sistema de accionamiento una caldera destinada a generar un suministro de vapor de agua, teniendo la caldera una cámara de combustión y un conducto de escape por cuya extensión se descargan los gases de escape procedentes de la cámara de combustión, un sistema de propulsión según se ha expuesto anteriormente en este documento y un sistema de recuperación de calor destinado a recuperar calor residual en los gases de escape y en el agua que circula a lo largo del paso de flujo después de la introducción de vapor de agua en el agua, comprendiendo el sistema de recuperación de calor un circuito de refrigerante que tiene un intercambiador de calor expuesto al conducto de escape y al paso de flujo con objeto de extraer calor de los mismos, a fin de vaporizar un refrigerante en el circuito de refrigerante, y medios asociados al circuito de refrigerante para convertir energía calorífica del refrigerante vaporizado en par de torsión.

El circuito de refrigerante puede incluir un evaporador que tiene una primera parte del mismo expuesta al conducto de escape con objeto de extraer calor de los gases de combustión que pasan a lo largo del mismo y una segunda parte expuesta al paso de flujo con objeto de extraer calor del agua que circula a lo largo del mismo.

De acuerdo con un aspecto adicional más de la invención, se proporciona un medio de tobera de acuerdo con un sistema de propulsión según se ha expuesto anteriormente en este documento, que tiene un orificio de entrada, un orificio de salida y un paso de flujo que se extiende entre el orificio de entrada y el orificio de salida, caracterizado porque el tamaño del paso de flujo es selectivamente variable.

El medio de tobera puede comprender una sección convergente, una sección de garganta y una sección divergente, extendiéndose la sección convergente desde el orificio de entrada hasta la sección de garganta y extendiéndose la sección divergente desde la sección de garganta hasta el orificio de salida.

El medio de tobera puede comprender una estructura de tobera que comprende dos elementos alargados entre los que queda definido el paso de tobera.

Preferentemente, los dos elementos de tobera son móviles entre sí con objeto de variar selectivamente el tamaño del paso de tobera entre los mismos.

De acuerdo con un aspecto adicional más de la invención, se proporciona un sistema de propulsión que comprende un paso de flujo que tiene un orificio de admisión destinado a estar en comunicación con una fuente de fluido de trabajo y un orificio de salida, una zona de mezcla distribuida dentro del paso de fluido entre el orificio de admisión y el orificio de salida, un medio de tobera para introducir un chorro de fluido motor en la zona de mezcla en un sentido de flujo hacia el orificio de salida, por lo que la interacción entre el fluido motor y el fluido de trabajo en la zona de mezcla provoca la extracción de fluido de trabajo desde la fuente al interior de la zona de mezcla y su propulsión hacia el orificio de salida, teniendo el medio de tobera un paso de tobera de tamaño selectivamente variable y medios para airear el fluido de trabajo con un gas de aireación antes de la interacción del fluido motor en la zona de mezcla, por lo que se crea en la zona de mezcla un régimen de fluido trifásico en virtud de la interacción del gas de aireación, el fluido de trabajo y el fluido motor.

De acuerdo con un aspecto adicional más de la invención, se proporciona un sistema de accionamiento para un vehículo acuático adaptado para acomodarse sobre o en una masa de agua, comprendiendo el sistema de propulsión un paso de flujo que tiene un orificio de admisión destinado a estar en comunicación con la masa de agua y un orificio de salida, una zona de mezcla distribuida dentro del paso de flujo entre el orificio de admisión y el orificio de salida, por lo que una corriente de agua extraída de la masa de agua a través del orificio de admisión puede penetrar en la zona de mezcla, y un medio de tobera para introducir en la zona de mezcla un chorro de fluido motor en el sentido del flujo hacia el orificio de salida, por lo que la interacción entre el fluido motor y el agua provoca la extracción de agua, a través del orificio de admisión, desde la masa de agua, y su propulsión hacia el orificio de salida, teniendo el medio de tobera un paso de tobera de tamaño selectivamente variable, y medios para airear el fluido de trabajo con un gas de aireación antes de la interacción del fluido motor en la zona de mezcla, por lo que se crea en la zona de mezcla un régimen de fluido trifásico en virtud de la interacción del gas de aireación, el agua y el fluido motor.

De acuerdo con un aspecto adicional más de la invención, se proporciona un sistema de accionamiento para un vehículo acuático adaptado para acomodarse sobre o en una masa de agua, comprendiendo el sistema de accionamiento un generador de vapor, destinado a generar un suministro de vapor de agua, un sistema de propulsión que comprende un paso de flujo que tiene un orificio de admisión destinado a estar en comunicación con la masa de agua y un orificio de salida, una zona de mezcla distribuida dentro del paso de flujo entre el orificio de admisión y el orificio de salida, por lo que una corriente de agua extraída de la masa de agua a través del orificio de admisión puede penetrar en la zona de mezcla, y un medio de tobera de vapor para introducir vapor de agua en la zona de mezcla en un sentido del flujo hacia el orificio de salida, por lo que la interacción entre el vapor de agua y el agua provoca la extracción de agua al interior del paso de flujo a través del orificio de admisión, y su propulsión hacia el orificio de salida, teniendo el medio de tobera de vapor un paso de flujo de tamaño selectivamente variable, y medios para airear el fluido de trabajo con un gas de aireación antes de la interacción del fluido motor en la zona de mezcla, por lo que se crea en la zona de mezcla un régimen de fluido trifásico en virtud de la interacción del gas de aireación, el agua y el vapor de agua.

Breve descripción de los dibujos

Se comprenderá mejor la invención mediante referencia a la descripción que sigue de varias formas de realización específicas de la misma, según se muestra en los dibujos que se adjuntan:

La Figura 1 es una vista esquemática que ilustra un sistema de accionamiento según una primera forma de realización, instalado en un vehículo acuático;

la Figura 2 es una vista esquemática en perspectiva, en corte parcial del sistema de accionamiento;

la Figura 3 es una vista esquemática desde un lado de un sistema de propulsión que forma parte del sistema de accionamiento, con una aleta deflectora que forma parte del sistema de propulsión mostrada en una primera posición;

la Figura 4 es una vista similar a la Figura 3, a excepción de que la aleta deflectora está mostrada en una segunda posición;

la Figura 5 es una vista posterior en alzado del sistema de propulsión, que muestra el orificio de salida del mismo;

la Figura 6 es una vista en sección transversal de una estructura de tobera de vapor que forma parte del sistema de propulsión;

la Figura 7 es una vista en perspectiva de la estructura de tobera de vapor;

la Figura 8 es una vista esquemática de un circuito de refrigerante incluido en un sistema de recuperación de calor que forma parte de la unidad de accionamiento;

la Figura 9 es una vista esquemática en corte parcial de un sistema de accionamiento según una segunda forma de realización;

la Figura 10 es una vista en sección lateral de un sistema de propulsión que forma parte del sistema de accionamiento de la segunda forma de realización;

la Figura 11 es una vista esquemática en sección parcial de un sistema de propulsión que forma parte de un sistema de accionamiento según una tercera forma de realización;

la Figura 12 es una vista esquemática en sección de un sistema de propulsión que forma parte de un sistema de accionamiento según una cuarta forma de realización;

la Figura 13 es una vista esquemática desde un lado de un sistema de propulsión que forma parte de un sistema de accionamiento según una quinta forma de realización;

la Figura 14 es una vista esquemática desde un lado de un sistema de propulsión que forma parte de un sistema de accionamiento según una sexta forma de realización;

la Figura 15 es una vista esquemática desde un lado de un sistema de propulsión que forma parte de un sistema de accionamiento según una séptima forma de realización;

la Figura 16 es una vista en perspectiva de un sistema de propulsión para un sistema de accionamiento según una octava forma de realización, con varias piezas del sistema de propulsión en corte;

la Figura 17 es una vista similar a la Figura 16, salvo que están en corte otras piezas del sistema de propulsión;

la Figura 18 es una vista en planta esquemática de un sistema de propulsión para un sistema de accionamiento según una novena forma de realización;

La Figura 19 es una vista parcial esquemática que ilustra un sistema de accionamiento según una décima forma de realización, instalado en un vehículo acuático; y

la Figura 20 es una vista esquemática de un sistema de propulsión según una undécima forma de realización, que funciona como una bomba.

Mejor(es) forma(s) de llevar a cabo la invención

Con referencia a las Figuras 1 a 8 de los dibujos, la primera forma de realización está orientada a un sistema de accionamiento 11 para un vehículo acuático 13 en forma de bote, que tiene un casco 15, una proa 17 y una popa 19 que incluye una bovedilla 20. En esta forma de realización, el sistema de accionamiento 11 está en forma de motor fuera borda que está montado sobre la bovedilla 20 del bote 13, aunque debería apreciarse que son posibles otras disposiciones, incluyendo un sistema de accionamiento a bordo.

El sistema de accionamiento 11 utiliza un sistema de propulsión 21 según la invención, como se describirá.

El sistema de propulsión 21 tiene un orificio de admisión 25 y un orificio de salida 27, estando ambos ubicados por debajo de la línea de flotación del bote 13 de manera que quedan sumergidos en una masa de agua 14 sobre la que el bote 13 está a flote. A los efectos de esta descripción, el bote 13 es de un tipo de explotación en el mar y, por tanto, se aludirá al agua como agua de mar. El agua de mar se extrae al interior del orificio de admisión 25 y se descarga a través del orificio de salida 27 de manera que comunica empuje para propulsar el bote 13, según se explicará más tarde.

El sistema de propulsión 21 usa un fluido motor, que en esta forma de realización es vapor de agua.

El sistema de accionamiento 11 incluye un generador de vapor 31 destinado a generar el vapor de agua. El vapor de agua se genera en el generador de vapor 31 a partir de calor producido a consecuencia de la combustión de un combustible, tal como un gas.

El sistema de accionamiento 11 incluye además un sistema de recuperación de calor 33 a fin de recuperar calor residual del vapor de agua después de la transferencia de la cantidad de movimiento al agua de mar. Adicionalmente,

el sistema de recuperación de calor 33 recupera algo del calor residual en los gases de combustión de escape que se expulsan desde el generador de vapor 31.

El sistema de propulsión 21 comprende una estructura de bastidor 41 que define un paso de flujo 43 que se extiende desde el orificio de admisión 25 hasta el orificio de salida 27. El paso de flujo 43 incluye una sección de admisión 44, una sección convergente 45, una sección de garganta 47 y una sección divergente 49. La sección de admisión 44 se extiende desde el orificio de admisión 25 hasta la sección convergente 45. La sección convergente 45 se extiende desde el orificio de admisión 44 hasta la sección de garganta 47. La sección divergente 49 se extiende desde la sección de garganta 47 hasta el orificio de salida 27. Con esta disposición, aquella parte del paso de flujo 43 más allá de la sección de admisión 44 está configurada a grandes rasgos como una tobera convergente-divergente.

En esta forma de realización, el paso de flujo 43 tiene una sección transversal generalmente rectangular que tiene una extensión longitudinal L y una extensión lateral W (según se ve de forma óptima en la Figura 5). La extensión longitudinal L es considerablemente mayor que la extensión lateral W, de manera que se garantiza que el paso de flujo 43 tiene un perfil rebajado en dirección transversal.

La sección de admisión 44 está definida por una estructura de paredes circundantes 50 que incluye dos paredes opuestas 51, 53, con un espaciamiento entre ellas que se puede variar de forma selectiva para permitir la regulación del área de sección transversal de la sección de garganta. En esta forma de realización, la pared 51 es una pares superior y la pared 53 es una pared inferior. La estructura de paredes circundantes 50 también incluye dos paredes adicionales opuestas (no mostradas) que se extienden entre las paredes superior e inferior 51, 53 de manera que completan un contorno periférico alrededor de la sección de garganta. Las paredes laterales adicionales (no mostradas) se construyen para acomodar el movimiento relativo entre las paredes superior e inferior 51, 53 con motivo de la regulación del área de sección transversal de la sección interior. Se proporciona un mecanismo regulador (no mostrado) para regular selectivamente el espaciamiento entre las paredes superior e inferior 51, 53 mediante el movimiento de las paredes en acercamiento o en alejamiento mutuo.

La sección de admisión 44 incorpora una sección de entrada 46 adyacente al orificio de admisión 25. La sección de entrada 46 está definida por una estructura de paredes circundantes 54 que incluye dos paredes opuestas 55, 56, con un espaciamiento entre ellas que se puede variar de forma selectiva para permitir la regulación del área de sección transversal de la sección convergente 45. En esta forma de realización, la pared 55 es una pared superior y la pared 56 es una pared inferior. La estructura de paredes circundantes 54 también incluye dos paredes adicionales opuestas (no mostradas) que se extienden entre las paredes superior e inferior 55, 56 de manera que completan un contorno periférico alrededor de la sección de entrada. Las paredes laterales adicionales (no mostradas) están construidas para acomodar el movimiento relativo entre las paredes superior e inferior 55, 56 con motivo de la regulación del área de sección transversal de la sección convergente. Se proporciona un mecanismo regulador (no mostrado) para regular selectivamente el espaciamiento entre las paredes superior e inferior 55, 56 mediante el movimiento de las mismas en acercamiento o en alejamiento mutuo.

La sección convergente 45, la sección de garganta 47 y la sección divergente 49 están definidas conjuntamente por una estructura de paredes circundantes 60 que incluye dos paredes planares opuestas 61, 63, con un espaciamiento entre ellas que se puede variar de forma selectiva para permitir la regulación del área de sección transversal de las mismas. En esta forma de realización, la pared 61 es una pared superior y la pared 63 es una pared inferior. La estructura de paredes circundantes también incluye dos paredes adicionales opuestas (no mostradas) que se extienden entre las paredes superior e inferior 61, 63 de manera que completa un contorno periférico alrededor de las secciones convergente, de garganta y divergente. Las paredes laterales adicionales (no mostradas) están construidas para acomodar el movimiento relativo entre las paredes superior e inferior 61, 63 con motivo de la regulación del área de sección transversal de la sección divergente 49.

La pared inferior 63 está montada sobre un pernio 67 para el movimiento pivotal hacia y en alejamiento de la pared superior 61, a fin de variar el área de sección transversal y el perfil de las secciones convergente, de garganta y divergente 45, 47 y 49. Está previsto un medio de control (no mostrado) para un pivotamiento selectivo de la pared 63 en torno al pernio 67. El medio de control comprende un mecanismo de control conectado a la pared 63 y que funciona para hacer que ésta pivote en torno al pernio 67. El mecanismo de control puede comprender, por ejemplo, un dispositivo de potencia tal como un pistón neumático o hidráulico.

La pared superior 61 de las secciones convergente, de garganta y divergente 45, 47 y 49 está provista de una aleta deflectora 65 que es pivotalmente móvil entre una primera posición (según se muestra en la Figura 3), en la que está alejada del orificio de salida 27, y una segunda posición (según se muestra en la Figura 4), en la que se extiende a través del orificio de salida 27 para desviar el agua de mar que se descarga a través del orificio de salida 27. El agua de mar desviada comunica un empuje en dirección opuesta al movimiento de avance del bote 13, haciendo así que el bote se desplace en sentido inverso cuando la aleta 65 está en la segunda posición.

Un medio de inyección de fluido motor 71 está previsto para introducir el fluido motor, que en esta forma de realización es vapor de agua, en el paso de flujo 43.

El medio de inyección de fluido motor 71 incluye una estructura de tobera 73 destinada a inyectar el vapor de agua en un estado expansionado al interior del paso de flujo 43 adyacente al extremo aguas arriba de la sección divergente

49. La estructura de tobera 73 se ubica a un lado de la sección de garganta 47, adyacente a la pared 51. Una pared de transición 75 se extiende entre la estructura de tobera 73 y la pared 61 para proporcionar una transición suave entre la estructura de tobera 73 y la pared 61.

La estructura de tobera 73 está configurada como una tobera supersónica que tiene un paso de tobera 80, que comprende una sección convergente 81 que comienza en un extremo de entrada 83, una sección divergente 87 que termina en un extremo de salida 89 y una sección de garganta 85 interpuesta entre las secciones convergente y divergente.

La estructura de tobera 73 comprende dos elementos de tobera alargados 91, 93 entre los que queda definido el paso de tobera 80. Con esta disposición, el paso de tobera 80 comprende una rendija 94 entre los dos elementos de tobera 91, 93. La extensión longitudinal de la rendija 94 se extiende en la extensión longitudinal L de la sección transversal rectangular del paso de flujo 43.

Cada elemento de tobera 91, 93 comprende una longitud de barra 92 que tiene un lado longitudinal 94 del mismo formado con un perfil correspondiente a un lado del paso de tobera 80. De esta manera, los lados longitudinales 94 de las dos barras 92 cooperan para definir el paso de flujo 80.

Los dos elementos de tobera 91, 93 están en relación separada para definir el paso de tobera 80 entre los mismos y van montados a efectos de un movimiento relativo en acercamiento y en alejamiento mutuo, con objeto de variar el área de sección transversal del paso de tobera 80. Más particularmente, en esta forma de realización, el elemento de tobera 93 está fijo y el elemento de tobera 91 es selectivamente móvil en sentido lateral con objeto de variar el espaciamiento con relación al elemento de tobera 93. Un medio de control de tobera 95 está previsto para mover selectivamente el elemento de tobera 91 lateralmente con relación al elemento de tobera 93. El medio de control de tobera 95 puede tomar una forma apropiada, tal como por ejemplo uno o más dispositivos de potencia tales como pistones neumáticos o hidráulicos con aptitud operativa para accionar el movimiento del elemento móvil de tobera 91 con relación al elemento fijo de tobera 93. El medio de control de tobera 95 puede ponerse en funcionamiento para mover el elemento móvil de tobera 91 durante el funcionamiento del sistema de propulsión 21, incluyendo en particular mientras está circulando vapor de agua a través del paso de tobera 80.

El extremo de entrada 83 del paso de tobera 80 está comunicado con una cámara de vapor 97 que tiene un orificio de entrada 99 para recibir vapor de agua generado por el generador de vapor 31.

La cámara de vapor 97 tiene dos paredes opuestas 101, 103 que disminuyen progresivamente hacia el interior hacia el extremo de entrada 83 del paso de tobera 80. La cámara de vapor 97 está definida dentro de una estructura tubular 105 sobre la que va montado el elemento de tobera fijo 93. La pared 101 de la cámara está definida por una de las paredes de la estructura tubular 105 y la pared 103 de la cámara comprende una pared interna prevista en la cavidad 104 dentro de la estructura tubular 105.

Los medios de aireación 107 están previstos para airear agua de mar que circula a lo largo del paso de flujo 43 con un gas de aireación o una mezcla gaseosa, que en esta forma de realización comprende aire.

Los medios de aireación 107 comprenden una cámara 109 en comunicación con el paso de flujo 43 a través de una pluralidad de orificios de aireación (no mostrados) aguas arriba de la ubicación en la que se inyecta vapor de agua en el paso de flujo 43. Los orificios de aireación se proporcionan mediante perforaciones en la pared 51, que no es solamente una pared de delimitación de la sección de admisión 44, sino también una pared de la cámara 109. Con esta disposición, el aire se introduce en el agua de mar en la sección de admisión 44. La cámara de aire 109 recibe aire a través de una entrada de aire 115. Durante el procedimiento de aireación, el aire puede ser introducido por medio de un tiro abierto o se puede regular a fin de lograr el grado de aireación deseado. La regulación se puede lograr de cualquier manera apropiada, tal como restringiendo el flujo de aire (por ejemplo, por medio de una válvula) o potenciando el flujo de aire entregándolo a presión.

El sistema de accionamiento 11 utiliza agua de mar desalinizada para la caldera 31. El agua destinada a la generación de vapor en la caldera 31 se extrae del mar y se trata en una desalinizadora de cualquier tipo apropiado.

La caldera 31 es del tipo de generación de vapor de paso único y tiene una cámara de combustión 117 en la que está previsto un ventilador impelente 119 para entregar aire de combustión al interior de la cámara de combustión 117. Los gases de combustión procedentes de la cámara de combustión 117 entran en relación de intercambio de calor con el agua que circula a través de la caldera 31 y que se convierte en vapor a partir de los gases de combustión calientes. Después de salir de la caldera 31, los gases de combustión de escape pasan por un conducto de escape 121 que termina en una salida de escape 123 que, en esta forma de realización, está ubicada por debajo de la línea de flotación del bote 13, de manera que se descarga en la masa 14 de agua de mar.

Los gases de escape contienen calor residual no utilizado en la producción de vapor de agua en la caldera 31. El sistema de recuperación de calor 33 se utiliza para recuperar algo de tal calor residual en los gases de escape, así como para recuperar calor residual en el agua de mar que circula a lo largo del paso de flujo 43 tras entrar en contacto con el vapor de agua.

El sistema de recuperación de calor 33 comprende un intercambiador de calor 125 en relación de intercambio térmico con la sección divergente 49 del paso de flujo 43 y también en relación de intercambio térmico con el conducto de escape 121. El intercambiador de calor 125 está en contacto de intercambio térmico con un circuito de refrigerante 127. El calor extraído del intercambiador de calor 125 por el refrigerante en el circuito de refrigerante 127 se utiliza para efectuar un trabajo adicional, según se explicará más tarde. El circuito de refrigerante 127 incluye una bomba de refrigerante 128.

El refrigerante puede ser de cualquier tipo apropiado, tal como un líquido refrigerante conocido o agua a baja presión.

El intercambiador de calor 125 comprende un evaporador 130 que define una cámara del evaporador 131 que tiene una primera pared 132, en relación de intercambio térmico con el paso de flujo 43, y una segunda pared 133, en relación de intercambio térmico con el conducto de escape 125. La primera pared 132 comprende una placa 134 que tiene una cara de la misma enfrentada al paso de flujo 43 y una cara opuesta en contacto con el refrigerante. La cara opuesta puede incorporar aletas (no mostradas) para proporcionar una superficie extendida destinada a la transferencia térmica. De modo similar, la segunda pared 133 comprende una placa 137 que tiene una cara de la misma enfrentada al conducto de escape 121 y una cara opuesta en contacto con el refrigerante. La cara opuesta puede incorporar aletas (no mostradas) para proporcionar una superficie extendida destinada a la transferencia térmica.

Aunque las placas 134, 137 pueden formarse de cualquier material apropiado, preferentemente están formadas de cuproníquel.

En el circuito de refrigerante 127, se extrae calor del agua de mar en el paso de flujo 43 y de los gases de escape en el conducto de escape 121 por evaporación del refrigerante. El vapor de refrigerante resultante acciona un impulsor 141 tal como un rodete incorporado en el circuito de refrigerante, que convierte energía del vapor de refrigerante en par de torsión.

El circuito de refrigerante también incorpora un segundo intercambiador de calor 143 posicionado entre la rueda de álabes 141 y el evaporador 130. El segundo intercambiador de calor 143 comprende un condensador 145 que tiene una cámara de condensación 147 a través de la cual circula el refrigerante. El condensador 145 está posicionado de tal modo que queda en contacto con el agua de mar a la que se transfiere calor a consecuencia de la condensación del refrigerante.

El circuito de refrigerante 127 incluye una tubería de flujo 149 que se extiende entre el condensador 145 y el evaporador 130.

El impulsor 141 está conectado a efectos de accionamiento a un árbol motor 151 sobre el que va montado el ventilador impelente 119 en la cámara de combustión 117 de la caldera 31. El árbol motor 151 también está conectado a una máquina electrodinámica 153 que tiene dos modalidades de funcionamiento, siendo una primera modalidad como motor, en cuyo caso ésta acciona el árbol motor 151 y, de este modo, el impulsor 141 y el ventilador impelente 119 conectado al mismo, y siendo una segunda modalidad como alternador, en cuyo caso ésta es accionada por el árbol motor 151. Al funcionar como motor, la máquina electrodinámica 153 se alimenta mediante una batería 155 que también puede suministrar energía eléctrica a otro conjunto de componentes del sistema de accionamiento 11, así como a dispositivos eléctricos y electrónicos sobre el bote 13.

Al principio de la operación del sistema de accionamiento 11, la máquina electrodinámica 153 funciona en la primera modalidad, como motor alimentado por la batería 155. Mientras funciona como motor, la máquina electrodinámica acciona el motor impelente 119 en la caldera 31. Durante el funcionamiento del sistema de accionamiento 11, se desarrolla calor en los gases de escape que circulan a lo largo del conducto de escape 121, así como en el agua de mar que circula a lo largo del paso de flujo 43 como consecuencia de la inyección de vapor de agua en el paso de flujo 43. El calor se extrae en el evaporador 130 mediante evaporación del refrigerante, produciendo así vapor de refrigerante que comunica par de torsión al árbol motor 151 a través del impulsor 141. El par de torsión comunicado al árbol motor 151 acciona el ventilador impelente 119 así como la máquina electrodinámica 153, que comienza entonces a funcionar en su segunda modalidad, como alternador que carga la batería 155.

El sistema de propulsión 21, la caldera 31, la desalinizadora, el conducto de escape 121, los medios de inyección de vapor 71, los medios de aireación 107 y el circuito de refrigerante 127 están incorporados en un alojamiento 157.

A continuación se describirá el funcionamiento del sistema de accionamiento 11 destinado a propulsar el bote 13. La caldera 31 se enciende para dar comienzo a la producción de vapor de agua. En esta etapa, el ventilador impelente 119 en la cámara de combustión 117 de la caldera es accionado por la máquina electrodinámica 153, que trabaja en su primera modalidad, como motor eléctrico alimentado por la batería 155 del sistema de accionamiento. Los gases de combustión de escape procedentes de la cámara de combustión 117 de la caldera 31 pasan por el conducto de escape 121 y se descargan al agua del mar a través de la salida de escape 123. Puesto que la caldera 31 es del tipo de generación de vapor de paso único, ésta puede proporcionar un suministro de vapor rápidamente. Una vez que hay vapor de agua disponible, el sistema de propulsión 21 puede funcionar. Inicialmente hay un volumen de agua de mar sustancialmente estático en el paso de flujo 43 del sistema de propulsión 21. Cuando se necesita propulsión, se introduce vapor de agua procedente de la caldera 31 en el paso de flujo 43 por medio del sistema de inyección 71. Más

particularmente, se entrega vapor de agua a presión en el interior de la cámara de vapor 97, desde donde se descarga a presión a través de la estructura de tobera 73 al interior del paso de flujo 43. En esta etapa, la estructura de tobera 73 está en un reglaje adecuado al comienzo del funcionamiento del sistema de propulsión 21. De modo similar, las áreas de sección transversal variables de la sección de admisión 44, la sección convergente 45, la sección de garganta 47 y la sección divergente 49 del paso de flujo 43 también están en un reglaje adecuado al comienzo del funcionamiento del sistema de propulsión 21. En esta forma de realización, se suministra vapor de agua a la estructura de tobera a una temperatura de aproximadamente 200°C y una presión de aproximadamente 7 bares, si bien son posibles otras condiciones del vapor. De hecho, en determinadas circunstancias puede ser deseable proporcionar el vapor en un estado sobrecalentado. También es deseable que, al salir de la estructura de tobera 73, el vapor alcance su velocidad máxima y esté totalmente expansionado a aproximadamente 1 atm (101,325 Pa).

El caudal del vapor se ajusta según la cantidad deseada de empuje que se va a generar. En esta forma de realización, se utilizan típicamente caudales másicos de vapor respecto del agua en una proporción de aproximadamente 1:100 hasta 1:150.

A medida que el vapor atraviesa la estructura de tobera 73, experimenta una reducción de presión y un aumento de velocidad (típicamente hasta niveles sónicos) y se descarga en el paso de flujo 43. La región del paso de flujo 43 en la que se descarga el vapor de agua puede considerarse como una zona de mezcla, por la mezcla del vapor de agua entrante con agua de mar del paso de flujo 43. El vapor de agua a alta velocidad interacciona con el agua de mar, lo que implica una transferencia de la cantidad de movimiento que provoca un flujo a lo largo del paso de flujo 43 hacia el orificio de salida 27. Con carácter añadido, el vapor de agua condensa a consecuencia de la exposición a la influencia refrigerante del agua de mar. Se cree que esta acción de enfriamiento rápido produce un rápido colapso o implosión en la que interaccionan el vapor y el agua de mar. El rápido colapso o implosión del vapor proporciona una rápida reducción de presión en la zona de mezcla, extrayendo más agua de mar a través del orificio de admisión 25 y a lo largo del paso de flujo 43 al orificio de salida 27. La alta velocidad de las moléculas de vapor efectúa una transferencia de la cantidad de movimiento al flujo de agua de mar y acelera el flujo del agua de mar a una velocidad incrementada, ayudando así en la extracción de agua de mar a través del orificio de admisión 25 y al interior del paso de flujo 43 de forma continua. El movimiento de avance del bote 13 también ayuda al flujo de agua de mar a través del orificio de admisión 25 y a lo largo del paso de flujo 43.

Los medios de aireación 107, antes de entrar en contacto con el vapor, airean el agua de mar que circula a través del paso de flujo 43. La aireación del agua de mar produce una *mezcla bifásica que tiene cierta compresibilidad. Se cree que la aireación* tiene el efecto de disminuir la densidad de la mezcla bifásica en comparación con el agua de mar, ayudando así en la transferencia del agua de mar a lo largo del paso de flujo 43 hacia la zona de mezcla. El procedimiento de aireación también reduce el rozamiento superficial entre el agua de mar y las superficies límite del paso de flujo 43.

En esta forma de realización, la proporción de aire a agua en el procedimiento de aireación es aproximadamente en 1:300 en volumen.

Se cree que el contacto entre el vapor y el agua de mar en la zona de mezcla dentro del paso de flujo 43 también puede provocar un desprendimiento de gases (y oxígeno en particular) del agua. La presencia de tales gases liberados puede ayudar en la reducción de pérdidas por rozamiento en el flujo en movimiento de agua de mar.

La sección divergente 49 del paso de flujo 43 tiene el efecto de controlar la velocidad y la presión del agua de mar aireada, potenciando así el empuje generado.

El empuje generado por el sistema de propulsión 21 puede regularse. En líneas generales, para una velocidad baja del bote, es necesario que circule a lo largo del paso de flujo 43 un mayor volumen de agua de mar con un movimiento más lento y, para una velocidad elevada del bote, es necesario que circule a lo largo del paso de flujo 43 un volumen menor de agua de mar con un movimiento más rápido. El volumen de agua de mar y el caudal del agua de mar pueden regularse mediante el ajuste de los distintos reglajes disponibles en el sistema de propulsión 21. Más particularmente, el volumen de agua de mar que circula a través del paso de flujo 43 puede regularse mediante el ajuste de las áreas de sección transversal de la sección de admisión 44, la sección convergente 45, la sección de garganta 47 y la sección divergente 49 del paso de flujo 43, según se ha descrito previamente. El caudal de agua de mar puede regularse por la cantidad y la velocidad a las que se inyecta vapor en el paso de flujo 43 mediante el sistema de inyección de vapor 71. Aún más, el perfil de las secciones convergente, de garganta y divergente 45, 47 y 49 del paso de flujo 43 es selectivamente variable mediante el movimiento pivotal de la pared inferior 63 en torno al pernio 67. La entrega de vapor puede regularse por medio de la estructura de tobera 73, ajustándose el tamaño del paso de la tobera 80 entre los elementos de tobera 91, 93 según la necesidad, a fin de lograr la entrega de vapor que se desee. El sistema de propulsión 21 tiene el equipo para la modificación de los distintos reglajes que controlan el caudal del agua de mar a lo largo del paso de flujo 43, desde el orificio de entrada 25 hasta el orificio de salida 27, en cualquier momento que se desee durante el funcionamiento del sistema de accionamiento. De modo similar, la velocidad de entrega de vapor en la cámara de flujo y el grado de aireación del agua de mar pueden regularse según sea necesario.

Los gases de escape que circulan a lo largo del conducto de escape 121 contienen calor residual no utilizado para la producción de vapor en la caldera 31. El agua de mar que circula a lo largo del paso de flujo 43 aguas abajo de la zona de mezcla contiene adicionalmente calor residual, como resultado del contacto con el vapor de agua inyectado.

El sistema de recuperación de calor 33 se utiliza para recuperar algo de este calor. Específicamente, se expone el evaporador 130 a los gases de escape del conducto de escape 121 a través de la placa 137 a tal punto que extrae algo del calor en los gases de escape. De modo similar, se expone el evaporador 130 al agua de mar a través de la placa 134 y así extrae algo del calor residual en el agua de mar. El refrigerante del circuito de refrigerante 127 extrae el calor por evaporación. El vapor de refrigerante resultante se pone en circulación mediante la bomba 128 y entra en contacto con el impulsor 141, provocando su rotación. La rotación del impulsor 141 aplica par de torsión al árbol motor 151, accionando así el ventilador impelente 119 en la cámara de combustión 117 de la caldera 31. En cuanto el vapor de refrigerante comunica suficiente par de torsión al árbol motor 151 a través del impulsor 141, deja de ser necesario el accionamiento por parte de la máquina electrodinámica 153 funcionando en su primera modalidad como electromotor. La máquina electrodinámica 153 puede cambiarse entonces al funcionamiento en su segunda modalidad en la que funciona como alternador accionado por el árbol motor 151. En su capacidad como alternador, la máquina electrodinámica 153 carga la batería 155 de la que previamente se ha alimentado de energía eléctrica al funcionar como motor.

Por cuanto antecede, es evidente que el sistema de accionamiento 11 según la forma de realización funciona como una unidad un tanto independiente, salvo por la necesidad de entregar combustible para la caldera 31.

La forma de realización descrita e ilustrada va en relación con un sistema de accionamiento 11 que funciona como propulsor de popa fuera borda para un bote. Evidentemente son posibles otras disposiciones. El sistema de accionamiento según la invención puede instalarse como unidad a bordo en un bote.

Así, el sistema de propulsión que forma parte del sistema de accionamiento 11 puede posicionarse de modo que proporcione propulsión a popa, propulsión a proa, o de hecho, puede posicionarse en cualquier ubicación entre la proa y la popa del bote. Asimismo, el sistema de propulsión puede disponerse de tal modo que el orificio de salida 27 descargue en una región por debajo del casco del bote, dando como resultado una aireación del agua adyacente al casco. Esto puede reducir el efecto de resistencia de rozamiento sobre el vehículo acuático.

Aún más, pueden proporcionarse dos o más sistemas de propulsión sobre el vehículo acuático en los lados opuestos del eje central de proa a popa del mismo, de tal modo que los sistemas de propulsión pueden utilizarse para proporcionar al bote un control de la dirección, así como un empuje.

Una característica particular del sistema de propulsión que se ha descrito e ilustrado es el perfil rebajado que se logra por la configuración rectangular del paso de flujo 43 en el orificio de salida 27. Debido al perfil rebajado, el sistema de propulsión 21 puede posicionarse en forma práctica debajo de, o incorporarse en el casco de un bote u otro vehículo acuático sin crear grados inadmisibles de resistencia al avance.

Si bien la forma de realización se ha descrito en relación con un vehículo acuático en forma de bote de explotación en el mar, deberá entenderse que el sistema de accionamiento puede tener aplicación en otros tipos de vehículo acuático y que puede funcionar en o sobre masas de agua distintas del mar, tal como sobre lagos y ríos.

Con referencia ahora a las Figuras 9 y 10 de los dibujos, se muestra una segunda forma de realización dirigida a un sistema de accionamiento 160 que es similar al sistema de accionamiento 11 según la primera forma de realización, en el sentido de que incorpora un sistema de propulsión 163, un generador de vapor 165 y un sistema de recuperación de calor 167. El generador de vapor 165 y el sistema de recuperación de calor 167 funcionan de forma semejante a sus equivalentes del sistema de accionamiento 11 según la primera forma de realización.

En la segunda forma de realización, el sistema de propulsión 163 comprende una estructura de bastidor 171 que define un paso de flujo 173 que tiene un extremo de admisión 175 y un extremo de salida 177. Al igual que en el caso de la primera forma de realización, el sistema de propulsión 163 está posicionado de tal modo que el extremo de admisión 175 queda sumergido en la masa de agua sobre la que se sustenta el vehículo acuático. Durante el funcionamiento del sistema de propulsión 163, se extrae agua al interior del extremo de admisión 175 y a lo largo del paso 173 para su descarga en forma de chorro a través del orificio de salida 177, a fin de proporcionar empuje para propulsar el vehículo acuático.

La estructura de bastidor 171 incluye una primera parte 181 y una segunda parte 182 distribuida hacia el interior de la primera parte 181. La primera parte 181 tiene una estructura generalmente tubular e incluye una cavidad central 183, que está abierta por sus extremos y que está rodeada por una pared interna 185. La segunda parte 182 tiene una estructura generalmente tubular que comprende una pared lateral 187, que define una cavidad central 189 abierta por sus extremos. La pared lateral 187 incorpora una sección de protuberancia 191 con acoplamiento por rosca en 193 con la primera parte 181. La segunda parte 182 está sostenida dentro de la primera parte 181 en virtud del acoplamiento por rosca en 193.

La segunda parte 182 se extiende más allá de un extremo de la primera parte 181 y está provista de medios tales como una rueda dentada (no mostrada) mediante la que puede girar selectivamente dentro de la primera parte 181. Debido al acoplamiento por rosca en 193 entre las partes primera y segunda 181, 182, el giro de la segunda parte 182 con relación a la primera parte 181 provoca un desplazamiento axial de la segunda parte 182 con relación a la primera parte 181, cuyo propósito se describirá más tarde.

Las partes primera y segunda 181 y 182 cooperan para definir el paso de flujo 173 así como el extremo de admisión 175 y el extremo de salida 177.

La cavidad 189 en el interior de la segunda parte 182 define una cámara de toma 205 que se extiende desde el orificio de admisión 175 y termina en una abertura de descarga 207 definida por el extremo opuesto de la segunda parte 182. La abertura de descarga 207 se abre sobre una cámara de mezcla 209 definida dentro de la primera parte 181. El área de sección transversal de la abertura de descarga 207 es más pequeña que el área de sección transversal de la cámara de mezcla 209 en la ubicación en la que la abertura de descarga 207 se abre sobre la cámara de mezcla 209. Partiendo de la cámara de mezcla 209, la pared interna 185 de la primera parte 181 está configurada de forma que define una garganta 211 seguida de una sección de difusor 212.

La sección terminal 213 de la segunda parte 182 adyacente a la abertura de descarga 207 está distanciada hacia el interior de la primera parte 181 para definir una cámara anular 215 que se abre sobre la cámara de mezcla 209 pasando por un medio de tobera 217. El medio de tobera 217 comprende una formación de tobera convergente-divergente definida entre una cara interior 219 sobre la pared interna 185 de la primera parte 181 y una cara exterior 221 sobre la segunda parte 182.

Está previsto un medio de aireación 223 para airear una corriente de agua extraída al orificio de admisión 175 antes de la entrada de esta agua en la cámara de mezcla 209. El agua se airea introduciendo un gas de aireación en la cámara de toma 205. En esta forma de realización, el gas de aireación es aire. El aire penetra en la cámara de toma 205 a través de una pluralidad de orificios de aireación 225 que se abren hacia la cámara de toma. Los orificios de aireación 225 están comunicados con una cavidad de aire 227 que está definida dentro de la estructura de bastidor 171 y que recibe aire a través de una entrada de aire 229. En esta forma de realización, la entrada de aire 229 está acoplada con una fuente de aire por medio de un tubo flexible (no mostrado).

Está previsto un orificio de entrada 231 para introducir un fluido motor compresible caliente en la cámara anular 215 a través de una abertura 233 en la primera parte 181. En esta forma de realización, el fluido motor está en forma de vapor de agua a presión. Partiendo de la cámara anular 215, el vapor atraviesa el medio de tobera 217 y penetra en la cámara de mezcla 209, siendo por lo general el sentido del flujo del vapor en dirección hacia el orificio de salida 177. A medida que el vapor se desplaza por el medio de tobera 217, experimenta una reducción de presión y un aumento de velocidad (típicamente hasta niveles supersónicos) y se descarga en la cámara de mezcla 209. El vapor a alta velocidad sigue la pared de delimitación 210 de la cámara de mezcla 209 en virtud del fenómeno conocido como efecto Coanda y, al hacerlo, rodea el agua extraída al interior de la cámara de mezcla 209 desde el orificio de admisión 175. Se cree que el vapor rodea la corriente de agua dentro de la cámara de mezcla 209 y condensa a consecuencia de la exposición a la influencia refrigerante del agua, a tal punto que provoca un rápido colapso o implosión. El rápido colapso o implosión del vapor proporciona una rápida reducción del volumen, y por lo tanto extrae más agua a través del orificio de admisión 175 y a lo largo del paso de flujo.

La alta velocidad de las moléculas del vapor también efectúa una transferencia de la cantidad de movimiento a la corriente de agua y acelera la corriente de agua a una velocidad aumentada. Como consecuencia, el agua se ve arrastrada desde el orificio de admisión 175 hasta la cámara de mezcla 209 de forma continua.

Se cree que el contacto entre el vapor de agua y el agua en la cámara de mezcla 209 también puede provocar el desprendimiento de gases (y oxígeno en particular) del agua. La presencia de tales gases desprendidos es beneficiosa, según se ha descrito previamente en relación con la primera forma de realización.

La cámara de mezcla 209 tiene un área de sección transversal mayor que el área de sección transversal de la abertura de descarga 207 en la ubicación en la que la abertura de descarga se abre sobre la cámara de mezcla y, como consecuencia, da cabida a la expansión del agua aireada que penetra en la cámara de mezcla a través de la abertura de descarga y proporcionando una zona en la que el vapor a alta velocidad puede trabajar comunicando cantidad de movimiento al agua aireada.

En la zona de mezcla 209, el agua sigue acelerando con la cantidad de movimiento hacia la garganta 211, debido a la configuración en contracción de la cámara de mezcla 209. El agua aumenta de presión a medida que atraviesa la sección de difusor 212 y es ayudada por las burbujas en expansión que surgen del procedimiento de aireación, ya que las burbujas ejercen presión sobre las moléculas de agua circundantes.

El empuje generado por el sistema de propulsión 160 puede regularse controlando la velocidad y la presión a las que se entrega el vapor en la cámara de mezcla 209. Es posible lograr una regulación más avanzada regulando el grado de aireación de la corriente de agua entregada en la cámara de mezcla 209. Es posible lograr una regulación aún más avanzada variando las características del medio de tobera 217 a través del cual se entrega vapor en la cámara de mezcla 209. Esto puede conseguirse por un desplazamiento axial de la segunda parte 182 respecto de la primera parte 181 mediante la rotación de la segunda parte según se ha descrito previamente. Tal desplazamiento altera el tamaño de la sección transversal del medio de tobera 217.

En el orificio de entrada 231 se incorpora un medio de válvula (no mostrado) para desviar vapor selectivamente hacia el orificio de entrada y hacer que circule en sentido inverso al flujo normal del fluido a lo largo de la cámara de

toma 205, para descargarse hacia fuera a través del orificio de admisión 175. De esta manera, el sistema de propulsión puede utilizarse para proporcionar al vehículo acuático 12 un empuje inverso.

Las condiciones del vapor y los caudales másicos de vapor y agua son similares a los descritos en relación con la primera forma de realización.

Con referencia ahora a la Figura 11 de los dibujos, se muestra un sistema de propulsión 240 según una tercera forma de realización. La tercera forma de realización es algo similar a la segunda forma de realización, a excepción de que el medio de tobera 217 comprende una serie de toberas 241 distanciadas a intervalos a lo largo de la cámara de mezcla 209 en el sentido del flujo a lo largo del paso 173. Asimismo, en la cámara de mezcla 209 está ubicado centralmente un dispositivo de control de flujo 243. El dispositivo 133 tiene una cara exterior 245 que define una superficie límite interior 247 destinada a dirigir el agua de llegada a una estrecha proximidad del contorno periférico exterior de la cámara de mezcla 209, para un mejor contacto con el vapor de agua.

La Figura 12 muestra un sistema de propulsión 250 para un sistema de accionamiento según una cuarta forma de realización. El sistema de propulsión 250 es similar al sistema de propulsión 163 de la segunda forma de realización e incluye adicionalmente un dispositivo de control de flujo 251, ubicado en el paso de control de flujo 173. El dispositivo de control de flujo tiene una cara exterior 253 que coopera con la pared interna 185 de la primera parte 181 del sistema de propulsión 250, para definir una zona anular 255 que tiene una región convergente 257, una región de garganta 258 y una región divergente 259. La región convergente 257 proporciona la zona de mezcla en la que se inyecta vapor a través de la tobera anular definida por el medio de tobera 217. La región divergente 259 se abre la sección de difusor 212 y forma parte de la misma.

La Figura 13 ilustra un sistema de propulsión 260 para un sistema de accionamiento según una quinta forma de realización. El sistema de propulsión 260 es similar al sistema de propulsión 163 de la segunda forma de realización, en el sentido de que comprende una estructura de bastidor 171 que tiene partes primera y segunda 181, 182 que definen un paso de flujo 173, que se extiende entre un orificio de admisión 175 y un orificio de salida 177. El orificio de admisión 175 está abocinado en la sección de entrada, a fin de guiar el agua con suavidad al interior del paso de flujo 173. El paso de flujo 173 tiene una cámara de toma 205 que incorpora una sección divergente 261, que se extiende desde la sección de entrada abocinada, seguida de una sección convergente 262, que se abre sobre la cámara de mezcla 207. El medio de aireación 223 comprende una cámara de aire anular 263 posicionada como una camisa alrededor de la sección divergente 261. A lo largo de la sección divergente 261 y circunferencialmente alrededor de la misma, está prevista una pluralidad de orificios de aireación destinados a introducir en el paso de flujo 173 un gas de aireación, tal como aire.

En las formas de realización que se han descrito, el fluido motor ha sido vapor de agua. En otras formas de realización, el fluido motor puede ser un fluido polifásico, tal como por ejemplo una mezcla de vapor, aire y gotitas de agua. El aire y las gotitas de agua pueden ser arrastrados en el interior del vapor como una bruma. Un fluido motor polifásico tal tiene un caudal másico superior al del vapor simplemente y puede proporcionar ventajas.

Una forma de realización tal está mostrada en la Figura 14 de los dibujos. En esta forma de realización, el sistema de propulsión 265 es similar al sistema de propulsión 260 según la forma de realización anterior, a excepción de que el fluido motor es una mezcla de vapor, aire y gotitas de agua. El aire y las gotitas de agua se introducen en el vapor en forma de bruma, creada usando agua entregada a través de una tubería de agua 266 y aire arrastrado en el agua desde la cámara de aire 263 a través de un conducto de aire 267. La bruma se introduce en el flujo de vapor en una estructura de tobera 268 que incluye una sección divergente 269. El vapor transfiere cantidad de movimiento y calor a la bruma, incrementando la masa de la mezcla. La introducción de la bruma, junto con la sección divergente 269, proporciona un control de la velocidad del flujo polifásico. La introducción del aire en el flujo de agua ayuda en la transferencia de la cantidad de movimiento y calor desde el flujo de vapor. El propósito del incremento del caudal másico y la influencia sobre la velocidad antes de la salida desde la tobera 268 es el de permitir una transferencia máxima de cantidad de movimiento y calor entre el vapor y la mezcla del flujo de agua y aire.

Con referencia ahora a la Figura 15 de los dibujos, se muestra un sistema de propulsión 272 para un sistema de accionamiento según una forma de realización adicional más. El sistema de propulsión 272 es similar al sistema de propulsión 163 según la segunda forma de realización, en el sentido de que comprende una estructura de bastidor 171, que define un paso de flujo 173 que tiene un extremo de admisión 175 y un extremo de salida 177, comprendiendo la estructura de bastidor una primera parte 181 y una segunda parte 182. Sin embargo, en esta forma de realización, las partes primera y segunda 181, 182 están configuradas de modo que el extremo de admisión 175 y el extremo de salida 177 tienen sustancialmente el mismo tamaño, atendiendo al área de sección transversal de flujo de las mismas. Con carácter añadido, el paso de flujo 173 tiene un tamaño de sección transversal sustancialmente uniforme en toda su longitud, aparte de alguna variación de poca importancia en la ubicación en la que el medio de tobera 217 se abre sobre el paso de flujo 173, y tiene sustancialmente la misma área de sección transversal de flujo que el extremo de admisión 175 y el extremo de salida 177. En la cámara de mezcla 207 está establecida una zona anular de implosión, en la región en la que la mezcla bifásica 274 de agua y aire entra en contacto con el vapor inyectado.

La característica de que el extremo de admisión 175 y el extremo de salida 177 tengan sustancialmente la misma área de sección transversal de flujo, teniendo el paso de flujo 173 sustancialmente la misma área de sección transversal

de flujo, da como resultado la ausencia de restricción física al flujo de agua entre el extremo de admisión 175 y el extremo de salida 177. Tal disposición puede ser ventajosa en determinadas aplicaciones.

Una ventaja particular del sistema de propulsión 272 según esta forma de realización es que la estructura de bastidor 171 presenta un área frontal relativamente pequeña a la masa de agua a través de la que avanza cuando está en funcionamiento, de manera que reduce el efecto de resistencia al avance.

Con referencia ahora a las Figuras 16 y 17 de los dibujos, se muestra un sistema de propulsión 270 para un sistema de accionamiento según una forma de realización adicional más para un vehículo acuático tal como un bote y, en particular, un bote de mayores dimensiones o buque marítimo.

El sistema de propulsión 270 comprende un alojamiento 271 que define un orificio de admisión 273 y un orificio de salida 275, con un paso de flujo 277 extendiéndose entre el orificio de admisión 273 y el orificio de salida 275. El alojamiento 271 es de sección transversal generalmente rectangular, teniendo paredes superior y de fondo 279 y 281 respectivamente, y paredes laterales 283. Dentro del paso de flujo 277 está definida una zona de mezcla 285.

Está previsto un sistema de inyección de fluido motor 287 para introducir en el paso de flujo 277 un fluido motor en forma de vapor.

El sistema de inyección de fluido motor 287 comprende una pluralidad de toberas de inyección de vapor 289 a intervalos distanciados a lo ancho del paso de flujo 277, según se muestra en la Figura 13 de los dibujos. Las toberas 289 están dispuestas de forma que inyectan vapor en la zona de mezcla 285 en un sentido del flujo hacia el orificio de salida 275. Cada tobera 289 está configurada como una tobera supersónica que tiene un paso de tobera 291, que comprende una sección convergente 293, una sección de garganta 295 y una sección divergente 297 que termina en un orificio de salida 299 que se abre sobre la zona de mezcla 285.

Los medios de aireación 301 están previstos para airear agua de mar que circula a lo largo del paso de flujo 277, desde el orificio de admisión 273 hasta el orificio de salida 275, con un gas de aireación o una mezcla gaseosa, que en esta forma de realización comprende aire. Los medios de aireación 301 comprenden dos cámaras de aireación 303 distribuidas sobre paredes opuestas del paso de flujo 277. Específicamente, las cámaras de aireación 303 comprenden una cámara de aireación inferior, ubicada adyacente a la pared inferior 281, y una cámara de aireación superior, ubicada adyacente a la pared superior 279, según se muestra en los dibujos. Cada cámara de aireación 303 incluye una pared de delimitación 305 que queda expuesta al paso de flujo 277 y que incluye una pluralidad de orificios de aireación 307.

Las cámaras de aireación 303 están comunicadas con un suministro de gas de aireación, que en esta forma de realización es aire. Con esta disposición, se extrae aire al interior del paso de flujo 277 en respuesta al flujo de agua de mar a lo largo del paso de flujo desde el orificio de admisión 273 hasta el orificio de salida 275. Sin embargo, ha de comprenderse que, en una disposición alternativa, el aire puede suministrarse a presión en las cámaras de aireación 303.

Cada cámara de aireación 303 está ubicada aguas arriba de la zona de mezcla 285 con relación al sentido del flujo a lo largo del paso de flujo 277, de tal modo que el agua de mar que circula a lo largo del paso de flujo 277 es aireada antes de entrar en contacto con el vapor inyectado a través del sistema de inyección de vapor 287.

El paso de flujo 277 incluye una sección de salida 278 adyacente al orificio de salida 275 y terminando en el mismo.

Entre las zonas de mezcla 285 y la sección de salida 278, el paso de flujo 277 está dividido en una serie de vías de circulación separadas 311 por elementos de control de flujo 313 ubicados dentro del alojamiento 271. Los elementos de control de flujo 313 están ubicados a intervalos distanciados a lo ancho del paso de flujo 277, según se muestra en la Figura 17 de los dibujos. Cada elemento de control de flujo 313 tiene lados longitudinales opuestos 315 que incluyen una sección lateral divergente 317 y una sección lateral convergente 319. Con esta disposición, los elementos de control de flujo 313 cooperan para configurar cada vía de circulación 311, de manera que comprenden una sección convergente 321 y una sección divergente 323. La longitud de la sección convergente 321 es considerablemente mayor que la longitud de la sección divergente 323, según se ve en la Figura 17. Se advertirá también que las dos vías de circulación exteriores 311 inmediatamente adyacentes a las paredes laterales 283 también comprenden secciones convergente y divergente 321, 323, aunque el gradiente de convergencia y divergencia es inferior, puesto que un lado de cada vía de circulación queda definido por la pared respectiva 283. La sección divergente 323 se abre sobre una sección de salida 278 que termina en el orificio de salida 275. La pared de fondo 281 del alojamiento 271 está formada en dos secciones, que son una primera sección de pared 341 y una segunda sección de pared 342. Las dos secciones de pared 341, 342 están distanciadas entre sí de manera que definen un orificio de entrada secundario 343 a cuyo través puede penetrar agua de mar directamente en la zona de mezcla 285. La primera sección de pared 341 es móvil con relación a la segunda sección de pared 342, al objeto de variar el tamaño de la abertura 343. Se proporcionan unos medios de control 345, tales como un pistón neumático o hidráulico, para efectuar el movimiento relativo de la primera sección de pared 341 con relación a la segunda sección de pared 342, de manera que varían el tamaño de la abertura 343.

Una aleta deflectora 347 va asociada al orificio de salida 275 a efectos de movimiento entre una primera posición en la que está alejada del orificio de salida 275, de manera que permite un empuje normal, y una segunda posición en la que se extiende a través del orificio de salida 275, de manera que desvía el agua de mar descargada a través del mismo, de manera que proporciona una acción de empuje inverso.

A continuación se describirá el funcionamiento del sistema de propulsión según esta forma de realización. Con una masa de agua de mar estática presente en el paso de flujo 277, se inyecta vapor a presión a través de las toberas 289 en la zona de mezcla 285 en dirección hacia el orificio de salida 275. El vapor a alta velocidad que penetra en la zona de mezcla 285 a través de las toberas 289 interacciona con el agua de mar para transferir a la misma cantidad de movimiento, provocando un flujo de agua de mar a lo largo del paso de flujo 277 desde el orificio de admisión 273 hasta el orificio de salida 275. Con carácter añadido, el vapor de agua condensa a consecuencia de la exposición a la influencia refrigerante del agua de mar. Se cree que esta acción de enfriamiento rápido produce un rápido colapso o implosión cuando interaccionan el vapor y el agua de mar. Debido a la velocidad a la que el vapor penetra en la zona de mezcla 285, se desarrolla una reducción de presión en la zona de mezcla 285. La implosión se extiende al interior de las secciones convergentes 321 de las vías de circulación 311.

La reducción de presión en la zona de mezcla 285 induce la penetración de más agua de mar en el paso de flujo 277 a través de la abertura 343, cuyo volumen puede regularse mediante el medio de control 345.

El flujo de agua de mar también induce al aire al interior del paso de flujo 277 a través del medio de aireación 301.

La aireación del agua de mar produce una mezcla bifásica de agua de mar y aire que tiene cierta compresibilidad.

La mezcla bifásica resultante circula a lo largo del paso de flujo y se acelera a través de las secciones convergentes 321 de las vías de circulación 311 antes de penetrar en las secciones divergentes 323, en las que la velocidad se reduce y la presión aumenta, de manera que se proporciona un empuje potenciado en el orificio de salida 275.

Con referencia ahora a la Figura 18 de los dibujos, se muestra un sistema de propulsión según una forma de realización adicional, que es similar en algunos sentidos a la anterior forma de realización 270, a excepción de que se incorpora una segunda etapa a los efectos de una potenciación adicional del empuje desarrollado por el sistema de propulsión.

El sistema de propulsión 350 comprende un alojamiento 351 que define un orificio de admisión 353 y un orificio de salida 355, extendiéndose el paso de flujo 357 entre el orificio de admisión 353 y el orificio de salida 355.

El alojamiento 351 está formado en varias secciones, comprendiendo una primera sección 361, una segunda sección 362, una tercera sección 363 y una cuarta sección 364.

En el interior del paso de flujo 357, dentro de la primera sección 361, está definida una zona de mezcla 365.

Está previsto un sistema de inyección de fluido motor 369 para introducir en el paso de flujo 357 un fluido motor en forma de vapor. El sistema de inyección de fluido motor 369 comprende una pluralidad de toberas de inyección de vapor 371 a intervalos distanciados a lo ancho del paso de flujo 357, según se muestra en el dibujo. Las toberas 371 están dispuestas de forma que inyectan vapor en la zona de mezcla 365 en un sentido del flujo hacia el orificio de salida 355. Cada tobera 371 está configurada como una tobera supersónica que tiene un paso de tobera 373 que comprende una sección convergente 375, una sección de garganta 377 y una sección convergente 379 que se abre sobre la zona de mezcla 365.

Está previsto un medio de aireación 381 para airear el agua de mar que circula a lo largo del paso de flujo 357 desde el orificio de admisión 353 hasta el orificio de salida 355. El medio de aireación 381 tiene una estructura similar al medio de aireación de la anterior forma de realización.

Entre la zona de mezcla 365 y la segunda sección de alojamiento 362, el paso de flujo 357 está dividido en una serie de vías de circulación separadas 391 por elementos de control de flujo 393, ubicados dentro de la primera sección 361 del alojamiento. Los elementos de control de flujo 393 están ubicados a intervalos distanciados a lo ancho del paso de flujo 357, dentro de la primera sección 361 de alojamiento, según se muestra en la Figura 18. Cada elemento de control de flujo 393 tiene lados longitudinales opuestos 395 que divergen en el sentido del flujo de fluido de manera que configuran cada vía de circulación 391 como una vía de circulación convergente.

Las vías de circulación convergentes 391 se abren sobre una cámara 401 definida dentro de la segunda sección de alojamiento 362.

Las aberturas 403 comunican con la cámara 401 a fin de dirigir el arrastre de agua de mar suplementaria al interior de la cámara. Está previsto un medio de control (no mostrado) para regular el grado de flujo a través de las aberturas 403.

Están previstas toberas de vapor 406 para la inyección de vapor adicional en la cámara 401, en un sentido de flujo hacia el orificio de salida 355.

Unos elementos secundarios de control de flujo 405 están posicionados dentro de la región definida en el interior de las secciones de alojamiento segunda y tercera 362 y 363 respectivamente.

Cada elemento secundario de control de flujo 405 tiene paredes laterales longitudinales opuestas 407 que incluyen una sección divergente 409 ubicada en la segunda sección 362 de alojamiento y una sección divergente 411 ubicada en la tercera sección 363 de alojamiento. Con esta disposición, los elementos secundarios de control de flujo 405 cooperan para establecer una serie de vías de circulación 413 dentro de la región común entre las secciones de alojamiento segunda y tercera 362, 363. Los elementos de control de flujo 405 cooperan para configurar cada vía de circulación 413 de modo que comprenden una sección convergente 414, en la segunda sección 362 de alojamiento, y una sección divergente 416, en la tercera sección 363 de alojamiento.

Las paredes laterales 415 de las secciones de alojamiento segunda y tercera 362, 363 están acodadas apropiadamente para complementar la configuración de las vías de circulación 413.

Las vías de circulación 413 se abren sobre la cuarta sección de alojamiento 364 que termina en el orificio de salida 355. La cuarta sección de alojamiento 364 está configurada de manera que define una sección divergente que termina en el orificio de salida 355.

A continuación se describirá el funcionamiento del sistema de propulsión según esta forma de realización. Con un volumen estático de agua de mar presente en el paso de flujo 357, se inyecta vapor a presión a través de las toberas 373 en la zona de mezcla 365, en dirección hacia el orificio de salida 355. El vapor a alta velocidad que penetra en la zona de mezcla 365 a través de las toberas 373 interacciona con el agua de mar para transferir a la misma una cantidad de movimiento, provocando un flujo de agua de mar a lo largo del paso de flujo 357 desde el orificio de admisión 353 hasta el orificio de salida 355. Con carácter añadido, el vapor de agua condensa a consecuencia de la exposición a la influencia refrigerante del agua de mar. Por motivos que se han explicado en relación con la anterior forma de realización, se establece un flujo de agua de mar a lo largo del paso de flujo 357 desde el orificio de admisión 353.

La mezcla bifásica que resulta de la aireación del agua de mar circula a lo largo del paso 357 y se ve acelerada a través de las vías de circulación convergentes 391 antes de penetrar en la cámara secundaria 362, en la que se arrastra más agua de mar a través de las aberturas 403. Por añadidura, se inyecta vapor adicional a través de las toberas de vapor 406. En la cámara secundaria 362 se desarrolla una implosión secundaria, en particular en las vías de circulación convergentes 414. En las secciones convergentes 414 se acelera más aún el flujo y después se expansiona en las secciones divergentes 416, hasta desarrollar un flujo de velocidad y presión deseadas que sale a través del orificio de salida 355 para proporcionar empuje.

Puesto que el flujo de agua de mar entre el orificio de admisión 353 y 355 se ve sometido a varias etapas de transferencia de cantidad de movimiento por contacto con vapor, se cree que la energía del vapor se utiliza mejor para desarrollar empuje en el orificio de salida 355 con fines de propulsión.

En las formas de realización que se han descrito, el sistema de propulsión según la invención se ha aplicado a la propulsión de un vehículo acuático. Evidentemente son posibles otras aplicaciones. Otra de tales aplicaciones es una bomba.

Con referencia ahora a la Figura 19, se muestra un sistema de accionamiento 450 según una forma de realización adicional destinada a un bote 451, que tiene una popa 453 y un casco 455. El sistema de accionamiento 450 incorpora un sistema de propulsión 460, que comprende una estructura de bastidor 461 que define un paso de flujo 463 que tiene un orificio de admisión 465 y un orificio de salida 467.

El orificio de admisión 465 se abre sobre el casco 455 del bote 451 de manera que queda expuesto al agua de mar sobre la que se acomoda el bote. En esta forma de realización, el orificio de admisión 465 tiene una configuración generalmente rectangular.

La estructura de bastidor 461 comprende un tubo eductor 471 que se extiende desde el orificio de admisión 465. El otro extremo del tubo 471 tiene una configuración generalmente circular y está rodeado de un carenado 473. El carenado 473 define una cámara de mezcla 475 adyacente al extremo del tubo 471 y una sección de difusor 477 que se extiende hacia el orificio de salida 467 y se abre sobre el mismo. El carenado 473 tiene una pared 481 que está distanciada del tubo 471 de tal modo que queda definido un medio de tobera anular 483 a cuyo través puede inyectarse un fluido motor en forma de vapor al interior de la cámara de mezcla 475. El vapor se entrega en una región 485 aguas arriba del medio de tobera 483 a través de una tubería de impulsión de vapor 487.

Adyacente al orificio de admisión 465, está previsto un medio de aireación 489. El medio de aireación 489 comprende una cámara de aireación 491, posicionada alrededor del perímetro del orificio de admisión 465, y una pluralidad de orificios de aireación 493 que se extienden entre la cámara 491 y el paso de flujo 463. Está prevista una tubería de impulsión 494 para suministrar gas de aireación tal como aire en la cámara de aireación 491.

El sistema de propulsión 460 funciona de un modo similar a las formas de realización previamente descritas por el hecho de que un vapor a alta velocidad inyectado en la cámara de mezcla 475 a través del medio de tobera 483 interacciona con agua de mar en el paso de flujo 461, lo que implica una transferencia de cantidad de movimiento al

agua de mar, provocando un flujo a lo largo del paso de flujo 461 hacia el orificio de salida 467. Adicionalmente, el vapor condensa a consecuencia de la exposición a la influencia refrigerante del agua de mar hasta producir un rápido colapso o implosión, provocando un efecto succionador que extrae agua de mar a lo largo del paso de flujo 463 desde el orificio de admisión 465. El vapor inyectado tiende a seguir la superficie interior de la pared 481 del carenado 481 en virtud del efecto Coanda, que ayuda a reducir el rozamiento superficial contra la superficie de la pared. El agua de mar aireada también puede tener un efecto de reacción en la sección de difusor 477, que potencia más aún la propulsión. El movimiento de avance del bote 451 también ayuda al flujo de agua de mar a través del orificio de admisión 465 y a lo largo del paso de flujo 463. En particular, a medida que la proa del bote se eleva progresivamente con la velocidad en aumento del bote, el orificio de admisión 465 queda cada vez más expuesto al agua de mar entrante según el bote se mueve hacia adelante, incrementando así el flujo inducido a lo largo del paso de flujo 461 por el movimiento relativo entre el bote 451 y el agua de mar. El efecto de propulsión proporcionado por el vapor inyectado potencia el flujo y proporciona empuje. Una característica particular de esta forma de realización es que la estructura de bastidor 461 se extiende hacia atrás de la popa 453 del bote 451 y presenta un área frontal mínima al agua entrante según el bote se mueve hacia adelante, limitando así el efecto de resistencia al avance.

Se ha hallado que puede lograrse un buen rendimiento posicionando el orificio de salida 467 de tal modo que quede justo debajo de la línea de flotación cuando el bote 451 está en funcionamiento. Con el orificio de salida 467 en esta posición, éste puede proyectarse de forma intermitente por encima de la línea de flotación como consecuencia del oleaje y del movimiento del bote 451. La exposición intermitente del orificio de salida 467 por encima de la línea de flotación se ha revelado beneficiosa en determinadas condiciones de funcionamiento en cuanto al empuje que se desarrolla.

La Figura 20 de los dibujos ilustra un sistema de propulsión 500 según una forma de realización adicional utilizada en una bomba destinada a bombear líquidos tal como agua desde una masa 501 de tal líquido contenida dentro de un depósito 503. El sistema de propulsión 500 tiene una estructura semejante al sistema de propulsión 163 según la segunda forma de realización, y en consecuencia, se usan los números de referencia que se corresponden para identificar las piezas que se corresponden.

La bomba proporcionada por el sistema de propulsión 500 va incorporada en un conducto 507 que tiene una sección de tubería 509 que se extiende entre el depósito 503 y la admisión de la bomba 175. El conducto 507 tiene una sección de tubería adicional 511 que se extiende desde el orificio de descarga de la bomba 177.

El funcionamiento del sistema de propulsión 500 como bomba es similar al funcionamiento del sistema de propulsión 163, extrayendo una corriente de líquido del depósito 503 y bombeándola a lo largo del conducto 507.

Cuando fuera a usarse la bomba en una aplicación de extinción de incendios, el gas de aireación puede ser un gas o una mezcla gaseosa de un tipo que ayude a extinguir el incendio, tal como por ejemplo un gas inerte.

Una característica particular de los sistemas de propulsión según la invención es que el flujo a lo largo del paso de flujo desde el orificio de admisión hasta el orificio de salida se establece y mantiene sin el uso de un impulsor. Es más, no es necesario proporcionar un impulsor u otro dispositivo mecánico para suministrar fluido al orificio de admisión del paso de flujo. El fluido puede extraerse sencillamente a través del orificio de admisión. En determinadas aplicaciones, tales como en propulsión de un vehículo acuático, el flujo de fluido a lo largo del paso de flujo se complementa mediante el movimiento relativo entre el sistema de propulsión y la masa de fluido, induciendo tal movimiento relativo el flujo a lo largo del paso de flujo.

Ha de entenderse que el alcance de la invención queda limitado al alcance de las reivindicaciones que se adjuntan.

Se comprenderá que, en toda la memoria descriptiva, a menos que el contexto exija lo contrario, la palabra “comprender” o variaciones tales como “comprende”, “comprendiendo” o “que comprende” implican la inclusión de una totalidad o grupo de totalidades expuestas, pero no la exclusión de cualquier otra totalidad o grupo de totalidades.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de propulsión que comprende un paso de flujo (173) que tiene un orificio de admisión (175) destinado a estar en comunicación con una fuente de fluido de trabajo y un orificio de salida (177), una zona de mezcla (209) distribuida dentro del paso de flujo (173) entre el orificio de admisión (175) y el orificio de salida (177), medios para introducir en la zona de mezcla (209) un fluido motor compresible caliente, por lo que la interacción entre el fluido motor y el fluido de trabajo en la zona de mezcla (209) desarrolla una reducción de presión en la zona de mezcla (209) para provocar la extracción de fluido de trabajo desde dicha fuente al interior de la zona de mezcla (209) y su propulsión hacia el orificio de salida (177), **caracterizado** porque el sistema de propulsión comprende además medios para airear el fluido de trabajo con un gas de aireación antes de la interacción del fluido motor en la zona de mezcla (209), por lo que se crea en la zona de mezcla (209) un régimen de fluido trifásico en virtud de la interacción del gas de aireación, el fluido de trabajo y el fluido motor.

2. Un sistema de propulsión según la reivindicación 1, en el que los medios para airear el fluido de trabajo están antes de la introducción del fluido motor.

3. Un sistema de propulsión según la reivindicación 2, en el que los medios para airear el fluido de trabajo están antes de la zona de mezcla (209).

4. Un sistema de propulsión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que los medios para introducir fluido motor comprenden medios para inyectar el fluido motor.

5. Un sistema de propulsión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el fluido motor se introduce en un sentido del flujo hacia el orificio de salida (177).

6. Un sistema de propulsión según las reivindicaciones 1 a 5, en el que el fluido motor se introduce en la zona de mezcla (209) a una temperatura de por lo menos 50°C por encima de la temperatura del fluido de trabajo.

7. Un sistema de propulsión según la reivindicación 6, en el que el fluido motor se introduce en la zona de mezcla (209) a una temperatura mayor que aproximadamente 70°C por encima de la temperatura del fluido de trabajo.

8. Un sistema de propulsión según las reivindicaciones 1 a 7, en el que la interacción entre el fluido motor y el fluido de trabajo proporciona una transferencia de cantidad de movimiento desde el fluido motor al fluido de trabajo.

9. Un sistema de propulsión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el fluido de trabajo comprende un líquido.

10. Un sistema de propulsión según la reivindicación 9, en el que el líquido comprende agua.

11. Un sistema de propulsión según la reivindicación 9 ó 10, en el que el contacto entre el fluido motor y el fluido de trabajo en la zona de mezcla (209) dentro del paso de flujo (173) provoca un desprendimiento de gases desde el fluido de trabajo.

12. Un sistema de propulsión según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el fluido motor compresible comprende un fluido sustancialmente gaseoso apto para una rápida reducción de presión a consecuencia de la exposición a la influencia refrigerante del líquido de trabajo.

13. Un sistema de propulsión según la reivindicación 12, en el que el fluido motor comprende un vapor condensable.

14. Un sistema de propulsión según la reivindicación 13, en el que el vapor condensable comprende vapor de agua.

15. Un sistema de propulsión según la reivindicación 12, en el que el fluido motor comprende gas de escape procedente de un procedimiento de combustión.

16. Un sistema de propulsión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en el que el fluido motor es vapor de agua y el fluido de trabajo es agua, y en el que los caudales másicos de vapor respecto de agua están en una proporción que se extiende desde aproximadamente 1:10 hasta 1:150.

17. Un sistema de propulsión según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el medio de aireación comprende una pluralidad de toberas de aireación (225) distanciadas circunferencialmente alrededor del paso de flujo (173) y abriéndose sobre el mismo.

18. Un sistema de propulsión según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el paso de flujo (173) está configurado para provocar la inducción del gas de aireación al interior del paso de flujo (173).

19. Un sistema de propulsión según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además medios para controlar selectivamente la aireación del fluido de trabajo.

20. Un sistema de propulsión según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el gas de aireación comprende aire.

21. Un sistema de propulsión según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el fluido de trabajo comprende agua y el gas de aireación comprende aire, y en el que la proporción de aire a agua es no mayor que aproximadamente 1:10 en volumen.

22. Un sistema de propulsión según la reivindicación 21, en el que la proporción de aire a agua es aproximadamente 1:300.

23. Un sistema de propulsión según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que una sección del paso de flujo (173) entre el orificio de admisión (175) y la zona de mezcla (209) define un paso de admisión (205) que termina en una abertura de descarga (207) desde la que el fluido de trabajo se expansiona al entrar en la zona de mezcla (209).

24. Un sistema de propulsión según la reivindicación 23, en el que la abertura de descarga (207) tiene un área de sección transversal más pequeña que el área de sección transversal de la zona de mezcla (209) en la ubicación en la que la abertura de descarga (207) se abre sobre la zona de mezcla (209).

25. Un sistema de propulsión según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la zona de mezcla (209) se contrae progresivamente en el sentido del flujo de fluido a su través.

26. Un sistema de propulsión según la reivindicación 25, en el que la zona de mezcla (209) se contrae hasta un tamaño que crea un estado obstruido del flujo en el paso de flujo (173).

27. Un sistema de propulsión según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el medio para introducir fluido motor comprende un medio de tobera (217) a cuyo través se introduce el fluido motor en la zona de mezcla (209).

28. Un sistema de propulsión según la reivindicación 27, en el que el medio de tobera (217) está distribuido adyacente a una superficie límite del paso de flujo.

29. Un sistema de propulsión según la reivindicación 28, en el que el medio de tobera (217) se extiende alrededor de un perímetro del paso de flujo (173).

30. Un sistema de propulsión según la reivindicación 27, 28 ó 29, en el que el medio de tobera (217) comprende un paso de tobera.

31. Un sistema de propulsión según la reivindicación 30, en el que el paso de tobera tiene una configuración anular.

32. Un sistema de propulsión según la reivindicación 31, en el que el paso de tobera anular está definido entre órganos primero y segundo (181, 182) en cuyo interior queda definido el paso de flujo (173), siendo los órganos primero y segundo (181, 182) selectivamente móviles entre sí a fin de variar el tamaño del paso de flujo de la tobera.

33. Un sistema de propulsión según la reivindicación 32, en el que el primer órgano (181) define la zona de mezcla (209) y el segundo órgano (182) define el paso de admisión (205) que se abre sobre la zona de mezcla (209), estando distribuido el paso de tobera anular alrededor de la abertura de descarga (207) del paso de admisión (205).

34. Un sistema de propulsión según la reivindicación 30, en el que el paso de tobera está configurado como una rendija.

35. Un sistema de propulsión según la reivindicación 34, en el que el paso de tobera queda definido entre dos elementos de tobera alargados espaciados.

36. Un sistema de propulsión según la reivindicación 35, en el que los dos elementos de tobera son móviles entre sí a fin de variar selectivamente el tamaño del paso de tobera entre los mismos.

37. Un sistema de propulsión según la reivindicación 36, que comprende además un medio de control de la tobera con aptitud operativa para mover las secciones relativamente entre sí.

38. Un sistema de propulsión según una cualquiera de las reivindicaciones 27 a 37, en el que el medio de tobera comprende una tobera supersónica.

39. Un sistema de propulsión según cualquiera de las reivindicaciones 30 a 38, en el que el paso de tobera tiene una pared de delimitación definida por una superficie (219) que se extiende más allá del paso de tobera para proporcionar una superficie de guía por cuya extensión puede circular el fluido motor que emana del paso de tobera.

40. Un sistema de propulsión según la reivindicación 39, en el que dicha superficie (209) se extiende más allá del paso de tobera para definir una pared de delimitación de la zona de mezcla (209).

41. Un sistema de propulsión según una cualquiera de las reivindicaciones 27 a 38, en el que el medio de tobera (217) comprende toberas distanciadas axialmente (241).

42. Un sistema de propulsión según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el paso de flujo (173) comprende una sección de salida que termina en el orificio de salida (177), estando configurado el orificio de salida (177) como un difusor (212).

43. Un sistema de propulsión según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el paso de flujo (173) comprende una parte definida entre dos superficies opuestas de las que por lo menos una es selectivamente móvil con relación a la otra, a fin de variar el área de sección transversal de la parte del paso de flujo (173) definida entre las mismas.

44. Un sistema de propulsión según la reivindicación 43, en el que dicha parte del paso de flujo de fluido incluye dicha sección de salida.

45. Un sistema de propulsión según la reivindicación 43 ó 44, en el que las dos superficies opuestas son superficies sustancialmente planares.

46. Un sistema de propulsión según la reivindicación 43, 44 ó 45, en el que las dos superficies opuestas son móviles angularmente entre sí.

47. Un sistema de propulsión según una cualquiera de las reivindicaciones 43 a 46, que comprende además un medio de control del orificio de salida con aptitud operativa para controlar el movimiento relativo entre las dos superficies opuestas.

48. Un sistema de propulsión según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además medios para desviar selectivamente el fluido motor a fin de provocar el flujo del mismo en un sentido inverso a lo largo del paso de flujo (173) para la descarga hacia fuera a través del orificio de admisión (175).

49. Un sistema de propulsión según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además medios con aptitud operativa para variar selectivamente el tamaño del orificio de admisión.

50. Un sistema de propulsión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 41, en el que el orificio de admisión y el orificio de salida tienen sustancialmente la misma área de sección transversal de flujo.

51. Un sistema de propulsión según la reivindicación 50, en el que el paso de flujo tiene sustancialmente la misma área de sección transversal de flujo en toda la longitud del mismo entre el orificio de admisión y el orificio de salida.

52. Un sistema de propulsión según la reivindicación 1 destinado a un vehículo acuático acomodado sobre o en una masa de agua, en el que la fuente de fluido de trabajo es la masa de agua y la zona de mezcla (209) está distribuida dentro del paso de flujo (173), por lo que una corriente de agua extraída de la masa de agua a través del orificio de admisión (175) como fluido de trabajo puede penetrar en la zona de mezcla (209) y por lo que la interacción entre el fluido motor y el agua en la zona de mezcla (209) desarrolla una zona de presión reducida para provocar la extracción de una corriente de agua desde la masa de agua al interior de la zona de mezcla (209) y su propulsión hacia el orificio de salida (177).

53. Un sistema de propulsión según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el paso de flujo (173) está desprovisto de obstrucción alguna en su interior, susceptible de dificultar sustancialmente el flujo a través del paso de flujo (173).

54. Un sistema de propulsión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 52, en el que un dispositivo de control de flujo está ubicado en la zona de mezcla (209).

55. Un sistema de propulsión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 54, en el que el fluido motor se introduce en una región interior del flujo de fluido de trabajo.

56. Un sistema de propulsión según la reivindicación 55, en el que el medio de tobera (217) se abre en el paso de flujo hacia el interior de una pared de delimitación del mismo.

57. Un sistema de propulsión según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además medios para la admisión de fluido de trabajo adicional en el paso de flujo tras la introducción del fluido motor en el mismo, fluido de trabajo adicional que es arrastrado en el flujo a lo largo del paso de flujo (173).

58. Un sistema de propulsión según la reivindicación 57, en el que el medio para la admisión de fluido de trabajo adicional comprende por lo menos una abertura que proporciona una comunicación directa entre la fuente de fluido de trabajo y el paso de flujo.

59. Un sistema de propulsión según la reivindicación 52, que está desprovisto de impulsor u otro dispositivo mecánico destinado a generar flujo de fluido a lo largo del paso de flujo para proporcionar empuje en el orificio de salida.

60. Un vehículo acuático que tiene un sistema de propulsión según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes.

61. Un vehículo acuático según la reivindicación 60, en el que cada uno del orificio de admisión (175) y el orificio de salida (177) está posicionado de tal manera que, en uso, se abre al interior de la masa de agua sobre o en la que se acomoda el vehículo acuático.

62. Un vehículo acuático según la reivindicación 61, en el que el orificio de salida (177) está posicionado de modo que queda expuesto de forma intermitente por encima de la superficie de agua durante la propulsión hacia adelante del vehículo acuático.

63. Un vehículo acuático según la reivindicación 60, 61 ó 62, en el que el orificio de salida (177) está posicionado de forma que descarga fluido motor desde el mismo en una ubicación debajo del casco del vehículo acuático.

64. Un sistema de accionamiento para un vehículo acuático, comprendiendo el sistema de accionamiento un sistema de propulsión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 59.

65. Un sistema de accionamiento para un vehículo acuático adaptado para acomodarse sobre o en una masa de agua, comprendiendo el sistema de accionamiento un generador de vapor (165) destinado a generar un suministro de vapor de agua, y un sistema de propulsión (163) según la reivindicación 52.

66. Un sistema de accionamiento según la reivindicación 65, que comprende además un sistema de recuperación de calor (167) adaptado para recuperar calor residual en la masa de agua, que surge del contacto con el vapor de agua.

67. Un sistema de accionamiento según la reivindicación 65 ó 66, en el que el generador de vapor (165) comprende una caldera adaptada para generar calor a partir de la combustión de un combustible, estando adaptado el sistema de recuperación de calor (167) para recuperar también por lo menos algún calor residual en gases de combustión procedentes de la caldera.

68. Un procedimiento de generación de un flujo de fluido que comprende las etapas de: proporcionar un paso de flujo (173) que tiene un orificio de admisión (175) y un orificio de salida (177); ubicar el orificio de admisión (175) del paso de flujo (173) de forma que esté comunicado con una fuente de fluido principal desde la que se va a establecer el flujo de fluido; e introducir un fluido motor en el paso de flujo (173) para que interaccione con el fluido principal en el paso de flujo (173), a fin de desarrollar una reducción de presión, en una zona (209) del paso de flujo (173), destinada a provocar la extracción de fluido principal desde dicha fuente al interior de dicha zona (209) y su propulsión hacia el orificio de salida (177); y **caracterizado** porque el procedimiento comprende además la etapa de airear el fluido principal con un gas de aireación antes de la introducción del fluido motor en el fluido principal, por lo que se crea en el paso de flujo (173) un régimen de fluido trifásico en virtud de la interacción del gas de aireación, el fluido principal y el fluido motor.

69. Un procedimiento de propulsión de un vehículo acuático a través de una masa de agua, comprendiendo el procedimiento las etapas de: proporcionar al vehículo acuático un paso de flujo (173) que tiene un orificio de admisión (175) y un orificio de salida (177), estando ambos abiertos sobre la masa de agua; y generar un flujo de fluido según el procedimiento de la reivindicación 68; en el que la introducción de un fluido motor en el paso de flujo (173) con objeto de desarrollar una reducción de presión en una zona (209) del paso de flujo (173) provoca la extracción de agua desde la masa de agua, a través del orificio de entrada, al interior de dicha zona (209), y su propulsión hacia el orificio de salida (177) como una corriente para propulsar el vehículo acuático.

70. Un procedimiento según la reivindicación 69, en el que el fluido motor es un vapor condensable tal como vapor de agua.

71. Una bomba que comprende un sistema de propulsión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 51.

72. Un sistema de propulsión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 59, que comprende un sistema (167) de recuperación de calor desde una fuente de calor, comprendiendo el sistema de recuperación de calor (167) un circuito de refrigerante (127) que tiene un intercambiador de calor expuesto a la fuente de calor con objeto de extraer

calor de la misma, a fin de vaporizar un refrigerante en el circuito de refrigerante (127), y medios asociados al circuito de refrigerante (127) destinados a convertir energía calorífica del refrigerante vaporizado en par de torsión.

73. Un sistema de accionamiento para un vehículo acuático acomodado sobre o en una masa de agua, comprendiendo el sistema de accionamiento un sistema de propulsión según la reivindicación 14, una caldera (31) destinada a generar un suministro de vapor de agua, teniendo la caldera (31) una cámara de combustión (117) y un conducto de escape (121) por cuya extensión se descargan gases de escape procedentes de la cámara de combustión, y un sistema de recuperación de calor (33) destinado a recuperar calor residual en los gases de escape, comprendiendo el sistema de recuperación de calor (33) un circuito de refrigerante (127) que tiene un intercambiador de calor expuesto al conducto de escape (21) con objeto de extraer calor de los gases de escape, a fin de vaporizar un refrigerante en el circuito de refrigerante (127), y medios asociados al circuito de refrigerante para convertir energía calorífica del refrigerante vaporizado en par de torsión.

74. Un sistema de accionamiento para un vehículo acuático acomodado sobre o en una masa de agua, comprendiendo el sistema de accionamiento un sistema de propulsión según la reivindicación 14 y un sistema de recuperación de calor (33) destinado a recuperar calor residual en el agua que circula a lo largo del paso de flujo (43) después de la introducción de vapor de agua en el agua, comprendiendo el sistema de recuperación de calor (33) un circuito de refrigerante (127) que tiene un intercambiador de calor expuesto al paso de flujo con objeto de extraer calor del agua que circula a lo largo del paso de flujo, a fin de vaporizar un refrigerante en el circuito de refrigerante (127), y medios asociados al circuito de refrigerante (127) para convertir energía calorífica del refrigerante vaporizado en par de torsión.

75. Un sistema de accionamiento para un vehículo acuático acomodado sobre o en una masa de agua, comprendiendo el sistema de accionamiento una caldera (31) destinada a generar un suministro de vapor de agua, teniendo la caldera (31) una cámara de combustión (117) y un conducto de escape (121) por cuya extensión se descargan gases de escape procedentes de la cámara de combustión (117), un sistema de propulsión según la reivindicación 14 y un sistema de recuperación de calor (33) destinado a recuperar calor residual en los gases de escape y en el agua que circula a lo largo del paso de flujo (43) después de la introducción de vapor de agua en el agua, comprendiendo el sistema de recuperación de calor (33) un circuito de refrigerante (127) que tiene un intercambiador de calor expuesto al conducto de escape (121) y al paso de flujo (43) con objeto de extraer calor de los gases de escape y del agua, respectivamente, a fin de vaporizar un refrigerante en el circuito de refrigerante (127), y medios asociados al circuito de refrigerante (127) para convertir energía calorífica del refrigerante vaporizado en par de torsión.

76. Un sistema de accionamiento según la reivindicación 75, en el que el circuito de refrigerante (127) incluye un evaporador (130) que tiene una primera parte del mismo expuesta al conducto de escape (121) para extraer calor de los gases de combustión que pasan a lo largo del mismo, y una segunda parte expuesta al paso de flujo (43) para extraer calor del agua que circula a lo largo del mismo.

77. Un sistema de propulsión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 59, que tiene un medio de tobera con un orificio de entrada (83), un orificio de salida (89) y un paso de flujo (80) que se extiende entre el orificio de entrada (83) y el orificio de salida (89), **caracterizado** porque el tamaño del paso de flujo (80) es selectivamente variable.

78. Un sistema de propulsión según la reivindicación 77, que comprende un medio de tobera con una sección convergente (81), una sección de garganta (85) y una sección divergente (87), extendiéndose la sección convergente (81) desde el orificio de entrada (83) hasta la sección de garganta (85) y extendiéndose la sección divergente (87) desde la sección de garganta (85) hasta el orificio de salida (89).

79. Un sistema de propulsión según la reivindicación 77 ó 78, que comprende un medio de tobera con una estructura de tobera que tiene dos elementos alargados entre los que queda definido el paso de tobera.

80. Un sistema de propulsión según la reivindicación 79, en el que los dos elementos de tobera alargados son móviles entre sí a fin de variar selectivamente el tamaño del paso de tobera entre los mismos.

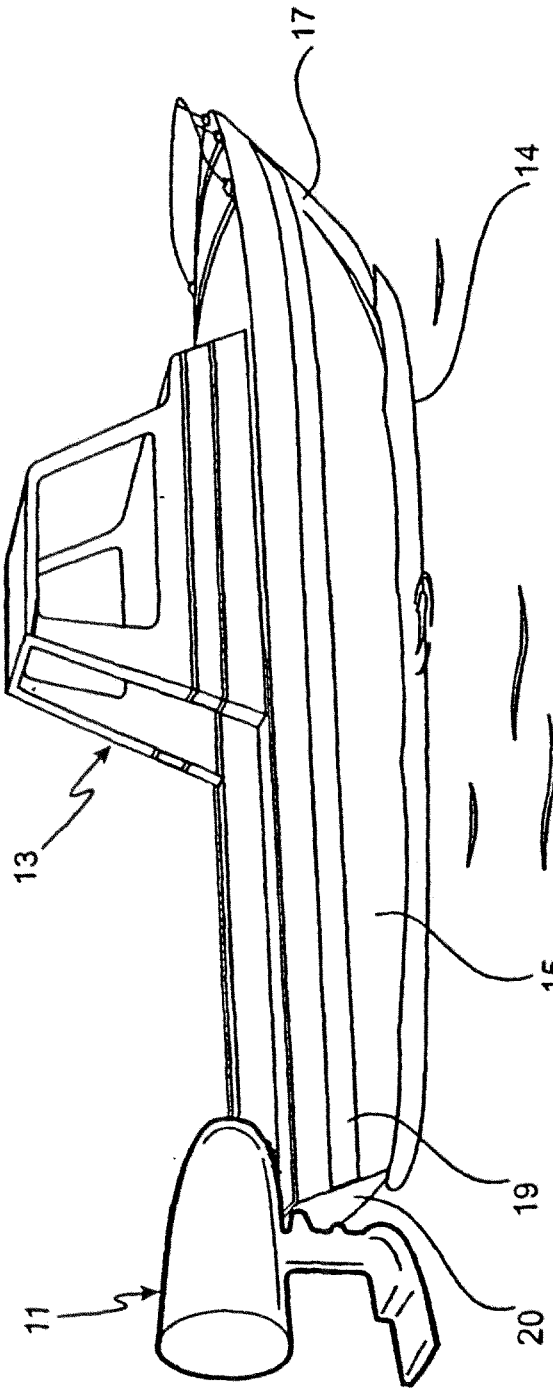


Fig. 1

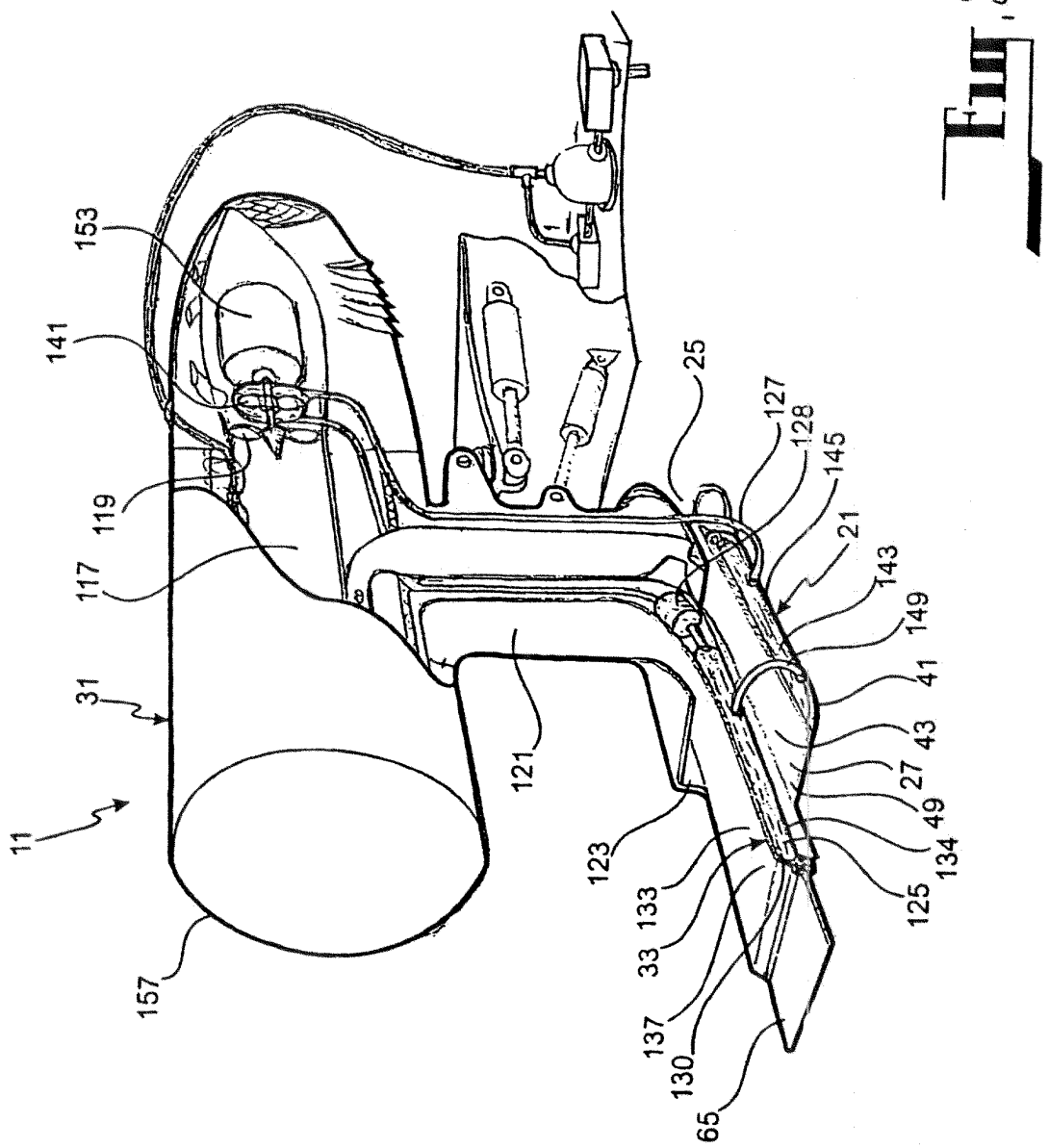

153
141
119
117
31
11
157
121
123
133
33
137
130
65
25
127
128
145
21
143
149
41
43
27
49
134
125

Fig. 2

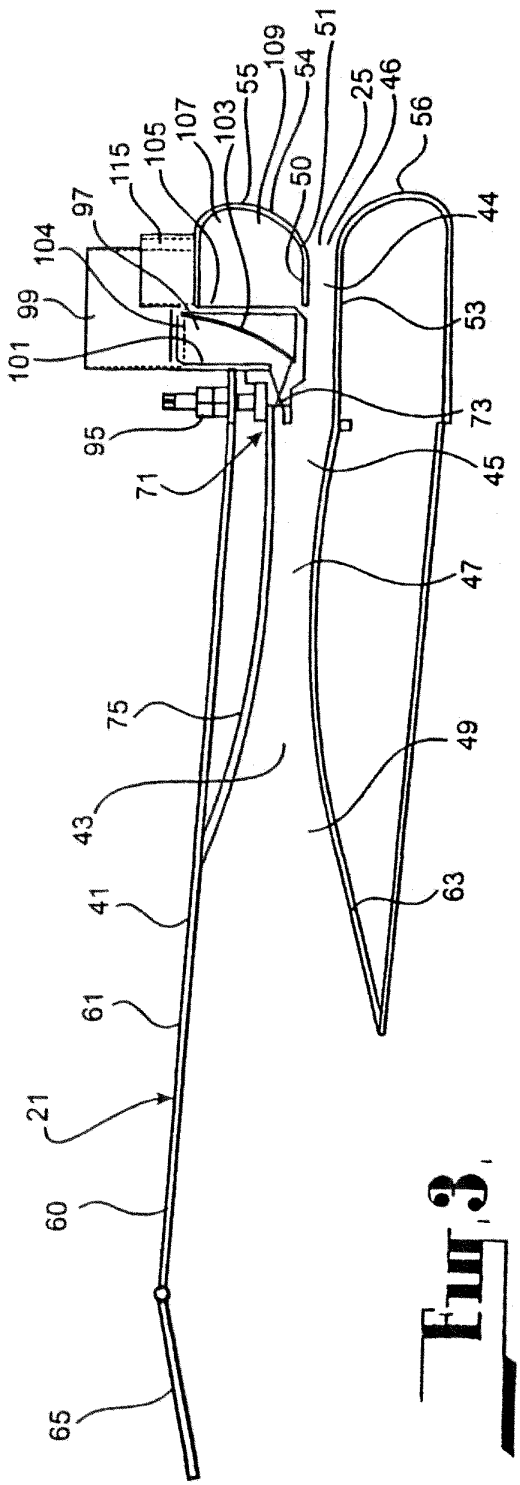

51
109
54
55
25
46
56
107
103
105
115
97
104
99
101
50
44
53
73
95
71
45
47
75
49
43
63
41
61
21
60
65

Fig. 3

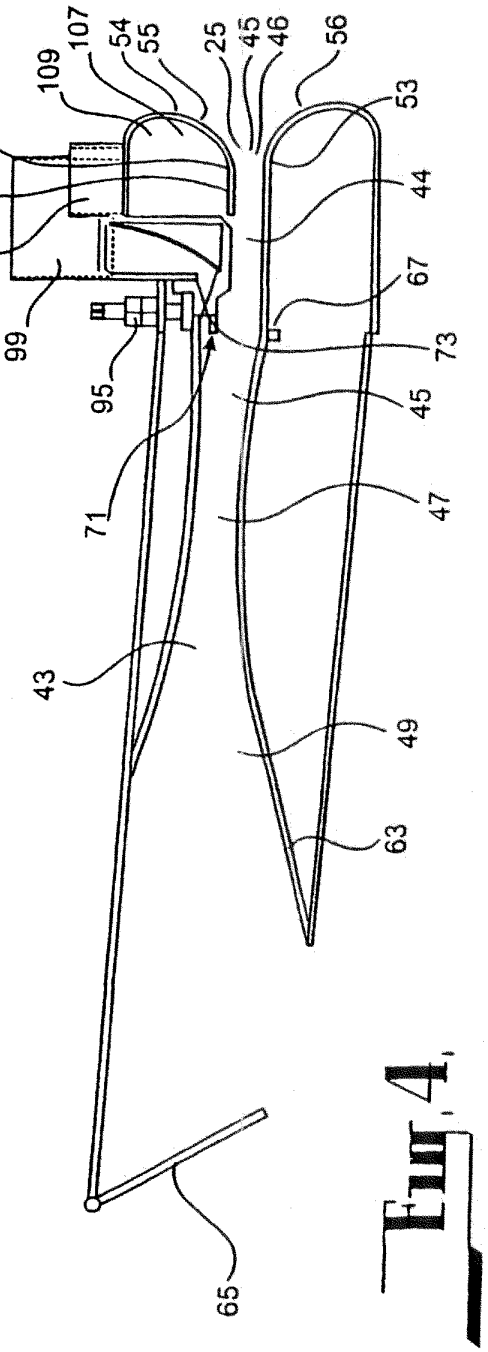

109
107
54
55
25
45
46
56
53
51
50
44
115
67
99
73
95
45
71
47
43
49
63
65

Fig. 4

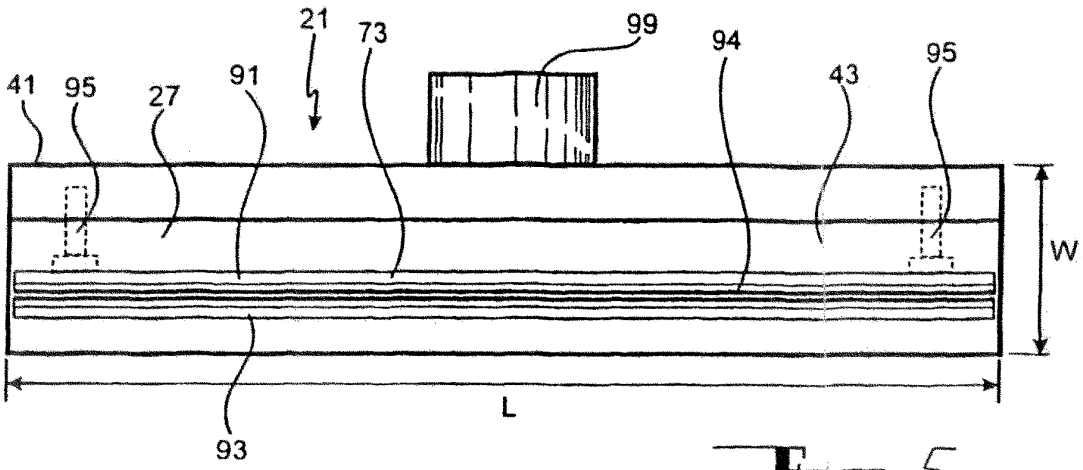

21
73
99
94
95
41
95
27
91
43
W
L
93

Fig. 5

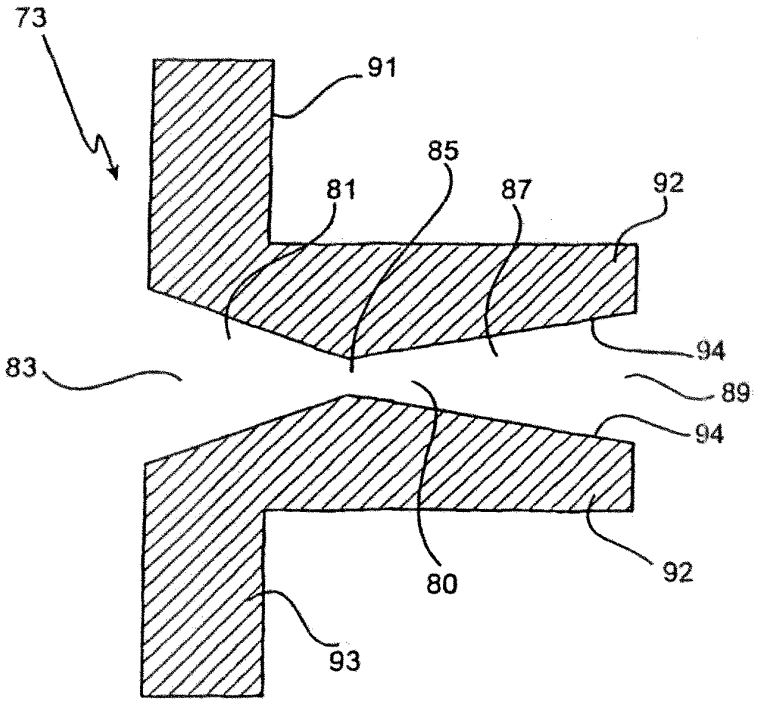

73
91
85
81
87
92
94
83
89
94
80
92
93

Fig. 6

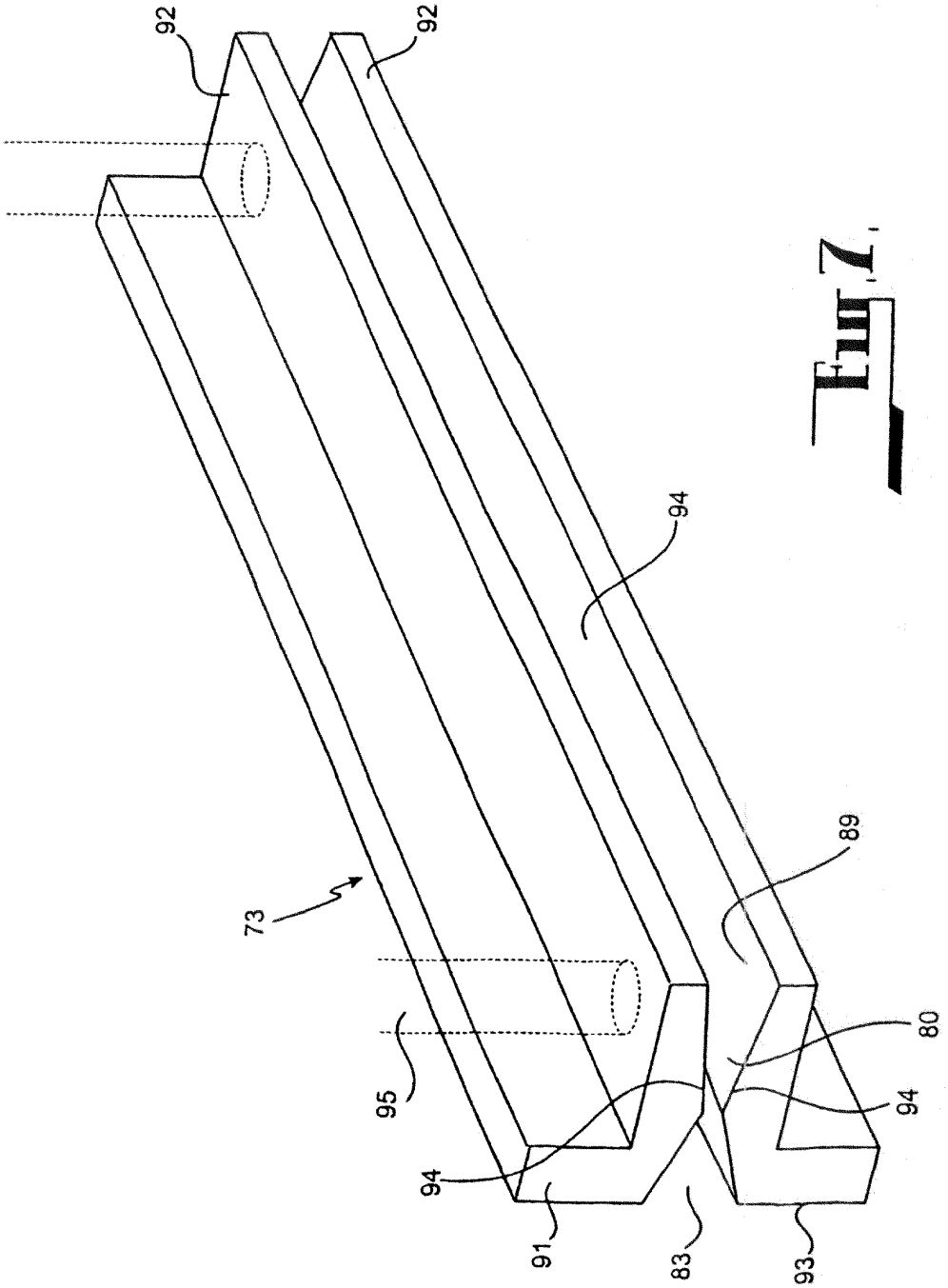


Fig 7

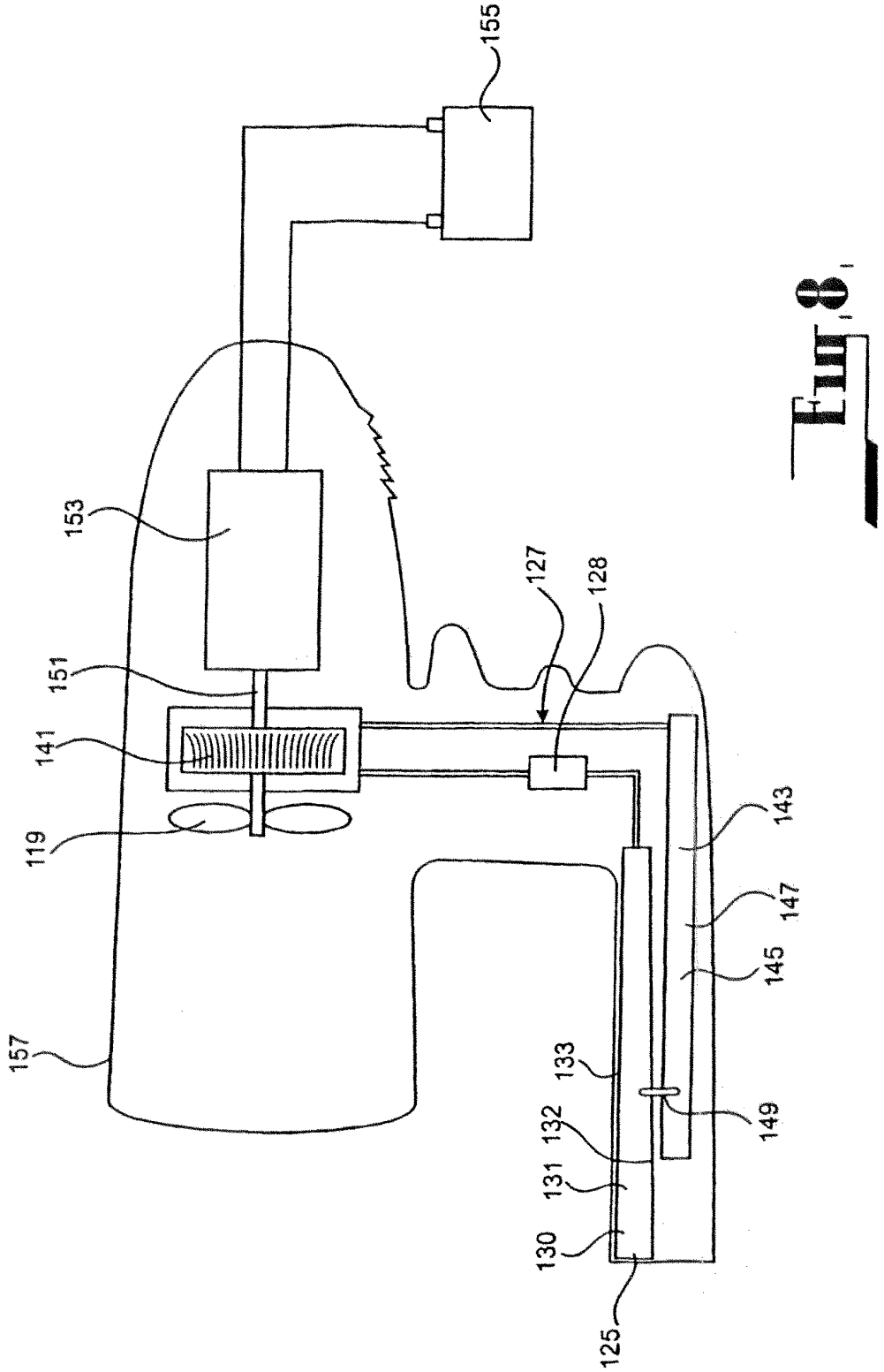

155
153
127
128
151
141
119
143
147
145
157
133
132
149
131
130
125

Fig. 8

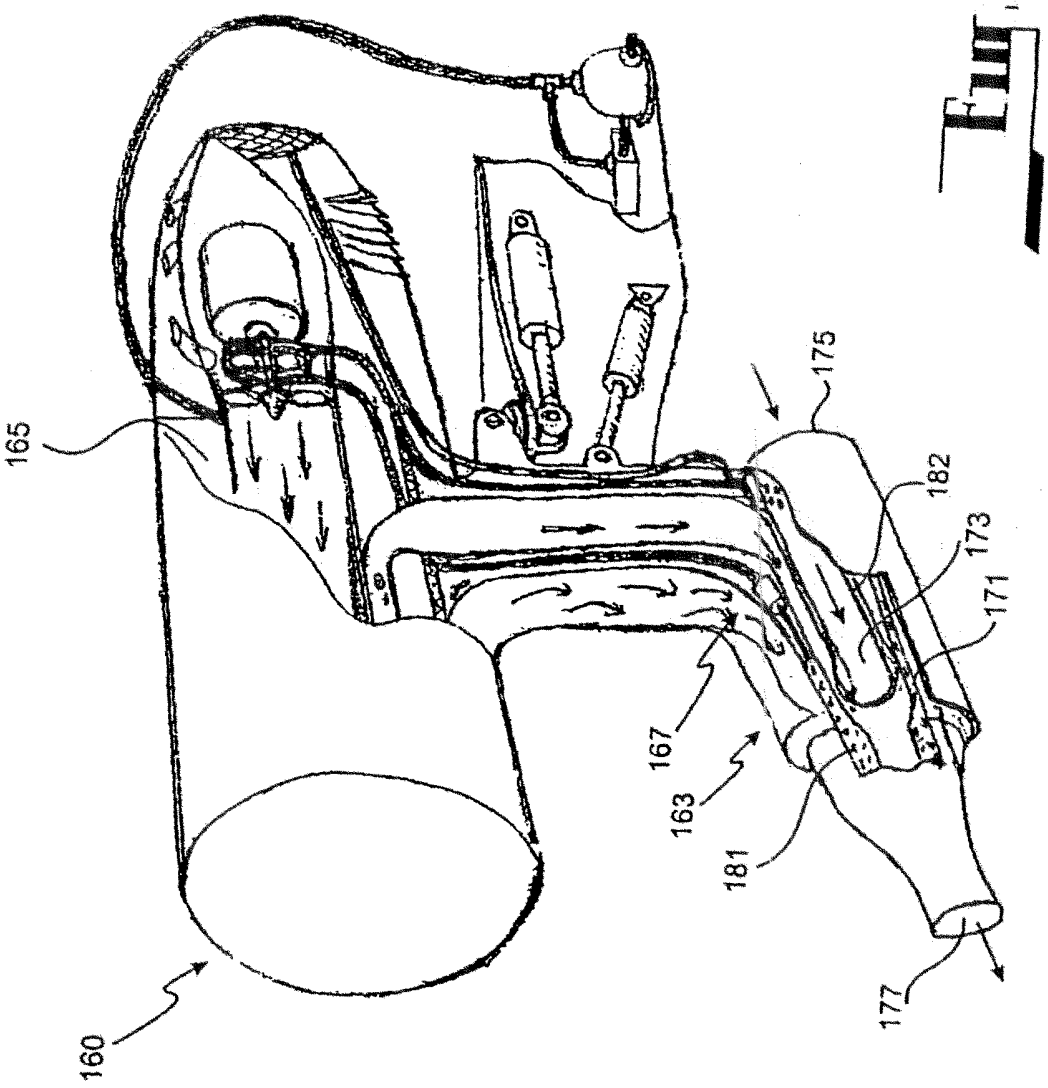


Fig. 9

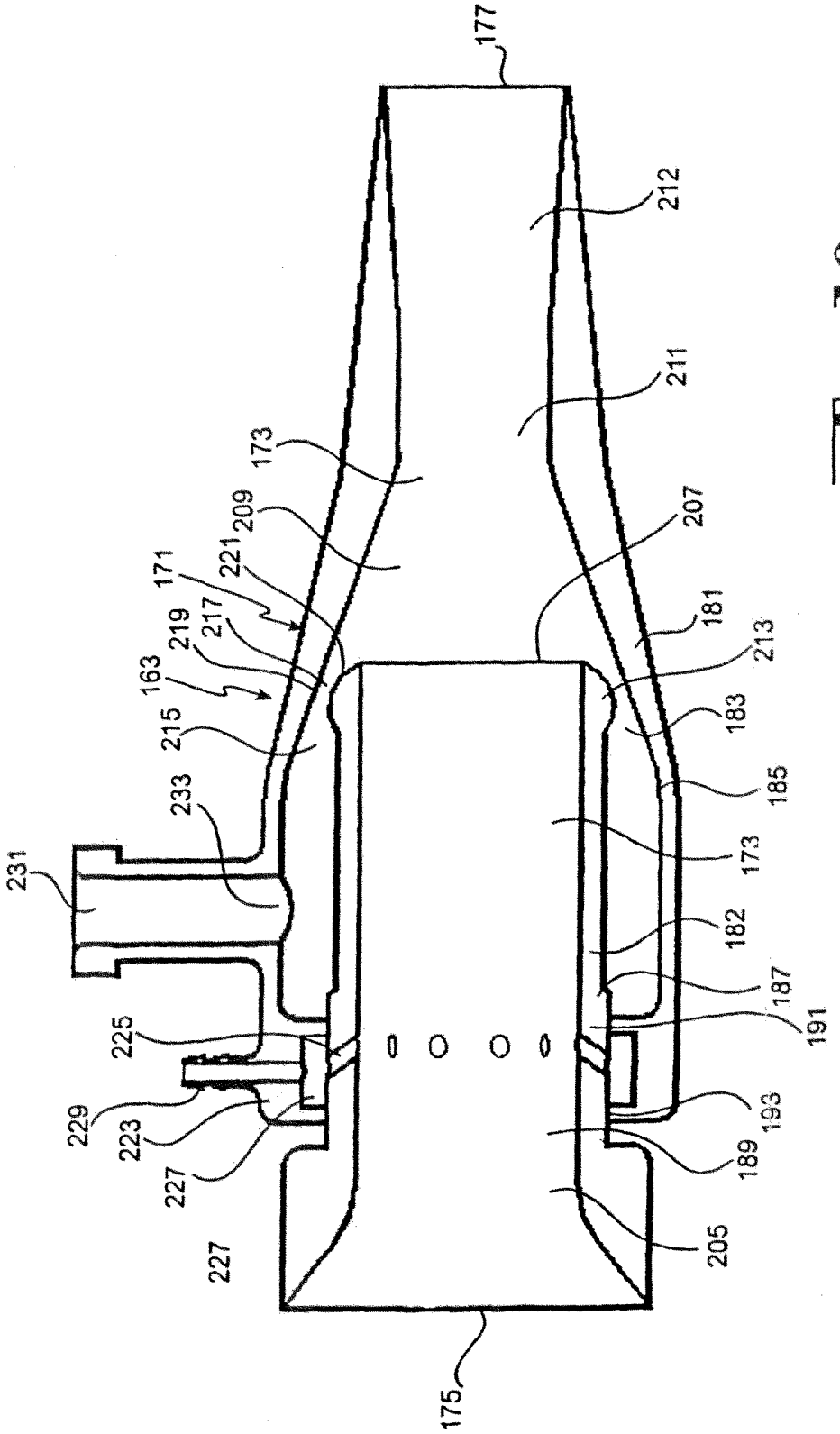

177
212
211
173
209
207
221
171
217
219
163
181
213
215
183
185
233
173
231
182
187
191
225
193
229
223
189
227
205
227
175

Fig. 10

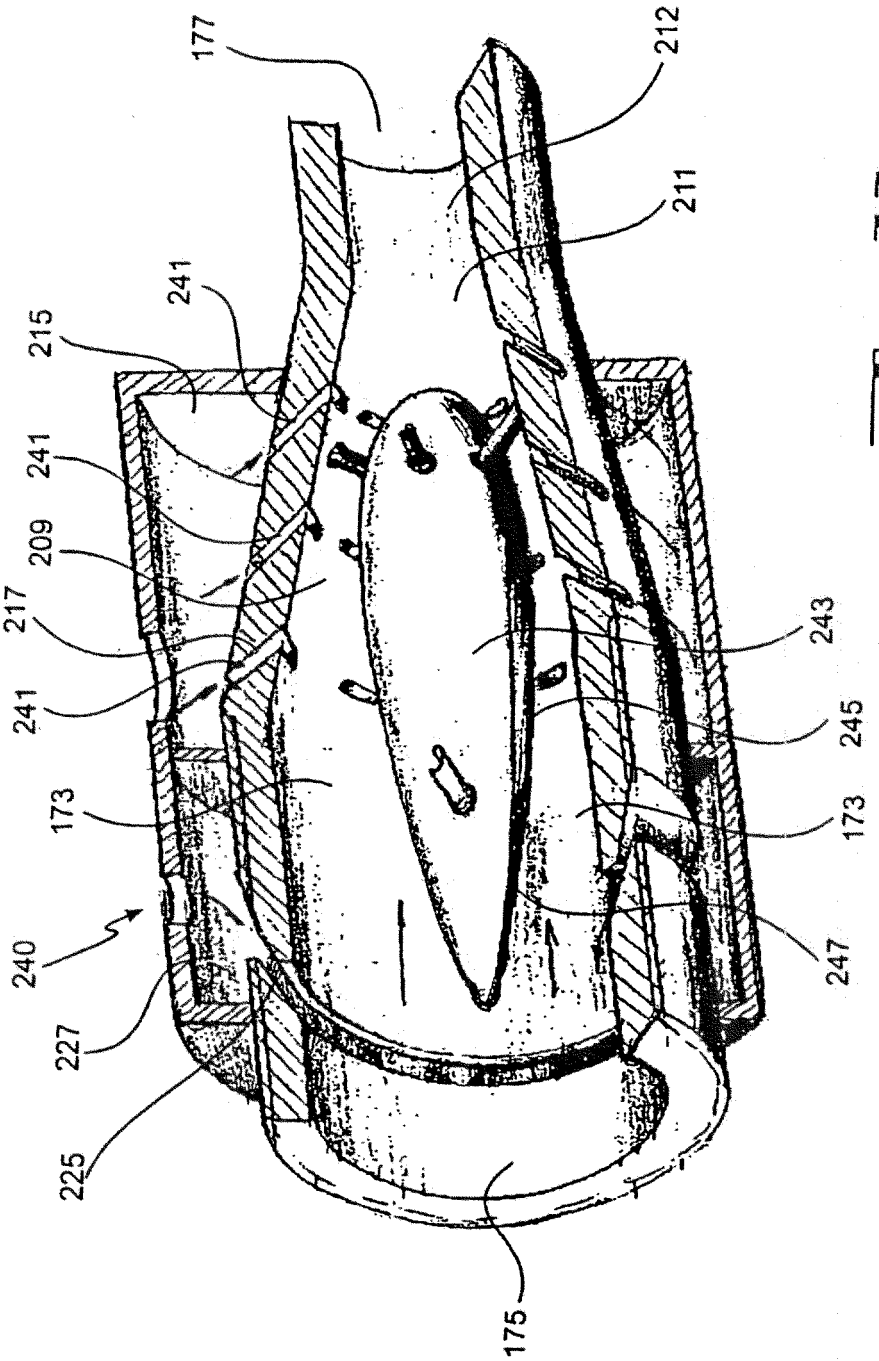
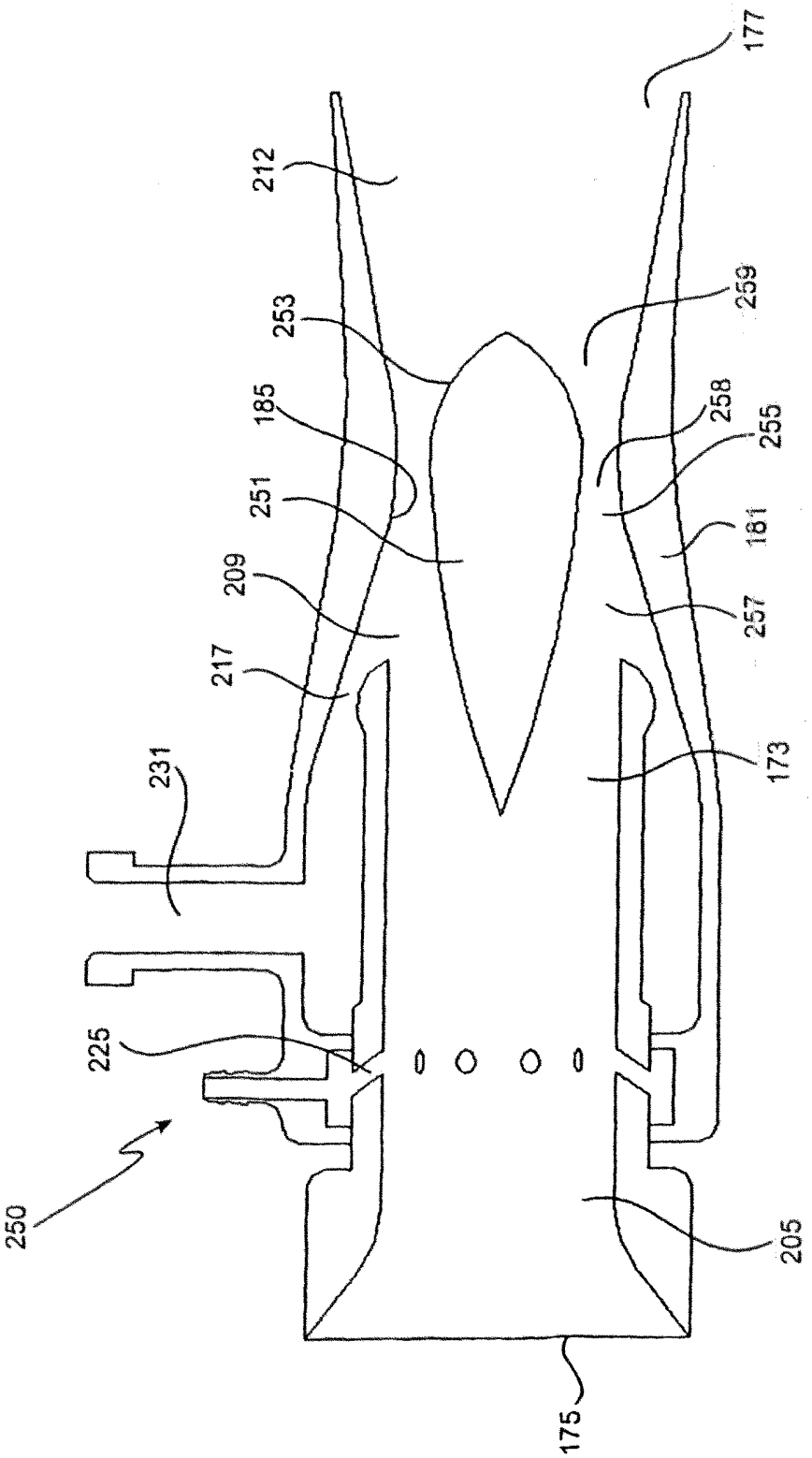

177
212
211
241
215
241
209
217
241
173
240
227
225
175
243
245
173
247

Fig. 11


250
225
231
217
209
251
185
253
212
177
259
258
255
181
257
173
205
175

Фиг. 12

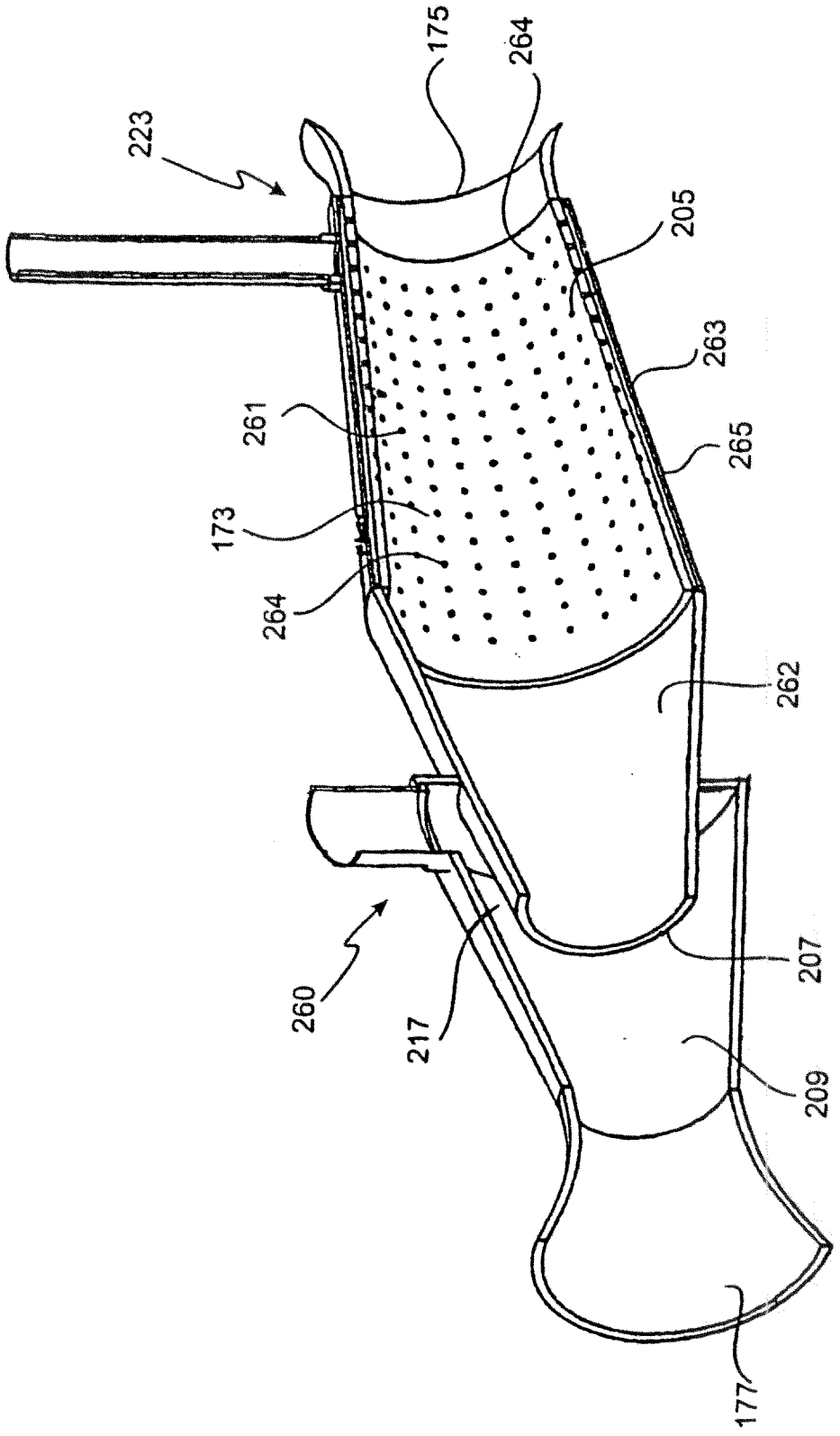


Fig. 13

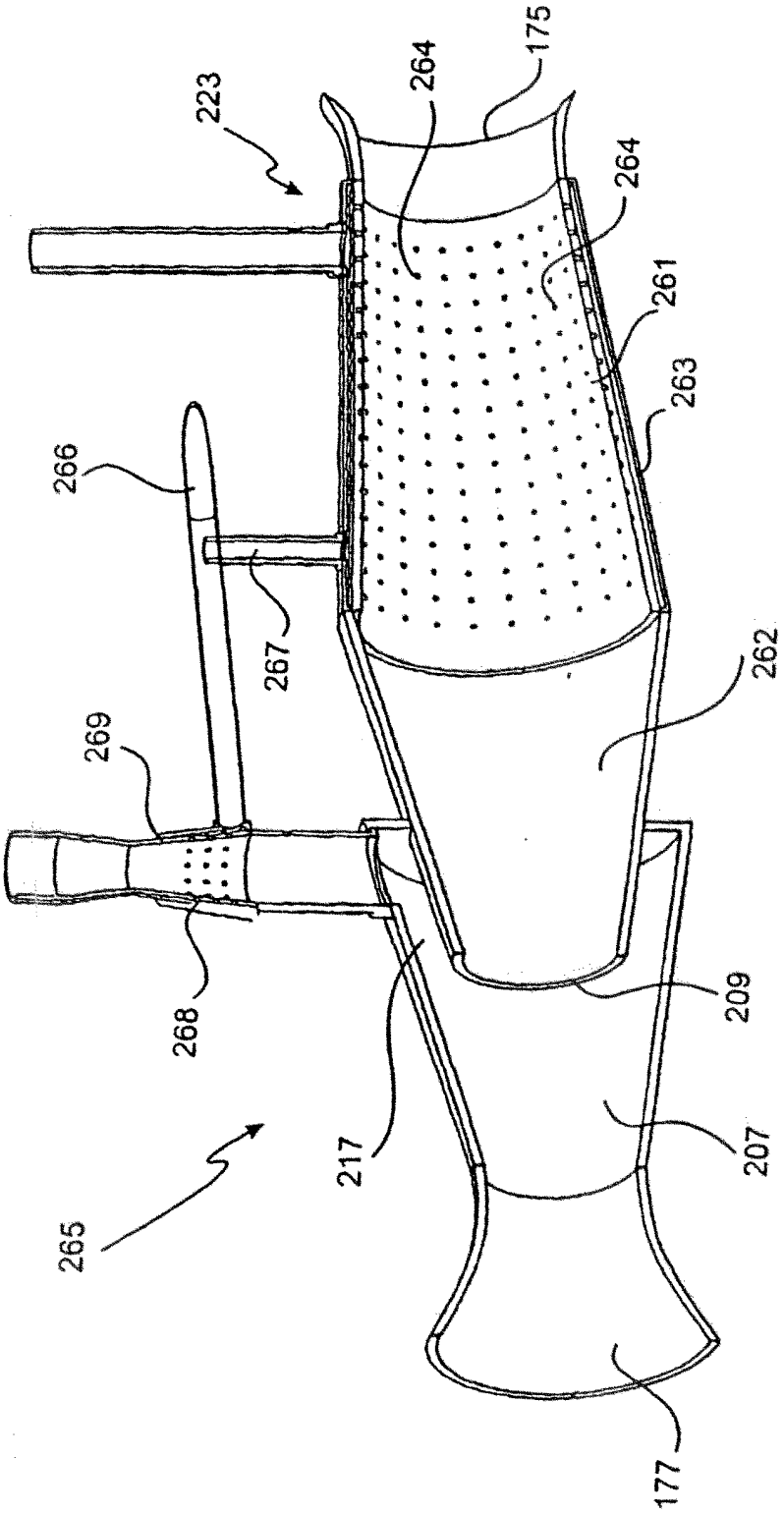


Fig. 14

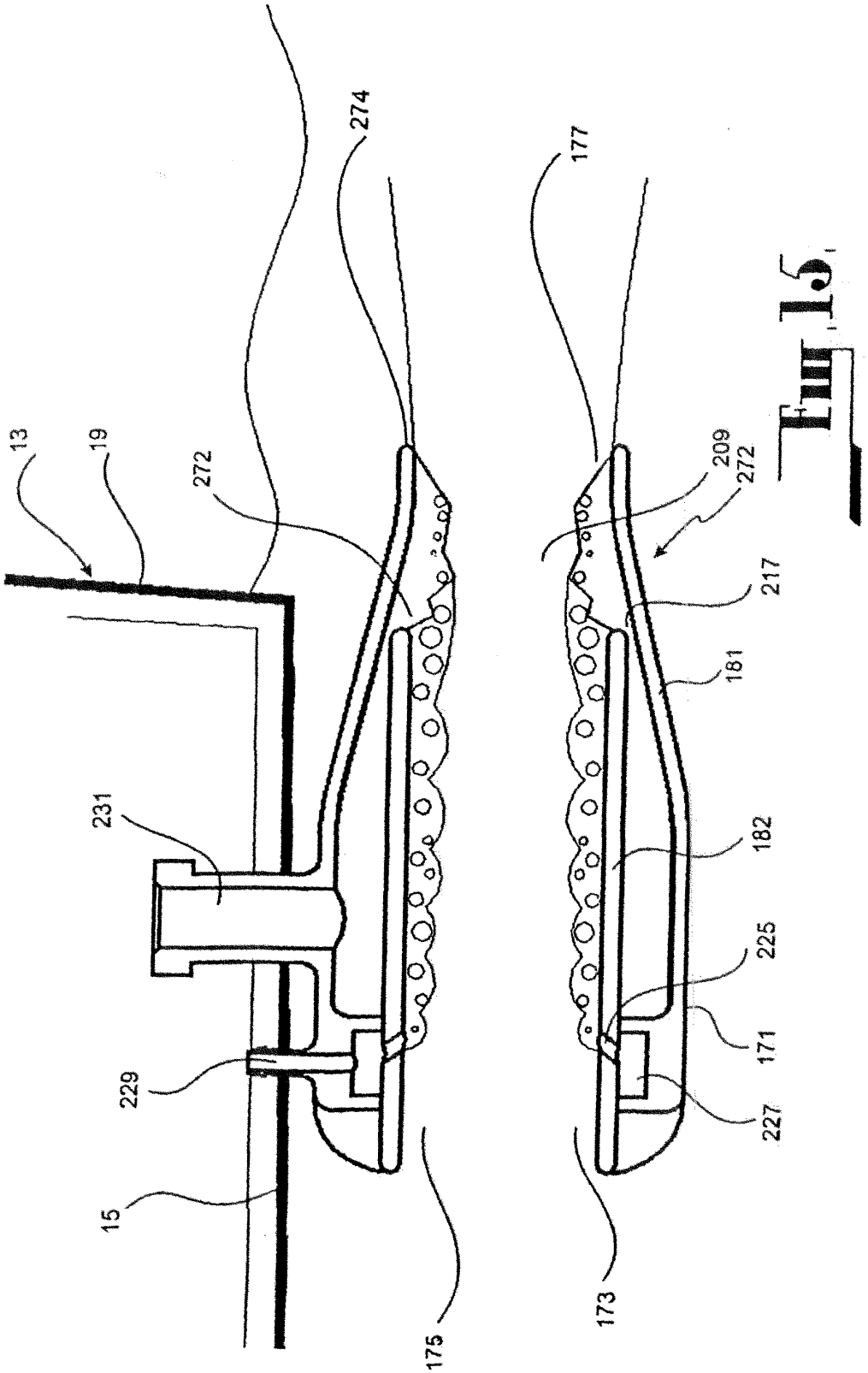

13
19
272
274
231
229
15
175
177
209
272
217
181
182
225
171
227
173

Fig. 15

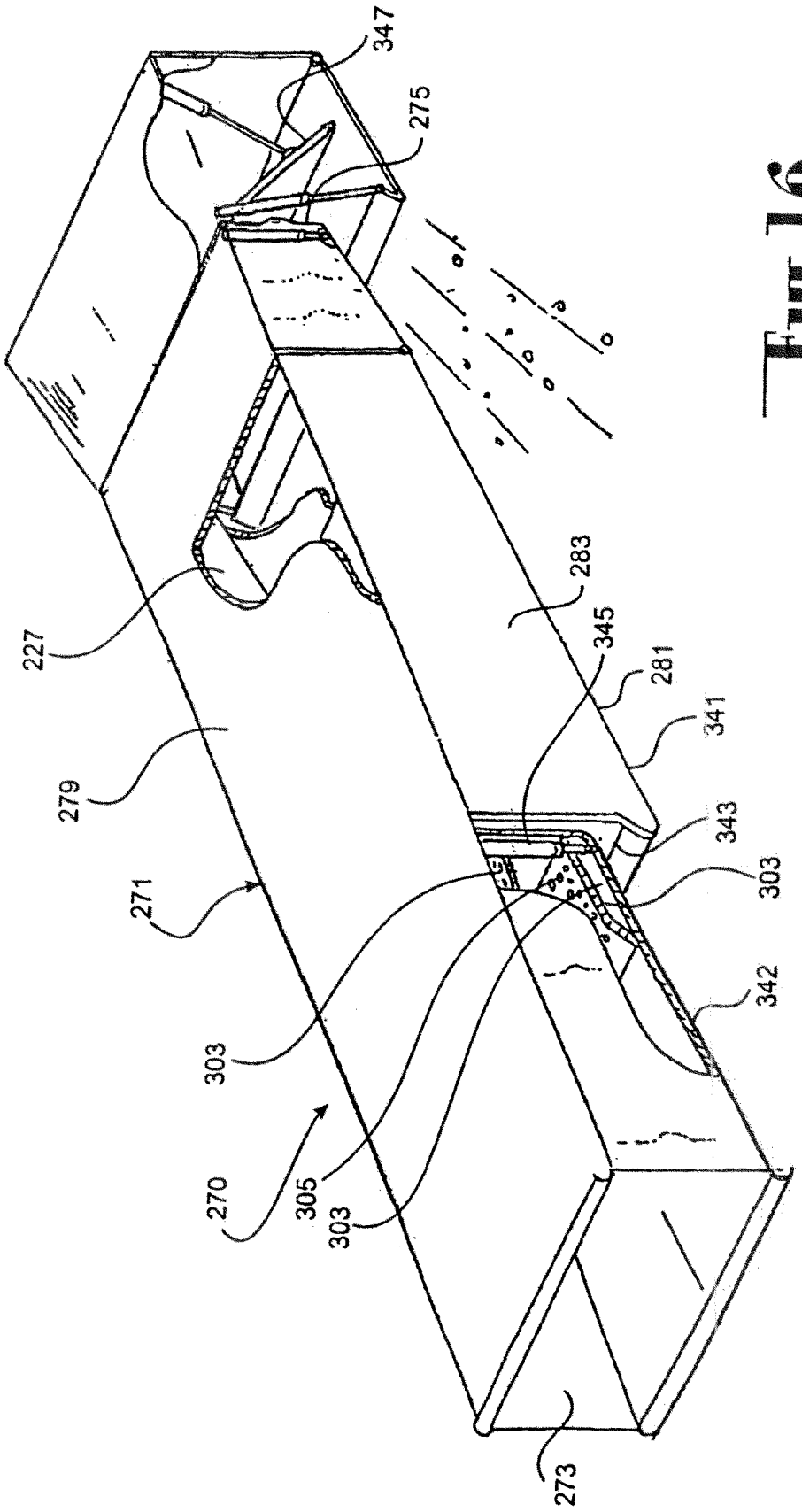

347
275
227
283
345
281
341
279
343
303
271
342
303
270
305
303
273

Fig. 16.

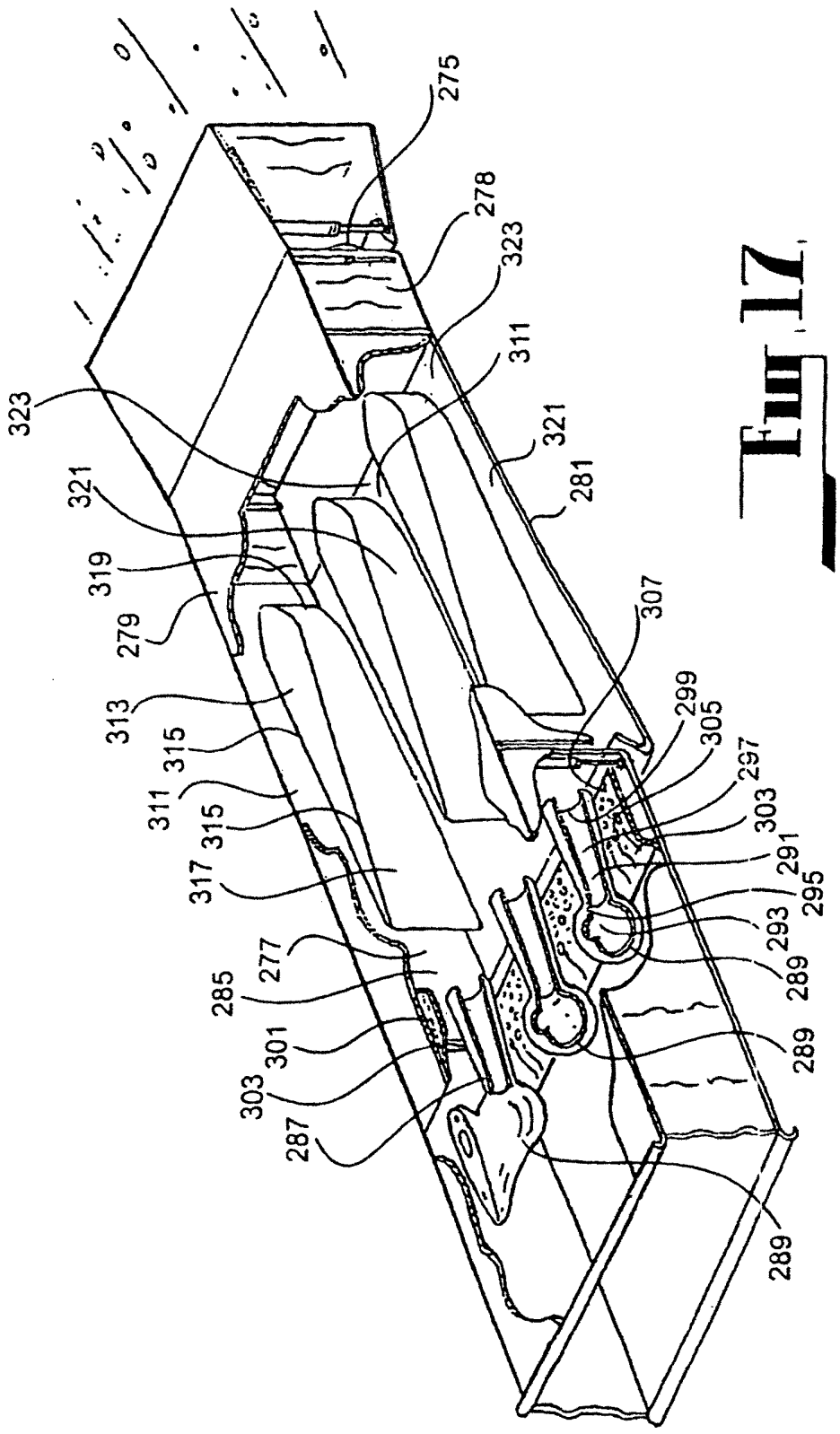

275
278
323
311
321
281
323
321
319
279
307
313
315
299
305
297
311
315
303
291
317
295
293
277
289
285
301
289
303
287
289

Fig. 17

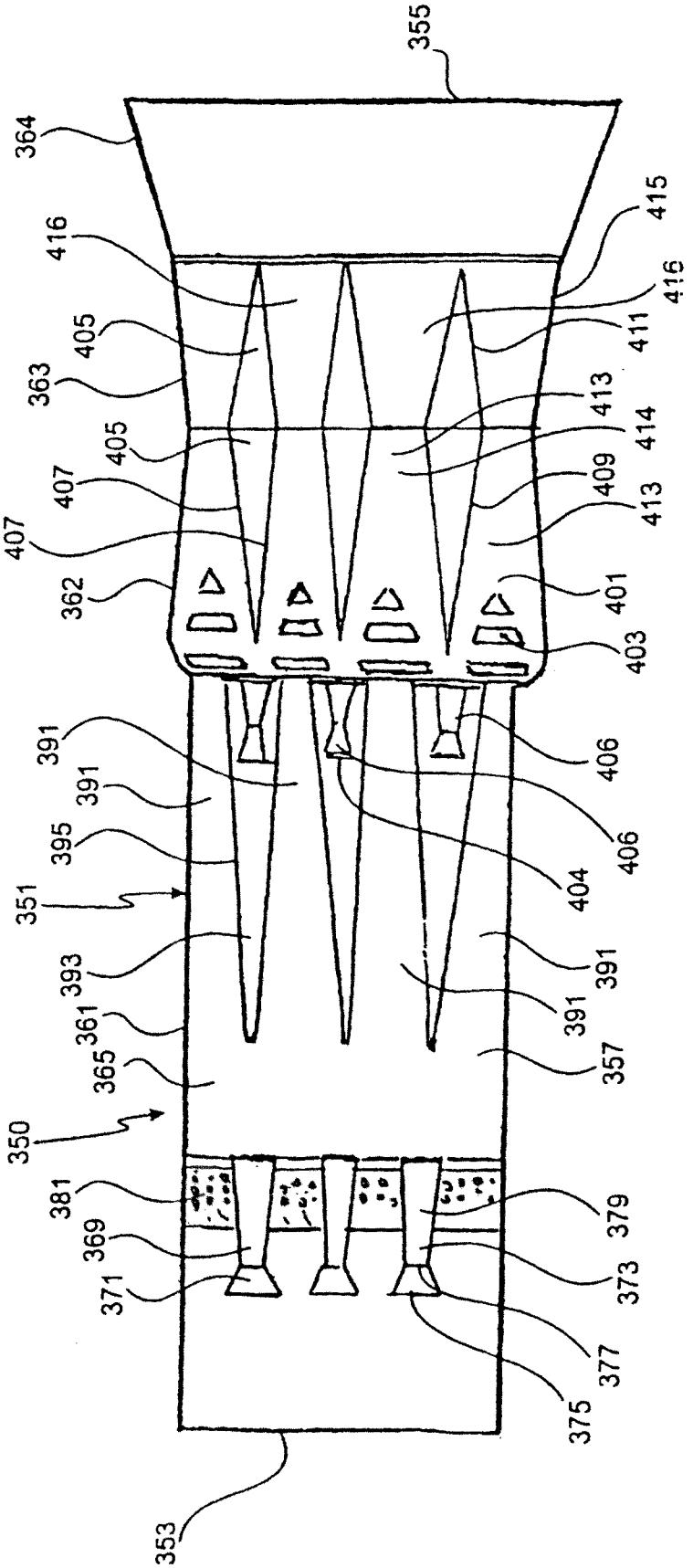

355
364
416
405
363
405
407
407
362
391
391
395
351
393
361
365
350
381
369
371
353
415
416
411
413
414
409
413
401
403
406
406
404
391
391
357
379
373
377
375

Fig. 18

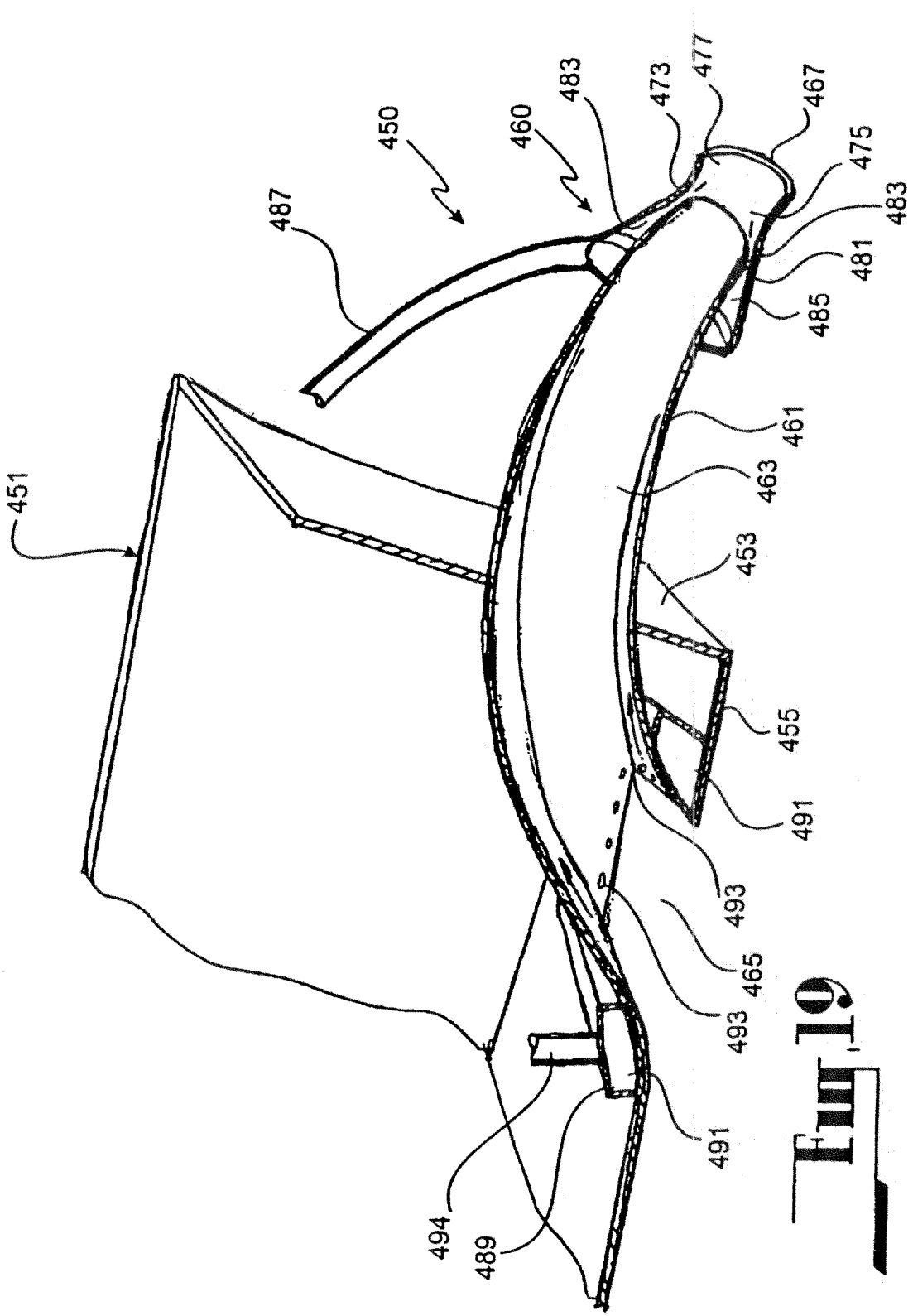

450
460
483
473
477
467
475
483
481
485
487
461
463
453
455
491
493
465
493
491
494
489
451

Fig. 19

Fig 20

