

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 969 947**

51 Int. Cl.:

<b>B63H 19/02</b>	(2006.01)
<b>B63H 1/36</b>	(2006.01)
<b>B63H 25/04</b>	(2006.01)
<b>B63H 19/04</b>	(2006.01)
<b>B63B 35/00</b>	(2010.01)
<b>B63H 25/02</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.01.2007** E 14172711 (5)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.11.2023** EP 2821339

54 Título: **Energía ondulatoria**

30 Prioridad:

20.01.2006 US 760893 P  
 18.05.2006 US 436447  
 01.09.2006 US 841834 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**23.05.2024**

73 Titular/es:

**LIQUID ROBOTICS, INC. (100.0%)**  
**1329 Moffett Park Drive**  
**Sunnyvale, CA 94089-1134, US**

72 Inventor/es:

**HINE, ROGER, G.;**  
**HINE, DEREK, L.;**  
**RIZZI, JOSEPH, D.;**  
**KIESOW, KURT, A., F.;**  
**BURCHAM, ROBERT y**  
**STUTZ, WILLIAM, A.**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 969 947 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

Energía ondulatoria

5 Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

Esta solicitud reivindica la prioridad de la Solicitud de la patente provisional No. 60/760,893, presentada el 20 de enero de 2006, Solicitud de la patente de EE. UU. No. 11/436,447, presentada el 18 de mayo de 2006, y Solicitud de la patente provisional de EE. UU. No. 60/841,834, presentada el 1 de septiembre de 2006;

10

Antecedentes de la invención

Esta invención se refiere a dispositivos y métodos que utilizan la potencia de las olas en el agua (en lo sucesivo denominada "energía de las olas").

15

Cuando una onda viaja a lo largo de la superficie del agua, produce un movimiento vertical, pero no un movimiento horizontal neto, del agua. La amplitud del movimiento vertical disminuye logarítmicamente con la profundidad; a una profundidad de aproximadamente la mitad de la longitud de la onda, hay poco movimiento vertical. La velocidad de las corrientes inducidas por el viento también disminuye drásticamente con la profundidad. Se han hecho varias propuestas para utilizar la energía de las olas para realizar un trabajo útil. Se puede hacer referencia, por ejemplo, a las Patentes de EE. UU. Nos. 986,627, 1,315,267, 3,312,186, 3,453,981, 3,508,516, 3,845,733, 3,872,819, 3,928,967, 4,332,571, 4,371,347, 4,389,843, 4,598,547, 4,684,350, 4,842,560, 4,968,273, 5,084,630 and 6,561,856.

20

25

US3872819A describe una camilla de matriz horizontal accionada por ondas.

Breve descripción de la invención

30

De acuerdo con la presente invención, hemos descubierto nuevos dispositivos impulsados por olas. La invención se describirá principalmente con referencia a vehículos acuáticos que se desplazan sobre la superficie del agua cuando se colocan en agua que tiene olas que se mueven a través de la superficie del agua (en lo sucesivo denominada "agua con olas"). En tales vehículos, al menos parte de la energía de las olas mueve el flotador sobre la superficie del agua (el resto de la energía de las olas, si lo hay, se convierte en otras formas útiles o se desperdicia). Sin embargo, la invención también es útil cuando el flotador se mantiene en una ubicación fija, por ejemplo, mediante un ancla u otro accesorio. En realizaciones preferidas, la invención hace posible que vehículos acuáticos no tripulados realicen tareas que serían tediosas, costosas o peligrosas de realizar utilizando vehículos operados por seres humanos.

35

Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un vehículo acuático propulsado por las olas según la reivindicación 1.

40

En un primer aspecto preferido, esta invención proporciona un nuevo dispositivo impulsado por las olas que comprende (1) un flotador, (2) un nadador y (3) una correa que conecta el flotador y el nadador según la reivindicación 1.

45

El término "aleta" se utiliza aquí para indicar un componente que comprende una superficie generalmente laminar contra la cual, cuando el dispositivo impulsado por las olas está en agua con olas, el agua ejerce una presión suficiente para influir sustancialmente en el movimiento del nadador. En muchos casos, el vehículo acuático incluye dos o más aletas, iguales o diferentes, fijadas en diferentes puntos del cuerpo del nadador. El "eje longitudinal" del cuerpo del nadador se encuentra en el plano generalmente vertical a lo largo del cual se mueve el nadador cuando el dispositivo se encuentra en agua con olas.

50

El sistema de aletas tiene las siguientes características:

55

(A) Comprende (i) una aleta, por ejemplo una aleta generalmente laminar, que gira alrededor de un eje de rotación (por ejemplo, un eje de rotación generalmente transversal al eje longitudinal del cuerpo del nadador), y (ii) un componente elástico (por ejemplo, un resorte helicoidal de metal, un resorte de lámina de metal, una barra de torsión de metal o un componente elastomérico tal como una banda de caucho natural o artificial) que no forma parte de la aleta y que se deforma elásticamente y, por lo tanto, influye en los cambios en la configuración del sistema de aletas cuando el dispositivo está en aguas con olas.

60

(B) Comprende una aleta, por ejemplo, una aleta generalmente laminar y elásticamente deformable, que tiene un borde de ataque que comprende (i) una sección central relativamente rígida que tiene una relación espacial fija con el cuerpo del nadador (incluida la posibilidad de que la sección central gira alrededor de un eje de rotación que tiene una relación espacial fija con el cuerpo del nadador), y (ii) secciones exteriores relativamente deformables.

El sistema de aletas también puede comprender una o más de las siguientes características:

65

(C) Comprende dos aletas generalmente laminares, por ejemplo, dos aletas generalmente laminares y elásticamente deformables que son imágenes especulares entre sí, y cada una de las cuales gira alrededor de un eje de rotación

generalmente alineado con el eje longitudinal del cuerpo del nadador (dichas aletas funcionan de manera similar a las aletas pectorales de un pez o las alas de un pájaro, y en este documento se las denomina aletas "pectorales"). La correa comprende preferiblemente una o ambas de las siguientes características:

(D) Comprende un miembro elásticamente deformable.

5 (E) Comprende un componente que transmite datos y/o energía eléctrica. El cuerpo del nadador comprende preferentemente una o más de las siguientes características:

(F) Comprende una sección delantera sustancialmente rígida, una sección media que es relativamente flexible en el plano vertical, y una sección trasera sustancialmente rígida, estando unida la correa, por ejemplo, a la sección delantera, y estando unido el sistema de aletas, para, por ejemplo, a la sección delantera.

10 (G) Comprende uno o más componentes seleccionados entre equipos eléctricos, equipos de comunicaciones, equipos de registro, electrónica de control, equipos de dirección y sensores.

(H) Comprende una o más aletas sustancialmente verticales que influyen en la orientación del cuerpo del nadador en el plano horizontal. Estas aletas pueden ayudar a equilibrar las fuerzas de arrastre y limitar la rotación del nadador cuando la correa lo tira hacia los lados. En una realización, el cuerpo del nadador comprende una aleta delantera fija y una aleta trasera que puede accionarse para dirigir al nadador. En una realización similar, una parte del cuerpo del nadador tiene una dimensión horizontal relativamente pequeña y una dimensión vertical relativamente grande; por ejemplo, dicha parte, si se encuentra en el extremo posterior del cuerpo del nadador, podría accionarse para dirigir al nadador.

15 (I) Comprende una carcasa generalmente tubular, con aletas pectorales que se extienden a ambos lados del cuerpo; cuando en el presente documento se hace referencia a una aleta u otro componente que gira alrededor de un eje de rotación, o a un componente que está montado de manera giratoria o que está montado de manera giratoria asegurado, esto incluye no sólo la posibilidad de que la rotación sea alrededor de un solo eje, sino también la posibilidad de que la rotación resulte de la rotación alrededor de dos o más ejes (que pueden ser, pero no necesariamente, paralelos entre sí), y la posibilidad de que la rotación implique un movimiento relativo continuo de partes adyacentes de la aleta u otro componente, como por ejemplo cuando una parte de una aleta flexible está fija y el resto de la aleta flexible se mueve con relación a (es decir, "gira alrededor") de la parte fija.

20 En un segundo ejemplo no reivindicado, se proporciona un vehículo acuático impulsado por las olas que comprende (1) un flotador, (2) un nadador, (3) una correa que conecta el flotador y el nadador, y (4) un sistema informático; el flotador, el nadador y la correa son tales que, cuando el vehículo está en agua tranquila, (i) el flotador está sobre o cerca de la superficie del agua, (ii) el nadador está sumergido debajo del flotador, y (iii) la correa está bajo tensión; el nadador, cuando el vehículo está en agua con olas, interactúa con el agua para generar fuerzas que mueven el vehículo en dirección horizontal;

el flotador comprende un sensor de posición referenciado por satélite;

35 el nadador comprende (a) un sensor que detecta la dirección en un plano horizontal, y (b) un actuador de dirección; y el sistema informático (a) está vinculado al sensor de posición, el sensor horizontal y el timón, y (b) contiene, o es programable para contener, instrucciones para controlar el actuador de dirección en respuesta a señales recibidas desde el sensor de posición y el sensor horizontal, o en respuesta a señales recibidas de un sensor en el vehículo. En los vehículos acuáticos del segundo ejemplo, el nadador comprende preferentemente un cuerpo y un sistema de aletas de acuerdo con el primer ejemplo, pero puede comprender un medio diferente para generar fuerzas que mueven el vehículo en una dirección horizontal.

40 Los vehículos acuáticos de la invención a menudo comprenden un solo flotador y un solo nadador, y la invención se describirá principalmente con referencia a dichos vehículos acuáticos. Sin embargo, la invención incluye la posibilidad de que haya más de un flotador y/o más de un nadador, por ejemplo, un solo flotador unido a una pluralidad de nadadores, los nadadores preferiblemente están alineados axialmente, por una pluralidad de correas.

50 En otro ejemplo no reivindicado, se proporciona un método para utilizar la energía de las olas que comprende colocar un dispositivo de acuerdo con el primer o segundo ejemplo preferido en una masa de agua que tiene o que se espera que tenga olas de agua que se desplacen a través de su superficie.

En otro ejemplo no reivindicado, se proporciona un método para obtener información que comprende recibir señales de un dispositivo de acuerdo con el primer o segundo ejemplo preferido, por ejemplo, señales de algunos o todos de una pluralidad de dichos dispositivos, por ejemplo, 2-10,000 o 10-1000 dispositivos.

55 En otro ejemplo no reivindicado, se proporciona un método para obtener información que comprende examinar señales registradas por un dispositivo de acuerdo con el primer o segundo ejemplo preferido, por ejemplo, señales registradas por algunos o todos de una pluralidad de dichos dispositivos, por ejemplo, 2-10,000 o 10-1000 dispositivos.

60 En otro ejemplo no reivindicado, se proporciona un método para controlar una función de un dispositivo de acuerdo con el primer o segundo ejemplo preferido, el método comprende enviar señales al dispositivo.

#### Breve descripción de los dibujos

65 La invención se ilustra mediante los dibujos adjuntos, que son esquemáticos y no están a escala. La Figura 1 es un diagrama de un vehículo acuático. Las Figuras 2 y 3 son secciones transversales de aletas para su uso en determinadas realizaciones. La Figura 4 es una sección transversal de una correa. La Figura 5 es un diagrama de bloques de un sistema

de control. La Figura 6 muestra una ruta para un vehículo acuático de mantenimiento de posición. La Figura 7 es una vista en perspectiva de un vehículo acuático. La Figura 8 muestra diferentes configuraciones de una aleta en la Figura 7. La Figura 9 es una vista en perspectiva de un vehículo acuático. La Figura 10 es una vista en perspectiva ampliada de parte de la Figura 9. Las Figuras 11A a 11D muestran diferentes configuraciones de las aletas en la Figura 9. Las Figuras 12-19 y 21 son vistas laterales de vehículos acuáticos. La Figura 20 es una vista en planta del vehículo acuático de la Figura 21. Las Figuras 22A a 22C muestran diferentes configuraciones de un vehículo acuático que tiene un cuerpo flexible. Las Figuras 23-25 son vistas en perspectiva de vehículos acuáticos. Las Figuras 23A a 23D muestran diferentes vistas de un vehículo acuático. Las Figuras 27A a 27D muestran diferentes vistas de un vehículo acuático.

En algunas Figuras, el sistema de aletas está numerado 0, 1, 2, 3 o 4. Si la configuración está numerada como 0, es la configuración que probablemente se adoptará cuando el vehículo esté en agua quieta. Si la configuración está numerada como 1, es la configuración que probablemente se adoptará cuando el flotador esté cayendo detrás de la cresta de la ola y la tensión en la correa esté cayendo (y puede ser cero). Si la configuración está numerada como 2, es la configuración que probablemente se adoptará cuando el flotador haya caído al valle de la ola y la tensión en la correa comience a aumentar. Si la configuración está numerada como 3, es la configuración que probablemente se adoptará cuando el flotador se eleve hacia la parte superior de una ola y la correa esté en o cerca de su tensión máxima para este ciclo en particular. Si la configuración está numerada como 4, es la configuración que probablemente se adoptará cuando el flotador esté cerca de la parte superior de una cresta de ola y la tensión en la correa haya disminuido. Debe entenderse, sin embargo, que la configuración del sistema de aletas en la práctica no será necesariamente la que se muestra en las Figuras.

#### Descripción detallada de la invención

En la breve descripción de la invención anterior, la Descripción Detallada de la Invención a continuación y los dibujos adjuntos, se hace referencia a características particulares de la invención. Debe entenderse que la descripción de la invención en esta memoria descriptiva incluye todas las combinaciones posibles de dichas características particulares. Por ejemplo, cuando se describe una característica particular en el contexto de un aspecto particular, una realización particular o una Figura particular, esa característica también se puede usar, en la medida apropiada, en el contexto de otros aspectos, realizaciones y Figuras particulares, y en la invención en general. También debe entenderse que esta invención incluye todas las características novedosas descritas en este documento y no se limita a los aspectos preferidos de la invención establecidos anteriormente.

El término "comprende" y sus equivalentes gramaticales se usan en este documento para significar que otros elementos (es decir, componentes, ingredientes, pasos, etc.) están opcionalmente presentes. Por ejemplo, un vehículo acuático "comprende" (o "que comprende") los componentes A, B y C puede contener solo los componentes A, B y C, o puede contener no solo los componentes A, B y C, sino también uno o más de otros componentes. El término "al menos" seguido de un número se usa en este documento para indicar el inicio de un intervalo que comienza con ese número (que puede ser un intervalo que tiene un límite superior o ningún límite superior, dependiendo de la variable que se defina). Por ejemplo, "al menos 1" significa 1 o más de 1, y "al menos 80 %" significa 80 % o más de 80 %. El término "como máximo" seguido de un número se usa en este documento para indicar el final de un intervalo que termina con ese número (que puede ser un intervalo que tiene 1 o 0 como su límite inferior, o un intervalo que no tiene límite inferior, dependiendo de la variable que se define). Por ejemplo, "como máximo 4" significa 4 o menos de 4, y "como máximo 40 %" significa 40 % o menos de 40 %. Cuando, en esta memoria descriptiva, un rango se da como "(un primer número) a (un segundo número)" o "(un primer número) - (un segundo número)", esto significa un rango cuyo límite inferior es el primer número y cuyo límite superior es el segundo número. Por ejemplo, "de 1,52 m a 4,57 m" o "1,52-4,57 m" significa un rango cuyo límite inferior es 1,52 m y cuyo límite superior es 4,57 m. Los términos "plural", "múltiple", "pluralidad" y "multiplicidad" se usan en este documento para denotar dos o más de dos elementos.

Cuando se hace referencia en este documento a un método que comprende dos o más pasos definidos, los pasos definidos se pueden llevar a cabo en cualquier orden o simultáneamente (excepto cuando el contexto excluye esa posibilidad), y el método puede incluir opcionalmente uno o más pasos que se llevan a cabo antes de cualquiera de los pasos definidos, entre dos de los pasos definidos o después de todos los pasos definidos (excepto cuando el contexto excluye esa posibilidad). Cuando se hace referencia en este documento a "primer" y "segundo" elementos, esto generalmente se hace con fines de identificación; a menos que el contexto requiera lo contrario, el primer y segundo elementos pueden ser iguales o diferentes, y la referencia a un primer elemento no significa que un segundo elemento esté necesariamente presente (aunque puede estar presente). Cuando se hace referencia en este documento a "un" o "uno/una" elemento, esto no excluye la posibilidad de que existan dos o más de dichos elementos (excepto cuando el contexto excluya esa posibilidad). Por ejemplo, cuando se hace referencia en este documento a una aleta, o un sistema de aletas, el nadador puede (y con frecuencia lo hace) comprender dos o más aletas o sistemas de aletas, que pueden ser iguales o diferentes. Cuando se hace referencia en este documento a dos o más elementos, esto no excluye la posibilidad de que los dos o más elementos sean reemplazados por un número menor o mayor de elementos que proporcionen la misma función (excepto cuando el contexto excluya esa posibilidad). Por ejemplo, el cuerpo del nadador y el sistema de aletas pueden formar juntos un solo cuerpo unitario. Los números proporcionados en este documento deben interpretarse con la latitud apropiada para su contexto y expresión; por ejemplo, cada número está sujeto a variación que depende de la precisión con la que puede medirse mediante métodos utilizados convencionalmente por los expertos en la técnica.

A menos que se indique lo contrario, las referencias al posicionamiento y la forma de un componente del vehículo se refieren a ese posicionamiento y forma cuando el vehículo está en agua quieta. Se utilizan varios términos en esta memoria descriptiva de acuerdo con las definiciones proporcionadas anteriormente y las definiciones adicionales proporcionadas a continuación.

5 "Borde delantero" (o extremo delantero) y "borde trasero" (o extremo trasero) denotan las superficies delantera y trasera, respectivamente, de una aleta u otro componente, ya que la energía de las olas hace que el vehículo se mueva hacia adelante.

10 "Por delante" y "por detrás" denotan ubicaciones relativamente cerca de los bordes (o extremos) delantero y trasero, respectivamente.

15 "Alineado" denota una dirección que generalmente se encuentra en un plano vertical que es paralelo al plano vertical que incluye el eje longitudinal del nadador. "Alineado axialmente" denota una dirección que se encuentra generalmente en el plano vertical que incluye el eje longitudinal del nadador.

"Transversal" denota una dirección que generalmente se encuentra en un plano vertical ortogonal al plano vertical que incluye la línea central axial del nadador.

20 Cuando se hace referencia en este documento a una característica que "generalmente" cumple con una definición particular, por ejemplo, "generalmente en un plano vertical", "generalmente laminar" o "generalmente horizontal", debe entenderse que la característica no necesita cumplir estrictamente con esa definición particular, sino que puede apartarse de esa definición estricta en una cantidad que permita un funcionamiento eficaz de acuerdo con los principios de la invención.

25 Todos los componentes del vehículo, particularmente cualquier conexión eléctrica, se construyen preferiblemente de materiales que son resistentes al agua salada y/o se encierran dentro de una camisa estanca de dicho material. Preferentemente, los materiales que están expuestos al agua son resistentes a la bioincrustación y son poco atractivos o incluso repelentes para los animales marinos, por ejemplo, los tiburones. Los materiales adecuados pueden seleccionarse, por ejemplo, de metales y composiciones poliméricas, que incluyen pinturas que contienen cobre y polímeros de baja energía superficial tales como politetrafluoroetileno. Cuando el vehículo incluye baterías y paneles solares (u otros medios de generación de electricidad), la bioincrustación también se puede desalentar mediante el uso de la energía de las baterías o paneles solares para electrificar brevemente los materiales conductores en el vehículo y/o para energizar un vibrador que desalojará los materiales de bioincrustación. Los bordes delanteros que pueden quedar enganchados por las algas marinas pueden tener opcionalmente bordes afilados o dentados.

40 El vehículo está diseñado preferentemente para minimizar el arrastre a medida que el movimiento del nadador lo tira hacia adelante y para minimizar el efecto de los vientos y las corrientes de agua que mueven el vehículo hacia los lados. El flotador o el nadador o ambos pueden tener solapas que se pliegan y tienen poco efecto sobre el arrastre cuando el flotador o el nadador se mueve hacia adelante, pero que se despliegan en abanico y aumentan el arrastre cuando el flotador o el nadador se mueve hacia atrás. Dichas solapas se colocan preferiblemente de modo que mantengan el flotador y/o el nadador en una orientación deseada si se mueve hacia atrás.

45 Un dispositivo preferido que tiene la característica (B) anterior puede incluir, por ejemplo, un sistema de aletas que comprende (1) una pluralidad de aletas, por ejemplo, 3-10 o 4-6 aletas, por ejemplo, 5 aletas, (2) una barra rígida que está montada en el cuerpo del nadador, y en la que cada una de las aletas está montada de forma giratoria, y (3) un componente elástico como se define en (B). La barra rígida está preferentemente alineada con el eje longitudinal del cuerpo del nadador. Las aletas, que pueden ser iguales o diferentes, preferiblemente se encuentran una detrás de la otra (opcionalmente en el mismo plano horizontal), y preferiblemente cada una de las aletas gira alrededor de un eje transversal que generalmente es transversal al eje longitudinal del cuerpo del nadador. Cada uno de los componentes elásticos influye en la velocidad y/o el grado de rotación de la aleta a la que está vinculado. El componente elástico puede extenderse, por ejemplo, desde un punto fijo en la barra rígida, por ejemplo, a popa del eje transversal de la aleta, hasta un punto fijo en la aleta, por ejemplo, a popa del eje transversal de la aleta.

55 Un dispositivo preferido que tiene las características (A) y (B) anteriores puede incluir, por ejemplo, (i) una aleta generalmente laminar que está montada, opcionalmente montada de forma giratoria, directa o indirectamente en una barra rígida que está montada, opcionalmente montada de forma giratoria, en el cuerpo del nadador, y (ii) un resorte y/o una barra de torsión que está conectada directa o indirectamente a la aleta y/o a la barra rígida y que influye en (a) la velocidad y/o el alcance de la rotación de la aleta y/o la barra rígida, y/o (b) la relación espacial entre el cuerpo del nadador y el eje de rotación, durante parte o todos los cambios en la configuración del sistema.

60 Un dispositivo preferido que tiene la característica (C) anterior puede tener, por ejemplo, un sistema de aletas que comprende una aleta generalmente laminar y elásticamente deformable (siendo opcionalmente dicha aleta el único componente elástico, o uno de una pluralidad de componentes elásticos, del sistema de aletas), la aleta teniendo un borde delantero que comprende (i) una sección central relativamente rígida que gira alrededor de un eje de rotación generalmente transversal al eje longitudinal del cuerpo del nadador, y (ii) secciones exteriores relativamente deformables

(por ejemplo, una aleta que tiene un borde delantero en flecha hacia atrás, por ejemplo, generalmente en forma de V),

El cuerpo del nadador

5 El cuerpo del nadador a menudo tiene una forma generalmente cilíndrica, u otra forma seleccionada para minimizar el arrastre a medida que el sistema de aletas tira del nadador a través del agua. A menudo hay un solo cuerpo de nadador, pero puede haber una pluralidad de cuerpos asegurados entre sí, preferiblemente rígidamente, con sus ejes alineados, o con sus ejes paralelos y separados entre sí. Preferiblemente, el cuerpo tiene un eje longitudinal que generalmente es horizontal cuando el vehículo está en agua quieta.

10 Por lo general, pero no necesariamente, el cuerpo del nadador tiene una longitud (es decir, la dimensión medida a lo largo del eje longitudinal) sustancialmente mayor que su anchura (es decir, la dimensión del cuerpo del nadador medida transversalmente al eje longitudinal). La longitud del cuerpo del nadador puede ser, por ejemplo, de al menos 1 pie (0,3 m), por ejemplo, de 3 a 10 pies (0,9 a 3 m) o de 4 a 6 pies (1,2 a 1,9 m), pero puede ser sustancialmente mayor, por ejemplo, de hasta 1000 pies (300 m) o más. El diámetro (o, para cuerpos no cilíndricos, cada una de las dimensiones transversales mínima y máxima) del nadador puede ser, por ejemplo, de al menos 0,1 pies (30 mm), o al menos 0,3 pies (90 m), hasta, por ejemplo, 0,1 veces la longitud del nadador.

20 En algunas realizaciones, todo el cuerpo del nadador será rígido. Sin embargo, también es posible que parte del cuerpo del nadador sea elásticamente deformable. Por ejemplo, el cuerpo del nadador puede tener una sección central que sea flexible, preferiblemente sustancialmente solo en el plano vertical, con el timón montado en una sección rígida a popa de la sección central flexible y el sistema de aletas montado en una sección rígida delante de la sección central flexible. Opcionalmente, el nadador tiene un centro de flotabilidad que está por encima del centro de gravedad.

25 Como se analiza más adelante, se puede unir una amplia variedad de componentes adicionales al cuerpo del nadador. Los componentes pesados se aseguran preferiblemente al nadador en lugar de al flotador. El peso en húmedo del nadador, incluidos los componentes unidos al mismo, puede ser, por ejemplo, de 5-20,000 lbs (2-9,000 kg), por ejemplo, 5-500 lbs (2-225 kg), por ejemplo, 20-60 lbs (9-30 kg). Muchos componentes se colocan preferiblemente dentro de un recinto hermético proporcionado por el cuerpo del nadador (por ejemplo, equipos eléctricos, incluidas baterías, equipos electrónicos, servomecanismos, pases herméticos y equipos de búsqueda de dirección). Otros se colocan preferible o necesariamente fuera del cuerpo del nadador, por ejemplo, aletas estabilizadoras, pesos estabilizadores, timones, algunos tipos de sensores y recolectores de muestras. Las aletas estabilizadoras, que pueden colocarse, por ejemplo, cerca de la parte delantera y/o cerca de la parte trasera del cuerpo del nadador, pueden ser, por ejemplo, aletas fijas y alineadas generalmente verticales que resisten el arrastre transversal sobre el nadador, o aletas fijas y alineadas generalmente horizontales que resisten el arrastre vertical sobre el nadador. Los pesos estabilizadores pueden ser, por ejemplo, barras y/o discos, generalmente alineados con el cuerpo del nadador, fijados a puntales que descienden verticalmente desde el cuerpo del nadador, aumentando así el peso y cambiando el centro de gravedad del nadador, o pueden ser parte de una aleta estabilizadora vertical similar a una quilla.

40 En un ejemplo no reivindicado, un hidrófono está asegurado al cuerpo del nadador. Preferentemente, con el fin de separar el hidrófono del ruido generado por el nadador, el hidrófono se coloca en el extremo de un cable arrastrado detrás del cuerpo del nadador, o en una barra de extensión que se proyecta desde, por ejemplo, desde la parte delantera del cuerpo del nadador.

45 El flotador.

El flotador puede ser de cualquier tamaño y forma conveniente, teniendo en cuenta los componentes que lleva, la forma en que se utilizará y la conveniencia de minimizar el arrastre en el agua y contra el viento. La longitud del flotador puede ser menor que, por ejemplo, 0,5 a 0,9 veces, sustancialmente igual a, por ejemplo, 0,9 a 1,1 veces, o mayor que, por ejemplo, 1,1 a 4 veces, la longitud del nadador. La longitud del flotador puede ser, por ejemplo, de al menos 1 pie (0,3 m), por ejemplo, de 3 a 10 pies (1-3 m) o de 4 a 6 pies (1,2-1,9 m), pero puede ser sustancialmente mayor, por ejemplo, hasta 1000 pies (300 m) o más, siempre que no sea demasiado grande para ser movido sustancialmente por las olas. La anchura del flotador puede ser, por ejemplo, de al menos 0,3 pies (1 m), o al menos 2 pies (1,9 m), hasta, por ejemplo, 0,3 veces la longitud del flotador. Opcionalmente, el flotador tiene un centro de flotabilidad que está por encima del centro de gravedad. El flotador puede tener, por ejemplo, 20-500 lbs (9-225 kg), por ejemplo, alrededor de 80 lbs (36 kg), de flotabilidad y/o una flotabilidad que es 2-4 veces el peso húmedo del nadador.

60 Para reducir el peligro de que el viento, las olas o las fuerzas de la corriente empujen el flotador hacia los lados, preferiblemente tanto el centro de arrastre del agua como el centro de arrastre del viento están detrás del punto de unión de la línea, ya que esto ayuda a mantener el flotador en una orientación frontal en la que tiene el arrastre general más bajo. Las fuerzas del viento y el agua que actúan sobre las partes del flotador hacia adelante del punto de fijación de la correa tienden a girar el flotador lejos de la orientación deseada, mientras que las de atrás del punto de fijación tienden a producir la orientación deseada. Por lo tanto, la nariz del flotador es preferiblemente relativamente roma y truncada, mientras que la porción de cola del flotador tiene preferiblemente una porción de cola extendida con mayor área de superficie vertical.

5 El flotador puede incluir un timón. El timón puede fijarse durante parte o la totalidad de la operación del vehículo, con el fin de mantener el centro de arrastre detrás del punto de fijación de la correa. El timón también puede ser ajustable, con el fin de ayudar a la dirección del vehículo; en este caso, la correa está preferiblemente unida al nadador frente al centro de arrastre del nadador. Especialmente cuando la correa está unida ligeramente hacia adelante del centro de flotabilidad del flotador, las superficies sumergidas del flotador pueden estar conformadas para producir un empuje hacia adelante.

10 El flotador comprende opcionalmente una cubierta externa que comprende una composición polimérica, por ejemplo, una composición polimérica reforzada con fibra de vidrio o fibra de carbono, y/o un material laminar elastomérico de pared gruesa. La cubierta puede rodear opcionalmente un núcleo de espuma polimérica de celda cerrada, por ejemplo, una espuma de celda cerrada compatible y/o una pluralidad de cavidades huecas. En algunas realizaciones, dichas cavidades pueden ser opcionalmente inflables (por ejemplo, estar compuestas de un material elastomérico), de modo que puedan llenarse parcial o completamente con agua y/o aire para controlar la flotabilidad.

15 La correa.

20 La correa conecta el flotador y el nadador mecánicamente, y para este propósito comprende un miembro de tracción de arrastre a la rotura adecuada, por ejemplo, al menos 500 lb (225 kg) o al menos 1500 lb (675 kg). El miembro de tracción puede estar compuesto, por ejemplo, de un metal, por ejemplo, acero inoxidable, y/o una composición polimérica, por ejemplo, Kevlar o Spectra. A menudo, la correa también comprende uno o más miembros que no transportan ninguna carga y que transmiten energía eléctrica y/o datos, por ejemplo, uno o más pares trenzados de conductores eléctricos aislados, fibras ópticas o cables acústicos. Generalmente, la correa soportará solo cargas de tracción, pero la invención incluye la posibilidad de que la correa también resista la compresión, por ejemplo, es una varilla.

25 Para reducir el arrastre, los componentes del amarre se disponen preferentemente para minimizar el área del borde de ataque del amarre, con el miembro de tracción primario en la parte delantera. Por lo tanto, la correa incluye opcionalmente una camisa, preferentemente de sección transversal aerodinámica, por ejemplo, compuesta por una composición polimérica, por ejemplo, una composición basada en un polímero de silicona o cloruro de vinilo, que rodea a los otros componentes. La torsión de la correa aumenta el arrastre y, opcionalmente, se pueden tomar medidas para reducir la torsión. Por ejemplo, un segundo miembro de tracción puede estar presente en el borde posterior de la correa, y/o el vehículo puede incluir un dispositivo para detectar y corregir la torsión de la correa, y/o el vehículo puede dirigirse a lo largo de una trayectoria en la que los giros en sentido horario y antihorario están equilibrados (en particular, cuando el vehículo se dirige a lo largo de una trayectoria que rodea un punto fijo).

35 La correa puede tener, por ejemplo, una dimensión alineada de 0,5 a 1,0 pulgadas (13-25 mm), por ejemplo, alrededor de 0,625 pulgadas (16 mm), una dimensión transversal de 0,125 a 0,5 pulgadas (3 a 13 m), por ejemplo, alrededor de 0,19 pulgadas (5 mm), y una longitud de, por ejemplo, 10 a 80 pies (3-25 m), por ejemplo, 17 a 23 pies (5-7 m). Tanto el flotador como el nadador pueden incluir un carrete u otro equipo que permita cambiar la longitud de la correa, ya sea para adaptarse a las condiciones particulares de las olas y/o la profundidad del agua, y/o para hacer que el vehículo sea más fácil de almacenar, transportar y desplegar.

40 La correa puede incluir, por ejemplo, un miembro elastomérico, por ejemplo, un resorte, que cambia de longitud de forma reversible cuando cambian las posiciones relativas del flotador y el nadador. Por ejemplo, una pata de una correa generalmente con forma de Y invertida puede comprender dicho miembro elastomérico.

45 En algunas realizaciones, hay una sola correa. La correa puede tener, por ejemplo, una sección central que es una sola línea, y una sección inferior (unida al nadador) y/o una sección superior (unida al flotador) que tiene dos o más patas, aseguradas a posiciones de proa y popa, o a posiciones transversales, en el nadador o el flotador. En una realización, la correa tiene la forma de una Y invertida, las patas inferiores de la Y están (a) alineadas con, y aseguradas a posiciones de proa y popa en, el nadador, o (b) transversales al nadador y aseguradas a componentes que se extienden transversalmente desde el eje del nadador.

50 Cuando hay una sola correa entre el nadador y el flotador, su configuración y punto de unión (o puntos de unión, si la correa tiene dos o más patas inferiores) al nadador son preferiblemente tales que la fuerza hacia arriba ejercida sobre el nadador, cuando se tira de la correa hacia arriba, pasa a través del nadador en o cerca del centro de gravedad del nadador. El nadador está entonces sustancialmente horizontal cuando el vehículo está en aguas tranquilas. Esto ayuda al nadador a mantener una orientación nivelada.

55 Cuando hay una sola correa entre el nadador y el flotador, su configuración y punto de unión (o puntos de unión, si la correa tiene dos o más patas superiores) al flotador son preferiblemente tales que la fuerza hacia abajo ejercida sobre el flotador, cuando se tira de la correa hacia arriba, pasa a través del flotador cerca, o ligeramente hacia adelante, del centro de flotabilidad del flotador.

60 En otras realizaciones, hay múltiples correas, por ejemplo, la primera y la segunda correa unidas respectivamente a las posiciones delantera y trasera en el flotador y el nadador. Las correas múltiples aumentan el arrastre, pero reducen la torsión.

65

La fuerza de tensión de la correa estabiliza tanto al nadador como al flotador. Si bien cada elemento también puede estabilizarse de forma independiente mediante el posicionamiento del centro de flotación por encima del centro de gravedad, esto no es necesario. El hecho de que la tensión de la línea estabilice tanto al nadador como al flotador simplifica el control del vehículo. En algunas realizaciones, el vehículo solo necesita ser dirigido en un grado de libertad, y otro control de actitud se estabiliza pasivamente, lo que hace innecesario que el vehículo incluya propulsores o aletas de control de actitud (aunque dichos propulsores y solapas pueden estar presentes).

Los sistemas de aletas

Cuando el nadador se mueve por la fuerza de las olas, la configuración del sistema de aletas cambia en ciclos correspondientes a las olas en la superficie del agua. Generalmente, pero no necesariamente, los cambios en la configuración en cada ciclo son sustancialmente los mismos. Los cambios en la configuración en cada ciclo son generalmente sustancialmente continuos, pero pueden ser discontinuos (es decir, puede haber uno o más períodos en cada ciclo durante los cuales la configuración sigue siendo la misma). Durante al menos parte del ciclo, el sistema de aletas interactúa con el agua para generar fuerzas que empujan al nadador en una dirección horizontal. En algunas realizaciones, el sistema de aletas comprende una aleta que gira alrededor de un eje transversal. En otras realizaciones, el sistema de aletas comprende un par de aletas que giran alrededor de un eje longitudinal. En cualquier caso, a medida que el nadador sube y baja, la aleta o aletas pueden experimentar opcionalmente una distorsión elástica que mejora el empuje hacia adelante del nadador.

Diferentes tamaños de onda producirán diferentes respuestas de diferentes sistemas de aletas. Por ejemplo, con olas relativamente grandes, la mayoría del empuje a menudo tiende a producirse durante las fases ascendente y descendente del movimiento de las aletas, mientras que, con olas relativamente pequeñas, la mayoría del empuje tiende a resultar de la rotación de las aletas. Las aletas flexibles tienden a producir empuje a partir de olas pequeñas y grandes.

Para cualquier vehículo acuático particular de la invención, la influencia del nadador en el movimiento del flotador dependerá en parte del tamaño y la frecuencia de las olas. El movimiento del flotador también dependerá, por ejemplo, de las condiciones ambientales, como las corrientes de agua y el viento, y de cualquier otro sistema de propulsión o dirección que funcione en el flotador. En condiciones adecuadas, el nadador moverá el vehículo hacia adelante a una velocidad que sea satisfactoria para muchos propósitos, sin ningún otro sistema de propulsión (aunque puede ser deseable utilizar otra fuente de energía para operar un sistema de dirección).

El movimiento horizontal del nadador y el flotador a menudo será cíclico, alternando entre una fase de deslizamiento y una fase de cometa, siendo la velocidad horizontal máxima del flotador durante la fase de cometa y la velocidad horizontal máxima del nadador durante la fase de deslizamiento.

En la fase de deslizamiento, la tensión de la línea es baja y el nadador puede deslizarse hacia adelante rápidamente. El flotador puede avanzar lentamente o no avanzar. Durante la fase de cometa, la tensión de la línea es alta y, si el nadador tuvo éxito en deslizarse hacia adelante durante la fase de deslizamiento, la línea estará en un ángulo tal que el aumento de la tensión ralentiza el movimiento hacia adelante del nadador. El ángulo de la línea pronunciada y la alta tensión tirarán del flotador hacia adelante rápidamente, alcanzando parcialmente el avance que hizo el nadador durante la fase de deslizamiento.

El arrastre es proporcional al cuadrado de la velocidad. Dado que la velocidad del nadador es más alta durante la fase de deslizamiento, se prefiere minimizar el arrastre en esta fase. A continuación, y en las Figuras 27A-D adjuntas se describe un ejemplo de un vehículo acuático que logra una baja arrastre durante la fase de deslizamiento y es capaz de pasar de la fase de cometa a la fase de deslizamiento de forma rápida y silenciosa. En este ejemplo, el cuerpo del nadador tiene una estructura corporal central que es más larga a lo largo de un eje longitudinal. Las aletas se extienden desde cualquier lado del cuerpo y pueden girar con respecto al cuerpo alrededor de un eje que es sustancialmente perpendicular al eje longitudinal del cuerpo y preferiblemente también al eje de la correa. Puede haber un par de alas con un solo eje, o múltiples pares de alas. Preferentemente, la rotación de las aletas está controlada en parte por un resorte que resistirá la rotación en cualquier dirección desde una posición de reposo. Una ventaja de usar un resorte de este tipo es que proporciona un aumento suave del arrastre a la rotación sin producir el ruido que resulta de las paradas repentinas y que puede perjudicar el funcionamiento de instrumentos acústicos sensibles.

Mientras el vehículo está en reposo en agua quieta, la correa es preferiblemente generalmente vertical y está unida a la carrocería de modo que el eje de la carrocería esté en un ángulo de cero a 30°, preferiblemente 3-10°, con respecto a la horizontal. El eje de cuerda de la aleta en la posición de reposo es preferiblemente generalmente horizontal.

Cuando la tensión de la línea es liberada por el flotador que se mueve hacia abajo, el nadador se moverá hacia abajo y la presión del fluido en el ala hará que gire a una posición de deslizamiento, mientras que el resorte resiste esta rotación. La fuerza del resorte y la fuerza de sustentación están equilibradas de tal manera que el ángulo del ala en la posición de deslizamiento es similar al eje longitudinal del cuerpo y, por lo tanto, proporciona un arrastre mínimo. Cuando la tensión de la línea aumenta cuando el flotador se mueve hacia arriba, el nadador se moverá hacia arriba y la presión del fluido en el ala hará que gire a una posición de cometa, mientras que el resorte resiste esta rotación. La fuerza del resorte y la fuerza de sustentación se equilibran de tal manera que el ala opera en un ángulo de ataque eficiente durante el movimiento

de la cometa para producir un empuje hacia adelante.

Un ejemplo de una forma de ala eficiente para el deslizamiento tiene una alta proporción de aspecto (envergadura/cuerda), una forma de planta elíptica y una forma de perfil aerodinámico delgado. Una aleta con una cuerda relativamente corta permite rotaciones rápidas entre el ángulo de deslizamiento y el ángulo de la cometa para que la aleta pueda lograr un ángulo de ataque óptimo para cada fase con una pérdida mínima de movimiento.

En la Figura 27 se muestra una sola aleta. Múltiples aletas son igualmente posibles, con cada aleta comportándose de manera similar. Además del ala o alas productoras de empuje primario, se pueden proporcionar alas de cola más pequeñas o alas canard delanteras para mayor estabilidad.

Control del ángulo de deslizamiento:

El ángulo de deslizamiento óptimo variará dependiendo del estado del mar. Si el viento o las corrientes superficiales tiran del flotador hacia atrás, es posible que se necesite un ángulo de deslizamiento pronunciado para lograr el movimiento hacia adelante. Por el contrario, si los vientos y las corrientes son favorables, un ángulo de deslizamiento poco profundo puede aumentar la distancia recorrida en cada ciclo de deslizamiento.

El control activo se puede aplicar al ángulo de un ala de cola o ala canard para controlar el ángulo de deslizamiento. Alternativamente, o además, el centro de gravedad se puede ajustar a lo largo del eje del cuerpo moviendo una masa interna. Por ejemplo, un accionamiento de tornillo de avance puede mover el paquete de baterías hacia adelante o hacia atrás para ajustar el centro de gravedad. Alternativa o adicionalmente, la fijación de la correa se puede ajustar para afectar el ángulo del cuerpo.

En realizaciones preferidas, el vehículo está equipado con sistemas de control y dirección que le permiten controlarse de forma remota de una manera deseada, por ejemplo, para moverse en un patrón cerrado alrededor de una ubicación fija deseada, y/o seguir una ruta deseada entre dos ubicaciones, que pueden estar a muchas millas de distancia, y/o atravesar lentamente hacia adelante y hacia atrás sobre un área del océano para recopilar una amplia variedad de datos.

Si el flotador también se mueve por otras fuerzas (por ejemplo, por el viento, las corrientes de agua o un sistema de propulsión convencional), el movimiento del nadador modifica (por ejemplo, acelera o desacelera y/o cambia la dirección de) el movimiento del flotador.

Los diferentes sistemas de aletas que interactúan con el agua de la manera deseada incluyen, de modo no taxativo, los diversos tipos descritos en este documento. Un sistema de aletas particular puede hacer uso de combinaciones de dos o más de estos tipos, excepto cuando son incompatibles entre sí; y un vehículo acuático puede comprender dos o más sistemas de aletas del mismo o diferentes tipos o combinaciones de tipos. Cuando se hace referencia a continuación a una "aleta generalmente laminar", esto incluye la posibilidad de que el grosor de la aleta cambie, regular o irregularmente, en la dirección transversal o en la dirección alineada, o ambas, y la posibilidad de que partes de la aleta se extiendan hacia afuera desde su forma generalmente laminar. Por ejemplo, al menos parte de una aleta puede tener una sección transversal aerodinámica, es decir, una sección transversal tal que la aleta produzca sustentación y arrastre a medida que interactúa con el agua portadora de olas. Donde se hace referencia a continuación a una aleta generalmente laminar que "se encuentra en un plano generalmente horizontal", esto incluye la posibilidad de que el plano principal de la aleta se encuentre en un plano inclinado con respecto a la horizontal en un ángulo que permita el funcionamiento efectivo de la aleta, por ejemplo, en un ángulo que no sea superior a 45°, preferentemente no superior a 20°, con respecto a la horizontal.

En algunas realizaciones de la invención, parte o todo el sistema de aletas tiene una primera configuración cuando el vehículo está en agua quieta; se convierte de la primera configuración en una segunda configuración cuando el nadador es arrastrado hacia arriba por la correa como resultado de que una cresta ondulada levanta el flotador hacia arriba; y se convierte de la segunda configuración en una tercera configuración cuando el nadador se hunde hacia abajo como resultado de un canal de olas que permite que el flotador descienda. La tercera configuración generalmente será diferente de la primera configuración, pero la invención incluye la posibilidad de que sea la misma que la primera configuración. Cuando el sistema de aletas se convierte de la segunda configuración a la tercera configuración, puede, pero no necesita, pasar a través de la primera configuración como un estado transitorio. El sistema de aletas puede comprender, por ejemplo, una o más aletas que comprenden partes generalmente laminares que se deforman elásticamente entre las diferentes configuraciones. Alternativa o adicionalmente, el sistema de aletas puede comprender, por ejemplo, uno o más componentes elásticamente deformables, que cambian de forma entre las diferentes configuraciones y, por lo tanto, controlan, o ayudan a controlar, el movimiento de la aleta o aletas que comprenden porciones generalmente laminares. El componente elásticamente deformable puede controlar, o ayudar a controlar, el movimiento de una aleta en una sola dirección (por ejemplo, un resorte) o en dos o más direcciones, por ejemplo, tanto en la dirección hacia arriba como hacia abajo (por ejemplo, una barra de torsión).

Se pueden incluir tope límite para evitar el movimiento no deseado de una aleta, por ejemplo, para evitar la flexión excesiva de una aleta flexible. El tope puede ser un tope rígido, un tope elástico, por ejemplo, un resorte, que incluye un resorte de tasa creciente

El sistema de aletas comprende al menos dos aletas, cada una de las cuales tiene las siguientes características:

(a) comprende una parte delantera que es relativamente rígida y una parte trasera que es relativamente flexible.  
El sistema de aletas también puede tener una o más de las siguientes características:

(b) comprende una porción delantera que es relativa y elásticamente deformable, una porción central que es relativamente rígida y una porción trasera que es relativa y elásticamente deformable.

(c) Tiene una forma similar a la forma de la cola de un pez o una ballena.

(d) En la primera configuración, generalmente es plana en un plano generalmente horizontal.

(e) En la segunda configuración, generalmente es laminar y se curva hacia abajo, la segunda configuración es el resultado de flexionar y/o girar la aleta alrededor de un eje que se encuentra en un plano que generalmente es ortogonal a la correa y generalmente en ángulo recto con el eje longitudinal del nadador.

(f) Cuando el nadador se hunde hacia abajo como resultado de una depresión de onda que hace que el flotador caiga, el sistema de aletas cambia de la segunda configuración a la tercera configuración, siendo la tercera configuración generalmente laminar y curvada hacia arriba.

Otras características opcionales del sistema de aletas incluyen:

(1) Comprende una pluralidad de aletas, que pueden ser iguales o diferentes, y que pueden estar alineadas en el mismo plano horizontal, o que pueden estar en dos o más planos diferentes.

(2) Comprende una pluralidad de aletas que están montadas en un marco, por ejemplo, una pluralidad de aletas montadas a ambos lados de una columna vertebral alineada axialmente, o una pluralidad de aletas montadas entre rieles laterales alineados.

(3) Comprende un par de aletas, las aletas

(i) extendiéndose desde lados opuestos del cuerpo del nadador,

(ii) estando aseguradas al cuerpo del nadador para que puedan moverse entre la primera y la segunda configuración, la posición de las aletas en la segunda configuración se extiende hacia arriba con respecto a la posición de las aletas en la primera configuración, y

(iv) siendo desviadas por un resorte u otro medio de recuperación elástico hacia la primera configuración y lejos de la segunda configuración.

(4) El sistema de aletas comprende un par de aletas y la correa comprende una sección en forma de V invertida que tiene dos patas, cada pata está asegurada a una de las aletas; y

(5) Comprende una aleta caudal.

En el primer ejemplo no reivindicado, el sistema de aletas comprende opcionalmente al menos un miembro adicional cuya forma es fija y es tal que el miembro adicional genera directa o indirectamente las fuerzas horizontales deseadas a medida que el nadador se mueve por el movimiento del flotador. En una realización del segundo aspecto de la invención, dichos miembros son el único medio para generar las fuerzas deseadas.

La cantidad óptima de flexibilidad para una aleta flexible dependerá de muchas características del diseño y de las características de onda previstas. Si la aleta es demasiado flexible, entonces la curvatura durante el movimiento de gran amplitud puede ser tan grande que la porción posterior de la aleta puede flexionarse para ser paralela a la dirección del movimiento y, por lo tanto, generar poco empuje. Si la aleta es demasiado rígida, entonces la aleta no se flexionará con ninguna inflexión y las entradas de pequeña amplitud no generarán empuje de manera eficiente. Los expertos en la técnica no tendrán dificultades, teniendo en cuenta su propio conocimiento y la información contenida en esta memoria descriptiva, para determinar una cantidad adecuada de flexibilidad.

El sistema de aletas a menudo incluye un componente rígido que está asegurado, preferiblemente posicionado por encima, del cuerpo del nadador. El componente rígido puede tener, por ejemplo, una o más de las siguientes características:

(i) Está rígidamente fijado a la parte del cuerpo.

(ii) Se coloca por encima de la parte del cuerpo y se asegura un amarre unitario, o una pata de un amarre que tiene una configuración en Y invertida.

(iii) Al menos un sistema de aletas está asegurado al mismo. Cuando hay más de un sistema de aletas, los sistemas se pueden montar uno encima del otro y/o uno al lado del otro.

(iv) Es el primer componente de un sistema de soporte que también comprende un segundo componente rígido. El primer componente se coloca encima de, y se asegura directamente a, la porción de cuerpo en un plano generalmente vertical y el segundo componente se asegura directamente al primer componente y tiene uno o más sistemas de aletas asegurados a este. El segundo componente se asegura opcionalmente al primer componente de modo que pueda girar con respecto al primer componente en un plano generalmente vertical, y la rotación puede verse influenciada opcionalmente por un miembro elásticamente recuperable, por ejemplo, un resorte o una barra de torsión. Al menos parte de la correa se asegura opcionalmente al segundo componente de modo que la tracción hacia arriba de la correa distorsione el miembro elásticamente recuperable. La extensión de la rotación está opcionalmente limitada por un miembro inextensible.

Vehículos acuáticos con aletas pectorales

En algunos ejemplos no reivindicados, una aleta generalmente plana o un par de aletas generalmente planas experimentan deformación elástica en la dirección transversal (y también pueden experimentar deformación elástica en la dirección alineada). En algunos casos, dichas aletas pueden moverse verticalmente sin un movimiento vertical sustancial del cuerpo del nadador. Aleatean de manera similar a las aletas pectorales de un pez o las alas de un pájaro. Preferentemente, la aleta o aletas pectorales giran alrededor de un eje longitudinal alineado axialmente. Opcionalmente, las superficies de aleta pectoral también pueden girar y/o flexionarse con respecto al plano horizontal o con respecto a un plano que interseca el eje longitudinal y un eje a través del larguero de ala.

Las aletas pectorales de este tipo son preferentemente accionadas directamente por la correa, reduciendo así el movimiento del cuerpo del nadador. En algunos casos, esto los hace muy adecuados para grandes nadadores o para aplicaciones donde el cuerpo del nadador debe mantenerse relativamente estable.

Al unir las patas de la correa a diferentes puntos a lo largo de la longitud de las aletas pectorales, se puede ajustar la cantidad de movimiento de la aleta en relación con la cantidad de movimiento de la línea.

Las aletas pectorales pueden tener, por ejemplo, una estructura esquelética interna hecha de un material menos flexible, opcionalmente sustancialmente rígido, con alta arrastre a la fatiga, tal como acero templado o compuesto de fibra de carbono. La estructura esquelética puede incluir un larguero frontal que hace que el borde de ataque sea relativamente rígido. La flexión primaria de la estructura esquelética se produce en la flexión vertical del larguero delantero cerca de la unión al cuerpo. La rigidez del larguero delantero puede aumentar hacia las partes externas para evitar que las puntas de las alas se caigan. El borde de salida del ala puede, por ejemplo, estar compuesto solo por el material de la camisa de elastómero y ser relativamente flexible.

La correa se une preferentemente a las alas pectorales en dos puntos, uno en cada ala. La estructura del ala es preferentemente tal que cuando la correa no está bajo tensión, la aleta se flexiona hacia abajo; y cuando el vehículo está en agua quieta, las aletas se flexionan a una posición relativamente plana. El aumento de la tensión de la línea hará que las alas se flexionen hacia arriba. Los puntos de unión de la línea son preferiblemente hacia el borde frontal de las alas pectorales. El centro de gravedad (COG) está preferiblemente debajo del punto de unión de la línea para que el cuerpo del nadador esté horizontal en aguas tranquilas. Si hay más área de aleta detrás del accesorio de línea, el movimiento hacia arriba hará que el nadador levante la nariz. Si hay más área de aleta detrás del ENGRANAJE, el movimiento hacia abajo hará que el nadador lance la nariz hacia abajo. Opcionalmente, un timón dirige al nadador. Las características opcionales de los dispositivos que tienen alas pectorales pueden incluir:

- (a) Un cuerpo exterior liso que no tiene ningún mecanismo expuesto y es resistente a las incrustaciones.
- (b) Flexión distribuida en un área grande para que la fatiga en puntos específicos se pueda minimizar para una larga vida útil.
- (c) Una forma general aerodinámica que permite una mayor velocidad.
- (d) Los aumentos repentinos en la tensión de la correa se transmiten inmediatamente a las aletas para que la inercia del vehículo no impida la conversión en empuje.
- (e) Las puntas de las aletas se extienden más allá de los puntos de unión de la línea y el larguero del ala es relativamente rígido en esta región, de modo que las puntas de las aletas se mueven a través de una amplitud mayor que la correa. Esto ayuda a generar grandes cantidades de empuje a partir de pequeñas cantidades de movimiento de la correa.

Componentes adicionales.

Los componentes adicionales que pueden formar parte del vehículo acuático incluyen, entre otros, los descritos en los párrafos 1-14 a continuación. Algunos componentes, por ejemplo, el equipo de control electrónico, pueden formar parte del flotador o del nadador, o de ambos. Los artículos voluminosos o masivos, por ejemplo, baterías y equipos que funcionan mejor con movimiento limitado y/o cuando están protegidos del viento y el ruido, como equipos de imágenes o mapeo, hidrófonos y equipos de sonar, son preferiblemente parte del nadador. Otros componentes, por ejemplo, medios de captación solar, antena de radio y navegación, balizas y sensores meteorológicos son preferentemente parte del flotador.

- (1) Equipos de comunicaciones para enviar y/o recibir datos, por ejemplo, señales de radio digitales o analógicas, por ejemplo, equipos de comunicaciones para
  - (i) enviar señales que reflejen los datos recopilados por un dispositivo de monitoreo o detección que forme parte del vehículo;
  - (ii) recibir señales, por ejemplo, comandos, desde una estación base (por ejemplo, un barco o una estación terrestre) o desde dispositivos de navegación, por ejemplo, equipos de navegación por satélite, como un satélite de posicionamiento global (GPS), o boyas de sonar o radio,
  - (iii) enviar señales a una estación receptora, por ejemplo, a través de un satélite,
  - (iv) enviar señales que estén influenciadas por la ubicación del vehículo.
- (2) Equipo de grabación para grabar señales, por ejemplo, señales digitales o analógicas, por ejemplo, señales que son
  - (i) influenciadas por señales de un sistema de navegación por satélite, por ejemplo, GPS;
  - (ii) enviadas desde el vehículo a una estación receptora, por ejemplo, a través de un satélite;
  - (iii) influenciadas por la ubicación del vehículo; o

- (iv) influenciadas por un sensor que forma parte del vehículo, por ejemplo, un hidrófono conectado al nadador;
- (3) Electrónica de control para controlar los equipos que forman parte del vehículo.
- (4) Medios de dirección, por ejemplo, un timón que forma parte del flotador y/o un timón que forma parte del nadador, siendo los medios de dirección, por ejemplo, un timón fijo en el flotador (por ejemplo, para mantener el centro de arrastre detrás del punto en el que la correa está unida al flotador), y/o un timón u otros medios de dirección que están unidos al nadador y que incluyen un accionador de timón que responde a las señales generadas dentro del vehículo, por ejemplo, de una brújula magnética o un giroscopio, y/o recibidas por el equipo de comunicaciones que forma parte del vehículo.
- 5 (5) Fuentes de energía eléctrica, por ejemplo, baterías o pilas de combustible, preferiblemente fuentes de energía que se puedan recargar, por ejemplo, mediante la salida de células solares montadas en el flotador. Las baterías, debido a que son pesadas, se colocan preferiblemente dentro del cuerpo del contenedor del nadador. Puede haber, por ejemplo, de 10 cuatro a diez baterías de plomo-ácido de 6 voltios.
- (6) Medios para utilizar energía solar, por ejemplo, paneles solares o células solares montadas en el flotador.
- (7) Un sensor, este término se utiliza para denotar cualquier dispositivo que informe o responda a un cambio en cualquier condición observable. Por lo tanto, el sensor puede ser cualquiera de una gran variedad de dispositivos científicos o de 15 vigilancia, por ejemplo, una brújula, un giroscopio, un sensor de temperatura, un sensor de presión, un sensor de cualquier tipo de radiación electromagnética, por ejemplo, luz visible, ultravioleta o infrarroja, un sensor químico, por ejemplo, un sensor de salinidad, un magnetómetro, un sensor biológico, un sensor geológico, un sensor de corriente de agua, un sensor de profundidad, un velocímetro, un equipo para obtener imágenes del fondo marino, un sensor del clima u otros cambios climáticos, por ejemplo, velocidad del viento, lluvia o presión barométrica, o un hidrófono (por ejemplo, un 20 hidrófono para monitorear los sonidos emitidos por las ballenas u otra vida acuática). En algunos ejemplos no reivindicados, debido a que los vehículos de la invención no necesitan incluir componentes de propulsión convencionales u otros componentes ruidosos, proporcionan excelentes plataformas para dispositivos sensibles al ruido y no tienen ningún efecto adverso sobre los dispositivos sensibles al ruido transportados por otros equipos, por ejemplo, otros vehículos acuáticos.
- (8) Medios auxiliares de propulsión, por ejemplo, un propulsor accionado por motor.
- (9) Medios auxiliares de control de actitud, por ejemplo, solapas.
- (10) Medios para alterar reversiblemente la flotabilidad del flotador. Tales medios incluyen, por ejemplo, cámaras que pueden inflarse con aire para aumentar la flotabilidad y desinflarse para reducir la flotabilidad, y/o cámaras que pueden 25 llenarse con agua para disminuir la flotabilidad y evacuarse para aumentar la flotabilidad. De esta manera, el flotador se puede mantener a un nivel deseado en el agua (incluso sumergido). La reducción de la flotabilidad es valiosa, por ejemplo, cuando las condiciones climáticas adversas pueden poner en peligro el vehículo, especialmente si el vehículo es relativamente pequeño. Dichas cámaras pueden comprender, por ejemplo, válvulas, por ejemplo, válvulas unidireccionales, que son controladas por computadoras que responden a la entrada de sensores en el propio vehículo o de señales de radio. La energía necesaria para inflar y/o evacuar dichas cámaras puede derivarse directamente de las 30 olas que golpean el flotador, y/o de la energía de las olas generada por el movimiento relativo del flotador y el nadador, y/o de la energía eléctrica almacenada. Por ejemplo, una cámara puede comprender una porción flexible que actuará como una bomba cuando sea golpeada por las olas, y que llenará o vaciará la cámara, dependiendo de la posición de las válvulas. Alternativa o adicionalmente, el flotador puede comprender una o más cámaras con una o más entradas a través de las cuales el agua puede entrar cuando las olas son altas, pero no cuando las olas son bajas, y una o más salidas desde las cuales el agua puede drenar cuando las olas son bajas.
- (11) Equipo para la recolección de muestras, por ejemplo, muestras de agua, aire, organismos acuáticos, animales marinos, vegetales o minerales.
- (12) Equipo para utilizar energía eólica, por ejemplo, para recargar baterías.
- (13) Equipo eléctrico auxiliar, por ejemplo, luces, balizas o un motor que acciona una hélice.
- 45 (14) Medios para convertir parte o la totalidad del movimiento del nadador en energía eléctrica.
- En algunos ejemplos no reivindicados, es posible operar simultáneamente componentes de superficie, por ejemplo, células solares y/o radio, y un componente sumergido, de modo que la transmisión de datos puede ser "en tiempo real". También es posible planificar fases alternas de recopilación y transmisión de datos.
- 50 Dirigir el vehículo a lo largo de una ruta deseada
- En algunos usos de la invención, el vehículo se dirige a lo largo de una ruta geográfica deseada con la ayuda de una computadora conectada al flotador o al nadador. El ordenador se usa, por ejemplo,
- 55 (a) para procesar (i) la entrada de una brújula magnética o giroscopio (preferiblemente conectado al nadador), (ii) la entrada de un sistema de navegación por satélite, por ejemplo, GPS (preferiblemente conectado al flotador), y (iii) coordenadas geográficas preprogramadas en el ordenador y/o entrada al ordenador por comandos de radio; y
- (b) emitir comandos a (i) un sistema de control de timón que controla un timón o timones en uno o ambos del flotador y el nadador, preferiblemente en el nadador, y (ii), si el vehículo tiene medios auxiliares de control o propulsión, a esos medios.
- 60 La entrada al ordenador puede incluir datos disponibles de otras fuentes, por ejemplo, para tener en cuenta los vientos y las corrientes.
- En otros usos de la invención, el vehículo se dirige a lo largo de una trayectoria que se determina mediante el uso de un ordenador conectado al flotador o al nadador, o ambos, el ordenador se utiliza para
- 65 (a) entrada de proceso desde un sensor conectado al propio vehículo, o desde una red de vehículos, uno o más de los cuales son vehículos de la invención, y

(b) emitir comandos a (i) un sistema de control de timón que controla un timón o timones en uno o ambos del flotador y el nadador, preferiblemente en el nadador, y (ii), si el vehículo dispone de medios auxiliares de control o propulsión, a dichos medios. De esta manera, por ejemplo, un hidrófono, magnetómetro u otro sensor en el vehículo podría identificar la presencia de un objeto en o sobre el agua o en el lecho marino, por ejemplo, un barco u otro objeto flotante o sumergido, o una ballena u otra criatura marina, y el vehículo podría ser dirigido a seguir un camino relacionado con ese objeto, por ejemplo, para rastrear el movimiento o la presencia de ese objeto.

El funcionamiento del vehículo puede controlarse mediante señales enviadas desde una estación de control remoto y/o mediante señales generadas por el propio vehículo, opcionalmente junto con una o más estructuras de comando preprogramadas que forman parte del propio vehículo.

Una forma de mantener el vehículo cerca de un punto fijo ("mantenimiento de la estación") es dirigir el vehículo hacia el punto fijo a intervalos regulares, por ejemplo, de 1-10 minutos. Si el vehículo ha sobrepasado el punto fijo, gira al final del intervalo. Las vueltas sucesivas son preferentemente en el sentido de las agujas del reloj y en sentido contrario a las agujas del reloj, para reducir el riesgo de torsión de la correa, y cada una de las vueltas es preferentemente tan pequeña como sea consistente con la evitación de torsión de la correa. Otra forma es dirigir el vehículo a lo largo de una trayectoria generalmente en forma de ocho, siendo el centro de la trayectoria el punto fijo, y con el eje vertical de la trayectoria alineado con cualquier corriente oceánica. El vehículo sigue una línea recta entre cada uno de los giros, y de nuevo los giros sucesivos son en sentido horario y antihorario; y, si el tiempo pasado fuera de una zona definida por las secciones rectas de la trayectoria es importante, cada uno de los giros es preferiblemente tan pequeño como sea consistente con la evitación de torcer la correa.

En muchas aplicaciones, no es necesario controlar la velocidad del vehículo. Sin embargo, si se desea dicho control, puede proporcionarse, por ejemplo, mediante medidas tales como controlar el ángulo de ataque de las aletas, permitir que las aletas se desvanezcan y mantener las aletas rígidas, para disminuir su eficiencia cuando se desea menos empuje. Si hay aletas a cada lado del cuerpo del nadador, estas medidas también se pueden usar para dirigir al nadador.

#### Almacenamiento e implementación

Con el fin de hacer que el nadador sea más fácil de almacenar y transportar, el punto de unión entre la aleta y el cuerpo del nadador puede incluir una articulación de pivote que permite que el nadador se almacene con el eje de la aleta paralelo al eje del cuerpo, por ejemplo, en un bote, pero permite que la aleta gire 90° en su posición de funcionamiento. Esta junta puede estar suspendida y equipada con un retén o similar, de modo que después de que la aleta pueda bloquearse en la posición de funcionamiento.

#### Los Dibujos.

La Figura 1 muestra un flotador 11 conectado a un nadador 21 mediante una correa 31. El flotador comprende un cuerpo 111 en el que se montan los paneles solares 112, el receptor GPS 113, las antenas 114 y la caja electrónica 115. Un timón 116 está asegurado a la parte posterior del flotador. La correa 31, que tiene una forma de Y invertida con la parte inferior de las patas y 311 y 312, conecta el flotador y el nadador. El nadador comprende un cuerpo 211 que tiene un cono de nariz 212. Montados en el exterior del cuerpo 211 se encuentran los sistemas de aletas 213 y 214. Encerrados dentro del cuerpo 211 hay un paso eléctrico 215 para la pata 311 de la correa, las baterías 216, la electrónica de control 217, el servomecanismo del timón 218 y el paso de la varilla del timón 219. Un timón 222 está montado en la parte trasera del cuerpo del nadador y está controlado por la varilla de accionamiento del timón 221.

Las Figuras 2 y 3 son secciones transversales de aletas que se pueden utilizar en la presente invención. Cada uno comprende un larguero frontal rígido 2131, que puede estar compuesto, por ejemplo, de un compuesto sándwich de chapa metálica y/o tener un núcleo de acero, una sección de chapa central relativamente inflexible 2134, que puede estar compuesta, por ejemplo, de metal y/o fibra de vidrio, y una sección de chapa trasera relativamente flexible 2135. En la Figura 3, hay además una sección de lámina anterior relativamente flexible 2133, y la lámina posterior flexible es integral con una camisa exterior flexible 2136. Las diversas secciones se pueden unir o mantener juntas con sujetadores tales como remaches 2132.

La Figura 4 es una sección transversal de una correa 31 que comprende un miembro de tracción 311, seis pares trenzados de conductores eléctricos aislados 314 y una camisa polimérica aerodinámica 315.

La Figura 5 es un diagrama de bloques de un sistema de control para dirigir el vehículo a lo largo de una trayectoria deseada. Se pueden utilizar otros sistemas de control.

La Figura 6 muestra una trayectoria generalmente en forma de ocho seguida repetidamente por un vehículo para mantenerlo dentro de una zona objetivo alrededor de un punto fijo 2 (excepto cuando está girando fuera de la zona). El eje de la trayectoria está alineado con la corriente oceánica. El vehículo sigue un camino recto entre los puntos 1 y 3, pasando por el punto 2. En el punto 3, los sistemas de control del vehículo observan que el vehículo ha alcanzado el perímetro de la zona objetivo y accionan un timón para que el vehículo gire en sentido contrario a las agujas del reloj entre los puntos 3 y 4. Luego, el vehículo sigue un camino recto entre los puntos 4 y 5, pasando nuevamente por el punto 2. En

el punto 5, los sistemas de control accionan el timón para que el vehículo gire en el sentido de las agujas del reloj entre los puntos 5 y 1. Si el vehículo se mueve por el viento y/o la corriente además de la energía de las olas, es posible que se necesiten medios de propulsión auxiliares para mantener el vehículo dentro de la zona objetivo.

5 La Figura 7 es una vista en perspectiva de un ejemplo que no corresponde a la invención de un nadador 21 y una correa 31. Dos sistemas de aletas sustancialmente idénticos, cada uno de los cuales comprende un poste vertical rígido 226 y una aleta 213, están asegurados al cuerpo del nadador 211. Las patas de sujeción 311 y 312 están unidas a las partes superiores de los postes 226. Cada aleta comprende un larguero delantero relativamente rígido 2131 y una sección trasera relativamente flexible 2135 conformada de modo que la aleta pueda operar sin golpear el cuerpo del nadador; la aleta incluye opcionalmente una o más secciones intermedias (no mostradas) que tienen una flexibilidad relativamente mayor o menor. Una estructura de bisagra 2262 está atornillada a cada larguero delantero 2131 y gira alrededor de ejes de pivote asegurados a los postes 226. Cada una de las cuatro barras de torsión 2263 se fija en un extremo a uno de los postes verticales y en el otro extremo a un larguero delantero como una ubicación seleccionada para proporcionar un grado deseado de control sobre la rotación del larguero delantero. Cada aleta puede tener, por ejemplo, una sección transversal generalmente como se muestra en la Figura 2 o la Figura 3. Las aletas verticales rígidas 222 y 223 están aseguradas a los extremos trasero y delantero, respectivamente, del cuerpo del nadador. La aleta 223 es fija. La aleta 222 se puede controlar para que gire alrededor de un eje vertical.

20 La Figura 8 muestra cómo cambia la forma de las aletas en la Figura 7 a medida que el nadador es arrastrado hacia arriba y hacia abajo por el movimiento de las olas.

La Figura 9 es una vista en perspectiva de un nadador 21 y una correa 31 de acuerdo con la invención, y la Figura 10 es una vista en perspectiva ampliada de parte de la Figura 9. Dos sistemas de aletas sustancialmente idénticos, cada uno de los cuales comprende un poste vertical rígido 226 y una aleta 213, están asegurados al cuerpo del nadador 211. Cada aleta comprende un larguero delantero relativamente rígido 2131 y una sección trasera relativamente flexible 2135 conformada de modo que la aleta pueda operar sin golpear el cuerpo del nadador; la aleta incluye opcionalmente una o más secciones intermedias (no mostradas) que tienen una flexibilidad relativamente mayor o menor. Una barra de bisagra 2262 está atornillada a cada larguero delantero 2131. Las barras 2265 están aseguradas a las barras de bisagra 2262. Un extremo de cada barra 2265 está asegurado de forma giratoria a un eje de pivote en la parte superior de uno de los postes 226, y el otro extremo está asegurado de forma giratoria a la barra longitudinal 2266 que une las barras 2265 unidas a los postes respectivos. Los resortes 2267 están asegurados al cuerpo del nadador y a la barra 2266. La correa 31 está asegurada a la barra longitudinal 2266. Las aletas verticales rígidas 222 y 223 están aseguradas a los extremos trasero y delantero, respectivamente, del cuerpo del nadador. La aleta 223 es fija. La aleta 222 se puede controlar para que gire alrededor de un eje vertical. En una realización similar (no se muestra), los resortes están unidos de forma giratoria a las barras 2265 en lugar de la barra 2266.

Las Figuras 11AA 11D muestran cómo la forma de las aletas en la Figura 9 cambia a medida que el nadador es arrastrado hacia arriba y hacia abajo por el movimiento de las olas. En la Figura 11A, se tira del nadador hacia arriba; la tensión de la correa aumenta y tira de la barra 2266 hacia arriba, estirando los resortes 2267; los bordes delanteros de las aletas giran hacia abajo, y las secciones traseras de las aletas se curvan hacia arriba, produciendo un empuje desde las superficies inferiores de las aletas; y el cuerpo del nadador se mueve hacia arriba. En la Figura 11B, la tensión de la correa permanece alta; después de que la rotación del borde de ataque de la aleta alcanza su límite mecánico, y las secciones posteriores de las aletas se curvan hacia abajo, produciendo un empuje desde la superficie superior de la aleta; el nadador continúa subiendo. En la Figura 11C, la tensión de la correa ha disminuido; los resortes 2267 tiran de la barra 2266 hacia abajo; las secciones principales de las aletas giran hacia arriba, y las secciones posteriores de las aletas se curvan hacia abajo, produciendo un empuje desde las superficies superiores de las aletas; y el nadador se mueve hacia abajo. En la Figura 11D, la tensión de la correa permanece baja; las secciones delanteras de las aletas permanecen giradas hacia arriba, y las secciones traseras de las aletas se curvan hacia arriba, produciendo un empuje desde las superficies inferiores de las aletas; y el nadador continúa moviéndose hacia abajo.

Las Figuras 12-21 muestran el nadador de diferentes vehículos acuáticos no correspondientes a la invención. En cada uno, un nadador 21 tiene un centro de gravedad 230 y comprende un cuerpo de nadador 211, un cono de nariz 212 y un timón 222. Asegurado al cuerpo del nadador hay un sistema de aletas que comprende postes verticales 226 y una o más aletas, cada aleta comprende dos o más de la sección interna flexible 2133, la sección rígida 2134 y la sección externa flexible 2135.

En las Figuras 12-16, hay un solo poste y una correa 31 está asegurada a la parte superior del poste. En las Figuras 12-14, el borde delantero de una sola aleta está fijado a una posición intermedia en el poste. En las Figuras 15 y 16, el borde delantero de una sola aleta está asegurado de forma giratoria alrededor del punto de pivote 2261 en una posición intermedia en el poste. En la Figura 16, el tope 2268 limita la rotación del borde de ataque de la aleta.

En la Figura 17, hay un solo poste que tiene una barra 2265 asegurada de forma giratoria a su parte superior. El borde delantero de la aleta está asegurado a un extremo de la barra 2265, y el amarre 31 está asegurado al otro extremo de la barra 2265. La rotación de la barra 2265 está controlada por el resorte 2267 asegurado al poste y a la barra. La Figura 18 es similar a la Figura 17, excepto que hay tres barras 2265 con aletas unidas, la correa 31 está asegurada a la barra superior y una línea asegurada a la parte superior de las tres barras y al cuerpo del nadador incluye el resorte 2267. La

Figura 19 es algo similar a la Figura 18, excepto que las tres barras 2265 con aletas unidas están dispuestas horizontalmente y cada una tiene un extremo asegurado de forma giratoria a una barra horizontal inferior unida a dos postes verticales 226 y el otro extremo asegurado de forma giratoria a una barra horizontal superior a 266. La rotación de las barras 2265 está controlada por el resorte 2267 que está asegurado a la barra horizontal superior y al cuerpo del nadador.

En las Figuras 20 y 21, hay un solo poste que tiene una barra 2265 asegurada de forma giratoria a su parte superior. El borde delantero de la aleta está asegurado a un extremo de la barra 2265. Las patas inferiores 311 y 312 del amarre 31 están aseguradas a los extremos de la barra 2265, y la pata 312 incluye el resorte 2267. La rotación de la barra 2265 está limitada por la línea flexible 2268. La aleta estabilizadora horizontal fija 225 está asegurada al extremo posterior del cuerpo del nadador.

Las Figuras 22A-22C muestran las diferentes configuraciones de un nadador que no corresponde a la presente invención que comprende un cuerpo de nadador 21 que tiene una sección trasera rígida 214 que tiene un estabilizador fijo horizontal 225 asegurado a la misma; una sección central 228 que puede deformarse elásticamente en el plano vertical pero no deformarse sustancialmente en el plano horizontal; y una sección delantera rígida 212 a la que se asegura una aleta rígida 213. Una correa 31 está asegurada a la sección frontal 212. En la Figura 22A, el nadador está en aguas tranquilas. En la Figura 22B, el nadador está siendo jalado hacia arriba. En la Figura 22C, la tensión de la correa ha disminuido y el peso del nadador está por delante del centro de elevación, lo que hace que la sección frontal se incline hacia abajo.

La Figura 23 muestra un nadador que no corresponde a la presente invención que funciona de manera similar al nadador que se muestra en la Figura 22. La aleta rígida 213 gira con respecto al cuerpo rígido del nadador 211, y la correa está unida a la parte superior de un poste 226 que gira con respecto a la aleta y al cuerpo del nadador, y que lleva un peso estabilizador 226 en su extremo inferior.

Las Figuras 24 y 25 muestran nadadores que no corresponden a la presente invención en los que el sistema de aletas comprende dos aletas 233 que giran alrededor de un eje alineado y están conectadas, en puntos fuera del cuerpo del nadador, a las patas inferiores transversales 315 y 316 de la correa 31. El nadador que se muestra en la Figura 24 también comprende aletas verticales fijas rígidas 223 en el extremo delantero del cuerpo del nadador.

Las Figuras 26A, 26B y 26C son vistas superior, lateral y frontal del nadador de un vehículo acuático que no corresponde a la presente invención, y la Figura 26D es una vista ampliada de la parte frontal de la Figura 26B. Las Figuras muestran una correa 31; un cuerpo de nadador 211 que tiene un cono de nariz 212, un timón 222 y un ENGRANAJE 230; y un sistema de aletas que comprende postes verticales 226, barra horizontal 2265 y una pluralidad de aletas idénticas. Cada aleta está unida de forma giratoria a la barra 2265 en un punto de pivote 2261 y también está asegurada a la barra 2265 por resortes 2267 que controlan la rotación de la aleta. Cada aleta comprende un borde de ataque sustancialmente rígido 2131, una sección central relativamente inflexible 2134 y una sección posterior relativamente flexible 2135. En realizaciones similares, el número de aletas podría, por ejemplo, ser de 3 a 8, por ejemplo, 5, y la barra 2265 y los resortes 2267 podrían configurarse de modo que el movimiento de cada aleta esté controlado por un solo resorte.

Las Figuras 27A-D muestran diferentes actitudes de un nadador que no corresponde a la invención a medida que se mueve a través de diferentes fases de su interacción con el agua. El vehículo comprende un flotador 11, una correa 31 y un nadador 21 que comprende un cuerpo 211 y una aleta que se extiende en ambos lados del cuerpo 211. La aleta gira alrededor de un eje de aleta 2137 que está en ángulo recto con el eje de la correa y en ángulo recto con el eje del cuerpo del nadador 2117. La aleta tiene un eje de cuerda 2138 que es paralelo al eje de la carrocería 2117 cuando el vehículo está en reposo (Figura 27A) y durante la fase de deslizamiento (Figura 27C), y está en ángulo con el eje de la carrocería 2117 durante la fase de cometa (Figura 27D).

De acuerdo con un ejemplo no reivindicado, se proporciona un vehículo acuático impulsado por olas que comprende:

- (1) un flotador,
  - (2) un nadador, y
  - (3) una correa que conecta el flotador y el nadador;
- el flotador, el nadador y la correa son tales que, cuando el vehículo está en agua quieta,
- (i) el flotador está sobre o cerca de la superficie del agua,
  - (ii) el nadador está sumergido debajo del flotador, y
  - (iii) la correa está bajo tensión;
- el nadador que comprende
- (2a) un cuerpo de nadador que tiene un eje longitudinal, y
  - (2b) un sistema de aletas que
    - (a) está asegurado al cuerpo,
    - (b) comprende una aleta, y
    - (c) cuando el vehículo está en aguas con olas,
      - (i) tiene una configuración que cambia como resultado del movimiento de la ola, y
      - (ii) interactúa con el agua para generar fuerzas que tienden a mover al nadador en una dirección horizontal.
- El sistema de aletas tiene las siguientes características:

(A) comprende (i) una aleta que gira alrededor de un eje de rotación, y (ii) un componente elástico que no es parte de la aleta, y que se deforma elásticamente y por lo tanto influye en los cambios en la configuración del sistema de aletas cuando el vehículo está en agua con olas;

5 Opcionalmente, el sistema de aletas tiene una o más de las siguientes características:

(B) comprende una aleta que tiene un borde de ataque que comprende (i) una sección central relativamente rígida que tiene una relación espacial fija con el cuerpo del nadador, y (ii) secciones exteriores relativamente deformables; y

10 (C) comprende dos aletas generalmente laminares, cada una de las cuales gira alrededor de un eje de rotación generalmente alineado con el eje longitudinal del cuerpo del nadador.

Opcionalmente, la correa tiene una o ambas de las siguientes características:

(E) comprende un miembro elásticamente deformable; y

15 (F) comprende un componente que transmite datos y/o energía eléctrica.

Opcionalmente, el cuerpo del nadador tiene una o más de las siguientes características:

(G) tiene una sección delantera sustancialmente rígida, una sección media que es relativamente flexible en el plano vertical y una sección trasera sustancialmente rígida;

20 (H) comprende uno o más componentes seleccionados de equipos eléctricos, equipos de comunicaciones, equipos de grabación, electrónica de control, equipos de dirección y sensores;

(I) comprende una aleta que influye en la orientación del cuerpo del nadador en el plano horizontal cuando el dispositivo está en el agua que contiene agua;

25 (J) comprende una carcasa generalmente tubular y el sistema de aletas comprende aletas que se extienden a cada lado de la carcasa; y

(K) comprende una carcasa generalmente tubular y superficies de aleta verticales respectivamente adyacentes al extremo delantero y al extremo trasero del cuerpo del nadador. En un ejemplo que no corresponde a la invención, el sistema de aletas comprende:

(1) una pluralidad de aletas,

30 (2) una barra rígida que está montada en el cuerpo del nadador, y en la que cada una de las aletas está montada de forma giratoria, y

(3) un componente elástico que no forma parte de una aleta y que se deforma elásticamente y, por lo tanto, influye en los cambios en la configuración del sistema cuando el dispositivo está en agua con olas.

35 Opcionalmente, el sistema de aletas comprende:

(1) una barra rígida que está montada en el cuerpo del nadador,

(2) una aleta generalmente laminar que está montada en la barra rígida, y

40 (3) un componente elástico que está conectado a la aleta y a la barra rígida.

Opcionalmente, el sistema de aletas comprende una aleta generalmente laminar y elásticamente deformable que tiene un borde de ataque que comprende

45 (i) una sección central relativamente rígida que gira alrededor de un eje de rotación generalmente transversal al eje longitudinal del cuerpo del nadador, y

(ii) secciones exteriores relativamente deformables.

Opcionalmente,

50 (1) el flotador comprende un sensor de posición basado en satélites y

(2) el nadador comprende

(a) un sensor horizontal que detecta la dirección en un plano horizontal, y

(b) un accionador de dirección; y

el vehículo comprende además un sistema informático que

55 (a) está vinculado al sensor de posición, al sensor horizontal y al timón,

(b) contiene, o es programable para contener, instrucciones para controlar el accionador de dirección en respuesta a las señales recibidas del sensor de posición y el sensor horizontal, o en respuesta a las señales recibidas de un sensor en el vehículo.

60 Opcionalmente,

el nadador tiene un centro de gravedad, y la correa está unida al nadador de forma sustancialmente vertical por encima del centro de gravedad;

65 el flotador tiene un centro de flotabilidad, y la correa está unida al flotador de manera sustancialmente vertical por debajo del centro de flotabilidad; y

el flotador tiene un centro de arrastre, y la correa está unida al flotador frente al centro de arrastre.

## ES 2 969 947 T3

De acuerdo con un ejemplo no reivindicado, se proporciona un método para utilizar la energía de las olas que comprende colocar un vehículo acuático de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores en una masa de agua que tiene o que se espera que tenga olas de agua que viajan a través de su superficie.

5 De acuerdo con otro ejemplo no reivindicado, se proporciona un método para obtener información que comprende analizar información obtenida de, o registrada por, un vehículo acuático de acuerdo con el primer aspecto de la descripción y/o cualquier característica opcional del mismo.

10 De acuerdo con otro ejemplo no reivindicado, se proporciona un método para controlar una función de un vehículo acuático de acuerdo con el primer aspecto de la descripción y/o cualquier característica opcional del mismo, que comprende enviar señales al vehículo acuático.

REIVINDICACIONES

1. Un vehículo acuático impulsado por olas que se desliza a través de la superficie del agua con olas, que comprende:  
 (1) un flotador (11),  
 5 (2) un nadador (22) que comprende un cuerpo de nadador en el que se monta de forma giratoria una pluralidad de aletas, y  
 (3) una correa (31) que conecta el flotador y el nadador;  
 en donde el flotador, el nadador y la correa están conectados de tal manera que cuando el vehículo está en agua quieta, el flotador está sobre o cerca de la superficie del agua, la correa está bajo tensión y el nadador está sumergido debajo del  
 10 flotador en una orientación sustancialmente horizontal; y cuando el vehículo está en agua con olas, las aletas interactúan con el agua a medida que el nadador se mueve hacia arriba y hacia abajo, generando así fuerzas que impulsan el vehículo hacia adelante a través de la superficie del agua con olas; y  
 en donde el nadador (21) comprende dos o más aletas (213), cada aleta tiene un larguero delantero relativamente rígido (2131) y una sección trasera relativamente flexible (2135); una barra de bisagra (2262), que está atornillada a cada  
 15 larguero delantero (2131) y barras (2265) aseguradas a las barras de bisagra (2262), en donde un extremo de cada barra (2265) está asegurado de forma giratoria a un eje de pivote, y el otro extremo está asegurado de forma giratoria a una barra longitudinal (2266) que une las barras (2265), y resortes (2267) asegurados al cuerpo del nadador y a la barra longitudinal (2266), dicha correa está asegurada a la barra longitudinal (2266) de tal manera que cuando el nadador se tira hacia arriba, la tensión de la correa aumenta y tira de la barra longitudinal (2266) hacia arriba, estirando los resortes  
 20 (2267) con los bordes delanteros de las aletas girando hacia abajo, y las secciones traseras de las aletas enrollándose hacia arriba, produciendo empuje desde las superficies inferiores de las aletas; y el cuerpo del nadador moviéndose hacia arriba.
2. El vehículo acuático de acuerdo con la reivindicación 1, en donde las aletas tienen las siguientes propiedades:  
 25 (a) en la primera configuración, las aletas están en un plano generalmente horizontal;  
 (b) en la segunda configuración, las aletas son generalmente laminares y se curvan hacia abajo, la segunda configuración es el resultado de la flexión y/o rotación de las aletas alrededor de un eje que se encuentra en un plano que es generalmente ortogonal a la correa y generalmente en ángulo recto con el eje longitudinal del nadador; y  
 30 (c) cuando el nadador se hunde hacia abajo como resultado de una depresión de olas que hace que el flotador caiga, las aletas cambian de la segunda configuración a la tercera configuración, la tercera configuración es generalmente laminar y se curva hacia arriba.
3. El vehículo acuático de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, que tiene una única correa (31) entre el nadador (21) y el flotador (11); en donde la configuración de la correa y la fijación al nadador es tal que cuando se tira de la correa hacia  
 35 arriba:  
 (a) la fuerza hacia arriba ejercida sobre el nadador pasa a través del nadador en o cerca del centro de gravedad del nadador, ayudando así al nadador a mantener una orientación nivelada; y  
 (b) la fuerza hacia abajo ejercida sobre el nadador pasa a través del flotador cerca o ligeramente por delante del centro de flotabilidad del flotador.
4. El vehículo acuático de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde el flotador (11) o el nadador (21) incluye un carrito u otro medio configurado para cambiar la longitud de la correa.
5. El vehículo acuático de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde la correa (31) comprende un miembro de tracción (313), y uno o más miembros (314) que no llevan ninguna carga y que transmiten energía eléctrica y/o datos.
6. El vehículo acuático de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde:  
 45 (1) el flotador (11) comprende un sensor de posición basado en satélite (113);  
 (2) el nadador (21) comprende:  
 50 (a) un sensor horizontal que detecta la dirección en un plano horizontal,  
 (b) un accionador de dirección (222);  
 (3) el vehículo comprende un sistema informático (115, 217) que:  
 (a) está vinculado operativamente para recibir datos del sensor de posición basado en satélites, el sensor horizontal y el accionador de dirección, y  
 55 (b) está programado con instrucciones para controlar el actuador de dirección en respuesta a las señales recibidas del sensor de posición y el sensor horizontal.
7. El vehículo acuático de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un medio para controlar la velocidad del vehículo controlando el ángulo de ataque de las aletas, disminuyendo así su eficiencia cuando se desea menos empuje.  
 60
8. El vehículo acuático de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el flotador comprende además un propulsor accionado por motor u otro medio de propulsión auxiliar.
9. El vehículo acuático de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el anclaje comprende:  
 65 un miembro de tracción (313) de arrastre a la rotura adecuada;

uno o más miembros de conexión (314) configurados principalmente para no transportar carga sino para transmitir energía eléctrica y/o datos, y

una camisa (315) de una composición polimérica;

5 en donde los componentes de la correa están dispuestos con el miembro de tracción delante del miembro o miembros de conexión, minimizando así el área del borde delantero de la correa.

10. El vehículo acuático de acuerdo con la reivindicación 9, en donde la correa comprende:

un segundo miembro de tracción en el borde posterior de la correa, y/o

un dispositivo configurado para detectar y corregir la torsión de la correa;

10 por lo que la torsión de la correa se reduce cuando se despliega en el vehículo para reducir el arrastre hidrodinámico que resulta de la torsión.

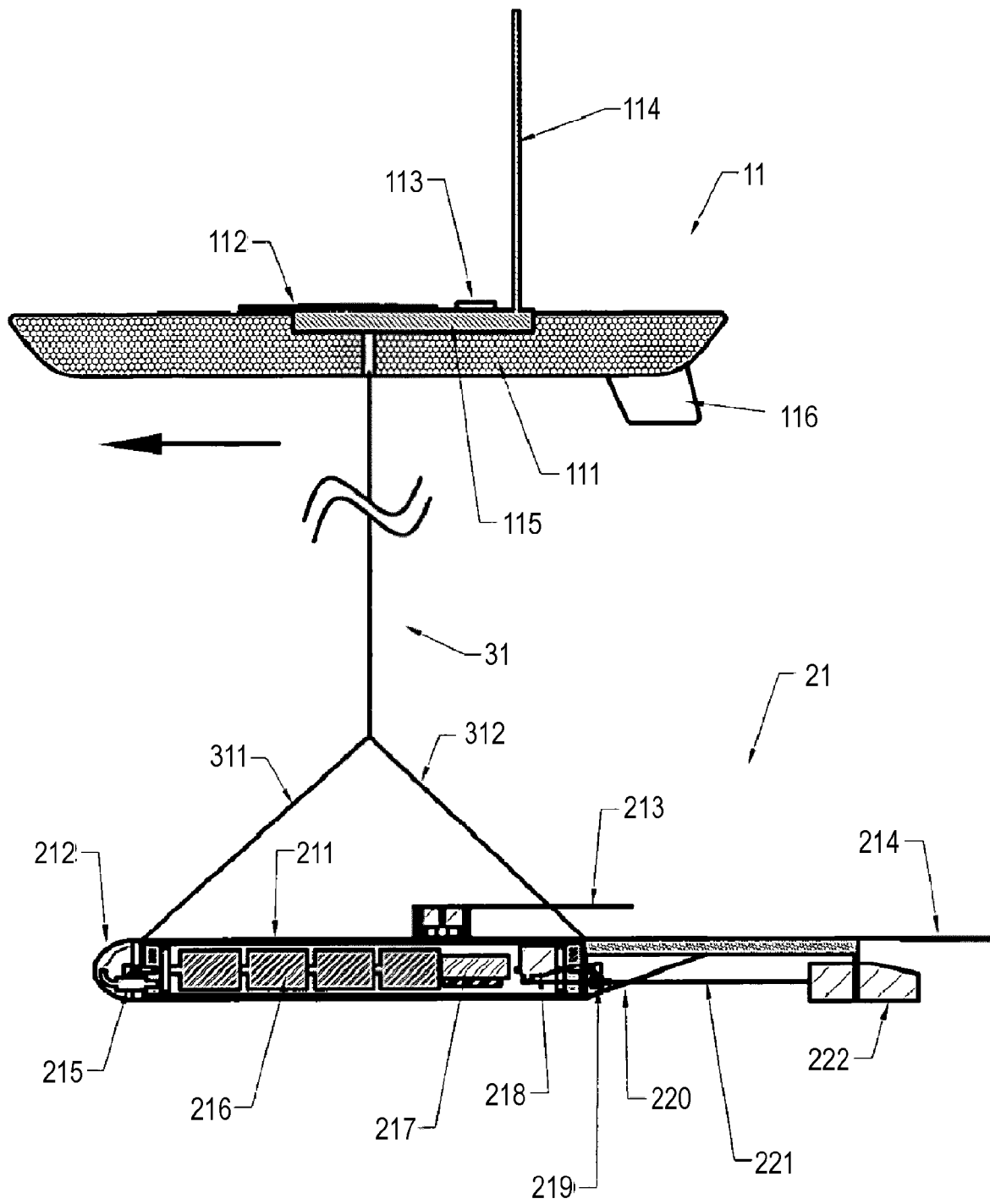


FIG. 1

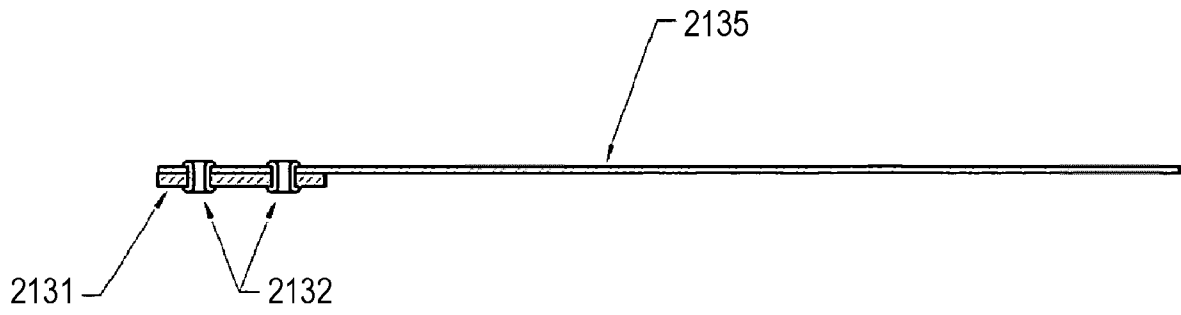


FIG. 2

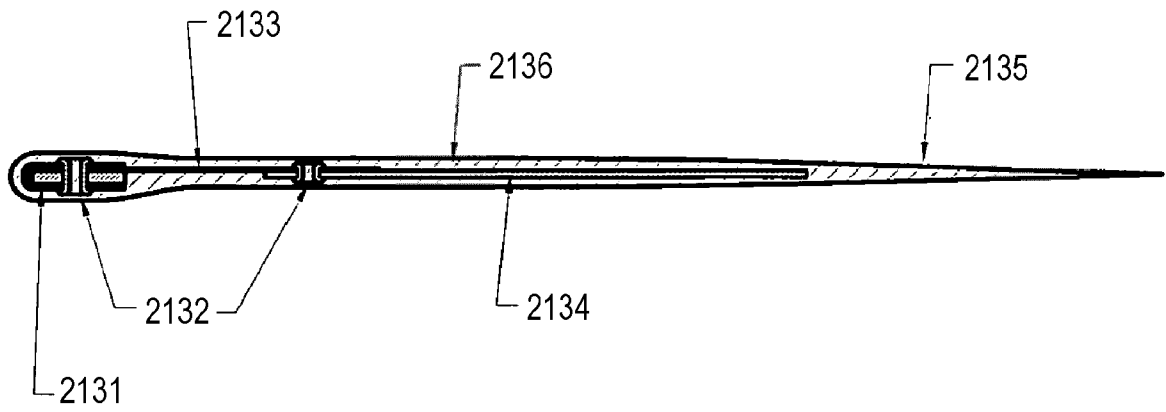


FIG. 3

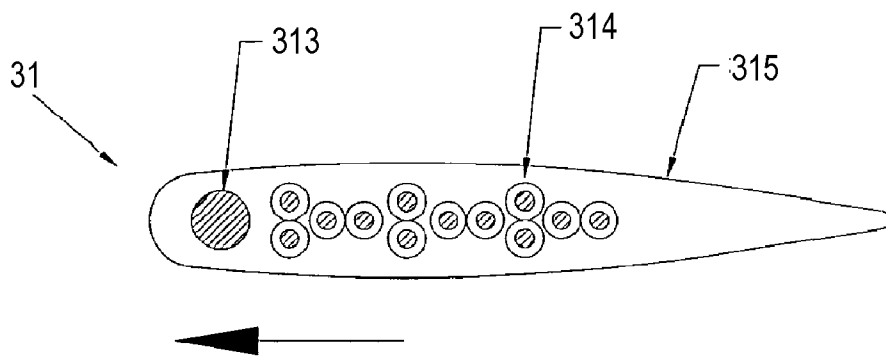


FIG. 4

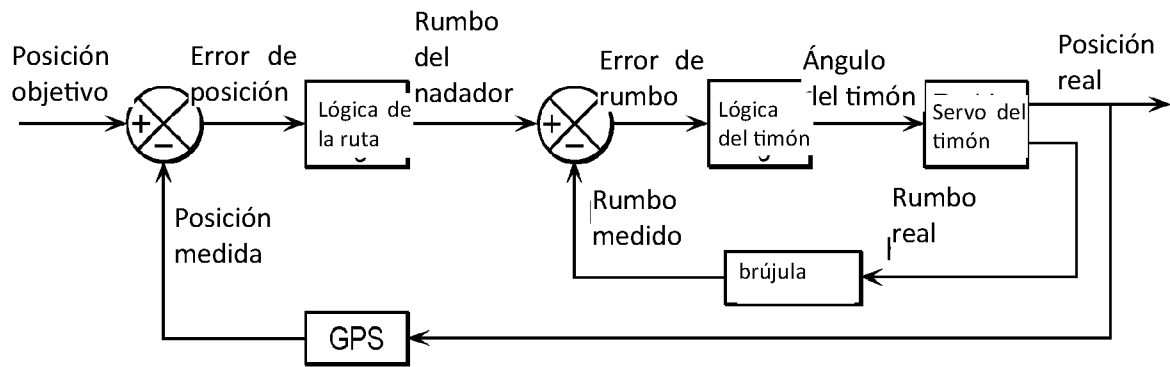


FIG. 5

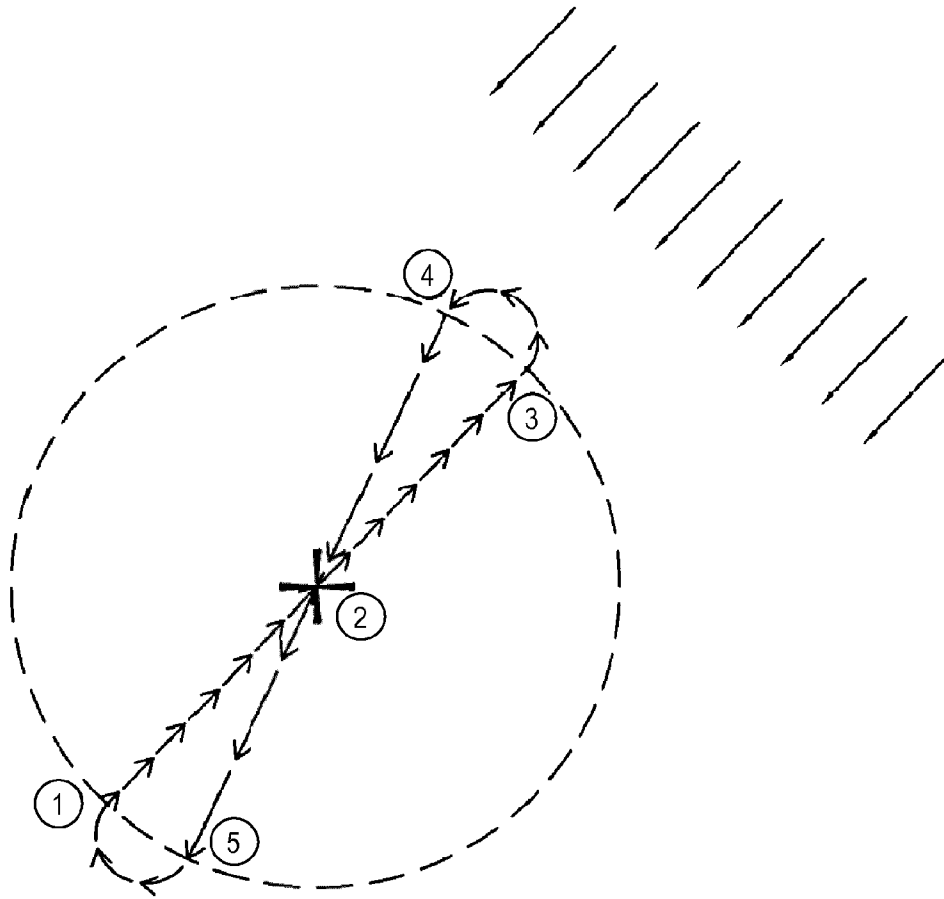


FIG. 6

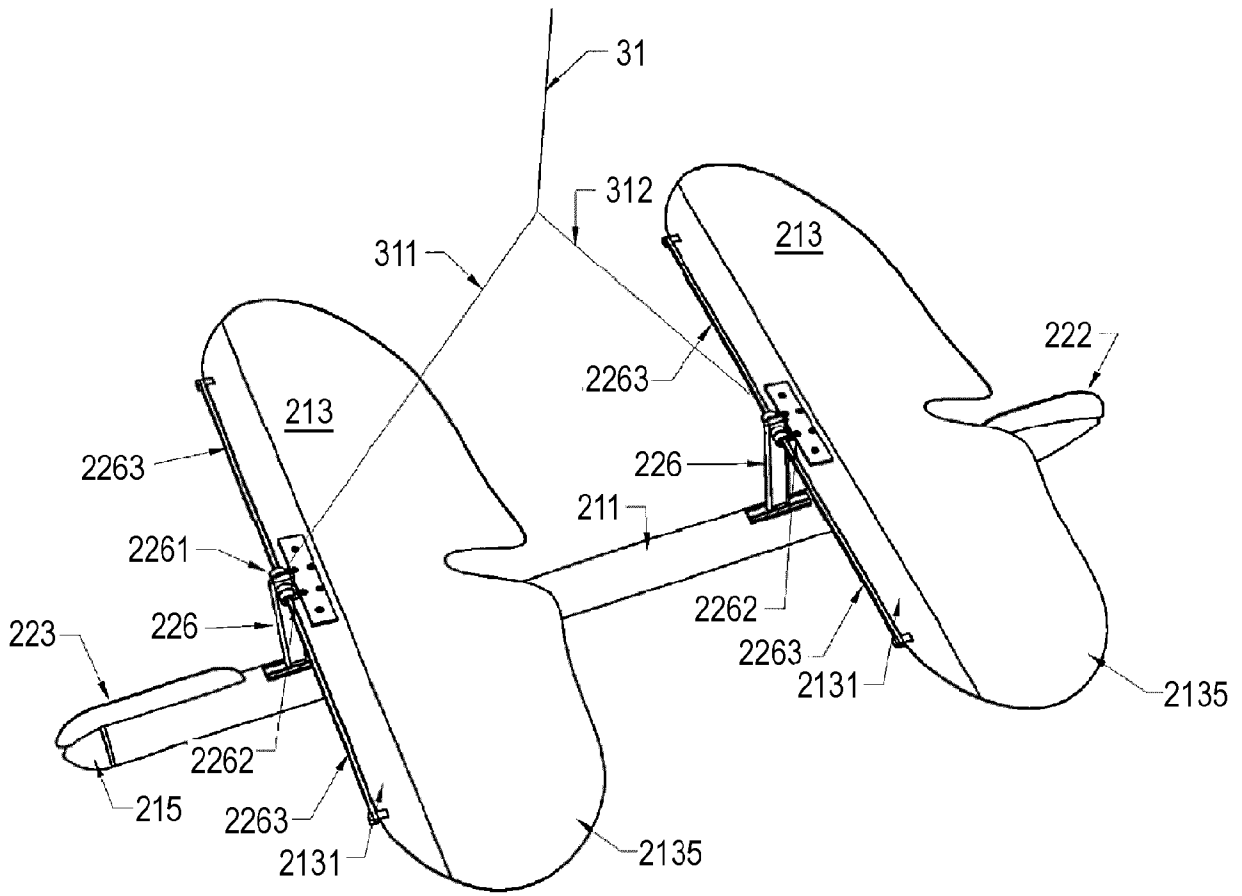


FIG. 7

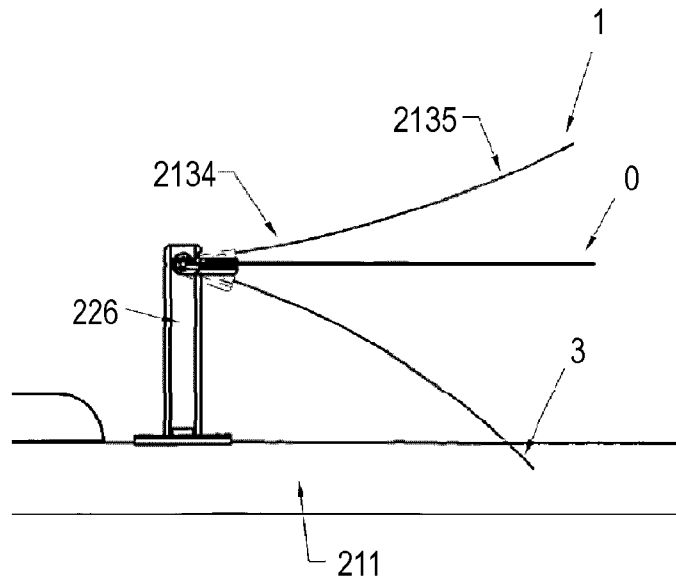


FIG. 8

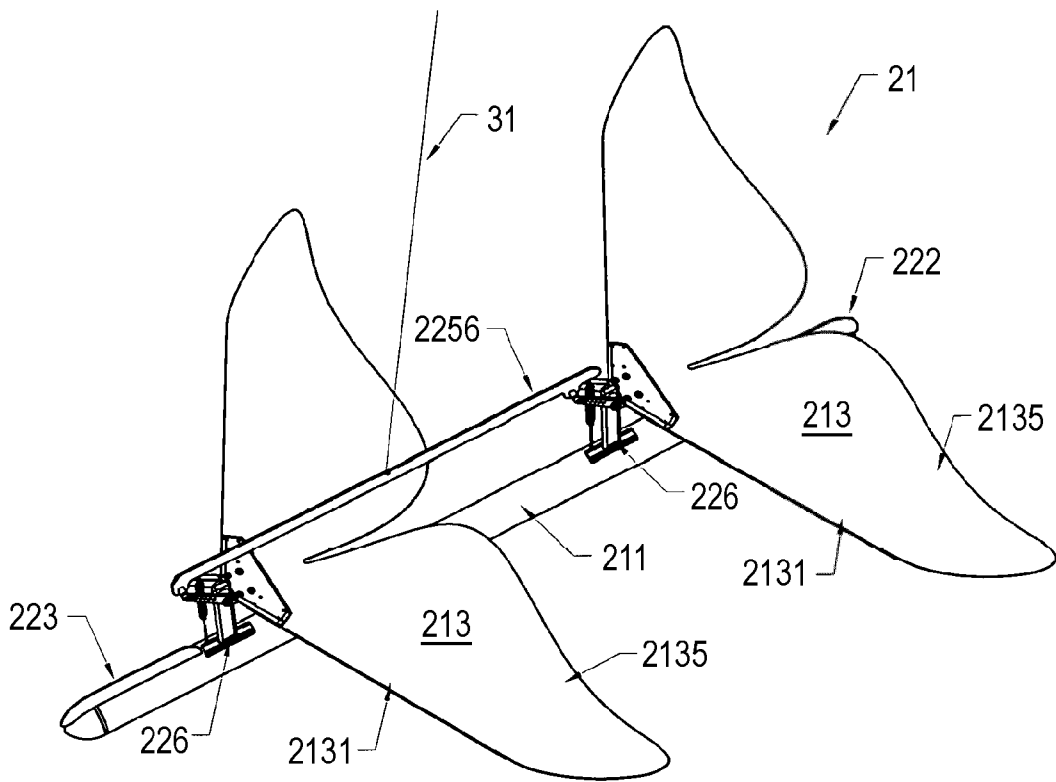


FIG. 9

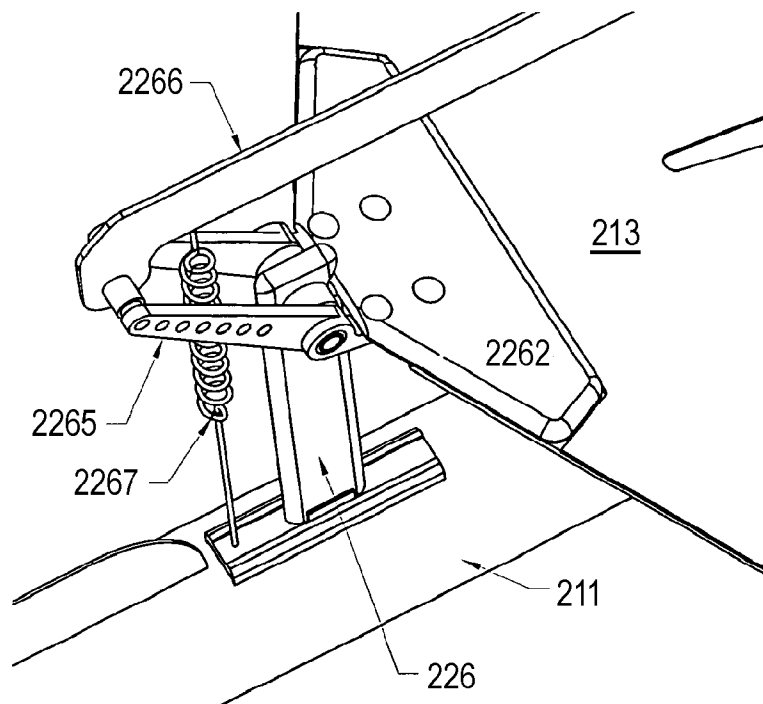


FIG. 10

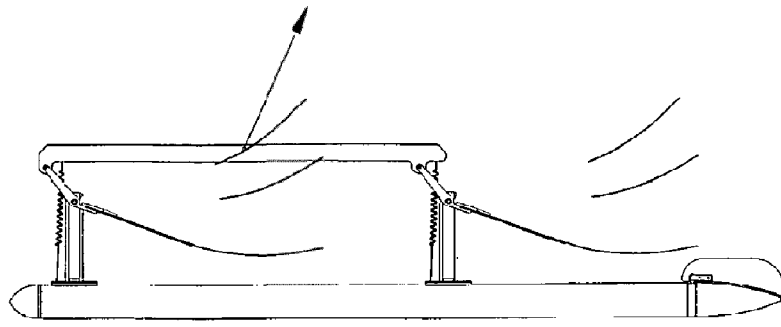


FIG. 11A

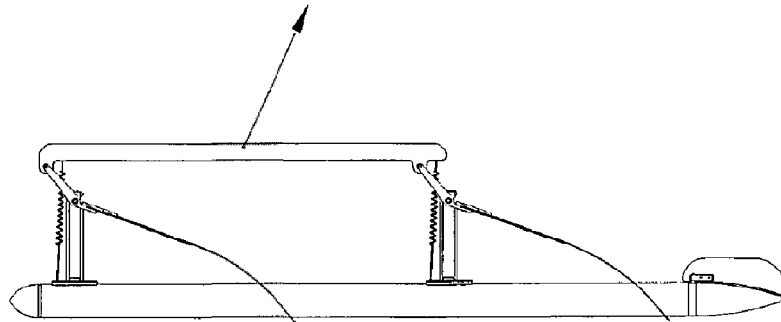


FIG. 11B

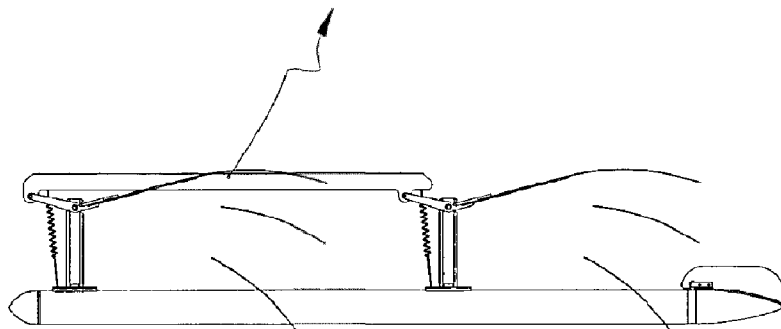


FIG. 11C

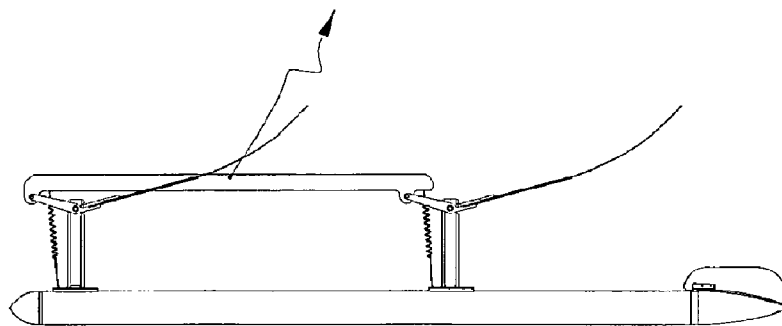


FIG. 11D

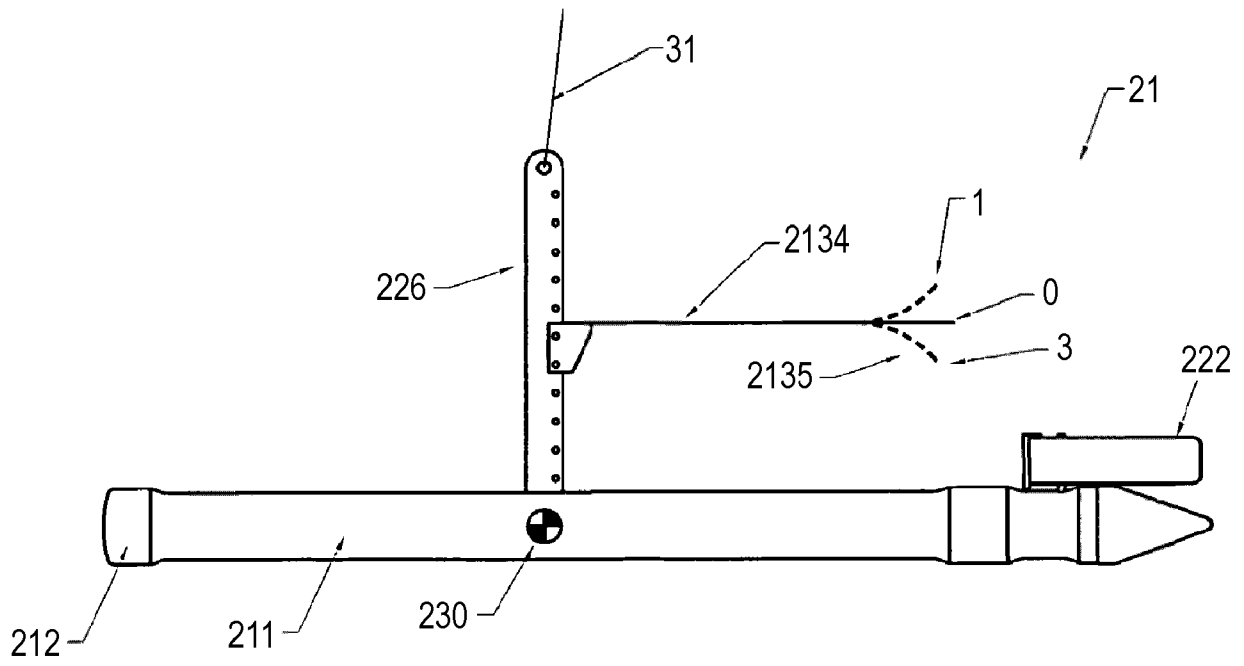


FIG. 12

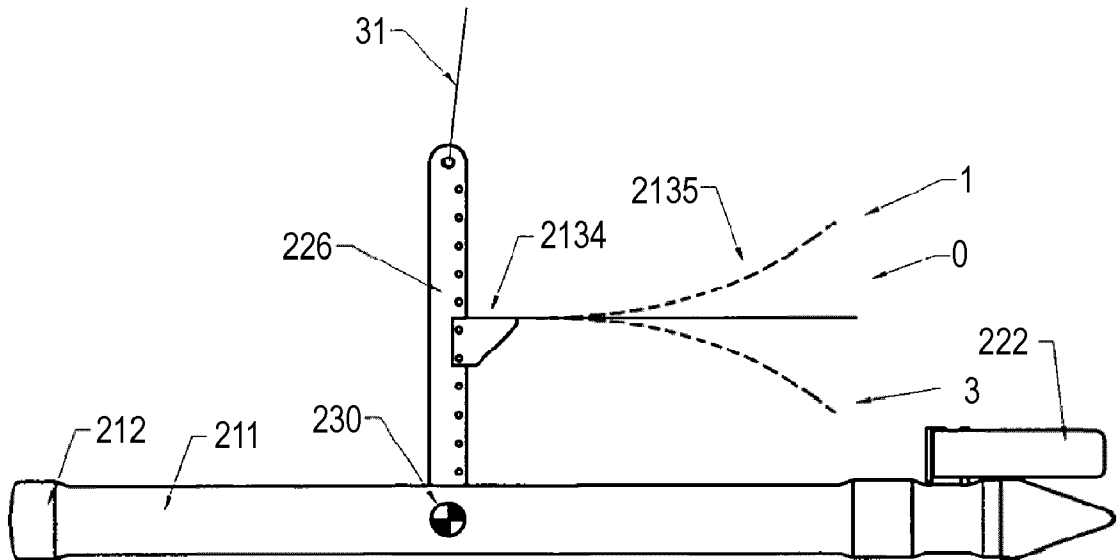


FIG. 13

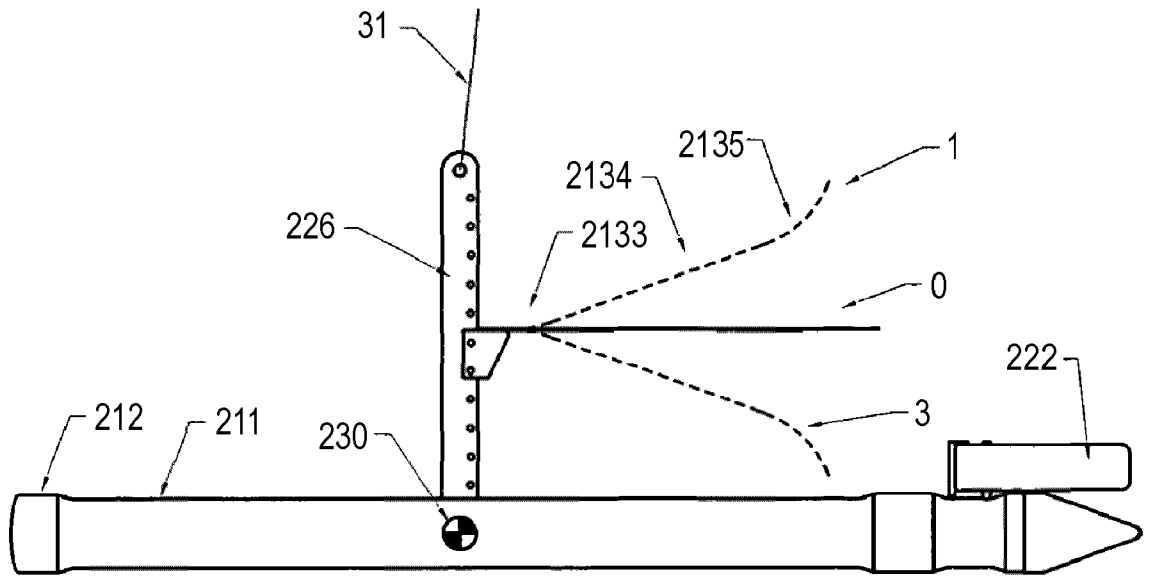


FIG. 14

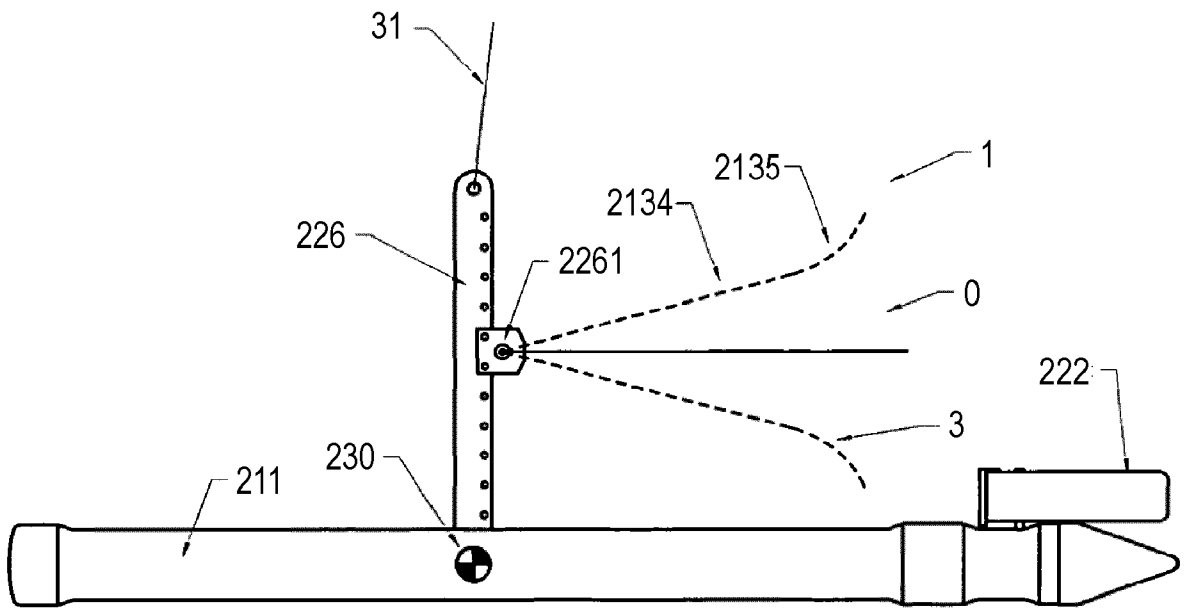


FIG. 15

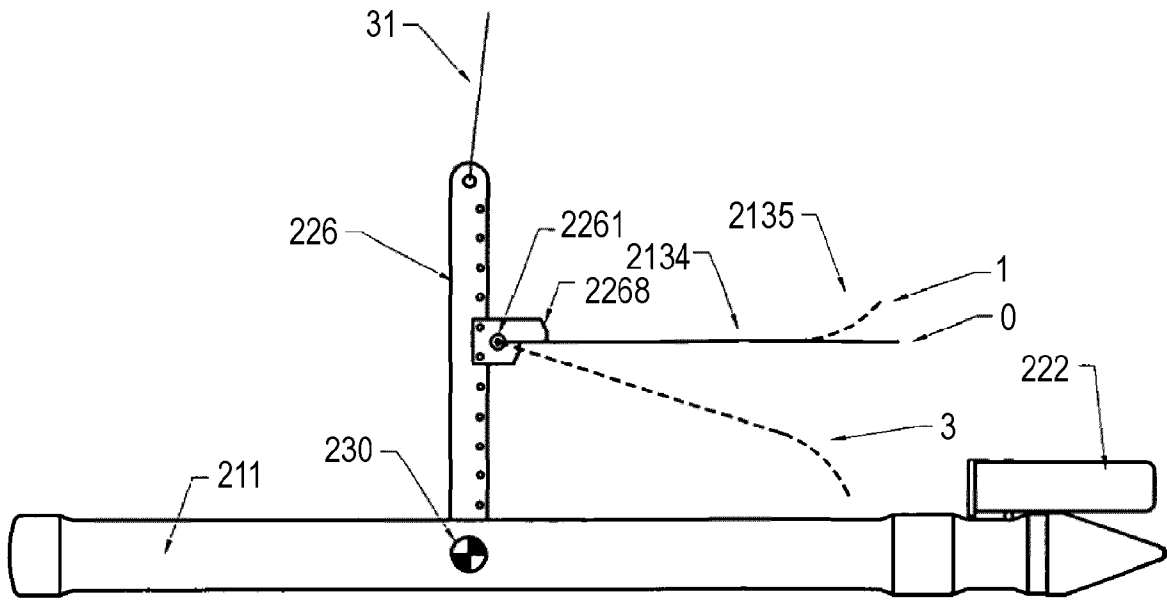


FIG. 16

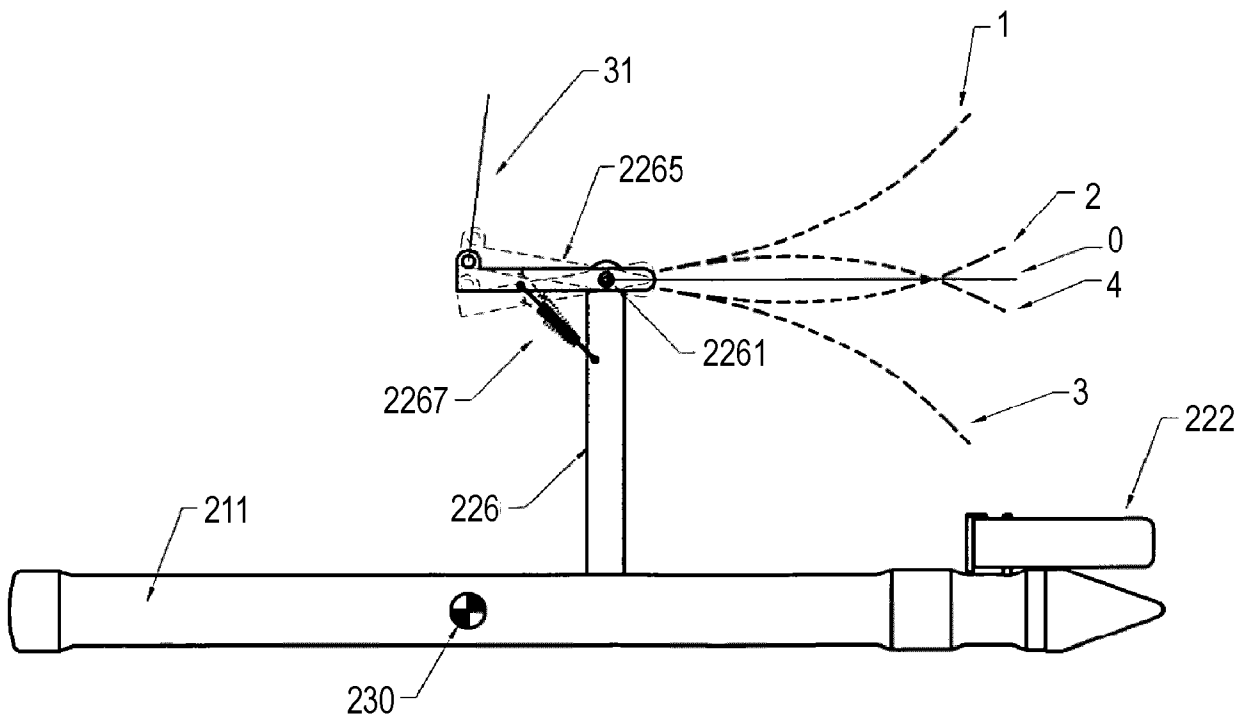


FIG. 17

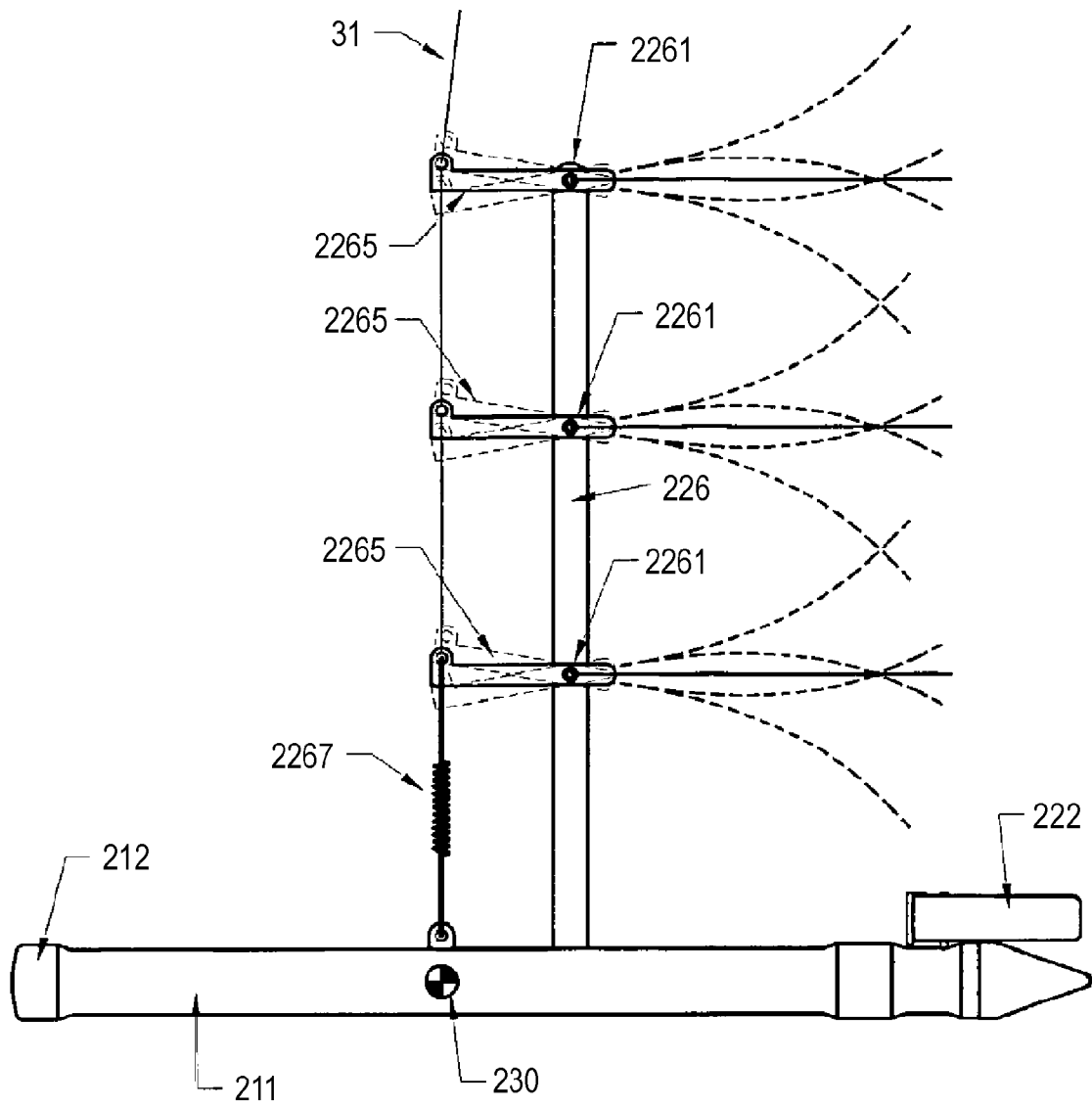


FIG. 18

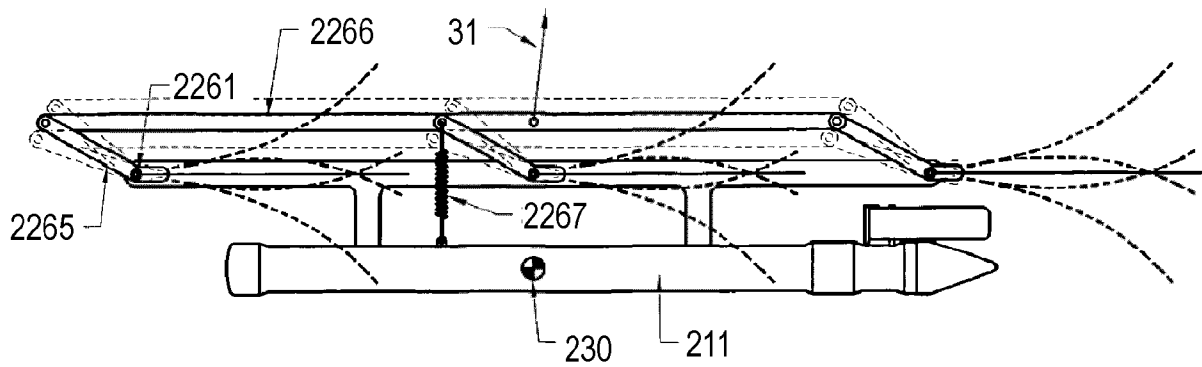


FIG. 19

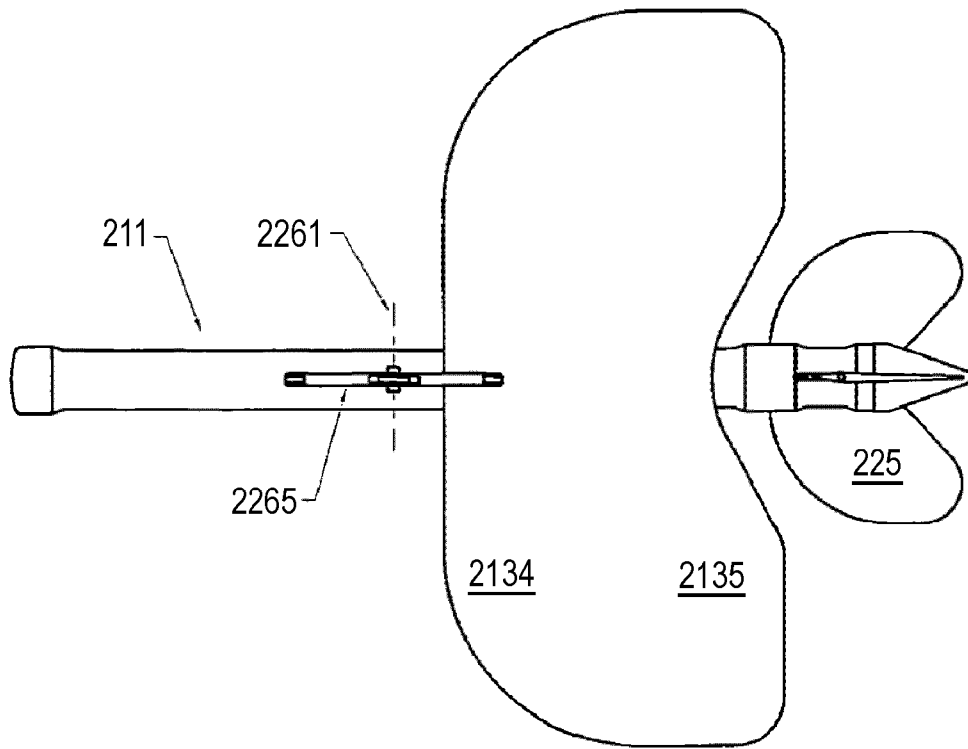


FIG. 20

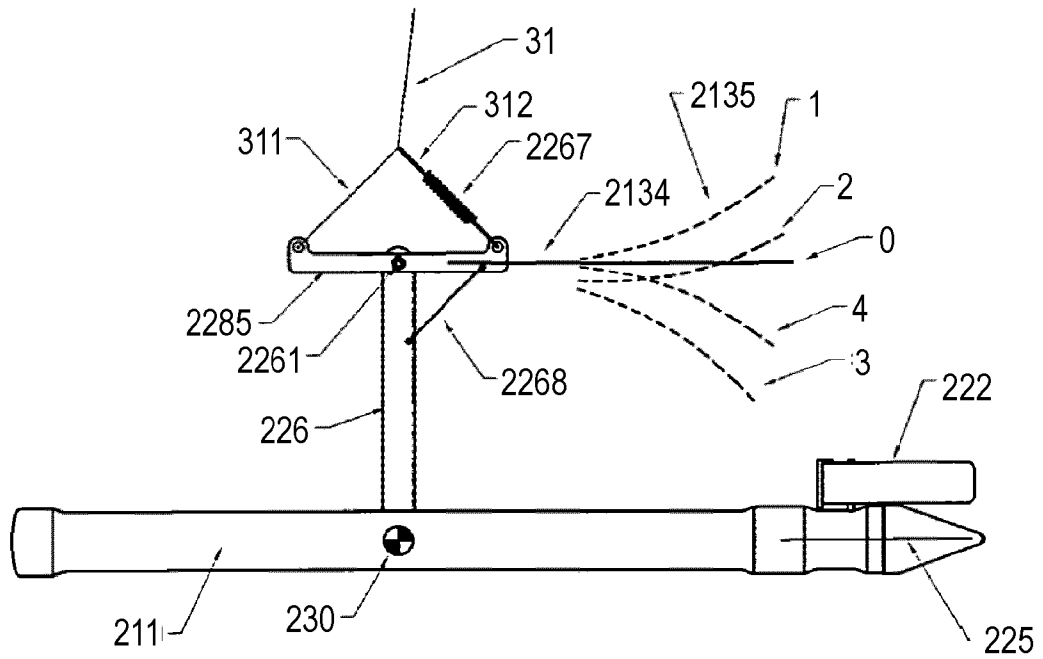


FIG. 21

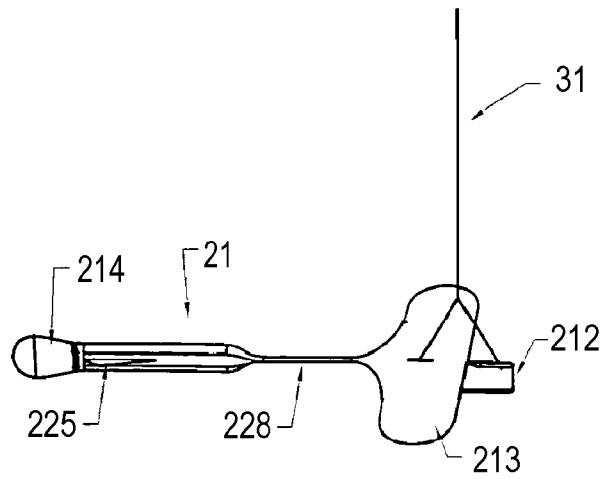


FIG. 22A

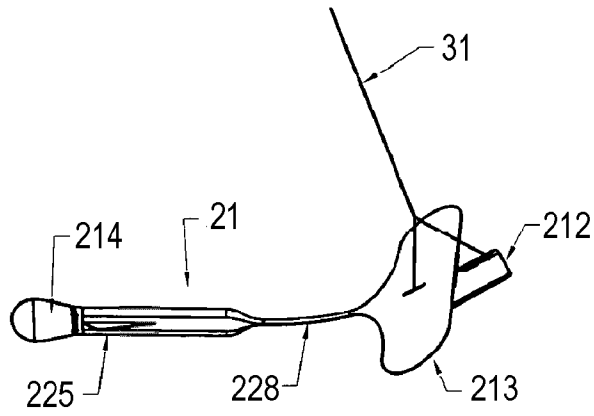


FIG. 22B

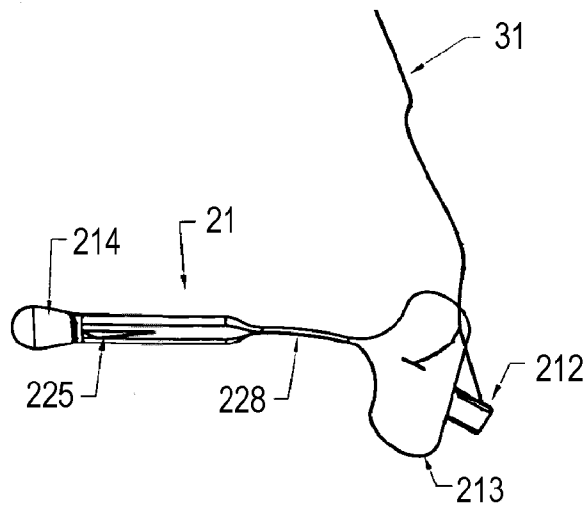


FIG. 22C

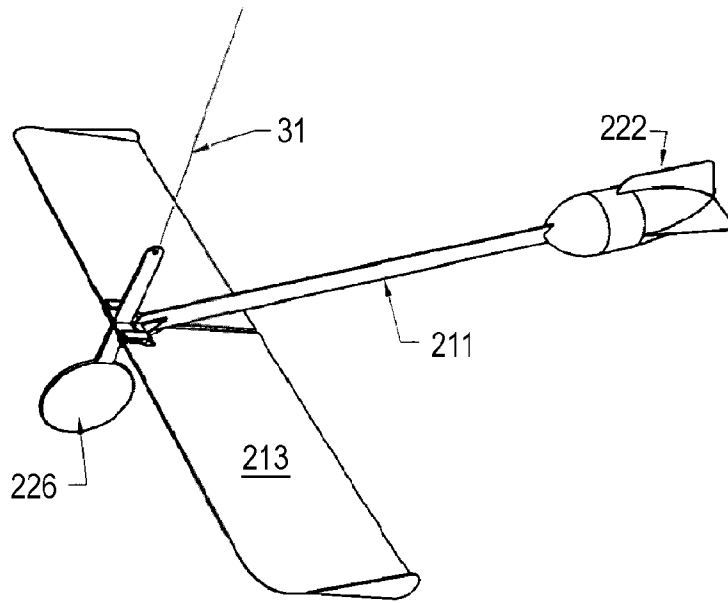


FIG. 23

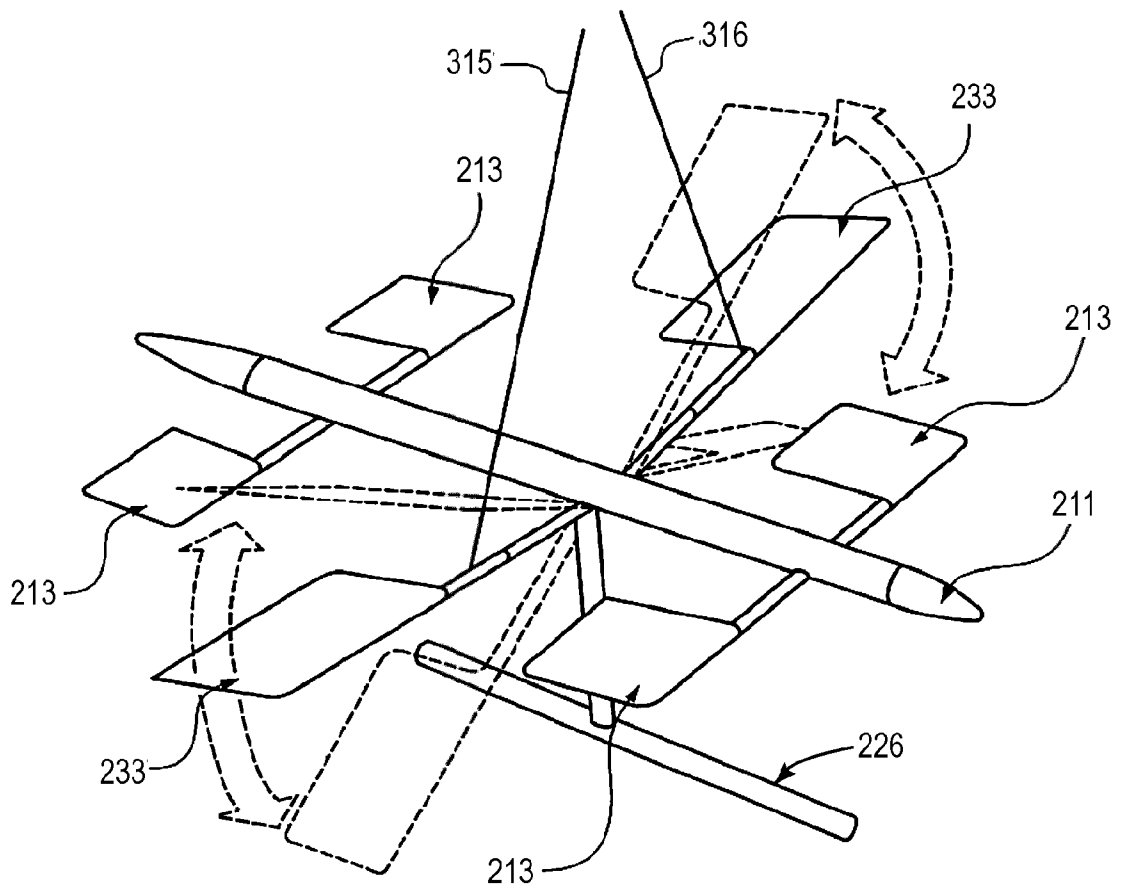


FIG. 24

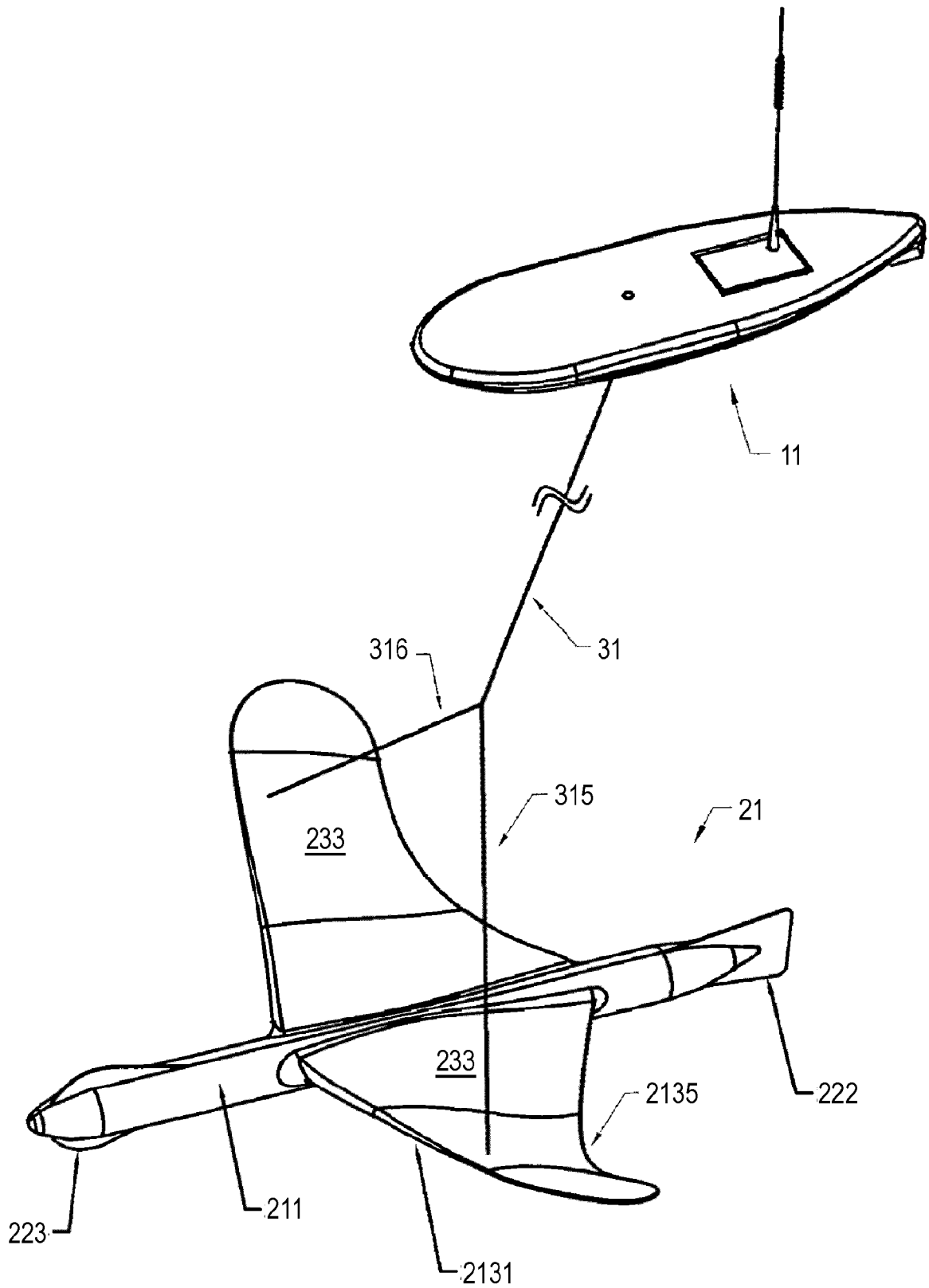


FIG. 25

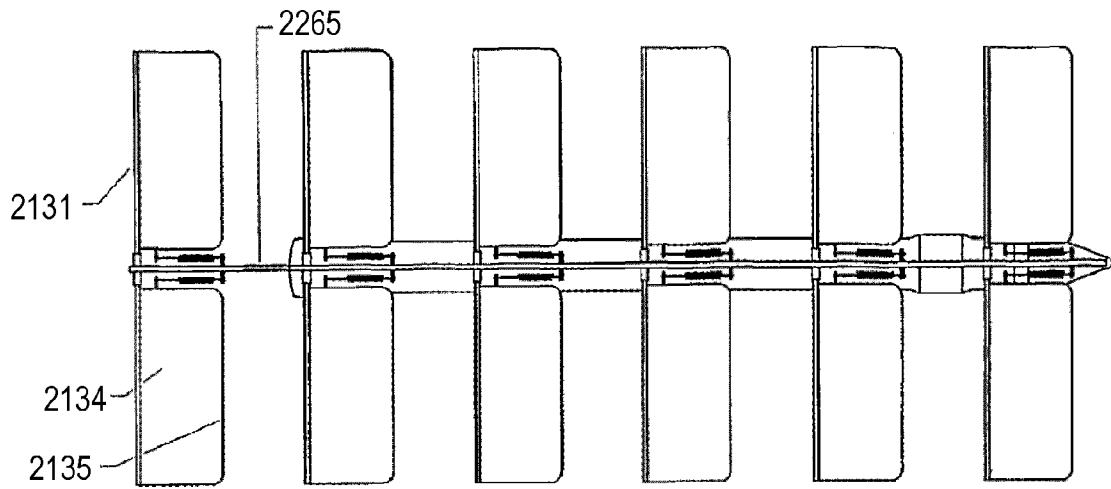


FIG. 26A

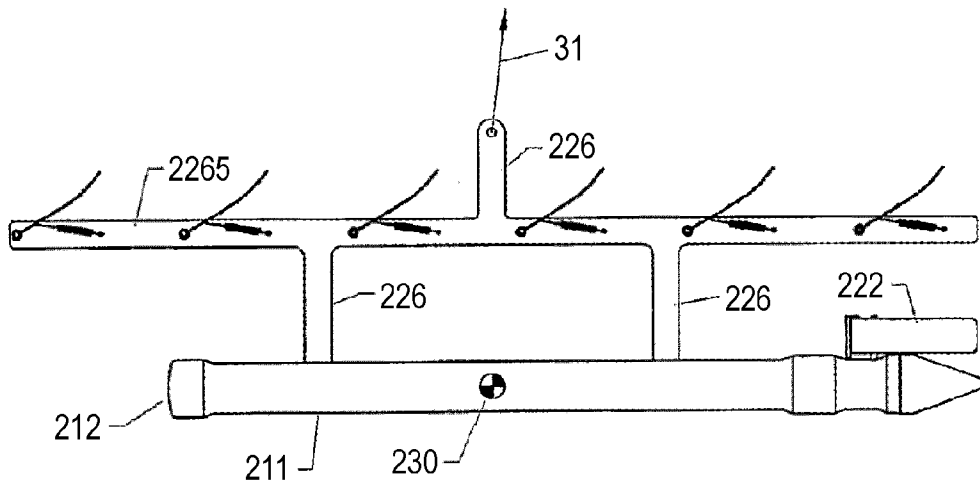


FIG. 26B

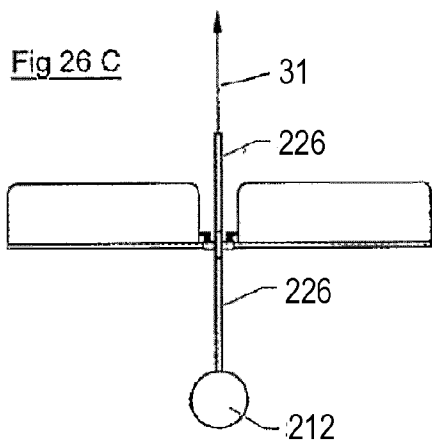


FIG. 26C

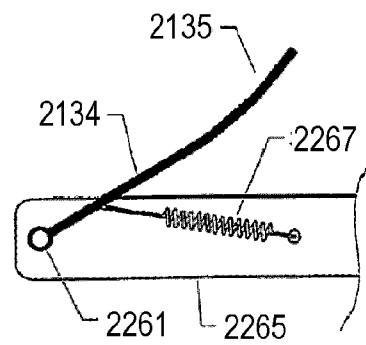


FIG. 26D

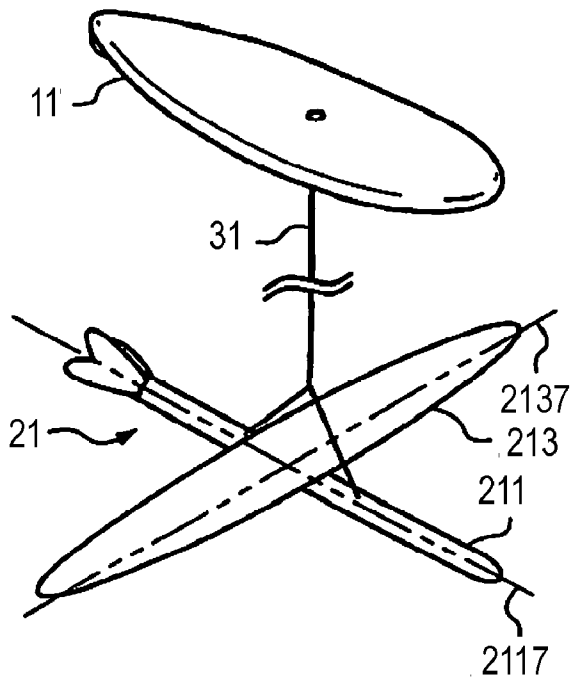


FIG. 27A

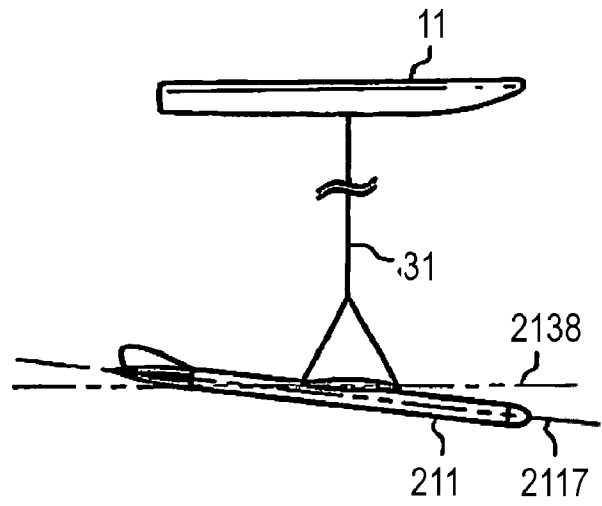


FIG. 27B

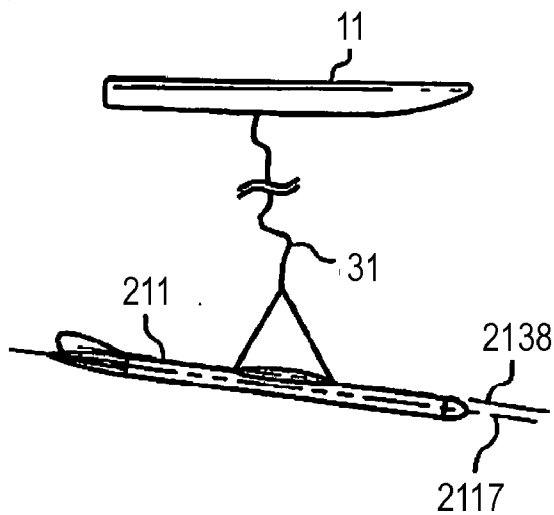


FIG. 27C

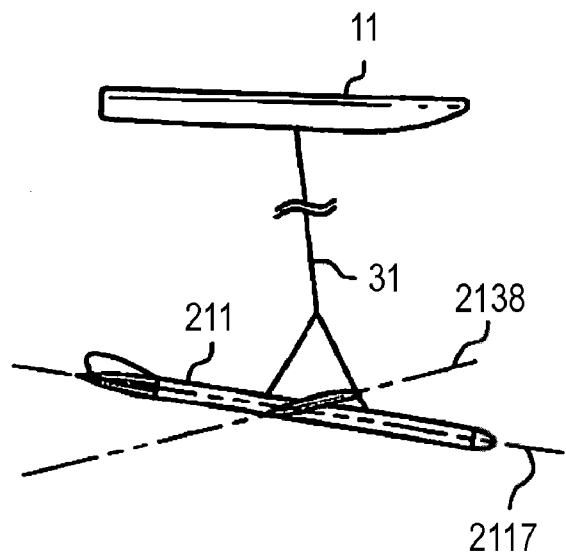


FIG. 27D