

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 979 051**

(51) Int. Cl.:

**F04D 35/00** (2006.01)  
**E02B 3/00** (2006.01)  
**E02B 9/08** (2006.01)  
**E04H 4/12** (2006.01)  
**F15D 1/08** (2006.01)  
**B05B 1/34** (2006.01)  
**E02B 1/00** (2006.01)

(12)

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- (86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.11.2017 PCT/CA2017/051324**  
(87) Fecha y número de publicación internacional: **17.05.2018 WO18085924**  
(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.11.2017 E 17869088 (9)**  
(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2024 EP 3538770**

---

(54) Título: **Método y aparato de producción de olas**

(30) Prioridad:

**08.11.2016 US 201662418891 P**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**24.09.2024**

(73) Titular/es:

**KA'ANA WAVE COMPANY INC. (100.0%)**  
**111, 2601 Whiteley Court**  
**North Vancouver, BC V7J 2R7, CA**

(72) Inventor/es:

**WATSON, JAMES ALEXANDER**

(74) Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

**ES 2 979 051 T3**

---

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Método y aparato de producción de olas

**5 Antecedentes**

**Campo**

10 La presente divulgación se refiere a métodos y aparatos para producir olas, por ejemplo, en un cuerpo de agua. De manera más específica, producir olas adecuadas para surfear y/o para su uso como rasgo en lagos, piscinas, estanques, tanques para peces y otros cuerpos de agua.

**Descripción de la técnica relacionada**

15 Guías para producir olas, por ejemplo, en cuerpos de agua, son bien conocidas. Por ejemplo, en la aplicación de generación de olas aptas para el surf en una piscina o cuerpo de agua natural, hay una serie de enfoques convencionales desarrollados de manera común. Un inconveniente común de estos enfoques convencionales es que no son capaces de generar olas surfeables de alta calidad y/o no son económicamente viables en la mayoría de las situaciones.

20 Las guías, tal como se describen en la patente de EE.UU. n.º 5.564.859 y 6.132.317 de Lochtefeld, y la patente de EE.UU. n.º 4.792.260 de Sauerbier, generan un flujo laminar de agua que es demasiado delgado para ser surfeado de una manera que uno surfearía una ola natural, por lo que no son capaces de producir olas surfeables de alta calidad.

25 Las guías, tal como se describen en la patente de EE.UU. n.º 8.602.684 de Aufleger *et al.* y la patente de EE.UU. n.º 7.658.571 de McFarland, requieren la construcción de una instalación costosa construida a medida que tiene poco uso aparte del propósito previsto de generar olas surfeables. Este inconveniente reduce la viabilidad económica y aumenta el riesgo económico de construir una instalación de este tipo.

30 Las guías tales como las descritas en la patente de EE.UU. n.º 8.042.200 de Webber, en la patente de EE.UU. n.º 8.573.887 de Slater *et al.* y en la patente de EE.UU. n.º 8.366.347 de Sagastume, requieren una huella de tierra demasiado grande y/o requieren la construcción de un cuerpo de agua especialmente diseñado. Este inconveniente reduce la viabilidad económica y aumenta el riesgo económico de construir una instalación de este tipo.

35 El documento WO98/17403 de Lochtefeld se refiere a una escultura de agua en donde se genera una ola en el agua que fluye a través de una entrada, paso contorneado y salida y los bordes activos se utilizan para alterar el flujo.

40 El documento DE2156540 de Lachnit divulga un generador de olas para una piscina en la que se genera una ola usando un impulsor de velocidad constante que tiene un ángulo de pala ajustable.

Por tanto, un enfoque nuevo e inventivo sería capaz de, pero sin limitación, producir una ola surfeable de alta calidad, mientras funciona continuamente para reducir la huella requerida, y podría introducirse en una variedad de cuerpos de agua para eliminar la carga de construir una instalación específica costosa, y que sería capaz de adaptarse a escala en tamaño, de modo que un generador de olas pequeño podría comprarse e introducirse en un cuerpo pequeño tal como una piscina comunitaria y un generador de olas grande podría comprarse e introducirse en un cuerpo de agua más grande, tal como se encuentra en un parque temático.

**Sumario**

50 La presente divulgación está dirigida a un enfoque nuevo e inventivo que tiene ventajas sobre el estado de la técnica. En este nuevo enfoque, se genera una ola deseable en un cuerpo de agua alterando un flujo de agua a medida que se impulsa a través de un aparato compuesto por una entrada, paso contorneado, salida y concha exterior.

55 En consecuencia, se puede simular una variedad de formas de ola naturales y no naturales, incluyendo pero sin limitarse a saltos hidráulicos; olas rompiientes izquierdas, derechas y de pico que pueden sumergirse para formar tubos; u olas rompiientes izquierdas, derechas, y de pico que pueden rodar sobre la parte posterior de la ola para formar olas divertidas u olas para principiantes.

60 De acuerdo con la invención, se altera un flujo de agua a medida que se impulsa a través de los bordes activos y los contornos de la superficie que comprenden la entrada, paso y salida.

En consecuencia, las características de la ola generada pueden modificarse alterando los bordes activos y los contornos de la superficie de la entrada, paso y salida.

65 En consecuencia, el aparato o partes del mismo, pueden diseñarse para ser rígidos o pueden diseñarse para ser

ajustables, permitiendo la modificación de la forma de ola mientras se impulsa un flujo a través de los contornos de los bordes y superficies activos del aparato.

5 En consecuencia, las características de la ola generada también pueden modificarse permitiendo que la totalidad del aparato pivote suavemente dentro de un rango de movimiento.

De acuerdo con un rasgo de ejemplo de la invención, en algunas realizaciones de ejemplo, los bordes y superficies activos que forman la entrada, el paso y la salida, o partes de los mismos, están diseñados de acuerdo con geometrías encontradas en la naturaleza, por ejemplo, las geometrías de los bordes y superficies interiores de conchas tales como 10 la del filo *Mollusca*; *Gastropoda* o *Cephalopoda*.

En consecuencia, en algunas realizaciones de ejemplo, los bordes y superficies activos que forman la entrada, el paso y la salida, o partes de los mismos, están diseñados de acuerdo con la geometría de la sección áurea. De acuerdo 15 con la invención, el aparato está diseñado para que la entrada, el paso y la salida, o partes de los mismos, estén delimitados en todos los lados, por ejemplo, para su uso en realizaciones presurizadas de la invención, o para su uso en realizaciones de la invención donde el aparato se impulsa a través de un cuerpo de agua, donde ese aparato está estacionario en un flujo de río, o donde el aparato está estacionario en un flujo de marea.

20 De acuerdo con un rasgo de ejemplo de la invención, el aparato puede diseñarse para estar parcialmente sumergido o completamente sumergido en un cuerpo de agua, de modo que ninguna parte del aparato se extienda por encima de la superficie del cuerpo de agua.

De acuerdo con la invención, se genera una forma de ola para incluir rasgos, por ejemplo, tal como un resalte, cresta, labio, tubo, valle, cara y zona de rotura.

25 25 De acuerdo con la invención, el flujo primario de agua a través del aparato se altera de modo que se crean uno o más flujos secundarios en un ángulo con respecto a la dirección del flujo primario.

30 En consecuencia, el flujo se puede alterar de modo que el flujo se asemeje a un vórtice anular horizontal o una trayectoria de fluido en espiral.

35 En consecuencia, el flujo se puede alterar de modo que el flujo se asemeje a un vórtice anular horizontal o una trayectoria de fluido en espiral, donde una porción de la trayectoria de flujo, dirigida hacia o parcialmente hacia la dirección primaria de flujo, se altera en espiral desde el límite de valle exterior, hacia arriba de la cara y formando un tubo sobre la forma de ola, sumergiéndose finalmente en la zona de ruptura, completando casi una rotación en espiral completa, a medida que el flujo se aleja del aparato, formando el interior de la forma de tubo de la ola; y otra porción de la trayectoria de flujo, dirigida hacia o parcialmente hacia la dirección primaria de flujo y hacia la dirección de la primera trayectoria de flujo alterada, se altera en espiral desde el límite del valle, hacia arriba de la pared posterior, sobre el resalte y la cresta, para formar un tubo sobre la forma de ola, sumergiéndose finalmente en la zona de ruptura, 40 completando casi una rotación en espiral completa, a medida que el flujo se aleja del aparato, formando el exterior de la forma de tubo de la ola.

45 En consecuencia, el flujo puede alterarse, como se ha descrito anteriormente, sin formar un tubo sobre la forma de ola, sino que, en su lugar, se altera de modo que la trayectoria de flujo que comprende el interior del tubo, domina la trayectoria de flujo que comprende el exterior de la forma de tubo, permitiendo que el flujo interior del tubo fluya sobre la parte posterior de la forma de ola.

50 En consecuencia, el flujo puede alterarse para intersecarse consigo mismo, como se ha descrito anteriormente, sin parecerse a un vórtice anular o una vía de fluido en espiral.

55 De acuerdo con un rasgo de ejemplo de la invención, se puede generar tanto una ola continua como una no continua, para satisfacer los requisitos de una realización de ejemplo.

De acuerdo con un rasgo de ejemplo de la invención, se puede impulsar un flujo de agua a través del aparato, mientras 55 el aparato permanece estacionario en un cuerpo de agua, de este modo, creando una ola estacionaria.

60 De acuerdo con un rasgo de ejemplo de la invención, el aparato puede impulsarse a través de un cuerpo de agua, generando así una ola que se mueve en una dirección, con respecto a una línea de costa estacionaria. De acuerdo con un rasgo de ejemplo de la invención, el método para crear olas permite que la invención se pueda introducir en una variedad de cuerpos de agua, de modo que no es necesario construir una instalación únicamente para acomodar la invención.

65 De acuerdo con un rasgo de ejemplo de la invención, el aparato es ampliable en tamaño, por ejemplo, de modo que se pueda crear una ola muy grande en un gran cuerpo de agua, por ejemplo, un lago, para que se pueda crear una ola más pequeña en un cuerpo de agua más pequeño, por ejemplo, una piscina, o para que se pueda crear una ola muy pequeña en un cuerpo de agua muy pequeño, por ejemplo, en un tanque para peces, para un rasgo, así como la

aireación del agua del tanque, y junto con una bomba de tanque para peces.

De acuerdo con un rasgo de ejemplo de la invención, se puede impulsar un flujo de agua a través del aparato de varias vías.

5

#### ***Flujo estacionario y continuo proporcionado por una bomba***

En consecuencia, una realización de ejemplo de la invención es usar una bomba para impulsar un flujo continuo de agua a través del aparato, creando una ola estacionaria de alta calidad continua que puede operar en un cuerpo de agua que es pequeña en relación con el tamaño de la ola generada.

En consecuencia, en esta realización, una cámara puede conectar el aparato a la bomba y puede configurarse de manera que convierta el flujo turbulento de la bomba en flujo laminar, antes de llegar a la entrada del aparato.

10 15 En consecuencia, esta realización de ejemplo permite que el aparato se pueda introducir en una variedad de cuerpos de agua existentes, por ejemplo, piscinas comunitarias locales, haciendo así que la experiencia de surfear sea accesible para personas que, por el contrario, no han tenido la oportunidad de experimentar.

20 25 En consecuencia, esta realización de ejemplo permite que el aparato se pueda transportar fácilmente de un cuerpo de agua a otro, de modo que, por ejemplo, en un área poco poblada donde no es factible construir una instalación de surf a tiempo completo, se pueda utilizar un aparato durante un corto período de tiempo y reubicarse después en otra comunidad.

En consecuencia, esta realización de ejemplo permite que el aparato se fabrique e instale a un coste menor que el estado de la técnica.

30 35 En consecuencia, esta realización de ejemplo permite aumentar el tamaño del aparato para producir olas para su uso como rasgo en lagos, piscinas, estanques, tanques para peces y otros cuerpos de agua.

#### ***Flujo estacionario y continuo o no continuo proporcionado por corriente natural***

Según una realización de ejemplo de la invención, se impulsa un flujo continuo o discontinuo de agua a través del aparato por la fuerza de la naturaleza, por ejemplo, por la fuerza de la energía de las mareas o por la fuerza de la gravedad.

35 40 45 En consecuencia, en un ejemplo de esta realización, el aparato está instalado en un rompeolas o canal de compensación y puede estar equipado con una válvula de aleta unidireccional, permitiendo que se impulse una oleada de agua a través del aparato, de este modo, generando una ola apta para surfear un volumen de agua más tranquilo, por ejemplo, tal como un puerto. En consecuencia, en otro aspecto de esta realización, el aparato se instala en un río y al menos una parte del flujo del río se impulsa a través del aparato, generando así una ola apta para surfear aguas abajo del aparato.

En consecuencia, en otro ejemplo más de esta realización, el aparato está conectado a la salida del aliviadero de una presa y utiliza la fuerza de la gravedad para impulsar un flujo a través del aliviadero, en la entrada, a través del paso y fuera de la salida del aparato.

En consecuencia, un beneficio para esta realización, una vez instalado, el aparato es capaz de generar olas aptas para el surf que requieren poca o ninguna energía y un coste asociado para su funcionamiento.

#### ***Flujo estacionario y no continuo proporcionado por desplazamiento***

Según una realización de ejemplo de la invención, se fuerza un flujo no continuo de agua a través del aparato, ya sea neumática o hidráulicamente desplazando un volumen de aire o agua desde una cámara a través del aparato.

55 60 En consecuencia, un beneficio de esta realización sería la capacidad de adaptar las instalaciones de generación de olas neumáticas o hidráulicas existentes con el aparato para que se pueda generar una variedad de olas de mayor calidad, mientras se utiliza la infraestructura existente.

#### ***No estacionario y continuo o no continuo impulsado a través de un cuerpo de agua***

65 60 Según una realización de ejemplo de la invención, se impulsa un flujo continuo o no continuo de agua a través del aparato a medida que el aparato se impulsa a través de un cuerpo de agua, por ejemplo, como un casco que se mueve a través de un cuerpo de agua.

65 En consecuencia, el aparato puede impulsarse linealmente a lo largo de una pista recta para crear una ola no estacionaria y no continua; o puede impulsarse alrededor de la circunferencia interior o exterior de un cuerpo de agua

circular o en forma toroidal, para crear una ola no estacionaria y continua.

En consecuencia, un beneficio de esta realización sobre el estado de la técnica, es que la ola generada por el aparato no depende de un contorno de fondo especialmente diseñado en el cuerpo de agua. La eliminación de esta dependencia reduce los costes de instalación, ya que se elimina el requisito de un cuerpo de agua diseñado y construido a medida; el aparato puede instalarse en un cuerpo de agua existente, por ejemplo, tal como un lago.

En apoyo de lo anterior, de acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un método para generar una ola en un cuerpo de agua que comprende:

- 10 a. impulsar que el agua fluya a través de una entrada (220), un paso contorneado (240) y una salida (260) de un aparato (202), y
- b. alterar un flujo del agua con al menos uno de los bordes activos y superficies activas de al menos uno de la entrada, el paso contorneado y la salida

15 por lo que el agua fluye fuera de la salida (260) en forma de ola (101), caracterizado por que impulsar incluye impulsar al menos una porción de un flujo primario a través de los bordes y superficies activos para crear un flujo secundario en un ángulo con respecto a la dirección del flujo primario, e impulsar incluye impulsar al menos una porción de un flujo primario a través de los bordes y superficies activos que están configurados para alterar el flujo primario para que

20 se convierta en la cara y el valle de la forma de ola, que están configurados para alterar el flujo primario para que se convierta en la parte posterior de la forma de ola, que están configurados para alterar el flujo primario para que se convierta en el resalte de la forma de ola, o que están configurados para alterar el flujo primario para que se convierta en el límite de valle exterior de la forma de ola.

25 Alterar el flujo incluye alterar el flujo con bordes y superficies activos de una concha exterior que encierra la entrada, paso contorneado y salida. Impulsar el agua a través del paso contorneado puede incluir impulsar el agua a través de una pluralidad de entradas, una pluralidad de pasos internos y una pluralidad de salidas. El método puede incluir además controlar el flujo con una válvula de control de flujo.

30 El método puede incluir además modificar la forma de ola generada: variando el volumen de flujo que se impulsa a través, ajustando bordes y superficies activos, articulando el aparato en al menos una dirección, o una combinación de los anteriores.

35 El método puede incluir adicionalmente sumergir al menos parcialmente el aparato en un cuerpo de agua y modificar la forma de ola generada a través de la interacción con el cuerpo de agua.

La alteración del flujo incluye alterar el flujo con una superficie activa limitada del paso, en donde la totalidad del flujo pasa a través del paso, o en donde una parte del flujo se altera a medida que pasa a través del paso y otra parte del flujo pasa sin verse afectada ni alterada.

40 Impulsar puede incluir: impulsar al menos una porción del flujo primario a través de los bordes y superficies activos del aparato que están configurados para alterar una porción del flujo primario para que se convierta en la cara y el valle de la forma de ola, impulsar al menos una porción del flujo primario a través de los bordes y superficies activos del aparato que están configurados para alterar una porción del flujo primario para que se convierta en la parte posterior

45 de la forma de ola, impulsar al menos una porción del flujo primario a través de los bordes y superficies activos del aparato que están configurados para alterar una porción del flujo primario para que se convierta en el resalte de la forma de ola, o impulsar al menos una porción del flujo primario a través de los bordes y superficies activos del aparato que están configurados para alterar una porción del flujo primario para que se convierta en el límite de valle exterior de la forma de ola.

50 Alterar puede incluir alterar con bordes y superficies activos de la concha exterior que están configurados para obstruir el flujo no deseado del cuerpo de agua e impedir que el flujo de salida del aparato, alterar con bordes y superficies activos de la concha exterior que están configurados para ayudar a lograr un flujo de salida deseado del aparato, alterar por bordes y superficies activos que componen la entrada, el paso y la salida, o partes de los mismos, que

55 están diseñados de acuerdo con la geometría de una espiral logarítmica, alterar por bordes y superficies activos que componen la entrada, el paso y la salida, o partes de los mismos, que están diseñados de acuerdo con geometrías de los bordes y superficies interiores de conchas seleccionadas del filo *Mollusca*; *Gastropoda*, *Bivalvia* o *Cephalopoda*, o alterar por bordes y superficies activos que componen la entrada, el paso y la salida, o partes de los mismos, que están diseñados de acuerdo con la geometría de la sección áurea.

60 Impulsar incluye impulsar al menos una porción del flujo primario a través de bordes y superficies activos que están configurados para alterar el flujo de modo que se cree al menos un flujo secundario en ángulo con la dirección del flujo primario. Impulsar también puede incluir impulsar al menos una porción del flujo primario a través de bordes y superficies activos que están configurados para alterar el flujo de modo que el flujo se asemeje a un vórtice anular horizontal o una trayectoria de fluido en espiral. Impulsar puede incluir impulsar al menos una porción del flujo primario a través de los bordes y superficies activos del aparato y desplazar un volumen del cuerpo de agua a medida que el

flujo sale de la salida e interactúa con el cuerpo de agua para que se genere un salto hidráulico en el cuerpo de agua, impulsar al menos una porción del flujo primario a través de los bordes y superficies activos que están configurados para impulsar una porción del flujo primario hacia la forma que comprende la trayectoria de flujo del tubo externo, que se sumerge sobre la trayectoria de flujo del tubo interno o la cara y el valle de la forma de ola, y en la zona de ruptura, impulsar al menos una porción del flujo primario a través de los bordes y superficies activos que están configurados para alterar el flujo de modo que la trayectoria de flujo que comprende el interior del tubo, domina la trayectoria de flujo que comprende el exterior de la forma de tubo, generar una forma de ola que no tiene un tubo, impulsar un flujo continuo de agua a través del aparato, impulsar un flujo no continuo de agua a través del aparato, impulsar el flujo de agua a través del aparato mientras el aparato permanece estacionario en un cuerpo de agua, impulsar un flujo de agua a través del aparato a medida que el aparato se mueve a través de un cuerpo de agua, impulsar por bombeo, impulsar por gravedad, impulsar por energía mareomotriz, impulsar por una corriente en el cuerpo de agua, impulsar un flujo no continuo por desplazamiento de fluido desde una cámara, impulsar por movimiento del aparato linealmente a través de un cuerpo de agua, impulsar por movimiento del aparato linealmente alrededor de la circunferencia interior o exterior de un cuerpo de agua en forma de anillo, o impulsar desde una cámara que tiene una entrada de cámara y una salida de cámara.

Alterar puede incluir alterar la sección de la cámara más cercana a la salida que está formada en forma de curva, alterar con un banco de capilares de matriz dentro de la cámara, en donde el diámetro de capilar interior de cada capilar es menor que el diámetro medio de espiral de la curva de la cámara, alterar con capilares de matriz que tienen un diámetro de capilar interior de entre 1/5 y 1/50 del diámetro medio de espiral de la curva de la cámara, alterar con las superficies activas de la cámara, o partes de la misma, que están diseñadas de acuerdo con las geometrías de los bordes interior y exterior de las conchas, seleccionadas del filo *Mollusca*; *Gastropoda*, *Bivalvia*, o *Cephalopoda*, alterar con las superficies activas de la cámara, o partes de la misma, que están diseñadas de acuerdo con la geometría de la sección áurea, alterar con la cámara, o partes de la misma, que están diseñadas de acuerdo con la geometría de una espiral logarítmica.

El método puede incluir además: extraer un flujo de agua desde el cuerpo de agua hacia la cámara; impulsar el flujo a través de la cámara en donde el flujo de extracción turbulento se hace laminar; e impulsar el flujo fuera de la cámara hacia la entrada. El método puede incluir además ajustar la altura del aparato con respecto a la superficie del cuerpo de agua, articular el aparato en al menos una dirección, o ajustar la altura del aparato con respecto a la superficie del cuerpo de agua y articular el aparato en al menos una dirección.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato (202) para generar una ola (101) en un cuerpo de agua (404) que comprende:

- 35     a. una entrada (220) configurada para recibir un flujo primario,  
       b. una salida (260) configurada para descargar una forma de ola, y  
       c. un paso (240) que conecta la entrada (220) a la salida (260),
- 40     en donde al menos uno de la entrada (220), la salida (260) y el paso (240) está configurado para alterar el flujo primario en la forma de ola (101), en donde al menos uno de la entrada (220), la salida (260) y el paso (240) incluyen bordes y superficies activos configurados para alterar una porción del flujo primario convirtiéndose en una cara y un valle de la forma de ola, caracterizado por que los bordes y superficies activos están configurados para alterar el flujo de modo que se cree un flujo secundario en un ángulo con respecto a la dirección del flujo primario, y en donde los bordes y superficies activos están configurados para alterar una porción del flujo primario convirtiéndose en una cara y un valle de la forma de ola, que están configurados para alterar el flujo primario para que se convierta en el resalte de la forma de ola, o que están configurados para alterar el flujo primario para que se convierta en el límite de valle exterior de la forma de ola.
- 45     45     50     El aparato puede comprender además una concha exterior que encierra la entrada, el paso y la salida. El paso puede comprender una pluralidad de pasos que conectan la entrada a la salida, la salida puede comprender una pluralidad de salidas, y la entrada puede comprender una pluralidad de entradas. El paso puede estar conectado a una válvula de control de flujo.
- 55     55     55     El aparato, o partes del mismo, puede ser: rígido y/o ajustable. El aparato puede: articularse en al menos una dirección, ser al menos parcialmente sumergible en un cuerpo de agua y/o ser ampliable en tamaño.

Al menos uno de la entrada, la salida y el paso pueden tener bordes y superficies activos delimitados. Al menos uno de la entrada, la salida y el paso pueden tener bordes y superficies activos ilimitados. Los bordes y superficies activos pueden configurarse para alterar una porción del flujo primario para que se convierta en la cara y el valle de la forma de ola.

Los bordes y superficies activos pueden comprender: un borde de entrada; un borde de salida y una superficie de paso que conecta la entrada a la salida. El aparato puede incluir además un perfil de paso, en donde el borde de salida está curvado hacia el perfil de paso. La curvatura de la superficie de paso puede disminuir o aumentar a medida que se aleja de la salida. La superficie activa del paso puede seguir una trayectoria curva desde la entrada hasta la salida.

Los bordes y superficies activos pueden configurarse para alterar una porción del flujo primario para que se convierta en la parte posterior de la forma de ola, el resalte de la forma de ola, o el límite de valle exterior de la forma de ola.

- 5 La concha exterior puede tener bordes y superficies activos adicionales que están configurados para obstruir el flujo no deseado del cuerpo de agua e impedir el flujo de salida del aparato o configurados para ayudar a lograr un flujo de salida deseado del aparato. Los bordes y superficies activos, o partes de los mismos, pueden diseñarse de acuerdo con la geometría de una espiral logarítmica, las geometrías de los bordes interiores y superficies de conchas seleccionadas del filo *Mollusca*; *Gastropoda*, *Bivalvia* o *Cephalopoda*, o la geometría de la sección áurea.
- 10 Los bordes y superficies activos están configurados para alterar el flujo de modo que se cree al menos un flujo secundario en ángulo con respecto a la dirección del flujo primario. A este respecto, los bordes y superficies activos que pueden configurarse para: alterar el flujo de modo que el flujo se asemeje a un vórtice anular horizontal o una trayectoria de fluido en espiral, alterar el flujo para que se genere un salto hidráulico en el cuerpo de agua a medida que el flujo sale de la salida e interactúa con el cuerpo de agua, impulsar una porción del flujo primario en una forma que comprende una trayectoria de flujo de tubo externo que se sumerge sobre una trayectoria de flujo de tubo interno o cara y valle de la forma de ola, y en una zona de ruptura, o alterar el flujo de modo que la trayectoria de flujo que comprende el interior de un tubo, domina la trayectoria de flujo que comprende el exterior de una forma de tubo, generando una forma de ola que no tiene un tubo.
- 15
- 20 La entrada puede estar adaptada para recibir un flujo continuo de agua o un flujo no continuo de agua.

El aparato puede configurarse para recibir en la entrada un flujo de agua mientras el aparato permanece estacionario en un cuerpo de agua o recibir en la entrada un flujo de agua a medida que el aparato es impulsado a través de un cuerpo de agua. A este respecto, el flujo de agua recibido en la entrada puede ser proporcionado por una bomba. El aparato puede instalarse en un río, de modo que el flujo de agua recibido en la entrada pueda ser proporcionado por el flujo del río. El aparato puede instalarse en un rompeolas e incluir además una válvula de control de flujo unidireccional. El aparato puede conectarse a una salida de aliviadero de una presa, y el flujo de agua recibido en la entrada proporcionado por el aliviadero. El aparato puede conectarse a una cámara y el flujo de agua recibido en la entrada no ser continuo y proporcionarse neumática o hidráulicamente forzando un volumen de aire o agua desde la cámara a través del aparato.

- 30
- 35 El aparato puede incluir además medios para impulsar el aparato linealmente a través de un cuerpo de agua o medios para impulsar el aparato alrededor de la circunferencia interior o exterior de un cuerpo de agua en forma anular.
- 40

Las superficies activas de la cámara, o partes de la misma, pueden diseñarse de acuerdo con las geometrías de los bordes interior y exterior de las conchas, seleccionadas del filo *Mollusca*; *Gastropoda*, *Bivalvia*, o *Cephalopoda*, la geometría de la sección áurea o la geometría de una espiral logarítmica.

- 45
- 50 El aparato puede comprender además una bomba de agua con columna de descarga, que tiene una admisión y una salida, en donde al menos la admisión reside en un cuerpo de agua. El aparato puede comprender además un mecanismo para ajustar la altura de la cámara.
- 55

La cámara puede comprender además un mecanismo de junta esférica que tiene una esfera y un receptáculo. La cámara puede comprender además un mecanismo de ajuste de altura y un mecanismo de junta esférica que tiene una esfera y un receptáculo. El receptáculo puede estar unido a la cámara y contener una pluralidad de conductos que permiten que un flujo presurizado desde la cámara se dirija a la esfera, creando una fina película de agua entre las superficies de la esfera y el receptáculo.

Aspectos, rasgos y beneficios adicionales se harán evidentes a partir de la descripción detallada fluida y los dibujos de realizaciones de ejemplo, no limitantes.

#### **Descripción**

- 60 La invención se ilustrará más completamente mediante la siguiente descripción detallada de realizaciones específicas no limitantes junto con las figuras de los dibujos adjuntos. En las figuras, elementos y/o rasgos similares pueden tener la misma etiqueta de referencia. Asimismo, diversos elementos del mismo tipo se pueden distinguir siguiendo la etiqueta de referencia con una segunda etiqueta que distingue entre los elementos similares. Si solo se identifica la primera etiqueta de referencia en un paso particular de la descripción detallada, entonces ese paso describe uno cualquiera de los elementos similares que tienen la misma primera etiqueta de referencia independientemente de la

segunda etiqueta de referencia.

Todos los apartados en esta memoria descriptiva se proporcionan únicamente por conveniencia, y no pretenden ser limitantes.

5

### Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista lateral en alzado que ilustra un flujo primario hacia adentro y un flujo alterado hacia afuera de un aparato de ejemplo.

10

La figura 2 es una vista en perspectiva que ilustra el flujo primario hacia adentro y el flujo alterado hacia afuera del aparato de ejemplo.

15

La figura 3 es una vista lateral en alzado que ilustra el flujo primario hacia adentro y el flujo de tubo externo alterado hacia afuera del aparato de ejemplo.

La figura 4 es una vista en perspectiva despiezada que ilustra los bordes y superficies activas del aparato de ejemplo.

20

La figura 5 es una vista en planta posterior del aparato de ejemplo que ilustra una vista de la entrada.

La figura 6 es una vista en planta frontal del aparato de ejemplo que ilustra una vista de la salida.

25

La figura 7 es una vista en planta superior del aparato de ejemplo.

30

La figura 8 es una vista en planta lateral del aparato de ejemplo.

La figura 9 es una vista lateral en alzado que ilustra el flujo alterado de un segundo aparato de ejemplo.

35

La figura 10 es una vista en perspectiva que ilustra el flujo alterado que sale del segundo aparato de ejemplo.

La figura 11 es una vista en perspectiva despiezada que ilustra los bordes y superficies activas del segundo aparato de ejemplo.

40

La figura 12 es una vista en planta posterior del segundo aparato de ejemplo que ilustra una vista de la entrada.

La figura 13 es una vista en planta frontal del segundo aparato de ejemplo que ilustra una vista de la salida.

45

La figura 14 es una vista en planta superior del segundo aparato de ejemplo.

50

La figura 15 es una vista en planta lateral del segundo aparato de ejemplo.

La figura 16 es una ilustración de un ejemplo de concha del filo *Mollusca*.

55

La figura 17 es una ilustración de geometrías de ejemplo que se asemejan a los bordes y superficies interiores de la concha del filo *Mollusca*.

La figura 18 es una vista lateral en alzado del aparato en un cuerpo de agua de acuerdo con una realización de ejemplo.

60

La figura 19 es una vista en perspectiva del aparato de acuerdo con la realización de ejemplo.

La figura 20 es una vista en perspectiva en sección del aparato de acuerdo con la realización de ejemplo.

65

La figura 21 es una vista lateral del aparato de acuerdo con la realización de ejemplo.

La figura 22 es una vista lateral en sección del aparato de acuerdo con la realización de ejemplo.

La figura 23 es una vista en planta posterior del aparato de acuerdo con la realización de ejemplo.

60

La figura 24 es una vista en planta frontal del aparato de acuerdo con la realización de ejemplo.

La figura 25 es una vista en planta superior del aparato de acuerdo con la realización de ejemplo.

65

La figura 26 es una vista en perspectiva de capilares de matriz de acuerdo con la realización de ejemplo.

La figura 27 es una vista en planta frontal de capilares de matriz de acuerdo con la realización de ejemplo.

La figura 28 es una vista en planta lateral de capilares de matriz de acuerdo con la realización de ejemplo.

#### **Descripción detallada de las realizaciones específicas**

5

##### Visión general

Se puede observar que a veces, sin un marco de referencia claro, puede ser imposible para un observador distinguir si es él, el observador, el que está en movimiento o si es el observado que está en movimiento, con respecto al observador.

Una analogía para ilustrar este concepto: Una cámara fijada a un dron, filmando la carrera de un surfista, sigue al surfista a una velocidad constante para capturar la carrera del surfista. En el cuadro de la cámara, solo se puede ver el cielo, una ola y un surfista. La ola rompiendo a una velocidad constante, no hay nubes en el cielo y la playa está fuera del cuadro. Se puede decir que sin estos rasgos, no hay puntos de referencia claros. Al ver el metraje, se vuelve imposible distinguir si el surfista se está moviendo hacia la izquierda con respecto a la playa o si el surfista está estacionario con respecto a la playa y es el agua la que fluye de izquierda a derecha, con respecto a la playa.

Cuando se elimina el marco de referencia claro, todo lo que queda es un surfista que se mueve en relación con un flujo de agua que se mueve en una dirección; de izquierda a derecha. Se retira el surfista y todo lo que queda es un flujo de agua que se mueve de izquierda a derecha.

Para promover la analogía, la ola del surfista es una ola que se hunde con una cara y un tubo limpios. Para un observador en la playa, a simple vista, el agua parece estar moviéndose desde el valle, por la cara de la ola, formando un tubo sobre la cara y el valle, y hacia la zona de ruptura de manera cilíndrica, completando casi una rotación completa, como lo hace. Para la cámara que se mueve a la misma velocidad que la ola rompiendo, este movimiento cilíndrico hacia arriba de la cara de la ola, se convierte en un movimiento en espiral, completando casi una rotación en espiral completa, desde el valle hasta la zona de ruptura.

Cuando se elimina de nuevo el marco de referencia claro, todo lo que queda es un surfista que se mueve en relación con un flujo de agua que está en espiral desde el valle, hasta la cara, sobre el tubo, y en la zona de ruptura, a medida que se mueve de izquierda a derecha, completando casi una rotación en espiral completa, desde el valle hasta la zona de ruptura.

Se retira el surfista, y todo lo que queda es un flujo de agua que está en espiral desde el valle, hasta la cara, sobre el tubo, y en la zona de ruptura, a medida que se mueve de izquierda a derecha, completando casi una rotación en espiral completa, desde el valle hasta la zona de ruptura.

Un objeto de este método y aparato es simular el flujo de agua, en relación con el surfista, como se describe a lo largo de esta memoria descriptiva, independientemente de si es el aparato el que se mueve a través de un cuerpo de agua estacionario o si es un flujo de agua el que se mueve a través de un aparato estacionario.

Se puede usar una analogía adicional para ayudar a ilustrar cómo funcionan los bordes y superficies activas del aparato para lograr el flujo de agua descrito.

45

A través de la experimentación y el descubrimiento, se observa que un único flujo de agua en un paso puede alterarse para crear flujos secundarios con respecto a la dirección primaria de flujo. Tal alteración del flujo puede ilustrarse con la analogía de sostener el pulgar sobre la salida de una manguera. En esta analogía, el borde de salida de la manguera es maleable, de modo que la alteración del flujo está dictada no solo por la colocación del pulgar sobre la salida, sino también por la presión aplicada al borde de la salida. En esta analogía, aplicar presión al borde de salida de la manguera no solo cambia la forma del borde de salida, dando como resultado un cambio en la forma del flujo de salida, sino que también cambia la forma de la superficie activa interna de la manguera, a su vez, cambiando la trayectoria del flujo. A medida que el borde de la salida se presiona en la trayectoria de flujo, la superficie activa interna de la manguera se modifica para obstruir el primario, forzando al agua a fluir alrededor de la obstrucción y hacia la trayectoria de flujo primario. Esta observación y analogía se proporciona para ayudar a ilustrar cómo funciona la forma de los bordes de salida para crear la forma de la ola y cómo funcionan los contornos del paso para alterar la trayectoria de flujo primario para generar las trayectorias de flujo que forman la forma de la ola.

#### **Lista de elementos**

60

##### **101 La forma de la ola**

- 110 Trayectoria de flujo de tubo externo
- 111 Resalte
- 113 Cresta

##### **303 Realización de ola estacionaria**

- 310 Pedestal
- 320 Bomba
- 321 Cámara de admisión

114	Parte posterior	323	Carcasa de admisión
115	Labio	325	Cámara de admisión
117	Labio sumergido	330	Mecanismo de ajuste de altura
119	Zona de ruptura	331	Pilares - Ajuste de altura
130	Trayectoria de flujo de tubo interno	333	Carcasas de soporte: ajuste de altura
131	Tubo		
133	Capa límite de valle	325	Manguito
135	Valle	340	Junta esférica
137	Cara	341	Receptáculo de junta esférica
117	Salto Hidráulico	343	Esfera de junta esférica
150	Flujo primario	345	Brazo de ajuste de junta esférica
<b>202</b>	<b>Cabezal de conformación (aparato)</b>	<b>350</b>	<b>Cámara</b>
220	Entrada	351	Brida de cámara
221	Borde de entrada	353	Borde de la cámara
240	Paso	370	Capilares de matriz
241	Contorno de conformación de la cara y el valle	371	Capilares
243	Contorno de conformación de la pared posterior	373	Diámetro de capilares
245	Contorno de conformación del resalte	375	Cámara de tubería curva
247	Contorno de conformación del límite de valle	377	Diámetro de tubería curva
260	Salida	<b>404</b>	<b>Cuerpo de agua</b>
261	Borde de conformación de la cara y el valle	410	Superficie
263	Borde de conformación de la pared posterior		
265	Borde de conformación del resalte		
267	Borde de conformación del límite de valle		
280	Brida del aparato		
290	Concha exterior		

**Forma de ola**

- Como se ilustra en las figuras 1 y 3, un flujo primario **150** del agua se altera a medida que se impulsa a través de los bordes y superficies activos de la entrada **220**, el paso contorneado **240** y la salida **260** de una realización de ejemplo del aparato **202**. La alteración del flujo da como resultado la generación de una forma de ola **101**.
- Como se ilustra en las figuras 1 y 3, la ola simulada generada por la realización de ejemplo del aparato **202** se describe como una ola rompiente sumergida derecha que comprende una trayectoria de flujo de tubo externo **110** y una trayectoria de flujo de tubo interno **130**. La trayectoria de flujo de tubo externo **110** que se sumerge sobre la forma de ola **101**, y en la zona de ruptura **119**, se describe como que comprende un resalte **111**, cresta **113**, parte posterior **114**, labio **115**, y labio sumergido **117**. La trayectoria de flujo del tubo interno **130**, que fluye desde el valle **135**, hasta la cara **137**, para formar un tubo **131** sobre la forma de ola **101**, y en la zona de ruptura **119**, se describe como que comprende un límite de capa de valle **133**, valle **135**, cara **137**, y tubo **131**.
- Como se ilustra en las figuras 1 y 2, el flujo primario **150** se altera a medida que se impulsa a través del aparato **202**, de modo que el flujo de la forma de ola **101** se asemeja a un vórtice anular horizontal o una vía de fluido en espiral. En consecuencia, una porción de la trayectoria de flujo primario **150**, se dirige hacia o parcialmente hacia la trayectoria de flujo primario **150**, y se modifica para convertirse en la trayectoria de flujo del tubo interno **130**, en espiral desde el límite de la capa de valle exterior **133**, hasta la cara **137**, para formar un tubo **131** sobre la forma de ola **101**, sumergiéndose finalmente en la zona de ruptura **119**, completando casi una rotación en espiral completa, a medida que el flujo se aleja del aparato **202**.
- Otra porción de la trayectoria de flujo primario **150**, de la cual se dirige hacia o parcialmente hacia la trayectoria de flujo primario **150**, y de la cual también se dirige hacia la trayectoria de flujo del tubo interno **130**, se altera para convertirse en la trayectoria de flujo del tubo externo **110**, en espiral desde el límite de la capa de valle **133**, por la

parte posterior **114** de la forma **101**, sobre el resalte **111** y la cresta **113**, para formar un tubo **131** sobre la forma de ola **101**, sumergiéndose finalmente en la zona de ruptura **119**, completando casi una rotación en espiral completa, a medida que el flujo se aleja del aparato **202**.

- 5 Como se ilustra en las FIGS. 9 y 10, la ola simulada del segundo aparato de ejemplo **202** se describe como una ola rompiente sumergida izquierda que comprende una trayectoria de flujo de tubo externo **110** y una trayectoria de flujo de tubo interno **130**. La trayectoria de flujo de tubo externo **110**, que se sumerge sobre la forma de ola **101** y en la zona de ruptura **119**, se describe como que comprende un resalte **111**, cresta **113**, parte posterior **114**, labio **115**, y labio sumergido **117**. La trayectoria de flujo del tubo interno **130**, que fluye desde el valle **135**, hasta la cara **137**, para formar un tubo **131** sobre la forma de ola **101**, y en la zona de ruptura **119**, se describe como que comprende una capa límite de valle **133**, valle **135**, cara **137**, y tubo **131**.

Como se ilustra en las FIGS. 9 y 10, el aparato **202** está completamente sumergido en el cuerpo de agua **404** y la superficie del valle **135** está debajo de la superficie **410** del cuerpo de agua **404**; creando un salto hidráulico surfeable **139** en el cuerpo de agua **404**. La inmersión de la salida **260**, o porción de, debajo de la superficie **410** del cuerpo de agua **404** provoca un desplazamiento de agua en el cuerpo de agua **404**, dando como resultado una variedad de formas de olas aptas para surfear, por ejemplo, como un salto hidráulico **139** o estela.

En la realización de ejemplo **202**, se puede observar que la concha exterior **290** está configurada para obstruir el flujo no deseado del cuerpo de agua **404** desde detrás de la salida **260**.

Como se ilustra en las figuras 9 y 10 y se ha descrito anteriormente, sin un marco de referencia claro, puede ser imposible para un observador distinguir si el aparato **202** está estacionario en el cuerpo de agua **404**, o si el aparato **202** está siendo impulsado a través del cuerpo de agua **404**, por ejemplo, mediante un medio para impulsar el aparato, por ejemplo, un chorro o una hélice motorizada. Las figuras 9 y 10 ilustran la generación de la forma de ola **101** tanto impulsando al aparato **202** a través de un cuerpo de agua **404** como impulsando un flujo a través del aparato **202** mientras que el aparato **202** está estacionario en el cuerpo de agua **404**.

### Aparato

30 Como se ilustra en las figuras 4 y 8, el aparato de ejemplo está compuesto por una entrada **220**, un paso interno contorneado **240** que conecta la entrada **220** a la salida **260**, una salida **260**, y una concha exterior **290** que encierra la entrada **220**, el paso **240**, y la salida **260**. La entrada **220** comprende un borde de entrada **221**. El paso comprende un contorno de conformación de la cara y el valle **241**, un contorno de conformación de la pared posterior **243**, un contorno de conformación del resalte **245**, y un contorno de conformación del límite de valle **247**. La salida **260** comprende un borde de conformación de la cara y el valle **261**, un borde de conformación de la pared posterior **263**, un borde de conformación del resalte **265**, y un borde de límite de valle **267**. Como se ilustra, la entrada, el paso y la salida del aparato de ejemplo están limitados en todos los lados.

40 Como se ilustra en las figuras 11 y 15, el segundo aparato de ejemplo está compuesto por una entrada **220**, un paso interno contorneado **240** que conecta la entrada **220** a la salida **260**, una salida **260**, y una concha exterior **290** que encierra la entrada **220**, el paso **240**, y la salida **260**. La entrada **220** comprende un borde de entrada **221**. El paso comprende un contorno de conformación de la cara y el valle **241**, un contorno de conformación de la pared posterior **243**, y un contorno de conformación del resalte **245**; pero en lugar de tener un contorno de conformación del límite de valle **247**, el contorno de conformación de la pared posterior se conecta directamente a la cara y al contorno de conformación de valle. La salida **260** comprende un borde de conformación de la cara y el valle **261**, un borde de conformación de la pared posterior **263**, y un borde de conformación del resalte **265**; pero en lugar de tener un borde de límite de valle **267**, el borde de conformación de la pared posterior **263** se conecta directamente al borde de conformación de la cara y el valle **261**. Como se ilustra, la entrada, el paso y la salida del aparato de ejemplo están limitados en todos los lados.

### **Entrada - Borde de entrada**

55 Como se ilustra en las figuras 4 y 8, en la primera realización de ejemplo **202**, la forma del borde **221** de la entrada **220** coincide aproximadamente con el borde **353** la forma ovalada de una cámara **350**, permitiendo que el flujo pase desde la cámara **350** en el paso **240** del aparato **202** sin encontrar ningún cambio abrupto que pueda alterar negativamente la trayectoria del flujo, añadiendo turbulencia al flujo en el proceso.

60 Como se ilustra en las figuras 11 y 15, en la segunda realización de ejemplo **202**, la conformación del borde de entrada **221** está dictada por la conformación y la forma de las tres superficies activas del paso **240** de modo que el borde de entrada **221** comprende un borde curvo que limita el lado de entrada **220** del contorno de conformación de la cara y el valle **241**; un borde curvo que limita el lado de entrada **220** del contorno de conformación de la pared posterior **243**, que también adopta la forma de una forma de borde de salida **353** de la cámara ovalada **350**; y un borde curvo que limita el lado de entrada **220** del contorno de conformación del resalte **245**.

**Paso**

Tal como se ilustra en las figuras 1-15, las superficies activas que comprenden la función de paso **240** para alterar el flujo primario **150** de agua a medida que pasa a través del paso **240**. Las combinaciones de estas superficies activas permiten que el paso **240** altere el flujo primario **150** convirtiéndose en los flujos que forman las formas de ola **101** de ejemplo. La configuración de estas superficies activas se puede alterar en una variedad de formas para crear una variedad de formas de ola **101** deseadas.

Como se ilustra en las figuras 4 y 8, en la primera realización de ejemplo del aparato **202**, el paso **240** conecta la entrada **220** a la salida **260** y se segmenta en aproximadamente cuatro superficies activas: un contorno de conformación de la cara y el valle **241**, un contorno de conformación de la pared posterior **243**, un contorno de conformación del resalte **245**, y un contorno de conformación del límite de valle **247**. El aparato **202** de ejemplo crece a una tasa logarítmica, de una forma ovalada en la entrada **220** a una forma aproximadamente circular en la salida **260**; y sigue la trayectoria curva de un círculo que tiene un diámetro de aproximadamente dos veces el diámetro del diámetro de paso **240**; desde 0 grados con respecto al flujo primario en la entrada **220**, hasta aproximadamente 30 grados con respecto al flujo primario en la salida **260**.

Como se ilustra en la Figura 8, en la realización de ejemplo, el contorno de conformación de la cara y el valle **241** se inserta con respecto al contorno de conformación de la pared posterior **243** y el contorno de conformación del resalte **245**, para inhibir que la trayectoria de flujo del tubo interno **130** supere la trayectoria de flujo del tubo externo **110**. En algunas realizaciones de ejemplo, la inserción se reduce para crear olas que no son de tubo.

Como se ilustra en las figuras 11 y 15, en la segunda realización de ejemplo del aparato **202**, el paso **240** conecta la entrada **220** a la salida **260** y se segmenta en aproximadamente tres superficies activas: un contorno de conformación de la cara y el valle **241**, un contorno de conformación de la pared posterior **243**, y un contorno de conformación del resalte **245**. El aparato **202** de ejemplo crece a una tasa logarítmica, de una forma ovalada en la entrada **220** a una forma aproximadamente circular en la salida **260**; sigue la trayectoria curva de un círculo que tiene un diámetro de aproximadamente dos veces el diámetro del diámetro de paso **240**; desde 0 grados con respecto al flujo primario en la entrada **220**, hasta aproximadamente 30 grados con respecto al flujo primario en la salida **260**; y espirales desde 30 grados negativos en la entrada **220** hasta 0 grados en la salida **260**.

Como se ilustra en la Figura 14, en la realización de ejemplo, el contorno de conformación de la cara y el valle **241** se inserta con respecto al contorno de conformación de la pared posterior **243** y el contorno de conformación del resalte **245**, para inhibir que la trayectoria de flujo del tubo interno **130** supere la trayectoria de flujo del tubo externo **110**. En algunas realizaciones de ejemplo, la inserción se reduce para crear olas que no son de tubo.

En algunas realizaciones ilustrativas del aparato **202**, las superficies activas que componen el paso **240**, o partes de las mismas, están diseñadas de acuerdo con geometrías encontradas en la naturaleza, por ejemplo, las geometrías de los bordes interior y/o exterior de conchas tales como la del filo *Mollusca*; *Gastropoda*, *Bivalvia* o *Cephalopoda*. En algunas realizaciones de ejemplo, las superficies activas que componen el paso **240**, o partes de las mismas, están diseñadas de acuerdo con la geometría de la sección áurea. En algunas realizaciones de ejemplo, las superficies activas que componen el paso **240**, o partes de las mismas, se extienden desde la dirección de la entrada en una tasa logarítmica.

En una realización alternativa, el paso **240** se subdivisiona en dos o más puertos, de modo que múltiples flujos puedan inclinarse uno hacia el otro, creando una intersección de flujos en un punto dentro del paso **240** o en la salida **260**. El beneficio de dividir el paso **240** en múltiples puertos es que el flujo de agua en cada puerto puede controlarse mediante una válvula. La capacidad de controlar el flujo en cada puerto permite que las características de las olas se alteren durante el funcionamiento, simplemente ajustando los flujos de cada puerto. La desventaja de dividir el canal de paso **240**, es que los flujos que se cruzan pueden crear una cierta cantidad de turbulencia; más notablemente cuando el flujo de un puerto es sustancialmente diferente al flujo de otro. Otra desventaja de la utilización de múltiples puertos dentro del paso **240** es la complejidad añadida del diseño causada por las particiones y válvulas. Una ventaja de utilizar múltiples puertos es la capacidad añadida de intersecar flujos de agua en ángulos mayores.

**Paso - Contorno de conformación de la cara y el valle**

Como se ilustra en las figuras 1 y 3, al impulsarse el flujo primario **150** a través del paso **240**, el contorno de conformación de la cara y el valle **241**, obstruye la trayectoria de flujo primario **150**, forzando una porción de la trayectoria de flujo primario **150** en espiral desde el límite exterior del valle **133**, hasta la cara **137**, y el tubo **131** sobre la forma de ola **101**, sumergiéndose finalmente en la zona de ruptura **119**, completando casi una rotación en espiral completa, a medida que el flujo se aleja del aparato **202**, formando la trayectoria de flujo del tubo interno **130**.

Como se ilustra en las figuras 4 y 8, en la primera realización de ejemplo, el contorno de conformación de la cara y el valle **241** es una obstrucción convexa con respecto a la trayectoria de flujo primario **150**, que toma la forma aproximada de una porción de una concha de molusco marino. Esta superficie contorneada **241** está limitada por un segmento del borde de entrada **221** y está delimitada por el segmento de borde de conformación de la cara y el valle **261** de la salida **260**. El contorno de conformación de la cara y el valle **241** está delimitado en sus lados por el contorno de conformación

del resalte **245** y el contorno de conformación del límite de valle **247**.

Como se ilustra en las figuras 11 y 15, en la segunda realización de ejemplo, el contorno de conformación de la cara y el valle **241** es una obstrucción convexa con respecto a la trayectoria de flujo primario **150**, que toma la forma aproximada de una porción de una concha de molusco marino. Esta superficie contorneada **241** está limitada por un segmento del borde de entrada **221** de la entrada **220** y está delimitada por el segmento del borde de conformación de la cara y el valle **261** de la salida **260**. En la realización de ejemplo, el contorno de conformación de la cara y el valle **241** está delimitado en sus lados por el contorno de conformación del resalte **245** y el contorno de conformación de la pared posterior **243**.

#### 10 **Paso - Contorno de conformación de la pared posterior**

Como se ilustra en las figuras 1 y 3, al impulsarse el flujo primario **150** a través del paso **240**, el contorno de conformación de la pared posterior cóncava **243**, obstruye una porción de la trayectoria de flujo primario **150**, haciendo que el flujo suba en espiral y sobre la parte posterior de la trayectoria de flujo del tubo externo **110**, y el tubo **131** sobre la forma de ola **101**, sumergiéndose finalmente en la zona de ruptura **119**, mientras dirige el flujo hacia la trayectoria de flujo del tubo interno **130**.

Como se ilustra en las figuras 4 y 8, en la primera realización de ejemplo, el contorno de conformación de la pared posterior **243** delimitado en sus lados por el contorno de conformación del límite de valle **247** y el contorno de conformación del resalte **245**; y está delimitado por el borde de conformación de la pared posterior **263** de la salida **260** y una porción del borde de entrada **221** de la entrada **220**.

Como se ilustra en las figuras 11 y 15, en la segunda realización de ejemplo, el contorno de conformación de la pared posterior **243** delimitado en sus lados por la cara y el contorno de conformación de valle **247** y el contorno de conformación del resalte **245**; y está delimitado por el borde de conformación de la pared posterior **263** de la salida **260** y una porción del borde de entrada **221** de la entrada **220**.

Se ha descubierto, en realizaciones alternativas, que el contorno de conformación de la pared posterior **243** puede diseñarse para generar un flujo que se interseca con la trayectoria de flujo del contorno de conformación de la cara y el valle **241**, que no forma una espiral, sino que simplemente ahueca el flujo del tubo interno en espiral **130** del contorno de conformación de la cara y el valle **241**. Se percibe, sin embargo, que generar dos trayectorias de flujo en espiral complementarias genera menos resistencia y, por lo tanto, es más eficaz.

#### 35 **Paso - Contorno de conformación del límite de valle**

Como se ilustra en las figuras 1 y 3, al impulsarse el flujo primario **150** a través del paso **240**, el contorno de conformación del límite de valle **247** está configurado para impulsar una porción de la trayectoria de flujo primario **150**, lejos de la dirección de la trayectoria de flujo primario **150** de modo que se crea menos turbulencia en la interacción entre el flujo de límite de valle y el cuerpo de agua **404**. En realizaciones alternativas, el contorno de conformación del límite de valle **247** está configurado para impulsar una porción del flujo primario **150** en la trayectoria de flujo primario **150**.

Como se ilustra en las figuras 4 y 8, en la realización de ejemplo, el contorno de conformación del límite de valle **247**, delimitado en sus lados por la cara y el contorno de conformación de valle **247** y el contorno de conformación de la pared posterior **243**; y está delimitado por el borde de límite de valle **267** de la salida **260** y una porción del borde de entrada **221** de la entrada **220**.

#### 50 **Paso - Contorno de conformación del resalte**

Como se ilustra en las figuras 1 y 3, al impulsarse el flujo primario **150** a través del paso **240**, el contorno de conformación del resalte cóncavo **245** impulsa una porción de la trayectoria de flujo primario **150**, hacia arriba y hacia la trayectoria de flujo primario **150**. La fuerza de este flujo es necesaria para crear el tubo **131** de la forma de ola **101**. Como se puede observar en la Figura 3, el ángulo en el que el contorno de conformación del resalte del ángulo **245** interseca la trayectoria de flujo primario **150** dicta, al menos en parte, el ángulo en el que la trayectoria de flujo del tubo externo **110** forma un tubo **131** sobre la forma de ola **101**.

Como se ilustra en las figuras 4 a 8 y 11 a 15, en ambas realizaciones de ejemplo, el contorno de conformación del resalte **245** está limitado por sus lados por el contorno de conformación de la pared posterior **243** y la conformación de la cara y el valle **241**; y está delimitado por el borde de conformación del resalte **267** de la salida **260** y una porción del borde de entrada **221** de la entrada **220**. En las realizaciones de ejemplo, el contorno de conformación del resalte **245** está inclinado hacia arriba a aproximadamente 45 grados, y está inclinado hacia la dirección primaria de flujo en un ángulo aproximado de 30 grados.

## **Salida**

Las conformaciones de borde de salida **260** se pueden modificar de cualquier manera necesaria para lograr una forma de flujo deseada para la forma de ola **101**, por ejemplo, como se ilustra en las figuras 1 a 3.

5 Como se ilustra en las figuras 4 y 8, en la primera realización de ejemplo, el borde de salida **260** se segmenta en aproximadamente cuatro secciones de borde activas: un borde de límite de valle **267**, un borde de conformación de la cara y el valle **261**, un borde de conformación de la pared posterior **263**, y un borde de conformación del resalte **265**.

10 Como se ilustra en las figuras 11 y 15, en la segunda realización de ejemplo, el borde de salida **260** se segmenta en aproximadamente tres secciones de borde activas: un borde de conformación de la cara y el valle **261**, un borde de conformación de la pared posterior **263**, y un borde de conformación del resalte **265**.

15 En algunas realizaciones de ejemplo, la forma del borde, o partes del mismo, que forman la salida **260** están diseñados de acuerdo con geometrías encontradas en la naturaleza, por ejemplo, las geometrías de los bordes interior y/o exterior de conchas tales como la del filo *Mollusca*; *Gastropoda*, *Bivalvia* o *Cephalopoda*. En algunas realizaciones de ejemplo, la forma del borde, o partes del mismo, están diseñadas de acuerdo con la geometría de la sección áurea. En algunas realizaciones de ejemplo, la forma del borde, o partes del mismo, se extienden desde la dirección de la entrada en una tasa logarítmica, tal como se describe en la realización de ejemplo.

### **Salida - Borde de límite de valle**

20 Como se ilustra en las figuras 1 y 3, el borde de límite de valle **267** determina la forma de la porción de la capa de flujo de límite de valle **133** de la forma de ola **101**.

25 Como se ilustra en las figuras 4 y 8, el borde de límite del valle **267** es redondo y conecta el borde de conformación de la cara y el valle **261** al borde de conformación de la pared posterior **263**. También, el borde de límite de valle **267** sirve como el borde delimitador del contorno de conformación del límite de valle **247** en la salida **260**.

### **Salida - Borde de conformación de la cara y el valle**

30 Como se ilustra en las figuras 1 a 3, 9 y 10, el borde de conformación de la cara y el valle **261** crea la forma de las porciones de la cara **137** y el valle **135** de la trayectoria de flujo del tubo interno **130**, de la forma de ola **101**.

35 Como se ilustra en las figuras 4 y 8, en la realización de ejemplo, el borde de conformación de la cara y el valle **261** tiene forma ovalada. El borde de conformación de la cara y el valle **261** conecta el segmento del borde de límite de valle **267** de la salida **260** al segmento del borde de conformación del resalte **265** de la salida **260** y sirve como el borde delimitador del contorno de conformación de la cara y el valle **241** en la salida **260**.

40 Como se ilustra en las figuras 11 y 15, en la realización de ejemplo, el borde de conformación de la cara y el valle **261** tiene forma ovalada. El borde de conformación de la cara y el valle **261** conecta el segmento del borde de conformación de la pared posterior **263** de la salida **260** al segmento del borde de conformación del resalte **265** de la salida **260** y sirve como el borde delimitador de la cara y el contorno de conformación del valle **241** en la salida **260**.

45 Como se ilustra en la Figura 8, en la realización de ejemplo, el borde de conformación de la cara y el valle **241** se inserta con respecto al borde de conformación de la pared posterior **263** y el borde de conformación del resalte **265** de modo que la trayectoria de flujo del tubo interno **130**, de las figuras 1 a 3, se evita que supere la trayectoria de flujo del tubo externo **110**, de las figuras 1 a 3, permitiendo que la forma de ola **101** forme un tubo **131**.

50 Es ilustrativo en algunas realizaciones que el borde de conformación de la cara y el valle **261**, o porciones del mismo, y el contorno de conformación de la cara y el valle **241**, o partes del mismo, no están insertados en relación con el borde de conformación de la pared posterior **263** y el borde de conformación del resalte **265**, para permitir que el flujo de tubo interno **130** supere el flujo del tubo externo **110** y ruede sobre la parte posterior de la forma de ola **101**, creando una forma de ola no de tubo **101**.

### **Salida - Borde de conformación del resalte**

55 Como se ilustra en las figuras 1 y 3, el borde de conformación del resalte **265** controla la forma de las porciones de la cresta **113** y el resalte **111** de la trayectoria de flujo del tubo externo **110** de la forma de ola **101**.

60 Como se ilustra en las figuras 4 a 8 y 11 a 15, en ambas realizaciones de ejemplo, el borde de conformación del resalte **265** conecta el borde de conformación de la pared posterior **263** al borde de conformación de la cara y el valle **261** y sirve como el borde delimitador del contorno de conformación del resalte **245** en la salida **260**.

### **Salida - Borde de conformación de la pared posterior**

65 Como se ilustra en las figuras 1 y 3, el borde de conformación de la pared posterior **263** crea la forma de la porción de pared posterior **114** del flujo que forma la trayectoria de flujo del tubo externo **110** de la forma de ola **101**.

Como se ilustra en las figuras 4 y 8, en la primera realización de ejemplo, el borde de conformación de la pared posterior **263** conecta el segmento del borde de límite de valle **267** de la salida **260** al segmento del borde de conformación del resalte **265** de la salida **260** y sirve como el borde delimitador del borde de salida del contorno de conformación de la pared posterior **243**.

Como se ilustra en las figuras 11 y 15, en la segunda realización de ejemplo, el borde de conformación de la pared posterior **263** conecta el segmento del borde de conformación de la cara y el valle **261** de la salida **260** al segmento del borde de conformación del resalte **265** de la salida **260** y sirve como el borde delimitador del borde de salida del contorno de conformación de la pared posterior **243**.

Como se ilustra en las figuras 8 y 15, en ambas realizaciones de ejemplo, el borde de conformación de la pared posterior **263** se extiende más allá de la entrada **220** que el borde de conformación de la cara y el valle **261**, por las razones explicadas anteriormente.

#### 15 **Brida**

Como se ilustra en las figuras 5 y 8, en esta realización de ejemplo, el aparato **202** también está equipado con una brida **280** para acoplarse con la cámara **350** del aparato **202**, tal como se describirá adicionalmente a continuación.

#### 20 **Concha exterior**

Como se ilustra en las figuras 5 a 8 y 12 a 15, las superficies de la concha exterior **290** encierran las partes internas del aparato **202**.

25 Como se ilustra en las figuras 5 y 8, en esta realización de ejemplo, la concha exterior **290** simplemente toma la forma aproximada de las superficies activas que componen la entrada **220**, el paso **240**, y la salida **260**. Es un rasgo de ejemplo del aparato **202** que la cubierta exterior **290** puede diseñarse para adaptarse a cualquier estética deseada siempre que el diseño no interfiera con la función o los bordes y superficies activos del aparato **202**.

30 Como se ilustra en las figuras 12 y 15, en esta realización de ejemplo, la concha exterior **290** toma la forma aproximada de las superficies activas que componen la entrada **220**, el paso **240**, y la salida **260**; y también está configurada para obstruir el flujo no deseado del cuerpo de agua **404** desde detrás de la salida **260**.

35 Como se ilustra en las figuras 16 y 17, en algunas realizaciones de ejemplo, los bordes y superficies activos que forman la entrada **220**, el paso **240**, y la salida **260**, o partes de los mismos, están diseñados de acuerdo con geometrías encontradas en la naturaleza, por ejemplo, las geometrías de los bordes y superficies interiores y/o exteriores de conchas tales como la del filo *Mollusca*; *Gastropoda*, *Bivalvia* o *Cephalopoda*.

40 En consecuencia, en algunas realizaciones de ejemplo, los bordes y superficies activos que forman la entrada, el paso y la salida, o partes de los mismos, están diseñados de acuerdo con la geometría de la sección áurea.

#### **Realización de ola estacionaria**

45 Como se ilustra en la Figura 18, en esta realización de ejemplo, el aparato **202** reside en un cuerpo de agua **404**. La salida **260** del aparato **202** está semisumergida en el cuerpo de agua **404**, para que el valle de la forma de ola **135**, esté aproximadamente al nivel de la superficie **410** del cuerpo de agua **404** para que no se produzca salto hidráulico **139** en el cuerpo de agua **404**.

50 Como se ilustra en las figuras 20 y 22, una bomba impulsora **320** se utiliza para impulsar un flujo continuo de agua a través del aparato **202**, permitiendo que el aparato **202** genere una ola estacionaria **101** de flujo continuo.

Como se ilustra en las figuras 18 y 25, en esta realización de ejemplo, el aparato **202** y sus partes están montadas en un pedestal **310** que descansa sobre el suelo del cuerpo de agua **404** y actúa como una base de nivel para la bomba impulsora **320**, que se requiere que permanezca en una posición vertical.

60 Como se ilustra en las figuras 20 y 22, en esta realización de ejemplo, la bomba **320** se asienta en una columna de descarga **325** que está montada en la parte superior de la cámara de admisión **321** de la bomba **320**. La carcasa **323** de la cámara de admisión **321** se extiende más allá de la base de la columna de descarga **325**, con el fin de acoplarse con el manguito **335** del mecanismo de ajuste de altura **330** del aparato **202**, como se expondrá más adelante. La carcasa **323** de la cámara de admisión **321** está conectada al pedestal **310** del aparato **202**.

65 Como se ilustra en las figuras 18, 20 y 22, en esta realización de ejemplo, la bomba **320** extrae agua del cuerpo de agua **404** a través de la cámara de admisión **321** en la cámara **350** del aparato **202**. En este ejemplo, la cámara de admisión **321** puede equiparse con una pantalla o rejilla protectora por seguridad, así como para evitar obstrucciones. En este ejemplo, la cámara de admisión **321** extrae agua de la dirección opuesta a la forma de ola generada **101**.

Alternativamente, en algunas realizaciones puede ser beneficioso que la cámara de admisión **321** extraiga agua de otra dirección. Alternativamente, en algunas realizaciones puede ser beneficioso que la dirección de admisión de la cámara de admisión **321** sea ajustable, creando la capacidad para que la cámara de admisión **321** gire hasta 360 grados, para crear y/o modificar una corriente en el cuerpo de agua **404** con fines de seguridad y/o con el fin de aumentar la forma de ola **101**.

Como se ilustra en las figuras 19, 21, 23 y 24, en la realización de ejemplo, el pedestal **310** también contiene cuatro carcásas de soporte **333** que acoplan el pedestal **320** del aparato **202** a los cuatro pilares **331** del mecanismo de ajuste de altura **330** del aparato **202**. Los cuatro pilares **331** se ajustan hacia arriba y hacia abajo, en las carcásas de soporte **333**. Este ajuste se puede lograr mecánicamente, hidráulicamente, neumáticamente o como se prefiera.

El mecanismo de ajuste de altura **330** se incluye en el diseño de la realización de ejemplo por varias razones. Cuando funciona en un pequeño cuerpo de agua **404** en relación con el tamaño del aparato **202**, el desplazamiento del agua del cuerpo de agua **404** en la forma de ola generada **101**, da como resultado una reducción del nivel de agua en el cuerpo de agua **404**. El mecanismo de ajuste de altura **330** ajusta las alturas del aparato **202** con respecto al nivel de la superficie del cuerpo de agua **404**, para dar cuenta de este desplazamiento. Un beneficio adicional para permitir que el aparato **202** se ajuste con respecto a la superficie **410** del cuerpo de agua **404** es la mayor capacidad para modificar la forma de la ola generada ajustando la profundidad a la que el flujo de salida interactúa con el cuerpo de agua **404**, por ejemplo, sumergiendo el flujo de salida más profundamente en el cuerpo de agua **404** para crear un valle **135** más profundo, más pronunciado y un salto hidráulico **139**. Asimismo, es una necesidad del mecanismo de ajuste de altura **330** que el aparato **202** debe subirse y bajarse para tener en cuenta el cambio en la altura del aparato **202** debido a los ajustes de la junta esférica **340** del aparato **202**, como se discutirá más adelante.

Como se ilustra en las figuras 19, 21, 23 y 24, en la realización de ejemplo, el mecanismo de ajuste de altura **330** conecta el pedestal **310** del aparato **202** a la cámara **350** del aparato **202** mediante el uso de una junta esférica **340**. La junta esférica **340** permite que el aparato **202** y la cámara **350** pivoten suavemente dentro de un rango limitado, en todas las direcciones. El propósito de la inclusión de una junta esférica **340** en el diseño es añadir más capacidad de ajuste y variedad a la forma de ola **101** generada del aparato **202**. Aunque los bordes y superficies activos del aparato **202** pueden diseñarse para ser ajustable, es bastante beneficioso poder articular también la totalidad del aparato **202**, igualmente.

Como se ilustra en las figuras 19 a 23 y 25, la junta esférica **340** está compuesta por una esfera **343** y un receptáculo **341**, donde la esfera **343** está asegurada a la cámara **350** del aparato **202** y el receptáculo **341** forma una parte del mecanismo de ajuste de altura **330**. El receptáculo **341** del mecanismo de ajuste de altura **330** se extiende hacia abajo para formar un manguito **335** que se acopla con la carcasa **323** de la cámara de admisión analizada anteriormente **321**. Como se ilustra, la columna de descarga **325** de la bomba **320** se extiende hacia arriba a través del manguito **335** y la junta esférica **340** del mecanismo de ajuste de altura **330** para que el interior de la esfera **343**, el receptáculo **341**, y el manguito **335** se conviertan en parte de la cámara presurizada **350**. El propósito de esta configuración es permitir que la bomba **320** permanezca en una posición vertical mientras se presuriza la cámara **350** ya que se mueve en un movimiento hacia arriba y hacia abajo, y pivota dentro de un rango limitado, en todas las direcciones.

En algunas realizaciones, puede resultar beneficioso asegurar los brazos de ajuste de la junta esférica al pedestal **310** y la cámara **350**, para articular de manera más eficaz el movimiento del aparato **202**.

Como se ilustra en las figuras 18 y 15, en esta realización de ejemplo, la cámara **350** actúa como un conector entre el pedestal **310** y la bomba **320** y el aparato **202**, en sí mismo. En esta realización, la cámara **350** también sirve como conducto para convertir el flujo de entrada de la bomba turbulenta **320** en flujo de salida laminar.

Es beneficioso que el flujo de salida del aparato **202** permanezca en un estado laminar, para que se puedan generar formas de ola **101** más estéticamente agradables, más limpias y más cristalinas. Algunas realizaciones ilustrativas del aparato requieren que el flujo en la entrada **220** sea laminar, mientras que algunas realizaciones ilustrativas no requieren que el flujo primario **150** en la entrada **220** sea laminar, ya que estas realizaciones son capaces de cambiar el flujo de turbulento a laminar en el paso **240** entre la entrada **220** y la salida **260** del aparato **202**.

El flujo de fluido en las tuberías se caracteriza por un número adimensional denominado número de Reynolds (Re). Hasta Re 2000, el flujo de fluido se clasifica como laminar o aerodinámico. Por encima de 10.000, el flujo se clasifica como turbulento o completamente desarrollado. La región entre 2.000 Re y 10.000 Re se denomina como de transición. El número de Reynolds en el que comienza el flujo turbulento se denomina número de Reynolds crítico. En una tubería recta, el número de Reynolds crítico en el que el flujo se vuelve turbulento es solo aproximadamente 2100; no obstante, el número de Reynolds crítico para el flujo en una tubería se puede aumentar drásticamente enrollando una longitud de la tubería, aplicando el efecto Dean.

Como se ilustra en las figuras 18 y 22, en esta realización, para ayudar en la conversión de flujo turbulento a laminar, la cámara **350** se forma en forma de una curva en S. La curva final de 90 grados **375** en la forma de la cámara **350** contiene un banco de capilares de matriz **370**, donde el diámetro de capilar interior **373** de cada capilar **371** es aproximadamente 1/9 del diámetro medio de espiral **377** de la curva en S de la cámara.

En realizaciones alternativas, la cámara **350** puede diseñarse en cualquier forma y tamaño necesarios para obtener un flujo laminar y la estética requerida.

5 En algunas realizaciones ilustrativas del aparato **202**, la cámara **350**, o partes de la misma, están diseñadas de acuerdo con geometrías encontradas en la naturaleza, por ejemplo, las geometrías de los bordes interior y/o exterior de las conchas, por ejemplo, como se ilustra en las figuras 16 y 17, tales como la del filo *Mollusca*; *Gastropoda*, *Bivalvia* o *Cephalopoda*. En algunas realizaciones de ejemplo, la cámara **350**, o partes de la misma, están diseñadas de acuerdo con la geometría de la sección áurea.

10 Como se ilustra en las figuras 18 y 24, en la realización de ejemplo, una brida compuesta por el elemento de brida hembra **351** de la cámara **350** y el elemento de brida macho **280** del aparato, conecta el aparato **202** a la cámara **350**. Esto permite que una variedad de realizaciones del aparato **202** se intercambien y se usen rápida y fácilmente con una sola cámara **350**. En esta realización, se prefiere una brida de canal ranurada o machihembrada. Alternativamente, 15 una brida atornillada o brida de abrazadera puede ser más adecuada en ciertas situaciones.

Por tanto, se ha descrito un método y un aparato para generar una ola en un cuerpo de agua alterando un flujo de agua a medida que se impulsa a través de una entrada, un paso contorneado y una salida, en donde se altera un flujo primario del agua de modo que se crean uno o más flujos secundarios en ángulos con respecto a la dirección del flujo primario. Aunque no limitantes, se han descrito e ilustrado realizaciones de ejemplo, los expertos en la materia reconocerán que muchas otras alternativas, variaciones, adaptaciones y aplicaciones caen dentro del alcance de la invención que se define por las siguientes reivindicaciones.

## REIVINDICACIONES

1. Un método para generar una ola (101) en un cuerpo de agua (404) que comprende:
  - 5 a. impulsar que el agua fluya a través de una entrada (220), un paso contorneado (240) y una salida (260) de un aparato (202), y
    - b. alterar un flujo del agua con al menos uno de los bordes activos y superficies activas de al menos uno de la entrada, el paso contorneado y la salida
  - 10 por lo que el agua fluye fuera de la salida (260) en forma de ola (101), caracterizado por que impulsar incluye impulsar al menos una porción de un flujo primario a través de los bordes y superficies activos para crear un flujo secundario en un ángulo con respecto a la dirección del flujo primario, e impulsar incluye impulsar al menos una porción de un flujo primario a través de los bordes y superficies activos que están configurados para alterar el flujo primario para que se convierta en la cara y el valle de la forma de ola, que están configurados para alterar el flujo primario para que se convierta en la parte posterior de la forma de ola, que están configurados para alterar el flujo primario para que se convierta en el resalte de la forma de ola, o que están configurados para alterar el flujo primario para que se convierta en el límite de valle exterior de la forma de ola.
  - 15 2. El método de la reivindicación 1, en donde alterar el flujo incluye alterar el flujo con bordes y superficies activos de una concha exterior que encierra la entrada, el paso contorneado y la salida y en donde la alteración incluye la alteración con bordes y superficies activos de la concha exterior que están configurados para obstruir el flujo no deseado del cuerpo de agua e impedir que el agua fluya fuera de la salida.
  - 20 3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, que incluye además modificar la forma de ola generada variando una tasa volumétrica de flujo que se impulsa a través.
  - 25 4. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que incluye además modificar la forma de ola generada ajustando los bordes y superficies activos.
  - 30 5. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que incluye además modificar la forma de ola generada articulando el aparato en al menos una dirección.
  - 35 6. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que incluye además sumergir al menos parcialmente el aparato en el cuerpo de agua y modificar la forma de ola generada a través de la interacción con el cuerpo de agua.
  - 40 7. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde impulsar incluye impulsar al menos una porción del flujo primario a través de los bordes y superficies activos del aparato que están configurados para alterar una porción del flujo primario para que se convierta en una cara y un valle de la forma de ola.
  - 45 8. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde alterar incluye:
    - a. alterar por bordes y superficies activos que componen la entrada, el paso y la salida, o partes de los mismos, que están diseñados de acuerdo con la geometría de una espiral logarítmica;
    - b. alterar por bordes y superficies activos que componen la entrada, el paso y la salida, o partes de los mismos, que están diseñados de acuerdo con geometrías de los bordes y superficies interiores de conchas seleccionadas del filo *Mollusca*; *Gastropoda*, *Bivalvia* o *Cephalopoda*; o
      - c. alterar por bordes y superficies activos que componen la entrada, el paso y la salida, o partes de los mismos, que están diseñados de acuerdo con la geometría de la sección áurea.
  - 50 9. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde impulsar incluye impulsar al menos una porción del flujo primario a través de los bordes y superficies activos que están configurados para alterar el flujo primario de modo que la forma de ola se asemeje a un vórtice anular horizontal o una trayectoria de fluido en espiral.
  - 55 10. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde impulsar incluye impulsar al menos una porción del flujo primario a través de los bordes y superficies activos que están configurados para impulsar una porción del flujo primario en una forma que conforma una trayectoria de flujo de tubo externo, que se sumerge sobre una trayectoria de flujo de tubo interno o cara y valle de la forma de ola, y en una zona de ruptura.
  - 60 11. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde impulsar incluye impulsar el agua para que fluya a través del aparato mientras el aparato permanece estacionario en el cuerpo de agua.
  - 65 12. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde:
    - a. impulsar incluye impulsar desde una cámara que tiene una entrada de cámara y una salida de cámara para hacer que el flujo turbulento sea laminar; y

alterar incluye:

5 alterar por una sección de la cámara más cercana a la salida que está formada en forma de curva; y  
alterar con un banco de capilares de matriz dentro de la cámara, en donde un diámetro de capilar interior de cada capilar es menor que un diámetro medio de espiral de la curva de la cámara.

13. El método de la reivindicación 12, en donde los capilares de matriz tienen un diámetro de capilar interior de entre 1/5 y 1/50 del diámetro medio de espiral de la curva de la cámara.

10 14. Un aparato (202) para generar una ola (101) en un cuerpo de agua (404) que comprende:

- a. una entrada (220) configurada para recibir un flujo primario,
- b. una salida (260) configurada para descargar una forma de ola, y
- c. un paso contorneado (240) que conecta la entrada (220) a la salida (260),

15 en donde al menos uno de la entrada (220), la salida (260) y el paso (240) está configurado para alterar el flujo primario en la forma de ola (101), en donde al menos uno de la entrada (220), la salida (260) y el paso contorneado (240) incluyen bordes y superficies activos caracterizados por que los bordes y superficies activos están configurados para alterar el flujo de modo que se cree un flujo secundario en un ángulo con respecto a la dirección del flujo primario, y

20 en donde los bordes y superficies activos están configurados para alterar una porción del flujo primario para que se convierta en una cara y un valle de la forma de ola, que están configurados para alterar el flujo primario para que se convierta en el resalte de la forma de ola, o que están configurados para alterar el flujo primario para que se convierta en el límite de valle exterior de la forma de ola.

25 15. El aparato de la reivindicación 14, en donde el aparato comprende además una concha exterior que encierra la entrada, el paso y la salida y en donde la concha exterior tiene bordes y superficies activos que están configurados para obstruir el flujo no deseado del cuerpo de agua para impedir la forma de ola.

30 16. El aparato según la reivindicación 14 o 15, en donde el paso comprende una pluralidad de pasos que conectan la entrada a la salida.

17. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 16, en donde el aparato está configurado para articularse en al menos una dirección.

35 18. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 17, en donde los bordes y superficies activos comprenden:

- a. un borde de entrada;
- b. borde de salida, y
- c. una superficie de paso que conecta la entrada a la salida.

40 19. El aparato de la reivindicación 18, que incluye además un perfil de paso, en donde el borde de salida está curvado hacia el perfil de paso y en donde la superficie de paso sigue una trayectoria curva desde la entrada hasta la salida y en donde la curvatura de la superficie de paso disminuye a medida que se aleja de la salida.

45 20. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 19, en donde los bordes y superficies activos, o partes de los mismos, están diseñados de acuerdo con:

la geometría de una espiral logarítmica;  
50 geometrías de los bordes interiores y superficies de conchas seleccionadas del filo *Mollusca*; *Gastropoda*, *Bivalvia* o *Cephalopoda*; o  
la geometría de la sección áurea.

55 21. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 20, en donde los bordes y superficies activos están configurados para alterar el flujo primario de modo que se genere un salto hidráulico en el cuerpo de agua a medida que la forma de ola sale de la salida e interactúa con el cuerpo de agua.

60 22. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 21, en donde los bordes y superficies activos están configurados para alterar el flujo primario de modo que la forma de ola se asemeje a un vórtice anular horizontal o trayectoria de fluido en espiral y en donde los bordes y superficies activos están configurados para impulsar una porción del flujo primario en una forma que comprende una trayectoria de flujo de tubo externo que se sumerge sobre una trayectoria de flujo de tubo interno o la cara y el valle de la forma de ola, y en una zona de ruptura.

65 23. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 22, que incluye además una cámara que tiene una entrada de cámara y una salida de cámara, en donde la entrada del aparato se conecta a la salida de la cámara

24. El aparato de la reivindicación 23, en donde una sección de la cámara más cercana a la salida de la cámara está formada en forma de curva.
- 5 25. El aparato de la reivindicación 24, en donde la cámara incluye un banco de capilares de matriz en donde un diámetro de capilar interior de cada capilar es menor que un diámetro medio de espiral de la curva de la cámara.
26. El aparato de la reivindicación 25, en donde el diámetro de capilar interior de cada capilar en los capilares de matriz está entre 1/2 y 1/50 del diámetro medio de espiral de la curva de la cámara.
- 10 27. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 23 a 26, que comprende además una bomba de agua con una columna de descarga, que tiene una admisión y una salida, en donde al menos la admisión reside en el cuerpo de agua.
- 15 28. El aparato de la reivindicación 27 que comprende además un mecanismo para ajustar una altura de la cámara.

ES 2 979 051 T3

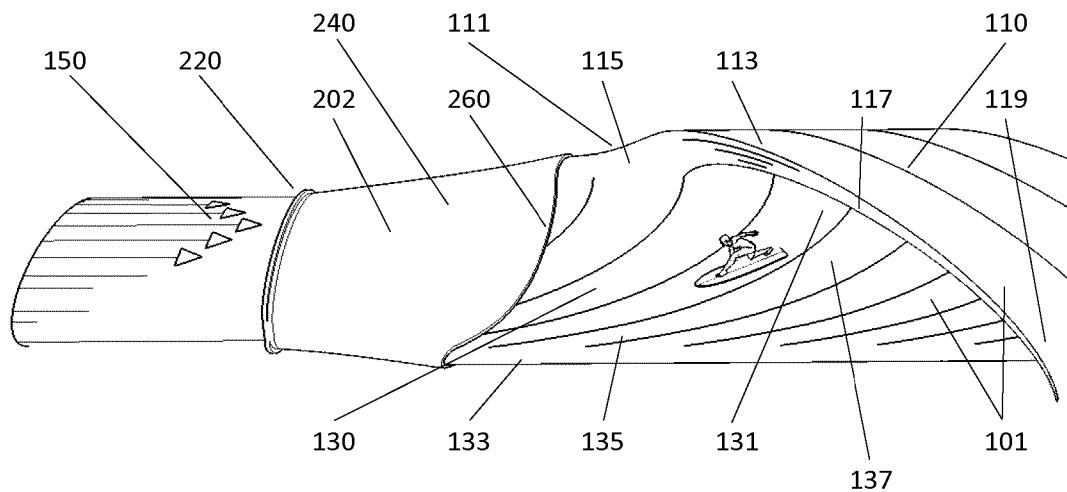


FIG. 1

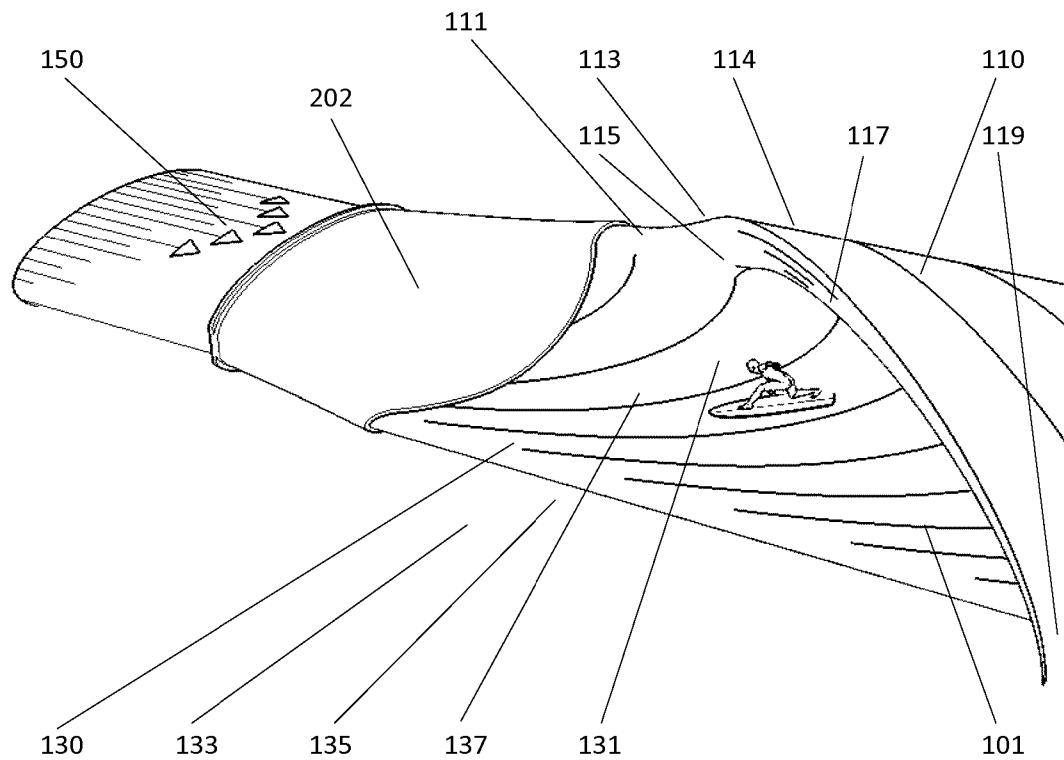


FIG. 2

ES 2 979 051 T3

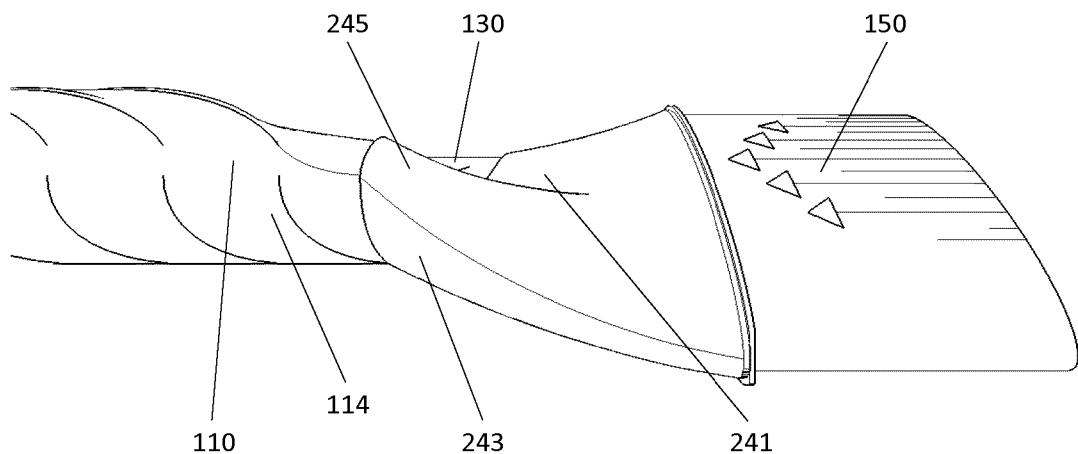


FIG. 3

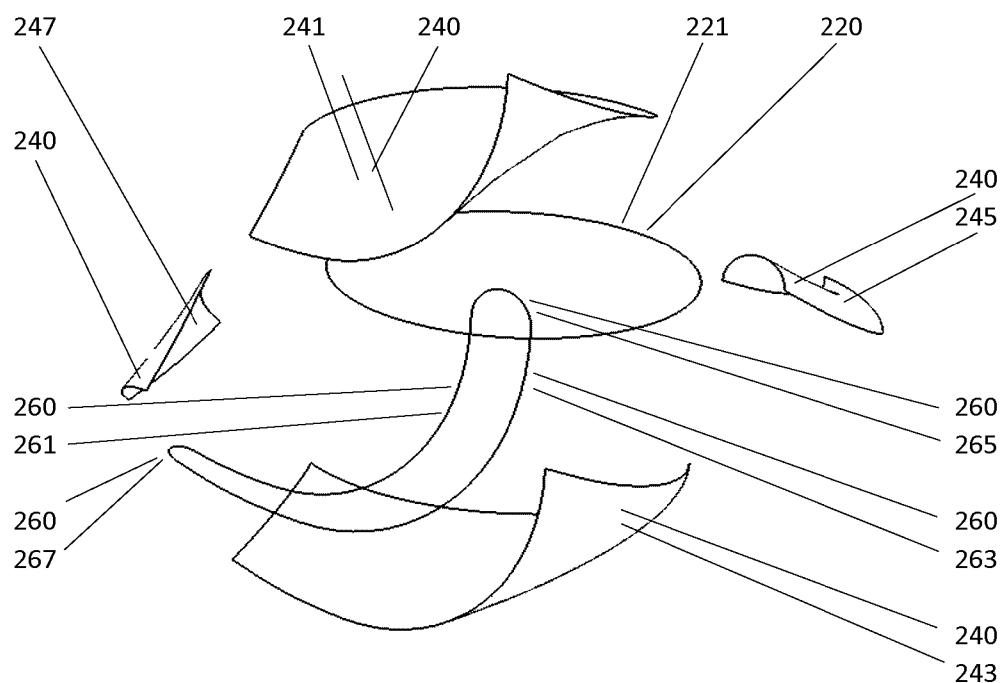


FIG. 4

ES 2 979 051 T3

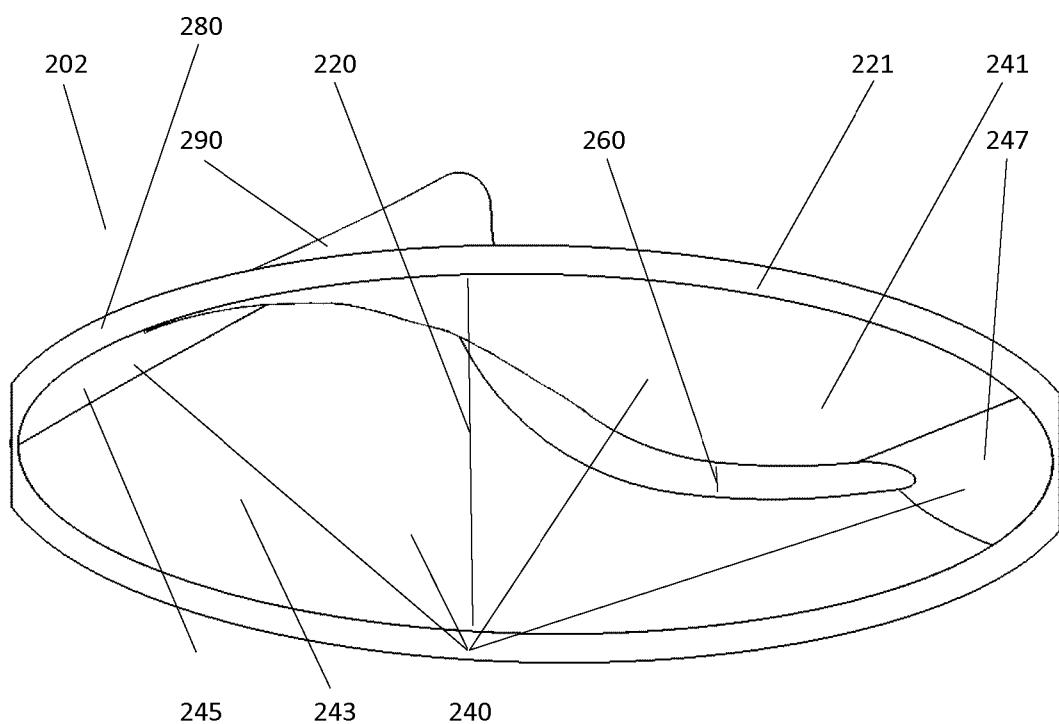


FIG. 5

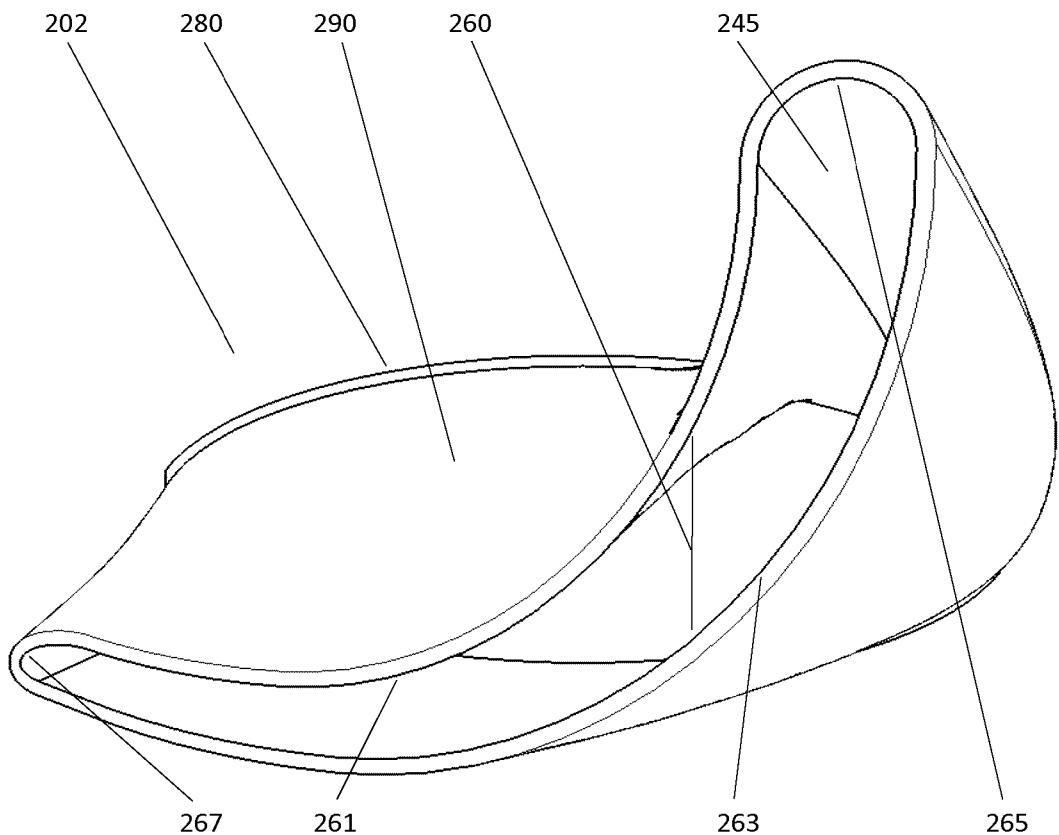


FIG. 6

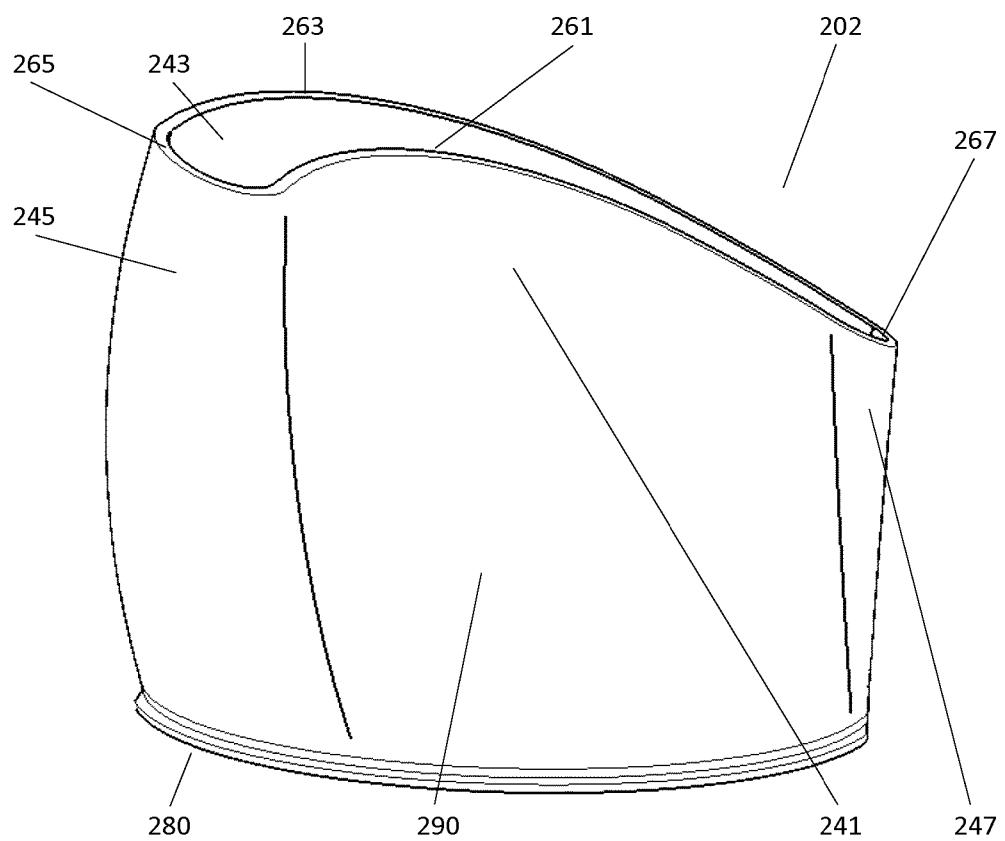


FIG. 7

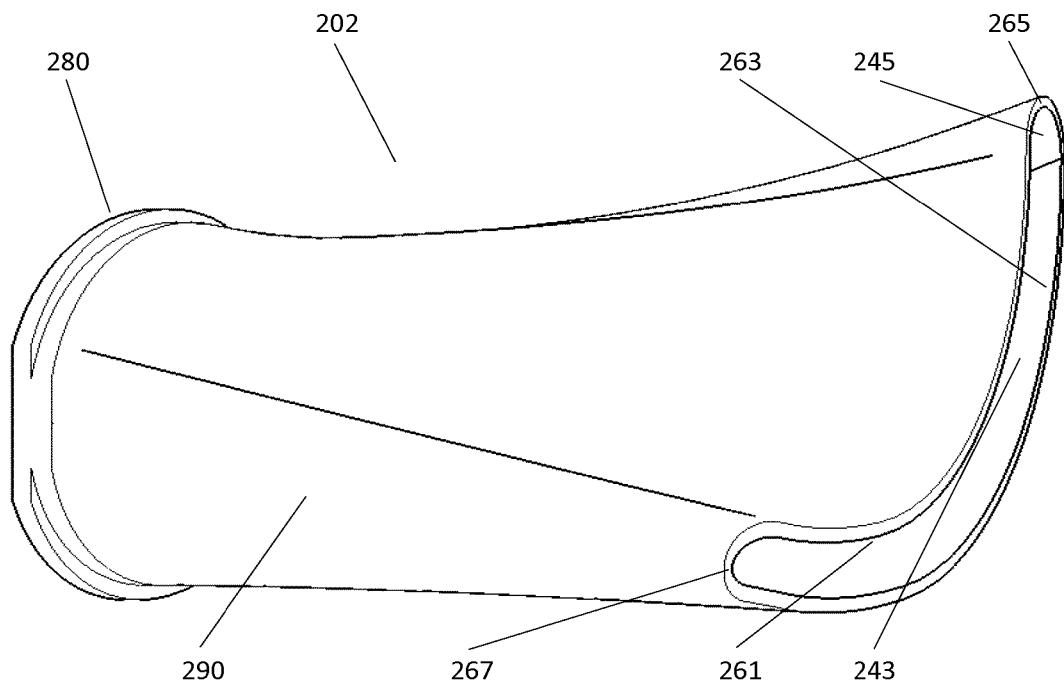


FIG. 8

ES 2 979 051 T3

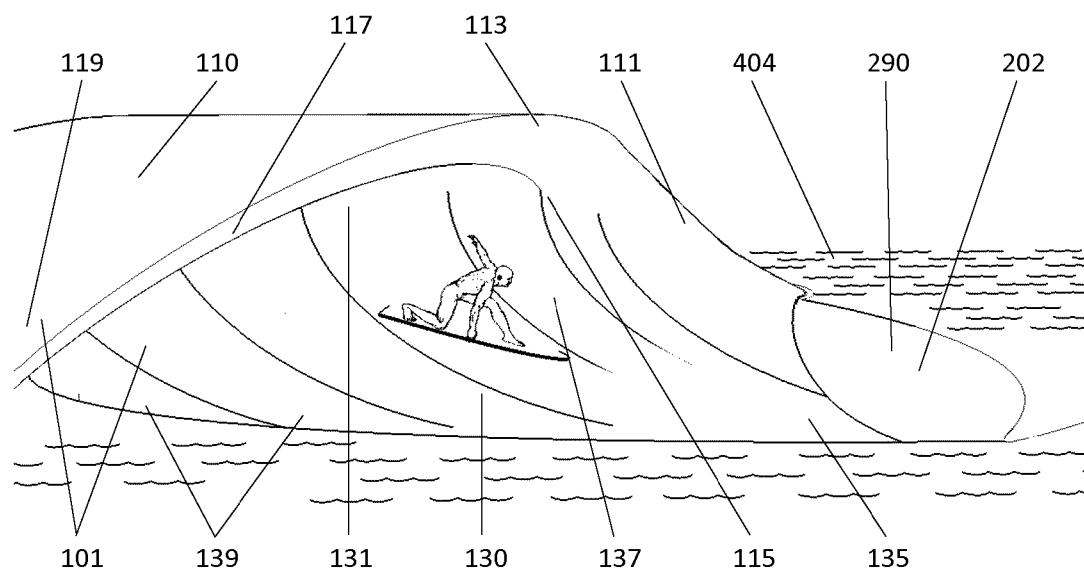


FIG. 9

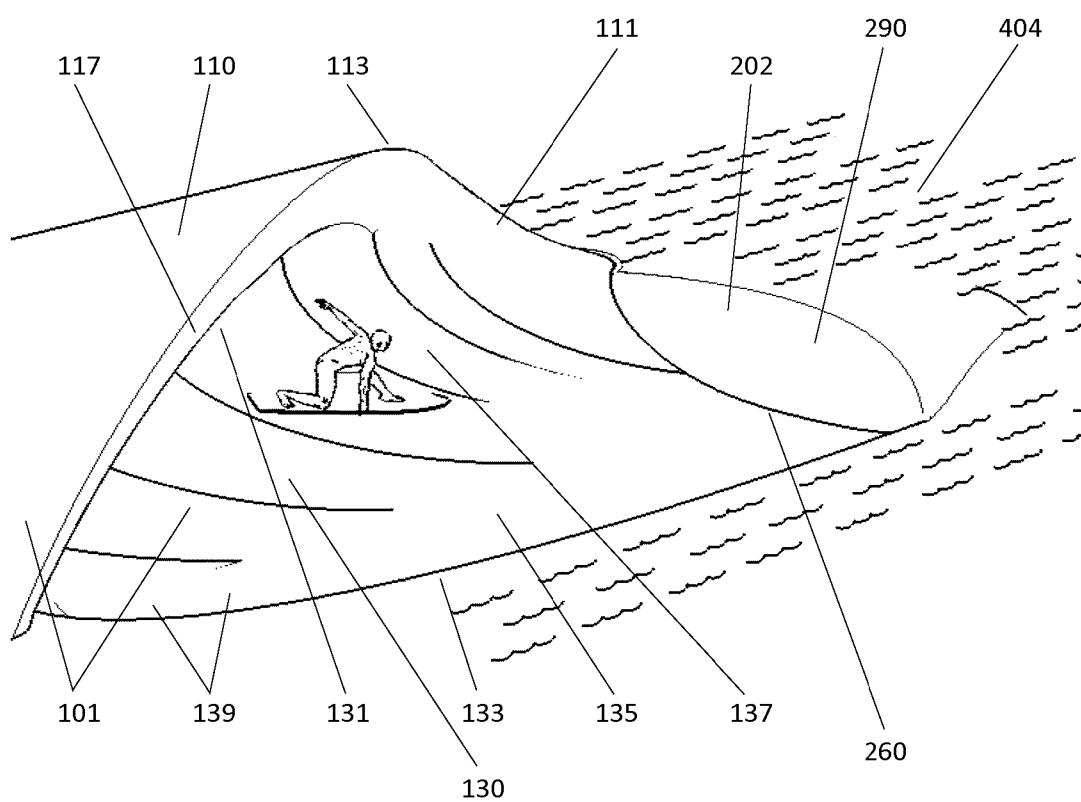


FIG. 10

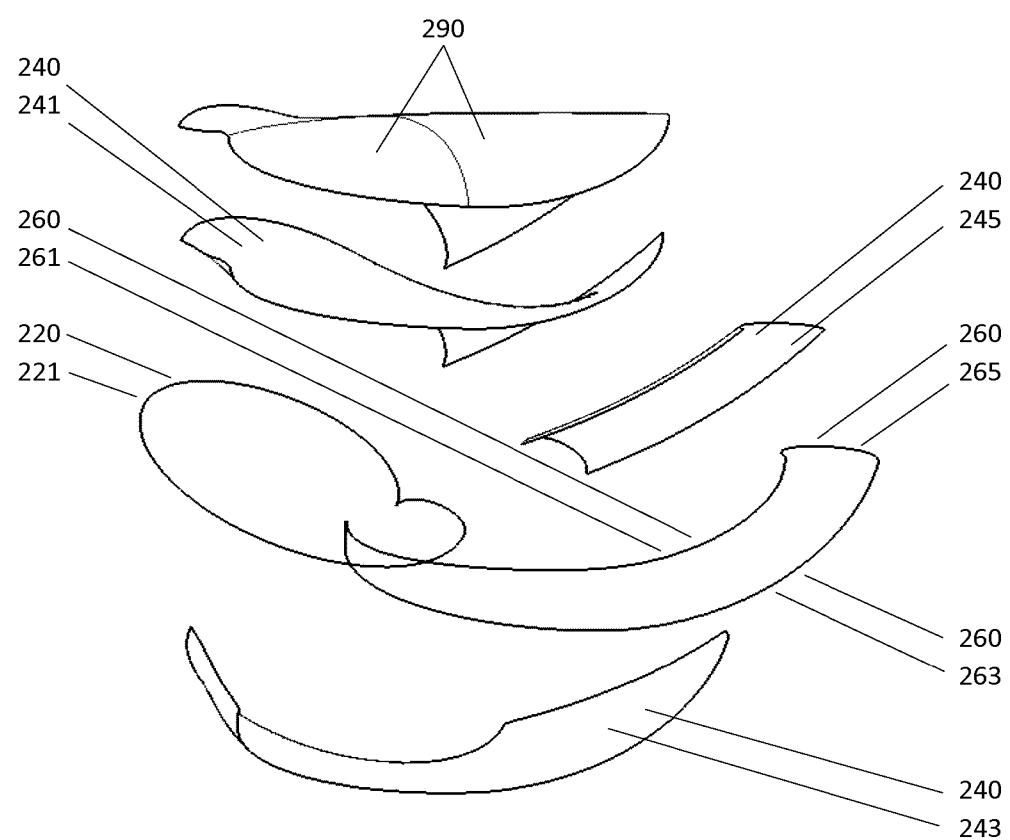


FIG. 11

ES 2 979 051 T3

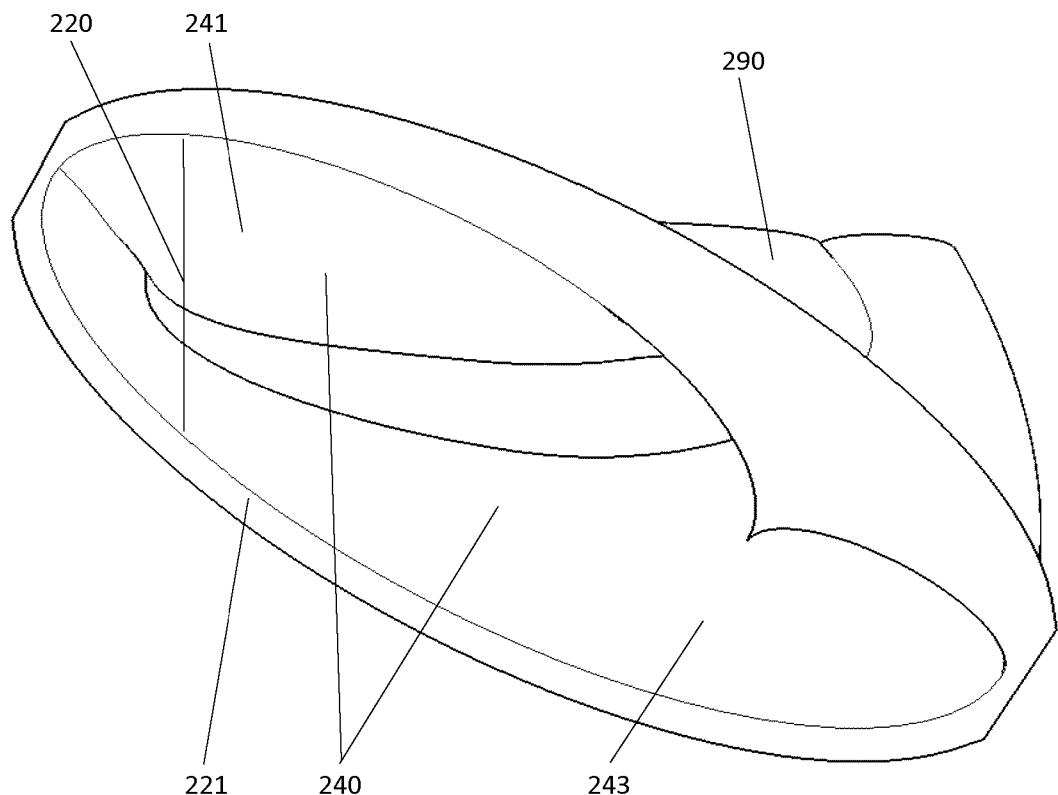


FIG. 12

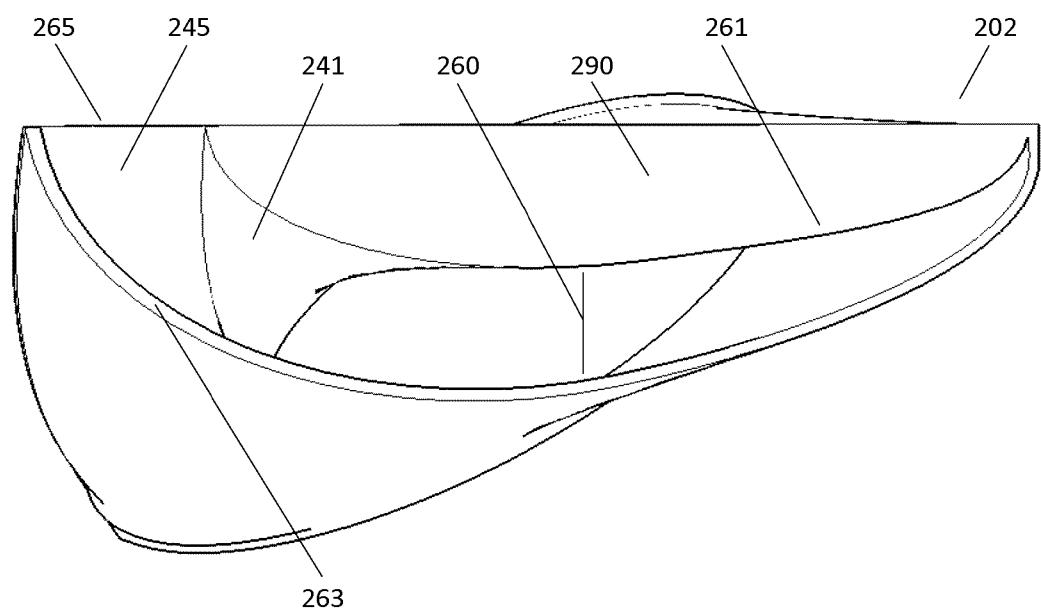


FIG. 13

ES 2 979 051 T3

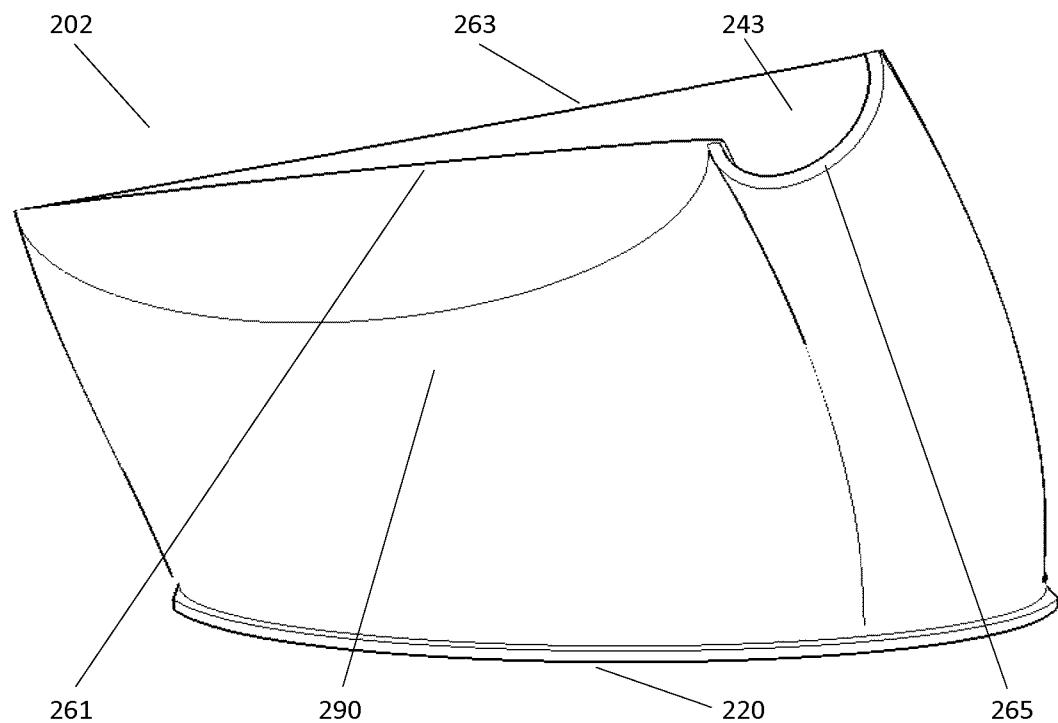


FIG. 14

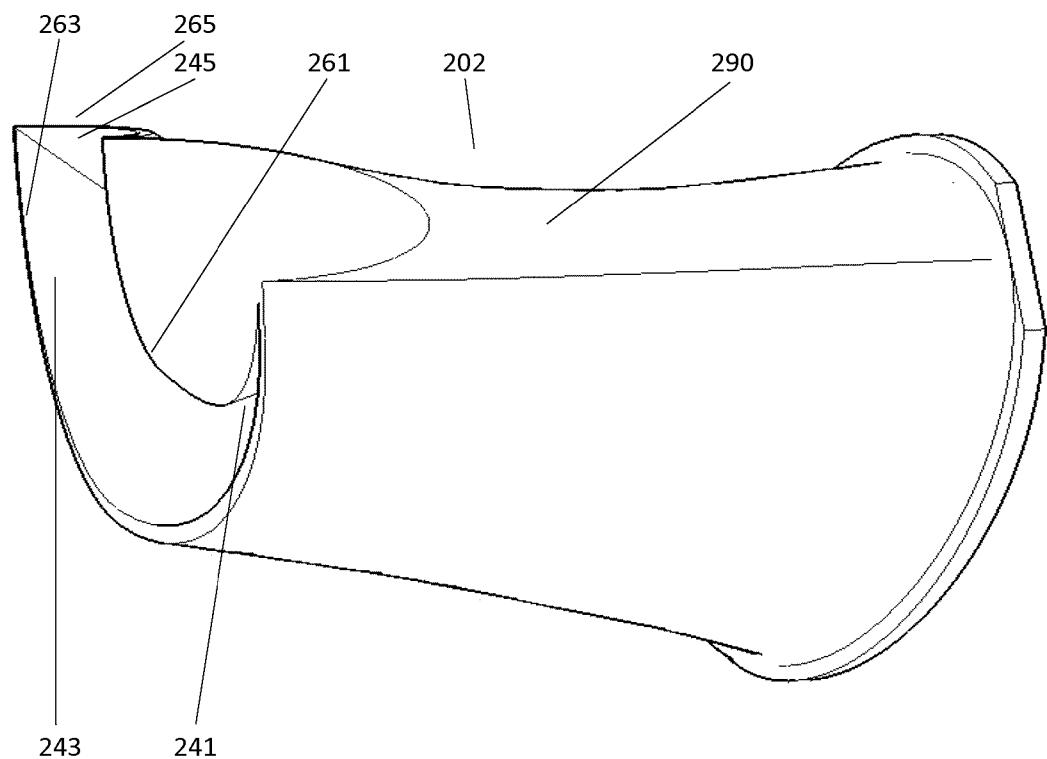


FIG. 15

ES 2 979 051 T3

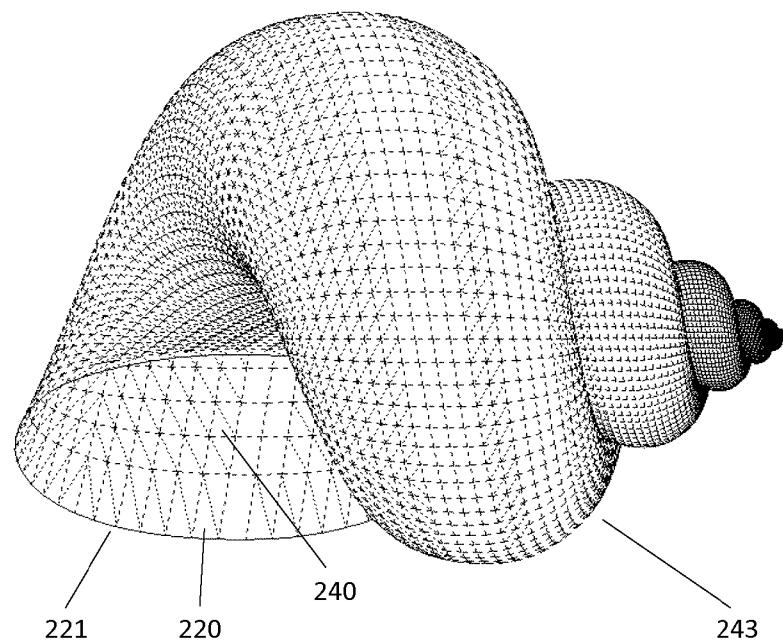


FIG. 16

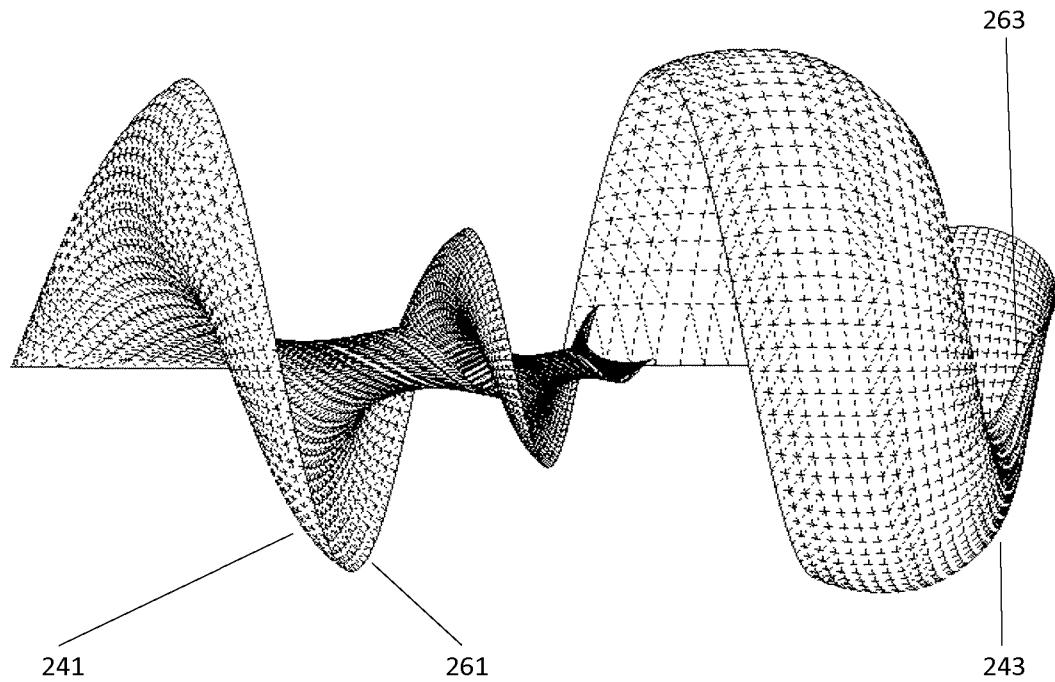


FIG. 17

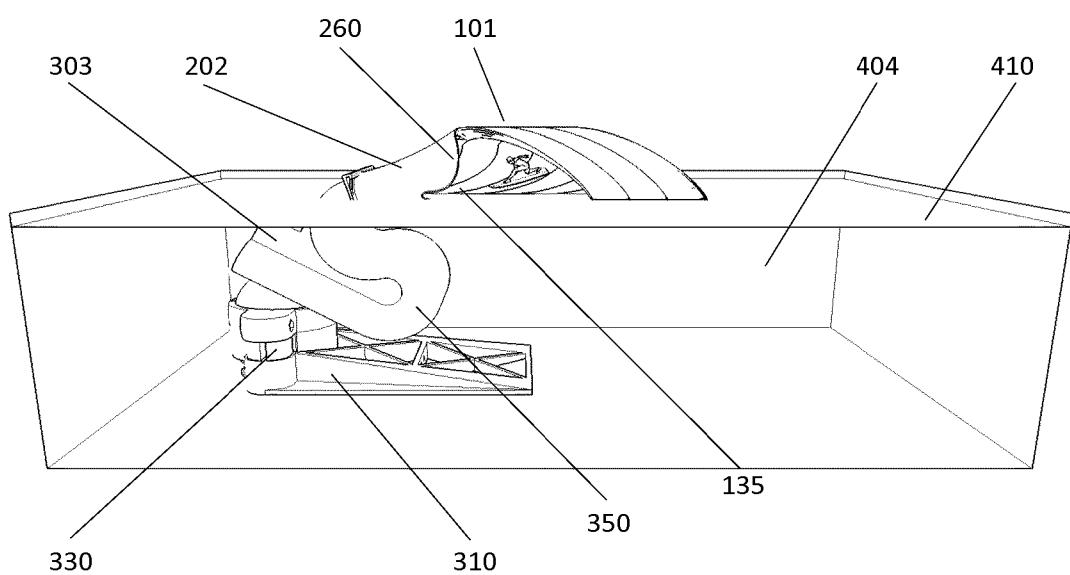


FIG. 18

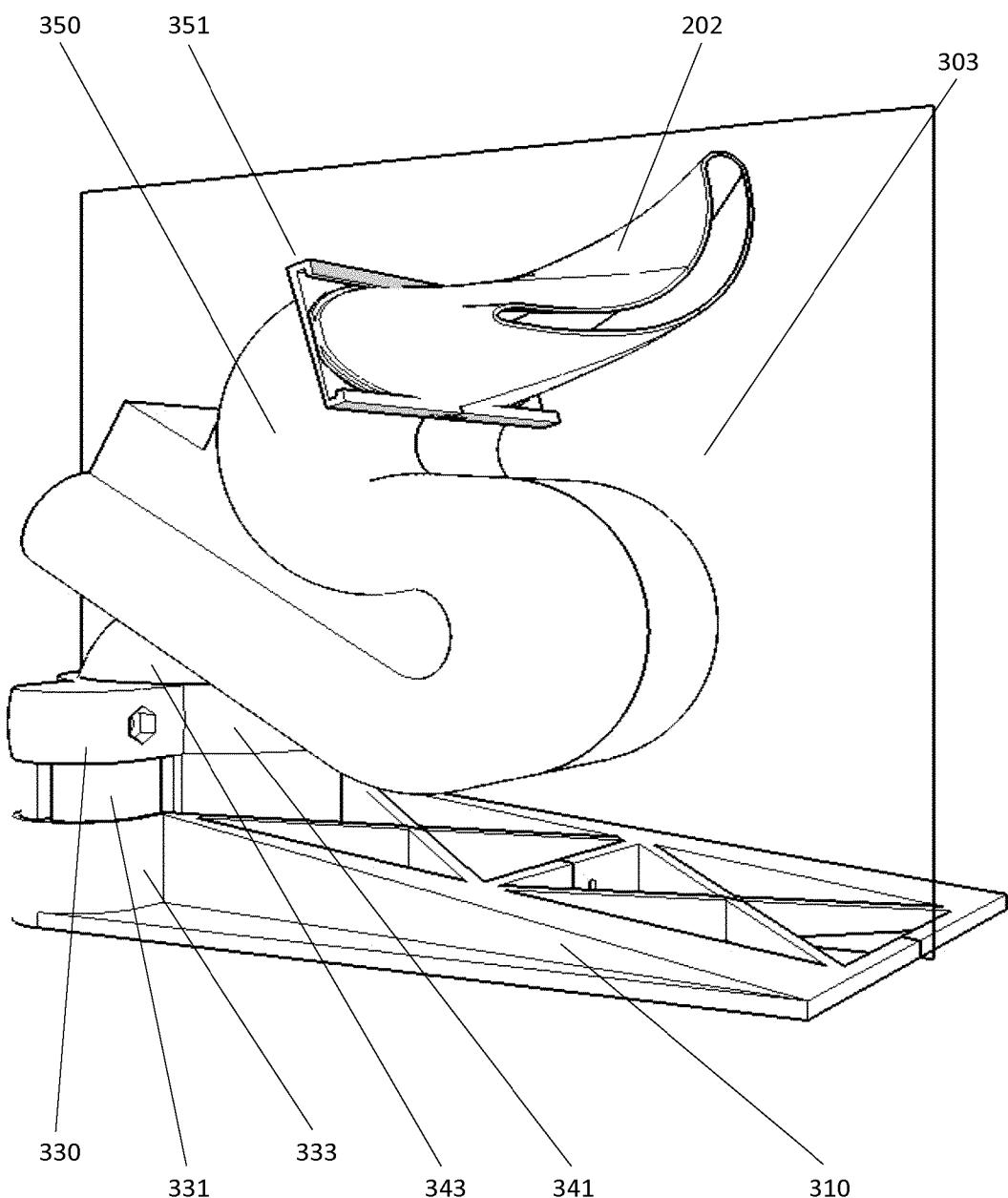


FIG. 19

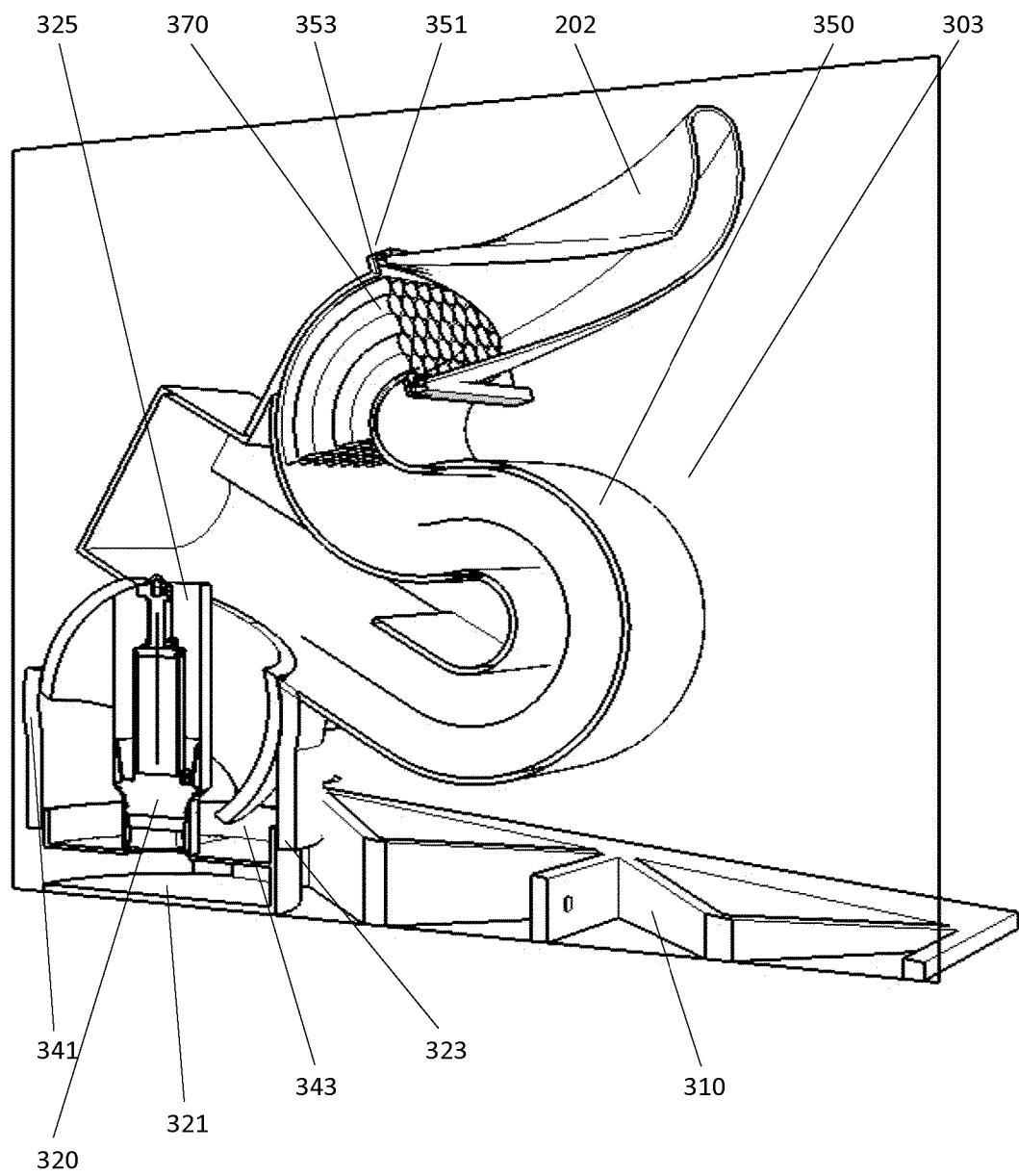


FIG. 20

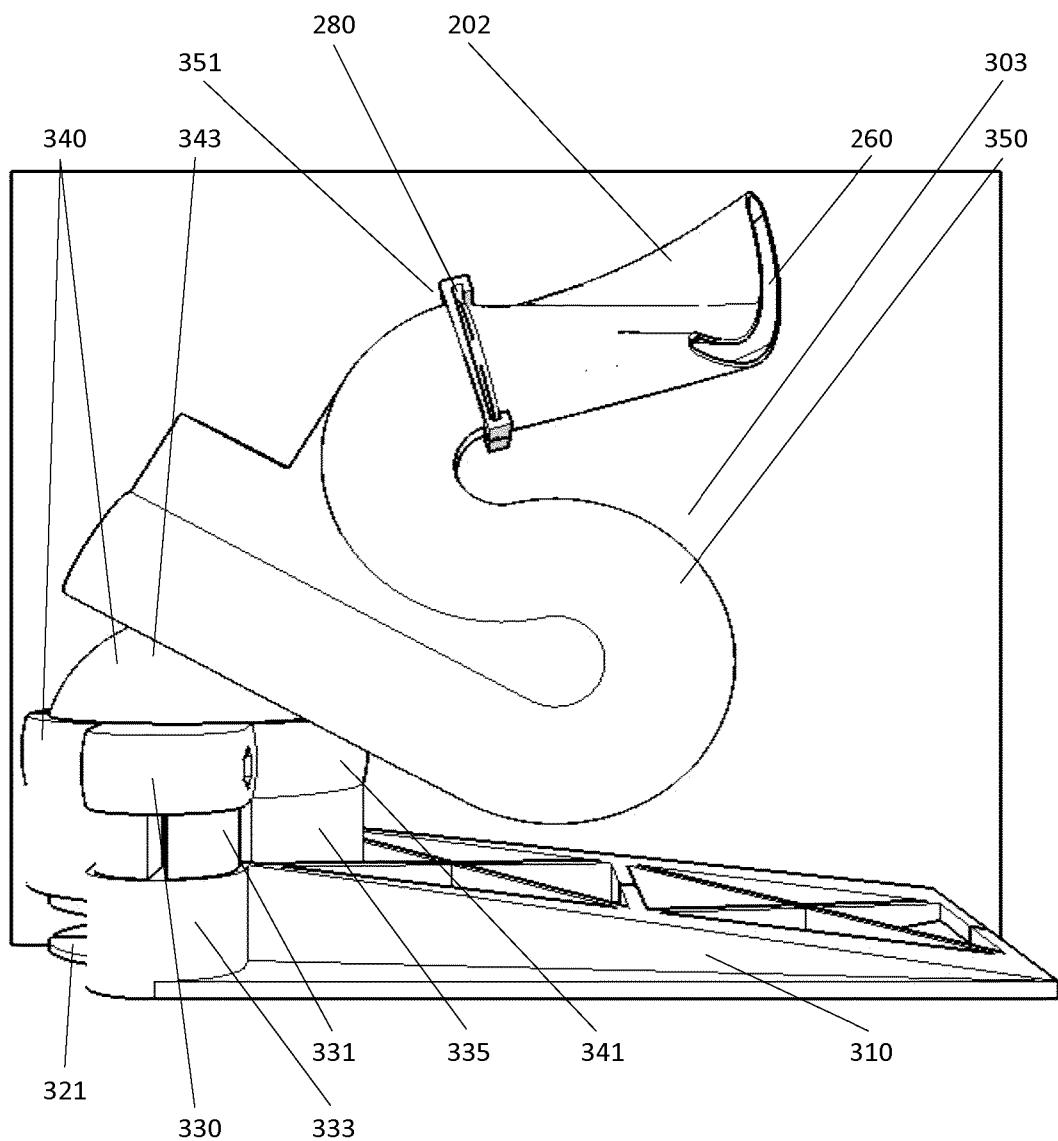


FIG. 21

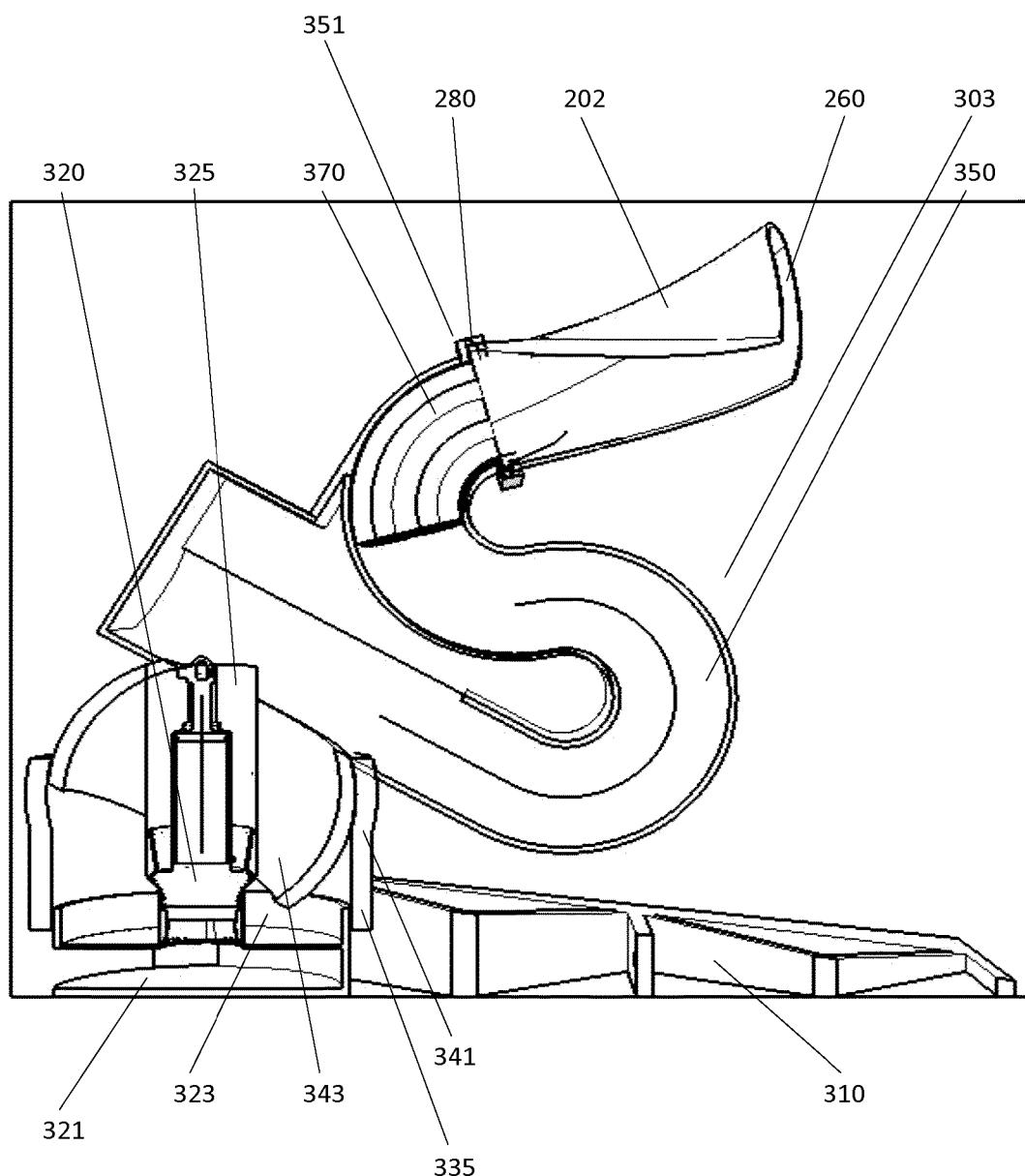


FIG. 22

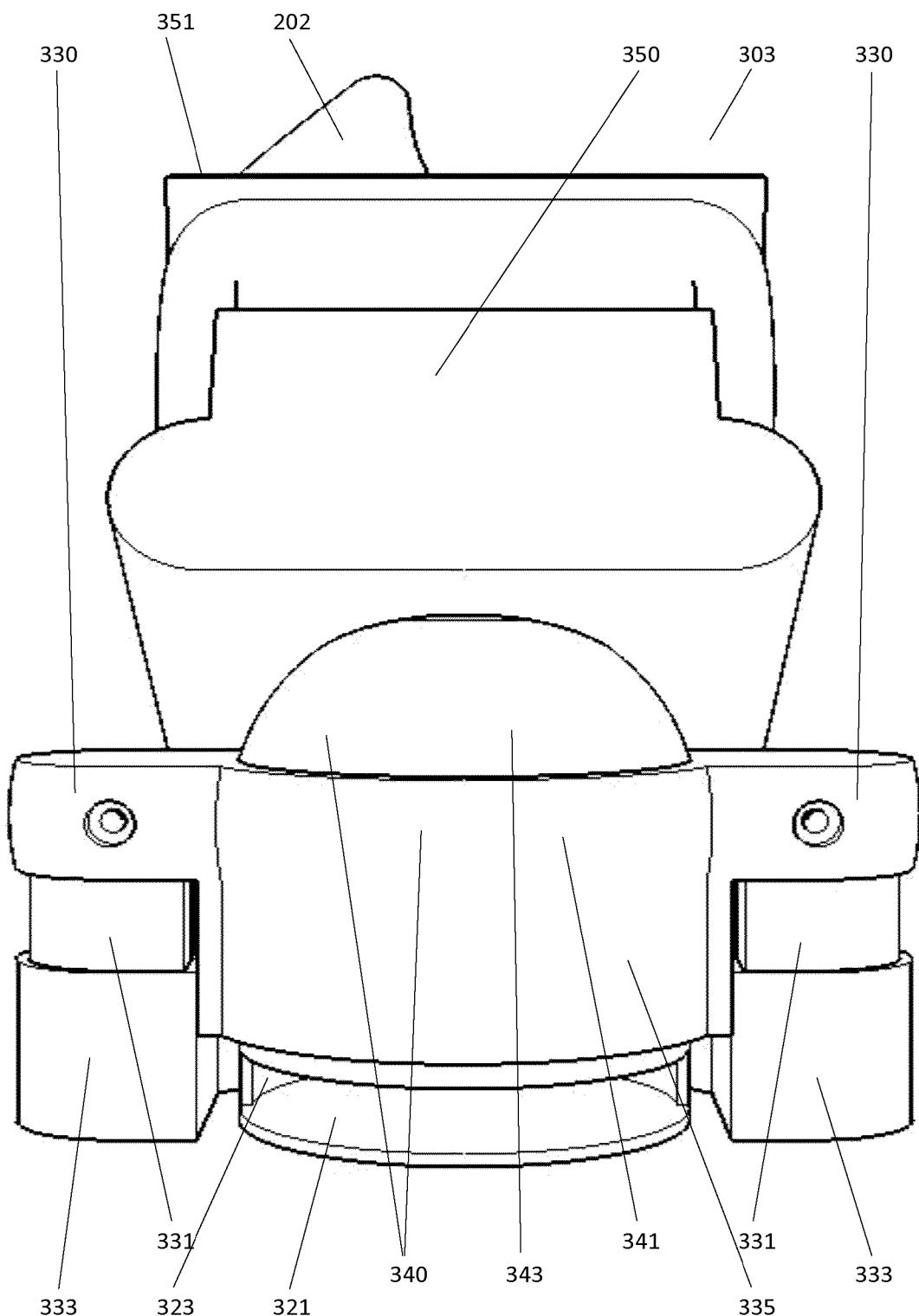


FIG. 23

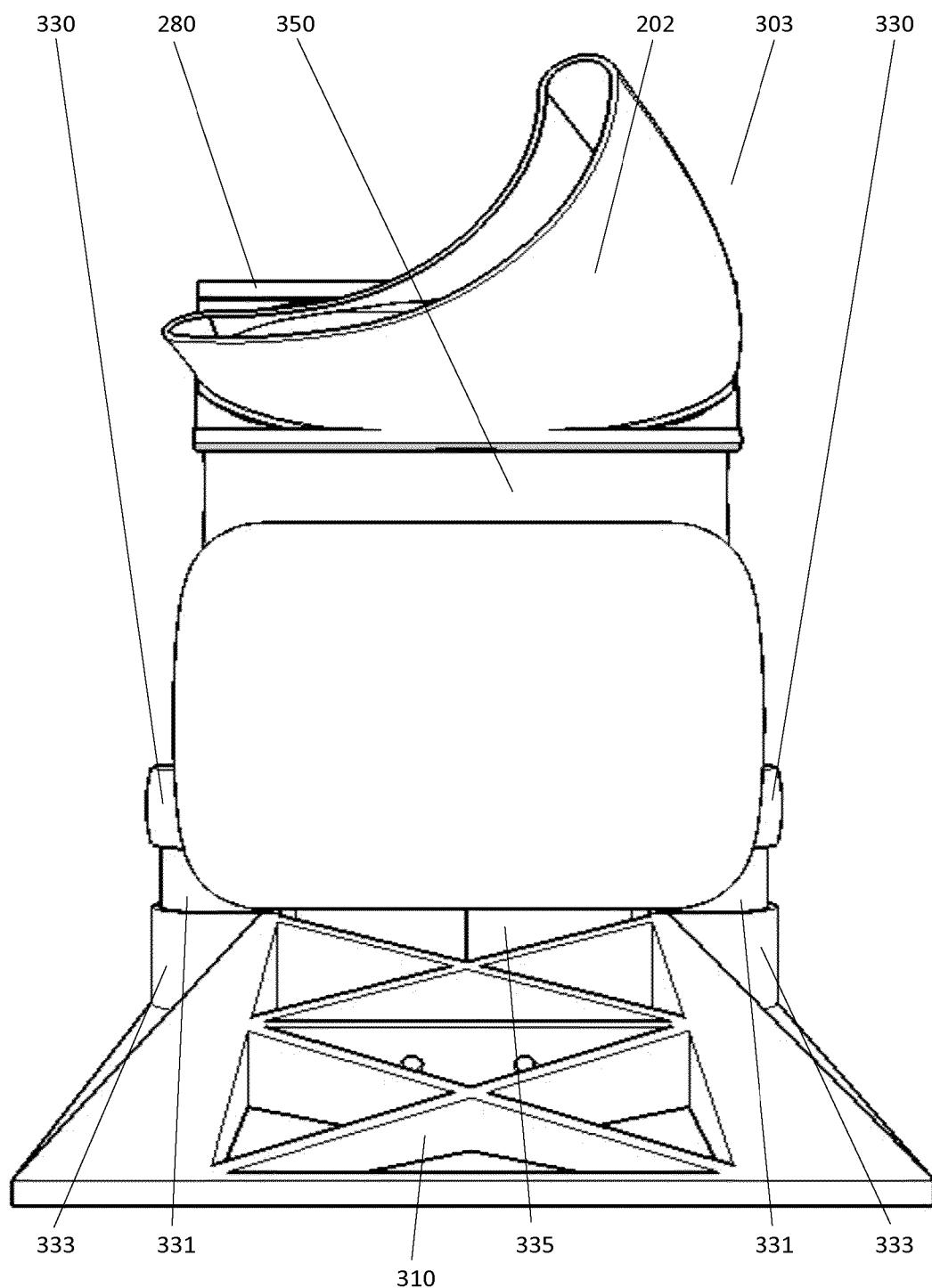


FIG. 24

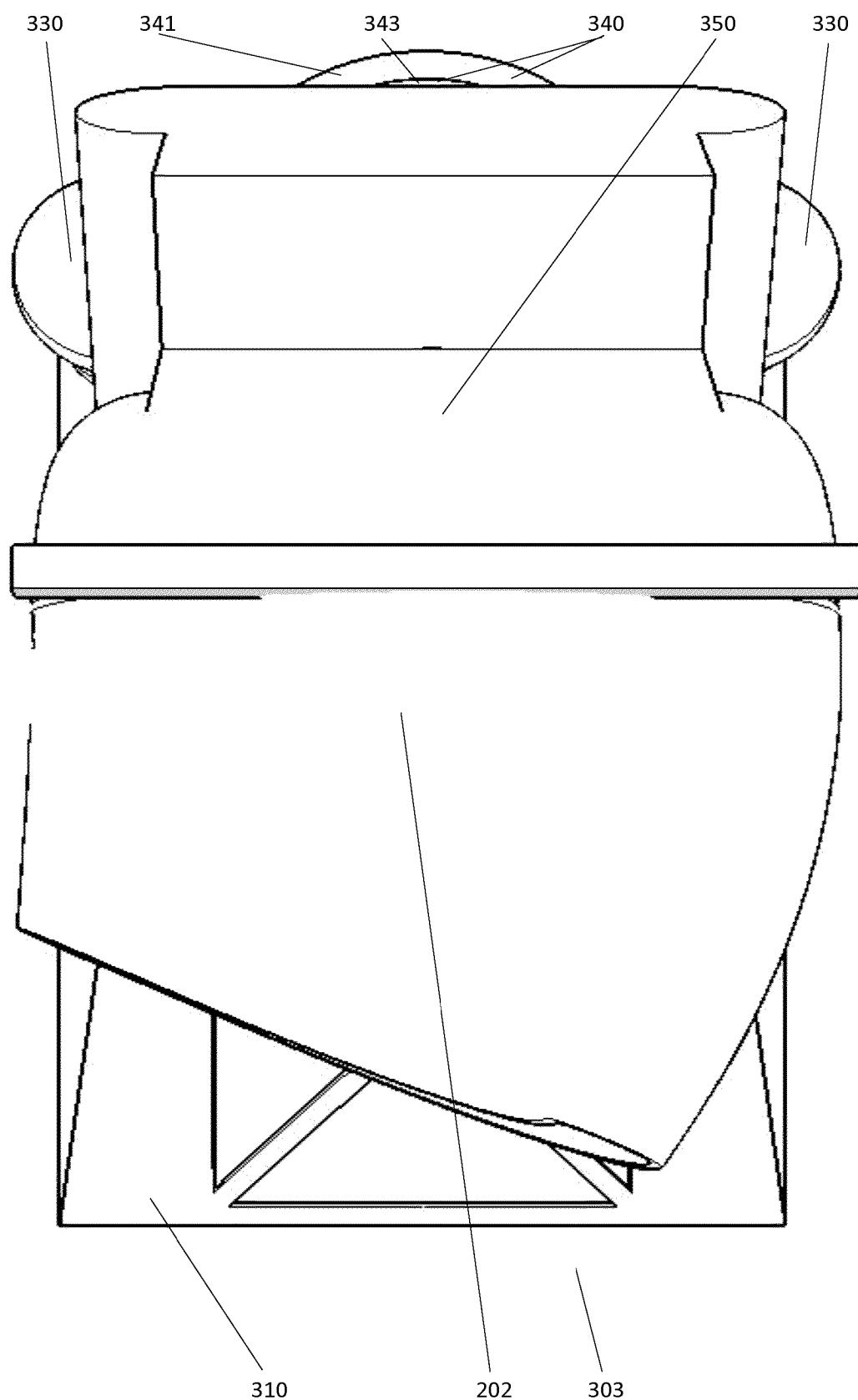


FIG. 25

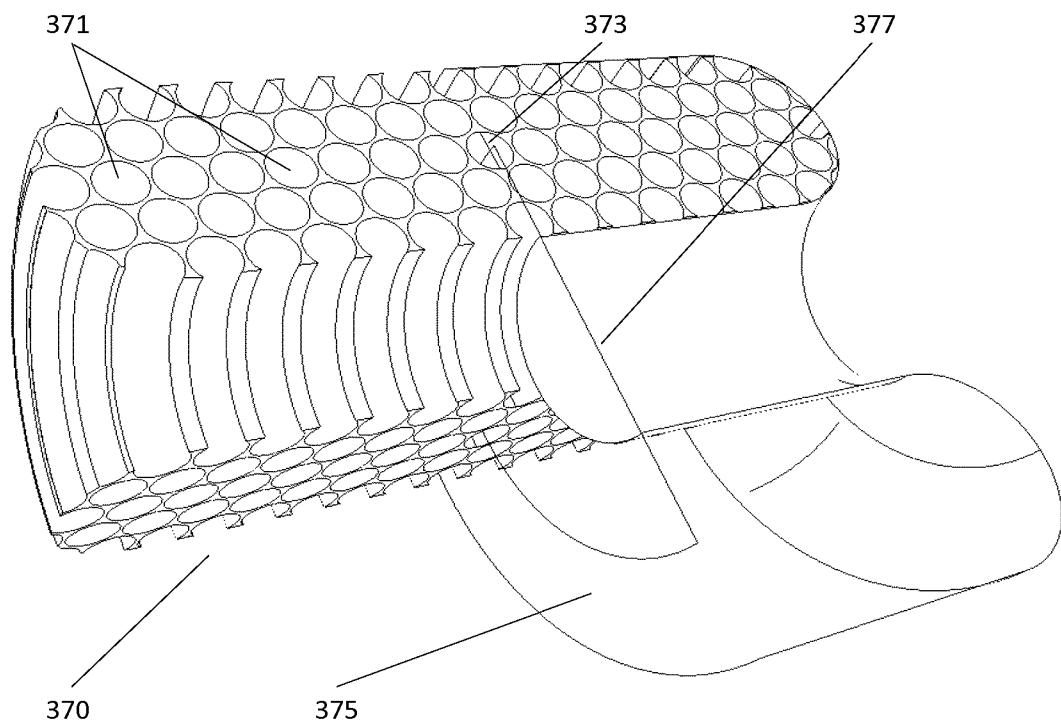


FIG. 26

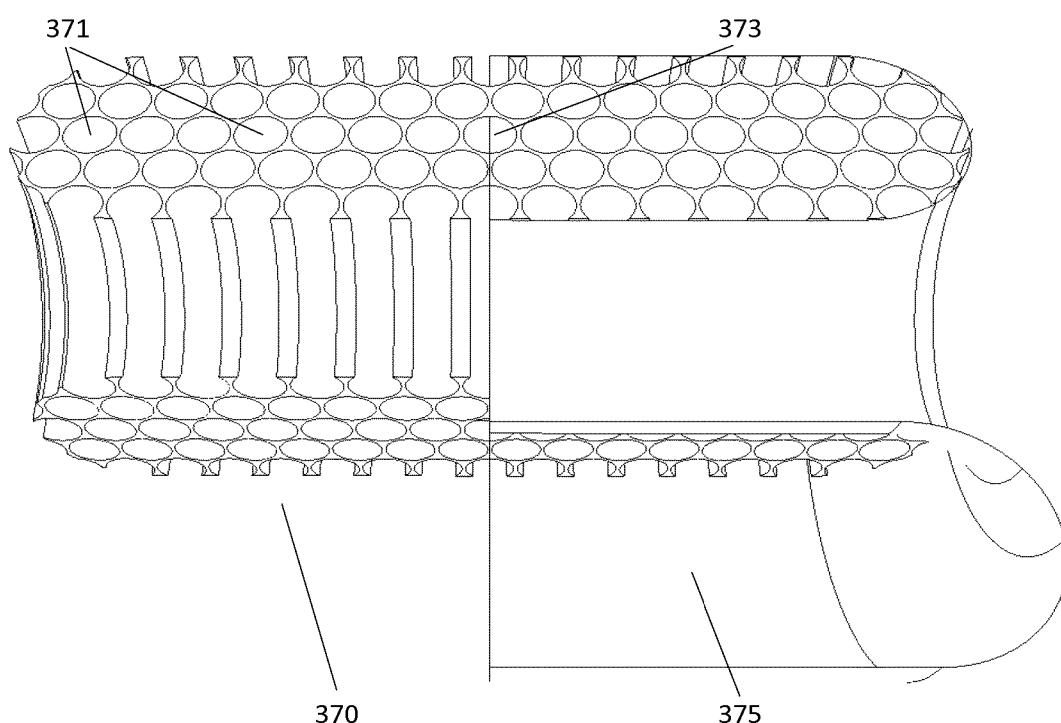


FIG. 27

ES 2 979 051 T3

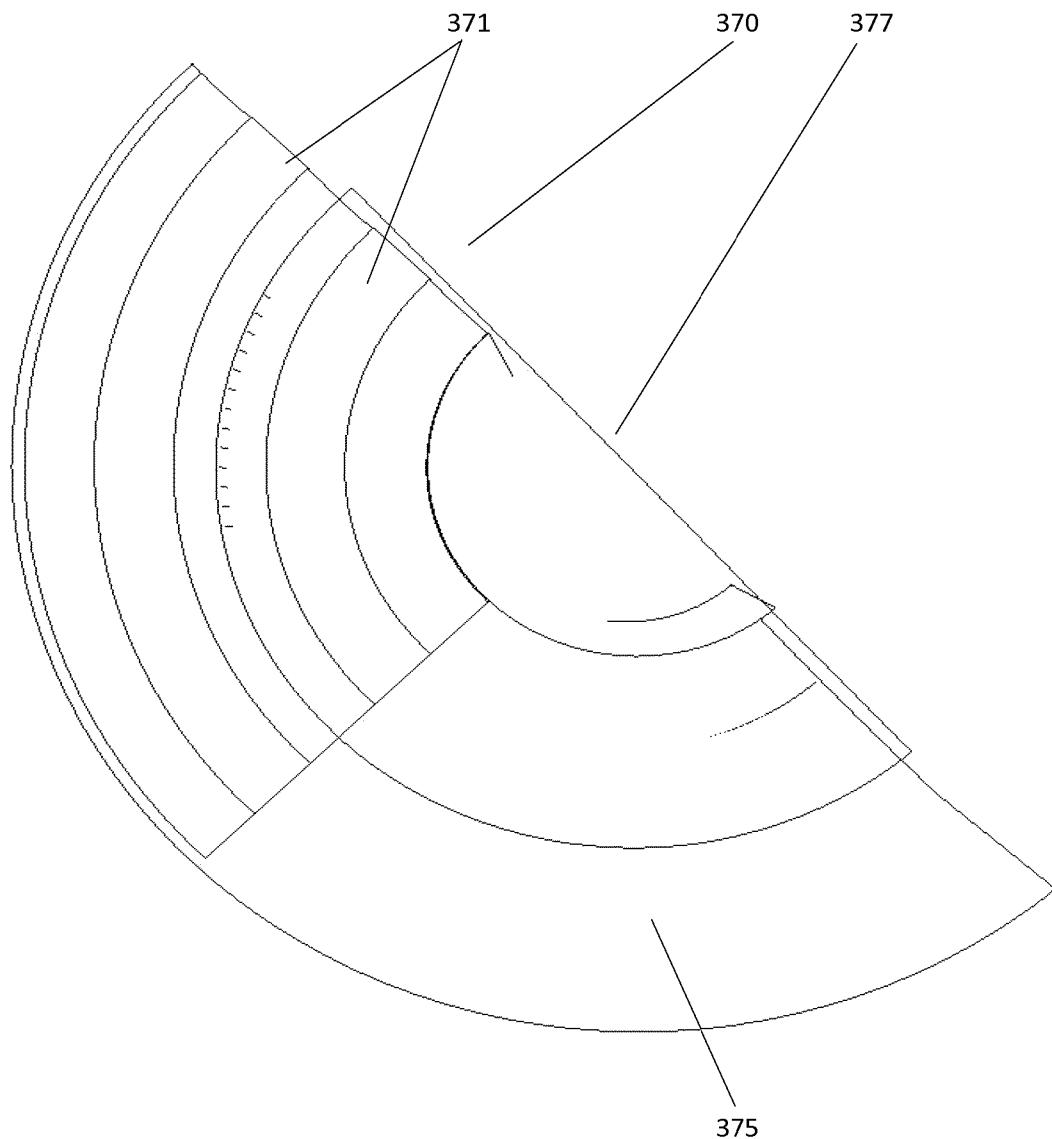


FIG. 28