

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 578 937**

51 Int. Cl.:

**F03B 13/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.08.2006 E 06813902 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.04.2016 EP 1922481**

54 Título: **Sistema de conversión de energía de onda expandible**

30 Prioridad:

**29.08.2005 US 712071 P**

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

**02.08.2016**

73 Titular/es:

**OCEAN POWER TECHNOLOGIES, INC. (100.0%)  
1590 REED ROAD  
PENNINGTON, NJ 08534, US**

72 Inventor/es:

**STEWART, DAVID, B. y  
GERBER, JAMES, S.**

74 Agente/Representante:

**LAZCANO GAINZA, Jesús**

**ES 2 578 937 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**

Sistema de conversión de energía de onda expandible

5 Esta solicitud reivindica el beneficio de la solicitud provisional No. 60/712,071 presentada el 29 de agosto de 2005.

Antecedentes de la Invención

10 Esta invención se relaciona con la conversión de energía presente en ondas superficiales en cuerpos de agua para energía útil, y particularmente para mejoras en el manejo y despliegue de dichos sistemas.

15 En la solicitud de patente US-A-2004/0163389, presentada el 22 de enero de 2004, se describe, entre otras cosas, un convertidor de energía de onda (WEC) de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 que comprende uno o más flotadores anulares dispuestos a lo largo de un flotador elongado (tipo mástil). La presente invención se relaciona con variaciones en y mejoras sobre las modalidades descritas en dicha solicitud, y a otras WEC en general.

Resumen de la invención

20 Al menos un componente de un WEC (que comprende al menos dos componentes relativamente móviles) se forma a partir de una envoltura expandible la cual, para el despliegue en un cuerpo de agua, se expande en un cuerpo de suficiente rigidez para transmitir fuerzas mecánicas. La expansión puede llevarse a cabo mediante el uso de fluidos, por ejemplo, aire y agua, los cuales rellenan completamente la envoltura para expandirla o inflarla completamente. Alternativamente, los fluidos se usan para rellenar y expandir estructuras esqueléticas, tales como nervaduras tipo tubos, unidos a la envoltura. Cuando se rellenan de esta manera, las estructuras expandidas también expanden la

25 envoltura. Nuevamente, de manera alternativa, la expansión de la envoltura puede obtenerse al volver a configurar porciones de una envoltura, por ejemplo al desplegar una serie de secciones telescópicas de la envoltura conectadas de extremo a extremo. En una modalidad, un recipiente de gas a alta presión se dispone dentro de un componente el cual primeramente se rellena parcial o completamente con un fluido, por ejemplo agua del océano, de una fuente externa. Después, el gas se libera del recipiente para proporcionar una presión interna inicial deseada y para reemplazar fluidos

30 perdidos durante el uso del WEC.

Descripción de los dibujos

35 Los dibujos son esquemáticos y no son a escala.

La Figura 1 es una vista en perspectiva de un WEC inflado que incluye flotadores anulares y de tipo mástil de acuerdo con esta invención;

La Figura 2 muestra el WEC de la Figura 1 en una condición de desinflado y que muestra mangueras desmontables usadas para inflar el WEC;

40 La Figura 3 es una vista de un flotador tipo mástil similar a aquel mostrado en la Figura 1, pero que muestra una versión telescópica;

La Figura 4 muestra el mástil mostrado en la Figura 3 pero en una condición telescópica colapsada;

La Figura 5 muestra un flotador tipo mástil que tiene pliegues tipo acordeón que permiten la expansión y contracción longitudinal del mástil;

45 La Figura 6 es una vista de un flotador anular que incluye un tubo inflable externo;

La Figura 6A es una vista en perspectiva de una estructura esquelética para su uso en un flotador anular tal como la mostrada en la Figura 1;

La Figura 7 es una elevación lateral, parcialmente despiezada, de un flotador tipo mástil que tiene una estructura esquelética interna expandible para provocar la expansión volumétrica del flotador; y

50 La Figura 8 es una elevación lateral, parcialmente despiezada, de un flotador anular que incluye un recipiente de aire a alta presión para proporcionar aire al flotador.

Descripción detallada

55 Un ejemplo de un WEC 8 de acuerdo con esta invención se muestra en la Figura 1. El WEC comprende el primer 10 y el segundo 12 flotador diseñados para flotar dentro de un cuerpo de agua y para poder moverse con relación a uno con respecto al otro en respuesta a ondas que pasan. El primer flotador 10 comprende dos miembros separados 16 y 18, cada uno de forma anular, y cada uno que incluye una estructura circular 20 que encierra una abertura central 24. Los miembros se aseguran entre sí, por correas (no mostradas), y los dos miembros 16 y 18 funcionan juntos como un único flotador anular. El segundo flotador 12 es elongado o con forma de mástil y comprende, como se muestra en la presente descripción, tanto un único miembro (no mostrado) como diversos miembros paralelos.

65 Cuando se despliega en el agua, la orientación del WEC es como se muestra en la Figura 1; es decir, el mástil 12 flota en una orientación vertical y el flotador anular 10 flota horizontalmente sobre la superficie del agua. Por lo tanto, y como se describe en la antes mencionada solicitud de patente pendiente, en respuesta al paso de series de ondas superficiales, los dos flotadores 10 y 12 tienden a moverse hacia arriba y hacia abajo en una relación desfasada entre

sí, por ejemplo mientras un flotador, por ejemplo el flotador anular 10, se eleva, el flotador tipo mástil 12 puede descender.

Un transductor de energía, por ejemplo un generador eléctrico lineal de tipo conocido, se dispone entre los dos flotadores 10 y 12 para convertir movimientos relativos entre los flotadores en energía útil. Aunque no se ilustra en la presente descripción, los elementos que forman un generador lineal se disponen a lo largo de la superficie longitudinal del flotador tipo mástil 12 y sobre superficies interiores del flotador anular 10 orientadas directamente hacia el flotador tipo mástil 12. Un ejemplo de un generador eléctrico lineal adecuado se muestra en la patente de Estados Unidos 6,020,653, de Woodbridge y otros, 1 de febrero de 2000, cuya materia de estudio se incorpora en la presente descripción por referencia.

Cada uno de los miembros del flotador que comprende el WEC 8 mostrado en la Figura 1 se forma a partir de un material flexible que no se sostiene por sí mismo. Esto es, los varios miembros del flotador, cuando no se presurizan, colapsan entre ellos mismos de manera similar a un balón desinflado. Esto simplifica en gran medida el transporte y manejo del sistema. (La Figura 2 muestra el WEC 8 cuando los varios miembros del mismo aún no se han inflado. Además, se muestran las mangueras 15 para admitir fluidos, como se explicará de aquí en adelante, en los miembros del WEC.)

Las envolturas flexibles de los diferentes miembros del flotador WEC 8 pueden ser de varios materiales comercialmente disponibles usados, por ejemplo, en tubos de neumáticos inflables o balsas inflables o similares. Un material adecuado es un tubo de caucho cubierto de PVC o un caucho sintético que tiene el nombre comercial "Hypalon".

En uso actual, los flotadores deben ser rígidos para transmitir fuerzas mecánicas, y los diferentes miembros del flotador se inflan completamente cuando se despliegan. Aunque que pueden usarse varios materiales de inflado, los materiales preferidos son agua y varios gases, tales como aire y gases presurizados comercialmente disponibles tales como dióxido de carbono y nitrógeno. El miembro inferior 16 (Figura 1) del flotador anular del compuesto 10 por lo tanto se rellena, de preferencia, completamente con agua mientras que el miembro superior 18 se rellena completamente con aire. En esta modalidad ilustrativa, los dos miembros son de igual volumen. Una ventaja de formar el flotador 10 de dos miembros separados 16 y 18 es que cada miembro puede rellenarse independientemente del otro. Esto simplifica los ajustes precisos del peso del flotador 10 durante su despliegue.

En contraste con el miembro flotador dual 10, el flotador tipo mástil 12 ilustrado en la presente descripción comprende un único miembro relleno con aire y agua, por ejemplo, 80 % de agua en volumen, el resto de aire. (La Figura 1 incluye una línea de puntos 19 que indica la interfaz entre el agua y aire en el mástil 12).

En otra modalidad, no ilustrada, el flotador tipo mástil comprende compartimientos superior e inferior separados. El compartimiento superior se rellena con aire, y el compartimiento inferior se rellena con 99 % de agua y 1 % de aire para hacer rígido el mástil.

Para mantener el mástil en una orientación vertical, un peso 23, por ejemplo, de concreto o plomo, puede disponerse en el extremo inferior del mástil.

En la modalidad mostrada en las Figuras 1 y 2, ambos flotadores 10 y 12 son tipo bolsas en el sentido de que estas comprenden envolturas de material flexible las cuales se expanden cuando se inflan o rellenan con un material de inflado. En contraste a esto, la Figura 3 muestra un flotador tipo mástil 30 fabricado a partir de materiales rígidos, por ejemplo, acero inoxidable, pero que se expanden gracias a las secciones cilíndricas 32, 34, 36 y 38 que se repliegan una dentro de la otra. La Figura 4 muestra el flotador tipo mástil 30 en su configuración colapsada o no expandida. Durante el despliegue, las varias secciones anidadas 32, 34, 36 y 38 se despliegan unas de otras para expandir longitudinalmente el mástil. Medios conocidos, no mostrados, se proporcionan preferentemente para bloquear las secciones del mástil en una posición extremo a extremo fija. Adicionalmente, un peso 23 se dispone en el extremo inferior del mástil para mantenerlo en la configuración expandida así como para mantenerlo en la orientación vertical. En otra modalidad, las secciones del mástil anidadas o de expansión se obtienen al rellenar el mástil con uno o más fluidos, preferentemente bajo presión para asegurar la total expansión del mástil incluso bajo el agua.

En la Figura 5, se muestra un mástil 40 con pliegues tipo acordeón 42 que permiten la expansión longitudinal del mástil. Dicha expansión puede ser en respuesta a un proceso de relleno o inflado, o simplemente por la provisión de un peso inferior relativamente grande 23 para estirar los pliegues del mástil.

Pueden usarse varios procesos para inflar los flotadores. De manera más simple, los flotadores se rellenan al bombear agua y/o aire a través de las válvulas de entrada del flotador 44 (mostradas esquemáticamente en la Figura 1) de los flotadores. La Figura 2 muestra mangueras separadas 15 acopladas a los respectivos miembros del flotador para bombear el(los) fluido(s) adecuado(s) en estos. Con WEC relativamente pequeños, el bombeo puede llevarse a cabo mientras los WEC están sobre una barcaza o similares, y después los WEC se levantan para desplegarlos en el agua.

Con sistemas más grandes, se prefiere generalmente desplegar los WEC en el agua mientras no están inflados y después inflarlos usando bombas sobre una barcaza, o similares, conectadas por mangueras a los flotadores. La Figura

2 muestra un WEC 8 mientras se infla. La ubicación del WEC no se indica; podría estar sobre una barcaza o similares, o ya desplegada en un cuerpo de agua. En cualquiera de estos casos, la expansión de los miembros del WEC ocurre como un resultado de fluidos que rellenan los interiores de este.

5 En una disposición alterna, los flotadores incluyen estructuras esqueléticas las cuales pueden usarse para provocar la expansión mecánica de los flotadores.

10 La Figura 6, por ejemplo, muestra un flotador anular 16 que comprende una envoltura de material flexible 48 que incluye, unida alrededor de la periferia de la envoltura, una nervadura externa hueca 50 muy parecida a un tubo interior de un neumático. Bombear un fluido, por ejemplo aire, en la nervadura 50 hace que este se expanda en forma circular, expandiendo así la envoltura del flotador unido 48. Al expandir la envoltura mientras la envoltura se sumerge en un cuerpo de agua, el agua entra en la envoltura (a través de una válvula de entrada) en respuesta a la presión interna reducida ocasionada por la expansión volumétrica.

15 La Figura 6A muestra otra estructura esquelética 61 para proporcionar cualquiera de los flotadores anulares 16 o 18 mostrados en la Figura 1. La estructura 61 comprende dos tubos huecos 63, similares a los tubos internos de una bicicleta, separados por separadores huecos 65. Los separadores 65 están en comunicación con los espacios internos de ambos tubos 63. Toda la estructura 61 se encierra dentro de una envoltura (no mostrada) de, por ejemplo, Mylar. En uso, la estructura 61 se infla con aire a través de una única válvula para inflar toda la estructura.

20 La Figura 7 muestra una estructura esquelética telescópica 60 dispuesta dentro de un flotador tipo mástil 62. Al admitir agua o aire presurizado en la estructura telescópica, ocurre la expansión longitudinal de la estructura y del flotador. Según donde ocurra dicha expansión, es decir bajo el agua o en el aire, el aire o agua ambiente entra en el espacio interior ampliado.

25 La Figura 8 muestra un recipiente de aire presurizado 66 dentro de un flotador anular 16. Preferentemente, el flotador se rellena inicialmente de manera casi completa con agua para proporcionar la flotabilidad deseada. Después se bombea aire en el flotador para proporcionar la presión interna y rigidez deseadas. A continuación, el recipiente 66 se usa para reemplazar el aire que puede haberse perdido. Por ejemplo, bajo condiciones de tormentas severas y presiones externas excesivamente altas sobre el flotador anular, una medida de seguridad es liberar parte del aire del flotador para reducir la presión interna. Después de la tormenta, el aire se descarga del recipiente para devolver la presión de aire dentro del flotador a su presión de operación normal. El recipiente de aire puede tener otros usos; por ejemplo, proporcionar el inflado inicial de los miembros del flotador 16, o el inflado de la nervadura 50 mostrada en la Figura 6 para expandir el flotador 18.

35 La Figura 8 muestra además una antena 80 montada sobre el recipiente 66 para controlar de manera remota el mismo.

40

Reivindicaciones

- 5 1. Un convertidor de energía de onda (WEC) para convertir energía contenida en ondas superficiales en un cuerpo de agua en energía útil, dicho WEC incluye el primer (10) y el segundo (12) flotador donde cada uno tiene una envoltura expandible para el despliegue de dicho WEC cuando se va a disponer en dicho cuerpo de agua, el primer y el segundo flotador incluyen un medio para provocar la expansión de dichas envolturas y mantener dichas envolturas en una condición expandida cuando se despliegan y disponen en dicho cuerpo de agua y dichos primer y segundo flotadores cuando se despliegan moviéndose hacia arriba y hacia abajo en una relación desfasada en respuesta a dichas ondas superficiales; caracterizado porque al menos uno de dichos flotadores incluye un medio de válvula de liberación de presión para la ventilación de un fluido del flotador bajo condiciones intermitentes de presión excesiva de agua, e incluye un recipiente de fluido presurizado (66) dentro de al menos uno de dichos flotadores para reponer dicho fluido ventilado.
- 15 2. Un WEC de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dichos flotadores son flexibles para facilitar el despliegue de dicho WEC, y en donde dicho miembro para provocar la expansión comprende un material de relleno dispuesto dentro de dichos flotadores para hacer que dichos flotadores mantengan un desplazamiento fijo cuando se despliegan en dicho cuerpo de agua.
- 20 3. Un WEC de acuerdo con la reivindicación 2, en donde dicho material de relleno comprende uno o más fluidos para mantener dichos flotadores sustancialmente rígidos cuando se despliegan y disponen en dicho cuerpo de agua.
- 25 4. Un WEC de acuerdo con la reivindicación 3, en donde dichos fluidos se seleccionan del grupo que consiste en aire, agua, nitrógeno y dióxido de carbono.
- 30 5. Un WEC de acuerdo con la reivindicación 2, en donde dicho primer flotador comprende dos miembros separados (16, 18), uno de los cuales se rellena con un gas, y el otro de los cuales se rellena con agua.
- 35 6. Un WEC de acuerdo con la reivindicación 5 en donde uno (16) de dichos dos miembros separados incluye un recipiente de gas presurizado (66) para inflar dicho un miembro.
- 40 7. Un WEC de acuerdo con la reivindicación 5 en donde cada uno de dichos miembros de dicho primer flotador tiene una forma anular que incluye una nervadura que rodea una abertura central, dichos dos miembros que se aseguran entre sí con las aberturas centrales de estos que están alineadas, y en donde dicho segundo flotador es un flotador elongado que se extiende a través de dichas aberturas centrales en una relación de deslizamiento con estas.
- 45 8. Un WEC de acuerdo con la reivindicación 5, en donde dicho primer flotador comprende dos miembros separados (16, 18) asegurados entre sí, cada miembro que tiene válvulas de entrada separadas (44) para permitir que se bombeen los fluidos seleccionados en dichos miembros.
- 50 9. Un WEC de acuerdo con la reivindicación 7 en donde dicho primer flotador se rellena con agua y gas en la relación de aproximadamente 4:1, respectivamente, en volumen.
10. Un WEC de acuerdo con la reivindicación 2, en donde dicho segundo flotador comprende una pluralidad de secciones elongadas de extremo a extremo en una relación telescópica para variar la longitud de dicho segundo flotador.
11. Un WEC como se reivindicó en la reivindicación 2 en donde dicho segundo flotador incluye a lo largo de la longitud de este una pluralidad de pliegues tipo acordeón para variar la longitud de dicho segundo flotador.
12. Un WEC como se reivindicó en la reivindicación 6 que incluye además una antena (80) montada sobre el recipiente para controlar de manera remota la operación del recipiente.

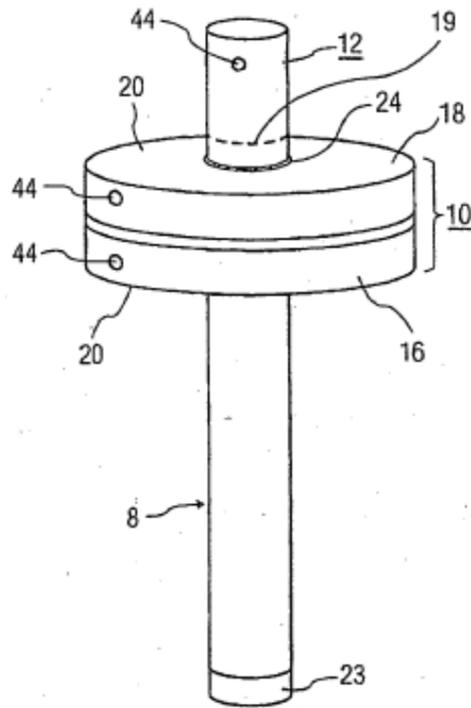


FIG. 1

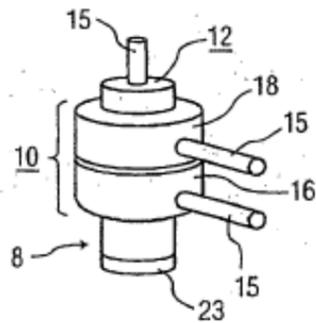


FIG. 2

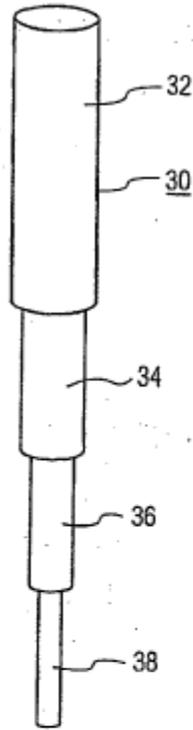


FIG. 3

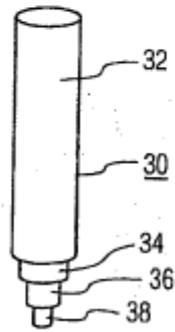


FIG. 4

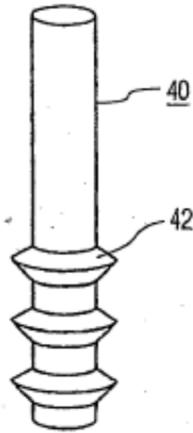


FIG. 5

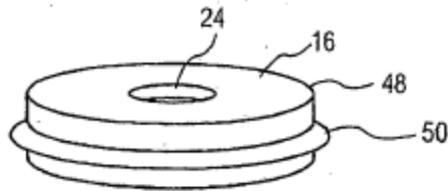


FIG. 6

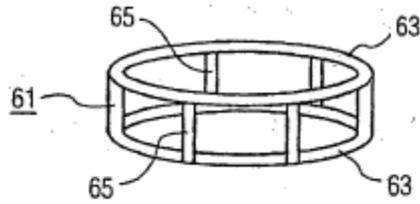


FIG. 6A

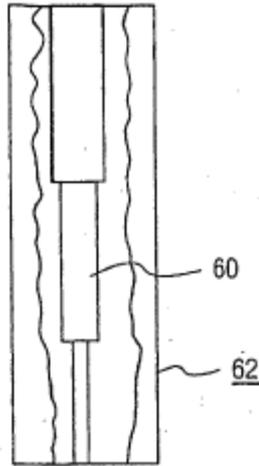


FIG. 7

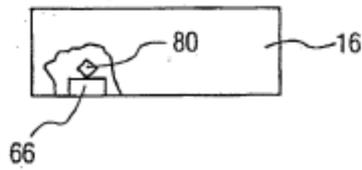


FIG. 8