(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **1 253 914**

(21) Número de solicitud: 202031396

(51) Int. CI.:

G01N 15/02 (2006.01)
G01N 15/04 (2006.01)

(12) SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD U

(22) Fecha de presentación:

26.06.2020

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

15.10.2020

(71) Solicitantes:

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI (100.0%)
C/ Escorxador s/n
43004 Tarragona ES

(72) Inventor/es:

CARAFA, Roberta;
EXPÓSITO LORENZO, Nora;
SIERRA LLOPART, Jordi y
FOLCH LÓPEZ, Jaume

(74) Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

(54) Título: **DISPOSITIVO MUESTREADOR DE MICRO Y NANOPARTÍCULAS EN ECOSISTEMAS ACUÁTICOS Y SISTEMA DE CAPTACIÓN ASOCIADO AL MISMO**

ES 1 253 914 U

DESCRIPCIÓN

DISPOSITIVO MUESTREADOR DE MICRO Y NANOPARTÍCULAS EN ECOSISTEMAS ACUÁTICOS Y SISTEMA DE CAPTACIÓN ASOCIADO AL MISMO

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un dispositivo muestreador de micro y nanopartículas de residuos, especialmente plásticos, presentes en ecosistemas acuáticos, tales como océanos, mares, ríos, lagos, etc., así como a un sistema de captación asociado al mismo.

La presente invención resulta especialmente de aplicación en el campo de la gestión ambiental, y más concretamente, para verificar la calidad del agua y detectar la presencia de micro y nano plásticos en sistemas de gestión de aguas.

Antecedentes de la invención

Actualmente, las metodologías desarrolladas para el muestreo de micro plásticos mayores de 80 µm en agua de mar están limitadas a redes de arrastre de plancton con un solo tamaño de poro determinado, sin posibilidad de distinguir entre diferentes tamaños. Las redes para plancton son equipos utilizados para recolectar muestras de plancton en grandes lagos y mares. Una red de plancton generalmente consiste en una línea de remolque y bridas, una red de malla de nylon o lona de fibra de polipropileno con un extremo de recogida.

Por otro lado, el muestreo de micro plásticos de tamaño entre 80 y 20 µm se pueden obtener mediante bombeo de grandes volúmenes de agua hacia tamices con una única dimensión de poros determinada. La principal desventaja es que este procedimiento usa bombas para tomar elevados volúmenes de agua, no toma un estrato definido (mezcla de varios estratos) y necesita de embarcaciones grandes.

Para tamaños entre 1 y 0.1 µm considerados como nano plásticos, se puede obtener con la succión de grandes cantidades de agua con bombas de alta presión, el uso de filtros específicos de elevado coste y de complicados procedimientos de extracción en el laboratorio. Entre dichos procedimientos se encuentra la aplicación de compuestos

químicos, los cuales pueden dañar y/o deteriorar las nanopartículas, reduciendo la eficacia del proceso de obtención de muestras, además de resultar más contaminantes.

En todos los casos se produce una obtención de muestras limitada a una única fracción de tamaño específico, ya sean micro o nanopartículas, dependiendo de la red, filtro o tamiz utilizado. Es decir, se desconoce la existencia de dispositivos de captación y/o sistemas de captación que permitan la obtención simultánea de muestras separadas por fracciones de distinto tamaño de micro y nanopartículas, provenientes de un mismo volumen de agua.

El mayor inconveniente de ello es el gran tiempo de trabajo que se requiere para separar las fracciones según su tamaño por parte del personal técnico-científico. También resulta más difícil determinar el origen de dichas muestras, den concreto, determinar si éstas provienen de la descomposición de partículas de mayor tamaño de una misma zona, o si bien han sido arrastradas por la corriente desde otras zonas.

La presente invención resuelve los problemas anteriormente expuestos mediante un dispositivo de captación selectiva, pasivo y económico, para la obtención de muestras de micro y nanopartículas de ecosistemas acuáticos en fracciones separadas según su tamaño. Dicho dispositivo presenta a su vez una configuración constructiva especialmente diseñada para facilitar la extracción de las muestras de distinto tamaño, además de estar formada por materiales inertes no contaminantes, ligeros y resistentes.

La presente invención resuelve también los problemas anteriormente expuestos mediante un sistema de captación pasivo in situ asociado a dicho dispositivo, configurado para filtrar grandes volúmenes de agua y obtener un máximo aprovechamiento de las corrientes de agua, con la finalidad de forzar su filtrado.

Descripción de la invención

El dispositivo muestreador de micro y nanopartículas en ecosistemas acuáticos de la presente invención comprende un cuerpo que define un extremo de entrada y un extremo de salida, configurado para permitir el filtrado del agua de un ecosistema

acuático que circula entre el extremo de entrada y el extremo de salida.

Dicho dispositivo se caracteriza por que comprende una pluralidad de filtros dispuestos secuencialmente entre el extremo de entrada y el extremo de salida, configurados para obtener muestras de micro y nanopartículas en fracciones separadas según su tamaño.

Los filtros se disponen secuencialmente entre el extremo de entrada y el extremo de salida ordenados de mayor a menor tamaño de filtrado, es decir, en orden descendente de su tamaño de filtrado entre el extremo de entrada y el extremo de salida.

Preferentemente, el cuerpo presenta una forma de embudo, o cónica, en la que el extremo de entrada presenta un mayor diámetro que el extremo de salida. Ello permite incrementar la velocidad del flujo de agua a medida que avanza a través del cuerpo, debido a la reducción de la sección de paso, alcanzándose la velocidad máxima en el extremo de salida. La intersección del paso del agua debido a filtros de diferentes diámetros de poro favorece la retención de las partículas en los filtros según distribución de tamaños. De acuerdo a otros casos de realización, el cuerpo puede presentar otras formas tubulares, con secciones de paso circulares, cuadradas, rectangulares, o combinaciones de las mismas, que pueden ser adoptadas también por sus extremos de entrada y salida.

El cuerpo puede presentar otras configuraciones constructivas y/o de montaje, con la finalidad principal de evitar que ciertos materiales y partículas de gran tamaño obstruyan el dispositivo muestreador o filtro. Una de ellas contempla el empleo de un cuerpo de forma cónica inversa a la dirección de la corriente. Es decir, con un extremo de entrada que presenta un menor diámetro que el extremo de salida. De este modo, la propia corriente mueve las partículas y materiales macro hacia el exterior del dispositivo muestreador. Otra realización contempla el empleo de un cuerpo en forma de anillo, de manera que los materiales y partículas macro puedan pasar a través de un agujero central dispuesto en el mismo.

Preferentemente, el cuerpo es de fibra de carbono o de fibra de vidrio, por tratarse de

materiales inocuos, maleables y ligeros, lo cuales favorecen la fabricación del dispositivo, así como su transporte y montaje, además de presentar una gran resistencia capaz de resistir las fuertes mareas y/o corrientes marinas a menudo frecuentes en los ecosistemas acuáticos a los que está destinado el uso del dispositivo muestreador de micro y nanopartículas. El cuerpo se puede fabricar utilizando otros materiales de características y/o prestaciones similares, aunque menos ligeros, tales como el acero inoxidable.

Preferentemente, el dispositivo comprende uno o más filtros micro configurados para obtener muestras de micropartículas iguales o mayores a 1 µm de tamaño, y preferentemente, de hasta 5 mm de tamaño.

Preferentemente, el dispositivo comprende una pluralidad de filtros micro configurados para obtener muestras de micropartículas de distintos tamaños, seleccionables entre 5 mm, 2 mm, 1 mm, 500 µm, 250 µm, 100 µm, 50 µm, 20 µm, y 1 µm de tamaño de filtrado, entre otros posibles tamaños. Se pueden seleccionar todos ellos a la vez, o solo algunos, para formar las combinaciones deseadas. A mayor número de filtros seleccionados, mayor número de muestras de micropartículas en fracciones separadas según su tamaño. A su vez, dependiendo de los filtros micro seleccionados se obtienen intervalos de distintos de tamaño de partículas para cada fracción.

Por ejemplo, en el caso de seleccionarse todos los filtros, los intervalos de dichas fracciones serían de 5 mm a 2 mm, de 2 mm a 1 mm, de 1 mm a 500 µm, de 500 µm a 250 µm, de 250 µm a 100 µm, de 100 µm a 50 µm, de 50 µm a 20 µm, y de 20 µm a 1 µm de tamaño de micropartícula.

En caso de seleccionarse una parte de los filtros, por ejemplo, cuatro filtros micro de tamaños de filtrado de 2 mm, 500 µm, 100 µm y 20 µm, se obtendrían muestras correspondientes a tres fracciones de tamaño distinto, cuyos intervalos serían de 2 mm a 500 µm, de 500 µm a 100 µm, y de 100 µm a 20 µm de tamaño de micropartícula.

Preferentemente, los filtros micro son tamices de acero inoxidable, lavables y reutilizables.

Preferentemente, el dispositivo comprende uno o más filtros nano configurados para obtener muestras de nanopartículas inferiores a 1 µm de tamaño.

Preferentemente, el dispositivo comprende una pluralidad de filtros nano configurados para obtener muestras de nanopartículas de distintos tamaños, seleccionables entre 0.45 µm, 0.2 µm y de 150 a 800 Da (Daltons) de tamaño de filtrado, entre otros posibles tamaños. Se pueden seleccionar todos ellos a la vez, o algunos de ellos, para formar las combinaciones deseadas. A mayor número de filtros seleccionados, mayor número de muestras de nanopartículas en fracciones separadas según su tamaño. A su vez, dependiendo de los filtros nano seleccionados se obtienen intervalos de distintos de tamaño de partículas para cada fracción.

Por ejemplo, en el caso de seleccionarse todos los filtros, los intervalos de dichas fracciones serían de 0.45 µm 0.2 µm, de 0.2 µm a 150 Da, y de 150 Da a 800 Da de tamaño de nanopartícula.

Preferentemente, los filtros nano son de politetrafluoroetileno (PTFE), más conocido como Teflón, o membranas de material polimérico, o combinaciones de los mismos.

Por ejemplo, para filtración de 0.45 µm y 0.2 µm se pueden usar filtros nano de Teflón, los cuales se caracterizan por ser muy resistentes y cómodos de trabajar; tales como filtros Whatman® PTFE. Para filtración inferior a 0.1 µm, o de 150 a 800 Da (Daltons), se pueden usar filtros *Microdyn Nadir® Flat Sheet Membrane*, NP010, PES, NF, 297x210mm, de distintos materiales poliméricos (*Polyamide-Thin Film Composite, Cellulose acetate, Polyethersulfone (PES), Polypiperazine amide*). Algunos de estos filtros permiten ir luego a microscopio electrónico, y espectroscopias IR o RAMAN para determinar formas y composición de los polímeros.

Los filtros micro y los filtros nano pueden adoptar diferentes configuraciones constructivas en el dispositivo, orientadas principalmente a garantizar su funcionalidad y robustez, facilitar el manejo y la extracción de filtros, etc.

De acuerdo a un primer caso de realización constructiva, el cuerpo se encuentra

conformado por los propios filtros, donde cada uno de dichos filtros forma un segmento separable de dicho cuerpo. Esta configuración constructiva presenta múltiples ventajas. En primer lugar, facilita la fabricación, transporte y montaje dispositivo, pudiendo ser ensamblado en el lugar de empleo del mismo. En segundo lugar, facilita la extracción de los filtros tras el proceso de filtrado, para el posterior análisis de las muestras. Para ello los propios filtros se unen secuencialmente en el orden apropiado por medio de tornillos, pernos, pasadores u otros elementos de unión no permanentes, configurados para permitir su montaje y desmontaje de forma reiterada. Asimismo, cada filtro puede contar con sus propios elementos de extracción o remoción, tales como agarraderas, manillas, etc.

De acuerdo a un segundo caso de realización constructiva, los filtros se configuran a modo de cartuchos para permitir la extracción en bloque de un conjunto de filtros, preferentemente los de menor tamaño de filtrado. Para ello el cuerpo comprende un alojamiento configurado para alojar dicho cartucho y permitir la extracción del mismo. El alojamiento cuenta con los medios de cierre y/o encaje necesarios para permitir el acoplamiento del cartucho en el dispositivo y el acceso al mismo durante su posterior extracción.

Ambas realizaciones constructivas permiten extraer fácilmente cada fracción de tamaño diferente, evitando que se mezclen accidentalmente las muestras, y empleando materiales inertes que evitan la contaminación de las mismas.

Preferentemente, el dispositivo comprende una o más palas de timón dispuestas alrededor del cuerpo, configuradas para orientar el dispositivo según la dirección de la corriente de agua. Dichas palas de timón aseguran el posicionamiento correcto del dispositivo en la posición de contracorriente, a fin de incrementar la presión de agua contra los filtros, favoreciendo el paso de las partículas a través de los mismos.

La presente invención tiene también por objeto un sistema de captación para la obtención de muestras de micro y nano partículas en ecosistemas acuáticos, especialmente asociado al dispositivo muestreador anteriormente descrito. Dicho sistema presenta un carácter pasivo in situ, capaz de filtrar grandes volúmenes de agua, de registrar el flujo de agua durante el período de muestreo, y de proporcionar

una mayor eficiencia del proceso de filtrado usando la corriente de agua para forzar la filtración de agua, o el propio peso de las partículas. Dicho sistema cuenta con tres realizaciones, las cuales se encuentran asociadas a la disposición horizontal, vertical, o ambas a la vez, del dispositivo muestreador de la presente invención durante su funcionamiento.

En el primer caso (disposición horizontal), el sistema de captación para la obtención de muestras de micro y nano partículas en ecosistemas acuáticos se caracteriza por que comprende:

- un elemento de flotación, por ejemplo una boya de señalización, configurado para flotar en la superficie del agua de un ecosistema acuático; y
- un dispositivo muestreador según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13 configurado para quedar inmerso en el agua de dicho ecosistema acuático, entre la superficie y el fondo del mismo;

donde dicho dispositivo se encuentra dispuesto horizontalmente, sujeto al elemento de flotación y al fondo.

De este modo, el dispositivo muestreador, denominado también en este caso captador horizontal, permite obtener muestras de micro y nanopartículas, especialmente micro y nano plásticos, representativos a una profundidad determinada. El captador horizontal está pues ubicado en la columna de agua y en posición de contracorriente, para la captación diferencial de partículas aprovechando la fuerza de las mareas y las corrientes superficiales de los ecosistemas acuáticos.

Preferentemente, dicho sistema comprende un correntímetro, o medidor de flujo, configurado para registrar el flujo de agua durante el periodo de muestreo.

Los filtros que contienen micro y nanopartículas se pueden extraer y analizar. La cantidad de micro y nanopartículas se refiere al volumen filtrado, calculado con el flujo (a través de las membranas de diferente porosidad) y la superficie de muestreo.

Preferentemente, dicho sistema comprende un panel solar para suministrar la energía eléctrica necesaria al correntímetro, y/o a otros equipos de control y/o monitorización eléctricos.

Preferentemente, la sujeción del dispositivo al elemento de flotación y al fondo se realiza a través de anclajes giratorios para permitir la orientación del dispositivo según la dirección de la corriente de agua.

En el segundo caso (disposición vertical), el sistema de captación para la obtención de muestras de micro y nano partículas en ecosistemas acuáticos se caracteriza por que comprende:

- un dispositivo muestreador según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13 configurado para quedar inmerso en un ecosistema acuático, en el fondo del mismo;

donde dicho dispositivo se encuentra dispuesto verticalmente, sujeto al fondo.

De este modo, el dispositivo muestreador, denominado también en este caso captador vertical, permite obtener muestras de micro y nanopartículas, especialmente micro y nano plásticos, de mayor peso, que sedimentan desde la columna de agua hasta el fondo del mar.

En el tercer caso (disposición horizontal y vertical), el sistema de captación para la obtención de muestras de micro y nano partículas en ecosistemas acuáticos se caracteriza por que comprende:

- un elemento de flotación configurado para flotar en la superficie del agua de un ecosistema acuático; y
- un primer dispositivo muestreador según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13 configurado para quedar inmerso en el agua de dicho ecosistema acuático, entre la superficie y el fondo del mismo;

donde dicho primer dispositivo se encuentra dispuesto horizontalmente, sujeto al elemento de flotación y al fondo;

y

- un segundo dispositivo muestreador según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13 configurado para quedar inmerso en dicho ecosistema acuático, en el fondo del mismo;

donde dicho segundo dispositivo se encuentra dispuesto verticalmente, sujeto al fondo.

El empleo conjunto de ambas disposiciones horizontal y vertical del dispositivo muestreador ofrece información complementaria beneficiosa para el análisis de las muestras obtenidas.

El dispositivo muestreador de la presente invención se puede utilizar de acuerdo a los sistemas anteriormente descritos, especialmente pasivos, así como mediante otros sistemas de captación de carácter activo, tales como su enganche y arrastre mediante barcos, bombeo a presión, etc. Por ejemplo, un sistema de captación activo en el que el dispositivo muestreador se dispone fijo debajo de un barco.

Breve descripción de los dibujos

A continuación, se pasa a describir de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con varias realizaciones de dicha invención que se presentan como ejemplos no limitativos de la misma.

La Figura 1 representa una vista explosionada del dispositivo muestreador de la presente invención, según un primer caso de realización preferido.

La Figura 2 representa una vista lateral del dispositivo muestreador de la presente invención, según un segundo caso de realización preferido.

La Figura 3 representa una vista frontal esquemática del dispositivo muestreador de la Figura 2.

La Figura 4 representa una vista lateral esquemática del dispositivo muestreador de la Figura 2.

La Figura 5 representa una vista lateral esquemática del cartucho de filtros del dispositivo muestreador de la Figura 2.

La Figura 6 representa una vista lateral del dispositivo muestreador de la presente invención, según un tercer caso de realización preferido.

La Figura 7 representa una vista frontal esquemática del dispositivo muestreador de la Figura 6.

La Figura 8 representa una vista lateral esquemática del dispositivo muestreador de la Figura 6.

La Figura 9 representa una vista lateral esquemática del cartucho de filtros del dispositivo muestreador de la Figura 6.

La Figura 10 representa una vista esquemática del sistema de captación para la obtención de muestras de micro y nano partículas en ecosistemas acuáticos de la presente invención, con el dispositivo muestreador de la presente invención dispuesto horizontalmente.

La Figura 11 representa una vista esquemática del sistema de captación para la obtención de muestras de micro y nano partículas en ecosistemas acuáticos de la presente invención, con el dispositivo muestreador de la presente invención dispuesto verticalmente.

La Figura 12 representa una vista esquemática del sistema de captación para la obtención de muestras de micro y nano partículas en ecosistemas acuáticos de la presente invención, con dos dispositivos muestreadores de la presente invención, uno de ellos dispuesto horizontalmente y el otro dispuesto verticalmente.

La Figura 13 representa una vista esquemática del sistema de captación para la obtención de muestras de micro y nano partículas en ecosistemas acuáticos de la presente invención, con el dispositivo muestreador de las Figuras 2 a 5 dispuesto horizontalmente.

La Figura 14 representa una vista esquemática del sistema de captación para la obtención de muestras de micro y nano partículas en ecosistemas acuáticos de la presente invención, con el dispositivo muestreador de las Figuras 6 a 9 dispuesto horizontalmente.

Descripción detallada de la invención

La figura 1 muestra una vista explosionada del dispositivo muestreador (1) de la presente invención, según un primer caso de realización preferido.

Como se puede apreciar, el dispositivo muestreador (1) de micro y nanopartículas en ecosistemas acuáticos de la presente invención comprende un cuerpo (2) que define un extremo de entrada (3e) y un extremo de salida (3s), configurado para permitir el filtrado del agua (A) de un ecosistema acuático que circula entre el extremo de entrada (3e) y el extremo de salida (3s). Dicho dispositivo (1) comprende una pluralidad de filtros (4M, 4N) dispuestos secuencialmente entre el extremo de entrada (3e) y el extremo de salida (3s), configurados para obtener muestras de micro y nanopartículas en fracciones separadas según su tamaño.

Los filtros (4M, 4N) se disponen secuencialmente entre el extremo de entrada (3e) y el extremo de salida (3s) ordenados de mayor a menor tamaño de filtrado, es decir, en orden descendente de su tamaño de filtrado entre el extremo de entrada (3e) y el extremo de salida (3s).

El cuerpo (2) presenta una forma de embudo, o cónica, en la que el extremo de entrada (3e) presenta un mayor diámetro que el extremo de salida (3s).

El dispositivo (1) comprende una pluralidad de filtros micro (4M) configurados para obtener muestras de micropartículas iguales o mayores a 1 µm de tamaño, y de hasta 5 mm de tamaño.

De acuerdo al presente ejemplo, el dispositivo (1) comprende una selección de filtros micro (4M) de 5 mm, 1 mm, 500 µm, 250 µm, 100 µm, 50 µm, 20 µm, y 1 µm de tamaño de filtrado. En este caso, se obtienen fracciones separadas de micropartículas, cuyos tamaños de micropartícula se encuentran entre los siguientes intervalos: de 5 mm a 1 mm, de 1 mm a 500 µm, de 500 µm a 250 µm, de 250 µm a 100 µm, de 100 µm a 50 µm, de 50 µm a 20 µm, y de 20 µm a 1 µm.

Los filtros micro (4M) son tamices de acero inoxidable, lavables y reutilizables.

El dispositivo (1) comprende una pluralidad de filtros nano (4N) configurados para obtener muestras de nanopartículas inferiores a 1 µm de tamaño.

De acuerdo al presente ejemplo, el dispositivo (1) comprende una selección de filtros nano (4N) de 0.45 µm o 0.2 µm, y de menos de 0.1 µm de tamaño de filtrado.

Los filtros nano (4N) de 0.45 µm o 0.2 µm son filtros desechables de politetrafluoroetileno (PTFE), más conocido como Teflón. Los filtros nano (4N) de tamaño de filtrado inferior a 0.1 µm son filtros desechables de Polyethersulfone (PES).

De acuerdo al presente ejemplo, el cuerpo (2) se encuentra conformado por los propios filtros (4M, 4N), donde cada uno de dichos filtros (4M, 4N) forma un segmento separable de dicho cuerpo (2). Para ello los filtros (4M, 4N) se unen secuencialmente en el orden apropiado por medio de orificios enfrentados (12) habilitados en los filtros adyacentes (4M, 4N), que trabajan en colaboración con tornillos (13) para permitir su montaje y desmontaje de forma reiterada. Asimismo, cada filtro (4M, 4N) puede contar con sus propios elementos de extracción o remoción, tales como agarraderas o manillas (11).

Las Figuras 2 a 5 muestran diversas vistas del dispositivo muestreador (1) de la presente invención, según un segundo caso de realización preferido.

Como se aprecia en las Figuras 2 y 3, el dispositivo (1) comprende una pluralidad de palas de timón (5) dispuestas alrededor del cuerpo (2), configuradas para orientar el dispositivo (1) según la dirección de la corriente de agua. En este caso, cuatro palas de timón (5) dispuestas alrededor del cuerpo (2) de forma equidistante, es decir a 90º entre ellas. Dichas palas de timón (5) aseguran el posicionamiento correcto del dispositivo (1) en la posición de contracorriente, a fin de incrementar la presión de agua contra los filtros (4M, 4N), favoreciendo el paso de las partículas a través de los mismos.

Como se aprecia en las Figuras 4 y 5, los filtros (4M, 4N) de menor tamaño de filtrado se configuran a modo de cartucho (22) para permitir la extracción en bloque de un

conjunto de filtros (4M, 4N). En concreto, dicho cartucho (22) comprende una selección de filtros (4M, 4N) de 10 µm, 1 µm, y 0.1 µm de tamaño de filtrado. Para ello el cuerpo (2) comprende un alojamiento (23) configurado para alojar dicho cartucho (22) y permitir la extracción del mismo. El alojamiento (23) cuenta con los medios de cierre y/o encaje (21) necesarios para permitir acceso al cartucho (22) de cara a su manipulación y extracción.

El dispositivo cuerpo (2) puede comprender otros filtros micro (4M) de mayor tamaño de filtrado por delante del cartucho (22), es decir, próximos al extremo de entrada (3e).

Las Figuras 6 a 9 muestran diversas vistas del dispositivo muestreador (1) de la presente invención, según un tercer caso de realización preferido.

Como se aprecia en las Figuras 6 y 7, el dispositivo (1) comprende una pluralidad de palas de timón (5) dispuestas alrededor del cuerpo (2), configuradas para orientar el dispositivo (1) según la dirección de la corriente de agua. En este caso, dos palas de timón (5) dispuestas alrededor del cuerpo (2) de forma equidistante, es decir a 180º entre ellas. Dichas palas de timón (5) aseguran el posicionamiento correcto del dispositivo (1) en la posición de contracorriente, a fin de incrementar la presión de agua contra los filtros (4M, 4N), favoreciendo el paso de las partículas a través de los mismos.

Como se aprecia en las Figuras 8 y 9, los filtros (4M, 4N) de menor tamaño de filtrado se configuran a modo de cartucho (22) para permitir la extracción en bloque de un conjunto de filtros (4M, 4N). En concreto, dicho cartucho (22) comprende una selección de filtros (4M, 4N) de 100 µm, 50 µm, 20 µm, y 0.45 o 0.2 µm de tamaño de filtrado. Para ello el cuerpo (2) comprende un alojamiento (23) configurado para alojar dicho cartucho (22) y permitir la extracción del mismo. El alojamiento (23) cuenta con los medios de cierre y/o encaje (21) necesarios para permitir acceso al cartucho (22) de cara a su manipulación y extracción.

El dispositivo cuerpo (2) puede comprender otros filtros micro (4M) de mayor tamaño de filtrado por delante del cartucho (22), es decir, próximos al extremo de entrada (3e).

La Figura 10 muestra una vista esquemática del sistema de captación (100) para la obtención de muestras de micro y nano partículas en ecosistemas acuáticos de la presente invención, con el dispositivo muestreador (1) de la presente invención dispuesto horizontalmente. Este sistema (100) se puede utilizar con cualquiera de las realizaciones anteriormente descritas del dispositivo muestreador (1) de la presente invención.

Como se puede apreciar, el sistema de captación (100) para la obtención de muestras de micro y nano partículas en ecosistemas acuáticos comprende:

- un elemento de flotación (101), por ejemplo una boya de señalización, configurado para flotar en la superficie (S) del agua (A) de un ecosistema acuático; y
- un dispositivo muestreador (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13 configurado para quedar inmerso en el agua (A) de dicho ecosistema acuático, entre la superficie (S) y el fondo (F) del mismo;

donde dicho dispositivo (1) se encuentra dispuesto horizontalmente (1H), sujeto al elemento de flotación (101) y al fondo (F).

De este modo, el dispositivo muestreador (1), denominado también en este caso captador horizontal, permite obtener muestras de micro y nanopartículas, especialmente micro y nano plásticos, representativos a una profundidad determinada. El dispositivo muestreador (1) está pues ubicado en la columna de agua y en posición de contracorriente, para la captación diferencial de partículas aprovechando la fuerza de las mareas y las corrientes superficiales de los ecosistemas acuáticos.

Dicho sistema (100) comprende un correntímetro (102), o medidor de flujo, configurado para registrar el flujo de agua (A) durante el periodo de muestreo.

Dicho sistema (100) comprende un panel solar (104) para suministrar la energía eléctrica necesaria al correntímetro (102), y/o a otros equipos de control y/o monitorización eléctricos.

La sujeción del dispositivo (1) al elemento de flotación (101) y al fondo (F) se realiza a través de anclajes giratorios (103) para permitir la orientación del dispositivo (1) según la dirección de la corriente (C) de agua (A).

La Figura 11 muestra una vista esquemática del sistema de captación (200) para la obtención de muestras de micro y nano partículas en ecosistemas acuáticos de la presente invención, con el dispositivo muestreador (1) de la presente invención dispuesto verticalmente. Este sistema (200) se puede utilizar con cualquiera de las realizaciones anteriormente descritas del dispositivo muestreador (1) de la presente invención.

Como se puede apreciar, el sistema de captación (200) para la obtención de muestras de micro y nano partículas en ecosistemas acuáticos comprende:

- un dispositivo muestreador (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13 configurado para quedar inmerso en el agua (A) de un ecosistema acuático, en el fondo (F) del mismo;

donde dicho dispositivo (1) se encuentra dispuesto verticalmente (1V), sujeto al fondo (F).

De este modo, el dispositivo muestreador (1), denominado también en este caso captador vertical, permite obtener muestras de micro y nanopartículas, especialmente micro y nano plásticos, de mayor peso, que sedimentan (S) desde la columna de agua hasta el fondo (F) del mar.

La Figura 12 muestra una vista esquemática del sistema de captación (300) para la obtención de muestras de micro y nano partículas en ecosistemas acuáticos de la presente invención, con dos dispositivos muestreadores (1) de la presente invención, uno de ellos dispuesto horizontalmente y el otro dispuesto verticalmente. Este sistema (300) se puede utilizar con cualquiera de las realizaciones anteriormente descritas del dispositivo muestreador (1) de la presente invención.

Como se puede apreciar, el sistema de captación (300) para la obtención de muestras de micro y nano partículas en ecosistemas acuáticos comprende:

- un elemento de flotación (101) configurado para flotar en la superficie (S) del agua (A) de un ecosistema acuático; y
- un primer dispositivo muestreador (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13 configurado para quedar inmerso en el agua (A) de dicho ecosistema acuático,

entre la superficie (S) y el fondo (F) del mismo;

donde dicho primer dispositivo (1) se encuentra dispuesto horizontalmente (1H), sujeto al elemento de flotación (101) y al fondo (F);

y

- un segundo dispositivo muestreador (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13 configurado para quedar inmerso en el agua (A) de un ecosistema acuático, en el fondo (F) del mismo;

donde dicho segundo dispositivo (1) se encuentra dispuesto verticalmente (1V), sujeto al fondo (F).

La Figura 13 muestra una vista esquemática del sistema de captación (100) para la obtención de muestras de micro y nano partículas en ecosistemas acuáticos de la presente invención, con el dispositivo muestreador (1) de las Figuras 2 a 5 dispuesto horizontalmente (1H).

La Figura 14 muestra una vista esquemática del sistema de captación (100) para la obtención de muestras de micro y nano partículas en ecosistemas acuáticos de la presente invención, con el dispositivo muestreador de las Figuras 6 a 9 dispuesto horizontalmente (1H).

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo muestreador de micro y nanopartículas en ecosistemas acuáticos, que comprende:

- un cuerpo (2) que define un extremo de entrada (3e) y un extremo de salida (3s), configurado para permitir el filtrado del agua (A) de un ecosistema acuático que circula entre el extremo de entrada (3e) y el extremo de salida (3s);

dicho dispositivo (1) **caracterizado por que** comprende una pluralidad de filtros (4M, 4N) dispuestos secuencialmente entre el extremo de entrada (3e) y el extremo de salida (3s), configurados para obtener muestras de micro y nanopartículas en fracciones separadas según su tamaño.

2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el cuerpo (2) presenta una forma cónica.

3. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizado por que** el cuerpo (2) es de fibra de carbono o de fibra de vidrio.

4. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** comprende uno o más filtros micro (4M) configurados para obtener muestras de micropartículas iguales o mayores a 1 µm de tamaño.

5. Dispositivo según la reivindicación 4, **caracterizado por que** comprende una pluralidad de filtros micro (4M) configurados para obtener muestras de micropartículas de distintos tamaños, seleccionables entre 5 mm, 2 mm, 1 mm, 500 µm, 250 µm, 100 µm, 50 µm, 20 µm, y un 1 µm de tamaño de filtrado.

6. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 5, **caracterizado por que** los filtros micro (4M) son tamices de acero inoxidable.

7. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** comprende uno o más filtros nano (4N) configurados para obtener muestras de nanopartículas inferiores a 1 µm de tamaño.

8. Dispositivo según la reivindicación 7, **caracterizado por que** comprende una pluralidad de filtros nano (4N) configurados para obtener muestras de nanopartículas de distintos tamaños, seleccionables entre 0.45 µm, 0.2 µm y de 150 a 800 Da de tamaño de filtrado.

9. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 8, **caracterizado por que** los filtros nano (4N) son de Teflón o membranas de material polimérico.

10. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por que** los filtros (4M, 4N) se disponen secuencialmente entre el extremo de entrada (3e) y el extremo de salida (3s) ordenados de mayor a menor tamaño de filtrado.

11. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por que** el cuerpo (2) se encuentra conformado por los propios filtros (4M, 4N), donde cada uno de dichos filtros (4M, 4N) forma un segmento separable de dicho cuerpo (2).

12. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado por que** los filtros (4M, 4N) se configuran a modo de cartucho (22); **y por que** el cuerpo (2) comprende un alojamiento (23) configurado para alojar dicho cartucho (22) y permitir la extracción del mismo.

13. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado por que** comprende una o más palas de timón (5) dispuestas alrededor del cuerpo (2), configuradas para orientar el dispositivo (1) según la dirección de la corriente de agua.

14. Sistema de captación para la obtención de muestras de micro y nano partículas en ecosistemas acuáticos, dicho sistema (100) **caracterizado por que** comprende:

- un elemento de flotación (101) configurado para flotar en la superficie (S) del agua (A) de un ecosistema acuático; y
- un dispositivo muestreador (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13 configurado para quedar inmerso en el agua (A) de dicho ecosistema acuático, entre la superficie (S) y el fondo (F) del mismo;

donde dicho dispositivo (1) se encuentra dispuesto horizontalmente (1H), sujeto al elemento de flotación (101) y al fondo (F).

15. Sistema de captación según la reivindicación 14, **caracterizado por que** comprende un correntímetro (102) configurado para registrar el flujo de agua (A) durante el periodo de muestreo.

16. Sistema de captación según cualquiera de las reivindicaciones 14 a 15, **caracterizado por que** la sujeción del dispositivo (1) al elemento de flotación (101) y al fondo (F) se realiza a través de anclajes giratorios (103) para permitir la orientación del dispositivo (1) según la dirección de la corriente (C) de agua (A).

17. Sistema de captación para la obtención de muestras de micro y nano partículas en ecosistemas acuáticos, dicho sistema (200) **caracterizado por que** comprende:

- un dispositivo muestreador (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13 configurado para quedar inmerso en el agua (A) de un ecosistema acuático, en el fondo (F) del mismo;

donde dicho dispositivo (1) se encuentra dispuesto verticalmente (1V), sujeto al fondo (F).

18. Sistema de captación para la obtención de muestras de micro y nano partículas en ecosistemas acuáticos, dicho sistema (300) **caracterizado por que** comprende:

- un elemento de flotación (101) configurado para flotar en la superficie (S) del agua (A) de un ecosistema acuático; y
- un primer dispositivo muestreador (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13 configurado para quedar inmerso en el agua (A) de dicho ecosistema acuático, entre la superficie (S) y el fondo (F) del mismo;

donde dicho primer dispositivo (1) se encuentra dispuesto horizontalmente (1H), sujeto al elemento de flotación (101) y al fondo (F);

y

- un segundo dispositivo muestreador (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13 configurado para quedar inmerso en dicho ecosistema acuático (A), en el fondo (F) del mismo;

donde dicho segundo dispositivo (1) se encuentra dispuesto verticalmente (1V), sujeto al fondo (F).

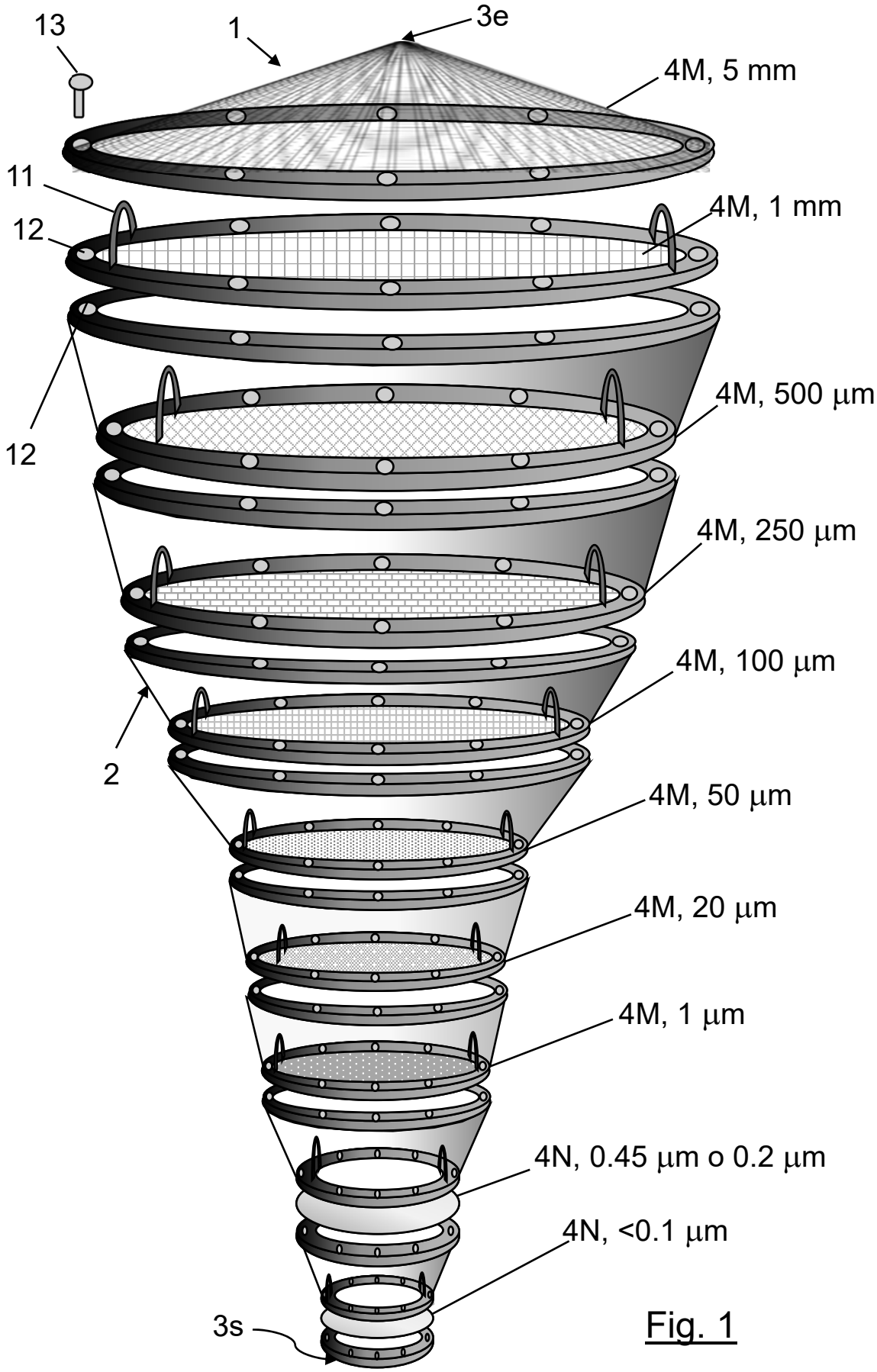
13
1
3e
4M, 5 mm
11
12
4M, 1 mm
12
4M, 500 µm
4M, 250 µm
4M, 100 µm
2
4M, 50 µm
4M, 20 µm
4M, 1 µm
4N, 0.45 µm o 0.2 µm
4N, <0.1 µm
3s

Fig. 1

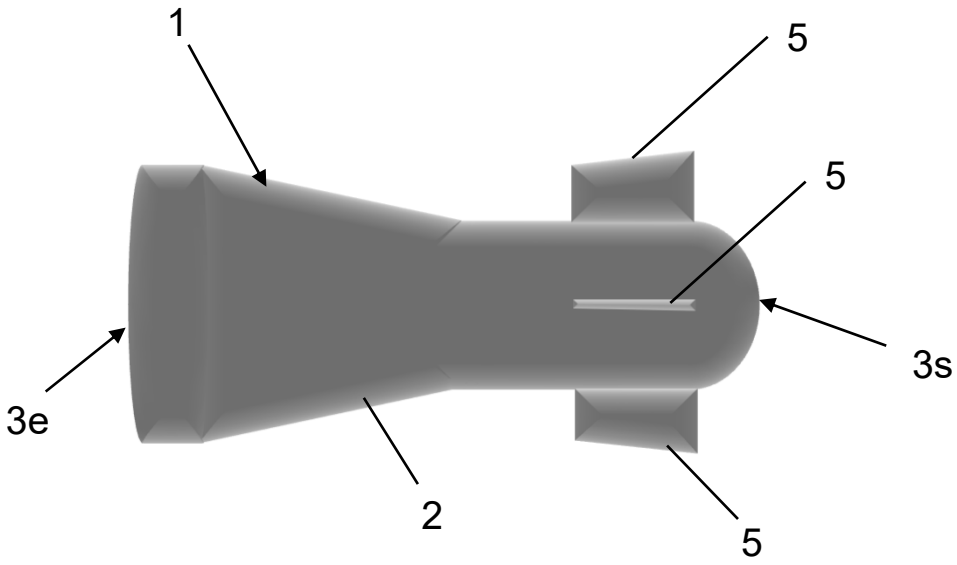

Fig. 2

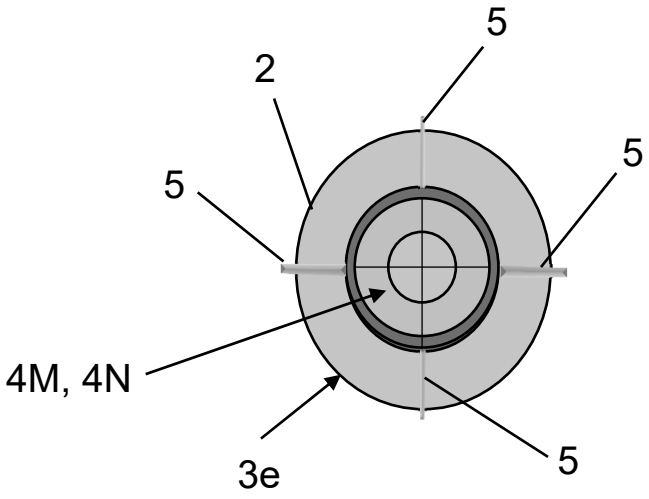

Fig. 3

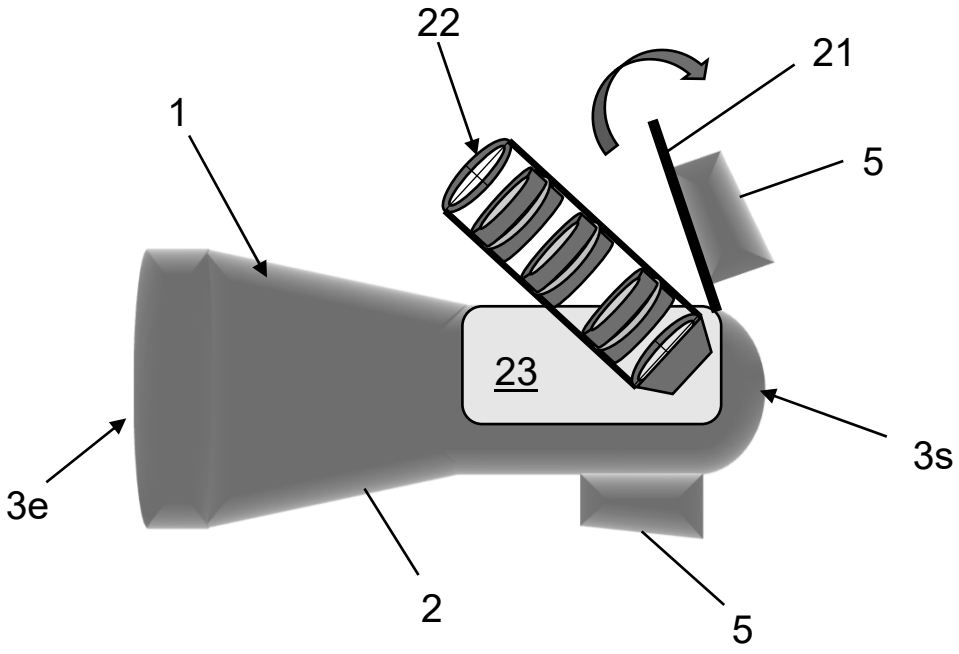

Fig. 4

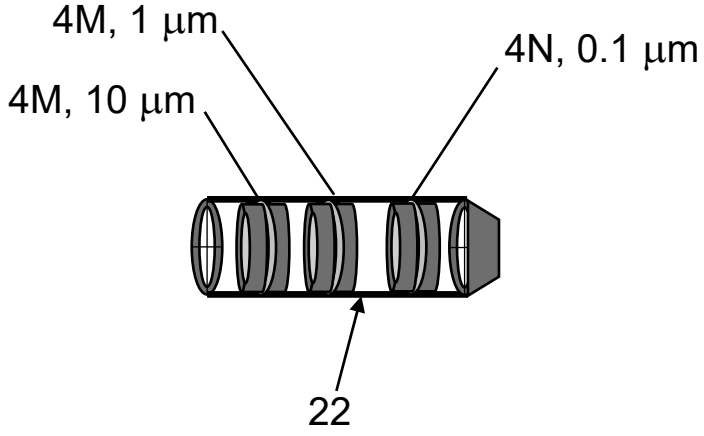

Fig. 5

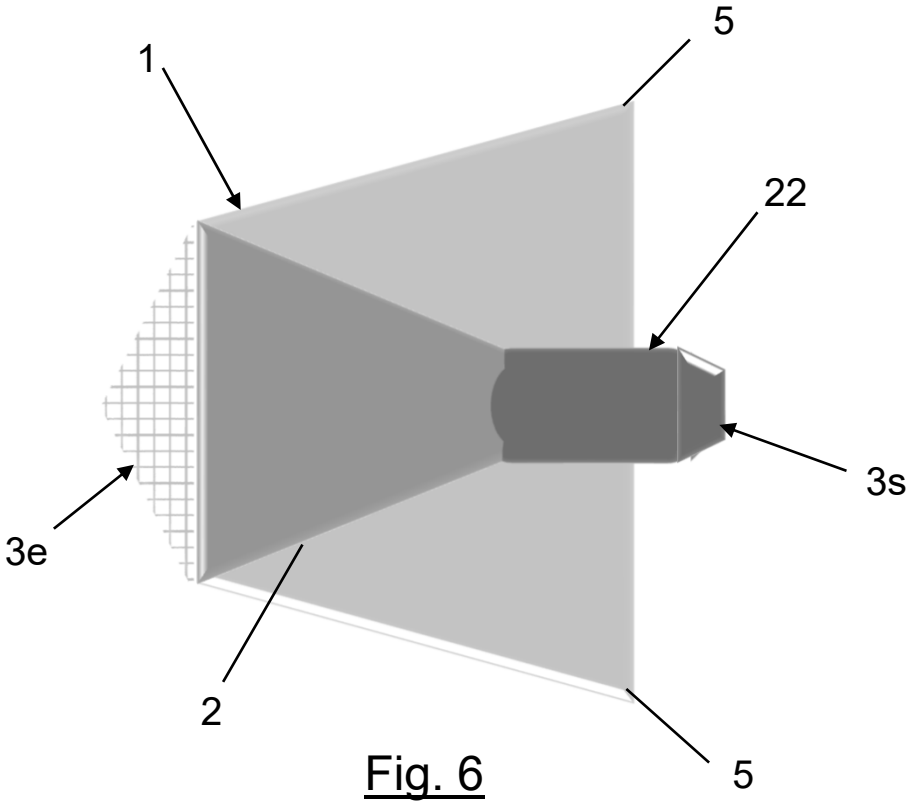

Fig. 6

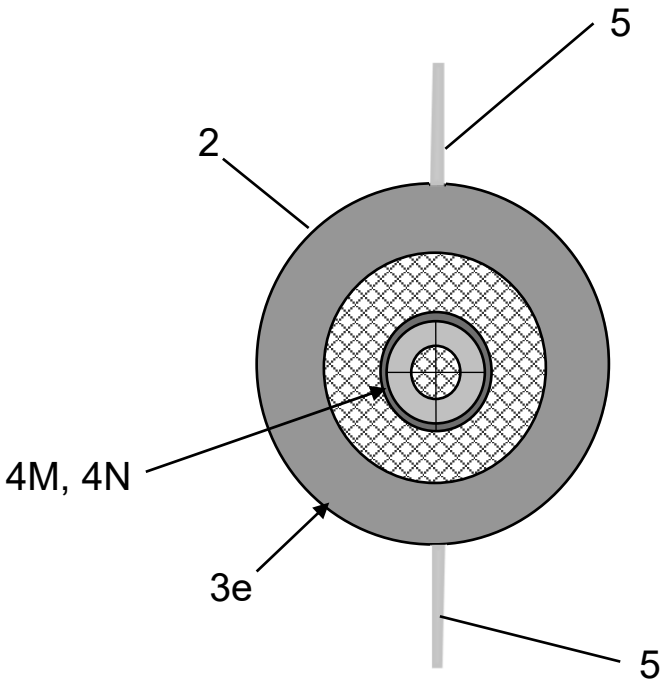

Fig. 7

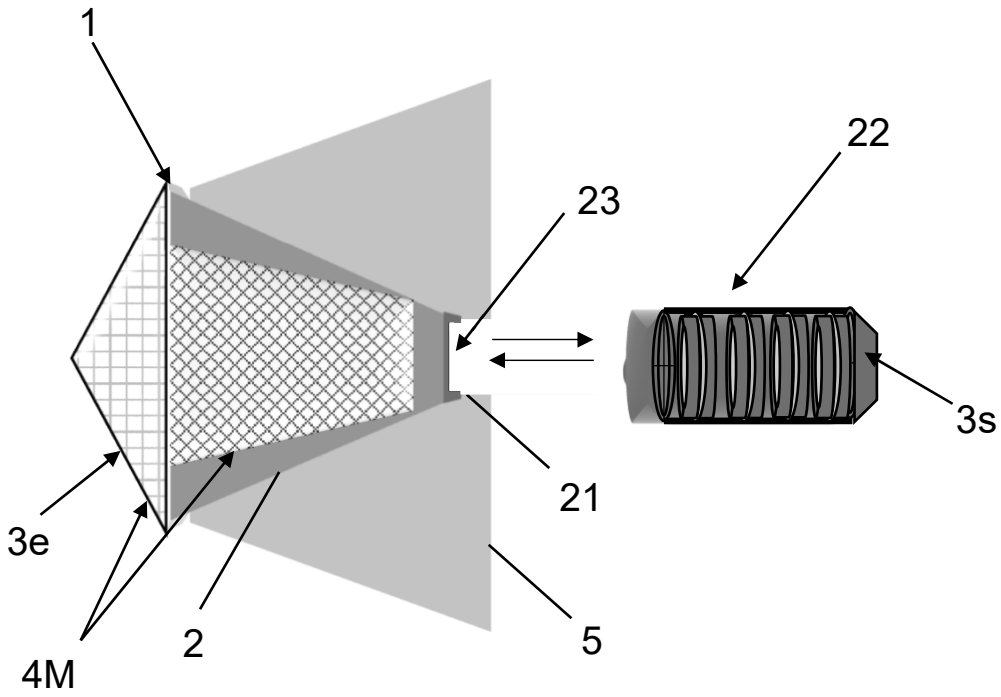

Fig. 8

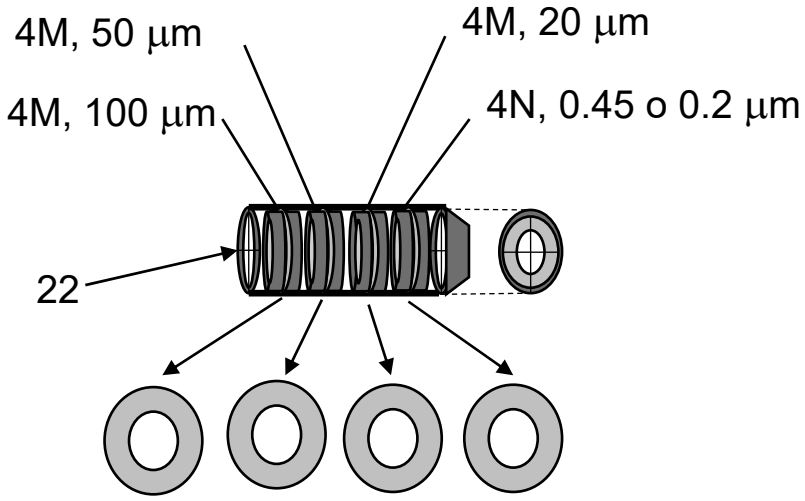

Fig. 9

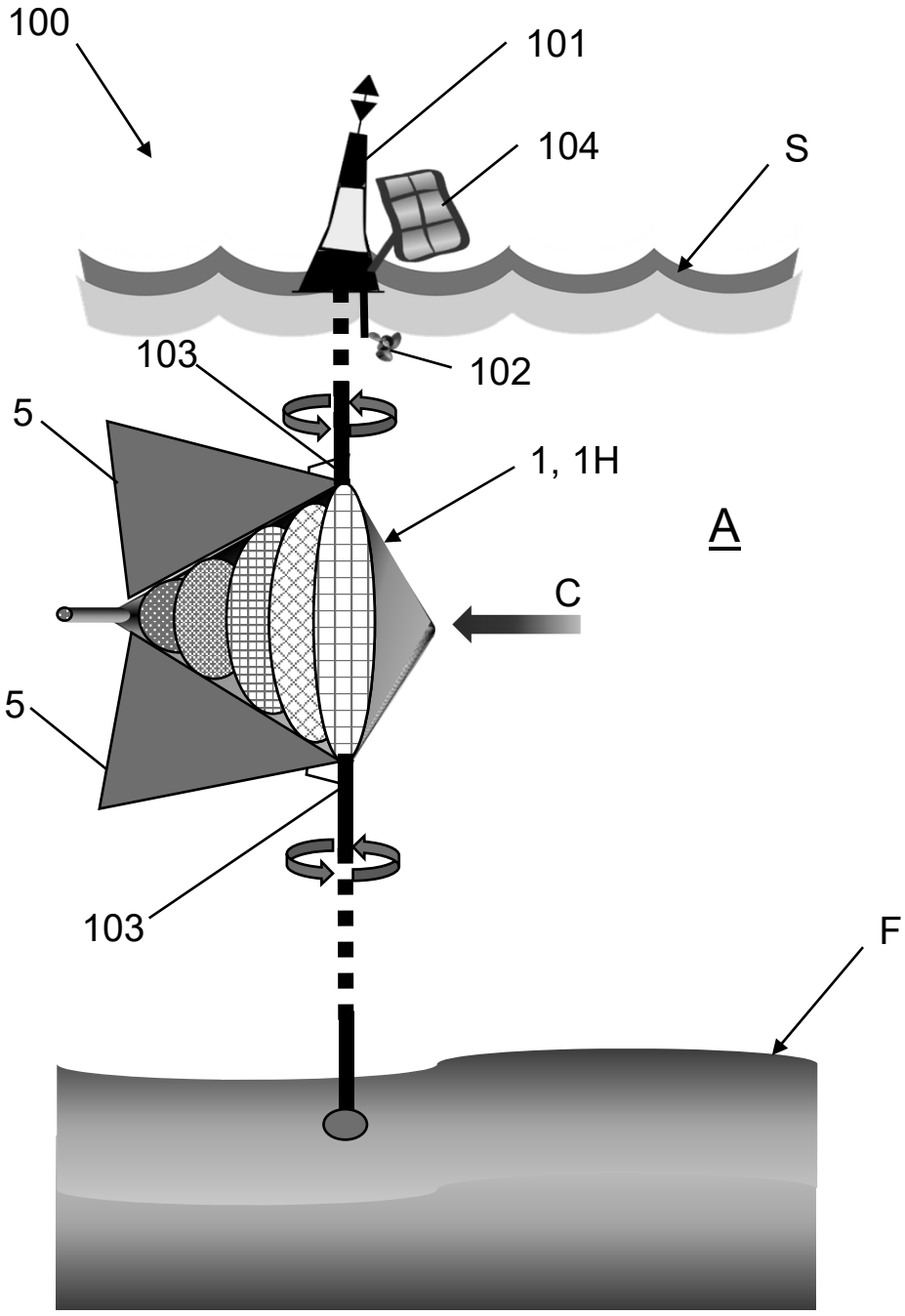

Fig. 10

A

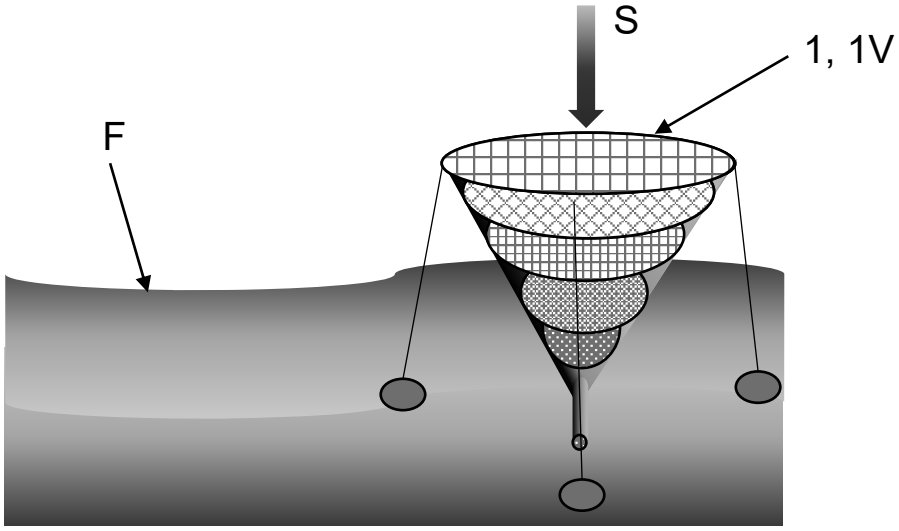

Fig. 11

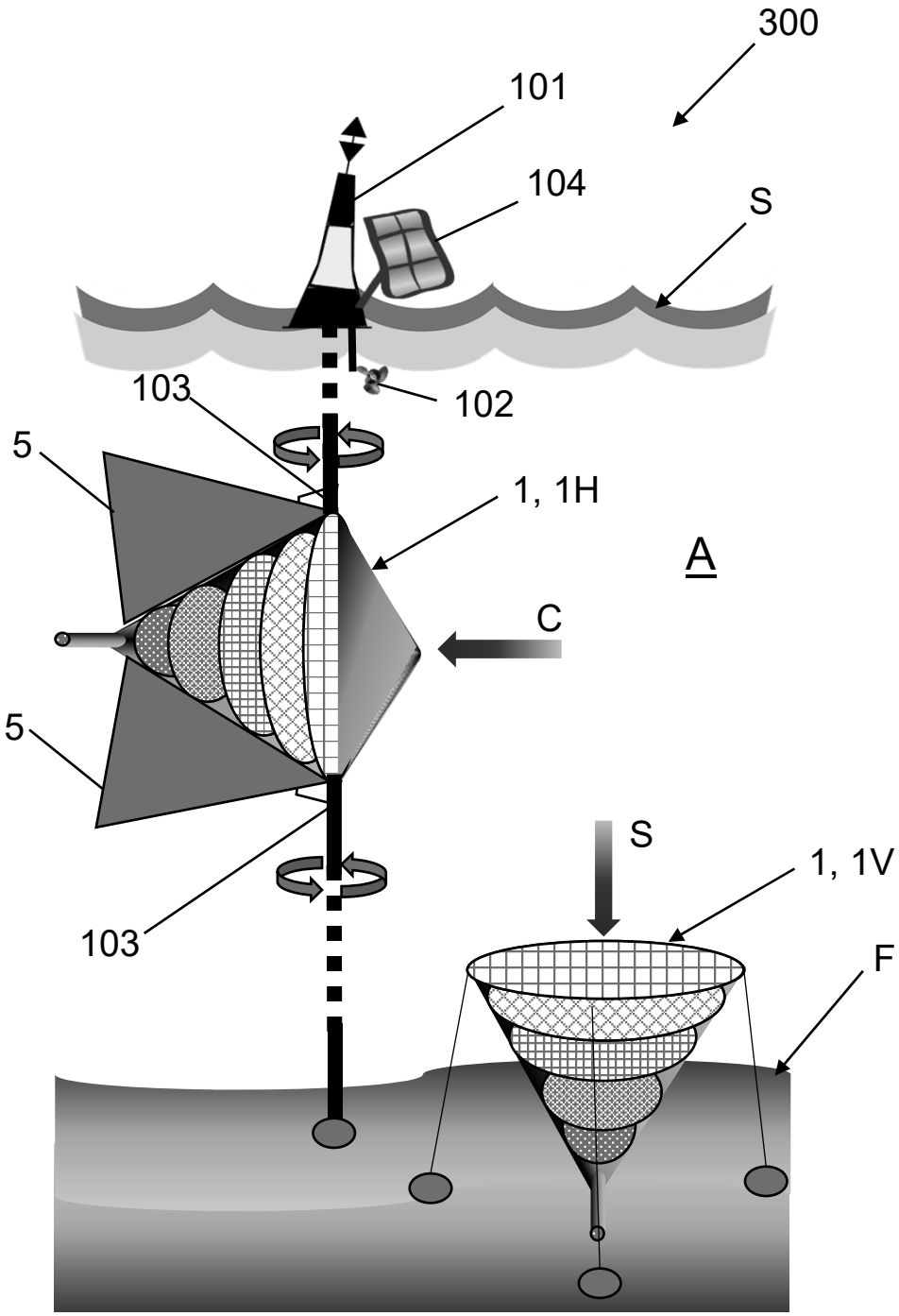

Fig. 12

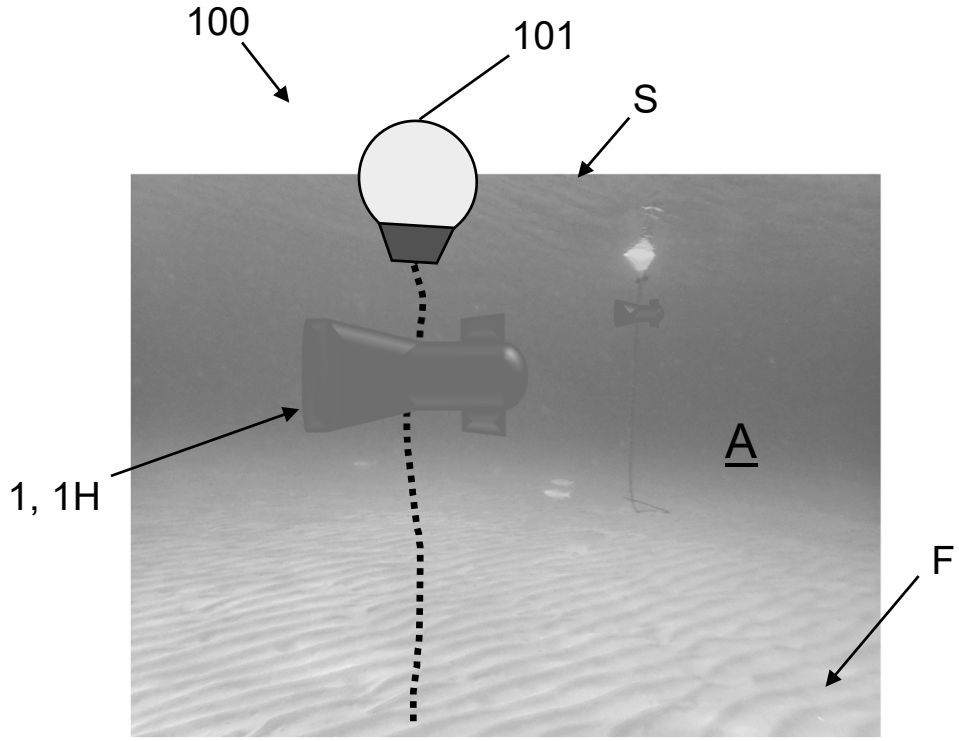

Fig. 13

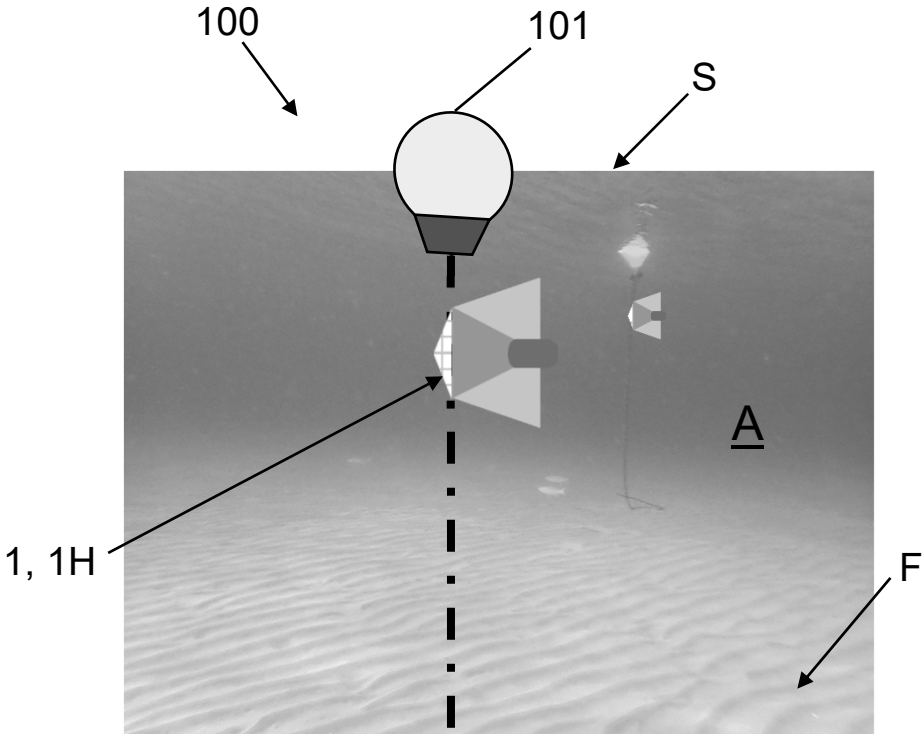

Fig. 14