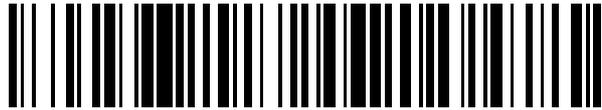


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 468 192**

51 Int. Cl.:

F03D 9/02 (2006.01)

H02G 9/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.12.2009 E 09180850 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.03.2014 EP 2341592**

54 Título: **Método para proteger cables submarinos y tubos largos submarinos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.06.2014

73 Titular/es:

KYOWA CO., LTD. (50.0%)
1-13-20, Minamisenba, Chuo-ku
Osaka-shi, Osaka 542-0081, JP y
SUMITOMO CORPORATION (50.0%)

72 Inventor/es:

OHKUBO, TAKAHITO;
TANAKA, TOSHIHIRO;
OIKE, NOBUYOSHI;
KAWAMURA, HIRONORI;
TANAKA, SHINICHI;
MORIYAMA, IKUO y
YOSHIOKA, MOTOO

74 Agente/Representante:

AZNÁREZ URBIETA, Pablo

ES 2 468 192 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método para proteger cables submarinos y tubos largos submarinos.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION**Campo de la Invención**

- 5 La presente invención se refiere a métodos para proteger objetos submarinos de gran longitud, incluyendo cables submarinos y tubos largos submarinos.

Descripción de Estado de la Técnica

- 10 Por ejemplo, la energía eléctrica generada por un sistema de generación de energía eólica marina es transmitida a través de un cable conectado entre el sistema de generación de energía eólica marina y un sistema con base en tierra. Más específicamente, está previsto un cable que se extiende a lo largo del fondo marino entre el sistema de generación de energía eólica y el sistema terrestre. En la Publicación de Patente Japonesa nº 2007-288991 de solicitud no examinada por ejemplo se describe una protección para un cable de este tipo que se extiende por el fondo marino. En la Publicación de Patente Japonesa nº 2007-288991 de solicitud no examinada se utilizan bloques colchón para proteger el cable submarino. En cada bloque colchón están conformadas integralmente una célula superior y una célula inferior. La célula superior está diseñada de modo que sobresale en forma de celosía de la célula inferior, diseñándose la célula inferior con una parte escalonada. Múltiples bloques de este tipo se conectan entre sí y se disponen sobre el cable submarino. De este modo, el cable submarino está protegido contra los golpes y agarres de anclas de barcos y diversas artes de pesca.

- 20 Tal como se ha descrito, el cable submarino está protegido por los múltiples colchones conectados entre sí y dispuestos sobre el cable submarino. Sin embargo, en la Publicación de Patente Japonesa nº 2007-288991 de solicitud no examinada, los colchones dispuestos sobre el cable submarino sirven como resistencia a las corrientes mareales del fondo marino, por lo que se genera un exceso de flujo cerca de los extremos de los bloques colchón. Dicho exceso de flujo puede provocar un fenómeno denominado "lavado", donde el fondo marino se erosiona y desprende cerca de los extremos de los bloques colchón. En este caso, los múltiples colchones conectados entre sí no pueden seguir con precisión la forma del fondo marino, que se va deformando gradualmente por lavado. La distancia entre una junta en un extremo de un bloque colchón y una junta del otro extremo del colchón es la anchura mínima que se pueden doblar los colchones conectados. Por consiguiente, los bloques colchón conectados tienen estructuralmente menos posibilidades de estar en contacto estrecho con el cable submarino y el fondo marino. Así, los bloques colchón conectados pueden seguir la forma del fondo marino deformado por lavado hasta cierto grado.
- 30 Sin embargo, incluso en este caso, el lavado no puede evitarse, por lo que la forma del fondo marino se sigue deformando progresivamente, provocando una tensión considerable en el cable submarino. Como resultado, el cable submarino puede resultar dañado. Además, este tipo de problema se puede producir con otros objetos largos submarinos, tales como tuberías de gas, petróleo y fibra óptica, etc.

- 35 La publicación de la Solicitud de Patente JP-A-59122626 da a conocer la formación de una escollera sobre un terreno de fondo bajo el agua. Sobre la escollera se coloca un conjunto de cantos rodados formado por empaquetamiento de cantos rodados en un saco de red para cubrir toda la superficie de la escollera. Esto se lleva a cabo para lograr una disposición estable del conjunto de cantos rodados a lo largo de la ondulación de la superficie de la escollera.

SUMARIO DE LA INVENCION

- 40 Un objeto de la presente invención es proporcionar un método para proteger cables submarinos o tubos largos o tuberías submarinos que sea capaz de proteger los objetos submarinos durante mucho tiempo, tal como se define en las reivindicaciones 1 y 2.

- 45 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, el método para proteger un objeto largo submarino comprende el paso de instalar unidades filtrantes en forma de saco que incluyen en cada caso objetos en bloque predeterminados para cubrir un objeto largo submarino.

Preferentemente, el paso de instalar las unidades filtrantes incluye el paso de localizar una posición donde se han de instalar las unidades filtrantes mediante el uso de un GPS.

- 50 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, las unidades filtrantes en forma de saco que incluyen en cada caso objetos en bloque predeterminados se instalan de modo que cubran un cable y tubo largo submarino instalado sobre el fondo marino. De este modo se puede fijar el cable y el tubo largo submarino y también se puede evitar el lavado, lo que permite proteger el cable y el tubo largo submarino durante mucho tiempo.

Breve descripción de las figuras

- 5 Fig. 1: vista esquemática que muestra un sistema de generación de energía eólica, una torre y unos cimientos a los que se ha aplicado un método para construir cimientos para un sistema de generación de energía eólica de la primera realización.
- Fig. 2A: vista esquemática que muestra una unidad filtrante (UF).
- Fig. 2B: vista esquemática que muestra el estado en el que la UF se instala sobre una superficie irregular del fondo marino.
- Fig. 3A: vista lateral de pilotes que muestran cómo las UF están situadas entre pilotes.
- 10 Fig. 3B: diagrama visto desde III B-III B en la Fig. 3A.
- Fig. 3C: diagrama visto desde III C-III C en la Figura 3A.
- Fig. 4A, 4B, 4C, 4D, 4E y 4F: diagramas que ilustran secuencialmente el método para construir cimientos para un sistema de generación de energía eólica.
- 15 Fig. 5: una vista esquemática que muestra una torre y unos cimientos a los que se ha aplicado otro método para construir cimientos para un sistema de generación de energía eólica de la primera realización.
- Fig. 6A y 6B: vistas esquemáticas que muestran un ejemplo donde se instalan UF para unos cimientos existentes.
- 20 Fig. 7: vista esquemática que muestra una torre y unos cimientos a los que se ha aplicado un método para construir cimientos para un sistema de generación de energía eólica de la segunda realización.
- Fig. 8A, 8B, 8C, 8D, 8E, 8F, 8G y 8H: diagramas que ilustran secuencialmente el método para construir cimientos para un sistema de generación de energía eólica de la segunda realización.
- Fig. 8I: diagrama visto desde la posición VIII I-VIII I de la Fig. 8E.
- 25 Fig. 8J y 8K: diagramas que muestran un ejemplo donde se instalan UF para unos cimientos existentes.
- Fig. 9A, 9B y 9C: diagramas que ilustran secuencialmente un método para proteger un cable submarino para un sistema de generación de energía eólica.
- Fig. 9D: diagrama visto desde IX D-IX D de la Fig. 9C.
- Fig. 10: una vista que muestra cómo una UF cubre un cable.
- 30 Fig. 11A: diagrama que muestra un ejemplo donde un cable submarino está protegido mediante el uso de múltiples UF.
- Fig. 11B: diagrama visto desde XI B-XI B de la Fig. 11A.
- Fig. 12A: diagrama que muestra un ejemplo donde un cable submarino está protegido mediante el uso de dos UF.
- 35 Fig. 12B: diagrama visto desde la posición XII B-XII B de la Fig. 12A.
- Fig. 13A: diagrama que muestra un ejemplo donde un cable submarino está protegido mediante el uso de múltiples UF.
- Fig. 13B: diagrama visto desde XIII B-XIII B de la Fig. 13A.
- 40 Fig. 14A, 14B y 14C: diagramas que ilustran secuencialmente un método para aplanar una superficie irregular del fondo marino.
- Fig. 15: diagrama esquemático que muestra un ejemplo de aplanamiento de una superficie irregular convexa.

Descripción de las realizaciones preferentes

(1) Primera Realización

- 45 A continuación se describe una realización de la presente invención con referencia a las figuras adjuntas. La Fig. 1 es una vista esquemática que muestra un sistema de generación de energía eólica y una torre que están asentados sobre unos cimientos a los que se ha aplicado un método para construir cimientos para un sistema de generación de energía eólica de acuerdo con una realización de la presente invención. Se ha de señalar que la presente realización se describe con respecto a un ejemplo donde el sistema de generación de energía eólica y la torre están soportados
- 50 por cimientos que tienen pilotes como base. La Fig. 1 muestra un sistema de generación de energía eólica marina 10 para generar energía eléctrica a partir de energía eólica marina, una torre 11, una pieza losa base 12a, pilotes 12b, múltiples unidades filtrantes (designadas en adelante "UF") 50 y un cable 20. La torre 11 sostiene el sistema de generación de energía eólica marina 10 y se extiende hacia abajo hasta un nivel cercano al fondo marino 200 a través de la superficie marina 100. La pieza losa base 12a, hecha de hormigón, está fijada a la torre 11 mediante
- 55 pernos de anclaje y soporta la torre 11. Cada pilote 12b, hecho de un tubo de acero, está previsto para ser soportado por un terreno predeterminado y fija la pieza losa base 12a por su extremo superior mediante pernos de anclaje para soportar la pieza losa base 12a. Las UF 50 están instaladas entre el fondo marino 200 y los pilotes 12b. El cable sale de la torre 11 y se extiende cerca del fondo marino 200 para transmitir la electricidad generada por el sistema de generación de energía eólica 10 hasta un sistema con base en tierra (no mostrado). Obsérvese que la
- 60 torre 11 se extiende hasta una altura tal que permite al sistema de generación de energía eólica 10 recibir eficazmente los vientos marinos. El terreno predeterminado 300 en el que están fijados los pilotes 12b indica una capa del terreno denominada "capa soporte" en la Fig. 1. La capa soporte es suficientemente fuerte para soportar la

carga del sistema de generación de energía eólica y la torre bajo diferentes condiciones, como condiciones meteorológicas e hidrográficas. Es decir, los pilotes 12b se clavan en el terreno hasta que llegan a la capa soporte, fijándose los pilotes 12b en la capa soporte. Obsérvese que los cimientos de la presente realización incluyen la pieza losa base 12a y pilotes 12b.

- 5 Más abajo se describe la estructura de las UF 50 utilizadas en la presente invención. La Fig. 2A es una vista esquemática que muestra el estado en el que la UF 50 está suspendida de una grúa de un barco de trabajo o similar y la Fig. 2B es una vista esquemática que muestra el estado en el que la UF 50 está instalada sobre un fondo marino irregular.

10 Con referencia a las Fig. 2A y 2B, un saco que comprende un cuerpo de saco tejido con hilo de fibra sintética donde está dispuesta un número predeterminado de objetos en bloque, tales como cantos triturados, se denomina UF. La UF que contiene los objetos en bloque 502 incluye un cable de suspensión 503, que permite suspender el cuerpo de saco 501 con una grúa o similar, y una parte conectora 504, dispuesta en un extremo del cable de suspensión 503, y que se puede conectar a la grúa para suspender el cuerpo de saco 501. La UF aquí utilizada tiene un diámetro de aproximadamente 2,5 m cuando está instalada sobre un terreno plano y tiene un peso de aproximadamente 4 T. Las fibras sintéticas utilizadas para el cuerpo de saco 501 son, por ejemplo, de poliéster. Por consiguiente, el cuerpo de

15 saco 501 no se oxida en el agua marina, presenta una alta resistencia al agua ácida y alcalina y es poco propenso a la corrosión. Se ha de señalar que las fibras sintéticas no están limitadas al poliéster, pudiendo ser también de nylon, polipropileno, polietileno o similares. Además, dado que un hilo de una UF es de resina sintética, no se disolverán disruptores endocrinos ni metales pesados, por lo que no se producirán efectos adversos.

20 En el cuerpo de saco 501, el lado largo N de la malla de la red tiene 50 mm y el diámetro de hilo M es de 10 mm. Preferentemente, el diámetro de hilo M y el lado largo N de la malla tienen una relación $3 \leq N/M \leq 20$ (unidades en mm). Con esta relación, ninguno de los objetos en bloque 502 descritos más abajo se sale de la malla y el cuerpo de saco 501 mantiene su resistencia durante más tiempo.

25 Es preferible que el número predeterminado de objetos en bloque 502 se establezca de modo que la porosidad de la tela tejida oscile entre el 45% y el 90%. Esto asegura la formación de huecos porosos en la UF 50, reduciendo así la fuerza de arrastre cuando las corrientes de agua del fondo marino 200 fluyen a través del cuerpo de saco 501. Por consiguiente, la UF 50 no está sometida a la presión de la corriente de agua, evitando el fenómeno denominado "lavado", un fenómeno que erosiona el fondo marino 200. Aunque la porosidad también está relacionada con el tamaño de los objetos en bloque 502 dispuestos en el cuerpo de saco 501, con una porosidad inferior al 45% la UF

30 50 está sometida a la presión de la corriente de agua, por lo que se produce un lavado alrededor del cuerpo de saco 501. Por otro lado, con una porosidad superior al 90% se reduce la retención de los objetos en bloque 502.

35 Preferentemente el cuerpo de saco 501 está formado por tela tejida (por ejemplo una red Raschel) con un alargamiento del 30% al 80%. Esto permite asegurar la flexibilidad y también permite que el cuerpo de saco 501 siga cualquier forma en una posición de instalación de la UF 50 y se mantenga en un estado estable durante mucho tiempo después de la instalación de la UF 50. Es decir, la UF 50 se puede mantener establemente en la posición de instalación durante mucho tiempo, independientemente de que el lugar de instalación sea o no plano.

40 Preferentemente los objetos en bloque 502 contenidos en la UF 50 tienen un diámetro de 50-300 mm y un peso específico lo suficientemente grande para evitar que la UF 50 sea arrastrada cuando está instalada sobre el fondo marino 200. Por ejemplo, los objetos en bloque 502 consisten en cantos triturados con un tamaño de grano de 100 mm y un peso específico de 2,65. Así, la UF 50 tiene un peso suficientemente grande para que no sea susceptible a la flotabilidad y las corrientes de agua bajo el mar. Se ha de señalar que cuanto menor es el tamaño de grano de los objetos en bloque 502, mejor se adapta el cuerpo de saco 501 a la forma del lugar de instalación. Es preferible que el tamaño de grano de los objetos en bloque 502 sea de aproximadamente el doble del lado largo N de la malla.

45 A continuación se explica la cantidad predeterminada de objetos en bloque 502 que se ha de disponer en el saco. Con referencia a la Fig. 2A, que muestra un saco suspendido, en ella se supone que la altura del saco 501 desde la parte cerrada 505 hasta el fondo es H1 y que la altura del espacio sin objetos en bloque 502 es H2. La cantidad predeterminada de objetos en bloque 502 en el saco 501 es una cantidad con la que el valor obtenido mediante $(H2/H1) \times 100$ es preferentemente del 25-80%. La razón es que, si el valor es menor del 25%, los objetos en bloque

50 llegan a la parte cerrada 505 y la adaptabilidad a la posición de instalación se reduce, siendo difícil colocar el saco cerca de la posición deseada. Si el valor es mayor del 80%, la forma de la UF puede cambiar fácilmente, la UF es menos estable y tiene un peso ligero en relación con su volumen, siendo posible que la UF sea arrastrada por una onda de marea.

Además, dado que la UF tiene la estructura arriba descrita, cuando está dispuesta en el fondo marino tiene el efecto beneficioso de proporcionar un entorno adecuado para las plantas y los peces en el mar.

55 A continuación se explica el tamaño de la UF. En la siguiente explicación, las UF cuyo peso es inferior a 4 T, cuyo diámetro cuando están instaladas es inferior a 2 m y cuyo volumen es inferior a 2 m^3 se denominan "UF pequeñas", mientras que las UF cuyo peso es de 4-20 toneladas, cuyo diámetro cuando están instaladas es de 2 m - 5 m y cuyo

volumen es de 2-13 m³ de denominan "UF grandes". El material y el diámetro del hilo, el tamaño de malla incluyendo el lado largo de la misma, el diámetro y el peso específico de los objetos en bloque son iguales en las UF pequeñas y grandes.

5 La siguiente Tabla 1 muestra un ejemplo de la relación entre el peso (tamaño) de las UF individuales y un caudal efectivo de las corrientes mareales. Se ha de señalar que, en la Tabla 1, en cada UF están dispuestos los mismos objetos en bloque con un diámetro de 50-300 mm y un peso específico de 2,65.

Tabla 1

Peso de la UF (t)	Caudal Efectivo de Corrientes Mareales (m/s)
2	Aproximadamente 4,7 o menos
4	Aproximadamente 5,3 o menos
8	Aproximadamente 5,9 o menos
20	Aproximadamente 7,0 o menos

10 Tal como muestra la Tabla 1, es posible utilizar un tipo apropiado de UF en función del caudal de las corrientes mareales. Por ejemplo, cuando el caudal de las corrientes mareales es de 5,0 m/s en la posición en la que se han de instalar las UF, se utilizan UF con un peso de 4 T. Además, también es posible cambiar el peso de las UF y el tamaño de los objetos en bloque en función de las condiciones del rendimiento en la posición en la que se instalan las UF. Como muestra la Tabla 1, cuanto mayor es la UF, más eficaz es con respecto al caudal de la corriente mareal, en comparación con una UF más pequeña.

15 En la siguiente descripción se utiliza la UF arriba descrita, a no ser que se especifique otra cosa.

Se ha de señalar que, aunque factores tales como el tamaño de la propia UF 50, el material del hilo, el espesor del hilo, el tamaño de grano y el peso específico de los objetos en bloque están especificados en las UF 50 arriba descritas, la presente invención no se limita a las UF 50 especificadas por estos factores. La UF 50 puede estar especificada por otros factores diversos.

20 Se ha de señalar que, por ejemplo, es preferible que la UF aquí utilizada sea un material protector contra el lavado para una estructura submarina dada a conocer en la Patente Japonesa nº 3.696.389.

A continuación se describe un método para instalar las UF de acuerdo con la presente realización. La Fig. 3A es un diagrama esquemático lateral que muestra un ejemplo alrededor de los pilotes 12b cuando las UF se instalan alrededor del pilote 12b junto antes de instalar la pieza losa base 12a. La Fig. 3B es un diagrama visto desde III B-III B de la Fig. 3A y la Fig. 3C es un diagrama visto desde III C-III C de la Fig. 3A. En primer lugar, con referencia a la Fig. 3A, las UF 50 están instaladas entre el fondo marino 200 y los pilotes 12b que soportan la pieza losa base por sus extremos superiores. Tal como muestra la línea de rayas y doble punto X en la Fig. 3A, es preferible instalar las UF 50 sin que se formen huecos entre las mismas, hasta que las múltiples UF 50 formen una superficie plana conforme a la altura de las cabezas de los pilotes 12b. Esto permite que la superficie de fondo de la pieza losa base esté en contacto estrecho con los pilotes 12b y las UF cuando la pieza losa base está instalada, con lo que los pilotes 12b, la pieza losa base y las UF forman un conjunto integral. Esto puede aumentar la resistencia como cimientos incluyendo la pieza losa base y la base, y puede reducir la influencia de las corrientes mareales, incluyendo el lavado. Es decir, esto puede aumentar la fuerza de carga como cimientos para soportar el sistema de generación de energía eólica y la torre. Con referencia a la Fig. 3B, el punto O es la posición en la que está situado el centro de la pieza losa base cuando ésta está instalada sobre los pilotes 12b. La distancia entre el punto O y la posición exterior de la circunferencia de cada pilote 12b situado más lejos del punto O es de R metros (en adelante "m"). Un círculo P1 es un círculo cuyo centro está situado en el punto O y de radio R m. En este caso, es preferible que la capa inferior de las UF 50 esté dispuesta en un área rodeada por un círculo P2 que tiene el centro situado en el punto O y con un radio de aproximadamente (R + W) m (véase la Fig. 3C). Cuando W tiene un valor entre 4 m y 40 15 m, se producen un efecto de prevención de lavado, siendo preferente W = 6 m. Cuanto mayor es el área de instalación de las UF 50, mayores son los efectos que previsiblemente se pueden obtener con las UF 50 tal como se describen más arriba. Sin embargo, los efectos de las UF 50 se estabilizan esencialmente cuando el área de instalación de las UF sobrepasa el círculo P2. Por consiguiente, desde el punto de vista de la construcción, como el número de las UF 50 a instalar y la magnitud de la obra de construcción, y desde el punto de vista de los efectos, como la eficacia de las UF 50, el área de instalación de la capa inferior de las UF se encuentra preferentemente en el área rodeada por el círculo P2 de radio aproximadamente (L + 6) m alrededor del punto O. Con referencia a la Fig. 3C, es preferible que en un área S (una porción del círculo P2 diferente al círculo P1), las UF de la capa inferior estén dispuestas en dos a cinco capas en la dirección radial concéntricamente alrededor del punto O (las Fig. 3A y 3C muestran un ejemplo en donde las UF 50 están dispuestas en tres capas en dirección radial). La disposición de 45 UF pequeñas en múltiples líneas en dirección radial en el área S permite obtener una mayor estabilidad que la disposición de UF grandes en la dirección radial en el área S. Además, cuando las UF 50 forman un grupo, las múltiples UF 50 proporcionan un efecto de grupo. El efecto de grupo es el efecto por el que una UF que está influida directamente por las corrientes de agua está soportada por otras UF alrededor de dicha UF y múltiples UF que forman el grupo pueden permanecer establemente en el lugar establecido. Como resultado, el efecto beneficioso de 50

evitar el lavado, etc. puede durar mucho tiempo. En cambio, la disposición de las UF 50 en una sola capa en la dirección radial no produce ningún efecto de supresión del flujo turbulento provocado cuando las corrientes mareales chocan contra los cimientos, pudiendo los cimientos resultar afectados por un exceso de flujo generado por la torre. Por otro lado, el efecto de grupo arriba descrito se estabiliza cuando las UF 50 están dispuestas en seis o más capas en dirección radial.

Cuanto mayor es el espesor total de las UF 50, es decir, la cantidad de capas de las UF 50 en dirección vertical, mayores son los efectos previstos de las UF 50. Esto se debe a que el aumento del espesor global de las UF 50 mejora el acoplamiento entre las UF 50. Por consiguiente, las múltiples UF 50 están en contacto estrecho entre sí, están fijadas entre sí sin huecos entre las mismas y disminuyen las posibilidades de que se produzca una aspiración de tierra y arena de la superficie del fondo marino. Esto aumenta la estabilidad de las múltiples UF 50 instaladas, permitiendo reducir durante mucho tiempo la influencia de las corrientes mareales, incluyendo el lavado. Por otro lado, el efecto de prevención de lavado se estabiliza esencialmente cuando el espesor global es igual a tres o más capas. Por consiguiente, tal como se describe más arriba, desde el punto de vista de la construcción, como el número de las UF 50 a instalar y la magnitud de la obra de construcción, y desde el punto de vista de los efectos, como la eficacia de las UF 50, es preferible que el espesor global de las UF 50 sea de dos o tres capas.

Además, para ejecutar esta realización normalmente se utilizan UF de un único tamaño, aunque se pueden utilizar UF con tamaños diferentes. En este caso, cuando se instalan UF de distinto tamaño en dos o más capas, es preferible instalar las UF más pequeñas en la posición inferior y las UF más grandes en una posición superior. La razón de esta instalación es que las UF más pequeñas siguen las irregularidades del fondo marino, mejorando el acoplamiento entre las UF instaladas y el fondo marino. Como resultado, las UF 50 se mantienen estables durante mucho tiempo después de la instalación. Además, dado que la superficie superior de las UF instaladas es más lisa que la del fondo marino, las UF grandes quedan dispuestas establemente sobre las UF pequeñas. Por consiguiente, esto permite reducir eficazmente el caudal de la corriente mareal.

Además, la instalación de las UF 50 alrededor del fondo marino 200 que tiene los pilotes 12b clavados en el mismo aumenta la presión lateral ejercida sobre la parte subterránea de cada pilote 12b por el terreno circundante. Por consiguiente, es menos probable que se forme un hueco entre cada pilote 12b y el terreno y la capa de soporte que rodean la parte subterránea del pilote 12b. Esto permite eliminar el momento generado cerca del fondo marino 200 en cada pilote 12b. Además, dado que múltiples UF instaladas sirven como parte de los cimientos, el tamaño de los cimientos puede ser compacto.

Tal como se describe más arriba, dado que las múltiples UF están instaladas entre el fondo marino 200 y cada pilote 12b, es menos probable que se forme un hueco entre cada pilote 12b y el terreno y la capa de soporte que rodean la parte subterránea del pilote 12b. Esto permite eliminar el momento que se genera cerca del fondo marino 200 en el pilote 12b y evitar el lavado que se produce alrededor de cada pilote 12b. Gracias a ello se puede aumentar la fuerza de carga y la durabilidad de los cimientos que tienen los pilotes 12b como base.

Más abajo se describe un método para construir unos cimientos para un sistema de generación de energía eólica de acuerdo con la presente realización. Las Fig. 4A a 4F son diagramas que ilustran secuencialmente la construcción de los cimientos para el sistema de generación de energía eólica. En primer lugar, en un emplazamiento donde se ha de instalar un sistema de generación de energía eólica se analizan previamente el estado del fondo marino 200 y las condiciones de las corrientes mareales cerca del fondo marino 200 para estudiar el tamaño de las UF, la cantidad de UF 50 y la posición en la que se han de instalar las UF 50 (Fig. 4A). A continuación, en base a los resultados obtenidos, se disponen los pilotes 12b como base de los cimientos, para que éstos sean soportados por la capa soporte (Fig. 4B). Después, tal como se describe más arriba, entre el fondo marino 200 y cada pilote 12b se instalan múltiples UF 50 en contacto estrecho entre sí (Fig. 4C). En este punto, las múltiples UF 50 forman una superficie plana de acuerdo con la altura de las cabezas de los pilotes 12b. Después, sobre los extremos superiores de los pilotes 12b se instala un encofrado 12e para la pieza losa base 12a (Fig. 4D). En este punto, la superficie inferior del encofrado 12e y los extremos superiores de los pilotes 12b se fijan entre sí. Luego se introduce hormigón en el encofrado 12e para formar la pieza losa base 12a (Fig. 4E). A continuación se fija la torre 11 al extremo superior de la pieza losa base 12a (Fig. 4F).

De acuerdo con el método arriba descrito, los pilotes 12b están dispuestos de modo que son soportados por la capa soporte, las múltiples UF 50 están instaladas entre el fondo marino 200 y cada pilote 12b y la pieza losa base 12a está dispuesta sobre los extremos superiores de los pilotes 12b. Esto evita que se produzca un lavado durante mucho tiempo, ya que la influencia de la corriente mareal disminuye alrededor de los cimientos sobre el fondo marino y protege el fondo marino 200 cerca de los pilotes 12b. Además, esto aumenta la presión lateral ejercida sobre la parte subterránea de cada pilote 12b por el terreno circundante. Por consiguiente, es menos probable que se forme un hueco entre cada pilote 12b. Como resultado, se produce un aumento tanto de la fuerza de carga como de la durabilidad de los cimientos. Además, dado que múltiples UF instaladas sirven como parte de los cimientos, el tamaño de los cimientos puede ser compacto. Adicionalmente, como el hilo de red de las UF está hecho de fibra sintética y las UF son porosas, no se disolverán disruptores endocrinos ni metales pesados, y es posible proporcionar un biotopo para algas y peces. Además, los cimientos se pueden hacer compactos, dado que las UF actúan como parte de los cimientos.

A continuación se describe la realización alternativa. En esta realización, como muestra la Fig. 5, entre la parte superior de las UF y la pieza losa base 12a hay un espacio. Dado que la otra parte es igual a la realización arriba descrita, no se repetirá su explicación.

5 En esta realización alternativa similar a la realización arriba descrita es posible evitar durante mucho tiempo que se produzca lavado, ya que la influencia de la corriente mareal disminuye alrededor de los cimientos sobre el fondo marino 200 para proteger el fondo marino 200 cerca de los pilotes 12b. Además, gracias al aumento de la presión lateral ejercida sobre la parte subterránea de cada pilote 12b por el terreno circundante, es menos probable que se forme un hueco entre cada pilote 12b.

10 A continuación se describe otra realización alternativa. En esta realización, las UF se instalan en unos cimientos de un sistema de generación de energía eólica ya existente. Las Fig. 6A y 6B son diagramas que muestran esta realización. La Fig. 6A muestra un sistema de generación de energía eólica ya existente al que se le aplica esta realización. Como muestra la Fig. 6A, entre los cimientos 12a y 12b y el fondo marino 200 se forma un espacio. La Fig. 6B muestra un estado en el que hay múltiples UF 50 instaladas entre los pilotes, sirviendo como base de los cimientos y el fondo marino 200. De modo similar a la realización arriba descrita, en esta realización se puede evitar durante mucho tiempo que se produzca un lavado, ya que la influencia de la corriente mareal se reduce alrededor de los cimientos sobre el fondo marino, protegiendo el fondo marino 200 cerca de los pilotes 12b. Además, esto aumenta la presión lateral ejercida a la parte subterránea de cada pilote 12b por el terreno circundante. Por consiguiente, es menos probable que se forme un hueco entre cada pilote 12b. En esta realización, las UF se instalan alrededor de la parte cóncava deformada del fondo marino que se puede haber formado por lavado, por ejemplo. La presente invención se puede aplicar a un fondo marino no deformado.

En esta realización alternativa se obtiene el mismo efecto beneficioso arriba descrito.

25 En la primera realización se describe un ejemplo en el que se instala un tipo de UF. Sin embargo, la presente invención no se limita a éste, pudiendo utilizarse dos tipos de UF: UF grandes y UF pequeñas. En este caso, se instalan UF grandes y UF pequeñas solapadas. Además, cuando se instalan UF en tres capas, unas primeras UF pequeñas se instalan en una capa en el fondo y después se instalan dos capas de UF grandes sobre las UF pequeñas, tal como se describe más arriba. De este modo, además del efecto descrito en la Fig. 3, también se logra que las UF permanezcan estables durante un período más largo y se puede reducir efectivamente el caudal de la corriente mareal.

30 Es posible instalar múltiples UF en las que están dispuestos diferentes tipos de objetos en bloque. Por ejemplo, en primer lugar unas primeras UF que incluyen objetos en bloque de pequeño tamaño y después unas segundas UF que incluyen objetos en bloque de gran tamaño. De este modo, las primeras UF previenen la aspiración de tierra y arena de la superficie del fondo marino y siguen las irregularidades de éste. Además se mejora el acoplamiento entre las múltiples UF 50 y las UF permanecen estables durante mucho tiempo, ya que las múltiples UF 50 están en contacto estrecho entre sí y están fijadas entre sí sin huecos entre ellas. Además, dado que las segundas UF que tienen objetos en bloque de gran tamaño se enfrentan a la corriente mareal, las UF están dispuestas de forma estable y reducen eficazmente la velocidad de la corriente mareal.

40 Adicionalmente, dado que "el tamaño de las UF" no tiene nada que ver con "el tamaño de grano de los objetos en bloque que rellenan las UF", las UF grandes que incluyen objetos en bloque de gran tamaño producen un efecto sinérgico en comparación con el efecto provocado por UF grandes que incluyen objetos en bloque de pequeño tamaño y las UF pequeñas que incluyen objetos en bloque de gran tamaño. Por ejemplo, las UF grandes que incluyen objetos en bloque de gran tamaño se mantienen por sí mismas más estables que las UF pequeñas que incluyen objetos en bloque de gran tamaño y las UF grandes que incluyen objetos en bloque de pequeño tamaño.

45 Se ha de señalar que esta realización se ha descrito con respecto a un ejemplo donde la pieza losa base 12a se forma disponiendo el encofrado 12e para la pieza losa base 12a sobre los extremos superiores de los pilotes 12b, e introduciendo hormigón en el encofrado 12e. Sin embargo, la presente invención no se limita a este método y también es posible disponer sobre los extremos superiores de los pilotes 12b una pieza losa base 12a pre-fabricada.

Además, aunque en esta realización se utilizan pilotes de acero, también es posible utilizar pilotes de hormigón.

(2) Segunda Realización

50 A continuación se describe la segunda realización. En la segunda realización, un sistema de generación de energía eólica está soportado por unos cimientos que tienen un cajón como base. La Fig. 7 es una vista en sección transversal que muestra un sistema de generación de energía eólica, una torre y unos cimientos a los que se les ha aplicado un método para construir cimientos para un sistema de generación de energía eólica de acuerdo con la presente realización. La Fig. 7 muestra un sistema de generación de energía eólica marina 10, una torre 11, una pieza losa base 12a, un cajón 12c, múltiples UF 50 y un cable de transmisión de energía 20. La torre 11 sostiene el sistema de generación de energía eólica marina 10 y se extiende hacia abajo hasta un nivel cercano al fondo marino 200 a través de la superficie marina 100. La pieza losa base 12a, hecha de hormigón, está fijada a la torre 11

mediante pernos de anclaje y soporta la torre 11. El cajón 12c, hecho de hormigón, está fijado en el fondo marino 200 excavado y soporta la pieza losa base 12a sobre su extremo superior. Las múltiples UF 50 están instaladas entre el fondo marino 200 y el cajón 12c. El cable de transmisión de energía 20 se extiende hacia afuera desde la torre 11 cerca del fondo marino 200 para transmitir la electricidad generada por el sistema de generación de energía eólica 10 a un sistema con base en tierra (no mostrado). Se ha de señalar que los cimientos de la presente realización incluyen la pieza losa base 12a y el cajón 12c, formándose el cajón 12c disponiendo hormigón en un encofrado. Las UF 50 utilizadas en la presente realización son similares a las de la realización arriba descrita.

Más abajo se describe un método para construir unos cimientos para un sistema de generación de energía eólica de acuerdo con la segunda realización. Las Fig. 8A a 8H son diagramas que ilustran secuencialmente la construcción de los cimientos para el sistema de generación de energía eólica. La Fig. 8I es un diagrama visto desde la posición VIII I-VIII I de la Fig. 8E. En primer lugar, en un emplazamiento en el que se ha de instalar un sistema de generación de energía eólica se analizan previamente el estado del fondo marino 200 y las condiciones de las corrientes mareales cerca del fondo marino 200 para determinar el tamaño y la cantidad de UF 50 y la posición en la que se han de instalar las UF 50 (Fig. 8A). A continuación, en base a los resultados, el fondo marino 200 se excava hasta la profundidad en la que el cajón 12c, que es una base de los cimientos, queda fijado por el fondo marino 200, formando así un agujero 13 para instalar dentro del mismo el encofrado 12d para el cajón 12c (Fig. 6B). En este punto se puede utilizar un método de excavación en zanja (extracción en zanja). El agujero excavado 13 tiene un tamaño suficientemente grande para soportar el sistema de generación de energía eólica 10, la torre 11, la pieza losa base 12a y el cajón 12c que se ha de disponer dentro del mismo. Después se instalan múltiples UF 50 en posición plana sobre la superficie del fondo del agujero excavado 13 (Fig. 8C). En este punto es preferible instalar las UF pequeñas. De este modo, las UF 50 pequeñas siguen las irregularidades del fondo marino y los huecos que se forman entre múltiples UF son pequeños. Como resultado, cuando el cajón 12c, la pieza losa base 12a y similares están instalados por encima de las UF 50, múltiples UF, el cajón 12c y la pieza losa base 12a pueden mantener sus emplazamientos de forma estable. Adicionalmente, cuando el hueco formado entre UF es grande, el hueco se puede reducir utilizando UF grandes o empleando tanto UF grandes como UF pequeñas. Además no existe ninguna limitación en cuanto a la cantidad de capas de UF a apilar. Cuanto mayor es la cantidad de capas, mayor es el efecto de prevención de la aspiración de tierra y arena de la superficie del fondo marino y en el mantenimiento del estado estable del cajón 12c y la pieza losa base 12a.

Después se instala el encofrado 12d para formar el cajón 12c encima de las UF 50 instaladas sobre la superficie del fondo del agujero 13 (Fig. 8D). Se ha de señalar que el encofrado 12d puede ser considerado como parte del cajón 12c abajo descrito. Después se instalan numerosas UF 50 en contacto estrecho entre sí para llenar el hueco entre el fondo marino 200 y el encofrado 12d para el cajón 12c como una base, es decir, entre el encofrado 12d para el cajón 12c y el agujero excavado 13 (Fig. 8E). En este punto es preferible disponer las UF 50 en la capa inferior en dos a cinco columnas en la dirección radial en un área de anchura L desde el borde circunferencial exterior del agujero excavado 13 (una parte del círculo P4 diferente al círculo P3 en la Fig. 8I). Preferentemente, L tiene un valor de aproximadamente 6 m. También es preferible instalar las múltiples UF 50 de modo que las UF 50 con un espesor global de tres capas estén en contacto estrecho con la circunferencia del encofrado 12d para el cajón 12c. Después se introduce hormigón en el encofrado 12d para formar el cajón 12c (Fig. 8F). A continuación, la superficie inferior de un encofrado para la pieza losa base 12a se fija al extremo superior del cajón 12c mediante pernos de anclaje, introduciéndose en el encofrado hormigón para la pieza losa base 12a con el fin de formar la pieza losa base 12a (Fig. 8G). Después se fija la torre 11 a la pieza losa base 12a (Fig. 8H).

De acuerdo con el método arriba descrito, primero se excava el fondo marino 200 para poder sujetar el cajón 12c dentro del mismo. Después se instalan las múltiples UF 50 de forma plana sobre la superficie del fondo del agujero excavado 13. A continuación se instala el encofrado 12d para el cajón 12c y las múltiples UF 50 se instalan entre el fondo marino 200 y el encofrado 12d para el cajón 12c. Luego se introduce hormigón en el encofrado 12d para formar el cajón 12c y la pieza losa base 12a se dispone sobre el extremo superior del cajón 12c. Dado que la influencia de la corriente mareal disminuye cerca de los cimientos sobre el fondo marino 200, es posible eliminar el lavado durante mucho tiempo y proteger el fondo marino 200 cerca del cajón 12c. Esto permite mejorar la fuerza de carga y la durabilidad de los cimientos. Además, dado que las UF instaladas sirven como parte de los cimientos, los cimientos pueden ser compactos. Adicionalmente, como el hilo de red de las UF está hecho de fibra sintética y las UF son porosas, no se disolverán disruptores endocrinos ni metales pesados, siendo posible proporcionar un biotopo para algas y peces.

A continuación se describe una realización alternativa. En esta realización, las UF se instalan en unos cimientos utilizando un cajón de un sistema de generación de energía eólica ya existente. Las Fig. 8J y 8K son diagramas que muestran esta realización. La Fig. 8J muestra un sistema de generación de energía eólica ya existente al que se le aplica esta realización. Tal como muestra la Fig. 8J, entre los cimientos 12a, 12c y el fondo marino 200 circundante hay un espacio. La Fig. 8K muestra un estado en el que múltiples UF 50 están instaladas entre el cajón 12c y sirven como base de los cimientos y el fondo marino 200. Dado que el resto de la construcción de los cimientos es igual a la realización arriba descrita, no se repetirá su explicación. En esta realización, las UF están instaladas alrededor de la parte cóncava deformada del fondo marino que se puede haber formado por lavado, por ejemplo. La presente invención se puede aplicar a un fondo marino no deformado.

En esta realización se logra el mismo efecto beneficioso arriba descrito.

5 Se ha de señalar que esta realización se ha descrito con respecto a un ejemplo en el que el cajón 12c está formado mediante la disposición de hormigón y después se instala sobre el mismo el encofrado para formar la pieza losa base. Sin embargo, la presente invención puede emplear un encofrado que permita formar tanto el cajón como la pieza losa base mediante la introducción de hormigón en el mismo.

Se ha de señalar que esta realización se ha descrito con respecto a un ejemplo en el que el cajón 12c está formado mediante la instalación del encofrado 12d sobre las UF instaladas en la superficie del fondo del agujero excavado 13, y la introducción de hormigón en el encofrado 12d instalado. No obstante, también es posible instalar un cajón 12c fabricado con antelación sobre las UF 50 instaladas sobre la superficie del fondo del agujero excavado 13.

10 Se ha de señalar que esta realización se ha descrito con respecto a un ejemplo en el que se ha instalado un tipo de UF. Sin embargo, la presente invención no se limita a éste y se pueden utilizar dos tipos de UF: UF grandes y UF pequeñas. Por ejemplo, en los casos en los que es necesario seguir las irregularidades del fondo marino preferentemente se utilizan UF pequeñas. Por otro lado, cuando es necesario reducir la velocidad de la corriente mareal se utilizan UF grandes. Además se pueden emplear múltiples UF que incluyen diferentes tipos de objetos en
15 bloque, dependiendo de las condiciones requeridas. En consecuencia, se produce un efecto similar al descrito en la primera realización.

(3) Tercera Realización

20 A continuación se describe la tercera realización con respecto a un método de instalación de las UF. En la presente realización se describe un método para proteger un cable submarino para un sistema de generación de energía eólica. Las Fig. 9A a 9C son diagramas que ilustran secuencialmente el método para proteger un cable submarino para un sistema de generación de energía eólica; la Fig. 9D es un diagrama visto desde la línea IXD-IXD de la Fig. 9C; y la Fig. 10 es un diagrama que muestra las condiciones cuando se instala una UF. Se ha de señalar que las UF 50 utilizadas en la presente realización son similares a las de la realización arriba descrita.

25 En primer lugar, en un emplazamiento en el que se ha de instalar el cable submarino 20 se analizan previamente el estado del fondo marino 200 y las condiciones de las corrientes mareales cerca del fondo marino 200 para determinar el tamaño y la cantidad de UF 50 y la posición en la que se han de instalar las UF 50 (Fig. 9A). A continuación se instala el cable submarino 20 sobre el fondo marino 200 (Fig. 9B). Después se instala una UF 50 para cubrir el cable submarino 20 instalado sobre el fondo marino 200 (Fig. 9C).

30 En este punto se explican las condiciones necesarias con referencia a la Fig. 10. La Fig. 10 es un diagrama que muestra la sección transversal perpendicular a la dirección en la que se extiende el cable submarino. Más específicamente, suponiendo que el punto central de la sección de cable es "y" que su radio es "r" (m), el punto por encima del cable que está situado a la distancia D1 (m) con respecto a la superficie superior del cable 20 es T1, los puntos que están situados a la distancia D2 (m) con respecto a la superficie lateral del cable 20 son T2 y T3, y dos
35 ángulos inferiores iguales formados por un triángulo isósceles definido por los puntos T1, T2 y T3 son θ . Además, cuando algunos objetos en bloque dispuestos en las UF se caen de la posición superior al fondo, los objetos en bloque forman naturalmente un montón de forma cónica. Se supone que el ángulo definido como ϕ está formado entre el lado inclinado del montón y el fondo. Es preferible que la UF cubra el triángulo isósceles sombreado mostrado en la Fig. 10, donde $D1 \geq 0,5$ m, $D2 \geq 1,0$ m y $\theta \leq \phi$. En este punto, ϕ normalmente tiene un valor de 45 grados o menos. Preferentemente, θ tiene un valor de 30 grados o menos. En la Fig. 10, la línea de puntos muestra
40 la sección transversal de la UF que satisface las condiciones arriba descritas.

Dado que el cable submarino está completamente cubierto por la UF de forma estable, el cable submarino 20 está fijado de modo que no se mueve por la influencia de las corrientes mareales que se desplazan a su alrededor (véase la Fig. 9D), y puede estar protegido, por ejemplo, contra anclas de barcos, cantos rodados transportados por las corrientes mareales, y similares.

45 De acuerdo con el método arriba descrito, las UF 50 se instalan de modo que cubren el cable submarino 20. Por consiguiente, el cable submarino 20 está fijado por el fondo marino 200 y las UF 50, y se puede evitar que se mueva por la influencia de las corrientes mareales que se desplazan a su alrededor y similares. Esto puede evitar una fricción entre el fondo marino 200 y el cable submarino 20, y puede evitar durante mucho tiempo el lavado cerca del cable submarino instalado 20. Como resultado, el cable submarino 20 se puede mantener protegido durante mucho
50 tiempo.

Se ha de señalar que esta realización se ha descrito con respecto a un ejemplo en el que un cable submarino está recién instalado. Sin embargo, la UF 50 se puede instalar de modo que cubra un cable submarino ya existente.

55 Se ha de señalar que esta realización se ha descrito con respecto a un ejemplo en el que está instalada una UF 50. Sin embargo, es preferible instalar múltiples UF 50. El uso de múltiples UF 50 aumenta el peso para fijar el cable submarino 20, lo que permite fijar firmemente el cable submarino 20. Además, tal como se describe en la primera

realización, se obtiene el efecto de grupo y el cable se puede fijar establemente mediante la instalación de múltiples UF.

5 A continuación se describen algunos ejemplos en los que el cable submarino 20 se fija mediante múltiples UF 50. La Fig. 11A muestra un ejemplo donde múltiples UF 50 están dispuestas continuamente en línea en la dirección en la que se extiende el cable submarino (designada en adelante "dirección de extensión del cable submarino 20") y la Fig. 11B es un diagrama visto desde XI B-XI B de la Fig. 11A. La Fig. 11A sólo muestra una parte de las UF instaladas. La Fig. 12A muestra un ejemplo donde dos UF 50 están dispuestas una junto a la otra con el cable submarino 20 interpuesto entre las mismas y la Fig. 12B es un diagrama visto desde la posición XII B-XII B de la Fig. 12A. Se ha de señalar que en este caso también es posible disponer múltiples UF 50 continuamente en dos líneas a lo largo de la dirección de extensión del cable submarino 20. La Fig. 13A muestra un ejemplo en el que el cable submarino 20 está fijado utilizando múltiples UF 50 y la Fig. 13B es un diagrama visto desde la posición XIII B-XIII B de la Fig. 13A. En cualquier caso, las UF 50 están instaladas de modo que cubren el cable submarino 20, por lo que el cable submarino 20 está fijado por el fondo marino 200 y las UF 50 y se puede evitar que se mueva por la influencia de las corrientes mareales que se desplazan a su alrededor. De este modo se puede evitar la generación de fricción entre el fondo marino 200 y el cable submarino 20, y también se puede evitar durante mucho tiempo el lavado cerca del cable submarino 20. Como resultado, el cable 20 puede estar protegido durante mucho tiempo. En la realización arriba descrita se disponen múltiples UF continuos. Es posible instalar continuamente múltiples UF en una dirección de extensión del cable submarino 20. Por ejemplo, mediante la instalación continua de múltiples UF en la posición en la que es probable que el cable sea movido 20 por la corriente mareal es posible reducir al mínimo la cantidad de trabajo y la cantidad de UF a utilizar.

25 Se ha de señalar que, en la realización arriba descrita, aunque se produzca un lavado alrededor de las UF 50 dispuestas para proteger el cable submarino 20, las UF 50 siguen el fondo marino 200 deformado, por lo que se pueden realizar reparaciones, por ejemplo simplemente disponiendo las UF 50 sobre la parte entrante del fondo marino 200 en la cantidad correspondiente a la magnitud del entrante. Esto permite realizar fácilmente reparaciones a bajo coste.

Se ha de señalar que es preferible aplicar el método para proteger un cable submarino para un sistema de generación de energía eólica de acuerdo con la realización arriba descrita en los casos en los que la profundidad del agua hasta el fondo marino 200 es de aproximadamente 3 m o más.

30 Se ha de señalar que esta realización se ha descrito con respecto a un ejemplo en el que un cable submarino se protege cubriéndolo con UF. A este respecto, el cable submarino incluye líneas telefónicas, fibras ópticas, etc. Este método también se puede aplicar en casos de objetos largos submarinos, como tubos largos y tuberías para gas, petróleo, etc.

(4) Cuarta Realización

35 A continuación se describe la cuarta realización con respecto al método de instalación de las UF. En la cuarta realización se describe un método para aplanar una superficie irregular del fondo marino. Básicamente, para aplanar superficies irregulares se utilizan UF de un tamaño. A continuación se describe una realización en la que utilizan dos tipos de UF de tamaños diferentes.

40 Las Fig. 14A a 14C son diagramas que ilustran secuencialmente el método para aplanar una superficie irregular del fondo marino. Aquí se utilizan las UF grandes y las UF pequeñas descritas en la primera realización. En este contexto se supone que mediante investigación se ha determinado que estas UF son adecuadas para el aplanamiento en esta realización. Los objetos en bloque dispuestos en las UF grandes y pequeñas tienen un diámetro de 50-300 m y un peso específico de 2,65. Como en otros puntos, no hay ninguna diferencia entre las UF grandes y pequeñas.

45 En primer lugar se analiza previamente el estado de una superficie irregular 1000 del fondo marino 200 para examinar las cantidades respectivas de UF grandes 51 y UF pequeñas 52 a utilizar, y la posición en la que se han de instalar las UF grandes 51 y las UF pequeñas 52 (Fig. 14A). Después, en base a los resultados, se instalan las UF pequeñas 52 sobre el fondo del entrante de la superficie irregular 1000 (Fig. 14B). En este punto es preferible instalar las UF pequeñas 52 de modo que la superficie superior formada por las UF pequeñas 52 sea lo más plana posible. Después se instalan las UF grandes 51 sobre la superficie superior formada por las UF pequeñas 52, y se nivelan de modo que la superficie superior formada por las UF pequeñas 52 quede a ras del fondo marino 200 (Fig. 14C). En base a la descripción de las realizaciones arriba indicadas, la utilización de múltiples tipos diferentes de UF, como las UF grandes 51 y las UF pequeñas 52, mejora el acoplamiento entre los múltiples tipos diferentes de UF, y los múltiples tipos diferentes de UF están en contacto estrecho entre sí. De este modo, los diferentes tipos de UF se integran firmemente, aumentando la estabilidad de las UF grandes 51 y las UF pequeñas 52 instaladas en el entrante de la superficie irregular 1000. En consecuencia se puede reducir la influencia de las corrientes mareales. Además, las UF grandes 51 están instaladas de modo que la superficie superior formada por las UF grandes 51 queda lo más a ras posible del fondo marino 200 alrededor del entrante de la superficie irregular 1000.

Es preferible instalar las UF en orden de peso ascendente. En este caso, las UF grandes 51 se instalan sobre la superficie superior formada por las UF pequeñas 52. De este modo, las UF pequeñas siguen el fondo de la superficie irregular 1000 y es posible hacer que la superficie superior de las UF pequeñas sea plana. Además, las UF grandes instaladas sobre las UF pequeñas pueden estabilizar todas las UF.

5 En esta realización, dado que las UF pequeñas se instalan sobre la superficie de fondo de la superficie irregular 1000, las UF grandes se instalan sobre las UF pequeñas y la superficie superior de las UF grandes instaladas se nivela de modo que la superficie superior formada por las UF pequeñas queda a ras del fondo marino 200. De este modo, las UF grandes 51 y las UF pequeñas 52 se acoplan entre sí, con lo que se puede formar un fondo marino 200 altamente integrado y esencialmente plano que no presenta ningún hueco entre las UF. Como resultado, la
10 superficie irregular se puede convertir en un fondo marino firme y esencialmente plano.

Se ha de señalar que esta realización se ha descrito con respecto a un ejemplo en el que se nivela una superficie irregular cóncava. Sin embargo, la presente invención no se limita a este ejemplo, pudiendo este método ser aplicado a un ejemplo donde se nivela una superficie irregular convexa. La Fig. 15 es un diagrama que muestra este ejemplo. Con referencia a la Fig. 15, en este método primero se instalan las UF pequeñas 52 alrededor de la
15 superficie irregular convexa de modo similar a la realización arriba indicada. Después se instalan UF grandes 51 sobre las UF pequeñas 52. Una vez instaladas las UF grandes, la superficie superior de las UF grandes instaladas se nivela de modo que la superficie superior formada por las UF pequeñas 52 queda a ras del fondo marino 200. Como resultado es posible aplanar la superficie irregular convexa con respecto al fondo marino.

Se ha de señalar que la esta realización se ha descrito con respecto a un ejemplo en el que se utilizan dos tipos de
20 UF: UF grandes 51 y UF pequeñas 52. Sin embargo, la presente invención no se limita a este ejemplo, y también se puede utilizar un solo tipo de UF. Es decir, la superficie irregular 1000 se puede aplanar nivelando un tipo de UF de tal modo que la superficie superior formada por las UF quede a ras del fondo marino 200. También es posible utilizar múltiples tipos de UF que contengan diversos tipos de objetos en bloque diferentes entre sí para aplanar la superficie irregular 1000. Por ejemplo se utilizan UF que contienen objetos en bloque de 100 mm de diámetro y UF
25 que contienen objetos en bloque de 200 mm de diámetro. En este caso, las UF que contienen objetos en bloque con un diámetro pequeño evitan la aspiración de tierra y arena de la superficie del fondo marino y siguen la irregularidad del fondo marino. Además, dos tipos de UF con objetos en bloque diferentes se acoplan entre sí y se pueden integrar sin que se formen huecos entre ellos. Es preferible instalar las UF en orden ascendente de tamaño de grano de los objetos en bloque. En este caso, dado que las UF con tamaño de grano pequeño siguen la forma de las superficies irregulares 1000, es posible formar una superficie plana sobre la superficie superior de las UF pequeñas y todas las UF están instaladas establemente, ya que las UF grandes están instaladas sobre la superficie plana de las UF pequeñas.
30

El método para aplanar la superficie irregular del fondo marino de acuerdo con la realización arriba descrita se puede aplicar junto con, por ejemplo, una barcaza para verter cantos triturados. En este caso, la superficie irregular
35 1000 del fondo marino 200 se puede aplanar tal como se describe a continuación. En primer lugar se vierten cantos triturados desde la barcaza hasta el fondo del entrante de la superficie irregular. Una vez vertida una cantidad deseada de cantos triturados, se instalan las UF grandes 51 y las UF pequeñas 52, por ejemplo, tal como se describe en la realización arriba indicada mediante el uso del método para aplanar la superficie irregular del fondo marino. Esto permite aplanar eficazmente la superficie irregular a bajo coste.

40 Se ha de señalar que esta realización se describe con respecto a un ejemplo en el que se aplanan la superficie irregular 1000. Una vez aplanada la superficie irregular se puede instalar un cable submarino para un sistema de generación de energía eólica de modo que se extienda sobre la superficie irregular aplanada, o se puede instalar una estructura submarina sobre la superficie irregular aplanada. Tal como se describe en la realización arriba indicada, el cable submarino se puede fijar y proteger mediante el uso de las UF.

45 Se ha de señalar que en las realizaciones uno a cuatro arriba descritas, la posición en la que se han de instalar las UF 50 se puede localizar mediante un sistema de posicionamiento global (GPS). Por ejemplo, para la realización arriba descrita se utilizan un barco de trabajo para instalar las UF 50 sobre el fondo marino 200 y un cuerpo de remolque de inmersión para investigar las condiciones bajo el mar de acuerdo con las señales recibidas del barco de trabajo. El cuerpo de remolque incluye: un sónar batimétrico para radiar ondas sonoras en un patrón de radiación en abanico al fondo marino y recibir ondas reflejadas por el fondo marino para medir la profundidad de éste; un sensor de oscilaciones para medir y corregir la inclinación del sónar barimétrico asociada con las oscilaciones del cuerpo de remolque; un sensor de presión de agua para medir con precisión la presión del agua con el fin de realizar un seguimiento de los cambios de profundidad del cuerpo de remolque en el agua; y un transpondedor para calcular la distancia al barco de trabajo y el acimut del cuerpo de remolque. El barco de trabajo incluye: un aparato de
50 operación para la operación del cuerpo de remolque; un aparato de posicionamiento GPS para realizar un seguimiento de la posición del barco de trabajo; y un sensor de acimut de GPS para realizar un seguimiento del acimut del barco de trabajo; un sistema de posicionamiento submarino para recibir ondas sonoras del transpondedor del cuerpo de remolque y medir la posición del cuerpo de remolque; un *software* dedicado para analizar datos obtenidos del cuerpo de remolque en base a las posiciones respectivas del cuerpo de remolque y el barco de
55 trabajo; un cabrestante de remolque conectado con el cuerpo de remolque y el cable para controlar el movimiento
60

del cuerpo de remolque. En primer lugar se opera el aparato de operación en el barco de trabajo para sumergir el cuerpo de remolque bajo el mar. El cuerpo de remolque sumergido obtiene datos referentes a las condiciones del fondo marino mediante el uso del sónar batimétrico, mientras transmite su propia posición y estado al barco de trabajo mediante el sensor de oscilaciones, el sensor de presión de agua y el transpondedor. Los datos obtenidos
5 referentes al fondo marino son transmitidos al barco de trabajo para realizar un seguimiento de las condiciones del fondo marino mediante el *software* dedicado del barco de trabajo. La posición en la que se han de instalar las UF se localiza mediante los datos obtenidos del cuerpo de remolque, el aparato de posicionamiento GPS y el sensor de acimut de GPS. Esto permite instalar las UF con precisión en la posición deseada. Por ejemplo, la posición en la que se han de instalar las UF se puede localizar y registrar mediante el aparato de posicionamiento GPS en la
10 investigación realizada con antelación, y las UF se pueden instalar en base a los datos registrados.

Se ha de señalar que, en las realizaciones uno a cuatro arriba descritas, las UF 50 se pueden instalar suspendiendo cada UF 50 mediante una grúa o similar. En este caso, las UF 50 se pueden instalar liberando automáticamente la parte de conexión 504 de cada UF 50 de la grúa cuando la UF se ha movido a una posición de instalación determinada. Esto reduce, por ejemplo, el trabajo y el peligro de los buceadores que dan instrucciones y asistencia
15 al trabajar sobre el fondo marino, en la operación de liberación de cada UF 50 de la grúa.

Se ha de señalar que, en las realizaciones uno a cuatro arriba descritas, las múltiples UF instaladas se pueden conectar mediante elementos de conexión tales como cabos, cadenas o similares. Esto permite mantener durante mucho tiempo la estabilidad entre las múltiples UF 50, con lo que se puede aumentar adicionalmente la fuerza de carga y la durabilidad de los cimientos.

20 Se ha de señalar que, en las realizaciones uno a cuatro arriba descritas, las UF 50 se pueden instalar una a una o también se pueden instalar simultáneamente más de una UF 50.

Aunque las realizaciones de la presente invención se han descrito con referencia a las figuras, la presente invención no se limita a las realizaciones ilustradas. Dentro del alcance de las reivindicaciones se pueden realizar diversas modificaciones y variaciones de las realizaciones ilustradas.

25

REIVINDICACIONES

1. Método para proteger cables, tubos largos o tuberías submarinos, que incluye el paso de:

5 instalar unidades de filtro (50) en forma de saco, que contienen en cada caso unos objetos en bloque (502) predeterminados, de modo que cubran los cables, tubos largos o tuberías submarinos sobre un fondo marino (200),

comprendiendo la unidad de filtro un cuerpo de saco (501) tejido con hilo de fibra sintética, y

10 determinándose la cantidad de objetos en bloque (502) de modo que la porosidad de la tela tejida oscile entre el 45% y el 90% para reducir la fuerza de arrastre del agua que fluye a través del cuerpo de saco (501).

2. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque el paso de instalación de dichas unidades de filtro (50) incluye el paso de localizar una posición en la que se han de instalar dichas unidades de filtro mediante el uso de un GPS.

15

FIG. 1

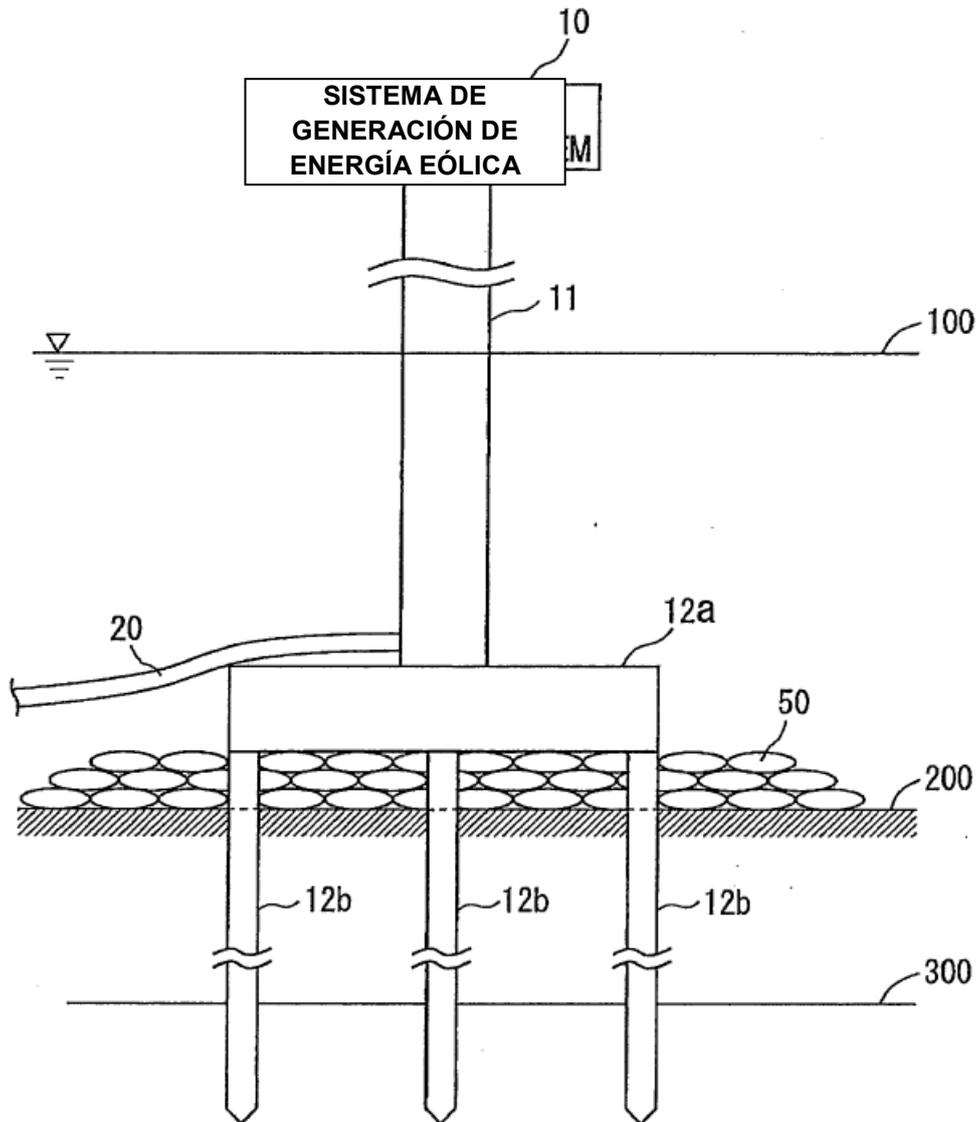


FIG. 2A

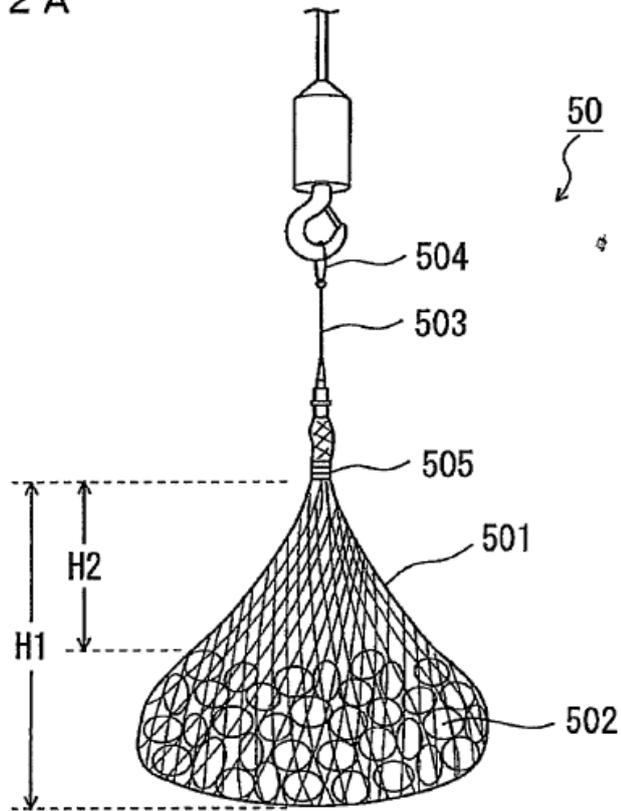


FIG. 2B

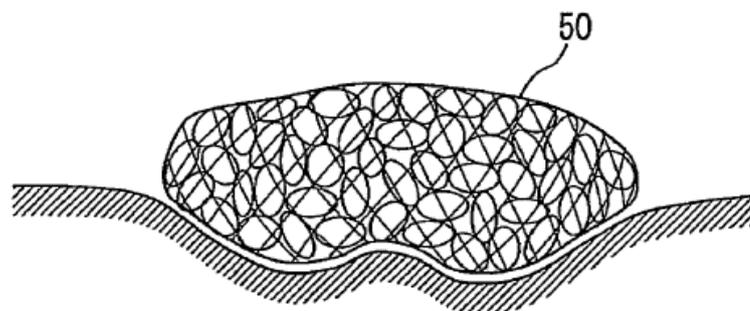


FIG. 3A

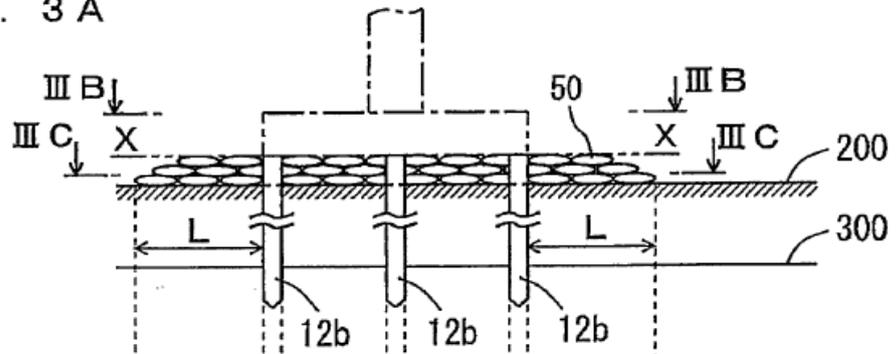


FIG. 3B

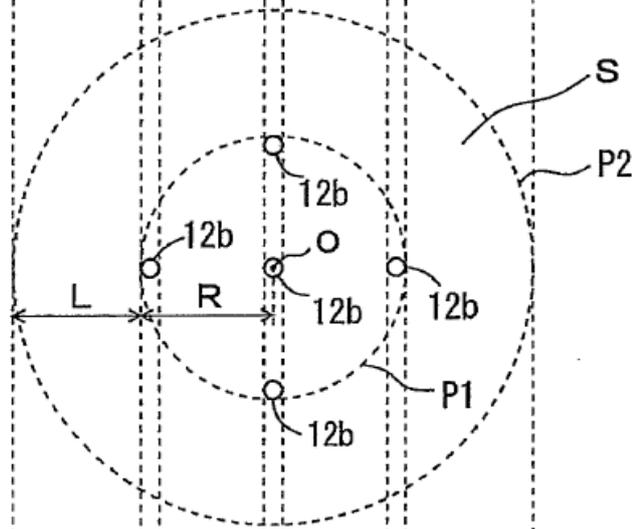


FIG. 3C

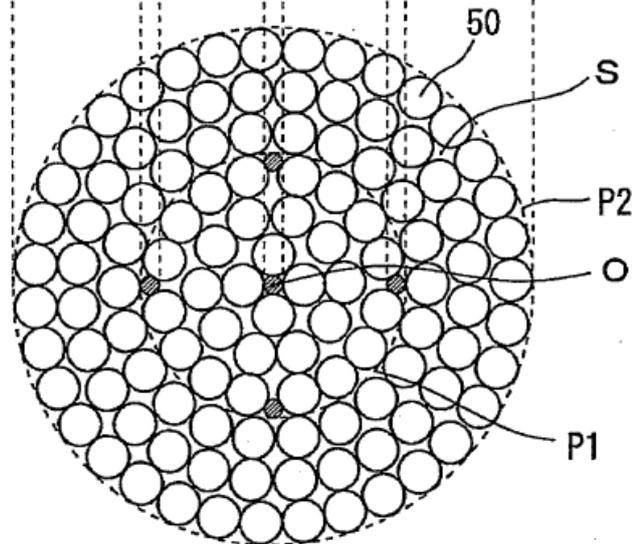


FIG. 4A

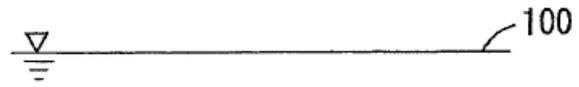


FIG. 4B

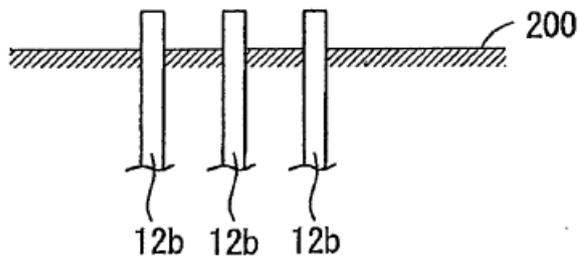
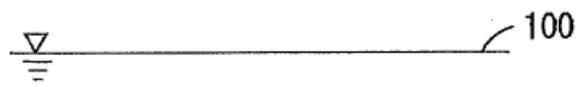


FIG. 4C

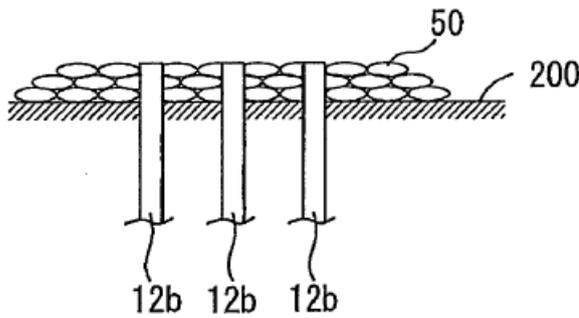


FIG. 4 D

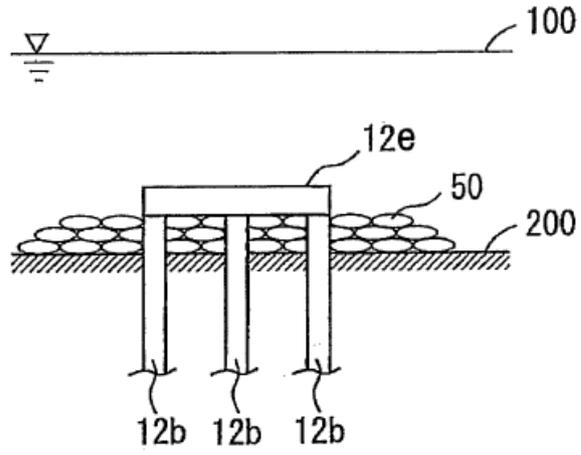


FIG. 4 E

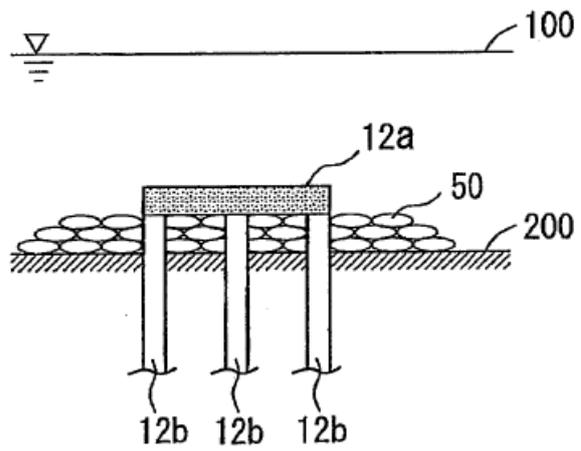


FIG. 4 F

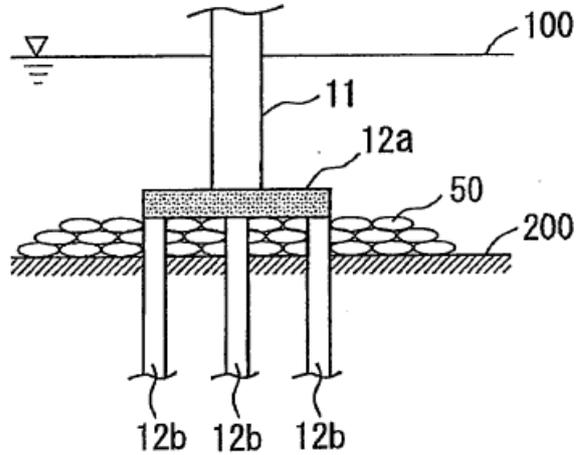


FIG. 5

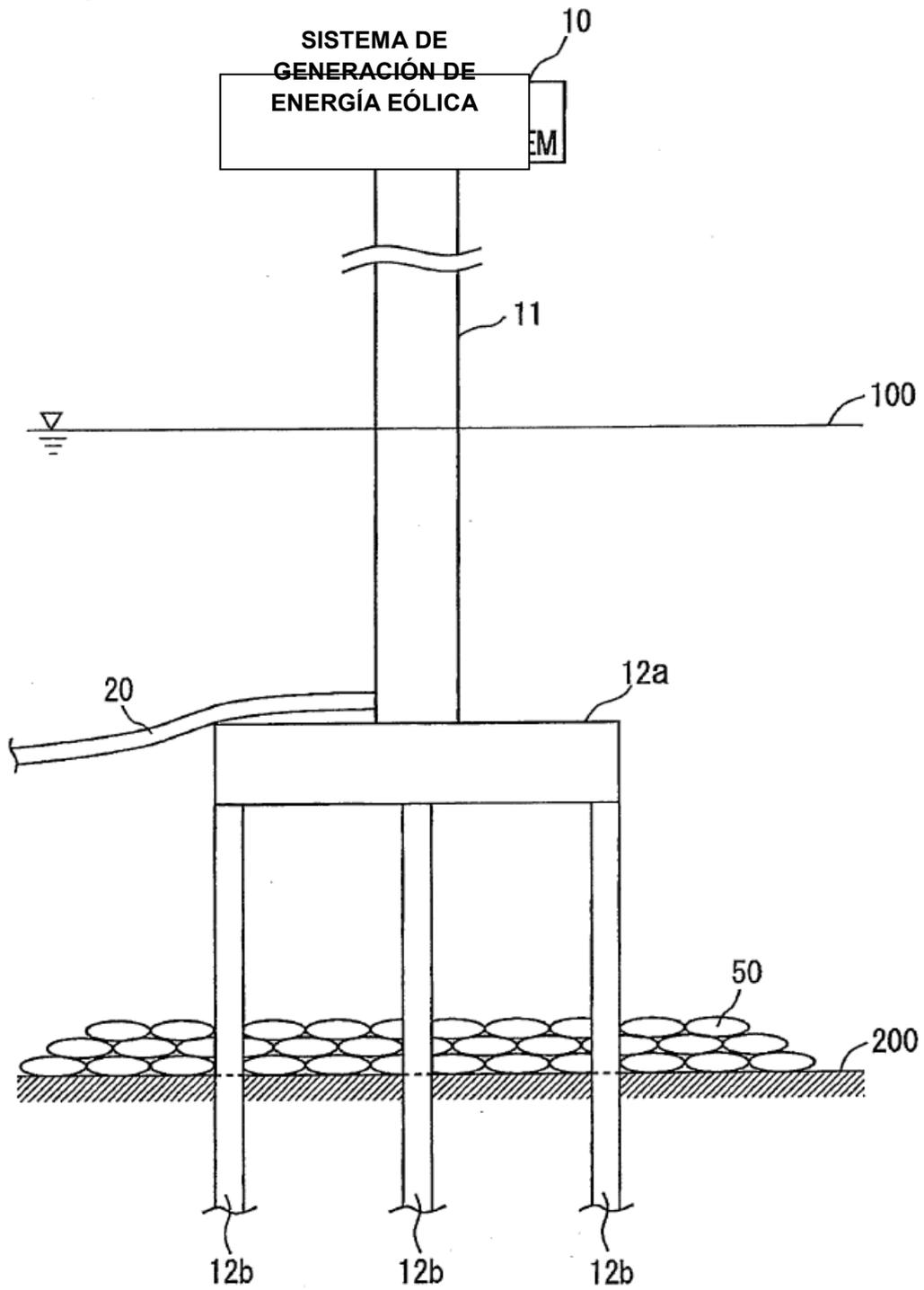


FIG. 6A

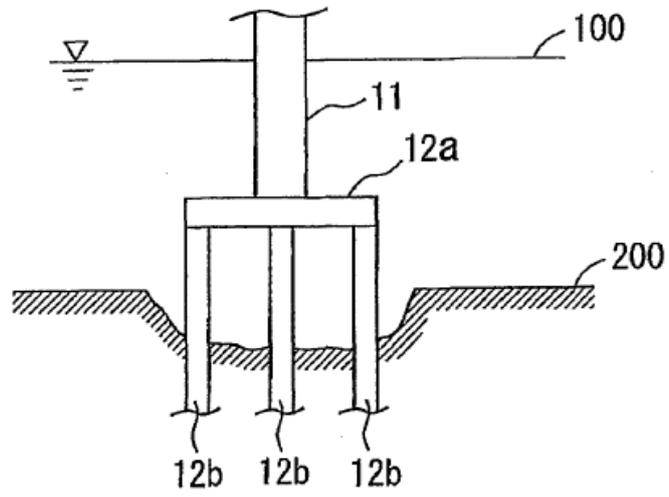


FIG. 6B

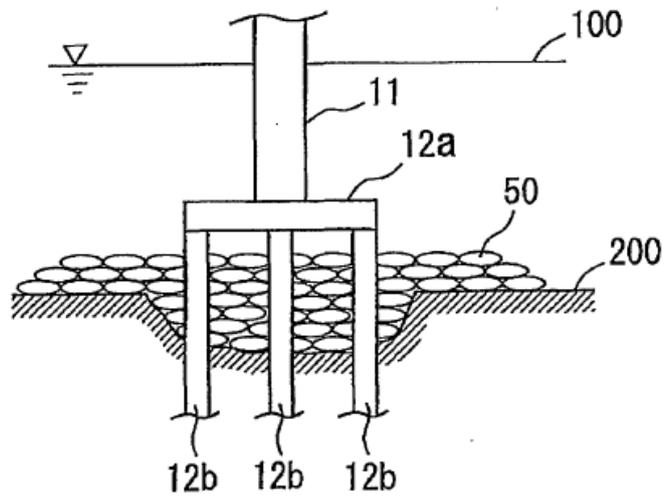


FIG. 7

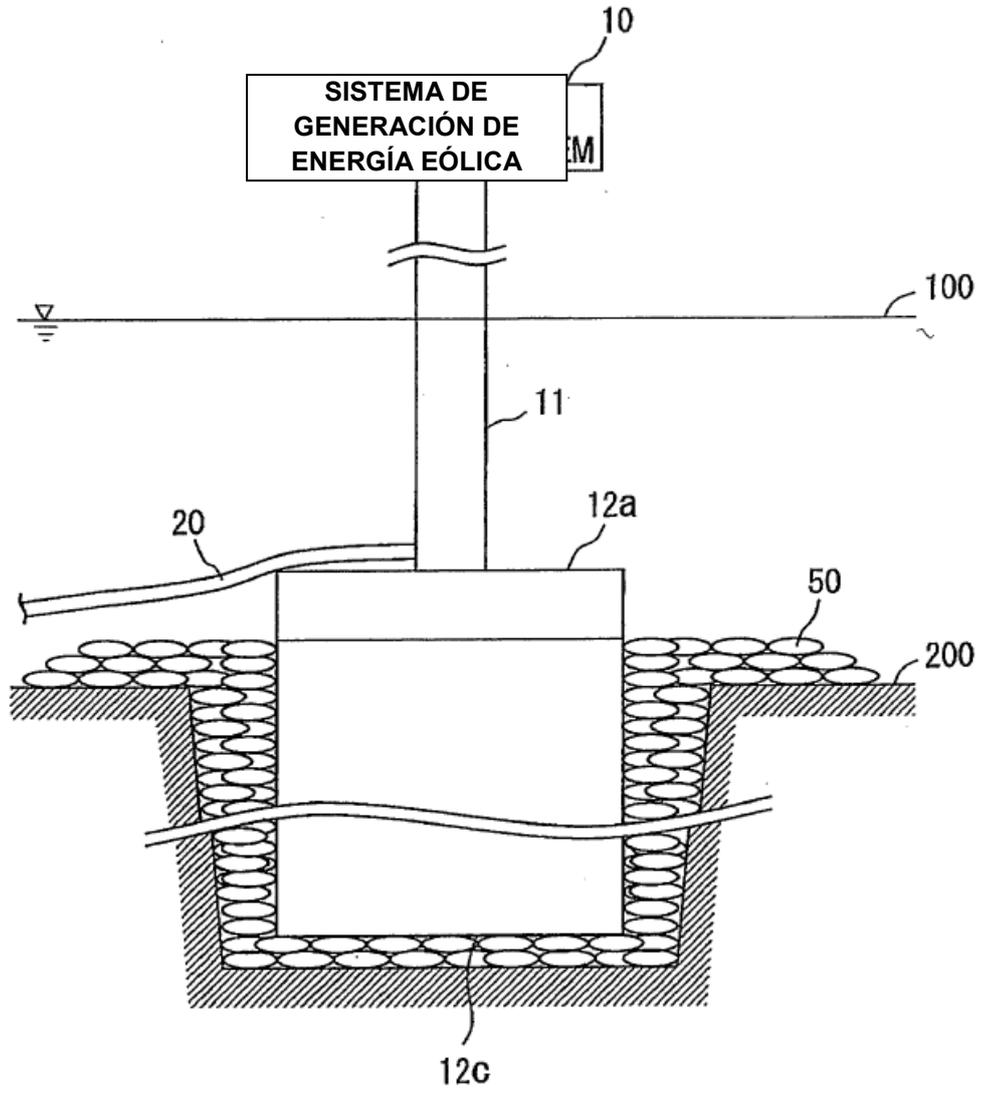


FIG. 8 A

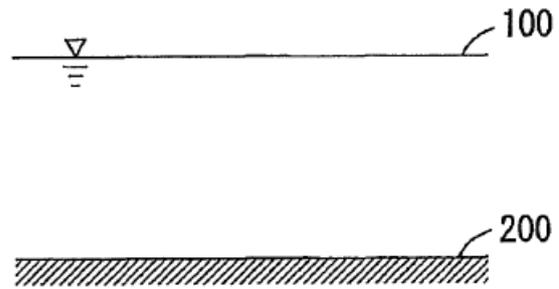


FIG. 8 B

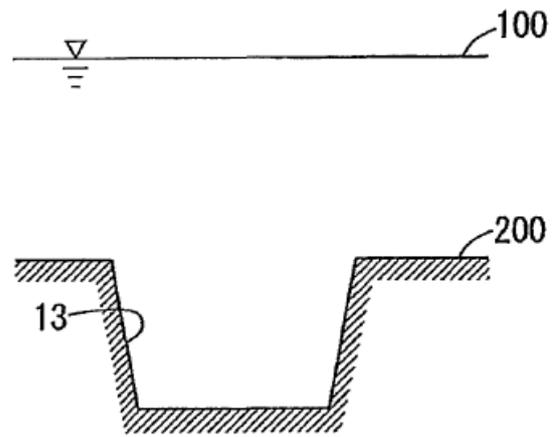


FIG. 8 C

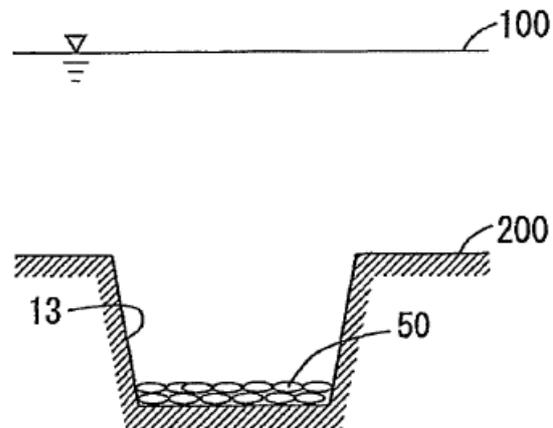


FIG. 8 D

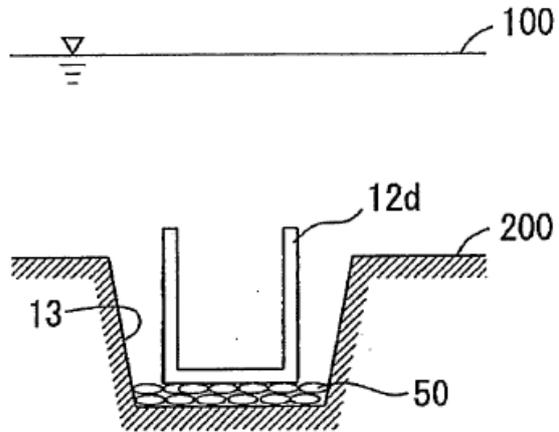


FIG. 8 E

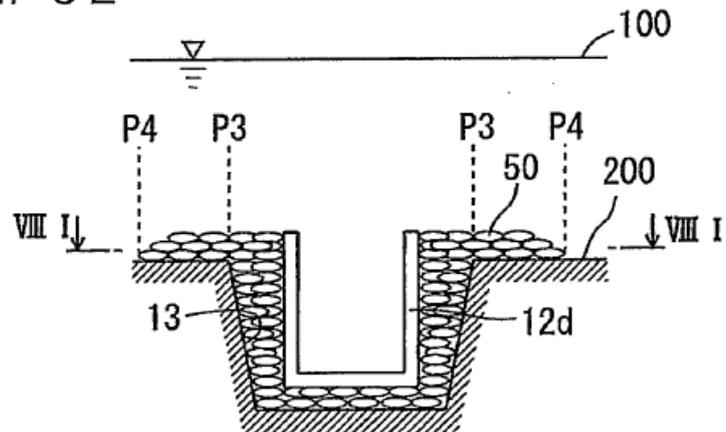


FIG. 8 F

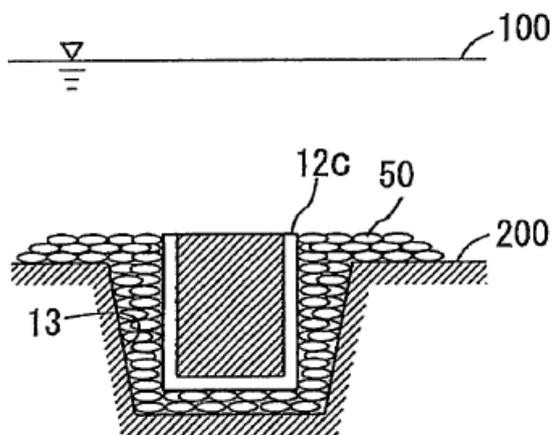


FIG. 8 G

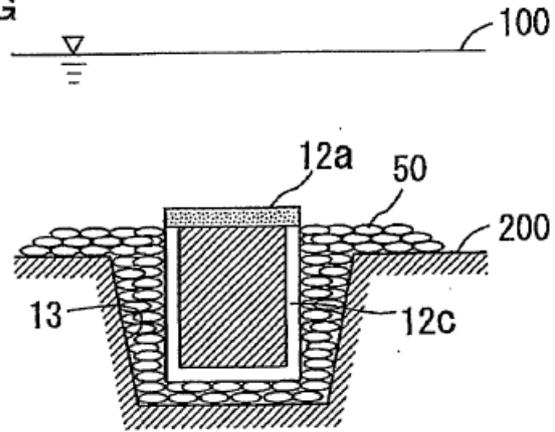


FIG. 8 H

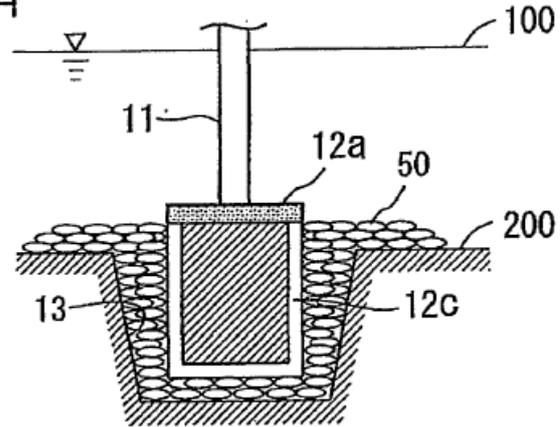


FIG. 8 I

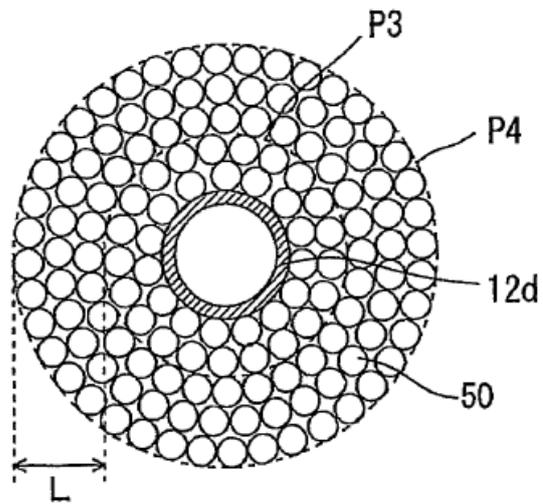


FIG. 8 J

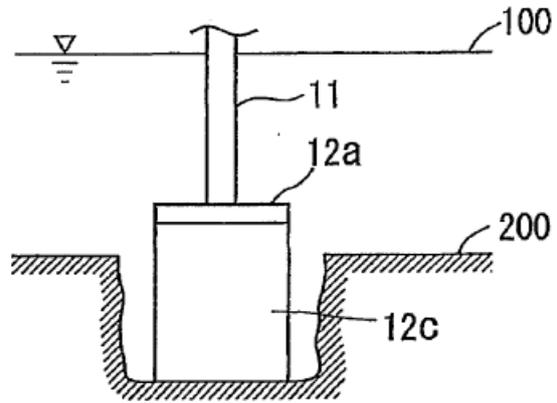
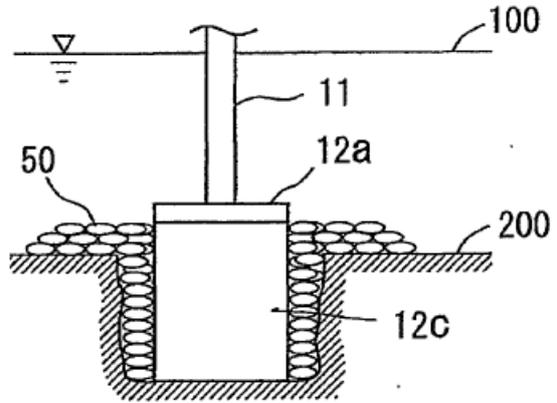


FIG. 8 K



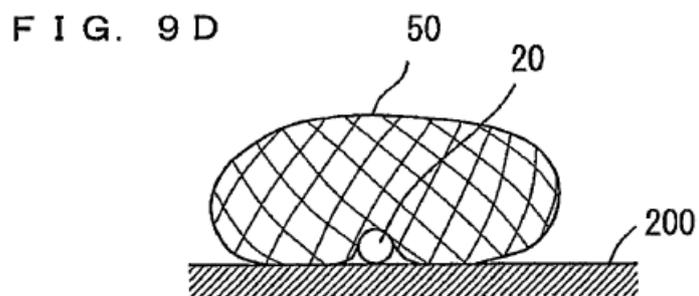
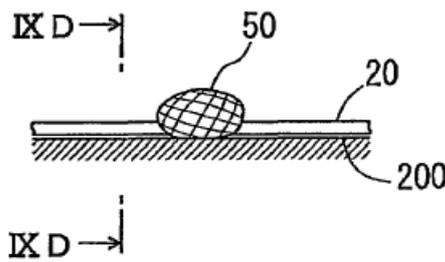
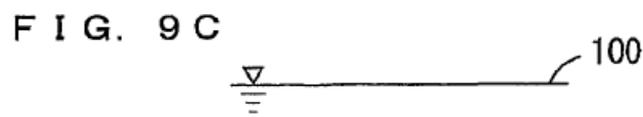
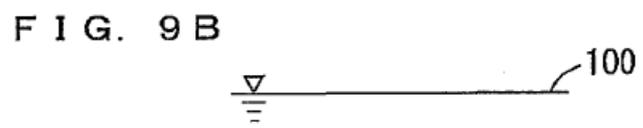


FIG. 10

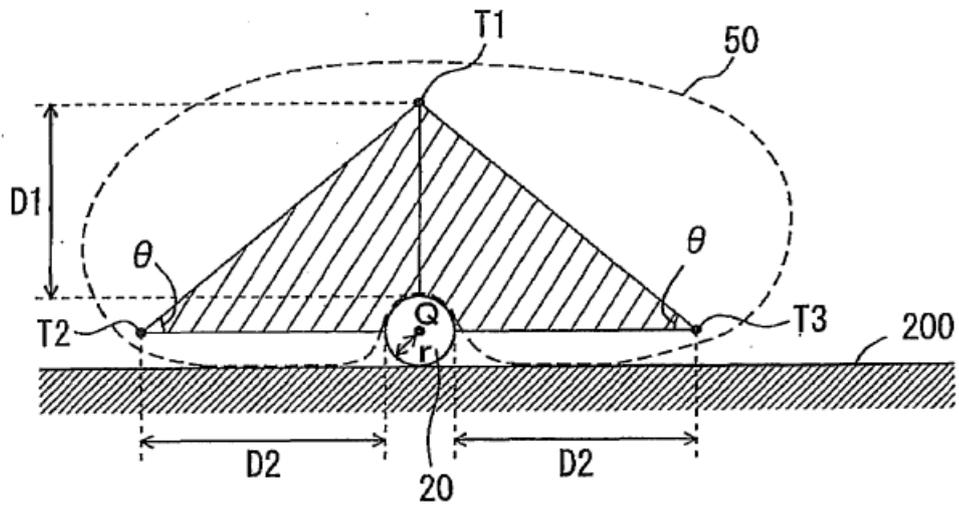


FIG. 11 A

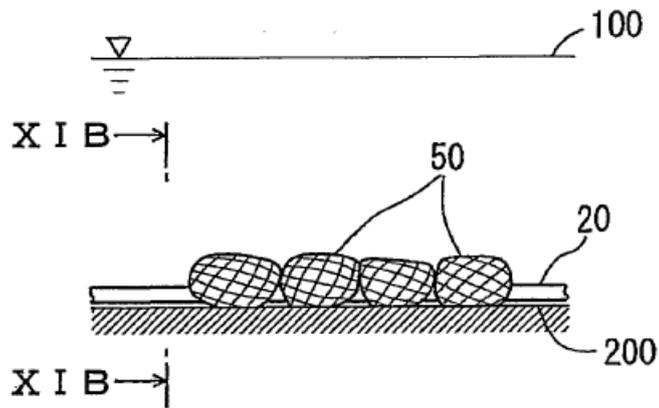


FIG. 11 B

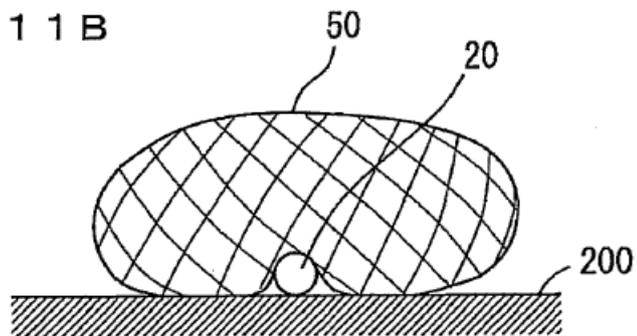


FIG. 12 A

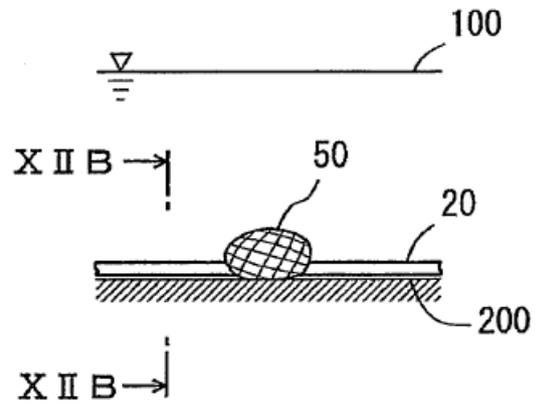


FIG. 12 B

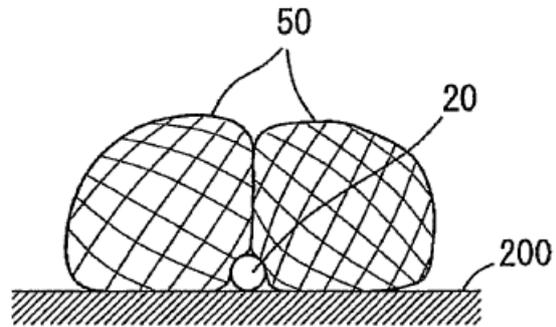


FIG. 13 A

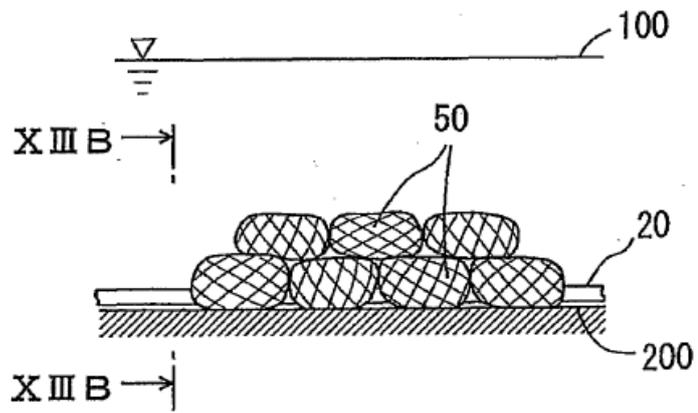


FIG. 13 B

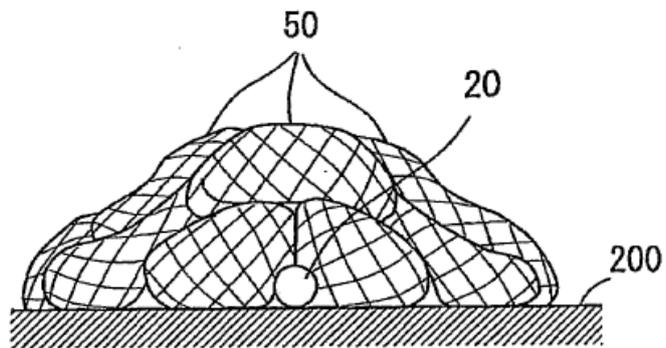


FIG. 14A

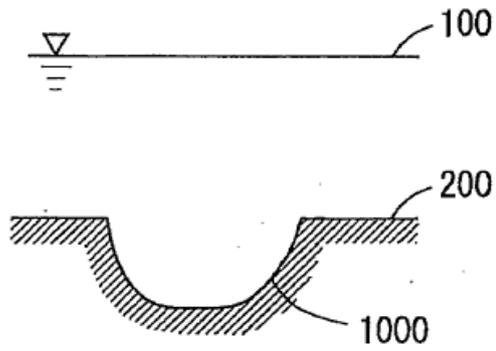


FIG. 14B

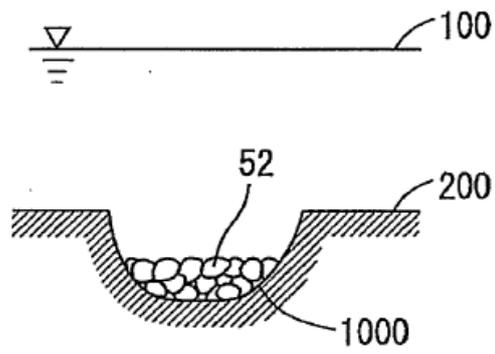


FIG. 14C

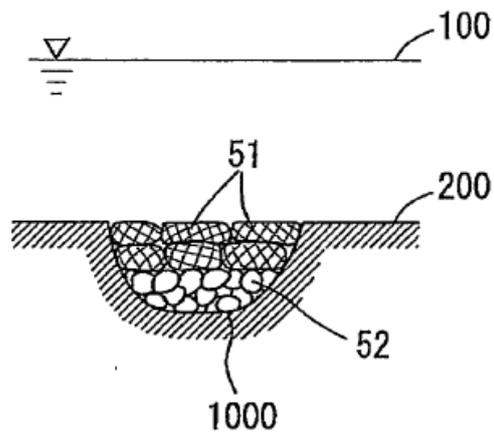


FIG. 15

